

**Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen  
und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V.**



# **Chemieunterricht der Zukunft – Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung**

**Empfehlungen zur Gestaltung von Lehrplänen bzw. Richtlinien  
für den Chemieunterricht**

## Förderverein MNU

Deutscher Verein zur Förderung des  
mathematischen und naturwissen-  
schaftlichen Unterrichts e.V.

<http://www.mnu.de>

Der Verein ist durch Verfügung des Finanzamtes für Körper-  
schaften in Hamburg als gemeinnützig anerkannt. Die Bei-  
träge werden nur für satzungsgemäße Zwecke verwendet.

### Vorstand

Ehrenvorsitzender: OStD i.R. A. KLEIN, Stachelsweg 28, 51107 Köln.  
Tel. (02 21) 86 22 61  
1. Vorsitzender: OStD W. ASSELBORN, Konrad-Adenauer-Allee 26,  
66740 Saarlouis. Tel. (0 68 31) 98 83 38, Fax 98 83 37  
Asselborn@t-online.de  
2. Vorsitzender: OStD A. A CAMPO, Kammanstr. 13, 58097 Hagen.  
Tel. (0 23 31) 88 03 88, Fax 88 03 95  
aCampo@t-online.de  
Geschäftsführer: StR KARSTEN RECKLEBEN, Walter-Frahm-Stieg 30,  
22041 Hamburg. Tel./Fax (0 40) 6 57 01 62  
Reckleben@t-online.de

### Beisitzer

Mathematik: StD G. SCHMIDT, Am Hahn 3,  
55442 Stromberg. Tel. (0 67 24) 37 69  
schmidtg@mail.uni-mainz.de  
Physik: StDn Dr. I. HEBER, Wiesenstr. 16,  
64367 Mühltal. Tel. (0 61 51) 14 78 01  
Chemie: OStR M. KREMER, Fuerstensteinweg 24,  
78532 Tuttlingen. Tel. (0 74 61) 7 79 50,  
Fax 16 25 32  
Kremer-Tuttlingen@t-online.de  
Biologie: Prof. Dr. M. KEIL, Kurt-Lindemann-Str. 29,  
69151 Neckargemünd. Tel. (0 62 23) 7 23 53  
Fax 7 34 08  
Informatik: StD D. POHLMANN, Friedrich-Naumann-Weg 22,  
25337 Elmshorn. Tel. (0 41 21) 47 06 35, Fax 43 70 81  
D.Pohlmann@gmx.de  
Information: HERBERT JACOB, Blumenstr. 9, 66780 Hemmersdorf.  
Tel. (0 68 33) 81 18, Fax (0 68 33) 87 57  
info@mnu.de  
MNU-Haupt-  
schriftleiter Prof. Dr. BERND RALLE, Kebbestr. 29,  
44267 Dortmund.  
Tel. (02 31) 4 75 58 67, Fax (02 31) 4 75 58 68

### Die Mitgliedschaft im Förderverein MNU

Über den Förderverein MNU, seine Ziele, Arbeitsweisen, Erfolge  
usw., informieren wir Sie gerne. Bitte Fö-Info-Blatt beim MNU-  
Geschäftsführer anfordern. Nähere Informationen über den Förder-  
verein finden Sie auch im Internet unter der oben angegebenen  
Adresse.

**Geschäftsjahr ist das Kalenderjahr.** Der Eintritt von natürlichen Per-  
sonen kann jederzeit erfolgen. Der Beginn der Mitgliedschaft rechnet  
je nach Wunsch des Eintretenden vom 1. Januar oder 1. Juli an. Der  
Austritt ist nur zum 31. Dezember möglich und muss bis 1. Oktober  
dem Geschäftsführer gemeldet werden. Schulen, Institutionen aller  
Art, Wirtschaftsunternehmen und Verbände können nicht Mitglied  
werden. Ihnen steht das Abonnement der Zeitschrift über den  
Dümmler Verlag offen.

**Jahresbeitrag.** Ab dem 1. 1. 1999 beträgt der Jahresbeitrag für  
Mitglieder in den alten Bundesländern 80,- DM  
Mitglieder in den neuen Bundesländern, Mitglieder im  
Ausland 68,- DM  
Der ermäßigte Jahresbeitrag beträgt für  
Pensionäre in den alten Bundesländern, Junglehrer,  
die zwangsweise keine volle Stelle erhalten haben 68,- DM  
Rentner in den neuen Bundesländern, Studenten und  
Referendare 50,- DM  
Für eine Ermäßigung ist dem Geschäftsführer eine entsprechende  
Bescheinigung einzureichen. Im Beitrag ist die Belieferung mit der  
Zeitschrift »Der mathematische und naturwissenschaftliche Unter-  
richt« eingeschlossen.

Der Jahresbeitrag ist bis zum 1. Juni im Ganzen zu zahlen. Später  
noch ausstehende Beiträge werden zuzüglich der Kosten der Einzie-  
hung durch Postnachnahme erhoben.

**An- und Abmeldung** sind nur an den Geschäftsführer zu richten.  
Adressenänderungen müssen spätestens vier Wochen vor Erschei-  
nen beim Dümmler Verlag vorliegen (alte und neue Adresse). Da die  
Post Zeitschriften nicht nachsendet, sondern vernichtet, kann ver-  
lagsseits Ersatz nur gegen Berechnung geleistet werden.

## DÜMMLER

Verlagshaus Stam  
Fuggerstraße 7, 51149 Köln  
Telefon/Redaktion (0 22 03) 30 29 82  
Telefon/Anzeigen (0 22 03) 30 29 95  
Telefax (0 22 03) 30 29 40

### Vorsitzende der Landesverbände

Baden-Württemberg: Dr. ROLAND FRANIK, Kantstraße 13,  
71546 Aspach  
Berlin: HELMUT WUNDERLING,  
Dahlemer Weg 84, 14167 Berlin  
Brandenburg: Dr. WIELAND MÜLLER, Hans-Grade-Ring 8,  
14480 Potsdam  
Bremen: Dr. HORST SCHECKER, Fichtenweg 4,  
27299 Langwedel  
Franken: HARALD WALTER, In den Berten 10,  
90766 Fürth  
Hamburg: HANS-HEINRICH HENK, Schanze 11,  
21465 Wentorf  
Hessen: HANS HERMANN BEHR,  
Georg-Büchner-Weg 5, 35039 Marburg  
Mecklenburg-  
Vorpommern: Dr. INGO KÖLBL, Doberaner Straße 158,  
18057 Rostock  
Niedersachsen: WERNER WEGNER, Zum Großen Freien 93,  
31275 Lehrte  
Nordrhein: SABINE SCHMALSTIEG, Glockhammer 43,  
41460 Neuss  
Ostbayern: ERICH EINWACHTER,  
Siebenbürgener Straße 22, 93057 Regensburg  
Rheinland-Pfalz: RENATE STÜCK, Untermarktstraße 26,  
56330 Koborn-Gondorf  
Saarland: Dr. MICHAEL VOSS, Birkenweg 25,  
66292 Riegelsberg  
Sachsen: FRANK PETERMANN, Eduard-Bilz-Straße 27,  
01445 Radebeul  
Sachsen-Anhalt: Dr. ULRICH MÜLLER, Wielandstraße 24,  
06114 Halle  
Schleswig-Holstein: GERT STARKE, Wittenbrook 14 a,  
24159 Kiel  
Südbayern: UTE FREDENHAGEN, Geigenbergerstraße 6,  
81477 München  
Thüringen: HEIDRUN SCHÖNFELD, Ortsstraße 47,  
07929 Gräfenwarth  
Westfalen: EGBERT BUBEL, Berta-von-Suttner-Straße 4,  
44225 Dortmund

### Weitere Ansprechpartner

Schulen der Sekundarstufe I  
WOLFGANG FRIEBE, Pfarrer-Autsch-Straße 16, 55126 Mainz  
Berufsbildende Schulen  
GILBERT STRUNK, Wiesenstraße 9, 66780 Rehlingen-Siersburg  
Neue Bundesländer  
Dr. BERND LAGOIS, Helsinguer Straße 30, 38889 Blankenburg  
Fachleitertagungen  
KLAUS-JOCHEN MANK, Bruchweg 13, 35410 Hungen  
Begabtenförderung  
Dr. HEINZ WAMBACH, Herbert-Lewin-Straße 15, 50931 Köln

