



Chemieunterricht im Zeichen von Diagnostik und Förderung

Markus Emden, Jenna Koenen, Elke Sumfleth (Hrsg.)



Mit Ganzttag mehr Zukunft.
Das neue Ganzttagsgymnasium NRW

Chemieunterricht im Zeichen von Diagnostik und Förderung

Markus Emden, Jenna Koenen, Elke Sumfleth (Hrsg.)



Waxmann 2015
Münster • New York

STIFTUNG
MERCATOR

IFS  Institut für
Schulentwicklungs-
forschung



Ministerium für
Schule und Weiterbildung
des Landes Nordrhein-Westfalen



Ganz In. Mit Ganztag mehr Zukunft. Das neue Ganztagsgymnasium NRW

Materialien für die Praxis

herausgegeben von
Wilfried Bos und Heike Wendt

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Print-ISBN 978-3-8309-3314-4
E-Book-ISBN 978-3-8309-8314-9

© Waxmann Verlag GmbH, 2015
Steinfurter Straße 555, 48159 Münster
www.waxmann.com
info@waxmann.com

Umschlaggestaltung: Inna Ponomareva, Jena
Umschlagfoto: © Christian Schwier – Fotolia.com
Druck: Mediaprint, Paderborn
Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier, säurefrei gemäß ISO 9706

Printed in Germany
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.
Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages
in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer
Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Vorwort der Herausgeber

Die Einführung des Ganztags ist mit unterschiedlichen Herausforderungen und Anstrengungen verbunden. *„Ganz In. Mit Ganzttag mehr Zukunft. Das neue Ganzttagsgymnasium NRW“* ist ein kooperatives Schulentwicklungsprojekt der Universitäten der Ruhrallianz, der Stiftung Mercator und des Ministeriums für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen mit dem Ziel, 30 ausgewählte Gymnasien in Nordrhein-Westfalen (NRW) auf ihrem Weg zu gebundenen Ganzttagsschulen in ihrer Schul- und Unterrichtsentwicklung durch Fortbildungsangebote und Netzwerkarbeit zu begleiten. Zentrale Zielstellungen sind dabei:

- durch die Verzahnung der unterschiedlichen Lerngelegenheiten eine allgemeine und fachliche Verbesserung der Schülerinnen- und Schülerleistungen zu erreichen;
- durch eine bedarfsorientierte Entwicklung von Ganztagsangeboten der auch an Gymnasien vorzufindenden Heterogenität von Schülerinnen und Schülern gerecht zu werden und durch die Ausgestaltung spezifischer Angebote verbesserte Möglichkeiten der individuellen Förderung zu schaffen, von denen insbesondere Schülerinnen und Schüler profitieren, die in ihrem häuslichen Umfeld in Bezug auf ihre individuellen Entwicklungspotenziale auf keine adäquate Unterstützung zurückgreifen können.

Eine besondere Stärke des Projektes liegt darin, unterschiedliche schulische Akteursgruppen bedarfsorientiert zu unterstützen: Schulleitungen, Ganztagskoordinatorinnen und -koordinatoren sowie ausgewählte Lehrkräfte der Projektschulen erhalten die Möglichkeit an – durch Schulentwicklungsberatung organisierten und moderierten – regionalen Netzwerktreffen teilzunehmen und hier im professionellen Diskurs mit Kolleginnen und Kollegen die eigene inhaltliche Konzeptgestaltung, organisatorisch-strukturelle sowie personelle Weiterentwicklungen zu reflektieren und zu optimieren. Mit den Angeboten der Fachdidaktiken der Fächer Deutsch, Mathematik, Englisch, Biologie, Chemie und Physik und der Lehr-/Lernpsychologie erhielten Fachlehrkräfte der Schulen zudem die Möglichkeit im Rahmen von bedarfsorientiert zugeschnittenen Fortbildungsveranstaltungen ihr Professionswissen zu stärken. Mit einer Schwerpunktsetzung auf Fachwissen und fachdidaktischem Wissen wurden speziell die Wissensbereiche fokussiert, die direkte Relevanz für die Entwicklung der Unterrichtsqualität haben.

Eine weitere besondere Stärke des Projektes liegt darin, dass im breiten Fächerkanon von drei Hauptfächern und den drei naturwissenschaftlichen Fächern für die vielfältigen Fragen nach optimierter Gestaltung von Lerngelegenheiten im Ganzttag Lösungen erarbeitet werden. In thematischer Hinsicht werden insbesondere bei Aspekten der Entwicklung von Diagnose- und Förderinstrumenten, der Erarbeitung von für den Ganzttag geeigneten Unterrichtskonzepten und für eine Verbindung der unterschiedlichen Lerngelegenheiten im Ganzttag inhaltliche Schwerpunkte gesetzt.

Darüber hinaus stehen fächerübergreifend Konzepte zur Förderung des eigenständigen Arbeitens von Schülerinnen und Schülern sowie Möglichkeiten der Stärkung von Lern-, Sozial- und Personalkompetenzen im Fokus.

Die in dieser Reihe erscheinenden Praxishandbücher dokumentieren mit unterschiedlichen Schwerpunkten die vielfältigen Arbeitsergebnisse aller Projektbeteiligten und stellen erarbeitete Konzepte und Erfahrungen unter anderem in Form von Fortbildungs- und Unterrichtsmaterialien, Handlungsempfehlungen, Checklisten und Prozessbeschreibungen zur Verfügung. Damit sollen gewonnene Erkenntnisse und wirksame Konzepte für zukünftige Schulentwicklungsarbeit anderer Ganzttagsschulen, insbesondere Gymnasien, nutzbar gemacht werden.

Gemeinsam ist allen Bänden dabei der Anspruch erfahrungsbasiert praxiserprobte Materialien auszuwählen und diese interdisziplinär mit Bezug zu aktuellen ganztagsspezifischen Diskursen und dem Forschungs- und Wissensstand der zentralen Referenzdisziplinen einzuordnen. Die Bände richten sich dabei jeweils an die unterschiedlichen durch das Projekt angesprochenen Akteure.

Wilfried Bos
Heike Wendt

Inhalt

<i>Elke Sumfleth</i>	
Diagnose und Förderung im Chemieunterricht	7
<i>Inga Kallweit, Sandra Anus, Insa Melle</i>	
I. Diagnose und individuelle Förderung – Inhalte und Ergebnisse einer Lehrerfortbildung	9
<i>Markus Emden, Nermin Özcan, Elke Sumfleth</i>	
II. Diagnose und Förderung fachsprachlicher Fertigkeiten	29
<i>Markus Emden, Nermin Özcan</i>	
III. Entwurf sprachsensibler Unterrichtsmaterialien	40
<i>Markus Emden</i>	
IV. Eine Analogie zum Verstehen der chemischen Formelsprache	47
<i>Markus Emden, Elke Sumfleth</i>	
V. Aufgaben im Chemieunterricht – Hinweise aus der empirischen Aufgabenforschung	52
Literatur	60

Anhang

Multiple-Choice-Items zur Diagnose im Bereich Atombau	65
Multiple-Choice-Items zur Diagnose im Bereich chemische Reaktion.....	71
Selbsteinschätzungsbogen ‚Atombau‘ und ‚chemische Reaktion‘	75
Umklapptests ‚Atombau‘ und ‚chemische Reaktion‘	81
C-Tests zu den Bereichen ‚Stoffgemische‘ und ‚Trennverfahren‘ (aus Özcan, 2013)	84
Sprachensible Unterrichtsmaterialien ‚Stoffgemische‘ und ‚Trennverfahren‘	85
Sprachensible Unterrichtsmaterialien ‚Stoffgemische‘ aus Ganz In.....	102
Aufgabensequenz ‚Gesetz von der Erhaltung der Masse‘	116

Diagnose und Förderung im Chemieunterricht

Wie in nahezu allen Bundesländern ist auch in Nordrhein-Westfalen die individuelle Förderung von Schülerinnen und Schülern ein gesetzlich verbrieftes Recht. Durch die Verabschiedung des Schulgesetzes im Jahr 2005 hat die Bildungspolitik Fakten geschaffen und Schulen sowie die Lehrerbildung vor neue Herausforderungen gestellt. Und wie bei jeder neuen bildungspolitischen Herausforderung kommt die fachdidaktische Entwicklung von Unterstützungsangeboten der schulischen Nachfrage nicht hinterher, was wiederum zu Unsicherheiten auf Seiten der Chemielehrerinnen und -lehrer führt.

Das Projekt „Ganz In – Mit Ganzttag mehr Zukunft. Das neue Ganzttagsgymnasium NRW“ hat sich deswegen zum Ziel gesetzt die Unterrichtsentwicklung auch mit einem Schwerpunkt auf Fragen der Diagnose und Förderung zu unterstützen. In den Arbeitstreffen, die die chemiedidaktische Begleitung während der Projektlaufzeit mit den Lehrkräften der 30 Projektgymnasien durchgeführt hat, wurde die Thematik wiederholt beleuchtet. Einerseits wurde der Themenkomplex während zweier ganztägiger Treffen explizit diskutiert, wobei auf die Expertise des Chemielehrerfortbildungszentrums an der Technischen Universität Dortmund zurückgegriffen werden konnte. Andererseits ergaben sich spezielle Aspekte zur Förderung auch immer wieder ‚nebenbei‘, beispielsweise in Workshopphasen zur Erstellung sprachsensibler Unterrichtsmaterialien oder bei der Diskussion der Rolle von Hausaufgaben im Ganzttag.

Diagnose und Förderung bilden ein Begriffspaar, das in seiner gegenseitigen Bedingung ernst genommen werden sollte. Beides ergibt nur zusammen einen Sinn. Erst durch eine gezielte Diagnose kann identifiziert werden, in welchen Bereichen Schülerinnen und Schüler weiterer Förderung bedürfen. Anders herum: Eine Diagnose, der keine Förderung folgt, hat ihren Sinn verfehlt. Sowohl für die Diagnose als auch für die Förderung kann auf ein breites Repertoire methodischer Realisierungsmöglichkeiten zurückgegriffen werden. Zur Diagnose muss nicht immer ein formaler Ankreuztest durchgeführt werden. Die an Kriterien orientierte Beobachtung einer Leistungsentwicklung gehört bereits heute zum Tagesgeschäft von Chemielehrkräften („Ich *sehe* doch, wo meine Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten haben.“). Diese könnte weiter systematisiert und stärker strukturiert werden, sodass eine Beurteilung nicht aufgrund ‚zufälliger‘ Einzelbeobachtungen (leider meist defizitorientiert) erfolgen muss, sondern auf kontinuierliche Beobachtungen im Sinne eines formativen Assessments zurückgreifen kann. Gleichmaßen fordert der Begriff der Förderung nicht immer zwingend die Entwicklung von drei Versionen der gleichen Aufgabe, um unterschiedlichen Leistungsniveaus zu entsprechen. Wird Förderung als kontinuierliche Aufgabe verstanden, die sich auf eine gleichmaßen kontinuierliche Diagnose bezieht, reichen häufig schon geringe Adaptionen der eigenen Routinen aus, um dem Ziel deutlich näher zu kommen. Dabei darf eben auch die Leistungsspitze nicht vergessen werden.

Die Beiträge dieses Bandes versuchen Potenziale aufzuzeigen, wie Diagnose und Förderung kontinuierlich im Unterricht berücksichtigt werden können. Sie regen an neue und bewährte Bestandteile von Unterricht aus der Perspektive der Diagnose und Förderung zu betrachten. Es werden beispielhaft konkrete Unterrichtsmaterialien vorgestellt und im Anhang bereitgestellt. Diese haben notwendigerweise Beispielcharakter, da Diagnose- und Fördermaterialien immer auf die eigenen Lerngruppen angepasst werden müssen. Deswegen ist es für die Beiträge dieses Bandes zentral die Hintergründe der Ansätze so aufzubereiten, dass sie anhand der illustrierenden Beispiele für die eigene unterrichtspraktische Arbeit Orientierung geben.

Die unterrichtspraktischen Vorschläge sind zum großen Teil Produkte, die die Teilnehmerinnen und Teilnehmer an den Arbeitstreffen der Chemiedidaktik im Projekt ‚Ganz In‘

selbst erarbeitet haben. Die hier gewählte Kombination von theoretischen Hintergründen und Praxisbeispielen kommt also einer Art Mikrodokumentation der Treffen gleich und unterstreicht, dass in diesem Projekt fachdidaktische Forschung und unterrichtspraktische Expertise eng aufeinander bezogen wurden. Es illustriert gleichermaßen, dass die Ansprüche, die aus der fachdidaktischen Forschung abgeleitet werden, nicht immer unerfüllbar sind und oft ‚nur‘ eine Reflexion der eigenen Praxis erfordern. So erscheint beispielsweise das Förderpotenzial, das in etwas so ‚Alltäglichem‘ wie (Haus-)Aufgaben steckt, noch lange nicht ausgereizt zu sein, sondern scheint eher durch Gewohnheit verborgen zu sein.

Ebenso werden sich Beispiele für ‚neue‘ Herausforderungen zum sprachsensiblen Unterricht finden, die sich aus einem alltäglich zu beobachtenden Sprachdefizit der Schülerinnen und Schüler ableiten lassen. Es wird gezeigt, dass die Hinwendung zu diesen Sprachdefiziten in der Tat eine Aufgabe im Chemieunterricht sein *muss* und es nicht sinnvoll ist, die Verantwortlichkeit auf den Deutschunterricht zu schieben. Das dadurch neu erschlossene Feld sprachsensiblen Unterrichtens ist dabei gleichermaßen spannend und verblüffend überschaubar in den zusätzlichen Anforderungen. Und – ohne eine Pointe vorwegnehmen zu wollen: Die Angst, dass fachsprachliches Lernen zulasten des fachlichen Lernens geht, wird man nach der Lektüre dieses Bandes auch besser einordnen können.

Doch auch der Wunsch nach ‚traditionellen‘ Verfahren der Diagnostik und Förderung wird erfüllt werden. Die Kolleginnen des Chemielehrerfortbildungszentrums skizzieren unterrichtspraktisch gangbare Möglichkeiten gezielt Schülerwissen zu diagnostizieren sowie entsprechende Fördermaßnahmen darauf abzustimmen und zeigen Potenziale und Grenzen auf. Wiederum wird dies an Beispielen aus den gemeinsamen Arbeitstreffen illustriert, die als Kooperationsprodukt der Schulpraxis und fachdidaktischen Forschung verstanden werden dürfen.

Verstehen Sie die Beiträge dieses Bandes daher bitte als Anstöße für die Diskussion in der Fachgruppe oder gerne auch als Ideengeber für Ihre Unterrichtsvorbereitung. Dieser Band und das dahinter stehende Projekt wären ohne die Initiative der Stiftung Mercator sowie des Ministeriums für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen nicht zustande gekommen. Wir möchten deswegen an dieser Stelle unseren Dank zum Ausdruck bringen gegenüber der Stiftung, dem Ministerium sowie allen beteiligten Kolleginnen und Kollegen an den Universitäten. Vor allem aber gebührt unser Dank den Chemielehrerinnen und -lehrern im Projekt Ganz In, die in den vergangenen Jahren in den Arbeitstreffen der chemiedidaktischen Begleitung stets engagiert, kritisch, offen und produktiv an der Entwicklung ihres Unterrichts gearbeitet haben. Ein Ergebnis dieser Arbeit liegt nun vor.

Ich würde mich freuen, wenn dieser Band auch Impulse für Ihren eigene Unterrichtsentwicklung geben könnte. In diesem Sinne wünsche ich Ihnen eine spannende Lektüre.

Elke Sumfleth
Essen, im September 2015

I. Diagnose und individuelle Förderung – Inhalte und Ergebnisse einer Lehrerfortbildung

1. Individuelle Förderung in der aktuellen Diskussion

Das Konzept der individuellen Förderung nimmt aktuell eine zentrale Position in bildungspolitischen Diskussionen ein: Jede Schülerin und jeder Schüler soll unabhängig von der Herkunft und der sozialen Lage im jeweiligen Fach optimal unterstützt und gefördert werden. Weshalb die individuelle Förderung innerhalb des letzten Jahrzehnts so maßgeblich an Bedeutung gewann, wie die Begrifflichkeit zu definieren ist und welche Konsequenzen sich für die Implementierung in den Schulalltag ergeben, wird in dem folgenden Kapitel dargestellt.

1.1 Ausgangslage

Die Forderung, alle Schülerinnen und Schüler in der Entwicklung und Entfaltung ihrer individuellen Potenziale zu unterstützen, ist nicht neu. Entsprechende Ideen und Diskussionsansätze lassen sich bereits in der vom Kind aus gedachten Reformpädagogik zu Beginn des 20. Jahrhunderts finden. In Deutschland wurde der Begriff insbesondere im Rahmen der Bildungsreformen in den 1970er Jahren diskutiert; so forderte der Deutsche Bildungsrat die Umsetzung eines „auf individuelle Förderung angelegten Bildungssystem[s]“ (Deutscher Bildungsrat, 1970, S. 27), dessen Leitprinzip die innere Differenzierung bilden sollte. Dass diese Forderung in den darauffolgenden drei Jahrzehnten nicht angemessen erfüllt werden konnte, zeigten die Ergebnisse der internationalen Vergleichsstudie *Programme for International Student Assessment* (PISA) im Jahr 2000. Neben dem schlechten Abschneiden der Schülerinnen und Schüler in Deutschland war insbesondere das Ergebnis alarmierend, dass in keinem anderen der teilnehmenden Länder die Leistung der 15-Jährigen so stark von der sozialen Herkunft abhing (vgl. Baumert et al., 2001). Folglich gelang es in Deutschland bisher nicht, jede Schülerin und jeden Schüler angemessen zu fördern. Das Forum Bildung, eine Arbeitsgruppe der Bund-Länder-Kommission, veröffentlichte kurz nach Bekanntwerden der PISA-Ergebnisse zwölf Abschlussempfehlungen zur Reformierung der schulischen Bildung in Deutschland (Arbeitsstab Forum Bildung, 2001). Eine von diesen Empfehlungen betont die Notwendigkeit individueller Förderung, um der Bildungsungerechtigkeit entgegenzuwirken. Sie kann als einer der Auslöser für die aktuelle bildungspolitische Diskussion um die individuelle Förderung angesehen werden. Infolgedessen gewannen innerhalb der letzten zehn Jahre Maßnahmen zur Umsetzung individueller Förderung Relevanz. Dies wird nicht zuletzt durch die Verankerung der individuellen Förderung in den meisten Schulgesetzen der deutschen Bundesländer deutlich. Aktuell (Stand 2014) wird in den Schulgesetzen von insgesamt sieben Bundesländern die Begrifflichkeit der individuellen Förderung explizit genannt (z. B. Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen), weitere vier weisen inhaltliche Anlehnungen an das Konzept auf (z. B. Berlin und Schleswig-Holstein). Unabhängig davon, ob individuelle Förderung in dem jeweiligen Bundesland in das Schulgesetz aufgenommen wurde oder nicht, erhalten Projekte zur Umsetzung des Konzepts breite mediale und bildungspolitische Aufmerksamkeit. So vergab beispielsweise das Land Nordrhein-Westfalen das „Gütesiegel Individuelle Förderung“ an Schulen, die „Initiativen zur Verbesserung der Individuellen Förderung an ihrer Schule ergriffen, Konzepte entwickelt, erprobt und ausgewertet haben“ (Landeskompetenzzentrum für Individuelle Förderung, 2014), welches mittlerwei-

le zu dem Projekt „Schulen der Zukunft – Netzwerk Individuelle Förderung“ ausgebaut wurde. Darüber hinaus lassen sich insbesondere in Internetportalen der verschiedenen Schulministerien ausführliche Informationen zu möglichen Maßnahmen und Umsetzungen individueller Förderung für unterschiedliche Schulformen und Fächer finden (z. B. Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München, 2014 oder Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2014).

Zusammenfassend bildet die individuelle Förderung seit nunmehr zehn Jahren einen der zentralen Gegenstände bildungspolitischer Diskussionen und gilt als eines der exponierten Konzepte, mit denen alle Schülerinnen und Schüler ihre Potenziale individuell entfalten könnten. Trotz der großen Aufmerksamkeit, die die individuelle Förderung erfährt, ist in der einschlägigen Literatur keine allgemein gültige Definition des Konzepts zu finden. Auch die Ausführungen der verschiedenen Bundesländer beschreiben die Umsetzung eher oberflächlich. Es gilt folglich zu klären, was genau unter individueller Förderung verstanden wird und welche Rolle in diesem Zusammenhang sowohl die Lehrkräfte als auch die Schülerinnen und Schüler einnehmen. Eine Definition individueller Förderung wird im Folgenden entwickelt.

1.2 Begriffsklärung

Individuelle Förderung – dies scheint offensichtlich – zielt auf die Unterstützung jeder einzelnen Schülerin und jedes einzelnen Schülers ab. Es bleibt jedoch weitestgehend unklar, wie genau entsprechende Maßnahmen gestaltet sein sollen und welche Funktion diesbezüglich die Lehrkräfte und die Lernenden einnehmen. Aus diesem Grund muss zunächst eine Definition für individuelle Förderung geliefert werden, um anschließend über Umsetzungsmöglichkeiten diskutieren zu können. In der Literatur kommt es häufig zu Überschneidungen mit den Konzepten der Individualisierung und der inneren Differenzierung, weshalb deutliche Abgrenzungen zu diesen Begriffen getroffen werden müssen.

Kunze (2009) definiert recht allgemein: „Unter individueller Förderung werden alle Handlungen von Lehrerinnen und Lehrern und von Schülerinnen und Schülern verstanden, die mit der Intention erfolgen bzw. die Wirkung haben, das Lernen der einzelnen Schülerin/des einzelnen Schülers unter Berücksichtigung ihrer/seiner spezifischen Lernvoraussetzungen, -bedürfnisse, -wege, -ziele und möglichkeiten zu unterstützen“ (S. 19). Ergänzend können Arnold und Richert (2008) angeführt werden, die ausführen: „Förderung (...) stellt somit ein Unterrichtsangebot dar, das auf den Lernstand *jeder* daran teilnehmenden Schülerin/jedes Schülers hin geplant worden ist und individuell adaptiert durchgeführt wird“ (S. 32). Aus diesen Definitionen wird deutlich, dass das Konzept der individuellen Förderung auf die Unterstützung *aller* Schülerinnen und Schüler ausgerichtet ist und nicht, wie beispielsweise in den 1970er Jahren vornehmlich propagiert, ausschließlich auf die leistungsschwächsten Lernenden. Das bedeutet folglich, dass Förderung auch für die durchschnittlichen und leistungsstarken Schülerinnen und Schüler gedacht werden muss. Weiterhin kann der oben angeführten Formulierung von Arnold und Richert entnommen werden, dass Förderung die Adaption des Unterrichts an die Voraussetzungen der Lernenden bedingt, woraus ein neuer Aspekt in die Definitionen einfließt: die diagnostische Kompetenz der Lehrkräfte. So beschreiben beispielsweise Bohl, Kohler und Kucharz (2013) oder Wischer (2007), dass individuelle Förderung und damit die optimale Passung des Unterrichtsangebots an die Bedürfnisse jeder einzelnen Schülerin und jedes einzelnen Schülers nur gelingen kann, wenn der individuelle Förderbedarf zuvor in einem diagnostischen Prozess aufgedeckt wurde. Es lässt sich an dieser Stelle fragen, wie die Adaption der Unterrichtsinhalte an die einzelnen Lernenden in einer Klasse von 25 bis 30 Schülerinnen und Schülern umgesetzt werden kann. Eine Auffassung von Förderung, die die Lernenden als aktive Gestalter der eigenen Lernprozesse ansieht, kann hier problem-

lösend sein. Nur wenn die Schülerinnen und Schüler eigenverantwortlich den Unterricht mitgestalten, ihre Voraussetzungen möglicherweise selbstständig diagnostizieren oder zur Konzeption der Lernumgebung beitragen, ist die Umsetzung der individuellen Förderung in den bestehenden Regelschulsystemen denkbar (vgl. Behrens, 2008; Wagener, 2014).

Die gestellten Anforderungen an die individuelle Förderung zusammenfassend, ergibt sich die folgende Definition (vgl. auch Blaes, Anus, Kallweit, Naeve & Melle, 2012):

Individuelle Förderung ist das Einrichten von differenzierenden Lernarrangements, bei denen durch den variablen Einsatz von Materialien die Lernwege der Einzelnen so gestaltet werden, dass eine möglichst optimale Passung zu den diagnostizierten individuellen Bedürfnissen erreicht wird. Die Lernenden werden dabei als aktive Gestalter ihres eigenen Lernprozesses angesehen.

Individuelle Förderung ist folglich eine Verzahnung zweier aufeinander aufbauender Aspekte: Zunächst erfolgt die Diagnostik der individuellen Vorkenntnisse und Förderbedarfe, anschließend werden Unterrichtsmaterialien so eingesetzt, dass diese optimal auf die Bedürfnisse der Lernenden abgestimmt sind. In diesem Zusammenhang muss der Begriff der Diagnostik beleuchtet werden.

Die Erhebung von Informationen wird als Diagnostik bezeichnet, das daraus resultierende Urteil als Diagnose. Die Lerndiagnostik, wie sie im Rahmen der individuellen Förderung eingesetzt wird, unterscheidet sich deutlich von der Leistungsbeurteilung, da beide Formen der Leistungserhebung gänzlich verschiedene Ziele verfolgen. Die Leistungsbeurteilung entspricht einer summativen Bewertung erfasster Kompetenzen (z. B. durch eine Klassenarbeit am Ende einer Unterrichtseinheit), wohingegen die Lerndiagnostik keine abschließende Beurteilung vornimmt, sondern die Ergebnisse im Sinne einer formativen Evaluation hinsichtlich effizienter Fördermöglichkeiten interpretiert (Wodzinski, 2006). Diagnosen im Sinne der individuellen Förderung stehen nicht am Ende eines Lernprozesses, sie begleiten die Entwicklung der Schülerinnen und Schüler und tragen maßgeblich zur Optimierung dieser bei. Infolgedessen sollte im Zusammenhang mit individueller Förderung von Lernprozessdiagnosen gesprochen werden (Horstkemper, 2006). Im Zuge der Implementierung individueller Förderung in den Schulalltag müssen sowohl geeignete Diagnoseinstrumente als auch Unterrichtsmethoden zur Umsetzung thematisiert und diskutiert werden.

2. Diagnose und individuelle Förderung im Chemieunterricht

Zwei Ganz-In-Arbeitstreffen mit insgesamt 47 Teilnehmerinnen und Teilnehmern fanden jeweils im Rahmen einer eintägigen Fortbildung mit dem Titel „Diagnose und individuelle Förderung“ statt. Der Schwerpunkt der Fortbildung lag auf der Entwicklung praktischer Diagnoseinstrumente, die sich für die individuelle Förderung im Chemieunterricht eignen. Explizit wurden im Rahmen der Fortbildung zum einen Multiple-Choice-Items und zum anderen Selbsteinschätzungsbögen sowie Partnerdiagnostetests entwickelt. Im Folgenden wird zunächst der zeitliche Ablauf der Fortbildung dargestellt, um anschließend auf die verschiedenen Inhalte einzugehen.

2.1 Ablauf der Fortbildung

Die Fortbildung kann grundsätzlich in zwei Abschnitte untergliedert werden. Den Schwerpunkt bildet dabei der erste Abschnitt, in dem ausgewählte Diagnoseinstrumente zur individuellen Förderung im Chemieunterricht von den teilnehmenden Lehrerinnen und Lehrern entwickelt werden. Der zweite Abschnitt der Fortbildung thematisiert Um-

setzungsmöglichkeiten individueller Förderung im Klassenverband unter Einbeziehung aktueller empirischer Forschungsergebnisse.

Den Einstieg bildet ein einführender Vortrag über die Thematik der individuellen Förderung unter besonderer Berücksichtigung von Diagnosemöglichkeiten, daraufhin wird ein kurzer Input zur Erstellung von Multiple-Choice-Items gegeben. In einer anschließenden Arbeitsphase erhalten die teilnehmenden Lehrerinnen und Lehrer den Auftrag, in Kleingruppen verschiedene Multiple-Choice-Items zu dem Thema „Atombau“ oder „Chemische Reaktion“ zu entwickeln. Daraufhin werden einige der erstellten Items im Plenum gemeinsam mit den Fortbildnerinnen diskutiert, wobei unter anderem bei der Konzeption aufgetretene Schwierigkeiten sowie die Eignung für den Einsatz im Chemieunterricht berücksichtigt werden. Anschließend widmet sich die Fortbildung der Erstellung von Selbsteinschätzungsbögen und Partnerdiagnosetests. Auch hier erfolgt zunächst eine kurze Einführung in die Thematik, in deren Anschluss die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in Kleingruppen einen Selbsteinschätzungsbogen bzw. einen Partnerdiagnosetest zu dem Thema „Atombau“ oder „Chemische Reaktion“ konzipieren. Jede Arbeitsgruppe präsentiert daraufhin ihre Ergebnisse und es wird im Plenum diskutiert, welche Chancen und Grenzen die Diagnoseinstrumente bieten.

Der zweite Abschnitt der Fortbildung beschäftigt sich mit Möglichkeiten zur individuellen Förderung innerhalb des Klassenverbandes. Im Rahmen eines Vortrags werden zunächst ausgewählte Methoden vorgestellt, die sich grundsätzlich zur individuellen Förderung im Chemieunterricht eignen. Gemeinsam mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern werden die verschiedenen Methoden diskutiert und hinsichtlich potenzieller Schwierigkeiten sowie Chancen und Möglichkeiten diskutiert. Den Abschluss der Fortbildung bildet die Präsentation zweier aktueller Forschungsprojekte, die die Effektivität einer ausgewählten Umsetzungsvariante individueller Förderung im Chemieunterricht erprobten (vgl. Anus & Melle, 2014; Kallweit & Melle, 2014; Blaes, Anus, Kallweit, Naeve & Melle, 2012).

In den folgenden Kapiteln werden die verschiedenen Aspekte der Fortbildung inhaltlich dargestellt sowie von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern erstellte Diagnoseinstrumente präsentiert.

2.2 Lehrerzentrierte Diagnoseinstrumente: Multiple-Choice-Items

Multiple-Choice-Items sind den Aufgaben mit gebundenem Antwortformat zuzuordnen. Dabei wählen die Schülerinnen und Schüler zu einer Aufgabe die richtige Antwort aus verschiedenen Möglichkeiten aus. Um eindeutige Schlussfolgerungen aus der Beantwortung ziehen zu können, empfiehlt es sich, nur eine richtige Antwort je Aufgabe zu verwenden. Zusätzlich muss die insgesamt dargebotene Anzahl an Antwortmöglichkeiten gewährleisten, dass die Ratewahrscheinlichkeit sowie der zeitliche Aufwand zur Erstellung der verschiedenen Distraktoren (falsche Antwortmöglichkeiten) angemessen gering sind. In Literatur und Praxis stellt sich die Verwendung von insgesamt fünf Antwortmöglichkeiten als sinnvoll heraus: eine Möglichkeit mit der richtigen Antwort und vier Distraktoren (vgl. Kienast, 1999, S. 25).

Multiple-Choice-Items können zur Erfassung des Leistungsstandes der Schülerinnen und Schüler vor allem in Fachwissenstests praktikabel eingesetzt werden. Die Durchführung eines solchen Tests nimmt je nach Anzahl der Aufgaben vergleichsweise wenig Zeit in Anspruch. Vorteilhaft sind außerdem die zeitökonomische Auswertung und das Hervorbringen eindeutiger Daten. Infolgedessen erhalten die Lehrkräfte einen schnellen Überblick über das Fachwissen der Lerngruppe. Gleichzeitig eignen sich Multiple-Choice-Items in besonderem Maße zur Aufdeckung von Fehlvorstellungen, die gezielt in die Distraktoren eingebaut werden können. Einschränkend muss beachtet werden, dass

sich die Formulierung der falschen Antworten als schwierig erweisen kann (vgl. Bühner, 2011, S. 119) so muss beispielsweise vermieden werden, dass sich zwei Antworten gegenseitig ausschließen, um die Ratewahrscheinlichkeit nicht zu erhöhen.

Beispiele

Im Folgenden werden drei Beispielimens vorgestellt und hinsichtlich ihrer Qualität diskutiert, die auch im Rahmen der zwei Ganz-In-Arbeitstreffen thematisiert wurden. In Abbildung 1.1 ist ein suboptimales Beispiel für ein Multiple-Choice-Item zu sehen. Zunächst fällt auf, dass die Antwortmöglichkeiten verschieden lang sind; eine Möglichkeit (die richtige) ist optisch besonders auffällig. Außerdem findet eine Vermischung von Alltags- und Fachsprache statt. Das Wort *immer* (Antwortmöglichkeit d)) sollte für die Entwicklung von Distraktoren vermieden werden, da es durch die absolute Formulierung darauf hindeutet, dass es sich um eine falsche Antwort handeln muss. Positiv ist anzumerken, dass mit Antwortmöglichkeit e) eine Fehlvorstellung eingebaut wurde, die als durchaus plausibel anzusehen ist.

Bei einer chemischen Reaktion ...
a) entsteht Honig.
b) passiert nichts.
c) werden Stoffe umgewandelt.
d) knallt es immer.
e) gehen Atome verloren.

Abbildung 1.1:
Beispiel für ein
suboptimales Multiple-
Choice-Item

Ein Beispiel für ein gelungenes Multiple-Choice-Item ist in Abbildung 1.2 dargestellt. Es zeichnet sich vor allem durch das homogene Erscheinungsbild und die einheitliche Verwendung der Fachsprache aus. Im Vergleich zu dem in Abbildung 1.1 dargestellten Item wird hier das Wort *immer* in der Fragestellung verwendet. Dies ist jedoch notwendig und gleichzeitig zielführend, da sonst mehrere Antwortmöglichkeiten richtig wären. Auch wenn dieses Beispielimens schon als positiv bezeichnet werden kann, besteht Optimierungsbedarf. Je nach Lerngruppe kann das Wort *Kristallisation* problematisch sein. Erfahrungsgemäß werden unbekannte Fachbegriffe, die sich besonders *chemisch* oder *kompliziert* anhören, vermehrt angekreuzt.

Wodurch ist eine chemische Reaktion immer gekennzeichnet?
a) durch Wärmeentwicklung
b) durch Farbänderung
c) durch Gasentwicklung
d) durch Kristallisation
e) durch Stoffumwandlung

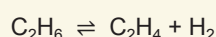
Abbildung 1.2:
Beispiel für ein gelungenes
Multiple-Choice-Item

Ein Beispiel für ein sehr gelungenes Item ist in Abbildung 1.3 abgebildet. Zunächst ist es von den bisherigen Beispielimens durch seine Komplexität abzugrenzen. Darüber hinaus ist das Item nur korrekt zu beantworten, wenn das notwendige Fachwissen und die erforderlichen Lösungsstrategien vorhanden sind. Gleichzeitig können anhand falscher Antworten gezielt Fehlvorstellungen aufgedeckt werden. Im Rahmen einer Studie von Kienast (1999) beantworteten insgesamt 258 Schülerinnen und Schüler der Oberstufe (Gymnasium und Gesamtschule) diese Aufgabe und begründeten ihre Auswahl anschließend. Die richtige Antwort d) wurde dabei von ca. 36 % der Lernenden und damit am häufigsten

ausgewählt. Die Auswertung der Begründungen dieser Schülerinnen und Schüler ergab, dass sämtliche Ausführungen fachlich korrekt waren. Anhand der Begründungen, die für die falschen Antwortmöglichkeiten angegeben wurde, konnte Folgendes aufgedeckt werden: Lernende, die Antwort a) und c) ankreuzten, gehen davon aus, dass die Summe der Stoffmengen im Laufe einer chemischen Reaktion gleich bleibt, wobei für Antwort c) die fachlich nicht belastbare Vorstellung hinzukommt, dass die Summe der Stoffmengen der Edukte gleich der Summe der Stoffmengen der Produkte ist. Letztgenannte Vorstellung wurde auch von den Lernenden genannt, die Antwort e) wählten. Schülerinnen und Schüler, die Antwort b) ankreuzten, gaben an, dass im Gleichgewicht alle Stoffe im Verhältnis 1:1:1 vorliegen. Anhand dieses Beispielitems wird deutlich, welche komplexen und gleichzeitig eindeutigen Informationen aus einer Aufgabe gezogen werden können.

Abbildung 1.3:
Beispiel für ein
sehr gelungenes
Multiple-Choice-Item
(aus Kienast, 1999, S. 97)

In einem geschlossenen System kann sich zwischen den Stoffen Ethan (C_2H_6), Wasserstoff (H_2) und Ethen (C_2H_4) folgendes Gleichgewicht einstellen:



Zu Beginn der Reaktion werden 8 mol C_2H_6 eingesetzt. Zu dem Zeitpunkt haben sich C_2H_4 und H_2 noch nicht gebildet. Im Gleichgewicht sind 3 mol C_2H_4 entstanden. Wie viel C_2H_6 und H_2 sind im Gleichgewicht vorhanden?

- a) 2 mol C_2H_6 und 3 mol H_2
- b) 3 mol C_2H_6 und 3 mol H_2
- c) 4 mol C_2H_6 und 1 mol H_2
- d) 5 mol C_2H_6 und 3 mol H_2
- e) 6 mol C_2H_6 und 3 mol H_2

Konzeption

Die an der Fortbildung teilnehmenden Ganz-In-Lehrkräfte (insgesamt 47 Teilnehmerinnen und Teilnehmer) erhielten die Aufgabe, Multiple-Choice-Items zum Thema „Atom- bau“ oder „Chemische Reaktion“ in Kleingruppen zu entwickeln. Dabei wurden die folgenden Hinweise und Vorgaben zur Erstellung der verschiedenen Items gegeben:

- Jedes Item muss eindeutig zu beantworten sein.
- Jede Aufgabe sollte insgesamt fünf Antwortmöglichkeiten aufweisen, von denen eine der Möglichkeiten die richtige Antwort enthält.
- Das Erscheinungsbild der Antwortmöglichkeiten sollte homogen sein (in etwa gleich lange Formulierungen).
- Alle Antwortmöglichkeiten sollten plausibel klingen.
- Es sollte keine Vermischung von Alltags- und Fachsprache vorkommen.
- Wörter wie *immer* oder *nie* sollten insbesondere in den Antwortmöglichkeiten vermieden werden.
- Auffällig kompliziert klingende Fachbegriffe sollten vermieden werden.
- Die Distraktoren sollten gezielt Fehlvorstellungen aufgreifen (empfehlenswert sind an dieser Stelle die Auflistungen möglicher Fehlvorstellungen zu den Themen „Atom- bau“ und „Chemische Reaktion“ von Horton (2004)).
- Die Aufgabe sollte nicht dadurch zu lösen sein, dass sich verschiedene Antwortmöglichkeiten gegenseitig ausschließen.

Mit Hilfe von verschiedenen Schulbüchern und den Listen über mögliche Fehlvorstellungen von Horton (2004) entwickelten die Lehrkräfte innerhalb von ca. 60 Minuten verschiedene Multiple-Choice-Items, die anschließend im Plenum diskutiert wurden. Die Abbildungen 1.4 und 1.5 stellen eine Auswahl daraus entstandener Items dar, die für die

vorliegende Publikation von den Autorinnen nicht weiter überarbeitet wurden. Alle erstellten Items sind im Anhang zu finden.

Fazit

Die Reflexion der Arbeitsphase zu den Multiple-Choice-Items im Rahmen der Ganz-In-Arbeitstreffen ergab, dass die Entwicklung sinnvoller Distraktoren eine große Herausforderung für die Lehrkräfte darstellte. Gleichzeitig wurde jedoch betont, wie sinnvoll ein Fachwissenstest aus Multiple-Choice-Items eingesetzt werden kann und wie viele, eindeutige Informationen über den Leistungsstand der jeweiligen Lerngruppe gewonnen werden. Wird ein solcher Diagnosetest im Sinne der individuellen Förderung eingesetzt, so darf dieser keiner summativen Leistungsbewertung entsprechen, wie sie „normalerweise“ mit Tests durchgeführt wird. Die Ergebnisse dieser Erhebungsart dienen der Ermittlung des individuellen Förderbedarfs und bilden damit die Grundlage für die Entwicklung daran anschließender Fördermaßnahmen. Insofern sollten die Tests zur individuellen Förderung so eingesetzt werden, dass die Schülerinnen und Schüler die Ernsthaftigkeit und Notwendigkeit der Diagnose erkennen, sich jedoch im Vorfeld nicht auf den Test vorbereiten, wenn erfasst werden soll, welche Kenntnisse die Lernenden durch den Unterricht aufweisen. Darüber hinaus gewinnt die Lehrkraft mit der Auswertung der Multiple-Choice-Tests einen umfassenden Überblick über die Leistungen innerhalb der Lerngruppe. Sollten Fehlvorstellungen vermehrt auftreten, können die Lehrerinnen und Lehrer diese gezielt im Klassenverband thematisieren. Für einen zeitökonomischen Einsatz ist es auch denkbar, dass die Schülerinnen und Schüler ihre Tests gegenseitig anhand von Musterlösungen oder Schablonen korrigieren. Auf diese Weise könnte die Diagnostik vollkommen schülerzentriert durchgeführt werden.

