

LERNBOX



Lutz Stäudel • Brigitte Werber • Thomas Freiman

NATURWISSENSCHAFTEN

**& VERSTEHEN
ANWENDEN**

FRIEDRICH
77

LERNBOX – NATURWISSENSCHAFTEN

Lutz Stäudel · Brigitte Werber · Thomas Freiman

NATURWISSENSCHAFTEN – VERSTEHEN & ANWENDEN

Friedrich Verlag

IMPRESSUM

Deutsche Bibliothek - CIP Einheitsaufnahme
Ein Titelsatz dieser Publikation ist bei der Deutschen Bibliothek
erhältlich.

Stäudel, Lutz/Werber, Brigitte/Freiman, Thomas
Lernbox - Naturwissenschaften verstehen & anwenden

© 2002 by Friedrich Verlag, 30926 Seelze-Velber

Alle Rechte vorbehalten. Ohne schriftliches Einverständnis des
Verlages darf kein Teil dieses Werkes in irgendeiner Weise veröf-
fentlicht oder in elektronische Datensysteme aufgenommen und
gespeichert werden.

REDAKTION: Anne Meyhöfer, Barbara Dulitz

GESTALTUNG: Friedrich Medien-Gestaltung/Beate Franck-Gabay

DRUCK: Print-Design, Minden

ISBN 3-617-92322-4

Inhalt

KAPITEL 1	6	Informationen und Wissensstrukturen <ul style="list-style-type: none">☒ Wie bewerte ich Informationsquellen?☒ Wie gliedere ich eine schriftliche Arbeit, z. B. ein Versuchsprotokoll oder eine Facharbeit?
KAPITEL 2	18	Ordnen und Klassifizieren <ul style="list-style-type: none">☒ Wie ordnet man Dinge im Alltag?☒ Welche Bedeutung haben wissenschaftliche Ordnungssysteme?☒ Führen verschiedene Ordnungssysteme zum gleichen Ziel?
KAPITEL 3	27	Messen, Messwerkzeuge und Größen <ul style="list-style-type: none">☒ Welche Messwerkzeuge eignen sich für welche Größen?☒ Wie kommt man zu einer eindeutigen Messvorschrift?☒ Kann man messen, ohne in ein System einzugreifen?
KAPITEL 4	38	Die Wahrnehmung erweitern <ul style="list-style-type: none">☒ Mit welchen Hilfsmitteln erweitert der Mensch die Grenzen seiner Wahrnehmung?☒ Wie kann man Phänomene erschließen, die den menschlichen Sinnen nicht direkt zugänglich sind?
KAPITEL 5	50	Experimentieren <ul style="list-style-type: none">☒ Wie kommt man von einer Vermutung zu einer Aussage?☒ Was ist ein naturwissenschaftliches Experiment?☒ Was unterscheidet es von „Experimentierfreudigkeit“ im Alltag?☒ Wie formuliert man eine Fragestellung?
KAPITEL 6	59	Auswerten und Interpretieren <ul style="list-style-type: none">☒ Wie sicher ist eine Aussage, die man aus Messwerten zieht?☒ Wie kommt es, dass dieselben Daten manchmal unterschiedlich interpretiert werden?☒ Wie soll man mit „Ausreißerwerten“ umgehen?☒ Welche mathematischen Methoden helfen bei der Aufbereitung von Daten?
KAPITEL 7	71	Regeln, Gesetze, Theorien <ul style="list-style-type: none">☒ Wie werden aus experimentellen Ergebnissen Regeln?☒ Wo hat eine Regel ihre Grenzen?☒ Was unterscheidet ein Gesetz von einer Theorie?
KAPITEL 8	82	Systeme modellieren <ul style="list-style-type: none">☒ Wie lassen sich Phänomene, Situationen und Fakten in ein System integrieren?☒ Welche Art von Vorhersagen kann man anhand von Modellen treffen?☒ Welche Unsicherheiten sind mit Modell-Prognosen verbunden?

Naturwissenschaften verstehen & anwenden ...

... zu können ist als Kompetenz zu Beginn des dritten Jahrtausends dringend gefragt. Im letzten Jahrhundert haben Naturwissenschaften und Technik zu radikalen Veränderungen geführt – z. B. durch neue Werkstoffe, die mittels neuer Produktionstechniken hergestellt werden, und durch die modernen Informationstechnologien. Heute erfordern immer mehr Berufe eine solide naturwissenschaftliche Grundbildung. Aber auch wer „nur“ an den Diskussionen um Medizin- und Gentechnik, Energienutzung und Treibhauseffekt, Umweltbelastung und Nachhaltigkeit teilnehmen will, muss zumindest die Sprache der Naturwissenschaften verstehen und sich damit auseinandersetzen, durch welche besondere „Brille“ Naturwissenschaftler die Welt betrachten.

In der Lernbox haben wir eine Fülle von Beispielen zusammengetragen. An jedem einzelnen Beispiel soll eine Besonderheit der naturwissenschaftlichen Sichtweise auf die Welt erkennbar werden. Meistens stehen dabei Methoden im Vordergrund, also die Art und Weise, wie Phänomene und Gegenstände beschrieben, vermessen, geordnet und interpretiert werden. Es ist kein Zufall, dass wir für die Lernbox häufig in die Geschichte der Naturwissenschaften geschaut haben. Viele historisch bedeutsame Beispiele sind nämlich besser (be)greifbar als aktuelle Fragestellungen.

In der konkreten Herangehensweise der naturwissenschaftlichen Fächer gibt es natürlich Unterschiede, ihre Methoden unterscheiden sich jedoch nur in technischen Details – weil sie Verschiedenes untersuchen. Die Beispiele und Aufgaben der Lernbox betonen die gemeinsamen methodischen Grundlagen, ohne die Unterschiede zu verwischen. Die gewählten Beispiele sind mehr oder weniger gleichmäßig über die Biologie, Physik und Chemie verteilt.

Die Lernbox gliedert sich in acht Kapitel, die jeweils einen wichtigen Aspekt naturwissenschaftlichen Arbeitens betreffen:

- ◆ Im ersten Kapitel werden Informationsquellen und Wege der Verbreitung naturwissenschaftlicher Forschungsergebnisse kritisch betrachtet.
- ◆ Im zweiten Kapitel stehen das Ordnen und Klassifizieren als Grundlage für die naturwissenschaftliche Systematik, ihre Begriffe und ihre Sprache im Mittelpunkt.
- ◆ Das dritte Kapitel setzt sich mit dem Messen als einer grundlegenden Tätigkeit der Naturwissenschaften auseinander. Darüber hinaus geht es um die Eignung von Messwerkzeugen und die Definition von Größen, die es ermöglichen, Ergebnisse eindeutig miteinander zu vergleichen.
- ◆ Das vierte Kapitel stellt vor, wie die Naturwissenschaften dazu beitragen, die begrenzte menschliche Sinneswahrnehmung zu erweitern – bis in den Mikro- und Makrokosmos und in den Bereich des „Unsichtbaren“.
- ◆ Das im fünften Kapitel besprochene Experimentieren ist eine weitere zentrale Vorgehensweise der Naturwissenschaften; nicht zufällig werden sie auch als experimentelle Wissenschaften bezeichnet.