---

# Chemieunterricht der Zukunft – Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung



Die Tradition der Chemie-Lehrplantagen des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V. (MNU) aus den Jahren 1983, 1988 und 1994 wurde im Jahr 1999 weitergeführt. Die bisher erarbeiteten Lehrplanempfehlungen<sup>1</sup> wurden nicht nur gelesen, sie haben auch etwas bewirkt. Dies ist in einer Reihe von Lehrplänen verschiedener Bundesländer aus dieser Zeit dokumentiert. In einer Publikation des Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel heißt es: *»Bereits im Jahre 1983 hat der Förderverein MNU für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe I sechs Problemfelder in den Mittelpunkt der Empfehlungen gestellt, die auch heute noch Gültigkeit haben und sich in den Rahmenplänen vieler Bundesländer wiederfinden.«*<sup>2</sup>

Nachdem in der von den Ergebnissen der TIMS-Studien angestoßenen Diskussion die Orientierung der Inhalte des Chemieunterrichts an Alltags- und Umweltbezügen sowie an wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und technischen Problembereichen neu gewichtet wurde, gelangten diese Aspekte zu einem zentralen Anliegen der nunmehr vierten MNU-Lehrplantagung Chemie, in der die notwendigen Anpassungen sowohl für die Sekundarstufe I als auch für die Sekundarstufe II beraten wurden. Außerdem sollte die in vielen Lehrplan-Präambeln verankerte Forderung nach mehr Selbsttätigkeit der Schüler beim Lernen stärker berücksichtigt werden, was zur Bildung einer Arbeitsgruppe zum Thema »Methoden im Chemieunterricht« führte. Als weiteres wichtiges Element wurde in einer vierten Arbeitsgruppe die Entwicklung einer zeitgemäßen Aufgabekultur zentral behandelt.

Teilnehmer aus allen Bundesländern trafen sich in der Zeit vom 30. November bis 3. Dezember in Bad Honnef, wo die folgenden Empfehlungen in Gruppen erarbeitet, gegenseitig vorgestellt und diskutiert, sowie schließlich einmütig verabschiedet wurden. Der Förderverein MNU dankt allen Teilnehmern für ihre sachorientierte Mitarbeit, die auch bei zunächst unterschiedlichen Vorstellungen vom Willen zur Einigung geprägt war. Zum guten Tagungsklima trug auch das Physikzentrum mit seinen Mitarbeitern bei, die ein ideales Ambiente boten. Den Kultusbehörden der Länder sei Dank dafür gesagt, dass sie Vertretern aller Bundesländer die Teilnahme ermöglicht haben. Frau B. KRUMM und Frau S. VENKE als Vertreterinnen der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh, Frau R. STÜCK und den Herren H. J. BEZLER, Dr. M. GRÖGER, R. KLÜTER, Dr. U. MÜLLER, Prof. Dr. B. RALLE, Prof. Dr. V. SCHARF und Prof. Dr. H. WAMBACH ist besonders zu danken für die sorgfältige Vorbereitung der Tagung sowie die Leitung der Arbeitsgruppen und die Mitarbeit bei der Formulierung dieser Empfehlungen.

Der Förderverein MNU und alle Tagungsteilnehmer hoffen, mit diesen Empfehlungen Impulse für einen attraktiven und effizienten Chemieunterricht in Deutschland zu geben.

Tuttlingen, Januar 2000

OSTR M. KREMER

(Beisitzer Chemie und Tagungsleiter)

OSTD W. ASSELBORN

(1. Vorsitzender)

---

<sup>1</sup> MNU 37 (1984) Nr. 3, 161ff.; MNU 43 (1989) Nr. 3, 1ff.; MNU 47 (1994) Nr. 7, IIIff.

<sup>2</sup> P. HÄUSSLER et al.: Perspektiven für die Unterrichtspraxis, Kiel: IPN (1998) S. 31.

# Empfehlungen zur Gestaltung von Lehrplänen bzw. Richtlinien für den Chemieunterricht

## Grundüberlegungen

Junge Menschen zu mündigen Staatsbürgern zu erziehen bedeutet, sie auch mit einer zeitgemäßen naturwissenschaftlichen Grundbildung auszustatten. Damit ist nicht nur Wissen gemeint, das zur Alltagsbewältigung nötig ist, sondern spätestens in der Sekundarstufe I auch beginnendes Verständnis von naturwissenschaftlichen Konzepten und Verfahren. Lernen besteht dabei nicht im Anhäufen von Sachwissen, sondern »ist ein aktiver Prozess des Ausformens von Weltverständnis, der gefördert wird durch innere und äußere Kommunikationsprozesse.«<sup>3</sup> Die früheren MNU-Lehrplanempfehlungen enthalten bereits pädagogische Leitlinien, die solchen Lehrplankonzeptionen gegenübergestellt wurden, die lediglich Abbild von Hochschulcurricula darstellen. Die 1989 formulierten Forderungen an den Chemieunterricht

*Komplexes Denken üben*

*Kommunikationsfähigkeit entwickeln*

*Schülervorstellungen berücksichtigen*

behalten nach wie vor ihre Gültigkeit. Ebenfalls berücksichtigt werden müssen heute jedoch außer den fachlichen Leitlinien auch deren Erschließungsbereiche<sup>4</sup>. Damit sind Bereiche wie Alltag/Lebenswelt, Fachwissenschaft Chemie, Natur/Umwelt, Technik usw.<sup>5</sup> gemeint, innerhalb derer sich Sachstrukturen erschließen lassen, sowie Beiträge der Wissenschaftsdisziplin Chemie einsichtig werden. Erschließungsbereiche stellen somit neben der fachsystematischen Orientierung ein weiteres, gleichberechtigtes Strukturelement des Unterrichts dar und dürfen nicht nur als Einstieg oder Anhang einer Unterrichtssequenz gesehen werden. Die wichtigsten Erschließungsbereiche sind in Abbildung 1 zusammengestellt.

Der in der Graphik enthaltene Hinweis auf »weitere Erfahrungsbereiche« bedeutet, dass in künftigen Lehrplänen auch eine gegenseitige Stützung der Fächer, ein Übertragen von Kenntnissen und Fertigkeiten ausreichend berücksichtigt werden muss. Dies gilt selbstverständlich auch für die Sekundarstufe II.

Das Verfolgen dieser Aspekte kann nur ermöglicht werden durch das Lernen und Anwenden variabler Arbeitsformen (vgl. Abschnitt 3), sowie phantasievolles und dadurch variantenreiches Üben (vgl. Abschnitt 4).

<sup>3</sup> V. SCHARF: Die Macht des Subsumtiven oder Das Falsche funktioniert fabelhaft, CHEMKON 5 (1998) Nr. 1, 12 ff.

<sup>4</sup> In diesen Empfehlungen erhält dieser Begriff den Vorzug gegenüber dem des Kontextes, der in ähnlicher Weise in der Literatur gebraucht wird.

<sup>5</sup> Vgl. mit »Erfahrungs- und anwendungsbezogener Kernbestand« aus den MNU-Lehrplanempfehlungen von 1994.

Der dafür notwendige Zeitrahmen ist im Lehrplan auszuweisen.

## 1 Sekundarstufe I

### 1.1 Klassenstufen 5 und 6

Kinder haben Vorerfahrungen mit naturwissenschaftlichen Phänomenen, die ihre Einstellungen zu den Naturwissenschaften prägen. Die Ansätze aus dem Kindergarten und dem Sachunterricht der Grundschule machen eine möglichst unterbrechungsfreie Weiterführung in einem Fach wie Physik/Chemie in den Klassen 5 und 6 sehr sinnvoll, denn vom Standpunkt der Wissenschaft aus sind die mitgebrachten Vorstellungen unvollständig, ermöglichen den Lernenden aber durchaus, stringent zu argumentieren. Die Einrichtung dieses Faches zu einem möglichst frühen Zeitpunkt bietet die Möglichkeit, in behutsamer Weise auf diese Einstellungen gezielt einzuwirken. Der Biologieunterricht allein kann dies nicht leisten, da zur Erfahrungswelt der Kinder nicht nur naturwissenschaftliche Phänomene aus der belebten Natur gehören.

Darüber hinaus lassen sich in diesem Fach (in Baden-Württemberg heißt es »Naturphänomene«) die spezifischen Begabungen und Fähigkeiten in dieser Altersstufe wie Aufgeschlossenheit, Phantasie, Neugier, sprachliche Unbefangenheit, konkret-anschauliches Denken und Handlungsbereitschaft in idealer Weise entfalten. Die Entwicklung von Schlüsselqualifikationen wie Ausdauer, Selbstständigkeit, Konzentrationsfähigkeit und Kooperationswilligkeit wird so zu einem frühen Zeitpunkt unterstützt.