2.3 Schülerzentrierte Diagnoseinstrumente: Selbsteinschätzungsbögen und Partnerdiagnosen

Mit Hilfe von Selbsteinschätzungsbögen oder Partnerdiagnosetests ist es möglich, die Diagnostik im Sinne der individuellen Förderung vollkommen schülerzentriert durchzuführen. Dabei übernehmen die Schülerinnen und Schüler die Verantwortung für die Ermittlung ihres individuellen Förderbedarfs. Im Folgenden werden beide Diagnoseinstrumente vorgestellt und anhand ausgewählter Beispiele diskutiert.

Selbsteinschätzungsbögen

Um ein eindeutiges Verständnis von Selbsteinschätzungen voraussetzen zu können, muss die Begrifflichkeit zunächst definiert werden: Als Selbsteinschätzung werden von den Schülerinnen und Schülern vorgenommene, zusammenfassende Einschätzungen einer Tätigkeit oder des Lernfortschritts gesehen, das bedeutet: Die Lernenden geben zu einem festgelegten Zeitpunkt Schätzurteile über ihre Fähigkeiten ab (vgl. Bohl, 2009; Franz, 1982). Abzugrenzen ist die Selbsteinschätzung von der Selbstbewertung, da diese auf zuvor festgelegten Kriterien beruht und damit eher einer summativen Leistungsbeurteilung anstelle einer formativen, prozessorientierten Diagnostik im Sinne der individuellen Förderung entspricht. Dass sich Selbsteinschätzungsbögen als Diagnoseinstrument für die individuelle Förderung eignen, erläutern Krumm, Zimmerer und Kremer wie folgt: „Durch den Einsatz von Selbsteinschätzungsbögen reflektieren die Lernenden ihre Kompetenzen, erkennen ihre Stärken und Schwächen und leiten daraus ihren individuellen Kenntnisstand und den weiteren Übungsbedarf ab“ (2008, S. 6). Der Aufbau und die Struktur eines Selbsteinschätzungsbogens tragen maßgeblich dazu bei, dass die Schülerinnen und Schüler eigenverantwortlich und aktiv den eigenen Förderprozess gestalten können.

Abbildung 1.4:
Auswahl von Multiple-
Choice-Items zum Thema
„Atombau“, die im Rahmen
der Fortbildung von Ganz-
In-Lehrkräften entwickelt
wurden

Thema: Chemische Reaktion

Was geschieht bei einer chemischen Reaktion auf der Teilchenebene?

- a) Die Atome der Ausgangsstoffe werden vermischt.
- b) Es werden neue Atome gebildet.
- c) Die Atome werden zu neuen Verbindungen umgeordnet.
- d) Die Atome verschmelzen miteinander.
- e) Die Atome lösen sich auf.

Kreuze an, welche der folgenden Reaktionsgleichungen richtig ist

- a) $2 \text{ Na} + 2 \text{ Cl} \rightarrow 2 \text{ NaCl}$
- b) $3 \text{ Mg} + 2 \text{ O} \rightarrow \text{MgO}$
- c) $\text{Li} + \text{N} \rightarrow \text{LiN}_3$
- d) $\text{Br}_2 + \text{Ca} \rightarrow \text{CaBr}_3$
- e) $\text{O}_3 + \text{K} \rightarrow 3 \text{ OK}$

Bei welchem der folgenden Beispiele handelt es sich um eine chemische Reaktion?

- a) Das Auswalzen von Eisen zu Eisenblech.
- b) Das Lösen von Salz in Wasser.
- c) Das Brennen einer Kerze.
- d) Das Schmelzen von Eis zu Wasser.
- e) Das Vermischen von Eisen und Schwefel.

Kreuze an, welches der folgenden Reaktionsschemata richtig ist.

- a) Magnesium + Luft $\rightarrow$ Magnesiumoxid
- b) Magnesium + Sauerstoff $\rightarrow$ Magnesiumoxid
- c) Magnesium + Sauerstoff = Magnesiumoxid
- d) Magnesium + Luft = Magnesiumoxid
- e) Magnesium + Stickstoff $\rightarrow$ Magnesiumoxid

Nach der Neutralisation von Salzsäure mit Natronlauge liegt der pH-Wert bei

- a) 4
- b) 5
- c) 6
- d) 7
- e) 8

Thema: Atombau	
Das Symbol $^{35}_{17}\text{Cl}$ sagt aus, dass das Chlor-Atom	
a) 17 Neutronen besitzt	
b) 35 Elektronen besitzt	
c) 52 u wiegt	
d) 35 Nukleonen besitzt	
e) 35 Neutronen besitzt	
Aus welchen Teilchen bestehen Atomkerne?	
a) Kationen und Anionen	
b) Elektronen und Neutronen	
c) Neutronen und Protonen	
d) Kationen und Neutronen	
e) Elektronen und Protonen	
Wie viele Schalen hat ein Sauerstoff-Atom nach dem Bohr'schen Atommodell?	
a) 1	
b) 2	
c) 6	
d) 8	
e) 16	
Wodurch unterscheiden sich die Atome einzelner Elemente?	
a) Durch die Farbe und die Masse.	
b) Durch die Masse und die Größe.	
c) Durch die Masse und die Dichte.	
d) Durch die Größe und die Dichte.	
e) Durch die Größe und die Farbe.	

Abbildung 1.5:
Auswahl von Multiple-Choice-Items zum Thema „Atombau“, die im Rahmen der Fortbildung von Ganz-In-Lehrkräften entwickelt wurden

Beispiel

Das folgende, erprobte Beispiel für einen Selbsteinschätzungsbogen (Abbildung 1.6, vgl. Kallweit, 2015; Kallweit & Melle, 2014) wurde den Ganz-In-Lehrkräften im Rahmen der Fortbildung vorgestellt und diente als Vorlage für die Erstellung eigener Bögen. Der dargestellte Selbsteinschätzungsbogen ist tabellarisch aufgebaut und bezieht sich auf das Themengebiet „Chemische Reaktion“ für den Anfangsunterricht Chemie (erprobt für 7. Klassen an Gymnasien (G8) und 8. Klassen an Realschulen). In der linken Spalte sind die Kompetenzen aufgelistet, die in einer entsprechenden Unterrichtseinheit Berücksichtigung finden. Dabei wurde darauf geachtet, bestärkende „Ich kann ...“-Formulierungen zu verwenden. Direkt neben der Kompetenzaufstellung befindet sich eine vierstufige Likert-Skala, auf der die Selbsteinschätzung vorgenommen wird. Die Schülerinnen und Schüler verorten ihre eigenen Fähigkeiten zu jeder einzelnen Kompetenz zwischen „sehr sicher“ und „sehr unsicher“. Die beiden rechten Spalten des Selbsteinschätzungsbogens verweisen auf die Materialien, mit denen die jeweiligen Kompetenzen gefördert werden können. Um die selbstverantwortliche Gestaltung des eigenen Lernprozesses zu gewährleisten, werden zu jeder einzelnen Kompetenz Übungsmaterialien angegeben, die sich explizit auf die Verbesserung in diesem Bereich beziehen. Für Schülerinnen und Schüler, die sich in allen Kompetenzen „sehr sicher“ sind, gibt es darüber hinaus einen Hinweis auf knifflige Aufgaben. Zur Protokollierung des Lernprozesses eignen sich kleine Kästchen neben den Materialien, mit denen bereits bearbeitete Aufgaben abgehakt werden können. Anhand dieses Beispiels wurden den an der Fortbildung teilnehmenden Lehrkräften Kri-

terien zur Konzeption eines Selbsteinschätzungsbogens, der sich zur individuellen Förderung eignet, erläutert, was im Folgenden dargestellt wird.

Abbildung 1.6:
Beispiel für einen
Selbsteinschätzungsbogen zum Thema
„Chemische Reaktion“
(vgl. Kallweit, 2015)

Selbsteinschätzungsbogen						
Meine Kompetenz	Sehr sicher	Sicher	Unsicher	Sehr unsicher	Übungsmaterial ☒	★ Knifflig ★
Ich kann erklären, was eine chemische Reaktion ist.					Aufgabe 1 ☐ Erklärung A ☐	Aufgabe 10 ☐ Aufgabe 11 ☐ Aufgabe 12 ☐ Aufgabe 13 ☐ Aufgabe 14 ☐
Ich kann den Unterschied zwischen einer chemischen Reaktion und einem physikalischen Vorgang erklären.					Aufgabe 2 ☐ Erklärung B ☐	
Ich kann ein Reaktionsschema zu einer chemischen Reaktion aufstellen.					Aufgabe 3 ☐ Erklärung C ☐	
Ich kann erklären, was endotherme und exotherme Reaktionen sind.					Aufgabe 4 ☐ Erklärung D ☐	
Ich kann einer chemischen Reaktion ein passendes Energiediagramm zuordnen.					Aufgabe 5 ☐ Erklärung D ☐	
Ich kann erklären, was eine Oxidation ist.					Aufgabe 6 ☐ Erklärung E ☐	Aufgabe 15 ☐ Aufgabe 16 ☐
Ich kann das Gesetz von der Erhaltung der Masse erklären.					Aufgabe 7 ☐ Erklärung F ☐	
Ich kann eine chemische Reaktion auf der Teilchenebene darstellen.					Aufgabe 8 ☐ Erklärung G ☐	
Ich kann erklären, was ein Element und eine Verbindung ist.					Aufgabe 9 ☐ Erklärung H ☐	

Konzeption

Um einen Selbsteinschätzungsbogen entwickeln zu können, müssen in einem ersten Schritt die Kompetenzen definiert werden, die in einer Unterrichtseinheit thematisiert werden sollen. Hierfür eignet sich die Erstellung von sogenannten Kompetenzrastern, die die Strukturierung der Inhalte unterstützen. Kompetenzraster stellen tabellarisch dar, welche Kompetenzen in der jeweiligen Unterrichtseinheit (oder in den entsprechenden Unterrichtsstunden) gefordert sind. Ein Beispiel für ein Kompetenzraster zum Thema „Fette“ ist in Abbildung 1.7 dargestellt. In diesem Beispielraster werden exemplarisch inhaltsbezogene Kompetenzen hinsichtlich ihres Themen- und ihres Anforderungsbereiches (laut Kernlehrplan G8 NRW, Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2008) gegliedert. Denkbar ist auch eine Unterteilung bezüglich der Kompetenzbereiche des Lehrplans (Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung). Für die Darstellung der Kompetenzen ist es empfehlenswert, kleinschrittig vorzugehen und mit bestärkenden „Ich kann ...“-Formulierungen zu arbeiten. Darüber hinaus sollte jede Formulierung nur eine Kompetenz beinhalten, sodass es zu keiner Überschneidung und damit einer Vermischung verschiedener Fähigkeiten kommt. Der zweite Schritt zur Erstellung von Selbsteinschätzungsbögen ist die explizite Zuordnung von Übungsmaterialien, mit denen die einzelnen Kompetenzen gefördert werden können. Dabei ist es wichtig, dass jede Kompetenz von den Materialien abgedeckt wird. Der Auswahl von Übungsmaterialien sind keine Grenzen gesetzt (selbst erstellte Aufgaben, Materialien aus Schulbüchern etc.). Mit Hilfe der formulierten Kompetenzen und den ihnen zugeordneten Übungsmaterialien kann der Selbsteinschätzungsbogen ausgefüllt werden.

Abbildung 1.7:
Kompetenzraster
zum Thema „Fette“
(entwickelt von
Svenja Naeve)

		Anforderungsbereich		
		I	II	III
Themenbereich	<i>Fette und ihre Ausgangsstoffe</i>	Ich kann tierische und pflanzliche Fette benennen.	Ich kann verschiedene Arten der Fettgewinnung erklären.	Ich kann anhand der Sättigung von Fettsäuren Probleme bei der Margarineherstellung aufzeigen und erklären.
	<i>Eigenschaften von Fetten</i>	Ich kann Butter, Margarine und Schmalz nach ihren verschiedenen Schmelzbereichen sortieren.	Ich kann erklären, warum Fette keine Siedepunkte, sondern Schmelzbereiche haben.	Ich kann begründen, warum nur bestimmte Fette zum Frittieren geeignet sind.
	<i>Emulsion</i>	Ich kann im Alltag gebräuchliche Emulsionen nennen.	Ich kann die Funktionsweise eines Emulgators erklären.	Ich kann die Funktionsweise von im Alltag gebräuchlichen Emulgatoren erklären.

Die Ganz-In-Lehrkräfte, die an der Fortbildung „Diagnose und individuelle Förderung im Chemieunterricht“ teilnahmen, erhielten die Aufgabe, einen Selbsteinschätzungsbogen zum Thema „Atombau“ oder „Chemische Reaktion“ in Kleingruppen zu erstellen. Dafür hatten sie insgesamt ca. 60 Minuten Zeit. Zur Orientierung dienten die folgenden Hinweise, die die obigen Ausführungen zur Konzeption von Selbsteinschätzungsbögen zusammenfassen:

1. Schritt

- Die Kompetenzen, die in der Fördereinheit berücksichtigt werden, sollten ausformuliert und anhand eines Kompetenzrasters (Untergliederung nach Themen- und Anforderungs- bzw. Kompetenzbereichen) strukturiert werden.
- Es sollten bestärkende „Ich kann ...“-Formulierungen verwendet werden.
- Alle Kompetenzen sollten klar, kleinschrittig formuliert werden.
- Es sollten Überschneidungen verschiedener Kompetenzen vermieden werden.
- Ggf. sollten Anforderungs- bzw. Kompetenzbereiche im Selbsteinschätzungsbogen vermerkt werden (Anregungen für die Gestaltung sind bei Krumm, Zimmerer und Krummer (2008) zu finden).

In Abbildung 1.8 werden ausgewählte Kompetenzen, die im Zuge der Kleingruppenarbeiten entstanden sind, dargestellt. Diese sind ausschließlich von den teilnehmenden Lehrkräften konzipiert und wurden für die vorliegende Publikation von den Autorinnen nicht weiter überarbeitet. Alle entwickelten Selbsteinschätzungsbögen sind im Anhang zu finden.

Im Rahmen der Lehrerfortbildung wurde der 2. Schritt, die Zuordnung der Übungsmaterialien zu den verschiedenen Kompetenzen, nicht berücksichtigt. Dennoch sollen an dieser Stelle Hinweise dafür gegeben werden:

2. Schritt

- Das zur Verfügung stehende Übungsmaterial (Schulbücher etc.) wird hinsichtlich der Eignung zur Förderung der Kompetenzen analysiert.
- Ggf. sollten neue Übungsmaterialien entwickelt werden.
- Jeder einzelnen Kompetenz werden Übungsmaterialien zugeordnet.

- Der Hinweis auf die entsprechenden Übungsmaterialien sollte eindeutig auf dem Selbsteinschätzungsbogen formuliert sein.

Variationsmöglichkeiten

Die Konzeption von Selbsteinschätzungsbögen unterliegt grundsätzlich den bisher vorgestellten Schritten. Zusätzlich kann die Entwicklung und Darstellung dieses Diagnoseinstruments vielfältig variiert werden. Einige Variationsmöglichkeiten werden im Folgenden vorgestellt. Je nach Lerngruppe kann es beispielsweise sinnvoll sein, die Darstellung der Anforderungs- oder Kompetenzbereiche, wie sie in den Kompetenzrastern zu finden sind, in den Selbsteinschätzungsbogen zu integrieren. Dies kann den leistungsschwächeren Schülerinnen und Schülern als Orientierung dienen, aber auch gleichzeitig leistungsstarken Lernenden aufzeigen, welche Kompetenzen besonders herausfordernd sind. Die Lehrkraft muss im Blick auf die Lerngruppe abwägen, ob eine solche Darstellung besonders die leistungsschwächsten Schülerinnen und Schüler davon abschreckt, Kompetenzen höherer Anforderungsbereiche zu fördern. Umzusetzen ist die Darstellung der Anforderungs- bzw. Kompetenzbereiche beispielsweise in Form einer zusätzlichen Spalte neben der Kompetenzaufzählung. Beispiele für solche Selbsteinschätzungsbögen sind bei Krumm, Zimmerer und Kremer (2008) zu finden.

Ein Kritikpunkt an Selbsteinschätzungsbögen ist, dass der Fall eintreten könnte, dass die Schülerinnen und Schüler die Kompetenzformulierungen nicht verstehen. Um dies zu vermeiden, kann es hilfreich sein, kleine Hinweise oder Beispielaufgaben zu den jeweiligen Kompetenzen zu schreiben, sodass gezielte Denkanstöße zu einem besseren Verständnis der Kompetenzen führen können. Diese Art von Selbsteinschätzungsbögen ist im Fach Mathematik geläufiger als im Fach Chemie, da die Variation von Aufgaben hier in der Regel einfacher gelingt. Ein Beispiel für einen solchen Bogen ist in Abbildung 1.9 zu sehen. Dieser Beispielbogen deutet zusätzlich auf eine weitere Variationsmöglichkeit hin: die Darstellung der Selbsteinschätzungsskala. Diese sollte an die jeweilige Lerngruppe angepasst werden. Die in Abbildung 1.6 dargestellte Skala beinhaltet beispielsweise vier Stufen, deren Eignung für die Jahrgangsstufen 7 und 8 (Gymnasium und Realschule) empirisch überprüft wurden (vgl. Kallweit & Melle, 2014). Denkbar ist jedoch auch die Verwendung von bildhaften Motiven wie Strichgesichtern (Smileys, vgl. Abbildung 1.9) oder das Einfügen einer fünften Stufe (z. B. „Ich verstehe die Formulierung nicht“). Zuletzt können die Hinweise zu den jeweiligen Übungsmaterialien variabel aufgeführt werden. Diese sollten grundsätzlich jedoch so eindeutig sein, dass die Schülerinnen und Schüler ihren Lernprozess selbstständig gestalten können. Um ein differenziertes Arbeiten zu ermöglichen, könnten die Aufgaben hinsichtlich verschiedener Schwierigkeitsstufen oder in Wahl- und Pflichtaufgaben unterteilt werden.

Thema: Chemische Reaktion					
Kompetenzen	Das kann ich	Da bin ich mir fast sicher	Da bin ich mir unsicher	Das kann ich noch nicht	Material
Ich kann Kriterien für eine chemische Reaktion benennen					
Ich kann die Begriffe endotherm und exotherm erläutern					
Ich kann eine chemische Reaktion als Teilchenmodell darstellen					
Ich kann mindestens drei Beispiele für chemische Reaktionen nennen.					
Ich kann die Massenverhältnisse der Edukte anhand der Reaktionsgleichung berechnen.					
Ich kann den Reaktionsverlauf einer exothermen Reaktion in einem Energiediagramm darstellen					
Ich kann die Zusammensetzung von Verbindungen mit Hilfe der Oktettregel vorhersagen.					
Thema: Atombau					
Ich kann erklären, was Isotope sind.					
Ich kann das Schalenmodell von Magnesium zeichnen.					
Ich kann den Aufbau eines Atoms mit Hilfe des PSEs erklären.					
Ich kann erklären, was eine Ionisierungsenergie ist.					
Ich kann erklären, was ein Element ist.					
Ich kann den Rutherford'schen Streuversuch beschreiben.					

Abbildung 1.8:
Auswahl von Kompetenzen für einen Selbsteinschätzungsbogen, die im Rahmen der Fortbildung von Ganz-In-Lehrkräften entwickelt wurden

Meine Kompetenzen	Beispiel				Aufgaben
Ich kann den Flächeninhalt eines Rechtecks bestimmen, wenn ich beide Seitenlängen kenne.	3 cm $A =$ 2 cm				Aufgabe 1, 2
Ich kann die Seitenlänge eines Rechtecks bestimmen, wenn ich den Flächeninhalt und die zweite Seitenlänge kenne.	? $A = 15$ 3 cm				Buch S. 102, Aufgabe 13

Abbildung 1.9:
Beispiel für einen aufgabengestützten Selbsteinschätzungsbogen (konzipiert in Anlehnung an Kliemann, 2008, S. 80)

Fazit

Die Reflexion der Gruppenarbeitsphase der Ganz-In-Lehrkräfte ergab, dass sich die Erstellung eines Selbsteinschätzungsbogens grundsätzlich einfacher gestaltet als die Entwicklung von Multiple-Choice-Items. Allerdings wurde diskutiert, dass durch die Verantwortungsübernahme der Schülerinnen und Schüler für die Diagnostik ihrer eigenen Fähigkeiten die Lehrperson eventuell deutlich weniger Rückmeldungen über den Leistungsstand ihrer Lerngruppe bekommt. Besonders bei der Arbeit mit Schülerinnen und Schülern, die den Umgang mit Selbsteinschätzungsbögen noch nicht gewohnt sind, kann es sinnvoll sein, dass die Lehrkraft keinerlei Information über die eingeschätzten Leistungen erhält. Auf diese Weise wird deutlich, dass es sich bei der eigenständigen Diagnostik nicht um eine (summative) Leistungsbewertung, sondern ein (formatives) Instrument zur selbstverantwortlichen Gestaltung der eigenen Förderung handelt. Den Schülerinnen und Schülern muss bewusst sein, dass die Selbsteinschätzungen nicht bewertet werden, sondern einem prozessorientiertem Feedback dienen. Dies kann von den Lehrkräften gezielt unterstützt und thematisiert werden, sodass die Selbsteinschätzungsbögen von den Schülerinnen und Schülern als Lernbegleiter und nicht als Testinstrument anerkannt werden.

Das Einschätzen der eigenen Fähigkeiten fällt insbesondere leistungsschwächeren Schülerinnen und Schülern nicht leicht. Häufig kommt es zu ungenauen Einschätzungen der eigenen Leistungen (vgl. Chen, 2003; Winne & Jamieson-Noel, 2002). Aus diesem Grund kann es sinnvoll sein, zunächst mit Partnerdiagnosen zu arbeiten, anhand derer die Schülerinnen und Schüler ihre Einschätzungen gemeinsam reflektieren und damit möglicherweise zu objektiveren Ergebnissen kommen. Eine Variante mit Partnerdiagnosen zu arbeiten wird im nächsten Abschnitt vorgestellt.

Partnerdiagnosetests

Partnerdiagnosen können auf vielfältige Weise im Unterricht eingesetzt werden. In Kombination mit den zuvor dargestellten Selbsteinschätzungsbögen ist es beispielsweise möglich, Aufgaben zu den jeweiligen Kompetenzen zu bearbeiten und von einer Mitschülerin bzw. einem Mitschüler korrigieren zu lassen. Durch diese Art von Feedback kann die eigene Einschätzung reflektiert werden. Eine weitere Variante sind Partnerdiagnosetests, die ebenfalls im Rahmen der Ganz-In-Arbeitstreffen thematisiert wurden.

Beispiel

In Abbildung 1.10 ist ein Partnerdiagnosetest dargestellt. Es handelt sich um eine tabellarische Auflistung von Aussagen, die etwas fachlich Falsches oder Richtiges ausdrücken. Der Einsatz eines Partnerdiagnosetests verläuft wie folgt: Es werden zunächst zwei Tests erstellt (bzw. ein Test halbiert). Daraufhin erhält jede Schülerin bzw. jeder Schüler eines Zweier-Teams einen der beiden Partnerdiagnosetests und kreuzt in der rechten Spalte die Kreise an, deren zugehörige Aussagen sie bzw. er für fachlich korrekt hält. Anschließend wird die Spalte nach hinten umgeklappt, sodass nicht mehr zu sehen ist, welche Aussagen für richtig gehalten werden. Innerhalb des Zweier-Teams werden die Partnerdiagnosetests ausgetauscht und auf dem „neuen“ Test in der linken Spalte die Rechtecke angekreuzt, die für fachlich richtig gehalten werden. Ist auch dies beendet, klappen die Teams ihre beiden Partnerdiagnosetests auf, diskutieren über die ausgewählten Antworten und entscheiden sich für eine gemeinsame Lösung. Unabdingbar ist in diesem Zusammenhang die Kontrolle über Musterlösungen oder die gemeinsame Besprechung im Plenum, um das Festigen von Fehlvorstellungen oder falscher Antworten zu vermeiden.

Partnerdiagnosetest			
1. Magnesiumiodid ist ein Gemisch aus Magnesium und Iod.	☐		☐
2. Magnesium und Iod bilden ein heterogenes Gemisch.	☐		☐
3. Magnesiumiodid ist ein Reinstoff.	☐		☐
4. Magnesiumiodid enthält mehr innere Energie als das Gemisch aus Magnesium und Iod.	☐		☐

Abbildung 1.10:
Beispiel für einen Partner-
diagnosetest (aus Krumm,
Zimmerer & Kremer, 2008)

Konzeption

Die Ganz-In-Lehrkräfte, die an der Fortbildung „Diagnose und individuelle Förderung im Chemieunterricht“ teilnahmen, erhielten die Aufgabe einen Partnerdiagnosetest zum Thema „Atombau“ oder „Chemische Reaktion“ in Kleingruppen zu entwerfen. Dafür hatten sie etwa 60 Minuten Zeit. Für die Konzeption wurden die folgenden Hinweise gegeben:

- Die Formulierungen sollten eindeutig fachlich richtig oder falsch sein.
- Es sollte nur ein fachlicher Aspekt in einer Formulierung berücksichtigt werden.
- Es sollten gezielt Fehlvorstellungen eingebaut werden, empfehlenswert sind an dieser Stelle die Auflistungen möglicher Fehlvorstellungen zu den Themen „Atombau“ und „Chemische Reaktion“ von Horton (2004).
- Bereits entwickelte Distraktoren der Multiple-Choice-Items konnten als falsche Aussagen genutzt werden.

Die entwickelten Partnerdiagnosetests wurden im Anschluss an die Gruppenarbeitsphase im Plenum vorgestellt und diskutiert. In Abbildung 1.11 sind ausgewählte, von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern entwickelte Aussagen für den Einsatz in Partnerdiagnosetests dargestellt. Diese wurden für die vorliegende Publikation von den Autorinnen nicht weiter überarbeitet. Sämtliche entwickelten Partnerdiagnosetests sind im Anhang zu finden.

Abbildung 1.11:
Auswahl von Aussagen für
einen Partnerdiagnostest,
die im Rahmen der
Fortbildung von Ganz-
In-Lehrkräften entwickelt
wurden

Thema: chemische Reaktion			
1.	Eine Lösung aus Zinkbromid enthält Zink und Brom.	☐	☐
2.	Magnesiumoxid besteht aus Ionen.	☐	☐
3.	Sauerstoff wird immer oxidiert.	☐	☐
4.	Magnesium verschwindet bei der Verbrennung.	☐	☐
5.	Bei der Elektrolyse von Wasser entsteht Wasserdampf.	☐	☐
Thema: Atombau			
1.	Chlor besitzt auf der zweiten Schale acht Elektronen.	☐	☐
2.	Chlor besitzt sieben Schalen.	☐	☐
3.	Elektronen, Protonen und Neutronen haben die gleiche Masse.	☐	☐
4.	Als chemisches Element bezeichnet man die Gesamtheit aller Atome mit der gleichen Protonenzahl.	☐	☐
5.	Positiv geladene Ionen entstehen durch die Aufnahme eines Elektrons.	☐	☐
6.	An der Nummer der Periode lässt sich die Anzahl der Schalen erkennen.	☐	☐
7.	Die Ordnungszahl eines Elements gibt die Summe der Elektronen und Protonen in einem Atom an.	☐	☐
8.	Magnesium befindet sich im PSE in der zweiten Hauptgruppe und besitzt zwei Schalen.	☐	☐
9.	Halogene kommen in der Natur als Molekül vor.	☐	☐
10.	Aluminium besitzt 13 Elektronen und 13 Neutronen.	☐	☐
11.	Aluminium besitzt drei Außenelektronen.	☐	☐
12.	An der Nummer der Hauptgruppe lässt sich die Anzahl der Valenzelektronen erkennen.	☐	☐

Fazit

In der Diskussion mit den teilnehmenden Ganz-In-Lehrkräften wurde deutlich, dass der Einsatz von Partnerdiagnostetests als sinnvoll erachtet wird, um den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zu geben, die eigenen Fähigkeiten und Vorstellungen kritisch zu reflektieren. Besonders wurde dabei der Austausch mit den Mitschülerinnen und Mitschülern hervorgehoben, der einerseits die Lehrkraft entlastet, andererseits möglicherweise zu einer intensiveren und ehrlichen Reflexion führen kann. Allerdings ist der Einsatz von Partnerdiagnostetests nur dann sinnvoll, wenn eine Sicherung bzw. ein Abgleich durch den Gebrauch von Musterlösungen oder die Besprechung im Plenum erfolgt. Nur dann kann gewährleistet werden, dass auch die fachlich korrekten Antworten als solche erkannt werden. Gleichzeitig bietet die Besprechung im Klassenverband die Möglichkeit, gezielt eingebaute Fehlvorstellungen zu thematisieren und zu beheben.

2.4 Förderung im Klassenverband

Individuelle Förderung ist die Verknüpfung von pädagogischer Diagnostik und darauf aufbauenden Fördermaßnahmen. Mit den Multiple-Choice-Items, den Selbsteinschätzungsbögen und den Partnerdiagnostetests sind verschiedene Instrumente vorgestellt worden, die sich zur lehrer- bzw. schülerorientierten Diagnostik eignen. Die daran anschließenden Fördermaßnahmen, mit denen eine möglichst optimale Passung zwischen diagnostiziertem Förderbedarf und angebotener Methode gelingen soll, müssen je nach Lerngruppe und zur Verfügung stehenden Ressourcen ausgewählt werden. Da es in der Praxis in der Regel nicht umsetzbar ist, jeder Schülerin und jedem Schüler eine individuell ausgewählte Methodik und entsprechende Materialien anzubieten, empfiehlt es sich, auf binnendifferenzierende Unterrichtsmethoden zurückzugreifen. Die Differenzierung erfolgt dann auf der Grundlage der vorgeschalteten Diagnostik. Im Folgenden werden ausgewählte Methoden, die sich grundsätzlich für einen Unterricht im Sinne der individuellen Förderung eignen, kurz umrissen.

Wochenplanarbeit

Die Wochenplanarbeit stellt eine der Unterrichtsmethoden dar, mit denen es gelingen kann, den Bedürfnissen jeder einzelnen Schülerin und jedes einzelnen Schülers gerecht zu werden. Dabei handelt es sich um eine regelmäßig stattfindende Übungsphase, die von den Lernenden weitestgehend selbstständig durchlaufen wird. Die Organisation des Lernprozesses erfolgt über Wochenpläne oder Laufzettel, auf denen die zu erreichenden Kompetenzen, die Lernziele und die bearbeiteten Materialien protokolliert werden. Ein Beispiel für einen Wochenplan ist in Abbildung 1.12 zu sehen. Die Lehrkraft übernimmt eine beratende Rolle, sie unterstützt bei der Planung des Lernprozesses und der Übungsphase. Gleichzeitig können mit den Schülerinnen und Schülern individuelle Lernberatungen auf der Grundlage der Wochenpläne durchgeführt werden. Voraussetzungen für das Gelingen einer Wochenplanarbeit im Sinne der individuellen Förderung sind eine klare Strukturierung der Lernumgebung, die den Schülerinnen und Schülern ein selbstständiges Arbeiten ermöglicht, sowie ein große Auswahl an Übungsmaterialien, sodass die Bedürfnisse der gesamten Lerngruppe abgedeckt werden können. Darüber hinaus ist es insbesondere für die Umsetzung einer solchen Methode sinnvoll, wenn es sich um ein fächerübergreifendes Konzept handelt, das von dem gesamten Lehrerkollegium gestützt und weiterentwickelt wird. Als weiterführende Literatur zur Planarbeit eignet sich ein Artikel von Klenck und Schneider (2008).

Abbildung 1.12:
Beispiel für einen
Wochenplan

Mein Wochenplan			vom:		bis zum:	
	Kompetenz	Gesamtzeit	Aufgabe	Datum	Bearbeitungszeit	Ziel erreicht?
Deutsch						
Mathe						
Englisch						

Lerntempoduett

Mit Hilfe der Methode des Lerntempoduetts können die Schülerinnen und Schüler in ihrem individuellen Lerntempo arbeiten (Brüning & Saum, 2009). Dabei findet ein Wechsel zwischen Einzel- und Partnerarbeit statt. Zunächst erarbeiten die Schülerinnen und Schüler eine Aufgabe. Haben sie diese abgeschlossen, so wird ein zuvor abgesprochenes Zeichen gegeben (z. B. Aufstehen oder den Namen an die Tafel schreiben). Sobald eine weitere Schülerin oder ein weiterer Schüler das Zeichen gibt, treffen sich die beiden Lernenden an einem freien Arbeitsplatz und besprechen die bearbeitete Aufgabe gemeinsam. Auch für diese Methode müssen klare Regeln eingehalten werden, damit diese sinnvoll eingesetzt werden kann; es darf beispielsweise nicht auf die beste Freundin oder den besten Freund gewartet werden. Die Lehrkraft hat gleichzeitig die Aufgabe, die verschiedenen Lerntempi als wünschenswert und individuell fördernd zu betonen und damit die Schülerinnen und Schüler zu bekräftigen, sich die für sie nötige Bearbeitungszeit zu nehmen.

Aufgaben mit gestuften Lernhilfen

Der Einsatz von gestuften Lernhilfen eignet sich für differenzierende Übungsphasen im Klassenverband. In dieser arbeiten alle Schülerinnen und Schüler an den gleichen Aufgaben, zu denen verschiedene Hilfekärtchen bzw. Hilfestellungen bereit liegen (vgl. Emden & Koenen, i. V.). Diese können sowohl inhaltliche als auch lernstrategische Hilfen geben. Die Schülerinnen und Schüler entscheiden während der Bearbeitung der Aufgaben, an welcher Stelle sie welche Art von Hilfe benötigen. Auf diese Weise können Aufgaben mit höherer Komplexität von der gesamten Lerngruppe bearbeitet und Lernausstiege vermieden werden. Gleichzeitig empfinden die Schülerinnen und Schüler ein Autonomieerleben, da sie unter Verwendung der Hilfekarten dazu befähigt werden, die Aufgabe vollkommen selbstständig zu bearbeiten. Allerdings gilt es zu berücksichtigen, dass sich solche Hilfekarten weniger für prozess- oder ergebnisoffene Problemstellungen eignen; grundsätzlich ist deren Einsatz jedoch auch für solche Aufgaben denkbar. Als weiterführende Literatur eignet sich beispielsweise der Artikel von Hänze, Hesse, Stäudel, Vogt und Wodzinski (2004).

3. Verknüpfung von Diagnose und Förderung

Individuelle Förderung ist die Verzahnung von pädagogischer Diagnostik und daran anschließenden Fördermaßnahmen, die durch den variablen Einsatz von Materialien eine optimale Passung zu dem zuvor diagnostizierten Förderbedarf jeder einzelnen Schülerin und jedes einzelnen Schülers gewährleisten. Die Umsetzung der individuellen Förderung in den Schulalltag gestaltet sich an einigen Stellen als problematisch, so lässt sich beispielsweise fragen, wie in einer Lerngruppe von 25 Schülerinnen und Schülern individuell auf jeden einzelnen Lernenden eingegangen werden kann. Aus diesem Grund eignen sich für die Implementierung individueller Förderung Unterrichtsmethoden, die auf der Selbstverantwortlichkeit der Schülerinnen und Schüler beruhen, wie beispielsweise selbst gesteuerte Übungsphasen. Im Folgenden werden zwei empirisch erprobte Ansätze vorgestellt, mit denen individuelle Förderung praktikabel in den Chemieunterricht integriert wurde. Beiden Ansätzen ist gemein, dass sie die Einheit zur individuellen Förderung einsetzen, *nachdem* bereits eine Unterrichtseinheit zu dem entsprechenden Thema stattgefunden hat. Sie unterstützen folglich die Annahme, dass die Diagnostik des individuellen Förderbedarfs insbesondere dann gelingt, wenn bereits fundiertes Vorwissen in diesem Themenbereich vorliegt und somit gezielt Wissenslücken bzw. Potenzial zur Weiterentwicklung aufgedeckt werden können. Die beiden Ansätze unterscheiden sich jedoch hinsichtlich der Diagnosemethode.

Multiple-Choice-Items als Diagnosemethode

Anus und Melle (2014) erprobten eine Fördereinheit zum Thema „Chemische Reaktion“ in 9. Klassen an Gymnasien (G8). Die Diagnostik des Förderbedarfs erfolgte über einen Multiple-Choice-Test, der im Vorfeld von allen Schülerinnen und Schülern ausgefüllt wurde. Aufbauend auf dem daraus erhaltenen Testergebnis erhielten alle Lernenden ein individuelles Aufgabenpaket, das optimal an den diagnostizierten Förderbedarf angepasst wurde. Im Rahmen einer 90-minütigen Fördereinheit bearbeiteten die Schülerinnen und Schüler anschließend die ihnen zugeschriebenen Aufgaben selbstständig. Zur Verfügung stehende Musterlösungen dienten der eigenverantwortlichen Korrektur. Für den Einsatz dieser Methode in der Schulpraxis ist es denkbar, die Multiple-Choice-Tests von den Schülerinnen und Schülern anhand von Schablonen auswerten zu lassen. Den Lernenden sollte transparent dargelegt werden, welche Aufgaben (selbst erstellt oder aus Schulbüchern, Übungsheften etc.) sich für die Förderung der jeweiligen Kompetenzen eignen, sodass eigenverantwortlich Materialien ausgewählt und der Lernprozess geplant werden können. Die eigentliche Übungsphase kann im Rahmen des Unterrichts von den Schülerinnen und Schülern durchlaufen oder in Form von Hausaufgaben außerhalb des Unterrichts durchgeführt werden.

Selbsteinschätzungsbögen als Diagnosemethode

Kallweit und Melle (2014) erprobten eine Fördereinheit zum Thema „Chemische Reaktion“ in 7. Klassen an Gymnasien (G8). Auch in dieser Studie wurde eine 90-minütige Übungseinheit umgesetzt. Allerdings diagnostizierten die Schülerinnen und Schüler ihren individuellen Förderbedarf anhand von Selbsteinschätzungsbögen zu Beginn der Einheit selbst und organisierten anschließend den Ablauf der Einheit selbstständig. Für den Einsatz dieser Methode in der Schulpraxis ist es empfehlenswert, einen Selbsteinschätzungsbogen zu entwickeln, wie er in Kapitel 2.3 (Abbildung 1.6) vorgestellt wurde. Dieser verdeutlicht, welche Übungsmaterialien sich für die Förderung jeder einzelnen Kompetenz eignen, sodass die Übungsphase von den Schülerinnen und Schülern eigenverantwortlich geplant und durchgeführt werden kann. Darüber hinaus ist es sinnvoll, die Korrektur der Bearbeitungen in die Verantwortung der Schülerinnen und Schüler zu legen, was über zur Verfügung stehende Musterlösungen realisiert werden kann. Eine weitere Möglichkeit, die

Lernenden selbstständig mit den Materialien üben zu lassen, ist der Einsatz von gestuften Hilfekarten, die gezielte Unterstützungen für die einzelnen Aufgaben geben.

4. Fazit

Die gezielte Unterstützung jeder einzelnen Schülerin und jedes einzelnen Schülers, so dass die individuellen Potenziale entfaltet werden können, erscheint als plausibles Ziel der schulischen Bildung. Die bildungspolitische Relevanz dieses Ansatzes wird durch die Verankerung der individuellen Förderung in den meisten der deutschen Schulgesetze deutlich. Definiert wird das Konzept der individuellen Förderung als Verzahnung von vorgeschalteter pädagogischer Diagnostik, mit der der individuelle Förderbedarf aufgedeckt wird, und darauf aufbauender Fördermaßnahmen, die eine optimale Passung zur Diagnose gewährleisten. Für die Implementierung in den Schulalltag bedarf es folglich praktikabler Diagnose- sowie Unterrichtsmethoden.

Multiple-Choice-Items eignen sich zur zeitökonomischen Erfassung des Förderbedarfs der Schülerinnen und Schüler sowie zur gezielten Aufdeckung vorherrschender Fehlvorstellungen. Die Konzeption der Items gestaltet sich unter Umständen als schwierig; insbesondere die Formulierung der Distraktoren unterliegt einigen Anforderungen, damit das Multiple-Choice-Item sinnvoll eingesetzt werden kann. Mit Hilfe von Musterlösungen oder Schablonen kann die Auswertung von Multiple-Choice-Tests von den Schülerinnen und Schülern selbstständig durchgeführt werden. Im Sinne der individuellen Förderung sollte den Lernenden transparent dargestellt werden, mit welchen Übungsmaterialien der durch den Multiple-Choice-Test erhobene Förderbedarf abgedeckt werden kann.

Selbsteinschätzungsbögen und Partnerdiagnostetests dienen der schülerzentrierten Diagnostik. Mit diesen Instrumenten diagnostizieren die Schülerinnen und Schüler ihren individuellen Förderbedarf eigenverantwortlich. Die Konzeption von Selbsteinschätzungsbögen gelingt übersichtlich mit Hilfe von Kompetenzrastern, gleichzeitig kann die Darstellung des Bogens an die jeweilige Lerngruppe angepasst werden. Für den Einsatz in einer Fördereinheit ist es unabdingbar, dass auf dem Selbsteinschätzungsbogen Hinweise zu den Übungsmaterialien gegeben werden, mit denen die einzelnen Kompetenzen gefördert werden können. Partnerdiagnostetests fördern den Austausch der Schülerinnen und Schüler über fachlich korrekte oder falsche Aussagen. Infolgedessen werden die eigenen Fähigkeiten und Vorstellungen reflektiert. Dieses Instrument kann zu einer objektiveren Selbsteinschätzung führen. Allerdings sollten Partnerdiagnostetests ausschließlich mit der verbindlichen Korrektur durch Musterlösungen oder der gemeinsamen Besprechung im Plenum eingesetzt werden.

