

Hrsg.  
Reinders Duit  
Harald Gropengießer  
Lutz Stäudel



BEOBACHTEN

MESSEN

VERGLEICHEN

ORDNEN

ERKUNDEN

EXPERIMENTIEREN

VERMUTEN

PRÜFEN

DISKUTIEREN

INTERPRETIEREN

MODELLIEREN

MATHEMATISIEREN

RECHERCHIEREN

KOMMUNIZIEREN



# Naturwissenschaftliches Arbeiten

UNTERRICHT UND MATERIAL 5-10

## **IMPRESSUM**

Reinders Duit/Harald Gropengießer/Lutz Stäudel

### **Naturwissenschaftliches Arbeiten**

Unterricht und Material 5-10

2. Auflage 2007

© Erhard Friedrich Verlag GmbH,  
30926 Seelze-Velber

### **Redaktion**

Dr. Stefanie Krawczyk  
Anne Meyhöfer

### **Realisation**

Beate Franck-Gabay/André Klemm,  
Friedrich Medien-Gestaltung

### **Verlag**

Erhard Friedrich Verlag GmbH  
Im Brande 17, 30926 Seelze-Velber

### **Druck**

Jütte-Messedruck Leipzig GmbH, Printed in Germany

### **Vertrieb**

Friedrich Leserservice  
Postfach 10 01 50, D-30917 Seelze  
Telefon 0511/40 00 4-0  
Telefax 0511/40 00 4-219  
leserservice@friedrich-verlag.de

**Bestell-Nr. 92366**

Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten.  
Die als Material bezeichneten Unterrichtsmittel dürfen bis zur  
Klassen- bzw. Kursstärke vervielfältigt werden.

**Besuchen Sie uns im Internet unter [www.friedrichonline.de](http://www.friedrichonline.de)**

## EDITORIAL

Biologie, Chemie und Physik haben je eigene Gegenstandsbereiche, Fragestellungen und Gemeinschaften von Wissenschaftlern. Was diese Disziplinen gemeinsam haben, sind die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen. Dabei handelt es sich um ein Instrumentarium geistiger Werkzeuge und Herangehensweisen, welches sich als äußerst erfolgreich erwiesen hat. Es ist diese spezifische Weise der Welterschließung, dieses Wechselspiel aus Theorie und Empirie, Bestätigung und Widerlegung, welches das naturwissenschaftliche Denken und Arbeiten kennzeichnet.

Mit der Fähigkeit zum naturwissenschaftlichen Denken geht die Möglichkeit einher, die Welt durch eine naturwissenschaftliche Brille zu betrachten. Mit solcher Anschauung erscheint uns dann die Welt in einem neuen und oft auch überraschenden Licht.

Die Fähigkeit, naturwissenschaftlich zu denken und zu arbeiten, wird nicht an einem Tag, nicht mit einem Beispiel und auch nicht in einem einzigen Gespräch gewonnen. Dazu sind Zeit, viele unterschiedliche Beispiele, Wiederholungen und reflektierende Gespräche notwendig.

In diesem Band werden erprobte Unterrichtsmodelle aus den Fächern Biologie, Chemie und Physik versammelt, die wesentliche Bereiche der naturwissenschaftlichen Weise der Welterschließung abdecken und die allesamt Wege aufzeigen, wie naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten im Unterricht geübt und reflektiert werden kann.

Die Beispiele sind so ausgewählt, dass sie leicht zugänglich und in der Regel auch für Unterrichtende der jeweils anderen naturwissenschaftlichen Fächer verständlich sind. So können die Beispiele ggf. auf die Nachbarfächer übertragen oder in den fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht einbezogen werden.

Durch die Vielfalt der Vorschläge entsteht eine Zusammenschau der unterrichtlichen Möglichkeiten, wie Naturwissenschaftliches Arbeiten explizit thematisiert werden kann. Dieser Überblick kann eine fächerübergreifende Planung und die Koordination zwischen den Kolleginnen und Kollegen einer Klasse oder einer Schule erleichtern.