Der vorgegebene Rahmen für diesen Unterricht sollte der Kreativität genügend Raum geben. Das heißt: in einem Lehrplan sollte zwar die Orientierung der Inhalte an Erschließungsbereichen verbindlich vorgesehen sein, die Auswahl möglicher Themenbereiche dagegen nur grob vorgegeben werden.

Durch das Einüben von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen wird der Fachunterricht in Chemie und Physik vorbereitet, wobei darauf zu achten ist, dass dies *ohne* Vorwegnahme von deren Fachinhalten höherer Klassen geschieht.

Der Deutsche Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V. (MNU) empfiehlt die Einrichtung eines so strukturierten zweistündigen Faches in allen Bundesländern *zusätzlich* zum Biologieunterricht, da dadurch die naturwissenschaftliche Bildung verbessert wird. Dies bedeutet unter anderem, dass Lernende einsehen,

wie Chemie und Physik die Bedingungen unserer materiellen und geistigen Existenz beeinflussen und auch, dass Naturwissenschaften Teil unserer Kultur sind.

## 1.2 Zur Konzeption des Chemieunterrichts an der Sekundarstufe I

Folgende *fachliche Leitlinien*<sup>6</sup> sind zu beachten:

- Arbeitsweisen der Chemie
- Stoffe, Eigenschaften und Stoffgruppen
- Struktur und Eigenschaften
- Teilchen zwischen Vorstellung und Realität; erste differenzierte Atom- und Bindungsmodelle
- chemische Reaktion: Veränderung auf Stoff- und Teilchenebene, Formelsprache, energetischer und zeitlicher Verlauf
- Erkennen von Ordnungsprinzipien für Stoffe und Reaktionen

Der Aufbau einer strukturierten Wissensbasis bis zum Ende der Sekundarstufe I ist zu gewährleisten. Dabei bedient sich der Chemieunterricht selbstverständlich zahlreicher Inhalte der Wissenschaft Chemie und der typischen Denk- und Arbeitsweisen als spezifische Formen der Erkenntnisgewinnung, kann jedoch niemals eines der Gliederungsprinzipien der Fachwissenschaft übernehmen.

Es geht darum, mit oder ausgehend von den *Erschließungsbereichen*, die in Abbildung 1 zusammengestellt sind (Schülerin/Schüler, Natur/Umwelt, Technik, Alltag/Lebenswelt, Fachwissenschaft Chemie, weitere Erfahrungsbereiche), Unterrichtsthemen zu formulieren, die der oben genannten *fachlichen Leitlinien* bedürfen.

Die Verknüpfung der *fachlichen Leitlinien* mit den *Erschließungsbereichen* sowie den *pädagogischen Leitlinien* zeigt, dass fachübergreifendes Arbeiten in vielen Abschnitten impliziert ist. Dies muss bei Lehrplanerstellungen deutlich herausgestellt werden.

Fächerverbindendes Arbeiten ergibt sich an vielen Stellen. Voraussetzung ist die Abstimmung der inhaltlichen und methodischen Vorgaben aller Lehrpläne. Dabei ist individuelle Abstimmung der Planung in verschiedenen Fächern ebenso möglich wie die gemeinsame Planung eines Themas über bestimmte Zeitabschnitte. Dies setzt nicht unbedingt sogenannte Projekttag/-wochen voraus. Fächerverbindendes Arbeiten ist unter Umständen auch bei zeitlich versetztem Arbeiten am Thema möglich, wobei gemeinsame Schnittpunkte gewährleistet sein müssen.

Bei der Gestaltung von Lehrplänen sind Erschließungsbereiche und Inhalte sowie Aussagen zum Üben, zur Methodenvielfalt und zu fachübergreifenden/fächerverbindenden Möglichkeiten im Zusammenhang darzustellen. Dabei können Hinweise auf Experimente und außerschulische Partner ergänzend integriert werden. Eine Vorlage, wie dies im Lehrplan darzustellen sein könnte, wird im Anhang A. angeboten.

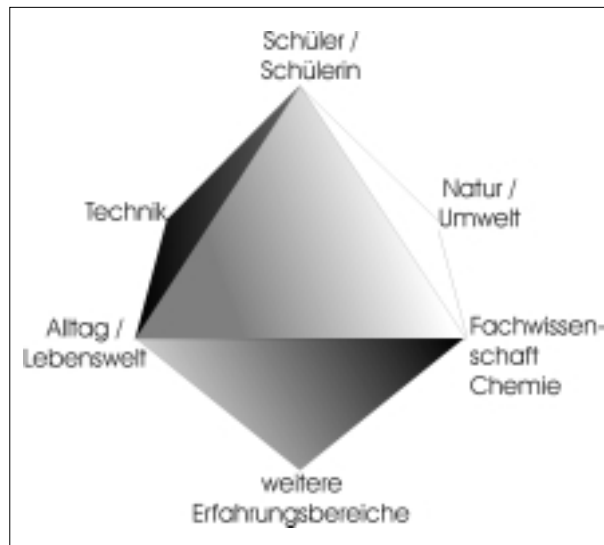


Abb. 1. Fünf Erschließungsbereiche als gleichberechtigte Strukturelemente des Chemieunterrichts

## 1.3 Qualifikationen am Ende der Sekundarstufe I

Die Qualifikationsbeschreibung versteht sich nicht hierarchisch, sie orientiert sich an den *fachlichen Leitlinien*; sie bestimmt das Abschlussniveau der Sekundarstufe I und damit auch die Anschlussfähigkeit an weitere Bildungsgänge<sup>7</sup>. Im Chemieunterricht ist somit auf das Kennenlernen von Methoden Wert zu legen, die der spezifischen Art der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung dienen.

### *Arbeitsweisen der Chemie*

- Verantwortungsvolles Umgehen mit Chemikalien aus Labor, Haushalt und Umwelt und sicherheitsbewusstes Experimentieren
- Sicherheit im Planen, Durchführen, Beschreiben und Auswerten von einfachen Experimenten
- Fähigkeit zum zielgerichteten Experimentieren allein und in der Gruppe
- Selbstständigkeit im Organisieren praktischer Arbeit
- Fähigkeit zur Unterscheidung von Prognose, Beobachtung, Hypothese und Erklärung

### *Stoffe, Eigenschaften und Stoffgruppen*

- Fertigkeit im Beobachten, Messen und Beschreiben von Stoffeigenschaften
- Kenntnis der Eigenschaften ausgewählter Stoffe und Stoffgruppen sowie der Bedeutung im Alltag und für die Umwelt
- Kenntnis der Bedeutung, Gewinnung und Verarbeitung wichtiger Rohstoffe

### *Struktur und Eigenschaften*

- Basiswissen über die Strukturen ausgewählter anorganischer und insbesondere organischer Stoffe, sowie einfacher Struktur-Eigenschafts-Beziehungen

<sup>6</sup> Vgl. mit den »Problemfeldern« der Lehrplantage von 1984 in MNU 37 (1984) Nr. 3, 163 ff.

<sup>7</sup> Vgl. Abschnitt 2.1 (Konzentration auf »zentrale Basiskonzepte« in der Sekundarstufe II).

*Teilchen zwischen Vorstellung und Realität; erste differenzierte Atom- und Bindungsmodelle*

- Vorstellung vom Aufbau der Materie auf Teilchenebene
- Anwenden von Modellen chemischer Bindungen zur Erklärung für die Vielfalt der Stoffe

*Chemische Reaktion: Veränderung auf Stoff- und Teilchenebene, Formelsprache, energetischer und zeitlicher Verlauf*

- Formulieren von Reaktionsgleichungen als qualitative und quantitative Beschreibung von Stoffumsetzungen
- Deuten chemischer Reaktionen auf der Teilchenebene
- Sicherer Umgang mit der chemischen Symbolik und mit Größengleichungen
- Erfassen des Verlaufs einer chemischen Reaktion mit Stoff- und Energieumsatz
- Erkennen an ausgewählten Beispielen, wie Schadstoffe die Luft, die Gewässer und den Boden belasten, wodurch die Belastung verursacht wird und wie man sie verringern kann
- Einblick in ausgewählte Produktionsverfahren und in die Bedeutung der chemischen Industrie

*Erkennen von Ordnungsprinzipien für Stoffe und Reaktionen*

- Sicherheit im Anwenden der chemischen Fachsprache
- Fähigkeit, Alltagssituationen mit Hilfe der Fachsprache zu beschreiben
- Sicherheit im Umgang mit dem Periodensystem
- Verstehen des Donator-Akzeptor-Prinzips anhand einfacher Beispiele
- Erkennen von Stoffkreisläufen
- Verstehen des Konzepts von Wiederverwertung/Entsorgung

## 2 Sekundarstufe II

### 2.1 Inhaltliche Kriterien für die Gestaltung von Lehrplänen

Die Auswahl der Inhalte ist der übergeordneten Zielsetzung verpflichtet, junge Menschen mit den Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten auszustatten, die ihnen die aktive Partizipation in der Gesellschaft ermöglichen. So sollen Bedingungen dafür geschaffen werden, humane, auf Nachhaltigkeit angelegte lokale, nationale und globale Systeme mit zu gestalten. Die Entwicklung von Studierfähigkeit sowie die Vorbereitung auf die zukünftige Berufstätigkeit der Schülerinnen und Schüler als zentrale Ziele des Schulunterrichtes setzen eine Reihe von Kenntnissen und Fähigkeiten voraus, die nur in einem geeigneten Lernumfeld erworben werden können.