Unterrichtsmethoden, die sich zur individuellen Förderung im Schulalltag eignen, beruhen in den meisten Fällen auf der Selbstverantwortlichkeit der Schülerinnen und Schüler. Gestalten und strukturieren die Lernenden ihren Lernprozess eigenverantwortlich, hat die Lehrkraft die Möglichkeit, individuell auf die Schülerinnen und Schüler einzugehen und sie hinsichtlich potenzieller Fördermöglichkeiten zu beraten. Grundsätzlich können binnendifferenzierende Unterrichtsmethoden zur individuellen Förderung eingesetzt werden, insofern sie an die zuvor diagnostizierten Förderbedarfe angepasst werden.

II. Diagnose und Förderung fachsprachlicher Fertigkeiten

1. Rolle und Ort der Fachsprache im Chemieunterricht

Schülerinnen und Schüler müssen lernen gesprochene und geschriebene Texte im jeweiligen Fach zu verstehen. Ebenso sollen sie lernen solche Texte selbstständig zu formulieren. Lernen im Fach, das nicht auf diese Grundfertigkeiten zurückgreifen kann, muss weniger effizient verlaufen. Daher sollte sich der Fachunterricht der Förderung fachsprachlicher Fertigkeiten von Anfang an als Daueraufgabe widmen, um das Lernen im Fach durch das Lernen seiner Sprache optimal zu unterstützen.

1.1 Fachsprache und nationale Bildungsstandards

„Sprachförderung ist die Aufgabe des Deutschunterrichts!“ – Dieses Argument ist nur auf den ersten Blick stichhaltig und verkehrt sich bereits auf den zweiten Blick ins Gegenteil. Einerseits schreiben die nationalen Bildungsstandards („Die Schülerinnen und Schüler [...] K 4 beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache [...] K 5 [...] übersetzen dabei bewusst Fachsprache in Alltagssprache und umgekehrt“ Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK], 2005, S. 12f.) sowie alle darauf aufbauenden Lehrplandokumente das Beherrschen von Fachsprache als Ziel des Fachs Chemie vor. Andererseits ist die Fachsprache untrennbar mit dem Fach verbunden (vgl. Merzyn, 2008). Ebenso wenig wie Chemielehrerinnen und -lehrer Jamben von Trochäen unterscheiden können müssen, werden Kolleginnen und Kollegen im Fach Deutsch zur korrekten Verwendung von ‚Reduktion‘, ‚neutralisieren‘ oder ‚Kation‘ anleiten können.

Die Berücksichtigung fachsprachlicher Aspekte im Chemieunterricht wird nicht in Grammatikübungen, Vokabellisten oder Aufsätzen münden, doch können die Eigenheiten der Fachsprache nicht intuitiv, quasi als Beifang erworben werden. Schülerinnen und Schüler müssen dementsprechend in ihrem Fachspracherwerb gezielt unterstützt werden.

1.2 Charakter der Fachsprache

Fach und Fachsprache gehören zusammen, aber auch Fachsprache und Unterrichtssprache sind nicht voneinander zu trennen. Fachsprache greift selbstverständlich auf Strukturen der Unterrichtssprache zurück. Somit sollten grundlegende Regeln über beispielsweise Satzbau, Flexion und Deklination eigentlich im Chemieunterricht nicht mehr thematisiert werden müssen, aber die Eigenheiten der Fachsprache müssen erkannt und sicher genutzt werden können. *Fachsprache* stellt eine dritte Form von Sprachanforderung an die Schülerinnen und Schüler neben Alltags- und Unterrichtssprache. *Alltagssprache* zeichnet sich auch durch einen eigenen Wortschatz und situativ variable Grammatik aus – falscher Gebrauch des Akkusativs, unvollständiger Sätze oder Nutzung von Jargonausdrücken beeinträchtigen die Kommunikation nicht. Demgegenüber ist die *Unterrichtssprache* deutlich restriktiver – es werden vollständige Sätze gefordert, die Wortwahl wird durch Aspekte der Höflichkeit und Hierarchie geleitet und etwaige Verstöße werden korrigiert. Dies ist selbst für Schülerinnen und Schüler, deren Muttersprache mit der Unterrichtssprache zusammenfällt, eine Herausforderung, die sich entsprechend erhöht, wenn Schülerinnen und Schüler zu Hause vornehmlich eine weitere Sprache sprechen, die nicht der Unterrichtssprache entspricht. Zu diesen Registerwechseln zwischen Pausenhof und Klassen-

raum tritt im Chemieunterricht ein dritter hinzu, der sich unter anderem durch Besonderheiten in Wortschatz, -bildung und Satzbau auszeichnet (Tab. 2.1). Defizite können zu substanziellen Missverständnissen führen: Ob Schülerinnen mit einer ‚Pipette‘ oder mit einer ‚Bürette‘ ‚titrieren‘ oder ‚neutralisieren‘, wobei ‚Säuremoleküle zerstört‘ werden oder ‚Protonen zu Wasser umgesetzt‘ werden, ist nicht nur eine Frage von akademischer Präzision, sondern spiegelt direkt naturwissenschaftliches (Un-)Verständnis wider.

Tabelle 2.1:
Beispiele für Besonderheiten chemischer Fachsprache (angelehnt an Busch, 2012; Özcan, 2013)

Bereich	Besonderheit	Beispiele
Wortschatz (Semantik, Lexik)	Fachbegriffe, die ähnlich im Alltag verwendet werden und deren semantische Belegung für den Chemieunterricht erweitert werden muss	Salz, lösen, schmelzen, Katalysator, Fett
	Fachbegriffe, die im Alltag anders verwendet werden und die für den Chemieunterricht semantisch neu belegt werden müssen	Stoff, reagieren, reduzieren, Produkt, Element, Niederschlag, Komplex
	Neu zu erlernende Fachbegriffe, die im Alltag nicht vorkommen und die für den Chemieunterricht neu gelernt werden müssen	Indikator, titrieren, oxidieren, Molekül, Edukt, sublimieren
Wortbildung (Lexik)	Häufig Wortbildung aus mehreren eigenständigen Wörtern oder Eigennamen bzw. Ziffern und Buchstaben (Komposita)	Erlenmeyerkolben, Reduktionsmittel, reaktionsträge, U-Rohr, 2-Propanol, σ -Bindung
	Vermehrt Wortbildung von Wörtern durch Prä-/ Suffixierung	neutralisierbar, Entmischung, Polymer/Monomer, abreagieren
	Vermehrt Wortbildung durch Substantivierung	Bromierung, das Galvanisieren, Zerfall, Reaktivität, Affinität
Satzbau (Syntax)	Gehäufte Verwendung von Passivkonstruktionen	Säure wird zur Base hinzugegossen, Eisen wird durch Sauerstoff oxidiert, die Suspension wird in den Filter gegossen
	Bevorzugung unpersönlicher Formulierungen	man beobachtet, man löst Kochsalz in Wasser
	Vermehrt hypotaktische Formulierungen (Kausal-, Konditional- und Konzessivsätze)	Der Indikator schlägt um, weil der pH-Wert... / wenn der pH-Wert... / obwohl der Neutralpunkt nicht ...
	Häufung von Partizipialkonstruktionen zur Vermeidung von Relativsätzen	Das zu reduzierende Oxid, die neutralisierte Lösung, die erkaltete Mischung

1.3 Fachsprache im Unterricht

Im Chemieunterricht muss auf diese sprachlichen Besonderheiten aufmerksam gemacht werden. Die korrekten fachsprachlichen Strukturen und Werkzeuge müssen eingeführt und den Schülerinnen und Schülern Übungsmöglichkeiten zum sicheren Gebrauch angeboten werden. Da Lehren und Lernen prinzipiell nur sprachbasiert verlaufen kann, bieten sich beispielsweise in Übungsphasen integrierte Fördermöglichkeiten, ohne spezielle Sprachunterrichtsreihen entwerfen zu müssen. Chemische Fachinhalte können ohne chemische Fachsprache nicht vermittelt oder gelernt werden, sodass man diese notwendige Verquickung gut zum Vorteil wenden kann.

Einige Möglichkeiten, die insbesondere die Gestaltung von Lernmaterialien betreffen werden an späterer Stelle dieses Beitrags vorgestellt. Werden Lernmaterialien auch immer unter einer sprachsensiblen Perspektive gestaltet, stellt sich bei Lehrkräften wie bei Schülerinnen und Schülern ein Bewusstsein ein, dass Fachsprache kontinuierlicher Lerngegen-

stand ist. Dabei ist – ähnlich wie im Fremdsprachenunterricht – das positive Sprachmuster der Lehrkräfte unerlässlich. Gleichmaßen unterstreichen Ansätze sprachsensiblen Unterrichts die Notwendigkeit einer guten Redekultur im Unterricht und damit den Stellenwert des Unterrichtsgesprächs und des fachsprachlichen Austauschs für das Lernen (z. B. ‚Sprachbad‘ bei Leisen, 2013, Carnevale & Wojnesitz, 2014).

2. Diagnosemöglichkeiten

Bei der Ermittlung des Sprachstands der Schülerinnen und Schüler können sowohl formalisierte Sprachfertigkeitstests (C-Test) helfen als auch weniger formale, assoziative Verfahren, die kurz vorgestellt werden sollen, bevor Werkzeuge zur systematischen Sprachförderung vorgestellt werden.

2.1 C-Test – Adaption für fachsprachliche Diagnose

Das ursprüngliche Konzept der C-Tests sieht vor, dass in Kurztexten Lücken gefüllt werden müssen, die nach einem bestimmten Muster generiert worden sind. So kann z. B. startend mit dem zweiten Satz bei jedem zweiten Wort (ausgenommen sind Eigennamen) die letzte Hälfte der Buchstaben getilgt werden. Schülerinnen und Schüler können aus der Satzstruktur und dem Gesamtzusammenhang ableiten, wie die Lücke zu füllen ist, da Information in einem Text meist redundant kodiert sind (z. B. „das kleine Häuschen“ – die Größe wird durch das Adjektiv und das Suffix -chen ausgedrückt, sodass der Sinn erschlossen werden kann, selbst wenn einer dieser Codes gelöscht würde). Durch die schematische Tilgung sind alle möglichen Wortarten betroffen (Substantive, Verben, Adjektive, Konjunktionen) und Schülerantworten lassen Rückschlüsse auf orthographische, grammatische und semantische Fertigkeiten zu. Das Testformat zeigt in der Regel eine hohe Reliabilität und Objektivität und bedarf weder für die Vorbereitung noch zur Auswertung besonders viel Zeit. Diese sogenannten ‚kanonischen C-Tests‘ legen vier bis fünf entsprechend manipulierte Texte zugrunde, die Schülerinnen und Schüler nacheinander bearbeiten. Dabei sollten Inhalte möglichst interessenneutral gewählt sein und auf Spezialvokabular verzichten (Grotjohann, 2002).

Steinzeitmenschen Schon vor Tausenden von Jahren lebten Menschen auf der Erde. Sie benutzten Werkze_____ aus Stein. Di_____ Zeit heißt Steinze_____. Die Steinzeitmenschen jag_____ oft kleine Ti_____. Außerdem sammelten s_____ Kräuter, Wurzeln u_____ Pilze. Deshalb ne_____ man sie au_____ Jäger und Sam_____. Manchmal mussten vi_____ Männer gemeinsam ja_____, um ein ries_____ Mammut zu tö_____. Zum Jagen benu_____ sie Speere a_____ Holz. An d_____ Spitzen waren se_____ scharfe Steine befe_____. Die Steinzeitmenschen mac_____ eine große Entdeckung: Als sie die Steine aneinanderschlugen, entstand Feuer. Nun konnten sie sich wärmen und Fleisch braten.

Abbildung 2.1:
Beispiel für einen C-Test
(nach Baur, Goggin &
Wrede-Jackes, 2013)

An dieser Stelle drängt sich die Frage nach der Übertragbarkeit auf eine Diagnose fachsprachlicher Fertigkeiten auf, die kaum ohne Verwendung von Fachvokabular zu gewährleisten sein dürfte. So kann das Format für eine Diagnose fachsprachlicher Fertigkeiten in zweifacher Hinsicht adaptiert werden: (1) In den zugrunde liegenden Texten wird Tilgung ausschließlich an Fachbegriffen vorgenommen, da eine schematische Tilgung unverhältnismäßig viele nicht-fachsprachliche Begriffe beträfe und somit der Rückschluss auf fachsprachliche Fertigkeiten nur bedingt möglich wäre; (2) die Fachbegriffe werden

jeweils bezogen auf die erste Worthälfte getilgt, da diese für chemische Fachbegriffe häufig stärker bedeutungstragend ist (z. B. Massenanteil vs. Volumenanteil, Reduktionsmittel vs. Oxidationsmittel, Kation vs. Anion) (s. a. Özcan, 2013). Damit einhergeht, dass eine Auswertung lediglich Rückschluss auf semantische und orthographische Fertigkeiten zulässt, nicht aber auf grammatische Stärken und Schwächen. Gleichzeitig ergibt sich eine Verwendungsbeschränkung hinsichtlich der Klassen, in denen ein Test genutzt werden kann, da er spezifisches Vorwissen voraussetzt. Özcan's chemiespezifische Tests zu den Themenbereichen ‚Stoffgemische‘ und ‚Trennverfahren‘ (s. Anhang) zeigen gute Eignung für die Diagnose fachsprachlicher Fertigkeiten.

Die Auswertung des Tests kann prinzipiell in Partnerarbeit erfolgen (jede korrekt gefüllte Lücke wird mit einem Punkt gewertet), wobei Lehrkräfte die Gesamtpunktwerte notieren sollten, damit gegebenenfalls nach einiger Zeit Lernzuwächse überprüft werden können.

2.2 Assoziative Verfahren

Busch (2012) hat in ihrer Arbeit mehrere Verfahren zusammengestellt, die im Gegensatz zum C-Test weniger den Anschein einer Prüfungssituation erwecken. Unnötigen Ängsten gegenüber einem ‚schlechten‘ Abschneiden kann damit vorgebeugt werden. Bei Wortassoziationen haben Schülerinnen und Schüler jeweils 90 Sekunden Zeit frei zu einem vorgegebenen Reizwort (z. B. Rost, Salz) zu assoziieren. Die so erhaltenen Wortfelder können dann z. B. dahingehend untersucht werden, ob mehrheitlich fachlich konnotierte Begriffe assoziiert (Oxidation, Korrosion, Eisen, Gitter, Löslichkeit, NaCl etc.) oder Bezüge zur Lebenswelt hergestellt werden (z. B. Fahrrad, Regen, rostfrei, Pfeffer, zum Kochen etc.).

Ein weiteres Verfahren, das sich jenseits der Begriffskenntnis auf Zusammenhangswissen bezieht, bezeichnet sie als ‚Wortverknüpfungen‘. Das Verfahren, das sich bei Özcan ähnlich in Form von Triadentests findet, gibt Schülerinnen und Schülern mindestens zwei Begriffe vor, die in einem sinnvollen Satz verwendet werden müssen (z. B. ‚Säure‘ und ‚pH-Wert‘: „Eine Säure hat einen pH-Wert <7 “, als Triade: ‚saure Lösung‘, ‚Farbumschlag‘, ‚Indikator‘: „Indikatoren zeigen durch Farbumschlag an, ob eine Flüssigkeit eine saure Lösung ist“). Der Vorteil des Verfahrens besteht darin, dass gleichzeitig Zusammenhangswissen und globalere Sprachfertigkeiten (Orthographie, Grammatik) überprüft werden.

Abschließend sei auf die von Busch vorgeschlagenen Lückenversuchsvorschriften hingewiesen. In diesen werden in kleinschrittigen Versuchsvorschriften zentrale Begriffe getilgt. In der Regel beziehen sich diese Lücken auf Experimentiermaterialien (z. B. Reagenzglas, Petrischale, Bunsenbrenner); sie können aber auch Prozess- oder Sicherheitsaspekte des Experimentierens fokussieren („Beim Experimentieren muss man eine Schutzbrille tragen, um die Augen zu schützen.“, „Das Reagenzglas wird mit einem Stopfen verschlossen, damit das Gas nicht entweicht.“, „Mit dem Filterpapier kann man den festen Stoff von der Flüssigkeit trennen.“). Die Breite möglicher Diagnoseaspekte wird an diesen wenigen Beispielen bereits deutlich. Darüber hinaus gewährleistet die Bearbeitung einer solchen Lückenvorschrift vor der Durchführung eines Experimentes die inhaltliche Auseinandersetzung mit dem Versuch, bevor er durchgeführt wird.

3. Fördermöglichkeiten

Die wohl niederschwelligste Möglichkeit, fachsprachliche Fertigkeiten zu fördern, besteht darin, zu jeder Unterrichtsstunde neben einem fachinhaltlichen Lernziel auch ein fachsprachliches Lernziel zu formulieren. Der kontinuierliche Fokus auf Sprache als Lernziel erlaubt es, die entsprechenden Fertigkeiten sukzessive einzuführen und vermittelt Schülerinnen und Schülern gleichzeitig, dass es sich beim Fachspracherwerb um ein dem Fachlernen gleichwertiges Lernziel handelt.

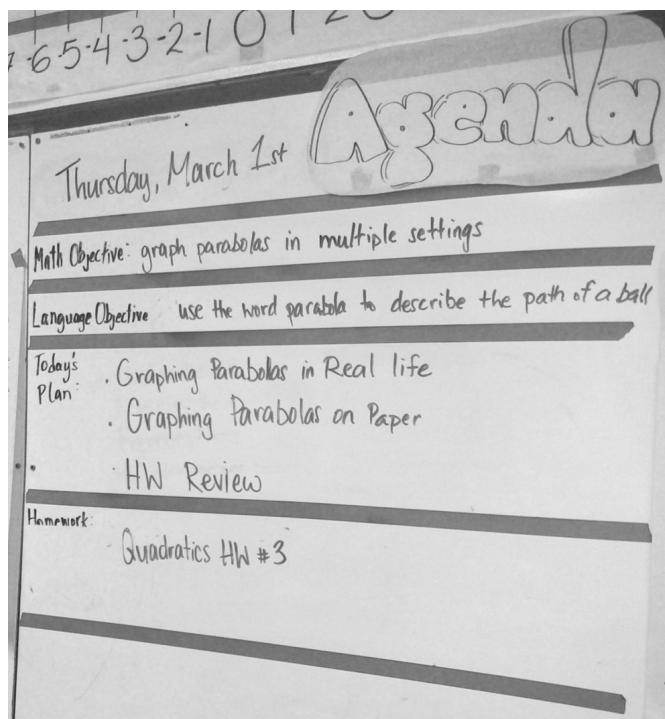


Abbildung 2.2:
Fach- und Sprachlernziele
in einer US-amerikanischen
High School

Dabei müssen die angestrebten Ziele nicht hoch gesteckt sein, wie ein Unterrichtsbeispiel aus einer High School in San Francisco zeigt (s. Abb. 2.2). Dort wird der sprachlich heterogen zusammengesetzten Klasse in jeder Stunde per Tafelanschrieb annonciert, welche fachlichen und fachsprachlichen Ziele („objectives“) durch die Stunde erreicht werden sollen. Beide Bereiche sind klar aufeinander bezogen und so wird das fachliche Ziel der Stunde („graph parabolas in multiple settings“) im sprachlichen Lernziel aufgegriffen („use the word parabola to describe the path of a ball“). So trivial das Beispiel erscheinen mag, so deutlich ist doch auf den zweiten Blick, dass das Ziel Fachsprache aktiv anzuwenden möglichst konkret angestoßen werden muss.

3.1 Das Sheltered Instruction Observation Protocol (SIOP)

In den USA ist das *Sheltered Instruction Observation Protocol* (SIOP) entworfen worden, um die fachlichen und sprachlichen Lernziele schon in der Stundenplanung festzuschreiben. Das ‚protocol‘ dient dabei als rastermäßige Planungshilfe; ‚sheltered instruction‘ bezeichnet die Situation, dass Schülerinnen und Schüler in einer Sprache unterrichtet werden, die sie (noch) nicht beherrschen, und dass der Lehrgang darauf Rücksicht nimmt, ohne dass es zu einer Aufweichung fachinhaltlicher Ziele kommt.

Die Stundenplanung und -durchführung im SIOP unterscheidet sich nicht wesentlich von dem, wie es im deutschen Lehrerbildungssystem vorgeschlagen wird. Das *proto-*

col unterscheidet acht Aspekte des Unterrichtens. In einer Checklist schlagen Short und Echevarria (1999) zu jedem dieser Aspekte mehrere zu berücksichtigende Unterpunkte vor, wobei stets das sprachliche Lernen explizit geplant wird (s. Tab. 2.2). Die Tabelle verdeutlicht, dass die Sprachförderung im Regelunterricht nur geringer Adaptionsanstrengungen bedarf, denn bei jedem Schritt der Unterrichtsvorbereitung und -durchführung kann ohne große Schwierigkeiten sprachsensibel vorgegangen werden (z.B. Stunden-vorbereitung (Lesson Preparation) → Welche Sprachlernziele will ich setzen?, Erstellen verständlicher Materialien (Comprehensible Input) → Welche Ausdrucksweise ist angemessen?). Dabei kann man sich auch von Techniken des Fremdsprachenunterrichts inspirieren lassen. Zu beachten ist jedoch, dass das Erlernen einer Fachsprache nicht *gleichzusetzen* ist mit Fremdsprachenlernen. Denn der Begriffsbildungsprozess, den Schülerinnen und Schüler bewältigen müssen, ist im Chemieunterricht wesentlich komplexer als das ‚einfache‘ Lernen von Wortäquivalenzen (vgl. Sumfleth, Emden & Özcan, 2013).

Tabelle 2.2:
Sheltered Instruction
Observation Protocol
(adaptiert nach:
Echevarria, 2010;
Short & Echevarria, 1999)

<u>Lesson Preparation</u> → <i>Lesson and language objectives</i>	<u>Building Background</u> → <i>Vocabulary development, student connection</i>	<u>Comprehensible Input</u> → <i>ESL techniques</i>	<u>Strategies</u> → <i>(Meta-)cognitive strategies, scaffolding</i>
– clear content objectives – clear language objectives – appropriate content concepts – supplementary materials – adapt content meaningful activities	– explicitly link concepts to student background – explicitly link concepts to prior knowledge – emphasize key vocabulary	– appropriate speech – clear academic tasks – variety of techniques	– often use strategies – scaffolding techniques – variety of question types → higher order thinking
<u>Interaction</u> → <i>Develop oral language</i>	<u>Practice & Application</u> → <i>Practice all 4 language skills</i>	<u>Lesson Delivery</u> → <i>Meet objectives</i>	<u>Review & Assessment</u> <i>Review lesson's vocabulary and concepts</i>
– frequent opportunities for interaction – group work – wait time for response – time for clarifying key concepts	– hands-on activities – application of content AND language knowledge – integrate the four language skills	– support content objectives – support language objectives – engage students – adequate pacing	– summarize key vocabulary – summarize key concepts – feedback to students – assess all objectives

Das *protocol* kann ebenso zur Vorbereitung von Unterricht dienen wie auch zur Beobachtung, sodass in kollegialen Hospitationen mit Hilfe des Rasters die Unterrichtsplanung mit dem Grad der Umsetzung abgeglichen werden könnte. Hervorgehoben sind hier jene Aspekte im *protocol*, die sich auf einen sprachsensiblen Unterricht anwenden lassen.

3.2 Gestufte Sprachfertigkeitentwicklung

Jenseits der Berücksichtigung kleinschrittiger sprachlicher Lernziele in der alltäglichen Unterrichtsvorbereitung kann durch die Gestaltung von Arbeitsmaterialien durchgehend eine Sprachsensibilisierung bei Schülerinnen und Schülern erreicht werden. Leisen (2013) schlägt hierzu eine Auswahl von 40 Methodenwerkzeugen vor, die sich zur sukzessiven Sprachfertigkeitförderung eignen. Er unterscheidet vier Kompetenzbereiche, die als

hierarchische Fertigkeitsstufen gedeutet werden können (Tab. 2.3) und die in sogenannten kommunikativen Standardsituationen gezielt angesprochen werden können (vgl. Sumfleth et al., 2013).

	Stufe der Sprachfertigkeit	Kommunikative Standardsituation
1	Wissen sprachlich darstellen	– etwas darstellen und beschreiben – Darstellungsformen verbalisieren – fachtypische Sprachstrukturen anwenden
2	Wissenserwerb sprachlich begleiten	– Sachverhalte präsentieren, strukturiert vortragen – Hypothesen, Vermutungen, Ideen äußern – fachliche Fragen stellen
3	Wissen mit anderen sprachlich verhandeln	– Sachverhalte erklären, erläutern – fachliche Probleme lösen, verbalisieren – auf Argumente eingehen, Sachverhalte diskursiv erörtern
4	Text- und Sprachkompetenz ausbauen	– Fachtexte lesen – Fachtexte verfassen – Sprachkompetenz sichern, ausbauen

Tabelle 2.3:
Stufen der Sprachfertigkeit
und kommunikative
Standardsituation (adaptiert
aus: Leisen, 2013, S. 107)

Im sprachsensiblen Unterricht wird man Schülerinnen und Schülern nur solche sprachlichen Aufgaben stellen, die sie auf die nächste Stufe führen – ‚Sprünge‘ nach oben bergen stets das Risiko der Überforderung. Dabei können die vier Stufen in neuen fachsprachlichen Feldern auch jeweils aufs Neue durchlaufen werden: Die Kommunikation über Stofftrennung braucht andere Redemittel als die sprachliche Darstellung von Säure-Base- oder Redox-Reaktionen.

3.3 Methodenwerkzeuge zur Sprachförderung

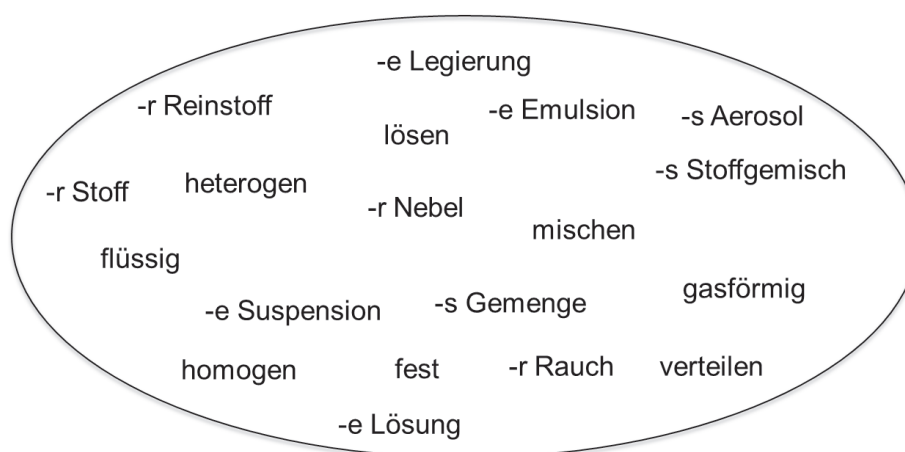


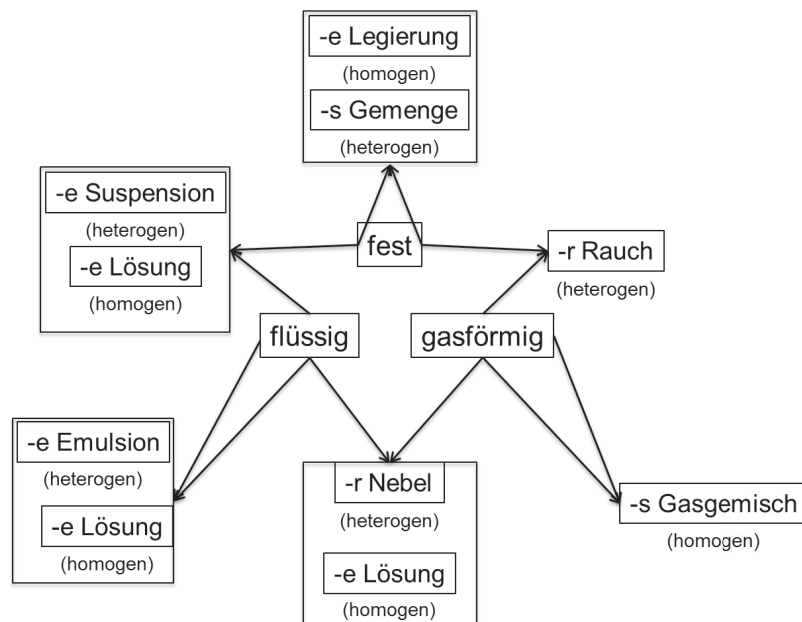
Abbildung 2.3:
Beispiel für ein Wortfeld im
Bereich „Stoffgemische“

Schon beim Themenbereich „Stoffgemische und Trennverfahren“, mit dem vielfach in den Chemieunterricht der Sekundarstufe I eingeführt wird, wird deutlich, wie schnell und in welchem Umfang Schülerinnen und Schüler mit der neuen Sprache konfrontiert werden. Begriffe, die sie gänzlich neu erlernen müssen (homogen, heterogen, Emulsion, Flotation) treten neben solche, deren Bedeutung sie für den gegebenen Kontext ‚neu‘ lernen müssen

(lösen, Stoff, Nebel, Rauch). Dass dies nicht allen Schülerinnen und Schülern ohne Hilfestellung gleich gut gelingen muss, liegt auf der Hand.

Leisen schlägt für Fertigkeiten im Bereich der sprachlichen Darstellung von Wissen zum Beispiel das *Wortfeld* als Methode vor (vgl. Abb. 2.3). Hierbei werden Fachbegriffe ungeordnet zusammengestellt, wobei das Genus von Substantiven (z.B. -r, -e, -s anstelle von der, die das) ebenso wie Pluralformen (z.B. -r Indikator, -en) gekennzeichnet werden, sodass Schülerinnen und Schüler die Begriffe korrekt deklinieren können. Verben werden im Infinitiv aufgeführt und Adjektive ebenfalls in der jeweils ungebeugten Form. Mit den Begriffen im Wortfeld kann dann auf verschiedene Arten und Weisen gearbeitet werden: Schülerinnen und Schüler werden zum Beispiel zunächst aufgefordert Begriffe zu identifizieren, die ‚zusammenpassen‘. Dies kann im Beispiel auf Ebene der Wortart geschehen, kann aber auch bereits zu einer Strukturierung der Substantive führen, in der homogene Stoffgemische von heterogenen unterschieden werden – ihre Zuordnungen begründen Schülerinnen und Schüler durch Formulieren geeigneter Oberbegriffe. Finden sie eine intendierte Ordnung nicht selbst, können sie in einer weiteren, fokussierenden Aufgabe dazu angeleitet werden („Unterstreiche alle einheitlich aussehenden Stoffgemische grün und alle uneinheitlich aussehenden Stoffgemische rot.“). In jedem Fall sollte eine Übung zusätzlich den Auftrag umfassen, mit den Begriffen sinnvolle Sätze zu bilden.

Abbildung 2.4:
Beispiel für ein Struktur-
diagramm im Bereich
„Stoffgemische“



Die Grundidee kann auf einer fortgeschrittenen Sprachfertigkeitenstufe (Wissenserwerb sprachlich begleiten) aufgegriffen werden, indem Schülerinnen und Schüler aufgefordert werden ihr Wissen zum Themenbereich mithilfe eines *Strukturdiagramms* zu beschreiben. Dabei wird die Strukturierung des Themenfelds vorentlastet (z.B. Abb. 2.4), sodass Schülerinnen und Schüler sich in der Bearbeitung der Aufgaben darauf konzentrieren können, die teils komplexen Zusammenhänge sprachlich korrekt wiederzugeben. Es erleichtert ihnen die Wahrnehmung der inhaltlichen Struktur und der gegenseitigen Abhängigkeiten. Gleichmaßen wird ihnen dabei deutlich, dass eine einfache nebenordnende Verknüpfung der einzelnen Begriffe („... und dann gibt es ... und außerdem gibt es noch ... und dann kann noch ...“) dem Sachverhalt nicht gerecht wird, sondern die verbale Darstellung strukturiert erfolgen sollte. Man kann Schülerinnen und Schülern diese Struktur vorgeben oder ihnen die Aufgabe stellen die in Abbildung 2.4 vorgegebenen Begriffe selbst in einem *Begriffsnetz* anzuordnen, wobei einzelne Begriffe mehrfach verwendet werden können und andere ausgelassen werden dürfen. Schülerinnen und Schüler rekonstruieren

dann (kooperativ) die Struktur selbst. Abschließend können sie sich so auf ein Kurzreferat vorbereiten, das sie ihren Mitschülerinnen und -schülern halten, sodass die Brücke auf die nächste Stufe (Wissen mit anderen sprachlich verhandeln) geschlagen wird.

Schülerinnen und Schüler, die auf dieser Stufe gefördert werden sollen, konzentrieren sich auf diskursive Aspekte der fachsprachlichen Kommunikation. Das heißt, dass sie miteinander über Probleme und Problemlösungen diskutieren und sich dabei aufeinander zu beziehen lernen. Leisen schlägt dazu unter anderem das Methodenwerkzeug *Aushandeln* vor, das sich im Wesentlichen an die Think-Pair-Share-Methode anlehnt. Schülerinnen und Schüler erarbeiten zunächst in Einzelarbeit einen Vorschlag zur Lösung eines gegebenen Problems (z. B. Trennung des homogenen Stoffgemischs Salzwasser), bevor sie sich erst mit einem Partner und dann in größeren Gruppen dazu austauschen. Der Prozess des Aushandelns verläuft notwendigerweise über fachliche Argumente, die angemessen vorgebracht werden müssen, um zu überzeugen.

Sollen Schülerinnen und Schüler lernen naturwissenschaftliche Texte zu produzieren, bieten sich basale *Satzmuster* an oder Angebote im Sinne einer *Materialbox* an. Letztere ist vergleichbar den Interaktionsboxen aufgebaut, wie sie von Emden und Koenen (i. V.) an anderer Stelle in dieser Reihe vorgestellt werden: Schülerinnen und Schülern steht zur Lösung eines fachlichen Problems ein bestimmtes Materialangebot zur Verfügung, mithilfe dessen sie gemeinsam eine Problemlösung zu finden haben. Der Gedanke des kooperativen Lernens durch fachliche Auseinandersetzung ist hierbei ähnlich wie beim *Aushandeln* führend. Diese beiden Methodenwerkzeuge bieten vornehmlich Redeanlässe, ohne zwangsläufig sprachliche Hilfen zu geben.

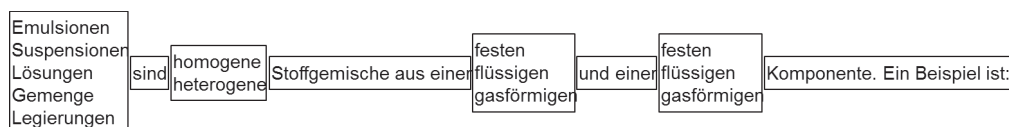


Abbildung 2.5:
Beispiel für ein Satzmuster
im Bereich „Stoffgemische“

Die *Satzmuster* unterstützen sprachliches Lernen auf grundlegenderer Basis und können entsprechend sehr früh in der Förderung eingesetzt werden. Den Schülerinnen und Schülern werden prototypische Formulierungen angeboten, in denen einzelne Wortgruppen verändert werden können, sodass neue Sätze gebildet werden können, die dem Muster entsprechen (vgl. Abb. 2.5).

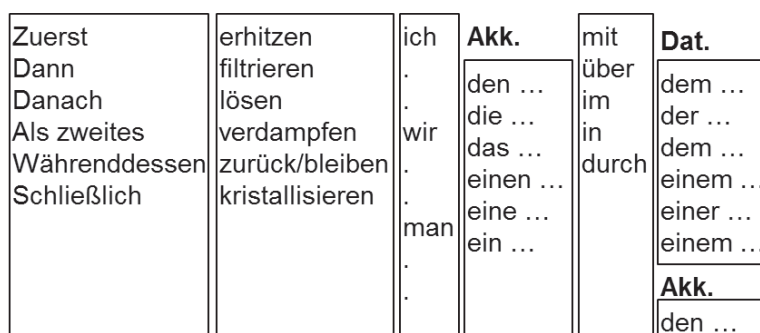


Abbildung 2.6:
Beispiel für ein Block-
diagramm im Bereich
„Stofftrennung“

Satzmuster sind mit *Blockdiagrammen* vergleichbar, die bei der Formulierung längerer Texte eingesetzt werden können (z. B. in Versuchsprotokollen). Schülerinnen und Schüler bekommen Versatzstücke von Sätzen an die Hand, die sie jedoch selbstständig mit Fachinhalten füllen müssen (vgl. Abb. 2.6). Das Blockdiagramm erleichtert es ihnen, einen Prozess in einer sinnvollen Schrittfolge wiederzugeben. Die Schwierigkeit ist bei den

Blockdiagrammen gegenüber den Satzmustern in der Regel erhöht, da die Schülerinnen und Schüler die Inhalte selbst bestimmen müssen und gleichzeitig deutsche Flexions- und Deklinationsregeln berücksichtigen müssen.

Beide Methodenwerkzeuge erlauben es Schülerinnen und Schülern mit geringer Unterstützung fachsprachlich korrekte Sätze zu formulieren und dabei die Struktur der sprachlichen Information zu verinnerlichen.

3.4 Evaluierung eines Förderprogramms

Özcan (2013) hat in einer Interventionsstudie den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufe 7 untersucht, die mit entsprechend der Leisen'schen Methodenwerkzeuge entworfenen Arbeitsmaterialien gelernt haben (s. Anhang). Als Kontrollgruppe dienten Schülerinnen und Schüler, die mit rein fachinhaltlich ausgerichteten Aufgaben gelernt hatten. Innerhalb der Interventions- und Kontrollgruppen unterschied Özcan darüber hinaus zwischen Schülerinnen und Schülern, die laut C-Tests über hohe/geringe Sprachfertigkeiten bezüglich der Unterrichts- und/oder Fachsprache verfügten.

Sie konnte zeigen, dass beide Versuchsgruppen im Fach dazu lernten, wobei das Zusammenhangswissen bei den Schülerinnen und Schülern, die mit sprachsensiblen Materialien gelernt hatten, stärker angewachsen war als in der Kontrollgruppe. Die Daten weisen darauf hin, dass sprachliches Lernen (a) das fachliche Lernen nicht behindert und (b) die bewusste sprachliche Auseinandersetzung besser geeignet ist Zusammenhangswissen jenseits der Faktenebene anzulegen. Ein wesentliches Schutzargument gegen sprachsensibles Unterrichten („Wenn wir jetzt auch noch Sprache lehren sollen, kommen wir mit den Inhalten gar nicht mehr hin.“) scheint damit entkräftet zu sein.

Gleichzeitig zeigt Özcan auch, dass Schülerinnen und Schüler mit Schwächen in der Unterrichtssprache (unabhängig davon, ob sie eine Zuwanderungsgeschichte aufweisen oder nicht) von der sprachsensiblen Förderung weniger profitieren – weder in fachinhaltlicher noch in fachsprachlicher Hinsicht. Dies legt den Schluss nahe, dass Fachsprache nicht unabhängig von der Unterrichtssprache erworben werden kann. Dies ist insbesondere dann nachvollziehbar, wenn man sich noch einmal vor Augen führt, dass die Fachsprache zu einem großen Anteil auf den Strukturen der Unterrichtssprache aufbaut.

Eine fachsprachliche Förderung von Schülerinnen und Schülern mit ausgeprägten Schwächen in der Unterrichtssprache kann daher kaum greifen. Es ist anzuraten hier durch zusätzliche Fördermaßnahmen – die aufgrund der Ausprägtheit der Schwächen wahrscheinlich nicht im Regelunterricht aufgefangen werden können – eine fruchtbare Grundlage zu schaffen, auf der Fachunterricht sprachsensibel aufbauen kann.

3.5 Evaluierung eines Sprachforscherkurses

Agel, Beese und Krämer (2012) berichten Ergebnisse aus einem außerunterrichtlichen Angebot für mehrsprachige 5. Klässler, die ausgeprägte Sprachdefizite aufwiesen. In einer sechsmonatigen Intervention (25h) lernten Schülerinnen und Schüler eigene kleine Experimente formalisiert zu protokollieren. Hierzu wurde ein scaffolding-Ansatz herangezogen, der Schülerinnen und Schülern sprachliche Gerüste durch unter anderem solche Methodenwerkzeuge wie *Lückentexte*, *Blockdiagramme* oder *Satzmuster* anbietet. Besondere Schwerpunkte lagen auf dem Aufbau des Protokolls (z. B. Fragestellung, Durchführung, Beobachtung, Schlussfolgerung), der Verwendung eines angemessenen Wortschatzes und der Produktion fachtypischer Satzstrukturen. Als Kontrollgruppe dienten Schülerinnen und Schüler derselben Jahrgangsstufe, die keine gesonderte Förderung erhielten.

