

GDNÄ-Bildungskommission

Allgemeinbildung durch Naturwissenschaften

Denkschrift der GDNÄ-Bildungskommission
mit Ergänzungen aus 2007
- Website www.gdnae.de -

- 2. Teil – Themenkreise**
- 3. Teil – Schlussbetrachtung**



GDNA

GESELLSCHAFT DEUTSCHER
NATURFORSCHER UND ÄRZTE E. V.



2. Teil: Themenkreise

Entwicklung von Themenkreisen für den fachübergreifenden Fachunterricht

von
Gunnar Berg

1. Einleitung

Die Auswahl konkreter Inhalte für den Unterricht in den naturwissenschaftlichen Schulfächern ist kein triviales Problem. Es kann weder Vollständigkeit angestrebt werden noch kann ein Begriff oder ein Themenbereich in seiner gesamten wissenschaftlichen Tiefe behandelt werden. Es kann und darf auch nicht sein, dass sich die Unterrichtsinhalte nur auf die sogenannten klassischen Bereiche der Naturwissenschaften beschränken und die modernen Inhalte wegen ihrer Unanschaulichkeit und Komplexität aussparen. Wegweiser bei der Auswahl muss die übergeordnete Zielsetzung des Unterrichtes in der allgemeinbildenden Schule sein: Schüler und Schülerinnen zu befähigen, sich in der modernen Welt zurechtzufinden (siehe dazu auch die grundsätzlichen Bemerkungen im Aufsatz Schaefer), insbesondere auch dann, wenn das entsprechende Fach nicht Grundlage oder Bestandteil des späteren Berufes ist. Das bedeutet selbstverständlich auch, auf gewisse, sicher interessante Inhalte zu verzichten, da die Unterrichtszeit begrenzt ist und auch Zeit für Wiederholung und Vertiefung zur Verfügung stehen muss.

Ein einfaches Verfahren, das bei kritischer Handhabung bereits gute Ergebnisse liefert, ist ein Experten-Konsens-Verfahren. In iterativer Form werden in verschiedenen Diskussionsrunden im Kreis von Fachleuten (Lehrer, Wissenschaftler usw.) die wesentlichen Grundbegriffe zusammengestellt, deren Wichtigkeit daran gemessen wird, ob sie zur täglichen Problemlösung beitragen (Schüler- und Gesellschaftsrelevanz) oder ob sie notwendig sind, um das entsprechende Fach zu verstehen (Fachrelevanz). Auf diese Weise wurden in der „Wittenberger Initiative“ (Schaefer 2000) etwa 500 Grundbegriffe und -fertigkeiten ermittelt, die die Basis des naturwissenschaftlichen Unterrichts darstellen. Sie sind im Anhang, S.109-113, noch einmal wiedergegeben. Um diese vertiefend zu lehren, sind selbstverständlich noch gewisse Spezialbegriffe notwendig, die sich aus der Fachlogik ergeben und die in den folgenden Themenkreisen ergänzend eingeführt werden. Die Grundbegriffe wurden in der Wittenberger Initiative durch drei verschiedene Bewertungsverfahren pädagogisch gewichtet. Dabei ergaben sich einige „Spitzenbegriffe“ von herausragender schulischer Bedeutung, die bei Lehrplanelentwicklungen erhöhte Beachtung verdienen. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, Begriffe allgemeinerer als nur eng naturwissenschaftlicher Bedeutung herauszustellen, um sie bewusst im naturwissenschaftlichen Unterricht zu akzentuieren. Das betont sowohl den allgemeinbildenden Charakter der Naturwissenschaften als auch die Verbindung zu anderen Schulfächern, die auch zu fachübergreifenden Projekten genutzt werden können.

Innerhalb der folgenden Themenkreise erhalten die Grundbegriffe und -fertigkeiten der Wittenberger Initiative ihren unterrichtspraktischen Platz, wobei ein und derselbe Begriff und natürlich jede Fertigkeit in verschiedenen Themenkreisen und wechselnden Kontexten immer wieder auftauchen können.

2. Auswahl von Themenkreisen

Da es uns bei dem hier verfolgten Ansatz um „Allgemeinbildung durch Naturwissenschaften“ geht, wurden die folgenden Themenkreise nicht nach den klassischen Kriterien der Fachsystematik ausgewählt, sondern nach einem der oben erwähnten drei Bewertungsverfahren



der Wittenberger Initiative, nämlich dem Bewertungsverfahren I, „Allgemeinbildung“. Bei diesem Verfahren hat sich herausgestellt, dass mit vier Kategorien die für die Schule wichtigsten Ziele erfasst werden können. Wie bereits in der Wittenberger Initiative dargestellt (s.dort, S. 37 f.), handelt es sich um folgende Kategorien:

Kategorien der Rezeption (Wahrnehmung)

Kategorie A: Wahrnehmen, Erleben und Verstehen von Einzelphänomenen der Welt (*elementare* Wahrnehmung).

Es geht um die unmittelbare Sinneserfahrung und ihre anschließende wissenschaftliche Erklärung..

Kategorie B: Wahrnehmung und Verständnis von größeren Zusammenhängen der Welt: allgemeines Welt- und Selbstverständnis (*komplexe* Wahrnehmung).

Es handelt sich um das Wahrnehmen und Verstehen dessen, „was die Welt im Innersten zusammenhält“. Weltbilder, Weltdeutungen und philosophische Fragestellungen sind Gegenstand dieser Themenkreise.

Kategorien der Aktion (Handlung)

Kategorie C: Individuelle, persönliche Lebensgestaltung (*individuelles* Handeln)

Es geht hier um Kenntnisse und Fertigkeiten, die jeder Einzelne für sich zur Bewältigung seines Alltags braucht.

Kategorie D: Lebensgestaltung in der Gemeinschaft (*gesellschaftliches* Handeln)

Hier handelt es sich um Kenntnisse und Fertigkeiten, die der Bürger zur Bewältigung gesellschaftlicher Probleme benötigt. In zunehmendem Maß besteht für Probleme, die die Gesellschaft in ihrer Gesamtheit lösen muss, ein naturwissenschaftlicher Hintergrund. Um angemessen urteilen zu können, muss der einzelnen Bürger zumindest über das Basiswissen verfügen, das es erlaubt, den Sachverhalt überhaupt als naturwissenschaftlichen Tatbestand zu erkennen, sowie den Stand seiner Erforschung und damit die Sicherheit der darauf basierenden Prognosen zu erfassen.

Für jedes der drei naturwissenschaftlichen Schulfächer sowie die Geowissenschaften sind die Kategorien systematisch durchgegangen und dazu möglichst umfassend Themenkreise ermittelt worden, die zu Beginn begründet werden. Dabei ist besonders auf konkrete Objekte und Ereignisse des täglichen Lebens Bezug genommen worden.

Jeder der folgenden Themenkreise ist mindestens aus einer dieser Kategorien heraus überzeugend begründbar. Je mehr Kategorien ihn allerdings begründen, desto wichtiger ist er für die Allgemeinbildung der Schüler und daher für den Schulunterricht.

3. Bedeutung der Gesamtheit der 44 Themenkreise

Ziel dieser Denkschrift ist zum einen, mit den angebotenen 44 Themenkreisen das *Verfahren* vorzustellen, wie Themenkreise zum „fachübergreifenden Fachunterricht“ ausgewählt und strukturiert werden können. Zum anderen soll mit ihnen ein grober Rahmen für einen *Minimalkatalog* von Inhalten umrissen werden, der auf jeden Fall in der Schule zu behandeln ist.

Dabei ist zu bedenken, dass die Beschränkung der Unterrichtszeit eine strenge Auswahl der Inhalte erfordert. Viele interessante und vom fachlichen Standpunkt aus wichtig erscheinende Dinge können in den Kanon nicht aufgenommen werden, soll der Schulstoff nicht ins Uferlose wachsen. Selbstverständlich kann bei günstigen Umständen (ausreichende Unterrichtszeit, gute Mitarbeit der Schüler usw.) über diesen Grundkanon hinausgegangen werden. Vorrang müssen aber immer die *Festigung* und *Vertiefung* der hier angebotenen Inhalte, ihre *Quer-*



netzung mit fachübergreifenden Aspekten, die Einübung von *Grundfertigkeiten* und die Entwicklung der *allgemeinen Kompetenzen* haben.

Ebenso hängt es von den speziellen Umständen des Unterrichtes und der angestrebten Niveaustufe ab, wie weit die Inhalte mathematisiert werden sollten. Die Basis für alle Niveaustufen und alle Unterrichtssituationen muss immer das *qualitative* Verständnis der Phänomene und Prozesse sein.

Die Gesamtheit der 44 Themenkreise stellt noch keinen „koordinierten Rahmen- bzw. Lehrplan für die naturwissenschaftlichen Fächer“ dar. Ein solcher muss erst auf ihrer Grundlage entwickelt werden.

Es ist nicht zu erwarten, dass der hier vorgestellte Minimalkatalog für längere Zeit unveränderlich ist. Vielmehr werden aktuelle gesellschaftliche Diskurse und der wissenschaftliche Fortschritt einen Teil der Inhalte bestimmen und auch von Zeit zu Zeit Änderungen erfordern. Mit anderen Worten: das Verfahren ist offen und fordert geradezu die kontinuierliche Überprüfung der Inhalte nach dem Kriterium „Allgemeinbildung“ heraus. Dass mit der Auswahl auch eine gewisse Unvollständigkeit verbunden ist, muss nicht eigens betont werden, macht aber einen gewissen Reiz des Verfahrens aus, da es Verbesserungsmöglichkeiten von vornherein impliziert.

4. Aufbau der Themenkreise

Wie Tab.1 zeigt, sind die Themenkreise nach Zeilen und Spalten strukturiert:

Tab.1: Grundmuster eines Themenkreises

konkr. Objekte u. Ereignisse d. 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		→	→ →
Verbindung zu anderen Fächern	Chemie: Biologie: Geowiss.: Physik: Gesellschaftswiss.: Sport: usw.	→	→ →
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Grundbegriffe aus Zone 2	→	→ →
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Grundbegriffe aus Zone 1 Grundfertigkeiten aus Zone 1	→	→ →
allgemeine Kompetenzen	nur die Kompetenzen, die ganz spezifisch durch die angegebenen Inhalte und Fertigkeiten gefördert werden	→	→ →

Die Themenkreise sind so aufgebaut, dass mit fundamentalen Grundlagen begonnen wird (Niveaustufe 1), die Gegenstand *aller* Schulstufen sein müssen. Diese werden auf den folgenden Stufen sowohl fachlich als auch fachübergreifend differenziert, vertieft und verbreitert.



Lehrplankommissionen müssen dann entscheiden, was im Einzelfall für Stufe 2, die hier flexibel konzipiert ist, verbindlich sein soll.

Ebenso können Lehrerinnen und Lehrer diesen Stufenaufbau nutzen, wenn sie es für sinnvoll ansehen, in einer bestimmten Klasse oder einem speziellen Kurs einen Themenkreis umfassender als gefordert zu behandeln.

Die drei Niveaustufen sind in jedem Themenkreis als Spalten nebeneinander dargestellt. Die Inhalte der Stufen 1 und 2 sind in den Folgestufen jeweils weiterzuführen. Sie werden aber nicht noch einmal aufgeführt; ihre Weiterführung wird statt dessen durch waagerechte Pfeile angezeigt.

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 also nach unserer Vorstellung von Allgemeinbildung durch Naturwissenschaften 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 mittlere Niveau ist für *Schulabgänger nach der S I*, also Haupt-, Regel- oder Realschule, und für *S II-Einsteiger an Gymnasien* gedacht.

Flexibel bedeutet: Je nach Leistungsanspruch von Haupt- und Realschulen bzw. entsprechenden Zweigen in anderen Schularten kann das Endniveau verschieden hoch angesetzt und sollte nicht generell verbindlich festgelegt werden. Es kann also durchaus S I-Abgänger geben, die das in den Themenkreisen für die 2. Stufe angegebene Wissens- und Fertigkeiten-Niveau nicht voll erreichen. Dagegen sind für die S II-Einsteiger alle hier genannten Schwerpunkte verbindlich, damit auf ihnen folgerichtig aufgebaut werden kann.

Niveaustufe 3: Umfassenderes Verständnis

Die Schwerpunkte der 3. Stufe legen dann schließlich das *Abiturniveau* für das jeweilige Fach fest, das am Ende der S II erreicht sein sollte. Es kann als der Standard von Wissen und Fertigkeiten angesehen werden, der für die Reifeprüfung verbindlich ist. Er ist der für diese Bildungsstufe charakteristische Grad von Allgemeinbildung durch Naturwissenschaften.

Wie Tab.1 zeigt, sind die Themenkreise nicht nur nach Spalten (Niveaustufen), sondern auch nach Zeilen gegliedert:

1. Zeile: Konkrete Objekte und Ereignisse des täglichen Lebens

Hier werden konkrete Objekte und Ereignisse des täglichen Lebens angegeben, mit denen jeder Mensch heute konfrontiert ist und die daher den Schülern und Schülerinnen die Wichtigkeit der Thematik für ihr eigenes Leben aufzeigen sollen (Motivation für den Themenkreis).

2. Zeile: Überschriften zu den Spalten (Niveaustufen)

3. Zeile: Fachliche Grund- und Spezialbegriffe

Diese Zeile enthält die Grundbegriffe aus der Wittenberger Initiative, die unmittelbar der Thematik zuzuordnen sind, sowie die zu ihrem Verständnis unbedingt notwendigen fachlichen Spezialbegriffe (die jedoch immer auf ein Minimum beschränkt wurden). Vor allem die Grundbegriffe (ein Wesensmerkmal von diesen!), aber auch die Spezialbegriffe können gleichzeitig Inhalt anderer Themenkreise, auch eines anderen naturwissenschaftlichen Faches,



sein (siehe die folgende Zeile 4). Durch wechselnde Themen- und Fachkontexte werden sie immer besser und tiefer verständlich.

Dass die angegebenen Begriffe durch wissenschaftliche Fachtermini gekennzeichnet sind, geschieht aus Gründen der Kürze und bedeutet nicht, dass sie auch in dieser Form den Schülern vermittelt werden müssen. Es geht nicht vordergründig um die Einführung der Termini, sondern um das Verständnis des von ihnen bezeichneten *Inhalts*.

4.Zeile: Verbindung zu anderen Fächern

Hier werden Hinweise auf andere Schulfächer gegeben, die eine ähnliche Thematik behandeln. Dadurch soll der Anspruch des „fachübergreifenden Fachunterrichts“ noch einmal deutlich werden. Es werden nur wenige Stichpunkte angegeben, um auf Möglichkeiten der Fächerverknüpfung hinzuweisen. Damit ist nicht gemeint, dass in dem anderen Fach diese Thematik bereits behandelt sein sollte („Zubringerfach“). Das ist zwar nach schulinternen Absprachen möglich, aber sicher nicht die Regel.

In dieser Zeile wird unter „anderen Fächern“ fast ausschließlich der Name eines traditionellen Schulfaches angegeben. Zwei Ausnahmen sind jedoch zu beachten:

1. Außer dem Schulfach Geographie kommt auch der Hinweis auf Geowissenschaften (Abkürzung Geowiss.) vor. Damit ist gemeint, dass es ein dringender Wunsch der GDNÄ-Kommission ist, in der Schule diesen geowissenschaftlichen Inhalt zu behandeln. Dies muss nicht unbedingt im Fach Geographie selbst erfolgen, sondern kann auch in anderen Fächern realisiert werden (s. Themenkreise Geo 6-10). Im Fach Geographie ist es in den vergangenen Jahrzehnten zu einer zunehmenden Verdrängung der naturwissenschaftlichen Anteile aus dem Stoffkanon gekommen. Dem soll mit der Aufnahme von 10 Themenkreisen aus den Geowissenschaften, die aus den Allgemeinbildungskategorien A bis D begründet sind, entgegengewirkt werden.
2. Eine Sonderstellung nimmt die Bezeichnung „Gesellschaftswissenschaften“ ein (Abkürzung Gesellschaftswiss.). Sie steht für eine Reihe von Fächern wie Sozialkunde, Gemeinschaftskunde, gegebenenfalls auch Philosophie oder andere, die in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich bezeichnet und in denen teilweise auch unterschiedliche Inhalte behandelt werden.

5.Zeile: naturwissenschaftsgemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)

Diese Zeile enthält Grundbegriffe aus Zone 2 des Rosettenschemas, die in allen naturwissenschaftlichen Fächern gebraucht werden und die hier, in diesem Themenkreis, von besonderer Bedeutung für ein tiefergehendes Verständnis der Thematik sind.

6.Zeile: wissenschaftsallgemeine Grundbegriffe und -fertigkeiten (Zone 1)

Hier sind Grundbegriffe und -fertigkeiten aus Zone 1 des Rosettenschemas aufgeführt, die zum Verständnis des betreffenden Themenkreises als hilfreich angesehen bzw. die – das gilt vor allem für die kursiv gedruckten *Fertigkeiten* – hier in besonders nachhaltiger Weise geübt werden sollen. In der heutigen Zeit, in der eindringlich ein stärkeres „Methoden-Training“ in der Schule gefordert wird, ist den in Zeile 6 genannten Fertigkeiten besondere Beachtung zu schenken.

Es versteht sich von selbst, dass gerade unter dem in dieser Denkschrift betonten allgemeinbildenden Aspekt der Naturwissenschaften zahlreiche Grundbegriffe und -fertigkeiten aus Zone 1 des Rosettenschemas genannt werden.

7.Zeile: allgemeine Kompetenzen

Aus dem Spektrum der allgemeinbildenden Kompetenzen (Abb.3 im einleitenden Aufsatz Schaefer, sowie Anhang, S.115) werden schließlich nur diejenigen angegeben, für deren Einübung und Veranschaulichung der jeweilige Themenkreis eine besonders gute Veranlassung



bietet. Alle anderen Kompetenzen sind immer „mitzudenken“, denn es gibt kaum einen Themenkreis, bei dem nicht alle Kompetenzen bis zu einem gewissen Grad gefordert und geübt werden. Als Beispiele seien die Sprach-, Denk- und Lernkompetenz genannt, die natürlich für jeden Unterricht konstitutiv sind und daher immerzu eine Rolle spielen. Sie werden nur dort explizit genannt, wo die Inhalte des Themenkreises zu ihrer Entwicklung einen ganz spezifischen Beitrag leisten.

Die Gesamtheit der im Folgenden zusammengestellten 44 Themenkreise bietet ein handliches Instrumentarium für Lehrplanentwicklungen und für die unmittelbare Unterrichtsgestaltung durch die Lehrer und Lehrerinnen. Sie macht deutlich, wie stark naturwissenschaftliche Grund- und Spezialbegriffe einerseits mit konkreten Alltagsproblemen, andererseits mit geisteswissenschaftlichen, künstlerischen und philosophischen Aspekten verbunden sind. Es lässt sich an den Themenkreisen aber auch ablesen, dass der Unterricht unbedingt *aus dem Fach heraus* erfolgen muss, weil sonst die Basis des Verstehens der zentralen Begriffe fehlt, die nun einmal fachlicher Art sind.

5. Zusammenfassung

Es wird aus dem Vorstehenden sicher deutlich, dass ein fachübergreifender Fachunterricht zu einem tieferen Verständnis naturwissenschaftlicher Inhalte beiträgt, denn er legt einerseits die fachlichen Grundlagen, ohne die ein fachübergreifendes Arbeiten überhaupt nicht möglich ist, und andererseits wird das fachliche Grundwissen durch Bezüge zu anderen Fächern erweitert, vertieft und für die Schülerinnen und Schüler verständlich.

Dies verlangt eine neue Form der Aus- und Fortbildung, die die Lehrenden dazu befähigt, die in den Themenkreisen aufgezeigten fachübergreifenden Bezüge auch wirklich im Fachunterricht sichtbar zu machen. Zusätzlich wird eine Kooperation und Absprache zwischen den verschiedenen Fachlehrern einer Schule notwendig sein, um diese Bezüge mit Leben zu erfüllen.

Durch solche Maßnahmen wird der Allgemeinbildungsauftrag, der der Schule als Ganzes obliegt, stufenweise über das jeweilige Fach bis hinunter auf der Ebene eines jeden konkreten Themenkreises verwirklicht.

Literatur

Schaefer, G. (Hrg.) (2000): Wittenberger Initiative. Vorschläge zur Allgemeinbildung durch Naturwissenschaften. GDNÄ: Bad Honnef



Themenkreise Biologie

von

Karl-Heinz Gehlhaar und Regina Manitz-Schaefer

Vorbemerkung: Da ein wesentliches Kennzeichen lebender Systeme die *Polarität gegensätzlicher Erscheinungen und Prozesse* ist, treten in den Themenkreisen beim Fach Biologie häufiger als bei den Nachbarfächern polare Begriffspaare wie Abgrenzung/Öffnung, Selbst-/Fremdsteuerung, Verflechtung/Entflechtung usw. auf. Sie sollen anzeigen, dass hier im Unterricht auf die *Gegensätzlichkeit* hingewiesen werden soll, die dem Leben eigentümlich ist und den Organismen ständige Gleichgewichts- und Kompromisslösungen abfordert (Piaget's „Äquilibration“).

Außerdem ist an den Themenkreisen ihre besondere Fülle im Vergleich zu den Themenkreisen der Physik, Chemie und Geowissenschaften hervorzuheben. Sie beruht auf der starken Vernetzung biologischer Themen mit unmittelbaren Situationen des täglichen Lebens und mit anderen Fächern. Das bedeutet für den Unterricht: Die Themenkreise bedürfen zur vollen Ausschöpfung des hier verfolgten Prinzips eines fachübergreifenden Fachunterrichts einer sorgfältigen Stundenplanung unter Einbeziehung der vielen angegebenen Querverweise. Diese sollten nicht nur beiläufig erwähnt, sondern als dem Fachwissen gleichwertige Inhalte betrachtet und entsprechend intensiv mit unterrichtet werden.

Übersicht

Themenkreis 1: Zellen - die „Zwerg des Lebens“

Zellaufbau, Zell-Stoffwechsel, Einzeller, Vielzeller, Merkmale des Lebens auf der Organisationsstufe „Zelle“, Zellkulturen, Immunreaktion, Organtransplantation

Themenkreis 2: Umgang mit Genen - pro und contra

Vererbungsgesetze, Pflanzen- und Tierzucht, Erbkrankheiten, Gentechnik, gentechnisch hergestellte Medikamente, genetischer Fingerabdruck, Klonen, Stammzellen-Forschung

Themenkreis 3: Alles für uns? - Bedeutung von Pflanzen und Tieren für unser Leben

Nutz-/Wildpflanzen, Nutz-/Wildtiere, Umweltschutz-Naturschutz-Tierschutz-Pflanzenschutz, Pflanzen- und Tierzucht, Tierhaltung, Tiertransporte, ökologische Landwirtschaft

Themenkreis 4: „Essen und Trinken halten Leib und Seele zusammen“ -

Fragen zur menschlichen Ernährung

Getränke, Speisen, Mahlzeiten, Nahrungsmittel, Nahrungszubereitung, Nutzpflanzen und Nutztiere, Wachstum/Entwicklung, Ernährung/Verdauung, Konsumverhalten, Ernährungsrisiken, Nahrungszusätze, Nahrungskette/-netz/-pyramide, Gesundheit/Krankheit

Themenkreis 5: Körperkraft? - Bioenergien im Organismus

Muskulatur, Stoffwechsel, Dissimilation/Assimilation, Energiefluss, Wärme, Bewegung, Sport, Leistung, Doping, Rauchen, Atmung, Wachstum/Entwicklung, geistige Tätigkeit

Themenkreis 6: Hormone – kleine Ursache, große Wirkung

Hormondrüsen, Adrenalin, Leistung, Doping, Wachstum, Tier- und Pflanzenzucht, Diabetes, Anti-Baby-Pille, sekundäre Geschlechtsmerkmale, Kosmetik, Steuerung und Regelung

Themenkreis 7: Angst vor Ansteckung? – Moderne Immunbiologie

Infektionskrankheiten, Epidemien, Auslandsreisen, Schutzimpfung, Fieber, Immunreaktion, Leukozyten, Antikörper, Allergien/Allergene, Organtransplantation, AIDS



Themenkreis 8: Sehen und Hören – Teamarbeit von Sinnesorganen und Nervensystem
Auge, Ohr, Seh- und Hörleistungen, Sehfehler, Bild- und Farbsehen, Optik, Brillen, Hörgeräte, Blendschutz, Schallschutz, Disko-Musik, Hörschäden; Sinnesorgan, Sinneszellen, Nervenzellen, Gehirn, Reiz, Erregung, Reizschwelle; Steuerung und Regelung

Themenkreis 9: Frei oder programmiert? – Über Ethologie und Ethik
Reflex, angeborenes Verhaltensmuster, Gen, Reaktionsnorm, Trieb, Lernen, Spielen, Territorium/Revier, Aggression, Rangordnung, Statussymbol, Sexualität, biologische Komplexität, Natur/Kultur, genetische und kulturelle Evolution, freier Wille, Mündigkeit, Verantwortung

Themenkreis 10: Fortpflanzung, Wachstum, Entwicklung, Tod – Stationen menschlichen Lebens
Liebe/Sexualität, Homosexualität, AIDS, Geschlechtskrankheiten, Fortpflanzung, Keimzellen, Schwangerschaft, Schwangerschaftsabbruch, Geburt, Geburtenkontrolle, Kindheit/Jugend, Pubertät, Reife, Altern, Gesundheit/Krankheit, Sterben, Sterbehilfe, Sinn des Lebens

Themenkreis 11: Drogen – die Talfahrt in chemische Abhängigkeit
Begriff „Droge“, legale/illegale Drogen, Dealer, Beschaffungskriminalität, Suchtverhalten, Drogenkarriere, Subkultur, Familienprobleme, Genussmittel/Rauschmittel, körperliche/ seelische Abhängigkeit, Gehirn, Neuronen, Synapsen, Transmitter, genetische Disposition

Themenkreis 12: Könnten wir ohne grüne Pflanzen leben? – Photosynthese im Haushalt der Natur
Photosynthese/Chemosynthese, Chlorophyll, Wasserspaltung, Assimilation/Dissimilation, Energiefluss, Energiequalität, Entropiebremse, Produzent-Konsument-Destruent, Ernährung, Nahrungskette/-netz/-pyramide, Pflanzenzucht, Pflanzenschutz, Ökosysteme, Biosphäre

Themenkreis 13: Ökosysteme – Organisationsstufen des Lebendigen
Wald/Waldsterben, „kippende“ Gewässer, Selbstreinigung, Recycling, Stoff- und Energieflüsse, Produzenten/Konsumenten/Destruenten, Nahrungsketten/-netze/-pyramiden, Trophieebenen, Stoffkreisläufe, Regulation, biologisches Gleichgewicht

Themenkreis 14: Geschichte und Zukunft des Lebens auf der Erde – Fragen zur biologischen Evolution
Entstehung des Lebens („Urzeugung“), Schöpfungsmythen/Wissenschaft/Glaube, Kreationismus, Darwinismus, Faktorenproblem, Stammbaumproblem, Mutation/Rekombination/Selektion/Isolation, Ko-Evolution, Homologie/Analogie, Phylogenese/Ontogenese, „biogenetisches Grundgesetz“ (Haeckel), Anpassung/Angepasstheit, Fossilien, Beleg/Beweis/Hinweis, Theorie/Hypothese, kausale/finale/teleonomische Erklärung, Selbstorganisation des Universums, genetische und kulturelle Evolution.



Themenkreis Bio 1: Zellen - die „Zwerge des Lebens“

Begründung und Erläuterung

Um Entscheidungen über Gentechnik, Stammzellenforschung, Klonen, Gewebekulturen, Impfmaßnahmen oder Fortpflanzung und Sexualität im privaten und gesellschaftlichen Leben fällen zu können, sind grundlegende Kenntnisse über die kleinsten Einheiten des Organismus notwendig (Kategorien C und D). Der Themenkreis ist auch aufgrund der Übung von Auge und Hand beim Mikroskopieren von Zellen besonders geeignet, naturwissenschaftliche Arbeitstechniken zu üben und die Lernenden in Genauigkeit, Beobachtungsfähigkeit und Handfertigkeit zu schulen (Kategorie A). Aber auch Kategorie B liefert wegen der universellen Bedeutung der Zelle für das Verständnis von Leben überhaupt (unterste Organisationsstufe des Lebens!) eine hinreichende Begründung für die Aufnahme dieses Themenkreises in den Grundkanon naturwissenschaftlicher Bildung.

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	Eizelle, Samenzelle, Nervenzelle; Zellstoffwechsel und Ernährung; Einzeller als Destruenten im Naturhaushalt; Zellen als Infektionskeime		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Struktur u. Inhaltsstoffe v. Zellen; Merkmale d. Lebens; Zelle/ Gewebe; Vielfalt v. Zellen: Einzeller, Pflanzen- und Tierzellen; Abgrenzung/Öffnung, Variabilität/ Uniformität <i>mikroskopieren</i>	→ Zellteilung, DNA, Replikation; Körperzellen/Keimzellen, Stammzellen, Vererbung Mutation; Gentechnik (vereinfacht); Verwandlung/ Konstanz	→ → Plasmolyse, mikrochemische Nachweise, Proteinsynthese, Stoffwechsel (Assimilation, Dissimilation), Enzym ; Virus (Typus); biol. Komplexität; Selbst-/Fremdsteuerung, Verflechtung/Entflechtung
Verbindung zu anderen Fächern	Chemie: Wasser, Mineralsalze, Zucker, Stärke, Kohlenhydrat, Fett, Eiweiß, Farbstoffe, Vitamine Physik: Brechung, Linse, optische Instrumente	→ Chemie: chemische Verbindung, chemische Reaktion	→ → Chemie: funktionelle Gruppe, Hydrolyse, Esterbindung, Peptidbindung, Wasserstoffbrückenbindung
naturwiss. - gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Maßeinheit, Körper, Stoff, Licht, Länge, Volumen, Löslichkeit	→ Element, Teilchen, Atom, Molekül, Makromolekül, Ion, Diffusion	→ → Energie, Temperatur, Dichte, Potential/Spannung, Dipol
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Entwicklung, Leben/Tod, Ästhetik, Variabilität <i>beobachten, beschreiben, erläutern, vergleichen,</i>	→ Begriff, Modell, Struktur, Geschichte, Ethik <i>definieren, interpretieren, schätzen, bewerten, urteilen</i>	→ → Kontrollexperiment, Synthese, Methode, System, biologische Polarität <i>experimentieren</i>
allgemeine Kompetenzen	instrumentelle und ästhetische Kompetenz, Sprachkompetenz	→ historische und ethische Kompetenz	→ → wiss. theoret. Kompetenz

Bitte beachten Sie die Hinweise auf S. 36 f. !