Ein Lehrplan muss sich einem pragmatischen Konstruktivismus verpflichtet wissen. Dabei wird davon ausgegangen, dass Lernen ein aktiver Prozess ist, in dem Schülerinnen und Schüler Neues in vorhandene kognitive Strukturen integrieren. Die Tatsache, dass zum Verstehen naturwissenschaftlicher Inhalte üb-

licherweise ein Perspektivenwechsel bei den Schülerinnen und Schülern erfolgen muss, wird in besonderer Weise berücksichtigt. Schülerinnen und Schüler sollen davon überzeugt werden, dass für bestimmte Problemlösungen naturwissenschaftliche Vorstellungen besser geeignet sind als Alltagsvorstellungen.

Der Orientierung an fachsystematischen Kriterien wird mit der Berücksichtigung von Erschließungsbereichen wie Alltag, Umwelt, Technik und Forschung eine zweite Orientierungsleitlinie gleichberechtigt an die Seite gestellt. Es wird für sinnvoll gehalten, die inhaltliche Konkretisierung an Themenfeldern vorzunehmen, die jeweils unter einem gemeinsamen Leitthema stehen. Dabei erfolgt die Auswahl der Themenfelder auch unter dem Kriterium unterschiedlicher geschlechtsspezifischer Zugangsweisen. ⇒ *Orientierung an Erschließungsbereichen*

Es ist zu berücksichtigen, dass die in den naturwissenschaftlichen Disziplinen behandelte Thematik jeweils nur einen Ausschnitt aus der Realität darstellt und keinesfalls in der Lage ist, diese komplett abzubilden. ⇒ *Exemplarität*

Es wird dennoch davon ausgegangen, dass die schwierige Aufgabe des strukturierten Aufbaus von disziplinärem Wissen bewältigt werden muss, um zukünftiges Lernen zu gewährleisten sowie die für das spätere Leben erforderlichen Handlungs- und Entscheidungskompetenzen vorzubereiten.

⇒ *Anschlussfähigkeit*

Die fachwissenschaftlichen Inhalte sollen auf wenige zentrale Basiskonzepte zurückgeführt werden<sup>8</sup>. Es sind dies

- a) das Teilchenkonzept
- b) das Konzept der Struktur-Eigenschafts-Beziehung
- c) das Donator-Akzeptor-Konzept
- d) das Gleichgewichtskonzept
- e) das Energiekonzept.

⇒ *Orientierung an Fachkonzepten*

Diese Basiskonzepte werden an möglichst vielen Stellen des Curriculums gezielt angesteuert. Sie werden damit nicht nur im Sinne eines klassischen Spiralcurriculums aufeinander folgend angeordnet, vielmehr wird diese starre Struktur zugunsten eines offeneren Systems aufgegeben, in dem möglichst häufig von unterschiedlichen Stellen auf diese Fachkonzepte zurückgegriffen wird. ⇒ *Kumulation*

Ein Chemieunterricht, der vernetzendes Denken in den Mittelpunkt stellt, ist in besonderem Maße geeignet, detailliertes Fachwissen in größere Zusammenhänge einzuordnen. Diese vertikale Vernetzung muss durch fachübergreifende und fächerverbindende Fragestellungen ergänzt werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn eine schulinterne Profilbildung gewählt wird. ⇒ *horizontale und vertikale Vernetzung*

Die Potenziale der modernen Kommunikations- und Informationstechnologien werden in ausgewählten Bereichen systematisch in das Curriculum eingebunden. ⇒ *Medienkompetenz*

Kompetenzen im fachlichen und methodischen Bereich werden ausgewiesen. ⇒ *Qualitätssicherung*

<sup>8</sup> Vgl. Abschnitt 1.3 (fachliche Leitlinien in der Sekundarstufe I).

## 2.2 Konkretisierung

Abbildung 2 zeigt symbolisch den Zusammenhang zwischen den Erschließungsbereichen, den Fachkonzepten und möglichen Leitthemen. Ein Beispiel für eine Konkretisierung eines Themenfeldes in einem Leitthema befindet sich im Anhang B.

## 3 Entwicklung von Methodenkompetenz

Qualitätsentwicklung zur Steigerung der Fachkompetenz über fachliches Wissen und Erkenntnisse hinaus hat vor allem Souveränität und Problemlösungskompetenz, fachspezifische Kommunikations- und Präsentationsfähigkeit, fachbezogene Methodenbeherrschung und Teamfähigkeit zu umfassen. Übertragen auf den Unterricht im Fach Chemie schließt dieses erweiterte Verständnis die Beherrschung experimenteller Arbeitsmethoden ein und kann nicht ohne neue Lernformen und Trainingsmaßnahmen zur Vermittlung elementarer Schlüsselqualifikationen im methodischen, sozialen und kommunikativen Bereich erworben werden.

### 3.1 Überlegungen zum Lernvorgang

Die didaktisch-methodische Konzeption des Unterrichts orientiert sich u. a. an einem konstruktivistischen Lehr- und Lernbegriff. Lernen wird als ein selbstständig zu vollziehender Prozess mit starker Anbindung an vorhandene Situationen, Erfahrungen und kognitive Strukturen verstanden, bei dem Wissen, Inhalte und Fähigkeiten nicht absorbiert, sondern konstruiert werden. Bei der Unterrichtsplanung müssen die kognitiven Wissensstrukturen und die Persönlichkeitsmerkmale der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt werden, um ein erfolgreiches Lernen zu sichern. Fasst man Lernen als »Selbstenwicklung eines kognitiven Systems« auf, kann die Rolle der Lehrkraft nicht vorrangig darin bestehen, feststehende Wissensstrukturen und -inhalte zu übertragen. Ihre Aufgabe ist vielmehr die Unterstützung und Lenkung eines jeden Schülers bei der Erschließung bestimmter Erfahrungsbereiche. Die Lehrenden stellen dazu Erfahrungsmöglichkeiten bereit, durch die Lernen ausgelöst wird. Gerade der Chemieunterricht bietet durch die ihn auszeichnenden Fachmethoden, insbesondere durch den Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, gute Möglichkeiten, vielfältige Lernprozesse zu initiieren. Es kann aber nicht genügen, die Bedeutung und die Gestaltung des Chemieunterrichts allein aus dem zu lernenden Fachwissen ableiten zu wollen.

»Lernen lernen« muss ein fachübergreifendes, den gesamten Unterricht bestimmendes Prinzip sein. Ziel ist es, junge Menschen zu befähigen, aktiv und konstruktiv mit ihrer Chemie-Qualifikation bei der Gestaltung der Wissensgesellschaft mitzuwirken.



Abb. 2. Zusammenhang zwischen Erschließungsbereichen, Fachkonzepten und möglichen Leitthemen

### 3.2 Ziele beim Einsatz verschiedener Unterrichtsmethoden

Folgende Ziele sind im Hinblick auf die Entwicklung von Methodenkompetenz zu beachten:

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- die im bisherigen Unterricht angebahnten Einstellungen zur Natur und Umwelt durch Sachkenntnis über die chemischen Zusammenhänge festigen und erweitern.
- zu Kooperation und Kommunikation, auch über die Fachgrenzen hinaus, erzogen werden.
- Fragestellungen im Bereich der Chemie eigenständig formulieren, sowie die zur Bearbeitung erforderlichen Informationen selbstständig beschaffen (z. B. durch Literaturrecherche, Umgang mit Datenbanken und Internet, Expertenbefragung).
- Arbeitsprozesse selbst organisieren und Arbeitsvorhaben konsequent verfolgen.
- Experimente selbstständig planen, durchführen und auswerten und damit Selbstständigkeit, Organisationskompetenz und Selbstreflexion weiter ausprägen.
- durch gemeinsames Experimentieren oder andere Formen der Gruppenarbeit Team-, Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit weiter entwickeln und Fairness in Konkurrenzsituationen üben.
- Ergebnisse unter Anwendung der Fachsprache verständlich verbalisieren, im Zusammenhang darstellen und adressatenbezogen präsentieren können.
- Grundlagen für eine sachliche, kritische Beurteilung der Anwendung chemischer Erkenntnisse in Alltag/Lebenswelt, Technik, Natur/Umwelt und Forschung erwerben.