Bei der Eingangsprüfung der Sprachfertigkeiten wiesen die Schülerinnen und Schüler des Sprachforscherkurses deutliche Schwächen bei der Verwendung korrekter Fachverben auf – sie tendierten zur Verwendung von Dummies (z.B. „drauf tun“ anstelle von „darauf legen“). Gleichzeitig zeigten sie eine überdurchschnittliche Verwendung von Wenn-Dann-Konstruktionen gegenüber einsprachigen Schülerinnen und Schülern. Die Autoren führen dies darauf zurück, dass diese Struktur gezielt im naturwissenschaftlichen Unterricht eingeführt worden sei und die mehrsprachigen Schülerinnen und Schüler, im Bemühen sich fachlich möglichst korrekt auszudrücken, die Verwendung übergeneralisierten. Sie deuten dies als Hinweis auf die Effektivität von Sprachmustern.

In der Nacherhebung im Anschluss an den Förderkurs zeigten die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler in allen angesprochenen Förderaspekten eine deutliche Verbesserung gegenüber nicht geförderten mehrsprachigen Schülerinnen und Schülern. Vergleicht man die Leistungen der Interventionsgruppe mit dem Klassendurchschnitt, der auch die einsprachigen Schülerinnen und Schüler berücksichtigt, ist festzustellen, dass die Interventionsgruppe einen vergleichbaren Kompetenzstand erreicht hat – in einzelnen Bereichen übertrifft sie ihn sogar. Auch wenn damit nicht gezeigt werden kann, ob ein Kursangebot mit anderem als naturwissenschaftlichem Fokus zu vergleichbaren Ergebnissen führen würde, bewerten die Autoren die Ergebnisse durchweg positiv und haben die Einrichtung von Fachsprachentagen initiiert. An diesen wird ein vergleichbares Förderprogramm in verdichteter Form für den gesamten Klassenverband absolviert – detailliertere Informationen zu diesem Ansatz wie auch zu weiteren finden sich auf der Homepage des Projekts ProDaZ an der Universität Duisburg-Essen (<https://www.uni-due.de/prodaz>).

4. Fazit

Schülerinnen und Schüler, die das wichtigste Medium eines Faches, seine Sprache, nicht oder nur unzureichend beherrschen, können notwendigerweise das Fach selbst nicht beherrschen. Wer in seinem Fach nicht sprechfähig ist, kann sich darüber mit niemandem austauschen, kann nur schwer gezielt um Hilfe bitten, noch kann er eine Hilfe verstehen, wenn sie angeboten wird. So wachsen sich anfängliche Missverständnisse zum ultimativen Unverständnis aus, das schließlich zur Frustration und endgültigen Ablehnung eines Faches führen kann. Dass dies kein zwangsläufig ablaufender Mechanismus sein muss, hat dieser Beitrag illustriert: Widmen sich Chemielehrerinnen und -lehrer von Anfang an, proaktiv und beständig der kleinen Missverständnisse, die durch zu nachlässigen Umgang mit Sprache erwachsen, können ihre Schülerinnen und Schüler gleich mehrfach davon profitieren. Es fordert keine Neuerfindung des Unterrichts, sondern lediglich ein neues Bewusstsein um das wichtigste Hilfsmittel des Lehrenden. Wenn in jeder Unterrichtsstunde ein sprachliches neben ein fachliches Lernziel tritt und man sich der vielfältigen Methodenwerkzeuge für einen sprachsensiblen Fachunterricht bedient, profitiert ultimativ auch der Unterrichtsfluss, da man ‚plötzlich‘ dieselbe Sprache spricht.

III. Entwurf sprachsensibler Unterrichtsmaterialien

1. Sprachensible Unterrichtsmaterialien im Chemieunterricht

Die Berücksichtigung sprachlicher Aspekte bei der Gestaltung von Arbeitsmaterialien bedarf ein wenig Übung, um sie fachinhaltlich und fachsprachlich anspruchsvoll zu gestalten. Wie sich der Anspruch dabei genau ‚bemisst‘, kann a priori ohne Kenntnis der Lerngruppe nicht festgelegt werden. Manche Klassen sind in der Unterrichtssprache bereits so gefestigt, dass *Satzmuster* als zu trivial verstanden werden, wohingegen wieder andere Lerngruppen genau in diesem Bereich die größten Förderbedarfe zeigen.

In vier Ganz-In-Arbeitstreffen zum sprachsensiblen Unterrichten im Fach Chemie haben die teilnehmenden Kolleginnen und Kollegen in einer Workshopphase kooperativ Unterrichtsmaterialien entworfen. Aus den Skizzen der Kolleginnen und Kollegen wurden edierbare Kopiervorlagen erstellt, die den Teilnehmerinnen und Teilnehmern zur Verfügung gestellt wurden.

Die Aufgabe für alle Arbeitsgruppen lautete, ein Arbeitsblatt zu entwerfen, das in das Themenfeld „Reinstoffe und Stoffgemische“ und die Differenzierung zwischen homogenen und heterogenen Stoffgemischen einführen sollte. Dabei sollten wenigstens zwei der von Leisen (2013) formulierten Kompetenzbereiche berücksichtigt werden (vgl. Tab. 2.3).

Die dabei entstandenen Vorschläge (s. Anhang) zeigen die Breite der Möglichkeiten, die sich bei der Berücksichtigung sprachsensibler Aspekte bietet, und verknüpfen auch die sprachensible Arbeit mit Experimentierphasen. Das heißt, dass sich die Förderung fachsprachlicher Fertigkeiten oft auch in die fachtypischen Unterrichtsmuster einbinden lässt.

Im Folgenden wird knapp auf ein mögliches Vorgehen bei der Erarbeitung entsprechender Arbeitsblätter eingegangen und drei Vorschläge werden exemplarisch diskutiert.

2. Vorgehen und Orientierung

Legt man die acht Aspekte des SIOP-Ansatzes (vgl. Emden, Özcan & Sumfleth, in diesem Band) bei der Unterrichtsvorbereitung zugrunde, wird deutlich, dass schon bei der Planung einer Unterrichtsstunde das Setzen sprachlicher Lernziele und die Betonung von Fachvokabular berücksichtigt werden müssen. Zunächst müssen die zu erlernenden Fachbegriffe identifiziert werden. Im exemplarischen Feld „Stoffgemische und Stofftrennungen“ kann man fragen, ob die Schülerinnen und Schüler wirklich jedes heterogene Stoffgemisch benennen können müssen. Ist es notwendig zwischen Rauch und Nebel zu differenzieren oder wäre der Oberbegriff Aerosol ausreichend? Andersrum: Sind die Alltagsbegriffe Rauch und Nebel nicht intuitiver verständlich als das Wort Aerosol? Müssen homogen und heterogen unbedingt althilologisch hergeleitet werden? Welche Stoffgemische sind auch im weiteren Verlauf des Unterrichts wichtig und sollten deswegen besonders betont werden? Wann werden Schülerinnen und Schüler zum Beispiel wieder auf Flotation und Magnetscheidung zurückgreifen müssen? Gerade vor dem Hintergrund, dass das Wissen in diesem Bereich spiralcurricular kaum wieder aufgegriffen wird und deswegen im Laufe der Sekundarstufe I wieder verloren geht (vgl. Emden, Ferber & Sumfleth, 2015), sind die Anstrengungen, die man fachsprachlich vornimmt, kritisch auf ihre ‚Wirtschaftlichkeit‘ zu prüfen.

Nachdem die Inhalte und das Fachvokabular bestimmt sind, werden sprachensible Arbeitsblätter gestaltet, die für die Schülerinnen und Schüler verständlich sein und ihnen Formulierungs- und Lernhilfen anbieten sollen. Methodenwerkzeuge hat Leisen nach typischen Lernsituationen zusammengefasst (vgl. Leisen, 2012). Diese Aufstellung kann bei

der Auswahl geeigneter Darstellungsformen hilfreich sein. Es fällt auf, dass die Methodenwerkzeuge zum Teil in mehr als einer Lernsituation angewendet werden können – es sind jene Situationen unterstrichen, die als prototypisch für den Einsatz zu verstehen sind.

	Wortliste	Wortgeländer	Sprechblasen	Lückentexte	Wortfeld	Textpuzzle	Bildsequenz	Filmleiste	Fehlersuche	Lernplakat	Mindmap	Ideennetz	Blockdiagramm	Satzmuster	Fragemuster	Bildergeschichte	Worträtsel	Strukturdiagramm	Flussdiagramm	Zuordnung
Beschreiben und Erklären		X			X		<u>X</u>	<u>X</u>			X		<u>X</u>	<u>X</u>		X		X	X	<u>X</u>
Lernen											X	<u>X</u>				X				
Über ... reden										X					X			X	X	X
Strukturieren										X	X							X	X	X
Präsentieren																				
Einüben	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	X	X	<u>X</u>	<u>X</u>	X		X	X	X		X			
	Thesentopf	Dialog	Abgestufte Lernhilfe	Archive	Heißer Stuhl	Domino	Memory	Würfelspiel	Partnerkärtchen	Kettenquiz	Zwei aus Drei	Stille Post	Begriffsnetz	Kartenabfrage	Lehrerkarussell	Kärtchentisch	Schaufensterbummel	Kugellager	Expertenkongress	Aushandeln
Beschreiben und Erklären													X		X		X			X
Lernen		<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>															X	
Über ... reden	<u>X</u>	X		X									X	<u>X</u>	<u>X</u>	X		<u>X</u>	X	<u>X</u>
Strukturieren													<u>X</u>	X		X				
Präsentieren													X				X			X
Einüben	X				<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u>			X			X		X

Tabelle 3.1:
Zuordnung der
Methodenwerkzeuge zu
typischen Lernsituationen
(nach Leisen, 2012),
X – realisierbare Zuordnung,
X – prototypische
Zuordnung

Den Lehrkräften stand diese Aufstellung bei der Materialentwicklung zur Verfügung und sie waren mit vergleichbaren kritischen Fragen zum ‚notwendigen‘ Fachvokabular im Themenfeld in die Arbeitsphase eingestiegen. In Arbeitsgruppen skizzierten sie in ca. 90 Minuten ihre ersten sprachsensibel gestalteten Arbeitsblätter. Die im Folgenden zu diskutierenden Vorlagen sind jeweils unter Berücksichtigung dieser zeitlich beschränkten Vorbereitung zu betrachten.

3. Beispiele für sprachensible Unterrichtsmaterialien

Im Folgenden werden drei Vorschläge exemplarisch vorgestellt und diskutiert. Die Auswahl ist so getroffen, dass ein Eindruck von der Unterschiedlichkeit der Unterrichtsmaterialien entsteht. Da die Themenstellung jeweils vergleichbar ist, finden sich auch in den Arbeitsblättern zum Teil parallele Gestaltungsentscheidungen. So erscheint es beim flüchtigen Überblick, als ob nur *Wortfelder* und *Satzmuster* in die Umsetzung einbezogen werden könnten. Die intensivere Auseinandersetzung zeigt einerseits, dass mehr Methoden-

werkzeuge berücksichtigt worden sind und andererseits, wieso diese beiden Werkzeuge dennoch so prominent auftauchen. Alle Arbeitsblätter sind Übungsmaterialien, die die Schülerinnen und Schüler Wissen zur Beschreibung und Erklärung nutzen sollen. Die Methodenwerkzeuge, die sich für diese beiden Zielsetzungen am besten eignen, sind unter anderem eben das Wortfeld und das Satzmuster (vgl. Tab. 3.1).

3.1 Reinstoffe und Stoffgemische – Vorschlag 1

Das Arbeitsmaterial besteht aus zwei Blättern, bei denen eines einen kurzen Informationstext und die Aufgabenstellungen vorhält und das zweite die Vorlage für Legekärtchen umfasst.

Abbildung 3.1:
Beispiel für sprachensible
Unterrichtsmaterialien

Datum:	Stoffeigenschaften und Stofftrennung	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Reinstoffe und Stoffgemische

Viele Stoffe aus unserem Alltag sind Gemische. Wie Du in der letzten Stunde festgestellt hast, ist die schwarze Farbe eines Filzstifts ein Gemisch aus verschiedenen Farben (rot, gelb, blau).

Die roten, gelben und blauen Farbstoffe konntest Du in diesem Versuch nicht mehr weiter auftrennen. Stoffe, die sich nicht weiter auftrennen lassen, bezeichnet man als *Reinstoffe*.

Stoffe, die sich weiter auftrennen lassen, heißen *Stoffgemische*.

Begriffsnetz

Salz	Sand
Dreckwasser	
auftrennen	
Wasser	Reinstoff
Stoffgemisch	
....	

- Sortiert die Begriffskarten.
- Ordnet die Karten auf einem Plakat zu einem Begriffsnetz.
- Klebt die Begriffe auf.
- Ergänzt/Kennzeichnet mit Pfeilen, welche Begriffe zusammengehören
- Bereitet mithilfe des Blockdiagramms (s.u.) eine Präsentation Eurer Ergebnisse vor.

Datum:	Stoffeigenschaften und Stofftrennung	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Begriffskarten

Reinstoff	Stoffgemisch	Sand	Salzwasser
Wasser	Dreckwasser	auftrennen	Salz
Öl	Essig	Salatsoße	nicht auftrennen
Orangensaft	Fruchtfleisch	Limonade	Kohlensäure
Zucker	Mineralwasser	Kaffee	Kaffeesatz
Milch	Rahm	Molke	Milchfett

Blockdiagramm

Salz		Stoff-		er		
Salzwasser		gemisch		sich		auf-
Sand				sie		trenn
Dreckwasser	ist ein		, weil	es	sich	en
Wasser		Reinstoff			nicht	lässt.
...						

Materialblatt: Für die Schülerinnen und Schülern werden Legekärtchen vorbereitet, auf denen verschiedene Reinstoffe und Stoffgemische des Alltags abgebildet sind und die Trennbarkeit als Unterscheidungskriterium zwischen Reinstoffen und Stoffgemischen genannt wird. Mit diesen Legekärtchen sollen die Aufgaben bearbeitet werden.

Aufgabenblatt: Der einführende Informationstext knüpft an einen Chromatographieversuch des vorausgehenden Unterrichts an. Das Arbeitsblatt dient entsprechend der Sicherung und Übung von zuvor gelerntem Fach- und Sprachwissen.

Schülerinnen und Schüler werden in den ersten vier Teilaufgaben in das Konzept des *Begriffsnetzes* eingeführt. Dieses Werkzeug eignet sich gemäß Tabelle 3.1 vor allen Dingen dazu Wissen zu strukturieren und für eine Präsentation vorzubereiten. Während der Erstellung eines Begriffsnetzes müssen sich Schülerinnen und Schüler notwendigerweise fachbezogen zu ihren Lösungsvorschlägen äußern und sich diese gegenseitig erklären.

Weder wird an dieser Stelle die Differenzierung zwischen homogenen und heterogenen Stoffgemischen vertieft, noch werden alle denkbaren Stoffgemischtypen aufgelistet. So kann fachliches Lernen auf die zentrale Erkenntnis fokussieren, was einen Reinstoff ausmacht, und Schülerinnen und Schüler werden weniger verwirrt durch eine vorgreifende, weitere Ausdifferenzierung der Stoffgemische. Stattdessen können sie sich stärker darauf konzentrieren die Begründung sprachlich einzuüben.

Bei der Begründung der Zuordnung werden Schülerinnen und Schüler durch ein *Blockdiagramm* unterstützt, das durch gegenseitiges Beschreiben und Erklären sowohl fachsprachliche als auch fachinhaltliche Aspekte einübt und festigt. Gleichzeitig dient dieser Teil des Aufgabenblatts als Korrektiv für das gelegte Begriffsnetz. Denn natürlich ist davon auszugehen, dass Schülerinnen und Schüler das Blockdiagramm nutzen werden, um ihre eigenen Begriffsnetze in Worte zu fassen. Fallen ihnen bei der Bearbeitung Unstimmigkeiten auf, können diese nun korrigiert werden.

Fazit: Der Vorschlag widmet sich intensiv einer für die Chemie grundlegenden Unterscheidung, die durch eine ‚Deklaration‘ durch verschiedene Alltagsbeispiele eingängig gefestigt wird. Es stellt durch diese Konzentration sicher, dass die Grundlage für jeden weiteren Unterricht hinreichend vertieft ist. Es verzichtet daher bewusst auf eine verfrühte Einführung von Listen mit bereichsspezifischem Fachvokabular zu Stoffgemischen, die besser im Anschluss sinnstiftend in den eigenen Wissensstand eingebunden werden können.

3.2 Stoffgemische – Vorschlag 2

Das Arbeitsmaterial umfasst zwei Aufgabenblätter, die nacheinander zu bearbeiten sind. Jedes Arbeitsblatt hat einen eigenständigen Fokus im Themenbereich Stoffgemische.

Arbeitsblatt 1: Das Arbeitsblatt konzentriert sich auf die Unterscheidung von homogenen und heterogenen Stoffgemischen. Diese Unterscheidung ist zunächst davon abhängig, ob die einzelnen Komponenten eines Gemischs optisch voneinander unterscheidbar sind. Schülerinnen und Schüler sollen zwei alltägliche Gemische (Tee, Müsli) mithilfe eines ungeordneten *Wortgeländers* beschreiben, wobei die vorgegebene Wortliste verschiedene Wortarten vorhält (Substantive, Adjektive, Verben), die teils voneinander abgeleitet werden. Dies illustriert einige der für die Chemie typischen Wortbildungen (unterscheiden → unterscheidbar, oxidieren → oxidierbar) und fordert bei der Verwendung der Begriffe in einem Satz hohe Aufmerksamkeit bezüglich korrekter Satzkonstruktionen. Der sich anschließende Informationstext leitet die Fachbegriffe homogen und heterogen altphilologisch her und fordert die Anwendung der Begriffe auf konkrete Beispiele. Schülerin-

nen und Schüler müssen selbst erkennen, dass sich ‚gleich-‘ bzw. ‚verschiedenartig‘ auf die Unterscheidbarkeit bzw. Erkennbarkeit der einzelnen Bestandteile bezieht. Ihre Zuordnung müssen sie wieder miteinander diskutieren, wobei ihnen weiterhin die Worthilfen der ersten Teilaufgabe zur Verfügung stehen.

Arbeitsblatt 2: Aufbauend auf der zuvor getroffenen Unterscheidung zwischen Reinstoffen und Stoffgemischen sind Schülerinnen und Schüler in diesem Arbeitsblatt aufgefordert verschiedene heterogene und homogene Stoffgemenge zu beschreiben. Ausgangspunkt ist der entsprechende Lehrbuchtext, in dem die verschiedenen Stoffgemische meist sehr verdichtet vorgestellt werden. In einem *Wortfeld* werden den Schülerinnen und Schüler exemplarische Begriffe angeboten, mit denen sie eine tabellarische Übersicht zu Stoffgemischen ausfüllen sollen. Damit können sie die Information des Lehrbuchs entzerren und für sich strukturieren und schaffen so eine Vorarbeit für die anschließende Formulierungsaufgabe. Im Wortfeld finden sich Adjektive für die Aggregatzustände sowie Substantive zur Benennung der Stoffgemische und Alltagsbeispiele. Die Beispiele sind von der systematischen Benennung durch kursiven Schriftschnitt unterschieden. Mit einem *Satzmuster* werden Schülerinnen und Schüler angeleitet die Tabelle zeilenweise in sinnvolle Sätze zu fassen.

Abbildung 3.2:
Beispiel für sprachensible
Unterrichtsmaterialien

Klasse: _____ Stoffgemische

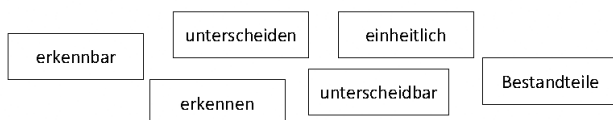
Information:

Es gibt unterschiedliche Stoffgemische



Arbeitsauftrag:

Beschreibe die beiden Fotos mit Hilfe der folgenden Satzbausteine:



Information:

Du kannst Stoffgemische mit folgenden Fachbegriffen beschreiben:

homogen (griech. homos: gleich; genos: Art)

heterogen (griech. heteros: verschieden; genos: Art)

Arbeitsauftrag:

Ordne die Fachbegriffe den Fotos zu.

Klasse: _____ Stoffgemische

Information:

Du lernst verschiedene Stoffgemische kennen.

Arbeitsauftrag:

Lies den Text im Buch (S. XY zu *Stoffgemischen*) bzw. nutze die Hilfekärtchen und Gegenstände (Lehrerpult).

Information:

Die Tabelle zeigt heterogene Stoffgemische und zwei homogene Stoffgemische.

Zustandsformen der Bestandteile	Gemischtyp	Beispiel

Arbeitsaufträge:

1. Fülle die Tabelle mit den Fachbegriffen.

2. Stelle jede Zeile der Tabelle nach folgendem Muster dar:

Granit ist ein heterogenes Stoffgemisch. Es besteht aus zwei festen Bestandteilen. Der Gemischtyp heißt Gemenge.

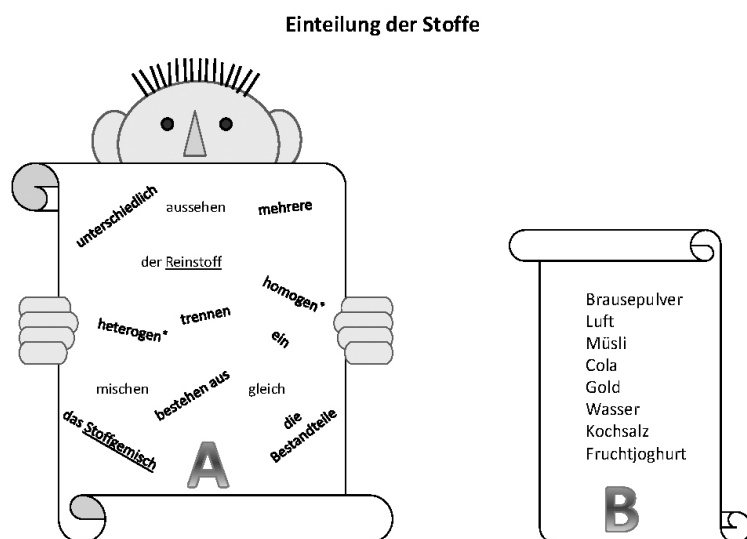
-e Suspension -r Granit
fest -s Gemenge
gasförmig -s Salzwasser
-s Lehmwasser
 -s Autoabgas
-e Emulsion -e Lösung
flüssig -e Salatsoße
-r Nebel -r Morgennebel
-s Sprudelwasser
 -r Rauch

Fazit: Die sprachlichen Anforderungen, die dieses Arbeitsmaterial an Schülerinnen und Schüler stellt, sind gegenüber dem ersten Vorschlag deutlich höher. Die angebotenen Formulierungsmuster sind stark reduziert und Schülerinnen und Schüler sind gefordert selbstständig auf bereits bestehendes Sprach- und Fachwissen zurückzugreifen (Adjektivbildung aus Verben, Anwendung der Begriffe homogen und heterogen im zweiten Arbeitsblatt). Gleichzeitig wird der Lerninhalt am alltäglich Erfahrbaren vermittelt, sodass die Zuordnung der Stoffgemische erleichtert wird. Dabei fällt jedoch auch auf, dass die Auswahl der Beispiele das Potenzial zu intensiven Diskussionen bergen („Ist Autoabgas ein Gasgemisch oder ein Rauch?“, „Sprudelwasser ist wahrscheinlich nur vor dem Öffnen als homogene Lösung interpretierbar.“). Dies illustriert, dass über die Auswahl der Gegenstände fachliche Gespräche zwischen Schülerinnen und Schülern angestoßen werden können, die zum Teil durch traditionelle Beispiele nur schwer zu erreichen sind: Das Essig-Öl-Dressing ist schnell als Emulsion zu identifizieren, doch schon bei Milch wird dies schwierig, da die optische Unterscheidung nicht ohne Weiteres möglich ist (Aufrahmen von Frischmilch dürfte kein allseits bekanntes Phänomen mehr sein, das bei der Zuordnung hilft).

3.3 Reinstoffe und Stoffgemische – Vorschlag 3

Datum:	Stoffeigenschaften und Stofftrennung	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Abbildung 3.3:
Beispiel für sprachsensibles
Unterrichtsmaterial



*heteros = verschieden (griechisch)

*homos = gleich (griechisch)

genos = Art (griechisch)

- 1) Ordne den unterstrichenen Begriffen die passenden Wörter zu (Liste A).
- 2) Verbinde die Wörter zu sinnvollen Sätzen.
- 3) Ordne die Beispiele aus Liste B den Begriffen *Reinstoff* und *Stoffgemisch* zu.
Begründe Deine Entscheidung mit folgenden Satzstrukturen:

„... ist ein Reinstoff, weil ...“

„... ist ein Stoffgemisch, weil ...“

Dieser Vorschlag, der viel grundsätzlicher an sprachliche Herausforderungen angreift, verbindet ebenfalls die Methodenwerkzeuge *Wortgeländer*, *Wortfeld* und *Satzmuster* miteinander.

Arbeitsblatt: In Box A werden ungeordnet alle Begriffe aufgeführt, die für die Beschreibung homogener und heterogener Stoffgemische benötigt werden. Aus dem Wortfeld in Box B ordnen Schülerinnen und Schüler Stoffgemische den Kategorien zu, die sie zuvor mithilfe des Wortfeldes beschrieben haben – dabei steht es ihnen offen weitere Beispiele zu ergänzen. Zur Begründung der Zuordnung bietet das Arbeitsblatt zwei reduzierte Satzmuster an, die zur Verwendung von Kausalsätzen anleiten sollen.

Fazit: In dieser Dreiteilung werden einerseits Inhalte wiederholt und gefestigt, an Beispielen angewendet und eingeübt und schließlich fachsprachlich anspruchsvoll gesichert. Damit ist im Arbeitsblatt selbst eine Progression angelegt. Es wird zunächst auf die Durchdekliniation der fachlich differenzierten Benennung der Stoffgemische verzichtet. Dieser eher grundlegende Ansatz an Fachsprache ist insbesondere für Schülerinnen und Schüler mit ausgeprägteren Sprachschwächen geeignet. Lernende, die sich bereits mit fundamentalen Satzstrukturen der Unterrichtssprache schwertun, können diese hier noch einmal in einem geschützten Rahmen einüben. Dadurch werden solche gesteigerten Sprachanforderungen zeitlich auf einen späteren Zeitpunkt verlagert, die durch Nutzung eines Spezialvokabulars entstehen, das ohnehin in nur sehr spezifischen Sprachsituationen Verwendung findet. Dies muss – wie das Beispiel zeigt – nicht zulasten der fachlich bedeutend wichtigeren Differenzierung zwischen Reinstoff und Stoffgemisch gehen.

4. Fazit

Anhand dreier Vorschläge für sprachensible Unterrichtsmaterialien zum Themenfeld „Stoffgemische“ kann gezeigt werden, dass eine gezielte Berücksichtigung fachsprachlicher Aspekte auch ohne eine Vernachlässigung von Fachwissen möglich ist. Die vorausgehende Reflexion dessen, was sprachlich für die eigenen Schülerinnen und Schüler sinnvoll zu lernen ist, kann sogar zu einer stärkeren Pointierung der Inhalte führen, die schließlich effizientes Lernen unterstützt. Dies ermöglicht tradierte ‚Begriffsgebilde‘ zu entwirren und eine schülerorientierte, sprachaktivierende Auseinandersetzung anzuregen. Hierbei wird die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler jeweils auf wenige, wesentliche Aspekte gelenkt. Ansätze, in denen meist gleichzeitig ‚drei Bühnen bespielt werden‘ müssen (Reinstoff/Stoffgemisch, homogen/heterogen, Stoffgemischtypen), werden bezüglich der inhaltlichen und sprachlichen Komplexität aufgebrochen. Dabei liegen das inhaltliche Anspruchsniveau und die Ausprägung der sprachlichen Unterstützung in einem breiten Variationsrahmen, wie die von der Zielrichtung sehr ähnlichen Beispiele zum selben Thema haben aufzeigen können.

IV. Eine Analogie zum Verstehen der Formelsprache

1. Lernschwierigkeit Formelsprache

Neben einer Fülle an Fachbegriffen und -konzepten führt der Chemieunterricht seine eigene ‚Geheimsprache‘ ein. Jedenfalls bezeichnen einige Kolleginnen und Kollegen die chemische Formelsprache als solche. Damit wollen sie Schülerinnen und Schüler motivieren, sich mit diesem Formalismus auseinanderzusetzen, indem suggeriert wird, sie könnten an einer Art Geheimwissen teilhaben. Der anfängliche, spielerische Umgang damit mag auch in zahlreichen Fällen erste Erfolge zeigen, auf lange Sicht aber trägt das Selbstverständnis als Geheimagent der Naturwissenschaft nicht. Schülerinnen und Schüler zeigen in Untersuchungen massive Probleme bei der Deutung und dem Aufstellen chemischer Formeln. Bernholt et al. (2012) identifizieren drei schwierigkeiterzeugende Aspekte: (1) unzureichende Kenntnis der Symbolsprache (z. B. Funktion von Indizes), (2) Probleme in der Differenzierung von Formeltypen (Summenformel vs. Strukturformel) und (3) eine unzureichende Verknüpfung der symbolischen Darstellung mit dem zugrundeliegenden Teilchenkonzept (z. B. Verhältnisformel vs. Molekülformel).

Insbesondere die ersten beiden Aspekte führen häufig zu missverständlichen Kommunikationssituationen, in denen Schülerinnen und Schüler ihre Fehler nicht erkennen können, da sie für die Feinheiten der Formelsprache nicht sensibilisiert sind. Sei es die fehlerhafte Ableitung der Verhältnisformel Na_2Cl_2 aus der mit Chlormolekülen formulierten Reaktionsgleichung oder eine ‚verdrehte‘ Summenformel für das Wassermolekül (HO_2). Nicht selten wird die Schülerreaktion auf eine Korrektur sein: „Hab‘ ich doch gemeint.“ Aussagekraft und -grenzen der Formelsprache sind ihnen nicht präsent und die Bildungsregeln erscheinen ihnen aufgrund dessen austauschbar.

Dieser Beitrag liefert kein Patentrezept zur idealen Einführung in die Formelsprache, sondern beschreibt nur einen Vorschlag, wie eine bewährte Analogie zur Formelsprache (Heuer & Parchmann, 2008) erweitert werden könnte, um bei Schülerinnen und Schülern ein Bewusstsein dafür zu wecken, dass die Darstellung einer Formel mehr ist als die Aneinanderreihung von Buchstaben und Ziffern. Wenn ihnen der Sinn der Regeln, denen die Formulierung einer Formel folgt, einsichtig ist, wird es für sie auch Sinn ergeben diese Regeln zu befolgen.

2. Lernen mit Analogien

Lernen mit Analogien hat in der Chemie eine lange Tradition, insbesondere da sich ihre Gegenstände allzu häufig einer direkten Beobachtung entziehen. Der Einsatz von Analogien im Unterricht nutzt aus, dass funktionale Parallelen zwischen einem Zielbereich (hier Formelsprache) und einem Analogbereich bestehen, ohne dass sich die Objekteigenschaften der beiden Bereiche entsprechen (Gentner & Markman, 1997). Der Analogbereich ist den Schülerinnen und Schülern bekannt bzw. leichter zugänglich als der Zielbereich, in dem sie die funktionalen Parallelen nachvollziehen sollen. Analogien können durch Verweis auf etwas Bekanntes motivierend wirken und Interesse wecken bzw. vermögen ansonsten Unsichtbares zu visualisieren (vgl. Duit, 1991; Sumfleth & Kleine, 1999). Dabei ist immer zu berücksichtigen, dass keine Analogie den Zielbereich komplett abzubilden vermag – es kommt immer zu Grenzen des Vergleichs, an denen die Analogie zusammenbricht. Diese Grenzen gilt es im Vorfeld zu bestimmen und im Unterricht klar anzusprechen, sodass Schülerinnen und Schüler nicht irrtümlich übergeneralisierend mit der Analogie weiterarbeiten.

Zum Beispiel kann die gesteigerte Teilchenbewegung bei Erhöhung der Temperatur verglichen werden mit der Bewegung von Schulkindern auf dem Schulhof im Sommer und im Winter. Funktional parallel sind diese beiden Systeme insofern, dass eine erhöhte Temperatur mit stärkerer Bewegung („Gewusel“) zusammenhängt, Schulkinder und Teilchen sind sich in ihrer Form (Objekteigenschaften) aber in keiner Weise ähnlich. Der Aspekt der Uneinheitlichkeit von Objekteigenschaften ist bedeutsam, da ein Analogkonzept, das gleichzeitig funktionale Parallelen *und* vergleichbare Objekteigenschaften aufweist, häufig nur ein anderes Beispiel desselben Konzepts sein wird und man keine Vertrautheit mit dem Analogkonzept auf Seiten der Schülerinnen und Schüler nutzen können. Die hier skizzierte Analogie bricht zusammen, wenn der nur für die Schulkinder geltende freie Wille zur Bewegung thematisiert wird: Schulkinder könnten prinzipiell auch im Winter über den Schulhof rennen – die Verteilung der Teilchenbewegung bei gegebener Temperatur folgt hingegen einer Boltzmann-Verteilung; das individuelle Teilchen kann nicht entscheiden, wie schnell es sich bewegen ‚will‘.

Zum Lehren mit Analogien schlägt Glynn (2008) deswegen ein sechsstufiges Vorgehen vor, indem Parallelen und Grenzen der gewählten Analogie auch gegenüber den Schülerinnen und Schülern klar angesprochen werden: (1) Einführung des Zielkonzepts, (2) Reaktivierung dessen, was Schülerinnen und Schülern über das Analogkonzept bekannt ist, (3) Identifizierung wesentlicher Merkmale der beiden Konzepte, (4) Markieren von Korrespondenzen zwischen den Konzepten, (5) Anzeigen, an welchen Stellen die Analogie zusammenbricht, (6) Schlussfolgerungen aus dem Vergleich von Ziel- und Analogkonzept ziehen. Diese Schritte werden im Folgenden am Beispiel illustriert.

3. SON_2E oder FUS_2BAL_2

Heuer und Parchmann (2008) haben den Umgang mit der chemischen Formelsprache bei Schülerinnen und Schülern ohne Vorerfahrung untersucht. Sie griffen zur Einführung der chemischen Formelsprache auf eine Analogie zur Alltagssprache zurück. Sie wollten damit versuchen die formalisierte Schreibweise als Kommunikationssystem zu entkoppeln von der Interpretation auf Teilchenebene – kurz: Das Verständnis, dass der Index 2 in der Formel für Wasser sich auf den Wasserstoff im Molekül bezieht und nicht auf den Sauerstoff wäre an dieser Stelle wichtiger, als dass es eine 2 (und keine 3) ist. Ähnlich wie später Bernholt et al. (2012) treffen sie damit implizit die Feststellung, dass die Verbindung zwischen submikro- und makroskopischer Wirklichkeit und Symbolebene zur wesentlichen Schwierigkeit beim Lernen wird. Durch die vorgenommene Entkoppelung wäre eine Konzentration zunächst auf die Aussagen auf der Symbolebene möglich, die zeitversetzt wieder an die Vorgänge auf submikro- und makroskopischer Ebene angekoppelt werden könnten.

Die Analogie, die sie vorschlagen, nutzt funktionale Parallelen zur Alltagssprache, präziser: zur schriftlichen Realisierung von Wörtern. Schülerinnen und Schüler sollen – im Glynn’schen System sprechend (Glynn, 2008, Nummerierung s.o.) – mithilfe der Analogie (1) ein Zielkonzept erlernen, in dem durch die Aneinanderreihung von Elementsymbolen und Einfügen von Indizes chemische Substanzen beschrieben und unterschieden werden können. Dazu greifen sie auf (2) ihr Wissen über das Schreiben von Wörtern zurück, das es ihnen erlaubt einzelne Wörter zu schreiben und von anderen zu unterscheiden. Hierzu fügen sie (3) einzelne Buchstaben zusammen zu Silben und diese Silben können schließlich zu Wörtern verknüpft werden. Bei der (3) Formulierung von chemischen Formeln werden Atome verschiedener Elemente miteinander verknüpft, wobei diese in Ionen gruppiert sein können bzw. mehrere Atome desselben Elements in einem Ion oder Molekül gebunden sein können – dies wird durch Indizes gekennzeichnet. Das Schreiben von Wörtern und Formeln entspricht sich insofern (4), dass durch die Kombi-

nation kleinster Bausteine (Atome, Buchstaben) größere Einheiten gebildet werden können (Moleküle/Ionen, Wörter), die mit den zugrundeliegenden Bausteinen nichts mehr gemein haben und sich je nach Zusammensetzung voneinander deutlich unterscheiden. Funktional unterschiedlich sind die beiden Bereiche in der Verwendung von Indizes, die in der normalen Schriftsprache nicht zum Tragen kommt. Die Objekteigenschaften von Atomen und Buchstaben liegen weit genug auseinander, dass keine Identität angenommen werden kann (Buchstaben: konventionelle Kommunikationssymbole, die keine realweltliche Entsprechung haben, Atome: konventionelle Symbole für kleinste Bausteine der Materie, die real existieren). Problematisch wird die Analogie (5), wenn später im Lehrgang einzuschränken ist, dass Atome eines bestimmten Elements nicht mit den Atomen aller anderen Elemente reagieren können. In der Schriftsprache ist die Buchstabenkombination weniger stark reglementiert (auch wenn Kombinationen wie beispielsweise ‚cjkt‘ nicht möglich sind). Die Produktivität der Schriftsprache ist in der Anzahl und Breite vorstellbarer Wörter den Möglichkeiten der Formelsprache überlegen. Die bereits erwähnten Indizes sind ein weiterer Aspekt, an dem die Analogie zusammenzubrechen droht. Doch wird genau diese fehlende Parallele im Analogievorschlag von Heuer und Parchmann in die alltägliche Schriftsprache übertragen, um die Funktion der Buchstaben zu verdeutlichen. So können Schülerinnen und Schüler schließlich (6) zur Erkenntnis kommen, dass Indizes anzeigen, wie viele Bausteine derselben Art (Buchstaben, Atome) in einer Verbindung (Wort, Ion/Molekül) enthalten sind.

Wort (= Stoffname)	Buchstaben (= Atome)	Silben (= Ionen/Moleküle)	„chemische“ Schreibweise als Analogie
Sonne	S O N N E	SON – NE	SON ₂ E
Fussball	F U S S B A L L	FUSS – BALL	FUS ₂ BAL ₂
Kaliumiodidi	K I	K – I	KI
Natriumhydroxid	Na O H	Na – OH	NaOH
Kaliumsulfat	K K S O O O O	KK – SOOOO	K ₂ SO ₄

Tabelle 4.1 – Analogie zwischen Formelsprache und alltäglicher Schriftsprache (Heuer & Parchmann, 2008, S. 23)

Die Autorinnen können zeigen, dass Schülerinnen und Schüler, wenngleich sie nicht ganz ohne Anleitung mit der angebotenen Analogie umgehen können, schnell selbstständig die Bedeutung der Indexzahlen erschließen können. Heuer und Parchmann schließen deswegen auf ein interessantes Potenzial der Analogie, das später beispielsweise auch zur Erarbeitung von Isomerie wieder herangezogen werden kann. Dabei muss es aber nicht aufhören.

4. Vorschlag zur Erweiterung der Analogie

Die grundlegende Idee aus einer begrenzten Anzahl an Buchstaben ($n = 26$) eine prinzipiell unbegrenzte Anzahl von Wörtern zu formulieren, deckt sich mit dem Potenzial aus über 80 Elementen (exklusive radioaktiver Kerne) eine unüberschaubare Anzahl an Verbindungen zu formulieren. In beiden Bereichen ist die Zusammenführung von Buchstaben/Atomen nicht regellos und es können auch ‚unmögliche‘ Verbindungen formuliert werden (z. B. Wort: CHOT, Verbindung: He₃NaF). Eine Entscheidung darüber, ob eine Zusammenführung möglich ist oder nicht, kann in beiden Bereichen nur mit entsprechendem Fachwissen über den Wort- bzw. Stoffschatz sowie stöchiometrische Gesetzmäßigkeiten getroffen werden. Die Analogie zur Wortbildung erlaubt jedoch unterhaltsame und aufschlussreiche Parallelen zur Darstellung von chemischen Formeln. Dabei wird im Folgenden die bei Heuer und Parchmann (2008) noch implizite Ebene der reinen Sum-

men-/Verhältnisformel ($C_2H_4O_2$) verlassen und die Brücke zur Konstitutionsformel in Summenschreibweise (H_3CCOOH) geschlagen.