- ◆ So wie sich Experimente in der Regel auf Hypothesen beziehen, finden auch Auswertung und Interpretation der experimentellen Ergebnisse nicht ohne Voraussetzungen statt (Kapitel 6).
- ◆ Das siebte Kapitel stellt dar, wie aus Beobachtungen, experimentellen Ergebnissen und Ideen schließlich Regeln, Gesetze und Theorien werden.
- ◆ Das abschließende achte Kapitel zeigt auf, welchen Nutzen es hat, Phänomene und Objekte im Zusammenhang eines Systems zu verstehen.

Die Beispiele der Lernbox werden an vielen Stellen durch Fragen und Aufgaben begleitet, die allerdings in den wenigsten Fällen mit einem Satz oder einem zahlenmäßigen Ergebnis zu beantworten sind. Auch ist es kein Zufall, dass die Lernbox weitgehend ohne Formeln auskommt. Formeln sind – egal ob man die Entwicklung der Naturwissenschaften oder Lernvorgänge betrachtet – immer nur das Ende eines Prozesses, in dem sich Verstehen entwickelt. Hat man einen Sachverhalt erst einmal „verstanden“, dann ist die Anwendung einer Formel auf einen konkreten Fall in der Regel das kleinere Problem.

Gesagt sei zuletzt, dass die angeführten Experimente nicht primär zum Nachmachen gedacht sind; vielmehr sollen sie zum Nachdenken darüber anregen, was eigentlich und was genau getan wird, wenn man die Welt durch die Brille der Naturwissenschaften betrachtet und mit ihren Methoden manipuliert.

Lutz Stäudel

In der Lernbox finden sich:

→ Kästen mit dem Symbol



Diese Beispiele erläutern ein bestimmtes Prinzip, ein Problem oder eine Sichtweise.

→ Kästen mit dem Symbol



Diese Beispiele sind mit Fragen und Aufgaben versehen. Sie geben die Möglichkeit, ein erlerntes Prinzip anzuwenden oder es selbstständig zu erarbeiten.

→ Kästen mit dem Symbol



Hier wird alles Wichtige aus einem Kapitel noch einmal zusammengefasst.

Informationen und Wissensstrukturen

Seit Menschen versuchen, ihre Umwelt zu beschreiben und zu erklären, wurden die gewonnenen Erfahrungen, Ergebnisse und Erkenntnisse an die nachfolgenden Generationen weitergegeben. Zuerst geschah die Übermittlung mündlich, später durch Schriftrollen und Bücher, inzwischen auch über das Internet. Im Lauf der Zeit sammelten sich immer größere Wissensbestände an.

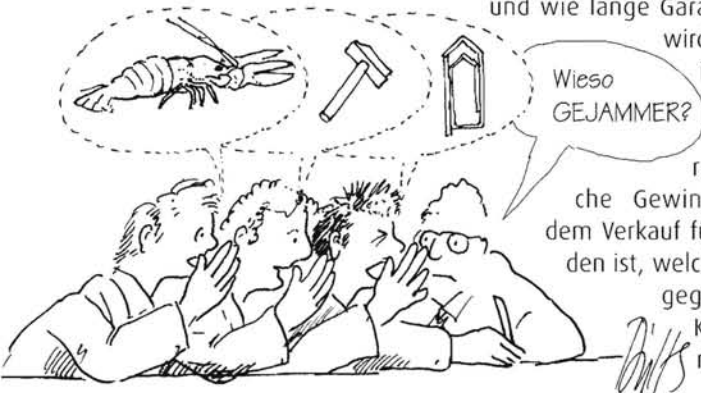
Taucht ein Problem oder eine Frage auf, ist es sinnvoll, als Erstes vorhandene Informationsmöglichkeiten auszuschöpfen. Man darf aber nicht glauben, dass man auf jede Frage eine eindeutige Antwort erhält. Es kommt auf die Art der Quellen an, die man befragt, und auch darauf, wie man seine Frage formuliert.

Tatsächlich kann das Interesse an Informationen über ein und dieselbe Sache höchst unterschiedlich sein. Ein Beispiel: Der Käufer eines Computers möchte die Möglichkeiten, die ein bestimmtes Modell bietet, mit anderen Angeboten vergleichen. Er möchte wissen, was das Modell kostet, wie der Service aussieht und wie lange Garantie gewährt wird. Der Händler

ist dagegen in erster Linie daran interessiert, welche Gewinnspanne mit dem Verkauf für ihn verbunden ist, welchen Service er gegenüber dem Kunden leisten muss und wel-

che besonderen Verkaufsargumente er im Verkaufsgespräch nutzen könnte. Den Elektroniker beim Kundendienst interessieren Schaltpläne, Ersatzteile, Bestellnummern und Zeitvorgaben für eine etwaige Reparatur. Man sieht, dass es für ein und dasselbe Gerät sehr verschiedene Informationszusammenstellungen geben muss: Werbeprospekte, Händlerinformationen und technische Datenblätter.

Ganz ähnlich sieht es für die (Natur-)Wissenschaften aus. Ein Wissenschaftler, der sich über neue Erkenntnisse in seinem Fachgebiet informieren möchte, sucht eine andere Art von Information als ein Abgeordneter, der eine Anfrage im Bundestag vorbereitet, oder ein interessierter Laie, der seine Zeitung liest. Es gibt also gute Gründe, die Antworten, die man auf eine bestimmte Frage erhält, kritisch zu prüfen. Eine solche Prüfung ist nicht zuletzt angebracht, weil sich die Informationen verändern, da dabei – absichtlich oder unabsichtlich – eine Bearbeitung durch den Weitergebenden erfolgt. Der Redakteur einer Tageszeitung hat z. B. eine bestimmte Vorstellung von den naturwissenschaftlichen Vorkenntnissen seiner Leser. Er wird versuchen, einen technischen, medizinischen oder naturwissenschaftlichen Sachverhalt so darzulegen, dass ihn die Zielgruppe seiner Meinung nach verstehen kann. In der Regel wird er ihn möglichst einfach präsentieren. Welche (Detail-)Informationen er den Lesern dabei vorenthält, ist seine persönliche Entscheidung. Manchmal hat es allerdings den Anschein, dass sich der Verfasser eines Textes kaum Mühe gibt, wissenschaftliche Informationen für die Allgemeinheit aufzubereiten, z. B. bei Beipackzetteln von Arzneimitteln.