### 3.3 Organisationsformen zur Förderung selbstständigen Arbeitens

Der anzustrebende Methodenreichtum schlägt eine Brücke zwischen dem didaktisch aufbereiteten Lern-

stoff und den Schülerinnen und Schülern. Weil die Lernenden zu lebenslangem Lernen befähigt werden sollen, hat der Prozess des Lernens eine herausragende Bedeutung. Lernmethoden müssen deswegen stärker als bisher im Unterricht akzentuiert werden. Die Einführung, Einübung und Reflexion von Arbeitsformen und Lernmethoden werden zu einem den Lernprozess strukturierenden und beschleunigenden Element.

Zu den Arbeitsformen, die innerhalb des Chemieunterrichts zu selbstständigem Arbeiten anleiten, werden hierzu im Folgenden einige Organisationsformen vorgestellt.<sup>9</sup> Grundsätzlich kommt es darauf an, die Auswahl und den unterrichtlichen Einsatz von Arbeitsformen und Unterrichtsverfahren mit den jeweiligen Ziel-, Inhalts- und Medienentscheidungen abzustimmen und auf die konkreten Bedingungen und die Lernvoraussetzungen der jeweiligen Lerngruppe zu beziehen. Die Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler sind in verschiedenen Methoden unterschiedlich ausgeprägt. Die Schulung in Methodenkompetenz muss daher früh beginnen und sich im Laufe der Schulzeit sinnvoll entwickeln.

- *Mindmapping und Clustering*

Diese Unterrichtsform ist vor allem dann geeignet, wenn vorhandenes Wissen genutzt werden soll, um neue Lerninhalte zu erschließen. Mit Hilfe einer »Gedächtnislandkarte« wird eine netzartige Struktur des Vorwissens erstellt, die es den Lernenden, bzw. der Lerngruppe ermöglicht, eine dem eigenen Wissen und Denken entsprechende Darstellung zu wählen und sich mit anderen darüber in kompakter Form zu verständigen.

Mit Hilfe einer solchen Mindmap wird vorzugsweise eine neue Unterrichtseinheit erschlossen und in ihre vielfältigen Bezüge und Facetten aufgefächert. Die Vorstrukturierung durch Klassifizieren und Hierarchisieren von Einzelaspekten (Clustern) bildet Ausgangspunkte für die Problemstellung und Formulierung von Arbeitsaufträgen. Auf diese Weise kann ein komplexer Sachverhalt in Einzelaspekte gegliedert und in Arbeitsschritte überführt werden.

- *Stationenlernen (Lernzirkel)*

Für den naturwissenschaftlichen Unterricht ist es zweckmäßig, zunächst ein übersichtliches Thema in einzelne curriculare Untereinheiten zu zerlegen. Diesen werden gezielte Arbeitsaufträge (mit entsprechenden Materialien, z. B. in Form von Arbeitsblättern, Büchern, Experimentiergeräten) zugeordnet. Beide Schritte vollzieht die Lehrperson. Jede Untereinheit bildet mit ihren Arbeitsaufträgen und Materialien eine Station.

Für die Bearbeitung der Stationen durch die Schülerinnen und Schüler gibt es mehrere Möglichkeiten. Hier sollen zwei vorgestellt werden:

- a) Alle Lernenden bearbeiten alle Stationen vollständig, lösen alle Aufgaben, bauen alle Versuche auf, führen diese durch, schreiben Protokoll usw.

- b) Ähnlich wie beim Sport baut die jeweils erste Gruppe ihre Station auf, führt die Versuche durch, erstellt eine Versuchsvorschrift, gegebenenfalls mit Bearbeitungsfragen und entwirft eine »Musterlösung« aller gestellten Aufgaben und geforderten Protokolle, die von der Lehrperson geprüft wird.

Auf diese Weise leistet die jeweils erste Gruppe eine Basisarbeit, auf deren Grundlage die anderen Gruppen die gleiche Station durchlaufen und die Aufgaben lösen, so dass jede Gruppe für den Lernerfolg der anderen Gruppen mit verantwortlich ist.

Das Stationenlernen eignet sich zur Vertiefung bekannter, aber durchaus auch zum Erarbeiten neuer Themengebiete.

- *Gruppenpuzzle*

Diese Methode eignet sich einerseits zur Wiederholung und Festigung von Stoffeinheiten. So können beispielsweise beim Wiedereinsetzen des Chemieunterrichts nach längerer Pause Unterrichtsgegenstände wiederholt werden. Das Gruppenpuzzle eignet sich andererseits aber auch zum aktiven Einüben oder Anwenden bekannter Inhalte sowie zum produktiven Erarbeiten eines neuen Themas.

Der Prozess gliedert sich in vier Einzelschritte:

1. Vorbereitung: Eine Lerngruppe wird in mehrere Arbeitsgruppen aufgeteilt. Die Lehrperson gliedert das gesamte zu bearbeitende Thema in Teilthemen auf, die sinnvoll und unabhängig voneinander bearbeitet werden können.
2. Phase des individuellen Lernens: Alle Mitglieder einer Arbeitsgruppe erhalten verschiedene Teilthemen. Sie erarbeiten ihren Part individuell (evtl. mit einem Partner, der den gleichen Auftrag hat).
3. Expertenrunde: Die Gruppenmitglieder, die das gleiche Material erarbeiten, helfen einander, offene Fragen zu klären, den Sachverhalt durchzuarbeiten und Sicherheit zu finden. Sie erstellen gemeinsam jeweils ein Lernposter (DIN A3), mit dessen Hilfe sie ihre Mitschülerinnen und Mitschüler im nächsten Schritt über ihr Thema »informieren«.
4. Die Expertengruppen lösen sich auf und gehen in ihre Ausgangsgruppen zurück. Sie agieren der Reihe nach in der Rolle von Unterrichtenden. Sie stellen ihren Part vor und erklären den Sachverhalt. Von ihnen hängt es ab, was die anderen lernen. In der Gruppe werden so alle Einzelbeiträge zu einem gemeinsamen Thema puzzleartig zusammengefügt, das dann zum Wissensbestand der ganzen Lerngruppe wird.

Der Lernerfolg des Gesamtprozesses kann gegebenenfalls mit einer Lernkontrolle abgeschlossen werden.

- *Projektarbeit*

Die Projektarbeit ist ein Unterrichtsverfahren, bei dem ganzheitliche und praktisch durchzuführende Arbeitsvorhaben meist nach einem von den Schülerinnen und Schülern selbst entworfenen Plan realisiert werden. Projektunterricht hat seine Vorzüge wegen der Realitätsnähe und der Möglichkeit, Selbstverantwortung zu übernehmen. Insbesondere für gesellschaftsbezogene und/oder fachübergreifende Zielvorstellungen im Chemieunterricht ist die Projektidee gut einsetzbar.

<sup>9</sup> Vgl. auch Anhang C.



Ein solcher Unterricht ist gekennzeichnet durch gruppenteiliges Arbeiten. Die Moderationsmethode eignet sich zur Strukturierung.

Weil nicht nur Wissen aus Einzeldisziplinen, sondern die fachübergreifende und fächerverbindende Sichtweise den Zugang zu den Problemlösungen gewährleistet, ermöglicht ein solcher Unterricht ein hohes Maß an Selbstständigkeit und setzt die Bereitschaft und Fähigkeit voraus, mit anderen Schülerinnen und Schülern zusammenzuarbeiten und zu lernen.

- *Planspiel (auch Rollenspiel, Expertendiskussion, Streitgespräch)*

Es werden Sachverhalte aus der Wirklichkeit auf grundlegende Argumente und Handlungsstrukturen hin so vereinfacht, dass sie für Schülerinnen und Schüler durchschaubar und nachvollziehbar werden. Durch die Übernahme fiktiver (Gruppen-)Rollen, können im Chemieunterricht beispielsweise die gesellschaftliche Relevanz und Ambivalenz einer chemiespezifischen Anwendung (z. B. beim Bau einer chemischen Produktionsanlage) inhaltlich gefüllt und erlebt werden. Auf Rollenkarten werden den Gruppen Aufträge und Verhaltensmuster zugewiesen.