Tabelle 4.2:
Mögliche Erweiterung
der Analogie zwischen
Formelsprache und
alltäglicher Schriftsprache

Zielbereich	Analogbereich	Beispiel im Zielbereich	Beispiel im Analogbereich
Atomare Zusammensetzung bestimmt Stoffeigenschaften	Zusammensetzung eines Wortes aus Buchstaben bestimmt seine Bedeutung	H_2O , $CaCl_2$	HAUS, FLIEGEN
Unterschiede in der Zusammensetzung, auch hinsichtlich eines einzigen Atoms, verändern Stoffeigenschaften	Fehlende Buchstaben verändern Bedeutung	KSCN vs. KCN	SCHREIBEN vs. SCHEIBEN
	Unterschiedliche Buchstaben verändern Bedeutung	AgSCN vs. AgOCN	MALEN vs. MADEN
Räumliche Verknüpfung der Atome entscheidet über Stoffeigenschaften	Geänderte Buchstabenfolge verändert Bedeutung	AgOCN vs. AgCNO (vgl. Disput zwischen Liebig und Wöhler)	FURCHTBAR vs. FRUCHTBAR
Atome können in Ionen, funktionellen Gruppen zusammengefasst sein und Stoffeigenschaften steuern	Buchstaben können in Gruppen phonetische Einheiten bilden, die Bedeutungsunterschiede ausmachen	AgOCN, AgCl, Ag_2SO_4 , NaOH	KIRCHE, KIRSCH, KIRRE – PFAND, LAND
	Buchstaben können in Morphemgruppen Bedeutungsunterschiede bedingen	CH_4 , $H_3C-COOH$, H_2N-CH_2COOH	DANK, DANKBAR, DANKBARKEIT
Atome können unterschiedlich räumlich verknüpft sein und so Stoffeigenschaften ändern	Dieselben Buchstaben können verschiedene Wörter bilden	C_4H_9OH : Butan-1-ol Butan-2-ol tert-Butanol	Fe_2RIN : FERIEN, FEIERN, REIFEN, RIEFEN, FREIEN, EIFERN

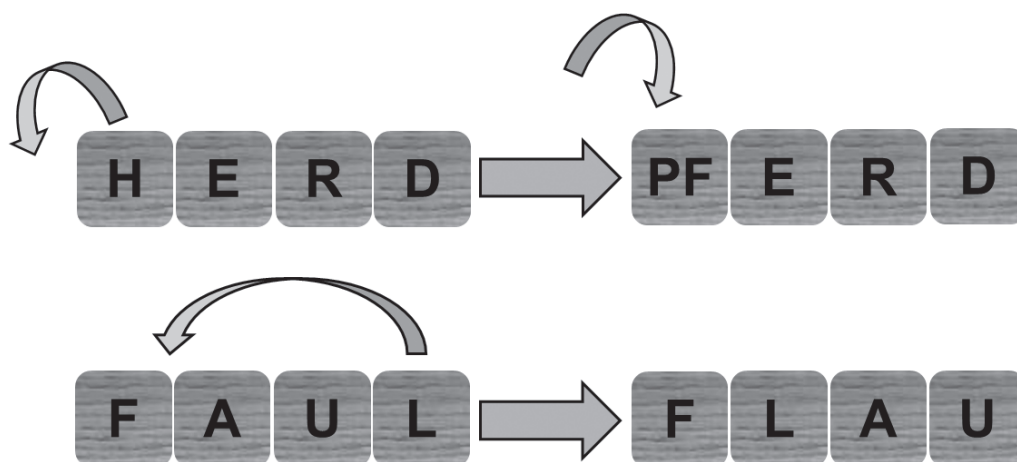


Abbildung 4.1:
Beispiele für die
Scrabbleanalogie

Es ist möglich Buchstabenkarten in Anlehnung an Scrabblesteine vorzubereiten und so die Bedeutungsveränderung der Wörter durch Verschieben und Austauschen der Scrabblesteine zu visualisieren (Abb. 4.1). Dabei ist es sinnvoll Scrabblesteine für phonetische und morphemische Buchstabengruppen zu ergänzen (z. B. ‚PF‘), da diese jeweils als Einheit verstanden werden sollten genauso wie Ionen und funktionelle Gruppen.

Bei der Auswahl der Analogbeispiele sind der Phantasie sicher keine Grenzen gesetzt und man sollte stets die Augen nach einprägsamen Anagrammen aufhalten, die auch skurril sein dürfen (z. B. DEMOKRATIE → EROTIKDAME). Schülerinnen und Schülern wird so einsichtig, dass das Ändern und Verschieben einzelner Buchstaben massive Bedeutungsunterschiede herbeiführen kann. So wird ihnen in der Schlussfolgerung auf den Zielbereich die Erkenntnis erleichtert, dass auch die chemische Formel schon durch kleinste Eingriffe etwas ganz anderes darstellt als das, was man eigentlich wollte.

V. Aufgaben im Chemieunterricht – Hinweise aus der empirischen Aufgabenforschung

1. Wozu Aufgaben?

Der Aufgabeneinsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht rückt seit knapp 15 Jahren stärker in den Fokus der fachdidaktischen Forschung. Die Funktionen von Aufgaben sind zwar weitgehend unstrittig, aber Beobachtungen über ihren tatsächlichen Einsatz spiegeln dies nicht wieder. Ob Aufgaben schriftlich bearbeitet werden (Pöpping & Melle, 2001) oder ob sie in Plenarphasen besprochen werden (wie bei Stäudel & Wodzinski, 2008), ändert den den Aufgaben zugeschriebenen Wert nicht: Aufgaben zum Lernen und Üben werden als zentrales Medium eingefordert. Dennoch fällt eine Bewertung der Aufgabenpraxis im naturwissenschaftlichen Unterricht ambivalent aus:

- „[M]it einem Anteil von 6% an der Unterrichtszeit kommt die Übung [...] deutlich zu kurz.“ (Pöpping & Melle, 2001, S. 419)
- „Werden Aufgabenserien als fundamental für die Entwicklung von physikalischem Verständnis angenommen, dann müssten solche Aufgaben nicht mehr ein Begleitspekt von Unterricht sein sondern ein integraler Bestandteil, der (deutlich) mehr als 50% der Unterrichtszeit ausmachen sollte.“ (Aufschnaiter & Aufschnaiter, 2001, S. 414)
- „[F]ast drei Viertel der Chemielehrkräfte stellen jede oder zumindest jede zweite Stunde Hausaufgaben.“ (Sumfleth, Kieren & Ackeren, 2011, S. 264)
- Tepner, Roeder & Melle (2010) führen die Lernförderlichkeit ihrer Stöchiometrieaufgaben dezidiert auf die schriftliche Bearbeitung in Einzelarbeit zurück.

Es ist jedoch gleichzeitig anzunehmen, dass eine konsequente Umorientierung zu schriftlichen Übungsphasen kaum über die gesamte Sekundarstufe I bewerkstelligt werden kann. Dies sollte jedoch nicht dazu führen, gänzlich auf schriftliche Lern- und Übungsaufgaben zu verzichten. Dieser Beitrag soll an einem konkreten Beispiel illustrieren, wie aus der empirischen Forschung Vorschläge zu einer gewandelten Aufgabenpraxis gewonnen werden.

1.1 Lern- und Leistungsaufgaben

Im Zuge der Diskussion über Bildungsstandards und deren Evaluation und über die großen Schulleistungsvergleichsstudien sind Leistungsaufgaben stärker in das Bewusstsein von Chemielehrerinnen und -lehrern getreten als dies noch vor dem Jahr 2000 der Fall war. Diese Aufgaben werden ohne Kenntnis der konkreten Leistungsdisposition der Lerngruppen entwickelt, mit dem Ziel Leistungen von Schülerinnen und Schülern unterschiedlichster Schulformen über Bundesländergrenzen möglichst fair miteinander zu vergleichen. Sie werden auf Basis abstrakter Kompetenzmodelle entwickelt, in denen die Variation von schwierigkeiterzeugenden Faktoren beschrieben werden (vgl. Kauertz, Fischer, Mayer, Sumfleth & Walpuski, 2010; Schecker & Parchmann, 2006). Die eingeschränkten Schlussfolgerungen, die man aus den Ergebnissen dieser Aufgabenform für die *Gestaltung von Lernprozessen* ziehen kann, sind hinreichend breit diskutiert worden (z. B. Aufschnaiter & Aufschnaiter, 2001; Baumert, Brunner, Lüdtke & Trautwein, 2007; Rindermann, 2006); zu diesem Zweck sind die Testaufgaben aber auch nicht entwickelt worden. Lernprozesse werden durch andere Aufgaben angeregt, die offener angelegt sein können, prozessorientierte Kompetenzen fokussieren, divergente Lösungsmöglichkeiten

zulassen und die Chancen zum Lernen aus Fehlern eröffnen (Büchter & Leuders, 2006). Lernaufgaben haben deswegen einen ihnen eigenen Aufforderungscharakter, der Schülerinnen und Schüler für einen Gegenstand ‚öffnen‘ soll (Neugier wecken, motivieren zum Entdecken). Dabei haben sie das Potenzial, möglichst viele Schülerinnen und Schüler zu aktivieren und zeigen ihre Wirksamkeit bevorzugt in kooperativen Arbeitsformen (Stäudel, Tepner & Rehm, 2014), da in diesen Arbeitsformen einerseits gruppendynamische Prozesse ein ‚Herausziehen‘ Einzelner erschweren und andererseits die Gruppenmitglieder sich untereinander über Lernschwierigkeiten hinweghelfen können. Ein fächerübergreifendes Analyseraster für Lern- und Leistungsaufgaben findet sich bei Kleinknecht, Bohl, Maier und Metz (2013) und kann Orientierung bei der eigenen Aufgabenerstellung geben.

2. Aus der Aufgabenforschung lernen

Kieren (2008) hat in einer Befragung von Chemielehrerinnen und -lehrern in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen die gängige Hausaufgabenpraxis erhoben und mit, laut erziehungswissenschaftlicher Literatur, idealen Anforderungen an Hausaufgaben verglichen. In einer sich anschließenden Interventionsstudie wurde eine, an diesen Anforderungen gemessen, optimierte Hausaufgabenpraxis untersucht. Dabei zeigte sich die Lernwirksamkeit der optimierten Hausaufgaben in der Interventionsgruppe gegenüber einer Kontrollgruppe, die keine Hausaufgaben bearbeitet hat.

Die Anforderungen an Hausaufgaben lassen sich folgendermaßen zusammenfassen – in Klammern ergänzt finden sich Quellen für Studien zu vergleichbaren Aspekten in naturwissenschaftlichen Kontexten:

Hausaufgaben sollten ...

- ‚lieber oft als viel‘ gestellt werden, d. h. Lernzeiten sollten konstant verteilt sein (vgl. Aufgabenorientierte Unterrichtsdramaturgie bei Stäudel & Wodzinski, 2008 bzw. systematischer Aufgabeneinsatz bei Tepner et al., 2010),
- immer kontrolliert werden, wobei die Kontrolle den Lösungsweg und nicht vornehmlich das Ergebnis betreffen sollte (vgl. Tepner et al., 2010),
- von Schülerinnen und Schülern einen ‚nahen Transfer‘ erfordern (vgl.: „Eine ‚gute‘ Aufgabe ist eine Aufgabe, die von den Fähigkeiten der Lernenden nicht weit entfernt [...] ist.“, Aufschnaiter & Aufschnaiter, 2001, S. 412),
- methodisch vielfältig und differenziert gestellt werden (z. B. auch experimentell: Sumfleth & Nicolai, 2008),
- die Möglichkeit zur kooperativen Bearbeitung bieten (vgl. a. Stäudel et al., 2014; Sumfleth & Nicolai, 2009).

Es ist auf den ersten Blick offensichtlich und wird durch die ergänzten Quellenangaben unterstützt, dass die berichteten Anforderungen an Hausaufgaben analog auf den Aufgabeneinsatz im Regelunterricht anzuwenden sind. So sollte auch für den Einsatz von Lern- und Übungsaufgaben im Chemieunterricht gelten, dass Schülerinnen und Schüler regelmäßig (in jeder Stunde), in zeitlich vertretbarem Rahmen (Aufschnaiter & Aufschnaiter schlagen Teilaufgaben vor, die nicht mehr als fünf Minuten Bearbeitung erfordern) Aufgaben möglichst kooperativ bearbeiten. Nach Möglichkeit lösen sie diese Aufgaben schriftlich und eine sich anschließende, gemeinsame Besprechung des Lösungswegs sichert das Ergebnis für den Klassenverband.

Lernaufgaben sollen den Lernprozess initiieren. Sie haben demnach Aufforderungscharakter (vgl. Büchter & Leuders, 2006) und haben – ähnlich den Hausaufgaben – „nur dann einen Effekt, wenn der Lernende gerade sie für den beabsichtigten Lernfortschritt

benötigt, d. h. wenn von der Aufgabe eine Herausforderung ausgeht und zugleich das Bewußtsein der Erreichbarkeit des gesetzten Ziels vorhanden ist“ (Eigler & Krumm, 1972 zitiert in Heller, Langfeldt, Peez, Rüdiger & Schwarzer et al., 1985, S. 77). Dieser Zusammenhang wird auch in aktuellen Erwartung-Wert-Theorien der Motivation beschrieben (vgl. Stief, 2013; Trautwein, Lüdtke, Schnyder & Niggli, 2006). Die Theorie geht davon aus, dass Schülerinnen und Schüler sich dann motiviert mit einer Aufgabe auseinandersetzen, wenn sie (1) erwarten können eine Aufgabe erfolgreich zu lösen (vgl. naher Transfer) und wenn sie (2) die Bearbeitung positiv bewerten, sie also für sinnvoll halten (vgl. z. B. Kontextorientierung). Es wird angenommen, dass eine gesteigerte Motivation zu einer intensiveren Bearbeitung der Aufgabe führt und sich dadurch ein gesteigerter Lernerfolg ergeben kann.

Stief (2013) hat bezüglich dieser Theorie in einer Interventionsstudie untersucht, inwiefern sich die Art der Hausaufgaben auf die Motivation der Bearbeitung auswirkt. Dazu ließ sie in einem ersten Schritt systematisch variierte Hausaufgabenstellungen von 611 Schülerinnen und Schülern hinsichtlich Erwartung und Wert einschätzen. Die Schülerinnen und Schüler sollten in diesem ersten Schritt die Aufgaben *nicht* lösen, um die wahre Erwartung zu erfassen. Variiert wurden die Hausaufgaben bezüglich dreier Merkmale: (1) Anforderungsniveau (leicht mittel, schwierig), (2) Kontext (lebensweltlich vs. fachlich), (3) experimenteller Anteil (mit, ohne). Die Inhalte aller 144 Hausaufgabenvarianten (zu insgesamt vier Unterrichtsstunden) stammen aus dem Säure-Base-Bereich (Brönsted). Bedeutsame Unterschiede hinsichtlich der Erwartungs- bzw. Wertkomponenten gab es nur zwischen zwei Kontexten (Party vs. Labor, Erwartung zugunsten Party), ansonsten wurden – mit Ausnahme von Stöchiometrieaufgaben – die Aufgabenstellungen äquivalent bewertet. Bei den Stöchiometrieaufgaben schlägt der negativ belegte Inhaltsbereich durch („Mathematik kann ich eh’ nicht.“).

In einem zweiten Schritt bearbeiteten 275 andere Schülerinnen und Schüler jene Hausaufgaben, die von der ersten Kohorte besonders positiv (Interventionsgruppe) bzw. eher negativ (Kontrollgruppe) bezüglich Erwartung und Wert eingeschätzt worden waren. Den Schülerinnen und Schülern der Interventionsgruppe wurde darüber hinaus bei einem Teil der Aufgaben eine Wahlmöglichkeit gegeben, welche Aufgabe sie lösen wollten. Damit sollte einerseits der Forderung nach Autonomieerleben (Wahlmöglichkeit wird ernstgenommen) nachgekommen sowie andererseits das Kompetenzerleben unterstützt werden (die Wahl wird auf solche Aufgaben fallen, die wahrscheinlich gelöst werden können), wie es Deci und Ryan (1993) in ihrer Selbstbestimmungstheorie der Motivation fordern. Stief (2013) konnte mit diesem Studiendesign zeigen, dass die Schülerinnen und Schüler, die eine höhere Erwartung an die Lösung der Aufgabe stellten einen höheren Lernzuwachs erfuhren. Insgesamt kommt sie zu dem Schluss, dass beide Komponenten – Wert- und Erwartungseinschätzung – sich auf die Motivation auswirken und somit positiv zum Lernerfolg beitragen. Übertragen auf den Bereich der Lern- und Übungsaufgaben im Klassenunterricht scheint es sich daher anzubieten, Schülerinnen und Schülern solche Aufgaben zu stellen, die unter motivationalen Aspekten positiv wirken. Darüber hinaus ist es von Vorteil, wenn Schülerinnen und Schüler ihre Aufgaben aus einer (kleinen) Auswahl an relevanten Aufgabenstellungen auswählen können, sodass sie sich selbst als Gestalter ihres Lernprozesses wahrnehmen können.

Stöchiometrieaufgaben, die bei Stief (2013) als besondere Form von Aufgaben wahrgenommen wurden, waren auch Gegenstand einer Studie von Tepner et al. (2010). Schülerinnen und Schüler sollten Stöchiometrieaufgaben in Einzelarbeit während des Unterrichts bearbeiten. Auch dieser Studie lag die Annahme zugrunde, dass Aufgaben dann lernwirksam sind, wenn sie regelmäßig schriftlich bearbeitet werden und wenn die Lösungswege deutlich angesprochen werden. Die Schülerinnen und Schüler bekamen Aufgaben zu den Themenbereichen Molbegriff, Molmasse und Reaktionsgleichung. Für die Interventionsgruppe wurden die Aufgabenformulierungen durch Lösungsblätter ergänzt, so dass sie diese Musterlösungen mit dem eigenen Lösungsvorschlag abgleichen konn-

ten. Weiterhin gab es für sie das Angebot von Infoblättern, auf denen beispielsweise der Umgang mit der Exponential-Funktion des wissenschaftlichen Taschenrechners erläutert wurde (vgl. Tepner, 2008). Diese Gestaltung erlaubte es Schülerinnen und Schülern die Aufgaben komplett selbstständig zu bearbeiten. Dieses Vorgehen erwies sich als besonders lernförderlich (Tepner et al., 2010).

Die Arbeitsblätter waren einheitlich gestaltet und berücksichtigten die folgenden Aspekte: (1) einheitliche Kopfzeile zur Verortung des Themas und Eintragsmöglichkeiten für den eigenen Namen, um Verbindlichkeit zu erzeugen; (2) Einbindung der Aufgaben in lebensnahe Kontexte; (3) eindeutige, ggf. operationalisierte Aufgabenstellungen; (4) sinnstiftende Einbindung von Fotografien und Abbildungen; (5) Raum zur Bearbeitung direkt unter der Aufgabe; (6) ansteigender Schwierigkeitsgrad der Aufgaben; (7) Anwendung von sowohl deklarativem als auch prozeduralem Wissen. Diese Aspekte sollen im anschließend vorzustellenden Beispiel daher ebenfalls berücksichtigt werden. Die angebotenen Musterlösungen gaben, insbesondere bei algorithmisch zu bearbeitenden Aufgaben, nicht nur das Ergebnis einer Aufgabe wieder, sondern differenzierten den Lösungsweg in Einzelschritten aus.

3. Beispiel für Aufgabeneinsatz im Chemieunterricht

Im Folgenden soll am Beispiel einer fiktiven Unterrichtsreihe der optimierte Einsatz von schriftlichen Aufgaben dargestellt werden. Der Vorschlag soll eine Diskussionsgrundlage sein und ist ebenso wenig evaluiert wie die vorgestellten Aufgaben. Der Entwurf soll zu Optimierungen eigener Aufgaben anregen.

3.1 Zusammenfassung der aus der Aufgabenforschung abgeleiteten Empfehlungen

Aufgaben sollten möglichst schriftlich in jeder Unterrichtsstunde, zunächst in Einzelarbeit, bearbeitet werden. Mögliche Lernschwierigkeiten können durch das Angebot von Lösungshilfen kompensiert werden und Schülerinnen und Schüler können eine Auswahl aus mehreren Aufgaben treffen. Alternativ kann die Bearbeitungsform nach maximal fünf Minuten auch kooperativ erfolgen (z. B. Think-Pair-Share). Die Aufgabenstellungen sind auf die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler bezogen. Die Lösung der Aufgabe wird unter Betonung des Lösungsweges besprochen.

3.2 Thema und Ziel der Stunde

Das Thema der Stunde orientiert sich am Inhaltsfeld „Stoff- und Energieumsätze bei chemischen Reaktionen“ des Kernlehrplans für das Gymnasium, das im Kontext „Brände und Brandbekämpfung“ entwickelt werden soll (MSW, 2008). Schülerinnen und Schüler sollen das Gesetz der Erhaltung der Masse kennenlernen und es an einfachen Beispielen einüben.

3.3 Stundenverlauf

Die Stunde widmet sich der bei Barke und Harsch (2011) angeführten Schülervorstellung zum Verbrennungsprozess, dass eine gegebene Stoffportion nach der Verbrennung leichter ist als vorher. Diese Erwartung speist sich aus den über Jahre gesammelten Er-

fahrungen (z.B. Kerzen, Lagerfeuer), dass Dinge bei der Verbrennung „verschwinden“. Ein kognitiver Konflikt sollte hier also erzeugt werden können. Der Einstieg wird durch eine kurze Vorstellung des Naturforschers Lavoisier gebildet und dessen Erkenntnis „Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme“, wobei nur der erste Teil des Zitats (ggf. übersetzt) gegeben wird. Im Folgenden wird das Unterrichtsgespräch durch Übungsphasen strukturiert. Der erste Auftrag an Schülerinnen und Schüler findet sich in Abbildung 5.1. Durch Ergänzen von gestuften Lernhilfen (s. Emden & Koenen, i. V.) bzw. Umfalzen des

Abbildung 5.1:
Einführung Arbeitsauftrag
(Arbeitsblätter im Anhang)

Antoine de Lavoisier (1743-1794) war ein französischer Naturforscher, der sich unter anderem mit Fragen der chemischen Reaktion beschäftigte. Außerdem war er dafür verantwortlich Steuern für den französischen König einzutreiben. Deswegen wurde er im Zuge der Französischen Revolution als Königsteuer auf der Guillotine hingerichtet.

Wir erinnern und heute an ihn, weil er unter anderem von chemischen Reaktionen behauptete:

„Nichts geht ganz verloren, nichts wird ganz neu geschaffen.“

Aufgabe

Hat Lavoisier mit seiner Behauptung Recht? Findet in Eurem Alltag Phänomene, bei denen es so aussieht, als ob etwas verloren geht/verschwindet bzw. neu entsteht. Tauscht Euch mit Eurem Sitznachbarn aus.



Abbildung 1 – Antoine
Laurent de Lavoisier

Arbeitsblattes lassen sich für lernschwächere Schülerinnen und Schüler weiterführende Hinweise geben (vgl. Anhang).

Nachdem entsprechende Alltagsphänomene, die Lavoisier zu widersprechen scheinen, gesammelt worden sind, werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, Lavoisier durch ein eigenes Experiment vom Gegenteil zu überzeugen. Zur Unterstützung für Schülerinnen und Schüler, die (noch) Schwierigkeiten haben selbstständig eine naturwissenschaftliche Untersuchung durchzuführen, können zusätzliche Hilfen angeboten werden. Eine Möglichkeit die einzelnen Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung zu illustrieren ist eine Strukturierungshilfe (Abb. 5.2). Eine weitere Möglichkeit besteht darin ein vorstrukturiertes Versuchsprotokoll auszuteilen, das die einzelnen Schritte als Zwischenüberschriften vorgibt (z.B. „Wir haben folgende Idee: Lavoisier hat Unrecht, weil eine Kerze beim Verbrennen ja verschwindet.“, „Wir wollen unsere Idee mit diesem Versuch überprüfen: Wir stellen eine brennende Kerze auf eine Waage und beobachten die Massenveränderung“). Die Sammlung der Schülervorschläge erfolgt wieder im Klassenunterricht, wobei der logische Gang des Experiments von der Idee bis zur Schlussfolgerung in den Einzelschritten nachvollzogen wird.

Anschließend können zwei konkurrierende Experimente durchgeführt werden, die Lavoisiers Behauptung vermeintlich widerlegen: Massenabnahme einer brennenden Kerze (Abbrennen auf der Analysenwaage – ca. fünf Minuten), Abbrennen von Eisenwolle. Im ersten Fall ist eine Massenabnahme festzustellen, im zweiten zeigt sich eine Massenzunahme. Das zweite Beispiel wird voraussichtlich von der Lehrkraft ergänzt werden müssen. Dabei können Schülervorschläge zum Rosten aufgegriffen werden und die Lehrkraft muss die fachliche Parallele zwischen Verbrennung und Rosten („kalte Verbrennung“) herausstellen.

Je nach vorausgegangenem Unterricht muss nun Vorwissen zu den Verbrennungsprodukten der Kerze aktiviert werden oder die Lehrkraft muss in kurzen Handversuchen auf diese aufmerksam machen. Es erscheint wenig wahrscheinlich, dass ein Wissen über Vorliegen von Verbrennungsprodukten den erwarteten kognitiven Konflikt schmälert, da Schülerinnen und Schüler bei gasförmigen bzw. nicht sichtbaren Stoffen häufig von deren Masselosigkeit ausgehen (vgl. Barke & Harsch, 2011). Einsteigen könnte man über den Ruß, der bei der unvollständigen Verbrennung übrig bleibt, da dieser bei preisgünstigen Kerzen über der Flamme direkt zu beobachten ist bzw. leicht mit einer Porzellanschale,

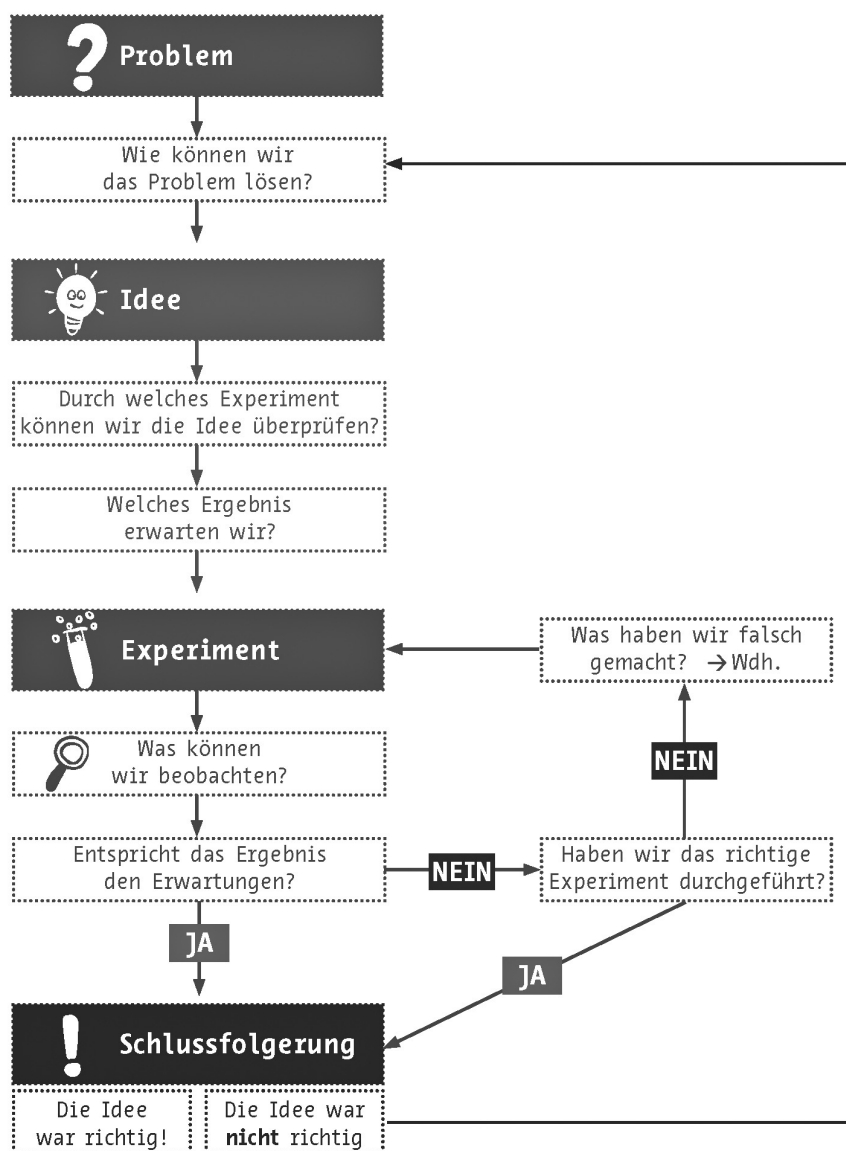


Abbildung 5.2:
Strukturierungshilfe
(Hübinger, Emden &
Sumfleth, 2009)

die in die leuchtende Flamme gehalten wird, nachzuweisen ist. Darüber hinaus ist es vielen Schülerinnen und Schülern aus dem Spiel mit der Kerze bekannt, dass sich die Finger schwarz färben, wenn man sie durch die Flamme bewegt. Der so nachgewiesene Ruß wird Schülerinnen und Schüler noch immer ‚zu leicht‘ erscheinen, als dass sich in ihm die gesamte Masse der Kerze bewahren könnte, da er ja einfach verfliegt. Daher kann im Anschluss durch Überstülpen eines größeren Becherglases der bei der Reaktion entstehende Wasserdampf kondensiert werden. Schließlich wird Kohlenstoffdioxid durch Einleiten in Kalkwasser nachgewiesen oder durch Aufleiten des Reaktionsgases auf eine weitere brennende Kerze (wobei dies als indirekter Nachweis strenggenommen nur die Abwesenheit von genügend Sauerstoff zeigt).

Mithilfe von Modellbaukästen für Chemie oder mit handelsüblichen Plastikbausteinen ‚kreieren‘ Schülerinnen und Schüler die Produkte (C , CO_2 , H_2O). Sie müssen dann überlegen, woher die Elemente für diese Produkte stammen und rekonstruieren so die Eduktseite (vereinfacht C_xH_y , O_2 ; vgl. Abb. 5.3). Dabei greifen sie auf Vorwissen zurück, dass der Sauerstoff aus der Luft die Verbrennung unterhält und erkennen, dass Kohlenstoff und Wasserstoff gebunden im Wachs der Kerze vorliegen müssen. Denn ein elementares Vorliegen können sie wiederum vorwissensbasiert bzw. durch Beobachtung ausschließen: H_2 ist ein Gas, das nicht in der Kerze vorliegen kann; Kohlenstoff erscheint schwarz, ist

aber mit dem bloßen Auge im weißen Kerzenwachs vor der Verbrennung nicht zu finden; Wasser kann nicht in der sich fettig anführenden Kerze vorliegen, sonst würde es heraustropfen – außerdem wird Wachs als Schutz gegen Wasser auf Jacken und Autos verwendet (vgl. a. die Arbeitsblattvorlage im Anhang). Das Rearrangement der elementaren Bausteine von der Produkt- zur Eduktseite zeigt ihnen, dass alle Bausteine schon vor der Reaktion vorhanden waren und lediglich neu angeordnet worden sind. An dieser Stelle sollte man den letzten Teil des Satzes von Lavoisier ergänzen („Tout se transforme“ – „Alles bildet sich um“) und verdeutlichen, dass die ersten Versuchsansätze vernachlässigt haben *alle* Edukte mitzuwägen, welches für das Verständnis um die Gültigkeit des Lavoisier'schen Ausspruchs aber essenziell ist.

Nun kann auf zwei Wegen fortgefahren werden: (1) Schülerinnen und Schüler schlagen wiederum ein Experiment vor, in dem bei der Verbrennung die flüchtigen Reaktionsprodukte aufgefangen werden; (2) anhand der zuvor gesammelten Alltagsbeispiele wird weiter der Frage nachgegangen, wieso dort in Einzelfällen etwas zu verschwinden oder zu entstehen scheint. Für beide Wege finden sich Aufgabenvorschläge im Anhang.

Abbildung 5.3:
Gegenüberstellung von
Edukten und Produkten mit
Bausteinen

Edukte	Produkte

3.4 Zusammenfassung

Stäudel und Wodzinski (2008) stellen zwei Formen von Unterrichtsdramaturgien gegenüber (vgl. Abb. 5.4), die sich durch den Grad der Strukturierung durch Übungsphasen unterscheiden. Den stärker gegliederten Verlauf bezeichnen sie als *Aufgabenorientierte Unterrichtsdramaturgie*. Der hier skizzierte Unterrichtsgang kann als Vorschlag für eine solche Dramaturgie dienen. Dem gegenüber wird ein häufig gewählter Unterrichtsansatz zur Einführung der Massenerhaltung als *herkömmliche Unterrichtsdramaturgie* skizziert.

Die beiden Unterrichtsverläufe (Abb. 5.4) sind grundsätzlich vergleichbar. Die Aufgaben und Denkanstöße in der Aufgabenorientierten Unterrichtsdramaturgie unterscheiden sich im Wesentlichen nicht von den Impulsen, die Lehrkräfte auch im Unterrichtsgespräch geben würden, allerdings müssen sie von möglichst allen Schülerinnen und Schülern bearbeitet werden. Die Möglichkeiten sich zurückzulehnen und sich auf andere zu verlassen („Der Franz, der kann's.“) werden vermindert und alle oder zumindest mehrere Schülerinnen und Schüler werden aktiviert. Durch kleinschrittige Aufgabenstellungen wird die Arbeitszeit vergleichsweise kurz gehalten. Gestufte Hilfen, die durch Auffalzen des Blattes zugänglich sind, erlauben Schülerinnen und Schülern leistungsgestaffelt darauf zurückzugreifen, ohne sich ‚offenbaren‘ zu müssen. Natürlich besteht dabei auch die Gefahr, dass Schülerinnen und Schüler den Weg des geringsten Widerstands wählen und sofort alle Hilfen nutzen. Dieser Gefahr wird man nur schwer begegnen können und man muss darauf vertrauen, dass Schülerinnen und Schüler den Sinn einer Hilfe akzeptieren und sich nicht selbst betrügen (wie es übrigens in nahezu jeder Unterrichtsmethode möglich wäre). Gegen Ende der Aufgabenfolge im Anhang ist ein Übungsbeispiel ergänzt, das Möglichkeiten für eine Schwierigkeitsstufung aufzeigt: Schülerinnen und Schüler, die noch Schwierigkeiten mit der einfachen Analogie zwischen Kerze und Lagerfeuer haben, können ihre Zeit ganz auf das erste Beispiel konzentrieren. Schnellere Schülerinnen und Schüler können sich hingegen an zunehmend schwierigeren Beispielen versuchen, die nicht mehr verbindlich für alle sind.

Herkömmliche Unterrichtsdramaturgie

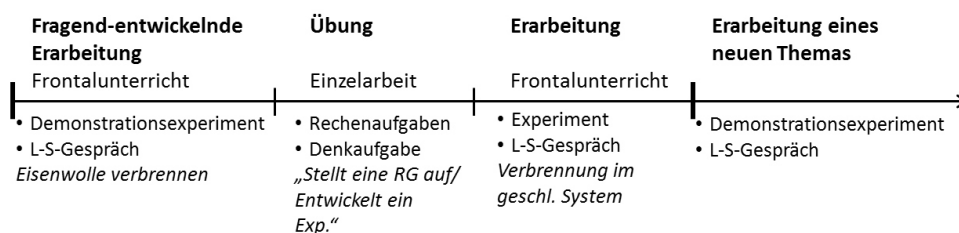
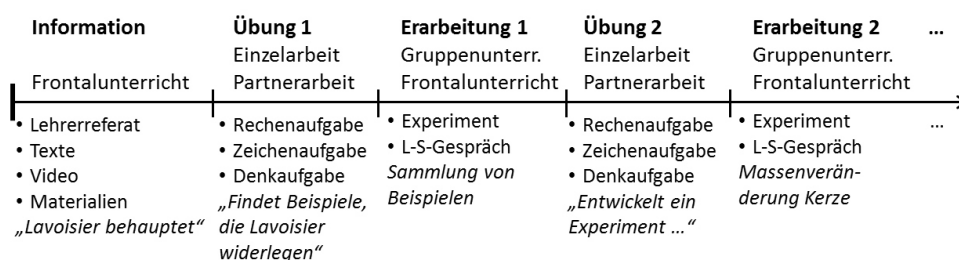


Abbildung 5.4:
Unterrichtsdramaturgien
(adaptiert aus Stäudel &
Wodzinski, 2008, S. 186)

Aufgabenorientierte Unterrichtsdramaturgie



4. Fazit

Der Aufgabeneinsatz im Chemieunterricht hat sich in den vergangenen Jahren substantiell verbessert (Stäudel et al., 2014), dennoch ist noch mehr möglich. Der Beitrag hat gezeigt, dass eine stärkere Einbindung von Übungsphasen in Einzel- und Partnerarbeit stärkere Aktivierung der Schülerinnen und Schüler verspricht gegenüber dem fragend-entwickelnden Unterricht. Durch häufigere Einzelarbeitsphasen, in denen – wie gezeigt – dieselben Aspekte und Schritte wie im Gespräch aufgegriffen werden können, würde diesen Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben in ihrem eigenen Tempo zu lernen. Dabei sind Beiträge wie sie durch individuelle Lernzeiten und den Einsatz von Lösungsbeispielen erreicht werden könnten (Koenen & Emden, i. V.) noch nicht berücksichtigt.

Zugegeben: Der Zeitaufwand für eine Aufgaben-orientierte Unterrichtsdramaturgie ist gegenüber einem traditionellen Vorgehen gesteigert. Deswegen müssen vielleicht auch nicht 50 % der Unterrichtszeit als Übungszeit erreicht werden wie Aufsnaiter und Aufsnaiter (2001) fordern, doch es sollte auch nicht bei 6 % bleiben (Pöpping & Melle, 2001). Denn durch den gesteigerten Zeitaufwand steigert man die Wahrscheinlichkeit mehr Schülerinnen und Schüler zu erreichen und für die Chemie interessieren zu können. Eine Mischform der beiden hier dargestellten Unterrichtsdramaturgien, bei der Übungsphasen zum Teil(!) in das Gespräch integriert werden, könnte dabei einen gangbaren Kompromiss darstellen.

Literatur

- Agel, C., Beese, M. & Krämer, S. (2012). Naturwissenschaftliche Sprachförderung: Ergebnisse einer empirischen Studie. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU)*, 65 (1), 36–44.
- Anus, S. & Melle, I. (2014). Evaluation individueller Förderung im Chemieunterricht – Adaptivität von Lerninhalten an das Vorwissen von Lernenden. In S. Bernholt (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht*. (S. 234–236). Kiel: IPN.
- Arbeitsstab Forum Bildung. (2001). *Empfehlungen des Forum Bildung*. Verfügbar unter: https://www.bmbf.de/pub/011128_Langfassung_Forum_Bildung.pdf
- Arnold, K.-H. & Richert, P. (2008). Unterricht und Förderung: Die Perspektive der Didaktik. In K.-H. Arnold, O. Graumann & A. Rakhkockhine (Hrsg.), *Pädagogik. Handbuch Förderung*. (S. 26–35). Weinheim, Basel: Beltz & Gelberg.
- Aufschnaiter, C. von & Aufschnaiter, S. von. (2001). Eine neue Aufgabenkultur für den Physikunterricht. Was fachdidaktische Lernprozess-Forschung zur Entwicklung von Aufgaben beitragen kann. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU)*, 54 (7), 409–416.
- Barke, H.-D. & Harsch, G. (2011). *Chemiedidaktik kompakt: Lernprozesse in Theorie und Praxis*. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Baumert, J., Brunner, M., Lüdtke, O. & Trautwein, U. (2007). Was messen internationale Schulleistungstudien? – Resultate kumulativer Wissenserwerbsprozesse: Eine Antwort auf Heiner Rindermann. *Psychologische Rundschau*, 58 (2), 118–145.
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W. et al. (Hrsg.). (2001). *PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske + Budrich.
- Baur, R. S., Goggin, M. & Wrede-Jackes, J. (2013). *Der C-Test: Einsatzmöglichkeiten im Bereich DaZ*. Essen: Universität Duisburg-Essen. Verfügbar unter: https://www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz/c_test_einsatzmoeglichkeiten_daz.pdf [31.7.2014].
- Behrens, U. (2008). Förderung: Die Perspektive der Anthropologie. In K.-H. Arnold, O. Graumann & A. Rakhkockhine (Hrsg.), *Pädagogik. Handbuch Förderung*. (S. 45–53). Weinheim, Basel: Beltz & Gelberg.
- Bernholt, S., Fischer, I., Heuer, S., Taskin, V., Martens, J. & Parchmann, I. (2012). Die chemische Formelsprache – (un-)vermeidbare Hürden auf dem Weg zu einer Verständnissentwicklung? *Chemkon*, 19 (4), 171–178.
- Blaes, C., Anus, S., Kallweit, I., Naeve S. & Melle, I. (2012). Individuelle Förderung im Chemieunterricht. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU)*, 65 (5), 293–300.
- Bohl, T. (2009). Schülerselbstbewertung. In I. Kunze & C. Solzbacher (Hrsg.), *Individuelle Förderung in der Sekundarstufe I und II* (S. 159–164). Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren.
- Bohl, T., Kohler, B. & Kucharz, D. (2013). Offener Unterricht: Theorie, Empirie und praktische Konsequenzen. In L. Haag, S. Rahm, H. J. Apel & W. Sacher (Hrsg.), *Studienbuch Schulpädagogik* (S. 281–303). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Büchter, A. & Leuders, T. (2006). Was ist eine gute Aufgabe?: Das kommt darauf an! *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule*, 55 (8), 9–15.
- Bühner, M. (2011). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*. München: Pearson Studium.
- Brüning, L. & Saum, T. (2009). *Erfolgreich Unterrichten durch Kooperatives Lernen. Strategien zur Schüleraktivierung Band 1*. Essen: NDS-Verlag.
- Busch, H. B. (2012). *Möglichkeiten der Diagnostik und Förderung fachsprachlicher Kompetenzen im Chemieunterricht*. Berlin: uni-edition.

