

Erläuterung des Lehrplanes Chemie

Erläuterung des Lehrplanes Chemie

**Akademie
der Pädagogischen Wissenschaften
der Deutschen Demokratischen Republik**

Günter Kaiser, Wolfram Herz

Der Lehrplan Chemie der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule

**Inhaltliche und didaktisch-methodische
Erläuterungen**



**Volk und Wissen
Volkseigener Verlag Berlin
1989**

Die Entwicklung der Erläuterungen zu den Lehrplänen wird inhaltlich angeleitet und koordiniert durch eine Arbeitsgruppe der APW, der angehören:
Prof. Dr. Harald Meixner (Leiter)
Prof. Dr. Hans-Jörg König
Prof. Dr. Hans Leutert
Prof. Dr. Günter Schulze

Kaiser, Günter:
Der Lehrplan Chemie der zehnklassigen allgemeinbildenden polytechnischen Oberschule:
inhaltl. u. didaktisch-method. Erl./Günter
Kaiser u. Wolfram Herz. – 1. Aufl. – Berlin:
Volk u. Wissen, 1989. – 64 S.
NT: Erläuterung des Lehrplanes Chemie
NE: 2. Verf.;; NT

ISBN 3-06-032164-7

1. Auflage

© Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1989

Lizenz-Nr. 203·1000/89 (E 03 21 64-1)

Printed in the German Democratic Republic

Schrift: 9/10 p Times

Satz: Graphische Werkstätten Zittau-Görlitz

Druck und Binden: Grafischer Großbetrieb Völkerfreundschaft, Dresden, BT Coswig

Einband: Herbert Lemme

Typografische Gestaltung: Atelier VWV

Redaktionsschluß: 21. November 1988

LSV 0645

Bestell-Nr. 7094040

Preis: 00320

1.	Bildung und Erziehung im Chemieunterricht als Bestandteil sozialistischer Allgemeinbildung und die Funktion des Chemieunterrichts	7
1.1.	Funktion des Chemieunterrichts	7
1.2.	Hauptrichtungen der Weiterentwicklung des Chemieunterrichts	9
1.2.1.	Weiterentwicklung des Ziel-Inhalt-Konzepts	9
1.2.2.	Weiterentwicklung der didaktisch-methodischen Konzeption	15
1.3.	Koordinierung des Chemieunterrichts mit anderen Unterrichtsfächern	20
2.	Der Chemieunterricht in den Klassen 7 bis 10	23
2.1.	Der Chemieunterricht in Klasse 7	23
2.2.	Der Chemieunterricht in Klasse 8	29
2.3.	Der Chemieunterricht in Klasse 9	38
2.4.	Der Chemieunterricht in Klasse 10	47
3.	Methodische Gestaltung des Chemieunterrichts auf der Grundlage des neuen Lehrplanes	54
3.1.	Geistige Aktivität der Schüler durch anspruchsvolle Tätigkeiten	54
3.2.	Zielorientierung und Motivierung – Voraussetzung für die Stimulierung des aktiven Lernens	56
3.3.	Problemhafte Gestaltung des Chemieunterrichts	58
3.4.	Zur Qualität der Arbeit mit dem Experiment	60
	Literaturverzeichnis	64

1. Bildung und Erziehung im Chemieunterricht als Bestandteil sozialistischer Allgemeinbildung und die Funktion des Chemieunterrichts

1.1. Funktion des Chemieunterrichts

Im Ensemble aller Fächer leistet der Chemieunterricht seinen Beitrag zur Lösung der Aufgabe, die im Programm der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands der Schule als Ganzes gestellt ist. Er wirkt daran mit, „junge Menschen zu erziehen und auszubilden, die mit solidem Wissen und Können ausgerüstet, zu schöpferischem Denken und selbständigem Handeln befähigt sind, deren marxistisch-leninistisches Weltbild die persönlichen Überzeugungen und Verhaltensweisen durchdringt, die als Patrioten ihres sozialistischen Vaterlandes und proletarische Internationalisten fühlen, denken und handeln“. [1, S. 66]

Aus diesem umfassenden Bildungs- und Erziehungsauftrag leitet sich für den Chemieunterricht die Funktion ab, auf der Grundlage des ihm eigenen Gegenstandes und der Art und Weise seiner Vermittlung und Aneignung einen spezifischen Beitrag zur allgemeinen Vorbereitung der Jugend auf das Leben und die Arbeit zu leisten und dabei zugleich an der Entwicklung aller Seiten der Persönlichkeit der Schüler mitzuwirken.

Im Zentrum dieses spezifischen Beitrages des Chemieunterrichts steht die **Vermittlung und Aneignung eines exakten, dauerhaften und anwendbaren Wissens und Könnens** über grundlegende Fakten, Begriffe, Gesetze und Theorien der Wissenschaft Chemie und über die Anwendung chemischer Erkenntnisse in der Praxis.

Dabei wenden die Schüler wissenschaftliche Erkenntnismethoden und Arbeitsverfahren an und entwickeln ihre Fähigkeiten, insbesondere im Beobachten und Experimentieren, in der Arbeit mit der chemischen Zeichensprache und mit Modellen sowie im Beschreiben, Erklären und Voraussagen von Sachverhalten weiter. Ein besonders hoher Stellenwert für die Realisierung der Funktion des Chemieunterrichts kommt dabei der Arbeit mit dem Experiment und dem selbständigen Experimentieren zu. Beim Experimentieren gewinnen die Schüler Erkenntnisse über die Natur durch aktive, zielgerichtete und planmäßige Einwirkung auf den jeweiligen Untersuchungsgegenstand und lernen dabei, theoretische Überlegungen mit der praktischen Tätigkeit zu verbinden. Indem die Schüler in Zusammenhänge zwischen Bau und Eigenschaften der Stoffe sowie in Merkmale und Bedingungen chemischer Reaktionen eindringen, gewinnen sie Einsichten in Prozesse und Entwicklungstendenzen im Bereich der lebenden und nichtlebenden Natur, des Alltags, der Technik und der Produktion.

Sie erkennen, daß Gesetzmäßigkeiten des Baus der Stoffe und des Verlaufs chemischer Reaktionen genutzt werden, Rohstoffe zu veredeln, neue Stoffe mit speziellen Eigenschaften für vielfältige Einsatzgebiete in der Technik und der Produktion sowie in anderen Bereichen des Lebens herzustellen und chemisch-technische Verfahren günstig zu gestalten. Dabei erschließen sich den Schülern Einsichten in den Beitrag der Wissenschaft Chemie zur Lösung bedeutsamer Entwicklungsprobleme unserer Zeit, wie der Sicherung ausrei-

chender Ernährung für alle Menschen, der Erhaltung und Nutzung der Umwelt. Sie begreifen den Sinn dieser Wissenschaft für die Bereicherung und Verschönerung des Lebens der Menschen.

In der Einführung in grundlegende Zusammenhänge der Wissenschaft Chemie mit den gesellschaftlichen und technischen Entwicklungsprozessen, in der Herausbildung stabiler Interessen und der Bereitschaft zur aktiven Mitwirkung an den Aufgaben des wissenschaftlich-technischen Fortschritts in unserem Lande besteht ein entscheidender **Beitrag des Chemieunterrichts zur polytechnischen Bildung und Erziehung.**

Der Chemieunterricht trägt in seiner Gesamtheit zur **Herausbildung des wissenschaftlichen Weltbildes** der Schüler bei. Mit dem Erwerb von Kenntnissen über die chemischen Elemente und den Bau der Stoffe aus Teilchen gewinnen die Schüler die elementare Einsicht, daß sich bei der großen Mannigfaltigkeit der Stoffe Einheitliches in bezug auf die Art der Teilchen, ihren Zusammenhalt und ihre Anordnung zeigt.

Bei der Behandlung von Stoffen und chemischen Reaktionen wird das im Physikunterricht der Klasse 6 angebaute Verständnis der Schüler weiter vertieft, daß makroskopisch beobachtbare Erscheinungen auf Zusammenhänge im Teilchenbereich zurückgeführt werden können. Dabei wird die Einsicht herausgearbeitet und gefestigt, daß Eigenschaften der Stoffe nicht durch das einzelne Teilchen, sondern immer durch die Wechselwirkung einer großen Anzahl von Teilchen bedingt sind.

Mit dem Vordringen in das Wesen chemischer Reaktionen bieten sich Möglichkeiten, den Schülern an konkreten Sachverhalten bewußtzumachen, daß viele chemische Vorgänge eine Einheit gegensätzlicher Prozesse bilden. So erkennen die Schüler z. B. in Klasse 8, daß Oxidation und Reduktion in der Redoxreaktion und Protonenaufnahme und Protonenabgabe in der Reaktion mit Protonenübergang unlösbar miteinander verbunden sind.

Der Chemieunterricht fördert auf vielfältige Weise die Überzeugung der Schüler vom objektiven Charakter der Naturgesetze und ihrer Erkennbarkeit und festigt die Einsicht, daß mit der praktischen Anwendung von Gesetzen zugleich auch ihre objektive Existenz bestätigt wird.

Besonders bedeutsam für die Ausbildung dieser **weltanschaulischen Einsichten** und für die **Erziehung zum materialistischen Herangehen** an die Erkenntnis der Wirklichkeit sind Methoden wie das Experimentieren und Beobachten. Die Schüler erfahren beim Experimentieren, daß die praktische Einwirkung auf die Stoffe auf der Grundlage einer gezielten Fragestellung neue Kenntnisse liefert und ihnen hilft, die Wahrheit theoretischer Überlegungen zu überprüfen. Das selbständige Experimentieren trägt auch dazu bei, die Schüler zum sorgfältigen, planmäßigen und ausdauernden Arbeiten zu erziehen.

Hinweise auf die Geschichte der Chemie und der chemischen Technik sowie auf die Leistungen bedeutender Wissenschaftler sind wirksame Ansatzpunkte für das Verständnis der geschichtlichen Entwicklung wissenschaftlicher und technischer Errungenschaften in ihrer Abhängigkeit von den gesellschaftlichen Bedingungen und Bedürfnissen. Was deutlich gemacht werden sollte: Ziele und Inhalte des Chemieunterrichts enthalten wesentliche Potenzen für die zielgerichtete Mitwirkung dieses Faches an der Realisierung grundlegender Aufgaben unserer Schule bei der Entwicklung der Persönlichkeit der Schüler.

Diese Potenzen werden nur in einem Unterricht wirksam, in dem die Schüler zur **selbständigen geistigen und praktischen Auseinandersetzung** mit den ausgewählten Inhalten herausgefordert und befähigt werden, in dem sie eine aktive Position einnehmen. Auch für den Chemieunterricht gilt, daß sich die Persönlichkeit in der Tätigkeit entwickelt, in einem Prozeß, in dem die „äußeren“ Ziele und Anforderungen von den Schülern „angenommen“ und damit zu ihren eigenen Motiven und Zielsetzungen werden.

In diesem Prozeß der Vermittlung und aktiven Aneignung des grundlegenden Wissens und Könnens im Chemieunterricht werden unter Nutzung der spezifischen Möglichkeiten dieses Faches Einstellungen, Verhaltensweisen und Fähigkeiten der Schüler ausgebildet, die zu den wesentlichen Zielen der allgemeinbildenden Schule zählen. Das betrifft die Erziehung zu Interesse und Freude an der Lösung anspruchsvoller Aufgaben ebenso wie Entwicklung des logischen Denkens und im Zusammenhang damit die Schulung des sprachlichen Vermögens der Schüler. Die experimentelle Tätigkeit ist im besonderen Maße geeignet, die Beweglichkeit des Denkens zu fördern, den Willen und die Gewohnheit zum angestregten, sorgfältigen, überlegten Handeln zu formen und Fähigkeiten und Bereitschaft zum kooperativen Zusammenwirken mit anderen zu entwickeln.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die **Funktion des Chemieunterrichts** in der Umsetzung folgender miteinander verbundener Aufgaben besteht:

Die Schüler erwerben im Unterricht dieses Faches solides, systematisches Wissen und Können über grundlegende Fakten, Begriffe, Gesetze, Methoden und Verfahren der Chemie, das ihr Verständnis für elementare chemische Zusammenhänge in der Natur, im Alltag und in der chemischen Produktion und für Entwicklungsrichtungen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts sichert. Im Prozeß der Vermittlung und Aneignung dieses Wissens und Könnens werden die Potenzen der aktiven Auseinandersetzung mit chemischen Sachverhalten unter Anwendung entsprechender wissenschaftlicher Methoden und Verfahren im oben dargestellten Sinne zielstrebig für die Entwicklung der Persönlichkeit genutzt.

1.2. Hauptrichtungen der Weiterentwicklung des Chemieunterrichts

1.2.1. Weiterentwicklung des Ziel-Inhalt-Konzepts

Die Bilanzierung der bislang gültigen Unterrichtsmaterialien für das Fach Chemie führte zum Ergebnis, daß die darin ausgewiesenen **grundlegenden Ziele und Inhalte** zu einem wesentlichen Teil den Anforderungen auch weiterhin entsprechen. In Übereinstimmung damit bestanden die **Hauptrichtungen der Weiterentwicklung des Chemieunterrichts** darin, ausgehend von der Funktion des Faches,

- die **grundlegenden Ziele und Inhalte** im Ziel-Inhalt-Konzept klarer herausarbeiten, im Lehrplan deutlich zu kennzeichnen und die Stoff-Zeit-Situation durch inhaltliche Entlastungen zu verbessern,
- notwendige Modernisierungen im Hinblick auf den Unterrichtsstoff und die entsprechenden Betrachtungsweisen vorzunehmen,

- das didaktisch-methodische Konzept so zu überarbeiten, daß die inhaltliche Linienführung deutlich erkennbar ist und insgesamt günstige Bedingungen für aktives, erfolgreiches Lernen geschaffen werden.

Im folgenden wird zunächst auf die **inhaltliche Ausgestaltung der Erkenntnislinien Stoff, chemische Reaktion und Anwendung von Stoffen und technische Herstellung von Stoffen** eingegangen.

In bezug auf die Erkenntnislinie **Stoff** ging es vor allem darum, den inhaltlichen Schwerpunkt eindeutiger zu bestimmen und in den Unterrichtsmaterialien kenntlich zu machen.

Welche Fakten, Begriffe und Zusammenhänge – so wurde in der Unterrichtsdiskussion gefragt – müssen in den Mittelpunkt der geistigen und praktischen Auseinandersetzung der Schüler mit diesem Erkenntnisgegenstand gestellt werden?

Auf welche Inhalte ist der besondere Akzent zu legen, damit alle Schüler die in den Zielen angestrebten Persönlichkeitseigenschaften erwerben?

In den „Zielen und Aufgaben“ wird das neue Herangehen herausgestellt. Es heißt dort, daß die Schüler sich Wissen über **Zusammenhänge zwischen dem Bau und wesentlichen Eigenschaften von Stoffen** aneignen und, auf dieses Wissen gestützt, aus dem Bau Schlußfolgerungen über einige Eigenschaften und über praktische Anwendungsmöglichkeiten von Stoffen ableiten sollen. [2, S. 4] Was bisher ein Betrachtungsaspekt unter verschiedenen anderen war, wird nun zu einem Schwerpunkt nicht nur einzelner Stoffgebiete oder einer Klassenstufe, sondern des Lehrgangs insgesamt.

In der Lehrplandiskussion wurde das Anliegen der Lehrplanüberarbeitung unterstützt, die inhaltliche Geschlossenheit des Chemielehrgangs auf diesem Wege zu erhöhen. Die Orientierung auf die dargestellte Betrachtungsweise ist mit zwei wesentlichen Konsequenzen verknüpft.

Die Behandlung der Stoffklassen Metalle, Molekülsubstanzen, Ionensubstanzen und polymere Stoffe ist besonders geeignet, die Aufmerksamkeit der Schüler auf die Zusammenhänge zwischen Bau und Eigenschaften der Stoffe zu lenken und das entsprechende Wissen und Können im Lehrgang schrittweise auszubauen.

Der Vermittlung gründlicher Kenntnisse über die Eigenschaften der Stoffe wird in dem neuen Chemielehrplan hohe Bedeutung beigemessen. Diese Kenntnisse sind eine notwendige Voraussetzung für das inhaltliche Verständnis der Bau-Eigenschaft-Beziehungen, besitzen aber im Rahmen der im Chemieunterricht vermittelten Allgemeinbildung auch einen ausgeprägten eigenen Wert. Diese Orientierung bietet wirksame Ansatzpunkte dafür, durch Nutzung der Erfahrungen der Schüler und durch Einsatz des Experiments das Interesse am Unterricht zu erhöhen und eine aktive Einstellung der Schüler zum Lernen zu fördern.

Am Beispiel der in dem neuen Lehrplan konzipierten Behandlung der Stoffe wird deutlich:

Konzentration auf Grundlegendes und inhaltliche Modernisierung als Hauptrichtungen der Weiterentwicklung des Chemieunterrichts bedingen einander. Dieser Bezug wird auch an der Einführung des heute in der Wissenschaft Chemie gebräuchlichen Elementbegriffs deutlich. Der Übergang zu diesem für den Chemieunterricht unserer allgemeinbildenden Schule neuen Element-

begriff von Klasse 7 an ist keine inhaltliche Modernisierung, die neben der gekennzeichneten Schwerpunktsetzung steht. Er ist vielmehr eine notwendige Bedingung für diese Schwerpunktsetzung, weil er den Schülern den Zugang zum Verständnis der Stoffklassen und der Beziehungen zwischen Teilchen und Stoff erleichtert. Die öffentliche Diskussion hat gezeigt, daß es nicht überflüssig ist, auf solche Zusammenhänge einzugehen. Besteht doch ein komplizierter, aber zugleich unerläßlicher Schritt des Eindringens in die Konzeption des neuen Chemielehrplans gerade darin, einzelne Veränderungen in ihrer Bedeutung und in ihrem Stellenwert für den Gesamtlehrgang zu erfassen.

Auch die Ziele und der Inhalt der Behandlung **chemischer Reaktionen** wurden weiter ausgestaltet. Im Lehrplan wird als Ziel formuliert, daß die Schüler wesentliche Merkmale chemischer Reaktionen erfassen und sicheres Wissen über den Einfluß von Temperatur, Druck und Konzentration auf den Verlauf chemischer Reaktionen erwerben sollen. [2, S. 4]

An anderer Stelle der „Ziele und Aufgaben“ wird darauf hingewiesen, daß die Schüler auch weiterhin mit Reaktionsarten bekannt zu machen sind.

Damit werden Ziele genannt, die in ähnlicher Weise auch im alten Chemielehrplan stehen, also zu jenen Zielen des Chemieunterrichts gehören, die sich in zwei Jahrzehnten Arbeit nach diesem Lehrplan bewährt haben.

Der Meinungsstreit zu diesem Gegenstand konzentrierte sich auf die Fragen: Zielen die im alten Lehrplan angelegten Inhalte und ihre Einordnung im Lehrgang bereits genügend auf das Wesentliche der chemischen Reaktion?

Stimulieren sie die Schüler, sich intensiv mit dem Unterrichtsstoff auseinanderzusetzen?

Wird mit diesen Inhalten bereits in notwendiger und vom Gegenstand her auch möglicher Weise die Entwicklung der Persönlichkeit der Schüler gefördert?

Die an diesen und weiteren Fragen orientierten Arbeiten am Lehrplan führten dazu, daß auf der Grundlage bewährter Zielstellungen eine wesentliche Poffierung der entsprechenden Inhalte erreicht wurde.

In bezug auf die **Merkmale der chemischen Reaktion** erfolgte eine inhaltliche Weiterentwicklung in der Richtung, daß die chemische Reaktion bereits in Klasse 7 als Vorgang betrachtet wird, der durch Stoff- und Energieumwandlung gekennzeichnet ist. Diese Veränderung, die sich auf die Vorleistungen aus dem Physikunterricht der Klasse 7 gründet, soll zu einem tieferen Verständnis des Wesens der chemischen Reaktion und der im Chemieunterricht behandelten chemisch-technischen Prozesse führen. Sie öffnet den Schülern auch den Blick dafür, daß Naturgesetze, wie das Gesetz der Erhaltung der Energie, umfassende Gültigkeit haben.

Gravierende Veränderungen erfolgten auch im Inhalt der **Reaktionsarten** und ihrer Anordnung im Lehrgang. Die Schüler werden künftig in Klasse 8 mit der Reaktion mit Protonenübergang und der Redoxreaktion bekannt gemacht. Durch die Einführung der Reaktion mit Protonenübergang und der Redoxreaktion sind die Schüler in der Lage, übereinstimmende Merkmale vieler unterschiedlicher Reaktionen zu erkennen. Die Schüler lernen wesentliche Reaktionen saurer und basischer Lösungen sowie deren praktische Anwendung kennen. [2, S. 6]

Durch Konzentration auf zwei grundlegende Reaktionsarten soll in Klasse 8 ein Zuwachs in bezug auf Systemhaftigkeit des Wissens, auf erkenntnisfördernde Problemsituationen erreicht werden. Damit ist das fachlich-methodische Anliegen gekennzeichnet. Es geht bei der Behandlung dieser Reaktionsarten jedoch auch darum, beim Schüler in enger Verbindung mit dem Erkenntnisgegenstand Einsichten in die unlösbare Einheit einander entgegengesetzter Prozesse anzubahnen, d. h. – ohne den Begriff zu verwenden – eine dialektische Betrachtungsweise zu fördern.

Der neue Lehrplan weist aus, daß die Reaktion mit Protonenübergang künftig nicht mehr neben der Säure-Base-Theorie von Arrhenius behandelt wird. Die Redoxreaktion lernen die Schüler von Anfang an als Art der chemischen Reaktion kennen, bei der sich die Oxidationszahlen von Elementen ändern. Hier wurde der alte pädagogische Grundsatz befolgt, daß Umlernen für die Schüler schwerer ist als Neulernen. Ein solches Umlernen wird es aber für viele Chemielehrer geben, die über Jahre hinweg mit dem alten Lehrplan gearbeitet haben. Deshalb muß besonders sorgfältig darauf geachtet werden, daß die bisher verwendeten Betrachtungsweisen nicht dem neuen Inhalt unterlegt werden.

Nicht weniger bedeutsam ist es, im Rahmen der im Lehrplan abgesteckten Ziele zu bleiben. Das gilt vor allem für die Behandlung der Reaktion mit Protonenübergang. Die Schüler lernen die Reaktion mit Protonenübergang als Art der chemischen Reaktion kennen, bei der Protonen von Teilchen abgegeben und von anderen Teilchen aufgenommen werden. Manche Kollegen schlugen an dieser Stelle vor, im allgemeinbildenden Chemieunterricht tiefer in die Brönstedtsche Säure-Base-Theorie einzudringen. In gründlichen Diskussionen setzte sich jedoch die Auffassung durch, nur die für die Allgemeinbildung notwendigen Inhalte in den Lehrplan aufzunehmen, um den Schülern nicht durch ein Zuviel an Unterrichtsstoff und durch schwer verständliche theoretische Verallgemeinerungen den Weg zum Verständnis des Wesentlichen zu verstellen.

Auf die im alten Lehrplan in Klasse 8 eingeführte Reaktionsart Fällungsreaktion als chemische Reaktion, bei der Ionen zu Kristallen eines schwerlöslichen Stoffes zusammentreten, wird künftig verzichtet. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, daß unter dem Begriff Fällungsreaktion chemische Reaktionen zusammengefaßt werden, die in bezug auf den Verlauf der Reaktion und den Bau der Reaktionsprodukte zum Teil wesentliche Unterschiede aufweisen. Im neuen Lehrplan wird deshalb in entsprechenden Fällen die Bezeichnung „Bildung von Niederschlägen“ verwendet.

Unter den Zielstellungen des Chemieunterrichts nimmt das Bekanntmachen der Schüler mit **praktischen Anwendungen chemischer Erkenntnisse** wie bisher einen wichtigen Platz ein. Die Schüler sollen erfahren, welchen Beitrag die chemische Industrie zur Versorgung der Volkswirtschaft mit hochwertigen Chemieprodukten, Werkstoffen und mit Energieträgern leistet. [2, S. 4]

Im Lehrplan wird die Aufgabe hervorgehoben, den Schülern die Bedeutung der möglichst vollständigen Nutzung von Rohstoffen, der Veredlung und der Rückführung von Abprodukten in den Stoffkreislauf bewußtzumachen. Betrachtet man die Veränderungen im Inhalt des neuen Lehrplans, kann der Eindruck entstehen, daß diese Veränderungen in einem gewissen Widerspruch zu den anspruchsvollen Zielen stehen. So entfällt künftig die Behandlung des

Hochofenprozesses in Klasse 7, und Stoffeinheiten bzw. Stoffgebiete, wie „Wissenschaft Chemie – chemische Industrie“ (Klasse 7) und „Wissenschaft Chemie als Produktivkraft“ (Klasse 10) wurden gestrichen.

Das Studium des Gesamtlehrgangs macht jedoch deutlich, daß der Chemieunterricht nach dem neuen Lehrplan eng mit der Praxis, mit dem Leben verbunden ist. Diese Praxisnähe kommt u. a. darin zum Ausdruck, daß

- die Erarbeitung grundlegender Begriffe und theoretischer Zusammenhänge sehr oft mit der Betrachtung praktisch bedeutsamer Stoffe beginnt, wobei nach Möglichkeit solche Stoffe gewählt werden, die den Schülern aus dem Alltag oder aus dem vorausgegangenen Unterricht bereits bekannt sind,
- mit der Behandlung der technischen Herstellung von Aluminium und der elektrolytischen Raffination von Rohkupfer sowie von Bau, Eigenschaften und Verwendung von Glas Chemieprodukte und chemisch-technische Verfahren neu in den Lehrgang einbezogen wurden, die für die Volkswirtschaft der DDR große Bedeutung haben,
- Fragen der Bereitstellung und volkswirtschaftlichen Nutzung von Rohstoffen und Sekundärrohstoffen, der Veredlung, der Verminderung von Umweltbelastungen unter chemisch-technischen und gesellschaftlichen Gesichtspunkten im Lehrgang einen breiten Raum einnehmen,
- verstärkt mit Hinweisen auf technisch bedeutsame Stoffe (z. B. Gewinnen von hochreinem Silicium), auf neue Einsatzgebiete von Werkstoffen (z. B. Glas), auf Maßnahmen zur Verringerung der Schadstoffemission und auf solche Stoffe gearbeitet wird, die im täglichen Leben oder in den Lebensprozessen der Organismen eine wichtige Rolle spielen,
- chemisch-technische Sachverhalte auf Grund der Veränderungen in den theoretischen Grundlagen (Zusammenhang zwischen Bau, Eigenschaften und Verwendung der Stoffe, Energieumwandlung als Merkmal chemischer Reaktionen, Bedingungen für den Verlauf chemischer Reaktionen in Klasse 7) fundierter behandelt werden können.