Themenkreis Bio 2: Umgang mit Genen – pro und contra

Begründung und Erläuterung

Nur ein ausreichendes biologisches Grundlagenwissen aus der Genetik und die Fähigkeit zu einer rational-kritischen Werteanalyse („Gen-Ethik“) können zu einer sachlichen Entscheidung der häufig sehr emotional angegangenen Probleme rund um das Thema „Gene“ befähigen (Kategorie D). Wegen der universellen Bedeutung genetischer Zusammenhänge für das Verständnis von Leben überhaupt kann aber auch schon Kategorie B allein die Auswahl dieses Themenkreises hinreichend begründen.

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Gen, Gentechnik, genetischer Fingerabdruck, Klonen, Stammzellenforschung, medizin. Diagnostik, Medikamente, gentechnisch veränderte Nahrungsmittel, gentechnische Züchtung von Pflanzen und Tieren; Achtung vor dem Leben, vor der Natur (was dürfen wir, was nicht?)</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Zelle, Gen, Merkmal, Bakterium (Typus), Virus (Typus), Fortpflanzung/Vermehrung, Stammzellen, Vererbung, Züchtung, Gentechnik (einfache Beispiele) Variabilität/ Uniformität, Verwandlung/ Konstanz	→ DNA, Doppelhelix (Modell), Mutation/Modifikation, Chromosom, Mendelsche Regeln, Rekombination, Proteinsynthese (vereinfacht), Klonen. Informationsspeicherung/-löschung	→ → → gentechnische Verfahren (z.B. DNA-Sequenzierung, Plasmide, Gentransfer); Gen-Regulation, Hormone, Selbst-/Fremdsteuerung
Verbindung zu anderen Fächern	Religion/Ethik: Verantwortung, Bewertung, Werte-Konflikt, Achtung vor dem Leben Gesellschaftswiss.: Embryonenschutzgesetz, Kennzeichnung gentechn. veränderter Produkte	→ Mathematik: Wahrscheinlichkeitsrechnung Chemie: chem. Verbindung, Aminosäuren, Protein Gesellschaftswiss.: Gesundheitswesen Geographie: Welternährung	→ → → Chemie: Peptidbindung, Nucleinsäuren
naturwiss. - gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)		→ Stoff, Element, Molekül/Makromolekül, Radioaktivität	→ → Formel (chem), Rückkopplung Steuerung/Regelung, Evolution
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Begriff, Bedeutung, Ethik, Freiheit/Verantwortung, Konflikt, Sinn, Leben/Tod, Ursache/Wirkung, Gesundheit/Krankheit <i>beschreiben, erläutern, begründen, bewerten, Zusammenhänge erkennen, kritisch betrachten</i>	→ Entwicklung, Funktion, Geschichte, Nachhaltigkeit, Umwelt, Natur/Kultur, Ordnung/Unordnung, Modell, Regel, Zufall <i>erklären, definieren, interpretieren, urteilen</i>	→ → → Determinismus, Gesetz, Kriterium, Methode, Subjektivität/Objektivität, Reduktionismus <i>generalisieren, logisch einordnen,</i>
allgemeine Kompetenzen	Gesundheits- u. Sprachkompetenz, ethische Kompetenz	→ Umweltkompetenz, historische Kompetenz	→ → Denkkompetenz (reduktionistisch/komplex), wiss. theoret. Kompetenz

Bitte beachten Sie die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Bio 3: Alles für uns? – Bedeutung von Pflanzen und Tieren für unser Leben

Begründung und Erläuterung

Tiere und Pflanzen sind unverzichtbare Bestandteile der Biosphäre, aber auch notwendige Objekte oder sogar Partner im Leben des Menschen. So liegt in einer allgemeinen Fürsorgehaltung des Menschen gegenüber den anderen Lebewesen gleichzeitig auch die Sicherung seiner eigenen Existenz („Gen-Pool“). Kenntnisse über Bau und Lebensweise, ökologische Zusammenhänge sowie über die Haltung und Zucht ausgewählter Organismen als „Nutztiere“ und „Nutzpflanzen“ sind deshalb unverzichtbar (Kategorien C und D).

Aber auch die unmittelbare sinnliche Wahrnehmung von Tieren und Pflanzen in Farben, Formen, Klängen, Düften und Berührungen ist ein Schwerpunkt dieses Themenkreises (Kategorie A).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Heimtier-Hobby, Naturschutz-Tierschutz-Artenschutz, ökologische Landwirtschaft, Tiertransporte, Tierhaltung, Zoo, Botanischer Garten, Zierpflanzen, Nutzpflanzen, Wald als Erholungsgebiet, Tiere und Pflanzen in der Werbung</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Nutzpflanzen/Wildpflanzen, Nutztiere/Wildtiere, Heimtiere, Zimmerpflanzen; Wirbeltiere/Wirbellose; Samenpflanzen (Auswahl). Pflanzen- u. Tierhaltung; Fortpflanzung/ Vermehrung; Ernährung, Nährstoffe; Naturschutz/Umweltschutz/Artenschutz; ökologischer Landbau; Parasiten, Epidemien; Variabilität/Uniformität	→ Pflanzen- u. Tierzüchtung, Mutation/Modifikation, Vererbung, Sexualität, Rekombination, Zellteilung, Verwandlung/Konstanz (Meiose/Mitose), Mendel, Art/Rasse/Sorte	→ biologische Evolution, Anpassung/Beharrung (Modifikation/genetische Konstanz), Zeichen/Bedeutung (Pflanzen u. Tiere in Mythologie und Werbung)
Verbindung zu anderen Fächern	Chemie: Eiweiß, Kohlenhydrat, Fett, Vitamin, Wasser Geographie: Herkunftsländer Deutsch: Fabeln, Baum-Mythen Gesellschaftswiss.: Weltenernährung, Globalisierung Religion/Ethik: Achtung vor dem Leben	→ Gesellschaftswiss.: Interessenkonflikte, Normen u. Gesetze, Bedarf/Bedürfnis	→ Chemie: Farbstoffe, Duftstoffe, Arzneistoffe, Textilfasern Mathematik: Symmetrie, goldener Schnitt, logarithmische Spirale
naturwiss. - gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Körper, Kraft, Länge, Volumen, Gewicht, Stoff, Maßeinheit, Zeit, Temperatur, Schall, Evolution	→ Energie, Arbeit, Leistung	→ Gleichgewicht, Wechselwirkung
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Begriff, Ethik, Ästhetik, Gesundheit/Krankheit, Konflikt, Freiheit/Verantwortung, Wirklichkeit, Ursache/Wirkung; Natur/Kultur, Umwelt, Nachhaltigkeit <i>beobachten, beschreiben, beurteilen, vergleichen, bewerten, Zusammenhänge erkennen</i>	→ Entwicklung, Geschichte, Leben/Tod, Sinn, Zeichen (Symbolik von Pflanzen und Tieren) <i>erklären, begründen, Probleme lösen</i>	→ Zufall (der Artenentstehung), Gesetz <i>definieren, generalisieren</i>
allgemeine Kompetenzen	Gesundheits-, Umwelt-, Sprachkompetenz, ästhetische und ethische Kompetenz	→ soziale u. historische Kompetenz	→ wiss.theor.Kompetenz (Wissenschaft/Technik/Religion)

Bitte beachten Sie die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Bio 4: „Essen und Trinken halten Leib und Seele zusammen“ – zur Ernährung des Menschen

Begründung und Erläuterung

Ernährung ist für das persönliche Leben, für Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit des Menschen von großer Bedeutung. Dabei spielen in unserem Lande heute auch die Extreme des einerseits zu üppigen Essens und andererseits der bis zu Magersucht führenden Mangelernährung immer mehr ein Rolle. Die eigentlichen Probleme einer Fehlernährung liegen allerdings nicht vordergründig im biologisch-chemischen bzw. medizinischen, sondern im psychologischen (Kategorie C) und sozialen Bereich (Kategorie D). Um diese Probleme in ihrer Komplexität darzustellen, muss das Thema Ernährung innerhalb des Faches Biologie *fachübergreifend* unterrichtet werden.

Aber auch die unmittelbare sinnliche Wahrnehmung spielt natürlich beim Essen und Trinken eine erhebliche Rolle und dient zur Begründung dieses Themenkreises (Kategorie A).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	Getränke (<i>heiße/kalte, energiereiche/energiearme, nicht-alkoholische/alkoholische</i>); Speisen, Mahlzeiten; Nahrungsmittel: Fleisch, Fisch, Eier, Gemüse, Kartoffeln, Obst usw.; Nutzpflanzen und Nutztiere; Werbung für menschliche Ernährung; BSE, Schweinepest, Nitrofen, Nahrungsmittel-Vergiftungen, Bio-Nahrung		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Wachstum/Entwicklung, Ernährung/Nahrungsmittel/Nährstoff, Organ, Stofftransport i. Körper, Verdauung/Stoffwechsel; Nahrungszubereitung, Nahrungsvielfalt/Monotonie; Pflanzen- u. Tierzucht, Hormone, Nahrungskette/-netz, Nahrungszusätze, Bionahrung, Ernährungsrisiken, Nahr. produktion, Konsumverhalten, Eigenentscheidung/Modezwang, Werbung	→ Enzym, Organismus; gentechnisch veränderte Nahrungsmittel; biologische Steuerung und Regelung, Selbst-/Fremdsteuern	→ → heterotrophe Assimilation; Stofftransport durch Membranen; erbliche Stoffwechselerkrankungen, Reaktionsnorm; Evolution der Esskulturen, Verwandlung/Konstanz
Verbindung zu anderen Fächern	Chemie: Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße, Wasser, Mineralsalze, Vitamine, Spurenelemente Geographie: Herkunftsländer Gesellschaftswiss.: Werbung, Werbebetrug, Nahrungsmittelgesetz Religion/Ethik: Sinnfrage	→ Chemie: Säure/Base, pH-Wert, Summen-/ Strukturformel, chem. Verbindung, Wertigkeit Gesellschaftswiss.: Welternährung;	→ → Chemie: Aminosäuren, Fettsäuren, Kohlenwasserstoffe, Ester, Peptidbindung Gesellschaftswiss.: Primär-/ Sekundär-/Tertiärbedürfnisse, Ersatzbefriedigungen
naturwiss. - gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Kraft, Arbeit, Energie, Leistung, Gewicht, Stoff, Volumen, Basis-Maßeinheiten, Dezimalbezeichnung, Temperatur, Wärme	→ Atom, Molekül, Makromolekül, Ion, Element, Löslichkeit Masse, Dichte, Energiesatz	→ → Wechselwirkung
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Ästhetik, Ethik, Konflikt, Natur/ Kultur, Begriff, Sinn, Ursache/ Wirkung, Gesundheit/Krankheit Objektivität/ Subjektivität <i>beobachten, beschreiben, begründen, erläutern, vergleichen, experimentieren, kritisch betrachten, Zusammenhänge erkennen, deuten</i>	→ Nachhaltigkeit, Symbol, Variabilität, Struktur <i>definieren, erklären, interpretieren, klassifizieren, bewerten</i>	→ → Synthese, Reduktion (ismus), System (Wirtschaft), Theorie <i>generalisieren</i>
allgemeine Kompetenzen	Gesundheits- u. Sprachkompetenz, ästhetische, ethische, soziale, instrumentelle Kompetenz	→	→ → historische Kompetenz

Bitte beachten Sie die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Bio 5: „Körperkräfte“? – Bioenergien im Organismus

Begründung und Erläuterung

Oft genug ist im Volksmund von „Körperkräften“ die Rede, die sich bei näherem Hinsehen gar nicht als Kräfte, sondern als Energie, Arbeit, Leistung, Druck, mechanische Spannung oder sogar nur als Nervenerregung entpuppen. Alle diese physikalischen Erscheinungen gehen aber letzten Endes auf Vorgänge der Energiegewinnung durch Atmung bzw. Gärung zurück, so dass der oft recht mystisch anmutende Begriff „Körperkräfte“ eher durch „Körperenergien“ ersetzt werden sollte. Die Behandlung der komplexen Zusammenhänge des Energiewechsels im Organismus und die exakte Unterscheidung und Verwendung der betreffenden physikalischen Begriffe tragen zu einem umfassenderen Verständnis von Leben bei (Kategorie B).

Für die Energiegewinnung durch aerobe Atmung brauchen Lebewesen spezielle Atmungsorgane. Für die Gesunderhaltung auch dieser Organe trägt der Mensch eigene Verantwortung, zum Beispiel bzgl. Rauchen und Lungenkrebs (Kategorien C und D).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Muskelarbeit, Müdigkeit, Muskelkater, Kopfarbeit, Bewegung(smangel), Leistung, Wachstum, Wärme, schwitzen, frieren, frische Luft, Rauchen, Lungenkrebs, Ernährung, Hunger, Traubenzucker, Sport, Doping</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Wachstum/Entwicklung; Zelle, Organ, Organismus, Mensch; Stoffwechsel, Ernährung, Verdauung, Nährstoff; Atmung, Rauchen; Stoffumwandlung/ Stoffspeicherung	→ Energie im biolog. Kontext, Dissimilation/Assimilation, Bruttogleichung, biol. Oxidation, Gärung, Enzym; Muskel- u. Nervengewebe; Regulation/Regelkreis, Selbst-/Fremdsteuern	→ Mitochondrien, Biomembran, Abgrenzung/Öffnung; Energieumwandlungen/ Energiequalität; biolog. Komplexität
Verbindung zu anderen Fächern	Chemie: Oxidation, chemische Reaktion Gesellschaftswiss.: Gruppenzwänge, legale Drogen Sport: Muskeltraining, Muskelkater Deutsch: Heldensagen (Thema „Kraft“/Persönlichkeit)	→ Chemie: organisch/ anorganisch, Fette, Kohlenhydrate; Summenformel/Strukturformel, Bruttogleichung, chemische Gleichung; Aktivierungsenergie, Katalyse	→ Chemie: Bindungsenergie; Mono-, Di-, Polysaccharide; Redoxreaktion Physik: Thermodynamik
naturwiss. - gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Kraft, Arbeit, Leistung, Zeit, Stoff, Gewicht, Maßeinheit, Wärmemenge, Temperatur, Löslichkeit	→ Element, Teilchen/Molekül, Druck, Diffusion, Energie-satz, Formel (chem.), Steuerung	→ Makromolekül, Ion, Ladung, Gültigkeitsbereich
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Bedeutung, Sinn, Natur/Kultur, Konflikt, Gesundheit/Krankheit, Leben/Tod, Ursache/Wirkung; Verantwortung, Ethik <i>beobachten, beschreiben, vergleichen, bewerten, erläutern, experimentieren, Zusammenhänge erkennen</i>	→ Symbol <i>begründen, definieren, erklären, interpretieren, formalisieren, urteilen</i>	→ Hypothese, Theorie, Modell <i>logisch einordnen, verstehen</i>
allgemeine Kompetenzen	Gesundheits- u. Sprachkompetenz, ethische, soziale u. instrumentelle Kompetenz	→	→ wissenschaftstheoretische Kompetenz

Bitte beachten Sie die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Bio 6: Hormone – kleine Ursache, große Wirkung

Begründung und Erläuterung

In vielen Bereichen des täglichen Lebens spielen Hormone eine Rolle. Zum Beispiel ist Diabetes (Zuckerkrankheit) eine weit verbreitete hormonelle Erkrankung durch Insulinmangel. Das fehlende Insulin wird heute überwiegend gentechnisch hergestellt. Auch von hormoneller Steuerung der Sexualität durch Sexualhormone (z.B. die „Pille“), vom Größenwachstum durch Wachstumshormone, der Leistungssteigerung durch „Doping-Hormone“ und der unerlaubten Verwendung von Wachstumshormonen in der Tierzucht sind viele Menschen heute unmittelbar betroffen (Kategorien C und D).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Diabetes (Zuckerkrankheit), Insulin-Präparate; Hochleistungssport (Adrenalin, Doping); Hormonbehandlung bei Groß- und Kleinwüchsigkeit; Pubertät, Menstruation, Anti-Baby-Pille, Haarwuchs, Stimmbruch; Kastration im Tierreich, Fleischproduktion; Unkrautbekämpfung durch Pflanzenhormone</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Hormon, Schlüssel/Schloss-Prinzip, Hormondrüsen, Insulin, Adrenalin; Sexualhormone, Sexualität/Vermehrung/Fortpflanzung, Anti-Baby-Pille, Nebenwirkungen, sek. Geschlechtsmerkmale, Zeichen/Bedeutung; Wachstum/Wachstumshormone (auch b. Tieren u. Pflanzen), Kastration; Kosmetik	→ Hormonsystem des Menschen, Nervensystem, biol. Komplexität, Rezeptor; biol. Steuerung und Regelung; Selbst-/Fremdsteuern; Insulinproduktion	→ Gen, Genregulation durch Hormone, Klonen, Gewebekultur; Informationsspeicherung/Informationslöschung
Verbindung zu anderen Fächern	Sport: Doping Gesellschaftswiss.: Verantwortung, Werbung Deutsch: Liebe u. Sexualität i. d. Literatur Physik: Signalwirkungen	→ Chemie: organisch/anorganisch, Molekül, chemische Reaktion Physik: Steuerung u. Regelung, Verstärkerprinzip Gesellsch.wiss.: Geburtenkontrolle, Weltbevölkerung	→ Chemie: Protein, zyklische Verbindungen
naturwiss. - gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Stoff, Masse, Arbeit, Leistung, Zeit, Konzentration	→ Energie, Maßeinheit, Löslichkeit, Molekül/Makromolekül; Steuerung/Rückkopplung/Regelung, Wechselwirkung	→ Evolution (nur Wirkungsspezifität, nicht Artspezifität der Hormone!)
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Ursache/Wirkung, Funktion, Zeichen, Bedeutung, Entwicklung, Gesundheit/Krankheit, Umwelt, Natur/Kultur, Verantwortung, Konflikt, Leben/Tod, Ethik, Ästhetik <i>beschreiben, erläutern, vergleichen, bewerten, Zusammenhänge erkennen</i>	→ Begriff, System, Komplex, Ordnung, Nebenbedingung, Geschichte <i>definieren, interpretieren</i>	→ Kausalität (z.B. zirkuläre), Hypothese, Reduktionismus
allgemeine Kompetenzen	Gesundheits- u. Umweltkompetenz, ethische und ästhetische Kompetenz (z.B. Problem der „Kosmetik“!)	→ historische Kompetenz, Denkkompetenz (z.B. lineares/komplexes Denken)	→ wissenschaftstheoretische Kompetenz

Bitte beachten Sie die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Bio 7: Angst vor Ansteckung? – Moderne Immunbiologie

Begründung und Erläuterung

Dieser Themenkreis ist in einer Zeit sich weltweit öffnender Grenzen, zunehmenden Reiseverkehrs und sich ausbreitender neuer (AIDS, BSE), aber auch alter Infektionskrankheiten (z.B. Malaria, Typhus, Tbc.) hochaktuell, weil trotz ausgeklügelter Hygiene und medizinischer Infektionsbekämpfung das Gespenst „Ansteckung“ wieder die Gemüter erregt und sowohl auf individueller als auch gesellschaftlicher Ebene vernünftige Entscheidungen verlangt (Kategorien C und D).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Infektionskrankheiten (z.B. Tuberkulose, Grippe, AIDS, Geschlechtskrankheiten), Fieber, Krankheitserreger, Ansteckungsgefahr, Infektion bei Auslandsreisen, Impfung, Allergien</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Pilz, Tier(Typus), Parasitismus, Bakterium, Virus, Immunreaktion (vereinfacht); Organismus, Fieber; Umwelt(lebte), Vermehrung von Krankheitserregern; Immunschränken (Abgrenzung/Öffnung), individuelle Anfälligkeiten; Allergien (z.B. gegen Pollen, Nahrungsmittel)	→ Gen, Antigen, Allergen, Schlüssel/Schloss-Prinzip, Antikörper, Vererbung, Evolution (auch v. Krankheitserregern), Mutation/Modifikation, Anpassung/Behandlung, Selektion	→ → Proteinbiosynthese, Immungedächtnis: Informationsspeicherung/-löschung, biol. Komplexität, Organtransplantation, Zweckmäßigkeit
Verbindung zu anderen Fächern	Geographie: Verbreitung von Infektionskrankheiten Gesellschaftswiss.: Impfmaßnahmen, Impfgesetze, öffentliches Gesundheitswesen	→ Chemie: Stoffarten, organisch/anorganisch Geschichte: Infektionskrankheiten im Laufe d. Zeit	→ → Chemie: Protein (Globuline), Primär-, Sekundär-, Tertiär- u. Quartärstruktur
naturwiss. - gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Temperatur, Zeit	→ Stoff, Molekül, Steuerung, Rückkopplung, Wechselwirkung, Evolution	→ → Makromolekül
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Gesundheit/Krankheit, Umwelt, Natur/Kultur, Leben/Tod, Ursache/Wirkung, Nebenbedingung; Notwendigkeit, Verantwortung, Konflikt, Ethik <i>beobachten, beschreiben erläutern, vergleichen bewerten, begründen</i>	→ Struktur, Funktion, Bedeutung, Komplex, Begriff, Entwicklung, Variabilität, Geschichte <i>definieren, interpretieren</i>	→ → System, Sinn, Modell, Determinismus/ Wahrscheinlichkeit, Kausalität, Kriterium, Subjektivität/ Objektivität <i>lernen (m. Immunsystem Antigen-Erfahrungen sammeln!)</i>
allgemeine Kompetenzen	Gesundheits-, Umwelt-, Sprachkompetenz, soziale u. ethische Kompetenz	→ historische Kompetenz	→ → wissenschaftstheoretische Kompetenz

Bitte beachten Sie die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Bio 8: Sehen und Hören – Teamarbeit von Sinnesorganen und Nervensystem

Begründung und Erläuterung

Mit Hilfe der Sinnesorgane gelingt es uns, Umwelteinflüsse wahrzunehmen, darauf zu reagieren, Gefahren rechtzeitig zu erkennen, aber auch Kultur zu erleben, sich selbst zu bilden, zu lernen und Freude am Leben zu empfinden. Das soll mit diesem Themenkreis am Beispiel des Sehens und Hörens aufgezeigt werden (Kategorie A).

Gesunderhaltung von Auge und Ohr und präventive Maßnahmen dazu fallen vorrangig in die Verantwortung des einzelnen Bürgers (Kategorie C), obliegen jedoch zum Teil auch den Kommunen (Kategorie D).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Optische Wahrnehmung von Gegenständen, Farbsehen, Entfernungssehen, Leseabstand, Brillen und Kontaktlinsen, Blindheit; Musik, Sprache, Klang, Ton, Geräusch, Lautstärke, Disko-Musik, Schallschutz am Arbeitsplatz, Schwerhörigkeit, Hörgeräte, Taubheit</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Bau d. Auges (Überblick), Bildentstehung (vereinfacht), Verarbeitung im Gehirn, optische Täuschungen; Bau des Ohres (Überblick), Schallaufnahme u. -umwandlung; Reizschwelle, Anpassung/Beharrung (Adaptation); Gesunderhaltung v. Auge u. Ohr, Seh- u. Hörfehler, technische Hilfsmittel, Blindheit, Taubheit	→ Sinneszelle/ Nervenzelle/ neuronales Netzwerk/ ZNS; Reizbarkeit (Lebensmerkmale), Unterschied Reiz/Erregung; Feinbau von Auge u. Ohr, Akkommodation, Strahlengang, Schalleitung, Zusammenspiel Auge/Gehirn u. Ohr/Gehirn, Sinnesfelder; biol. Steuerung u. Regelung (Selbst-/Fremdsteuerung); Gedächtnis, Informationsspeicherung/-löschung	→ → stoffliche/elektrische Phänomene an Sinnes- u. Nervenzellen; Unterschied Außeneinfluss/Reiz/Erregung, Zeichen/Bedeutung, Verarbeitung im Gehirn; Arten von Blindheit
Verbindung zu anderen Fächern	Physik: optische Instrumente Mathematik: Geometrie Gesellschaftswiss.: Verantwortung gegenüber Seh- u. Hörgeschädigten, Gesundheitsschutz in Berufen	→ Physik: geometrische Optik, Akustik Mathematik: Trigonometrie Deutsch: Literatur zu Licht und Ton Musik/Kunst: Kunstwerke	→ → Chemie: chemische Reaktion, Schpurpur, Karotinoide Physik: Interferenz (Strukturfarben), Synergetik des Hörens Mathematik: goldener Schnitt
naturwiss. - gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Licht, Schall, Schwingung, Geschwindigkeit, Zeit	→ Welle, Wellenlänge/Frequenz, Maßeinheit, Energie, Steuerung	→ → Photon, Potential, Absorption, Makromolekül, Wechselwirkung
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Bedeutung, Sinn, Ästhetik, Umwelt, Natur/Kultur, Ursache/Wirkung, Freiheit/ Verantwortung, Konflikt, Ethik, Gesundheit/ Krankheit, <i>beobachten, beschreiben, vergleichen, erläutern, kritisch betrachten, sich orientieren, begründen, Zusammenhänge erkennen</i>	→ Sprache, Begriff, Gesetz, Notwendigkeit, Modell <i>experimentieren, interpretieren, erklären, definieren, deuten, urteilen, formalisieren</i>	→ → Subjektivität/Objektivität, Struktur, Theorie, Wirklichkeit <i>analysieren, generalisieren, mathematisieren, verstehen</i>
allgemeine Kompetenzen	Gesundheits- u. Umweltkompetenz, ästhetische, ethische und soziale Kompetenz	→ Sprachkompetenz, Denkkompetenz (wissen/deuten!)	→ → wiss. theoret. Kompetenz („Was ist Wahrheit?“)

Bitte beachten Sie die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Bio 9: Frei oder programmiert? – Über Ethologie und Ethik

Begründung und Erläuterung

Wie weit sind Tiere und Menschen „Automaten“ mit genetisch festgelegten Verhaltensprogrammen, und wie weit sind sie in ihrem Verhalten frei? Diese allgemein-biologische Frage rührt an ein Grundproblem menschlicher Existenz, das sich zwischen den Polen „Freiheit“ und „Zwang“ ausspannt und daher unmittelbar auf Fragen der Ethik verweist. Es geht um Beschreibung des *Verhaltens* auf der einen Seite (Ethologie) und um *Bewertung* des Verhaltens (Ethik) auf der anderen, also um Fragen der individuellen wie auch der gesellschaftlichen Lebensgestaltung (Kategorien C und D).

Andererseits ist aber das Thema Freiheit/Determinismus (Zufall oder Notwendigkeit?) auch von universeller Bedeutung für das Verständnis der ganzen Welt, z.B. der Evolution (Kategorie B).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Reflex, Trieb, Reizbarkeit, Aggression, Lernverhalten, Prägung, Einsichtshandlung, freier Wille, Mündigkeit/Unmündigkeit, Verantwortung, Affekt, Straftat, Terrorismus, Schuld, Routine-Verhalten, Versuchung/Verführung, Reklame/Propaganda, Massenrausch, Krieg, Sprache, Vernunft</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Mensch, Tier; Gehirn, Nervensystem (Überblick), Organismus Entwicklung, Hormone; Fortpflanzung/Sexualität, Reiz/-barkeit, Verhalten, Lernen, Spielen, Revier, Rangordnung, Statussymbol, Aggression; Variabilität/Uniformität, Selbst-/Fremdsteuerung, Bewegung/akt. Ruhe	→ Gen, Vererbung; angeboren/erworben (Verhaltensweise), Zentralnervensystem, Neuron, bedingter/unbedingter Reflex, Lernarten, Zeichen/Bedeutung; Biokomplexität	→ Natur/Kultur, Symbiose, Parasitismus; Reaktionsnorm, Modifikation; Rückkopplung/Regulation; Bewertung/Entwertung; biologische Evolution
Verbindung zu anderen Fächern	Gesellschaftswiss.: Aggression, Krieg, Friedenspolitik; Recht, Gesetz, Konkurrenzkampf Sport: Wettkampf Deutsch: Literatur zu Krieg, Frieden, Liebe, Sex, Gewalt Religion/Ethik: Menschenbild	→ Geschichte: Emanzipation d. Menschen, Aufklärung Gesellschaftswiss.: primäre/sek./tertiäre Bedürfnisse, Wirtschaftskriminalität	→ Physik: Determinismus u. Zufall Religion/Ethik: Vernunft, freier Wille, Moral/Ethik
naturwiss. - gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Kraft, Länge, Arbeit, Zeit, Leistung, Geschwindigkeit, Steuerung	→ Energie	→ Rückkopplung, Wechselwirkung, Evolution
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Entwicklung, Variabilität, Notwendigkeit, Freiheit/Verantwortung, Konflikt, Gesetz/Regel, Zufall, Ethik, Kultur/Natur, Sprache <i>beobachten, vergleichen, beschreiben, begründen, bewerten, formulieren, kooperieren, variieren</i>	→ Geschichte, Funktion, Sinn, Symbol, Modell, System <i>klassifizieren, denken, erklären, deuten, übertragen, experimentieren, lernen</i>	→ Hypothese, Theorie, Determinismus, Reduktionismus, Objektivität/Subjektivität, Sozialwiss./Naturwissenschaften <i>verstehen</i>
allgemeine Kompetenzen	soziale u. ethische Kompetenz, Sprachkompetenz	→ historische Kompetenz, Lern- und Denkkompetenz (Denken als „Lernverhalten in der Vorstellung“)	→ wiss. theoret. Kompetenz (deskriptive/normative Wissenschaften, Fehlschlüsse)

Bitte beachten Sie die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Bio 10: Fortpflanzung, Wachstum, Entwicklung, Tod – Stationen menschlichen Lebens

