



GDNÄ-Bildungskommission

## **Allgemeinbildung durch Naturwissenschaften**

Denkschrift der GDNÄ-Bildungskommission  
- Website [www.gdnae.de](http://www.gdnae.de) -

**Kurzfassung 2010**



**GDNA**

GESELLSCHAFT DEUTSCHER  
NATURFORSCHER UND ÄRZTE E. V.



## **Allgemeinbildung durch Naturwissenschaften**

**Kurzfassung der Denkschrift 2007 der GDNÄ-Bildungskommission  
Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte e.V.**

herausgegeben von  
Gerhard Schaefer

unter Mitwirkung von  
Hans-Josef Altenbach, Gunnar Berg, Matthias Bohn, Benjamin Burde,  
Dietrich v. Engelhardt, Jürgen Langlet, Rudi Schmitz, Lutz Schön,  
Michael Sinzinger, Sabine Thomas und Günter Törner

Aulis-Verlag in der Stark-Verlagsgesellschaft Freising  
2010



Um die wichtigsten Gedanken, die in der Denkschrift „Allgemeinbildung durch Naturwissenschaften“ (erste Ausgabe 2002, erweiterte Ausgabe 2007) veröffentlicht sind, in kurzer, knapper und handlicher Form einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen, wird die Denkschrift hier noch einmal in Kurzfassung vorgelegt. Die von der GDNÄ-Kommission verfolgten Bildungsziele sind auf der gegenüberliegenden Seite übersichtlich als Leitsätze dargestellt und für den Leser sofort erfassbar, ehe er auf den folgenden Seiten ins Detail geht.

Die Kurzfassung ersetzt nicht die volle Denkschrift, sondern soll nur auf sie verweisen und Interesse für den darin vertretenen Ansatz eines „fachübergreifenden Fachunterrichts“, insbesondere einer „Allgemeinbildung durch Naturwissenschaften“ wecken. Für weitere Details wird die Lektüre der vollen Denkschrift empfohlen (Bezug s. unten).

Hamburg, im Juli 2010  
Der Herausgeber

**Danksagung:** Der Else u. Wilhelm Heraeus-Stiftung, Hanau, sei für die wiederholte großzügige finanzielle Unterstützung der Herausgabe der GDNÄ-Denkschrift herzlich gedankt.

*Kontaktadressen für Rückfragen und zum Bezug der ungekürzten Denkschrift:*

1. GDNÄ-Geschäftsstelle, Hauptstr.5, 53604 Bad Honnef, Tel. 02224-980713, E-Mail: [gdnae@gdnae.de](mailto:gdnae@gdnae.de)
2. Prof. Dr. Gerhard Schaefer, Univ.Hamburg, Eulenweg 7, 21271 Asendorf, Tel. 04183-2881;  
E-Mail: [g.schaefer@trigonos.de](mailto:g.schaefer@trigonos.de)

ISBN 978-3-7614-2831-3

© GDNÄ 2010

## Inhaltsverzeichnis

|  | Seite |
|--|-------|
| Leitsätze .....  | 3     |
| 1.Theoretische Grundlagen .....  | 4     |
| 1.1 Zwei Konzepte von Allgemeinbildung .....   | 4     |
| 1.2 Grundbegriffe des naturwissenschaftlichen Unterrichts, gewichtet .....               | 7     |
| Physik .....   | 8     |
| Chemie .....   | 9     |
| Biologie .....   | 10    |
| 1.3 Fachübergreifende Fundamentalbegriffe .....  | 11    |
| 1.4 Prozesse des Denkens und Arbeitens (Fertigkeiten), kategorisiert und gewichtet ..... | 14    |
| 1.5 Affektive Grundlagen naturwissenschaftlicher Bildung .....                           | 16    |
| naturwissenschaftlich bedeutsame Haltungen .....   | 17    |
| Polarität von Haltungen .....  | 17    |
| 2.Praktische Anwendungen im Unterricht .....   | 19    |
| 2.1 Strukturierung von Unterricht durch fachübergreifende Themenkreise .....             | 19    |
| Biologie .....   | 20    |
| Chemie .....   | 21    |
| Physik .....   | 22    |
| 2.2 Übung von Haltungen am Beispiel „Objektivität“ .....                                 | 23    |



### Leitsätze

1. „Allgemeinbildung“ entsteht nicht nur durch ein breites Spektrum von Fächern, sondern kann auch durch ein **breites Spektrum von Sichtweisen in jedem einzelnen Fach** entstehen (außer den üblichen fachspezifischen Inhalten auch fachübergreifende Inhalte, technische Anwendung, Geschichte, Sprache, Ethik, Ästhetik, Philosophie usw.).
2. Dazu brauchen wir nicht den so oft beschworenen „fachübergreifenden Unterricht“ (zu dem ja noch die dafür ausgebildeten breitgefächerten Lehrer fehlen), sondern einen **fachübergreifenden Fachunterricht** nach dem Leitsatz: Aus dem Fach heraus – über das Fach hinaus! Die Fächer selbst müssen als wichtige Bildungsstrukturen erhalten bleiben, allerdings im Inneren fachübergreifend reformiert werden.
3. Um den Lernenden ein tragfähiges Begriffsgerüst mit ins Leben zu geben, das von längerer Dauer und vielseitiger anwendbar ist, muss der Akzent stärker auf **fachübergreifende Fundamentalbegriffe** als auf spezielle Fachbegriffe gesetzt werden, die ja meistens nur in engeren Problembereichen anwendbar sind.
4. Außerdem müssen langdauernde **Prozesse des Denkens und Handelns**, sogenannte „Fertigkeiten“, ein stärkeres Gewicht erhalten als (statisches) Wissen, das zu schnell wieder verfällt.
5. Ferner dürfen die Fundamente von Allgemeinbildung nicht nur im kognitiven und pragmatischen, sondern müssen vor allem im **affektiven** Bereich liegen. Auf die Vermittlung von **Einstellungen**, vor allem aber auf charakterliche **Haltungen** – und das heißt: auf Erziehung – ist auch im naturwissenschaftlichen Unterricht besonderes Gewicht zu legen.
6. Daraus folgt: Entsprechend dem Grundsatz „Erziehung mit Herz und Geist und Hand“ (Pestalozzi) sollte auch naturwissenschaftlicher Unterricht nicht nur **Kopfbildung**, sondern auch **Herzensbildung** betreiben und ein ausgewogenes Verhältnis aller Bildungskomponenten anstreben.



## 1. Theoretische Grundlagen

### 1.1 Zwei Konzepte von Allgemeinbildung

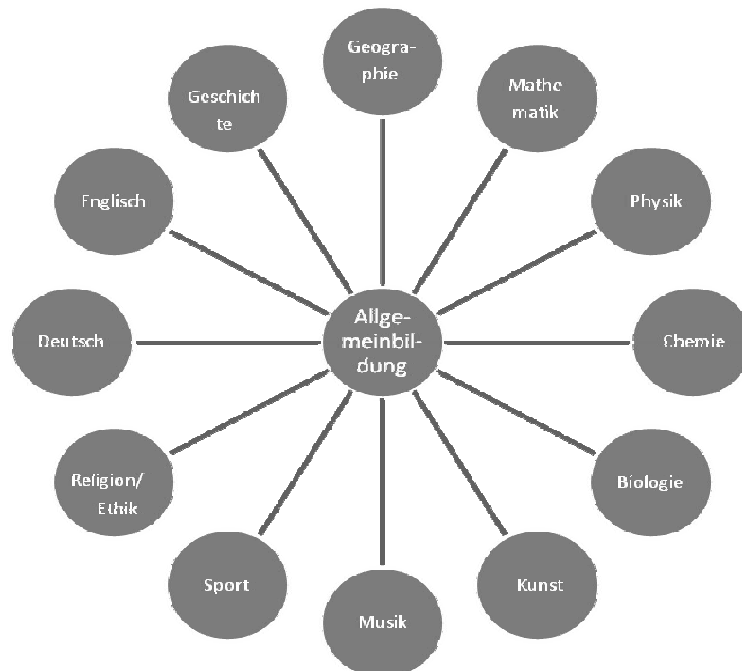


Abb.1, Konzept 1: Allgemeinbildung durch die *Summe* der Schulfächer

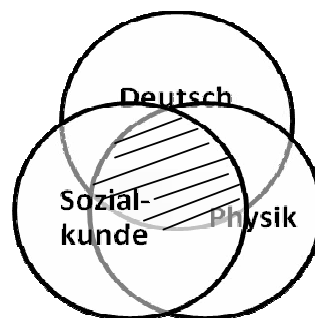


Abb. 2, Konzept 2: Allgemeinbildung *in jedem einzelnen Fach* durch Einbeziehung der Überlappungsbereiche zu anderen Fächern.

Das Konzept wird besonders deutlich an entfernt stehenden Fächern, wie hier Deutsch, Sozialkunde und Physik. Dabei liegt die größte Herausforderung darin, Inhalte/Begriffe/Fertigkeiten zu finden, die allen drei Fächern gemeinsam sind (zentrale Zone in der Mitte, schraffiert)



Unter den beiden Konzepten von Allgemeinbildung hat sich die Bildungskommission der GDNÄ grundsätzlich für Konzept 2 (Abb. 2) entschieden und für den naturwissenschaftlichen Unterricht eine Rosette (Abb. 3) entwickelt, in der sich die Inhalte und Fertigkeiten der drei Fächer überlappen und im Zentrum (Zone 1) sogar Grundbegriffe und -fertigkeiten stehen, die zum Kern aller Schulfächer, auch der geistes- und sozialwissenschaftlichen, gehören. Abb. 3 ist demnach die auf Naturwissenschaften bezogene Variante von Abb. 2.

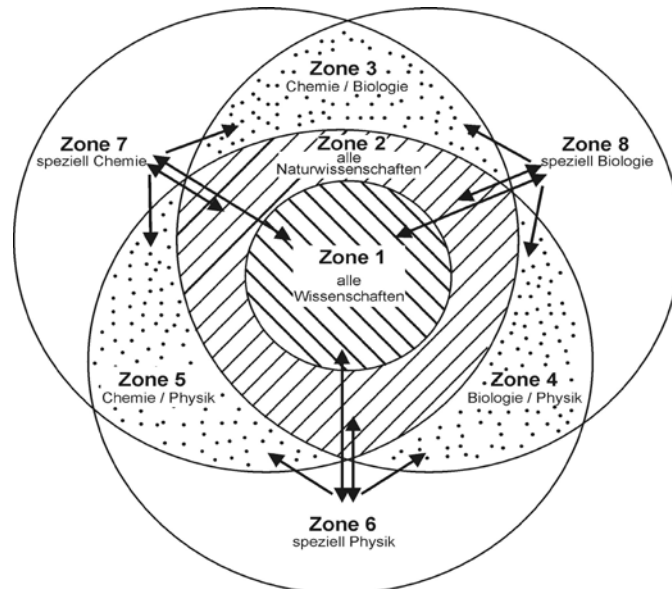


Abb. 3: Rosette naturwissenschaftlicher Grundbegriffe und -fertigkeiten.  
Die Pfeile zeigen den Akzent auf fachübergreifenden Inhalten an

Die Inhalte des Großkreises „Physik“ konstituieren einen „fachübergreifenden Physikunterricht“, die des Großkreises Chemie einen „fachübergreifenden Chemieunterricht“ usw.