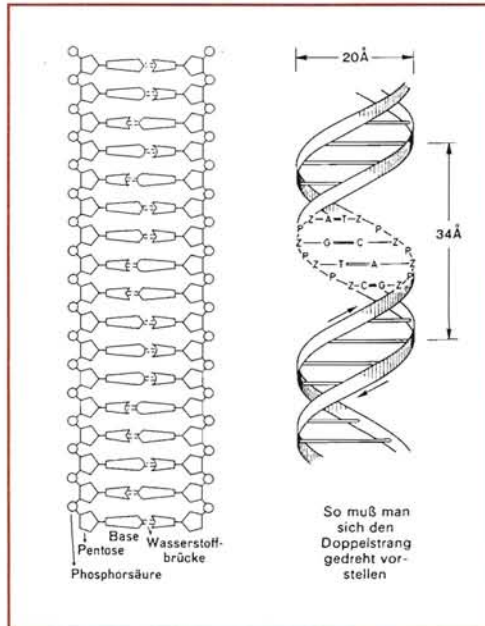
Gliederungsprinzipien

Damit neue Erkenntnisse überhaupt an die Öffentlichkeit gelangen, müssen sie bekannt gemacht, d. h. veröffentlicht werden. Ein Beispiel für eine bahnbrechende naturwissenschaftliche Veröffentlichung ist der Artikel des amerikanischen Biochemikers James Watson und des englischen Physikers Francis Crick, in dem die beiden Autoren die Doppelhelix als Strukturmodell für die zelluläre Desoxyribonucleinsäure (DNS) beschrieben. Ihr Beitrag erschien am 25. April 1953 in der englischsprachigen Wissenschaftszeitschrift „Nature“.

Mit Watsons und Cricks Modell eines leiterartigen geschraubten Bandes („Doppelhelix“) wurde die Grundlage für die moderne Genetik und Gentechnik gelegt. Vor Watson und Crick wusste man zwar, dass die Desoxyribonucleinsäure Trägerin der genetischen Informationen ist, man kannte auch ihre chemischen Bestandteile – u. a. die vier Aminosäuren Adenin, Guanin, Cytosin und Thymin –, über den Aufbau und die Struktur der DNA herrschte aber noch Unklarheit. Erst mit dem Modell der doppelt gewundenen Helix konnten dann Vorstellungen zur Verdopplung der DNS bei der Zellteilung entwickelt werden und auch darüber, wie die genetischen Informationen in den Zellen umgesetzt werden.

Die Originalarbeit von Watson und Crick (s. S. 8) ist nicht nur wegen ihres Inhalts, für den die Autoren 1962 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurden, bemerkenswert. Sie ist zugleich ein Beispiel für eine gut strukturierte wissenschaftliche Veröffentlichung, die den Leser in die Lage versetzt, die Gedankengänge der Autoren nachzuvollziehen und – soweit irgend möglich – die Grundlagen ihrer Arbeit zu überprüfen.

Die übliche Gliederung für die Veröffentlichung einer wissenschaftlichen Arbeit (s. S. 10) gilt im Großen und Ganzen für jede schriftliche Darlegung von Untersuchungsergebnissen – also auch für Versuchsprotokolle und Facharbeiten bis hin zur Diplomarbeit.



1965: Erste Darstellung der DNS-Doppelhelix in einem Schulbuch

Genetik im Comic:
Die Doppelhelix wird populär

Am Beispiel von Watsons und Cricks Doppelhelix als Modell für die Raumstruktur der Desoxyribonucleinsäure lässt sich beobachten, wie lange es dauert, bis eine Information vom wissenschaftlichen Insiderwissen zum Allgemeingut wird.

Bis die Darstellung der Doppelhelix in einem Schulbuch auftauchte, vergingen mehr als 10 Jahre. In der Zwischenzeit sorgte u.a. ein Taschenbuch für die Verbreitung der Information. Darin veröffentlichte Watson seinen persönlichen Bericht über die Klärung der DNS-Struktur und das Rennen um den Nobelpreis (J. D. Watson: Die Doppelhelix. Reinbek 1969; englische Erstveröffentlichung: The Double Helix, New York 1968).

Ausdruck der weiteren Popularisierung des Themas um 1980 sind Comickdarstellungen wie der bei rororo erschienene Sachcomic „Genetik für Anfänger“. Inzwischen steht die Doppelhelix als Symbol für die moderne Genetik schlechthin. Allerdings bedeutet das nicht, dass allen, die die Helix-Darstellung verwenden, auch der wissenschaftliche Hintergrund dieses Symbols klar ist.



MOLECULAR STRUCTURE OF NUCLEIC ACIDS

A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid

WE wish to suggest a structure for the salt of deoxyribose nucleic acid (D.N.A.). This structure has novel features which are of considerable biological interest.

A structure for nucleic acid has already been proposed by Pauling and Corey¹. They kindly made their manuscript available to us in advance of publication. Their model consists of three intertwined chains, with the phosphates near the fibre axis, and the bases on the outside. In our opinion, this structure is unsatisfactory for two reasons: (1) We believe that the material which gives the X-ray diagrams is the salt, not the free acid. Without the acidic hydrogen atoms it is not clear what forces would hold the structure together, especially as the negatively charged phosphates near the axis will repel each other. (2) Some of the van der Waals distances appear to be too small.

Another three-chain structure has also been suggested by Fraser (in the press). In his model the phosphates are on the outside and the bases on the inside, linked together by hydrogen bonds. This structure as described is rather ill-defined, and for this reason we shall not comment on it.

We wish to put forward a radically different structure for the salt of deoxyribose nucleic acid. This structure has two helical chains each coiled round the same axis (see diagram). We have made the usual chemical assumptions, namely, that each chain consists of phosphate di-ester groups joining β -D-deoxyribofuranose residues with 3',5' linkages. The two chains (but not their bases) are related by a dyad perpendicular to the fibre axis. Both chains follow right-handed helices, but owing to the dyad the sequences of the atoms in the two chains run in opposite directions. Each chain loosely resembles Furberg's² model No. 1; that is, the bases are on the inside of the helix and the phosphates on the outside. The configuration of the sugar and the atoms near it is close to Furberg's 'standard configuration', the sugar being roughly perpendicular to the attached base. There is a residue on each chain every 3.4 Å. in the z-direction. We have assumed an angle of 36° between adjacent residues in the same chain, so that the structure repeats after 10 residues on each chain, that is, after 34 Å. The distance of a phosphorus atom from the fibre axis is 10 Å. As the phosphates are on the outside, cations have easy access to them.