So müssen Schülerinnen und Schüler unter Einbeziehung ihres fachlichen Wissens als Experten Pro- und Kontraargumente finden, adressatenbezogen formulieren und Überzeugungsstrategien entwickeln. Sie gewinnen so einen aktiven Zugang zu den Vorteilen, die chemiespezifische Anwendungen mit sich bringen, aber auch zu den gesellschaftlichen Konflikten, die zum Beispiel bei großtechnischen Vorhaben zuweilen ausgetragen werden müssen.

- *Facharbeit*<sup>10</sup>

Die Facharbeit stellt eine anspruchsvolle Art des selbstständigen Arbeitens der Schülerinnen und Schüler dar, wobei sich die geltenden Regelungen in den Bundesländern stark unterscheiden. Die methodischen und formalen Anforderungen für diese Arbeitsform müssen im Unterricht vorbereitet und eingeübt werden. Hier bietet sich insbesondere die Jahrgangsstufe 11 an. Im Fach Chemie sollte das Bearbeiten experimenteller Aufgabenstellungen im Vordergrund stehen.

Arbeitsergebnisse, die aus den Arbeiten erzielt wurden, können in Form einer Posterausstellung oder anderen Präsentationsformen an die Lerngruppe vermittelt werden und so in den Unterricht zurückfließen.

Ein möglicher Ausbau der Arbeit zu einem Wettbewerbsbeitrag sollte von den Betreuern gefördert werden.

## 4 Aufgabenkultur

### 4.1 Die Rolle der Aufgaben

Aufgaben als Teil des Lernens beinhalten das Erarbeiten, das Üben und Festigen der Lerninhalte bzw. -ge-

genstände sowie der Fähigkeiten und Fertigkeiten. Sie dienen auch dazu, das Erlernete zu übertragen oder Problemstellungen zu lösen. Hierzu werden im Allgemeinen Arbeitsaufträge in einzelnen Unterrichtsphasen erteilt, vor allem aber Hausaufgaben gestellt. Die jeweilige Bedeutung für und der Anteil am Prozess des Lernens muss bedeutsamer werden. Durch eine Aufgabenstellung kann der Lehrende die unmittelbare Auseinandersetzung des Lernenden mit dem Lerngegenstand und den Methoden gewährleisten.

Der Unterrichtsablauf selbst und die gesondert angesetzten Verfahren der schriftlichen und mündlichen Überprüfung beinhalten unterschiedliche Aufgabenstellungen und Aufgabenformate. Die Ergebnisse können Ausgangspunkt oder Beiträge für weitere Lernschritte sein.

Wesentliche Fragestellungen für die Entwicklung einer neuen Aufgabenkultur sind:

- Was bedeuten Lernen und Lernkultur heute?
- Wie sind »Neue Medien« sinnvoll einzubeziehen?
- Kooperation und Konkurrenz sind stets gemeinsam Prinzipien der Lebenspraxis. Sie schließen sich nicht aus. Wie kann diese Wechselbeziehung insbesondere bei Aufgaben für Schülergruppen verwirklicht werden?

Aufgaben dienen also einerseits der Überprüfung des Lernerfolgs und andererseits der Förderung des Lernprozesses. Beide Aspekte sollen im Unterricht bewusst unterschieden werden. Lernprozesse können gestört werden, wenn die Lernenden das Empfinden haben, dass mit dem Bearbeiten von Aufgaben gleichzeitig eine Leistungskontrolle erfolgt. Erhebungen des Lernstandes als Hilfsmittel im Prozess des Lernens dürfen daher nicht mit Verfahren der Überprüfung verwechselt werden.

Abbildung 3 verdeutlicht das Beziehungsgefüge, das sich mit dem Begriff »Aufgabe« verbindet.

Besonderes Augenmerk soll auf die Aufgaben gelegt werden, die den Prozess des Lernens fördern, da

- die Individualität des Lernprozesses heute mehr im Vordergrund steht,
- Vorwissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten zunehmend unterschiedlicher werden,
- Sozialisationseinflüsse heute vielfältiger sind,
- kognitive Konflikte z. B. beim Übergang von Alltagsvorstellungen zu fachwissenschaftlichen Begriffen und Deutungen zunehmend thematisiert werden,
- Fiktionen, Analogien und Metaphern in ihrer Bedeutung z. B. für Modellvorstellungen wichtiger werden,
- die »Neuen Medien« erweiterte Möglichkeiten mit sich bringen.

### 4.2 Anforderungen an Aufgaben, die den Lernprozess fördern

Aus ihrer oben definierten Rolle ergeben sich folgende Forderungen, die bei der Aufgabenstellung zu beachten sind:

- Die unterschiedlichen Voraussetzungen der Lernenden müssen transparent sein und sollen berücksichtigt werden!

<sup>10</sup> Zahlreiche Anregungen finden sich in Heft 60 der Schriftenreihe des Fördervereins MNU, WAMBACH, H. (Hrsg.): Besondere Lernleistung und Facharbeit im Rahmen der Abiturqualifikation, MNU-Schriftenreihe 1999.

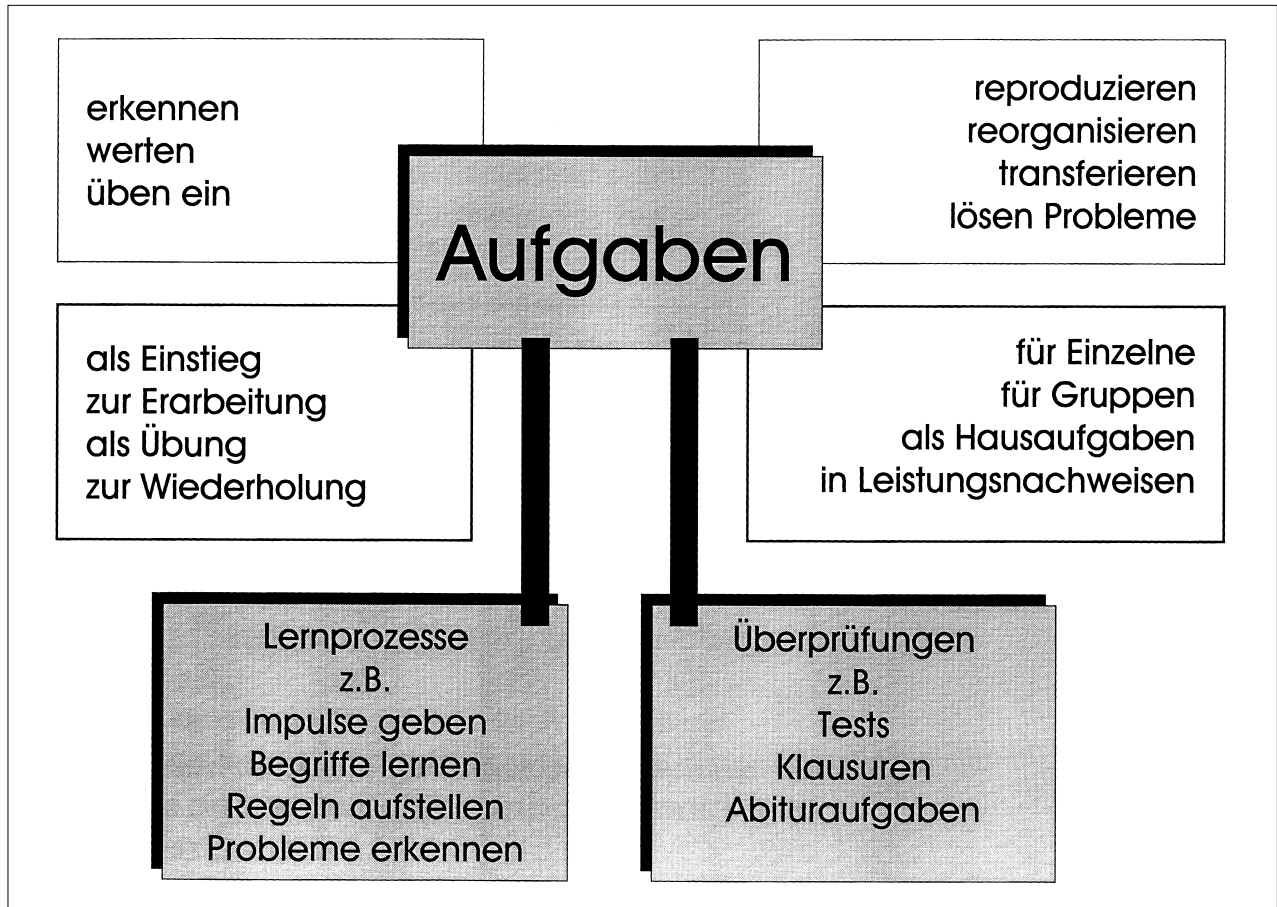
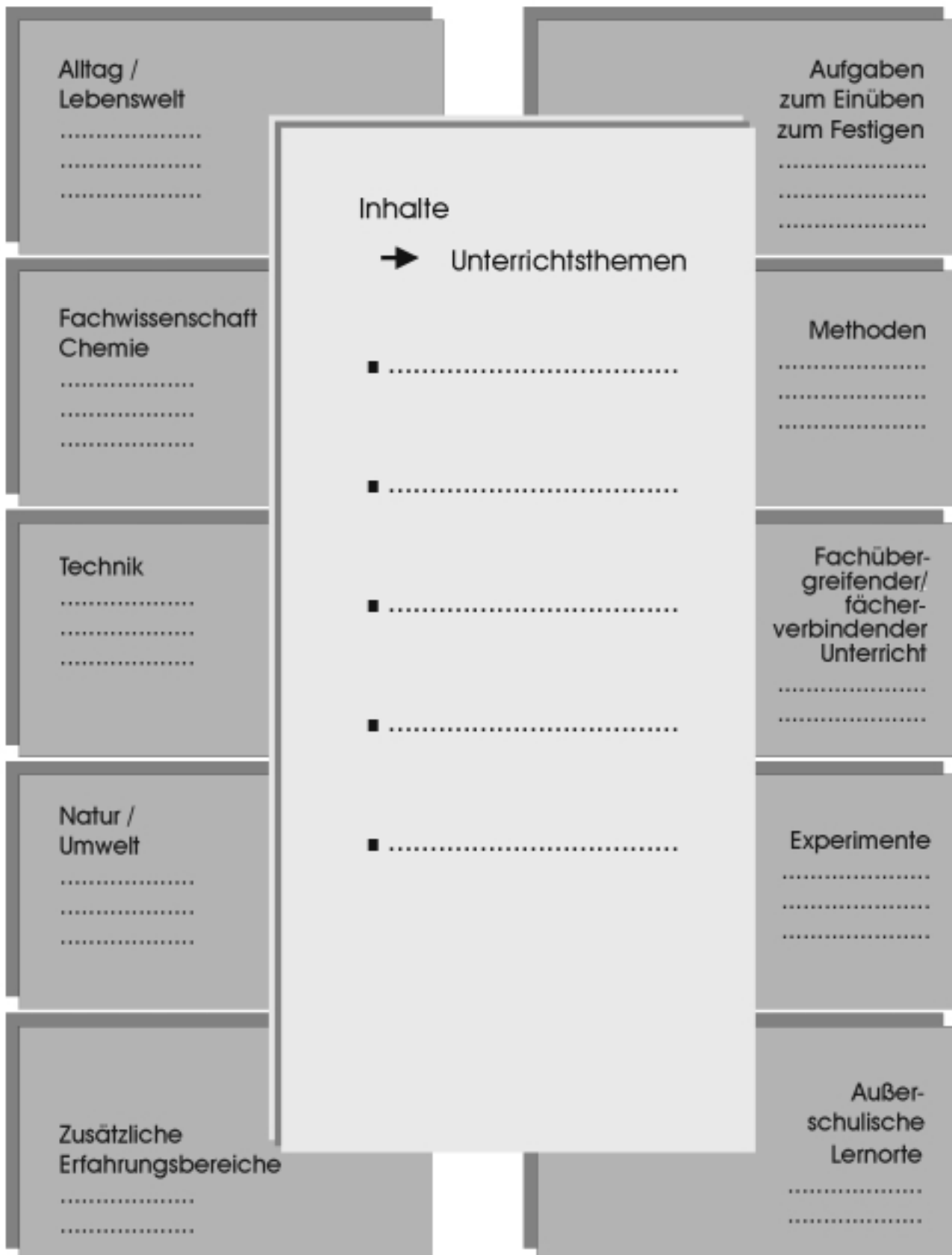