Im Rahmen der Weiterentwicklung des Chemieunterrichts kommt den Veränderungen auf dem Gebiet der **chemischen Zeichensprache** eine wichtige Funktion zu. An verschiedenen Stellen wird im Lehrplan hervorgehoben, daß solides Können in der Anwendung der chemischen Zeichensprache nach wie vor zum unverzichtbaren Bestand der im Chemieunterricht vermittelten Allgemeinbildung gehört. Die Schüler sollen befähigt werden, Stoffe und chemische Reaktionen „durch Anwendung der chemischen Zeichensprache exakt zu kennzeichnen“, heißt es dazu im Gesamtvorwort. [2, S. 4]

Im Interesse der erfolgreichen Arbeit an diesem wichtigen und methodisch anspruchsvollen Gegenstand ist es notwendig, daß jedem Chemielehrer die Richtungen der inhaltlichen Ausgestaltung auf dem Gebiet der chemischen Zeichensprache und die ihnen zugrunde liegenden Beweggründe bewußt sind. Das entscheidende Anliegen der vorgenommenen Veränderungen besteht darin, günstige Bedingungen dafür zu schaffen, daß die Zeichensprache der Chemie von den Schülern als Instrument für das tiefere inhaltliche Verständnis der Stoffe und der chemischen Reaktion verstanden werden kann.

In diesem Sinne wird gefordert: „Bei der Arbeit mit der chemischen Zeichensprache in Klasse 7 bildet das Erschließen der inhaltlichen Aussagen von Symbolen, Formeln und Reaktionsgleichungen den Schwerpunkt.“ [2, S. 5]

Dieser Anspruch gilt nicht nur für die Klasse 7, sondern für den Chemieunterricht in allen Klassenstufen. Durch diese Orientierung soll dazu beigetragen werden, den Schülern besser als bisher bewußtzumachen, warum sie sich Wissen und Können zur Zeichensprache aneignen müssen. Als inhaltliche Konsequenz dieser Akzentsetzung wurde die konzentrierte Einführung in die chemische Zeichensprache in einem geschlossenen Stoffgebiet zugunsten der schrittweisen Entwicklung des entsprechenden Wissens und Könnens aufgegeben. Die Schüler werden mit Symbolen, Formeln, Zeichen für Ionen und Reaktionsgleichungen in Klasse 7 in solchen Situationen bekannt gemacht, in denen es der Inhalt des Chemieunterrichts zwingend erfordert. Dabei wird künftig dem Interpretieren von Formeln und Reaktionsgleichungen besondere Aufmerksamkeit gewidmet. In bezug auf die chemische Formel wurde dabei soweit gegangen, auf das Aufstellen von Formeln durch die Schüler mit Hilfe der stöchiometrischen Wertigkeit zu verzichten. Diese Entscheidung löste bekanntlich einen heftigen, kontrovers geführten Meinungsstreit aus. Im Mittelpunkt standen dabei nicht vordergründig methodische oder inhaltliche Fragen im engeren Sinne, sondern die prinzipielle Frage:

Was kann und was muß der Chemieunterricht in der allgemeinbildenden Schule auf diesem Gebiet leisten, und was geht über den Gegenstand der Allgemeinbildung hinaus?

Immer deutlicher setzte sich dabei der Standpunkt durch, daß das Aufstellen von Formeln nicht zu den Tätigkeiten gehört, die die Entwicklung der Persönlichkeit der Schüler nachhaltig fördern und damit für die Realisierung grundlegender Ziele des Chemieunterrichts verzichtbar sind. Das letztlich entscheidende Motiv war also auch in diesem Falle die pädagogisch begründete Konzentration auf das Wesentliche, d. h. auf die Nutzung der chemischen Zeichensprache als Arbeitsmittel bei der Gewinnung neuer Erkenntnisse über Stoffe und chemische Reaktionen und zum Beschreiben, Interpretieren und Erklären chemischer Sachverhalte. [3, S. 125]

Ähnliche Beweggründe liegen auch der Weiterentwicklung auf dem Gebiet der **quantitativen Betrachtung** zugrunde. Die quantitative Betrachtung von Stoffen und chemischen Reaktionen ist und bleibt ein wichtiges Anliegen des Chemieunterrichts.

An diesem Sachverhalt gibt es keine Abstriche. Die Weiterentwicklung zielt darauf ab, quantitative Betrachtungen aus einer zu engen und einseitigen Bindung an das chemische Rechnen zu lösen und dem inhaltlichen Erschließen solcher Größen, wie Stoffmenge, molare Masse, molares Volumen und Stoffmengenkonzentration, dabei mehr Raum zu geben. Wenn Kollegen mit Bezug auf die quantitative Betrachtung schreiben: „Diese Tätigkeit kann und darf nicht Selbstzweck sein, sondern muß sich den Hauptzielen des Chemieunterrichts unterordnen“, so werden damit die entscheidenden Positionen der Lehrplanarbeit zum Ausdruck gebracht. [4, S. 103]

Aus der Funktion des Faches, der entsprechenden Wichtung des Stoffes und der Profilierung der didaktisch-methodischen Konzeption ergeben sich auch die wesentlichen Ansatzpunkte für die **weltanschaulichen und moralisch-erzieherischen Zielstellungen** des Chemieunterrichts.

Noch konsequenter, als im alten Lehrplan bereits angelegt, werden weltanschauliche Einsichten im Chemieunterricht aus dem fachlichen Inhalt

heraus entwickelt. Unter dieser Sicht betrachtet, ergeben sich aus der auf ausreichendes Faktenmaterial gestützten Erarbeitung der Zusammenhänge zwischen dem Bau der Stoffe und ihren Eigenschaften, aus der Stellung der Reaktionsarten Reaktion mit Protonenübergang und Redoxreaktion, aus dem schrittweisen Eindringen in die Merkmale und den zeitlichen Verlauf der chemischen Reaktion zugleich auch günstige Möglichkeiten, im Chemieunterricht zur Vermittlung des wissenschaftlichen Weltbildes der Schüler beizutragen. Liegen doch in der Auseinandersetzung mit diesen Inhalten Potenzen für die **Anbahnung eines dialektischen Naturverständnisses**, für die Festigung der Überzeugung von der Erkennbarkeit der Zusammenhänge in chemischen Sachverhalten. Bei der Realisierung dieser Aufgaben wirkt der Chemieunterricht eng mit anderen Fächern, vor allem mit dem Physik- und Biologieunterricht zusammen. Starke Impulse ergeben sich dabei, wenn die Schüler im Chemieunterricht im Zusammenhang mit der Durchführung von Experimenten selbst Fragen an die Natur stellen, dabei aktiv auf den Verlauf der zu untersuchenden chemischen Reaktionen einwirken und aus den Beobachtungsergebnissen entsprechende Schlußfolgerungen ableiten. In der eigenen Tätigkeit erleben die Schüler, was es heißt, die Natur zu erkennen.

Wenn im neuen Lehrplan gefordert wird, daß alle Schüler beim Experimentieren an der Erarbeitung der jeweiligen Fragestellung aktiv mitwirken sollen, für jeden Schüler gute Beobachtungsmöglichkeiten zu gewährleisten sind, daß auf unvoreingenommenes Erfassen der Sachverhalte und auf gründliches Auswerten der Ergebnisse der Experimente zu achten ist, dann zielt das auch auf die volle Nutzung der gekennzeichneten weltanschaulichen Potenz des Experimentierens. [2, S. 9] Diese Erziehung zur Exaktheit, zur strengen Objektivität usw. darf die emotionale Beziehung der Schüler zu ihrer Tätigkeit keineswegs ausschließen. Gefühle wie Neugier, Freude am Knobeln, Stolz auf das Erreichte sind als wirksame Faktoren der Bildung und Erziehung im Chemieunterricht zu nutzen.

Bei der Ausarbeitung des neuen Chemielehrplans wurde besonderer Wert darauf gelegt, theoretische Erkenntnisse und praktische Anwendungen dieser Erkenntnisse so miteinander zu verbinden, daß die Schüler im Laufe des Chemieunterrichts **Antwort auf die Frage nach dem Sinn der Wissenschaft Chemie** in unserer Gesellschaft und für jeden einzelnen erhalten. Im Zusammenwirken mit anderen Unterrichtsfächern hat der Chemieunterricht dabei die Aufgabe, die Schüler zu befähigen, sich mit wissenschaftspessimistischen Auffassungen, alternativen Konzeptionen und Auffassungen von einem Verzicht auf Wissenschaft auseinanderzusetzen und ihre Bereitschaft zu entwickeln, sich den Herausforderungen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts zu stellen. [5, S. 128] Dazu werden den Schülern im Chemieunterricht Einblicke in Probleme, vor allem aber auch in Maßnahmen zur Nutzung, Bewahrung und Gestaltung der Umwelt vermittelt.

1.2.2. Weiterentwicklung der didaktisch-methodischen Konzeption

Im Zusammenhang mit der genaueren Bestimmung der Funktion des Chemieunterrichts und der Akzentuierung der Ziele und des Unterrichtsstoffes wurde die Linienführung des Chemielehrgangs weiter profiliert. Dabei wurde der

Unterrichtsstoff so angeordnet und strukturiert, daß günstige Voraussetzungen für einen effektiven Verlauf des Unterrichtsprozesses, des Erkenntnisprozesses sowie der geistigen und ideologischen Entwicklung der Schüler geschaffen werden. [6, S. 64]

Was zeichnet diese Linienführung aus?

Die Linienführung ist so gestaltet, daß eine **langfristige, zielstrebige Auseinandersetzung der Schüler mit tragenden Begriffen, Gesetzen und Methoden der Chemie** gesichert werden kann. Von dieser Position ausgehend, wurde der Chemielehrgang der Klasse 7 so angelegt, daß die Schüler im Chemieunterricht dieser Klassenstufe eine ausbaufähige Orientierungsgrundlage für das Eindringen in die Zusammenhänge zwischen Bau, Eigenschaften und Verwendung von Stoffen und für das Verständnis wesentlicher Merkmale und Gesetzmäßigkeiten der chemischen Reaktion erhalten. Dabei wird auch auf die praktische Bedeutung dieser Erkenntnisse eingegangen. Damit gewinnt der Chemieunterricht der Klasse 7 im Rahmen des Gesamtlehrgangs eine klare Funktion. Das auf dieser Klassenstufe vermittelte Wissen und Können in bezug auf Stoffe, chemische Reaktionen und deren praktische Anwendung wird im nachfolgenden Unterricht systematisch vertieft, erweitert und gefestigt.

Die didaktisch-methodische Konzeption des Chemielehrgangs ermöglicht auf diese Weise, das Fortschreiten der Schüler im Unterrichtsstoff so zu planen und zu führen, daß **neues Wissen und Können fest im schon Bekannten verankert** wird und zu dessen Ausbau, Anwendung und Überprüfung dient. In der folgenden Darstellung der Entwicklung der Erkenntnislinien „Stoff“, „chemische Reaktion“ und „Anwendung von Stoffen und technische Herstellung von Stoffen“ wird diese Anlage des Lehrgangs deutlich.

Bezogen auf die Erkenntnislinie **Stoff** werden im Chemieunterricht der Klasse 7 mit der Behandlung der Stoffklassen Metalle, Molekülsubstanzen und Ionensubstanzen Grundlagen geschaffen, die für den gesamten Lehrgang von tragender Bedeutung sind.

Die vermittelten Vorstellungen über den Bau der Metalle aus Atomen, über das Molekül und die Anordnung der Ionen im Ionenverband ermöglichen den Schülern auf dieser Stufe, elementare Zusammenhänge zwischen dem Bau, einigen Eigenschaften und der praktischen Verwendung der Stoffe zu erkennen. Dabei wird die Einsicht angebahnt, daß Eigenschaften der Stoffe nicht mit den Eigenschaften der isolierten Teilchen gleichgesetzt werden dürfen. Gestützt auf die Kenntnisse über den Bau des Atoms, wird das Periodensystem der Elemente bereits in dieser Klassenstufe als Arbeitsmittel eingeführt. Mit der Kennzeichnung von Stoffproben durch Angabe der Masse und der Teilchenanzahl und mit der Einführung der Größen Stoffmenge und molare Masse werden im Chemieunterricht der Klasse 7 wesentliche Voraussetzungen für die quantitative Betrachtung von Stoffen und chemischen Reaktionen geschaffen.

Die schrittweise Behandlung der Arten der chemischen Bindung Ionenbeziehung, Atombindung und Metallbindung im Chemieunterricht der Klasse 8 vertieft die Erkenntnis, daß der Bau der Stoffe durch die Art, den Zusammenhalt und die Anordnung der Teilchen gekennzeichnet ist. Mit den polymeren Stoffen lernen die Schüler eine weitere Stoffklasse kennen. Sie werden mit ausgewählten Vertretern der einzelnen Stoffklassen bekannt gemacht.

Insgesamt erwerben die Schüler ein differenzierteres Bild von der Einteilung der Stoffe und von den einzelnen Stoffklassen, das auch das Verständnis der Grenzen dieser Klassifizierung einschließt. Die in Klasse 7 vermittelten Kenntnisse über das Periodensystem der Elemente werden aufgegriffen und durch die Behandlung des Gesetzes der Periodizität vertieft. Die Schüler sind nun in der Lage, aus der Stellung eines Elements im Periodensystem Schlussfolgerungen über dessen Aufbau, über seine Eigenschaften und über Eigenschaften der entsprechenden Elementsubstanz abzuleiten.

Am Gegenstand organischer Stoffe festigen und erweitern die Schüler in Klasse 9 ihr Wissen über die Beziehungen zwischen dem Bau von Stoffen, ihren Eigenschaften und ihrer Verwendung. Auf der Grundlage des Wissens über Atombindung, Molekülsubstanzen und polymere Stoffe und unter Anwendung der Kenntnisse über funktionelle Gruppen als charakteristische Strukturmerkmale von Molekülen der Alkohole, Aldehyde und Carbonsäuren werden die Schüler in die Lage versetzt, in der Vielzahl und Vielfalt organischer Stoffe Klassen organischer Molekülsubstanzen zu erkennen.

In Klasse 10 werden das Wissen der Schüler über das Periodensystem der Elemente und ihr Können, mit diesem Arbeitsmittel zu arbeiten, wieder aufgegriffen. Bei der Betrachtung des Zusammenhangs zwischen der Stellung der Elemente im Periodensystem und der Zugehörigkeit der entsprechenden Elementsubstanzen zu Stoffklassen werden nun auch die Kenntnisse der Schüler über polymere Stoffe einbezogen. Das Wissen über das Periodensystem der Elemente und über saure und basische Lösungen wird zusammengeführt, indem die Schüler aus der Stellung der Elemente im Periodensystem Aussagen über die Reaktion ihrer Oxide mit Wasser ableiten. Bei der Untersuchung von Stoffen und bei der Behandlung von Verbindungen des Stickstoffs und der Herstellung von Schwefelsäure wenden die Schüler ihre Kenntnisse über Stoffe auf vielfältige Situationen an.

Die Erkenntnislinie **chemische Reaktion** ist eng mit der Erkenntnislinie Stoff verbunden. In Klasse 7 lernen die Schüler die Stoff- und Energieumwandlung und die Umordnung und Veränderung von Teilchen als Merkmale der chemischen Reaktion kennen. Sie erwerben erste Kenntnisse über Bedingungen, die den zeitlichen Verlauf chemischer Reaktionen beeinflussen. Die Schüler können Reaktionsgleichungen mit einfacher Grundstruktur (zwei Ausgangsstoffe, ein Reaktionsprodukt) entwickeln, bezüglich der Teilchenanzahl- und Stoffmengenverhältnisse interpretieren sowie die Massenverhältnisse von Stoffproben bei chemischen Reaktionen ermitteln.

In der Klasse 8 liegt ein Schwerpunkt auf dem Bekanntmachen mit den Reaktionsarten Reaktion mit Protonenübergang und Redoxreaktion. Dabei werden die Kenntnisse über die Umordnung und Veränderung von Teilchen bei chemischen Reaktionen angewendet. Die Kenntnisse der Schüler über die chemische Bindung ermöglichen, als weiteres Merkmal der chemischen Reaktion den Umbau der chemischen Bindung einzuführen. Die quantitative Betrachtung von chemischen Reaktionen wird durch die Einbeziehung von Volumenverhältnissen erweitert. Die Schüler sind nun in der Lage, Massen und Volumen der Stoffproben bei chemischen Reaktionen mittels allgemeiner Größengleichungen zu berechnen. Mit der Einführung der Begriffe Reaktionswärme, exotherme und endotherme Reaktion wird das Verständnis der Energieum-

wandlung bei chemischen Reaktionen vertieft. Damit werden Voraussetzungen für das inhaltliche Erfassen des Prinzips der Kopplung von exothermen und endothermen Reaktionen in der chemischen Technik geschaffen.

Bei der Behandlung von Grundlagen der organischen Chemie in *Klasse 9* festigen die Schüler ihr Wissen und Können in bezug auf Merkmale der chemischen Reaktion, auf Reaktionsbedingungen und Reaktionsarten. Mit der Substitution, Eliminierung und Addition lernen sie weitere Reaktionsarten kennen. Sie werden mit der Bedeutung von Katalysatoren und ihrer Wirkung auf den zeitlichen Verlauf chemischer Reaktionen bekannt gemacht und erweitern ihre Kenntnisse über Reaktionsbedingungen durch die Einführung der Reaktionsbedingung Druck.

In *Klasse 10* werden die in den vorangegangenen Klassenstufen vermittelten Kenntnisse über den Verlauf chemischer Reaktionen und über die Reaktionsbedingungen durch die Behandlung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts auf ein höheres theoretisches Niveau gebracht. Das abschließende Stoffgebiet „Systematisierung zur chemischen Reaktion – Praktikum“ kennzeichnet das Abschlußniveau, das zu dieser Erkenntnislinie im Chemieunterricht der polytechnischen Oberschule erreicht wird.

Die Erkenntnislinie **Anwendung von Stoffen und technische Herstellung von Stoffen** stützt sich auf das Wissen und Können, das die Schüler bezüglich Stoffe und chemische Reaktionen erwerben. Von *Klasse 7* an werden die Schüler mit der Anwendung von Stoffen in Industrie, Landwirtschaft und im Haushalt bekannt gemacht. Die Schüler erfassen die Bedeutung von Rohstoffen für die Volkswirtschaft der DDR sowie von chemischen Reaktionen für die Herstellung von Stoffen und die Bereitstellung von Energie. Sie erkennen Möglichkeiten der gezielten Beeinflussung chemischer Reaktionen in der Technik. Ihnen wird bewußt, daß chemisches Wissen zur Verhütung oder Begrenzung von Schäden durch chemische Reaktionen, z. B. durch Korrosion oder durch Brände, wichtig ist.

In *Klasse 8* steht die Behandlung chemisch-technischer Prozesse zur Herstellung von Metallen und von Branntkalk sowie zur Entgasung und Vergasung der Kohle im Mittelpunkt. Die Schüler lernen technologische Prinzipien der Führung chemisch-technischer Prozesse kennen und erwerben Kenntnisse über den Aufbau der entsprechenden Reaktionsapparate. Dabei wird das in *Klasse 7* erworbene Wissen von der Bedeutung der Rohstoffe vertieft und deren möglichst vollständige Nutzung und Veredlung, das Erfassen von Sekundärrohstoffen und die effektive Nutzung von Energie als wichtige Aufgabe der chemischen Technik und Produktion gekennzeichnet.

In *Klasse 9* wird das Verständnis der Schüler für diese volkswirtschaftlich bedeutsamen Zusammenhänge am Gegenstand der Veredlung von Erdöl und Erdgas vertieft. Die Schüler gewinnen einen Einblick in die breite Verwendung organischer Chemieprodukte in verschiedenen Bereichen der Volkswirtschaft und im täglichen Leben. Einen weiteren Schwerpunkt in *Klasse 9* bilden die Herstellung und die Verwendung synthetischer makromolekularer Stoffe. Im Zusammenhang mit der Behandlung der Methanolsynthese wird das Kreislaufprinzip als weiteres technologisches Prinzip eingeführt.

In *Klasse 10* steht die Behandlung der Ammoniaksynthese und der technischen Herstellung von Schwefelsäure im Mittelpunkt. Die Anwendung der

Kenntnisse über die Reaktionsgeschwindigkeit und das chemische Gleichgewicht ermöglicht den Schülern, die Gestaltung chemisch-technischer Prozesse tiefgründiger zu verstehen.

Aus dieser im neuen Chemielehrplan angelegten **inhaltlichen Linienführung des Chemieunterrichts** wird auch die Umgestaltung solcher Abschnitte des alten Lehrplanes verständlich, in denen theoretische Sachverhalte in übermäßig konzentrierter Form ausgewiesen sind. Das gilt insbesondere für die gedrängte Behandlung der chemischen Bindung und des Baus der Stoffe zu Beginn der Klasse 8. Es betrifft aber auch die geschlossene Einführung in die chemische Zeichensprache und in das chemische Rechnen in Klasse 7. Das grundsätzliche Anliegen dieser Veränderungen bestand darin, **theoretische Verallgemeinerungen so in den Lehrgang einzuordnen**, daß den Schülern die Notwendigkeit überzeugend bewußtgemacht werden kann, durch Aneignung neuer theoretischer Erkenntnisse tiefer in bereits vermittelte Sachverhalte einzudringen. Dabei soll ihnen die Möglichkeit gegeben werden, jeden Schritt des Eindringens in die Theorie als eine geistige Verarbeitung praktischer Erfahrungen und Beobachtungen zu gestalten. [7, S. 138]

So bilden z. B. die beim Lösen von Kaliumchlorid in Wasser ermittelte Temperaturänderung sowie die beobachteten Unterschiede der elektrischen Leitfähigkeit einer Metallchloridlösung und von destilliertem Wasser den Ausgangspunkt dafür, zu Beginn der Klasse 8 erneut die Frage aufzuwerfen, was beim „Lösen“ von Ionensubstanzen geschieht. Im Ergebnis dieser Überlegungen wird die Erkenntnis gewonnen, daß der Abbau von Ionenkristallen unter Einwirkung von Wasser eine chemische Reaktion ist.

Bei einem solchen methodischen Vorgehen gewinnen reiches Faktenwissen über Stoffe und chemische Reaktionen und die damit verbundenen Tätigkeiten, insbesondere das Experimentieren, einen besonders hohen Stellenwert. Dazu ist im Chemieunterricht bei der Erarbeitung theoretischer Zusammenhänge möglichst oft von solchen Stoffen und chemischen Reaktionen auszugehen, die den Schülern aus dem täglichen Leben bereits bekannt sind oder ihnen im Experiment zugänglich gemacht werden können.

Die Weiterentwicklung der Linienführung des Chemielehrgangs zielt darauf ab, die **Beziehungen zwischen dem Erwerb neuen Wissens und Könnens und ihrer Konsolidierung** günstiger zu gestalten. Dazu bietet bereits die dargestellte Verankerung des Neuen im Bekannten günstige Ansatzpunkte. Sie orientiert auf einen Unterricht, bei dem das Systematisieren und Festigen den gesamten Unterrichtsprozeß begleitet. Darüber hinaus enthält der neue Lehrplan mehr Abschnitte, die speziell der **Systematisierung und Festigung** des Wissens und Könnens dienen, als der alte Lehrplan.

Obwohl die Erweiterung des Umfangs der Systematisierung und Festigung, also der quantitative Aspekt, für die Ausbildung soliden, dauerhaften Wissens und Könnens sehr bedeutsam ist, kommt darin noch nicht die wesentliche Seite der Veränderungen zum Ausdruck. Sie besteht darin, daß in den entsprechenden Abschnitten des neuen Lehrplans ein hoher Anspruch an den Inhalt und das Niveau der Schülertätigkeiten gestellt wird. Den Schülern werden Aufgaben gestellt, für deren Lösung sie vorhandenes Wissen und Können unter einer für sie neuen Fragestellung anwenden und dazu Experimente relativ selbständig planen, durchführen und auswerten müssen.

1.3. Koordinierung des Chemieunterrichts mit anderen Unterrichtsfächern

Bei der Bestimmung der Funktion des Chemieunterrichts wurde hervorgehoben, daß dieses Fach, wie die anderen Fächer, mit der Realisierung der ihm gestellten spezifischen Ziele und Aufgaben immer auch einen Beitrag zur Entwicklung der ganzen Persönlichkeit der Schüler leistet. Facheigene und fachübergreifende Zielstellungen sind damit im Bildungs- und Erziehungskonzept des Chemieunterrichts miteinander verflochten. Diese Position muß auch in der Weise verstanden werden, daß die zielgerichtete, bewußte Nutzung der fachübergreifenden Koordinierung eine notwendige Voraussetzung dafür bildet, die Ziele und Aufgaben des Chemieunterrichts auf hohem Niveau zu erfüllen.

Besonders enge Beziehungen verbinden den Chemieunterricht mit den anderen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern. Bei der Ausarbeitung der neuen Lehrpläne wurde der Abstimmung in den Zielen, den Inhalten und der didaktisch-methodischen Konzeption der naturwissenschaftlichen Fächer besondere Beachtung geschenkt. Das erleichtert dem Chemielehrer die Aufgabe, die wesentlichen fachübergreifenden Beziehungen zu erkennen.