The structure is an open one, and its water content is rather high. At lower water contents we would expect the bases to tilt so that the structure could become more compact.

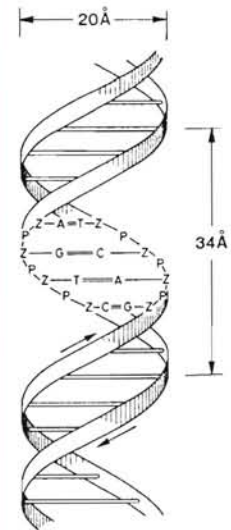
The novel feature of the structure is the manner in which the two chains are held together by the purine and pyrimidine bases. The planes of the bases are perpendicular to the fibre axis. They are joined together in pairs, a single base from one chain being hydrogen-bonded to a single base from the other chain, so that the two lie side by side with identical z-co-ordinates. One of the pair must be a purine and the other a pyrimidine for bonding to occur. The hydrogen bonds are made as follows: purine position 1 to pyrimidine position 1; purine position 6 to pyrimidine position 6.

In der **Einleitung** wird dem Leser dargelegt, was Gegenstand der Untersuchung war und welches Ziel damit verfolgt wurde.

An mehreren Stellen der Arbeit werden die **wissenschaftlichen Vorarbeiten** anderer Autoren genannt, auf die die Verfasser aufgebaut haben.

Die Autoren **beschreiben** im weiteren ausführlich **ihr Modell** der Doppelhelix.

In diesem Artikel postulieren der Biochemiker James Watson und der Physiker Francis Crick ein Strukturmodell für die Desoxyribonucleinsäure (DNS). Der 1953 in der Zeitschrift „Nature“ erschienene Beitrag legte nicht nur den Grundstein für die moderne Genetik und Gentechnik, er ist auch ein gutes Beispiel für eine sinnvoll und verständlich aufgebaute wissenschaftliche Veröffentlichung.



If it is assumed that the bases only occur in the structure in the most plausible tautomeric forms (that is, with the keto rather than the enol configurations) it is found that only specific pairs of bases can bond together. These pairs are: adenine (purine) with thymine (pyrimidine), and guanine (purine) with cytosine (pyrimidine).

In other words, if an adenine forms one member of a pair, on either chain, then on these assumptions the other member must be thymine; similarly for guanine and cytosine. The sequence of bases on a single chain does not appear to be restricted in any way. However, if only specific pairs of bases can be formed, it follows that if the sequence of bases on one chain is given, then the sequence on the other chain is automatically determined.

It has been found experimentally^{3,4} that the ratio of the amounts of adenine to thymine, and the ratio of guanine to cytosine, are always very close to unity for deoxyribose nucleic acid.

It is probably impossible to build this structure with a ribose sugar in place of the deoxyribose, as the extra oxygen atom would make too close a van der Waals contact.

The previously published X-ray data^{5,6} on deoxyribose nucleic acid are insufficient for a rigorous test of our structure. So far as we can tell, it is roughly compatible with the experimental data, but it must be regarded as unproved until it has been checked against more exact results. Some of these are given in the following communications. We were not aware of the details of the results presented there when we devised our structure, which rests mainly though not entirely on published experimental data and stereochemical arguments.

It has not escaped our notice that the specific pairing we have postulated immediately suggests a possible copying mechanism for the genetic material.

Full details of the structure, including the conditions assumed in building it, together with a set of co-ordinates for the atoms, will be published elsewhere.

We are much indebted to Dr. Jerry Donohue for constant advice and criticism, especially on interatomic distances. We have also been stimulated by a knowledge of the general nature of the unpublished experimental results and ideas of Dr. M. H. F. Wilkins, Dr. R. E. Franklin and their co-workers at King's College, London. One of us (J. D. W.) has been aided by a fellowship from the National Foundation for Infantile Paralysis.

J. D. WATSON
F. H. C. CRICK

Medical Research Council Unit for the Study of the Molecular Structure of Biological Systems, Cavendish Laboratory, Cambridge.

April 2,
1953

¹ Pauling, L., and Corey, R. B., *Nature*, 171, 346 (1953); *Proc. U.S. Nat. Acad. Sci.*, 39, 84 (1953).
² Furberg, S., *Acta Chem. Scand.*, 6, 634 (1952).
³ Chargaff, E., for references see Zamenhof, S., Brawerman, G., and Chargaff, E., *Biochim. et Biophys. Acta*, 9, 402 (1952).
⁴ Wyatt, G. R., *J. Gen. Physiol.*, 36, 201 (1952).
⁵ Astbury, W. T., *Symp. Soc. Exp. Biol.*, 1, Nucleic Acid, 66 (Camb. Univ. Press, 1947).
⁶ Wilkins, M. H. F., and Randall, J. T., *Biochim. et Biophys. Acta*, 10, 192 (1953).

Sie unterscheiden deutlich zwischen als gesichert geltenden Erkenntnissen und Vermutungen oder Hypothesen.

Schließlich führen Watson und Crick diejenigen Wissenschaftler an, mit denen sie ihre Vorstellungen diskutiert oder die sie bei ihrer Arbeit anderweitig unterstützt haben. Sie bedanken sich für deren Hilfe.

Sie belegen ihre Vorstellungen mit Hinweisen auf Analysenergebnisse und Reaktionsverhalten.

Anschließend eröffnen Watson und Crick die Diskussion um die Bedeutung des vorgeschlagenen Modells für die weitere Erforschung der Erbinformationen.

Wer die Artikel nachlesen möchte, auf die sich die Verfasser beziehen, findet hierzu am Ende des Beitrags genaue Literaturangaben. Die markierte Angabe verweist z. B. auf einen Artikel von L. Pauling und R. B. Corey in der Zeitschrift Nature, 171. Jahrgang, Seite 346, der 1953 erschienen ist.