In Zonen 3, 4 und 5 finden sich die überlappenden Inhalte jeweils *zweier* Fächer, in Zone 2 die *aller* Naturwissenschaften (Molekül, Energie, Druck usw.) und in Zone 1 *Fundamentalbegriffe* aller Fächer (Struktur, System, Ordnung, Gesetz, Zufall usw.; Tab. 4), aber auch grundlegende *Fertigkeiten* (beobachten, beschreiben, definieren, herleiten usw.; Tab. 5). Wie schon bei Abb. 2 betont, liegt in dieser zentralen Zone die größte Herausforderung für einen fachübergreifenden Fachunterricht. In ihr steckt aber auch die größte allgemeinbildende Kraft.

Da im Zentrum der Rosette eigentlich auch noch die affektiven Grundlagen von Bildung untergebracht werden müssten, dies aber in der Rosette schwer noch darstellbar ist, verwendet die Bildungskommission zusätzlich ein räumliches Modell, einen sogenannten „Bildungsbaum“ (Abb. 4). Dieser symbolisiert in der Krone das vielfältig verzweigte *Wissen*, in den unteren starken Ästen die das Wissen erzeugenden und tragenden *Fertigkeiten*, am Kronengrund die *Einstellungen* zu Fächern bzw. Themen, und unten im Stamm grundlegende *Haltungen*, die für wissenschaftliches Arbeiten notwendig sind, durch Unterricht aber auch wieder verstärkt werden können. Durch die Symbolik des Baumes wird zum Ausdruck gebracht, dass *Haltungen* (das, was „alles andere hält“) als tragende Säule von Allgemeinbildung betrachtet werden.

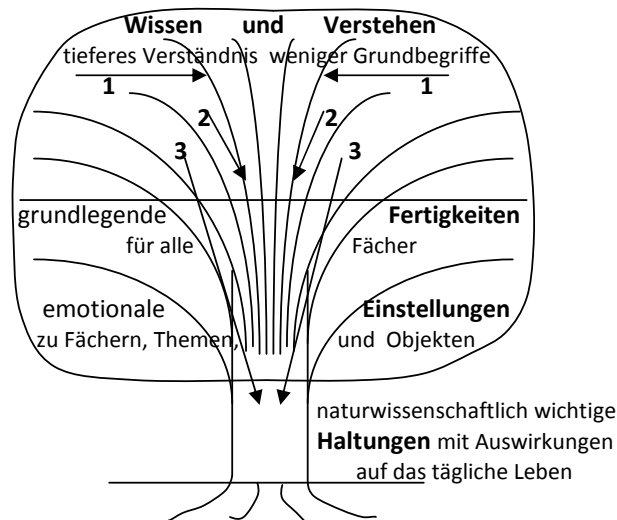


Abb. 4: „Bildungsbaum“ aus Wissen, Fertigkeiten, Einstellungen und Haltungen

Die Pfeile zeigen notwendige Akzentverschiebungen im Unterricht an: 1: Von fachlichen Spezialbegriffen zu *fachübergreifenden Brückenbegriffen* (s. Pfeile in Abb. 3); 2: von Begriffen (Substantiven) zu *Fertigkeiten* (Verben); 3: von Begriffen und Fertigkeiten zu *Einstellungen* und vor allem *Haltungen*.

Wichtig für Allgemeinbildung nach Konzept 2 erscheint außerdem, dass die in den naturwissenschaftlichen Fächern erworbenen Kompetenzen noch *innerhalb dieser Fächer* mit anderen Kompetenzen verknüpft und integriert werden („Kompetenzenrad“, Abb. 5):

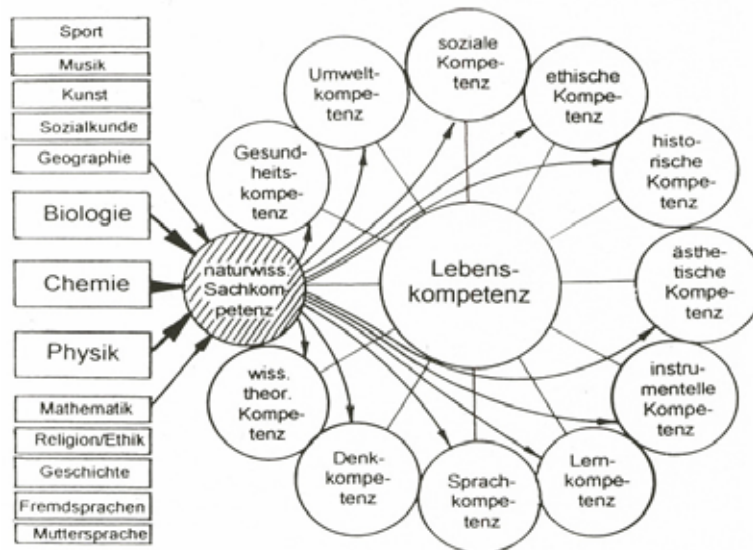


Abb.5: „Kompetenzenrad“ für fachübergreifenden Fachunterricht.

Umsetzung der in den Naturwissenschaften erworbenen Sachkompetenz in 11 andere allgemeinbildende Kompetenzen, und zwar *in den Fächern* selbst. Z.B. ist auch Chemie für Sprache zuständig, nicht nur die „Sprachen“.



### 1.2 Grundbegriffe des naturwissenschaftlichen Unterrichts, gewichtet

Von den ca. 10.000 Wörtern bzw. Begriffen, die wir insgesamt in Sachverzeichnissen der naturwissenschaftlichen Schulbücher finden und die weder aus Zeitgründen alle unterrichtet werden können noch – weil diese Fülle einfach sinnlos wäre – auch nicht unterrichtet werden sollten, hat die GDNÄ-Bildungskommission nach Kriterien der *Allgemeinbildung* etwa 470 Grundbegriffe ausgewählt. Dazu wurden vier Kriterien angewandt:

1. Kriterien der *Aktion*: a. gesellschaftliche, b. individuelle Bewältigung von Alltagsproblemen;
2. Kriterien der *Rezeption*: a. elementare Wahrnehmung, auch reine Sinnesempfindungen, b. komplexe Wahrnehmung in Form von höherer Erkenntnis, Weltbildern, Theorien.

Die 470 Grundbegriffe wurden dann in einem weiteren Verfahren nach dem Kriterium „Vernetzungsgrad“ in 3 Ränge gewichtet.

Der Vernetzungsgrad ist der prozentuale Anteil logischer Verknüpfungen des Begriffes zu anderen Begriffen desselben Begriffssystems, bezogen auf die größtmögliche Zahl in diesem System, wobei besonders bedeutsame Verknüpfungen doppelt gewichtet wurden (Wittenberger Initiative 2000, S. 49 f.). Die Gliederung in 3 Ränge gemäß dem Vernetzungsgrad ist in der Denkschrift erläutert (S.132/133).

Links neben Rang 1 sind auch die Basisbegriffe der „Einheitlichen Prüfungsanforderungen für die Abiturprüfung“ (EPA) vermerkt. Sie wurden zur vertikalen Gliederung der Tabellen verwendet und mitgezählt. Die Physik-Tabelle ist gegenüber der ursprünglichen Fassung erweitert.

Bei Vergleich der Begriffstabelle Biologie mit der von Chemie fällt auf, dass die rechten, fachspezifischen Spalten (Zone 8) deutlich voller besetzt sind als die linken, fachübergreifenden Spalten (Zonen 1+2). Das ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass biologische Fachbegriffe aufgrund der höheren Komplexität lebender Systeme mit einer deutlich größeren Vielfalt von *Auswirkungen* grundlegender Gesetze und Begriffe befasst sind als mit diesen selbst, die mehr zum Gegenstandsbereich von Physik und Chemie gehören.

Allerdings kommen auch in den linken Spalten der Biologie-Tabelle Fundamentalbegriffe von herausragender allgemein-wissenschaftlicher Bedeutung vor, wie Chaos, Ordnung, System bis hin zu Geschichte, Sprache, Sinn, Ethik. Sie stammen aus Zone 1 der GDNÄ-Rosette, da Biologie stark auch in geistes- und sozialwissenschaftliche Bereiche der Kultur hineinragt. Das Fach hat, obwohl eine Naturwissenschaft, mit „Leben“ in seiner ganzen Breite zu tun und ist, so paradox es klingen mag, ein Fach, das von seiner Grundkonzeption her schon „fachübergreifend“ ist.

Die unter den Tabellen angegebenen Zahlen bedeuten nicht, dass der jeweilige Fachunterricht sich auf die 104, 74 oder 102 hier genannten „herausgehobenen Grundbegriffe“ – unter ihnen ca. 30-40 von „erstem Rang“ – beschränken sollte, und ganz besonders bedeuten sie nicht eine Kürzung der Unterrichtszeit. Die vorgeschlagene Reduzierung der Stoff-Fülle erfolgt ja vorrangig zum Zwecke einer *Vertiefung des Verständnis* der unterrichteten Begriffe. Um diese zu erreichen, braucht es wieder vermehrte Unterrichtszeit pro Begriff, so dass die Stundenzahlen für die Fächer keinesfalls gekürzt, sondern nur *inhaltlich neu gefüllt* werden sollten.

Zu einer „Vertiefung des Verständnisses“ gehört außer einer Subsumierung unter verständnisfördernde Oberbegriffe (z.B. Ökosystem unter „System“) auch die ausgedehnte Anwendung auf mehr Bereiche des täglichen Lebens als bisher: *pragmatische Vertiefung*.

Um Missverständnissen vorzubeugen, sei abschließend noch betont, dass mit den Begriffstabellen natürlich nicht das Wissens-Repertoire von *Fachwissenschaftlern* umrissen werden soll, sondern nur die naturwissenschaftliche Grundlage von *Allgemeinbildung*. Die Tabellen sollen helfen, den oft so plakatierten „Physik-Unterricht für Nicht-Physiker“, „Chemie-Unterricht für Nicht-Chemiker“ und „Biologie-Unterricht für Nicht-Biologen“ begrifflich abzustecken.





1.2.1 Grundbegriffe Physik

| EPA-<br>↓Konzepte               | Rang 1   |   | Rang 2   |   | Rang 3                            |  |
|---------------------------------|--|---|--|---|-----------------------------------|--|
|                                 | aus Z. 1 u. 2  | aus Z. 6  | Aus Z.2  | aus Z.4,5,6   | aus Z. 2                          | aus Z.4,5,6  |
| <b>Felder</b>                   | Coulombkraft<br>Gravitation<br>Ladung<br>Wechselwirkung                              |   | Spannung<br>Strom<br>Stromstärke   | elektromagnetische Induktion<br>Kernkraft (=starke Kraft)<br>Magnetismus (Ferro-)<br>Kraft i.Magnetfeld                                 |                                   | Stromkreis<br>Gleich-/Wechselstrom<br>Kapazität<br>elektr.Widerstand<br>Ohms Gesetz<br>Elektromotor<br>Generator   |
| <b>Wellen</b>                   | Licht  | Interferenz   | Amplitude<br>Frequenz<br>Schall<br>Schwingung  | Lichtgeschwind.kt<br>el.magn. Spektr.<br>Beugung,Brechg.,<br>Reflexion, Linse,<br>Brennweite<br>Gammastrahlen<br>Strahl.gang, Laser     | Absorption<br>Polarisation        | Röntgenstrahlen<br>Farbe<br>Resonanz<br>optische<br>Streuung   |
| <b>Quanten</b>                  | Zufall<br>Wahrscheinlichk.<br>Teilchen   | Unbestimmtheitsrelation                               | Photon<br>Radioaktivität   | Elementarladung<br>Antiteilchen   |                                   | Quantenzahl<br>lichtelektrischer Effekt<br>Energieniveau   |
| <b>Materie</b>                  | Energie<br>Masse<br>ErhaltungsgroÙe<br>Atom<br>Atomkern<br>Kraft<br>Temperatur       | Relativitätstheorie<br>Universum<br>Newtonsche Axiome | Entropie<br>Elementarteilchen<br>Halbleiter<br>Träg.h.kraft<br>Arbeit, Geschwindigkeit<br>Wärme(menge) | Energie-Masse-Beziehung<br>Galaxis, Urknall<br>Himmelskörper<br>Festkörper, Flüssigkeit, Gas<br>Impuls, Stoß<br>Zentrifugal-/petalkraft | Dichte<br>Druck<br>Beschleunigung | Ruheenergie<br>Massendefekt<br>Halbwertszeit<br>geschwindigk. abh.Masse<br>helio-/geozentr.Weltbild<br>Keplers Ges.<br>Auftrieb(kraft)<br>Reibungskraft<br>Hebelgesetz<br>Bremsweg<br>Wärmekraftmaschine |
| weitere Begriffe aus Z. 1 und 2 | Größe Länge Zeit Leistung (Basis)-Maßeinheiten Invarianz Linearität/ Nichtlinearität |   | Volumen  |   |                                   |  |
| <b>Summe:</b>                   | <b>26</b>  | <b>5</b>  | <b>17</b>  | <b>26</b>   | <b>5</b>                          | <b>25</b>  |

Tab. 1: 31 Grundbegriffe für das Schulfach Physik vom 1.Rang (einschl. der 4 EPA-Begriffe); insgesamt 104 herausgehobene Grundbegriffe einschließlich *fachübergreifender* Begriffe aus Zonen 1 und 2, zu denen die Physik einen wesentlichen Beitrag leistet.