Fachübergreifende Beziehungen zum Inhalt des Physikunterrichts konzentrieren sich auf die Anwendung der in diesem Fach vermittelten Kenntnisse über das Atommodell, den Aufbau der Stoffe aus Teilchen und vor allem über Energieformen, Energieumwandlung und das Gesetz von der Erhaltung der Energie. Wenn im Chemieunterricht der Klasse 7 der Bau der Metalle aus Atomen behandelt und dabei ein Modell für die räumliche Anordnung von Atomen erarbeitet wird, dann müssen die Schüler erkennen, daß damit eine Betrachtungsweise weitergeführt wird, die ihnen bereits aus dem Physikunterricht der Klasse 6 bekannt ist.

Im Chemieunterricht der Klasse 8 dringen die Schüler tiefer in den Bau von Metallen ein und können den Zusammenhang zwischen dem Bau der Metalle aus Metall-Ionen und beweglichen Elektronen und einigen Eigenschaften der Metalle, darunter auch der elektrischen Leitfähigkeit, erläutern. An dieses Wissen und Können knüpft der Physikunterricht bei der Behandlung der elektrischen Ladung und des elektrischen Stroms in Klasse 8 an. [8, S. 54]

In Klasse 9 wird im Fach Physik erneut auf das Wissen der Schüler aus dem Chemieunterricht über den Bau der Metalle zurückgegriffen, wenn die Schüler mit elektrischen Leitungsvorgängen in Metallen bekannt gemacht werden. [8, S. 75] Noch tiefergehende Bezüge zwischen diesen Fächern ergeben sich, wenn das Wissen über den Energiebegriff, das die Schüler in der Stoffeinheit „Energie in Natur und Technik“ (Physik, Klasse 7) erwerben, anschließend im Chemieunterricht dafür genutzt wird, das Wesen der chemischen Reaktion als Stoff- und Energieumwandlung zu erfassen. Diese energetische Betrachtung der chemischen Reaktion ist zugleich eine wichtige Voraussetzung für das Erfassen der Bedeutung von Kohle, Erdöl und Erdgas als Energieträger und für das inhaltliche Verständnis des Prinzips der Kopplung exothermer und endothermer chemischer Reaktionen bei chemisch-technischen Prozessen.

Die Beispiele zeigen: Fachübergreifende Koordinierung des Chemieunterrichts mit dem Physikunterricht zielt darauf ab, den Schülern auf der Grundlage physikalischer Erkenntnisse den Zugang zu den Erkenntnislinien des

Chemielehrgangs zu erleichtern. Dabei soll ihnen an bedeutsamen Inhalten bewußtgemacht werden, daß Naturgesetze, wie das Gesetz von der Erhaltung der Energie, umfassende Gültigkeit besitzen.

Nicht weniger bedeutsam ist die Koordinierung zwischen beiden Fächern in bezug auf die Anwendung wissenschaftlicher Methoden und Verfahren. Sie beginnt wiederum damit, daß der Chemielehrer im einführenden Chemieunterricht auf dem Wissen und Können aufbaut, das im vorausgegangenen Physikunterricht zum Experimentieren, zum Arbeiten mit Gesetzen, zum Erklären usw. angelegt ist. Das reicht jedoch nicht aus. Der Physikunterricht übt im Hinblick auf die Herausbildung des Wissens und Könnens der Arbeit mit dem Experiment und mit Gesetzen im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts eine gewisse „Leitfunktion“ aus. Daraus ergeben sich weitergehende Konsequenzen für den Chemieunterricht. In den „Zielen und Aufgaben“ heißt es entsprechend: „In enger Verbindung mit dem Physikunterricht sind die Anforderungen an die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Experimenten schrittweise zu steigern.“ [2, S. 9]

Wenn z. B. im Physikunterricht der Klasse 8 im Stoffgebiet „Thermodynamik“ die Aufgabe gestellt wird, die Schüler an die bewußte Planung von Experimenten heranzuführen und eine erste Verallgemeinerung zum Wesen physikalischer Gesetze zu vollziehen, dann sind die in diesem Fach erreichten Ergebnisse im Chemieunterricht aufzugreifen und zu nutzen. [8, S. 44]

Eine enge Koordinierung der Fächer zu sichern erfordert die souveräne Beherrschung des eigenen Faches durch den Chemielehrer und schließt dessen Kenntnisse über ausgewählte Schwerpunkte in bezug auf den Inhalt anderer Fächer ein.

Was die **Beziehungen des Chemieunterrichts zum Fach Biologie** betrifft, so muß der Chemielehrer beachten, daß sich der neue Biologielehrgang in seiner Linienführung auf Vorleistungen aus dem Chemieunterricht stützt. In den Vorbemerkungen zum Stoffgebiet „Systematisierung“ (Biologie, Klasse 7) wird der Biologielehrer ausdrücklich darauf hingewiesen, daß Kenntnisse aus dem Chemieunterricht der Klasse 7 über die Merkmale der chemischen Reaktion auf den Vorgang der Ernährung angewendet werden. [9, S. 284]

Vorleistungen des Chemieunterrichts werden auch bei der Behandlung des Stoff- und Energiwechsels im menschlichen Organismus und in pflanzlichen Zellen für das Verständnis von Lebenserscheinungen genutzt. Die genaue Kenntnis dieser Zusammenhänge durch den Chemielehrer trägt dazu bei, in seinem Fach zielgerichtet auf diese Koordinierung hinzuarbeiten und entsprechendes Wissen seiner Schüler aus dem Biologieunterricht im Chemieunterricht an geeigneten Stellen wieder aufzugreifen.

Zugleich schafft aber der Biologieunterricht Vorleistungen für den Chemieunterricht. So kann der Chemielehrer bei der Behandlung der organischen Stoffe davon ausgehen, daß die Schüler diesen Begriff im Biologieunterricht bereits ab Klasse 6 verwenden und in Klasse 8 Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße als Grundbaustoffe des Organismus und als Energieträger kennenlernen. Im Zusammenhang mit der Verdauung werden die Schüler mit Enzymen als Stoffen bekannt gemacht, die den Ablauf chemischer Reaktionen beeinflussen. Daran kann angeknüpft werden, wenn im Chemieunterricht der Klasse 9 der Katalysator eingeführt wird. Gemeinsam tragen beide Fächer

schließlich dazu bei, die Schüler an das Verständnis biotechnologischer Verfahren heranzuführen.

Fachübergreifende Beziehungen verbinden den Chemieunterricht auch mit weiteren Unterrichtsfächern. So wird im **Mathematikunterricht** vermitteltes Wissen und Können über direkte Proportionalität, über das Rechnen mit Größengleichungen und die Arbeit mit dem elektronischen Taschenrechner bei der quantitativen Betrachtung von chemischen Sachverhalten einbezogen. Die Fächer **Geographie, Staatsbürgerkunde und Geschichte** erbringen für den Chemieunterricht Vorleistungen im Hinblick auf solche Inhalte wie z. B. Lagerstätten von Rohstoffen, Standorte großer Chemiebetriebe, Entwicklung der Industrieproduktion und die Leistungen der Werktätigen, Grundzüge der ökonomischen Politik der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands oder die Bedeutung wichtiger Werkstoffe in der Menschheitsgeschichte.

Aus der **produktiven Arbeit** bringen die Schüler Arbeits- und soziale Erfahrungen in den Chemieunterricht ein. Über Themen wie z. B. „Korrosionsschutz durch Beschichten“ werden Beziehungen zum Unterricht im Fach **Einführung in die sozialistische Produktion** vermittelt.

Wichtige Impulse erhält der Chemieunterricht auch vom muttersprachlichen **Deutschunterricht**, wenn zielgerichtet an das Können der Schüler im Beschreiben von Gegenständen und Vorgängen oder im Vergleichen angeknüpft wird, das die Schüler in diesem Fach erworben haben.

2. Der Chemieunterricht in den Klassen 7 bis 10

2.1. Der Chemieunterricht in Klasse 7

Im Chemieunterricht dieser Klassenstufe werden Grundlagen für die makroskopische und submikroskopische Betrachtung von Stoffen und chemischen Reaktionen, für die Einteilung von Stoffen in Stoffklassen und für das Verständnis von Merkmalen und Bedingungen der chemischen Reaktion gelegt. Indem die Schüler eine größere Anzahl von Stoffen auch in ihrer praktischen Bedeutung kennenlernen, setzen in dieser Klassenstufe alle Erkenntnislinien des Chemieunterrichts ein. [2, S. 12]

Mit der Einführung in die chemische Zeichensprache sowie in die quantitative Betrachtung von Stoffen und chemischen Reaktionen, mit der Behandlung von Modellen zum Bau der Stoffe und mit dem Einsatz von Lehrer- und Schülerexperimenten werden die Schüler im Chemieunterricht in dieser Klassenstufe an die Arbeit mit grundlegenden Erkenntnismethoden der Chemie herangeführt.

Das **Stoffgebiet 1. „Stoff – chemische Reaktion“** erfüllt im Gesamtlehrgang die Funktion, die Schüler mit den tragenden Begriffen der Chemie Stoff und chemische Reaktion bekannt zu machen. Das geschieht vor allem auf der Grundlage von solchen Stoffen und Reaktionen, die den Schülern aus dem täglichen Leben bekannt sind.

Inhaltlicher Schwerpunkt der *Stoffeinheit 1.1.* ist die Erkenntnis, daß Stoffe an ihren Eigenschaften erkannt werden können.

In der *Stoffeinheit 1.2. „Chemische Reaktion“* wird auf der Grundlage konkreter Vorstellungen eine erste Erläuterung des Begriffs chemische Reaktion gegeben.

Die Schüler erfahren an dieser Stelle, daß bei chemischen Reaktionen Wärme aufgenommen oder abgegeben wird. Die für eine exakte Bestimmung der Energieumwandlung erforderlichen Grundlagen werden im Physikunterricht erst später behandelt. Die Schüler lernen, Stoffumwandlungen und Zustandsänderungen zu unterscheiden. Im Unterricht ist das Augenmerk der Schüler nicht einseitig auf die Abgrenzung von physikalischen Vorgängen und chemischen Reaktionen zu richten, sondern es ist auch ihr notwendiger Zusammenhang hervorzuheben.

In der *Stoffeinheit 1.3. „Wasser – ein lebensnotwendiger Stoff“* tritt am Beispiel des Wassers die praktische Bedeutung von Stoffen in den Mittelpunkt. Die Schüler erfassen die Notwendigkeit des sorgsamsten Umgangs mit Wasser.

Im Unterricht zu diesem Stoffgebiet werden die Schüler, gestützt auf entsprechendes Können aus dem Biologie- und Physikunterricht, mit einfachen Arbeitstechniken der Chemie bekannt gemacht. Sie wenden ihre Fähigkeiten im Beobachten, Experimentieren und Beschreiben bei der Durchführung und Auswertung von Experimenten an.

Mit dem **Stoffgebiet 2. „Metalle“** beginnt die Behandlung von Stoffklassen. Die Stoffklasse Metalle wurde an den Anfang gestellt, weil

- Metalle den Schülern aus dem täglichen Leben und aus der produktiven Arbeit gut bekannt sind,

- die Zuordnung dieser Stoffe zu einer Stoffklasse besonders überzeugend ist und
- am Beispiel dieser Stoffklasse ein günstiger Zugang zum Verständnis des Baus der Stoffe aus Teilchen möglich ist.

In der *Stoffeinheit 2.1.* werden die Eigenschaften von Metallen herausgearbeitet, die für ihre Zuordnung zu einer Stoffklasse bestimmend sind. Mit der Behandlung des Baus der Metalle erfolgt an dieser Stoffklasse auf der Grundlage von Kenntnissen aus dem Physikunterricht der Klasse 6 der Übergang von der makroskopischen zur submikroskopischen Betrachtung. Besondere Beachtung verdient der Hinweis in den Vorbemerkungen zum Stoffgebiet, „daß die Eigenschaften der Metalle durch die Wechselwirkung einer sehr großen Anzahl von Teilchen bewirkt werden“. [2, S. 13]

Die Schüler lernen ein Modell vom Bau der Metalle aus Atomen kennen, das die räumliche Anordnung der Atome und deren Zusammenhalt durch starke Kräfte kennzeichnet. Der Lehrer muß beachten, daß auf der Grundlage dieses einfachen Modells nur der Zusammenhang zwischen dem festen Zustand und dem regelmäßigen Bau der Metalle erläutert werden kann.

Am Beispiel der Metalle werden Inhalte vermittelt, die nicht nur für dieses Stoffgebiet, sondern für den gesamten Chemielehrgang grundlegend sind. Dazu gehören:

- das Modell vom elektrisch neutralen Atom,
- der Elementbegriff,
- das Symbol als chemisches Zeichen,
- Beziehungen zwischen dem Atombau und der Anordnung der Elemente im Periodensystem,
- die Temperatur als Reaktionsbedingung,
- das Gesetz von der Erhaltung der Masse.

Mit der Erarbeitung dieser Stoffklasse wird auch die Einsicht angebahnt, daß Stoffe aus Teilchen aufgebaut sind. An anderer Stelle wurde bereits darauf verwiesen, daß der Begriff Element im Chemielehrgang einen neuen Inhalt erhält. Bisher wurde das Element im Chemieunterricht der Klasse 7 als Stoff eingeführt, dessen Atome die gleiche Anzahl positiver elektrischer Ladungen (Protonen) im Kern haben. Der Begriff Element trug damit einen „zwiespältigen“ Charakter. Das Element kennzeichnete einen Stoff, aber in anderen Fällen auch Bestandteile von Stoffen. Es war makroskopisches und submikroskopisches Objekt zugleich.

Künftig wird bereits in Klasse 7 konsequent zwischen dem Element als Bezeichnung einer bestimmten Atomart und dem Stoff unterschieden, den die Schüler an seinen Eigenschaften erkennen können. Die bisher als Elemente bezeichneten Stoffe verlieren damit im Lehrgang ihre frühere Sonderstellung. Ob als Metalle wie im zweiten Stoffgebiet oder anschließend im dritten Stoffgebiet als Molekülsubstanzen – immer treten sie dem Schüler als Stoffe entgegen, in deren Atomverbänden oder Molekülen Atome einer Art miteinander verbunden sind. Diese Veränderung führt auch dazu, daß der Begriff Verbindung im neuen Lehrplan für die Klassifizierung der Stoffe nicht mehr von tragender Bedeutung ist. Die Bezeichnung Verbindung für Stoffe, die aus mehreren Elementen zusammengesetzt sind, wurde im Lehrplan beibehalten, um sprachlich komplizierte Wendungen im Chemieunterricht zu vermeiden.

Im Zusammenhang mit der Behandlung der grundlegenden Begriffe Element und Symbol in der *Stoffeinheit 2.2.* wurden die Anordnung der Elemente im Periodensystem nach steigender Anzahl der Protonen und der Zusammenhang zwischen der Nummer der Hauptgruppen und der Anzahl der Außenelektronen neu in den Inhalt der Klasse 7 aufgenommen. Damit werden Erfahrungen der fortgeschrittenen Praxis, die Schüler bereits in Klasse 7 mit diesen Sachverhalten bekannt zu machen, im Lehrplan berücksichtigt. Sie sollen bereits im Anfangsunterricht begreifen, daß das Periodensystem der Elemente ein wichtiges Arbeitsmittel für das Erfassen wesentlicher Zusammenhänge auf dem Gebiet der Chemie ist.

Die systematische Erweiterung der Kenntnisse über gesetzmäßige Zusammenhänge zwischen Atombau und Stellung der Elemente im Periodensystem der Elemente und die Vertiefung von Kenntnissen über die historische Entwicklung des Periodensystems der Elemente erfolgen in Klasse 8.

Am Beispiel der Reaktion von einigen Metallen mit Sauerstoff wird in der *Stoffeinheit 2.3.* die Untersuchung chemischer Reaktionen weitergeführt. Die chemische Reaktion von Metallen mit Sauerstoff wird als Oxidation gekennzeichnet, die Oxidation aber nicht als Reaktionsart hervorgehoben. Veränderungen der Masse und Massenvergleiche zwischen einem Ausgangsstoff und einem Reaktionsprodukt sowie der Verbrauch des Sauerstoffs werden in die Betrachtungen einbezogen. Die Temperatur wird als Reaktionsbedingung eingeführt. Auf dieser Grundlage kann eine interessante Problemsituation für die nachfolgende Behandlung des Gesetzes von der Erhaltung der Masse vorbereitet werden. Metalloxide werden an dieser Stelle von ihrer Zusammensetzung her benannt, auf ihren Bau wird aber nicht eingegangen.

In der *Stoffeinheit 2.4.* „*Gesetz von der Erhaltung der Masse*“ lernen die Schüler ein grundlegendes Naturgesetz kennen. Es ist nicht – wie das in einigen Beiträgen zur öffentlichen Diskussion des neuen Chemielehrgangs anklang – vordergründig als geschichtlich bedeutsame Erkenntnis zu vermitteln, sondern erfüllt in diesem Lehrgang eine Funktion im Erkenntnisgang. Es kennzeichnet einen wesentlichen Zusammenhang aller chemischen Reaktionen und geht in der *Stoffeinheit 3.2.* in die Ableitung des Zusammenhangs von Masseerhalt und Erhalt der Anzahl der Atome der Elemente bei chemischen Reaktionen ein.

In der abschließenden *Stoffeinheit 2.5.* „*Merkmale der chemischen Reaktion – Festigung*“ werden die Kenntnisse der Schüler über Merkmale der chemischen Reaktion in enger Verbindung mit der experimentellen Arbeit gefestigt. Das im Lehrplan ausgewiesene Experiment „Reaktion von Zink mit dem Sauerstoff der Luft“ hat im Rahmen der langfristigen Entwicklung des experimentellen Könnens der Schüler die Funktion, ihre Selbständigkeit bei der Durchführung und Auswertung eines Experiments zu erhöhen.

Im **Stoffgebiet 3.** „**Molekülsubstanzen**“ lernen die Schüler Stoffe kennen, die aus Molekülen aufgebaut sind und relativ niedrige Schmelz- und Siedetemperaturen aufweisen. Von diesen Stoffen sind Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Wasser, wenn auch mit einer anderen Zielstellung und in einem anderen Sachzusammenhang, auch im alten Lehrplan enthalten. Chlor, Chlorwasserstoff, Schwefel und Schwefeldioxid wurden neu in den Inhalt der Klasse 7 aufgenommen. Dahinter steht die Absicht, den Schülern bereits im Anfangsunterricht breitere Kenntnisse über Stoffe zu vermitteln.

In der *Stoffeinheit 3.1. „Luft – Sauerstoff und Stickstoff“* werden die Bestandteile der Luft, Sauerstoff und Stickstoff, behandelt. Damit wird von einem den Schülern bekannten Sachverhalt ausgegangen. Eigenschaften und Verwendung des Sauerstoffs werden ausführlich dargestellt, bevor auf den Bau dieses Stoffs eingegangen wird. Die Schüler lernen am Beispiel des Sauerstoffs den Inhalt der Begriffe Molekül, Formel und Molekülsubstanz kennen. Dabei sollen sie verstehen, daß auch für die Beschreibung des Sauerstoffmoleküls ein Modell verwendet wird, in dem nur einige wesentliche Seiten dieses Objekts wiedergegeben werden. Wie bei der Behandlung des Atoms ist auch beim Molekül sorgfältig darauf zu achten, daß die Schüler das reale Teilchen und sein Modell nicht identifizieren. Auf das Wesen der Kräfte, die die Atome im Molekül zusammenhalten, wird erst im Chemieunterricht der Klasse 8 eingegangen. Mit der Aneignung des Satzes von Avogadro erwerben die Schüler die für den gesamten Lehrgang wesentliche Erkenntnis, daß Gasproben gleicher Volumen unter den gleichen Bedingungen immer die gleiche Anzahl von Teilchen enthalten. Damit wird das Verständnis der Schüler dafür vorbereitet, daß das molare Volumen aller Gase annähernd $22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}}$ beträgt.

Die am Sauerstoff und Stickstoff gewonnenen Erkenntnisse werden am Beispiel der Molekülsubstanzen Wasserstoff und Wasser in der *Stoffeinheit 3.2.* gefestigt. Die Vermittlung und Aneignung von Wissen über Vertreter dieser Stoffklasse ist auch dafür zu nutzen, die Kenntnisse der Schüler über die chemische Reaktion zu konsolidieren. Dazu trägt bei, daß eine Weiterentwicklung dieser Erkenntnislinie folgt, indem die Bildung von Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff teilchenmäßig betrachtet und die Reaktionsgleichung eingeführt wird.

Die *Stoffeinheit 3.3. „Chlor und Chlorwasserstoff“* bietet weitere Möglichkeiten, im engen Zusammenhang mit dem Erwerb lebendiger Vorstellungen über Eigenschaften und Verwendung dieser Stoffe, das Wissen über Molekülsubstanzen anzuwenden. Dabei wird das Entwickeln von Reaktionsgleichungen gefestigt.

In der *Stoffeinheit 3.4. „Schwefel und Schwefeldioxid“* wird das Wissen der Schüler über Molekülsubstanzen dadurch bereichert, daß sie mit dem Schwefel auch einen festen Stoff kennenlernen. Das trägt zur Herausbildung der Kenntnis bei, daß Molekülsubstanzen trotz der Gemeinsamkeiten in ihrem Bau teilweise recht unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Bei der Behandlung des Schwefeldioxids werden die Schüler an das Problem herangeführt, daß bei der Verbrennung von Kohle und Heizöl Schwefeldioxid entsteht, das als Luftschadstoff wirkt. An dieser Stelle ist bereits auf Maßnahmen zur Verringerung dieser Umweltbelastung hinzuweisen.

Die *Stoffeinheit 3.5. „Systematisierung“* hat im Rahmen des Stoffgebiets die Funktion, durch Vergleiche von Metallen und Molekülsubstanzen die Erkenntnis der Schüler über den Zusammenhang zwischen Bau und Eigenschaften von Stoffen zu vertiefen. In bezug auf beide Stoffklassen ist die Einsicht zu festigen, daß Eigenschaften von Stoffen nicht auf das einzelne Teilchen übertragen werden dürfen.

Die Untersuchung von Eigenschaften der Molekülsubstanzen stellt höhere Ansprüche an die experimentellen Fähigkeiten und Fertigkeiten. Sie bestehen

vor allem darin, daß die Schüler erstmalig gefordert sind, einzelne Geräte zu einer Apparatur zusammenzubauen. Sie müssen diese so exakt handhaben, daß mit den entstehenden Reaktionsprodukten weitere Untersuchungen möglich sind. Die Untersuchung von Eigenschaften einiger Molekülsubstanzen verlangt von den Schülern, vorhandenes Wissen über Stoffe für die Lösung der experimentellen Aufgabenstellung selbständig zu nutzen.

Mit dem **Stoffgebiet 4. „Ionensubstanzen“** werden die Schüler in eine Klasse von Stoffen eingeführt, die bisher nicht zum Inhalt des Chemieunterrichts der Klasse 7 gehörte. Im Lehrgang wird damit das Anliegen verfolgt, die Schüler mit weiteren für die Volkswirtschaft und das tägliche Leben gleichermaßen wichtigen Stoffen bekannt zu machen.

Auch dieses Stoffgebiet folgt der didaktisch-methodischen Konzeption des Lehrgangs, theoretische Verallgemeinerungen auf einem sicheren empirischen Fundament zu entwickeln. Im Mittelpunkt steht dabei die Untersuchung von Metallchloriden, vor allem des Kochsalzes. Die Schüler lernen Eigenschaften, Vorkommen und Verwendung dieses Stoffs und des Kaliumchlorids kennen.

In der *Stoffeinheit 4.1. „Metallchloride“* erwerben die Schüler in der Auseinandersetzung mit diesen Inhalten Wissen über die Begriffe Ion und Ionensubstanz, über chemische Zeichen für Ionen und über das Modell des Ionenverbandes. Sie überwinden damit die Grenzen der Atom- und Molekulartheorie, lernen mit dem Ion ein neues Teilchen und mit dem Ionenverband ein einfaches Modell kennen, das die Art, die Anordnung und den Zusammenhalt sehr vieler entgegengesetzt elektrisch geladener Ionen widerspiegelt.

Das Experiment erlangt dabei für den Erkenntnisprozeß besondere Bedeutung. Die Experimente zur Prüfung der elektrischen Leitfähigkeit einer Lösung und einer Schmelze motivieren und leiten die Tätigkeit der Schüler auf dem Weg zu der neuen Erkenntnis. Im geistigen Durchdringen des Experiments „Reaktion von Natrium mit Chlor zu Natriumchlorid“ verbinden die Schüler bereits Gelerntes mit dem neuen Wissen und Können, indem sie begreifen, daß sich das Metall Natrium und die Molekülsubstanz Chlor in einer chemischen Reaktion in die Ionensubstanz Natriumchlorid umwandeln.

Zum Bau von einigen Metalloxiden (*Stoffeinheit 4.2.*) und deren Zuordnung zur Stoffklasse der Ionensubstanzen heißt es im Lehrbuch: „Magnesiumoxid und Calciumoxid gehören zu den Ionensubstanzen. Viele Metalloxide unterscheiden sich im Bau von Magnesiumoxid und Calciumoxid und gehören deshalb nicht zu den Ionensubstanzen.“ [10, S. 91]

An dieser Stelle des Unterrichts empfiehlt es sich, bereits auf die Problematik der Übergänge zwischen einzelnen Stoffklassen zu verweisen. Die Schüler sollen erfahren, daß eine eindeutige Zuordnung von Stoffen zu Stoffklassen in der Chemie nicht in jedem Falle möglich ist.

In der *Stoffeinheit 4.3.* werden die bisher erworbenen Kenntnisse über Metalle, Molekülsubstanzen und Ionensubstanzen systematisiert. Den Schülern soll bewußt werden, daß neben der Einteilung der Stoffe nach ihrem Bau und ihren Eigenschaften auch eine Einteilung der Stoffe nach der Zusammensetzung aus den Elementen möglich ist. Darüber hinaus erfolgt eine Systematisierung der Aussagen von chemischen Zeichen. Ein weiterer Schwerpunkt der

Systematisierung ist das Erläutern der für den Lehrgang grundlegenden Zusammenhänge zwischen Bau und Eigenschaften sowie zwischen Eigenschaften und Verwendung von Stoffen.