Gliederung einer naturwissenschaftlichen Arbeit

- Der **Titel** sollte möglichst treffend das Thema der Arbeit umreißen.
- Darunter oder darüber gehören die Namen der beteiligten **Autoren**. Bei Veröffentlichungen in Fachzeitschriften erkennen Insider an der Reihenfolge der Namensnennung, wer in welcher Weise an der Entstehung beteiligt war: Derjenige, der die praktische Arbeit durchgeführt oder die Auswertung geleistet hat, steht in der Regel vorne. Weiter hinten finden sich Mithelfer, Ideen- und Geldgeber, die durch die Nennung ihrer Namen besonders gewürdigt werden sollen. Oft werden die Autoren aber auch einfach alphabetisch aufgeführt.
- Unter dem Titel und der Autorenliste findet sich in der Regel eine **kurze Zusammenfassung**, auch **Abstract** genannt. Anhand dieser Inhaltsangabe kann der Leser entscheiden, ob der Artikel wohl die von ihm gesuchte Information enthält, d. h. ob es sich für ihn lohnt, die gesamte Veröffentlichung durchzuarbeiten.
- Der Hauptteil der Veröffentlichung beginnt mit der **Einleitung**. Hier wird dargelegt, warum die Untersuchung durchgeführt wurde und welche allgemeine Bedeutung sie hat. Außerdem werden die Hypothesen entwickelt, die mit der durchgeführten Untersuchung geprüft werden sollten. Die Einleitung wird in der Regel im Präsens formuliert.
- Als nächstes folgt das Kapitel **Material und Methoden**. Hier wird relativ akribisch festgehalten, wie die Untersuchung durchgeführt wurde: Welche Materialien oder Versuchorganismen wurden verwendet? Wie sah der Versuchsaufbau aus? Welche Bedingungen (z. B. Temperatur) sind zu berücksichtigen?
Das Kapitel Material und Methoden wird im Perfekt bzw. Präteritum formuliert.
- Im Kapitel **Ergebnisse** werden die gewonnenen Untersuchungsergebnisse beschrieben – zunächst möglichst neutral ohne Wertung. Bei größeren Datenmengen sollte man zur besseren Übersicht Tabellen und Diagramme erstellen und in den Text einfügen. Der Ergebnisteil wird wie Material und Methoden in der Vergangenheit geschrieben.
- Jede wissenschaftliche Veröffentlichung schließt mit einer **Diskussion** ab. In diesem letzten Kapitel werden die gewonnenen Ergebnisse interpretiert und bewertet. Wenn möglich, sollte man sie auch mit ähnlichen Untersuchungsergebnissen anderer Autoren vergleichen. Die Diskussion steht wieder im Präsens.
- Alle in der Einleitung, im Methodenteil oder in der Diskussion zitierten Veröffentlichungen anderer Autoren werden abschließend im **Literaturverzeichnis** aufgeführt. Hier ist es besonders wichtig, einheitlich zu zitieren, also z. B. Autorenname, Titel des Zeitschriftenartikels, Name, Jahrgang und ggf. Ausgabennummer der Zeitschrift, Erscheinungsjahr sowie Seitenzahlen.

Ein guter (natur-) wissenschaftlicher Artikel zeichnet sich dadurch aus,

➤ dass er seine Absicht und das Ziel der Forschungen nennt,

➤ dass Gedankengänge systematisch entwickelt und, wenn möglich, durch Fakten belegt werden,

➤ dass Vorarbeiten aufgeführt und im Literaturverzeichnis genau genannt werden.



Gut gegliedert?

Eine naturwissenschaftliche Veröffentlichung gliedert sich üblicherweise in:

- ◆ Einleitung,
- ◆ Material und Methoden,
- ◆ Ergebnisse und
- ◆ Diskussion.

Lassen sich diese Teile auch in Kurzberichten aus der Wissenschaft wiedererkennen?
Wo gibt es Abweichungen?

Chemie in unserer Zeit, Nr. 3, 36. Jahrg., 2002, S. 195

Abgasfilterung mit Pilzen

Bei der Abwasserklärung oder auch der Behandlung von Ölteppichen nach Tankschiffunglücken sind Mikroorganismen mittlerweile unentbehrlich. Seit einiger Zeit gibt es Versuche, sie auch in Form von Biofiltern für die Entsorgung flüchtiger organischer Verbindungen zu verwenden [1]. Solche Filter bestehen aus siebartigen Keramikplatten. Ihre Poren sind mit einem gelatinösen Kulturmedium gefüllt, auf dem die Bakterien oder Pilze rasenförmig wachsen. Werden Abgase durch einen Biofilter geleitet, so treten die in ihnen vorhandenen belastenden Substanzen (Kontaminanten) in das Medium über. Auf diese Weise können die Mikroorganismen sie für ihre Ernährung nutzen und somit zu Zellmasse, CO₂, H₂O und anderen unschädlichen Substanzen abbauen.

Die bislang entwickelten Filter sind meistens mit Bakterien bestückt. Allerdings reagieren Bakterien im Unterschied zu Pilzen oft sehr empfindlich auf Austrocknung und pH-Schwankungen. Daher hat man jetzt bei mehreren Pilzarten untersucht, inwieweit sie flüchtige organische Substanzen abbauen können [2]. Unter den getesteten Verbindungen, die häufig in Industrie-Emissionen auftreten, befanden sich aromatische Kohlenwasserstoffe sowie organische Säuren.

Die experimentellen Bedingungen wurden ähnlich wie in einem Biofilter gestaltet. Sowohl der Schimmelpilz *Cladosporium sphaerospermum* als auch die Hefe *Exophiala lecanii-corni* waren in der Lage, alle neun Testsubstanzen als alleinige Kohlenstoffquelle zu verwerten und ohne Zufuhr einer anderen organischen Verbindung zu wachsen. Die stärkste Biomassenzunahme erfolgte zwar in den meisten Fällen bei pH 5,0, aber auch bei höheren (pH 6,5) und niedrigeren (pH 3,5) Werten vermehrten sich die Pilzzellen deutlich.

Ihr breites Nährstoffspektrum und die große pH-Toleranz machen *C. sphaerospermum* und *E. lecanii-corni* zu aussichtsreichen Kandidaten für den Einsatz in Biofiltern. Mit Pilzen arbeitende biologische Techniken könnten in Zukunft somit durchaus kostengünstige Alternativen in vielen Bereichen der Abgasreinigung liefern.

[1] S. Deviny et al.: „Biofiltration for air pollution control“ Lewis, Boca Raton, USA, 1999.

[2] B. Qi et al.: „Biogradation of volatile organic compounds by five fungal species“ *Appl. Microbio.*

Biotechnol. 2002, 58, 684–689.

Petra Jacoby, Wittlich

Informationsquellen

Es gibt eine Vielzahl von Informationswegen, die sich an verschiedene Zielgruppen wenden. Naturwissenschaftliche Originalartikel in **fachwissenschaftlichen Zeitschriften** sind in der Regel für den gebildeten Laien kaum interessant. Hauptaufgabe solcher Veröffentlichungen ist die Bekanntmachung von Forschungsergebnissen, die damit der Fachwelt zur Diskussion gestellt werden. Solche Fachtexte sind wegen ihrer Komplexität, der ausgeprägten Spezialisierung und der Verwendung einer spezifischen Fachsprache häufig schwer verständlich. Auch behandeln sie in der Regel sehr spezielle Einzelfragen, die oft nur für andere Wissenschaftler bedeutsam sind, die an ähnlichen Fragestellungen arbeiten.