*Reinders Duit  
Harald Gropengießer  
Lutz Stäudel*

# Inhalt

REINDERS DUIT, HARALD GROPEGIEBER, LUTZ STÄUDEL

## Naturwissenschaftliches Arbeiten

Eine Einführung

4

LUTZ STÄUDEL

## Die Spinnennetz-Methode

Analyse naturwissenschaftlicher Arbeitsformen im Unterricht

9

## 1. BEOBACHTEN UND MESSEN \_\_\_\_\_ 10

JÖRG ZABEL

### Was tut das Tier?

Beobachten und Deuten lernen anhand von Verhaltensprotokollen

Biologie ab Klasse 7

12

ELKE PETER

### Der Öfläschchen-Versuch

Beobachtungen formulieren und kritisch bewerten

Chemie ab Klasse 8

18

GERMAN HACKER

### 1 Milka – eine vorläufige Einheit der Kraft

Zum Messen in den Naturwissenschaften

Physik ab Klasse 8

24

## 2. VERGLEICHEN UND ORDNEN \_\_\_\_\_ 30

LUTZ STÄUDEL

### Der Gelbe Sack

Vergleichen und Klassifizieren anhand abstrakter Eigenschaften

Chemie ab Klasse 8

32

MARCUS HAMMANN

### Tiere ordnen

Ein Methodentraining zum kriteriengeleiteten Vergleichen

Biologie Klasse 5

38

GUNNAR FRIEGE

### Stromkreise „sortieren“

Vergleichen, Kategorien entwickeln und Ordnen im Physikunterricht

Physik ab Klasse 9

47

## 3. ERKUNDEN UND EXPERIMENTIEREN \_\_\_\_\_ 52

MARTIN STAMME, LUTZ STÄUDEL

### Die Zustandsformen des Wassers

Erfahrungen rekonstruieren durch Experimentieren

Chemie ab Klasse 6

54

ROLF HEROLD, SIEGFRIED BUREK, STEPHAN SPÄTH

### Heimversuche

Gelegenheiten für eigenständiges Experimentieren

Physik ab Klasse 8

60

ELKE PETER

### Was brauchen Kressesamen zum Keimen?

Experimente als Schiedsrichter

Biologie ab Klasse 5

64

## 4. VERMUTEN UND PRÜFEN \_\_\_\_\_ 70

TANJA RIEMEIER

### Alpenveilchen in der Tinte

Vorhersagen prüfen durch Versuche

Biologie ab Klasse 7

72

HARALD GROPEGIEBER, DIRK KRÜGER

**Hautatmung beim Menschen**

Einem kleinen Versuch naturwissenschaftlichen Geist einhauchen

Biologie ab Klasse 7

78

GUNNAR FRIEGE, KLAUS MIE

**Elektrische Black-Boxen**

Hypothesen bilden und prüfen

Physik ab Klasse 9

82

**5. DISKUTIEREN UND INTERPRETIEREN**

88

LUTZ STÄUDEL

**Gasentwicklung von Brausetabletten**

Versuchsergebnisse deuten und eine Lösungshypothese entwickeln

Chemie/Biologie  
ab Klasse 9

90

SANDRA FRIEDRICH, WOLFGANG RUPPERT

**Leben aus der Uruppe**

Einen Zeitungsartikel aus naturwissenschaftlicher Perspektive lesen

Chemie/Biologie  
ab Klasse 8

97

MICHAEL KOMOREK, REINDERS DUIT, HELGA STADLER

**Ein chaotisches System erklären**

Von Beobachtungen und Vermutungen zum  
Argumentieren und Interpretieren

Physik ab Klasse 9

100

**6. MODELLIEREN UND MATHEMATISIEREN**

104

JÖRG ZABEL

**Wie funktioniert die Bauchatmung?**

Funktionsmodelle veranschaulichen Prozesse

Biologie ab Klasse 7

106

DOMINIK LEIB

**Die Wanne ist voll, juchhuhu ...**

Von der Analyse eines Funktionsgraphen zur Interpretation

Alle Fächer  
ab Klasse 8

113

LUTZ STÄUDEL

**Wie lässt sich der Grundumsatz des menschlichen Körpers messen?**

Modellierung eines (dynamischen) Systems mit Hilfe  
einer Reaktionsgleichung

Chemie/Biologie  
ab Klasse 9

116

SILKE MIKELSKIS-SEIFERT, ANTJE LEISNER

**Lernen über Teilchenmodelle**

Das Denken in Modellen fördern

Physik ab Klasse 8

122

**7. RECHERCHIEREN UND KOMMUNIZIEREN**

128

JORGE GROB

**Lichtintensität und Pupillenweite**

Wie entsteht aus Messdaten eine aussagefähige Grafik?