1.2.2 Grundbegriffe Chemie

| EPA-Konzepte                          | Rang 1  |  | Rang 2  |   | Rang 3   |   |
|---------------------------------------|---|--|---|---|--|---|
|                                       | aus Z.2 u.3   | aus Z.7u.8   | aus Z.1, 2, 3   | aus Z. 7  | aus Z 2, 3, 5  | aus Z. 7  |
| <b>Stoff-Teilchen-Konzept</b>         | Stoff<br>Teilchen<br>Atom<br>Molekül<br>Element                                     | Reinstoff<br>Gemisch<br>chem. Reaktion<br>Stoffkreislauf | Ion<br>Elektron   | Analyse<br>Synthese   | Formel (chem.)<br>Periodensystem<br>Salz<br>Polymer<br>Spektroskopie | Metall<br>Nichtmetall<br>Komplex-<br>verbindung<br>chemietechnische Verfahren |
| <b>Struktur-Eigen-schafts-Konzept</b> | Aggregatzustand<br>Löslichkeit<br>chemische Bindung                                 | Katalyse   | Polarität<br><br>(zwischenmolekulare)<br>Wechselwirkung | Ionen-,<br>kovalente-,<br>Metallbindung<br>nukleophil<br>elektrophil      | Isomerie<br>Wasserstoffbrücke<br>Dipol-Dipol-Wechselwirkung          | Van der Waals-Kraft   |
| <b>Donator-Akzeptor-Konzept</b>       | Azidität/<br>Basizität<br>Oxidation/<br>Reduktion                                   |  | Neutralisation  | Bindungsenergie   | Reaktionsmechanismen   | Spannungsreihe  |
| <b>Energie-Konzept</b>                | Enthalpie<br>-GIBBSsche Freie E.<br>-ReaktionsE.<br>Entropie<br>Aktivierungsenergie |  |   |   |  |   |
| <b>Gleichgewichts-konzept</b>         | Konzentration (Stoffmengen-K.)  |  | Gitter<br>Energieträger<br>Stabilität                   | Trennverfahren, Elementaranalyse, Maßanalyse, Recycling molekularer Stoff |  |   |
| weitere wichtige Begriffe             | (chem.) Verbindung<br>Stoffklasse, Säure/Base,<br>Reversibilität/Irreversibilität   |  |   |   |  |   |
| <b>Summe:</b>                         | <b>23</b>   | <b>5</b>   | <b>9</b>  | <b>9</b>  | <b>18</b>  | <b>6</b>  |

Tab. 2: 28 (bzw. 32) Grundbegriffe für das Schulfach Chemie vom 1.Rang (einschl. der 4 zusätzlichen „EPA-Konzepte“, genauer: 8 Grundbegriffe); insgesamt 74 herausgehobene, auch *fachübergreifende* Grundbegriffe aus Zonen 2, 3, 5 und 8 der Rosette, zu denen Chemie einen wesentlichen Beitrag leistet.



1.2.3 Grundbegriffe Biologie

| EPA-Konzepte                        | Rang 1  |   | Rang 2  |  | Rang 3   |  |
|-------------------------------------|---|---|---|--|--|--|
|                                     | aus Z.1u.2  | aus Z. 8  | aus Z.1 u. 2  | aus Zone 8   | Z.1u.2   | aus Z. 8   |
| <b>Struktur und Funktion</b>        | Leben/Tod<br>Chaos<br>Ordnung<br>System<br>Struktur<br>Funktion | Leben (org.)<br><i>Ordnung/</i><br><i>Chaos-</i><br><i>Polarität</i><br>Zweckmäßigkeit  | Sinn, Korrelation, Kausalität, Linearität / Nichtlinearität<br>Wechselwirkung | <i>Verflechtung/</i><br><i>Entflechtung</i><br>(Komplexität)   | Symmetrie  |  |
| <b>Stoff- und Energieumwandlung</b> | Stoff<br>Energie<br><small>i. biol. Kontext</small>             | <i>Be-/Entwertung</i>   |   | Stoffkreislauf, -wechsel, Photosynthese (Assim.), Destruent, Produzent, Parasitismus<br>Symbiose             |  | Dissimilation, Enzym<br>Hormon<br>Konsument<br>Probiotik<br>Nahrungsnetz/kette |
| <b>Reproduktion</b>                 |   | Wachstum  |   | Art, Gen, Reaktionsnorm, Fortpfl. / Vermehrung   |  | Generation   |
| <b>Steuerung u. Regelung</b>        | Rückkopplung  | <i>Selbst-/</i><br><i>Fremdsteuerung</i><br><i>Variabilität</i><br><i>/ Uniformität</i><br><i>Anpassung</i><br><i>/ Beharrung</i> | Zufall<br>Wahrscheinlichkeit  | <i>Bewegung/aktive</i><br><i>Ruhe</i> ; Regelung/<br>R.kreis; Gleichgewicht; Periodik<br>Mutation, Selektion | Determinismus.<br>Gesundheit/Kr.                           |  |
| <b>Variabilität und Anpassung</b>   |   |   |   | <i>Verwandlung/</i><br><i>Konservierung</i><br>Ökosystem, Population, Bakterium, Pilz (Typen)                | Kultur, Verantwortung<br>Ethik, Konflikt<br>Nachhaltigkeit | Modifikation, Rekombination  |
| <b>Geschichte u. Verwandtschaft</b> | Entwicklung, Geschichte   | Evolution <sup>bio</sup><br>Mensch<br>Tier, Pflanze (Typen)   | Zeit nat.wiss.  |  |  | Isolation biol<br>Biosphäre,<br>Virus (Typ)<br>Fossil                          |
| <b>Information u. Kommunikation</b> | Sprache   |   | Zeichen<br>Bedeutung  | <i>Zeichen/Bedeutungs-Polarität</i><br><i>Informat.speicherung/-löschung</i>                                 |  | Immunreaktion<br>Reiz/barkeit  |
| <b>Kompartimentierung</b>           |   | Zelle, Organismus   |   | <i>Polarität: Abgrenzung/Öffnung</i>   |  | Gewebe<br>Organ/syst.  |
| weitere Begriffe                    | Reduktionismus Gegensatz<br>Polarität, Natur, Umwelt leb.       |   |   |  |  |  |
| <b>Summe:</b>                       | <b>20</b>   | <b>14</b>   | <b>10</b>   | <b>27</b>  | <b>8</b>   | <b>19</b>  |

Tab. 3: 38 Grundbegriffe bzw. Polaritäten vom 1. Rang für das Schulfach Biologie (inkl. 4 EPA-Begriffe); insgesamt 102 herausgehobene Grundbegriffe bzw. Polaritäten einschl. fachübergreifender Begriffe aus Zonen 1 u. 2, zu denen die Biologie einen besonderen Beitrag leistet. „Lebenspolaritäten“ (kursiv) sind nur einfach gezählt



### 1.3 Fachübergreifende Fundamentalbegriffe

Das Zentrum der Rosette, Zone 1, enthält außer allgemeinen *Fertigkeiten*, die im nächsten Kapitel behandelt werden, Grundbegriffe von fundamentaler Bedeutung für alle Schulfächer, sogenannte „Fundamentalbegriffe“, und kann daher als begriffliches Zentrum eines fachübergreifenden Unterrichts angesehen werden.

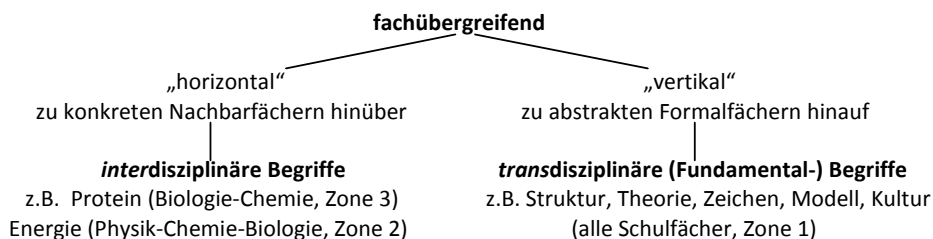
Da die Mathematik – zusammen mit der Philosophie – das geistige Fundament aller Wissenschaften bildet, ist es kein Zufall, dass wir viele grundlegende Begriffe der Mathematik, z.B. Struktur, Funktion, Deduktion, Wahrscheinlichkeit, in diesem Zentrum finden. Auf die häufige Frage, wo denn in dieser Rosette das Schulfach Mathematik zu suchen sei, ergibt sich dann von selbst die Antwort: wenn überhaupt (die Mathematik ist ja keine Naturwissenschaft und war als *Fach* in dieser Rosette nicht vorgesehen), dann in Zone 1 der Rosette (Tab. 4):

Tab. 4: Fundamentalbegriffe für alle Fächer aus Zone 1 der Rosette

|                      |                    |                    |                       |
|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| Ästhetik             | Hypothese          | Notwendigkeit      | System                |
| Bedeutung            | Induktion          | Objektivität       | Theorie               |
| Begriff              | Kausalität         | Ordnung            | Tod                   |
| Chaos                | Komplex            | Polarität          | Umwelt                |
| Deduktion            | Konflikt           | Prozess            | Ursache               |
| Determinismus        | Kontrollexperiment | Reduktion/-ismus   | Variabilität          |
| Empirie              | Korrelation        | Regel              | Verantwortung         |
| Entwicklung          | Kriterium          | Richtigkeit        | Wahrheit              |
| Ethik                | Kultur             | Sinn               | Wahrscheinlichkeit    |
| Freiheit             | Leben              | Sozialwissenschaft | Wirklichkeit          |
| Funktion             | Methode            | Sprache            | Wirkung               |
| Gegensatz            | Modell             | Struktur           | Wissenschaft/lichkeit |
| Geisteswissenschaft  | Nachhaltigkeit     | Subjektivität      | Zeichen               |
| Geschichte           | Natur              | Symbol             | Zeit                  |
| Gesetz               | Naturwissenschaft  | Symmetrie          | Zufall                |
| Gesundheit/Krankheit | Nebenbedingung     | Synthese           |                       |

In den Jahren nach Erscheinen der Denkschrift ist von Schulpraktikern immer wieder die Frage gestellt worden, ob die Fundamentalbegriffe von Zone 1 der Rosette alle gleichwertig seien, oder ob man sie nicht doch irgendwie strukturieren und gewichten müsse.