Für viele ist die „Unverständlichkeit“ wissenschaftlicher Texte eine zunehmende Tatsache, andere sehen darin eine Abschottung der Wissenschaftler gegenüber der Allgemeinheit. Viele Wissenschaftler haben aber durchaus ein Interesse daran, ihre Ergebnisse und Forschungsziele wenigstens im Ansatz einer breiteren Öffentlichkeit zu vermitteln – und das nicht nur, weil ihre Forschung in großem Umfang durch öffentliche Mittel finanziert wird. In allgemeinen **naturwissenschaftlichen Zeitschriften** wie den englischsprachigen Ausgaben von „Nature“ und „Science“

werden Fachaufsätze publiziert, die neueste Forschungsergebnisse von fachübergreifender Bedeutung präsentieren. Dass sich diese Zeitschriften in gewissem Umfang um Allgemeinverständlichkeit bemühen, wird daran deutlich, dass die Zusammenfassungen der Artikel weder Zahlen noch Abkürzungen enthalten dürfen und sich an wissenschaftlich vorgebildete Leser ohne Spezialkenntnisse richten sollen.

Auch „Spektrum der Wissenschaft“, die deutsche Ausgabe des „Scientific American“, und die Zeitschrift „bild der wissenschaft“ versuchen, Aktuelles aus dem breiten Spektrum der Naturwissenschaften wiederzugeben. Beide Zeitschriften setzen sich auch mit gesellschaftlich relevanten Fragen im Zusammenhang mit wissenschaftlichen Ergebnissen auseinander, z. B. ob es ethisch vertretbar ist, Impfstoffe über Lebensmittel zu verbreiten. In beiden Publikationsreihen gibt es Leitartikel, die jeweils einen Überblick über ein bestimmtes Forschungsgebiet geben oder die Entwicklungen einer speziellen Forschungsfrage oder -methode schildern. Das Textverständnis wird durch anschauliche Illustrationen und Diagramme unterstützt. Häufig erläutert ein Glossar zentrale Fachbegriffe. Hinweise auf weiterführende Literatur ermöglichen im Bedarfsfall eine Vertiefung.

Interessensgruppen geben vielfach **Informationsmagazine** heraus. Die Reihe „Research“

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat unter <http://www.dfg.de/linkliste/publik.html> zusammengestellt, welche Naturwissenschaftsmagazine online zu erreichen sind.



der Bayer AG ist ein Beispiel für die Publikation eines Wirtschaftsunternehmens, das seine Forschungsarbeit und die daraus resultierenden Produkte einer interessierten Öffentlichkeit präsentieren möchte.

Als Forschungseinrichtung stellt die Max-Planck-Gesellschaft unter dem Titel „BIOMAX“ Informationsblätter für Lehrer und Schüler der Oberstufe zusammen, die über aktuelle Forschungsthemen im Bereich der Biologie und Medizin informieren. Die neuesten Ergebnisse aus der technologieorientierten Forschung präsentiert das „Magazin“ der Fraunhofer Gesellschaft.

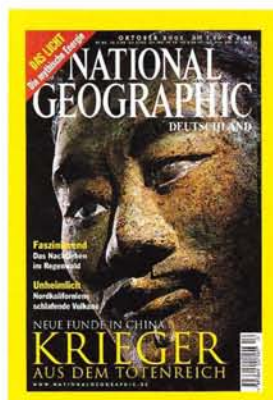
An ein weniger wissenschaftlich vorgebildetes Publikum wenden sich **populärwissenschaftliche Zeitschriften** wie „GEO“, „GEO-Wissen“, „P.M.“, „Natur und Kosmos“ oder „National Geographic“. Hier stehen das Bildmaterial und lesefreundliche Texte im Vordergrund, ohne dass auf die wissenschaftliche Exaktheit verzichtet wird. In den Artikeln dieser Zeitschriften geht es häufig um gesellschaftliche und politische Aspekte naturwissenschaftlicher Forschung.

Die Wissenschaftsredaktionen der **regionalen und überregionalen Tageszeitungen** und Wochenmagazine wenden sich an interessierte Laien. Kommentare, Glossen und Cartoons demonstrieren hier häufig, welche Haltung die Autoren einem gesellschaftlich diskutierten

naturwissenschaftlichen Problem gegenüber einnehmen.

Während die Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung nur gelegentlich breiter diskutiert werden, machen wissenschaftliche Untersuchungen, die sich mit aktuellen Problemen beschäftigen, oft Schlagzeilen. Beispiele hierfür waren und sind die Nutzung der Atomenergie, die Verstärkung des Treibhauseffekts, die Zerstörung der Ozonschicht, BSE und AIDS. Verfolgt man anhand von Presseartikeln die 1980 begonnene Diskussion um die Ursachen für und Maßnahmen gegen das Waldsterben (vgl. S. 14f), lässt sich erkennen, wie einzelne Forschungsergebnisse auf unterschiedliche Weise Schlagzeilen machen. Die Artikel zeigen,

- ◆ dass zu verschiedenen Zeiten unterschiedliche Erklärungen für das Waldsterben in Betracht gezogen wurden,
- ◆ dass manchmal umfassend informiert wird, manchmal nur mit einem einzelnen Forschungsergebnis argumentiert wird,
- ◆ dass die Antworten offensichtlich davon abhängen, welche Fragen man stellt, dass also Interessen die Ausrichtung von Forschung und die Information über die Ergebnisse mitbestimmen,
- ◆ dass man kaum erwarten kann, aus einer einzigen Quelle umfassend informiert zu werden.





Informationen strukturieren

Um einen Überblick über eine Textsammlung zu gewinnen, sollte man für jeden Artikel tabellarisch wichtige Informationen festhalten. Bei den folgenden Texten zum Thema Waldsterben sind das z. B.:

- ◆ die Quelle der Information, falls bekannt die Autoren;
- ◆ das Datum der Veröffentlichung;
- ◆ die im Artikel angeführte (Haupt-)Ursache(n) für das Waldsterben;
- ◆ daraus abgeleitete Maßnahmen bzw. Kosten;
- ◆ Begründung durch Forschungsergebnisse / ausdrücklich zitierte Quellen;
- ◆ eine Bewertung des Schreibstils (polemisch / sachlich / ...)
- ◆ falls erkennbar, das Eigeninteresse vom Autor bzw. Herausgeber.

Versuche, die Informationssammlung nach den genannten Kriterien zu ordnen und grob zu bewerten, auch wenn du den jeweiligen „Wahrheitsgehalt“ bzw. die Argumentation des Verfassers nicht in jedem Fall bis zu den wissenschaftlichen Grundlagen zurückverfolgen kannst.