Biologie ab Klasse 9

130

SINUS NATURWISSENSCHAFTEN HESSEN

**Lautes Denken**

Beim Sprechen die Gedanken klären

Chemie ab Klasse 7

138

AUSBlick

LUTZ STÄUDEL

**Unterrichtsentwicklung in der Fachgruppe**

Praktische Hinweise für die Fachgruppen-Diskussion

142



Reinders Duit, Harald Gropengießer, Lutz Stäudel

# Naturwissenschaftliches A

## Eine Einführung

Kenntnisse in den Naturwissenschaften sind schon seit mehr als hundert Jahren Bestandteil der Vorstellung davon, was Bildung ausmacht. Nur hat jede Zeit unterschiedlich beantwortet, welcher Art diese Kenntnisse sein sollen, in welchem Umfang sie von Verständnis begleitet sein sollen und mit welchem Ziel die Aneignung in der Schule stattfinden soll. Die Versuche einer Klärung des Verhältnisses von Schule, Naturwissenschaften und Lernen fielen sehr unterschiedlich aus, waren teils von fachwissenschaftlichen, teils von pädagogisch-didaktischen Überlegungen geleitet. Seit TIMSS und PISA hat diese Diskussion eine neue Dimension gewonnen, hat den Rahmen von Lehrplanbestimmungen einzelner Bundesländer, aber auch die nationalen Grenzen hinter sich gelassen. Scientific Literacy heißt das Ziel, mit dem die Bemühungen schulischen Unterrichts und Lernens heute vorzugsweise umschrieben werden. Wenn aber mehr Verständnis davon erreicht werden soll, was die Naturwissenschaften eigentlich sind, welche Bedeutung sie haben, wie sie die Welt betrachten und wie sie sich ihren Gegenständen nähern, dann spielen die Aspekte naturwissenschaftlichen Arbeitens eine wichtigere Rolle als jemals zuvor und sollten den Schülern rechtzeitig vermittelt werden.

### Naturwissenschaftliches Arbeiten – Versuch einer Einordnung

Man könnte fragen, ob nun ein Ziel, nämlich die Vermittlung naturwissenschaftlicher Begriffe und Prinzipien, bloß gegen ein anderes ausgetauscht worden ist. Tatsächlich kann man die Einsichten zu den „naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen“ – etwa: wie naturwissenschaftliche Kenntnisse gewonnen werden und auf welchen Voraussetzungen sie beruhen – als eigenständige „Inhalte“ ansehen. Dennoch gehören **Naturwissenschaftliches Wissen** und **Wissen über die Naturwissenschaften** zusammen, und naturwissenschaftliche Bildung ist nur zu erreichen, wenn beide Aspekte Berücksichtigung finden. Ein „wahres“ Verständnis der naturwissenschaftlichen Begriffe und Prinzipien kann nur erzielt werden, wenn auch verstanden ist, wie diese Erkenntnisse zustande gekommen sind, wie also die Naturwissenschaften vorgehen (Driver u. a. 1996).

Diese Dualität – Wissen von etwas und Verständnis der Strukturen von Wissen – ist keineswegs auf die Naturwissenschaften beschränkt. So lassen sich etwa aus der Perspektive des Bildungsbegriffs „materiale“ und „formale“ Bildung unterscheiden (Lind 1996 und 1997):



# Arbeiten

- Bei der materialen Bildung geht es um die Vermittlung des Fachlichen. Für die Naturwissenschaften umfasst das Fachliche die naturwissenschaftlichen Begriffe und Prinzipien, naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen sowie Vorstellungen zur „Natur“ der Naturwissenschaften.
- Bei der formalen Bildung geht es um Aspekte, die über das Fachliche hinausgehen, wie das Denken und das Lernen lernen, das Argumentieren auf der Basis von Fakten, das Planen, Durchführen und Auswerten von Untersuchungen oder das Miteinanderarbeiten. Die formale Bildung verweist also darauf, dass Lernen des Fachlichen immer auch einen Beitrag zur Entwicklung allgemeiner Fähigkeiten leistet.