Dazu ist vorab eine terminologische Klärung nötig. Mit dem Terminus „fachübergreifend“ ist zunächst ja nur gemeint, dass der Begriff nicht spezifisch auf ein Fach beschränkt ist, sondern dieses in seinem Bedeutungsumfang deutlich übersteigt. Das kann aber auf zweierlei Weise geschehen:



Die Bezeichnungen „transdisziplinärer Begriff“ und „Fundamentalbegriff“ werden hier also synonym gebraucht.



In einer Sitzung der GDNÄ-Bildungskommission haben verschiedene parallele Arbeitsgruppen versucht, eine Strukturierung und Gewichtung der Fundamentalbegriffe von Zone 1 probeweise vorzunehmen. Dabei stellte sich heraus, dass je nach leitendem Interesse die eine oder andere Begriffsgruppe als Ausgangspunkt genommen und alle anderen Begriffe daran angehängt werden können. Das heißt: Es gibt keine eindeutige und für alle Fälle verbindliche Strukturierung, sondern es gibt mehrere logisch in sich stimmige Ansätze, die je nach Interessenlage für die eine oder andere Begriffssystematik gewählt werden können.

Ein solches Beispiel wird in Abb. 6 vorgestellt. Leser und Leserinnen können sich davon anregen lassen, selbst einmal aus Tab. 4 Begriffe auszuwählen, die sie in einem bestimmten Interessenbereich für wichtig halten, um daraus dann ein logisch stimmiges Begriffssystem zu entwickeln. Die Übung eignet sich auch vorzüglich für den Oberstufen-Unterricht an Gymnasien.

In Abb. 6 wird von der Stellung des Menschen in seiner Umwelt ausgegangen. Die Spannung *Individuum / Umwelt* ist Ausgangspunkt der Betrachtung. Die Umwelt tritt als „Natur“ wie auch als „Kultur“ dem Menschen gegenüber. Sie unterliegt einer nachhaltigen Entwicklung (A), zu der Gesundheit und Krankheit wie Leben und Tod unabdingbar dazugehören (B). In ihr findet der Mensch (G) Ordnung und Struktur in komplexen Systemen mit Symmetrien, aber auch mit Gegensätzen und Polaritäten. Ebenso kann die Umwelt als „Chaos“ auf den Menschen wirken.

Die subjektive wie objektive Annäherung des Menschen an die Umwelt kann ästhetisch und wissenschaftlich geschehen (D). Die Wissenschaften untergliedern sich in Sozial-, Geistes- und Naturwissenschaften mit jeweils geschichtlichen Zügen. Die Sprache (F) mit ihren Begriffen, Bedeutungen, Zeichen und Symbolen dient dabei als primäres Instrument.

Der Mensch selbst steht zwischen Freiheit und Verantwortung. In diesem Konflikt helfen ihm Ethik, Sinn und Wahrheit (C) wie auch spezifische wissenschaftliche Methoden und Kriterien (E): Die Konstruktion von Wirklich- bzw. Richtigkeit gelingt mit Hilfe reduktionistischer, induktiver und deduktiver Methoden durch experimentell (unter Nebenbedingungen) erforschbare Empirie mit dem Ziel der Theoriebildung und den Vorstufen Hypothese, Regel, Modell, Gesetz.

Auffindbare Zusammenhänge der Empirie rekonstruieren wir (H) in den Modi Prozess und Zeit – trotz Unbestimmtheit dieser Begriffe – in Form von Korrelationen, die über funktionale Ursache-Wirkungs-Beziehungen als Kausalitäten formuliert werden können, wie auch in Form von Wahrscheinlichkeiten, die vom Zufall über Notwendigkeit zum Determinismus führen.

Vergleichen wir andere in dieser Weise hergestellte Begriffssysteme mit dem von Abb. 6, so fällt – bei aller Verschiedenheit der Ausgangspositionen – eine große Ähnlichkeit der Begriffsgruppen A, B, C usw. auf. Sie beruht zweifellos auf einer objektiven, von der Ausgangsposition und Art der Betrachtung unabhängigen logischen Verwandtschaft dieser Begriffe innerhalb der Gruppe. Die Gruppen A, B, C ... treten in verschiedenen Begriffssystemen immer wieder auf, sind also kontext- bzw. ziel-invariant. Sie können als flexible Bausteine höherer Ordnung für eine Vielzahl fachübergreifender Begriffsstrukturen eingesetzt werden, die je nach Ausgangsposition und Interessenlage zur Beschreibung der jeweiligen Wirklichkeit geeignet sind.

Damit erweisen sich diese Bausteine auch als ideale Lehrgegenstände quer durch alle Schulfächer hindurch. Sie sind in hohem Grade fach-übergreifend (im *transdisziplinären* Sinne) und nehmen daher in der von der GDNÄ-Kommission angestrebten „Allgemeinbildung durch Naturwissenschaften“ eine zentrale Stellung ein. Im Bildungsbaum von Abb. 4 ist diese Akzentsetzung durch die mit „1“ bezeichneten Pfeile angedeutet.

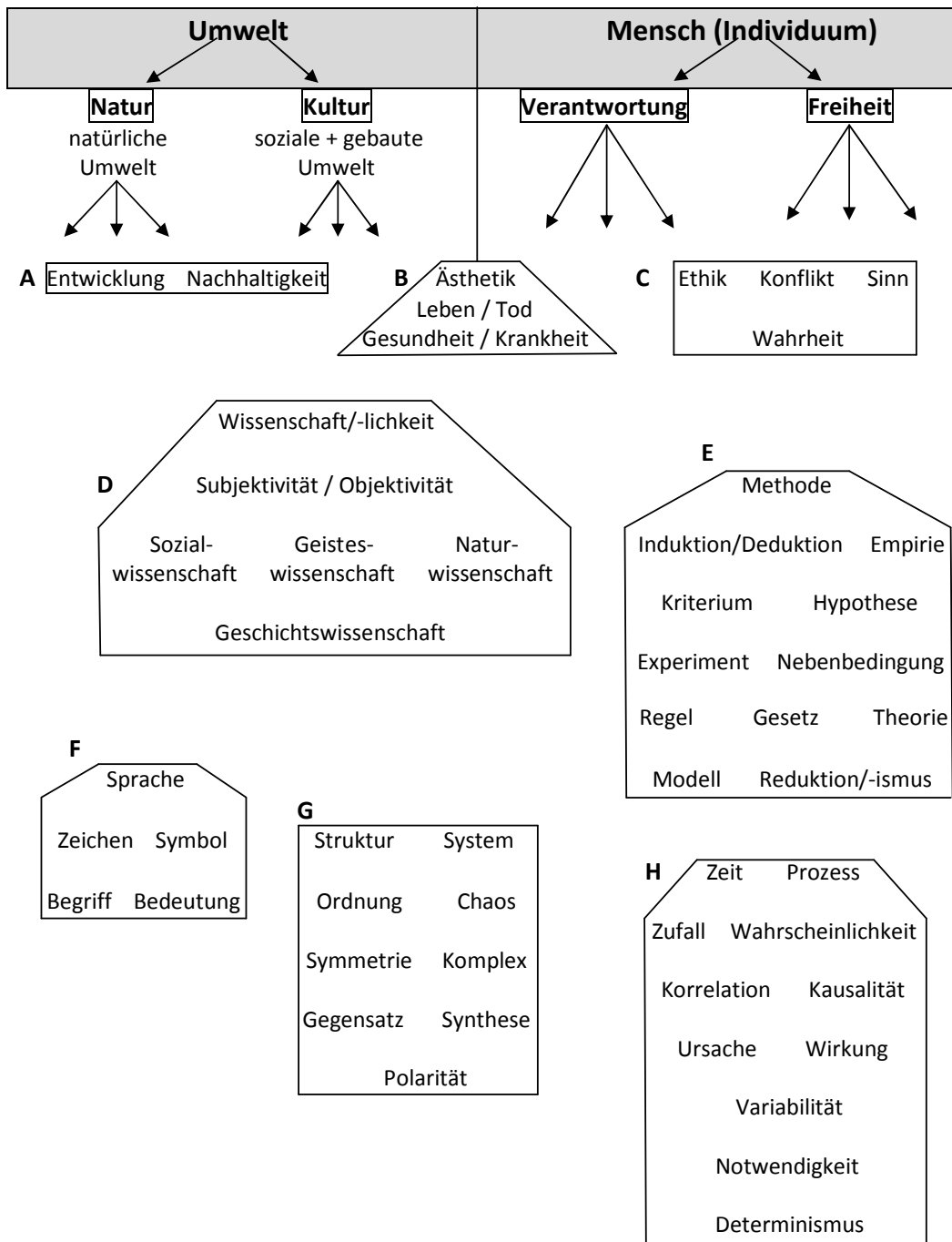


Abb. 6: Eine der vielen Möglichkeiten, die Fundamentalbegriffe aus Zone 1 der GDNÄ-Rosette zu strukturieren



## 1.4 Prozesse des Denkens und Arbeitens (Fertigkeiten)

kategorisiert und gewichtet

In Zone 1 der GDNÄ-Bildungsrosette sind außer den fachübergreifenden Fundamentalbegriffen auch 35 *Fertigkeiten* gesammelt worden, die nach Meinung der Kommission charakteristisch für wissenschaftliches Denken und Arbeiten sind. Sie können als Repräsentanten einer allgemeinen „Wissenschaftlichkeit“ angesehen werden, weil sie grundsätzlich die Methodik darstellen, die Wissenschaft überhaupt erst konstituiert. Sie sind auf der gegenüberliegenden Seite in Tab. 5 aufgeführt.

So sehr man sich auch in der heutigen bildungspolitischen Situation über die generelle Wichtigkeit von Fertigkeiten einig ist, so wenig einig ist man sich jedoch über ihre Anzahl, ihre Rangordnung, – ja, sogar über das Verständnis einzelner dieser Fertigkeiten. Es ist zum Beispiel immer wieder erstaunlich, wie wenig Konsens in vielen Schulen darüber besteht, was man unter „erklären“, „verstehen“, „definieren“, „messen“, „beweisen“ verstehen soll. In der ungekürzten GDNÄ-Denkschrift 2007 sind die Fertigkeiten von Tab. 5 unter der in ihr angegebenen Nummer ausführlich definiert, so dass der Leser dort nachschlagen kann, was die GDNÄ-Kommission darunter versteht.

In Tab. 5 ist zudem der Versuch unternommen worden, die Fertigkeiten in drei Kategorien einzuteilen und in diesen Kategorien nach Höhe des geistigen Anspruchs zu gewichten. Das ist zum Teil recht schwierig, da einige Fertigkeiten unscharf definiert, andere multi-funktional sind und daher gleichzeitig in mehrere Kategorien eingestuft werden können. Dennoch soll diese Zusammenstellung ein Ansporn für Lehrkräfte sein, sich genauer mit Fertigkeiten als den psychomotorischen Komponenten von Bildung zu beschäftigen, sie auszuscharfen und eventuell ihre Systematik zu verbessern.