In der *Stoffeinheit 4.4. „Quantitative Betrachtungen“* steht nicht die Befähigung zum Berechnen der Massen von Ausgangsstoffen und Reaktionsprodukten im Mittelpunkt des Unterrichts, sondern das Erfassen der Massenverhältnisse bei chemischen Reaktionen. Der Erkenntnisgang führt dabei über das inhaltliche Verständnis der physikalischen Größe Stoffmenge und der direkten Proportionalität zwischen Teilchenanzahl und Stoffmenge sowie zwischen Stoffmenge und Masse bei Stoffproben des gleichen Stoffs. Die Schüler lernen die physikalische Größe molare Masse als Quotient aus der Masse einer Stoffprobe und der Stoffmenge dieser Stoffprobe kennen.

Das **Stoffgebiet 5. „Chemische Reaktion als Stoff- und Energieumwandlung“** hat von seiner Anlage her überwiegend systematisierenden Charakter. Im Zusammenhang mit der Auswertung der Experimente zur Bildung von Zinkchlorid und zur Zerlegung von Zinkchloridlösung durch elektrischen Strom gewinnen die Schüler in der *Stoffeinheit 5.1. „Merkmale chemischer Reaktionen“* unter Einbeziehung ihrer Kenntnisse über Energieformen aus dem Physikunterricht Klasse 7 tiefere Einsichten in die Stoff- und Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen. Sie erkennen, daß

- bei jeder chemischen Reaktion mit der Stoffumwandlung immer eine Energieumwandlung verbunden ist und daß Stoff- und Energieumwandlung Merkmale chemischer Reaktionen sind,
- die chemische Energie der Ausgangsstoffe kleiner bzw. größer als die chemische Energie der Reaktionsprodukte sein kann,
- bei chemischen Reaktionen chemische Energie der Ausgangsstoffe in thermische Energie bzw. thermische und elektrische Energie in chemische Energie der Reaktionsprodukte umgewandelt werden kann.

Die Schüler werden mit der praktischen Nutzung der Stoffumwandlung und der Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen bekannt gemacht.

Unterstützt durch Experimente werden die Umordnung und die Veränderung von Teilchen als weiteres Merkmal der chemischen Reaktion gekennzeichnet, mit dem qualitative Veränderungen im submikroskopischen Bereich beschrieben werden.

In der *Stoffeinheit 5.2. „Bedingungen für den Verlauf chemischer Reaktionen“* wird an die im zweiten Stoffgebiet „Metalle“ vermittelte Erkenntnis angeknüpft, daß die Temperatur als Reaktionsbedingung den Verlauf chemischer Reaktionen beeinflusst. Weiterhin erkennen die Schüler die Abhängigkeit des zeitlichen Verlaufs chemischer Reaktionen von der Durchmischung der Ausgangsstoffe. Bezogen auf die Reaktion von Metallen mit Sauerstoff wird herausgearbeitet, daß Oxidationen in reinem Sauerstoff schneller ablaufen als in dem Stoffgemisch Luft. Im Lehrplan ist als wesentliche Zielstellung formuliert, den Schülern die Möglichkeit der gezielten Beeinflussung chemischer Reaktionen bewußtzumachen. [2, S. 22] Diese Erkenntnis wird im folgenden immer wieder aufgegriffen und erweitert. Die abschließende *Stoffeinheit 5.3. „Entstehung, Bekämpfung und Verhütung von Bränden“* bietet die Möglichkeit, das Wissen der Schüler über die Beeinflussung des Verlaufs chemischer Reaktionen auf einen praxisbezogenen Sachverhalt anzuwenden.

2.2. Der Chemieunterricht in Klasse 8

Im Chemieunterricht der Klasse 8 wird das Wissen und Können, das die Schüler in Klasse 7 erworben haben, aufgegriffen und dabei vertieft und erweitert. Die Schüler erwerben in Klasse 8 weiteres Wissen über Bau, Eigenschaften und Verwendung praktisch bedeutsamer Stoffe. Auf der Grundlage der weiterentwickelten Erkenntnisse über den Bau der Stoffe dringen die Schüler tiefer in das Wesen chemischer Reaktionen ein. Die Einführung der Reaktionsarten Reaktion mit Protonenübergang und Redoxreaktion ermöglicht ihnen außerdem, chemische Reaktionen nach übergreifenden Gesichtspunkten zu ordnen. In diesem Zusammenhang wird das Wissen und Können auf dem Gebiet der chemischen Zeichensprache vertieft und erweitert. Die Kenntnisse der Schüler über die Anwendung von Stoffen und chemischen Reaktionen werden wesentlich dadurch bereichert, daß chemisch-technische Verfahren zur Herstellung von Stoffen behandelt werden.

Das Stoffgebiet 1. „Bau und chemische Reaktionen einiger Ionensubstanzen“ knüpft an den Inhalt des Stoffgebiets 4. der Klasse 7 „Ionensubstanzen“ an und greift zugleich wesentliche Inhalte des Stoffgebiets 5. „Chemische Reaktion als Stoff- und Energieumwandlung“ auf. Aufbauend auf den Kenntnissen zu diesen Themen werden in der Stoffeinheit 1.1. „Metallchloride – Bau und chemische Reaktion mit Wasser“ die Begriffe chemische Bindung und Kristall eingeführt. Die zwischen entgegengesetzt elektrisch geladenen Ionen wirkenden starken Anziehungskräfte werden als Ionenbeziehung bezeichnet.

Bereits die Überschrift zu dieser Stoffeinheit macht deutlich, daß die Kenntnisse der Schüler über den Bau dieser Stoffe genutzt werden sollen, um die chemischen Reaktionen von Ionensubstanzen zu behandeln. So lernen die Schüler am Beispiel des Einwirkens von Wasser auf Natriumchlorid – in der Klasse 7 als Löslichkeit in Wasser bezeichnet – den Abbau von Ionenkristallen als chemische Reaktion zu beschreiben. Dabei sind sie gefordert, ihre Kenntnisse über die Art der Teilchen, deren Zusammenhalt durch die Ionenbeziehung und die Anordnung im Ionenverband anzuwenden.

Der Lehrer muß bei der Behandlung der chemischen Reaktion von Ionensubstanzen mit Wasser beachten, daß die Umwandlung des Ausgangsstoffs Wasser für die Schüler aus dem Experiment nicht erkennbar ist und nicht erfaßt werden kann. Auch das Erkennen der Lösung als Reaktionsprodukt ist für die Schüler neu. Indem die Schüler die Temperaturveränderung beim Lösen von Ionensubstanzen in Wasser feststellen sowie chemische Reaktionen von Ionensubstanzen mit Wasser beschreiben und Reaktionsgleichungen in Ionenschreibweise für den Abbau von Ionenkristallen entwickeln, erkennen sie mit der Energieumwandlung, der Stoffumwandlung und der veränderten Anordnung der Teilchen wesentliche Merkmale der chemischen Reaktion wieder. Mit dem Abbau von Ionenkristallen und deren Bildung durch Eindampfen der Lösung wird den Schülern ein weiteres Beispiel für die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen bewußtgemacht. Damit werden zugleich Kenntnisse für das Verständnis des chemischen Gleichgewichts in Klasse 10 bereitgestellt.

Die Aneignung von Kenntnissen über den Abbau und die Bildung von Ionenkristallen als chemische Reaktion ist eng verbunden mit der Erweiterung des Wissens und Könnens der Schüler auf dem Gebiet der chemischen Zeichen-

sprache. Am Beispiel des Abbaus von Ionenkristallen entwickeln die Schüler erstmals Reaktionsgleichungen in Ionenschreibweise. Das Wasser, das die Schüler im Unterricht als Ausgangsstoff kennenlernen, wird im Sinne der didaktischen Vereinfachung nicht in diese Reaktionsgleichungen einbezogen, die von den Schülern entwickelt werden. Indem das Entwickeln und Interpretieren der Reaktionsgleichungen in Ionenschreibweise eng mit der Erarbeitung des chemischen Sachverhalts verbunden wird, kann dem formalen Gebrauch chemischer Zeichen entgegengewirkt werden. Auf die Kennzeichnung der Umkehrbarkeit der jeweiligen chemischen Reaktion durch zwei entgegengesetzt verlaufende Pfeile in einer Reaktionsgleichung wird verzichtet, weil der gleichzeitige Verlauf von Bildung und Abbau von Ionenkristallen nicht betrachtet wird.

In der *Stoffeinheit 1.2. „Metallhydroxide“* werden die Kenntnisse der Schüler über Stoffe bereichert, indem die Schüler Bau, Eigenschaften und Verwendung einiger fester Metallhydroxide und deren wäßriger Lösungen kennenlernen.

In Übereinstimmung mit dem Vorgehen bei Metallchloriden wird den Schülern das Lösen von Metallhydroxiden in Wasser als chemische Reaktion bewußtgemacht und dabei der Begriff basische Lösung sowie das Hydroxid-Ion als zusammengesetztes Ion und kennzeichnendes Merkmal aller basischen Lösungen eingeführt.

Die Schüler erfahren, daß nur einige Metallhydroxide zur Klasse der Ionensubstanzen gehören und daß eine Zuordnung dieser Stoffe zu den Ionensubstanzen nicht auf Grund der Zusammensetzung vorgenommen werden kann. Dabei kann an Aussagen über die Zuordnung von Metalloxiden und Metallchloriden zu den Ionensubstanzen angeknüpft werden.

Gestützt auf die Kenntnisse der Schüler über das Vorliegen von Ionen in wäßrigen Lösungen, wird in der *Stoffeinheit 1.3. „Bildung von Niederschlägen – Nachweis von Ionen“* das Zusammentreten entgegengesetzt elektrisch geladener Ionen zu Niederschlägen in den Mittelpunkt der Erkenntnis gerückt. Die Schüler werden mit der praktischen Bedeutung dieser chemischen Reaktion zum Nachweis von Ionen bekannt gemacht. Eine Zuordnung der Niederschläge zu einer Stoffklasse wird nicht vorgenommen.

Auf den Begriff Fällungsreaktion ist zu verzichten (↗ S. 12). In dieser Stoffeinheit wird das Wissen der Schüler über chemische Reaktionen von Ionensubstanzen auf der Grundlage chemischer Experimente gefestigt. Die Schüler sollen dabei vor allem selbständig arbeiten und das angeeignete Wissen und Können zur Lösung der experimentellen Aufgabenstellungen anwenden. Mit dieser Stoffeinheit werden wichtige Grundlagen für den Nachweis von Ionen in der Stoffeinheit 2.6. geschaffen.

Bei der Behandlung des **Stoffgebiets 2. „Bau und chemische Reaktionen einiger Molekülsubstanzen“** ist an das Wissen der Schüler über Molekülsubstanzen aus Klasse 7 anzuknüpfen. Die Schüler vertiefen ihre Kenntnisse über den Bau von Molekülsubstanzen. Indem sie sich Wissen über die Atombindung als weitere Art der chemischen Bindung aneignen, lernen sie den Zusammenhalt der Atome im Molekül genauer kennen. Wissen und Können der Schüler in bezug auf den Nachweis von Ionen aus der Stoffeinheit 1.3. wird angewendet und vertieft. Breiten Raum nimmt in diesem Stoffgebiet die Behandlung von Reaktionen mit Protonenübergang ein.

In der *Stoffeinheit 2.1. „Bau von Molekülsubstanzen – Atombindung in Molekülen“* werden die Kenntnisse der Schüler aus Klasse 7 über den Zusammenhang zwischen Bau und Eigenschaften dieser Stoffe aufgegriffen. Mit der Einführung der Atombindung erhalten die Schüler eine Vorstellung von dem Zusammenhalt der Atome in Molekülen. Sie können die Atombindung in Molekülen anhand vorgegebener Formeln in Elektronenschreibweise beschreiben. Durch das Hervorheben der Außenelektronen von Atomen der Elemente mit Hilfe der Elektronenschreibweise sollen die Schüler die Bedeutung der Außenelektronen für die chemische Bindung in Molekülen erkennen.

Übungen im Hinblick auf die Beherrschung der Elektronenschreibweise von Atomen sind damit nicht zu verbinden.

Die Schüler vertiefen ihre Einsicht, daß zwischen den Molekülen in Molekülsubstanzen nur geringe Anziehungskräfte wirken, und erfassen auf dieser Grundlage den Zusammenhang zwischen dem Bau einiger Molekülsubstanzen und deren Schmelztemperaturen. Der Begriff Molekulkristall wird im neuen Lehrplan nicht eingeführt.

Bereits in Klasse 7 haben die Schüler gelernt, daß Stoffe auch nach ihrer Zusammensetzung aus einem oder mehreren Elementen eingeteilt werden können. Daran anknüpfend werden in dieser Stoffeinheit die Begriffe Elementsubstanz und Verbindung eingeführt. Auf die Verwendung des Begriffs Verbindung wurde bereits hingewiesen (↗ S. 24). Der Begriff Elementsubstanz dient im Lehrgang dazu, den Sachverhalt, daß Stoffe aus einem Element bestehen, sprachlich knapp wiederzugeben.

Damit wird kein zweites Klassifizierungssystem neben das bereits eingeführte gestellt.

Mit dem Ammoniak lernen die Schüler in der *Stoffeinheit 2.2. „Reaktion von Ammoniak mit Wasser“* eine weitere Molekülsubstanz sowie deren Bau, Eigenschaften und Verwendung kennen.

Aus der im Experiment nachgewiesenen Temperaturänderung beim Lösen von Ammoniak in Wasser, der elektrischen Leitfähigkeit der Lösung und ihrer Einwirkung auf Indikatoren können die Schüler den Schluß ableiten, daß zwischen diesen Molekülsubstanzen eine chemische Reaktion stattgefunden hat. Die Schüler wenden dabei ihre Kenntnisse über Merkmale der chemischen Reaktion an.

Die im Experiment beobachtete Erscheinung, daß die wäßrige Ammoniaklösung den elektrischen Strom leitet, führt zu der Feststellung: In der Lösung müssen Ionen enthalten sein. Der Nachweis von Hydroxid-Ionen in der Lösung mit Hilfe von Indikatoren bildet den Ausgangspunkt für die Behandlung der Umordnung und Veränderung der Teilchen bei der Reaktion von Ammoniak mit Wasser. Protonenaufnahme und Protonenabgabe werden mit Hilfe von Reaktionsgleichungen erfaßt. Die Verallgemeinerung dieser Erkenntnisse zur Reaktionsart „Reaktion mit Protonenübergang“ wird an dieser Stelle noch nicht vorgenommen. Sie erfolgt erst, wenn in der *Stoffeinheit 2.3. „Reaktion von Chlorwasserstoff mit Wasser – Reaktion mit Protonenübergang“* herausgearbeitet worden ist, daß auch bei der Reaktion von Chlorwasserstoff mit Wasser Protonenaufnahme und Protonenabgabe stattfinden. Der Einordnung der Reaktionsart Reaktion mit Protonenübergang in das Stoffgebiet „Bau und chemische Reaktionen einiger Molekülsubstanzen“ lag folgende Überlegung zugrunde:

Die Schüler haben bereits untersucht, wie bestimmte Ionensubstanzen mit Wasser reagieren. Es liegt daher nahe, auch bei der Behandlung von Molekülsubstanzen die Frage aufzuwerfen, ob und wie diese Stoffe mit Wasser reagieren. Die Schüler erhalten dabei Gelegenheit, ihre Kenntnisse über die teilchenmäßige Betrachtung der chemischen Reaktionen dieser Stoffe anzuwenden.

Für das Verständnis dieser Zusammenhänge wird die chemische Zeichensprache eingesetzt. Den Schülern kann an dieser Stelle besonders deutlich bewußtgemacht werden, daß der Gebrauch der chemischen Zeichensprache wesentlich dazu beiträgt, chemische Sachverhalte zu erkennen und zu interpretieren. Der Lehrer muß dabei beachten, daß die Schüler erstmalig mit Reaktionsgleichungen für chemische Reaktionen umgehen, bei denen aus zwei Ausgangsstoffen zwei Reaktionsprodukte gebildet werden.

Die Untersuchung der chemischen Reaktion von Chlorwasserstoff mit Wasser mit Hilfe von Indikatoren führt zum Hydronium-Ion als Bestandteil saurer Lösungen und leitet zur *Stoffeinheit 2.4. „Saure Lösungen“* über. In dieser Stoffeinheit erwerben die Schüler Kenntnisse über einige praktisch bedeutsame Säuren und deren Verwendung. Bei der Kennzeichnung chemischer Reaktionen einiger Säuren mit Wasser als Reaktion mit Protonenübergang festigen die Schüler ihr Wissen über diese Reaktionsart. Dabei werden Reaktionsgleichungen in Ionenschreibweise interpretiert. Das Entwickeln von Reaktionsgleichungen für die Reaktion von Säuren mit Wasser wird von den Schülern nicht gefordert.

In der *Stoffeinheit 2.5. „Basische, saure und neutrale Lösungen“* vergleichen die Schüler die Wirkung basischer, saurer und neutraler Lösungen auf Indikatoren und kennzeichnen diese Lösungen mit Hilfe des pH-Werts. Damit werden diese Kenntnisse gefestigt. Im Mittelpunkt dieser Stoffeinheit steht die Aneignung von Wissen über die Neutralisation als Reaktion mit Protonenübergang und die Bedeutung von Neutralisationen in Natur und Technik. Mit diesem Vorgehen wird der didaktisch-methodischen Gestaltung des Lehrgangs (↗ S. 19) entsprochen, die Vermittlung theoretischer Kenntnisse eng mit deren praktischer Anwendung zu verknüpfen, um den Schülern die Bedeutung theoretischen Wissens bewußtzumachen.

Die *Stoffeinheit 2.6. „Nachweis von Ionen“* dient vorwiegend der Anwendung und Systematisierung des Wissens und Könnens in bezug auf Nachweise unter Einbeziehung der chemischen Zeichensprache. Ein Schwerpunkt dieser Stoffeinheit ist das möglichst selbständige Planen, Durchführen und Auswerten chemischer Experimente. Außerdem werden für die Nachweise von Ionen Reaktionsgleichungen in Ionenschreibweise entwickelt.

Im **Stoffgebiet 3. „Bau und chemische Reaktionen einiger Metalle“** werden die Kenntnisse der Schüler über den Bau der Metalle durch die Behandlung der Metallbindung erweitert. Die Aneignung der Inhalte dieses Stoffgebiets erfordert eine Reaktivierung des Wissens und Könnens der Schüler aus dem Stoffgebiet 2. „Metalle“ der Klasse 7. Die Schüler erweitern ihre Kenntnisse über Art, Anordnung und Zusammenhalt der Teilchen in Metallen und dringen tiefer in den Zusammenhang zwischen dem Bau und einigen physikalischen Eigenschaften von Metallen ein. Außerdem wird die Redoxreaktion als eine weitere Art chemischer Reaktionen eingeführt.

Aufbauend auf Kenntnissen der Schüler aus dem Chemieunterricht der Klasse 7 über den Bau der Metalle, wird in der *Stoffeinheit 3.1. „Bau und*

Eigenschaften von Metallen“ der Bau der reinen Metalle näher betrachtet. Die Schüler werden in dieser Stoffeinheit außerdem befähigt, Eigenschaften von Metallen, wie die elektrische Leitfähigkeit, die Wärmeleitfähigkeit und die Verformbarkeit, auf deren Bau zurückzuführen. Im Zusammenhang mit der Mischbarkeit von Metallschmelzen werden die Schüler mit einigen praktisch bedeutsamen Legierungen bekannt gemacht.

Für die Behandlung elektrischer Leitungsvorgänge in Metallen im Physikunterricht der Klasse 8 bilden Wissen und Können aus diesem Stoffgebiet eine wichtige Grundlage.

In der *Stoffeinheit 3.2. „Chemische Reaktionen von Metallen – Elektronenübergänge*“ lernen die Schüler weitere Möglichkeiten der Veränderung von Teilchen bei chemischen Reaktionen kennen. Sie beschreiben diese Veränderungen von Teilchen am Beispiel der chemischen Reaktionen von unedlen Metallen mit verdünnten Säuren und mit Sauerstoff.

Mit der Vermittlung von Wissen über den Elektronenübergang und die entsprechenden Teilreaktionen wird die Einführung des Begriffs Redoxreaktion vorbereitet. Indem von wirklich ablaufenden Elektronenübergängen und wirklichen Ladungen der Teilchen ausgegangen wird, wird den Schülern das Verständnis für die im Begriff Oxidationszahl enthaltenen Verallgemeinerungen erleichtert.

In der *Stoffeinheit 3.3. „Redoxreaktion*“ werden nach der Einführung von Oxidationszahlen die in der vorangegangenen Stoffeinheit behandelten chemischen Reaktionen von unedlen Metallen mit Sauerstoff sowie mit verdünnten Säuren auf die Änderung von Oxidationszahlen der Elemente geprüft. Erst danach wird der Begriff Redoxreaktion eingeführt und die Redoxreaktion als Art der chemischen Reaktion gekennzeichnet, bei der sich die Oxidationszahlen der Elemente ändern. Diese Verallgemeinerung ermöglicht, solche chemischen Reaktionen den Redoxreaktionen zuzuordnen, bei denen kein Elektronenübergang erfolgt.

Auf der Grundlage der Änderung von Oxidationszahlen sollen die Schüler die Teilreaktionen Oxidation und Reduktion bestimmen können.

Die Oxidationszahlen werden als Mittel zur Kennzeichnung von wirklichen oder angenommenen Ladungen von Teilchen chemischer Elemente eingeführt. „Die Oxidationszahlen der Elemente in Verbindungen“, heißt es im Lehrplan, „werden Tabellen entnommen.“ [11, S. 189] Damit wird das bislang von den Schülern geforderte Bestimmen von Oxidationszahlen auf der Grundlage von Festlegungen, das oft losgelöst vom chemischen Sachverhalt erfolgte, vermieden.

Mit der Erarbeitung der Begriffe Oxidationsmittel und Reduktionsmittel in der *Stoffeinheit 3.4.* lernen die Schüler die Funktion der Reaktionspartner bei Redoxreaktionen kennen. Sie können Oxidationsmittel und Reduktionsmittel einer Redoxreaktion bestimmen.

Das Stoffgebiet 4. „Merkmale und quantitative Betrachtung der chemischen Reaktion“ schließt inhaltlich eng an die Stoffeinheiten 4.4. und 5.1. der Klasse 7 an. Das Wissen der Schüler über Merkmale der chemischen Reaktion wird in diesem Stoffgebiet unter Nutzung der in Klasse 8 vermittelten Kenntnisse über die chemische Bindung erweitert. In bezug auf die quantitativen Betrachtungen besteht die Weiterentwicklung vor allem darin, daß die Grundlagen zum stöchiometrischen Rechnen durch Einführung des molaren Volumens

vervollständigt werden und Können im Berechnen von Massen und Volumen von Stoffen bei chemischen Reaktionen angebahnt wird.

In der *Stoffeinheit 4.1. „Merkmale der chemischen Reaktion“* wird das Wissen der Schüler über Energieumwandlungen aus Klasse 7 durch die Einführung der Begriffe exotherme und endotherme Reaktion sowie Reaktionswärme systematisiert und erweitert. Auf der Grundlage der in den vorausgegangenen Stoffgebieten erworbenen Kenntnisse, wird der Umbau chemischer Bindungen als weiteres Merkmal jeder chemischen Reaktion gekennzeichnet. Damit verfügen die Schüler über eine Definition des Begriffs chemische Reaktion, mit der bis zum Abschluß der Klasse 10 gearbeitet wird.

Bei der Vermittlung von Wissen über die Zusammenhänge zwischen Stoffmenge und Volumen in der *Stoffeinheit 4.2. „Quantitative Betrachtung der chemischen Reaktion“* werden die Erfahrungen der Schüler berücksichtigt, daß sich die Masse eines Gases durch Wägen nur sehr schwer ermitteln läßt. Die Schüler erkennen, daß die ihnen bekannte Proportionalität zwischen Masse und Stoffmenge für die Berechnung von Volumen gasförmiger Stoffe ungeeignet ist. Dadurch wird die Suche nach weiteren quantitativen Beziehungen motiviert. Diese werden den Schülern als direkte Proportionalität zwischen Stoffmenge und Volumen bewußtgemacht. Bei der Einführung der physikalischen Größe molares Volumen ist zu beachten, daß die Proportionalität zwischen Stoffmenge und Volumen mit der Behandlung des Satzes von Avogadro in der Stoffeinheit 3.1. „Luft – Sauerstoff und Stickstoff“ in Klasse 7 vorbereitet wurde. Nach der Einführung des molaren Volumens verfügen die Schüler über die erforderlichen Voraussetzungen, Massen und Volumen von Stoffproben bei chemischen Reaktionen mittels Größengleichungen zu berechnen. Das Können im stöchiometrischen Rechnen ist im nachfolgenden Unterricht schrittweise zu entwickeln.

Bei der Aneignung von Wissen und Können in bezug auf quantitative Beziehungen werden mathematische Mittel erst dann eingesetzt, wenn die Schüler die Bedeutung der physikalischen Größen erfaßt haben und diese sprachlich einwandfrei darstellen können.

Im Stoffgebiet 5. „Technische Herstellung einiger Metalle“ treten die Anwendung von Stoffen und die technische Herstellung von Stoffen in das Zentrum der Betrachtungen. Das Stoffgebiet leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Sicherung des Praxisbezugs und der Lebensverbundenheit im neuen Chemie-lehrgang.

In diesem Stoffgebiet werden theoretische Grundlagen und deren Anwendung bei volkswirtschaftlich bedeutsamen chemisch-technischen Verfahren eng miteinander verbunden. Unter Einbeziehung von Kenntnissen und Erfahrungen über die praktische Bedeutung von Stoffen für alle Bereiche der Gesellschaft lernen die Schüler die Herstellung einiger Metalle kennen.

Bei der Behandlung dieses Unterrichtsstoffs wenden die Schüler die Kenntnisse über die Merkmale der chemischen Reaktion und über die Reaktionsart Redoxreaktion an.