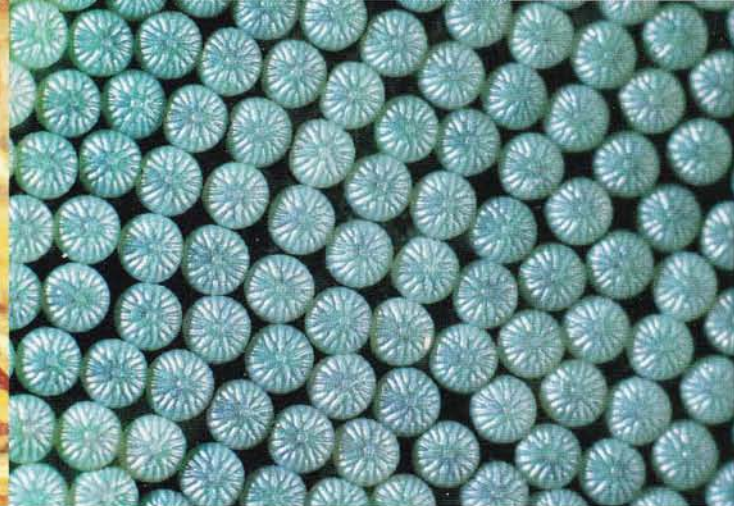
Naturwissenschaftliches Arbeiten hat aus der Perspektive von materialer und formaler Bildung eine doppelte Funktion: Einerseits geht es um den Erwerb wichtiger Aspekte des Fachlichen, andererseits um Beiträge zur Entwicklung allgemeiner Fähigkeiten wie genau beobachten, Untersuchungen planen, Ergebnisse deuten.

Einen genaueren Blick verdient auch das **Verhältnis von Naturwissenschaftlichem Arbeiten zum Experiment**. Zwar spielt auch bei den skizzierten naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen das Experiment eine wichtige Rolle. Es geht aber nicht

vorrangig um experimentelle Fertigkeiten, sondern zunächst um die begleitenden Arbeitsweisen, die bei der Planung und Auswertung von Experimenten wichtig sind: z. B. Hypothesen bilden, Schlüsse aus Beobachtungen ziehen, naturwissenschaftlich zu argumentieren und Probleme zu modellieren.

Eine weitere Unterscheidung ist die zwischen **Konzepten und Prozessen**. Die Konzepte umfassen dabei die wissenschaftlichen Begriffe und Prinzipien, zu den Prozessen gehören die Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften. Man erkennt schnell, dass beide Seiten – wie bei einer Münze – nicht unabhängig voneinander angeeignet werden können. Schließlich können Prozesse nur an bestimmten Inhalten eingeübt werden. Auch Unterricht, der sich vor allem der Entwicklung von bestimmten Prozessen widmet, kommt ohne verlässliche fachliche Grundlagen nicht aus. Naturwissenschaftliches Arbeiten lässt sich nur auf der Basis naturwissenschaftlicher Begriffe und Prinzipien erlernen, schafft umgekehrt aber einen Zugang zum Verständnis dessen, was Naturwissenschaften ausmachen. Es geht stets um die eingangs betonte Balance beider Aspekte.

Lange Zeit war es eine zentrale Maxime des naturwissenschaftlichen Unterrichts, die **Methode des Unterrichts** an der **Methode der Wissenschaften** zu



orientieren (Lind/Kross/Meyer 1998). Dabei wurde unterstellt, dass die Wissenschaften stets nach einer einheitlichen Methode vorgehen:

- Problem
- Aufstellen einer Hypothese
- Experimentieren – Auswertung
- Lösung des Problems
- Folgerungen

Der Aufbau einer Stunde sollte dieses Grundschema naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung abbilden – und so die Schülerinnen und Schüler in die Methode der Wissenschaft einführen.

Besonders die so genannten Ansätze des „forschenden Unterrichts“ (Kuhn 2003) gehen ähnlich vor, und dieses Grundschema dürfte den naturwissenschaftlichen Unterricht noch in großem Umfang bestimmen. Aus der Sicht der neueren Wissenschaftstheorie muss die Annahme einer einheitlichen Methode der Naturwissenschaften allerdings infrage gestellt werden. Vielmehr gibt es ein breites Spektrum forschungsmethodischer Standards und arbeitsgebietspezifische Besonderheiten. Wenn es aber die Methode der Wissenschaft nicht gibt, kann es auch keine entsprechende Standardmethode zur Einführung in naturwissenschaftliches Arbeiten im Unterricht geben.