Abb. 3. Aufgaben im Beziehungsgefüge des Chemieunterrichts

- Die Zuordnung zu einem bestimmten Abschnitt des Lernprozesses und die Verknüpfung zu vorhergehenden sollen erkennbar sein!
  - Durch die vorrangige Zuordnung zu einem Erschließungsbereich soll dennoch die vernetzende Sichtweise gestärkt werden!
  - Die Eigenverantwortung der Lernenden soll deutlicher werden!
  - Die Fähigkeit zur Zusammenarbeit soll gestärkt werden!
  - Die Lernenden sollen verstärkt Lösungswege und alternative Lösungsstrategien suchen und entwickeln!
  - Das Wissen soll konsolidiert und flexibilisiert werden!
  - Die Funktion des Experimentes im Erkenntnisprozess soll deutlicher werden!
  - Die methodische Bedeutungsvielfalt des Experimentes soll stärker genutzt werden!
  - Die Ergebnisse der Lernprozesse sollen angemessen dargestellt und adressatenbezogen vermittelt werden!
  - Die Einbindung der »Neuen Medien« soll an geeigneter Stelle erfolgen!
- Die mit diesen Maßgaben erstellten Aufgaben, die im oben genannten Sinne der Unterstützung und Förderung der Lernenden bzw. der Lerngruppe im Lernprozess dienen, müssen auf die jeweilige Unterrichtssituation bezogen sein. Der Lehrende nimmt daher auch bei dieser Aufgabenkultur stärker moderierend als steuernd und entscheidend Einfluss.

## 5 Anhang

### A. Beispiel für eine mögliche Darstellungsform eines Lehrplans



## B. Beispiel für eine mögliche Konkretisierung eines Themenfeldes in einem Leitthema der Sekundarstufe II

Leitthema: *Chemie und Mobilität*

Themenfelder:

- Kraftstoffe/nachwachsende Rohstoffe
- **Brennstoffzelle**
- Akkumulatoren
- Solartechnologie/Halbleiter
- Kunststoffe/Lacke
- Sicherheitstechnik
- Recycling
- Abgastechnologie
- Korrosion
- .....

Hieraus muss eine verbindliche Anzahl von Themenfeldern ausgewählt werden (z. B. zwei Themenfelder). Anhand dieser Themenfelder muss eine bestimmte Anzahl von Fachkonzepten (z. B. drei) bearbeitet werden.

### Themenfeld Brennstoffzelle

Verbindliche Inhalte	Fachkonzepte
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Galvanische Zelle</li> <li>• Reversible Reaktionen</li> <li>• Potentialdifferenz</li> <li>• Vorgänge in den Halbzellen</li> <li>• Vorgänge an der Membran</li> <li>• Wirkungsgrad</li> <li>• Verschiedene Brennstoffzellentypen</li> <li>• Wasserstoffgewinnung: aus Wasser, aus Methanol</li> <li>• Wasserstofftransport und -speicherung</li> <li>• .....</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Donator-Akzeptor-Konzept</li> <li>→ Gleichgewichts-Konzept</li> <li>→ Energie-Konzept</li> <li>→ Donator-Akzeptor-Konzept</li> <li>→ Teilchen-Konzept</li> <li>→ Energie-Konzept</li> </ul>

### Anwendbare Methoden

- Brainstorming/mindmapping (zur Ermittlung der Eingangsvoraussetzungen)
- Arbeitsteilige Gruppenarbeit: Vergleich galvanischer Zellen, Konzentrationszellen, Vergleich verschiedener Brennstoffzellen
- Facharbeit
- Recherche unter Einsatz neuer Medien
- Eigenständiges Experimentieren: Entwicklung eines Brennstoffzellenmodells
- Einbeziehung außerschulischer Lernorte
- Stationenlernen: verschiedene Brennstoffzellentypen, verschiedene Übungsaufgaben
- Podiumsdiskussion (Rollenspiel)
- Expertenbefragung
- .....

