



GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER

Stärkung der naturwissenschaftlichen Bildung

**Empfehlungen der
Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh
für einen durchgängigen
naturwissenschaftlichen Unterricht
von der Grundschule bis zum Fachunterricht
der weiterführenden Schulen**

Herausgeber:

Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)
Varrentrappstraße 40 – 42
60486 Frankfurt
www.gdch.de

Stand: April 2005

VORWORT

Bildung ist der Schlüssel für die Zukunft

Die Stärkung der naturwissenschaftlichen Bildung unter Einschluss des Faches Chemie ist der Schlüssel für die innovative Gestaltung der Zukunft von Gesellschaft, Staat und Wirtschaft.

Die Begeisterung der Jugend für Chemie und Naturwissenschaft zu wecken, eine gute naturwissenschaftliche Allgemeinbildung dauerhaft zu verankern und Talentierte für eine chemische Ausbildung zu gewinnen, sind herausragende Ziele eines durchgängigen naturwissenschaftlichen Unterrichts von der Grundschule bis zum Fachunterricht der weiterführenden Schulen.

Die Fachgruppe Chemieunterricht der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) hat sich seit Jahren mit fundierten Empfehlungen, hohem finanziellen Aufwand und enormer, größtenteils ehrenamtlicher Arbeit ihrer Mitglieder für eine Stärkung und Qualitätssteigerung des Naturwissenschaft- und Chemieunterrichts engagiert.

Mitglieder der Fachgruppe Chemieunterricht haben in Studienreformkommissionen der Gesellschaft Deutscher Chemiker Empfehlungen¹ für die Ausbildung von Primarstufenlehrern/Primarstufenlehrerinnen im Fach Sachunterricht, zum Studium der Chemie für die Sekundarstufe I und zum Studium Lehramt Chemie an Gymnasien und vergleichbaren Schulformen erarbeitet.

Vor dem Hintergrund der im vergangenen Jahr eingeführten nationalen Bildungsstandards erschien es der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh geboten, Empfehlungen für einen durchgängigen naturwissenschaftlichen Unterricht von der Grundschule bis zum Fachunterricht der weiterführenden Schulen auszuarbeiten. Die Fachgruppe begrüßt, dass einige Bundesländer bereits im Grundsatz den vorliegenden Empfehlungen gefolgt sind und verknüpft ihre Arbeit mit der Erwartung, dass ein durchgehender naturwissenschaftlicher Unterricht unter Einschluss der Chemie zukünftig in sämtlichen Bundesländern eingeführt wird oder erhalten bleibt.

Die Empfehlungen zur Lehrerbildung und zur Stärkung des naturwissenschaftlichen Unterrichts passen damit ideal zusammen, um die naturwissenschaftliche Bildung auf Dauer zu verbessern und zu sichern.

Für eine Übergangszeit, bis entsprechend ausgebildete Lehrer und Lehrerinnen für alle Phasen der Schulbildung zur Verfügung stehen, bietet die Gesellschaft Deutscher Chemiker mit ihren sieben regionalen Lehrerfortbildungszentren Fortbildungsmöglichkeiten an, die oben genannten Ziele rasch zu verwirklichen.

Frankfurt am Main, im Juli 2005

Prof. Dr. Franz-Peter Montforts
Vorsitzender der Fachgruppe Chemieunterricht
der Gesellschaft Deutscher Chemiker

¹Empfehlungen der Studienreformkommission zum Studium Lehramt Chemie an Gymnasien und vergleichbaren Schulformen
Frankfurt am Main, Dezember 2001

Empfehlungen der Studienreformkommission der Gesellschaft Deutscher Chemiker zur Ausbildung von Primarstufenlehrern/Primarstufenlehrerinnen im Fach Sachunterricht
Frankfurt am Main, April 2002

Empfehlungen der Studienreformkommission der Gesellschaft Deutscher Chemiker zum Studium Chemie für die Sekundarstufe I
Frankfurt am Main, Dezember 2003

Stärkung der naturwissenschaftlichen Bildung - Empfehlungen der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh für einen durchgängigen naturwissenschaftlichen Unterricht von der Grundschule bis zum Fachunterricht der weiterführenden Schulen
Frankfurt am Main, April 2005

INHALTSVERZEICHNIS

| | Seite |
|---|-------|
| Bildung ist der Schlüssel für die Zukunft | 1 |
| 1. Schulische Anforderungen an eine naturwissenschaftliche Bildung | 4 |
| Frühzeitiges Wecken von Interesse an den Naturwissenschaften als schulische Herausforderung | 4 |
| Potenziale in der naturwissenschaftlichen Schulbildung | 5 |
| 2. Empfehlungen zur Stärkung der frühen naturwissenschaftlich- technischen Bildung | 6 |
| 2.1 Übersicht | 6 |
| 2.2 Die Empfehlungen im Einzelnen | 6 |
| 2.3 Reform der Lehrerausbildung und Lehrerfortbildung | 8 |
| 3. Vom Sachunterricht zum Fachunterricht – Schwerpunkte und Schnittstellen | 10 |
| 3.1 Fachliche Inhalte, Basiskonzepte, Themenbereiche | 10 |
| 3.2 Kompetenzanforderungen für den Sachunterricht, die Jahrgangs- stufen 5/6 und den anschließenden Fachunterricht | 12 |
| 3.3 Das Teilchenkonzept im naturwissenschaftlichen Unterricht der Jahrgangsstufen 5 und 6 | 16 |
| 4. Kommission der Fachgruppe Chemieunterricht Integrierte Naturwissenschaften | 18 |
| 5. Weiterführende Links für den frühen naturwissenschaftlich- technischen Unterricht | 20 |

1. Schulische Anforderungen an eine naturwissenschaftliche Bildung

Die Fachgruppe Chemieunterricht der Gesellschaft Deutscher Chemiker befasst sich seit Jahren intensiv mit Fragen der Entwicklung von Lehrplänen und Bildungsstandards und mit den Anforderungen an naturwissenschaftlichen Unterricht im Kindergarten, im Sachunterricht, in der Grundschule und in den weiterführenden Schulformen.