Begründung und Erläuterung

Diese biologische Thematik stößt bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen auf ein hohes Interesse, weil damit ganz Persönliches und Emotionales in die allgemeine und daher manchmal abstrakte biologische Erkenntnis mit einfließt. Hinzu kommt eine Vielzahl aktueller individueller wie auch gesellschaftlicher Probleme, z.B. Schwangerschaftsabbruch, Kinderwunsch, AIDS, Sexualdelikte, Entwicklungsstörungen, Todesproblematik (z.B. Sterbehilfe) usw., die gelöst werden müssen (Kategorien C und D).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Liebe/Sexualität, Homosexualität, Geburt, Schwangerschaft, Kindheit, Pubertät, Jugendalter, Erwachsensein (ab wann?), Sterben, Sterbehilfe, Tod, Sinn des Lebens</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Fortpflanzung/ Vermehrung, Vererbung, genetische Defekte, Körperzelle/ Keimzelle, Zeugung, Schwangerschaft, Geburt, Wachstum/Entwicklung, Variabilität/Uniformität; Pubertät; Schwangerschaftsabbruch; AIDS, Geschlechtskrankheiten, Sexualdelikte; Sexualhormone, Menstruation; Pollution; Hetero- u. Homosexualität; Altern, Krankheit/Gesundheit, Tod	→ Zellteilung, Chromosom, Gen, DNA, Mutation; Hormonsystem gesamt, Selbst/Fremdsteuerung; Verwandlung/Konstanz; aktive Gesunderhaltung	→ → Klimakterium (Hormonbehandlung?); Klonierung, Embryotransfer; künstliche Besamung
Verbindung zu anderen Fächern	Deutsch: Biographien ausgewählter Persönlichkeiten Geographie: Traditionen in anderen Ländern Gesellschaftswiss. + Religion/Ethik: Verantwortung, Gesetze, Normen, Moral	→ Geschichte: Wandel d. Traditionen Religion/Ethik: Leben u. Tod Sinnfrage d. Menschen Kunst/Musik: Thema Leben und Tod	→ → Chemie: Hormone, gentechnische Verfahren
naturwiss. - gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Länge, Gewicht, Volumen, Masse, Stoff, Zeit, Maßeinheit, Steuerung	→ Molekül, Rückkopplung, Wechselwirkung, Gültigkeitsbereich	→ → Evolution
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Entwicklung, Leben/Tod, Ursache/Wirkung, Natur/Kultur, Gesundheit/ Krankheit, Freiheit/ Gesetz, Ethik, Ästhetik, Sprache <i>beschreiben, erläutern, bewerten, vergleichen, begründen, Zusammenhänge erkennen, Alternativen entwickeln, sich orientieren</i>	→ Bedeutung, Begriff, Sinn, Regel, Prozess, Geschichte <i>erklären, interpretieren, definieren, kritisch betrachten, urteilen</i>	→ → Zufall/Determinismus, Wahrscheinlichkeit, Subjektivität/ Objektivität <i>übertragen, verstehen</i>
allgemeine Kompetenzen	Gesundheits- u. Sprachkompetenz, soziale u. ethische Kompetenz	→ historische Kompetenz	→ → wiss. theoret. Kompetenz (z.B. (Materialismus/Idealismus)

Bitte beachten Sie die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Bio 11: Drogen – die Talfahrt in chemische Abhängigkeit

Begründung und Erläuterung

Historisch betrachtet gehören Gebrauch und Missbrauch von Drogen schon immer zum Leben des Menschen dazu. Die aktuelle Situation dagegen ist besorgniserregend, da schon Kinder und Jugendliche der Sucht verfallen und die Zahl der Abhängigen insgesamt Familien, Schulen und Gesellschaft vor eine Vielzahl kaum noch lösbarer Probleme stellt. Damit begründet sich der Themenkreis in erster Linie aus der Notwendigkeit, Menschen bei ihrer individuellen Lebensgestaltung zu helfen (Kategorie C). Aber auch die Lösung der gesellschaftlichen Probleme insgesamt zwingt zur Befassung mit dieser Thematik (Kategorie D).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Medienberichte über Drogen, Familienprobleme, Unfälle, legale und illegale Drogen, Dealer, Beschaffungskriminalität, Suchtverhalten, Drogentote; Genussmittel / Rauschmittel; Konsum von Alkohol, Zigaretten, Tabletten, Kaffee und Tee</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Drogen (legale, illegale), Einstiegsdrogen, Alkohol, Nikotin; Konsumverhalten, Mode, Gruppenzwang, Genussmittel/Suchtmittel, Schwangerschaft; Drogen-Karriere, -szene, -sprache, HIV; seelische/körperliche Abhängigkeit, Beschaffungskriminalität, Drogentote; Prävention, Therapie; Organ/Organsystem, Wirkungen: Körper, Psyche, soz. Umwelt; Anpassung/Beharrung, Selbst-/Fremdsteuerung	→ Drogenwirkungen im ZNS, Gehirnfunktionen, Nervenzelle, Reizschwelle, Stoffwechsel, Verflechtung/Entflechtung; erbliche Disposition, Modifikation; Drogenkinder; Abgrenzung/Öffnung, biol. Steuerung u. Regelung	→ → Synapsen, Transmitter, primäre/ sek./ tertiäre Bedürfnisse, Bewertung/ Entwertung
Verbindung zu anderen Fächern	Religion/Ethik: Freiheit/Verantwortung, Werte-Hierarchie, Normenkonflikt, richtige/ falsche Toleranz, Menschenbild, Sinn des Lebens Gesellschaftswiss.: Drogenetze, Subkulturen, Gruppenzwang, Familie	→ Geschichte: Drogentraditionen Geographie: Herkunftsländer der Drogen Deutsch: Drogenromane Chemie: Konzentration, Lösung, organisch/anorganisch	→ → Chemie: Reinstoff, Gemisch, Extraktion; Alkohol, Barbiturate, Opiate
naturwiss. - gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Stoff, Zeit, Temperatur, Steuerung	→ Diffusion, Konzentration, Wechselwirkung	→ → Naturstoff, Löslichkeit
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Natur/Kultur, Leben/Tod, Freiheit/Verantwortung, Ursache/Wirkung, Subjektivität/Objektivität; Gesundheit/Krankheit, Begriff, Konflikt, Ethik, Sinn, Tod <i>beschreiben, erläutern, begründen, bewerten, sich orientieren, Problem lösen, Zusammenhänge erkennen, Alternativen entwickeln</i>	→ Entwicklung, Geschichte, Nebenbedingung, Ordnung, Wahrscheinlichkeit <i>erklären, urteilen, definieren, deuten, kritisch betrachten</i>	→ → Bedeutung, Gegensatz, Notwendigkeit, Komplex, Wirklichkeit <i>analysieren, verstehen, denken</i>
allgemeine Kompetenzen	Gesundheits- u. Sprachkompetenz, ethische u. soziale Kompetenz	→ historische Kompetenz	→ → Denkkompetenz (Denken in Gegensätzen)

Bitte beachten Sie die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Bio 12: Könnten wir ohne grüne Pflanzen leben? – Photosynthese im Haushalt der Natur

Begründung und Erläuterung

Die Frage gehört nicht zu denen, die heute als solche die Öffentlichkeit bewegen und unmittelbar persönliche oder gesellschaftliche Entscheidungen erzwingen. Der Themenkreis kann daher unter allgemeinbildender Perspektive nicht, wie andere Themenkreise, mit den Kategorien C oder D begründet werden. Die Frage ist jedoch *mittelbar* hochaktuell, da von ihrer Beantwortung die Lösung vieler drängender Gegenwartsprobleme abhängt. Es geht um ein tieferes Verständnis der großen Zusammenhänge in unserer Biosphäre und damit um die Kategorie B.

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Wald, See/ Meer, Kulturpflanzen, Naturschutz, Nahrungskette Pflanze/Tier/ Mensch, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Gartenbau, Rohstoffe</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Blatt, Zelle, Chloroplast, Chlorophyll, Licht, Wasser, Zucker, Stärke; Photosynthese (vereinfacht), Verwandlung/Fixierung; Ökosystem (vereinfacht), Nahrungskette/Nahrungsnetz	→ Nährstoff, Assimilation/Dissimilation, Stoffwechsel, Katalyse (Enzym), Stoff- und Energiefluss in der Zelle, Bruttogleichung der Photosynthese (Summenformel); Organismus/Organ/Gewebe Produzent, Konsument, Destruent	→ → Kapillarität, Osmose, Chloroplastenstruktur, Licht-Dunkel-Reaktionen, Stoffzyklen in d. Zelle (z.B. Calvin-Zyklus, vereinfacht), sekundäre Pflanzenstoffe; Energiefluss in d. Biosphäre, Energiequalität (Auf-/Abwertung), C-Kreislauf; biologische Evolution
Verbindung zu anderen Fächern	Chemie: Kohlenstoffdioxid, Sauerstoff, Wasser, Mineralsalz, Kohlenhydrat; chem. Reaktion Physik: Energie, Energieumwandlung, Energiesatz Geographie: Herkunftsländer von Pflanzen- u. Tierprodukten Gesellschaftswiss.: Hungerländer, Welternährungsproblem, Globalisierung	→ Chemie: chem. Gleichung, Summen-/ Strukturformel; organisch/anorganisch	→ → Chemie: Stoffbilanz, Mono-, Di-, Polysaccharide Physik: Entropie, Energiequalität, Wärme
naturwiss. - gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Stoff, Licht, Energie, Energieumwandlung, Temperatur, Zeit, Absorption	→ Formel (chem.), Element, Diffusion, Konzentration	→ → Makromolekül, Ion, Ladung, Photon, Frequenz
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Umwelt, Natur/Kultur, Ursache/Wirkung, Nachhaltigkeit, Begriff, Ästhetik <i>beschreiben, erläutern, begründen, vergleichen, bewerten, experimentieren</i>	→ Funktion, Sinn, Symbol <i>erklären, definieren, interpretieren, darstellen, formalisieren</i>	→ → Synthese, Komplexität, Hypothese, Theorie, Modell <i>analysieren, generalisieren</i>
allgemeine Kompetenzen	Umwelt- u. Sprachkompetenz, ästhetische und instrumentelle Kompetenz	→	→ wissenschaftstheoretische u. historische Kompetenz

Bitte beachten Sie die Hinweise auf S. 36 f. !



Themenkreis Bio 13: Ökosysteme – Organisationsstufen des Lebendigen

Begründung und Erläuterung

Der Begriff „ökologisch“ gehört mit ökologischem Landbau, Ökobauern und Ökoprodukten zum täglichen Sprachgebrauch. Sowohl der einzelne Bürger als auch die Gesellschaft als Ganzes sind fortwährend mit diesen Themen konfrontiert und zu Entscheidungen herausgefordert (Kategorien C und D). Das Verständnis von Ökosystemen als hochkomplexen dynamischen Systemen und höchsten Organisationsstufen des Lebendigen ist jedoch auch ein wesentlicher Bestandteil eines umfassenden Weltverständnisses (Kategorie B).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	Wald, Acker, Wiese, See, Meer, Fluss, Moor usw. Waldsterben, Waldschäden, Naturschutz, Erholungsgebiete, Landschaftsschutz, Ernährung, Werbung, Ökologie, ökologischer Landbau, Ökobauer, Ökoprodukte		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Lebensraum/ Lebensgemeinschaft, Ökosystem (ausgewählte Beispiele), Tiere und Pflanzen (Grundtypen), Pilze, Bakterien; ökol. Gleichgewicht(qualitativ), Räuber/Beute-Beziehung, Nahrungskette/Nahrungsnetz, Verflechtung/Entflechtung, Stoffwechsel (Photosynthese, Atmung)	→ Assimilation/ Dissimilation, Energiefluss und Stoffkreisläufe (trop. Wälder, nord. Nadelwälder, Wiesen); Produzenten/ Konsumenten/ Destruenten, ökolog. Gleichgewicht halbquantitativ (Pfeildiagramme)	→ → Trophicebenen, Nahrungspyramide; Analyse komplexerer Ökosysteme, Schadensanalysen; ökolog. Gleichgewicht quantitativ (Lotka/Volterra); Evolution der Biosphäre
Verbindung zu anderen Fächern	Physik: Energieumwandlung Religion/Ethik: persönl. Verantwortung f. Umwelt, Verzichtsbereitschaft Gesellschaftswiss.: Konsumverhalten, Werbung, Markt	→ Chemie: Stoffarten, Stoffumwandlungen, chem. Elemente, chem. Energie; anorganisch/organisch; Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße; Wasser, Mineralsalze Religion/Ethik: Schöpfungsgedanke, „Garten Eden“, Bewahrung/Nutzung Gesellschaftswiss.: Ökonomie/Ökologie, Naturschutz	→ → Physik: Selbstorganisation chaotischer Systeme (Synergetik) Geographie: Erosion, Wüstenbildung Gesellschaftswiss.: Umweltschutz
naturwiss. - gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Gleichgewicht, Energie	→ Wechselwirkung, Rückkopplung	→ → Linearität-Nichtlinearität
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Umwelt, Natur/Kultur, Ursache/Wirkung, Konflikt, Ethik <i>beobachten, untersuchen, beschreiben, erläutern, begründen, Problem lösen, urteilen, Zusammenhänge erkennen</i>	→ Leben, Nachhaltigkeit, Objektivität/Subjektivität, Sinn <i>experimentieren, erklären, definieren, formalisieren</i>	→ → System, Geschichte, Kausalität <i>Wechselwirkung, Komplexität analysieren, übertragen, mathematisieren</i>
allgemeine Kompetenzen	Umwelt- u. Sprachkompetenz, ethische Kompetenz	→ soziale u. Denkkompetenz (lineares/vernetztes Denken)	→ → historische Kompetenz

Bitte beachten Sie die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Bio 14: Geschichte und Zukunft des Lebens auf der Erde – Fragen zur biologischen Evolution

Begründung und Erläuterung

Fragen nach der Entstehung von Leben auf der Erde überhaupt und einer möglichen Wiederholbarkeit dieses Vorganges sowie Fragen nach Herkunft und Zukunft von Tieren, Pflanzen und Menschen beschäftigen heute viele Zeitgenossen. Sie gehören zum allgemeinen Welt- und Selbstverständnis eines gebildeten Menschen (Kategorie B).

Aber auch etliche aktuelle Probleme individueller und gesellschaftlicher Art (Globalisierung der Wirtschaft, Zuwanderung, Rassenproblematik, Religionskonflikte, Aggressionsverhalten, Rohstoff-Verknappung, Artensterben) erfordern eine sorgfältige Behandlung der Evolutionsthematik in der Schule (Kategorien C und D).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Ausgrabungen, Fossilien, Bernstein, Museum, Archäologie, Vererbung, Erbkrankheiten, Verwandtschaft, „Menschenrassen“, Rassismus, Schöpfungsglaube, Kreationismus, Zivilisation, Technik, Zukunft der Menschheit</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Begriffe Rasse, Art, Gattung, Familie; Variabilität/Uniformität, Vererbung, Verwandtschaft; Individual- u. Stammesentwicklung, Anpassung; Erdzeitalter, Fossilien, Evolution (Darwin), Kreationismus, Evolution d. Menschen, „Menschenrassen“, Rassismus	→ DNA, Mutation/Modifikation, Sexualität, genetische Rekombination; Primaten; genetische/ kulturelle Evolution, Evolutionsfaktoren, Selbst-/Fremdsteuerung, Gefährdung d. Menschen (Zivilisation), Erbkrankheiten	→ → Entstehung d. Lebens (Urzeugung), Evolutionstheorien, Koevolution; Paläontologie, Homologie/Analogie, Spezialisierung, Rückbildung; Verwandlung/Konstanz; biochemische Indizien, physikalische Datierungsmethoden
Verbindung zu anderen Fächern	Geographie: Verbreitung der wichtigsten Pflanzen- u. Tierarten u. d. Menschen auf d. Erde, Erdzeitalter, heutige Migrationsbewegungen, Ausbreitung von Seuchen Gesellschaftswiss.: Ausländerproblematik, Akzeptanz, Integration	→ Chemie: anorganisch/ organisch, Nukleinsäuren, DNA Religion/Ethik: Schöpfungsglaube, Kreationismus, Verantwortung f. d. Zukunft Geschichte: Entwicklung d. Weltkulturen Deutsch-/Kunst: Mythen zur Entstehung d. Menschen	→ → Geographie: Paläontologie Chemie: Photolyse, Radikal, Kohlenwasserstoff, Protein Physik: Selbstorganisation d. Universums (Chaostheorie)
naturwiss. - gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Zeit, Evolution, Licht, Temperatur	→ Rohstoff, Element, Atom, Molekül, Steuerung	→ → Makromolekül, Rückkopplung, Wechselwirkung,
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Leben, Entwicklung, Natur/Kultur, Geschichte, Zufall, Nachhaltigkeit, Naturwissenschaft, Ursache/Wirkung, Ethik, Verantwortung, Wirklichkeit, Komplexität, Ästhetik <i>beschreiben, vergleichen, begründen, beurteilen, bewerten</i>	→ Sinn, Begriff, Bedeutung, Sprache; Zufall, Ordnung, Subjektivität/ Objektivität, Umwelt, Gesundheit/Krankheit <i>erklären, deuten, darstellen, definieren, Ähnlichkeiten entdecken, klassifizieren</i>	→ → Hypothese/Theorie, Gesetz, Wahrscheinlichkeit, Determinismus, System <i>interpretieren, herleiten, generalisieren, logisch einordnen, formalisieren</i>
allgemeine Kompetenzen	Umweltkompetenz, historische, ethische u. ästhetische Kompetenz	→ Sprach- u. Gesundheitskompetenz	→ → wiss. theoret. Kompetenz

Bitte beachten Sie die Hinweise auf S.36 f. !



Methodische Anleitung zum fachübergreifenden Biologieunterricht am Beispiel Themenkreis 12: „Könnten wir ohne grüne Pflanzen leben? – Photosynthese im Haushalt der Natur“

von
Regina Manitz-Schaefer

Einleitung

Diese Fragestellung erscheint zunächst absurd und so, als ließe sie sich ohne langes Überlegen mit „nein“ beantworten. Genauer nach dem Grund des Neins befragt, können aber viele Menschen keine befriedigende Antwort geben. Ihnen ist nicht bewusst, in welcher konkreten Weise ihr eigenes Leben mit dem der grünen Pflanzen zusammenhängt. Das Leben der meisten Organismen und damit die Existenz unserer Ökosysteme hängt aber zwingend vom Vorgang der Photosynthese in den grünen Pflanzen ab. Jeder hat zwar von den „fernen“ Problemen der Gefährdung der Regenwälder und der Tundren für den Erhalt der Biosphäre gehört, viele wissen aber nichts über die Nähe ihrer eigenen Nahrungsketten „grüne Pflanzen → Mensch“.

Methodische Anleitung für Niveaustufe 1: Pragmatisches Verständnis

Die Schüler beobachten eigene Zimmerpflanzen, das Wachsen von Pflanzen in Gärten, auf Feldern, in Parkanlagen und in Wäldern. Ebenso werden sie ständig durch die öffentlichen Medien über den Zustand der Biosphäre informiert. Um die Zusammenhänge verstehen und eigene Entscheidungen und sachgerechte Urteile fällen zu können, ist es notwendig, dass sie schon auf dieser Niveaustufe ausreichende Kenntnisse zu diesem Thema erwerben. Dazu sind mehrere Unterrichtsstunden erforderlich.

Die Schüler sollten aktiv in die Planung dieser Stunden einbezogen werden, indem sie selbst Vorschläge für die Unterrichtsgestaltung machen, die dann entsprechend mit dem Lehrer ausgewählt werden. Schon hier spielt die Sprachkompetenz eine wichtige Rolle, denn die Vorschläge müssen gut formuliert und begründet werden.

Zur Photosynthese:

Die Photosynthese ist auf dieser Stufe nur vereinfacht darzustellen. Die Schüler sollen erfahren, dass in einem grünen Laubblatt dieser Vorgang nur bei Licht abläuft. Sie lernen, dass Wasser und Kohlenstoffdioxid die Ausgangsstoffe, Traubenzucker und Sauerstoff die Reaktionsprodukte sind. Sie müssen außerdem die Bedeutung des Lichtes als Energiequelle für die Photosynthese und der Mineralsalze als unterstützende Funktionsstoffe erfassen. Aus dem primären Reaktionsprodukt Traubenzucker bildet die Pflanze dann noch weitere sekundäre Kohlenhydrate, z.B. Stärke und Zellulose, sowie Fette und Eiweiße, die alle zu den energiereichen Nährstoffen der lebenden Organismen gehören. Somit kann auch das biologische Prinzip der Stoffumwandlung und Speicherspeicherung schon auf dieser Niveaustufe leicht verdeutlicht werden.

Je nach Klassenstufe, in der dieser Themenkreis behandelt wird, kann und sollte auf Vorkenntnisse aus dem Chemieunterricht zurückgegriffen werden. Wo dies nicht möglich ist, können die obigen Begriffe im Biologieunterricht selbst an einfachen Beispielen erläutert werden. Dabei sind einige wichtige Grundbegriffe der Naturwissenschaften aus Zone 2 des Rosettenschemas wie Stoff, Licht, Energie/Energieumwandlung und Temperatur mit einzubeziehen.



Folgende Experimente (Demonstrations- oder Schülerversuche) sollten in den Unterrichtsablauf eingebaut werden, da sie sowohl zur Motivation der Schüler als auch zur Problemstellung und Problemlösung beitragen:

- Pflanzen ohne CO₂-Zufuhr und in Mangelkulturen
- Photosynthese bei Wasserpflanzen (z.B. Wasserpest); Auffangen und Nachweis von O₂
- Bedingungen, unter denen Photosynthese abläuft: Licht als Energiequelle (Sonne? Lampe?); Temperatur (Querbezüge zur Physik)
- Nachweis von Kohlenhydraten (Zucker- und Stärkenachweis) und von Fetten und Eiweißen in Pflanzenteilen.

Gefördert werden dabei vor allem die instrumentelle Kompetenz, aber auch die Sprachkompetenz. Die Schüler *beschreiben* Vorgänge, *erläutern* die Ergebnisse von Experimenten und *begründen* die Bedeutung der grünen Pflanzen für den Naturhaushalt. Dabei wird auch ihre Unverzichtbarkeit für die menschliche Ernährung verdeutlicht und belegt (Ballaststoffe, Vitamine, Mineralsalze, Pflanzenöle, wichtige Eiweiße).

Zum Haushalt der Natur:

Zum Verständnis des Themenkreises gehören auch erste Grundkenntnisse über Ökosysteme und die Notwendigkeit von Pflanzenschutz. Diese Kenntnisse sollen die Schüler zu einem umweltgerechten Verhalten auch Pflanzen gegenüber befähigen, die von ihnen im Vergleich zu Tieren oft stiefmütterlich behandelt werden.

Die Schüler erfahren in vereinfachter Darstellung das Wesentliche über die Struktur eines Ökosystems. Verschiedene Lebewesen (Pflanzen, Tiere, Mikroorganismen), die in einem bestimmten Lebensraum (Wald, Hecke, Teich) zusammenleben, werden betrachtet und Nahrungsbeziehungen zwischen ihnen aufgedeckt. Besonders wirkungsvoll ist dieser Unterricht im Freiland, so dass sich unbedingt eine Exkursion in die Umgebung der Schule empfiehlt. Grundbegriffe aus Zone 1 des Rosettenschemas wie Umwelt, Natur/Kultur, Nachhaltigkeit, Ursache/Wirkung lassen sich bei diesem Unterricht auf vielfältige Weise verdeutlichen.

Der Abschnitt „Haushalt der Natur“ eignet auch zur Entwicklung von Grundfertigkeiten wie: *Beschreiben* und *Vergleichen* von Ökosystemen, *Bewerten* von Maßnahmen zu ihrer Erhaltung und *Erkennen von Zusammenhängen*.

Ästhetische Aspekte können bei der Diskussion um Ökosysteme immer mit einbezogen werden, da sie die Schüler bewegen, sich mit dem Thema stärker zu identifizieren, z.B. über die Schönheit von Landschaften und die wohltuende Wirkung ihres Grün auf die Psyche des Menschen.

Methodische Anleitung für Niveaustufe 2: Fachliche Vertiefung

Je nach Lehrplangestaltung (Behandlung dieses Themenkreises einmal oder mehrmals in der S I) werden die Niveaustufen 1 und 2 entweder ineinander integriert oder nacheinander durchlaufen.

Die Schüler erfahren hier nicht nur, dass grüne Laubblätter Chlorophyll als Bedingung für die Photosynthese besitzen, sondern sie ordnen auch die photosynthetischen Zellen bestimmten Geweben zu, diese wieder bestimmten Organen (den Laubblättern) und die Organe dem Organismus Pflanze. Dabei werden auch Gewebe des Gasaustausches (Schwammgewebe, Epidermis mit Spaltöffnungen) sowie die Organe der Wasserleitung (Stängel und Wurzeln) mit behandelt. Es wird also auf dieser Stufe das Detail (die Photosynthese betreibende Zelle) stufenweise in höhere Ganzheiten eingebaut und damit die hierarchische Gliederung Chloroplast/Zelle/Gewebe/Organ/Organismus aufgezeigt. Auf dieser Niveaustufe spielen wichtige biologische Grundbegriffe wie Assimilation, Dissimilation, Stoffwechsel und Nährstoffe eine wichtige Rolle. Es wird auf die besondere Bedeutung der Enzyme eingegangen und dabei die



aus der Chemie gewohnte Unterscheidung von organisch und anorganisch benutzt. Auch werden in angemessener Weise chemische Formeln für die Darstellung der Photosynthese in einer Summengleichung verwendet.

Bei der Einbeziehung der Ökosysteme in diesen Themenkreis wird auf dieser Niveaustufe eine fachliche Vertiefung des Verständnisses durch Einführung der biologischen Grundbegriffe Produzent, Konsument und Destruent unter dem Aspekt „Energiefluss in einer Nahrungskette“ angestrebt.

Naturwissenschaftsgemeinsame Begriffe aus Zone 2 des Rosettenschemas wie Diffusion, Konzentration und Energie/Energieumwandlung, die auf dieser Stufe behandelt sein sollten, sind für das Verständnis der biologischen Vorgänge hilfreich und teilweise sogar notwendig. Sie können je nach Lehrplanstruktur der Physik schon vorausgesetzt oder in Absprache mit dem Physiklehrer wieder aufgefrischt bzw. erweitert werden.

Grundbegriffe aus Zone 1 des Rosettenschemas wie Funktion, Leben, Symbol spielen im Zusammenhang mit der Photosynthese eine wichtige Rolle. Auf dieser Niveaustufe des Themenkreises können auch Grundfertigkeiten wie *definieren* (z.B. Stoffwechsel), *interpretieren* (z.B. Graphen zum Photosyntheseablauf) und *erklären* (z.B. warum Wasser für die Photosynthese notwendig ist) vielfältig und zwanglos eingeübt werden. Daher spielt auf dieser Niveaustufe außer der Umweltkompetenz und der instrumentellen Kompetenz auch die Sprachkompetenz eine wichtige Rolle.

Methodische Anleitung für Niveaustufe 3: Umfassenderes Verständnis

Auf dieser Stufe geht es nicht in erster Linie um eine weitere fachliche Vertiefung des biologischen Detailwissens, sondern die Schüler sollen das vorhandene biologische Wissen stärker als bisher mit Kenntnissen aus anderen Fächern verknüpfen, unter wissenschaftstheoretischen Aspekten sehen und unter Einübung vieler wissenschaftlicher Grundfertigkeiten anwenden lernen. Es geht hier also im Wesentlichen um eine Herausarbeitung *komplexerer* und *fachübergreifender* Zusammenhänge zum Thema Photosynthese.

Allerdings ist für ein umfassenderes Verständnis zur Beantwortung der Frage „Könnten wir ohne grüne Pflanzen leben?“ die Behandlung einiger wichtiger biologischer Spezialthemen wie „Feinbau des Chloroplasten“, „Licht- und Dunkelreaktion“, „Energiefluss in der Zelle und in der Biosphäre“, „Kohlenstoffkreislauf“ hilfreich, ergänzt durch wenige zusätzliche Grundbegriffe aus Chemie und Physik wie Makromolekül, Ion, Ladung, Photon und Frequenz.

Auf diesem Lernniveau sollten auch im Hinblick auf die allgemeine Wissenschaftsorientierung der Oberstufe weitere Anteile aus Zone 1 des Rosettenschemas eingeführt bzw. geübt werden: Grundbegriffe wie Synthese, Komplexität, Hypothese, Theorie, Modell und Fertigkeiten wie *analysieren* und *generalisieren*.

Diese Art von fachübergreifendem Fachunterricht wird voraussichtlich beim Abiturienten am Ende eine Grundhaltung von „Wissenschaftlichkeit“ hinterlassen, die sowohl stabil als auch flexibel genug ist, um später in Alltag und Beruf zu bestehen. In diesem Zusammenhang erhält die wissenschaftstheoretische Kompetenz ein stärkeres Gewicht und gibt dieser Lernstufe ihr besonderes Gepräge.