Die allgemeinen Anforderungen im Berechnen von Massen und Volumen von Stoffproben bei chemischen Reaktionen sind im Lehrplan ausgewiesen. Der Lehrer kann unter Beachtung seines methodischen Konzepts selbst entscheiden, an welchen Beispielen diese Berechnungen erfolgen sollen.

Für die Herstellung von Roheisen und Stahl in der *Stoffeinheit 5.1.* müssen die Schüler die typischen Reaktionsapparate und die dem jeweiligen chemisch-technischen Verfahren zugrunde liegenden technologischen Prinzipien angeben und Beziehungen zwischen der zentralen chemischen Reaktion und ihrer Realisierung in der Technik herstellen können. Technische Einzelheiten dieser Verfahren sind im Unterricht nicht zu behandeln. Im Zusammenhang mit der Vermittlung von Kenntnissen über die technische Herstellung von Stoffen sind die Schüler mit der effektiven Nutzung von Rohstoffen und Energie sowie der Nutzung von Sekundärrohstoffen und damit verbundenen Entwicklungen in der Technologie bekannt zu machen. Damit wird das Verständnis der Schüler über den Zusammenhang zwischen der Wissenschaft Chemie, der Technik und der Ökonomie aus Klasse 7 vertieft.

Die Aneignung von Wissen über die theoretischen Grundlagen der Elektrolyse in der *Stoffeinheit 5.2. „Kupfer und Aluminium“* stützt sich auf Kenntnisse der Schüler über das Modell der Elektronenleitung aus dem Physikunterricht der Klasse 8 und auf die Experimente zum Zerlegen von Wasser und von Zinkchloridlösung im Chemieunterricht der Klasse 7. Bei der Herstellung von Kupfer und Aluminium ist nur auf die Elektrolyseprozesse einzugehen. Die Aufbereitung von Kupfererzen und von Bauxit ist nicht zu behandeln. Die Reaktionsgleichungen für die chemischen Reaktionen an den Elektroden werden von den Schülern interpretiert. Das Bekanntmachen der Schüler mit wichtigen Standorten der metallurgischen Industrie in der Deutschen Demokratischen Republik ist mit entsprechenden Kenntnissen aus dem Fach Geographie zu verbinden.

Die Funktion des **Stoffgebiets 6. „Periodensystem der Elemente“** besteht insbesondere darin, das vorhandene Wissen der Schüler über die Ordnung der chemischen Elemente im Periodensystem und über den Atombau aus der Klasse 7 zu systematisieren und zu erweitern. Weiterhin ist bei den Schülern Können in der Arbeit mit dem Periodensystem der Elemente auszubilden.

In der *Stoffeinheit 6.1. „Periodensystem und Gesetz der Periodizität“* wird, auf der Grundlage der Erweiterung der Modellvorstellung vom Bau der Atome aus Klasse 7 durch den Schalenaufbau der Atomhülle, bei den Schülern Können ausgebildet, von der Stellung der Elemente im Periodensystem auf den Bau der entsprechenden Atome zu schließen. Umgekehrt sollen die Schüler aus dem Bau der Atome die Stellung der jeweiligen Elemente im Periodensystem begründen können.

Von der Betrachtung der Periodizität der Anzahl elektrischer Ladungen einfacher Ionen und der Periodizität der größten und der kleinsten Oxidationszahlen von Hauptgruppenelementen der 1. bis 4. Periode ausgehend, lernen die Schüler mit dem Gesetz der Periodizität ein weiteres Naturgesetz kennen. Die Schüler erwerben Können im Ableiten der Anzahl von Protonen, Elektronen und Außenelektronen für die Atome von Elementen sowie der größten und der kleinsten Oxidationszahlen und der elektrischen Ladungen einfacher Ionen von Hauptgruppenelementen der 1. bis 4. Periode aus der Stellung dieser Elemente im Periodensystem der Elemente.

In Übereinstimmung mit der Klassifizierung der Stoffe wird die Stellung von Elementen im Periodensystem der Elemente betrachtet, die Metalle oder Molekülsubstanzen bilden. Eigenschaften von Elementsubstanzen und von Ver-

bindungen von Elementen der 1. und der 7. Hauptgruppe werden als Gruppeneigenschaften gekennzeichnet.

Die Behandlung dieser Zusammenhänge schafft Voraussetzungen, das Periodensystem der Elemente im nachfolgenden Unterricht umfassend einzusetzen.

In der *Stoffeinheit 6.2.* erhalten die Schüler einen Einblick in die Entdeckung des Gesetzes der Periodizität und die Aufstellung des Periodensystems der Elemente durch Mendelejew und Meyer. Sie erfassen die Bedeutung der Entdeckung des Germaniums durch Winkler für die Bestätigung dieses Gesetzes und für die Anerkennung des Periodensystems der Elemente in der Wissenschaft. Sie erkennen, daß die Periodizität der Eigenschaften der Elemente Ausdruck der Periodizität des Atombaus ist.

Bei der Vermittlung von Wissen über die historische Entwicklung des Periodensystems der Elemente sind die Schüler zu der Einsicht zu führen, daß die Voraussagen von Mendelejew und Meyer zur Einordnung der Elemente in das Periodensystem eine überzeugende Bestätigung durch die Erkenntnisse über den Atombau erfahren haben.

Die folgenden beiden Stoffgebiete „Kohlenstoff und Silicium“ und „Kalkstein und Kohle“ haben eine große Bedeutung im gesamten Lehrgang in bezug auf die Herausbildung des Verständnisses der Schüler über den Stellenwert der Chemie bei der Versorgung der Volkswirtschaft mit hochwertigen Produkten, Werkstoffen und Energieträgern. Die Schüler sollen dabei erkennen, welche Aufgaben die Chemie und die chemische Produktion zur Veredlung einheimischer Rohstoffe zu lösen haben. Den Schülern muß dabei bewußt werden, wie eng technologische Lösungen mit ökonomischen und ökologischen Fragen verflochten sind. In die Erörterung solcher Probleme sollten auch Beispiele aus dem Territorium der Schule und aus dem Erfahrungsbereich der Schüler einbezogen werden.

Im **Stoffgebiet 7. „Kohlenstoff und Silicium“** werden die Schüler mit weiteren praktisch bedeutsamen Stoffen bekannt gemacht. Dabei werden ihre Kenntnisse über Bau, Eigenschaften und Verwendung von Stoffen erweitert.

In der *Stoffeinheit 7.1. „Überblick über die Elemente der IV. Hauptgruppe“* wenden die Schüler ihr Wissen über die Gesetzmäßigkeiten des Periodensystems der Elemente an. Sie leiten aus der Stellung dieser Elemente Aussagen über den Bau ihrer Atome ab. Die Schüler lernen Diamant und Graphit als Stoffe kennen, die beide aus Atomen des Elements Kohlenstoff aufgebaut sind und dennoch sehr unterschiedliche Eigenschaften haben. An diesem Beispiel wird die Einsicht vertieft, daß der Bau von Stoffen durch Art, Anordnung und Zusammenhalt der Teilchen gekennzeichnet ist.

Bei der Aneignung von Wissen über den kristallinen Bau von Diamant und Graphit erkennen die Schüler, daß zwischen den Kohlenstoffatomen Atombindung vorliegt. Diamant und Graphit werden als polymere Stoffe vorgestellt. Nach den Metallen, Molekülsubstanzen und Ionensubstanzen lernen die Schüler damit eine weitere Stoffklasse kennen.

In der *Stoffeinheit 7.2. „Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Carbonate“* werden die Vermittlung von Kenntnissen über Stoffe und die Anwendung von Wissen und Können in bezug auf die Zuordnung von Stoffen zu Stoffklassen und von chemischen Reaktionen zu Reaktionsarten am Beispiel von Verbindungen

des Kohlenstoffs fortgesetzt. Die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Schüler zum experimentellen Untersuchen von Stoffen werden vervollkommen. Auf die Wasserhärte als Eigenschaft des Wassers ist nur hinzuweisen, da auf Hydrogencarbonat als Härtebildner nicht eingegangen wird.

Die *Stoffeinheit 7.3. „Kohlendioxid- und Carbonatnachweis“* dient der weiteren Ausbildung des Könnens im Nachweisen von Ionen. Die Schüler wenden dabei ihr Wissen und Können in bezug auf das Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten möglichst selbständig an. Das Können in der Arbeit mit der chemischen Zeichensprache wird auch in dieser Stoffeinheit weiterentwickelt.

In der *Stoffeinheit 7.4. „Silicium, Siliciumdioxid und Glas“* lernen die Schüler weitere polymere Stoffe kennen und festigen dabei ihr Wissen über diese Stoffklasse.

Sie werden mit Siliciumdioxid als wichtigem einheimischem Rohstoff bekannt gemacht, der in der DDR reichlich vorhanden ist und für die Herstellung von Silicium, Glas und Baustoffen verwendet wird. Die Schüler erwerben Kenntnisse über die Zusammensetzung einiger Silicate und deren Bedeutung als Bestandteil von Gesteinen, Baustoffen und Glas. Die Schüler erfahren, daß Glas aus Sand, Kalkstein, Soda, weiteren Metalloxiden und Scherben Glas hergestellt wird.

Weitere Kenntnisse über die chemische Technologie zur Herstellung von Glas werden im Unterricht nicht vermittelt. Es wird herausgearbeitet, daß Glas keinen kristallinen Bau hat. Durch den Vergleich des Baus und der Schmelztemperaturen von Quarzglas mit dem kristallin gebauten Quarz werden die Kenntnisse der Schüler vom Zusammenhang zwischen Bau und Eigenschaften der Stoffe gefestigt und erweitert.

Im Mittelpunkt des **Stoffgebiets 8. „Kalkstein und Kohle“** steht die Aneignung von Wissen über die stoffwirtschaftliche Nutzung der einheimischen Rohstoffe Kalkstein und Kohle. Die Schüler lernen chemisch-technische Verfahren zur Veredlung dieser Rohstoffe kennen.

Den inhaltlichen Schwerpunkt der *Stoffeinheit 8.1. „Kalkstein – Branntkalk“* bildet die Behandlung des Kalkbrennens. Im Lehrplan ist dazu ein methodischer Weg angegeben, der auch den bereits behandelten chemisch-technischen Verfahren zugrunde liegt. Durch die Aneignung von Wissen über das Kalkbrennen werden die Kenntnisse der Schüler über die praktische Anwendung von chemischen Reaktionen bei chemisch-technischen Verfahren erweitert. Zugleich werden die Fähigkeiten der Schüler weiterentwickelt, die angewendeten technologischen Prinzipien und die Arbeitsweise der Reaktionsapparate zu beschreiben.

Die Schüler üben sich somit, Beziehungen zwischen der zentralen chemischen Reaktion des Verfahrens und ihrer Realisierung in der Technik herzustellen und Fragen der effektiven Nutzung von Energie am Beispiel des Kalkbrennens zu diskutieren.

Bei der Behandlung der Kohleveredlungsverfahren in der *Stoffeinheit 8.2.* rückt die Vermittlung von Wissen über die rationelle Nutzung von Rohstoffen und die gezielte Nutzung der Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen, die bereits im Chemie- und Physikunterricht der Klasse 7 Inhalt des Unterrichts waren, in den Mittelpunkt. Dabei ergeben sich günstige Möglich-

keiten, den Zusammenhang zwischen effektiver Nutzung von einheimischen Rohstoffen und Herabsetzung der Emission von Schadstoffen herauszustellen. Die Schüler müssen ihre Kenntnisse über die Beeinflussung des Verlaufs chemischer Reaktionen anwenden. Indem die Schüler die Arbeitsweise des Winklergenerators beschreiben, werden die chemisch-technologischen Kenntnisse vertieft. Im Physikunterricht erworbenes Können im Beschreiben technischer Geräte und Apparate wird auf chemische Sachverhalte übertragen und somit gefestigt.

Das abschließende **Stoffgebiet 9. „Stoffe und chemische Reaktionen – Systematisierung“** hat die Funktion, das Wissen und Können der Schüler in bezug auf Stoffe und chemische Reaktionen sowie deren praktische Anwendung zusammenzuführen und zu festigen. Dabei soll den Schülern die Bedeutung der erworbenen theoretischen Erkenntnisse für das Verständnis chemischer Sachverhalte in Natur, Technik und im täglichen Leben bewußtgemacht werden. Davon ausgehend wird gezeigt, daß dem Voraussagen und Erklären chemischer Erscheinungen sowie dem Klassifizieren von Stoffen auf der Grundlage des angeeigneten Wissens bestimmte Grenzen gesetzt sind. Die Experimente sind so einzusetzen, daß sich die Schüler selbständig und aktiv mit den Inhalten auseinandersetzen.

In der *Stoffeinheit 9.1. „Bau, Eigenschaften und Verwendung von Stoffen“* liegt der inhaltliche Schwerpunkt auf der Einteilung der Stoffe in Stoffklassen und auf dem Zusammenhang zwischen dem Bau der Stoffe, ihren Eigenschaften und ihrer Verwendung.

In der *Stoffeinheit 9.2.* stehen die Reaktionsarten Reaktion mit Protonenübergang und Redoxreaktion im Mittelpunkt der Systematisierung. Die Schüler festigen dabei ihre Erkenntnis, daß das Wesen dieser chemischen Reaktionen in der jeweiligen Art der Veränderung der Teilchen liegt. Im Zusammenhang damit wird an der Ausbildung sicheren Könnens im Zuordnen chemischer Reaktionen zu diesen Reaktionsarten gearbeitet. In die Systematisierung der Kenntnisse über chemisch-technische Verfahren werden Vergleiche der Verfahren hinsichtlich der technologischen Prinzipien und der Reaktionsapparate einbezogen.

2.3. Der Chemieunterricht in Klasse 9

Im Chemieunterricht der Klasse 9 erweitern die Schüler ihre Kenntnisse über Stoffe, indem sie Wissen über Bau, Eigenschaften und Verwendung praktisch bedeutsamer organischer Molekülsubstanzen und polymerer Stoffe erwerben. Dabei wird das Wissen der Schüler aus den Klassen 7 und 8 über Molekülsubstanzen und polymere Stoffe aufgegriffen, gefestigt und erweitert. Die makromolekularen Stoffe werden der Stoffklasse polymere Stoffe zugeordnet. Die Schüler werden mit der Struktur der Moleküle von organischen Stoffen bekannt gemacht und vertiefen dabei ihre Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen Bau und Eigenschaften der Stoffe.

Die Schüler lernen im Chemieunterricht der Klasse 9 chemische Reaktionen organischer Molekülsubstanzen und deren praktische Bedeutung kennen. Mit der Substitution, Eliminierung und Addition eignen sie sich Wissen über weitere Arten der chemischen Reaktion an. Das in Klasse 7 und 8 erworbene Wissen über die Merkmale der chemischen Reaktion sowie das Können in

bezug auf das Beschreiben und Erläutern dieser Merkmale ist bei chemischen Reaktionen organischer Molekülsubstanzen anzuwenden. Am Beispiel praktisch bedeutsamer chemischer Reaktionen werden die Schüler mit der Polymerisation sowie der Kondensation und der Polykondensation vertraut gemacht und lernen, diese den Reaktionsarten Addition bzw. Substitution zuzuordnen. Im Zusammenhang mit der Aneignung von Kenntnissen über die Struktur der Moleküle organischer Stoffe und über chemische Reaktionen organischer Stoffe wird das Wissen und Können der Schüler auf dem Gebiet der chemischen Zeichensprache und der quantitativen Betrachtungen angewendet und somit weiter gefestigt.

Sie lernen die Methanolsynthese als ein weiteres volkswirtschaftlich wichtiges chemisch-technisches Verfahren kennen.

Bei der Bezeichnung organischer Stoffe ist in Klasse 9 folgendes zu beachten: Für organische Stoffe ohne funktionelle Gruppen oder mit einer funktionellen Gruppe im Molekül sind im Lehrplan der systematische und der Trivialname angegeben, wenn diese Stoffe eingeführt werden. Im weiteren Text wird nur noch der systematische Name geschrieben. Die Schüler sollen für diese organischen Stoffe den systematischen und den Trivialnamen angeben können. Um dieses Können auszubilden, sollte im Unterricht der systematische Name verwendet werden, wenn die Schüler den Zusammenhang zwischen Struktur der Moleküle, Zuordnung zur jeweiligen Stoffklasse organischer Molekülsubstanzen und typischen Reaktionen der Stoffe erkennen sollen, weil im systematischen Namen der Stoffe bereits Strukturmerkmale erfaßt sind. Trivialnamen für organische Stoffe ohne oder mit einer funktionellen Gruppe im Molekül sollten im Unterricht dann verwendet werden, wenn die Schüler Wissen über Eigenschaften, Verwendung oder technische Herstellung dieser Stoffe erwerben. Auf diese Weise wird der Bezug des Chemieunterrichts zum täglichen Leben der Schüler im Hinblick auf die Bezeichnung von organischen Stoffen hergestellt. Die durchgängige Verwendung der systematischen Namen Methanol und Ethanol soll Verwechslungen vorbeugen, die beim Gebrauch der Trivialnamen Methylalkohol und Ethylalkohol auftreten können. Für organische Stoffe mit mehreren funktionellen Gruppen im Molekül und für aromatische Verbindungen werden im Chemieunterricht nur die Trivialnamen eingeführt.

Im Mittelpunkt des **Stoffgebiets 1. „Kohlenwasserstoffe“** steht die Aneignung von Wissen über kettenförmige Kohlenwasserstoffe. Das besondere Gewicht, das auf die Vermittlung von solchem anwendbaren Wissen über diese Stoffe und über die Struktur ihrer Moleküle gelegt wird, ergibt sich aus der Tatsache, daß aus der Struktur von Molekülen kettenförmiger Kohlenwasserstoffe fast alle weiteren in der organischen Chemie der Klasse 9 zu behandelnden Molekülstrukturen „abgeleitet“ werden können.

Die Schüler erweitern in diesem Stoffgebiet, ausgehend vom Wissen über Molekülsubstanzen, über Atombindung und über Kohlenstoff aus den Klassen 7 und 8, ihre Kenntnisse über Bau, Eigenschaften und Verwendung praktisch bedeutsamer Molekülsubstanzen am Beispiel kettenförmiger und aromatischer Kohlenwasserstoffe. Die Schüler lernen die Struktur der Moleküle von Kohlenwasserstoffen kennen und erfassen den Einfluß von Strukturmerkmalen der Moleküle auf die chemischen Reaktionen der Stoffe. Dadurch wird die

Einsicht der Schüler in den Zusammenhang zwischen Bau und Eigenschaften der Stoffe vertieft. Indem sich die Schüler Wissen über chemische Reaktionen von kettenförmigen und aromatischen Kohlenwasserstoffen aneignen, erweitern sie ihre Kenntnisse über Reaktionsarten und wenden ihr Können im Interpretieren und Entwickeln von Reaktionsgleichungen an. Beim Entwickeln von Strukturformeln und verkürzten Strukturformeln für kettenförmige Kohlenwasserstoffe und von Reaktionsgleichungen wird das Wissen und Können der Schüler in bezug auf die chemische Zeichensprache erweitert und gefestigt.

In der *Stoffeinheit 1.1. „Vergaserkraftstoff – ein technisch wichtiges Stoffgemisch von Kohlenwasserstoffen“* lernen die Schüler mit dem Hexan einen relativ einfach gebauten kettenförmigen Kohlenwasserstoff kennen. Sie erfahren, daß Hexan Bestandteil von Vergaserkraftstoff ist und untersuchen Eigenschaften von Hexan experimentell. Dabei wenden die Schüler ihr Wissen und Können in bezug auf die Untersuchung von Eigenschaften der Stoffe aus Klasse 7 und 8 an. Vergaserkraftstoff wurde als Ausgangspunkt für die Aneignung von Wissen über Kohlenwasserstoffe gewählt, weil dieses Stoffgemisch den Schülern aus dem täglichen Leben bekannt ist. Die Experimente „Prüfen der elektrischen Leitfähigkeit von Hexan“ und „Prüfen von Hexan mit Unitest“ tragen zur Erkenntnis bei, daß dieser Stoff eine Molekülsubstanz ist. Damit wird zugleich das Interesse der Schüler für das weitere Eindringen in den Bau und in chemische Reaktionen von Kohlenwasserstoffen geweckt.

Bereits bei der Aneignung von Wissen über Eigenschaften von Hexan und über die Struktur des Hexanmoleküls muß bei den Schülern die Einsicht angebahnt werden, daß die organische Chemie keine „andere Chemie“ ist und daß bereits angeeignetes Wissen, z. B. über die chemische Bindung und über Merkmale der chemischen Reaktion, in vollem Umfang auch auf die Betrachtung der Struktur der Moleküle und der chemischen Reaktionen organischer Stoffe angewendet werden kann. Im Zusammenhang mit der Struktur des Hexanmoleküls werden die Begriffe Summenformel, Strukturformel und verkürzte Strukturformel eingeführt. Den Schülern sollte mitgeteilt werden, daß die Bezeichnung Struktur der Moleküle verwendet wird, wenn der Zusammenhalt und die Anordnung der Atome in den Molekülen betrachtet wird. In bezug auf Stoffe wird weiterhin mit dem in Klasse 7 eingeführten Begriff Bau der Stoffe gearbeitet. Eine Unterscheidung des Inhalts der Begriffe Bau und Struktur ist nicht Gegenstand des Chemieunterrichts.

Die Schüler erkennen an der Struktur des Hexanmoleküls die kettenförmige Anordnung der Kohlenstoffatome, die Einfachbindung zwischen den Kohlenstoffatomen und die Vierbindigkeit der Kohlenstoffatome.

Als Ursachen für die Vielzahl organischer Stoffe sind den Schülern die Vierbindigkeit des Kohlenstoffatoms, die unterschiedlichen Möglichkeiten der Anordnung der Kohlenstoffatome, z. B. als Ketten, verzweigte Ketten und Ringe, und die chemischen Bindungen zwischen den Kohlenstoffatomen bewußtzumachen.

In der *Stoffeinheit 1.2. „Kettenförmige Kohlenwasserstoffe mit Einfachbindung im Molekül“* wird der Begriff Alkane herausgearbeitet und durch Beispiele praktisch bedeutsamer Stoffe dieser Klasse organischer Molekülsubstanzen gefestigt.

Die Alkane werden als gesättigte Kohlenwasserstoffe eingeführt. Damit kann auf die relativ umständliche Formulierung „Kohlenwasserstoffe mit Einfachbindung im Molekül“ verzichtet werden.

Die Schüler eignen sich unter Nutzung ihrer Erfahrungen über Propan als Heizgas Wissen über Eigenschaften und Verwendung ausgewählter gasförmiger, flüssiger und fester Alkane an. Im Mittelpunkt dieser Stoffeinheit stehen die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Struktur der Moleküle von Alkanen und den Eigenschaften dieser Stoffe sowie die Behandlung chemischer Reaktionen von Alkanen. Am Beispiel der chemischen Reaktionen von Alkanen lernen die Schüler die Reaktionsarten Substitution und Eliminierung kennen.

Mit dem Experiment zur Eliminierung und der Dehydrierung eines Alkans wird der Begriff Katalysator und die Anwendung von Katalysatoren bei chemischen Reaktionen eingeführt. Damit werden die Kenntnisse der Schüler über die Beeinflussung chemischer Reaktionen erweitert.

Bei der Behandlung der Wirkung von Katalysatoren gilt es zu beachten, daß der Begriff Reaktionsgeschwindigkeit noch nicht zur Verfügung steht. Für die Entscheidung, die Wirkung von Katalysatoren dennoch bereits in Klasse 9 zu behandeln, spricht die Tatsache, daß die im Unterricht betrachteten organisch-chemischen Reaktionen in der Praxis unter Einsatz von Katalysatoren durchgeführt werden.

Die Schüler entwickeln selbständig Reaktionsgleichungen für die Oxidation sowie für die Substitution von Alkanen, und sie können Reaktionsgleichungen für die Eliminierung von Alkanen interpretieren. Indem die Schüler Reaktionsgleichungen entwickeln und interpretieren sowie Strukturformeln und verkürzte Strukturformeln für unverzweigte kettenförmige Alkane entwickeln, festigen und erweitern sie ihr Wissen und Können auf dem Gebiet der chemischen Zeichensprache. Das Entwickeln von Strukturformeln erfordert, die Kenntnisse der Schüler über Außenelektronen der Atome, über die Elektronenschreibweise in Formeln für Molekülsubstanzen und über die Atombindung einzubeziehen.

Indem die Schüler einen Einblick in die praktische Verwendung einiger Substitutionsprodukte von Methan erhalten, erweitern sie ihre Kenntnisse über Stoffe.

An die Reaktionsprodukte der Eliminierungen wird in *Stoffenheit 1.3. „Kettenförmige Kohlenwasserstoffe mit Mehrfachbindung im Molekül“* angeknüpft.

Mit dem Ethen und Ethin werden den Schülern in dieser Stoffeinheit organische Stoffe von großer praktischer Bedeutung für die chemische Industrie vorgestellt. Zugleich werden am Beispiel dieser Stoffe die Kenntnisse der Schüler über Bau-Eigenschafts-Beziehungen erweitert und vertieft. Die Begriffe Alkene und Alkine lernen die Schüler als Bezeichnungen für kettenförmige Kohlenwasserstoffe mit Doppel- bzw. Dreifachbindung in den Molekülen kennen. Auf die Definition der Begriffe wird verzichtet, da sie nicht im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen.

Mit der Vermittlung von Kenntnissen über ungesättigte Kohlenwasserstoffe sind die Voraussetzungen gegeben, die Addition als Reaktionsart einzuführen. Die Bedeutung der Reaktionsart Addition für die Herstellung von prak-

tisch bedeutsamen Stoffen wird an solchen Stoffen gezeigt, die es ermöglichen, Erfahrungen der Schüler aus dem täglichen Leben und aus der produktiven Arbeit in den Unterricht einzubeziehen. Auf die Polymerisation von Ethylen und Vinylchlorid zu Polyethylen bzw. Polyvinylchlorid sowie auf polymere Stoffe als Reaktionsprodukte der Additionsreaktion wird in diesem Zusammenhang hingewiesen. Dieser Sachverhalt wird im dritten Stoffgebiet wieder aufgegriffen.