Dabei ist auch zu überlegen, ob nicht einige der im vorigen Kapitel behandelten Fundamentalbegriffe von Zone 1, die als Substantive formuliert sind, besser als *Verben* und damit als Fertigkeiten ausgewiesen werden sollten. Die inhaltliche Nähe der Fundamentalbegriffe zu den in Tab. 5 gesammelten Fertigkeiten ist ja ohnehin groß, da beide die *Methodik* wissenschaftlichen Arbeitens betreffen. So wurde zum Beispiel der ursprünglich als „Modell“ aufgeführte Begriff schon in *modellieren* umbenannt, weil diese Fertigkeit nicht nur im Mathematik-, sondern auch im naturwissenschaftlichen Unterricht eine zunehmende Rolle spielt.

Eine solche „Verbifizierung von Substantiven“ könnte dazu beitragen, den Akzent im Unterricht stärker von Wissen zu Können, von Begriffen zu Fertigkeiten hin zu verschieben, so wie es am Anfang dieser Schrift in Merksatz 4 skizziert und im Bildungsbaum von Abb. 4 durch Pfeile mit „2“ symbolisiert wurde. Hier einige Vorschläge:

Begriff —————> *begreifen*  
Gesetz —————> *setzen, festsetzen*  
Hypothese —————> *Hypothesen bilden*  
Leben —————> *leben*  
Struktur —————> *strukturieren*  
System —————> *systemisch denken, systematisieren*

Wer Unterricht kennt, weiß, wie wenig man eigentlich „weiß“, wenn man solche Substantive nur wissentlich beherrscht, und wie viel wichtiger, aber auch schwerer es ist, diese Tätigkeiten, die Verben, wirklich zu *vollziehen*.



Zum Beispiel „Hypothese“: Eine Hypothese, wenn erst vorhanden, dient als Instrument eines logischen Kalküls zur Überprüfung eines Sachverhalts (Poppersche Methode). Die Frage ist nur, wie sie *entsteht*. Der Prozess des *Hypothesenbildens* ist kein rein logischer Vorgang, sondern enthält assoziative, emotionale, intuitive Anteile. Insofern ist die Rückführung des Produkts, die Hypothese, auf den Prozess, das Hypothesen bilden, ein wichtiger pädagogischer Schritt.

Oder das Beispiel „System“: Systeme finden wir in der Natur nicht vor – Systeme werden *gemacht*. Wer den *Prozess* systemischen Denkens: 1. *Abgrenzen* eines Objektbereiches innerhalb der Wirklichkeit, 2. analytisches *Zerlegen* des Bereiches in „Elemente“ und „Beziehungen“ nicht durchschaut und selbst einmal vollzogen hat, versteht nicht das Endergebnis: das dann scheinbar in der Natur vorliegende „System“.

Tab. 5: Kategorisierung und Gewichtung von 35 Fertigkeiten in 1.Näherung  
(Erläuterung unter der jeweils angegebenen Nummer in der ungekürzten Denkschrift)

| Anspr.-niveau                               | Fertigkeit   | Erl. | Anspr.-niveau                                      | Fertigkeit                             | Erl. | Anspr.-niveau  | Fertigkeit  | Erl. |
|---|--|------|--|--|------|--|---|------|
| zunehmende<br><b>Abstraktion</b>            | <i>formalisieren</i>                                       | 10   | zunehmende<br><b>Komplexität</b>                   | <i>problemlösen</i>                    | 20   | zunehmende<br><b>Theoriebildung</b><br>bzw.<br><b>Theoriebindung</b> | <i>bewerten</i>                                   | 34   |
|   | <i>messen</i>  | 9    |  | <i>beweisen</i>                        | 19   |  | <i>verstehen</i>                                  | 33   |
|   | <i>zählen</i>  | 8    |  | <i>falsifizieren/<br/>verifizieren</i> | 18   |  | <i>erklären</i>                                   | 32   |
|   | <i>schätzen</i>  | 7    |  | <i>Fehler analysieren</i>              | 17   |  | <i>urteilen</i>                                   | 31   |
|   | <i>definieren</i><br>(im Sinne von „sprachlich abgrenzen“) | 6    |  | <i>experimentieren</i>                 | 16   |  | <i>mathematisieren</i>                            | 30   |
|   | <i>generalisieren</i><br>/klassifizieren                   | 5    |  | <i>modifizieren/<br/>variieren</i>     | 15   |  | <i>modellieren</i>                                | 29   |
|   | <i>Ähnlichkeiten entdecken</i>                             | 4    |  | <i>herleiten/<br/>folgern</i>          | 14   |  | <i>Alternativen entwickeln</i>                    | 28   |
|   | <i>erläutern</i>   | 3    |  | <i>deuten/<br/>interpretieren</i>      | 13   |  | <i>definieren</i><br>(i.S.v. „logisch einordnen“) | 27   |
|   | <i>beschreiben</i><br>bzw.<br><i>formulieren</i>           | 2    |  | <i>begründen</i>                       | 12   |  | <i>plausibel machen</i>                           | 26   |
|   | <i>beobachten</i>  | 1    |  | <i>analysieren</i>                     | 11   |  | <i>sich orientieren</i>                           | 25   |
|   |  |      |  |  |      | <i>analogisieren</i>   | 24  |      |
|   |  |      |  |  |      | <i>übertragen</i><br>(Transfer)                                      | 23  |      |
|   |  |      |  |  |      | <i>vergleichen</i>   | 22  |      |
|   |  |      |  |  |      | <i>kritisch betr.</i>  | 21  |      |
| überwiegend <b>deskriptive Fertigkeiten</b> |  |      | überwiegend <b>kausal-analytische Fertigkeiten</b> |  |      | überwiegend <b>theoriebezogene Fertigkeiten</b>                      |   |      |





## 1.5 Affektive Grundlagen naturwissenschaftlicher Bildung

Versteht man „Kompetenz“ als umfassende Voraussetzung (Fähigkeit *und auch* Bereitschaft) zur Aufgabenlösung in einem bestimmten Tätigkeitsbereich, so enthält sie nicht nur das zur Lösung von Aufgaben notwendige *Wissen* und *Verstehen* (kognitive Voraussetzungen) und nicht nur die hierzu gebrauchten *Fertigkeiten* (psychomotorische Voraussetzungen), sondern gleichermaßen auch Interesse, Bereitschaft, Neigung, Motivation, also *Einstellungen* und *Haltungen* (affektive Voraussetzungen), ohne die der Antrieb zur Lösung von Aufgaben gar nicht erst gegeben wäre.

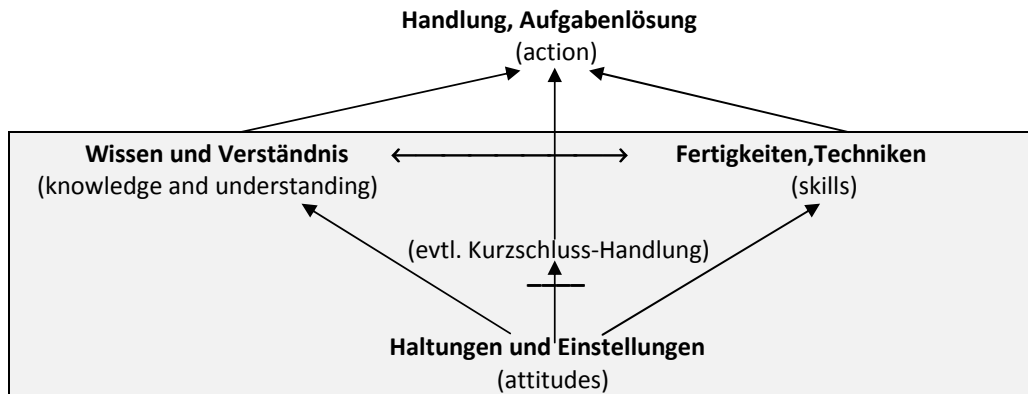


Abb. 7: Dreiteiligkeit einer wirklichen „Kompetenz“, bestehend aus Wissen, Fertigkeiten und Haltungen wie auch Einstellungen

Entsprechend sind auch die in Abb. 5 dargestellten zwölf „allgemeinbildenden Kompetenzen“ dreiteilig mit einer dafür wesentlichen affektiven Komponente zu verstehen. Zur „Allgemeinbildung“ gehören eben unbedingt auch *Einstellungen* und *Haltungen* dazu, oder anders gesagt: Zur „Bildung“ gehört auch „Erziehung“.

In der Denkschrift werden – im Unterschied zur Alltagssprache, in der die beiden häufig durch ein den Unterschied verschleiernendes „und“ verknüpft werden – *Einstellungen* von *Haltungen* klar unterschieden. Die Unterscheidung geht schon auf Gardner (1975) zurück.

Einstellungen – so wie Interessen – sind, im Bilde gesprochen, „horizontale Ausrichtungen“ unserer Handlungsantriebe auf Gegenstände oder Themen, die vor uns als in einer Ebene ausgebreitet gedacht werden können („Scheinwerfer-Einstellung“) und die wir subjektiv nach eigenem Geschmack bewerten und auswählen: angenehm/unangenehm, interessant/uninteressant, begehrlch/entbehrlich. Sie sind ganz subjektiv und Person-bezogen.

Dagegen orientieren sich Haltungen – um im Bilde zu bleiben – „vertikal nach oben hin“ an allgemeinen, objektiven Werten, die über die Person hinausgehen.

Der Unterschied wird immer dann besonders deutlich, wenn ein Konflikt auftritt zwischen persönlichen Neigungen, Interessen, Einstellungen auf der einen Seite und allgemeinen (z.B. moralischen) Werten auf der anderen, die dagegen stehen.

Durch Haltungen, die an feste, überpersönliche Werte gebunden sind, erhält die Persönlichkeit eine besondere Festigkeit und Zuverlässigkeit, weshalb Haltungen auch häufig als Charakter-Konstanten bezeichnet werden. Im Unterschied zu Einstellungen, die manchmal über Nacht umschlagen können, „halten“ die Haltungen eben sehr viel länger.



**1.5.1 naturwissenschaftlich bedeutsame Haltungen**

Die Bildungskommission hat in ihrer Denkschrift 2007 acht Haltungen als affektive Ziele des naturwissenschaftlichen Unterrichts in Betracht gezogen, die in Biographien von Naturwissenschaftlern immer wieder auftauchen und bereits in einer parallel laufenden deutsch-japanischen Vergleichsstudie operationalisiert und an Schülern empirisch erprobt wurden (Abb. 8).

Haltungen haben im Leben immer auch eine Gegenhaltung, die in Abb. 8 nicht dargestellt ist (s. unten, Kap. 1.5.2). Obwohl diese Art von Polarität grundsätzlich auch innerhalb der Wissenschaften gilt, wird sie aber in der Naturwissenschaft um der Zuverlässigkeit und Berechenbarkeit willen bewusst nach der in Abb. 8 dargestellten einen Seite hin verschoben. Jedoch sollte dabei nie vergessen werden, dass die Übertreibung einer Haltung (z.B. Genauigkeit → Pedanterie) auch innerhalb der Naturwissenschaft unsinnig ist. Das gilt für alle 8 Haltungen.