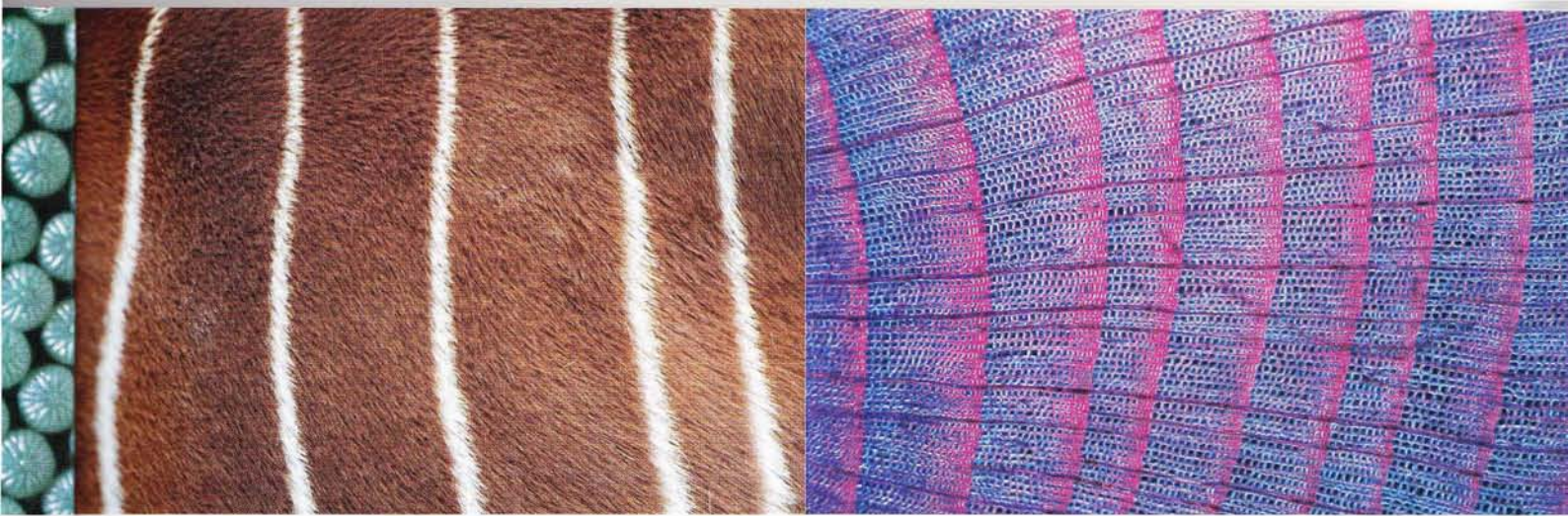
### Naturwissenschaftliches Arbeiten im Schulalltag

Gemessen am Beitrag naturwissenschaftlichen Arbeitens zur naturwissenschaftlichen Grundbildung, der auch unter Lehrkräften unumstritten ist, spielt dieser Aspekt im Unterricht in der Regel nur eine geringe Rolle.

Das Experiment nimmt traditionsgemäß einen prominenten Platz im Unterricht ein. Eine Videostudie zum Physikunterricht in den Schuljahren 7 bis 9 hat gezeigt, dass rund zwei Drittel der Unterrichtszeit durch die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Experimenten bestimmt ist. Kritische Analysen zur Rolle des Experiments im Unterricht zeigen aber, dass einerseits das Potenzial des Experiments keineswegs ausgeschöpft wird und dass seine Bedeutung oft falsch eingeschätzt wird (Harlen 1999). So führt das Schülerexperiment keineswegs automatisch zu besseren Leistungen. Auch ist das Interesse an diesen Experimenten, insbesondere bei Mädchen, nicht so groß, wie häufig unterstellt wird (Tesch/Duit 2004; Harlen 1999).