Von der Zusammensetzung des Erdöls ausgehend, wird in der *Stoffeinheit 1.4. „Erdöl und Erdgas als Stoffgemische aus Kohlenwasserstoffen“* zur technischen Nutzung der Eliminierung übergeleitet.

Im Mittelpunkt dieser Stoffeinheit steht die Erkenntnis, die Rohstoffe Erdöl und Erdgas möglichst vollständig zu veredeln. Vorhandene Kenntnisse über die umfassende stoffwirtschaftliche und rationelle energiewirtschaftliche Nutzung von Stoffen und chemischen Reaktionen aus dem Chemie- und Physikunterricht sind bei der Vermittlung von Kenntnissen über die Umwandlung von Erdöl in helle Produkte und die Verwendung dieser Produkte mit einzubeziehen.

Das Cracken wird den Schülern als chemisch-technisches Verfahren zur Veredlung von Erdöl vorgestellt, bei dem aus langkettigen Kohlenwasserstoffen kurzkettige gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe entstehen. Dabei können die Schüler ihr Wissen über den Einfluß von Katalysatoren auf chemische Reaktionen und über den Nachweis von Mehrfachbindungen in Molekülen mit wäßriger Bromlösung auf das Cracken anwenden. Am Beispiel des Crackens wird die praktische Bedeutung von Katalysatoren bei der Durchführung von Stoffumwandlungen in der Produktion hervorgehoben. Kenntnisse über die Technologie des Crackverfahrens sowie die Unterscheidung von thermischem und katalytischem Cracken werden in dieser Stoffeinheit nicht vermittelt.

In der *Stoffeinheit 1.5.* steht die Vermittlung von Wissen über einige aromatische Kohlenwasserstoffe im Mittelpunkt. Außerdem wird den Schülern am Beispiel der Struktur des Pyridinmoleküls gezeigt, daß im aromatischen Ring außer Kohlenstoffatomen auch Atome anderer Elemente enthalten sein können. Der Vergleich der Struktur eines einfach gebauten aromatischen Kohlenwasserstoffmoleküls mit der Struktur der Moleküle von Alkenen bzw. Alkinen sowie der chemischen Reaktionen dieser Stoffe soll die Einsicht bei den Schülern vertiefen, daß die unterschiedlichen chemischen Reaktionen von aromatischen Kohlenwasserstoffen und von Alkenen bzw. Alkinen auf die unterschiedliche Struktur der Moleküle zurückzuführen ist.

Damit wird das Wissen über den Zusammenhang zwischen der Struktur der Moleküle und den chemischen Reaktionen organischer Stoffe, das die Schüler bereits in den vorangegangenen Stoffeinheiten erworben haben, weiter gefestigt. Kenntnisse über die Struktur des Benzenmoleküls bilden die Grundlage für die Behandlung von Phenol und Phenoplasten in den folgenden Stoffgebieten. Das Vorstellen der Strukturformeln von Naphthalen und Pyridin sowie die Aneignung von Wissen über Verwendungsmöglichkeiten aromatischer Verbindungen in der chemischen Produktion, z. B. zur Herstellung von Farben, Waschmitteln und Pharmaka, tragen dazu bei, die große Anzahl organischer Stoffe zu verdeutlichen.

Für Experimente zur Demonstration chemischer Reaktionen einfacher aromatischer Kohlenwasserstoffe mit Sauerstoff und mit Brom ist wegen der gesundheitsschädigenden Wirkung von Benzen Toluol zu verwenden.

In der *Stoffeinheit 1.6.* erfolgt die Systematisierung des Wissens der Schüler über Struktur der Moleküle und über chemische Reaktionen kettenförmiger Kohlenwasserstoffe. Ein Schwerpunkt dieser Stoffeinheit ist das Schülerexperiment. Durch eine komplexe Aufgabenstellung ist es möglich, daß die Schüler ihr theoretisches Wissen über gesättigte und ungesättigte kettenförmige Kohlenwasserstoffe anwenden und systematisieren. Hohes Niveau experimenteller Arbeit in dieser Stoffeinheit ist dadurch gekennzeichnet, daß theoretisches Wissen zur Lösung einer experimentellen Aufgabe von den Schülern selbständig einzusetzen ist. Auf diese Weise wird bei den Schülern die Einsicht vertieft, daß die Beherrschung theoretischen Wissens notwendig ist, um chemische Sachverhalte zu erläutern oder zu klären.

Im **Stoffgebiet 2. „Organische Stoffe mit dem Element Sauerstoff“** lernen die Schüler mit den Alkoholen, Aldehyden und Carbonsäuren weitere Klassen organischer Molekülsubstanzen kennen. Darüber hinaus erfahren sie, daß auch Ester und Phenol organische Stoffe mit dem Element Sauerstoff im Molekül sind. Mit der Vermittlung dieses Wissens wird dazu beigetragen, die Kenntnisse der Schüler über Stoffe zu erweitern. Indem die Schüler erfassen, daß Moleküle organischer Stoffe Sauerstoffatome enthalten können und daß aufgrund von unterschiedlichen funktionellen Gruppen in den Molekülen diese organischen Stoffe verschiedenen Klassen organischer Molekülsubstanzen zugeordnet werden, wird bei den Schülern die Einsicht über die Vielfalt organischer Stoffe weiter vertieft. Die Einführung der jeweiligen Stoffklasse erfolgt an je einem Beispiel der Alkanole, Alkanale und Alkansäuren. Mit der Hydroxy-, der Aldehyd-, der Carboxy- und der Aminogruppe lernen die Schüler funktionelle Gruppen als weitere Strukturmerkmale von Molekülen organischer Stoffe kennen. Sie erweitern ihr Wissen über den Einfluß von Strukturmerkmalen auf chemische Reaktionen der organischen Stoffe.

Am Beispiel der Methanolsynthese und der alkoholischen Gärung lernen die Schüler technische Anwendungen organisch-chemischer Reaktionen kennen. Das Wissen und Können der Schüler in Bezug auf die chemische Zeichensprache wird gefestigt. Dabei steht das Interpretieren von Reaktionsgleichungen im Mittelpunkt.

In der *Stoffeinheit 2.1. „Organische Stoffe mit mindestens einer Hydroxygruppe im Molekül“* eignen sich die Schüler Wissen über praktisch bedeutsame organische Stoffe an. Die Schüler erwerben Wissen über Eigenschaften, volkswirtschaftliche Bedeutung und technische Herstellung von Ethanol und Methanol. Die Behandlung der Stoffklasse Alkohole beginnt mit dem Ethanol, weil insbesondere bei der Aneignung von Wissen über Eigenschaften und physiologische Wirkung dieses Stoffes von den Kenntnissen der Schüler aus dem täglichen Leben ausgegangen werden kann. Im Zusammenhang mit der Betrachtung der Struktur des Ethanolmoleküls wird die Hydroxygruppe als Strukturmerkmal eingeführt.

Bei der Aneignung des Wissens über Strukturformeln und Namen von Alkanolen soll den Schülern der Bezug zur Struktur der Moleküle und dem Namen von Alkanen bewußtgemacht werden. Damit wird das Wissen der Schüler

über den Zusammenhang zwischen dem systematischen Namen des Stoffes und der Struktur seiner Moleküle vertieft. Diesem Anliegen dient die Angabe der systematischen Namen Propan-1-ol und Butan-1-ol. Übungen zur Kennzeichnung von Stoffen sind damit nicht verbunden.

Auf der Grundlage von Wissen über Namen und Strukturformeln von Alkanolen sowie von Glycol und Glycerol werden diese Stoffe als Alkohole bezeichnet. Ringförmige Alkohole werden nicht behandelt.

Bei der Aneignung von Wissen über Phenol müssen die Schüler ihre Kenntnisse über die Struktur aromatischer Verbindungen anwenden. Durch den Vergleich der Struktur der Moleküle und der Eigenschaften von Glycerol und Alkanolen sowie von Phenol mit Alkanolen festigen die Schüler ihre Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen der Struktur der Moleküle und den Eigenschaften der Stoffe. Die Schüler lernen Hydroxyverbindungen von Hydroxidlösungen experimentell zu unterscheiden. Sie wenden dabei Wissen aus Klasse 8 über den Nachweis von Hydroxid-Ionen an.

Bei der Vermittlung von Kenntnissen über die Methanolsynthese werden wie bei den anderen chemisch-technischen Verfahren die chemischen Grundlagen in das Zentrum des Aneignungsprozesses gestellt. An diesem Beispiel werden Kenntnisse der Schüler über die chemische Reaktion und über die Beeinflussung ihres Verlaufs durch die Reaktionsbedingungen und durch die Wirkung des Katalysators zusammengeführt. Der Druck wird als Reaktionsbedingung neu eingeführt. Damit wird bereits vorhandenes Wissen über Reaktionsbedingungen und Verlauf chemischer Reaktionen aus Klasse 7 und 8 vertieft. Die Kenntnisse der Schüler über technologische Prinzipien aus Klasse 8 werden weiter vervollkommen, indem sie das Kreislaufprinzip kennenlernen. Mit der Behandlung der Methanolsynthese werden zugleich wichtige Kenntnisse für die Behandlung des chemischen Gleichgewichts in Klasse 10 bereitgestellt.

In der *Stoffeinheit 2.2. „Organische Stoffe mit einer Aldehydgruppe im Molekül“* werden den Schülern Methanal und Ethanal als Alkanale vorgestellt, die bei der chemischen Reaktion der entsprechenden Alkanole entstehen. Die Aldehydgruppe wird als Strukturmerkmal der Moleküle gekennzeichnet. Der Begriff Aldehyde wird als Bezeichnung für die Stoffklasse eingeführt, ohne auf weitere Beispiele einzugehen.

In der *Stoffeinheit 2.3. „Organische Stoffe mit mindestens einer Carboxygruppe im Molekül“* eignen sich die Schüler Wissen über Bau, Eigenschaften und Verwendung von Carbonsäuren an. Wie bei den Alkoholen wird bei der Behandlung der Alkansäuren mit der Ethansäure von einem praktisch bedeutsamen Stoff ausgegangen, der den Schülern aus dem täglichen Leben bekannt ist. Auf der Grundlage von Kenntnissen über Namen, Strukturformeln und Eigenschaften weiterer Alkansäuren gelangen die Schüler zum Begriff Alkansäuren.

Die Schüler erfassen am Beispiel der Ethansäure die Struktur der Moleküle von Alkansäuren und die Carboxygruppe als Strukturmerkmal. Die Schüler lernen anhand einiger chemischer Reaktionen von Ethansäure chemische Reaktionen von Alkansäuren kennen, die auf das Strukturmerkmal der Moleküle dieser Stoffe zurückzuführen sind. Bei der Aneignung des Wissens über chemische Reaktionen von Ethansäure mit Metallen, Metalloxiden und Metallhydroxidlösungen werden die Kenntnisse der Schüler aus Klasse 8 über die Redoxreaktion und über die Reaktion mit Protonenübergang wieder aufgegriffen.

Bei den chemischen Reaktionen der verdünnten Ethansäure wird der Begriff funktionelle Gruppe eingeführt. Dabei wird auf die Hydroxy- und Aldehydgruppe hingewiesen, die ebenfalls als funktionelle Gruppen gekennzeichnet werden.

Nachdem die Schüler auf die Ölsäure und auf die Oxalsäure als Beispiele für ungesättigte Carbonsäuren bzw. für Carbonsäuren mit mehreren Carboxygruppen im Molekül hingewiesen wurden, kann nun der Begriff Carbonsäuren eingeführt werden. Milchsäure und Citronensäure werden als Beispiele für Carbonsäuren mit mehreren funktionellen Gruppen genannt. Damit kann zur Behandlung von Aminosäuren übergeleitet werden. Die Schüler lernen die Struktur des 2-Amino-ethansäuremoleküls und die Aminogruppe als weitere funktionelle Gruppe kennen. Sie müssen die Aminosäuren als Carbonsäuren erfassen, die im Molekül mindestens eine Aminogruppe enthalten.

In der *Stoffeinheit 2.4. „Ester“* lernen die Schüler am Beispiel der Veresterung eine chemische Reaktion kennen, auf deren Grundlage praktisch bedeutsame Stoffe gebildet werden. Die Schüler eignen sich Wissen über die Esterbildung an und erweitern dabei ihre Kenntnisse über die chemische Reaktion. Sie müssen die Veresterung als Kondensation erfassen und erkennen, daß die Kondensation eine Substitutionsreaktion ist. Die Veresterung ist mit der Neutralisation zu vergleichen.

Bei der Behandlung der Spaltung eines Esters durch Reaktion mit Wasser als Umkehrung dieser chemischen Reaktion können Beziehungen zum Biologieunterricht geknüpft werden, indem die Kenntnisse der Schüler aus Klasse 8 über die Fettspaltung bei der Verdauung aufgegriffen werden. Ein weiterer wichtiger Bezug zum Biologieunterricht ergibt sich beim Bekanntmachen der Schüler mit der Bedeutung einiger Ester als Grundlage von Lebensvorgängen. Im Zusammenhang mit dem Hinweis auf Insektizide als Ester der Phosphorsäure ergeben sich Möglichkeiten, auf den Mißbrauch von Stoffen als chemische Kampfstoffe einzugehen.

Die *Stoffeinheit 2.5. „Stoffe mit funktionellen Gruppen im Molekül – Systematisierung“* dient vor allem der Festigung der Kenntnisse über organische Stoffe mit dem Element Sauerstoff. In diese Systematisierung ist aber auch Wissen aus dem Stoffgebiet 1 über Kohlenwasserstoffe einzubeziehen. Bei der Zuordnung von organischen Stoffen zu Stoffklassen sind nicht nur die Kenntnisse der Schüler über Klassen organischer Molekülsubstanzen, sondern auch die Kenntnisse über Ionensubstanzen einzubeziehen.

Bei den Experimenten zur Addition von Brom und zum Nachweis einer Carbonsäure beim Ermitteln von unbekannten organischen Verbindungen aufgrund typischer chemischer Reaktionen müssen die Schüler ihr Wissen und Können anwenden. Die Schüler sollen beim Vergleich von chemischen Reaktionen von kettenförmigen gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffen sowie von Alkanolen und Alkansäuren den Einfluß von Strukturmerkmalen auf die Reaktionen der Stoffe erfassen. Sie festigen dabei ihr Wissen über den Zusammenhang zwischen der Struktur der Moleküle und den Eigenschaften der Stoffe.

Die Schüler müssen Reaktionsgleichungen für chemische Reaktionen von Ethanol mit Natrium und einer Alkansäure mit unedlen Metallen, Metallhydroxidlösungen und Wasser entwickeln und interpretieren. Sie wenden

dabei ihr Wissen aus Klasse 8 über die Redoxreaktion und die Reaktion mit Protonenübergang sowie ihr Wissen und Können in bezug auf die chemische Zeichensprache an.

Die Systematisierung in dieser Stoffeinheit soll auch die Erkenntnis der Schüler festigen, daß aus einer geringen Anzahl einfach gebauter Stoffe eine große Vielfalt organischer Verbindungen hergestellt werden kann.

Mit der Umwandlung einiger organischer Stoffe ineinander wird das Wissen der Schüler über die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen vertieft und zugleich ein weiteres Beispiel für die Behandlung des chemischen Gleichgewichts in Klasse 10 bereitgestellt.

Im **Stoffgebiet 3. „Makromolekulare Stoffe“** wird das Wissen der Schüler über Stoffe erweitert, in dem aus der Vielzahl natürlicher und synthetischer makromolekularer Stoffe einige in der Natur und Technik bedeutsame Verbindungen behandelt werden. Mit der Zuordnung dieser Stoffe zu den polymeren Stoffen erweitern die Schüler ihre Kenntnisse aus Klasse 8 über diese Stoffklasse. Im Mittelpunkt der Aneignung von Wissen in diesem Stoffgebiet stehen Betrachtungen über den Zusammenhang zwischen der Struktur der Moleküle und den Eigenschaften der Stoffe. Die Schüler müssen erfassen, daß makromolekulare Stoffe aus relativ einfach gebauten Grundbausteinen aufgebaut sind. Das Entwickeln chemischer Reaktionen für die Bildung von natürlichen und synthetischen makromolekularen Stoffen wird von den Schülern nicht gefordert.

In der *Stoffeinheit 3.1. „Natürliche makromolekulare Stoffe“* erwerben die Schüler Wissen über Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung von Kohlenhydraten und Eiweißen. Am Beispiel des Glucosemoleküls wenden die Schüler ihre Kenntnisse über Strukturmerkmale an. Sie erweitern dieses Wissen, indem sie die Peptidgruppe bei Eiweißen als charakteristisches Strukturmerkmal der Moleküle dieser Stoffe erfassen und beschreiben können.

Auf die Behandlung chemischer Reaktionen zur Synthese von Kohlenhydraten und Eiweißen wird wegen der Kompliziertheit dieses Sachverhalts verzichtet. Mit der Aneignung von Wissen über den Abbau von Kohlenhydraten und Eiweißen erhalten die Schüler einen Einblick in die chemischen Grundlagen dieser Vorgänge. Damit wird das Verständnis von Stoff- und Energiewechsel im lebenden Organismus vertieft.

Im Hinblick auf die weltanschauliche Bildung und Erziehung der Schüler kommt dieser Stoffeinheit große Bedeutung zu. Durch die zu behandelnden Fakten und Zusammenhänge wird die Einsicht der Schüler gefestigt, daß Lebensprozesse mit chemischen und biochemischen Reaktionen verbunden sind. Dazu trägt auch das Bekanntmachen der Schüler mit der wissenschaftlichen Leistung Emil Fischers bei.

In der *Stoffeinheit 3.2. „Synthetische makromolekulare Stoffe“* werden Eigenschaften und Verwendung einiger praktisch bedeutsamer synthetischer makromolekularer Stoffe in enger Verbindung mit der Struktur ihrer Moleküle behandelt. Die Schüler sollen Eigenschaften einiger Stoffe auf die Struktur ihrer Moleküle zurückführen und erklären können. Damit wird das Wissen und Können der Schüler über den Zusammenhang zwischen Eigenschaften der Stoffe und Struktur der Moleküle weiter gefestigt. Die Vermittlung von Kenntnissen über synthetische makromolekulare Stoffe ist durch einen engen

Bezug zur Praxis und zum Leben gekennzeichnet. Dazu werden Bau-Eigenschafts-Beziehungen, wie der Zusammenhang zwischen der kettenförmigen Struktur der Moleküle und thermoplastischen Eigenschaften der Stoffe, betrachtet. Außerdem werden die Schüler mit Begriffen aus dem täglichen Leben, wie Thermoplaste, Duroplaste und Elaste, vertraut gemacht. Die Konzentration auf diese grundlegenden, für die Allgemeinbildung notwendigen Inhalte machte zugleich erforderlich, auf die Behandlung weiterer Stoffe, wie Aminoplaste und Polyacrylnitril, zu verzichten.

Bei der Behandlung der synthetischen makromolekularen Stoffe als Werkstoffe muß den Schülern bewußt werden, daß sich aus gleichen Ausgangsstoffen bei unterschiedlichen Reaktionsgleichungen oder durch Zusätze andere Strukturen der Moleküle der Reaktionsprodukte bilden. Die Schüler erfassen, daß auf diese Weise „Werkstoffe nach Maß“ hergestellt werden können.

Im Stoffgebiet 4. „Stoffe und chemische Reaktionen – Festigung“ werden die wesentlichen Grundlagen über Stoffe und chemische Reaktionen aus dem Bereich der organischen Chemie zusammengefaßt. Dabei sollen auch Kenntnisse aus der anorganischen Chemie der Klassen 7 und 8 berücksichtigt werden. Das betrifft auch die Anwendung von Wissen und Können in bezug auf die chemische Zeichensprache sowie auf die Zuordnung von Stoffen zu Stoffklassen und von chemischen Reaktionen zu Reaktionsarten.

Das Stoffgebiet 4 ist inhaltlich so gestaltet, daß die Schüler ihr Wissen und Können aus den Klassen 7 bis 9 anwenden können. Dazu sind im Lehrplan entsprechende Tätigkeiten ausgewiesen.

Beim Systematisieren ist die Einsicht der Schüler auszuprägen, daß ihre Kenntnisse über den Bau der Stoffe und die Stoffklassen, über die Arten und die Merkmale der chemischen Reaktion sowie über weitere Grundlagen der Chemie auch für das Verständnis der organischen Chemie im vollen Umfang anwendbar sind. Dieser Zusammenhang ist bei der Auswahl der Beispiele zu beachten.

Im Unterricht zu diesem Stoffgebiet ist darauf zu achten, daß die Schüler ihr Wissen über den Zusammenhang zwischen dem Bau der Stoffe und deren Eigenschaften beim Lösen entsprechender Aufgaben anwenden. Dabei ist ihnen deutlich zu machen, daß mit dem Eindringen in die Struktur der Moleküle organischer Stoffe günstige Voraussetzungen geschaffen wurden, Eigenschaften und chemische Reaktionen dieser Stoffe zu erklären.

2.4. Der Chemieunterricht in Klasse 10

Dem Abschlußcharakter dieser Klassenstufe entsprechend, werden die Kenntnisse der Schüler über Stoffe, chemische Reaktionen und über chemisch-technische Verfahren unter Einbeziehung von grundlegenden Fakten, Begriffen und gesetzmäßigen Zusammenhängen aus der anorganischen und organischen Chemie vielfältig angewendet und dabei gefestigt. Die Schüler lernen weitere praktisch bedeutsame Stoffe kennen. Sie erweitern dabei ihr Wissen über Herstellung, Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten volkswirtschaftlich bedeutsamer Stoffe. Außerdem vertiefen und erweitern die Schüler ihre Kenntnisse über die chemische Reaktion durch die Erarbeitung des Begriffs Reaktionsgeschwindigkeit und die Einführung in Grundlagen des chemischen Gleichgewichts.

Indem die Schüler das in den Klassen 7 bis 9 erworbene Wissen und Können anwenden und mit den in Klasse 10 angeeigneten Kenntnissen verbinden, werden Voraussetzungen geschaffen, geistige und geistig-praktische Tätigkeiten (↗ S. 54) auf einem anspruchsvollen Niveau in bezug auf Inhalt, Komplexität und Verlaufsqualitäten zu vollziehen.

Die Kenntnisse der Schüler über die chemische Zeichensprache als wichtiges Arbeitsmittel zum Beschreiben von Stoffen und chemischen Reaktionen sowie die Kenntnisse über die physikalischen Größen molare Masse und molares Volumen, über Stoffmengen- und Massenverhältnisse bei chemischen Reaktionen sind auf die neu anzueignenden Inhalte anzuwenden und somit zu festigen. Dabei wird das Können im Entwickeln und Interpretieren von Reaktionsgleichungen sowie in bezug auf das Lösen stöchiometrischer Aufgaben bei der Betrachtung von Stoffen und chemischen Reaktionen weiterentwickelt. Die Beispiele dazu sind vom Lehrer entsprechend seiner methodischen Konzeption auszuwählen. Darüber hinaus wird das Können der Schüler im Erklären von Erscheinungen, im Erläutern von Zusammenhängen und Begriffen, im Beschreiben von Sachverhalten, im Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten sowie im Zuordnen von Stoffen zu Stoffklassen und von chemischen Reaktionen zu Reaktionsarten weiter ausgeprägt.

Im Stoffgebiet 1. „Systematisierung zu Bau und Eigenschaften von Stoffen – Praktikum“ wird das Wissen der Schüler über Bau, Eigenschaften und Verwendung von Stoffen unter Einsatz von Schülerexperimenten systematisiert.

Die Kenntnisse der Schüler über das Periodensystem der Elemente werden in der *Stoffeinheit 1.1. „Gesetzmäßigkeiten des Periodensystems“* im Zusammenhang mit dem Ableiten von Aussagen über Stoffe vertieft und erweitert. In dieser Stoffeinheit wird das in Klasse 7 und Klasse 8 bereits vermittelte Wissen und Können wieder aufgegriffen. Die Behandlung von Gesetzmäßigkeiten des Periodensystems dient weiterhin der Systematisierung der Kenntnisse der Schüler über Stoffklassen.

Nachdem in Klasse 8 bereits die Stellung von Elementen im Periodensystem betrachtet wurde, die Metalle oder Molekülsubstanzen bilden, werden nun auch solche Elemente in die Betrachtung einbezogen, deren Elementsubstanzen zu den polymeren Stoffen gehören. Wesentlich in dieser Stoffeinheit ist auch, daß die Schüler den Zusammenhang zwischen einigen Eigenschaften von Elementsubstanzen und der Stellung der entsprechenden Elemente im Periodensystem erläutern können. An Beispielen wird darauf hingewiesen, daß einige Elemente verschiedene Elementsubstanzen bilden. Dabei ist an das Wissen der Schüler über die Eigenschaften von Diamant und Graphit aus Klasse 8 anzuknüpfen. Die Schüler erkennen, daß aus der Stellung von Elementen im Periodensystem Aussagen darüber abgeleitet werden können, ob die Oxide dieser Elemente mit Wasser basische oder saure Lösungen bilden. Diese Betrachtungen zum Periodensystem der Elemente sind in den Stoffgebieten 3 und 4 wieder aufzugreifen und weiterzuführen.

In der *Stoffeinheit 1.2.* steht die Untersuchung von Stoffen im Mittelpunkt des Unterrichts. Mit der Untersuchung einiger Eigenschaften von Stoffen, dem Nachweisen von Strukturmerkmalen der Moleküle organischer Stoffe und dem Nachweisen von Ionen in Stoffen und Stoffgemischen werden Inhalte aufgegriffen, die in den vorausgegangenen Klassenstufen angeeignet wurden. Die

Schüler erhalten damit zu Beginn des Chemieunterrichts in Klasse 10 Gelegenheit, bereits vermitteltes Wissen und Können bei der Lösung experimenteller Aufgaben weitgehend selbstständig einzusetzen. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um anspruchsvollen Systematisierungen im Lehrgang der Abschlußklasse durchgängig einem höheren Stellenwert zu geben und Möglichkeiten zu schaffen, die Schüler durch die Auseinandersetzung mit diesem Unterrichtsstoff zu aktivieren.