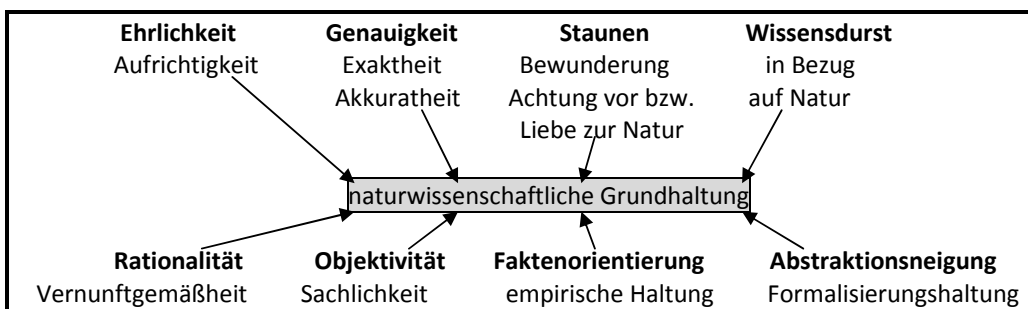


Abb. 8: Acht für naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten wichtige Einzelhaltungen. Das ganze Bündel kann als „naturwissenschaftliche Grundhaltung“ bezeichnet werden

**1.5.2 Polarität von Haltungen**

Haltungen sind im Leben, wie oben schon bemerkt, polar strukturiert. Zu jeder Haltung gibt es eine Gegenhaltung, die ihr zwar logisch widerspricht, aber genau so lebensnotwendig ist, weil sie die erstere begrenzt, am Ausufern hindert und so hilft, den für jede Situation optimalen Zustand einzustellen (Abb. 9). Das entspricht der allgemeinen Polarität von Lebensprozessen.

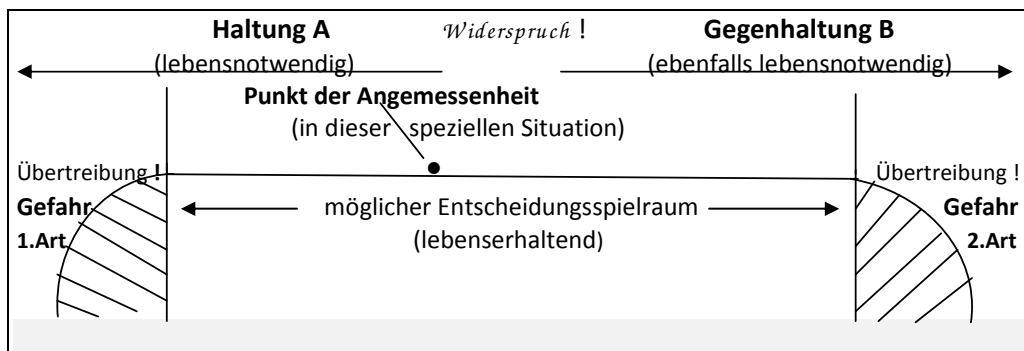


Abb. 9: Polarität von Haltungen als Grundeigenschaft des Lebens

In Tab. 6 wird die Polarität der acht naturwissenschaftlichen Haltungen im Einzelnen entfaltet. Es liegt nahe, diese Tabelle in der Schule zum Anlass zu nehmen, mit Schülern – vor allem der Oberstufe – einmal über wissenschaftliche Methodik als solche zu sprechen.



Tab. 6: Polarität der acht naturwissenschaftlichen Haltungen von Abb. 8

| Haltung   |   | Gegenhaltung  |  |
|---|---|---|--|
| <i>neg. Spielraum (Übertreibung)</i>  | ↓ <i>positiver Spielraum im täglichen Leben</i><br><b>Schwerpunkt in den Naturwissenschaften</b>  |   | <i>neg. Spielraum (Übertreibung)</i>   |
| <b>Wahrheitsfanatismus:</b> Ehrlichkeit um jeden Preis bis zu Unmenschlichkeit                  | <b>Ehrlichkeit, Aufrichtigkeit</b> bzgl. eigener Handlungsmotive, auch eigener Fehler; Anerkennung Anderer  | <b>angemessene Diskretion:</b> Takt gegenüber Mitmenschen, ohne aber Fakten zu verfälschen  | <b>Unehrllichkeit,</b> Lüge, Unterschlagung eigener Fehler                               |
| <b>Pedanterie:</b> bis zu Kontraproduktivität   | <b>Genauigkeit, Exaktheit</b> Ordnungssinn in Beobachtung und Sprache   | <b>Großzügigkeit:</b> auf die große Linie achten; Kleinigkeiten ignorieren  | <b>Schlampigkeit</b> Ungenauigkeit, Fahrlässigkeit                                       |
| <b>Naturanbetung,</b> die vergisst, dass wir Teil von ihr sind u.sie gestalten müssen           | <b>Naturachtung, Respekt vor der Natur:</b> Bewunderung der Natur; Wunsch, sie zu pflegen, zu erhalten; Vorsichtshaltung ihr gegenüber  | <b>Natur-Bewältigung:</b> Wunsch, die Natur zu erkennen, um sie als unseren Wohnraum gestalten zu können                                  | <b>Naturmissachtung:</b> schamlose Ausbeutung der Natur für eigene Zwecke                |
| <b>Wissenssucht bzgl. Natur:</b> Informationsgier bis zu Forschungssucht                        | <b>Wissensdurst/Neugier bzgl. der Natur:</b> Wunsch nach Erkenntnis/Wissen, um ihr gerecht zu werden und Fehler zu eliminieren  | <b>begründeter partieller Wissensverzicht</b> zugunsten anderer Wissensbereiche (Politik, Gesellschaft, Kunst, Sport u.a.)                | <b>Desinteresse an Natur:</b> „Egal-Haltung“ wegen ganz anderer Interessen               |
| <b>Rationalismus</b> Sucht, alles logisch zu zergliedern u.Intuition + Emotion allg. abzuwerten | <b>Rationalität:</b> Nicht nur Fähigkeit zu, sondern auch <i>Wunsch nach</i> gedanklicher Durchdringung der Welt, nach <i>Ergänzung</i> von Mythen durch rationale Einsichten | <b>Intuitionalität:</b> Fähigkeit zu und <i>Wunsch nach</i> intuitivem Erfassen der Welt als Ausgleich zum logisch-analytischen Verstehen | <b>Irrationalität</b> Abneigung gegen logisch-analytische Verfahren; reine Emotionalität |
| <b>Objektivismus</b> Fixierung auf den Glauben an eine „objektive Welt“, die erforschbar ist    | <b>Objektivität:</b> nicht nur Fähigkeit zu, sondern auch <i>Wunsch nach</i> Überprüfung eigener Standpunkte durch Fakten; <i>Freude</i> an Überwindung subjektiver Fehler    | <b>angemessene Subjektivität:</b> Mut, sich einen eigenen Standpunkt zu bilden und ihn zu vertreten                                       | <b>Subjektivismus</b> „verrannte Subjektivität“; immer bei eigener Sichtweise verharren  |
| <b>Empirismus:</b> Anbetung von Fakten und Ver-teufelung jeder Spekulation                      | <b>empirische Grundhaltung</b> Wunsch nach empirisch belegtem Weltbild u. Faktenbeschaffung zur Kontrolle der spekulativen Phantasie  | <b>kreative Phantasie</b> Wunsch nach Ergänzung der Empirie durch spekulative u. theoriebildende Phantasie                                | <b>Spekulations-sucht:</b> Phantasiebesessenheit ohne Rücksicht auf Fakten               |
| <b>Formalismus:</b> Neigung, alles zu formalisieren und die Welt nur noch in Rastern zu sehen   | <b>Formalisierungshaltung:</b> Wunsch nach Reduktion der Wirklichkeit auf das Wesentliche: Oberbegriffe, Schemata, Formeln, Tabellen, Zahlen, Theorien. „Reduktionslust“      | <b>Konkretisierungshaltung</b> Bedürfnis, abstrakte Denkfiguren sinnlich zu veranschaulichen; Phänomen- Orientierung                      | <b>„Konkretismus“</b> Abneigung gegen jede Abstraktion; „anti-mathematische Haltung“     |



## 2. Praktische Anwendungen im Unterricht

### 2.1 Strukturierung von Unterricht durch fachübergreifende Themenkreise

Ein „fachübergreifender *Fachunterricht*“ kann durch fachübergreifende Themenkreise (Module) sinnvoll strukturiert werden, die sich am Bildungsanspruch der allgemeinbildenden Schulen orientieren: die Lernenden sollen befähigt werden, sich in der modernen Welt zurechtzufinden; das Schulfach muss nicht in direktem Zusammenhang mit dem späteren Beruf stehen.

Die in der ungekürzten Denkschrift dargestellten 44 Themenkreise verfolgen dieses Ziel. Sie wurden nicht nach Kriterien der Fachsystematik ausgewählt, sondern nach dem Kriterium „Allgemeinbildung“ (s. S. 7). Tab.7 zeigt den formalen Aufbau.

Um in allen Schultypen verwendbar zu sein, sind die Themenkreise in 3 „Niveaustufen“ gegliedert. Inhalte einer Stufe werden in der Folgestufe weitergeführt (Pfeile!) und dort nicht noch einmal genannt.

#### Niveaustufe 1: Pragmatisches Verständnis

Die für diese Stufe als Basis-Niveau genannten Schwerpunkte sind von der Art, dass sie von *allen* Schülern nach Abschluss ihrer Schulzeit (wann auch immer diese liegen mag) beherrscht werden müssen. Es dürfte nach der Vorstellung der GDNÄ-Bildungskommission keinen Schulabgänger, gleich welcher Schulart, geben, der dieses Niveau nicht beherrscht.

#### Niveaustufe 2: Fachliche Vertiefung

In der 2.Stufe werden die Schwerpunkte der 1.Stufe als flexibles mittleres Niveau durch ein fundierteres Fachwissen erweitert und vertieft. Dieses Niveau ist für *Schulabgänger nach der S I*, also Haupt-, Regel- oder Realschule, und für *S II-Einsteiger an Gymnasien* gedacht.

#### Niveaustufe 3: Umfassenderes Verständnis

Die Schwerpunkte dieser Stufe legen das Abiturniveau für das jeweilige Fach fest, das am Ende der S II erreicht sein sollte. Inhalte sollten hier in höhere metakognitive Zusammenhänge eingeflochten werden.

Tab.7: Grundmuster eines Themenkreises

| Konkrete Objekte/Ereignisse des tägl. Lebens                 | Aufzählung von Objekten, Themen oder Ereignissen aus dem täglichen Leben, die jeden Bürger angehen       |                         |                              |
|--|--|-------------------------|------------------------------|
| Niveaustufe →  | 1: Pragmatisches Verständnis   | 2: Fachliche Vertiefung | 3: Umfassenderes Verständnis |
| fachliche Grund- und Spezialbegriffe                         | notwendige Fachbegriffe zum Verständnis des Sachverhalts   | →                       | →                            |
| Verbindung zu anderen Fächern                                | zu Chemie, Biologie, Geowissenschaften, Physik, Gesellschaftswissenschaften, Kunst, Sprachen, Sport usw. | →                       | →                            |
| allgemein naturwiss. Grundbegriffe                           | Grundbegriffe aus Zone 2 der GDNÄ-Rosette  | →                       | →                            |
| allg. wissenschaftliche Fundamentalbegriffe u. -fertigkeiten | Fundamentalbegriffe und <i>Grundfertigkeiten</i> aus Zone 1 der GDNÄ-Rosette                             | →                       | →                            |
| allgemeinbildende Kompetenzen des „Kompetenzrades“           | Kompetenzen, die durch diese Inhalte und Fertigkeiten <i>spezifisch</i> gefördert werden                 | →                       | →                            |
| Grundhaltungen wissenschaftlichen Denkens u. Arbeitens       | eine oder mehrere der acht naturwissenschaftlich wichtigen Grundhaltungen                                | →                       | →                            |