Die Empfehlungen zielen darauf, die frühe naturwissenschaftliche und technische Bildung auszubauen und zu stärken. Sie beziehen sich auf alle Schulformen. Um dies zu erreichen, ist ein durchgängiger, aufeinander abgestimmter naturwissenschaftlicher Unterricht in allen Klassenstufen und Schulformen notwendig.

Zwei besonders wichtige Handlungsbereiche sind hierbei

- im Grundschulbereich die Verbesserung der Lehrerkompetenz durch Anpassung der Studienordnungen mit geänderter Schwerpunktbildung in der Aus- und Fortbildung sowie die Verbesserung der Ressourcenausstattung für den Sachunterricht,
- im Bereich der weiterführenden Schulen der Ausbau der naturwissenschaftlich-technischen Bildung durch die Etablierung eines eigenständigen Fachs „Naturwissenschaften“¹ in den Jahrgangsstufen 5 und 6. In den Klassen 7-10 ist naturwissenschaftlicher Unterricht und eine Differenzierung in die Einzelfächer Biologie, Chemie, Physik für die Entwicklung von Handlungskompetenzen unabdingbar.

Im Rahmen dieser Empfehlung wird überwiegend auf Kompetenzen und fachliche Aspekte aus der Chemie näher eingegangen.

Frühzeitiges Wecken von Interesse an den Naturwissenschaften als schulische Herausforderung

Entscheidende Weichenstellungen in der Entwicklung junger Menschen werden bereits in der frühen Schulzeit gelegt. Hier werden Kompetenzen entwickelt, welche die Ansichten, Entscheidungen und berufliche Arbeit in späteren Jahren bestimmen. Damit besteht auch eine besondere Verantwortung, bei den Schülerinnen und Schülern zu einem frühen Zeitpunkt ein nachhaltiges Interesse an naturwissenschaftlichen und technischen Fragestellungen zu wecken, die zu unserer heutigen Kulturwelt selbstverständlich dazugehören müssen. Dies gilt umso mehr, als viele Elternhäuser bei der Vermittlung von naturwissenschaftlichen Kenntnissen und dem Verständnis dafür überfordert sind. Die Experten der PISA- und IGLU- Studie konstatieren, dass ein frühzeitiges und insbesondere kontinuierliches schulisches Angebot naturwissenschaftlicher Disziplinen

¹ In einzelnen Bundesländern werden für dieses Fach auch je nach Schulart verschiedene Bezeichnungen wie Naturphänomene, Natur und Technik usw. eingeführt.

wesentliches Erfolgsmoment ist. Ein hoher Praxisbezug und der experimentelle Zugang vermitteln eindeutig eine positive Grundeinstellung zu den Naturwissenschaften.

Zur Etablierung der naturwissenschaftlichen Grundbildung ist besonders auf die Übergänge vom Kindergarten zur Primarstufe und zu den weiterführenden Schulen zu achten, insbesondere auch auf die Anschlussfähigkeit bei der Einführung der naturwissenschaftlichen Einzeldisziplinen in den Jahrgangstufen 7 bzw. 8.

Potenziale in der naturwissenschaftlichen Schulbildung

Welches Potenzial auch bei den deutschen Schülerinnen und Schülern vorhanden ist, aber bisher nicht genutzt wurde, belegen die im Juni 2003 veröffentlichten Ergebnisse der IGLU-Studie. Positiv haben die deutschen Grundschüler (4. Jahrgangsstufe) im naturwissenschaftlichen Bereich abgeschnitten. Vier Jahre später – PISA untersuchte die Schülerinnen und Schüler der 8. und 9. Jahrgangsstufe – sind die naturwissenschaftlichen Kompetenzen und Fähigkeiten deutlich unter dem Schnitt, und die naturwissenschaftlichen Fächer haben sich - mit Ausnahme der Biologie – zu den unbeliebtesten Fächern entwickelt!

Gründe hierfür sind im Wesentlichen:

- Naturwissenschaftlicher Unterricht findet in den Klassen 4-7 bisher nur in wenigen Bundesländern statt. Erst in Klasse 7 beziehungsweise 8 werden Physik und Chemie eingeführt, zum Teil noch mit zu geringem Lebenswelt- und Praxisbezug.
- Besonders nachteilig wirkt sich die späte „Wiederaufnahme“ der Naturwissenschaften auch deshalb aus, weil sie in einem Alter einsetzt, in dem sich die Interessenslage der Schülerinnen und Schüler vornehmlich auf die Auseinandersetzung mit der sozialen Umwelt konzentriert.
- Auch in der Grundschule werden längst nicht alle Potenziale ausgeschöpft. Ursachen hierfür sind: Eine vielfach vorherrschende Praxis fachfremder Unterrichtung, das Fehlen eines ausreichenden Fortbildungsangebots, Defizite in der Lehramtsausbildung und unzureichende Ressourcenausstattung.

Immer mehr Bundesländer haben diese Defizite in der bisherigen naturwissenschaftlichen Schulbildung erkannt. So wurden in manchen Bundesländern in den letzten Jahren Fächer wie „Naturphänomene“ und „Natur und Technik“ oder „Naturwissenschaftliches Arbeiten“ vor allem in der Sekundarstufe I der Gymnasien eingeführt. Die Begeisterung für naturwissenschaftliche Phänomene und der Forschergeist der Kinder sind in dieser Altersstufe stark ausgeprägt. Die durchweg positiven Erfahrungen mit den neu eingeführten Fächern belegen dies.