Themenkreise Chemie

von
Hans-Josef Altenbach und Wolfgang Asselborn

Übersicht

Themenkreis 1: Stoffe – von der Vielfalt zur Systematik

Gemisch/Reinstoff (Trennung, Reinigung, Reindarstellung); Verbindung/Element (Elementaranalyse); Stoffeigenschaften; Quantifizierung von Stoffportionen (Stoffmenge); Analysemethoden

Themenkreis 2: Aufbau der Stoffe – von der Zusammensetzung zur Struktur

Atombau, Periodensystem, Ionen, Chemische Bindung, Moleküle, Komplexe, Massenverhältnis – Verhältnisformel; Molare Masse – Molekülfomel; Strukturaufklärung; Isomerie; Strukturformel

Themenkreis 3: Chemische Reaktionen – Umwandlung von Stoffen

Massengesetze; Reaktionsgeschwindigkeit; Energie bei chemischen Reaktionen; Aktivierungsenergie, Katalyse; Chemisches Gleichgewicht; Reaktionsmechanismen

Themenkreis 4: Brennstoffe – von alten und neuen chemischen Energieträgern

Luft; Verbrennung; Oxidation; Brände; Brennstoffe (Erdgas, Erdöl, Kohle, Benzin, Kohlenwasserstoffe, Biodiesel, Brennstoffzelle); Kohlenstoffkreislauf, Energiehaushalt der Atmosphäre; Smog- und Ozon-Problematik

Themenkreis 5: Metalle - Werkstoffe und mehr

Vom Erz zum Metall; Metall/Metalleigenschaften; Legierung; Redoxreaktionen; Spannungsreihe; Elektrolyse; Korrosion; Batterien und Akkus

Themenkreis 6: Säuren - Basen – Salze

Säuren im Haushalt; Konservierungsstoffe; Protolysen

Themenkreis 7: Chemie im Haushalt – Chemie im Alltag

Seifen, Waschmittel, Kosmetika, Duftstoffe

Themenkreis 8: Farbstoffe – schön und nützlich

Farben, Pigmente, Lacke, Lichtabsorption, Reaktivfarbstoffe, Waschbeständigkeit, Lichtstabilität

Themenkreis 9: Kunststoffe – neue Materialien und mehr

Polymere, Makromoleküle, Schaumstoff, Kunstfaser, Polyethylen, Polystyrol, PVC, Polyester, Polyurethan, Teflon

Themenkreis 10: Naturstoffe – von Biomaterialien bis zu Molekülen des Lebens

Wolle, Baumwolle, Seide; Nährstoffe, Vitamine, Drogen, Duftstoffe, Fette, Öle, Proteine, Kohlenhydrate, Zucker



Themenkreis Chemie 1: Stoffe – von der Vielfalt zur Systematik

Begründung und Erläuterung

Die Schüler lernen die Chemie als die Welt der Stoffe kennen. Sie identifizieren einzelne Stoffe an Hand von charakteristischen Eigenschaften und entwickeln eine Systematik zur Einteilung von Stoffen (Kategorie B). Mit Gemischtrennungen, Analysemethoden und Synthesen erhalten sie einen Einblick in wichtige Anwendungen und damit in die Berufswelt (Kategorie C). Die Erkenntnisse der Beziehungen zwischen Struktur und Eigenschaften sowie Struktur und Wirkung ermöglichen ein Verstehen vieler bedeutender Anwendungen und lebenswichtiger Prozesse (Kategorie D).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Rohstoff, Baustoff, Werkstoff, Wirkstoff, Nährstoff, Naturstoff, Kunststoff, Farbstoff, Klebstoff, Duftstoff, Geschmackstoff, Brennstoff, Feststoff, Schaumstoff, Dämmstoff, Abfallstoff, Schadstoff, Sauerstoff, Stoffeigenschaften, Stoffumwandlung, Stoffwechsel, Stoffkreislauf, Müllsortierung, Stoffrecycling, Umweltbelastung</i>		
Nivعاstufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Stofftrennung, Filtration, Destillation, Teilchenmodell, chem. Reaktion, Gemisch, Reinstoff, Verbindung, chem. Element, Edelgas, Metall, Nichtmetall, Feststoff, Flüssigkeit, Gas, Kristallisation, Indikator, Mineral, Salz, Lösung, Synthese, Analyse, Elektrolyse	→ Emulsion, Suspension, Legierung, Chromatographie, Extraktion, Adsorption, Maßanalyse, Stöchiometrie, Wertigkeit, Spektroskopie, Verhältnisformel, Formel, Summenformel, Isomerie, Stoffmenge, molare Masse, molares Volumen, Avogadro-Konstante, Kristallstruktur, Elektronegativität, funktionelle Gruppe	→ → chem. Bindung, Struktur-Eigenschaften, Struktur-Wirkung
Verbindung zu anderen Fächern	Physik: Leitfähigkeit, Halbleiter, Wärmeleitfähigkeit Biologie: Naturstoff, Nährstoff, Gefahrstoff Geowiss.: Mineral, Erz, Salzlager, fossile Rohstoffe Gesellschaftswiss.: Risikobewertung, Verantwortung	→ Biologie: Stoffwechsel, Stoffkreislauf Physik: elektromagnetisches Spektrum, Röntgenbeugung, Beugung Geowiss.: Silikat Gesellschaftswiss.: Gesundheit	→ →
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Stoff, Aggregatzustand, Dichte, Druck, Formel, Lösung, Maßeinheit, Teilchen, Atom, Molekül, Rohstoff, Masse, Temperatur, Zeit, Konzentration	→ Teilchen, Elektronenschale, Periodensystem, Dipol, Löslichkeit, Mol,	→ → Schwingung, Welle, Photon, Quant, Absorption, Energie, Entropie
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Empirie, Gesetz, Regel, Methode, Modell, Symbol, Kausalität, Ordnung, Ursache/ Wirkung, Umwelt <i>experimentieren, beobachten, beschreiben, deuten, folgern, vergleichen, übertragen, zählen</i>	→ Nachhaltigkeit, Hypothese, Deduktion, Induktion, Theorie, Prozess, Kriterium, Funktion <i>denken, interpretieren, schätzen, klassifizieren, definieren, mathematisieren</i>	→ → System, Wechselwirkung, Stoffkreislauf, Synthese, Struktur, Komplexität <i>analysieren, bewerten</i>
allgemeine Kompetenzen	Gesundheits-, Umwelt-, Sprach-, Denkkompetenz, ästhetische u. instrumentelle Kompetenz	→ Lernkompetenz, soziale Kompetenz	→ → wiss. theor. und historische Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Chemie 2: Aufbau der Stoffe – von der Zusammensetzung zur Struktur

Begründung und Erläuterung

Ein tieferes Verständnis für die Welt der Stoffe, ihrer Eigenschaften und Reaktionen lässt sich erst mit der Kenntnis des Aufbaus der Materie erhalten. Das Erkennen des Zusammenhangs zwischen chemischer Struktur und sowohl physikalischen als auch chemischen Stoffeigenschaften führt zum Verstehen grundlegender stofflicher Phänomene und Zusammenhänge (Kategorie B) und ermöglicht eine Orientierung in der Welt der Stoffe (Kategorie C). Das Wechselspiel von Experiment und Theorie, von Hypothese und Modellbildung gibt vor allem auch in seiner historischen Entwicklung einen eindrucksvollen Einblick in naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise (Kategorie D).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Wasser, Salz, Kristall, Metall, Atom, Molekül, Element, Verbindung, Bindung, Elektron, Ionen, Komplex, Seife, Öl, Fett, Protein, Zucker, Farbe, Licht</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Teilchenmodell, Atom, Ion, Verbindung, Molekül, Salz, Komplex, Atomkern, Elektron, Valenzelektron, Periodensystem, Edelgaskonfiguration, Atommasse, Atomradius, Molekülmasse, molare Masse, molares Volumen, chem. Formel, chem. Bindung, Ionengitter, Analyse, Maßanalyse, Stöchiometrie	→ Avogadrozahl, Gasgesetze, Ionenbindung, Elektronenkonfiguration, kovalente Bindung unpolare/ polare Atombindung, Metallbindung, van-der-Waals-Bindung, Wasserstoffbrückenbindung, Bindungslänge, Bindungswinkel, freies Elektronenpaar, Isomerie, Elektronegativität	→ → Orbital, Orbitalmodell, Mesomerie, Spektroskopie, Strukturaufklärung, Struktur-Eigenschaften
Verbindung zu anderen Fächern	Physik: Leitfähigkeit, Halbleiter, Wärmeleitfähigkeit, Coulombkraft Geowiss.: Kristall	→ Physik: Energieniveaus, elektromagnetisches Spektrum, Atommodell Geo.: Kristallstruktur, Elementarzelle, Packungsdichte, Kugelpackung	→ → Physik: Beugung, Röntgenbeugung, Elektronenbeugung, Quantenmechanik
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Stoff, Masse, Dichte, Druck, Formel, Lösung, Maßeinheit, Teilchen, Masse, Temperatur, Konzentration	→ Elektronenschale, Periodensystem, Dipol, Löslichkeit, Mol	→ → Schwingung, Welle, Absorption, Energie, Entropie
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Empirie, Gesetz, Regel, Methode, Modell, Symbol, Kausalität, Ordnung, Ursache/Wirkung, <i>experimentieren, beobachten, beschreiben, deuten, folgern, vergleichen, übertragen, zählen</i>	→ Ordnung, Hypothese, Deduktion, Induktion, Theorie, Prozess, Kriterium, Funktion <i>denken, definieren, mathematisieren, interpretieren, klassifizieren, schätzen</i>	→ → System, Wechselwirkung, Struktur, Komplexität <i>analysieren, bewerten, kritisch betrachten</i>
allgemeine Kompetenzen	Sprach- und Denkkompetenz, ästhetische und instrumentelle Kompetenz	→ Lernkompetenz, soziale Kompetenz	→ → wiss. theor. und historische Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Chemie 3: Chemische Reaktionen – Umwandlung von Stoffen

Begründung und Erläuterung

Mit der chemischen Reaktion lernen die Schüler ein Prinzip kennen, das gleichermaßen Veränderung wie Erhaltung umfasst. Das Thema basiert mit seinen energetischen, thermodynamischen und kinetischen Aspekten auf Grundlagen der Physik, die diese bereitstellen muss (Kategorie B). Es weist zahlreiche Anwendungsbezüge zum Erfahrungsbereich der Schüler auf (Kategorie A) und besitzt viele Querverbindungen zur Biologie. Mit den Modellvorstellungen zu den Reaktionsmechanismen führt es hin bis zu aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen.

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Explosion, Brand, Verbrennung, Kuchenbacken, Kochen, Braten, Oxidation, Anlaufen eines Silberlöffels, Korrosion, Rost, Mörtelschäden durch sauren Regen, Katalysator, Enzym, alkoholische Gärung</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	chem. Reaktion, chem. Gleichung, chemietechnische Verfahren, Aktivierungsenergie, stabile/instabile Verbindung, Säure-Base, Neutralisation, Titration, Stöchiometrie	→ chem. Gleichgewicht, Katalyse, Zwischenprodukt, Inhibitor, thermische/ photochemische Aktivierung, Reaktionsgeschwindigkeit, Addition, Eliminierung, Substitution, Reduktion, Oxidation, Bindungsenergie, funktionelle Gruppe	→ → chem. Bindung, Reaktionsmechanismen, Photolyse, Massenwirkungsgesetz, Radikal, Nucleophilie/Elektrophilie, Enthalpie, Kinetik, Thermodynamik, Spektroskopie
Verbindung zu anderen Fächern	Physik.: Energie, Energieformen Biologie: Stoffwechsel Geowiss.: Mineral, Erz, Rohstoff	→ Biologie: Enzym, Photosynthese	→ → Physik: elektromagn. Spektrum, Energieniveau Biologie: Biorhythmik Gesellschaftswiss.: Verantwortung, Risikobewertung
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Energie, Größengleichung, Periodensystem, Teilchen, Druck, Temperatur, Zeit, Volumen, Masse, Kraft, Ladung	→ Energiesatz, Gleichgewicht, Dipol, Konzentration	→ → Licht, Absorption, Frequenz, Potential, Welle/Wellenlänge, (Molekül-)Schwingung, Entropie
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Empirie, Gesetz, Regel, Kausalität, Kontrollexperiment, Methode, Modell, Symbol <i>experimentieren, beobachten, begründen, beschreiben, deuten, zählen, vergleichen, Zusammenhänge erkennen</i>	→ Reduktion, System, Hypothese Deduktion, Induktion, Theorie, Geschichte <i>beweisen, simulieren, klassifizieren, mathematisieren,</i>	→ → Wissenschaft/lichkeit, Korrelation, Ursache <i>analysieren, bewerten, falsifizieren/verifizieren</i>
allgemeine Kompetenzen	Umwelt-, Sprach- u. Lernkompetenz, soziale u. instrumentelle Kompetenz	→ Denkkompetenz (abstraktes Denken), historische Kompetenz	→ → wiss.theoret. Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Chemie 4: Brennstoffe – von alten und neuen chemischen Energieträgern

Begründung und Erläuterung

Die Schüler begegnen in ihrem Alltag Brennstoffen vielfältigster Art. Sie kennen fossile Brennstoffe und aktuelle erneuerbare Alternativen. Die Diskussion um den Treibhauseffekt und um die Smog- und Ozonproblematik soll im Unterricht auf rein sachlicher Ebene ihren Niederschlag finden. Sowohl bei der individuellen wie auch bei der gesellschaftlichen Lösung von Problemen, die im Zusammenhang mit den Energieressourcen und dem Energieumsatz stehen, sind Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten aus dem Themenkreis Brennstoffe notwendig (Kategorien C und D).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	Luft, Verbrennung; Brände; Energieversorgung, Brennstoffe (Erdgas, Erdöl, Kohle, Benzin, Diesel, Biodiesel, Brennstoffe für die Brennstoffzelle), Kohlenstoffdioxid-Diskussion, Treibhauseffekt, Smog, Ozonproblematik, Abgas, Katalysator, Verbrennungsmotor		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
sachliche Grund- und Spezialbegriffe	Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Spurengase, Brände/Brandbekämpfung, Verbrennung, Oxidation, Oxid, Reduktion, Kohlenstoffdioxid, Luftschadstoffe (Kohlenstoffmonooxid, Stickstoffoxide, Schwefeldioxid); Hochofenprozess, Roheisen, Stahl; Kohlenwasserstoffe	→ Redoxreaktion, Oxidations/Reduktionsmittel; Alkane, Alkene, Alkine, Biogas, Otto-kraftstoff, Dieselmotorkraftstoff, Biodiesel; Erdölaufbereitung, Cracken, Autoabgaskatalysator, Kohlenstoffkreislauf, alternative Energieträger	→ → Donator/Akzeptor-Prinzip, Elektronenübertragung, Spannungsreihe, Oxidationszahl; Aromaten, Substitution, Addition, Radikal, elektrophil/nucleophil; Isomerie, Treibhauseffekt
Verbindung zu anderen Fächern	Biologie: Atmung, Photosynthese Geowiss.: fossile Brennstoffe (Entstehung, Lagerstätten, Förderung, Aufarbeitung) Gesellschaftswiss.: Umweltschutz, Risikobewusstsein, Verantwortung	→ Physik: Frequenz Biologie: Destruenten	→ Physik: Thermodynamik, elektromagn. Spektrum
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Diffusion, Energie/Energiesatz, Rohstoff, Teilchen, Temperatur, Wärmemenge	→ Atom, Ion (Kation, Anion), Wellenlänge, Spannung, Strom, Widerstand	→ → Absorption, Potential, Wechselwirkung
wiss.allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Begriff, Empirie, Kriterium, Kultur/ Natur, Naturwissenschaft, Regel, Symbol, Ursache/ Wirkung <i>beobachten, beschreiben, deuten experimentieren, erläutern, erklären</i>	→ Entwicklung, Prozess, Wissenschaft/lichkeit, Sozialwissenschaften, Nachhaltigkeit <i>übertragen, vergleichen, analysieren</i>	→ Subjektivität/Objektivität, Verantwortung, Ethik <i>kritisch betrachten, bewerten, verstehen</i>
allgemeine Kompetenzen	Sprachkompetenz, soziale Kompetenz	→ instrumentelle u. historische Kompetenz	→ → Umweltkompetenz, wiss.theoret. und ethische Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Chemie 5: Metalle – Werkstoffe und mehr

Begründung und Erläuterung

Auch heute noch sind Metalle *die* Werkstoffe schlechthin, aus denen eine Vielzahl von Gebrauchsgegenständen hergestellt werden. Mit Schmuck- und Münzmetallen, Zahnfüllungen, elektrischen Kabeln und Alu-Folie kommt jeder heutige Mensch immerzu, sozusagen „hautnah“, in Berührung (Kategorien A und C).

Metalle haben aber auch eine große wirtschaftliche Bedeutung, so z.B. in der Stahlindustrie und bei der Werkzeugherstellung (Kategorie D).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Fahrzeuge, Werkzeuge, Metalle am Bau, Münzen, Schmuck, Zahnfüllungen, elektrische Kabel, Spiegel, metall erzeugende und -verarbeitende Industrie, Batterien, Akkus, Alu-Folie, Metallkatalysator, Konservendose, Weißblech, Stahl</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Schwer-/Leichtmetalle, unedle/Edelmetalle, Metallglanz, elektrische / Wärmeleitfähigkeit, Härte/Duktilität, Korrosion, Oxidation, Reduktion, Redoxreaktion, Legierungen	→ Oxidations-/ Reduktionsmittel, Elektrolyse, galvanisches Element, Katalysator	→ Oxidationszahl, Spannungsreihe, Batterie, Akkumulator
Verbindung zu anderen Fächern	Physik: elektrischer Strom, Stromkreis, Magnetismus Geowiss.: Lagerstätte, Mineral, Rohstoff Gesellschaftswiss.: Recycling, Gesundheit	→ Physik: Reflexion, Atomspektroskopie	→ Physik: elektromagn. Spektrum, Energieniveau
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Element, Aggregatzustand, Dichte, Formel, Ladung, Stoff, Schall, Spannung, Strom, Widerstand	→ Schwingung, Wärmemenge, Temperatur, Atom, Ion	→ → Konzentration, Ladung, Polarisation, Potential
wiss. allg. Grundbegriffe u. Fertigkeiten (Zone 1)	Ästhetik, Kriterium, Kultur/Natur, Naturwissenschaft, Regel, Symbol, Ursache/Wirkung <i>beobachten, beschreiben, deuten, experimentieren, formulieren, messen</i>	→ Begriff, Subjektivität/Objektivität <i>vergleichen, bewerten</i>	→ → <i>kooperieren, generalisieren</i>
allgemeine Kompetenzen	Umwelt- u. Sprachkompetenz, instrumentelle und ästhetische Kompetenz	→ historische Kompetenz	→ → soziale und wiss.theoret. Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Chemie 6: Säuren – Basen - Salze

Begründung und Erläuterung

Mit dem Themenkreis „Säuren – Basen – Salze“ erhalten die Schüler eine praktische Einführung in den Umgang mit alltagsrelevanten Stoffgruppen (Kategorie C), die für ganze Generationen von Lernenden das Gerüst der Stoffchemie dargestellt haben. In diesem Themenkreis erhalten Nomenklaturfragen ein größeres Gewicht als bisher; insbesondere spielt jedoch die Systematisierung und schließlich auch die Theoriebildung eine wesentliche Rolle (Kategorie B). Mit seinen umwelt- und gesundheitsrelevanten Bezügen tangiert der Themenkreis aber auch das politische Handeln des einzelnen Bürgers (Kategorie D).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tgl. Lebens	Säuren im Haushalt, saure Getränke, Lauge, Abflussreiniger, fotografischer Prozess, Essig, Konservierungsstoffe und andere Lebensmittelzusatzstoffe, Wasserhärte, Entkalker, Kalkkreislauf, Mörtel, Zement, Glas, saurer Regen, Kohlenstoffkreislauf, Düngemittel, Stickstoffkreislauf, Phosphat, Nitrat, Kochsalz		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Halogen, Halogenwasserstoff, Lösung, Säure, Alkalimetall, Erdalkalimetall, Hydroxid, Indikator, Salz, Mineral, Salzsäure, Chlorid, Schwefelsäure, Sulfat, Carbonat, Phosphat, org. Säure, Puffer, Titration, Maßlösung	→ Dissoziation, Kation, Anion, Konzentration, Neutralisation, pH-Wert, Massenwirkungsgesetz, chemietechnische Verfahren: Kontaktverfahren, Haber-Bosch-Verfahren, Ostwaldverfahren, systematische Nomenklatur, Carbonsäuren, Lebensmittelkonservierung, Gesundheit	→ → Donator/Akzeptor-Prinzip, chem. Bindung, Struktureigenschaften, Struktur-Wirkung
Verbindung zu anderen Fächern	Biologie: Naturstoff, Nährstoff, Gefahrstoff Geowiss.: Mineral, Erz, Salzlager, Rohstoff	→ Biologie: Stoffkreislauf, Stoffwechsel Physik: Stromkreis Geowiss.: Silikat Gesellschaftswiss.: Gesundheit am Arbeitsplatz	→ → Gesellschaftswiss.: Risikobewertung, Verantwortung
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Stoff, Aggregatzustand, Formel, Lösung, Maßeinheit, Teilchen, Molekül, Rohstoff, Masse, Temperatur, Zeit, Konzentration	→ Absorption, Atom, Ion, Basis, Maßeinheit, Coulombkraft, Definitionsgleichung, Dipol, Elektrolyse, Periodensystem, Löslichkeit	→ → Absorption, Energie, Entropie, Polarisierung, Potential
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Empirie, Gesetz, Regel, Methode, Modell, Symbol, Kausalität, Ordnung, Ursache/Wirkung, Nachhaltigkeit, Umwelt <i>Ähnlichkeiten entdecken, experimentieren, beobachten, beschreiben, deuten, folgern, formulieren, vergleichen, übertragen</i>	→ Ordnung, Hypothese, Deduktion/Induktion, Theorie, Prozess, Kriterium, Funktion <i>denken, interpretieren, kooperieren, zählen, schätzen, klassifizieren, definieren, mathematisieren</i>	→ → System, Modell, Reduktion/-ismus, Wechselwirkung, Stoffkreislauf, Synthese, Struktur, Komplexität, Hypothese, Theorie <i>analogisieren, analysieren, urteilen, bewerten</i>
allgemeine Kompetenzen	Sprach-, Umwelt- u. Denkkompetenz, ästhetische u. instrumentelle Kompetenz	→ Gesundheits- u. Lernkompetenz (Nomenklatur-Lernen), soziale Kompetenz	→ → wiss.theoret. u. historische Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Chemie 7: Chemie im Haushalt – Chemie im Alltag

Begründung und Erläuterung

In unserem täglichen Leben kommt viel mehr Chemie vor als man sich gemeinhin vorstellt: In der Küche, im Haushalt, im Garten, rund ums Auto, beim Umgang mit Spül- und Scheuermitteln, bei Hygiene, Kosmetik u.s.w. steht jeder von uns fortwährend vor dem Problem, mit Chemie richtig umzugehen (Kategorie C). Ebenso spielen aber auch wirtschaftliche und ökologische Aspekte, z.B. Waschmittel-Industrie, Abwasser-Technik, Giftmüll-Beseitigung und Medikamenten-Konsum als gesellschaftliche Handlungsfelder eine bedeutende Rolle (Kategorie D).

Schließlich sollte auch daran gedacht werden, dass chemische Stoffe über ihre Auswirkungen auf Geruch, Geschmack und Aussehen zur unmittelbaren sinnlichen Erfahrung des Menschen gehören (Kategorie A). Damit kann die landläufige Meinung, Chemie sei „abstrakt“ und bestünde nur aus Formeln, widerlegt werden.

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Waschmittel, Spülmittel, Seife, Fleckmittel, Desinfektionsmittel, Shampoo, Abwasser, Kosmetika, Duftstoffe, Geschmacksstoffe, Herbizide, Insektizide, Pestizide, Kunststoffe, Farben, Lacke, Klebstoffe, Müll, Abwasser, Klärwerk</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Lösungsmittel, Waschmittel, Detergentien, Fette, Öle, lipophil/lipophob, hydrophil/hydrophob, Wasserhärte, Enzyme, Verseifung, Farben, Enthärter, Bleichmittel, Härtegrad, dispergierend, emulgierend, benetzend	—> Lösung, Emulsion, Alkohole, Fettsäuren, Ester, Hydrolyse, Anion-/Kation-/nichtionische Tenside, Makromolekül, Ionenaustauscher, Farbstoffe	—> —> Carbonsäure, Aldehyd, Keton, Aromat, Mesomerie, elektrophile Substitution, Reaktionsmechanismen
Verbindung zu anderen Fächern	Physik: Flüssigkeit, Gas, Festkörper, Oberflächenspannung Biologie: Umwelt (belebte), Ernährung/Verdauung, Bakterien Geographie: Sediment Gesellschaftswiss.: Risiko-Bewertung, Umweltschutz, Verantwortung, Werbung, Gesundheit u. Hygiene am Arbeitsplatz	—> Physik: Kristall/-isation Biologie: Enzym, Stoffwechsel, Arzneimittel, Ökosystem Geowiss.: Mineral, Silikat/-glas, /-schmelze	—> —> Physik: Grenzflächenphänomene Biologie: Osmose, Membran Semipermeabilität, Biotechnologie Geowiss.: Phasenumwandlung/-gleichgewicht, Wasserkreislauf
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Aggregatzustand, Teilchen, Molekül, Salz, Lösung/Löslichkeit, Stoff, Masse/Gewicht, Konzentration/Dichte, Maßeinheit/Größe	—> Rohstoff, Element; Formel, Diffusion, Dipol	—> —>
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Ästhetik, Ethik, Konflikt, Natur/Kultur, Begriff, Sinn, Ursache/Wirkung, Gesundheit/Krankheit <i>begründen, beschreiben, beobachten, bewerten, erläutern, variieren, vergleichen, Zusammenhänge aufdecken</i>	—> Begriff, Gesetz, Modell, Prozess, Nachhaltigkeit, Symbol, Variabilität, Struktur <i>definieren, erklären, analysieren, beweisen, deuten, interpretieren, experimentieren</i>	—> —> Empirie, Hypothese, Kausalität, System, Theorie <i>mathematisieren, generalisieren</i>
allgemeine Kompetenzen	Gesundheits-, Umwelt-, Sprachkompetenz, ästhetische, ethische u. instrumentelle Kompetenz	—> Denkkompetenz (typologisches/Variabilitätsdenken), soziale Kompetenz	—> —> wiss. theoret. u. historische Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Chemie 8: Farbstoffe – schön und nützlich

Begründung und Erläuterung

Farben faszinieren Menschen schon seit Jahrtausenden. Sie verschönern unser Leben und wirken über das Auge auch auf die Psyche des Menschen (Kategorie A).

Nicht nur im künstlerischen Bereich beim Umgang mit Mal Farben, sondern im gesamten täglichen Leben spielen Farben bei der Gestaltung von Wohnung und Umwelt eine erhebliche Rolle (Kategorie C). Aber auch in Wirtschaft und Technik haben Farben wie z. B. Lacke eine ökonomische Bedeutung, führen allerdings auch hier und da zu ökologischen Problemen der Entsorgung (Kategorie D).

Schließlich darf auch nicht vergessen werden, dass die Existenz der heutigen Biosphäre von Blattfarbstoffen wie dem Chlorophyll abhängt (Kategorie B).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Farben, Pigmente, Lacke, Farbstoffe, Waschbeständigkeit, Lichtstabilität, Perlglanz, Brillanz, Leuchtkraft, Indigo, Azofarbstoffe, Farbspektrum, Himmelsfarbe, Blatt- und Blütenfarben, Herbstfärbung</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Farbe/Farbstoff, Färben, Farbechtheit, Naturfarben, Pigmente, Lacke, Emission, Absorption, Reflexion, Indikatorfarbstoffe, Adsorptions-, Reaktivfarbstoffe	→ Lösung, Emulsion, Farbtheorie Polyen, Makromolekül	→ → Mesomerie, Konjugation, Aromat, Atom, Molekülorbitalmodell, Strukturfarbe, Reaktionsmechanismen
Verbindung zu anderen Fächern	Biologie: Farben i. Tier- u. Pflanzenreich, Signalwirkung, Blattfarbstoffe Physik: Regenbogen, Optik, Spektralfarben Gesellschaftswiss.: Risiko-Bewertung, Umweltschutz, Verantwortung, Werbung	→ Biologie: Stoffwechsel, Assimilation	→ → Physik: Wellenlänge, Frequenz, Energie, Beugung
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Aggregatzustand, Teilchen, Molekül, Lösung/Löslichkeit, Stoff, Reaktion, Konzentration/Dichte, Maßeinheit/Größe	→ Rohstoff, Element, Formel, Diffusion	→ →
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Ästhetik, Ethik, Konflikt, Natur/Kultur, Begriff, Ursache/Wirkung, Gesundheit/Krankheit <i>begründen, beschreiben, beobachten, bewerten, erläutern, variieren, vergleichen, Zusammenhänge aufdecken</i>	→ Begriff, Gesetz, Modell, Prozess, Nachhaltigkeit, Symbol, Variabilität, Struktur, Wirkung <i>definieren, erklären, analysieren, beweisen, deuten, interpretieren, experimentieren</i>	→ → Empirie, Hypothese, Kausalität, Modell, System, Theorie <i>mathematisieren, generalisieren</i>
allgemeine Kompetenzen	Gesundheits-, Umwelt-, Sprachkompetenz, ästhetische, soziale, ethische u. instrumentelle Kompetenz	→	→ wiss. theoret. u. historische Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Chemie 9: Kunststoffe – neue Materialien und mehr

Begründung und Erläuterung

Täglich kommen wir in den verschiedensten Bereichen unseres Lebens mit Kunststoffen unmittelbar in Berührung, sei es bei Kleidungsstücken, Verpackungsmaterial, Vorratsgefäßen, Klebstoffen, Werkzeugen usw. (Kategorien A und C).

Kunststoffe sind aber auch in zunehmendem Maße in Wirtschaft und Medizin als neue Materialien von Bedeutung. Damit sind jedoch ungeheure ökologische Probleme der Entsorgung und des Recycling verbunden (Kategorie D).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Kunstfaser, Schaumstoff, Polymere, Plexiglas, Silikonharz, Polyethylen PE, Polystyrol PS, Polyvinylchlorid PVC, Polyurethan PU, Polyester, Nylon, Perlon, Teflon, Superabsorber, Klebstoffe, Alleskleber</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Makromolekül, Thermoplast, Duroplast, Elastomer, Polymerisation, hydrophil/hydrophob, Benetzbarkeit, Verbundwerkstoffe, Recycling, Ersatzstoffe	→ Polyaddition, Polykondensation, Wasserstoffbrückenbindung, photolabil, biologisch abbaubar, Komposits, organischer Leiter	→ → Reaktionsmechanismen, radikalisch, Struktureigenschaft, elektrophil/ nucleophil
Verbindung zu anderen Fächern	Biologie: Naturfasern, mikrobieller Abbau Physik: Isolator, Leitfähigkeit, Spannung, Elastizität Gesellschaftswiss.: Ökobilanz, Umweltverschmutzung	→ Physik.: Diode Biologie: Biopolymere, Cellulose	→ →
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Stoff, Licht, Energie, Temperatur, Zeit	→ Rohstoff, Element; Formel (chem.), Größe, Maßeinheit, Diffusion, Konzentration; Energieumwandlung	→ → Makromolekül, Ion, Ladung Steuerung/ Regelung; Frequenz/Wellenlänge, Photon
wiss.allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Ästhetik, Ethik, Konflikt, Natur/ Kultur, Begriff, Sinn, Ursache/ Wirkung, Gesundheit/Krankheit <i>begründen, beschreiben, beobachten, bewerten, erläutern, variieren, vergleichen, Zusammenhänge erkennen</i>	→ Nachhaltigkeit, Symbol, Variabilität, Struktur <i>definieren, erklären, interpretieren, experimentieren</i>	→ → Synthese, Objektivität/ Subjektivität, System, Theorie <i>mathematisieren, generalisieren</i>
allgemeine Kompetenzen	Gesundheits-, Umwelt-, Sprachkompetenz, ästhetische, ethische u. instrumentelle Kompetenz	→ soziale Kompetenz	→ → wiss.theoret. u. historische Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Chemie 10: Naturstoffe – von Biomaterialien bis zu Molekülen des Lebens

Begründung und Erläuterung

Naturstoffe gewinnen zunehmende Bedeutung als nachwachsende Rohstoffe, zumal sie und die daraus gewinnbaren Produkte in der Regel biologisch leicht abbaubar sind und daher im Biosphärenhaushalt eine wichtige Schlüsselrolle spielen (Kategorie B).

Darüber hinaus finden sich mit dem Auffinden neuer Naturstoffe und der Aufklärung ihrer Struktur und ihrer Wirkmechanismen neue Ansätze für die Forschung im Pharmabereich und im Pflanzenschutz (Kategorie D).