### Horizontale Vernetzungsmöglichkeiten:

Physik, Ökologie, Erdkunde, Politik, Technik

### C. Übersicht zu den beschriebenen Unterrichtsformen

Arbeitsorganisation	Kompetenzen der Schüler/innen	Tätigkeit der Lehrenden	Stellung im Unterricht
1. Mindmapping / Clustering	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorwissen reflektieren und einordnen</li> <li>• Struktur herstellen</li> <li>• Arbeitsschritte entwickeln</li> <li>• im Team arbeiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erschließen eines Themas</li> </ul>
2. Stationenlernen	<p>a)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Ergebnisse in ein Gesamtschema einordnen</li> </ul> <p>b)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen beschaffen</li> <li>• im Team arbeiten</li> <li>• Aufgaben formulieren</li> <li>• Arbeitsanweisungen erstellen</li> <li>• Ergebnisse präsentieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentiermaterial bereitstellen</li> <li>• Gruppen zusammenstellen</li> <li>• Arbeitsanweisungen formulieren</li> <li>• Betreuung beim Experimentieren</li> </ul> <p>weiterhin:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beraten, betreuen, bewerten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeiten eines Themas</li> </ul>
3. Gruppenpuzzle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Texte erschließen</li> <li>• im Team arbeiten</li> <li>• eigenes Wissen darstellen und vermitteln</li> <li>• Ergebnisse vergleichen und selbst korrigieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zerlegen eines Themas in Untereinheiten</li> <li>• Arbeitsmaterial erstellen</li> <li>• Arbeitsanweisungen formulieren</li> <li>• Gruppen zusammenstellen</li> <li>• beraten, betreuen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholen und Festigen von Gelerntem</li> <li>• Arbeitsteiliges Erarbeiten eines Themas</li> </ul>
4. Projektarbeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturieren eines Themas</li> <li>• Informationen beschaffen</li> <li>• selbstständig experimentieren</li> <li>• Ergebnisse bewerten</li> <li>• Ergebnisse präsentieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderation</li> <li>• Informationsmaterial bereitstellen</li> <li>• Betreuung bei Schülerexperimenten</li> <li>• beraten, bewerten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefen eines Themas</li> </ul>
5. Planspiel (auch Rollenspiel, Expertendiskussion, Streitgespräch)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sich mit einer zugewiesenen Rolle identifizieren</li> <li>• Ambivalenz von kontroversen gesellschaftlichen Themen erkennen und Stellung beziehen</li> <li>• kommunizieren, Standpunkte vertreten</li> <li>• argumentieren und überzeugen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rollenbeschreibungen erstellen</li> <li>• Gruppen zusammenstellen</li> <li>• Moderation der einzelnen Phasen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auseinandersetzen mit ambivalenten gesellschaftlichen Themen</li> <li>• Komplexe Sachverhalte durchschaubar machen</li> <li>• Relevanz chemischen Wissens aufzeigen</li> </ul>
6. Facharbeit	<p>Selbstständiges Erarbeiten eines Themas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen beschaffen</li> <li>• Selbstständiges Experimentieren</li> <li>• Bewerten und Zusammenfassen von Ergebnissen</li> <li>• Schriftliche Ausarbeitung erstellen</li> <li>• Ergebnisse vermitteln, bzw. präsentieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentier- und Informationsmaterial bereitstellen</li> <li>• Sicherheitsbestimmungen überwachen</li> <li>• beraten</li> <li>• bewerten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeiten eines Teiltemas vorwiegend in der gymnasialen Oberstufe</li> </ul>

## D. Teilnehmerliste<sup>11</sup>

- StD'in A. ANDERS, Gymnasium Hechingen, Heiligkreuzstraße 18, 72379 Hechingen (Ba-Wü)
- OStD W. ASSELBORN, Geschwister-Scholl-Gymnasium, Straße der Weißen Rose, 66822 Lebach (MNU-Vorsitzender)
- L'in M. BAUER, Willy-Brandt-Schule, H.-Brill-Straße 129, 99099 Erfurt (Thü)
- StD H. J. BEZLER, Adolf-Reichwein-Gymnasium, Leibnizstraße 34-36, 63150 Heusenstamm (AG Aufgaben)
- L. F. BOEHNKE, Gesamtschule Eidelstedt, Lohkampstraße 145, 22532 Hamburg (HH)
- StD H. ELLROT, Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, Arabellastraße 1, 81925 München (By)
- StudLeit. Dr. L. FINKE, Pädagogisches Regionalinstitut Schwerin, Ellerried 5, 19061 Schwerin (M-V)
- StD Dr. R. FRANIK, Gewerbl. Schule Backnang, Heiningergeweg 43, 71522 Backnang (MNU-Vors. Ba-Wü)
- L. H. FRENZEL, Staatl. Schulamt Dahme-Spreewald, Brückenstraße, 15711 Königs Wusterhausen (BB)
- Dez'in Dr. I. GLEICHMANN, LISA Dezernat 2, Kleine Steinstraße 07, 06108 Halle (Saale) (S-A)
- StD H.-U. GOSEMANN, Albert-Einstein-Gymnasium, Knabenburg 2, 31785 Hameln (Nds)
- OStR W. GREBER, Studienseminar für das Lehramt für die Sekundarstufe II Recklinghausen, Herzogswall 38a, 45657 Recklinghausen (NRW)
- Dr. M. GRÖGER, Institut f. Chemie, Naturwissenschaftsdidaktik, TU Chemnitz, Straße der Nationen 62, 09111 Chemnitz (AG Aufgaben)
- StD T. GROFE, Wilhelm-Raabe-Schule, Feldstraße 30, 21335 Lüneburg (Nds)
- StD Dr. H. HEIM, Hindenburg-Gymnasium, Augustinerstraße 1, 54290 Trier (R-P)
- LRSD R. KLÜTER, Bezirksregierung Arnsberg, Schulabteilung Dez. 43, Laurentiusstraße 1, 59821 Arnsberg (AG Konzepte S II)
- OStR M. KREMER, Otto-Hahn-Gymnasium Tuttlingen, Mühlenweg 9, 78532 Tuttlingen (Tagungsleiter)
- OStD'in a. D. B. KRUMM, Bornweidstraße 34, 60388 Frankfurt (AG Konzepte S I)
- L. H. MÜLLER, Verbundene Haupt- und Realschule »Wilhelm Höcker«, Wollweberstraße 27, 17348 Woldegk (M-V)
- StD Dr. U. MÜLLER, Hölderlin-Gymnasium, Plöck 40/42, 69117 Heidelberg (AG Methoden)
- OStR H. NEUMÜLLER, Gymnasium am Schloss, Spischerbergstraße 15, 66119 Saarbrücken (SL)
- Fachleit. Dr. J. PECH, Staatl. Seminar für das höhere Lehramt an Gymnasien, Nonnenstraße 44d, 04229 Leipzig (Sa)
- Fachref'in Dr. E. POHLHEIM, Landesschulamt, Außenstelle Marzahn, LSA IIC21, Bitterfelder Straße 15, 12681 Berlin (Bln)
- Prof. Dr. B. RALLE, Universität Dortmund, Fachbereich Chemie, Didaktik der Chemie, 44221 Dortmund (AG Konzepte S II)
- L'in J. RIEDEL, Staatl. Seminar f. d. höhere Lehramt (Gymnasien), Sandstraße 116, 09114 Chemnitz (Sa)
- OStR B. ROLOFF, Georg-Herwegh-Gymnasium, Fellbacher Straße 18/19, 13467 Berlin (Bln)
- Prof. Dr. V. SCHARF, Universität Siegen FB 8 Chemie, Adolf-Reichwein-Straße 2, 57068 Siegen (AG Aufgaben)
- StD V. SCHMIDT, IPTS-Regionalseminar Süd, Wrangelstraße 12, 24534 Neumünster (SLH)
- StR'in z. A. G. SCHNEIDER, Gymnasium »Prof. Fritz Hofmann«, Langer Weg 165, 99625 Köllda (Thü)
- L. G. SCHÜPPEL, Comenius-Institut, Dresdner Straße 78c, 01445 Radebeul (Sa)
- StD'in A. SCHUPP, Ministerium f. Kultus, Jugend und Sport, Silberburgweg 158, 70178 Stuttgart (Ba-Wü)
- Dr. M. SGOFF, Studienseminar II, Kollwitzstraße, 60488 Frankfurt (He)
- StD M. STEIN, Studienseminar I Bonn, Wegelerstraße 1, 53115 Bonn (NRW)
- StD'in a. D. R. STÜCK, Untermarkstraße 26, 56330 Koblenz (AG Konzepte Kl. 5/6)
- StD'in S. VENKE, 1. Oberstufenzentrum Energietechnik I, Goldbeckweg 8-14, 13599 Berlin (AG Konzepte S I)
- StD R. WAGNER, Inst. f. Lehrerfortbildung, Felix-Dahn-Straße 3, 20357 Hamburg (HH)
- Prof. Dr. H. WAMBACH, Bezirksregierung Köln, Schulabteilung, 50606 Köln (AG Methoden)
- StD J. WIEDEMANN, Erasmus-Grasser-Gymnasium, Fürstenrieder Straße 159, 81377 München (By)
- StD Dr. H. WOLF, Friedrich-Magnus-Schwerd-Gymnasium, Vincentiusstraße 5, 67346 Speyer (R-P)
- StR H. ZIMMERMANN, Landesinstitut für Schule, Am Weidedamm 20, 28215 Bremen (HB)

<sup>11</sup> Bei den Mitgliedern der Vorbeireitungsgruppe ist die von ihnen betreute Arbeitsgruppe angegeben.