2. Empfehlungen zur Stärkung der frühen naturwissenschaftlich-technischen Bildung

2.1 Übersicht

Jahrgangsstufen 1 – 4

- Stärkung der naturwissenschaftlich-technischen Anteile im Sachunterricht der Grundschule
- Reform der Lehramtsausbildung: Vermittlung von grundlegenden Kompetenzen im naturwissenschaftlich-technischen Bereich für alle Studierenden im Lehramt Grundschule
- Ausbau der naturwissenschaftlich-technischen Bildung zu einem Schwerpunkt der Lehrerfortbildung
- Verbesserung der Rahmenbedingungen für den naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht

Jahrgangsstufen 5 – 6

- Etablierung eines integrativen Fachs „Naturwissenschaften“ in der 5. und 6. Jahrgangsstufe
- Vermittlung von grundlegenden Kompetenzen für das Fach „Naturwissenschaften“ in der Lehramtsausbildung
- Ausbau der naturwissenschaftlich-technischen Bildung zu einem Schwerpunkt der Lehrerfortbildung
- Verbesserung der Rahmenbedingungen für naturwissenschaftlich-technischen Unterricht

Jahrgangsstufen 7 – 9 (10)

- Lückenloser Anschluss der drei Basisfächer Biologie, Chemie und Physik an den naturwissenschaftlichen Unterricht in den Jahrgangsstufen 5 und 6
- Erhaltung des Umfangs des Fachunterrichts in der Mittelstufe

2.2 Die Empfehlungen im Einzelnen

Stärkung des naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts in der Grundschule und in der Sekundarstufe I

- In Bezug auf den phänomenologischen und lebensweltorientierten Ansatz besitzen der Sachunterricht in der Grundschule und das Fach „Naturwissenschaften“ in den Jahrgangsstufen 5 und 6 große Übereinstimmungen. Der naturwissenschaftlich-

technische Anteil im Sachunterricht und das Fach „Naturwissenschaften“ bilden dabei eine aufeinander aufbauende Einheit, wobei das Fach „Naturwissenschaften“ die Unterrichts- und Lernkonzepte der Grundschule fortführen und erweitern soll. Es ist daher notwendig, bei der Festlegung von Kompetenzen deutlich herauszuarbeiten, wo das Fach „Naturwissenschaften“ über den Sachunterricht hinausgeht. Dies gilt sowohl für methodische wie inhaltliche Bereiche.

- Im Fach „Naturwissenschaften“ sollen die Schülerinnen und Schüler wesentlich an der Themen-/Problemfindung und -lösung beteiligt sein. Das heißt, neben den Inhalten geht es vor allem um die Erweiterung der methodischen Kompetenzen im Hinblick auf entdeckendes, eigenständiges und forschendes Lernen, Teamwork sowie das Entwickeln, Erproben und Reflektieren von Problemlösungsstrategien und deren altersgemäße Dokumentation und Präsentation. Beim Experimentieren soll zunehmend systematisch und zielgerichtet vorgegangen werden (beispielsweise im Umgang mit Messgeräten, der gezielten Variation der Randbedingungen, der Anfertigung einfacher Tabellen und Diagramme).
- Wird in der Grundschule zunächst ein aus der jeweiligen Situation heraus mehr intuitiv handelnder, sehr stark an den Phänomenen orientierter Lernweg vertreten, so sollte er in der 5. und 6. Klasse abgelöst werden von einem zunehmend planvollen und strukturierten Vorgehen, das heißt im Zentrum steht die Vertiefung von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsformen.
- Um in den weiterführenden Schulen auf den Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler aufbauen zu können, ist eine stärkere Verbindlichkeit inhaltlicher Themen des naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts in der Grundschule erforderlich. Gleiches gilt für die Auswahl von Inhalten, mit denen die methodischen Kompetenzen transportiert werden und worauf die Einzelfächer aufbauen können. Darüber hinaus muss für die Schulen ein Freiraum zur individuellen Gestaltung bleiben.

Etablierung eines integrativen Faches „Naturwissenschaften“ in der 5. und 6. Jahrgangsstufe

Der didaktische Ansatz der naturwissenschaftlichen Mehrperspektivität wird als wesentlich angesehen. Die ausgeführten Beispiele beziehen sich jedoch vor allem auf die Perspektive der Chemie.

- In dem Fach sollen die Schülerinnen und Schüler Sachverhalte aus ihrem Alltagsleben, ihrer Erfahrungs- und Gedankenwelt als phänomenologische Erscheinungen der Natur erfassen. Es soll – aufbauend auf den Kenntnissen und Erfahrungen im Sachunterricht der Grundschule – weiterführende Einblicke in naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen gewähren. Der experimentelle Zugang, das unmittelbare Erleben und die sorgfältige Beobachtung stehen dabei im Mittelpunkt. Problemorientierte Ausgangssituationen sollen zum handelnden Lernen Anlass geben.

- Im Fach „Naturwissenschaften“ soll nur ein kleiner Themenkanon vorgegeben werden. Das Stundenmaß muss ausreichend, die Lerngruppengröße geeignet bemessen sein, damit die Schülerinnen und Schüler genügend Zeit haben, um ihre eigenen Lernwege zu entwickeln und ein positives Selbstkonzept (Selbstbild) in Bezug auf Naturwissenschaft und Technik aufbauen zu können.
- Das neue Fach muss die in dieser Altersstufe vorhandene hohe Motivationslage der Schülerinnen und Schuler nutzen und die im Sachunterricht erworbenen Kompetenzen weiterentwickeln und vertiefen sowie die Lücke zu den daran anschließenden naturwissenschaftlichen Basisfächern schließen.

2.3 Reform der Lehrerausbildung und Lehrerfortbildung:

Vermittlung von naturwissenschaftlich-technischen Grundlagenkenntnissen für alle Studierenden mit Schwerpunkt Grundschule

- Angesichts der Tatsache, dass in der Grundschule fast alle Lehrkräfte das Fach „Sachunterricht“ mit seinen umfangreichen naturwissenschaftlichen und technischen Lernbereichen/Experimenten „fachfremd“ unterrichten, ist es wichtig, an dieser Stelle eine Basiskompetenz und stärkere Handlungsfähigkeit aufzubauen.
- Die Entwicklung eines entsprechenden Ausbildungsmoduls „Naturwissenschaftlich-technische Grundlagen des Sachunterrichts“ und die Verankerung in Studien- und Prüfungsordnungen der Lehrerausbildung für Grundschulen sind ein wichtiger Schritt zur nachhaltigen Stärkung der naturwissenschaftlich-technischen Bildung.
- Die naturwissenschaftliche Grundausbildung sollte nicht einem einzelnen Fach zugeordnet werden, sondern im Sinne einer Basiskompetenz alle naturwissenschaftlichen Themenkreise mit Vorlesung/Seminar und Praktikum (mit einfachen, schüleradäquaten Schlüsselexperimenten) unter gleichgewichtiger, gegenseitig abgestimmter Beteiligung der Fächer Biologie, Chemie und Physik behandeln².