Grundlegende Erkenntnisse über die unter Umständen auch gesundheitsgefährdende Wirkung von alten und neuen Naturprodukten – man denke nur an die Drogenproblematik oder an die Diskussion um „natürliche“ Ernährung und Naturheilmittel – sind auch für den Einzelnen wichtig (Kategorie C).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tgl. Lebens	Wolle, Baumwolle, Seide, biologisch abbaubare Stoffe, nachwachsende Rohstoffe, Fette, Öle, Naturfarben, Drogen, Gifte, Nährstoffe, Zucker, Proteine, Vitamine, Enzyme		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Wachstum/Entwicklung, Ernährung, „natürlich“/künstlich, Bioprodukte, Reinstoff, Abbaubarkeit, biolog. Aktivität, Droge	→ Säure/Base, chem. Verbindung Summenformel/ Strukturformel, Makromolekül, Struktur-Wirkung, Naturstoffklassen, Biosynthese, Stoffwechsel, Fermentation, Gärung, Enzym, Metabolismus	→ → Photosynthese, Stofftransport, Stoffkreisläufe, Biotechnologie, Wirkstoff-Arzneimittel, Steroide, Terpene, Alkaloide, Kohlenhydrate, Proteine
Verbindung zu anderen Fächern	Biologie: Wachstum/Entwicklung, Ernährung, Organ, Nährstoff, Stofftransport im Körper Gesellschaftswiss.: Konsumverhalten, Sucht, Gesundheitsrisiken	→ Biologie: Zelle, Organismus; DNA, Gentechnik, Assimilation/Dissimilation, Pflanzenzüchtung, Mikroorganismen, Biopolymere	→ → Biologie: Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur von Proteinen
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Kraft, Arbeit, Energie, Leistung, Gewicht, Stoff, Volumen, Basis-Maßeinheiten, Dezimalbezeichnung, Temperatur, Wärmemenge	→ Element, Atom, Ion, Molekül, Makromolekül, Löslichkeit, Masse, Konzentration/Dichte	→ → Wechselwirkung, Chiralität
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Ethik, Konflikt, Natur/Kultur, Umwelt, Ordnung, Nachhaltigkeit, Ursache/Wirkung, Gesundheit/Krankheit, Begriff, Sinn <i>begründen, beschreiben, beobachten, bewerten, erläutern, vergleichen, Zusammenhänge aufdecken</i>	→ Symbol, Variabilität, Struktur, Symmetrie <i>definieren, erklären, interpretieren, experimentieren</i>	→ → Synthese, Objektivität/Subjektivität, Reduktion/ismus, System, Theorie <i>mathematisieren, generalisieren</i>
allgemeine Kompetenzen	Gesundheits-, Umwelt-, Sprachkompetenz, soziale, ethische u. instrumentelle Kompetenz	→	→ wiss. theoret. Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Methodische Anleitung zum fachübergreifenden Chemieunterricht am Beispiel des Themenkreises 3: „Chemische Reaktionen“

von
Regina Manitz-Schaefer

Einleitung

Die in dem Themenkreis dargestellten Inhalte erscheinen zunächst sehr speziell chemisch ausgerichtet zu sein. Betrachtet man sie aber genauer, kann man feststellen, dass jeder Mensch damit im täglichen Leben auf vielfältige Weise in Berührung kommt, sei es bei Stoffwechselfvorgängen im eigenen Körper, beim Anzünden von Holzkohle zum Grillen oder auch bei öffentlichen Diskussionen um Kohlekraftwerke und Umweltbelastungen. Dies alles sind Themen unseres Alltags, die sich ohne chemische Kenntnisse nicht erklären lassen. Somit trägt dieser Themenkreis entscheidend zur Entwicklung eines zeitgemäßen Weltbildes eines jeden Bürgers bei, ganz gleich, welchen Bildungsweg er wählt.

Methodische Anleitung für Niveaustufe 1: Pragmatisches Verständnis

Der Themenkreis „Chemische Reaktionen“ kann Schülern auf Stufe 1 nur dann überzeugend nahegebracht werden, wenn er sich auf zahlreiche Beispiele aus dem täglichen Leben stützt. Mit der elementaren These „ohne chemische Reaktionen ist Leben nicht denkbar“ kann man gewiss die Schüler zunächst einmal ansprechen. Es ist dann auch möglich, sie in die weitere Planung der Unterrichtseinheit mit einzubeziehen, indem sie aufgefordert werden, gut formulierte und begründete Vorschläge für den Unterrichtsverlauf zu machen.

Vorgänge wie das Rosten eines Eisennagels, Auflösen einer Brausetablette in Wasser, Backen von Kuchen und Brot, Verdauung der Nahrung in unserem Körper, Auftreten von Muskelkater nach starker Anstrengung, schwarzes Anlaufen eines Silberlöffels, Verbrennung von Holzkohle, Korrosion von Kalkstein und Mörtel an Gebäuden durch sauren Regen und Herstellung von Roheisen aus Eisenerz im Hochofen wecken immer wieder das Interesse der Schüler, zumal ihnen diese Beispiele aus eigenem Erleben unmittelbar bekannt sind.

Mit Hilfe einfacher Experimente können die Phänomene „Stoffumwandlung“, „Energieumsatz“ und „Masse-Erhaltung“ als drei wesentliche Prinzipien chemischer Reaktionen demonstriert werden, zum Beispiel durch

- Entzünden eines Streichholzes
- Reaktion von Kupferblech mit Schwefelpulver
- Verbrennen von Magnesium
- Verbrennen von Zucker.

Besonders bei der Durchführung solcher Experimente können wichtige allgemeine Kompetenzen geübt werden, so wie sie in den hier vorgestellten Themenkreisen in der untersten Zeile angegeben sind: die instrumentelle Kompetenz durch den Umgang mit Chemikalien und Geräten und die soziale Kompetenz bei der gemeinsamen Durchführung der Versuche und der Lösung der dazu gehörigen Aufgaben.

Da die Schüler ferner bei den Experimenten genau *beobachten*, *beschreiben*, *deuten* und *erläutern* sollen und bei der Darstellung und Diskussion der Ergebnisse lernen zu *formulieren*, wird in diesem Chemieunterricht auch ein erheblicher Beitrag zur Sprachkompetenz geleistet. Dabei geht es vor allem um eine angemessene Verknüpfung der Umgangssprache mit der Fachsprache der Chemie. Die Schüler erleben zum Beispiel bei der Erhitzung von Kupferblech mit Schwefelpulver, dass zur Beschreibung und Deutung des Beobachteten ihre Umgangssprache versagt und dass zur Dokumentation des Experimentes und seines Ergebnisses exakte Begriffe der Fachsprache nötig sind.



Da andererseits chemische Reaktionen nur dann verständlich sind, wenn sie im Zusammenhang mit dem Energiebegriff gesehen werden, ergibt sich in diesem Unterricht zwanglos ein Brückenschlag zur Physik. Ferner ist bei der Behandlung chemischer Reaktionen im menschlichen Körper („Stoffwechsel“) der unmittelbare Bezug zur Biologie gegeben. Dabei spielen zur Unterstützung des Verständnisses besonders „naturwissenschaftsgemeinsame Grundbegriffe“ wie Temperatur, Zeit, Volumen, Masse, teilweise – je nach Leistungsstand der Klasse – auch das Teilchen-Konzept eine wichtige Rolle, ferner einige fundamentale „wissenschaftsallgemeine“ (über die Naturwissenschaften hinausgehende) Grundbegriffe wie Methode, Kontrollexperiment, Modell und andere.

Je nach Leistungsstand der Schüler oder je nach Lehrplan ist zu entscheiden, ob schon auf dieser Niveaustufe chemische Reaktionen mit einem einfachen Teilchenmodell erläutert und dabei die Bedeutung von Modelldenken überhaupt bewusst gemacht werden sollen. Auch ist von Fall zu Fall sorgfältig zu prüfen, ob die Schüler auf dieser Stufe schon an einfachen Beispielen lernen sollten, chemische Reaktionen durch ein Reaktionsschema bzw. durch eine Reaktionsgleichung zu beschreiben. Wenn dies positiv entschieden wird, ergeben sich im Unterricht vorzügliche Gelegenheiten, wissenschaftsallgemeine Fertigkeiten zu üben: z.B. *deuten, zählen, übertragen, vergleichen, abstrahieren, formalisieren*.

Da alle Schüler mehr oder weniger häufig und intensiv mit Eisen oder Stahl in Berührung kommen, eignet sich der Hochofen-Prozess ganz besonders, um ihnen die Bedeutung chemischer Reaktionen in gängigen technischen Verfahren vor Augen zu führen. Hier lassen sich auch recht einfach interessante Bezüge zu den Geowissenschaften herstellen (Rohstoff, Mineral, Erz, Bau der Erdkruste usw.).

Methodische Anleitung für Niveaustufe 2: Fachliche Vertiefung

Je nach Lehrplangestaltung (Behandlung des Themenkreises ein- oder mehrmals in S I), je nach angestrebtem Schulabschluss und je nach Leistungsstand der Schüler werden die Niveaustufen 1 und 2 entweder ineinander integriert oder aber nacheinander durchlaufen.

Aufbauend auf Niveaustufe 1 – und damit ausgehend von der eigenen sinnlichen Erfahrung der Schüler – werden hier nun an weiteren Beispielen breiter angelegte und tiefergehende Kenntnisse über chemische Reaktionen vermittelt. Der Energieaspekt spielt dabei eine stärkere Rolle als bisher und vertieft den Brückenschlag zur Physik. Die Schüler erfahren, dass chemische Reaktionen von physikalischen Faktoren wie Temperatur, Druck und Konzentration abhängen, eine Aktivierungsenergie benötigen und von dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines „Katalysators“, der die Reaktionsgeschwindigkeit verändert, – und damit von einem „chemischen Faktor“ – beeinflusst werden können.

Besonders eindrucksvoll sind solche Experimente, die die Wirkung von Katalysatoren zeigen. Hier könnte sich der Lehrer zwar auf die rein chemische Seite beschränken, aber in einem „fachübergreifenden Chemieunterricht“ bietet es sich an, die Fülle der Stoffwechselreaktionen im eigenen Körper anzusprechen, z.B. die Verdauungsvorgänge beim Menschen. Auch kann ein Seitenblick auf Vorgänge der Photosynthese (natürlich auf einem einfachen Niveau) das Verständnis für Enzyme, die „Biokatalysatoren“, fördern. So wird der Chemieunterricht an dieser Stelle stark mit dem Fach Biologie verknüpft. Die Schüler erleben die Verzahnung der Fächer über gemeinsame Grundbegriffe wie Gleichgewicht, Energie (bzw. Energiesatz), Konzentration, Hypothese, üben die Unterscheidung zwischen *schätzen, begründen* und *beweisen* und erfahren die für Naturwissenschaften so charakteristische Methode, aus speziellen Experimenten allgemeine Aussagen abzuleiten („Induktion“). Hier kann besonders deutlich gemacht werden, wie eine Betonung bzw. Pflege *fachübergreifender* Begriffe und Fertigkeiten zu einer Vertiefung des *fachlichen* Verständnisses führt.



An Themen wie „Redoxreaktion“, „Addition“, „Eliminierung“ und „Substitution“ können die Schüler dann ihr erworbenes Wissen erproben und dabei immer wieder Fertigkeiten und Kompetenzen aus der Niveaustufe 1 weiter entwickeln, aber auch neue, anspruchsvolle hinzu erwerben, wie etwa *klassifizieren* oder *mathematisieren*.

Methodische Anleitung für Niveaustufe 3: Umfassenderes Verständnis

Unter einem „umfassenderen Verständnis“ chemischer Reaktionen verstehen wir nicht nur eine Vertiefung der vorhandenen chemischen Fachkenntnisse, sondern vor allem ihre vielfältige Verknüpfung mit anderen naturwissenschaftlichen Fächern, aber auch über diese hinaus mit Geistes- und Sozialwissenschaften, mit Philosophie, Wissenschaftstheorie, Kunst und mit gesellschaftlich-politischen Perspektiven, also „umfassend“ im weitesten Sinne. Damit wird auf der einen Seite die angestrebte „allgemeine Hochschulreife“, auf der anderen eine ausreichende Flexibilität für die Lösung von Problemen in Beruf und Alltag erreicht.

Gleichzeitig gehört dazu aber eben auch eine solide fachliche Vertiefung des Wissens und Könnens durch die Behandlung weiterer chemischer Spezialthemen auf höherem Anspruchsniveau, wie Thermodynamik, insbesondere Massenwirkungsgesetz oder Enthalpie, Kinetik, Reaktionsmechanismen mit Begriffen wie Radikal, Nukleophilie/Elektrophilie. Dies ist allerdings nur in enger Verbindung mit weiterführenden Themen der Physik sinnvoll. Zu einem „umfassenderen Verständnis“ zählt dabei auch der Einbau vieler weiterer Grundbegriffe aus Zone 2 des Rosettenschemas (naturwissenschaftsgemeinsame Begriffe) in das Wissensgefüge, wie Entropie, Frequenz, Potential, die aber nicht abstrakt bleiben dürfen, sondern immer wieder an konkreten Beispielen verdeutlicht werden müssen.

Über die Naturwissenschaften hinaus spielen dann auf dieser Niveaustufe auch wissenschaftsallgemeine Grundbegriffe wie Struktur/System, Gesetz/Regel, Korrelation/Kausalität, Wechselwirkung, Linearität/Nichtlinearität, Hypothese/Theorie und „Wissenschaft/lichkeit“ oder allgemeine Grundfertigkeiten wie *analysieren*, *bewerten*, *falsifizieren/verifizieren* eine bedeutende Rolle, weil sie zu einem tieferen und umfassenderen Verständnis dessen führen, was Chemie tut, wenn sie – wie man so sagt – die „Reaktionen von Stoffen“ untersucht.

Um an dem Prozess demokratischer Meinungsbildung über Probleme mit chemischer Thematik teilhaben zu können, brauchen alle Bürger – auch die Schulabgänger der Niveaustufe 1 – eine solide Grundlage an chemischen Kenntnissen und Fertigkeiten. So wird in der Öffentlichkeit intensiv über Ozon und seine Wirkungen nachgedacht und gestritten, auch in Verbindung mit dem Dreiwege-Katalysator in Kraftfahrzeugen. Die Diskussionen sind häufig recht emotional und unsachlich, weil das dazu nötige Fachwissen fehlt. Trotzdem meint jeder einzelne Bürger schon deshalb mitreden zu können, weil er davon betroffen ist.

An diesem Beispiel lässt sich – besonders überzeugend natürlich auf Niveaustufe 3 – zeigen, dass zu einem umfassenderen Verständnis der Problematik eine fundierte Kenntnis chemischer Begriffe gehört (hier: Reaktionsgeschwindigkeit, Massenwirkungsgesetz, chemisches Gleichgewicht, Enthalpie, Entropie, Radikal) genau so wie wissenschaftstheoretische Betrachtungen über Struktur, Gesetz, Korrelation oder die Beherrschung von Grundfertigkeiten wie *bewerten* und *mathematisieren*. Auch braucht der Bürger für eine solche Auseinandersetzung eine gut entwickelte Sprachkompetenz, sowohl in der Umgangssprache als auch der Fachsprache, sowie eine ausreichende wissenschaftstheoretische Kompetenz.

Durch die hier aufgezeigte Art von „fachübergreifendem Chemieunterricht“ wird den Schülern eine Chance gegeben, eine breit gefächerte und zugleich fundierte „Wissenschaftlichkeit“ auf schülergerechtem Niveau zu erreichen, die sie befähigt, flexibel auf neue Anforderungen der Zukunft in Alltag und Beruf zu reagieren und – sie zu meistern.



Themenkreise Physik

von

Gunnar Berg und Gerhard Sauer

Vorbemerkung: Physikalische Gesetzmäßigkeiten sind die Grundlage aller Phänomene und Prozesse in Natur und Technik. Mögen diese auch noch so komplex sein wie umfangreiche Stoffumwandlungen (Chemie) oder Lebensvorgänge in den Organismen (Biologie), in allen Fällen verlaufen sie in Übereinstimmung mit den Grundgesetzen der Physik. Um überhaupt natürliche und technische Systeme verstehen zu können, müssen die physikalischen Grundlagen bekannt sein, denn ohne Kenntnis der physikalischen Eigenschaften der Elemente sind auch sogenannte „Systemeigenschaften“ nicht begreiflich.

Ein Kennzeichen der Physik als Wissenschaft ist ihre reduktionistische Vorgehensweise und ihre relativ leichte Mathematisierbarkeit. Ein weiteres Kennzeichen ist – im Vergleich zu den Nachbarfächern – die häufigere Wechselwirkung von induktiven und deduktiven Phasen im Erkenntnisprozess. Es kann jedoch nicht Ziel der Schule sein, dies in aller Ausführlichkeit im Unterricht nachzuvollziehen. Hier sollten lediglich einige didaktisch gut vorbereitete Beispiele exemplarisch einen Eindruck von der Vorgehensweise der Physik entwickeln; im übrigen sollte im Mittelpunkt des Unterrichts das *qualitative* Verständnis der Sachverhalte stehen.

Wegen der Bedeutung der Physik für die Technik ist der Physikunterricht besonders geeignet, durch Beispiele aus dem Lebensumfeld der Schüler deren technisches Verständnis zu fördern.

Themenkreis 6 („Energie“) ist trotz der fundamentalen Bedeutung dieses physikalischen Begriffes relativ knapp gehalten, da weitere Aspekte hierzu in den Themenkreisen 3 und 4 der Chemie, 5 und 12 der Biologie sowie 2 und 6 der Geowissenschaften angesprochen werden.

Übersicht

Themenkreis 1: Autofahren mit Verstand – Bewegungsgesetze kennen und anwenden

Geradlinige Bewegung, Beschleunigung/Verzögerung, Kreisbewegung, Trägheitskräfte, Energiesatz, Impulssatz, Grundbegriffe der relativistischen Mechanik, Strömungsgesetze

Themenkreis 2: Messen – eine unverzichtbare Kulturtechnik

Maßstäbe, Skalen, zufälliger Fehler, Mittelwert, Meßunsicherheit, Vertrauensgrenzen, Grundgrößen und abgeleitete Größen des internationalen Maßsystems

Themenkreis 3: Fest, flüssig, gasförmig – Zustandsformen der Stoffe

Aggregatzustände, Umwandlungspunkte, Phasengleichgewicht, Lösung, Anomalie des Wassers, thermische Ausdehnung

Themenkreis 4: Warum ist der Regenbogen farbig? – Optische Phänomene

Grundlagen der geometrischen Optik, einfache Instrumente, Brechung, Farbzerlegung, Beugung, Interferenz, Gitter, Streuung, Beugung von Teilchen

Themenkreis 5: Mit Spannung Strom erwarten! – Elektrizität im Alltag

Stromkreis, elektrische Leitung, Gleichstrom, Wechselstrom, einfache Geräte, elektrische Energie, Maßeinheiten, Batterie, Generator

Themenkreis 6: Was wärmt uns morgen? – Energie heute und zukünftig

Potentielle und kinetische Energie, Bindungsenergie, Arbeit, Energiesatz, Reaktionen zur Energieerzeugung (Atomhülle und Kern), Einflüsse auf die Umwelt



Themenkreis 7: Mobiltelefon, SMS, Fernsehen, Computer – Physikalische Grundlagen der Informationstechnologien

Elektromagnetische Wellen (Erzeugung, Ausbreitung, Empfang), Elektrosmog, Computer, Programmierung, Speicherung

Themenkreis 8: Sonne, Mond und Sterne – Stellung des Menschen im Kosmos

Helio- und geozentrisches Weltbild, Keplersche Gesetze, Gravitation, Satellitenbewegung, Evolution des Universums

Themenkreis 9: Die Natur macht Sprünge – Quantenstruktur der Materie

Quantisierung der Energiezustände gebundener Systeme (Beispiel Atom), Energieübergänge (Photonen), Unbestimmtheitsrelationen, Pauli-Prinzip, Periodensystem der Elemente

Themenkreis 10: Ist alles vorherbestimmt? – Determinismus und Zufall

Statistische Gesetzmäßigkeiten (Mittelwert, Standardabweichung), Kausalität, Entropie, Unbestimmtheit, Zerfallsgesetz, Deterministisches Chaos



Themenkreis Physik 1: Autofahren mit Verstand – Bewegungsgesetze kennen und anwenden

Begründung und Erläuterung

Die Bewegung ist eine der unmittelbaren Erfahrungen des Menschen (Kategorie A). Menschen nehmen zwar wahr, verstehen aber oft nicht, dass die wirkenden Kräfte vom Bezugssystem abhängen, in dem sie sich befinden. Sie sollten sich aber bewusst darauf einstellen können (Kategorie C).

Die Mechanik liefert augenfällige Beispiele dafür, dass in der Natur Erhaltungsgrößen wie Energie und Impuls existieren. Das heißt: das Handeln des Menschen ist durch Grundgesetze der Natur eingeschränkt. So lässt sich auch beim besten Willen kein Perpetuum mobile bauen. Erhaltungssätze bestimmen aber auch die kollektive Bewegung strömender Materie (Kategorie B).

Da Zeitmessung immer mit dem Austausch von Signalen verbunden ist, ergeben sich bei Geschwindigkeiten nahe der Signalgeschwindigkeit (Lichtgeschwindigkeit) paradoxe Effekte, die die Gleichzeitigkeit von Ereignissen relativieren. Die widerspruchsfreie Beschreibung mit Hilfe der Einsteinschen relativistischen Mechanik führt zu Zeitdilatation und zur geschwindigkeitsabhängigen Masse (Kategorie B).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Tachometer, Geschwindigkeitskontrolle, Sicherheitsgurt, Knautschzone, Energieverlust, Perpetuum mobile, Gang von Uhren, Zwillingparadoxon</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Weg, mittlere Geschwindigkeit, Bremsweg, Erdbeschleunigung, freier Fall	→ Winkelgeschwindigkeit, Winkelbeschleunigung, Trägheitskraft, Zentrifugalkraft, Impuls, Impulssatz, kinetische Energie, Energiesatz, Perpetuum mobile, Verformungsenergie, Strömungsgeschwindigkeit, Massenerhaltung, Bernoulli-Gleichung	→ → Newtonsche Axiome, Gravitationskraft, Lichtgeschwindigkeit, geschwindigkeitsabhängige Masse, Gleichzeitigkeit, Uhren, Lorentztransformation, Addition von Geschwindigkeiten, Energie-Masse-Umwandlung
Verbindung zu anderen Fächern	Mathematik: Proportionalität (Weg / Zeit) Chemie: Treibhauseffekt (Abgas) Gesellschaftswiss.: Verkehrserziehung Biologie+Sport: Körperkraft, Bewegung	→	→ Mathematik: Differentialrechnung
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Masse, Kraft, Gewicht, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Maßeinheit	→ Energie, Leistung	→ →
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Zeit, Ursache/Wirkung, Gesetz, Kultur, Geschichte, Ästhetik <i>experimentieren, beobachten, messen, schätzen, beschreiben, begründen, folgern, interpretieren (Graphen), Alternativen entwickeln</i>	→ Begriff, Bedeutung, Subjektivität/ Objektivität <i>erklären, mathematisieren, definieren</i>	→ Wissenschaftlichkeit Induktion / Deduktion
allgemeine Kompetenzen	historische, instrumentelle und ästhetische Kompetenz	→ Sprachkompetenz	→ → wiss.theoret. Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Physik 2: Messen – eine unverzichtbare Kulturtechnik

Begründung und Erläuterung

Es ist allgemeiner Konsens, dass Lesen, Schreiben und Rechnen zu den unverzichtbaren Kulturtechniken gehören, die in der Schule zu vermitteln sind. Die vierte Kulturtechnik, das Messen – Voraussetzung und Grundlage jeglicher naturwissenschaftlicher Erkenntnis –, wird hingegen völlig unterschätzt. So ist es auch nicht verwunderlich, dass in der Schule und nach der Schule der Kreis der naturwissenschaftlich und technisch Interessierten sehr klein ist, trotz der immensen Bedeutung, die die entsprechenden Gebiete für das moderne Leben haben (Kategorie D).

Aber auch im täglichen Leben ist jeder Einzelne mit Messvorgängen konfrontiert. Dabei sollte es Allgemeingut sein, dass Messen immer nur mit Messunsicherheit bzw. Messfehlern verbunden ist, die sich aber quantifizieren und damit bewerten lassen. Es ist z. B. für den Betroffenen wichtig zu wissen, wie das Ergebnis einer Geschwindigkeitskontrolle im Verkehr oder die Anzeige des eigenen Tachometers einzuschätzen sind (Kategorie C).

Gemessen wird in allen Naturwissenschaften; die Physik liefert aber die wichtigsten Basisgrößen und -einheiten zum Messen, so dass in diesem Unterricht sowohl die Grundbegriffe eingeführt als auch die Messtechniken im Rahmen der verschiedenen Themenkreise eingeübt werden sollten.

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Metermaß, Zollstock, Uhr, Geschwindigkeitsbeschränkung (Verkehrsschilder), Geschwindigkeitskontrolle, Thermometer, Barometer, Reifendruck, Luftdruck, Waage</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Maßstab, Urkilogramm, Meter, Sekunde, Kilogramm, Celsius, Pascal, Newton, Ampère, Volt, zufälliger Fehler, Messbereich, Gewicht	→ Mittelwert, Messunsicherheit, Kelvin, Ohm	→ → Standardabweichung, Vertrauensgrenzen, Joule, Watt
Verbindung zu anderen Fächern	Chemie: Wägen Biologie: Körpergewicht, Körpergröße (Länge), Körpertemperatur (z.B.Fieber), Biorhythmen (innere Uhr), Blutdruck Sport: Zeitmessung (Geschwindigkeit), Wurfweite, Sprungweite Geographie: Längen-, Flächenbestimmungen Mathematik: Geometrie	→ Chemie: quantitative chemische Methoden, Stöchiometrie Mathematik: Wahrscheinlichkeitsrechnung	→ → Biologie: Bergmannsche Regel: Oberfläche/Volumen
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Maßeinheit, Länge, Masse, Zeit, Geschwindigkeit, Temperatur, Kraft, Druck, Dezimalbezeichnungen	→ Beschleunigung, Streuung (v. Messwerten), Widerstand	→ → Energie, Arbeit, Leistung
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Zeit, Begriff, Bedeutung, Empirie, Methode, Zufall, Geschichte, Kultur, Subjektivität/Objektivität <i>experimentieren, schätzen, messen, zählen, vergleichen, klassifizieren, beweisen</i>	→ Variabilität, Wahrscheinlichkeit, Nebenbedingung <i>modifizieren/variieren, definieren, denken, formalisieren, mathematisieren</i>	→ → Naturwissenschaft/Geisteswissenschaft/Sozialwissenschaft, Wissenschaft/-lichkeit, Symbol, Wirklichkeit <i>verifizieren / falsifizieren (durch Messung), bewerten</i>
allgemeine Kompetenzen	Sprachkompetenz, historische und instrumentelle Kompetenz	→ Denkkompetenz (statistische Denkweise = stochastisches Denken)	→ → wiss.theoret. Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Physik 3: Fest, flüssig, gasförmig – Zustandsformen der Stoffe

Begründung und Erläuterung

Die Zustandsformen (Aggregatzustände) der Materie werden in ihren drei Spielarten „fest, flüssig und gasförmig“ und in ihrer gegenseitigen Umwandlung unmittelbar erfahren (Kategorie A). Elementare Beispiele sind Schnee, Eis, Wasser und Dampf, der Wärmeentzug beim Verdunsten auf der Haut und das Erlebnis des Auflörens von Zucker und Salz in Flüssigkeiten.

Im täglichen Leben ist der Mensch unaufhörlich gefordert, mit den Zustandsformen der Materie sachgerecht umzugehen, sei es beim Garen von Speisen im Schnellkochtopf oder bei Glatteis auf der Straße (Kategorie C).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Eisdecke auf Gewässern, Glatteis auf der Straße, Schnee, Winterdienst, Kochen, Nebelbildung, Siedeverzug, Kältemischung, Verdunstungskälte, schwitzen, frieren, Kühlschrank</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Bindung, Gas, Flüssigkeit, Festkörper, Umwandlungstemperatur, Schmelzen, Gefrieren, Verdampfen, Kondensieren	→ Zustandsgleichung, Lösungsmittel, Dampfdruck, Gefrierpunktniedrigung, Siedepunkterhöhung, Umwandlungswärme, spezifische Wärme, thermische Ausdehnung	→ → Phasengleichgewicht, Tripelpunkt, Anomalie des Wassers, Umwandlung bei Druck
Verbindung zu anderen Fächern	Chemie: Salz-/Lösung, Duftstoffe Geographie: Klima Biologie: Erde, Wasser u. Luft als Lebensräume, Frostresistenz v. Pflanzen, Thermoregulation d. Schwitzen, Riechen u. Schmecken, Atmung Deutsch+Kunst: Winterszenen	→ Chemie: chemische Bindung, Kühlmittel, Salze	→ Biologie: Ökosysteme i.d. verschiedenen Jahreszeiten Geographie: Verwitterung, Erdkern
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Temperatur, Wärme, Aggregatzustand	→ Energie, Gasgesetze, Lösung	→ → Coulombkraft, Druck
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Umwelt, Kultur, Ästhetik, Gesundheit/Krankheit <i>experimentieren, beobachten, beschreiben, erläutern, klassifizieren, vergleichen</i>	→ Ursache/Wirkung, Gesetz, Ordnung, Leben, Modell <i>messen, mathematisieren</i>	→ → Struktur, System <i>begründen, erklären</i>
allgemeine Kompetenzen	Umwelt- u. Gesundheitskompetenz, ästhetische Kompetenz	→	→

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Physik 4: Warum ist der Regenbogen farbig? – Optische Phänomene

Begründung und Erläuterung

Optische Phänomene gehören neben den akustischen zu den am unmittelbarsten auf den Menschen einwirkenden Sinnesindrücken (Kategorie A). Sie sind stark emotional behaftet und bilden dadurch leicht eine Brücke zwischen den naturwissenschaftlich und den geisteswissenschaftlich geprägten Schulfächern.

Der sachgemäße Umgang mit einfachen optischen Instrumenten erfordert die Kenntnis ihres Aufbaus (Kategorie C).

Die Kenntnis der Beugungseigenschaften von Licht eröffnet den ersten Zugang zum Verständnis quantenphysikalischer Phänomene (Kategorie B).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Regenbogen, Himmelsblau, Sonnenuntergang, Lochkamera, Sonnentaler, Brennglas, Brille, Lupe, Fotografie, Kamera</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Lichtstrahl, Strahlausbreitung, Schatten, Lichtgeschwindigkeit, Reflexion, Brechung, Lochkamera, Sonnentaler, Spiegel, Linse, Brennpunkt, Prisma, Farbe, Spektralfarbe	→ Spektrum, Beugung, Spalt, Interferenz, Mikroskop, Fernrohr	→ Streuung, Gitter, Intensität, Beugung v. Teilchen (Doppelspalt)
Verbindung zu anderen Fächern	Biologie: Auge (Bau u. Funktion), optische Täuschungen Geowiss.: Sonnenenergie, Finsternisse Deutsch: Licht u. Farbe in der Literatur Kunst: Farben i.d. Malerei	→ Geographie: Vermessungsinstrumente Biologie: Zusammenspiel Auge/Gehirn; Blüten- u. Insektenfarben (qualitativ); Photosynthese Mathematik: Trigonometrie	→ → Chemie: Atombau, Spektralanalyse Biologie: Blüten- u. Insektenfarben im Detail (chem. Farben/Strukturfarben) Deutsch: Goethes Farbenlehre
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Licht, Geschwindigkeit	→ Welle, Wellenlänge, Frequenz, Absorption	→ → Temperatur, Energie, Atom, Elektronenschale, Photon, Amplitude
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Farbe, Ästhetik, Natur/Kultur, Leben, Sinn <i>beobachten, beschreiben, deuten, vergleichen, folgern</i>	→ Ursache/Wirkung, Gesetz, Umwelt, Modell, Zeichen, Symbol <i>experimentieren, bewerten, sich orientieren, formalisieren</i>	→ → Geschichte, Struktur, Methode, Subjektivität/Objektivität, Theorie, Naturwissenschaft/ Geisteswissenschaft <i>analysieren, verstehen, definieren, mathematisieren, generalisieren</i>
allgemeine Kompetenzen	ästhetische Kompetenz, Sprachkompetenz	→ Umweltkompetenz, instrumentelle Kompetenz	→ → wiss.theoret. Kompetenz, historische Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Physik 5: Mit Spannung Strom erwarten! – Elektrizität im Alltag

Begründung und Erläuterung

Eine naturwissenschaftliche Entdeckung aus der Grundlagenforschung, die elektromagnetische Induktion, wurde zur Grundlage einer Technik, die heute das gesamte Leben bestimmt. Hier existierte nicht, wie sonst üblich, eine bereits jahrhundertalte Technologie, die einfach schrittweise weiterentwickelt werden konnte. Da die elektrische Energie in jede andere Energieform, die für Industrie, Landwirtschaft und Haushalt benötigt wird, umgewandelt und relativ leicht weitergeleitet werden kann, ist sie heute allgegenwärtig.