Die Saure Quittung

[...] Im Laufe des Jahres 1981 häuften sich Berichte und Beobachtungen über Schäden an Nadel- und Laubbaumarten, die sich in wesentlichen Punkten von bisher bekannten Schäden unterscheiden. Übereinstimmend wird die Hauptursache der Krankheit auf die Belastung unserer Luft mit Schadstoffen und deren Auswirkungen auf die Pflanzen zurückgeführt. [...]

Am stärksten aber nahm die Verschmutzung der Luft nach dem 2. Weltkrieg zu. Wachsender Konsum und Wohlstand gingen mit einem steilen Anstieg des Energiebedarfs und -verbrauchs einher. Immer mehr Industrien, Chemiebetriebe, Raffinerien, Müllverbrennungs- und Großfeuerungsanlagen entstanden. Gleichzeitig setzte eine von Jahr zu Jahr stärker werdende Motorisierungswelle ein. Als in den Nahbereichen von großen Industrien und Kraftwerken, wie z. B. im Ruhrgebiet, größere Waldgebiete erkrankten, schritten die zuständigen Aufsichtsbehörden ein und versuchten, durch zusätzliche Vorschriften Abhilfe zu schaffen. Damals wurden zunächst Staubfilteranlagen eingebaut und die Abgaskamine in immer größere Höhen aufgezogen. Diese Maßnahmen hatten zweifellos in den Ballungsgebieten zu einer gewissen Entlastung geführt. Heute muss man aber erkennen, dass damit die Probleme keinesfalls gelöst, sondern nur verlagert wurden: Durch die hohen Schornsteine werden die Abgase lediglich in Gebiete außerhalb der Ballungszentren verfrachtet, die Schadstoffe verstärkt auf walddreiche Regionen verteilt. Hauptquellen der heute feststellbaren Luftverschmutzung sind die Kraftwerke und Heizkraftwerke, die fossile Brennstoffe (Kohle, Öl, Gas) verfeuern, sowie die Abgase aus dem Verkehr, den Haushalten und sonstigem Gewerbe. [...]

Das Papiermagazin Nr. 7, 1983. Sondernummer Waldsterben.
Herausgegeben von der Haindl Papier GmbH Augsburg

Wenn Tannen reden könnten – Die ungeklärte Komplexkrankheit

Seit Monaten wird über sauren Regen so geschrieben, als stünde fest, dass allein er das Absterben der Tannen verursacht. Ebenso schnell ist man dann in solchen Berichten mit der Behauptung zur Hand, Schuld an dieser Entwicklung trügen vor allem die Rauchgase der Steinkohlenkraftwerke, weil sie zu viel Schwefeldioxid enthielten. Inzwischen wissen wir, dass die Ursachen des Tannen- oder Fichtensterbens viel komplizierter sind. [...]

Stattdessen sind die Baumschäden eine Folge des Zusammenwirkens mehrerer so genannter „Stressfaktoren“. Hierzu zählen:

- ◆ Waldbauliche Fehler, also zu enger Baumabstand und Monokultur.
- ◆ Langjähriges Niederschlagsdefizit.
- ◆ Falscher Standort (mineralisch ungeeignete Böden, aber auch „Vernassung“ wegen zu hohen Grundwasserstandes).
- ◆ Luftverunreinigung durch Gase.
- ◆ Und als weiterer Stressfaktor kommt noch der „saure Regen“ hinzu. [...]

Sachverhalte Nr. 6, 1982 (8. Jahrgang), S. 1-2.

Herausgegeben von der Informationszentrale der Elektrizitätswirtschaft e.V. (IZE)

Die Technik der Umwelt anpassen – Bundesimmissionsschutzgesetz und TA-Luft genügen nicht

Bei der Verbrennung von Kohle, Heizöl und Dieselmotoren entstehen Schadstoffe: Schwefeldioxid (SO_2) und Stickoxide (NO_x). Als so genannte Emissionen gelangen sie über Schornsteine und Auspuffrohre in die Luft. Dort verbinden sie sich mit Sauerstoff und Wasser zu Schwefel- und Salpetersäure. Diese Säuren schlagen sich dann im Regenwasser nieder: Der saure Regen fällt.

Obwohl die Emissionen nahezu gleich bleiben, nehmen die Waldschäden heute rapide zu. Wahrscheinlich deshalb, weil die Böden erschöpft sind. Sie können die Säuren nicht mehr neutralisieren. Besonders empfindliche Böden sind zuerst erschöpft, aber auch weniger empfindliche sind inzwischen erheblich betroffen. [...]

ötv-Magazin 11, 1982, S. 9f.

Herausgegeben von der Gewerkschaft Öffentliche Dienste, Transport und Verkehr, Stuttgart

Hilfe durch die chemische Industrie

[...] Im Kampf gegen die neuartigen Waldschäden müssen wir alle erfolgversprechenden Mittel einsetzen. Zwei Wege sollten gleichzeitig beschritten werden:

- ◆ Man müsste die ausgewaschenen Pflanzennährstoffe durch gezielte Düngung ersetzen, die Versauerung der Böden durch Kalken beheben und die Forstschädlinge bekämpfen. Alle drei Maßnahmen könnten relativ schnell greifen und wären außerdem volkswirtschaftlich kostengünstig.
- ◆ Die Verminderung von Luftschadstoffen samt den von ihnen verursachten sauren Niederschlägen ist zum Schutz von Mensch, Wald und Bauwerk von großer Bedeutung. Die volkswirtschaftlichen Kosten werden sehr hoch sein. Daher sollten Prioritäten nach Umweltnutzen und Kosten gesetzt werden. Voraussetzung dafür wäre, dass die von der Bundesregierung veranlassten und diskutierten Maßnahmen in einem Gesamt-Luftreinhalteplan zusammengefasst werden. [...]

Chemie und Umwelt: Wald. 1984, S. 34f.

Herausgegeben vom Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI), Frankfurt



Informationsdienst der Wissenschaft

Stickstoffeinträge gefährden Europas Wälder

DATUM DER MITTEILUNG: 04.09.2001
 ABSENDER: Dr. Michael Welling
 EINRICHTUNG: Senat der Bundesforschungs-
 anstalten im Geschäftsbereich des
 BMVEL

Wetterextreme, Schädlinge und Luftverschmutzung richten Schaden an einem Viertel aller Baumkronen an. Vor allem die Belastung mit Stickstoff ist eine Gefahr für Europas Wälder, die die jährlichen Einträge von 14 kg pro Hektar und mehr kaum noch aufnehmen können. Und trotz der deutlichen Reduktionen der Schwefelbelastung (aktuelle Einträge von 9 kg pro Hektar) fordern frühere Einträge noch heute ihren Tribut von den untersuchten Waldböden. Beide, Stickstoff und Schwefel – aus Intensivtierhaltung, Verkehr, Verbrennung fossiler Brennstoffe und anderen Quellen – tragen zur Versauerung bei, sobald die Böden übersättigt sind. [...]