Vermittlung von grundlegenden Kompetenzen für das Fach „Naturwissenschaften“ in der Lehrerausbildung für die weiterführenden Schulen

- Integration fachwissenschaftlicher und methodisch-didaktischer Anteile des Faches "Naturwissenschaften" für die Klassen 5 und 6 in die reguläre Lehrerausbildung aller naturwissenschaftlichen Fachlehrkräfte in den Bildungsgängen aller Schularten.

² vgl. „Empfehlungen der Studienreformkommission der GDCh zur Ausbildung von Primarstufenlehrern/Primarstufenlehrerinnen im Fach Sachunterricht“, April 2002

Ausbau der naturwissenschaftlich-technischen Bildung zu einem Schwerpunkt der Lehrerfortbildung

- Es wird empfohlen, die frühe naturwissenschaftlich-technische Bildung noch weiter zu einem Schwerpunkt der regionalen Fortbildungsprogramme an Hochschulen und Seminaren auszubauen³. Die Erfolge in der Fortbildung von Lehrkräften sollten evaluiert werden und ein Kriterium für die finanzielle und personelle Unterstützung der Fortbildungseinrichtungen sein.
- Um eine effektive Umsetzung des aktuellen Lehrplans „Sachunterricht“ zu gewährleisten, ist der sofortige Ausbau der Fortbildung dringend notwendig. Auch eine entsprechende Schwerpunktsetzung ist bei der Einführung des Fachs „Naturwissenschaften“ unerlässlich. Sinnvoll wäre die Durchführung von Multiplikatorenfortbildungen und die Unterstützung durch pädagogische Tage.
- Es gibt bereits Maßnahmen, welche auf pragmatischem und direktem Weg die Grundschullehrer in ihrer Arbeit unterstützen, etwa Schulpatenschaften von Grundschulen mit weiterführenden Schulen oder Multiplikatorensysteme⁴.
- Darüber hinaus sollten Schulen zusätzliche Mittel für die Fort- und Weiterbildung erhalten. Mit diesen Mitteln könnten Kollegien spezifische Schulungen mit Experten finanzieren.

Verbesserung der Rahmenbedingungen für den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht

- Um einen stärker experimentell angelegten naturwissenschaftlichen Unterricht sicher zu stellen, muss für eine gute sachliche Ausstattung Sorge getragen werden.
- Die Gruppengröße muss einen handlungsorientierten experimentellen Unterricht zulassen.
- Der Aufbau von Lernwerkstätten und naturwissenschaftlich-technischen Fachbibliotheken muss gefördert werden.
- Zur Unterstützung des frühen naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts in der Grundschule und zu Beginn der Sekundarstufe I soll die bestehende Internetplattform der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh www.cipsi.de (Chemie im Primar- und SI-Bereich) ausgebaut werden, auf der geeignete Projekte, Unterrichtsmaterialien, Versuchsbeschreibungen und Handreichungen zur Verfügung gestellt werden. Links zu Angeboten von Hochschulen, Fachverbänden, Verlagen usw. werden das Angebot ergänzen. Für den Unterricht im Fach „Naturphänomene“ stehen solche Materialien den Lehrerinnen und Lehrern bereits im Internet zur Verfügung.

³ vgl. Lehrerfortbildungszentren für Chemie (www.chemielehrerfortbildung.de)

⁴ vgl. Schülermentorenprojekt des Landes Baden-Württemberg

3. Vom Sachunterricht zum Fachunterricht – Schwerpunkte und Schnittstellen

3.1 Fachliche Inhalte, Basiskonzepte, Themenbereiche

Im Folgenden werden Inhalte und Basiskonzepte der Chemie sowie mögliche Themen dem Sachunterricht, den Jahrgangsstufen 5 und 6 und dem anschließenden Fachunterricht zugeordnet. Durch die tabellarische Darstellung gelingt es Anforderungsprofile aufzuzeigen und den an den Schnittstellen erreichten Lernstand der Schülerinnen und Schüler deutlich zu machen.

Fachliche Inhalte

Bei den hier angeführten Beispielen handelt es sich nicht um vollständige Listen, sondern um eine exemplarische Darstellung, wie die fachlichen Inhalte allmählich vertieft werden können.

| | Sachunterricht (Jahrgangsstufe 1 – 4) | Naturwissenschaften (Jahrgangsstufe 5 – 6) | Chemie (ab Jahrgangsstufe 7, 8) |
|---------------------------|--|---|--|
| Stoffeigenschaften | Farbe; schwerer, leichter als ...; weicher, härter als...; Glanz, auch Magnetisierbarkeit | Schmelztemperatur, Siedetemperatur, evtl Dichte von Feststoffen | Dichte von Flüssigkeiten und Gasen sowie weitere Eigenschaften zur gezielten Klassifizierung von Stoffen |
| Aggregatzustände | Fest - flüssig - gasförmig als Phänomene, Beobachtung von Übergängen (fest-flüssig, flüssig-gasförmig) | Änderung der Aggregatzustände in Abhängigkeit von der Temperatur, ggf. Teilchenvorstellung | Phasenübergänge: Sublimieren, Kondensieren, Erstarren |
| Stoffgemische | z. B. Sand und Kies, Hausmüll | z. B. Gestein (Granit), Salzwasser, Farbstifte, Autoschrott | z. B. Wein, Luft, Erdöl |
| Lösen | Salz und Zucker lösen sich in Wasser | Gut, schlecht löslich in Wasser: z. B. Vitamin-tabletten, Kochsalz, Kalk | Löslichkeit in Abhängigkeit von der Temperatur: Kupfersulfat, Kaliumnitrat |
| Trennen | Sortieren, Sieben, Filtrieren | Eindampfen, Sieden und wieder auffangen (Prinzip der Destillation), Filzstiftchromatographie | Chemische Arbeitsmethoden zur gezielten Stofftrennung, z. B. Destillation mit Liebigkühler, fraktionierte Destillation, Zentrifugieren |
| Brennen | Brennbar oder nicht, ohne Luft keine Verbrennung, einfaches Löschen | Verbrennungsprodukte suchen, Verbrauch von Sauerstoff und Bildung von Kohlenstoffdioxid, Voraussetzungen für Brände | Rolle des Sauerstoffs, Luftzusammensetzung |
| Stoffumwandlung | Beobachtung von Veränderungen (an der Luft, beim Erwärmen, beim Verbrennen) | Einfache chemische Reaktionen: Rosten, Verbrennen, Nährstoffumwandlung | Die chemische Reaktion |