Einfache Grundkenntnisse aus der Elektrizitätslehre muss jeder in der Schule erwerben, um im Alltag mit elektrischen Geräten sachgerecht umgehen zu können. Dazu gehören Kenntnisse über Stromkreise und elektrische Sicherungen genau so wie die Unterscheidung von elektrischer „Leistung“, mit der Geräte gekennzeichnet sind, und „Energie“, die der Verbraucher am Ende bezahlt (Kategorie C).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Stromkreis, Glühlampe, Sicherung, Kurzschluss, Stromrechnung, Steckdose, Elektromotor, Elektroherd, Ventilator, elektrischer Zaun</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Stromkreis, Parallelschaltung, Serienschaltung, Gleichstrom, elektr. Leiter, Isolator, Ohmsches Gesetz, Glühlampe, elektr. Heizung, Sicherung, Volt, Ampère, Watt, Kilowattstunde	→ elektr. Energie, Kirchhoff'sche Gesetze, Wechselstrom, Induktivität, Kapazität, Wechselstromwiderstand	→ → Leitfähigkeit, elektromagn. Induktion, elektrochemische Spannungsreihe, Batterie, Akkumulator, Generator, Elektromotor
Verbindung zu anderen Fächern	Geschichte: technische Revolution durch Elektrogeräte	→ Biologie: Erregungsleitung i. Nervensystem Chemie: Elektrolyse Geographie + Gesellschaftswiss.: Stromlieferanten, Verbundsysteme, Elektrokonzerne	→ → Chemie: elektrochemische Korrosion, Metalle
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Strom/Stromstärke, Spannung, Widerstand, Maßeinheit, Basis-Maßeinheiten, Gültigkeitsbereich	→ Energie/Energiesatz, Leistung, Frequenz, Amplitude, Welle/Wellenlänge, Schwingung, Elektrolyse, Ladung	→ → Feld, Potential, Teilchen, Elektron, Ion
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Ursache/Wirkung, Gesetz, Empirie, Modell, Natur/Kultur, Geschichte <i>beobachten, beschreiben, experimentieren, messen, erklären, begründen, schätzen</i>	→ Bedeutung, Begriff, Hypothese, Kontrollexperiment, Gesetz, Regel, Theorie <i>modifizieren/variieren, interpretieren, denken, definieren, beweisen formalisieren, mathematisieren</i>	→ → Umwelt, System verstehen
allgemeine Kompetenzen	historische und instrumentelle Kompetenz	→ Sprach- u. Denkkompetenz (lineares/vernetztes Denken)	→ → wiss.theoret. Kompetenz, Umweltkompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Physik 6: Was wärmt uns morgen ? – Energie heute und in Zukunft

Begründung und Erläuterung

Ohne Energie ist Leben nicht denkbar. Pflanzen und Tiere kommen mit Sonnenenergie direkt bzw. mit der aus dieser entstandenen Biomasse aus (Kategorie B).

Der Mensch benötigt jedoch für seinen heutigen Lebensstandard zusätzliche Energie. In den vergangenen Jahrhunderten waren fossile Energieträger als Speicher von Sonnenenergie die Hauptlieferanten. Deren abschbare Verknappung, besonders aber ihre Einwirkung auf die Umwelt (Treibhauseffekt), zwingen jedoch die Menschheit nun dazu, andere Energiequellen nutzbar zu machen. Dazu gehören „erneuerbare Energien“ wie z. B. Solarenergie, Windenergie, Biomasseproduktion für Energiezwecke sowie die Ausnutzung der Geothermie und der Kernenergie (Spaltung und Fusion). Aber auch mit diesen Technologien sind Umweltprobleme verbunden, so dass ihre Verwendung sorgfältig abgewogen werden muss (Kategorie D).

Ein Weg effektiver Nutzung ist natürlich auch die Energieeinsparung, die direkt das persönliche Leben des Einzelnen berührt, z. B. bei der Raumheizung und beim Autofahren (Kategorie C).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Heizen, Kühlen, Wärmedämmung, Atomenergie, Kraft-Wärme-Kopplung, Windrad, Solarzelle, Wasserkraft, Wasserstoff-Brennzelle, Öl, Kohle, Erdgas, Brennholz, Biogas, Treibhauseffekt</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Wärmeleitung, Wärmeisolierung, potentielle Energie, kinetische Energie, Wasser-, Windkraft, thermische Sonnenenergie	→ Bindungsenergie, Reaktionen der Atomhülle, Kernreaktion, Treibhauseffekt	→ → Massendefekt, Kernspaltung, Kernfusion
Verbindung zu anderen Fächern	Biologie: Atmung, Gärung, Photosynthese Geowiss.: Wasserkraft, Geothermie Gesellschaftswiss.: Interessenkonflikte	→ Chemie: Verbrennung Biologie: Stoffwechsel, Ernährung, Energie i. biol. Kontext (Assimilation/Dissimilation) Gesellschaftswiss.: Umwelt, Energiewirtschaft Geschichte: Epochen d. Energienutzung	→ → Biologie: Biomasseproduktion, biol. Steuerung u. Regulation („Energie u. Information“); Energie u. Entropie (Auf-/Abwertung, Energiequalität) Deutsch: Zukunftsängste i. d. Literatur (Horror szenarien der technischen Welt) Gesellschaftswiss.: Risikoabschätzung
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Kraft, Arbeit, Energie/Energie-satz, Leistung, Wärme/-menge, Temperatur, Maßeinheit, Geschwindigkeit, Gravitation, Gewicht, Rohstoff	→ Molekül, Elektronenschale, Ion, Ladung	→ → Größe/ Größengleichung, Entropie, Masse, Atomkern, Elementarteilchen, Radioaktivität, Halbwertszeit
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Ursache/Wirkung, Gesetz, Umwelt, Nachhaltigkeit, Verantwortung, Konflikt, Ethik, Gesundheit/Krankheit <i>Alternativen entwickeln, begründen, erklären, bewerten, urteilen</i>	→ Natur/Kultur, Entwicklung, Geschichted <i>definieren, interpretieren, klassifizieren, formalisieren</i>	→ → Wahrscheinlichkeit, Methode, Modell, Zeit, Zufall <i>mathematisieren</i>
allgemeine Kompetenzen	Umwelt- u. Gesundheitskompetenz, soziale u. ethische Kompetenz	→ historische Kompetenz	→ → wiss. theoret. Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Physik 7: Mobiltelefon, SMS, Fernseher, Computer – physikalische Grundlagen der Informationstechnologien

Begründung und Erläuterung

Mit der Entdeckung der elektromagnetischen Wellen und deren Einsatz zur drahtlosen Nachrichtenübertragung wurden klassische, regionale Nachrichtenmedien wie Schall und Licht zurückgedrängt, da jetzt ein weltumspannendes Medium zur Verfügung stand. Das Ergebnis waren Rundfunk und Fernsehen und damit Nachrichtenmittel, die nicht mehr von einzelnen Ländern kontrolliert werden konnten, wodurch die Weltpolitik erheblich beeinflusst wurde und immer mehr wird (Kategorie D).

Mikroelektronik, Computer und schließlich Internet und Mobiltelefon *individualisierten* dann die Nachrichtenübermittlung (Kategorie C). Neben den Vorteilen dürfen aber auch mögliche Nachteile wie Informationsüberflutung und mangelnde kritische Wertung der Information, Sichverlieren in „virtuellen Welten“ und Elektrosmog nicht übersehen werden (Kategorien C und D).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Radio, Fernsehen, Computer, Internet, E-mail, Mobiltelefon („Handy“), SMS-Nachricht</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	elektromagnetische Wellen, Lichtgeschwindigkeit, Sender/Empfänger, Verstärker, Computer, Programm, Internet, Server	→ Schwingkreis, Resonanz, elektromagnetisches Feld	→ → Wechselstrom, Induktivität, Kapazität, elektromagn. Induktion, elektromagn. Spektrum, Elektrosmog
Verbindung zu anderen Fächern	Gesellschaftswiss.: öffentl. Medien, Informationsflut, Selbstkontrolle der Medien, Wertung Informatik: Computer	→ Deutsch: Literatur im Internet, Internetbibliothek Kunst: Computeranimation Alle Fächer: Datenbanken	→ → Biologie: elektromagn. Wirkung auf Organismen
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Signal, Nachricht, Geschwindigkeit, Welle/Wellenlänge, Frequenz, Amplitude; Energie, Leistung; Rückkopplung, Steuerung	→ Schwingung, Zeit, Feld, Spannung, Strom, Elementarteilchen	→ → Widerstand (elektr.)
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Zeit, Entwicklung, Geschichte; Gesundheit/Krankheit; Information, Bedeutung, Sprache, Symbol, Zeichen, Begriff; Ethik, Verantwortung, Freiheit, Konflikt <i>beschreiben, interpretieren, bewerten, kritisch betrachten, formalisieren, kommunizieren, lernen</i>	→ Struktur, System, Kultur, Ästhetik, Sozialwissenschaften <i>sich orientieren, modifizieren/variieren, erklären</i>	→ → Umwelt, Wirklichkeit, Naturwissenschaft/Geisteswissenschaft, „Wahrheit“ <i>begründen, urteilen, verstehen</i>
allgemeine Kompetenzen	Lernkompetenz (Mediennutzung), Denkkompetenz (Denken trotz Informationsflut!), Sprach- u. Gesundheitskompetenz, soziale, ethische u. historische Kompetenz	→ ästhetische Kompetenz	→ → Umweltkompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Physik 8: Sonne, Mond und Sterne – die Stellung des Menschen im Kosmos

Begründung und Erläuterung

Die Begründung des heliozentrischen Weltbildes, aufbauend auf Kopernikus, war eine der wesentlichen erkenntnistheoretischen und das Weltbild prägenden Leistungen der Neuzeit. Mittlerweile ist die prinzipielle Struktur des Universums bekannt. Der Kosmos entwickelt sich im Laufe der Zeit. Der heutige Zustand ist das Ergebnis einer kosmologischen Evolution, die vor einigen zehn Milliarden Jahren begann. Es gehört zum Selbstverständnis des Menschen, mit den Grundtatsachen der Kosmologie vertraut zu sein, weil er ein Glied dieses Universums ist (Kategorie B).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Tag, Nacht, Sonne, Mond, Sonnen-/Mondfinsternis, Erde, Planet, Stern, Sternbilder, Milchstrasse, Galaxis, Raumfahrt, Satellit, Urknall, Kalender, Jahreszeiten, Ebbe, Flut, Ozonschicht/-loch, Aberglaube</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Sonne, Erdbewegung, helio-/geozentrisches System, Mondbewegung, Satellit, Stern, Galaxis, Universum	→ Keplersche Gesetze, Gravitation	→ → Gezeiten, Elementarteilchen, Antiteilchen, Urknall, Evolution, Expansion d. Universums, Energie/Masse-Äquivalenz
Verbindung zu anderen Fächern	Geowiss.: Sonnensystem, Aufbau u. Gliederung der Erde Deutsch: Weltraum-Literatur Kunst: Landschaftsmalerei Mathematik: Geometrie (Kreis, Ellipse) Biologie: kosmogene Biorhythmen Religion/Ethik: Weltentstehung, Verhältnis Mensch/Schöpfung, Horoskop-Gläubigkeit (Astrologie)	→ Chemie: Ozon Geographie+Geschichte: Kalenderarten/-geschichte Deutsch: Weltentstehungs-Mythen	→ Chemie: Element, Periodensystem Biologie: biol. Evolution Religion/Ethik: Kreationismus
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Licht, Länge, Zeit (nat. wiss.)	→ Masse, Kraft, Feld, Absorption, Gravitation, Maßeinheit	→ → Geschwindigkeit, Temperatur, Aggregatzustand, Dichte, Druck, Energie; Teilchen, Atom, Ladung, Coulombkraft, Radioaktivität, Halbwertszeit
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Zeit (allg.), Geschichte, Modell, Ordnung, Ästhetik, Natur/Kultur Umwelt; Zeichen, Bedeutung, Sinn <i>beobachten, beschreiben, sich orientieren</i>	→ Struktur, Subjektivität/Objektivität, Hypothese, Theorie, Gesetz, Determinismus <i>erklären, Zusammenhänge erkennen</i>	→ → System Symmetrie, Kausalität, Entwicklung, Leben, Zufall, Wissenschaft/-lichkeit, Naturwissenschaft/Geisteswissenschaft <i>verstehen</i>
allgemeine Kompetenzen	Umweltkompetenz, historische und ästhetische Kompetenz	→ Denkkompetenz (subjektiv/objektiv)	→ → wiss. theoret. Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Physik 9: Die Natur macht Sprünge – über die Quantenstruktur der Materie

Begründung und Erläuterung

Zu den grundlegend neuen physikalischen Erkenntnissen des 20. Jahrhunderts gehört die Tatsache, dass die Materie gequantelt aufgebaut ist. Alle elementaren Prozesse im mikrophysikalischen Bereich laufen in Sprüngen (Quantensprüngen) ab, was der makrophysikalischen Erfahrung vollständig widerspricht. Nur auf dieser Basis sind die Stabilität der Materie (Atombau), die Erzeugung von Licht im Atom, aber auch mittlerweile kommerziell erhältliche Geräte (Laser-Geräte) zu verstehen. Mit quantenphysikalischen Prozessen ist auch untrennbar das Phänomen „Zufall“ verbunden (Kategorie B).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Licht, CD-Spieler (Laser-Technik), Lasershow, Atom, Atomkraft, „Quantensprung“ (im übertragenen Sinne), Strahlentherapie, Laser-Anwendung in der Medizin, Zufall</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Energieniveau, Spektrallinie, lichtelektrischer Effekt	→ Röntgenstrahlen, Lebensdauer, Zerfallsgesetz(Graph), Laser	→ → Rydbergkonstante, Balmerformel,Pauli-Prinzip, Unbestimmtheitsrelation, Radioaktivität, Kernspaltung/-fusion
Verbindung zu anderen Fächern	Chemie: Spektralanalyse (qualitativ) Geschichte: „Quantensprünge“ in der Geistesgeschichte der Menschheit	→ Chemie: chemische Bindung Biologie: Strahlenwirkung auf Gewebe, Gen-Mutationen Kunst: Laser-Effekte, Holographie	→ → Chemie: Orbital Biologie: Photosynthese (Licht-Reaktion) Geowiss.: natürliche Radioaktivität
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Energie/Energiesatz, Atom, Elektronenschale, Elektron, Ladung, Licht, Welle/Wellenlänge	→ Molekül, Absorption, Coulombkraft, Frequenz, Halbwertszeit, Zeit (nat. wiss.)	→ → Periodensystem, Radioaktivität, Quant, Photon, Elementarteilchen, Wechselwirkung
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Modell, Geschichte <i>beobachten, beschreiben</i>	→ Umwelt, Nachhaltigkeit, Verantwortung, Ethik, Ursache/Wirkung, Gesetz, Zufall, Wahrscheinlichkeit, Variabilität, Determinismus <i>interpretieren, definieren</i>	→ → Subjektivität/ Objektivität, Freiheit, Naturwissenschaft, Methode, Theorie, Kausalität <i>erklären, formalisieren, mathematisieren</i>
allgemeine Kompetenzen	historische Kompetenz,	→ Umwelt- u. Gesundheitskompetenz, ethische Kompetenz	→ → wiss.theoret. Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Physik 10: Ist alles vorherbestimmt? – Determinismus und Zufall

Begründung und Erläuterung

Die Existenz von Naturgesetzen zeigt, dass Zustandsänderungen in der Welt kausal bedingt sind. Diese Erkenntnis ist auch häufig mit der Überzeugung verbunden, der Verlauf von Naturvorgängen sei streng deterministisch. Seien die Gesetze bekannt, so sei auch alles Geschehen durch diese vorherbestimmt. Tatsächlich ist es aber bereits im täglichen Leben nicht möglich, die erforderlichen Größen exakt, d. h. ohne Streuungen, zu bestimmen. Das Ergebnis einer Messung lässt sich auch bei genauestem Arbeiten nur mit einer gewissen Messunsicherheit vorhersagen (Kategorie C).

Im mikrophysikalischen Bereich sind überdies alle Prozesse zufallsbedingt. Der Zufall allein bestimmt die elementaren Vorgänge. Nur wenn viele Partner beteiligt sind, lassen sich Erwartungswerte für den Durchschnitt (Mittelwert) vorhersagen. Prozesse, die durch Nichtlinearitäten und Rückkopplungen gekennzeichnet sind, werden zwar auch durch Differentialgleichungen beschrieben, aber die *prinzipiell* ungenaue Festlegung der Anfangswerte führt bei einer langen Zeitskala zur Nichtvorhersagbarkeit des Verhaltens. Das Ergebnis ist ein „Deterministisches Chaos“, das insbesondere komplexe Systeme kennzeichnet und dessen Kenntnis daher für ein umfassendes Weltverständnis heute unverzichtbar ist (Kategorie B).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tgl. Lebens	<i>Wahrscheinlichkeit, Zufall, Naturgesetz, Ungenauigkeit, Chaos, Glücksspiel</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Mittelwert, Wahrscheinlichkeit, Messfehler	→ Standardabweichung, Ordnung/Unordnung, Zerfallsgesetz	→ → Differentialgleichung, Nichtlinearität, Anfangsbedingung, Deterministisches Chaos, Entropie, Attraktor, Unbestimmtheitsrelation, Impuls, Dauer
Verbindung zu anderen Fächern	Geschichte: historische Zufälle Biologie: Variabilität der Organismen Geographie: Wettervorhersage Deutsch: Schicksalsromane Gesellschaftswiss.: Vorhersagbarkeit politischer Ereignisse (Hochrechnungen)	→ Chemie: chem. Reaktionen Biologie: Mutation, Rekombination Mathematik: Zufall, Wahrscheinlichkeitsrechnung Gesellschaftswiss.: Versicherungen, Risiken Geowiss.: Radioaktivität	→ → Biologie: Verhaltensprogramme, Richtung d. Evolution Chemie: Musterbildung in Lösungen, Kristallbildung
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Streuung (v. Messwerten), Unschärfe (beim Messen)	→ Gültigkeitsbereich, Gasgesetze, Approximation, Halbwertszeit	→ → Energie, Entropie, Evolution, Radioaktivität, Quant, Rückkopplung, Wechselwirkung
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Ursache/ Wirkung, Gesetz/ Regel, Zufall, Wahrscheinlichkeit, Nebenbedingung, Natur, Notwendigkeit/Freiheit, Variabilität, Geschichte <i>beobachten, beschreiben, messen, schätzen</i>	→ Ordnung, Entwicklung, Methode <i>denken, beweisen, erklären, folgern, formalisieren, mathematisieren</i>	→ → Empirie, Induktion, Kausalität, Chaos, Determinismus, Subjektivität/Objektivität, Theorie, Natur-/Sozialwiss. <i>verifizieren/falsifizieren, generalisieren</i>
allgemeine Kompetenzen	historische Kompetenz, Denkkompetenz (stochast. Denken)	→ Lernkompetenz (sporadisches vs. systematisches Lernen)	→ → wiss. theoret. Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Methodische Anleitung zum fachübergreifenden Physikunterricht am Beispiel des Themenkreises 10:

Ist alles vorherbestimmt? – Determinismus und Zufall

von
Gunnar Berg

Einleitung

Die Erfahrungen im Alltag, besonders aber der naturwissenschaftliche Unterricht, stützen die Überzeugung, dass jedes beobachtbare Phänomen auf eine Ursache zurückzuführen ist. Aus diesem Kausalprinzip wird dann oft umgekehrt geschlossen, dass auch jede Ursache eine eindeutige Wirkung zur Folge haben muss. Abweichungen von dieser deterministischen Erwartung – wie die Ergebnisse von Glücksspielen – werden als Ausnahmen angesehen, die bei genauer Kenntnis aller Umstände letztlich auch deterministisch zu deuten sein müssten.

Tatsächlich aber ist es ein Ergebnis der modernen Physik, dass für die elementaren Prozesse im Mikrokosmos, aber auch für solche in komplexen Systemen, statistische Gesetzmäßigkeiten gelten. Der Zufall bestimmt diese Geschehnisse, was sich in vielen Fällen auch makroskopisch auswirkt. „Zufällig“ heißt aber nicht „gesetzlos“. Zwar ist das Einzelereignis nicht voraussagbar, es ist aber auch nicht völlig willkürlich. Die Nebenbedingungen engen die Möglichkeiten, die realisiert werden können, ein, und für das Auftreten dieser Realisierungsmöglichkeiten lassen sich exakte wahrscheinlichkeitstheoretische Gesetze angeben.

Es ist das Ziel dieses Themenkreises, an einfachen Beispielen den Zufallscharakter zu demonstrieren und zu zeigen, wie damit wissenschaftlich umgegangen werden kann. Dabei zeigt es sich, dass dieses Vorgehen nicht nur für die Naturwissenschaften, sondern auch für Technik und Gesellschaft von großer Bedeutung ist.

Methodische Anleitung für Niveaustufe 1: Pragmatisches Verständnis

An Hand möglichst vieler Beispiele ist zu zeigen, dass zufällig ablaufende Ereignisse in jedem Bereich des Lebens auftreten und auftreten können. Dabei eignen sich Glücksspiele, insbesondere Würfeln und Ziehen aus einer Urne, besonders gut, um die Gesetzmäßigkeiten zu demonstrieren. Es muss aber auf jeden Fall der Eindruck vermieden werden, dass es sich um Phänomene handle, die nur für Glücksspiele spezifisch sind und deshalb auch im Wesentlichen nur dort gelten.

Besonders deutlich wird der Zufallscharakter bei Präzisionsmessungen. Es gelingt in der Regel nicht, für eine Messgröße bei zwei aufeinanderfolgenden Messungen exakt den gleichen Wert zu bestimmen. Auf der anderen Seite ergeben sich aber auch nicht beliebige Werte, sondern bei wiederholten Messungen gruppieren sie sich um einen Wert größter Häufigkeit in der Weise, dass sowohl größere als auch kleinere Werte mit zunehmendem Abstand vom häufigsten Wert immer seltener werden. Die Schüler sollten veranlasst werden, verschiedenste Größen ihrer Umgebung wiederholt, auch mit verschiedenen Verfahren, zu messen. Die Ergebnisse sind zu beschreiben, einzuschätzen und zu vergleichen.

Bei standardisiert ausgewiesenen Waren (Gewicht, Länge, Anzahl usw.) sind die tatsächlichen Messwerte mit dem Nennwert, auch gegebenenfalls mit einem vom Hersteller angegebenen Toleranzbereich, zu vergleichen.

Für den fachübergreifenden Fachunterricht bieten sich viele Bezüge zu anderen Fächern an. Zum Beispiel kann Geschichte ähnlich wie ein Schachspiel an Hand von „Entscheidungsbäumen“ diskutiert werden. Ein anschauliches Beispiel für den Fall, dass nur Alternativen möglich sind, bietet das Galtonsche Brett, womit bereits der Übergang zur Niveaustufe 2 vorbereitet werden kann, in der die Normalverteilung eingeführt wird.



Als weiteres Beispiel für den Einfluss des Zufalls kann auch biographische Literatur im Fach Deutsch herangezogen werden. Aus dem Bereich der gesellschaftswissenschaftlichen Fächer ist der Vorhersagewert von Prognosen zu diskutieren, die allerdings in der Öffentlichkeit meist ohne Unsicherheitsbereich veröffentlicht werden.

Methodische Anleitung für Niveaustufe 2: Fachliche Vertiefung

Aufbauend auf den empirischen Erfahrungen, die auf der Stufe 1 erworben wurden, sind Grundzüge der Mathematisierung in Absprache mit dem Mathematikunterricht einzuführen. Das gilt besonders für das arithmetische Mittel als Repräsentant einer Gesamtheit. Die Bedeutung der Normalverteilung ist qualitativ an vielen Beispielen (Modell Galton-Brett, Qualitätskontrolle als wichtige Grundlage technischer Produktion usw.) zu demonstrieren und deren Breite als Maß für die Messunsicherheit aufzuzeigen. Die Bedeutung der Genauigkeitsangaben von Messgeräten, die bereits auf Stufe 1 behandelt wurden, ist zu vertiefen.

Die Grundzüge der kinetischen Gastheorie sind zu nutzen, um die Prinzipien von Ordnung und Unordnung einzuführen. Wegen der großen Zahl von Teilchen in Gasen ist diese Theorie besonders geeignet, die Bedeutung der großen Zahlen zu zeigen. Damit lässt sich demonstrieren, dass sich trotz Unordnung und Zufall doch Gesetze formulieren lassen.

Ein anderes Beispiel ist das Gesetz des radioaktiven Zerfalls. Obwohl jede Kernumwandlung ein absolut zufälliger Vorgang ist, lassen sich bei einer großen Gesamtheit exakte, elementtypische Halbwertszeiten ermitteln, die zur Identifizierung der Isotope geeignet sind.

Für den fachübergreifenden Fachunterricht eignen sich auf dieser Stufe neben der Vertiefung der Themen von Stufe 1 folgende Beispiele aus anderen Fächern; Chemie: Elementarmechanismus chemischer Reaktionen (Konzentrationsabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit); Geowissenschaften: Radioaktivität von Gesteinen, Höhenstrahlung; Gesellschaftswissenschaften: neben den bereits erwähnten Problemen von Prognosen Fragen der Versicherung und des Risikos, z.B. auch für technische Produkte.

Methodische Anleitung für Niveaustufe 3: Umfassenderes Verständnis

In den Klassen dieser Stufe sind die Inhalte der Niveaustufen 1 und 2 zu vertiefen, insbesondere sind mathematische Grundlagen verstärkt zu behandeln. In der Oberstufe der Schule ist der Zufall als Grundphänomen im mikrophysikalischen Bereich (stochastische Grundlagen der Quantenmechanik) sowie bei nichtlinearen und rückgekoppelten Systemen (Deterministisches Chaos) zu behandeln. Es muss erkannt werden, dass die Voraussage zukünftiger Ereignisse nur mit Wahrscheinlichkeitsabschätzungen möglich ist; mit anderen Worten: dass auch naturwissenschaftlich begründet werden kann, warum Zukunft immer „offen“ ist.

Aus dem Bereich der Technik sind Modelle der Risikoabschätzung und Risikoverringering zu behandeln, z.B. Sicherheitssysteme, die parallel und unabhängig voneinander arbeiten. In allen diesen Fällen ist ein Mindestmaß mathematischer Behandlung nicht zu vermeiden.

Für den fachübergreifenden Fachunterricht eignet sich neben Mathematik (Wahrscheinlichkeitsrechnung) und Gesellschaftswissenschaften (Versicherung, Risikoabschätzung, Risikoakzeptanz) besonders die Biologie mit der Richtungsfrage der Evolution, wobei der Zufallsspielraum bei der biologischen Entwicklung sowohl während der Ontogenese als auch während der Phylogenese sichtbar werden sollte.

Ziel des Unterrichts zu diesem Themenkreis muss es sein, den Schülern begreiflich zu machen, dass in allen Bereichen des Lebens (Natur, Technik, Gesellschaft) neben deterministischen Gesetzen der Zufall eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielt.



Themenkreise Geowissenschaften

von
Gregor Markl

Vorbemerkung: Da es in der Bundesrepublik Deutschland im Allgemeinbildenden Schulwesen kein Fach „Geowissenschaften“ gibt, müssen die von der GDNÄ-Kommission für nötig erachteten geowissenschaftlichen Themen von anderen Fächern übernommen werden. Hier spielt vor allem die Geographie/Erdkunde eine wichtige Rolle, deren Doppelaufgabe es ja ist, sowohl die physische als auch die soziale Seite des Themas „Erde“ zu behandeln. Diese Brückenfunktion kann das Fach Geographie/Erdkunde nur dann wahrnehmen, wenn es ein ausgewogenes Verhältnis von natur- und geisteswissenschaftlichen Themen behandelt. Die Ausgewogenheit wurde in den letzten Jahrzehnten zu Gunsten des gesellschaftswissenschaftlichen Teiles verschoben, was aus Sicht der Kommission empfindliche Lücken in die naturwissenschaftliche Allgemeinbildung von Schülern gerissen hat. Die brückenschlagende Doppelverpflichtung der Geographie muss wieder in den Vordergrund treten und an der Schule gestärkt werden. Die im Folgenden der „Geographie“ zugeordneten Themenkreise sollten daher besonders unter naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten unterrichtet werden.

Unter den folgenden 10 Themenkreisen sind allerdings auch einige, die der Geographie etwas ferner stehen, jedoch eine erkennbare Nähe zu den naturwissenschaftlichen Fächern haben. Sie sollten entsprechend in Physik, Chemie oder Biologie unterrichtet werden. Daher wird im Unterschied zu den Themenkreis-Übersichten der naturwissenschaftlichen Fächer, bei denen die Zuordnung aufgrund der zu behandelnden zentralen Begriffe relativ eindeutig ist, in der Übersicht der geowissenschaftlichen Themenkreise die Fächerzuordnung jeweils angegeben.