Das Praktikum im neuen Lehrplan wurde in zwei zeitlich voneinander getrennte Abschnitte aufgeteilt. Damit erfolgt zu Beginn der Klasse 10 eine Systematisierung des Wissens über Bau und Eigenschaften der Stoffe. Darauf kann in den Stoffgebieten 3 und 4 aufgebaut werden. Die Systematisierung der Kenntnisse über chemische Reaktionen rückt an das Ende dieser Klassenstufe. Durch die Aufteilung des Praktikums entstehen für die Chemielehrer auch günstigere Arbeitsbedingungen, indem die konzentrierte Belastung über zehn Wochen hinweg in bezug auf organisatorische und inhaltliche Vorbereitung abgebaut wurde.

Im Stoffgebiet 2. „Gesetzmäßigkeiten des Verlaufs chemischer Reaktionen“ wird die Erkenntnislinie chemische Reaktion weiter ausgebaut. Dazu werden chemische Reaktionen aus der anorganischen und der organischen Chemie genutzt.

In der *Stoffeinheit 2.1. „Reaktionsgeschwindigkeit bei chemischen Reaktionen“* werden die im vorangegangenen Unterricht angebahnten Einsichten in den zeitlichen Verlauf chemischer Reaktionen und dessen Beeinflussung durch die Wahl der Reaktionsbedingungen und den Einsatz von Katalysatoren theoretisch vertieft. Ausgehend von den Kenntnissen der Schüler über die physikalische Größe Stoffmenge wird der Begriff Stoffmengenkonzentration eingeführt. Im weiteren Verlauf des Unterrichts wird die kürzere Bezeichnung Konzentration verwendet. Die Schüler lernen an Beispielen den Zusammenhang zwischen der Konzentration der Ausgangsstoffe und dem zeitlichen Verlauf chemischer Reaktionen kennen und mit Hilfe von Konzentration-Zeit-Diagrammen erläutern. Dabei wird ihnen erneut der Wert mathematischer Methoden für die exakte Darstellung und Beschreibung chemischer Sachverhalte bewußtgemacht. Auf dieser Grundlage wird der Begriff Reaktionsgeschwindigkeit erarbeitet.

Bei der Auswahl des Inhalts dieser Stoffeinheit und ihrer methodischen Anlage wurde vieles von dem wieder aufgegriffen, was sich im alten Lehrplan bewährt hat. Das gilt auch für die *Stoffeinheit 2.2. „Chemisches Gleichgewicht“*. Im Lehrplan ist dazu ein methodischer Weg angelegt, der von der Frage ausgeht, warum den Schülern bereits bekannte chemische Reaktionen unvollständig ablaufen. Unter Anwendung ihres Wissens aus den Klassen 7 bis 9 über die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen finden die Schüler durch die Betrachtung des gleichzeitigen Ablaufs der Hinreaktion und der Rückreaktion Zugang zum Verständnis des chemischen Gleichgewichts. Die teilchenmäßige Betrachtung des chemischen Gleichgewichts zielt darauf ab, den Schülern die Dynamik dieses Zustands bewußtzumachen. Die teilchenmäßige Interpretation des Einflusses von Druck und Temperatur auf das chemische Gleichgewicht ist damit nicht verbunden. Die Dynamik kommt auch in dem Merkmal des chemischen Gleichgewichts „Gleiche Reaktionsgeschwindigkeit

der Hin- und Rückreaktion“ zum Ausdruck. Als weiteres Merkmal lernen die Schüler kennen, daß im chemischen Gleichgewicht die Konzentration aller an der Reaktion beteiligten Stoffe konstant ist. Die im Stoffgebiet eingeführten Begriffe Konzentration und Reaktionsgeschwindigkeit sind also wichtige Begriffe des chemischen Gleichgewichts.

Unter Einbeziehung praktisch bedeutsamer Beispiele erfassen die Schüler die Wirkung von Katalysatoren auf die Einstellzeit des chemischen Gleichgewichts und den Einfluß von Druck und Temperatur auf das chemische Gleichgewicht. Für die Einführung des Prinzips von Le Chatelier und Braun kann auf die technische Durchführung der Methanolsynthese zurückgegriffen werden, die den Schülern aus Klasse 9 bekannt ist.

Dem Lehrer muß an dieser Stelle bewußt sein, daß die Schüler grundlegende Kenntnisse über das Prinzip von Le Chatelier und Braun erwerben und diese auf chemische Gleichgewichte anwenden. Auf der Grundlage von Regeln, die aus dem Prinzip von Le Chatelier und Braun abgeleitet sind, sollen die Schüler den Einfluß von Temperatur- und Druckänderungen auf das chemische Gleichgewicht bei technisch und biologisch bedeutsamen chemischen Reaktionen erläutern können.

Den Schülern ist mit Bezug auf entsprechende Inhalte des Biologieunterrichts bewußtzumachen, daß Erkenntnisse über das chemische Gleichgewicht auch zu einem tieferen Verständnis der physiologischen Vorgänge im tierischen und pflanzlichen Organismus beitragen.

Das Stoffgebiet 3. „Stickstoffverbindungen“ baut auf Kenntnissen der Schüler insbesondere über Stickstoff aus Klasse 7, über Eigenschaften und Verwendung von Ammoniak und dessen chemische Reaktion mit Wasser aus Klasse 8 sowie über das chemische Gleichgewicht auf. Im Mittelpunkt der Aneignung von Wissen und Können in diesem Stoffgebiet steht die Herstellung von Ammoniak als Ausgangsstoff für weitere praktisch bedeutsame Stickstoffverbindungen, vor allem für Düngemittel. Das Wissen der Schüler über Salpetersäure aus Klasse 8 wird vertieft. In enger Verbindung mit der Behandlung einiger Stickstoffverbindungen werden die erworbenen Kenntnisse über den Bau der Stoffe und über chemische Reaktionen gefestigt. Dabei sind auch Reaktionsgleichungen zu interpretieren und für ausgewählte Beispiele zu entwickeln, sowie chemische Reaktionen den entsprechenden Reaktionsarten zuzuordnen und diese Zuordnung zu begründen.

Experimente sind so in die Unterrichtsgestaltung einzubeziehen, daß die Schüler ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Untersuchung von Stoffen selbständig anwenden und dabei weiterentwickeln können.

Im Stoffgebiet 3 werden vielfältige Bezüge zu Fragen der Nutzung, Gestaltung und Erhaltung der Umwelt hergestellt. Das Stoffgebiet trägt zu der für den gesamten Chemielehrgang grundlegenden Zielstellung bei, die Verbindung des Chemieunterrichts mit dem Leben, mit den Erfahrungen der Schüler zu sichern und in die Behandlung chemisch-technischer Sachverhalte ökonomische und ökologische Fragen einzubeziehen.

In der *Stoffeinheit 3.1. „Technische Herstellung von Ammoniak“* wird das in Klasse 8 bei der Behandlung chemisch-technischer Verfahren gewählte methodische Vorgehen, bei dem der Weg, ausgehend von den Kenntnissen der Schüler über das Produkt, über die Erarbeitung der zentralen chemischen

Reaktion und über das Vorstellen des Reaktionsapparats zur Betrachtung der technologischen Prinzipien führt, bei der Behandlung der Ammoniaksynthese beibehalten.

Bei der Anwendung der Kenntnisse über das chemische Gleichgewicht auf die Ammoniaksynthese gilt es vor allem, den Schülern den Zusammenhang zwischen der Veränderung des Volumens bei der chemischen Reaktion und dem Druck sowie der exothermen und endothermen Reaktion und der Temperatur bewußtzumachen. Die Schüler müssen die Bedeutung theoretischen Wissens für die günstige Gestaltung der Ammoniaksynthese erkennen.

Die Vermittlung von Wissen über die Ammoniaksynthese bietet auch die Möglichkeit, die Einsicht der Schüler herauszubilden, daß das Haber-Bosch-Verfahren eine bedeutende wissenschaftlich-technische Leistung darstellt, die die Entwicklung der Produktivkräfte in vielen Bereichen der Gesellschaft wesentlich beeinflußt hat.

Indem die Schüler die Reaktionsgleichung für die Bildung und den Zerfall von Ammoniak stofflich und teilchenmäßig interpretieren, wird ihnen die Bedeutung der chemischen Zeichensprache als Arbeitsmittel erneut deutlich.

In den Stoffeinheiten 3.2. „*Ammoniumverbindungen*“ und 3.3. „*Herstellung und Verwendung von Salpetersäure*“ eignen sich die Schüler Wissen über Eigenschaften und Verwendung von Ammoniumverbindungen, Stickstoffoxiden, Salpetersäure und Nitraten an. Darüber hinaus werden sie mit einem weiteren chemisch-technischen Verfahren bekannt gemacht. Bei der Vermittlung von Kenntnissen über die Verwendung einiger Ester der Salpetersäure als Sprengmittel kann der Lehrer an das Wissen der Schüler über Ester als Reaktionsprodukte einer Säure mit einem Alkohol aus dem Chemieunterricht der Klasse 9 anknüpfen. Damit wird das Wissen der Schüler über praktisch bedeutsame Stoffe, die auf der Basis von Ammoniak hergestellt werden, erweitert.

In beiden Stoffeinheiten bestehen günstige Gelegenheiten, das Wissen und Können der Schüler über Ionensubstanzen zu reaktivieren und zu festigen.

Im Chemieunterricht der Klasse 10 wird weiter an der Aufgabe gearbeitet, den Schülern wissenschaftlich begründete Einsichten darüber zu vermitteln, daß der Mensch in seiner Lebenstätigkeit in vielfältiger Weise auf seine Umwelt einwirkt. Die Schüler sollen begreifen, daß Fortschritte in Wissenschaft, Technik und Produktion Voraussetzung dafür sind, Umweltbelastungen zu verhindern oder zu begrenzen.

In diesem Stoffgebiet werden Stickoxide als Luftschadstoffe und Nitrat-Ionen als Wasserschadstoff gekennzeichnet und Maßnahmen zur Vermeidung entsprechender Umweltbelastungen erläutert. Dabei ist eine genaue Abstimmung mit dem Biologieunterricht erforderlich. Das gilt besonders für die Stoffeinheit 3.4. „*Der Kreislauf des Stickstoffs in der Natur*“.

Der Unterricht im **Stoffgebiet 4. „Herstellung und Verwendung von Schwefelsäure“** baut auf Kenntnissen der Schüler über Schwefel und Schwefeldioxid als Molekülsubstanzen aus Klasse 7 und über Schwefelsäure aus Klasse 8 auf. In diesem Stoffgebiet wird ein chemisch-technisches Verfahren behandelt, in dessen Betrachtung ökonomische und ökologische Gesichtspunkte einbezogen werden.

In der Stoffeinheit 4.1. „*Schwefeldioxid als Ausgangsstoff für die Herstellung von Schwefelsäure*“ lernen die Schüler unterschiedliche Möglichkeiten zur

Bildung von Schwefeldioxid kennen. Im Mittelpunkt stehen die Möglichkeiten zur Herstellung von Schwefeldioxid, die in der DDR von besonderer Bedeutung sind. Mit der Behandlung dieser Inhalte sollen auch die Einsichten der Schüler über die effektive Ausnutzung von Rohstoffen und über Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Verringerung von Umweltbelastungen weiter vertieft werden.

Mit der Behandlung der Bildung von Schwefeldioxid und dessen Oxidation zu Schwefeltrioxid werden die theoretischen Grundlagen für die technische Herstellung von Schwefelsäure in der *Stoffeinheit 4.2.* geschaffen. Bei der Aneignung von Wissen über ein weiteres chemisch-technisches Verfahren können die Schüler ihre Kenntnisse über das chemische Gleichgewicht, über die Reaktionsgeschwindigkeit, die Bedeutung von Katalysatoren für chemisch-technische Verfahren und über technologische Prinzipien anwenden. Auf der Grundlage dieser theoretischen Kenntnisse sollen sie günstige Reaktionsbedingungen voraussagen, die angewendeten Reaktionsbedingungen begründen und Möglichkeiten zur Erhöhung der Produktion erläutern können. Auch bei der Behandlung der technischen Herstellung von Schwefelsäure werden technische Einzelheiten des Produktionsprozesses nicht vermittelt.

In der *Stoffeinheit 4.3. „Verwendung von Schwefelsäure“* erweitern die Schüler ihr Wissen über die Verwendung praktisch bedeutsamer Stoffe. In dieser Stoffeinheit werden die Schüler auch mit Phosphorsäure und mit Phosphaten bekannt gemacht. Diese Einordnung ergibt sich aus der Tatsache, daß der größte Teil der Schwefelsäure in der Volkswirtschaft für den Phosphataufschluß zur Herstellung von Phosphorsäure und Phosphordüngemitteln verwendet wird. Damit wird bei der Behandlung einiger Verbindungen des Phosphors, die neu in den Lehrgang aufgenommen wurden, das Prinzip des engen Bezugs des Chemieunterrichts zur Praxis konsequent weiterverfolgt. Die Kenntnisse der Schüler über Ester werden aufgegriffen, wenn Ester der Schwefelsäure als Bestandteile von Waschmitteln gekennzeichnet und Hinweise auf Vorkommen und Verwendung von Estern der Phosphorsäure gegeben werden.

Im Stoffgebiet 5. „Systematisierung zur chemischen Reaktion – Praktikum“ wird das Wissen der Schüler über chemische Reaktionen und ihre praktische Bedeutung sowie über Methoden und Verfahren wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens in enger Verbindung mit der Lösung experimenteller Aufgaben systematisiert.

Somit bilden Praktikum und Systematisierung eine Einheit. Diese Form der Systematisierung kennen die Schüler bereits aus zahlreichen Stoffeinheiten bzw. Stoffgebieten des Lehrgangs.

Im Zentrum der Systematisierung zur chemischen Reaktion stehen die Reaktionsarten. Die im Lehrplan ausgewiesenen Beispiele machen deutlich, daß im Unterricht besonderer Wert darauf gelegt werden soll, die wissenschaftlichen Grundlagen auf vielfältige praktische Sachverhalte anzuwenden. Die von den Schülern durchzuführenden Experimente sind so ausgewählt, daß sie den Prozeß der Systematisierung des Wissens über Gesetzmäßigkeiten der chemischen Reaktion unterstützen. Bei der Auswahl der praktisch bedeutsamen chemischen Reaktionen hat jeder Lehrer die Möglichkeit, die Bedingungen des jeweiligen Territoriums für seinen Unterricht zu nutzen.

In bezug auf die experimentelle Tätigkeit der Schüler ist in diesem abschlie-

Benden Stoffgebiet im Verleich zum vorausgegangenen Unterricht ein höheres Niveau angelegt. Dazu sind inhaltlich anspruchsvolle Experimente als Schülerexperimente ausgewiesen. Der höhere Anspruch an die Schüler besteht vor allem darin, daß sie diese Experimente unter Anwendung ihrer Kenntnisse selbständig vorbereiten, durchführen und auswerten. Diese Verknüpfung von Wissen und Können und die damit verbundenen Anforderungen an das gründliche Erfassen des theoretischen und praktischen Problems, an die Sorgfalt in allen Schritten der Arbeit, an die Beharrlichkeit bei der Bearbeitung der Aufgabe, an die Bereitschaft, eigene Lösungswege zu beschreiben, geben jedem Schüler die Möglichkeit, sich im Rahmen seiner spezifischen Möglichkeiten zu bewähren.

3. Methodische Gestaltung des Chemieunterrichts auf der Grundlage des neuen Lehrplanes

3.1. Geistige Aktivität der Schüler durch anspruchsvolle Tätigkeiten

Die Aneignung der im neuen Lehrplan ausgewiesenen Inhalte trägt wirksam zur Entwicklung der Persönlichkeit der Schüler bei, wenn die Schüler im Unterricht beim Erwerb von Wissen und Können gefordert und befähigt werden, sich aktiv mit dem Unterrichtsstoff auseinanderzusetzen.

Deshalb orientieren die Chemielehrpläne in allen Klassenstufen bei der Behandlung von Stoffen, chemischen Reaktionen und chemisch-technischen Sachverhalten auf anspruchsvolle Schülertätigkeiten. Für den Lehrer ist dabei besonders wichtig, das Niveau dieser Tätigkeiten in den verschiedenen Etappen des Unterrichts richtig zu bestimmen und die Schüler beim Vollzug dieser Tätigkeiten zielstrebig zu führen und zu unterstützen. Der Chemieunterricht ordnet sich bei dieser Aufgabe in ein Konzept ein, das alle naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer einbezieht, aber noch über diesen Fächerbereich hinausreicht. In diesem Zusammenhang sind die folgenden Aussagen einzuordnen. Im Lehrplan sind die für den Chemieunterricht bestimmenden Tätigkeiten in den Stoffteilen ausgewiesen. Im Vordergrund stehen dabei Tätigkeiten wie

- das Beschreiben bzw. Vergleichen des Baus und der Eigenschaften von Stoffen, des Verlaufs chemischer Reaktionen, technischer Verfahren und der Arbeitsweise von Reaktionsapparaten,
- das Erläutern, Erklären und Voraussagen chemischer Sachverhalte,
- das Begründen der Zuordnung von Stoffen zu Stoffklassen und von chemischen Reaktionen zu Reaktionsarten,
- das Entwickeln und Interpretieren von Reaktionsgleichungen sowie
- das Berechnen der Massen bzw. Volumen von Stoffproben bei chemischen Reaktionen.

Im Unterricht sind diese Tätigkeiten häufig Teil komplexer Tätigkeiten, wie des Lösen von Problemen und Aufgaben sowie des Experimentierens.

Betrachtet man unter diesen Aspekten die Tätigkeiten, die im Lehrplan der Klasse 7 stehen, dann fällt der hohe Stellenwert auf, den in dieser Klasse das Beschreiben, Vergleichen, Erläutern und Interpretieren chemischer Sachverhalte einnehmen. Gerade diese Tätigkeiten sind im Anfangsunterricht besonders wichtig für die Erziehung der Schüler zum exakten Beobachten, für die Befähigung zur genauen Beschreibung der beobachteten Sachverhalte unter Nutzung der Fachsprache, für das Unterscheiden von Wesentlichem und weniger Wesentlichem und für das sichere Erfassen der Zusammenhänge zwischen dem Bau der Stoffe und ihren Eigenschaften. Im Charakter dieser Tätigkeiten kommen somit wesentliche Ansprüche an den Inhalt und das Niveau der geistigen Aktivität der Schüler dieser Klassenstufe zum Ausdruck. Beschreiben, Vergleichen, Erläutern und Interpretieren behalten jedoch auch in den folgenden Klassenstufen ihre Bedeutung. Sie gehören zu den grundlegenden Tätigkeiten des Chemieunterrichts und der anderen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer, weil sie für die Aneignung eines soliden Wissens und Könnens unentbehrlich sind. In dem Maße, wie die Schüler in die wissenschaftlichen Grundlagen

der Chemie eindringen, gewinnen Tätigkeiten wie das Begründen, Erklären und Voraussagen stärkeres Gewicht. Sie kennzeichnen das Niveau, bis zu dem die geistige Auseinandersetzung der Schüler mit den Inhalten des Chemieunterrichts geführt werden muß.

Bei der Ableitung von Schlußfolgerungen aus den im Lehrplan angegebenen Tätigkeiten muß beachtet werden: Im Lehrplan erfolgt eine bewußte Begrenzung auf wenige, für das Lernen besonders wichtige Tätigkeiten.

Dabei werden vor allem diejenigen Schülertätigkeiten ausgewiesen, die den für den Chemieunterricht typischen Aneignungsweisen und Erkenntnismethoden entsprechen und den grundlegenden Aneignungsweg deutlich machen. [12, S. 53] Die Vielfalt der Tätigkeiten, die den lebendigen Unterrichtsprozeß bestimmen, kann und soll im Lehrplan nicht vorgeplant werden. Es gehört zu den schöpferischen Aufgaben eines jeden Chemielehrers, aus den in der Linienführung des Chemielehrgangs gekennzeichneten Ziel-Stoff-Strukturen die für den Aneignungsprozeß erforderlichen Schülertätigkeiten abzuleiten.

Der Erfolg des Einsatzes von Schülertätigkeiten hängt in hohem Maße davon ab, wie es der Lehrer versteht, diesen Prozeß mit der Entwicklung des sprachlichen Rezeptions- und Ausdrucksvermögens, mit der Befähigung zur Kommunikation im Klassenverband oder in kleineren Gruppen zu verbinden. Im Lehrplan wird diese Aufgabe besonders betont, und es werden Hinweise zur methodischen Gestaltung gegeben:

„Unter Berücksichtigung des im muttersprachlichen Unterricht Erreichten“, heißt es darin, „ist das sprachliche Ausdrucksvermögen dadurch weiterzuentwickeln, daß die Schüler immer wieder dazu aufgefordert werden, sich zu bestimmten Sachverhalten zusammenhängend und exakt zu äußern.“ [2, S. 9] Das Führen von Diskussionen und das Halten von Kurzvorträgen über das Vorgehen beim Planen und Auswerten von Experimenten, über Probleme und Aufgaben werden darin als weitere Möglichkeiten genannt, um die Sprach- und Argumentationsfähigkeit der Schüler zu schulen.

Eine wichtige Rolle spielt dabei der zielgerichtete Einsatz des Lehrbuchs für die Erarbeitung neuen Wissens oder in anderen didaktischen Funktionen.

Damit Schülertätigkeiten zum Element des aktiven Lernens werden, sind im Unterricht die erforderlichen Voraussetzungen zu schaffen. Zu diesen Voraussetzungen gehören vor allem

- die Motivierung der Schüler für die geforderte Tätigkeit,
- die Orientierung auf die mit der Tätigkeit zu erreichende Zielstellung,
- die Sicherung des für diese Tätigkeiten erforderlichen Ausgangsniveaus in bezug auf das Wissen und Können,
- ausreichende Klarheit der Schüler über die mit der Tätigkeit verbundene Aufforderung.

Die zuletzt genannte Voraussetzung schließt ein, daß die Schüler darüber Bescheid wissen, was von ihnen gefordert wird, wenn sie Sachverhalte beschreiben, erläutern, erklären oder interpretieren sollen. Sie müssen wissen, was beim Durchführen dieser Tätigkeiten zu beachten ist, d. h. wie sie beim Beschreiben, Erklären usw. vorgehen.

Der Chemielehrer kann sich dabei auf Vorleistungen stützen, die dafür von anderen Fächern, insbesondere vom Fach Muttersprache, erbracht werden. So

üben die Schüler z. B. das Beschreiben von Vorgängen und Gegenständen in diesem Fach bereits von Klasse 4 an und erhalten dazu sehr konkrete Anleitungen. Das gilt auch für die Tätigkeit des Vergleichens. Im Ausführen dieser Tätigkeit erwerben die Schüler im Biologieunterricht der Klassen 5 und 6 und im Physikunterricht der Klasse 6 bereits sicheres Können. Im Physikunterricht der Klassen 6 und 7 werden die Schüler auch an das Erklären und das Beschreiben von Erscheinungen herangeführt. Ebenso muß bei der Führung komplexerer Tätigkeiten, wie dem Experimentieren, der Arbeit mit Diagrammen und dem Lösen von Aufgaben, zielgerichtet auf dem Wissen und Können aufgebaut werden, das die Schüler dazu in anderen Fächern bereits erworben haben. Bei der Ausarbeitung der Lehrpläne und der Unterrichtsmaterialien wurde davon ausgegangen, daß die Schüler in den Inhalt und die Struktur der Tätigkeiten nur in unmittelbarer Verbindung mit den konkreten inhaltlichen Sachverhalten vordringen. Der Einsatz von Tätigkeiten zur Lösung von Aufgaben steht im Vordergrund und nicht der Erwerb und das Einprägen von Handlungsprogrammen. Für bestimmte Tätigkeiten, wie das Experimentieren, das Protokollieren, das Entwickeln von Reaktionsgleichungen und das Lösen stöchiometrischer Aufgaben, werden Schülern jedoch in den Lehrbüchern Orientierungshilfen gegeben.

3.2. Zielorientierung und Motivierung – Voraussetzung für die Stimulierung des aktiven Lernens

Für die effektive, lernstimulierende methodische Führung des Chemieunterrichts ist eine **Zielorientierung und Motivierung des Lernens** von besonderer Bedeutung, die von den Schülern „angenommen“ wird, an deren Erarbeitung die Schüler aktiv beteiligt sind und die für sie auch im weiteren Unterrichtsverlauf erkennbar und wirksam bleibt, weil sie immer wieder bewußtgemacht und bekräftigt wird. Deshalb wurde in den Diskussionen zum neuen Lehrplan mit Nachdruck die Frage aufgeworfen, welche Potenzen die zentralen Unterrichtsmaterialien für die erfolgreiche Lösung der schöpferischen Aufgabe eines jeden Lehrers bieten, das Interesse seiner Schüler zu wecken und zu bewahren, sich mit dem Unterrichtsstoff auseinanderzusetzen und die im Unterricht gestellten Ziele und Aufgaben zu ihrem eigenen Anliegen zu machen. Dazu sind vor allem folgende Voraussetzungen zu erkennen und zu nutzen:

- Für die Erarbeitung theoretischer Verallgemeinerungen wird ein Erkenntnisweg vorgeplant, bei dem sehr oft von der Untersuchung solcher Stoffe und chemischen Reaktionen ausgegangen wird, die den Schülern aus dem täglichen Leben oder aus der produktiven Arbeit bereits bekannt sind. Aus diesem Grunde nimmt z. B. bei der einführenden Behandlung der Stoffe und ihrer Eigenschaften die Untersuchung des Wassers im Lehrplan der Klasse 7 einen wichtigen Platz ein. Die Erarbeitung von Stoffklassen beginnt in dieser Klassenstufe u. a. auch deshalb mit der Stoffklasse der Metalle, weil dabei das Anknüpfen an den Erfahrungsschatz der Schüler besonders gut möglich ist. Von den gleichen Überlegungen wurde beim Einstieg in die Molekülsubstanzen über die Themen „Luft – Sauerstoff und Stickstoff“ und in die Ionensubstanzen über die Untersuchung der Eigenschaften des Kochsalzes ausgegangen. Auch in den folgenden Klassenstufen wurde das

methodische Herangehen beibehalten, bei der sich die Auseinandersetzung der Schüler mit chemischen Sachverhalten auf ausreichende empirische Kenntnisse über die zu betrachtenden Stoffe und chemischen Reaktionen stützen kann. Dabei muß immer beachtet werden, daß der Erwerb soliden Faktenwissens über Stoffe und ihre chemischen Reaktionen nicht nur eine unverzichtbare Grundlage für die Erarbeitung theoretischer Kenntnisse bildet, sondern selbst eine wesentliche Zielstellung des Chemieunterrichts darstellt.