Basiskonzepte

Im folgenden Abschnitt werden basierend auf den Basiskonzepten der KMK-Bildungsstandards⁵ Konzepte der Chemie beleuchtet, welche in den Jahrgangsstufen 1 bis 6 eine Rolle spielen.

Das frühe Anbahnen des Denkens in Stoffkreisläufen erscheint für das Denken in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen sehr wichtig. Deshalb wurde das „Kreislaufkonzept“ in die Zusammenstellung mit aufgenommen.

| | Sachunterricht (Jahrgangsstufe 1 – 4) | Naturwissenschaften (Jahrgangsstufe 5 – 6) | Chemie (ab Jahrgangsstufe 7, 8) |
|---|---|--|---|
| Stoff-Teilchenkonzept | Duftverbreitung, Verschwinden von Wasser als Phänomene | Einfache Modelle zur Erklärung der Phänomene (z. B. Kugeln, Legobausteine) | Konkretisierung der Modellvorstellungen hinsichtlich der Betrachtung von Stoff- und Teilchenebene |
| Konzepte zur Chemischen Reaktion | Veränderung von Stoffen im Alltag (an der Luft, beim Erwärmen, beim Verbrennen) | Einfache chemische Reaktionen als Stoffumwandlungen | Merkmale einer chemischen Reaktion |
| Energiekonzept | Phänomene wie elektrischer Strom, Wärme | Energieumwandlung, z. B. Sonnenenergie in chemische Energie, Übertragen von thermischer Energie auf Wasser | Energieumsatz bei chemischen Reaktionen |
| Kreislaufkonzept | Wasser in der Natur, Wasserkreislauf | Sauerstoff-Kohlenstoffdioxid-Kreislauf | Stoffkreisläufe, Nachhaltigkeit, Ökobilanzen |

Themenbereiche

Im Folgenden werden Themenbereiche aufgeführt, an denen die oben aufgeführten Inhalte und Basiskonzepte behandelt werden können. Hierbei liegt der Schwerpunkt der beispielhaften Erläuterung nicht nur auf den gängigen Themen (Feuer, Wasser, Luft), sondern auf Themenbereichen, welche diese gängigen Themen ergänzen oder ersetzen können.

| | Sachunterricht (Jahrgangsstufe 1 – 4) | Naturwissenschaften (Jahrgangsstufe 5 – 6) | Chemie (ab Jahrgangsstufe 7, 8) |
|----------------------|--|---|--|
| Feuer, Flamme | kontrollierter Umgang mit Streichhölzern; Brennproben mit Stoffen aus dem Alltag; Voraussetzungen für ein Feuer; Kerze | Verbrennungsvorgang z. B. bei der Kerze; Löschmöglichkeiten experimentell erproben; Entzündungstemperatur, Flammtemperatur verschiedener Stoffe | Zusammenhang zwischen Verbrennung und Sauerstoffgehalt; „Stille“ Verbrennungen erklären; |

Fortsetzung nächste Seite

⁵ Basiskonzepte der KMK-Bildungsstandards: Stoff-Teilchen-Beziehungen, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen, Konzept zur chemischen Reaktion, Konzept zur energetischen Betrachtung bei Stoffumwandlungen

| | Sachunterricht (Jahrgangsstufe 1 – 4) | Naturwissenschaften (Jahrgangsstufe 5 – 6) | Chemie (ab Jahrgangsstufe 7, 8) |
|----------------------------|---|---|---|
| Wasser | Eis, Wasser, Wasserdampf; Wasserkreislauf in der Natur; Wettererscheinungen | Dichteanomalie und ihre Bedeutung in der Natur; Luftfeuchtigkeit | Wasser als Lösungsmittel; Wasserhärte; Hydrolyse |
| Luft | Luft nimmt einen Raum ein, bremst, bewegt, trägt; Luft zusammendrücken; Versuche mit erwärmter Luft; Luft kann verschmutzt sein | Sauerstoffgehalt der Luft; Untersuchung der Ausatem- luft; Ursachen der Luftver- schmutzung; Bestimmung der Luftqualität; Maßnahmen zur Luftreinhaltung; Luftdruck | Zusammensetzung der Luft; Eigenschaften der Gase der Luft; saurer Regen |
| Metalle, Kunststoff | Werkstoffe sortieren | Metalleigenschaften, Kunststoffeigenschaften | Gewinnung von Metallen aus Erzen, Herstellung von Kunststoffen |
| Farben | Mischen, Entfärben | einfache Chromatographie- beispiele, Pflanzenfarbstoffe | Chemie der Farbstoffe |
| Reinigen | als Phänomen aus dem Haushalt | Hartes, weiches Wasser, Seifen, verschiedene Wasch- mittel, Packungsangaben lesen | Waschmittelchemie, Seifenherstellung |
| Boden | Wasserdurchlässigkeit, Entstehung von Quellen | Düngung und Pflanzen- wachstum (Boden speichert Wasser, nimmt Dünger auf, enthält Minerale) | Düngemittelindustrie, Rohstoffe/Minerale, Erze |
| Salz – Zucker | Salz und Zucker-Kristalle unter der Lupe, Auflösen in Wasser, Geschmack | Kristalle züchten, Verschiedene Salze kennen lernen: Kochsalz, Natron, Kalk | Aufbau von Kristallen, Ionenverbindungen |
| Saure Stoffe | Zitrone, Essig im Haushalt | verschiedene Kalklöser und saure Stoffe | Säure-Base-Begriff, Indikatoren |