In der gleichen Studie zeigt sich auch, dass die Schülerinnen und Schüler nur selten Gelegenheit haben, Planung, Durchführung und Auswertung der Experimente selbstständig zu bewältigen oder zumindest daran beteiligt zu sein. Es gibt auch nur wenige Stunden, in denen Aspekte naturwissenschaftlichen Arbeitens explizit angesprochen werden und in denen die spezifische Art naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung diskutiert wird. Dabei ist vielen Lehrkräften offenbar das naturwissenschaftliche Arbeiten sehr wichtig. Tatsächlich konnte in einer Befragung von Lehrkräften aller Schularten festgestellt werden, dass sie das naturwissenschaftliche Arbeiten für wichtiger halten als die Vermittlung eines umfangreichen Faktenwissens (Merzyn 1994). Demgegenüber zeigt die Realität des Unterrichts, dass diesem für wichtig gehaltenen Aspekt im Unterricht nicht der nötige Raum gegeben wird und dass wissenschaftliches Arbeiten häufig als Einübung in einzelne experimentelle Arbeitstechniken verstanden wird. Routinen dominieren, einfallreiches und eigenständiges Arbeiten kommt zu kurz.





Die genannten Befunde lassen auch verstehen, warum sich deutsche Schülerinnen und Schüler bei TIMMS (Third International Mathematics and Science Study) und PISA im internationalen Vergleich nur im Mittelfeld oder knapp darunter platzieren konnten. Sie zeigen durchaus Stärken beim Faktenwissen, aber deutliche Defizite beim Anwenden dieses Wissens (Baumert u. a. 1997). Es scheint, dass dies u. a. auf das Konto mangelnder Kompetenz im Umgang mit grundlegenden naturwissenschaftlichen Prozessen geht, die besonders bei PISA eine wichtige Rolle spielt.

### Eigenständiges naturwissenschaftliches Arbeiten

Die Beiträge im vorliegenden Band sollen Anregungen geben, dem naturwissenschaftlichen Arbeiten im Unterricht einen breiteren Raum zu geben, als es bislang der Fall zu sein scheint. Damit sollen Gelegenheiten geschaffen werden, den durch TIMMS und PISA offenbar gewordenen Defiziten des deutschen naturwissenschaftlichen Unterrichts zu begegnen. Die Beispiele sollen zeigen, wie man es machen kann. Dabei geht es nicht

## Naturwissenschaftliches Arbeiten im SINUS-Programm

Als Reaktion auf das schlechte Abschneiden deutscher Schülerinnen und Schüler bei TIMSS wurde von Herbst 1998 bis Frühjahr 2003 das BLK-Modellversuchsprogramm „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ (kurz: SINUS) durchgeführt. An diesem Programm nahmen 180 Schulen in 15 Bundesländern teil (Prenzel/Duit 1999). Die 11 Module des Programms beschreiben den Entwicklungsbedarf des bisherigen Unterrichts und zeigen Wege auf, wie Verbesserungen erreicht werden können (BLK 1997).

Der mit SINUS begonnene Versuch, den naturwissenschaftlichen Unterricht zu verbessern, wird seit Mitte des Jahres 2003 mit einem Anschlussprojekt „SINUS-Transfer“ fortgesetzt. Rund 700 Schulen nehmen an diesem Projekt teil ([http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/sinus\\_transfer/](http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/sinus_transfer/)). Insgesamt geht es bei SINUS darum, eigenständiges Lernen systematisch zu fördern. Eine wichtige Rolle spielt das Modul 2 „Naturwissenschaftliches Arbeiten“. Dort stehen die folgenden Aspekte im Vordergrund:

- Experimentieren, Beobachten, Vergleichen, Systematisieren müssen theorie- bzw. fragestellungsgelitet und reflektiert ablaufen.
- Formulieren von Fragestellungen und Vermutungen, Aufbereitung und Interpretation der Ergebnisse, Reflektieren der Vorgehensweise müssen zur Selbstverständlichkeit werden.
- Sprechen, Austauschen, Verständigen, Diskutieren: Sachgerechten Diskurs fördern.
- Verschriftlichung eines zusammenhängenden Gedankengangs fördern.
- Experiment als Anregung, „Verführung“ zum Denken. Nicht das Tun allein ist das Entscheidende, sondern Denken und Tun.
- Naturwissenschaftliches Arbeiten in den einzelnen Fächern aufeinander beziehen und abstimmen.

schwerpunktmäßig um das Einüben von Routinen. Natürlich wird der Wert solcher Routinen nicht gänzlich in Abrede gestellt. Feste Schemata zur Dokumentation und Auswertung von Experimenten sind wichtig – solange sie nicht zu einem gedankenlos abgespulten Verfahren erstarren. Es geht deshalb vor allem um Ideen, die eigenständiges naturwissenschaftliches Arbeiten erlauben.