Übersicht

- | | |
|--|---------------------|
| Themenkreis 1: Urgewalten der Erde: Vulkane, Erdbeben, Springfluten | →Geographie |
| Themenkreis 2: Begrenzte Rohstoffe–Wasser, fossile Energieträger, Erze | →Geographie |
| Themenkreis 3: System Erde – Zusammenhang von Atmo-, Bio-, Hydro- und Lithosphäre | →Geographie |
| Themenkreis 4: Gesteine – Kontinentaldrift – Gebirgsbildung | →Geographie |
| Themenkreis 5: Klimaveränderungen in geologischen Zeiträumen | →Geographie |
| Themenkreis 6: Geophysik – von seismischen Wellen, Erdmagnetfeld und geothermischer Energie | →Physik |
| Themenkreis 7: Meteorite und ihr Beitrag zur Kenntnis des Sonnensystems | →Chemie oder Physik |
| Themenkreis 8: Minerale – Schätze der Natur und Vorbilder für moderne Werkstoffe | →Chemie |
| Themenkreis 9: Verwitterung und Bodenbildung | →Biologie |
| Themenkreis 10: Radioaktivität – natürlich, aber problematisch | →Physik oder Chemie |



Themenkreis Geo 1: Urgewalten der Erde: Vulkane, Erdbeben, Springfluten

Fachzuordnung in der Schule: Geographie / Erdkunde

Begründung und Erläuterung

Die ausführliche und häufige Berichterstattung über Georisiken in den Medien zeigt, dass in der breiten Öffentlichkeit Interesse für diese Phänomene besteht, das aber durch solides Wissen untermauert werden muss, um die Hintergründe der berichteten Katastrophen auch tatsächlich verstehen zu können. Die hohe gesellschaftliche Relevanz (Kategorie D) des Themenkreises im Hinblick auf Schadensvorhersage und -begrenzung paart sich mit der Anziehungskraft dieser „Urgewalten der Erde“ auf die meisten Menschen, denen auch moderne Technik nur bedingt etwas entgegensetzen kann.

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Lava, Magma, Richterskala, Erdbeben, Vulkanausbruch, Katastrophen-Vorhersage</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Erdbeben, Erdkern, Erdkruste, Erdmantel, Georisiken, Gestein, Springflut, Vulkan	→ Phasenumwandlung, Geothermie, Subduktion, Hot Spot, Seismik, Magmatismus, Plattentektonik, Silikatschmelze, Tektonik	→ → Klima, Atmosphäre
Verbindung zu anderen Fächern		Physik: Seismik, Phasenumwandlung, Viskosität Chemie: Mineral-Reaktionen, Elemente Gesellschaftswiss.: Umgang mit Risiken	→ Biologie: Massensterben, biologische Evolution
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Zeit, Druck, Kraft, Element, Stoff, Gewicht, Gravitation, Löslichkeit, Temperatur	→ Energie, Masse, Rohstoff, Dichte, Molekül	→ → Evolution
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Ordnung, Entwicklung, Chaos, Geschichte, Gesetz, Modell, Natur, Ursache/Wirkung <i>formulieren, beschreiben, Zusammenhänge erkennen</i>	→ Kausalität System, Kriterium, Theorie, Prozess, Hypothese <i>begründen, erklären, definieren</i>	→ → Umwelt, Naturwissenschaften
allgemeine Kompetenzen	Umweltkompetenz, soziale Kompetenz	→ Sprachkompetenz, historische Kompetenz	→ →

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Geo 2: Begrenzte Rohstoffe – Wasser, fossile Energieträger und Erze

Fachzuordnung in der Schule: Geographie / Erdkunde

Begründung und Erläuterung

Die Begrenztheit unserer Rohstoffe, die Wasser genauso wie fossile Brennstoffe und verschiedene Metalle betrifft, ist eine der großen Unwägbarkeiten am Beginn des neuen Jahrtausends. Wasser ist als Wirtschafts- und Lebensgrundlage von größter Bedeutung für alle menschlichen Zivilisationen. Das hautnahe Erleben Tag für Tag (Kategorie A), der tägliche Umgang mit sauberem Wasser (Kategorie C) und die Bedeutung von Wasser und davon abhängigen Phänomenen für nahezu alle Prozesse der belebten und unbelebten Natur (Kategorie B) machen es zum „Stoff des Lebens“ schlechthin.

Da nichts so sehr unser derzeitiges Verständnis einer immer weiter wachsenden Wirtschaft und damit zusammenhängenden Wohlstandes beeinflusst wie der Nachschub an Wasser und Rohstoffen, hat dieses Thema hohe gesellschaftliche Brisanz (Kategorie D). Möglichkeiten, diese Rohstoffverknappung durch neue Technologien bei der Prospektion, bei der Gewinnung und bei der Verwendung der Rohstoffe zu umgehen, müssen in einem naturwissenschaftlichen Unterricht genauso vermittelt werden wie das Verständnis für die Regenerationsfähigkeit von Grundwasserreserven, die Kontamination und Entgiftung von Wasser sowie die naturwissenschaftlichen Grundlagen des Vorkommens, der Prospektion und der Gewinnung von Rohstoffen.

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Waschen, Trinken, Spülen, Kühlen, Kontamination, Wasserverschmutzung, Dürre, Grundwasser, Wüste, Sahelzone, Polargebiete, Benzin, Diesel, Erdöl, Kerosin, Alufolie, Einwegdose, Metall, Motor, elektrischer Strom, Atomkraftwerk</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Erdkruste, Lagerstätte, fossiler Brennstoff, Gestein, Erz, Mineral, Grundwasser, Kontamination, Verdunstung, Dürre, Wasserreinigung	→ Sediment, Verwitterung, Lösungsmittel, Gewässer, Wasserreinigung	→ Plattentektonik, Phasenumwandlung, Fällung
Verbindung zu anderen Fächern	Chemie: Metall, chem. Reaktion, Kontamination, Lösungsmittel, chemische Klärstufe Biologie: biologische Klärstufe, Überbevölkerung Chemie+Physik: Verdunstung Gesellschaftswiss.: Verantwortung	→ Chemie: Phasenumwandlung, Werkstoff, Silikatglas, Lösung, chem. Verbindung Biologie: Wasser als Lebensgrundlage	→ → Chemie: Redoxreaktion
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Energie, Stoff, Masse, Rohstoff, Arbeit, Leistung, Zeit, Aggregatzustand, Dichte, Diffusion, Druck, Konzentration, Löslichkeit, Lösung	→ Element, Maßeinheit, Strom, Ion, Anion, Kation, Ladung, Teilchen, Molekül, Atom, Mol	→ → Gleichgewicht, Wechselwirkung, Linearität/Nichtlinearität, Evolution
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Umwelt, Geschichte, Verantwortung, Konflikt, Kultur/Natur, Nachhaltigkeit, Regel, Ordnung, Leben/Tod <i>beschreiben, bewerten, deuten</i>	→ Ethik, Ursache/Wirkung, Kriterium <i>klassifizieren, folgern, messen</i>	→ → Theorie, Methode, Stoffkreisläufe, Prozess <i>schätzen</i>
allgemeine Kompetenzen	Umwelt- u. Gesundheitskompetenz, historische Kompetenz	→ Sprachkompetenz, ethische u. instrumentelle Kompetenz	→ → wiss.theoret. Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Geo 3: System Erde – Zusammenhang von Atmo-, Bio-, Hydro- und Lithosphäre

Fachzuordnung in der Schule: Geographie / Erdkunde

Begründung und Erläuterung

Angesichts der immer stärker durch den Menschen geformten und veränderten Umwelt ist es von entscheidender Bedeutung, die Erde als ein System zu begreifen, wo unterschiedliche, in unserer Erfahrung meist getrennt erscheinende Teilbereiche (wie z. B. Gesteine und Niederschläge) eng miteinander verzahnt sind. Dieses Systemverständnis (Kategorie B), angewendet auf ein alle Menschen betreffendes System, soll in dem Themenkreis „System Erde“ vermittelt werden.

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Klima / Klimaveränderungen, Vulkanismus, Treibhauseffekt, Waldsterben, Umweltverschmutzung, Dürre, Grundwasser, Wüste, Sahelzone, Polargebiete, Ozonloch, Tourismus</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Atmosphäre, Erdkruste, Erdmantel, Ozean, Klima, Mineral, Vulkan, Kontinentaldrift, System	→ Seismik, Kontamination, Klimasystem, Plattentektonik, polare Eiskappen	→ → geschlossenes/ offenes System, Treibhauseffekt, Wasserkreislauf i.d. Biosphäre; Stoffkreisläufe allgemein (Kohlenstoff, Stickstoff...)
Verbindung zu anderen Fächern	Biologie: Photosynthese, Stoffwechsel, Waldsterben, Umweltverschmutzung Gesellschaftswiss.: Verantwortung	→ Chemie: chem. Reaktion, chem. Verbindung, Ozon Physik: Strahlung	→ → Biologie: Evolution; Stoffkreisläufe Chemie: Redoxreaktion
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Aggregatzustand, Licht, Temperatur, Wärmemenge, Zeit, Stoff, Rohstoff, Radioaktivität	→ Atom, Molekül	→ → Absorption, Energie, Entropie, Evolution, Rückkopplung, Linearität/Nichtlinearität, Wechselwirkung
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Begriff, Entwicklung, Geschichte, Leben, Nachhaltigkeit, Natur, Struktur, Umwelt <i>klassifizieren, beobachten, beschreiben (im Freiland), Zusammenhänge erkennen</i>	→ Zeichen, Zufall, Ethik, Gesundheit/ Krankheit, Kultur, Ursache/Wirkung, Modell <i>definieren, erklären, modellieren, simulieren, begründen</i>	→ → System, Kausalität, Modell, Naturwissenschaft, Theorie <i>formalisieren</i>
allgemeine Kompetenzen	Umwelt- und Gesundheitskompetenz, historische Kompetenz	→ soziale u. ethische Kompetenz (Verursacherprinzip), Sprachkompetenz	→ → wiss. theoret. Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Geo 4: Gesteine – Kontinentaldrift – Gebirgsbildung

Fachzuordnung in der Schule: Geographie / Erdkunde

Begründung und Erläuterung

Der direkte Zugang zu naturwissenschaftlichen Fächern erfolgt für die allermeisten Menschen immer noch im Erleben in der Natur. Die Erfahrung mit Kindern zeigt, dass außer Lebewesen auch „tote“ Steine eine ungewöhnliche Faszination ausüben können und den Einstieg in die deduktiven Wissenschaften bilden. Da dieser Themenkreis die konkrete eigene Erfahrung mit Gesteinen (Kategorie A) mit einem vertieften Verständnis für geowissenschaftliche Zusammenhänge (Kategorie B) verbindet, ist er gerade für junge Schüler gut geeignet, den Zusammenhang von Beobachtung und Interpretation zu erfahren und zu erlernen. Die Entwicklungsgeschichte der Erde vermittelt zudem ein Zeitverständnis, das völlig abweicht von unserem normalen, sehr kurzfristigen Erleben von Zeiträumen.

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Steine, Felsen, Alpen, Gebirge, Vulkane, Verwitterung, Erosion</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Magmatismus, Sediment, Vulkane, Erdkern, Erdmantel, Erdkruste, Mineral, Schalenbau der Erde, Gesteinskreislauf, Gestein	→ Seismik, Metamorphose, Plattentektonik, Tektonik	→ → Evolution der Erde als Himmelskörper (Erdgeschichte)
Verbindung zu anderen Fächern		Chemie: Phasenumwandlung, chem. Reaktion	→ Physik: Galaxis, Himmelskörper Chemie: chem. Evolution Biologie: biol. Evolution
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Aggregatzustand, Dichte, Druck, Gewicht, Kraft, Löslichkeit/Lösung, Masse, Rohstoff, Stoff, Temperatur, Zeit	→ Element, Radioaktivität	→ → Energie/Energiesatz, Evolution, Gravitation, Halbwertszeit
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Chaos/ Ordnung, Entwicklung, Geschichte, Umwelt <i>Zusammenhänge erkennen, begründen, beschreiben, beobachten, messen, vergleichen</i>	→ Ursache/Wirkung, Kausalität <i>definieren, erklären</i>	→ → Determinismus, Freiheit, Gesetz, Zufall, System, Theorie
allgemeine Kompetenzen	Umweltkompetenz, ästhetische Kompetenz	→	→ historische Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Geo 5: Klimaveränderungen in geologischen Zeiträumen

Fachzuordnung in der Schule: Geographie / Erdkunde

Begründung und Erläuterung

Kein geowissenschaftliches Problem – vielleicht mit Ausnahme der Rohstoffversorgung – ist in den letzten Jahren so ausführlich und kontrovers in der Öffentlichkeit diskutiert worden wie die Klimaveränderungen und ihr Zusammenhang mit geologischen und anthropogenen Einflüssen. Dies zeugt bereits von hoher gesellschaftlicher Relevanz des Themas (Kategorie D), das aber nur dann wirklich verstanden und anspruchsvoll diskutiert werden kann, wenn man die naturwissenschaftlichen Grundlagen von Klimaveränderungen kennt. Diese beinhalten z.B. die natürlichen Fluktuationen von sogenannten Treibhausgasen und ihre tatsächliche Wirkungsweise sowie die Zusammenhänge in einem komplexen System Erde (Kategorie B), das Veränderungen eines Teilsystem durch Reaktionen an anderer, unerwarteter und komplex gekoppelter Stelle beantwortet. Häufig in einen Topf geworfen werden die vielschichtigen, aber nicht zusammenhängenden Probleme von Ozonloch und Treibhauseffekt.

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Klima, Klimaveränderung, Treibhauseffekt, Treibhausgase, Massensterben, Temperaturanstieg, Eiszeit, Dinosaurier, Grönland</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Klima, Klimasystem, Treibhausgase, Vulkanismus	→ Lichtabsorption, Verwitterung (CO ₂ -Senke), Sedimentation, Ozeane, polare Eiskappen, Plattentektonik	→ → Evolution, Massensterben
Verbindung zu anderen Fächern	Chemie: Gase	→ Physik: Energie-Bilanz Chemie: Redoxreaktion, chemisches Element Biologie: Krankheiten, Gesundheit	→ → Biologie: Evolution, Massensterben
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Zeit (nat. wiss.), Druck, Gasgesetz, Geschwindigkeit, Gewicht, Kraft, Masse, Stoff, Temperatur	→ Energie, Absorption, Welle, Licht, Quant, Atom, Atommodell	→ → Evolution, Gleichgewicht, geschlossenes/ offenes System
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Umwelt, Bedeutung, Ordnung, Chaos, Entwicklung, Ethik, Freiheit/Notwendigkeit, Nachhaltigkeit, Geschichte <i>analysieren, begründen, bewerten, deuten, erklären, erläutern</i>	→ Modell, Ursache, Wirkung, Leben, Prozess, Verantwortung <i>schätzen, verstehen, definieren, denken, folgern, herleiten</i>	→ → Theorie, Determinismus, Hypothese <i>interpretieren, kritisch betrachten, Zusammenhänge erkennen</i>
allgemeine Kompetenzen	Umweltkompetenz, historische, soziale u. ethische Kompetenz	→ Gesundheitskompetenz	→ → wiss. theoret. Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Geo 6: Geophysik – von seismischen Wellen, Erdmagnetfeld und geothermischer Energie

Fachzuordnung in der Schule: Physik

Begründung und Erläuterung

Der Zusammenhang von physikalischen Größen bzw. Phänomenen wie Wellen, Magnetismus oder Energie mit geowissenschaftlichen Phänomenen fördert in beispielhafter Weise das Verständnis für komplexe Zusammenhänge in der Natur und – fast noch mehr von Bedeutung – zwischen den verschiedenen Naturwissenschaften (Kategorie B). Bei Erdbeben erzeugte Stoßwellen werden genutzt, um Aussagen über den inneren Aufbau unserer Erde zu machen. Wechsel des Erdmagnetfeldes erlauben Altersdatierungen in der geologischen Vergangenheit, und der Temperaturgradient von der Erdoberfläche ins Erdinnere wird als Energiequelle genutzt. Diese konkrete Verknüpfung physikalischer Grundbegriffe mit geowissenschaftlichen Anwendungen sind motivierend und öffnen vielseitig naturwissenschaftlich interessierten jungen Menschen Horizonte.

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tgl. Lebens	<i>Energieversorgung, Erdbeben, Kompass, Thermalbad, Magnet</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Erdbeben, heiße Quellen, Seismik, Erdmagnetfeld	→ Geothermie, Erdkruste, Erdmantel, Erdkern, Schalenbau der Erde, geothermischer Gradient	→ → chemische Differenzierung
Verbindung zu anderen Fächern	Physik: Wellen	→ Chemie: Elementverteilung Physik: Magnetismus	→ → Physik: Dipolwanderung, Turbinen
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Rohstoff, Stoff, Aggregatzustand, Temperatur, Druck, Dichte, Masse, Zeit	→ Energie, Wellen, Element, Radioaktivität	→ → Feld, Gravitation, Formel
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Modell, Umwelt, Natur, Naturwissenschaft, Ordnung, Prozess, Struktur <i>analysieren, beschreiben, erklären, Zusammenhänge erkennen</i>	→ Zufall, System, Ursache/Wirkung, Wahrscheinlichkeit <i>übertragen, verstehen, vergleichen</i>	→ → Theorie, Gesetz, Kausalität <i>urteilen</i>
allgemeine Kompetenzen	Umweltkompetenz, historische Kompetenz	→ instrumentelle Kompetenz	→ →

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Geo 7: Meteorite und ihr Beitrag zur Kenntnis des Sonnensystems

Fachzuordnung in der Schule: Chemie oder Physik

Begründung und Erläuterung

Die Entstehung und Entwicklung unseres Sonnensystems ist prinzipiell ein Thema der Astrophysik, doch die Kenntnis der frühen Entwicklung und der Zusammensetzung benachbarter Himmelskörper verdanken wir zu einem grossen Teil den Studien an extraterrestrischen Objekten, den Meteoriten. Auch dieses Thema fördert das komplexe Verständnis von chemischen und physikalischen Prozessen in geowissenschaftlichem Kontext (Kategorie B) anhand einer erfahrungsgemäss für die meisten Schüler faszinierenden Fragestellung, nämlich: was geschieht außerhalb unserer Erde und wie hat sich unser Sonnensystem zu dem entwickelt, was es heute ist? Die chemische Zusammensetzung, die Unterschiede und Vergleichbarkeiten, das Alter, die Veränderungen, die Herkunft und die Flugzeit von Meteoriten sind Dinge, die ein umfassendes Verständnis verschiedenster naturwissenschaftlicher Phänomene voraussetzen und beispielhaft verknüpfen.

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Mond, Sterne, Sonne, Mars, Raumfahrt, Sonnensystem, Meteorite, Kometen, Entstehung der Erde</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Sonnensystem, Sterne, Mond, Erde, Meteorite, Erdentstehung	→ Isotope, Radioaktivität, Halbwertszeit, Altersdatierung	→ → Kosmochemie, Kosmophysik
Verbindung zu anderen Fächern	Chemie+Physik: Schmelzpunkt, Siedepunkt, Aggregatzustand Chemie: Metall, Nichtmetall Gesellschaftswiss.: Chancen u. Risiken bemannter Raumfahrt	→ Physik: Isotope, Altersdatierung, Geigerzähler	→ → Chemie: chem. Verbindung, chem. Reaktion, Erz, Massenwirkungsgesetz Physik: Universum, Urknall, Galaxis, Himmelskörper, helio-/geozentr. Weltbild, Relativitätstheorie, Kernumwandlung, Energie-Masse-Äquivalenz, Lichtgeschwindigkeit
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Aggregatzustand, Licht, Dichte, Druck, Geschwindigkeit, Temperatur, Gewicht, Gravitation, Masse, Kraft, Zeit	→ Element, Atommodell, Radioaktivität, Halbwertszeit	→ → Absorption, Welle, Amplitude, Atomkern, Coulombkraft, Energie/Energiesatz, Evolution, Feld, Quant, Photon
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Umwelt, Ästhetik, Chaos, Ordnung, Entwicklung, Gesetz, Natur, Symmetrie <i>beobachten, beschreiben, Zusammenhänge erkennen</i>	→ Methode, Modell, Naturwissenschaft, System, Symbol, Leben, Kultur, Wahrscheinlichkeit	→ → Theorie, Zufall, Determinismus, Reduktion/-ismus <i>übertragen</i>
allgemeine Kompetenzen	Umweltkompetenz, ästhetische Kompetenz	→ instrumentelle Kompetenz	→ → wiss. theoret. Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Geo 8: Minerale – Schätze der Natur und Vorbilder für moderne Werkstoffe

Fachzuordnung in der Schule: Chemie

Begründung und Erläuterung

Anschauen, fasziniert werden (Kategorie A) und Neugierde entwickeln stehen im Vordergrund bei diesem Themenkreis. Die Perfektion anorganischer Materie in Form von Kristallen, die ungewöhnliche, leuchtende Farbenfülle und die schier ungläubliche Vielzahl von chemischen Kombinationsmöglichkeiten, die die Natur gleichsam wie in einem riesigen Laboratorium „ausprobiert“, tragen zur Faszination von Mineralen bei. Dass hinter diesen schönen Gebilden aber streng physikalische und chemische Gesetze stehen, die Farbe, Form und Eigenschaften bestimmen, und dass viele Minerale heute als Vorbilder für Kunstprodukte dienen, die in jedem Haushalt (Zeolithe in Waschpulvern), in Automobilen oder in komplexen industriellen Produktionsverfahren (extrem korrosionsbeständige Werkstoffe) angewendet werden, ist den meisten Liebhabern schöner Steine nicht bewusst (Kategorie C). Das Zusammenwirken von Physik, Chemie und Kristallographie (Kategorie B) erlaubt es, Materialeigenschaften auf naturwissenschaftlicher Grundlage zu verstehen.

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Kristalle, Schmuck, Glasschneider, Minerale, Edelsteine, Diamant, Saphir, Smaragd, Kristallformen, Härte, Farbe, Spaltbarkeit, Plastizität, Keramik, Waschmittel, Autolack</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Mineral, Gestein, Kristall, Härte, Spaltbarkeit, Elastizität, Edelstein, Zeolith, Pigment	→ Kristallstruktur	→ → Baumaterialien von Lebewesen
Verbindung zu anderen Fächern	Physik: Materialeigenschaften; Kristall, Kristallisation; Bruchfestigkeit, Biegefestigkeit Chemie: Waschmittel Kunst: Farben	→ Physik: Licht, Strahlengang, Interferenz Chemie: chem. Bindung Gesellschaftswiss.: Markt, Wirtschaft, Wert	→ → Biologie: Schalen, Skelette, Gehäuse, Knochen Physik: Farbe
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Aggregatzustand, Dichte, Druck, Gewicht, Kraft, Löslichkeit, Rohstoff, Stoff	→ Licht, Absorption, Atom/-modell, Molekül, Element	→ → Energie, Welle, Frequenz, Periodensystem
wiss. allg. Grundbegriffe u. Fertigkeiten (Zone 1)	Empirie, Kriterium, Kultur/Natur, Ordnung, Struktur <i>experimentieren, vergleichen, beobachten, beschreiben, Zusammenhänge erkennen</i>	→ Modell, Ästhetik, Leben, Kultur <i>definieren, messen, schätzen, folgern, klassifizieren, experimentieren</i>	→ → Hypothese, Gesetz, Gesundheit/Krankheit (Esoterik)
allgemeine Kompetenzen	ästhetische Kompetenz	→ instrumentelle Kompetenz	→ →

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Geo 9: Verwitterung und Bodenbildung

Fachzuordnung in der Schule: Biologie

Begründung und Erläuterung

Böden sind der Vermittler zwischen der unbelebten Natur der Lithosphäre und der belebten Natur der Biosphäre. Ihre Zusammensetzung, ihre Fruchtbarkeit und ihre sonstigen Eigenschaften (Festigkeit, Wasserdurchlässigkeit, Verformbarkeit) bestimmen unsere Nahrungsversorgung genauso wie den Baugrund unserer Häuser und sind damit von hoher gesellschaftlicher Relevanz (Kategorie D). Um Böden wirklich zu verstehen, z. B. wie sich welche Typen von Böden bilden und von welchen geologischen und klimatischen Faktoren ihre Bildung abhängt, ist aber das Zusammenwirken chemischer und physikalischer Prozesse bei der Verwitterung von Gesteinen und ein vertieftes Verständnis für unterschiedliche zeitliche Abläufe notwendig (Kategorie B).

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Boden, Landwirtschaft, Fruchtbarkeit, Dünger, Verwitterung, Erosion</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Boden, Fruchtbarkeit, Tonminerale, Dünger, Auslaugung, Verwitterung, Erosion, Mineral, Gestein, Wasser, Kies, Sand	→ Rohstoffe, Landnutzung, Laterit, Löslichkeit, Bodenverdichtung	→ → Ackerbau
Verbindung zu anderen Fächern	Chemie: Gemisch, chem. Verbindung, Salz Biologie: Ökosystem Gesellschaftswiss.: Verantwortung	→ Chemie: Redoxreaktion, Indikator, Dissoziation, funktionelle Gruppe, Hydrolyse, Naturstoff, Oxid, Oxidation, pH-Wert, Metall, Wertigkeit, Substitution	→ → Biologie: Biosphäre, Destruent, Fossil, Nährstoff, Photosynthese, Leben, Ökosystem, Nahrungskette/-netz Stoffkreislauf, Stoffwechsel Physik: Oberflächenspannung, Kapillarität, Flüssigkeit, Festkörper, Gas
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Löslichkeit, Adsorption, Aggregatzustand, Dichte, Diffusion, Druck, Rohstoff, Stoff, Element, Atom, Molekül	→ Ion	→ → Energie/-satz, Evolution, Makromolekül
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Umwelt, Entwicklung, Verantwortung, <i>beschreiben, vergleichen, Zusammenhänge erkennen</i>	→ Ethik, Konflikt, Geschichte, Kultur/Natur, Nachhaltigkeit, Gesundheit/Krankheit, Ursache/Wirkung <i>messen, experimentieren, kritisch betrachten, urteilen, begründen</i>	→ → <i>bewerten</i>
allgemeine Kompetenzen	Umweltkompetenz, historische Kompetenz	→ Gesundheitskompetenz, soziale und ethische Kompetenz	→ →

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



Themenkreis Geo 10: Radioaktivität – natürlich, aber problematisch

Fachzuordnung in der Schule: Physik oder Chemie

Begründung und Erläuterung

Wissen über Radioaktivität hat durch die öffentlichen Debatten zur Kernenergie und über Atomwaffen in den letzten Jahrzehnten erheblich an Bedeutung gewonnen, da jeder Einzelne sich dazu eine Meinung gebildet hat oder bilden muss. Dass Radioaktivität ein prinzipiell natürliches Phänomen ist, dass wir von radioaktiven Gesteinen umgeben sind und dass es sogar einen natürlichen „Reaktor“ gibt, in dem natürliches Plutonium entstanden ist, ist den Wenigsten bewusst, die über Castor-Behälter, Endlagerung radioaktiver Abfälle und Super-GAUs lesen (Kategorie D). Dieser Themenkreis soll die Brücke schlagen zwischen naturwissenschaftlichem Verständnis für natürliche Radioaktivität, wie Lebewesen damit umgehen, und den vom Menschen erzeugten Problemen durch Anreicherung und Konzentration radioaktiven Materials.

konkr. Objekte u. Ereignisse d. tägl. Lebens	<i>Uran, Castor-Behälter, Geigerzähler, Gorleben, Super-GAU, Reaktor, Wiederaufbereitung, Strahlenkrankheit, Strahlenkrebs, Plutonium, Radon, Kernkraftwerk</i>		
Niveaustufe	1: Pragmatisches Verständnis	2: Fachliche Vertiefung	3: Umfassenderes Verständnis
fachliche Grund- und Spezialbegriffe	Erdkruste, Rohstoff, Plattentektonik, Erz, natürliche Strahlung, Gestein, Mineral, Lagerstätte, Geigerzähler	→ Kristallstruktur, Verwitterung, Metamorphose	→ → Endlagerung, Fixierung (von Schadstoffen)
Verbindung zu anderen Fächern	Chemie: Konzentration Physik: Radioaktivität, Isotop	→ Physik: Wellen/Strahlung Biologie: Gesundheit/Krankheit, Tumor Chemie: Mineral-Reaktionen, Ion, Lösung Gesellschaftswiss.: Umgang mit Risiken	→ → Biologie: Massensterben, biol. Evolution
naturwiss.-gemeinsame Grundbegriffe (Zone 2)	Zeit, Druck, Element, Stoff, Gewicht, Löslichkeit, Temperatur	→ Energie, Masse, Dichte, Molekül	→ → Evolution
wiss. allg. Grundbegriffe u. -fertigkeiten (Zone 1)	Ordnung/Chaos, Entwicklung, Geschichte, Gesetz, Modell, Natur, Ursache/Wirkung <i>formulieren, beschreiben, Zusammenhänge erkennen, beobachten (im Gelände), messen</i>	→ Kausalität System, Kriterium, Theorie, Prozess, Hypothese <i>begründen, erklären, definieren</i>	→ → Umwelt, Naturwissenschaft
allgemeine Kompetenzen	instrumentelle Kompetenz	→ Sprach-, Umwelt-, Gesundheitskompetenz, historische Kompetenz	→ → soziale Kompetenz

Beachten Sie bitte die Hinweise auf S.36 f. !



**Methodische Anleitung
für fachübergreifenden geowissenschaftlichen Unterricht
am Beispiel Themenkreis 5:
Klimaveränderungen in geologischen Zeiträumen**
von
Gregor Markl

Methodische Anleitung für Niveaustufe 1: Pragmatisches Verständnis

Auf Niveaustufe 1 sollte zunächst nur darüber informiert werden, dass Klimaveränderungen etwas prinzipiell Natürliches sind. Das uns zu unseren Lebzeiten konstant erscheinende Klima ist dies in geologischen Zeiträumen eben nicht. Diese Erkenntnis soll den Schülern nahebringen, dass ihr Zeitbegriff des täglichen Lebens, gemessen in Stunden, Tagen und Jahren, nicht der einzig mögliche ist, sondern dass auch viel längerfristige Prozesse und Intervalle von Jahrhunderten und Jahrtausenden Auswirkungen – seien sie nun rein natürlich oder auch anthropogen (im Falle von Jahrhunderten) bedingt – auf das tägliche Leben des heutigen Menschen haben können.

Hier werden vor allem die Umwelt- und die historische Kompetenz des Schülers angesprochen, die zweifellos in diesem Themenkreis im Mittelpunkt des pädagogischen Interesses stehen. Bereits auf dieser ersten Niveaustufe muss darauf hingewiesen werden, dass der „kleine Mensch“ zum Beispiel durch das Verbrennen fossiler Energieträger das „große Klima“ merklich beeinflusst (Treibhausgase wie CO₂, die zur Aufheizung der Atmosphäre führen).

Sowohl natürliche als auch menschlich beeinflusste Klimaveränderungen sind nicht vorausberechenbar. Daraus ergeben sich potentiell erhebliche soziale Konsequenzen und ethische Probleme, die insbesondere damit zusammenhängen, dass nur ein kleiner Bruchteil der Erdbevölkerung zu diesem Klimawandel beiträgt, die Gesamtbevölkerung aber die Leidtragende der Veränderungen ist. Die sachkundige Erörterung dieser Thematik trägt zur Stärkung der sozialen und ethischen Kompetenz der Schüler bei.

Als Beispiel für natürliche, klima-verändernde Prozesse soll der Vulkanismus mit seinen Staub-, Schwefeldioxid- und CO₂-Emissionen behandelt werden. Dabei sollten die naturwissenschaftlichen Zusammenhänge zwischen Klimasystem und Biosphäre als unserer Lebensgrundlage ebenso erwähnt werden wie die für Schüler sicher interessante Tatsache, dass Klimaveränderungen in geologischen Zeiträumen heute noch, nach Tausenden oder Millionen von Jahren, durch wissenschaftliche (geologische und geochemische) Untersuchungen rekonstruiert werden können. Dabei werden Eiskerne, z. B. aus grönländischem Inlandeis, (nach Hunderttausenden von Jahren) oder alte Gesteine (nach Millionen von Jahren) entschlüsselt.