3.2 Kompetenzanforderungen für den Sachunterricht, die Jahrgangsstufen 5/6 und den anschließenden Fachunterricht

In Anlehnung an die Kompetenzbereiche der Bildungsstandards wird in den folgenden Tabellen versucht, jeweils an den Schnittstellen die erreichten Kompetenzen zu beschreiben, um deutlich zu machen, auf welchen Lernvoraussetzungen man in der folgenden Stufe aufbauen kann. Die Formulierungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit sondern geben Anregungen zur Verwendung und zum Weiterentwickeln in den einzelnen Schulstufen.

| Kompetenzbereich Fachwissen | | |
|---|---|---|
| Sachunterricht (Jahrgangsstufe 1 – 4) | Naturwissenschaften (Jahrgangsstufe 5 – 6) | Anknüpfung im Anfangsunterricht Chemie |
| Die Schülerinnen und Schüler ... ⇨ beschreiben Dinge und Phänomene anhand konkret wahrnehmbarer Eigenschaften | Die Schülerinnen und Schüler ... ⇨ besitzen Vorstellungen darüber, dass Stoffe aus Teilchen bestehen, die makroskopisch nicht sichtbar sind | Die Schülerinnen und Schüler ... ⇨ entwickeln Vorstellungen darüber, dass Stoffe aus kleinsten Teilchen bestehen (Kugelteilchenmodell) |
| ⇨ wissen, dass Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur den Aggregatzustand ändert | ⇨ wissen, dass auch andere Stoffe in unterschiedlichen Aggregatzuständen vorliegen können | ⇨ erklären, dass Temperatur und Druck den Aggregatzustand eines Stoffes beeinflussen |
| ⇨ erkennen und beschreiben die unterschiedlichen Aggregatzustände des Wassers phänomenologisch | ⇨ beschreiben die unterschiedlichen Aggregatzustände ggf. auch unter Verwendung einer Teilchenvorstellung | ⇨ beschreiben die Phasenübergänge mit Hilfe eines Teilchenmodells |
| ⇨ kennen und beschreiben am Beispiel Wasser die Übergänge fest-flüssig, flüssig-gasförmig und gasförmig-flüssig | ⇨ kennen und beschreiben am Beispiel Wasser alle drei Phasenübergänge im Zusammenhang | ⇨ kennen alle Phasenübergänge und können sie auf andere Stoffe übertragen |
| ⇨ kennen Merkmale zur Unterscheidung von Stoffen, die mit den Sinnen erfassbar sind; untersuchen experimentell ausgewählte Stoffeigenschaften | ⇨ kennen das Phänomen Dichte, die Härte, die Brennbarkeit, die Löslichkeit und das Verhalten beim Erhitzen als Merkmale zur Unterscheidung von Stoffen und können sie experimentell untersuchen | ⇨ kennen analytische Verfahren wie Flammspektroskopie, Kationen- und Anionennachweise |
| ⇨ ordnen Gegenstände Stoffklassen von Alltagsmaterialien (z. B. Holz, Kunststoff, Glas, Metall) zu | ⇨ vgl. linke Spalte | ⇨ ordnen Stoffe nach chemischen Stoffklassen |
| ⇨ trennen Stoffgemische durch Sortieren, Sieben, Filtrieren und Dekantieren | ⇨ trennen Stoffgemische durch Abdampfen (mit und ohne Auffangen), Chromatographieren, Auskristallisieren | ⇨ Kennen die Trennmethode Destillieren, Sublimieren, Extrahieren, etc. und können sie gezielt einsetzen |
| ⇨ beschreiben Stofftrennungen phänomenologisch | ⇨ beschreiben Stofftrennungen ggf. mit Hilfe eines Teilchenmodells | ⇨ erklären Stofftrennungen mit Hilfe eines Teilchenmodells |
| ⇨ kennen den Unterschied zwischen sauer und nicht sauer mit Hilfe des Geschmackssinns | ⇨ kennen Nachweise für saure und basische Lösungen aus dem Alltag und können Lösungen damit klassifizieren | ⇨ ziehen den pH-Wert zur Bestimmung der Säurestärke heran |
| ⇨ kennen Regeln für den Umgang mit unbekanntem Stoffen | ⇨ kennen unterschiedliche Symbole für Gefahrstoffe aus dem Alltag | ⇨ kennen die im chemischen Labor verwendeten Gefahrstoffsymbole |
| ⇨ setzen Geräte und Materialien aus dem Alltag zum Experimentieren ein | ⇨ setzen einfache Laborgeräte sachgemäß zum Experimentieren ein | ⇨ kennen die Handhabung von Geräten und Apparaturen aus dem chemischen Labor |
| ⇨ verwenden als Messinstrumente das Thermometer, Haushaltshohlmaße, Längenmessgeräte | ⇨ verwenden als Messinstrumente Messzylinder, Waagen, Pipetten | ⇨ erheben und werten auch mit digitalen Messinstrumenten Daten aus |

| Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung | | |
|--|---|---|
| Sachunterricht (Jahrgangsstufe 1 – 4) | Naturwissenschaften (Jahrgangsstufe 5 – 6) | Anknüpfung im Anfangsunterricht Chemie |
| Die Schülerinnen und Schüler ... ⇔ erkennen Phänomene und beschreiben sie sachorientiert | Die Schülerinnen und Schüler ... ⇔ entwickeln Fragestellungen zu Phänomenen aus Natur und Alltag | Die Schülerinnen und Schüler ... ⇔ entwickeln Fragestellungen zu chemischen Sachverhalten |
| ⇔ erkennen in einzelnen Beispielen, wie man ein Experiment als Frage an die Natur ausdenkt, plant und ausführt | ⇔ wissen, dass man Phänomene mit Hilfe von Experimenten kontrolliert untersuchen kann | ⇔ erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe von chemischen Kenntnissen und Untersuchungen, insbesondere durch chemische Experimente, zu beantworten sind |
| ⇔ finden Lösungen von Problemstellungen häufig durch Versuch-und-Irrtum oder durch intuitives Vorgehen | ⇔ entwickeln und begründen Lösungsvorschläge problemorientiert | ⇔ planen geeignete Untersuchungen zur Überprüfung von Vermutungen und Hypothesen |
| ⇔ untersuchen im Experiment jeweils einen Parameter | ⇔ können im Experiment mehrere Parameter untersuchen | ⇔ führen qualitative und einfache quantitative Versuche durch und protokollieren diese |
| ⇔ führen nach Anleitung Beobachtungsaufgaben durch | ⇔ führen während der Versuche Protokoll, notieren Messwerte und leiten daraus Ergebnisse ab | ⇔ erheben relevante Daten oder recherchieren sie ⇔ finden Datentrends, Strukturen und Beziehungen, erklären diese und ziehen geeignete Schlussfolgerungen |
| ⇔ nutzen kindliche Vorstellungen zur Erklärung von Phänomenen | ⇔ finden ggf. mit Hilfe einer Teilchenvorstellung Erklärungen für beobachtete Phänomene | ⇔ nutzen geeignete Modelle wie Atommodelle oder das Periodensystem, um Fragestellungen zu beantworten |

| Kompetenzbereich Kommunikation | | |
|--|---|--|
| Sachunterricht (Jahrgangsstufe 1 – 4) | Naturwissenschaften (Jahrgangsstufe 5 – 6) | Anknüpfung im Anfangsunterricht Chemie |
| Die Schülerinnen und Schüler ... ⇔ beschaffen sich zu vorgegebenen Stichworten/Themen Informationen aus Schulbüchern, Lexika, Sachbüchern, Zeitungen, Zeitschriften und elektronischen Medien | Die Schülerinnen und Schüler ... ⇔ wählen themenbezogene und aussagekräftige Informationen selbstständig aus verschiedenen Quellen aus | Die Schülerinnen und Schüler ... ⇔ hinterfragen Informationen hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit |
| ⇔ entnehmen Informationen aus einfachen bildlichen Grafiken (z. B. Balken, Mengendiagramme) | ⇔ entnehmen Informationen aus komplexeren Darstellungen (z. B. Kreisdiagramm) | ⇔ entnehmen und interpretieren Informationen aus fachtypischen Darstellungen |
| ⇔ geben einen Versuchsaufbau als Zeichnung wieder | ⇔ verwenden bei der Skizze des Versuchsaufbaus Symbole für einfache Geräte | ⇔ stellen komplexe Versuchsaufbauten fachgerecht dar |

Fortsetzung nächste Seite

| Sachunterricht (Jahrgangsstufe 1 – 4) | Naturwissenschaften (Jahrgangsstufe 5 – 6) | Anknüpfung im Anfangsunterricht Chemie |
|--|--|---|
| ⇔ stellen Versuchsergebnisse in Listen, einfachen Tabellen und Zeichnungen dar | ⇔ stellen Versuchsergebnisse in Listen, Tabellen, Diagrammen oder Grafiken dar | ⇔ stellen Versuchsergebnisse in fachtypischer Weise dar |
| ⇔ geben Beobachtungen und Ergebnisse eines Experiments wieder | ⇔ unterscheiden zwischen Beobachtungen und Ergebnissen eines Experimentes | ⇔ beschreiben, veranschaulichen oder erklären Beobachtungen und chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und/oder mit Hilfe von Modellen und Darstellungen |
| ⇔ präsentieren ihre Ergebnisse ihren Mitschülern in Form eines Vortrages, einer Ausstellung, eines Plakats oder eines Rollenspiels | ⇔ vgl. linke Spalte | ⇔ dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit situationsgerecht und adressatenbezogen |

| Kompetenzbereich Bewertung | | |
|---|--|--|
| Sachunterricht (Jahrgangsstufe 1 – 4) | Naturwissenschaften (Jahrgangsstufe 5 – 6) | Anknüpfung im Anfangsunterricht Chemie |
| Die Schülerinnen und Schüler ... ⇔ vergleichen den Ausgang eines Experimentes mit einer Vermutung und ziehen Rückschlüsse | Die Schülerinnen und Schüler ... ⇔ vergleichen den Ausgang eines Experimentes mit einer aufgestellten Hypothese und bewerten diese | Die Schülerinnen und Schüler ... ⇔ vergleichen den Ausgang eines Experimentes mit einer aufgestellten Hypothese und bewerten diese anhand ihres Fachwissens |
| ⇔ erfahren und erleben, dass für Phänomene des Alltags Erklärungen gefunden werden können | ⇔ entwickeln aktuelle, lebensweltbezogene Fragestellungen, die mit Hilfe naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen einsichtig werden und ev. beantwortet werden können | ⇔ nutzen fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten, um lebenspraktisch und fachlich bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen |
| ⇔ erkennen die Bedeutung eines umweltbewussten Handelns an Beispielen aus dem Alltag (z. B. Wasserverschmutzung, Müll, Energiesparen) | ⇔ entwickeln in ihrem Umfeld Handlungsmöglichkeiten für umweltbewusstes Verhalten | ⇔ erkennen Probleme mit globaler Auswirkung und kennen fachliche Ansätze zu ihrer Lösung im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung |

3.3 Das Teilchenkonzept im naturwissenschaftlichen Unterricht der Jahrgangsstufen 5 und 6

Anhand eines wichtigen Basiskonzeptes der Chemie wird gezeigt, welche wesentlichen Denkweisen und Vorstellungen in den Jahrgangsstufen 5 und 6 angebahnt werden können. Die Unterrichtenden des anschließenden Fachunterrichts erhalten dadurch genauere Auskunft über die erreichten Kompetenzen.