Unter naturwissenschaftlichem Arbeiten wird dabei, wie oben dargestellt, ein breites Spektrum von Aspekten verstanden. Wir haben diese Vielfalt in sieben übergreifende Arbeitsweisen geordnet:

1. Beobachten und Messen
2. Vergleichen und Ordnen
3. Erkunden und Experimentieren
4. Vermuten und Prüfen
5. Diskutieren und Interpretieren
6. Modellieren und Mathematisieren
7. Recherchieren und Kommunizieren

#### Literatur

- Baumert, J. u. a.: TIMMS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Leske & Budrich, Opladen 1997
- BLK-Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (Hrsg.): Expertise „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. BLK, Bonn 1997
- Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.): PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Leske + Budrich, Opladen 2001
- Driver, R. u. a.: Young peoples images of science. Open University Press, Bristol (UK) 1996
- Harlen, W.: Effective teaching of science. The Scottish Council for Research in Education (SCRE), Edinburgh (UK) 1999
- Kuhn, J.: Rettung in letzter Sekunde – Selbstständiges naturwissenschaftliches Arbeiten in der Orientierungsstufe. In: Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht Physik 74, Seelze 2003, S.12–16
- Lind, G./Kross, A./Mayer, J.: Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen im Unterricht. Erläuterungen zu Modul 2 des BLK-Modellversuchsprogramms SINUS „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. IPN, Kiel 1998 (<http://blk.mat.uni-bayreuth.de/material/ipn.html>)
- Lind, G.: Physikunterricht und formale Bildung. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Heft 1, 1996, S. 53–68
- Lind, G.: Physikunterricht und materiale Bildung. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Heft 1, 1997, S. 3-20
- Merzyn, G.: Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht, IPN, Kiel 1994
- Prenzel, M./Duit, R.: Ansatzpunkte für einen besseren Unterricht – Der BLK-Modellversuch „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. In: TIMSS – Anregungen für einen effektiveren Physikunterricht? Naturwissenschaften im Unterricht Physik. 1999, S. 32–37
- Tesch, M./Duit, R.: Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften. 2004 (zur Publikation eingereicht)

#### Weitere Informationen und Anregungen

- Adey, P./Schayer, M./Yales, C.: Naturwissenschaftlich denken. Aachener Beiträge zur Pädagogik Bd 3. Verlag der Augustinus Buchhandlung, Aachen 1993
- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kunst (Hrsg.): Weiterentwicklung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts – Erfahrungsbericht zum BLK-Programm SINUS in Bayern. 2002 (Die einzelnen Kapitel, z. B. zum naturwissenschaftlichen Arbeiten, können von der Homepage des ISB heruntergeladen werden: <http://www.isb.bayern.de>)
- Duit, R.: Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht Physik 74. 2003
- Duit, R./Fischer, H. E./Müller, W.: Aufgaben. Unterricht Physik 67, 2002
- Eckebrecht, D./Schneeweiß, H.: Naturwissenschaftliche Bildung, Ernst Klett, Stuttgart 2003
- Falkenhausen, E. von: Biologieunterricht – Materialien zur Wissenschaftspropädeutik. Aulis Verlag Deubner, Köln 2000
- Laught, J.: Wissenschaft – entdecken & begreifen. Unterricht Biologie 268, 2001
- Pfeiffer, P./Freiman, T./Stäudel, L.: Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht Chemie 76/77. 2003
- Stäudel, L.: Aufgaben. Unterricht Chemie 82/83, 2004
- Stäudel, L./Werber, B./Freiman, T.: Lernbox: Naturwissenschaften – verstehen & anwenden. Friedrich Verlag, 2002