Methodische Anleitung für Niveaustufe 2: Fachliche Vertiefung

Je nach Lehrplanstruktur (Behandlung des Themenkreises einmal oder mehrmals in der S I) werden Niveaustufen 1 und 2 entweder ineinander integriert oder nacheinander durchlaufen.

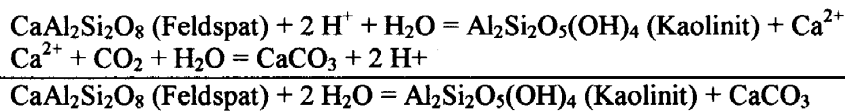
Auf der Niveaustufe 2 sollen die naturwissenschaftlichen Grundlagen zum Verständnis der Klimaveränderungen in geologischen Zeiträumen vertieft werden. So ist es nötig – in Abstimmung mit den Lehrplänen der Nachbarfächer – auf Absorption und Resorption von Licht durch Gas-Teilchen, auf das Atommodell und auf das Quantenmodell für Licht einzugehen, da nur so die Wirkung von Treibhausgasen überhaupt verständlich wird. Dies ist eine unverzichtbare Querverbindung zu Chemie und Physik.

Auch die Wellennatur des Lichtes sowie Grundlagen chemischer Reaktionen, insbesondere der Redox-Reaktionen, müssen hier mit eingebracht werden, da die Oxidation von organi-



schen C-H-Verbindungen zu CO₂ die massivste Grundlage des momentanen Klimawandels ist und nur andere chemische Reaktionen, wie z. B. die Verbindung von CO₂ mit Calcium-Ionen zu Kalk, diesen CO₂-Anstieg abpuffern können. Zusammenhänge zwischen Verwitterung, atmosphärischem CO₂ und Klimawandel sind zentrale Punkte dieser Unterrichtseinheit.

Im Detail: Verwittert in Oberflächennähe oder an der Erdoberfläche das Ca- und Al-haltige Silikatmineral Feldspat, das häufigste Mineral der Erdkruste, zu einem Al-Silikat (Kaolinit), so wird Ca freigesetzt. Dieses Ca kann dann mit dem CO₂ der Luft unter Beteiligung von Wasser zu Kalk ausgefällt werden und damit den atmosphärischen CO₂-Gehalt verringern.



Die Wechselwirkung chemischer, physikalischer und geologischer Phänomene und Prozesse ist selten so schön aufzuzeigen wie an diesem fachübergreifenden Beispiel. Grundbegriffe wie Ursache/Wirkung, Wechselwirkung und Rückkopplung treten bei dieser Thematik schon auf Niveaustufe 1 deutlich in den Vordergrund. Aus den Zusammenhängen ergeben sich für den wirtschaftenden Menschen erhebliche Konsequenzen, deren Besprechung im Unterricht die Entwicklung historischer, sozialer und ethischer Kompetenz bei den Lernenden fördert.

Methodische Anleitung für Niveaustufe 3: Umfassenderes Verständnis

Auf Niveaustufe 3 wird dann der Bogen stärker zur Biologie geschlagen. Hier soll ausführlich diskutiert werden, wie das Klima, also Wasser bzw. Regen und Temperatur und deren Schwankungen die Lebensbedingungen für Organismen beeinflussen und wie dementsprechend ein globaler Klimawandel auf die Biosphäre wirkt.

Hier soll schließlich bei Schülern, die die allgemeine Hochschulreife anstreben, die stärkste Verknüpfung der vier Naturwissenschaften untereinander und mit der übrigen kulturellen Welt vollzogen werden. Sie sollen zum Beispiel mit Tiefgang und umfassendem Weitblick verstehen, wie äußere Einflüsse, also z. B. das Klima, auch die Evolution mitbestimmen. Durch geologisch schnelle Klimaveränderungen können manche Gebiete für den Menschen unbewohnbar werden (Beispiel: "Kleine Eiszeit" 15.-18. Jahrhundert; Rückzug der Wikinger aus Grönland) oder es können sogar Massensterben ausgelöst werden (Beispiel: Kreide/Tertiär-Grenze).

Auf dieser Niveaustufe können die Schüler besonders überzeugend am Beispiel „Klimaveränderungen in geologischen Zeiträumen“ lernen, wie wichtig eine Unterscheidung von beobachteten bzw. bewiesenen Fakten einerseits und Vermutungen, Hypothesen, Theorien andererseits ist. Die Schüler können an diesem Beispiel üben, Hypothesen und Fakten als solche zu erkennen und ihre Entscheidungen auf dieser Basis rational zu begründen. Das trägt wesentlich zur Ausbildung der im naturwissenschaftlich-technischen Zeitalter so wichtigen wissenschaftstheoretischen und Denkkompetenz bei.

Außerdem können auf dieser dritten Niveaustufe – ganz pragmatisch – Alternativ-Lösungen zu den momentanen Problemen bzgl. fossiler Energieträger und des ungebremsten Wachstums in den Industriegesellschaften diskutiert werden. Dabei sollte ein Schwergewicht des Unterrichts nicht auf diffuse Ängste und Ideen, sondern auf Fakten, logische Beweisführung und realistische technisch-wirtschaftliche Umsetzbarkeit von Möglichkeiten gelegt werden. Die Schüler können so an sich selbst beobachten, wie sich ihre im Unterricht erworbene naturwissenschaftliche Sachkompetenz auf die Entwicklung ihrer sozialen, ethischen, Umwelt- und Gesundheitskompetenz auswirkt.



3. Teil: Schlussbetrachtung

von
Gerhard Schaefer

3.1 Allgemeinbildung durch Vernetzung der Themenkreise

Die im Vorstehenden dargestellten Themenkreise für Biologie, Chemie, Physik und die Geowissenschaften sind, wie eingangs schon erwähnt, als Muster eines fachübergreifenden Fachunterrichts aufzufassen und repräsentieren, jeder für sich, den pädagogischen Ansatz einer „Allgemeinbildung durch Naturwissenschaften“.

Obwohl ein einziger Themenkreis schon genügen würde, um die Grundidee zu veranschaulichen, müssen natürlich viele solcher Themenkreise wie Mosaiksteine zusammengefügt werden, wenn ein Minimalkanon naturwissenschaftlicher Bildung entstehen soll, der inhaltlich das umfasst, was Jugendliche heute und in Zukunft brauchen, um ihr Leben zu meistern.

Das Gesamtpaket der im Vorstehenden angebotenen 44 Themenkreise ist ein erster Schritt zu einem solchen Minimalkanon. Dabei ist weniger die Frage von Bedeutung, ob dieses Paket wirklich die wesentlichsten Inhalte anbietet, die „man“ (wer?) heute und in Zukunft braucht, sondern mehr noch die beiden Fragen, ob mit ihm der *Allgemeinbildungsauftrag* an die Naturwissenschaften erfüllt wird und für welche *Schularten und Schulstufen*.

Diese Fragen wurden für jeden der 44 Themenkreise im Einzelnen bejaht und belegt, und zwar bzgl. des Allgemeinbildungsauftrags durch die Fülle von Quervernetzungen in den Zeilen 4-7 und bzgl. der Schularten und -stufen anhand der drei Niveaustufen.

Es bleibt nun noch zu prüfen, wie weit das Gesamtpaket aller 44 Themenkreise diesem Anspruch genügt. Bzgl. der *Schularten und -stufen* ergibt sich die Antwort sehr einfach aus der Horizontalstruktur der Themenkreise: Der unterste Anspruch an naturwissenschaftliche Bildung (z.B. Hauptschulabgang mit Klasse 9) ergäbe sich aus der Erfüllung *aller* Themenkreise bis zur Niveaustufe 1 und der oberste Anspruch (Allgemeine Hochschulreife, Abitur) aus der Erfüllung *aller* Themenkreise bis zur Niveaustufe 3. Dazwischen gibt es viele denkbare Übergänge, bei denen einige Themenkreise nur bis zur Niveaustufe 1, andere bis zur Stufe 2 und wieder andere bis Stufe 3 unterrichtet werden. Je nach angestrebter Mischung und erreichbarem Niveaustufenprofil können sich Schularten und Schulstufen anhand dieser Themenkreise an der Messlatte „Allgemeinbildung durch Naturwissenschaften“ neu definieren.

Die andere Frage betrifft den *Allgemeinbildungsauftrag* an das ganze Paket. Diese Frage verlangt eine Auskunft darüber, wie intensiv die Themenkreise miteinander vernetzt sind und wie sehr sich daher ihre fachübergreifenden Strukturen gegenseitig überlagern und verstärken.

In den Abbildungen 1 bis 6 sind jeweils in einem 4-seitigen Bezugsrahmen, bestehend aus den Themenkreisen der 4 Fächer, diejenigen Themenkreise miteinander durch eine Linie verbunden worden, die deutliche inhaltliche Bezüge zueinander haben. Zwischen den Themenkreisen der klassischen naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie und Physik liegt der höchste Vernetzungsgrad bei Chemie/Biologie (51,7 %), gefolgt von Physik/Chemie (39,7 %) und Physik/Biologie (31,8 %). Die Prozentzahlen drücken die Zahl der vorhandenen Vernetzungen bezogen auf die mögliche Maximalzahl (Produkt der Themenkreiszahlen) aus.

Beim Vergleich der Verwandtschaften zwischen den der *Geographie* zugeordneten Themenkreisen und denen der drei naturwissenschaftlichen Schulfächer (Abb.4-6) fällt auf, dass nicht – wie aufgrund der naturwissenschaftlichen Komplexität in beiden Fächern erwartet werden könnte – der höchste Vernetzungsgrad zwischen den Themenkreisen Geographie und Biologie besteht (25,3 %). Er liegt auch nicht – wie aufgrund der „Material-Orientierung“ der Fächer denkbar wäre – zwischen Geographie und Chemie (43,3 %), sondern zwischen Geographie und Physik (64,6 %).

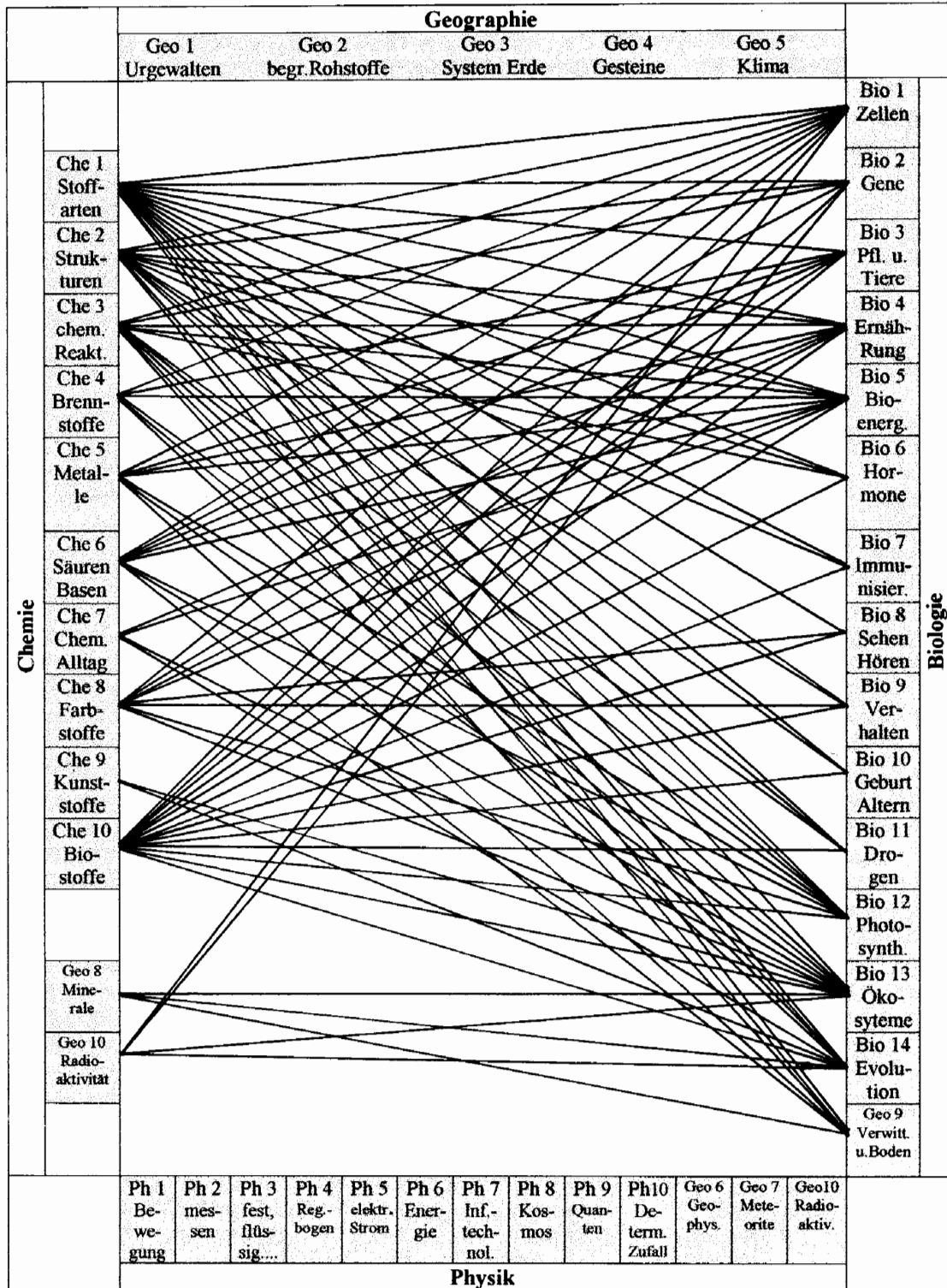


Abb. 1: Vernetzung der Themenkreise Biologie und Chemie (Vernetzungsgrad 51,7 %)

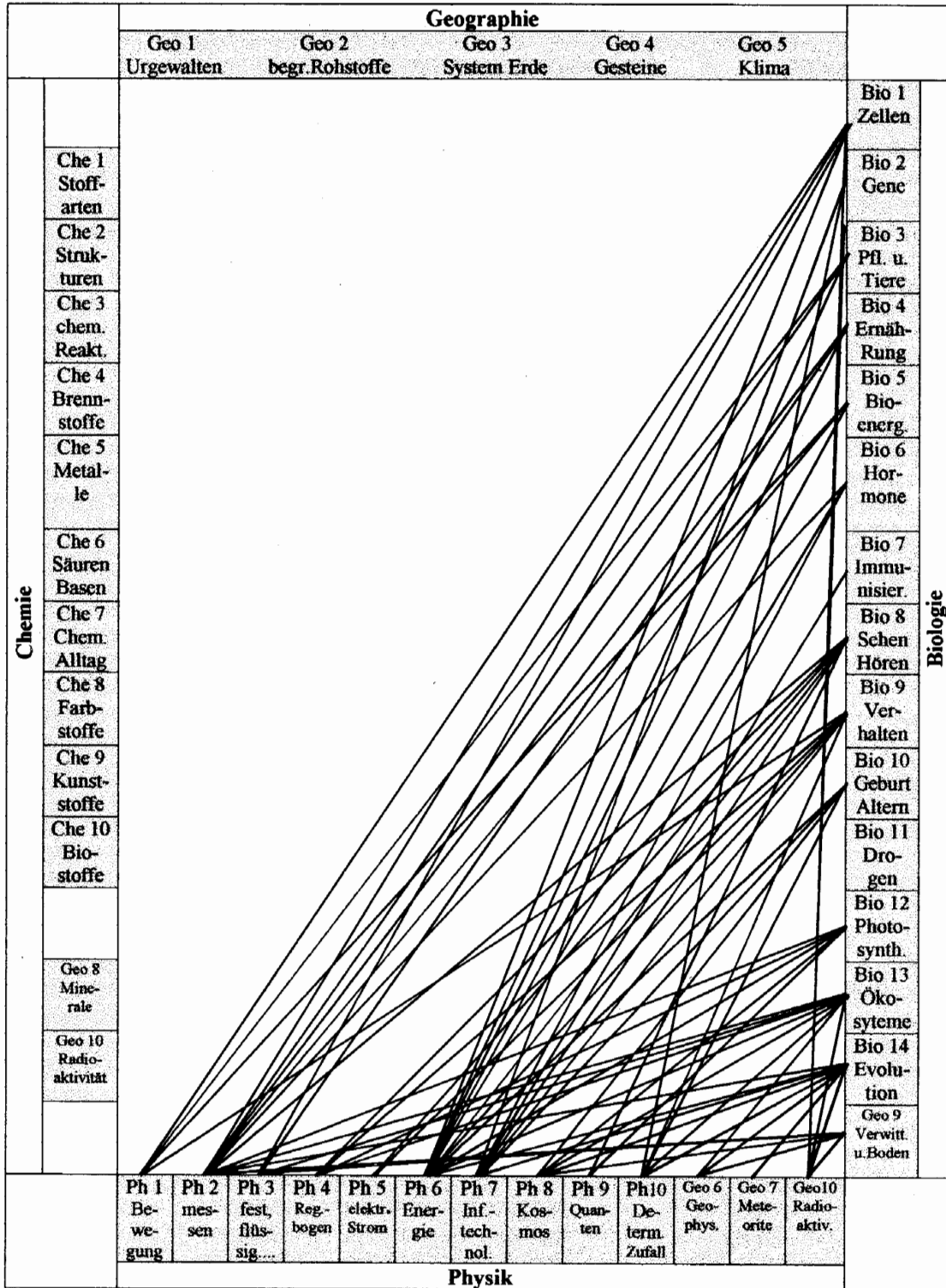


Abb.3: Vernetzung der Themenkreise Physik und Biologie (Vernetzungsgrad 31,8 %)

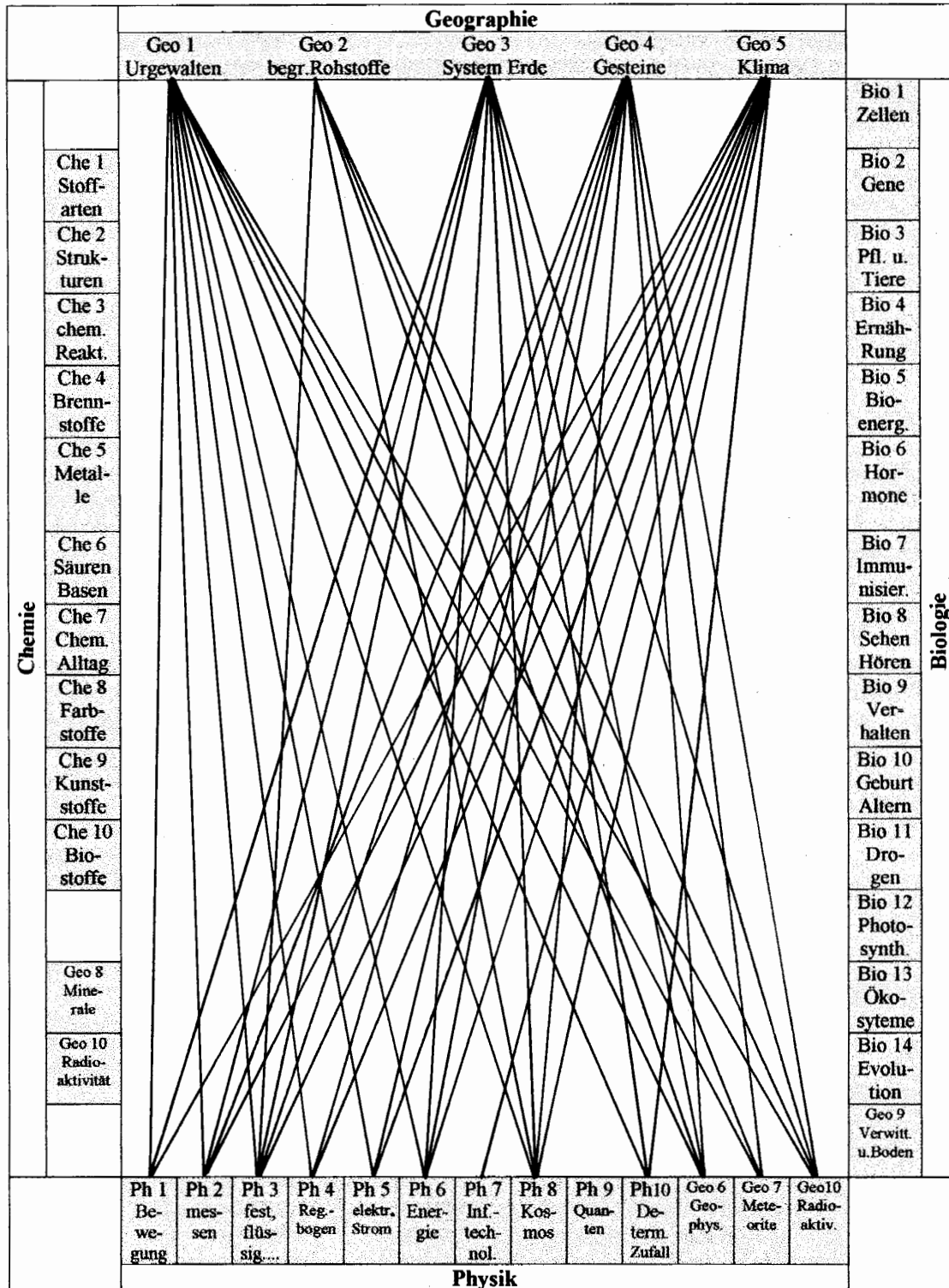


Abb.6: Vernetzung der dem Fach Geographie zugeordneten Themenkreise mit Physik (Vernetzungsgrad 64,6 %; ohne Themenkreise Geo 6, 7 u.10: 62 %)



Ein Grund dafür könnte zunächst darin vermutet werden, dass der Physik drei geowissenschaftliche Themenkreise zugeordnet wurden, der Chemie zwei und der Biologie nur einer, so dass schon von hier aus die Vernetzungsgrade der Fächer mit der Geographie verschieden ausfallen. Nun zeigt sich aber bei der Vernetzung der *facheigenen* Themenkreise von Biologie, Chemie und Physik mit den der Geographie zugeordneten, dass die oben angegebene Reihenfolge der Vernetzungsgrade offensichtlich nicht auf einem Artefakt beruht, der durch die Zuordnung geowissenschaftlicher Themenkreise zu den Fächern Biologie, Chemie und Physik entsteht. Die Prozentzahlen sind nämlich fast deckungsgleich mit den obigen.

Die Vernetzungsgrade von Abb.1 bis 6 offenbaren im Hinblick auf die gestellte Frage nach dem allgemeinbildenden Charakter des ganzen Themenkreis-Paketes zweierlei:

- Zum einen sind die Vernetzungsgrade mit einer Größenordnung von 20 bis 60 % hoch genug, um die *innere Kohärenz* des ganzen Systems zu dokumentieren und um zu belegen, dass auch hier „das Ganze“ (das System der 44 Themenkreise) „mehr ist als die Summe seiner Teile“ (der einzelnen Themenkreise).
- Zum anderen sind die Vernetzungsgrade doch wiederum nicht so hoch, dass man auf die Idee kommen könnte, das eine Fach sei durch ein anderes ersetzbar. Es bleibt eben doch ein hoher „Nichtvernetzungsgrad“ in der Größenordnung von 40 bis 80 %, der die anfangs schon mehrfach aufgezeigte Unersetzbarkeit der naturwissenschaftlichen Fächer erneut belegt und damit die *Beibehaltung des Fachunterrichts* einfordert.

3.2 Wie realistisch ist der hier vorgestellte Ansatz? Zukunftsperspektiven

Wie schon in den 70er-Jahren aufgrund empirischer Curriculumforschung mehrfach begründet (Schaefer 1975), hängt der Erfolg des Unterrichts von mindestens 9 klar unterscheidbaren Faktoren ab, die in wechselseitiger Beziehung zueinander stehen. Gehen wir diese Faktoren einmal durch, um zu prüfen, wie realistisch der hier vorgestellte Ansatz unter den gegebenen schulischen Bedingungen ist:

- 1. Schülerpersönlichkeit:** Schüler/Schülerinnen sind in ihrer Mehrheit stärker an konkreten Fragen des Alltags interessiert als an alltagsfernen akademischen Fragestellungen. Insofern dürfte es ihren Wünschen und Fähigkeiten entgegenkommen, den Fachunterricht fachübergreifend zu gestalten. Dieser Ansatz erfordert allerdings durchaus nicht weniger Arbeit, sondern nur eine andere *Art* von Arbeit!
- 2. Lehrerpersönlichkeit:** Lehrer/Lehrerinnen haben in der Regel ein enges Zwei-Fach-Studium durchlaufen und werden zunächst Schwierigkeiten mit einem „fachübergreifenden Fachunterricht“ haben. Es bedarf deshalb einer intensiven Reform der Lehreraus- und -fortbildung.
- 3. Unterrichtsziele:** Die heute in öffentlichen Diskussionen erörterten Unterrichtsziele, wie „Praxisbezug“, „Allgemeinbildung“, „Fachübergreifende Sichtweise“, „Methodentraining“, „Vernetztes Denken“ und „Kompetenz-Entwicklung“, sind in guter Übereinstimmung mit den im vorgestellten Ansatz verfolgten Zielen
- 4. Unterrichtsthematik:** Die in unseren Themenkreisen vorgenommene Reduzierung der Stofffülle, die in gegenwärtigen Lehrplänen immer noch vorherrscht, zugunsten eines vertieften Verständnisses weniger und vielseitig anschlussfähiger *Grundbegriffe* und der Einübung allgemeiner *Grundfertigkeiten* entspricht den Anforderungen, die heute und sicherlich in naher Zukunft in Alltag und Beruf an junge Menschen gestellt werden.
- 5. Lehr- und Lernmethode:** Bezüglich der Lehr- und Lernmethode setzt die vorliegende Studie keine besonderen Bedingungen voraus, so dass sie in verschiedene Lernmilieus gleichermaßen passen dürfte. Die an die Themenkreise angehängten „methodischen Anleitungen“ geben einige Hinweise, wie im Unterricht konkret vorgegangen werden kann.



6. Unterrichtsmedien: Die gegenwärtig auf dem Markt befindlichen Printmedien reichen nicht aus, um die hier vorgestellten Themenkreise in ihrem fachübergreifenden Ansatz zu stützen. Lehrer/innen müssen sich die notwendigen Medien selbst zusammenstellen. Es ist daher zu wünschen, dass Ministerien, Fortbildungsinstitute und Verlage diesen pädagogischen Ansatz aufgreifen und sich in Zukunft für die Entwicklung solcher Medien einsetzen.

7. Lernort: Der fachübergreifende Fachunterricht lässt sich überall verwirklichen. Er hängt nicht vom Lernort ab, sondern hauptsächlich von der Lehrerpersönlichkeit und den zur Verfügung stehenden Medien.

8. Evaluation: Evaluationsmethoden liegen – trotz der begrüßenswerten Initiative im PISA-Projekt – für einen fachübergreifenden Fachunterricht noch nicht ausreichend vor, so dass der hier vorgestellte Ansatz damit noch nicht wissenschaftlich auf seine Wirkung hin überprüft bzw. in der Schule zur Notengebung verwendet werden könnte. Es bedarf daher in Zukunft einer spezifischen „Aufgabenkultur“ für solche Ansätze.

9. Unterrichtszeit: Der Unterrichtszeit sei hier besondere Aufmerksamkeit gewidmet. „Reduzierung der Stofffülle“ könnte – vor allem in einer Zeit knapper Kassen – als Aufforderung zur Reduktion der Unterrichtszeit und damit zum Abbau von Lehrerstellen missverstanden werden. Dies wäre nun allerdings eine fatale Verkennung des hier verfolgten Reformansatzes: In der durch Stoffreduktion gewonnenen Zeit muss nämlich, wenn das Ziel eines *fachübergreifenden* Fachunterrichts ernst genommen wird, alles das untergebracht werden, was das „Fachübergreifende“ ausmacht: die Verbindung zu anderen Fächern (Zeile 4 der Themenkreise), die stärkere Fundierung der fachlichen Grund- und Spezialbegriffe durch naturwissenschaftsgemeinsame Grundbegriffe (Zeile 5), eine entsprechende, noch tiefergehende Fundierung durch wissenschaftsallgemeine Grundbegriffe und -fertigkeiten (Zeile 6) sowie schließlich die Nutzung des Fachwissens zur Entwicklung einer soliden „Sachkompetenz“ und diese wiederum zur Entfaltung und Vertiefung allgemeiner Kompetenzen.

Eine sorgfältige Abschätzung des Zeitbedarfs für die 44 Themenkreise, unter Berücksichtigung aller aufgeführten Themen und Begriffe und intensiver Einübung der genannten Fertigkeiten, erbringt folgendes Ergebnis:

Niveaustufe 1 (z.B. Abgang Hauptschule): 1,5–2,5 Wochenstd. durchgehend für jedes Fach;

Niveaustufe 2 (evtl. Abgang Realschule, jedoch verbindlich für S II-Einsteiger): 2,5–3,6 Wochenstd. durchgehend für jedes Fach; und

Niveaustufe 3 (Stundenbedarf der gymnasialen Oberstufe): 2,1–2,7 Wochenstd. durchgehend für jedes Fach.

Diese Zahlen belegen, dass die heutigen Studentafeln weit hinter dem Zeitbedarf zurückliegen, der für das hier vorgelegte (obwohl schon stoffreduzierte!) Themenkreis-Paket benötigt wird. Zur Realisierung dieses Ansatzes, der vom Allgemeinbildungsauftrag der Naturwissenschaften her pädagogisch begründbar ist, bedarf es also einer deutlichen Anhebung der Unterrichtszeit. Auf keinen Fall darf diese noch weiter beschnitten werden, soll nicht die Erreichung der unter 3 genannten allgemeinen Bildungsziele in Frage gestellt werden.

* * *

Die Bilanz der 9 Unterrichtsfaktoren ergibt, dass das hier vorgestellte Projekt unter bestimmten Voraussetzungen der Lehrerbildung und Medienentwicklung durchaus schon in naher Zukunft realisiert werden kann. Es zeigt eine Möglichkeit auf, unsere junge Generation mit einem soliden Fundament an Grundwissen, -fertigkeiten, fachübergreifenden Perspektiven und Kompetenzen für das zukünftige Leben auszustatten. Dazu ist jedoch eine enge Zusammenarbeit aller beteiligten Gruppen unserer Gesellschaft dringend geboten.

Literatur

Schaefer, G. (1975): Anwendung eines systemtheoretischen Modells als Ausgangsbasis und Rahmen für Curriculumentwicklung. In Frey, K. et al. (Hrsg.): Curriculum-Handbuch, Bd.I. Piper, München, 477-485