- Carnevale, C. & Wojnesitz, A. (2014). *Sprachsensibler Fachunterricht in der Sekundarstufe: Grundlagen, Methoden, Praxisbeispiele*. Praxisreihe: Bd. 23. Graz: Österreichisches Sprachen-Kompetenz-Zentrum. Verfügbar unter: http://www.oesz.at/sprachsensiblerunterricht/UPLOAD/Praxisreihe_23web.pdf.
- Chen, P. P. (2003). Exploring the accuracy and predictability of the self-efficacy beliefs of seventh-grade mathematics students. *Learning and Individual differences*, 14, 79–92.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39 (2), 223–238.
- Deutscher Bildungsrat. (1970). *Strukturplan für das Bildungswesen: Empfehlungen der Bildungskommission*. Stuttgart: Klett.
- Duit, R. (1991). On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*, 75 (6), 649–672.
- Echevarria, J. (2010). The Role of Professional Development in Helping English Learners with Disabilities Achieve High Standards. In C. J. Casteel & K. Gebbie Ballantyne (Hrsg.), *Professional Development in Action. Improving Teaching for English Learners* (S. 59–61). Washington D.C.: National Clearing House for English Language Acquisition.
- Emden, M. (i. V.). Hilfekarten als Lernimpulse. Praxisbände zum Ganz-In-Projekt.
- Emden, M. & Koenen, J. (i. V.). Fördern im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung. Experimentieren im Inquiry Ansatz. Praxisbände zum Ganz-In-Projekt.
- Ferber, N., Emden, M. & Sumfleth, E. (2015). Ein Testinstrument zur Erfassung von Kompetenzzentwicklung im Fach Chemie für die Sekundarstufe I. In H. Wendt & W. Bos (Hrsg.), *Auf dem Weg zum Ganztagsgymnasium. Erste Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitforschung zum Projekt Ganz In* (S. 531–532). Münster u. a.: Waxmann.
- Franz, S. (1982). *Entwicklung der Selbsteinschätzung bei Schülern, untersucht am Lehr- und Kollektivverhalten in 5., 7. und 9. Klassen*. Berlin: Volk und Wissen.
- Gentner, D. & Markman, A. B. (1997). Structure Mapping in Analogy and Similarity. *American Psychologist*, 52 (1), 45–56.
- Glynn, S. M. (2008). Making Science Concepts Meaningful to Students: Teaching with Analogies. In S. Mikelskis-Seifert, U. Ringelband & M. Brückmann (Hrsg.), *Four Decades of Research in Science Education. From Curriculum Development to Quality Improvement* (S. 113–125). Münster: Waxmann.
- Grotjohann, R. (2002). Konstruktion und Einsatz von C-Tests: Ein Leitfaden für die Praxis. In R. Grotjohann (Hrsg.), *Der C-Test. Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung* (Bd. 4, S. 211–225). Bochum: AKS-Verlag.
- Hänze, M., Hesse, S., Stäudel, L., Vogt, H. & Wodzinski, R. (2004). Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. *Lernchancen*, 42, 38–43.
- Heller, K. A., Langfeldt, H.-P., Peez, H., Rüdiger, D., Schwarzer, C., Schwarzer, R. et al. (1985). *Analyse von Schulleistungsschwierigkeiten*. Tübingen: Deutsches Institut für Fernstudien an der Universität Tübingen. Verfügbar unter: <http://epub.ub.uni-muenchen.de/2407/1/2407.pdf>.
- Heuer, S. & Parchmann, I. (2008). SO_2 oder F_2SO_2 : Wie Sechstklässler die chemische Formelsprache interpretieren. *Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie*, 19 (106/107), 20–24.
- Horstkemper, M. (2006). Fördern heißt diagnostizieren: Pädagogische Diagnostik als wichtige Voraussetzung für individuellen Lernerfolg. In G. Becker, M. Horstkemper, E. Risse, L. Stäudel, R. Werning & F. Winter (Hrsg.), *Diagnostizieren und Fördern. Friedrich Jahresheft XXIV* (S. 4–7). Seelze: Friedrich.
- Horton, C. (2004). *Student Alternative Conceptions in Chemistry*. Verfügbar unter: <http://www.daisley.net/hellevator/misconceptions/misconceptions.pdf>.
- Hübinger, R., Emden, M. & Sumfleth, E. (2009). „Mein Körper und ich auf Weltreise“ & „Wasser – die vielen Gesichter eines Stoffes“. *Materialien für den naturwissenschaftlichen Unterricht für die Klassen 5/6*. Berlin: Schering Stiftung.

- Kallweit, I. (2015). *Effektivität des Einsatzes von Selbsteinschätzungsbögen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. Individuelle Förderung durch selbstreguliertes Lernen*. Berlin: Logos.
- Kallweit, I. & Melle, I. (2014). Effektivität des Einsatzes von Selbsteinschätzungsbögen – Individuelle Förderung durch selbstreguliertes Lernen. In S. Bernholt (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht* (S. 228–230). Kiel: IPN.
- Kauertz, A., Fischer, H. E., Mayer, J., Sumfleth, E. & Walpuski, M. (2010). Standardbezogene Kompetenzmodellierung in den Naturwissenschaften der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 135–153.
- Kienast, S. (1999). *Schwierigkeiten von Schülern bei der Anwendung der Gleichgewichtsvorstellung in der Chemie. Eine empirische Untersuchung über Schülervorstellungen*. Aachen: Shaker Verlag.
- Kieren, C. (2008). *Chemiehausaufgaben in der Sekundarstufe I des Gymnasiums: Fragebogengenerhebung zur gegenwärtigen Praxis und Entwicklung eines optimierten Hausaufgabenbedesigns im Themenbereich Säure-Base*. Berlin: Logos.
- Koenen, J. & Emden, M. (i V.). *Entwicklung von Lösungsbeispielen*. Praxisbände zum Ganz-In-Projekt.
- Kleinknecht, M., Bohl, T., Maier, U. & Metz, K. (Hrsg.). (2013). *Lern- und Leistungsaufgaben im Unterricht. Fächerübergreifende Kriterien zur Auswahl und Analyse*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Kliemann, S. (2008). *Diagnostizieren und Fördern in der Sekundarstufe I. Schülerkompetenzen erkennen, unterstützen und aufbauen*. Berlin: Cornelsen Verlag.
- Krumm, B., Zimmerer, E. & Kremer, M. (2008). *Diagnostizieren und Fördern im Chemieunterricht*. Broschüre der Fachgruppe Chemieunterricht der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh): Frankfurt am Main. Verfügbar unter: <https://www.gdch.de/ausbildung-karriere/schule-studium-aus-und-fortbildung/downloads.html>.
- Kunze, I. (2009). Begründungen und Problembereiche individueller Förderung in der Schule. Vorüberlegungen zu einer empirischen Untersuchung. In I. Kunze & C. Solzbacher (Hrsg.), *Individuelle Förderung in der Sekundarstufe I und II* (S. 13–26). Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren.
- Landeskompetenzzentrum für Individuelle Förderung. (2014). *Gütesiegel Individuelle Förderung*. Verfügbar unter: <https://www.lif-nrw.de/forschung-und-entwicklung/diagnostische-instrumente/guetaesiegel>.
- Leisen, J. (2012). *Methoden-Werkzeuge*. Altenkirchen. Verfügbar unter: http://www.zweigstelle.studienseminar-koblenz.de/medien/wahlmodule_unterlagen/2012/408/Methoden-Werkzeuge%28PPT%29.pdf.
- Leisen, J. (2013). *Handbuch Sprachförderung im Fach*. Stuttgart: Klett Sprachen.
- Merzyn, G. (2008). Sprache und Chemie lernen. *Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie*, 19 (106/107), 94–97.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2014). *Zukunftsschulen NRW – Netzwerk Lernkultur Individuelle Förderung*. Verfügbar unter: <https://www.zukunftsschulen-nrw.de>.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). (2008). *Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen: Chemie*. Frechen: Ritterbach.
- Özcan, N. (2013). *Zum Einfluss der Fachsprache auf die Leistung im Fach Chemie: Eine Förderstudie zur Fachsprache im Chemieunterricht*. Berlin: Logos.
- Pöpping, W. & Melle, I. (2001). Üben im Chemieunterricht: Eine Analyse von Unterrichtsbeobachtungen. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU)*, 54 (7), 417–419.
- Rincke, K. (2010). Alltagssprache, Fachsprache und ihre besonderen Bedeutungen für das Lernen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 235–260.

- Rindermann, H. (2006). Was messen internationale Schulleistungsstudien?: Schulleistungen, Schülerfähigkeiten, kognitive Fähigkeiten, Wissen oder allgemeine Intelligenz? *Psychologische Rundschau*, 57 (2), 69–86.
- Schecker, H. & Parchmann, I. (2006). Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 45–66.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK]. (2005). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand.
- Short, D. J. & Echevarria, J. (1999). *The Sheltered Instruction Observation Protocol: A Tool for Teacher-Researcher Collaboration and Professional Development* (Center for Research on Education, Diversity & Excellence, Hrsg.). Berkeley, CA: UC Berkeley. Verfügbar unter: <https://escholarship.org/uc/item/8s59w1jc>.
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München. (2014). *Individuelle Förderung*. Verfügbar unter: <https://www.isb.bayern.de/schulartuebergreifendes/paedagogik-didaktik-methodik/individuelle-foerderung/> oder www.foerdern-individuell.de
- Stäudel, L., Tepner, O. & Rehm, M. (2014). Mit Aufgaben lernen. *Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie*, 25 (142), 2–9.
- Stäudel, L. & Wodzinski, R. (2008). Aufgaben als Katalysatoren im Lernprozess am Beispiel Naturwissenschaften. In J. Thonhauser (Hrsg.), *Aufgaben als Katalysatoren von Lernprozessen. Eine zentrale Komponente organisierten Lehrens und Lernens aus der Sicht von Lernforschung, Allgemeiner Didaktik und Fachdidaktik* (S. 183–196). Münster u. a.: Waxmann.
- Stief, K. (2013). *Selbstregulationsprozesse und Hausaufgabenmotivation im Chemieunterricht*. Berlin: Logos.
- Sumfleth, E., Emden, M. & Özcan, N. (2013). Kommunikative Standardsituationen: Förderung fachsprachlicher Kompetenzen im Chemieunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie*, 24 (138), 30–35.
- Sumfleth, E., Kieren, C. & Ackeren, I. van. (2011). Hausaufgabenpraxis im Gymnasium: Empirische Befunde am Beispiel eines ‚Nebenfachs‘. *Die Deutsche Schule*, 103 (3), 252–267.
- Sumfleth, E. & Kleine, E. (1999). Analogien im Chemieunterricht: eine Fallstudie am Beispiel des „Balls der einsamen Herzen“. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 5 (3), 39–56.
- Sumfleth, E. & Nicolai, N. (2008). Hausaufgaben: Allgemeines und Spezifisches im Blick auf die Naturwissenschaften. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU)*, 61 (4), 195–199.
- Sumfleth, E. & Nicolai, N. (2009). Kooperative Hausaufgaben im Chemieunterricht: Ergebnisse einer Videostudie. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU)*, 62 (1), 46–54.
- Tepner, O. (2008). *Effektivität von Aufgaben im Chemieunterricht der Sekundarstufe I*. Berlin: Logos.
- Tepner, O., Roeder, B. & Melle, I. (2010). Effektivität von Aufgaben im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 209–233.
- Trautwein, U., Lüdtke, O., Schnyder, I. & Niggli, A. (2006). Predicting homework effort: Support for a domain-specific, multilevel homework model. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 438–456.
- Wagener, U. (2014). Schüler setzen sich Ziele: Selbstreguliertes Lernen und Förderung. In T. Bohl, A. Feindt, B. Lütje-Klose, M. Trautmann & B. Wischer (Hrsg.), *Fördern. Friedrich Jahresheft XXXII* (S. 109–111). Seelze: Friedrich.
- Winne, P. H. & Jamieson-Noel, D. (2002). Exploring students' calibration of self reports about study tactics and achievement. *Contemporary Educational Psychology*, 27, 551–572.

- Wischer, B. (2007). Heterogenität als komplexe Anforderung an das Lehrerhandeln. In S. Boller, E. Rosowski & T. Stroot (Hrsg.), *Heterogenität in Schule und Unterricht. Handlungsansätze zum pädagogischen Umgang mit Vielfalt* (S. 31–41). Weinheim: Beltz.
- Wodzinski, C. T. (2006). Lerndiagnose und Leistungsbeurteilung – Perspektiven aus Theorie und Forschung. *Piko-Brief* No. 9.

Anhang

Multiple-Choice-Items zur Diagnose im Bereich Atombau

**Kreuze die richtige Aussage bzw. Antwort an. Es ist jeweils nur eine Lösung¹ richtig.
Viel Erfolg!!!**

Allen Atomen ist gemeinsam, dass sie ...

- ☐ die gleichen Eigenschaften wie dasjenige Element besitzen.
- ☐ wie harte Kugeln sind.
- ☐ nicht teilbar sind.
- ☐ unterschiedliche Farben besitzen.
- ☐ ihre Eigenschaften je nach Aggregatzustand ändern.

Die Atomkerne bestehen aus ...

- ☐ Elektronen und Protonen.
- ☐ Neutronen und Protonen.
- ☐ Neutronen und Elektronen.
- ☐ Neutronen.
- ☐ Nukleonen und Elektronen.

Welche Aussage ist richtig?

- ☐ Protonen sind negativ geladen.
- ☐ Neutronen sind negativ geladen.
- ☐ Protonen und Elektronen haben die gleiche Ladung.
- ☐ Protonen sind nicht geladen.
- ☐ Protonen sind positiv geladen.

Das Symbol $^{35}_{17}\text{Cl}$ sagt aus, dass das Chlor-Atom ...

- ☐ 17 Neutronen besitzt.
- ☐ 35 Elektronen besitzt.
- ☐ 52 u wiegt.
- ☐ 35 Nukleonen besitzt.
- ☐ 35 Neutronen besitzt.

Aus welchen Teilchen bestehen Atomkerne?

- ☐ Kationen und Anionen
- ☐ Elektronen und Neutronen
- ☐ Neutronen und Protonen
- ☐ Kationen und Neutronen
- ☐ Elektronen und Protonen

Was schwirrt in der Atomhülle herum?

- ☐ Protonen
- ☐ Elektronen
- ☐ Neutronen
- ☐ Goldteilchen
- ☐ α -Teilchen

Wie viele Schalen hat ein Sauerstoff-Atom nach dem Bohr'schen Atommodell?

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 6
- ☐ 8
- ☐ 16

¹ Die hier abgedruckten Items entsprechen den Arbeitsergebnissen aus den Ganz-In-Arbeitstreffen. Die Items sind ausschließlich hinsichtlich Orthographie und Layout nachbearbeitet worden. Ähnliche Items sind bewusst nicht getilgt worden, um die Variationsbreite bei den Falschantworten zu zeigen (Anm. d. Hrsg.).

Wie viele Schalen existieren nach dem Bohr'schen Atommodell maximal?

- ☐ Immer 7
- ☐ Abhängig vom Element
- ☐ Immer 8
- ☐ Abhängig von der Anzahl der Protonen
- ☐ Abhängig von der Anzahl der Elektronen

Welche Teilchen befinden sich in der Atomhülle?

- ☐ Protonen
- ☐ Neutronen und Protonen
- ☐ Elektronen und Protonen
- ☐ Elektronen
- ☐ Neutronen

Welche Teilchen befinden sich im Atomkern?

- ☐ Neutronen und Protonen
- ☐ Elektronen
- ☐ Elektronen und Protonen
- ☐ Neutronen
- ☐ Neutronen und Elektronen

Alle Atome eines Elementes sind wie folgt aufgebaut:

- ☐ Im Kern befinden sich Protonen und Elektronen, in der Hülle Neutronen.
- ☐ Im Kern befinden sich Protonen, in der Hülle Elektronen und Neutronen.
- ☐ Im Kern befinden sich Protonen und Neutronen, in der Hülle Elektronen.
- ☐ Im Kern befinden sich Neutronen, in der Hülle Protonen und Elektronen.
- ☐ Im Kern befinden sich Elektronen und Neutronen, in der Hülle Protonen.

Bestimme die Anzahl der Elementarteilchen im Aluminiumatom ($^{27}_{13}\text{Al}$).

- ☐ 13 Elektronen, 27 Protonen, 14 Neutronen
- ☐ 27 Elektronen, 27 Protonen, 13 Neutronen
- ☐ 13 Elektronen, 14 Protonen, 14 Neutronen
- ☐ 13 Elektronen, 13 Protonen, 14 Neutronen
- ☐ 14 Elektronen, 13 Protonen, 14 Neutronen

Magnesium ($^{24}_{12}\text{Mg}$) befindet sich im PSE in der 2. Hauptgruppe und in der 3. Periode. Daraus lässt sich schließen, dass ...

- ☐ es aus 2 Schalen und 12 Außenelektronen aufgebaut ist.
- ☐ es aus 3 Schalen und 2 Außenelektronen aufgebaut ist.
- ☐ es aus 3 Schalen und 3 Außenelektronen aufgebaut ist.
- ☐ es aus 2 Schalen und 12 Außenelektronen aufgebaut ist.
- ☐ es aus 2 Schalen und 3 Außenelektronen aufgebaut ist.

Die Ordnungszahl bei einem Atom gibt an:

- ☐ Anzahl von Elektronen bzw. Neutronen.
- ☐ Summe von Protonen und Neutronen.
- ☐ Anzahl von Neutronen bzw. Protonen.
- ☐ Anzahl von Elektronen bzw. Protonen.
- ☐ Summe von Elektronen und Protonen.

Wodurch unterscheiden sich die Atome einzelner Elemente?

- ☐ Durch die Farbe und die Masse
- ☐ Durch die Masse und die Größe
- ☐ Durch die Masse und die Dichte
- ☐ Durch die Größe und die Dichte
- ☐ Durch die Größe und die Farbe

Ein Atom ist immer ...

- ☐ radioaktiv.
- ☐ magnetisch.
- ☐ positiv geladen.
- ☐ elektrisch neutral.
- ☐ hart.

Das Wasserstoffatom ist ...

- ☐ rot.
- ☐ weiß.
- ☐ farblos.
- ☐ grün.
- ☐ schwarz.

Elektronen sind ...

- ☐ fast so schnell wie das Licht.
- ☐ haben im Atom einen festen Platz.
- ☐ kreisen auf festen Bahnen um den Atomkern.
- ☐ haben verschiedene Energieniveaus.
- ☐ gefährlich.

Atome bestehen aus ...

- ☐ Schalen.
- ☐ Kern und Hülle.
- ☐ elektrischen Ladungen.
- ☐ radioaktiven Teilchen.
- ☐ Quarks, Higgs-Teilchen und Positronen.

In Atomen gibt es ...

- ☐ immer genau so viele Elektronen wie Protonen.
- ☐ immer genau so viele Neutronen wie Elektronen.
- ☐ immer genau so viele Protonen wie Neutronen.
- ☐ immer unterschiedlich viele Protonen und Neutronen.
- ☐ immer unterschiedlich viele Protonen und Elektronen.

Atome verschiedener Elemente unterscheiden sich ...

- ☐ in der Form.
- ☐ in der Farbe.
- ☐ in der Masse.
- ☐ in der Größe.
- ☐ im Geruch.

Wenn Atome verschiedener Elemente miteinander reagieren ...

- ☐ entstehen neue Atome.
- ☐ werden sie zerstört.
- ☐ mischen sie sich.
- ☐ verschmelzen sie miteinander.
- ☐ werden die Atome umgruppiert.

Die Masse eines Atoms ergibt sich aus der ...

- ☐ Zahl der Protonen und Elektronen.
- ☐ Zahl der Neutronen.
- ☐ Zahl der Neutronen und Protonen.
- ☐ Zahl der Protonen.
- ☐ Zahl der Elektronen.

Ein Atom wird gebildet aus folgenden Bereichen:

- ☐ Atompunkt und Atomwolke
- ☐ Atomzentrum und Atomumgebung
- ☐ Atomkern und Elektronenhülle
- ☐ Atommitte und Elektronenrand
- ☐ Elektronenkern und Atomhülle

Welche Teilchen sind geladen?

- ☐ Protonen und Elektronen
- ☐ Neutronen und Protonen
- ☐ Neutronen und Elektronen
- ☐ Positronen und Neutronen
- ☐ Neutrinos und Elektronen

Folgende Teilchen sind i. d. R. hauptsächlich für die Atommasse verantwortlich.

- ☐ Neutrinos und Elektronen
- ☐ Neutronen und Protonen
- ☐ Protonen und Elektronen
- ☐ Positronen und Elektronen
- ☐ Elektronen und Neutronen

In der Atomhülle befinden sich:

- ☐ Protonen
- ☐ Neutrinos
- ☐ Elektronen
- ☐ Positronen
- ☐ Neutronen

Im Atomkern gibt es folgende Teilchen:

- ☐ Elektronen und Protonen
- ☐ Neutronen und Elektronen
- ☐ Protonen und Neutronen
- ☐ Positronen und Neutronen
- ☐ Neutrinos und Positronen

Die Elektronen befinden sich in der Atomhülle ...

- ☐ auf Bahnen/Schalen.
- ☐ in Wolken.
- ☐ in Wellen.
- ☐ auf Linien.
- ☐ in Sechsecken.

Eine voll besetzte Außenschale besitzt wie viele Elektronen?

- ☐ 2 oder 6
- ☐ 4 oder 8
- ☐ 2 oder 8
- ☐ 4 oder 6
- ☐ 6 oder 8

Die Ordnungszahl gibt die Anzahl der ... an.

- ☐ Elektronen
- ☐ Positronen
- ☐ Protonen
- ☐ Neutronen
- ☐ Neutrinos

Die Atommasse ergibt sich aus:

- ☐ Der Summe der Massen von Elektronen und Protonen.
- ☐ Der Summe der Massen von Neutronen und Protonen.
- ☐ Der Differenz der Massen von Protonen und Elektronen.
- ☐ Der Differenz der Massen von Protonen und Neutronen.
- ☐ Der Summe der Ladungen von Neutronen und Protonen.

Worin unterscheidet sich die Atommodellvorstellung von Niels Bohr von Ernest Rutherford?

- ☐ Protonen befinden sich im Kern, in der Kernhülle.
- ☐ Elektronen bewegen sich um den Kern, in der Elektronenhülle
- ☐ Elektronen bewegen sich auf Kreisbahnen, den Elektronenschalen.
- ☐ Nahezu die gesamte Masse des Atoms befindet sich im Kern.
- ☐ Die Elektronenhülle ist fast masselos.

Diese Sachverhalte kann das Bohr'sche Atommodell nicht erklären

- ☐ Aufnahme von Licht
- ☐ Abgabe von Licht
- ☐ Stabilität von Atomen
- ☐ Die Ordnung im PSE
- ☐ Die räumliche Anordnung von Atomen in Molekülen

Ein Atom besteht aus ...

- ☐ Neutronen und Protonen.
- ☐ Protonen und Elektronen.
- ☐ Neutronen und Elektronen.
- ☐ Neutronen, Elektronen und Protonen.
- ☐ Neutronen, Elektronen und Photonen.

Das Kern-Hülle- Modell besagt, dass ...

- ☐ sich die positiv geladenen Elektronen im Kern befinden.
- ☐ sich die positiven Neutronen in der Hülle aufhalten.
- ☐ sich die negativ geladenen Elektronen in der Hülle aufhalten.
- ☐ sich die positiv geladenen Elektronen in der Hülle aufhalten.
- ☐ sich die positiv geladenen Neutronen im Kern befinden.

Die Masse des Atoms wird ausgemacht durch ...

- ☐ die Anzahl der Elektronen und Neutronen.
- ☐ die Anzahl der Protonen und Neutronen.
- ☐ die Anzahl der Protonen und Elektronen.
- ☐ die Anzahl der Protonen, Elektronen und Neutronen.
- ☐ die Anzahl der Schalen in der Hülle.

Aluminium (Al) ist ein häufig verwendetes Metall. Das Atom setzt sich aus ...

- ☐ 13 Protonen, 12 Elektronen und 21 Neutronen zusammen.
- ☐ 13 Protonen, 12 Elektronen und 15 Neutronen zusammen.
- ☐ 14 Protonen, 12 Elektronen und 14 Neutronen zusammen.
- ☐ 12 Protonen, 11 Elektronen und 12 Neutronen zusammen.
- ☐ 13 Protonen, 13 Elektronen und 14 Neutronen zusammen.

Massen- und Ordnungszahl, Bsp.: $^{23}_{11}\text{Na}$

- ☐ Natrium besteht aus 23 Neutronen
- ☐ Natrium besteht aus 11 Protonen
- ☐ Natrium besteht aus 12 Elektronen
- ☐ Natrium besteht aus 23 Protonen
- ☐ Natrium besteht aus 23 Elektronen

Woraus ist der Atomkern aufgebaut?

- ☐ Aus Elektronen und Protonen
- ☐ Aus Neutronen und Elektronen
- ☐ Aus Protonen und Neutronen
- ☐ Aus Positronen und Neutronen
- ☐ Aus Elektronen

Welche Bestandteile befinden sich in der Atomhülle?

- ☐ Elektronen
- ☐ Positronen
- ☐ Neutronen
- ☐ Protonen
- ☐ Nichts

Wie ist das Größenverhältnis zwischen Kern und Hülle?

- ☐ Im Verhältnis Eigelb zu Eiweiß
- ☐ Im Verhältnis Stecknadelkopf zu Fußballfeld
- ☐ Im Verhältnis Apfelkern zu Apfel
- ☐ Im Verhältnis Erde zu Sonne
- ☐ Im Verhältnis Tischtennisball zu Petziball

Wodurch entsteht die Ladung von Ionen?

- ☐ Durch Ladungsdifferenz von Neutronen und Elektronen
- ☐ Durch die Ladungsdifferenz von Protonen und Neutronen
- ☐ Durch die Ladungsdifferenz von Protonen und Elektronen
- ☐ Durch die Ladungsdifferenz von Positronen und Neutronen
- ☐ Durch die Ladungsdifferenz von Positronen und Elektronen

Welche Elementarteilchen bestimmen die Masse eines Atoms?

- ☐ Protonen und Elektronen
- ☐ Neutronen
- ☐ Protonen und Neutronen
- ☐ nur die Elektronen
- ☐ Protonen

Multiple-Choice-Items zur Diagnose im Bereich chemische Reaktion

Kreuze die richtige Aussage bzw. Antwort an. Es ist jeweils nur eine Lösung² richtig. Viel Erfolg!!!

Bei exothermen Reaktionen.....

- ☐ wird Energie immer in Form von Licht und Wärme frei.
- ☐ wird Energie immer in Form von Licht oder Wärme frei.
- ☐ wird Energie immer in Form von Licht frei.
- ☐ wird Energie immer in Form von Wärme frei.
- ☐ wird Energie immer in Form einer Explosion frei.

Bei endothermen Reaktion.....

- ☐ kann man eine Temperaturerhöhung beobachten.
- ☐ kann man eine Temperaturerniedrigung beobachten.
- ☐ kann man keine Temperaturänderung beobachten.
- ☐ kann man keine Vorhersage über die Temperaturänderung treffen.
- ☐ kann man eine Vorhersage über das Ausmaß der Temperaturerhöhung treffen.

Welche der folgenden Aussagen ist falsch?

- ☐ Bei einer chemischen Reaktion ändern sich die Stoffeigenschaften.
- ☐ Bei einer chemischen Reaktion findet eine Energieänderung statt.
- ☐ Bei einer chemischen Reaktion ordnen sich die Atome neu an.
- ☐ Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Atome mit neuen Eigenschaften.
- ☐ Bei einer chemischen Reaktion ändert sich die Art und Anzahl der Atome nicht.

Was passiert bei der Elektrolyse von einer Zinkbromidlösung?

- ☐ Brom wandert zur Kathode.
- ☐ Die Elektronen wandern durch die Lösung zu den Ionen.
- ☐ Die Zinkbromidlösung verschwindet und es bleibt Zinkbromidfeststoff übrig.
- ☐ An den Elektroden scheidet sich Zink ab und es entsteht Brom.
- ☐ Die Zinkbromidlösung verschwindet, weil sie sich zersetzt.

Was passiert mit einem Eisennagel in einer Kupfersulfatlösung?

- ☐ Der Eisennagel rostet, da man sehen kann, dass er braun wird.
- ☐ Der Nagel nimmt die Kupfersulfatlösung auf, die blaue Farbe verschwindet.
- ☐ Der Eisennagel bleibt wie er ist, die Lösung zersetzt sich.
- ☐ Der Eisennagel wandelt sich nach und nach in einen Kupfernagel um.
- ☐ Der Eisennagel lagert elementares Kupfer an, die blaue Farbe verschwindet.

Bei einer chemischen Reaktion

- ☐ ändert sich der Aggregatzustand von Edukten und Produkten.
- ☐ vermischen sich Produkte und Edukte miteinander.
- ☐ verändern sich die Eigenschaften der Edukte irreversibel.
- ☐ unterscheiden sich die Eigenschaften der Edukte und Produkte.
- ☐ löst sich ein Stoff in dem anderen.

Aktivierungsenergie ist die Energie, die

- ☐ bei einer chemischen Reaktion insgesamt freigesetzt wird.
- ☐ bei einer chemischen Reaktion ständig zugeführt wird.
- ☐ bei einer chemischen Reaktion einmalig zugeführt wird.
- ☐ bei endothermen Reaktionen einmalig zugeführt wird.
- ☐ bei exothermen Reaktionen ständig zugeführt wird.

² Die hier abgedruckten Items entsprechen den Arbeitsergebnissen aus den Ganz-In-Arbeitstreffen. Die Items sind ausschließlich hinsichtlich Orthographie und Layout nachbearbeitet worden (Anm. d. Hrsg.).

Beispiele für chemische Reaktionen sind:

- ☐ Das Auswalzen von Eisen zu Eisenblech.
- ☐ Das Lösen von Salz in Wasser.
- ☐ Das Brennen einer Kerze.
- ☐ Das Schmelzen von Eis zu Wasser.
- ☐ Das Vermischen von Eisen und Schwefel.

Beim Verbrennen von 3 g Aluminium an der Luft entsteht Aluminiumoxid.

- ☐ Aluminium und Luft reagieren zu 3 g Aluminiumoxid.
- ☐ Aluminium und Luft reagieren im Verhältnis 1:1 miteinander.
- ☐ Aluminium und Luft reagieren zu weniger als 3 g Aluminiumoxid.
- ☐ Aluminium und Luft reagieren zu mehr als 3 g Aluminiumoxid.
- ☐ Aluminium und Luft reagieren in unbekanntem Verhältnis miteinander.

Chemische Reaktionen lassen sich mit Reaktionsgleichungen beschreiben. Folgende Reaktionsgleichung ist richtig:

- ☐ $2 \text{Na} + 2 \text{Cl} \rightarrow 2 \text{NaCl}$
- ☐ $3 \text{Mg} + 2 \text{O} \rightarrow \text{MgO}$
- ☐ $\text{Li} + \text{N} \rightarrow \text{LiN}_3$
- ☐ $\text{Br}_2 + \text{Ca} \rightarrow \text{CaBr}_2$
- ☐ $\text{O}_3 + \text{K} \rightarrow 3 \text{OK}$

Wodurch ist eine exotherme Reaktion gekennzeichnet?

- ☐ Es gibt eine Feuererscheinung.
- ☐ Die Reaktion läuft freiwillig ab.
- ☐ Es wird Wärme frei.
- ☐ Die Reaktion läuft sehr schnell ab.
- ☐ Es wird Sauerstoff benötigt.

Was geschieht bei einer chemischen Reaktion auf der Teilchenebene?

- ☐ Die Atome der Ausgangsstoffe werden miteinander vermischt.
- ☐ Es werden neue Atome gebildet.
- ☐ Die Atome werden zu neuen Verbindungen umgeordnet.
- ☐ Aus den Atomen von Elementen entstehen Verbindungen.
- ☐ Die Atome verschmelzen miteinander.

Ein geschlossenes Gefäß mit Sauerstoff und Magnesium wiegt 213 g.

- ☐ Nach dem Zünden des Magnesiums wird das Gefäß schwerer, da sich Magnesium mit Sauerstoff verbindet.
- ☐ Nach dem Zünden des Magnesiums wird das Gefäß leichter, da das Magnesium verbraucht wird.
- ☐ Nach dem Zünden des Magnesiums wiegt das Gefäß genau 213 g, da das Gefäß geschlossen ist.
- ☐ Nach dem Zünden des Magnesiums wird das Gefäß leichter, da gasförmige Produkte entstehen.
- ☐ Nach dem Zünden des Magnesiums wiegt das Gefäß genau 213 g, da das Magnesium verdampft.

7 g Eisen reagieren mit 4 g Schwefel zu Eisensulfid. Stelle die Reaktionsgleichung auf:

- ☐ $7 \text{Fe(s)} + 4 \text{S(s)} \rightarrow \text{Fe}_7 \text{S}_4 \text{(s)}$
- ☐ $\text{Fe(s)} + \text{S(s)} \rightarrow \text{FeS(s)}$
- ☐ $7 \text{Fe(s)} + 4 \text{S(s)} \rightarrow 11 \text{FeS(s)}$
- ☐ $\text{Fe(s)} + \text{S(s)} \rightarrow 2 \text{FeS(s)}$
- ☐ $4 \text{Fe(s)} + 7 \text{S(s)} \rightarrow \text{Fe}_7 \text{S}_4 \text{(s)}$

Bei welchem Vorgang handelt es sich um eine chemische Reaktion?

- ☐ Auflösen eines Zuckerwürfels in Wasser
- ☐ Zerreiben eines Zuckerwürfels
- ☐ Verbrennen eines Zuckerwürfels
- ☐ Vermischen von Zucker- mit Salzkristallen
- ☐ Eindampfen von einer Zuckerlösung

Aluminium und Sauerstoff reagieren zu Aluminiumoxid (Al_2O_3). Kreuze die richtige Reaktionsgleichung an

- ☐ $4 \text{ Al} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ Al}_2\text{O}_3$
- ☐ $2 \text{ Al} + 3 \text{ O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
- ☐ $2 \text{ Al} + \text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
- ☐ $1 \text{ Al}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
- ☐ $2 \text{ Al}_2 + 2 \text{ O}_3 \rightarrow 2 \text{ Al}_2\text{O}_3$

Was haben alle Säuren gemeinsam, wenn sie nur mit Wasser reagieren?

- ☐ Es werden H^+ abspalten.
- ☐ Sie bilden positiv geladene Säurerestionen.
- ☐ Es werden Wasserstoffatome abgespalten.
- ☐ Wasser und Säure fusionieren zu einem neuen Stoff.
- ☐ Sie färben den Universalindikator grün, wenn sie mit Wasser reagieren.

Wenn Salzsäure (HCl) mit Magnesiumhydroxid [$\text{Mg}(\text{OH})_2$] reagiert, bildet sich ...

- ☐ nur Wasser
- ☐ nur MgCl
- ☐ Magnesiumsäure
- ☐ Wasser und Magnesiumchlorid
- ☐ Salz und Wasserstoff

Ergänze die Reaktionsgleichung: $2 \text{ HCl} + \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow$

- ☐ $\text{H}_2\text{O} + \text{MgCl}$
- ☐ $2 \text{ H}_2\text{O} + \text{MgCl}$
- ☐ $2 \text{ H}_2\text{O} + \text{MgCl}_2$
- ☐ $\text{H}_2\text{O} + \text{MgCl}_2$
- ☐ $\text{MgCl} + \text{H}_2\text{O}_2$

Bei einer Neutralisationsreaktion reagieren stets ...

- ☐ Wasser und Protonen miteinander
- ☐ Säurerestionen mit Hydroxidionen
- ☐ Wasser und Wasserstoffionen miteinander
- ☐ Wasserstoffionen und Hydroxidionen
- ☐ Basen mit Hydroxidionen

Nach der Neutralisation von Salzsäure mit Natronlauge liegt der pH-Wert bei

- ☐ 5
- ☐ 8
- ☐ 10
- ☐ 7
- ☐ 4

Nach der Neutralisation von Salzsäure mit Natronlauge ...

- ☐ liegt der pH-Wert im Säuren
- ☐ liegt der pH-Wert im Alkalischen
- ☐ liegt der pH-Wert im Basischen
- ☐ ist der pH-Wert mal so mal so
- ☐ liegen gleich viele Wasserstoffionen und gleich viele Hydroxidionen in der Lösung vor

Ergänze die Reaktionsgleichung: Schwefelsäure (H_2SO_4) + $\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow$

- ☐ $\text{H}_2\text{O} + \text{MgSO}_4$
- ☐ $2 \text{ H}_2\text{O} + \text{MgSO}_4$
- ☐ $2 \text{ H}_2\text{O} + \text{Mg}_2\text{SO}_4$
- ☐ $2 \text{ H}_2\text{O} + \text{Mg}_2\text{SO}_3$
- ☐ $\text{H}_2\text{O} + 2 \text{ MgSO}_4$

Ergänze die Reaktionsgleichung: Phosphorsäure $2 \text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow$

- ☐ $\text{H}_2\text{O} + \text{Mg}_2(\text{PO}_4)_2$
- ☐ $3 \text{H}_2\text{O} + \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$
- ☐ $2 \text{H}_2\text{O} + \text{Mg}_2(\text{PO}_4)_2$
- ☐ $4 \text{H}_2\text{O} + \text{Mg}(\text{PO}_4)_2$
- ☐ $6 \text{H}_2\text{O} + \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$

Die Reaktionsgleichung für die Verbrennung von Methan an der Luft lautet:

- ☐ $\text{CH}_4 + 3 \text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- ☐ $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- ☐ $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- ☐ $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2$
- ☐ $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{C} + 2 \text{H}_2\text{O}$

Entscheide, ob eine chemische Reaktion stattfindet, wenn

- ☐ Sirup zu Wasser gegeben wird.
- ☐ Eis zu Wasser gegeben wird.
- ☐ Zucker in Wasser gegeben wird.
- ☐ Brausepulver in Wasser gegeben wird.
- ☐ Tinte in Wasser gegeben wird.

Für die Reaktion „Verbrennung von Magnesium an der Luft“ gilt folgendes Reaktionsschema

- ☐ Magnesium + Luft $\rightarrow$ Magnesiumoxid
- ☐ Magnesium + Sauerstoff = Magnesiumoxid
- ☐ Magnesium + Stickstoff $\rightarrow$ Magnesiumoxid
- ☐ Magnesium + Sauerstoff $\rightarrow$ Magnesiumoxid
- ☐ Magnesium + Luft = Magnesiumoxid

Welche Aussage trifft für eine chemische Reaktion zu?

- ☐ Bei chemischen Reaktionen kommt es immer zur Wärmeentwicklung.
- ☐ Bei chemischen Reaktion haben die Produkte ähnliche Stoffeigenschaften wie die Edukte.
- ☐ Bei chemischen Reaktionen ist die Masse der Produkte immer gleich der Masse der Edukte.
- ☐ Bei chemischen Reaktionen bilden sich immer Moleküle.
- ☐ Bei chemischen Reaktionen wird Energie benötigt.

Gib an, bei welchen alltäglichen Vorgängen eine chemische Reaktion stattfindet.

- ☐ Beim Kochen von Tee
- ☐ Beim Backen eines Kuchens
- ☐ Beim Schmelzen von Eis
- ☐ Beim Verdünnen von Fruchtsaft mit Wasser
- ☐ Beim Auflösen von Zucker in Wasser

Eisen reagiert mit Luftsauerstoff und Wasserdampf zu Rost. Wie verändert sich das Gewicht des Eisens beim Rosten, wenn alles Eisen zu Rost reagiert hat? (nachher)

- ☐ Das Gewicht nimmt zu, weil sich die Eisenteilchen mit den Gasteilchen zu dem neuen Reaktionsprodukt (Rostteilchen) verbinden.
- ☐ Das Gewicht nimmt zu, weil sich der Rost am Eisen anlagert.
- ☐ Das Gewicht nimmt ab, weil der Rost das Metall auffrisst.
- ☐ Das Gewicht nimmt ab, weil Rost porös und damit leichter ist als Eisen.
- ☐ Das Gewicht bleibt gleich, weil das Gesetz der Erhaltung der Masse gilt.