Dies sind die wichtigsten Ergebnisse des Berichtes „Waldzustand in Europa 2001“, der am Institut für Weltforstwirtschaft der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Hamburg zusammengestellt und gemeinsam von der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE) und der Europäischen Kommission herausgegeben wird. Der jährliche Bericht stützt sich auf Daten aus 38 Ländern. Unter dem Programm wird der Waldzustand seit 15 Jahren überwacht. Seine über 6000 Aufnahmeflächen stellen weltweit eines der größten Biomonitoringsysteme dar. [...]

Eine gute Nachricht sind die jüngsten Untersuchungen, die eine insgesamt niedrige und unkritische Schwermetallbelastung der Waldböden und der Nadeln und Blätter zeigen.

Für weitere Informationen stehen zur Verfügung:

Thomas Haussmann, Bundesministerium für Verbraucherschutz,
 Ernährung und Landwirtschaft, D-53107 Bonn
 Dr. M. Lorenz, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft,
 Leuschnerstr. 91, 21031 Hamburg

Weitere Informationen finden Sie im WWW:

<http://www.icp-forests.org>
<http://www.bfafh.de>

Im **Internet** findet sich eine kaum mehr überschaubare Fülle von Informationen zu nahezu allen denkbaren Inhalten, Fragen oder Problemen. Im Unterschied zu gedruckten Materialien oder Texten lässt sich bei einer Website oft nur schwer entscheiden, woher eine Information stammt und wie zuverlässig eine Quelle ist. Ein wesentlicher Vorteil der Internet-Recherche gegenüber der Lektüre einer Zeitung oder Zeitschrift ist aber, dass man im Internet auch brandaktuelle Informationen findet, die in gedruckter Form noch gar nicht zur Verfügung stehen. Außerdem kann man gezielt Informationen zu einem ausgewählten Thema abfragen.

■ Sucht man im Internet nach den Stichwörtern „Krallenfrosch“ & „Klonen“, so erhält man ganz verschiedene Informationen und Bewertungen der Arbeit von John Gurdon, der Kaulquappen aus Darmwandzellen erwachsener Krallenfrösche klonete und dazu 1968 einen Artikel im „Scientific American“ veröffentlichte.

- ◆ Welche Art von Informationen fördert die Internetrecherche zu Tage? Handelt es sich um Originalinformationen oder um sekundäre Quellen?
- ◆ Spielt es für die Recherche eine Rolle, welche Suchmaschine man benutzt (z. B. fireball, lycos, metager, google)?
- ◆ Inwiefern unterscheiden sich die Informationen, die unter www.quarks.de/klonen3/0104.htm, www.g-o.de/kap4/40kb0030.htm und www.zeit.de/2001/12/Wissen/200112_klon-chronik.html zu finden sind?

Auch zum Waldsterben gibt es aktuelle Informationen im Internet. Im Online-Archiv des Informationsdienstes Wissenschaft (<http://idw-online.de/public/archiv.html>) finden sich in der Rubrik „Ökologie“ Kurzberichte aus den letzten Jahren.



Informationen suchen, finden und bewerten

Es ist es angebracht, Informationen – aus welchen Quellen auch immer – kritisch zu betrachten – auch oder gerade dann, wenn sich der eigentliche Inhalt nicht direkt überprüfen lässt. Wie man mit den Informationen umgeht, hängt von der Quelle ab:

- Bei wissenschaftlichen Originalarbeiten kann man danach fragen, ob die Ziele und Voraussetzungen der Publikation klar sind, ob wissenschaftliche Vorarbeiten genannt werden, ob die Fragestellung eindeutig formuliert ist und die Ergebnisse in größere Zusammenhänge eingeordnet werden, ob Quellen exakt angegeben werden und ob sich die Schlussfolgerungen mit den Untersuchungsergebnissen belegen lassen.
- Für Übersichtsartikel, wie man sie in populärwissenschaftlichen Zeitschriften findet, gelten ganz ähnliche Kriterien. Sie zu beurteilen ist häufig viel schwieriger, weil die zugrunde liegenden Untersuchungen oft nur andeutungsweise dargestellt werden und weil man als Laie kaum beurteilen kann, ob alle für das Problem wichtigen Forschungsergebnisse einbezogen worden sind. Trotz allem sollten auch Berichte in Zeitungen und Zeitschriften den oben genannten Qualitätsmerkmalen genügen, also Quellen angeben und Argumente belegen.
- Beim Vergleich von Informationen aus verschiedenen Quellen kann man erkennen, dass die Interessenlage des Autors oder Herausgebers oft Einfluss auf die Auswahl, Darstellung und die Schlussfolgerungen in einem Bericht haben. Darum sollte man sich stets bewusst machen, wer einen Artikel veröffentlicht hat.
- Auch als Leser von Zeitungsberichten oder Übersichtsartikeln nimmt man – oft unbewusst – eine Auswahl vor: Das, was zur eigenen Meinung passt, wird als bedeutsamer wahrgenommen als das, was dagegen spricht. Es lohnt sich also, auch sich selbst gegenüber kritisch zu sein.
- Da man Informationen über naturwissenschaftliche (Forschungs-) Ergebnisse aus sehr unterschiedlichen Quellen erhalten kann, sollte man sich vor einer Informationsrecherche fragen, mit welchem Ziel man die Suche betreibt. Für ein Referat wird man andere Informationen suchen als für ein Rollenspiel oder für einen Brief an die Gemeindeverwaltung.
- Nicht zuletzt sollte man die Forderungen, die man an fremde Informationsquellen stellt, auch selbst erfüllen: Jede benutzte Quelle muss zitiert und ihr Fundort notiert werden.

Bei Informationen aus dem Internet ist die Beurteilung der Quelle ebenso wichtig wie bei wissenschaftlichen und populärwissenschaftlichen Informationen in Fachzeitschriften, Zeitschriften, Büchern und der Presse:

- **Wie alt ist die Information? Ist sie noch aktuell?**
- **Woher stammt die Information? Wer ist für die Website verantwortlich? Handelt es sich um die Präsentation einer Privatperson, eines Wissenschaftlers, einer Behörde, eines Vereins, eines Interessensverbandes oder einer Firma?**
- **Werden namentlich Autoren genannt?**
- **Wird auf Quellen hingewiesen ähnlich wie in einem Literaturverzeichnis?**
- **Werden nachvollziehbare Fakten angeführt?**