## 2.1.1 Themenkreise Biologie

### a. Übersicht über die Themenkreise

- Themenkreis 1: Zellen - Die „Zwerge des Lebens“
- Themenkreis 2: Umgang mit Genen - Pro und contra
- Themenkreis 3: Alles für uns? - Bedeutung von Pflanzen und Tieren für unser Leben
- Themenkreis 4: „Essen und Trinken halten Leib und Seele zusammen“ - Fragen zur menschlichen Ernährung
- Themenkreis 5: Körperkraft? - Bioenergien im Organismus
- Themenkreis 6: Hormone – Kleine Ursache, große Wirkung
- Themenkreis 7: Angst vor Ansteckung? – Moderne Immunbiologie
- Themenkreis 8: Sehen und Hören – Teamarbeit von Sinnesorganen und Nervensystem
- Themenkreis 9: Frei oder programmiert? – Über Ethologie und Ethik
- Themenkreis 10: Fortpflanzung, Wachstum, Entwicklung, Tod – Stationen menschlichen Lebens
- Themenkreis 11: Drogen – Die Talfahrt in chemische Abhängigkeit
- Themenkreis 12: Könnten wir ohne grüne Pflanzen leben? – Photosynthese im Haushalt der Natur (s. unten)
- Themenkreis 13: Ökosysteme – Organisationsstufen des Lebendigen
- Themenkreis 14: Geschichte und Zukunft des Lebens auf der Erde – Fragen zur biologischen Evolution

### b. Tab.8: Beispiel Bio 12 „Könnten wir ohne grüne Pflanzen leben?“ (Photosynthese)

| konkr. Objekte/Ergebnisse d. Alltags                      | Wald, See/ Meer, Kulturpflanzen, Naturschutz, Nahrungskette Pflanze/Tier/Mensch, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Gartenbau, Rohstoffe   |   |   |
|---|--|---|---|
| Niveaustufe →   | 1: Pragmat. Verständnis  | 2: Fachliche Vertiefung   | 3: Umfass. Verständnis  |
| fachliche Grund- und Spezialbegriffe                      | Blatt, Zelle, Chloroplast, Chlorophyll, Licht, Wasser, Zucker, Stärke; Photosynthese (vereinfacht) Verwandlung/Fixierung; Ökosystem (vereinfacht), Nahrungskette/Nahrungsnetz  | →<br>Nährstoff, Assimilation/Dissimilation, Stoffwechsel, Katalyse (Enzym), Stoff- u. Energiefluss i. der Zelle, Bruttogleichung d. Photosynthese (Summenformel) Organismus/ Organ/ Gewebe, Produzent, Konsument, Destruent | →<br>Kapillarität, Osmose, Chloroplastenstruktur, Licht-Dunkel-Reaktionen, Stoffzyklen i. d. Zelle (z. B. Calvin-Zyklus, vereinf.), sek. Pflanzenstoffe; Energiefluss i. d. Biosphäre, Energiequalität (Auf-/Abwertung), C-Kreislauf; biolog. Evolution |
| Verbindung zu anderen Fächern                             | <b>Chemie:</b> Kohlenstoffdioxid, Sauerstoff, Wasser, Mineralsalz, Kohlenhydrat; chem. Reaktion<br><b>Physik:</b> Energie, Energieumwandlung, Energiesatz<br><b>Geographie:</b> Herkunftsländer v. Pflanzen- u. Tierprodukten<br><b>Gesellschaftswiss.:</b> Hungerländer, Welternährung, Globalisierung. | →<br><b>Chemie:</b> chem. Gleichung Summen-/Strukturformel organisch/anorganisch  | →<br><b>Chemie:</b> Stoffbilanz, Mono-, Di-, Polysaccharide<br><b>Physik:</b> Entropie, Energiequalität, Wärme  |
| allg.-naturwiss. Grundbegriffe (Zone 2)                   | Stoff, Licht, Energie/-umwandlung, Temperatur, Zeit, Absorption  | →<br>Formel (chem.), Element, Diffusion, Konzentration  | →<br>Makromolekül, Ion, Ladung, Photon, Frequenz  |
| allg.-wiss. Fundamentalbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1) | Umwelt, Natur/Kultur, Ursache/Wirkung, Nachhaltigkeit, Begriff, Ästhetik; <i>beschreiben, erläutern, begründen, vergleichen, bewerten, experimentieren</i>   | →<br>Funktion, Sinn, Symbol; <i>erklären, definieren, formalisieren, interpretieren</i>   | →<br>Synthese, Komplexität, Hypothese, Theorie, Modell; <i>analysieren, generalisieren</i>  |
| allgemeinbildende Kompetenzen                             | Umwelt- u. Sprachkompetenz, ästhet. u. instrument. Komp.   | →   | →<br>wiss. theor., histor. Komp.  |
| naturwissenschaft. Grundhaltungen                         | Wissbegierde, Ehrlichkeit, Naturachtung, empir. Haltung  | → Genauigkeit, Formalisierungshaltung   | → Rationalität, Objektivität  |



## 2.1.2 Themenkreise Chemie

### a. Übersicht über die Themenkreise

- Themenkreis 1: Stoffe – Von der Vielfalt zur Systematik
- Themenkreis 2: Aufbau der Stoffe – Von der Zusammensetzung zur Struktur
- Themenkreis 3: Chemische Reaktionen – Umwandlung von Stoffen
- Themenkreis 4: Brennstoffe – Von alten und neuen chemischen Energieträgern
- Themenkreis 5: Metalle - Werkstoffe und mehr
- Themenkreis 6: Säuren - Basen – Salze
- Themenkreis 7: Chemie im Haushalt – Chemie im Alltag
- Themenkreis 8: Farbstoffe – Schön und nützlich
- Themenkreis 9: Kunststoffe – Neue Materialien und mehr
- Themenkreis 10: Naturstoffe – Von Biomaterialien bis zu Molekülen des Lebens

### b. Tab.9: Beispiel Che 3 „Chemische Reaktionen – Umwandlung von Stoffen“

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <b>konkrete Objekte und Ereignisse des Alltags</b>               | Explosion, Brand, Verbrennung, Kuchenbacken, Kochen, Braten, Oxidation, Anlaufen eines Silberlöffels, Korrosion, Rost, Mörtelschäden durch sauren Regen, Katalysator, Enzym, alkoholische Gärung |  |  |
| <b>Niveaustufe →</b>   | <b>1: Pragmat. Verständnis</b>   | <b>2: Fachliche Vertiefung</b>   | <b>3: Umfass. Verständnis</b>  |
| <b>fachliche Grund- und Spezialbegriffe</b>                      | chem.Reaktion, chem.Gleichgewicht, chemietechn. Verfahren, Aktivierungsenergie, stabile/instabile Verbindung, Säure-Base, Neutralisation, Titration, Stöchiometrie                               | →<br>Katalyse, Zwischenprodukt, Inhibitor, therm./photochemische Aktivierung, Reaktionsgeschwindigkeit, Addition, Eliminierung, Substitution, Reduktion, Oxidation, Bindungsenergie, funktionelle Gruppe | →<br>chem.Bindung, Reaktionsmechanismen, Photolyse, Massenwirkungsgesetz, Radikal, Nucleophilie/ Elektrophilie, Enthalpie, Kinetik, Thermodynamik, Spektroskopie |
| <b>Verbindung zu anderen Fächern</b>                             | <b>Physik:</b> Energie/-formen<br><b>Biologie:</b> Stoffwechsel<br><b>Geowiss.:</b> Mineral, Erz, Rohstoff   | →<br><b>Biologie:</b> Enzym, Photosynthese   | →<br><b>Physik:</b> elektromagnet. Spektrum, Energieniveau<br><b>Biologie:</b> Biorhythmik<br><b>Gesellschaftswiss.:</b> Verantwortung, Risikobewert.            |
| <b>allg.-naturwiss. Grundbegriffe (Zone 2)</b>                   | Energie, Größengleichung, Periodensystem, Teilchen, Zeit, Volumen, Druck, Temperatur, Masse, Kraft, Ladung   | →<br>Energiesatz, Gleichgewicht, Dipol, Konzentration  | →<br>Licht, Absorption, Wellenlänge, Frequenz, Potential, Schwingung, Entropie   |
| <b>allg.-wiss. Fundamentalbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)</b> | Empirie, Gesetz, Regel, Kausalität, Kontrollexperiment, Methode, Modell, Symbol; <i>experimentieren, beobachten, begründen, beschreiben, deuten, zählen, vergleichen, Zusammenhänge erkennen</i> | →<br>Reduktion, System, Hypothese, Deduktion/Induktion<br>Theorie, Geschichte; <i>beweisen, simulieren, klassifizieren, mathematisieren</i>  | →<br>Wissenschaft/lichkeit, Korrelation, Ursache; <i>analysieren, bewerten, falsifizieren/verifizieren</i>   |
| <b>allgemeinbildende Kompetenzen</b>                             | Umwelt-, Sprach-, Lernkompetenz, soziale u. instrumentelle Kompetenz   | →<br>Denkkompetenz (abstraktes Denken), historische Kompetenz  | →<br>wissenschaftstheoretische Kompetenz   |
| <b>naturwissensch. Grundhaltungen</b>                            | Wissbegierde, Genauigkeit, Naturachtung, empirische Grundhaltung   | →<br>Rationalität, Objektivität  | →<br>Formalisierungshaltung  |



## 2.1.3 Themenkreise Physik

### a. Übersicht über die Themenkreise

- Themenkreis 1: Autofahren mit Verstand – Bewegungsgesetze kennen und anwenden
- Themenkreis 2: Messen – Eine unverzichtbare Kulturtechnik
- Themenkreis 3: Fest, flüssig, gasförmig – Zustandsformen der Stoffe
- Themenkreis 4: Warum ist der Regenbogen farbig? – Optische Phänomene
- Themenkreis 5: Mit Spannung Strom erwarten! – Elektrizität im Alltag
- Themenkreis 6: Was wärmt uns morgen? – Energie heute und zukünftig
- Themenkreis 7: Mobiltelefon, SMS, Fernsehen, Computer – Physikalische Grundlagen der Informationstechnologien
- Themenkreis 8: Sonne, Mond und Sterne – Stellung des Menschen im Kosmos
- Themenkreis 9: Die Natur macht Sprünge – Quantenstruktur der Materie
- Themenkreis 10: Ist alles vorherbestimmt? – Determinismus und Zufall