Selbsteinschätzungsbogen ‚Atombau‘ und ‚chemische Reaktion‘

Selbsteinschätzungsbogen ³ Thema: Atombau und chemische Reaktion				
Ich kann ...	Das kann ich	Da bin ich mir fast sicher	Da bin ich mir unsicher	Das kann ich noch nicht
... die verschiedenen Aggregatzustände mithilfe des Teilchenmodells erklären.	☐	☐	☐	☐
... die einzelnen Bausteine eines Atoms benennen.	☐	☐	☐	☐
... ein Atom, das als Elementsymbol dargestellt ist, im Schalenmodell zeichnen (bis Ca).	☐	☐	☐	☐
... Ordnungsprinzipien des PSE erläutern.	☐	☐	☐	☐
... den Rutherford'schen Streuversuch beschreiben.	☐	☐	☐	☐
... die Unterschiede zwischen dem einfachen Teilchenmodell und dem Kern-Hülle-Modell aufzeigen.	☐	☐	☐	☐
... die Massen- und Ladungsunterschiede zwischen den einzelnen Atombausteinen benennen.	☐	☐	☐	☐
... am Beispiel des Symbols $^{35}_{17}\text{Cl}$ die Anzahl der p^+ , n^0 , e^- ermitteln.	☐	☐	☐	☐
... den Aufbau verschiedener Atome erklären und die verschiedenen Teilchen mit Fachausdrücken benennen.	☐	☐	☐	☐
... für jedes Hauptgruppenelement die Anzahl der Protonen, Elektronen und Neutronen angeben.	☐	☐	☐	☐
... für jedes Hauptgruppenelement ein Atomschalenmodell skizzieren.	☐	☐	☐	☐
... für jedes Hauptgruppenelement die maximale Anzahl der Elektronen pro Schale angeben.	☐	☐	☐	☐
... für jedes Hauptgruppenelement die Anzahl der Valenzelektronen angeben.	☐	☐	☐	☐
... aufgrund der Position im PSE für jedes Hauptgruppenelement die Anzahl der Schalen bestimmen.	☐	☐	☐	☐
... Kriterien für das Vorhandensein einer chemischen Reaktion nennen.	☐	☐	☐	☐
... aufgrund der Position im PSE für jedes Hauptgruppenelement die Anzahl der Valenzelektronen bestimmen.	☐	☐	☐	☐
... anhand eines Beispiels den Begriff ‚Isotop‘ mit Fachbegriffen erklären.	☐	☐	☐	☐

³ Die hier abgedruckten Items entsprechen den Arbeitsergebnissen aus den Ganz-In-Arbeitstreffen. Die Items sind ausschließlich hinsichtlich Orthographie und Layout nachbearbeitet und um Dopplungen bereinigt worden (Anm. d. Hrsg.).

Ich kann ...	Das kann ich	Da bin ich mir fast sicher	Da bin ich mir unsicher	Das kann ich noch nicht
... erklären, warum die Änderung eines Aggregatzustands keine chemische Reaktion beinhaltet.	☐	☐	☐	☐
... den Unterschied zwischen einer Wortgleichung und einer Symbolgleichung nennen.	☐	☐	☐	☐
... die Wortgleichung zu einer chemischen Reaktion formulieren.	☐	☐	☐	☐
... eine Symbolgleichung für eine vorgegebene Wortgleichung formulieren.	☐	☐	☐	☐
... den Unterschied zwischen einer Synthese und einer Analyse erklären.	☐	☐	☐	☐
... bei einer chemischen Reaktion zwischen Edukten und Produkten unterscheiden.	☐	☐	☐	☐
... die Fachbegriffe ‚endotherm‘ und ‚exotherm‘ erläutern.	☐	☐	☐	☐
... ein Experiment planen, mit dem ich nachweisen kann, ob es sich bei einer bestimmten Reaktion um eine endotherme oder eine exotherme Reaktion handelt.	☐	☐	☐	☐
... eine chemische Reaktion anhand eines Modells beschreiben.	☐	☐	☐	☐
... eine chemische Reaktion als Teilchenmodell skizzieren/darstellen.	☐	☐	☐	☐
... mindestens drei Beispiele für chemische Reaktionen nennen.	☐	☐	☐	☐
... die Schlussfolgerungen aus dem Streuversuch von Rutherford wiedergeben.	☐	☐	☐	☐
... den Aufbau des PSE erklären.	☐	☐	☐	☐
... mit Hilfe des PSE den Atomaufbau erklären.	☐	☐	☐	☐
... das Bohr'sche Atommodell (Kugelzonenmodell) erklären.	☐	☐	☐	☐
... die Atommasse berechnen.	☐	☐	☐	☐
... die Ordnungszahl aus dem Atombau ableiten.	☐	☐	☐	☐
... die Bildung von Ionen erklären.	☐	☐	☐	☐
... das Schalenmodell für einzelne Atome zeichnen.	☐	☐	☐	☐

Ich kann ...	Das kann ich	Da bin ich mir fast sicher	Da bin ich mir unsicher	Das kann ich noch nicht
... aus dem PSE ablesen, aus welchen Elementarteilchen ein Atom aufgebaut ist.	☐	☐	☐	☐
... die Edelgasregel erklären.	☐	☐	☐	☐
... die Fachbegriffe für den Energieumsatz bei chemischen Reaktionen anwenden.	☐	☐	☐	☐
... das Gesetz der Erhaltung der Masse erklären und anwenden.	☐	☐	☐	☐
... das Gesetz der konstanten Proportionen erklären und anwenden.	☐	☐	☐	☐
... definieren, was ein Element ist.	☐	☐	☐	☐
... den Begriff ‚Verbindung‘ mit Hilfe des Dalton’schen Atommodells erklären.	☐	☐	☐	☐
... das Dalton’sche Atommodell erklären und kenne seine Einschränkungen.	☐	☐	☐	☐
... den Begriff ‚Ionisierungsenergie‘ definieren.	☐	☐	☐	☐
... chemische Reaktionen im richtigen Stoffmengenverhältnis aufstellen.	☐	☐	☐	☐
... die Elementarteilchen eines Atoms nennen.	☐	☐	☐	☐
... mit Hilfe des Periodensystems die Verteilung der Elektronen auf die verschiedenen Energieniveaus benennen.	☐	☐	☐	☐
... erklären, warum die zweite Ionisierungsenergie wesentlich höher ist als die erste.	☐	☐	☐	☐
... die Ionenbildung mit Hilfe der Edelgasregel erklären.	☐	☐	☐	☐
... erklären, warum im Periodensystem die Atommassen häufig ungerade Werte haben.	☐	☐	☐	☐
... aufgrund der Stellung im Periodensystem die Anzahl der Außenelektronen eines Elementes angeben.	☐	☐	☐	☐
... die Hauptgruppen benennen.	☐	☐	☐	☐
... erklären, warum Stoffe zu Hauptgruppen zusammengefasst werden.	☐	☐	☐	☐
... erklären, warum Wasserstoff molekular vorliegen kann.	☐	☐	☐	☐

Ich kann ...	Das kann ich	Da bin ich mir fast sicher	Da bin ich mir unsicher	Das kann ich noch nicht
... erklären, warum Edelgase so reaktionsträge sind.	☐	☐	☐	☐
... aus dem Periodensystem ableiten, wie viele Bindungen ein Element eingehen kann.	☐	☐	☐	☐
... den Begriff Elektronegativität definieren.	☐	☐	☐	☐
... die Elektronegativität von Stoffen mit Hilfe des Periodensystems vergleichen.	☐	☐	☐	☐
... entscheiden, ob eine Verbindung von zwei Elementen eine Molekül- oder Ionenverbindung ist.	☐	☐	☐	☐
... Ionen in Kationen und Anion aufteilen.	☐	☐	☐	☐
... das Schalenmodell von Magnesium zeichnen.	☐	☐	☐	☐
... ein Wortschema aufstellen.	☐	☐	☐	☐
... für eine beliebige Verbrennung die Reaktionsgleichung aufstellen.	☐	☐	☐	☐
... Elektronen nach Perioden und Gruppen systematisch verteilen	☐	☐	☐	☐
... die Masse einer Verbindung ausrechnen	☐	☐	☐	☐
... eine Reaktionsgleichung in Formelschreibweise erstellen.	☐	☐	☐	☐
... Verbindungen durch eine Symbolschreibweise beschreiben.	☐	☐	☐	☐
... die Neigung eines Elements zur Elektronenaufnahme bzw. Abgabe mit Hilfe des PSE abschätzen.	☐	☐	☐	☐
... die Elektronegativität eines Atoms anhand des PSE tendenziell vorhersagen.	☐	☐	☐	☐
... den Begriff ‚Edelgaskonfiguration‘ erläutern.	☐	☐	☐	☐
... die Zusammensetzung von Verbindungen mit Hilfe der Oktettregel vorhersagen.	☐	☐	☐	☐
... die Massenverhältnisse der Edukte anhand der Reaktionsgleichung berechnen.	☐	☐	☐	☐

Ich kann ...	Das kann ich	Da bin ich mir fast sicher	Da bin ich mir unsicher	Das kann ich noch nicht
... eine chemische Reaktion mit einer Reaktionsgleichung beschreiben.	☐	☐	☐	☐
... den Reaktionsverlauf endothermer Reaktionen im Energieschema darstellen.	☐	☐	☐	☐
... den Reaktionsverlauf exothermer Reaktionen im Energieschema darstellen.	☐	☐	☐	☐
... erläutern, woran man eine chemische Reaktion erkennt.	☐	☐	☐	☐
... erklären, wieso es sich bei der NaCl-Synthese um eine Redoxreaktion handelt.	☐	☐	☐	☐
... erklären was eine Oxidation ist.	☐	☐	☐	☐
... die Reaktionsgleichung der Natriumchloridsynthese aus den Elementen aufstellen.	☐	☐	☐	☐
... die Ionenbindung erklären.	☐	☐	☐	☐
... die Elektronenpaarbindung erklären.	☐	☐	☐	☐
... den Unterschied zwischen einer Ionen- und einer Metallbindung erklären.	☐	☐	☐	☐
Ich weiß, dass Stoffe bei chemischen Reaktionen in bestimmten Verhältnissen miteinander reagieren.	☐	☐	☐	☐
Ich weiß, dass sich bei einer chemischen Reaktion neue Stoffe mit neuen Eigenschaften bilden.	☐	☐	☐	☐
Ich weiß, dass bei einer Reaktion von Metallen mit Schwefel Metallsulfide entstehen.	☐	☐	☐	☐
Ich weiß, dass bei einer Reaktion von Metallen mit Sauerstoff Metalloxide entstehen.	☐	☐	☐	☐
Ich kenne die Bereiche, aus denen ein Atom aufgebaut ist.	☐	☐	☐	☐
Ich kenne die Teilchen in der Atomhülle und ihre Ladung.	☐	☐	☐	☐
Ich kenne die Teilchen im Atomkern und ihre Ladung.	☐	☐	☐	☐
Ich weiß, wie viele Elektronen in die jeweiligen Schalen passen.	☐	☐	☐	☐
Ich weiß, welche Schalen es in der Atomhülle gibt.	☐	☐	☐	☐

Ich kenne die Oktettregel und ihre Ausnahme.	☐	☐	☐	☐
Ich kenne die Eigenschaften (Masse und Ladung) der Atombausteine.	☐	☐	☐	☐
Ich kenne die Besetzungsregeln für das Schalenmodell.	☐	☐	☐	☐
Ich kenne die Oktettregel.	☐	☐	☐	☐
Ich kenne den Unterschied zwischen Atomen und Ionen.	☐	☐	☐	☐
Ich weiß, wie sich die Ionisierungsenergie innerhalb der Perioden und Gruppen verändert.	☐	☐	☐	☐
Ich weiß, was Isotope sind.	☐	☐	☐	☐
Ich kenne den Zusammenhang zwischen der Anzahl an Außenelektronen und der Stellung im PSE.	☐	☐	☐	☐
Ich verstehe den Unterschied zwischen Modell und Wirklichkeit.	☐	☐	☐	☐
Ich weiß, was man unter exothermen und endothermen Reaktionen versteht.	☐	☐	☐	☐
Ich kenne die Bedeutung der Ordnungszahl.	☐	☐	☐	☐

Umklapptests, 'Atombau' und 'chemische Reaktion'

Umklapptest zum Thema Atombau am Beispiel Chlor ⁴ $^{35,5}_{17}\text{Cl}$			
Chlor besitzt 17 Elektronen und 50 % der Chloratome besitzen 18 Neutronen.	☐		☐
Chlor besitzt 18,5 Neutronen und 17 Elektronen.	☐		☐
Chlor besitzt auf der zweiten Schale 8 Elektronen.	☐		☐
Chlor besitzt drei Schalen.	☐		☐
Chlor besitzt sieben Schalen.	☐		☐
Chlor besitzt sieben Außenelektronen.	☐		☐

Umklapptest zum Thema Atombau am Beispiel Aluminium $^{27}_{13}\text{Al}$			
Aluminium besitzt 13 Elektronen und 13 Neutronen.	☐		☐
Aluminium besitzt 13 Außenelektronen.	☐		☐
Aluminium besitzt 14 Neutronen im Kern.	☐		☐
Aluminium ist in der dritten Hauptgruppe.	☐		☐
Aluminium besitzt drei Außenelektronen.	☐		☐
Aluminium hat in der zweiten Schale 8 Elektronen.	☐		☐

⁴ Die hier abgedruckten Items entsprechen den Arbeitsergebnissen aus den Ganz-In-Arbeitstreffen. Die Items sind ausschließlich hinsichtlich Orthographie und Layout nachbearbeitet und um Dopplungen bereinigt worden (Anm. d. Hrsg.).

Umklapptest zum Thema: Atombau

Elektronen, Protonen und Neutronen haben die gleiche Masse.	☐		☐
Die Masse des Atoms wird hauptsächlich durch die Protonen bestimmt.	☐		☐
Als chemisches Element bezeichnet man die Gesamtheit aller Atome mit der gleichen Protonenzahl.	☐		☐
Als chemisches Element bezeichnet man die Gesamtheit aller Atome mit der gleichen Elektronenzahl.	☐		☐
Positive Ionen entstehen durch die Aufnahme eines Elektrons.	☐		☐
Durch die Ionisierungsenergie können verschiedene Energieniveaus der Elektronen erklärt werden.	☐		☐
Alle Elektronen verteilen sich gleichmäßig in der Hülle.	☐		☐
Die Kräfte, die innerhalb eines Atoms wirken, sind konstant.	☐		☐
An der Nummer der Hauptgruppe lässt sich die Anzahl der Valenzelektronen erkennen.	☐		☐
An der Nummer der Periode lässt dich die Anzahl der Schalen erkennen.	☐		☐
Nach John Dalton ist das Atom das kleinste Teilchen des Elements.	☐		☐
Nach John Dalton haben alle Elementatome die gleiche Größe und Masse.	☐		☐
Die Masse eines Elementatoms setzt sich zusammen aus der Masse der Elektronen und Protonen eines Elementatoms.	☐		☐
Ernest Rutherford hat durch seinen Goldfolienversuch bewiesen, dass Atome aus einem Kern und einer Hülle bestehen.	☐		☐
Über das Atommodell von Dalton können die Grundgesetze der Chemie (Gesetz von Erhaltung der Masse; Gesetz von den konstanten Massenverhältnisse) erklärt werden.	☐		☐
Niels Bohr entwickelte das Kern-Hülle-Modell weiter, indem er die Hülle eines Atoms in einzelne Schalen unterteilte.	☐		☐
Laut der Oktettregel haben alle Elementatome in der äußersten Schale acht Außenelektronen.	☐		☐
Im Kern eines Atoms befinden sich Protonen und Neutronen, in der Hülle Elektronen.	☐		☐

Die Ordnungszahl eines Elementes gibt die Summe der Elektronen und Protonen in einem Atom an.	☐		☐
Aluminium ($^{27}_{13}\text{Al}$) ist aufgebaut aus 27 Elektronen, 27 Protonen und 13 Neutronen.	☐		☐
Magnesium befindet sich im PSE in der 2. Hauptgruppe und besitzt damit zwei Schalen.	☐		☐
Halogene kommen in der Natur als Molekül vor.	☐		☐
Die Anzahl der Neutronen eines Atoms wird berechnet, indem die Differenz zwischen Atommasse und Ordnungszahl bestimmt wird.	☐		☐
Elektronen, Protonen und Neutronen haben die gleiche Masse.	☐		☐
Die Masse des Atoms wird hauptsächlich durch die Protonen bestimmt.	☐		☐
Als chemisches Element bezeichnet man die Gesamtheit aller Atome mit der gleichen Elektronenzahl.	☐		☐
Positive Ionen entstehen durch die Aufnahme eines Elektrons.	☐		☐
Durch die Ionisierungsenergie können verschiedene Energieniveaus der Elektronen erklärt werden.	☐		☐

Umklapptest zum Thema: Redoxreaktionen

Eine Lösung aus Zinkbromid enthält Zink und Brom.	☐		☐
Zink und Brom sind in der Lösung so nicht mehr vorhanden.	☐		☐
Magnesium verbrennt an der Luft und verschwindet.	☐		☐
Magnesiumoxid besteht aus Ionen.	☐		☐
Sauerstoff wird immer oxidiert.	☐		☐
Bei der Elektrolyse von Wasser entsteht Wasserdampf.	☐		☐
Im Wasser ist Wasserstoff und Sauerstoff enthalten.	☐		☐
Metall und Säuren reagieren zu Wasser und Metallsalz.	☐		☐
Salz geht beim Lösen keine Redoxreaktion ein.	☐		☐

C-Tests zu den Bereichen ‚Stoffgemische‘ und ‚Trennverfahren‘ (aus Özcan, 2013)

Datum:	C-Tests zur Fachsprache	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Stoffgemische

Nur wenige im Haushalt verwendete Stoffe, zum Beispiel Zucker, bestehen aus nur einem Stoff. Die meisten in der Küche verwendeten Stoffe wie Backpulver, Milch und Schokolade sind keine _____stoffe, sondern _____sche. Man kann sie in Reinstoffe trennen. Bei den Gemischen unterscheidet man _____ogene und _____gene Gemische. In heterogenen Gemischen kann man die einzelnen Bestandteile erkennen, z. B. sieht man in der Milch kleine auf dem _____ser schwimmende Fetttröpfchen. Uneinheitliche, heterogene Gemische aus festen _____ffen werden als _____enge bezeichnet. Sind feste Stoffe in Wasser aufgeschlämmt, spricht man von einer _____nsion. Verrührt man ein Gemisch aus Öl und Wasser, verteilt sich das Öl in feinen Tröpfchen fein im Wasser. Es bildet sich eine _____sion. Unter Rauch versteht man ein Gemisch von Feststoffpartikeln und einem _____as. Oft sind auch gleichzeitig feste und flüssige Bestandteile in einem Gas fein verteilt. Dann spricht man von einem _____osol. Homogene Gemische, die aus zwei oder mehreren Flüssigkeiten bestehen, werden als _____ngen bezeichnet. Das bekannteste _____misch ist die _____ft, in der neben _____stoff und _____stoff auch andere Gase enthalten sind. Gemische, die man durch das Zusammenschmelzen verschiedener _____alle erhält, bezeichnet man als _____rungen. Dabei handelt es sich oft um homogene _____fgemische. Besonders bekannt ist _____sing. Diese Legierung besteht aus Kupfer und Zink.

Trennverfahren

Die einzelnen Bestandteile von Gemischen unterscheiden sich in ihren Stoffeigenschaften. Diese Unterschiede nutzt man für _____rfahren von _____mischen. Eine _____ension lässt sich durch _____ntation trennen. Besitzt der _____stoff eine größere _____chte, so setzt er sich am Boden ab und lässt sich durch _____ugieren und _____tieren trennen. Aus einem _____misch oder einer Lösung lassen sich Stoffe durch _____ption abtrennen. Um aus einer Suspension Feststoffe abzutrennen, wendet man häufig die _____ation an. Die Feststoffe werden auf dem _____papier als _____rückstand zurückgehalten, die Flüssigkeit läuft als _____trat durch. Um den gelösten Feststoff zurückzugewinnen, wendet man das _____mpfen an. Möchte man zwei oder mehrere Flüssigkeiten zurückgewinnen, verwendet man eine _____lation. Das Prinzip der Destillation beruht auf den unterschiedlichen Siedetemperaturen der beteiligten _____gkeiten. Die Bestandteile eines Gemisches lösen sich oft unterschiedlich gut in einem Lösemittel. Dadurch kann man gezielt Stoffe aus einem Gemisch herauslösen. Diese Verfahren bezeichnet man als _____ktion. Will man einen Stoff aus einer Lösung extrahieren, benutzt man als _____onsmittel ein zweites Lösemittel, das sich nicht mit dem ersten mischt. Zur Extraktion schüttet man die beiden Flüssigkeiten in einen _____trichter. Dann lässt man die untere Flüssigkeit vorsichtig ablaufen. So nutzt man beim Trennverfahren die unterschiedlichen Eigenschaften der Stoffe.

Sprachsensible Unterrichtsmaterialien ‚Stoffgemische‘ und ‚Trennverfahren‘

Datum:	Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

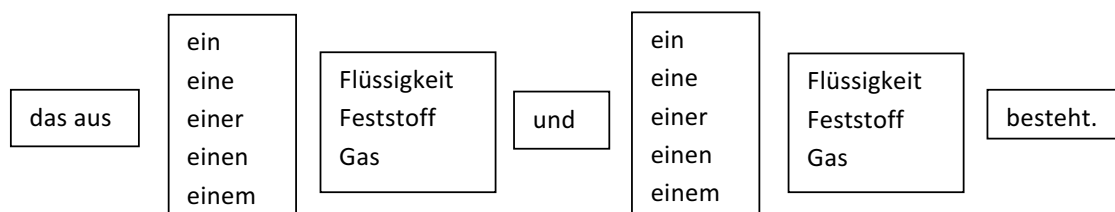
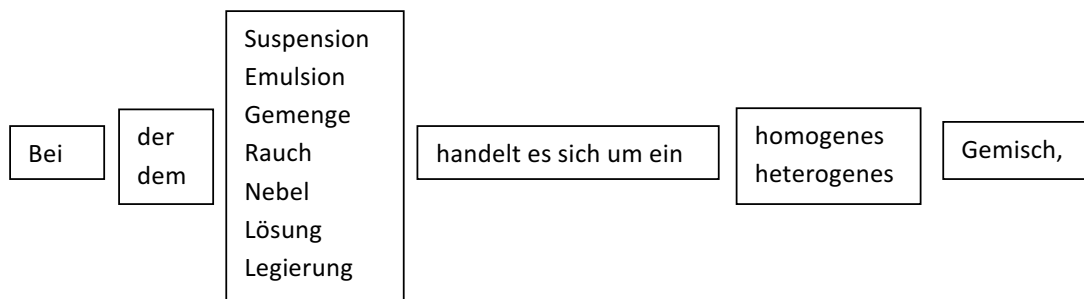
Wortliste:

- | | |
|---------------|----------------|
| -s Gemenge | -r Nebel |
| -e Suspension | -s Gemisch |
| -e Emulsion | -e Flüssigkeit |
| - r Rauch | -r Feststoff |
| - e Lösung | -s Gas |
| - e Legierung | |

Aufgabe:

Bilde Sätze mit den Satzmustern.

Satzmuster:



Datum:	Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Aufgaben:

1. Was ist an dem Text aus einem Bio-Buch falsch? Korrigiert die Aussage!
2. Beschreibt die Situation mit einem Diagramm!

Dialog:

A: Na, wie war das Wochenende? Ihr wolltet doch angeln, stimmt's?

B: Ja, aber wir haben nichts gefangen, es gab mehr tote als lebende Fische im See!

A: Wie kann so was passieren? Ist der See mit Chemikalien vergiftet?

B: Nein, unser Bio-Lehrer meint, die Hitze führt zu Sauerstoffmangel und dann ersticken sie. Im Biologiebuch habe ich nachgesehen, da steht: „Je nach Temperatur ändert sich der Sauerstoffgehalt des Wassers“ und bei hohen Wassertemperaturen kann der Sauerstoffgehalt so klein sein, dass die Fische sterben.

A: Das ist aber komisch! In Chemie haben wir erst letzte Woche gelernt, dass das Massenverhältnis Sauerstoff zu Wasserstoff im Wasser immer gleich ist! Das kann doch nicht von der Temperatur abhängen!

B: Stimmt!

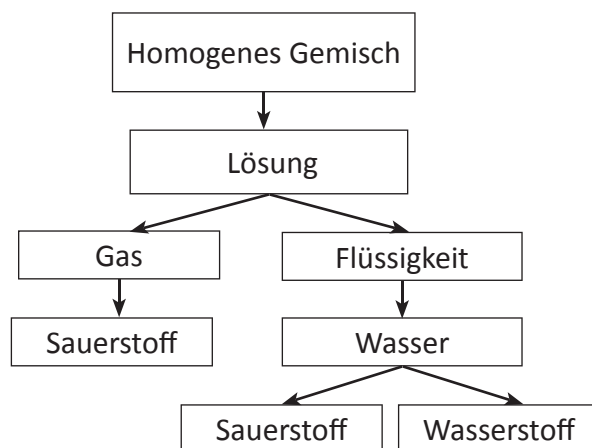
A: O.K., aber dann ist der Satz im Bio-Buch falsch oder sehr ungenau? Was meinst du?

B: Fest steht, die Fische nehmen auf jeden Fall Sauerstoff über die Kiemen auf.

A: Aber in welcher Form nehmen sie den Sauerstoff auf?

B: Ich denke, sie nehmen den Sauerstoff auf, der im Wasser gelöst ist, nicht den Sauerstoff, aus dem das Wasser besteht.

A: Ja, aber dann ist der Satz im Biologiebuch aus chemischer Sicht sehr ungenau...



Datum:	Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

1. Fülle die Tabelle zunächst allein aus.
2. Fasse für jeden Stoff die Tabelle in Sätzen zusammen.
3. Arbeite danach mit deinem Partner schriftlich eine gemeinsame Lösung aus.
4. Schließlich werden die Lösungen vorgestellt.

	Bestandteile		Aggregatzustände der Bestandteile		Reinstoff oder homogenes Gemisch/ heterogenes Gemisch	Gemischtyp
Orangensaft						
Sprudel						
Messing						
Gold						
Milch						

Datum:	Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Aufgaben:

1. Fülle die Lücken im Text aus. Nutze die Wortliste.
2. Schreibe den Text in dein Heft.

Wortliste:

-r Reinstoff	-e Emulsion
-r Aggregatzustand	-r Rauch
- heterogen	-s Gas
- homogen	-r Nebel
-s Gemenge	-e Legierung
-e Suspension	-e Lösung

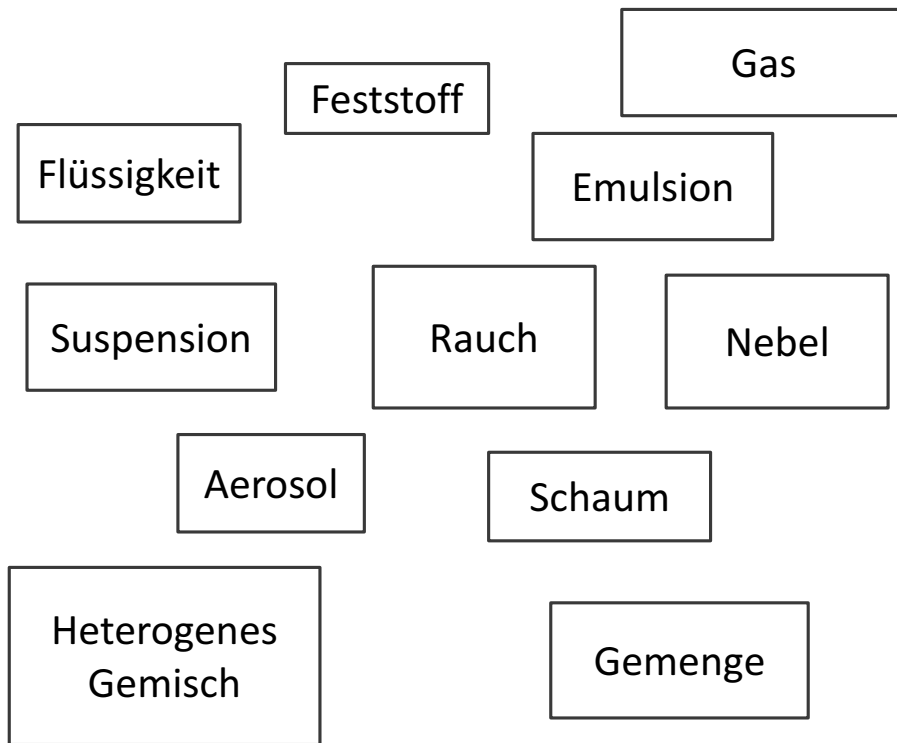
Text:

Gemische bestehen aus mehreren _____. Je nach _____ der beteiligten Reinstoffe verwendet man unterschiedliche Bezeichnungen für die entstehenden Gemische. Es gibt _____ und _____ Gemische.

Uneinheitliche Gemische aus festen Stoffen werden als _____ bezeichnet. Wenn feste Stoffe in Wasser aufgeschlämmt sind, spricht man von einer _____. Die Gemische, die zum Beispiel aus Wasser und Öl bestehen, nennt man _____. Unter _____ versteht man ein Gemisch von Feststoffpartikeln und einem _____. Während es sich beim _____ feinste Flüssigkeitströpfchen in einem Gas verteilen.

Wenn zwei oder mehrere Gase in einem Gemisch beteiligt sind, handelt es sich um ein homogenes Gemisch. Gemische, die man durch Zusammenschmelzen verschiedener Metalle wie z. B. Bronze und Stahl erhält, bezeichnet man als _____. Alle anderen homogenen Gemische werden als _____ bezeichnet.

Datum:	Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:



Aufgabe:

Gruppenarbeit (in Zweiergruppen)

1. Ordnet die Begriffe auf einem Plakatpapier zu einem Netz. Jeder Begriff kann mehrmals benutzt werden, wenn es nötig ist.
2. Zeichnet Pfeile zwischen den Begriffen, die zusammengehören.
3. Schreibt eine kurze Erklärung an die Pfeile.
4. Präsentiert euer Begriffsnetz der Klasse.

Regel: Jeder muss dabei sprechen.

Datum:	Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Aufgabe:

Löse das Worträtsel.

- 1) Ein heterogenes Gemisch, das aus einem Feststoff und aus einer Flüssigkeit besteht.
- 2) Ein heterogenes Gemisch, das aus in einer Flüssigkeit oder in einem Feststoff verteiltem Gas besteht.
- 3) Ein homogenes Gemisch, das aus zwei Flüssigkeiten oder aus einem Feststoff und einer Flüssigkeit besteht.
- 4) Ein heterogenes Gemisch, das aus in einem Gas verteilter Flüssigkeit oder einem Feststoff besteht.
- 5) Ein heterogenes Gemisch, das in einem Gas verteilte feinste Flüssigkeitströpfchen besteht.

Lösung:

1	S	U	S	P	E	N	S	I	O	N	
					M						
2	S	C	H	A	U	M					
				3	L	O	E	S	U	N	G
4	A	E	R	O	S	O	L				
					I						
					O						
				5	N	E	B	E	L		

Datum:	Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Schüler A

Schüler A stellt die erste Frage auf seinem Arbeitsblatt. Schüler B muss diese beantworten. Schüler A kontrolliert die Antwort mit Hilfe der unter (oder neben) seiner Frage stehenden Lösung und korrigiert sie gegebenenfalls.

Dann nennt Schüler B eine Frage von seinem Arbeitsblatt. Diese muss Schüler A nun beantworten, wobei B die Antwort kontrolliert (und ggf. korrigiert).

Schüler A und Schüler B stellen sich abwechselnd gegenseitig die Fragen von ihren Arbeitsblättern, bis alles bearbeitet ist.

Wenn eine Antwort falsch ist, wird die Frage noch einmal wiederholt als Signal an den Partner, dass ein Fehler enthalten ist. Der Partner erhält die Möglichkeit zur Korrektur.

Schüler A	Schüler B
Was ist ein Reinstoff? Was ist ein Gemisch? <i>Antwort: Reinstoffe sind Stoffe wie Zucker oder Salz. Gemische sind Stoffe, die aus mehreren Reinstoffen bestehen wie z. B. Schokolade.</i>	Die Antwort lautet ...
Was ist ein homogenes Gemisch? <i>Antwort: Bei den homogenen Gemischen kann man die Bestandteile selbst mit dem Mikroskop nicht mehr unterscheiden.</i>	Homogene Gemische sind ...
Was ist ein Gemenge? <i>Antwort: Uneinheitliche Gemische aus festen Stoffen werden als Gemenge bezeichnet.</i>	Ein Gemenge ist ...
Was ist eine Emulsion? <i>Antwort: Emulsionen sind ebenfalls heterogene Gemische und bestehen aus zwei Flüssigkeiten.</i>	Eine Emulsion ist ...
Was ist eine Legierung? Kannst du ein Beispiel für Legierungen nennen? <i>Antwort: Legierungen sind die Gemische, die man durch das Zusammenschmelzen verschiedener Metalle erhält. Man kann als Beispiel das Messing nennen: Messing ist eine Zink/Kupfer-Legierung.</i>	Eine Legierung ist ...
Kannst du für die Lösungen ein Beispiel nennen? <i>Antwort: Zuckerwasser, Salzwasser, Alkohol-Wasser ...</i>	Die Antwort lautet ...

Datum:	Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Schüler B

Schüler A stellt die erste Frage auf seinem Arbeitsblatt. Schüler B muss diese beantworten. Schüler A kontrolliert die Antwort mit Hilfe der unter (oder neben) seiner Frage stehenden Lösung und korrigiert sie gegebenenfalls.

Dann nennt Schüler B eine Frage von seinem Arbeitsblatt. Diese muss Schüler A nun beantworten, wobei B die Antwort kontrolliert (und ggf. korrigiert).

Schüler A und Schüler B stellen sich abwechselnd gegenseitig die Fragen von ihren Arbeitsblättern, bis alles bearbeitet ist.

Wenn eine Antwort falsch ist, wird die Frage noch einmal wiederholt als Signal an den Partner, dass ein Fehler enthalten ist. Der Partner erhält die Möglichkeit zur Korrektur.

Schüler A	Schüler B
Heterogene Gemische sind ...	Was ist ein heterogenes Gemisch? <i>Antwort: Heterogene Gemische sind Gemische, bei denen man die Bestandteile mit bloßem Auge oder mit einem Mikroskop erkennen kann.</i>
Für heterogene Gemische	Kannst du jeweils ein Beispiel für homogene und ein Beispiel für heterogene Gemische nennen? <i>Antwort: Heterogene Gemische: Milch, Orangensaft ... Homogene Gemische: Zuckerwasser, Salzwasser ...</i>
Eine Suspension ist ...	Was ist eine Suspension? <i>Antwort: Eine Suspension ist ein heterogenes Gemisch. Wenn feste Stoffe in Wasser aufgeschlämmt sind, spricht man von Suspension.</i>
Der Unterschied besteht darin, dass ...	Was ist der Unterschied zwischen einem Aerosol und einem Schaum? <i>Antwort: Bei Aerosol sind oft gleichzeitig feste und flüssige Bestandteile in einem Gas fein verteilt. Aber beim Schaum ist ein gasförmiger Stoff in einer Flüssigkeit oder in einem Feststoff verteilt.</i>
Alle anderen homogenen Gemische werden ...	Wie nennt man die anderen homogenen Gemische? <i>Antwort: Alle anderen homogenen Gemische werden als Lösungen bezeichnet.</i>

Datum:	Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Aufgabe:

Erstelle ein Lerntagebuch nach folgendem Schreibplan:

Schreibplan:➤ **Für wen schreibe ich?**

z. B. Für mich und meine Klassenkameraden.

➤ **Wozu schreibe ich?**

z. B. Ich möchte einen zusammenhängenden Überblick über das Thema „Reinstoffe und Stoffgemische“ erhalten, damit ich es später schnell wiederholen kann.

➤ **Was muss ich wissen?**

z. B. Ich muss die Begriffe, Definitionen und die Zusammenhänge des Themas „Mischen“ kennen.

➤ **Wie bereite ich mich auf das Schreiben vor?**

z. B. Ich arbeite mit meinem Partner zusammen. Wir verteilen die Aufgaben. Wir füllen zuerst folgende Auflistung aus, um nichts zu vergessen:

- Gelernte Begriffe: heterogene Gemische, homogene Gemische, ...
- Durchgeführte Experimente: Zucker oder Kochsalz und Wasser mischen, ...
- Benutzte Geräte: Becherglas, ...
- Beobachtungen: klare Flüssigkeit, ...

➤ **Was soll in meinem Text stehen?**

z. B. Mein Text soll folgende Gliederung haben:

- Ausführungen über das Projektziel, Zeitraum, Gruppenmitglieder
- Theoretischer Überblick über das Thema „Mischen“
(Dafür darfst du die ausgeteilten Arbeitsblätter benutzen)
- Bewertung des Themas

➤ **Wie soll mein Text geschrieben werden?**

Der Text soll ausführlich und sachlich geschrieben sein. Die Experimente sollen deutlich gemacht werden. Bilder, Skizzen und Tabellen haben eine Nummerierung und eine Unterschrift.

Datum:	Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Aufgaben:

Verfasse das Versuchsprotokoll zu dem Experiment „Löslichkeit der Stoffe in Wasser“.

Gliedere das Protokoll nach der üblichen Gliederung. Nutze die folgenden Schreibhilfen.

Wortliste:

Nomen	Verben
-e Löslichkeit	füllen
-r Stoff	geben
-s Wasser	umrühren
-s Becherglas	stehen lassen
-r Glasstab	beobachten
-r Zucker	sehen
-s Salz	sich lösen
-s Olivenöl	...
-e Butter	

Blockdiagramm:

zuerst	füllen				
dann	geben				
danach	umrühren		den ...		dem ...
zuletzt	stehen lassen	ich	die ...	mit	den ...
	beobachten	wir	das ...	in	die ...
	beobachten				das ...
	sehen				
	sich lösen				
	...				

Datum:	Trennverfahren	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

1



2



3

**Wortliste:**

-r Sand
-s Wasser
-s Kochsalz
-e Lösung
-r Reinstoff
-s Becherglas

-r weiße Kristall
-s Stoffgemisch
-r Gasbrenner
-r Filter
-e Abdampfschale

gießen
erhitzen
filtrieren
erhalten
ab/dampfen
kristallisieren
sich bilden
bestehen aus

Aufgabe:

Experiment zum Trennen der Mischung aus Sand/Salz/Wasser.

Bilde mit diesen Sprachhilfen Sätze zu dem Experiment, welches in den Fotos abgebildet ist.

Blockdiagramm:

Zuerst Dann Danach Zuletzt	erhitzen filtrieren gießen ab/dampfen erhalten kristallisieren sich bilden bestehen aus	ich wir man	Akk. den... die... das..	mit im in durch	Dat. dem...
					Akk. den... die... das...

Quelle: vgl. Leisen, J. (2010). *Handbuch Sprachförderung im Fach. Bonn: Varus. S. 37*

Datum:	Trennverfahren	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Aufgabe:

Bringe die Sätze in eine sinnvolle Reihenfolge und schreibe sie in dein Heft.

- () Wir können beobachten, dass Dampf entsteht.
- () Das Destillat ist brennbar. Daher muss das Destillat Alkohol sein.
- () Zuerst bauen wir die Destillationsapparatur zusammen.
- () Nach einiger Zeit beginnt das Stoffgemisch zu kochen.
- () Die kondensierte Flüssigkeit sammelt sich im Kühler.
- () Sobald der Dampf den Kühler erreicht, kondensiert er.
- () Danach füllen wir das Stoffgemisch aus Alkohol und Wasser in den Rundkolben ein.
- () Aus dem Kühler tropft sie in das Becherglas. Wir bezeichnen die Flüssigkeit als Destillat.



Quelle: Leisen, J. (2010). *Handbuch Sprachförderung im Fach. Bonn: Varus*. S. 23

Datum:	Trennverfahren	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Aufgabe:

Stellt euch vor, euer Schiff ist untergegangen. Ihr konntet euch aber auf eine einsame Insel im Ozean retten und habt auch eine Kiste Proviant gefunden, aber kein Trinkwasser.

Was könnt ihr tun, um nicht zu verdursten? Arbeitet in Dreiergruppen.

1. Stellt euch vor, dass ihr die Materialien in der Experimentierbox (zwei Bechergläser, Dreifuß, Tiegelzange, Uhrglas oder Abdampfschale, Gasbrenner) habt. Könnt ihr aus Meerwasser Trinkwasser gewinnen? Entwerft eine „Meerwasserentsalzungsanlage“.
2. Stellt euren Experimentierweg dar. Ihr könnt dazu eine beschriftete Bildsequenz oder Filmleiste herstellen oder eine strukturierte Versuchsanleitung schreiben.



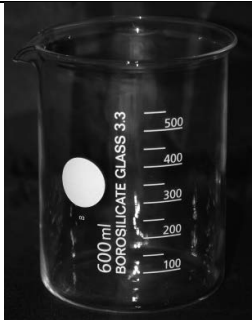
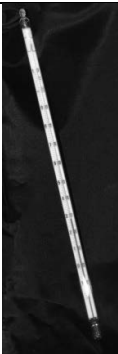
Quelle: vgl. Leisen, J. (2010). *Handbuch Sprachförderung im Fach. Bonn: Varus*. S. 61

Datum:	Trennverfahren	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Aufgabe:

Welche Geräte in der nachfolgend vorgegebenen „Materialbox“ sind zur Trennung von zwei Flüssigkeiten mit verschiedenen Siedetemperaturen geeignet.

- Mit welchem Trennvorgang kann man zwei Flüssigkeiten mit verschiedenen Siedetemperaturen voneinander trennen.
- Streiche zunächst ungeeignete Geräte aus der nachfolgenden Liste durch:
Becherglas, Hammer, Messpipette, Rundkolben, Kühler, Thermometer, Tropfpipette, Vollpipette, Messzylinder.
- Benenne die folgenden Geräte.