- Wirksame Erkenntnismotive entstehen in solchen Unterrichtssituationen, in denen die Schüler erleben, daß beim Experimentieren beobachtete Erscheinungen im Widerspruch zu ihren Erfahrungen oder bereits erworbenen Kenntnissen stehen oder daß dieses Wissen nicht ausreicht, solche Erscheinungen zu erklären.

So ist z. B. die Tatsache für die Schüler überraschend, daß beim Lösen der Molekülsubstanz Ammoniak in Wasser eine basische Lösung entsteht. Von dieser im Experiment beobachteten Erscheinung wird im Unterricht zum Wesen dieser chemischen Reaktion vorgedrungen, d. h. der Übergang von Protonen von den Wassermolekülen zu den Ammoniakmolekülen erkannt. In einer der folgenden Stunden wird die Reaktion von Chlorwasserstoff mit Wasser demonstriert. Dabei beobachten die Schüler, daß die entstehende Lösung beim gleichen Indikator eine andere Farbänderung bewirkt. Damit wird – wiederum vom Experiment ausgehend – der Erkenntnisprozeß der Schüler motiviert und auf die Lösung der ihnen bewußt gewordenen Problemsituation orientiert.

Im Lehrgang wurde also eine Anordnung der Unterrichtsstoffe gewählt, die dem Lehrer die Möglichkeit bietet, solche das Lernen stimulierende Situationen aus der Logik des Unterrichtsstoffs selbst herauszuarbeiten. Das steht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem bereits dargestellten Grundzug der inhaltlichen Linienführung des Chemielehrgangs, neu zu erwerbendes Wissen und Können soweit wie möglich aus dem bereits Bekannten heraus zu entwickeln. So ist der Lehrer z. B. bei der Behandlung des Stoffgebietes 1 der Klasse 8 „Bau und chemische Reaktionen einiger Ionensubstanzen“ in der Lage, an das Wissen und Können der Schüler anzuknüpfen, das sie sich in Klasse 7 über diese Stoffklasse erarbeitet haben, und neue Erkenntnisse zu vermitteln.

- Zur Herausbildung von Lernmotiven und Erkenntnisinteressen kann auch von der praktischen Bedeutung von Stoffen und chemischen Reaktionen ausgegangen werden. Mitunter sind solche Bezüge bereits von der Stoffanordnung her relativ leicht zu erkennen. Das gilt z. B. für die Behandlung der Oxidation von Metallen. In diesem Falle kann das Bekanntmachen mit der Korrosion und den dadurch verursachten Schäden und volkswirtschaftlichen Verlusten zum Motiv für die Schüler werden, in das Wesen der chemischen Reaktion von Metallen mit Sauerstoff einzudringen und damit auch Antwort auf die Frage zu finden, wie die Korrosion bekämpft oder verhindert werden kann.

Auch in anderen Stoffgebieten ist ein solcher „Vorgriff“ auf die praktische Bedeutung theoretischer Erkenntnisse möglich und für die Aktivierung der Schüler vorteilhaft. Damit Zielorientierung und Motivierung im Unterricht zu den gewünschten Ergebnissen führen, ist noch folgendes zu beachten:

- Zielorientierung und Motivierung müssen sowohl den Verstand der Schüler als auch ihr Gefühl ansprechen, also emotionale und rationale Seiten der Persönlichkeit des Schülers gleichermaßen erfassen. Das gilt sicher nicht für jede einzelne Maßnahme, wohl aber für das Vorgehen über längere Unterrichtsabschnitte. In den Unterrichtshilfen werden dazu ergänzende Informationen bereitgestellt. In der Unterrichtshilfe der Klasse 7 sind z. B. Aussagen über die Bedeutung der Chemie für unser Leben, über Vorkommen und Bedeutung des Wassers und über die Rolle der Metalle in der Geschichte der Menschheit enthalten. Solche Motivierungen, die das Gefühl der Schüler ansprechen, können starke erzieherische Wirkungen auslösen. Deshalb sind im Lehrbuch für Klasse 7 motivierende Einstiege den einzelnen Stoffgebieten vorangestellt.
- Zielorientierung und Motivierung sollen inhaltlich und methodisch vielfältig gestaltet werden. Besondere Beachtung verdienen dabei Empfehlungen in den Unterrichtshilfen, wie die Schüler durch vorbereitete Hausaufgaben und Schülervorträge (z. B. über die Bedeutung von Metallen) in die Gestaltung der Motivierung und Zielorientierung einbezogen werden können.
- Zielorientierung und Motivierung sind nicht nur für die Aktivierung der Schüler bei der Erstaneignung des Unterrichtsstoffs unerlässlich. Sie sind auch für das Anwenden und das Systematisieren des Wissens und Könnens wichtig. Für die Systematisierung zu den Metallen und Molekülsubstanzen in der Stoffeinheit 3.5. der Klasse 7 wird z. B. in der Unterrichtshilfe vorgeschlagen, daß der Lehrer einen Rückblick auf das Erreichte gibt und anschließend die Aufmerksamkeit der Schüler durch geeignete Fragen auf das spezifische Ziel dieser Systematisierung hinlenkt.

3.3. Problemhafte Gestaltung des Chemieunterrichts

Ein besonders wirksames Mittel zur Entwicklung der schöpferischen Aktivität der Schüler, zur Herausbildung von Interessen und Leistungswillen ist im Fach Chemie die **problemhafte Gestaltung** des Unterrichts. Die problemhafte Gestaltung des Chemieunterrichts hat in unserer Schule eine gute Tradition. Die Weiterentwicklung des Chemielehrgangs zielt darauf ab, dafür noch bessere Bedingungen zu schaffen. In den Zielen und Aufgaben zum Chemieunterricht der Klassen 7 bis 10 heißt es dazu: „Die Anlage des Chemielehrgangs, vor allem der schrittweise Ausbau des Wissens über grundlegende Begriffe, bietet günstige Möglichkeiten, die Schüler zum selbständigen Erkennen, Analysieren und Lösen von Problemen zu befähigen.“ [2, S. 8 f.] Mit der verstärkten Einbeziehung von Experimenten, insbesondere von Schülerexperimenten, in den Chemieunterricht, mit der Herstellung enger Bezüge zwischen den Erfahrungen der Schüler und dem Unterrichtsstoff sowie mit der engen Koordinierung des Chemieunterrichts mit anderen Unterrichtsfächern sind weitere Fakten gegeben, die sich vorteilhaft auf die problemhafte Gestaltung des Chemieunterrichts auswirken werden. Im Abschnitt Zielorientierung und Motivierung wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Lehrbücher und Unterrichtshilfen für die problemhafte Gestaltung des Unterrichts vielfältige Anregungen und Unterstützung geben.

Was gilt es dabei besonders zu beachten?

- Problemhaftes Vorgehen führt nur dann zum Erfolg, wenn Probleme gestellt und gelöst werden, die das aktive Lernen der Schüler auf die Schwerpunkte des Unterrichts richten. Betrachten wir diese Feststellung an einem Beispiel etwas eingehender.

Zu den grundlegenden Zielen des Stoffgebiets 3 der Klasse 7 gehört, daß sich die Schüler Wissen über Eigenschaften und Verwendung ausgewählter Molekülsubstanzen aneignen und den Zusammenhang von Bau und Eigenschaften dieser Stoffe erkennen. Die experimentellen Fähigkeiten und Fertigkeiten der Schüler sollen weiterentwickelt werden. Aus dieser Zielstellung abgeleitet, können den Schülern u. a. folgende Fragen gestellt werden: Wie kann die quantitative Zusammensetzung der Luft ermittelt werden?

Welche Schlußfolgerungen lassen sich aus den Ergebnissen des Experiments „Zerlegen von Wasser durch elektrischen Strom...“ für das Modell des Wassermoleküls ableiten?

Wie kann man Wasserstoff pneumatisch auffangen?

Wie kann Schwefeldioxid dargestellt werden?

Wird Schwefeldioxid in seinen Eigenschaften dem Schwefel ähnlich sein?

Wie kann man die Molekülsubstanzen Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff auf Grund ihrer Eigenschaften unterscheiden?

Diese Aufzählung macht deutlich: Bei der methodischen Umsetzung der Ziel-Inhalt-Strukturen lassen sich zahlreiche, für die Schüler interessante und zugängliche Problemstellungen aufspüren, die geeignet sind, den Erkenntnisprozeß auf das Wesentliche zu lenken. Nicht alle vom Inhalt her möglichen und sinnvollen Problemstellungen können und müssen jedoch im Unterricht in einem vollständigen Problemlöseprozeß mit den Schülern bearbeitet werden. Es ist eine Eingrenzung auf wenige, unter den konkreten Bedingungen besonders wirksame Problemsituation erforderlich.

Bezogen auf das gewählte Unterrichtsbeispiel könnte sich der Lehrer dafür entscheiden, die quantitative Zusammensetzung der Luft, das pneumatische Auffangen von Wasserstoff oder die Unterscheidung von drei Molekülsubstanzen problemhaft zu gestalten.

Das erste Problem erscheint besonders geeignet, bereits vorhandene Kenntnisse aufzugreifen und zu überprüfen. Im zweiten Falle wird die Aktivität der Schüler auf die Lösung eines technisch-konstruktiven Problems gelenkt. Das entspricht der Forderung des Lehrplans, die Schüler an der Planung von Experimentieranordnungen zu beteiligen, und lenkt ihre Aufmerksamkeit auf ein für den gesamten Chemieunterricht bedeutsames Ziel. Das selbständige Untersuchen von Molekülsubstanzen als Teil einer Systematisierung bietet gute Möglichkeiten für eine besonders enge Verbindung geistiger und praktischer Schülertätigkeiten und für die problemhafte Gestaltung der Systematisierung.

- Schon bei den ersten Schritten in das Gebiet der Chemie sollten wir die Schüler ermutigen und anregen, Fragen zu stellen, die sie im Zusammenhang mit ihren Beobachtungen und Erkenntnissen bewegen, Fragen, die auf das Wie und das Warum dieser Erscheinungen gerichtet sind. Erkenntnisaktivität gründet sich neben Wissen und Können zu einem hohen Maße auf Neugier, auf die Eigenschaft, sich wundern zu können. Das fordert das

Interesse der Schüler, sich mit diesen Sachverhalten im weiteren Chemieunterricht immer wieder auseinanderzusetzen.

- Problembewußtsein, d. h. die Bereitschaft, Problemsituationen zu erfassen und zu lösen, kennzeichnet eine Haltung der Persönlichkeit, zu der wir unsere Schüler frühzeitig erziehen müssen. Der Chemieunterricht knüpft dabei an die Vorleistungen anderer Fächer an.

Problemhafte Gestaltung des Chemieunterrichts beginnt ab Klasse 7 und gehört zum methodischen Instrumentarium des Chemielehrers in allen Klassenstufen.

Abschließend soll betont werden:

Problemhafte Gestaltung ist auch im Chemieunterricht kein Universalmittel der Bildungs- und Erziehungsarbeit. Problemhafte und nichtproblemhafte Phasen der Unterrichtsgestaltung müssen einander sinnvoll durchdringen und ergänzen.

3.4. Zur Qualität der Arbeit mit dem Experiment

Die Aussagen zur Zielorientierung, Motivierung und zur problemhaften Unterrichtsgestaltung unterstreichen die unter Chemielehrern unumstrittene Auffassung: Bei der Sicherung einer aktiven Position der Schüler, bei der Entwicklung von Interesse und Freude am Chemieunterricht nimmt das Experiment eine Schlüsselrolle ein. Mehr noch: Das Experiment ist für die Realisierung der Bildungs- und Erziehungsziele des Chemieunterrichts unersetzlich.

Deshalb wurde die Arbeit mit dem Experiment und insbesondere der experimentellen Tätigkeit der Schüler bei der Ausarbeitung der neuen Lehrpläne, Lehrbücher und Unterrichtshilfen besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Dabei wurden auch die materiellen Voraussetzungen, u. a. durch die Entwicklung von Küvetten, an den Schulen weiter verbessert.

Bei der Weiterentwicklung der experimentellen Tätigkeit im Chemieunterricht wurde von folgenden Positionen und Erfahrungen ausgegangen:

- Für erfolgreiches Experimentieren ist es von besonderer Bedeutung, die experimentelle Tätigkeit fest in den Erkenntnisprozeß einzuordnen und dabei jedem Experiment eine klar bestimmte Funktion in diesem Prozeß zuzuweisen.

Es geht dabei um die tiefere geistige Durchdringung des Experiments, bei der den Schülern die mit dem Experiment an die Natur gestellte Frage bewußt ist, praktische und geistige Tätigkeiten eng verbunden sind und die gründliche Verarbeitung der Beobachtungen gesichert wird.

Um diese Wirkung zu erreichen, ist es notwendig, die in einem Stoffgebiet bzw. einer Stoffeinheit durchzuführenden Experimente als Glieder eines Komplexes zu verstehen und die spezifischen Aufgaben der einzelnen Experimente aus dieser übergreifenden Sicht festzulegen.

- Schülerexperimente sind so zu planen und zu führen, daß der Selbständigkeit und Initiative der Schüler genügend Raum gegeben wird. Die Schüler müssen im Unterricht Gelegenheit erhalten, eigene Lösungsideen zu entwickeln und zu erproben. Das trägt dazu bei, daß sie Experimentieren als Bewährungssituation für ihr Wissen und Können, für ihre geistigen und

praktischen Fähigkeiten, für Zielstrebigkeit und Beharrlichkeit erleben. Differenzierte Gestaltung des Experimentierens und der Einsatz kooperativer Lernformen wirken günstig darauf ein, jedem Schüler optimale Bedingungen und Erfolgserlebnisse zu sichern und die Fähigkeit und Bereitschaft zum kollektiven Arbeiten zu entwickeln.

- Experimentelle Tätigkeit ist im Unterricht in allen didaktischen Funktionen einzusetzen, wobei vor allem die damit verbundenen Möglichkeiten für eine interessante Gestaltung der Festigung des Wissens und Könnens zu nutzen sind.

Von diesen Positionen wurde bei der zentralen Vorplanung des Unterrichtsprozesses in den neuen Unterrichtsmaterialien ausgegangen, um Bedingungen für eine hohe Effektivität des Experimentierens zu sichern. Das kommt vor allem in folgenden Maßnahmen zum Ausdruck:

Im neuen Lehrplan sind Experimente für alle Stoffgebiete ausgewiesen. Damit werden im alten Lehrplan vorhandene „Durststrecken“ in bezug auf die Möglichkeiten des Experimentierens überwunden. Besonderer Wert wurde auf die Einbeziehung von Experimenten in theoretisch anspruchsvolle Themen, wie z. B. in die Stoffgebiete zum Bau und zu chemischen Reaktionen von Ionensubstanzen, Molekülsubstanzen und Metallen in Klasse 8, gelegt.

Bezogen auf den Gesamtlehrgang erhöht sich die Anzahl der Schüler- und Lehrerexperimente. Außerdem werden hohe, aber notwendige und zu bewältigende Anforderungen an die Chemielehrer gestellt.

Die quantitativen Veränderungen bilden nicht das bestimmende Merkmal der weiterentwickelten Konzeption für die Arbeit mit dem Experiment im Chemieunterricht, obwohl sie – auch im Hinblick auf die Stoff-Zeit-Situation im Unterricht – zu Recht in der Unterrichtsdiskussion große Aufmerksamkeit gefunden haben. Wichtiger für die Vorbereitung auf die Arbeit mit dem neuen Lehrplan sind die qualitativen Veränderungen, obwohl in diesem Lehrplan zum großen Teil die Experimente wieder aufgenommen werden, mit denen schon nach dem alten Lehrplan gearbeitet worden ist. Betrachtet man jedoch die inhaltlich-methodische Linienführung genauer, so wird deutlich: Manche dieser bekannten Experimente haben im neuen Lehrplan eine andere Funktion erhalten und müssen deshalb im Unterricht in diese veränderte Zielstellung methodisch eingeordnet werden.

So dienen Experimente zur Reaktion von Nichtmetallen mit Sauerstoff im alten Lehrplan der Einführung der Begriffe Oxidation, Oxid und Verbindung. Im neuen Chemielehrplan dagegen stehen bei der Reaktion von Schwefel mit Sauerstoff die Darstellung der Molekülsubstanz Schwefeldioxid, die Untersuchung ihrer Eigenschaften und das Erläutern von Merkmalen der chemischen Reaktion am Beispiel der Bildung von Schwefeldioxid im Vordergrund. Das Experiment „Lösen von Chlorwasserstoff in Wasser“, das bisher in Klasse 8 im Stoffgebiet „Elemente der VII. Hauptgruppe“ durchgeführt wurde, lernen die Schüler nach dem neuen Lehrplan bereits in Klasse 7 im Stoffgebiet „Molekülsubstanzen“ kennen. Auch in diesem Falle werden mit dem gleichen Experiment unterschiedliche Ziele verfolgt. Dem Lehrer muß dabei bewußt sein, daß sich nicht nur Stellung und Funktion des Experiments im Lehrgang verändert haben, sondern auch die Voraussetzungen, mit denen die Schüler an die Vorbereitung und Auswertung dieses Experiments herangehen.

Verallgemeinernd läßt sich sagen, daß ein größerer Teil der im neuen Lehrplan ausgewiesenen Experimente – im Vergleich zu dem alten Lehrplan – in die Erarbeitung von tragenden Begriffen und Zusammenhängen eingeordnet ist und von dieser Funktion her seinen Platz im Erkenntnisprozeß der Schüler erhalten muß. Darüber hinaus sind auch solche wichtigen Funktionen des Experiments wie das Bereitstellen von Fakten über Stoffe und chemische Reaktionen und das Vermitteln von Arbeitstechniken (besonders in Klasse 7) ausreichend beachtet worden.

In bezug auf den Einsatz von Experimenten in systematisierenden Stoffeinheiten wurde eine neue Qualität angestrebt. Die in diesen Abschnitten zu lösenden experimentellen Aufgaben stellen die Schüler vor Anforderungen, durch die ihr Handeln motiviert und auf das Ziel orientiert wird, im Unterricht erworbenes Wissen und Können zu reaktivieren und zunehmend selbständig auf neue Situationen anzuwenden. Diese Synthese von geistiger Durchdringung des Sachverhalts und praktischer Tätigkeit macht das Wesen dieses für unser Fach neuartigen Elements aus. Dabei sind zugleich günstige Bedingungen gegeben, die Fähigkeit und die Bereitschaft der Schüler weiterzuentwickeln, Experimente zu planen, nach Lösungsideen zu suchen und diese zu überprüfen sowie die Beobachtungen unvoreingenommen zu werten. Diese Bedingungen müssen vom Lehrer genutzt werden, die aktive Auseinandersetzung aller Schüler mit der gestellten Aufgabe zu sichern, geeignete Formen des Gruppen- und Partnerlernens einzusetzen und differenzierte Hilfen zu geben. Im Rahmen des Lehrgangs soll mit diesen Abschnitten dazu beigetragen werden, die Schüler auf die Anforderungen der Stoffgebiete „Systematisierung zu Bau und Eigenschaften von Stoffen – Praktikum“ und „Systematisierung zur chemischen Reaktion – Praktikum“ in Klasse 10 vorzubereiten.

Wie entwickeln sich die Anforderungen an das Experimentieren im Chemieunterricht von Klasse 7 bis Klasse 10?

Welche Konsequenzen sind daraus für die Entwicklung der Persönlichkeit der Schüler abzuleiten?

Um auf diese Fragen eine Antwort zu finden, muß noch einmal daran erinnert werden, daß das Experimentieren Bestandteil und Mittel des komplexen Bildungs- und Erziehungsprozesses ist. Es wird in seiner Grundrichtung entscheidend durch den Inhalt der chemischen Sachverhalte bestimmt, mit dem sich die Schüler auseinandersetzen, und durch das zu einem bestimmten Zeitpunkt erreichte Niveau ihres Wissens und Könnens. Daraus leiten sich – als Tendenz und sicher nicht linear – auch steigende Ansprüche an das Experiment ab. Sie sind gekennzeichnet durch das Niveau der Voraussagen oder Hypothesen, auf die das Experiment Antwort geben soll, und der theoretischen Aufarbeitung der Fakten und Erscheinungen, die im Experiment ermittelt wurden. Das Schülerexperiment „Prüfen einer wäßrigen Ammoniaklösung mit Indikatoren“ ist sicher von seinen praktischen Anforderungen her ein besonders einfaches Experiment, aber welche anspruchsvolle Erkenntnistätigkeit lösen die dabei ermittelten Beobachtungsergebnisse aus? In diese Linie ordnet sich ein, daß die Schüler im Laufe des Chemieunterrichts – auf der Grundlage entsprechender Vorleistungen aus dem Physikunterricht der Klasse 8 – sämtliche Schritte einer experimentellen Untersuchung selbständig durchführen. Die

Anforderungen an die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Experimente, heißt es dazu im Lehrplan, sind schrittweise zu steigern. Besonders wichtig ist unter dieser Sicht, daß es dem Lehrer gelingt, das Verhältnis von Führung und Selbständigkeit beim Experimentieren so zu gestalten, daß seine Schüler eine zunehmend aktive Position einnehmen.

Werden den Schülern zu Beginn des Chemieunterrichts noch einzelne Arbeitsschritte recht genau vorgegeben und diese unter starker Anleitung und Kontrolle des Lehrers durchgeführt, so sind sie am Ende der Klasse 7 bereits in der Lage, kleinere experimentelle Aufgabenstellungen selbständig zu planen und zu lösen. In den folgenden Klassenstufen wird dieser Prozeß in der Richtung weitergeführt, daß die Schüler komplexere experimentelle Aufgaben und Probleme bearbeiten, wobei das Vorgehen und die Wahl der Mittel in stärkerem Maße vom Schüler selbst bestimmt werden sollen. Auf die besondere Bedeutung des LöSENS experimenteller Aufgaben in Systematisierungsabschnitten wurde dabei bereits hingewiesen. In bezug auf das in Klasse 10 zu erreichende Niveau heißt es im Lehrplan:

„Die Schüler wenden das erworbene Wissen an, indem sie unter Einsatz von Experimenten Aufgaben lösen und Probleme bearbeiten. Dabei sind auch umfangreichere Aufgaben einzusetzen, die hohe Ansprüche an die Zielstrebigkeit, Anstrengungsbereitschaft und Ausdauer der Schüler stellen.“ [2, S. 132]

Im Lehrplan ist der Weg vorgegeben und in den Unterrichtsmaterialien methodisch untersetzt, die Schüler zielstrebig mit den für erfolgreiches Experimentieren erforderlichen Arbeitstechniken bekannt zu machen und entsprechendes Können auszubilden. Das zielt auf die Fähigkeit, Fragen an die Natur in geeignete Experimentieranordnungen umzusetzen und die Experimente durchzuführen und auszuwerten.

Das selbständige Experimentieren der Schüler leistet einen bedeutsamen Beitrag für die Entwicklung aller Seiten ihrer Persönlichkeit. Das gilt in besonderem Maße für die Herausbildung von Einstellungen, Haltungen, Charaktereigenschaften und Gewohnheiten, die für das Leben und die Arbeit immer größeren Wert gewinnen.

Hohe Qualität der Arbeit mit dem Experiment im Chemieunterricht heißt deshalb auch, beim Experimentieren den Leistungswillen der Schüler zu stimulieren, das Vertrauen der Schüler in die eigene Leistungsfähigkeit zu stärken, sie zu erziehen, Schwierigkeiten durch angestrenzte Arbeit zu meistern. Diese Forderungen werden nicht im Selbstlauf erfüllt, sondern verlangen von jedem Chemielehrer die Bereitschaft und das Können, diese Ansprüche in der täglichen Arbeit bei allen Schülern zu erreichen und dabei die individuellen Besonderheiten jedes einzelnen zu berücksichtigen.

Literaturverzeichnis

- [1] Programm der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands. Dietz Verlag, Berlin 1976.
- [2] Lehrplan Chemie Klasse 7. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1988.
- [3] Wegner, G.: Chemische Zeichensprache und quantitative Betrachtung von Stoffen und chemischen Reaktionen nach den neuen Lehrplänen. In: Chemie in der Schule **35** (1988) 4.
- [4] Schmiedel, U.: Stöchiometrisches Rechnen nicht Selbstzweck. In: Chemie in der Schule **34** (1987) 2/3.
- [5] Rossa, E.: Materialistische Dialektik im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie **32** (1984) 2.
- [6] Allgemeinbildung und Lehrplanwerk. Ausgearbeitet von einem Autorenkollektiv unter Leitung von Gerhart Neuner. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1987.
- [7] Rossa, E.: Sozialistische Allgemeinbildung und Chemielehrgang. In: Pädagogik **41** (1986) 2.
- [8] Lehrplan Physik Klassen 6 bis 10. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1987.
- [9] Lehrplan Biologie Klasse 7. In: Biologie in der Schule **36** (1987) 7/8.
- [10] Chemie Lehrbuch für Klasse 7. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1988.
- [11] Lehrplan Chemie Klasse 8. In: Chemie in der Schule **35** (1988) 5.
- [12] Honecker, M.: Die Schulpolitik der SED und die wachsenden Anforderungen an den Lehrer und die Lehrerbildung. In: Zur Bildungspolitik und Pädagogik in der Deutschen Demokratischen Republik. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin 1986.

Kurzwort: 032164 Erl.LP.Chemie 7–10
ISBN 3-06-032164-7