## HERAUSGEBER UND AUTOREN

- Prof. Dr. Reinders Duit  
Prof. für Didaktik der Physik am IPN in Kiel
- Prof. Dr. Harald Gropengießer  
Prof. für Didaktik der Biologie an der Universität Hannover
- Dr. Lutz Stäudel  
Naturwissenschaftsdidaktiker an der Universität Gh Kassel (Chemiedidaktik); Leiter des Modellversuchs Naturwissenschaften Hessen (1998–2003)
- Siegfried Burek  
Lehrer für Mathematik, Physik und Informatik an der Dietrich-Bonhoeffer-Realschule in Neustadt an der Aisch
- Sandra Friedrich  
Lehrerin an der Offenen Schule Kassel-Waldau und Ausbildungsbeauftragte am Studienseminar für Grund-, Haupt-, Real-, und Sonderschulen in Kassel
- Dr. Gunnar Friege  
Wissenschaftlicher Assistent in der Abteilung Didaktik der Physik am IPN in Kiel
- Jorge Groß  
Dipl. Biologe, Projektmitarbeiter in der Abteilung Didaktik der Biologie an der Universität Hannover
- Dr. German Hacker  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Physikdidaktik der Universität Erlangen
- Dr. Markus Hammann  
Juniorprofessor für Didaktik der Biologie am IPN in Kiel
- Rolf Herold  
Lehrer für Physik an der Realschule Forchheim, Fachleiter und Seminarlehrer für Physik
- Dr. Michael Komorek  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter am IPN in Kiel, zur Zeit Professurvertretung Physikdidaktik in Dortmund
- Prof. Dr. Dirk Krüger  
Prof. für Didaktik der Biologie am Fachbereich Biologie, Chemie und Pharmazie der Freien Universität Berlin
- Antje Leisner  
Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Physikdidaktik der Universität Potsdam
- Dominik Leiß  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe Mathematikdidaktik (Prof. Dr. W. Blum) an der Universität Kassel
- Dr. Klaus Mie  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Didaktik der Physik am IPN in Kiel
- Dr. Silke Mikelskis-Seifert  
Juniorprofessorin in der Abteilung Didaktik der Physik am IPN in Kiel
- Elke Peter  
Lehrerin für Biologie und Chemie an der Gesamtschule Sörenwald, Lohfelden; Koordinatorin des SINUS-Modellversuchs Naturwissenschaften Hessen (2001–2003)
- Tanja Riemeier  
Gymnasiallehrerin für die Fächer Biologie und Chemie. Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Didaktik der Naturwissenschaften der Universität Hannover.
- Wolfgang Ruppert  
Studienrat im Hochschuldienst am Institut für Didaktik der Biologie der Universität Frankfurt am Main
- Stefan Späth  
Lehrer für Mathematik, Physik und Informatik an der Herzog-Tassilo-Realschule in Dingolfing
- Helga Stadler  
Universitätsassistentin am Institut für Theoretische Physik der Universität Wien, Arbeitsgruppe Physikdidaktik
- Martin Stamme  
Lehrer für Biologie und Politik an der Gesamtschule Geistal, Bad Hersfeld; Fachberater Biologie
- Jörg Zabel  
Diplombiologe und Studienrat für Biologie, Deutsch, „Werte und Normen“ in Verden/Aller

## BILDNACHWEISE

### Fotos (Inhalt):

S. 12, S. 16, S. 131: Jorge Groß; S. 18, S. 24, S. 32, S. 37, S. 38, S. 47, S. 50, S. 54, S. 57, S. 60, S. 64, S. 67, S. 680, S. 78, S. 82, S. 89, S. 97, S. 100, S. 106, S. 113, S. 116, S. 122, S. 130, S. 138: Claudia Below;  
S. 21, S. 140: Lutz Stäudel;  
S. 25: German Hacker;  
S. 72: Tanja Riemeier;  
S. 83: Gunnar Friege;  
S. 92: Volker Minkus;  
S. 110: Jörg Zabel

### Fotos (Kapitelseiten): blickwinkel

S. 10/11: S. 10/11 Fell der Bongoantilope (*Taurotragus euryceros*); S. 30/31 Eier der Gelben Bandeule (*Noctua fimbriata*); S. 52/53 Federn der Waldohreule (*Asio otus*); S. 70/71 Holzquerschnitt, eingefärbt; S. 88/89 Mantel der Großen Mördermuschel (*Tridacna squamosa*); S. 104/105 Antelope Canyon, USA, Arizona; S. 128/129 Samen des Riesen-Bärenklau (*Heracleum mantegazzianum*)

### Zeichnungen

S. 38, S. 42/43, S. 45 Erika Anna Kolaczinski; S. 58 aus Böttgenbach, H./Schoof J.: Naturbewußt 1.1, Natur-Umwelt-Technik, Westermann;  
S. 115 aus Blum, W.: Hessischer Modellversuch Mathematik (SINUS) 2003