Im naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Primarstufe stehen das Erkennen eines Phänomens und dessen Beschreibung im Vordergrund. Bei der Beobachtung, beim Ausprobieren und beim Versuch der Einordnung des Phänomens geht es nicht um ein systematisches Suchen nach dem „Warum“ oder nach verbindlichen Detaillierungen auf der Modellebene. Individuelle Antworten werden zwar gegeben, eine Begründung – basierend auf fachlichen Kenntnissen – ist jedoch dieser Altersstufe nicht angemessen.

Im naturwissenschaftlichen Unterricht der Jahrgangsstufen 5 und 6 dagegen werden erste systematische Erklärungen für naturwissenschaftliche Problemstellungen gesucht. Im Bereich der chemischen Inhalte zum Teilchenkonzept erwerben die Schülerinnen und Schüler eine Vorstellung vom Aufbau der Stoffe aus kleinsten Teilchen, begegnen an verschiedenen Stellen dem Phänomen der Stoffumwandlung und lernen, dass Stoffe durch bestimmte Eigenschaften charakterisiert sind. Man kann sogar so weit gehen, die Begriffe „Atom“ und „Molekül“ als einfache und zusammengesetzte Teilchen einzuführen. Diese Vorstellungen ermöglichen den modellhaften Zugang zu chemischen Reaktionen als Umgruppierung von Teilchen und eröffnen auch im Bereich biologischer Vorgänge anschlussfähiges Wissen. Außerdem sind die Begriffe den meisten Kindern bereits aus verschiedenen Medien bekannt.

| Kompetenzbereich Fachwissen / Basiskonzepte | Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung |
|--|---|
| <p>Verwendung der Teilchenvorstellung zur Erklärung von Phänomenen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • kennen einfache und zusammengesetzte Teilchen, verwenden evtl. auch die Begriffe Atom und Molekül • verstehen die Stoffumwandlung als Umgruppierung von Teilchen • wissen, dass bei der Verdauung ein Abbau zusammengesetzter Teilchen stattfindet | <p>Kenntnis der Bedeutung von Modellen, Anwendung und Entwurf einfacher Modelle</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • erkennen, dass zur Erklärung der makroskopisch beobachtbaren Phänomene Modellvorstellungen auf der Teilchenebene nötig sind • verwenden einfache Modelle (Kugeln, Knetmasse, Lego-Steine), um Stoffumwandlungen oder Teilchen (ggf. Atome als einfache und Moleküle als zusammengesetzte Teilchen) darzustellen • veranschaulichen den Aufbau von Stoffen aus kleinsten Teilchen mit Zeichnungen der verwendeten Modelle • vollziehen die Stoffumwandlung als Umgruppierung von Teilchen nach • veranschaulichen dynamische Prozesse (z. B. Ausbreitung von Duftstoffen) durch einfache Teilchenmodelle (Kugelmodelle) |

| Kompetenzbereich Kommunikation | Kompetenzbereich Bewertung |
|--|---|
| <p>Argumentation und Kommunikation mit Hilfe des Teilchenmodells</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • benutzen angemessen Begriffe auf der Phänomen- und auf der Modellebene • können die Abstrahierung in die Modellebene auch bildlich darstellen | <p>Kenntnis der Bedeutung der Modellbildung</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstehen, dass Modelle nötig sind, um einen Ausschnitt der beobachteten Wirklichkeit besser beschreiben zu können • folgern, dass Modelle oft angepasst werden müssen, um eine spezifischere Aussagekraft zu erreichen |

4. Kommission der Fachgruppe Chemieunterricht Integrierte Naturwissenschaften

Arbeitsgruppe

Dr. Beate Drechsler-Köhler

Universität Frankfurt
Institut für Didaktik der Chemie
Marie-Curie-Straße 11
60349 Frankfurt
e-mail b.drechsler@chemie.uni-frankfurt.de

OStD i. R. Birgitta Krumm

Bornweidstraße 34
60388 Frankfurt am Main
e-mail birghkrumm@t-online.de

Prof. Dr. Peter Menzel

Universität Hohenheim
Institut für Didaktik der Naturwissenschaften
und Informatik
Fruwirthstraße 31
70599 Stuttgart
e-mail menzel@uni-hohenheim.de

Prof. Annemarie Schupp

Staatliches Seminar für Didaktik
und Lehrerbildung Esslingen
Flandernstraße 101
73732 Esslingen
e-mail annemarie.schupp@seminar-gym-es.kv.bwl.de

Dr. Marianne Sgoff

Studienseminar Frankfurt
Ludwig-Ruppel-Straße 11
60437 Frankfurt am Main
e-mail marianne_sgoff@web.de

Prof. Dr. Katrin Sommer

Universität Bochum
Fakultät Chemie Didaktik der Chemie
44780 Bochum
e-mail katrin.sommer@rub.de

Elisabeth Stöckl

ISB München
Grundsatzabteilung/Naturwissenschaften
Schellingstraße 155
80797 München
e-mail stoeckl@isb.bayern.de

Sabine Venke

Oberstufenzentrum TIEM
Goldbeckweg 8-14
13599 Berlin
e-mail venke@energie.be.schule.de

Beratende Mitglieder

Prof. Dr. Ilka Parchmann
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
Fakultät V Didaktik der Chemie
Postfach 2503
26111 Oldenburg
e-mail ilka.parchmann@uni-oldenburg.de

Dr. Gerd-Ludwig Schlechtriemen

VCI Wissenschaft, Technik und Umwelt
Postfach 11 19 43
60054 Frankfurt
e-mail schle@vci.de

Dr. Christa Jansen

Merck KgaA Unternehmenskommunikation
64271 Darmstadt
e-mail christa.jansen@merck.de

5. Weiterführende Links für den frühen naturwissenschaftlich-technischen Unterricht

<http://www.cipsi.de>

<http://www.sachunterricht-online.de>

<http://www.mnu.de>

<http://www.bildungserver.de/zdf/zdf.html>

<http://www.chemielehrerfortbildung.de>

<http://www.sendungmitdermaus.de>

<http://www.nawipat.de>



GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER

Postfach 90 04 40
D-60444 Frankfurt am Main

Varrentrappstraße 40–42
D-60486 Frankfurt am Main

www.gdch.de