### b. Tab.10: Beispiel Phy 10 „Ist alles vorherbestimmt?–Determinismus und Zufall“

| konkr. Objekte/<br>Ereignisse des<br>Alltags                     | Wahrscheinlichkeit, Zufall, Naturgesetz, Ungenauigkeit, Chaos, Glücksspiel   |   |  |
|--|--|---|--|
| Niveaustufe →  | 1: Pragmat. Verständnis  | 2: Fachliche Vertiefung   | 3: Umfass. Verständnis   |
| <b>fachliche Grund- und Spezialbegriffe</b>                      | Mittelwert, Wahrscheinlichkeit, Messfehler   | →<br>Standardabweichung, Ordnung/Unordnung, Zerfallsgesetz  | →<br>Differentialgleichg., Nichtlinearität, Anfangsbedingung determinist. Chaos, Entropie Attraktor, Dauer, Impuls Unbestimmtheitsrelation                                   |
| <b>Verbindung zu anderen Fächern</b>                             | <b>Geschichte:</b> histor. Zufälle<br><b>Biologie:</b> Variabilität der Organismen<br><b>Geographie:</b> Wettervorhersage<br><b>Deutsch:</b> Schicksalsromane<br><b>Gesellschaftswiss.:</b> Vorhersagbarkeit politischer Ereignisse (Hochrechnungen) | →<br><b>Chemie:</b> chem. Reaktionen<br><b>Biologie:</b> Mutation, Rekombination<br><b>Mathematik:</b> Zufall, Wahrscheinlichkeitsrechnung<br><b>Gesellschaftswiss.:</b> Versicherungen, Risiken<br><b>Geowissensch.:</b> Radioaktiv. | →<br><b>Biologie:</b> Verhaltensprogramme, Richtung der Evolution<br><b>Chemie:</b> Musterbildung in Lösungen, Kristallbildung   |
| <b>allg.-naturwiss. Grundbegriffe (Zone 2)</b>                   | Streuung (von Messwerten), Unschärfe (beim Messen)   | →<br>Gültigkeitsbereich, Gasgesetze, Approximation, Halbwertszeit   | →<br>Energie, Entropie, Evolution, Radioaktivität, Quant, Rückkopplung, Wechselwirkung   |
| <b>allg. wiss. Fundamentalbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)</b> | Ursache/Wirkung, Gesetz/Regel, Zufall, Wahrscheinlichkeit, Nebenbedingung, Natur, Notwendigkeit/Freiheit, Variabilität, Geschichte; <i>beobachten, beschreiben, messen, schätzen</i>   | →<br>Ordnung, Entwicklung, Methode; <i>denken, beweisen, erklären, folgern, formalisieren, mathematisieren</i>  | →<br>Empirie, Induktion, Kausalität, Chaos, Determinismus, Subjektivität/Objektivität, Theorie, Natur-/Sozialwissenschaft; <i>verifizieren/falsifizieren, generalisieren</i> |
| <b>allgemeinbildende Kompetenzen</b>                             | historische Kompetenz, Denkkompetenz (stochastisches Denken)   | →<br>Lernkompetenz (sporadisches vs. systematisches Lernen)   | →<br>wissenschaftstheoretische Kompetenz   |
| <b>nat. wiss. Haltungen</b>                                      | Wissbegierde, Ehrlichkeit, Naturachtung, empir. Haltung  | →<br>Rationalität, Genauigkeit, Objektivität  | →<br>Formalisierungshaltung  |



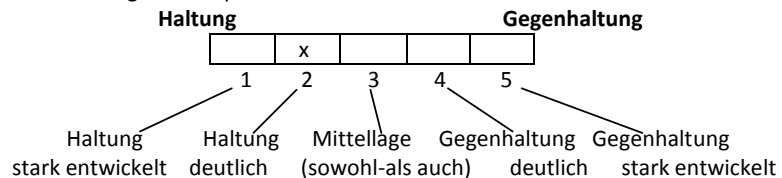
## 2.2 Übung von Haltungen am Beispiel „Objektivität“

Obwohl Haltungen sicherlich nicht explizit, ex cathedra, „gelehrt“, sondern allenfalls durch die *Art des Unterrichts* vermittelt, d.h. vorgelebt werden können, eignen sich doch bestimmte Themen und Verfahrensweisen in besonderer Weise dazu, Haltungen den Lernenden bewusst zu machen und sie von ihrer Wichtigkeit zu überzeugen. Dazu können im Unterricht spezielle Übungen dienen, wie im Folgenden skizziert wird.

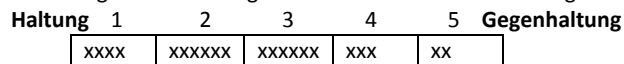
### 2.2.1 Allgemeine Strategie der Übung

1. Die zur Übung anstehende Haltung *und ihre Gegenhaltung* (Prinzip der Polarität von Haltungen, s. Abb.9 und Tab.6 dieser Schrift) bleiben zunächst *nur dem Lehrer/der Lehrerin bekannt*.
2. Die Lehrkraft zeichnet sich zu Hause bei der Vorbereitung den zu dieser Haltung gehörigen „Bildungsbaum“, in den alle Grundfertigkeiten und -begriffe aus Zonen 1 und 2 der GDNÄ-Rosette eingetragen werden, die zum Verständnis und zur Einübung der betr. Haltung nützlich sind. Beispiel: Bildungsbaum zur „Objektivität“ auf der folgenden Seite oben.
3. Nun wird den Lernenden die dazu ausgesuchte Aufgabe vorgelegt, ohne ihnen schon die betreffende Haltung zu verraten (s. Beispiel zu „Objektivität“ auf folgender Seite unten).
4. Sie sollen die Aufgabe in Einzelarbeit erledigen. Danach erst wird ihnen mitgeteilt, um welche *Haltung + Gegenhaltung* es sich bei dieser Aufgabe handelt. Sie sollen sich dann über die von ihnen angekreuzten Antworten Gedanken machen und sich einmal im Spannungsfeld Haltung-Gegenhaltung in einer 5-stufigen Skala platzieren.

Beispiel:



5. Danach sollen sie *Dreier- oder Vierergruppen* bilden und sich innerhalb der Gruppen über ihre Selbstplatzierung unterhalten. Ihre eigenen Ankreuzungen sollten dabei in einer wiederum 5-stufigen „Gruppenskala“ zusammengetragen werden.
6. Nach der Gruppendiskussion folgt ein *Plenumsgespräch* in der Klasse. Die Lehrkraft sammelt dazu auf einer Overhead-Folie mit der gleichen 5-stufigen Skala alle von den Schülern gemachten Kreuze. Beispiel:



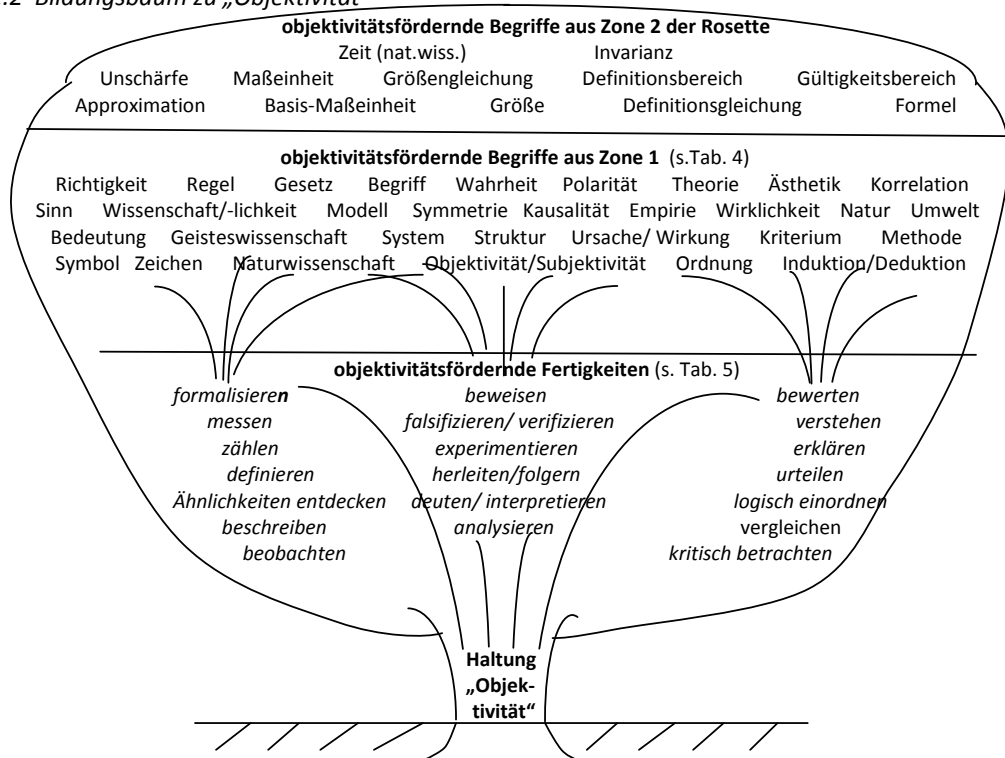
7. Die Klasse diskutiert das Ergebnis, das die Schüler/innen meistens überrascht. Die Lehrkraft hält sich dabei mit eigenem Urteil noch zurück.
8. Nun wird gemäß dem Bildungsauftrag der Schule aus der deskriptiven in die *normative Phase* übergegangen. Das heißt für den naturwissenschaftlichen Unterricht: der Akzent wird auf *eine* Seite der Polarität, d.h. auf *eine* Haltung, gelegt und dies begründet. Dabei ist der Hinweis wichtig, dass auch in der Wissenschaft die Gegenhaltung zuweilen nicht nur erlaubt, sondern sogar notwendig ist, um Übertreibung einer Seite zu vermeiden (S. 17/18 dieser Schrift).
9. An verschiedenen Beispielen aus dem täglichen Leben wird dann die Bedeutung der hier besprochenen Haltungspolarität diskutiert. Dabei kommt es nicht auf das *Lehren* der entsprechenden Haltung (im Sinne einer „Tugendlehre“) an, sondern auf das *eigene Entdecken* der angesprochenen Werte durch die Schüler. Die Persönlichkeit des Lehrers/der Lehrerin spielt dabei natürlich als Vorbild – wie immer in der Schule – eine entscheidende Rolle.

Auf der folgenden Seite wird das Verfahren am Beispiel „Objektivität“ anhand zweier Übungsmedien veranschaulicht: 1. „Bildungsbaum“ für Objektivität (für die Hand des Lehrenden); 2. Aufgabe für die Lernenden (optische Täuschung). Andere Haltungsübungen verlaufen nach ähnlichem Muster.



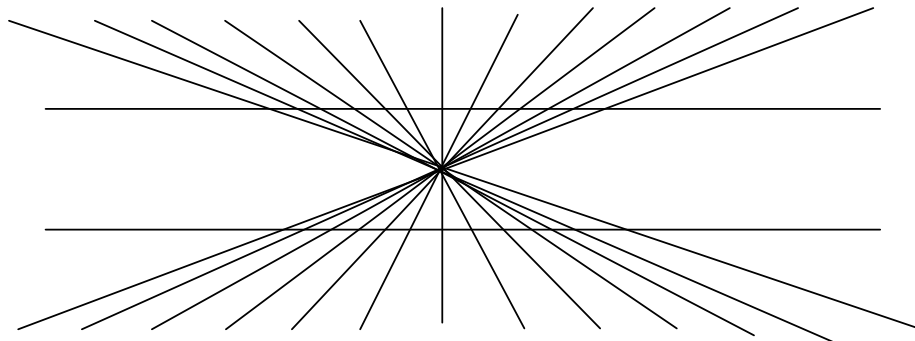


## 2.2.2 Bildungsbaum zu „Objektivität“



## 2.2.3 Schüleraufgabe zu „Objektivität“

In untenstehender Figur kannst Du zwei parallele Linien erkennen, die leicht gebogen erscheinen und keine Geraden sind. Wenn Du aber ein Lineal anlegst, wirst Du feststellen, dass sie tatsächlich Geraden sind und keinesfalls gebogen. Wie ist Deine Reaktion? Kreuze an, was für Dich zutrifft! (Mehrere Kreuze sind möglich).



1. Ich finde die Sache ganz spannend, aber nicht weiter aufregend
2. Ich traue dem Lineal nicht und nehme mal ein anderes, da ich mich sonst immer auf meine Augen verlassen kann
3. Ich misstrauere meinen Augen; es kann ja sein, dass ich einen Augenfehler habe
4. Ich misstrauere meinem Gehirn; es kann ja sein, dass es die Empfindungen meiner Augen falsch verrechnet
5. Mein Eindruck wie auch der Befund des Lineals sind *beide* richtig sind und ergänzen sich gegenseitig
6. Mein persönlicher Eindruck kann niemals durch äußere Mittel wie ein Lineal widerlegt werden. Was ich erlebt habe, habe ich erlebt, und deshalb ist es wahr
7. Ich finde diese Aufgabe arg spitzfindig und möchte mich dazu nicht äußern.