			
_____	_____	_____	_____
			
_____	_____	_____	_____
			

- Beschreibe das Prinzip der Trennung von zwei Flüssigkeiten mit verschiedenen Siedetemperaturen.

Datum:	Trennverfahren	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Aufgabe:

Schneide die Dominosteine alle aus und lege sie so aneinander, dass sich sinnvolle Kombinationen zum Thema „Stoffe und ihre Eigenschaften“ ergeben!

Die Siedetemperatur des Lösemittels ist kleiner als die des Feststoffs.	Chromatografieren	Zwei Feststoffe mit verschiedenen Löslichkeiten im Lösemittel können voneinander getrennt werden.	Beispiel für Extrahieren
z. B. Kaffeezubereitung mit Filtertüten	Eindampfen	Die Stoffe des Gemisches sollen aufgrund ihres Aussehens zu unterscheiden sein.	Destillieren
Mithilfe des Verfahrens können zwei Flüssigkeiten mit verschiedenen Siedetemperaturen voneinander getrennt werden.	Extrahieren	Durch das Verfahren können Stoffgemische, die aus Stoffen bestehen, die in bestimmten Fließmitteln löslich sind, getrennt werden.	Aussortieren
z. B. Gewinnung von Salz aus Meerwasser	Filtrieren	Aus einer Suspension lässt sich der Feststoff aufgrund seiner höheren Dichte von der Flüssigkeit trennen.	Beispiel für Filtrieren
Durch das Verfahren kann ein Feststoff von einer Flüssigkeit getrennt werden. Die Teilchen der Flüssigkeit sollen kleiner als die Filterporen sein.	Beispiel für Eindampfen	z. B. Teebereitung mit loseem Tee ohne Beutel	Sedimentieren

Datum:	Trennverfahren	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Aufgabe:

Beschreibe den Trennvorgang für ein Gemisch, das aus Eisenpulver, Zucker, Wasser, Alkohol und Kies besteht.

Nutze die folgenden Schreibhilfen.

Wortliste:

Nomen	Verben
-e Mischung	stehen lassen
-s Eisenpulver	absinken
-s Wasser	trennen
-r Zucker	abgießen
-r Alkohol	bestehen
-r Kies	destillieren
-r Feststoff	verdampfen
-e Flüssigkeit	...
-r Magnet	
-e Destillation	
-e Siedetemperatur	
-s Eindampfen	
-r Kristall	
-e Sedimentation	

Blockdiagramm:

zuerst	stehen lassen				
dann	absinken				
danach	trennen	ich	den...		dem...
	abgießen		die...	mit	den...
	bestehen	wir	das...	in	die...
zuletzt	destillieren				das...
	verdampfen				
	...				

Sprachsensible Unterrichtsmaterialien, 'Stoffgemische' aus Ganz In

Datum:	Heterogene Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

1. Schneide die Puzzleteile aus und bringe Sie in eine sinnvolle Anordnung:

Beispiel:

Aggregatzustände	<i>fest</i> <i>fest</i>	<i>fest</i> <i>flüssig</i>	...
Fachbegriff	-s GEMENGE	-e SUSPENSION	
Beispiel	Rosinen Haferflocken Müsli	Erde Wasser Lehmwasser	...

2. Vervollständige die folgenden Sätze. Formuliere weitere Sätze zu Deinem Puzzle aus 1.

(1) Müsli ist ein GEMENGE, weil Müsli aus mindestens zwei Stoffen besteht, die fest und fest sind: aus Haferflocken und Rosinen.

(2) Lehmwasser ist, weil Lehmwasser aus einem festen und einem Stoff besteht: aus und Wasser.

(3) ist, weil aus einem und einem Stoff besteht: aus und aus

(4) ...

3. Ordne die Begriffe den Schritten des Trennungsgangs zu und erkläre Deine Zuordnung.

Gemenge

Suspension

Emulsion

Datum:	Heterogene Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Puzzle

<i>fest</i>	<i>fest</i>	<i>fest</i>	<i>fest</i>	<i>fest</i>
<i>fest</i>	<i>fest</i>	<i>flüssig</i>	<i>flüssig</i>	<i>flüssig</i>
<i>flüssig</i>	<i>flüssig</i>	<i>flüssig</i>	<i>flüssig</i>	<i>flüssig</i>
<i>gasförmig</i>	<i>gasförmig</i>	<i>gasförmig</i>		

-s AEROSOL (NEBEL)	-s AEROSOL (RAUCH)	-s GEMENGE	-e EMULSION	-e LÖSUNG
-e LÖSUNG	-e LÖSUNG	-e LEGIERUNG	-e SUSPENSION	

Apfelsaft	Apfel- schorle	Erde	Essig	Hafer- flocken
Kohlen- säure	Kupfer	Lehm- wasser	Luft	Luft
Messing	Müsli	Öl	Qualm	Rosinen
Ruß	Salatsoße (Vinaigrette)	Salz	Salzwasser	Sprudel- wasser
Wasser	Wasser	Wasser	Wasser	Wasser
Wolken	Zink			

Datum:	Stoffeigenschaften und Stofftrennung	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Reinstoff oder Stoffgemisch?

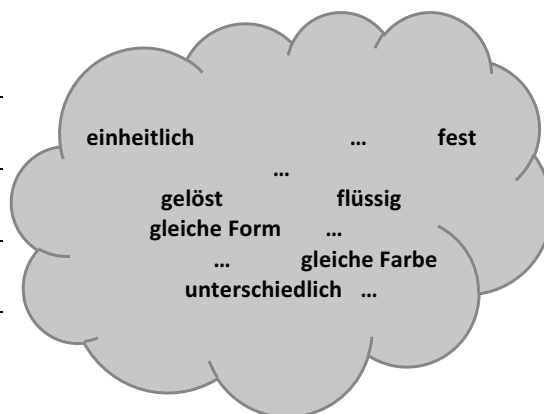
Reinstoffe sind Stoffe, die aus einer einzigen „Teilchensorte“ zusammengesetzt sind. In Reinstoffen kann man auch mit einer Lupe keine verschiedenen Stoffe erkennen. Reinstoffe sind mit physikalischen Methoden nicht weiter auftrennbar.

Stoffgemische sind Stoffe, die aus mehr als einer „Teilchensorte“, d.h. aus mehr als einem Reinstoff bestehen. In Stoffgemischen kann man häufig mit einer Lupe die einzelnen Reinstoffe erkennen. Stoffgemische können mit physikalischen Methoden in ihre Reinstoffe aufgetrennt werden.

Aufgabe:

- 1) Betrachte mit der Lupe den Inhalt der Bechergläser (1 bis ...) und notiere Deine Beobachtung in der Tabelle. Nutze dazu die Begriffe aus dem Wortfeld.

Becherglas	Beobachtung
1. <i>Tütensuppe</i>	<i>Der Inhalt ist ...</i>
2. <i>Sand</i>	
3. <i>Sand/Salz</i>	
4. ...	



- 2) Unterscheide nun mit Hilfe der Erklärung, in welchem der Bechergläser sich ein Reinstoff befindet und in welchem ein Stoffgemisch. Verwende dazu diese Satzteile:

In Becherglas Nr. ____
befindet sich ein

Stoff-
gemisch
Reinstoff

, weil ...

Datum:	Stoffeigenschaften und Stofftrennung	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

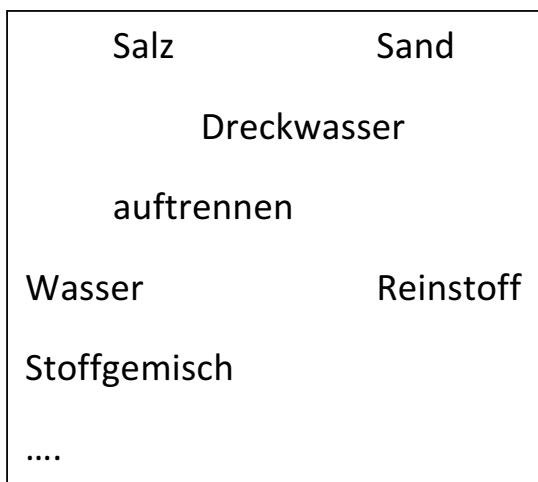
Reinstoffe und Stoffgemische

Viele Stoffe aus unserem Alltag sind Gemische. Wie Du in der letzten Stunde festgestellt hast, ist die schwarze Farbe eines Filzstifts ein Gemisch aus verschiedenen Farben (rot, gelb, blau).

Stoffe, die sich weiter auftrennen lassen, heißen *Stoffgemische*.

Die roten, gelben und blauen Farbstoffe konntest Du in diesem Versuch nicht mehr weiter auftrennen. Stoffe, die sich nicht weiter auftrennen lassen, bezeichnet man als *Reinstoffe*.

Begriffsnetz



1. Sortiert die Begriffskarten.
2. Ordnet die Karten auf einem Plakat zu einem Begriffsnetz.
3. Klebt die Begriffe auf.
4. Ergänzt/Kennzeichnet mit Pfeilen, welche Begriffe zusammengehören
5. Bereitet mit Hilfe des Blockdiagramms (s. u.) eine Präsentation Eurer Ergebnisse vor.

Blockdiagramm

Salz		Stoff- gemisch		er	sich	auf- trenn en lässt.
Salzwasser				sie	sich nicht	
Sand	ist ein		, weil	es		
Dreckwasser		Reinstoff				
Wasser						
...						

Datum:	Stoffeigenschaften und Stofftrennung	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

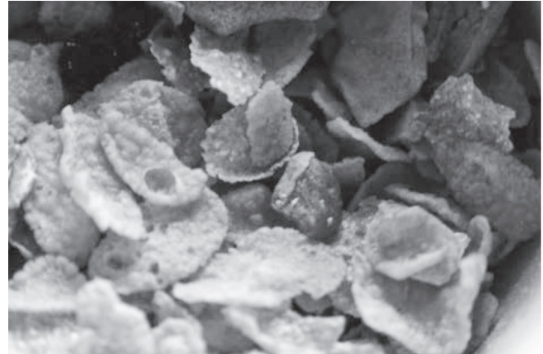
Begriffskarten

Reinstoff	Stoffgemisch	Sand	Salzwasser
Wasser	Dreckwasser	auftrennen	Salz
Öl	Essig	Salatsoße	nicht auftrennen
Orangensaft	Fruchtfleisch	Limonade	Kohlensäure
Zucker	Mineralwasser	Kaffee	Kaffeesatz
Milch	Rahm	Molke	Milchfett

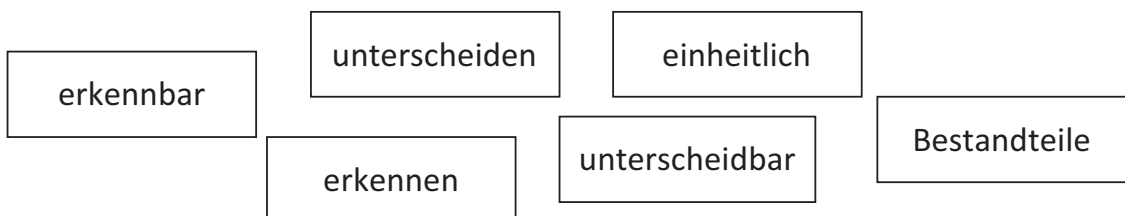
Datum:	Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Information:

Es gibt unterschiedliche Stoffgemische

**Arbeitsauftrag:**

Beschreibe die beiden Fotos mit Hilfe der folgenden Satzbausteine:

**Information:**

Du kannst Stoffgemische mit folgenden Fachbegriffen beschreiben:

homogen (griech. homos: gleich; genos: Art)

heterogen (griech. heteros: verschieden; genos: Art)

Arbeitsauftrag:

Ordne die Fachbegriffe den Fotos zu.

Tee, Müsli (Autor: M. Emden (CC-BY-SA-3.0))

Datum:	Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Information:

Du lernst verschiedene Stoffgemische kennen.

Arbeitsauftrag:

Lies den Text im Buch (*S. XY zu Stoffgemischen*) bzw. nutze die Hilfekärtchen und Gegenstände (Lehrerpult).

Information:

Die Tabelle zeigt heterogene Stoffgemische und zwei homogene Stoffgemische.

Zustandsformen der Bestandteile	Gemischtyp	Beispiel

Arbeitsaufträge:

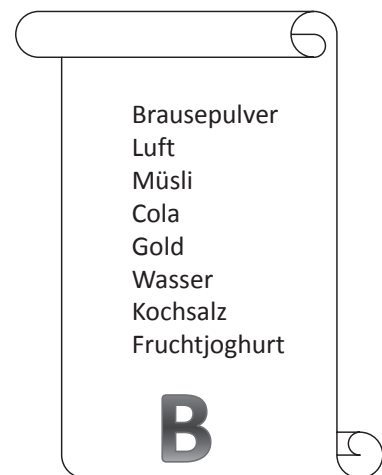
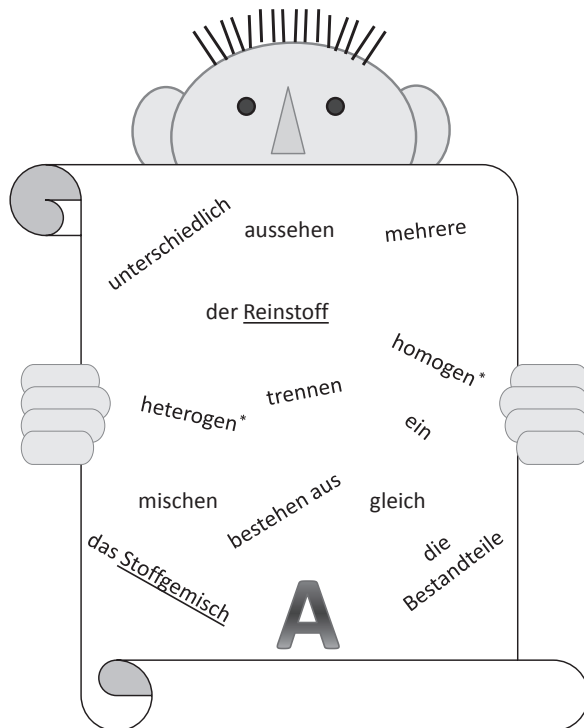
1. Fülle die Tabelle mit den Fachbegriffen.
2. Stelle jede Zeile der Tabelle nach folgendem Muster dar:

Granit ist ein heterogenes Stoffgemisch. Es besteht aus zwei festen Bestandteilen. Der Gemischtyp heißt Gemenge.

-e Suspension -r Granit
 fest -s Menge
 gasförmig -s Salzwasser
 -s Lehmwasser
 -s Autoabgas
 -e Emulsion -e Lösung
 flüssig -e Salatsoße
 -r Nebel -r Morgennebel
 -s Sprudelwasser
 -r Rauch

Datum:	Stoffeigenschaften und Stofftrennung	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Einteilung der Stoffe



*heteros = verschieden (griechisch)

*homos = gleich (griechisch)

*genos = Art (griechisch)

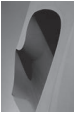
- 1) Ordne den unterstrichenen Begriffen die passenden Wörter zu (Liste A).
- 2) Verbinde die Wörter zu sinnvollen Sätzen.
- 3) Ordne die Beispiele aus Liste B den Begriffen *Reinstoff* und *Stoffgemisch* zu. Begründe Deine Entscheidung mit folgenden Satzstrukturen:

„... ist ein Reinstoff, weil ...“

„... ist ein Stoffgemisch, weil ...“

Datum:	Stoffeigenschaften und Stofftrennung I		Name:
Klasse:			Aufgabe Nr.:

Wir mischen Stoffe - Beobachtung

eingesetzte Stoffe	Formulierung der Beobachtung		Skizze Wir sehen mit...	
	Satzteil 1	Satzteil 2	Satzteil 3	
				
Sand + Salz				
				
Wasser + Öl				
				
Alkohol + Salz				
...				

Wähle sinnvoll - Mehrfachnennungen nötig!

Satzteil 1	Satzteil 2	Satzteil 3
Nach dem Mischen von _____ und _____	und beobachtet mit bloßem Auge	die einzelnen Bestandteile erkennen.
Man mischt _____ und _____	kann man mit bloßem Auge	, dass die einzelnen Bestandteile erkennbar sind.
	und beobachtet unter dem Mikroskop	die einzelnen Bestandteile nicht mehr erkennen.
	kann man unter dem Mikroskop	, dass die einzelnen Bestandteile nicht mehr erkennbar sind.

(Abbildungen verfügbar unter: ClipArts – Microsoft Office 2007)

Datum:	Stoffeigenschaften und Stofftrennung II		Name:
Klasse:			Aufgabe Nr.:

Teile die Ergebnisse in 2 Gruppen auf
Gruppe 1

Gruppe 2

Formuliere für jede Gruppe einen Merksatz

Info:

Früher haben Wissenschaftler griechische oder lateinische Begriffe genutzt.
Homos (griech.) heißt gleich. *Heteros* (griech.) heißt ungleich.

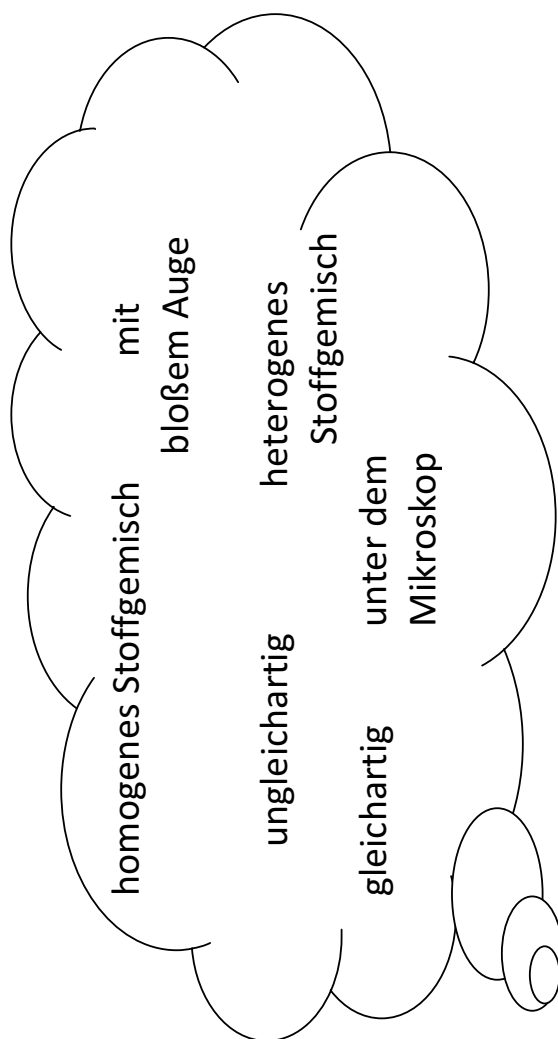
Nutze für Deine Sätze auch die vorgegebenen Wörter.

Du kannst so beginnen:

Gemische der Gruppe 1 sehen _____ aus.

Man nennt sie deswegen _____.

Gemische der Gruppe 2 _____



Datum:	Stoffeigenschaften und Stofftrennung	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

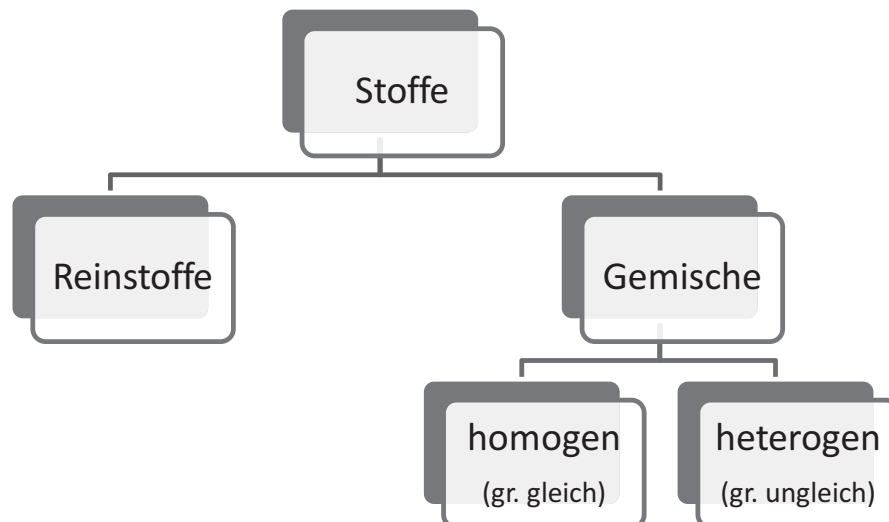
1. Mische folgende Reinstoffe:

- 1) Wasser
- 2) Salz
- 3) Öl
- 4) Sand
- 5) ...

2. Ordne die Gemische in 2 Gruppen

- a. Gemische, deren Bestandteile mit dem Auge erkennbar sind
- b. Gemische, deren Bestandteile nicht mit dem Auge erkennbar sind

3. Schneide aus und ordne die Textbausteine dem Schema zu

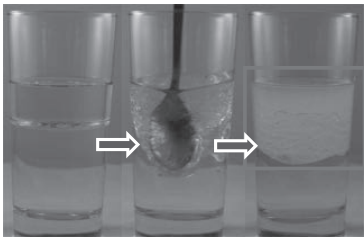
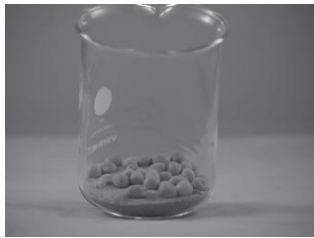
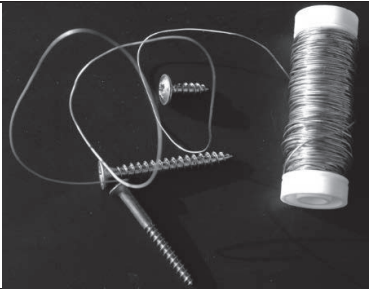
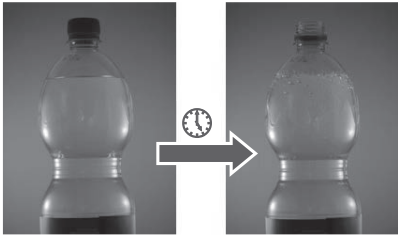


Textbausteine:

- Der Reinstoff hat bestimmte Eigenschaften
- Das Gemisch besteht aus mehreren Reinstoffen
- Der Stoff besteht aus einer einzigen Stoffart
- Die Stoffe behalten ihre Eigenschaften
- Man erkennt mit dem Auge, dass mehrere ...
- Man kann nicht erkennen, dass ...

4. Betrachte folgende Stoffgemische (z. B. Sand/Wasser, Öl/Wasser, Salz/Zucker, Zucker/Wasser ...). Begründe, um welche Gemischart es sich handelt.

Datum:	Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe-Nr.:

	
Emulsion	Gemenge
	
Suspension	Lösung
	
Aerosol (Nebel)	Legierung
	
Lösung	Aerosol (Rauch)

Wolken: Clipart aus Microsoft Office - WORD 2007 – Messing, Apfelsaft: UDE (M. Emden (CC-BY-SA-3.0)) – Rauch: wikipedia (Autor: Blair Pittman, „Smoke from Armco Steel on a Sunday Afternoon“ (Public Domain)) – Öl-Wasser, Erbsen-Sand, Zucker-Wasser, Mineralwasser: UDE, (H. Vielhauer, M. Emden (CC-BY-SA-3.0))

- Bearbeite in Einzelarbeit ①. Stellt euch (Tischpartner) eure Erklärungen vor und einigt euch auf eine gemeinsame Erklärung.
 - Bearbeitet ② gemeinsam.
 - Bearbeite ③ in Einzelarbeit.
 - Bereite dich darauf vor, deine Ergebnisse der Gruppe zu präsentieren.
- *) Finde weitere Beispiele für heterogene und homogene Stoffgemische aus dem Alltag.

Datum:	Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Stoffgemische lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

heterogene Stoffgemische:
(heterogen = verschieden)

Bsp.:

homogene Stoffgemische:
(homogen = gleich)

Bsp.:

- ① Erkläre mit Hilfe der Wörter aus dem Kasten die Begriffe „heterogenes Stoffgemisch“ und „homogenes Stoffgemisch“.
- ② Ordne alle Abbildungen den Begriffen aus ① zu.
- ③ Beschreibe zwei Abbildungen (je ein Beispiel für ein heterogenes und ein homogenes Stoffgemisch) ausführlich. Verwende dazu Wörter aus dem Kasten.

einheitlich		flüssig		uneinheitlich	
zwei	gleich	der Feststoff	mehrere	der Stoff	
der Bestandteil		fest	die Flüssigkeit	ein	
gasförmig	unsichtbar	das Gas	sichtbar		
der Aggregatzustand		die Stoffeigenschaft	fest		

Alle Wörter dürfen mehrmals benutzt werden!

Datum:	Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Aufträge:

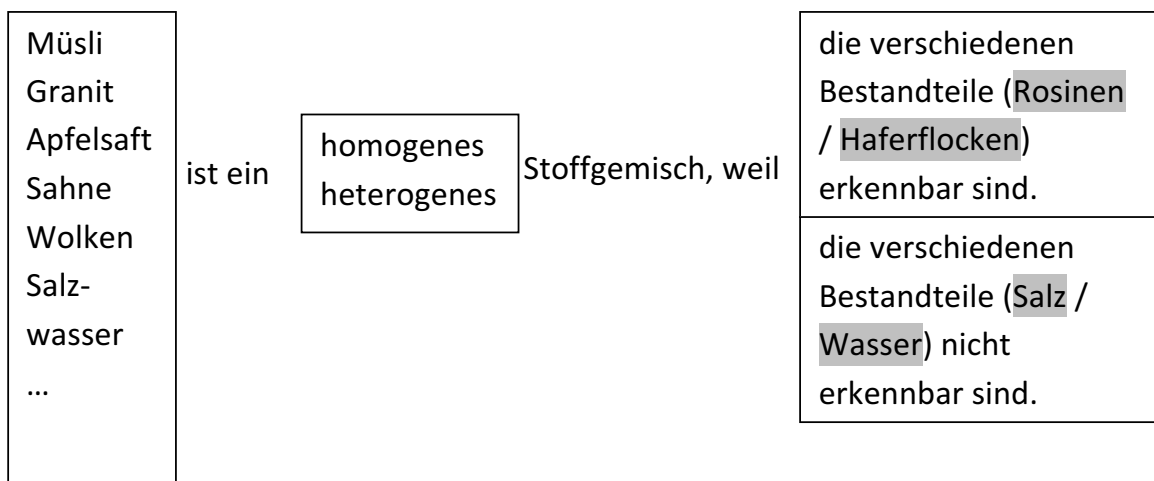
- 1) Ordne den Bildkärtchen die passenden Begriffe zu.
- 2)
 - Sortiere die Bild- und Begriffs-Paare in zwei Gruppen.
 - Die übrigen Karten bilden Oberbegriffe.
 Ordne die fachlichen Begriffe den Gruppen zu.
- 3) Begründet Eure Zuordnung.

1. Hilfe:

Bildet Sätze wie:

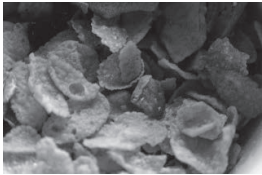
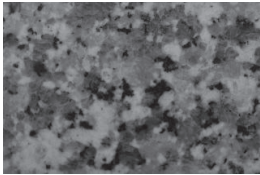
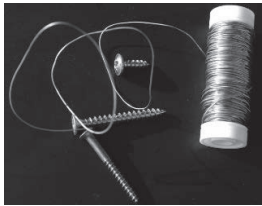
Müsli ist ein Stoffgemisch, weil

.

2. Hilfe:

Datum:	Stoffgemische	Name:
Klasse:		Aufgabe-Nr.:

Material

Müsli	Granit	Messing	Salzwasser / Meer
			
Sahne (10 % Fett)	naturtrüber Apfelsaft	Wolken	Qualm
			
Stoffgemische	homogene Gemische	heterogene Gemische	gr. homos: gleichartig
gr. heteros: verschiedenartig			

(Meer, Wolken: Cliparts aus Microsoft Office - WORD 2007 – Müsli, Messing, Apfelsaft, Sahne (Autor: M. Emden (CC-BY-SA-3.0)) – Qualm: wikipedia (Autor: Blair Pittman, „Smoke from Armco Steel on a Sunday Afternoon“ (Public Domain))

Aufgabensequenz ‚Gesetz von der Erhaltung der Masse‘

Datum:	Grundgesetze der Chemie	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Antoine de Lavoisier (1743–1794) war ein französischer Naturforscher, der sich unter anderem mit Fragen der chemischen Reaktion beschäftigte. Außerdem war er dafür verantwortlich Steuern für den französischen König einzutreiben. Deswegen wurde er im Zuge der Französischen Revolution als Königstreuer auf der Guillotine hingerichtet.

Wir erinnern uns heute an ihn, weil er unter anderem von chemischen Reaktionen behauptete:

„Nichts geht ganz verloren, nichts wird ganz neu geschaffen.“

Aufgabe

Hat Lavoisier mit seiner Behauptung Recht? Findet in Eurem Alltag Phänomene, bei denen es so aussieht, als ob etwas verloren geht/verschwindet bzw. neu entsteht. Tauscht Euch mit Eurem Sitznachbarn aus.



Antoine Laurent de Lavoisier

Bei diesen Phänomenen geht etwas verloren:	Bei diesen Phänomenen entsteht etwas Neues:

Was bedeutet es eigentlich, wenn etwas ‚verloren‘ geht?

--- Ein Gegenstand oder ein Stoff, den man betrachtet, wird weniger/kleiner/leichter.

Was bedeutet es eigentlich, wenn etwas Neues entsteht?

--- Ein Gegenstand oder ein Stoff, den man betrachtet wird, mehr/größer/schwerer.

Wie haben sich diese Gegenstände bzw. Stoffe mit der Zeit verändert. Wie werden sie sich weiter verändern?



Kerze



Rost



Lagerfeuer



Hefeteig

http://de.wikipedia.org/wiki/Antoine_Laurent_de_Lavoisier#mediaviewer/Datei:Antoine_lavoisier.jpg (gemeinfrei)

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Candle-flame-and-reflection.jpg> (gemeinfrei)

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ferruxe.jpg> (Noel Feasn, CC-BY-2.0)

http://commons.wikimedia.org/wiki/Campfire?uselang=de#mediaviewer/File:Campfire_scar_08319.JPG (Walter Siegmund, CC-BY-2.5)

http://pixabay.com/static/uploads/photo/2012/12/21/10/07/bake-71700_640.jpg (gemeinfrei)

Datum:	Grundgesetze der Chemie	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Lavoisier hat behauptet: „**Nichts geht ganz verloren, nichts wird ganz neu geschaffen.**“
Jetzt glauben wir aber, Fälle gefunden zu haben, in denen genau das doch passiert. Wie könnten wir Lavoisier zeigen, dass er mit seiner Behauptung Unrecht hat?

Schlage ein Experiment vor, mit dem Du versuchst Lavoisiers Behauptung zu widerlegen.

Welche Schritte musst Du berücksichtigen, wenn Du ein Experiment durchführen willst?

- (1) Eine Idee finden, d. h. Du musst eine eigene begründete Behauptung aufstellen.
- (2) Du musst einen Versuch planen, mit dem Du Deine Idee prüfen kannst.
- (3) Du musst Dir überlegen, was Du beobachten müsstest, um Deine Idee zu bestätigen.
- (4) Du musst den Versuch durchführen und dabei genau beobachten.
- (5) Du musst entscheiden, ob Deine Beobachtung zu Deiner Idee passt und sie bestätigt.
- (6) Wird Deine Idee nicht bestätigt, musst Du prüfen, ob der Versuch richtig gemacht wurde.
- (7) Wenn der Versuch richtig gemacht wurde, war Deine Idee nicht richtig. Überleg' noch einmal. Vielleicht fällt Dir ja noch eine bessere Idee ein.

Idee: (z. B. „Ich glaube, dass... passiert, weil vorher ... war.“, „Je größer der ..., desto heller der ...“)

Wenn man eine Kerze verbrennt, dann verschwindet sie. Das heißt sie wird leichter.

Versuchsplan: (z. B. „Ich mische ... mit Dann erwärme ich es. Ich erwarte, dass es ... wird.“)

Ich entzünde eine Kerze auf einer Waage. Dann beobachte ich, wie sich ihre Masse verändert. Wird die Masse weniger, stimmt meine Idee.

Beobachtung: (z. B. „Die Anzeige am Messgerät ändert sich, wenn ich ... erwärme. Es zeigt ...“)

Ich habe die Kerze für 5 Minuten brennen lassen. Zu Beginn war sie 13,1 g schwer, danach nur noch 12,9 g.

Schlussfolgerung: (z. B. „Das Ergebnis passt (nicht) zur Erwartung. Die Idee war richtig/falsch.“)

Die Kerze ist durch das Verbrennen leichter geworden. Genauso habe ich es erwartet, das heißt, dass meine Idee richtig war.

Datum:	Grundgesetze der Chemie	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

„Nichts geht ganz verloren, nichts wird ganz neu geschaffen.“

Das hat Lavoisier bereits im 18. Jahrhundert behauptet und wir erinnern uns deswegen heute noch an ihn. Sollte es wirklich so leicht sein, seine Behauptung schon mit einer brennenden Kerze zu widerlegen? Haben wir vielleicht selbst einen Denkfehler gemacht?

Bei der Verbrennung von Wachs mit dem Sauerstoff der Luft entstehen die folgenden Stoffe:

Kohlenstoff (Ruß)

Kohlenstoffdioxid

Wasser

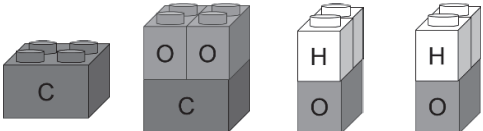
Ergänze die folgende Wortgleichung

Wachs + Sauerstoff → Ruß + Kohlenstoffdioxid + Wasser

Formuliere die Produkte in der Reaktionsgleichung mit chemischen Formeln

Wachs + O_2 → C + CO_2 + H_2O

Mit Plastikbausteinen kannst Du Dir Modelle von den Produkten der Verbrennung zusammenbauen. Wie können die Edukte ausgesehen haben?

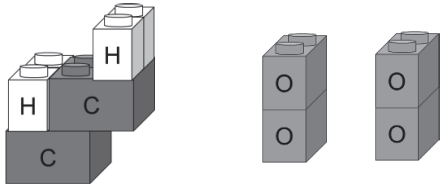
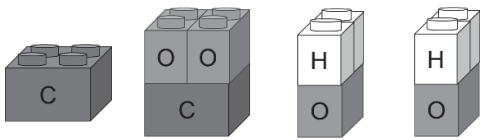
Edukte:	Produkte:
	

Du weißt:

- Alle Bausteine (Atome), die auf der Produktseite stehen, müssen auch auf der Eduktseite gestanden haben. (Woraus sonst hätte man die Produkte zusammenbauen sollen?)
- Sauerstoff liegt in der Luft als O_2 -Molekül vor. Es ist ein Element. Das heißt, dass seine Moleküle nur aus einer Sorte Atome bestehen.
- Wasserstoff (H_2) ist als Element auch ein Gas. Kannst Du Dir vorstellen, dass ein Gas im Wachs eingeschlossen ist? Zischt die Kerze etwa? Siehst Du Blasen in ihr, wenn Du sie aufschneidest? – Nein! – Das heißt, dass der Wasserstoff in der Kerze gebunden / als Verbindung und nicht als Element vorliegt.
- Ruß (C) ist elementarer Kohlenstoff. Es ist ein schwarzer Feststoff, der aus der Kerze gekommen sein muss. Kannst Du den schwarzen Ruß im weißen Wachs sehen? – Nein! – Das heißt, dass er erst bei der Verbrennung entsteht (der Docht wird ja auch schwarz). Er muss also vorher in einer Verbindung vorgelegen haben und nicht als Element.
- Kann das Wasser (H_2O) schon von Anfang an in der Kerze vorgelegen haben? Tropft sie, wenn Du sie aus der Packung nimmst oder fühlt sie sich feucht an? – Nein! – Das wäre ja auch seltsam. Schließlich benutzen wir Wachs, um unsere Regenjacken und Autos vor Wasser zu schützen. – Das heißt, dass das Wasser erst durch die Reaktion entsteht.
- Zusammenfassung: Sauerstoff liegt vor der Reaktion als Element vor. Kohlenstoff und Wasserstoff müssen in einer Verbindung vorliegen.

Datum:	Grundgesetze der Chemie	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Schau Dir nun noch einmal die Edukt- und Produktseite der Reaktion an. Was fällt Dir auf?

Edukte	Produkte
	

Kannst Du Dir nun vorstellen, was Lavoisier meint, wenn er sagt:

„Nichts geht ganz verloren, nichts wird ganz neu geschaffen.“

Gib es in Deinen eigenen Worten wieder. Beziehe Dich dabei auf das Beispiel der brennenden Kerze:

Vielleicht hilft es Dir bei Deiner Formulierung, wenn Du weißt, dass Lavoisier genaugenommen ein bisschen mehr gesagt hat, als wir bisher betrachtet haben. Vollständig lautet seine Aussage:

„Nichts geht ganz verloren, nichts wird ganz neu erschaffen. Alles bildet sich um.“

Wenn Lavoisier sagt, dass nichts verloren geht oder erschaffen wird, meint er, dass irgendwie

alles immer erhalten/da bleibt. Die Wachsteilchen der Kerze bestehen aus Kohlenstoff- und

Wasserstoff-Atomen. Wenn die Kerze mit den Sauerstoffmolekülen aus der Luft reagiert,

verbinden sich die Atome aus den Wachsteilchen der Kerze neu mit den Atomen der Sauerstoff-

moleküle. Dabei bilden sie zum Beispiel Kohlenstoffdioxid-Moleküle und Wassermoleküle

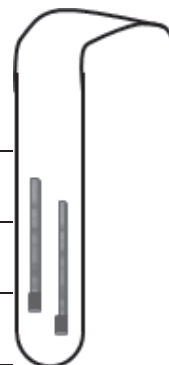
und es bleibt Ruß zurück. Es sind aber noch immer dieselben Atome wie vorher, von denen keins

verloren geht. Sie ordnen sich nur neu an.

Datum:	Grundgesetze der Chemie	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Wenn es also so ist, dass „nichts ganz verloren geht, nichts ganz neu erschaffen wird, sondern sich alles umbildet“, dürfte eine Kerze oder ein Streichholz bei der Verbrennung eigentlich nicht leichter werden. Man müsste also dafür sorgen, dass alle Edukte und die leicht verwehbaren (man sagt auch „flüchtigen“) Verbrennungsprodukte in einem Gefäß eingeschlossen wären.

Wie muss ein Experiment aussehen, mit dem Du diese Behauptung prüfen kannst?
Tipp: Benutze in Deinem Experiment Streichhölzer in einer Glasampulle (s. rechts).



Wie unterscheidet dieses Experiment sich vom ersten Experiment, in dem einfach eine brennende Kerze auf eine Waage gestellt wurde?

Idee: Wenn man bei einer Verbrennung die Edukte und Produkte in einem Gefäß verschließt, dürfte sich die Masse durch die Verbrennung nicht verändern.

Experiment: Zwei Streichhölzer werden in einem Reagenzglas eingeschmolzen. Dann legt man diese Ampulle auf eine Waage und notiert die Masse. Mit dem Brenner erhitzt man die Ampulle, bis sich die Streichhölzer entzünden. Nach Abkühlen der Ampulle bestimmt man noch einmal die Masse.

Beobachtung: Die Masse vor der Verbrennung ist genauso groß wie nach der Verbrennung.

Schlussfolgerung: Die Idee stimmt. In einem verschlossenen Gefäß ändert sich die Masse von Edukten und Produkten durch eine Reaktion nicht. Lavoisiers Behauptung stimmt: „Nichts geht ganz verloren, nichts wird ganz neu erschaffen.“

Unterschied zum ersten Experiment: Alle Edukte und Produkte werden in einem Gefäß eingeschlossen, sodass sie nicht verweht werden können. Nur so kann man prüfen, ob sich die Masse von Edukten und Produkten durch die Reaktion verändert.

Datum:	Grundgesetze der Chemie	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:

Am Beispiel der Kerze hast Du zeigen können, wieso Lavoisiers Behauptung doch stimmt:

„Nichts geht ganz verloren, nichts wird ganz neu erschaffen. Alles bildet sich um.“

Wenn man nämlich vergleichen will, ob sich durch eine Reaktion die Masse verändert, muss man auch ganz sicher sein, dass man alle Edukte und alle Produkte miteinander vergleicht. Man darf dann keines der Produkte entweichen lassen, sondern muss alles auffangen. Ebenso darf man nicht übersehen, dass die Kerze zum Brennen ja auch Sauerstoff aus der Luft braucht. Deswegen muss man den Sauerstoff vor der Reaktion auch mit wiegen.

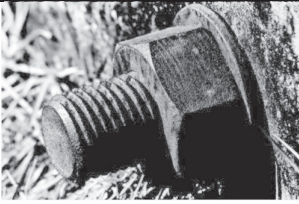
(1) Erkläre nun, wieso sich die Masse bei diesem Alltagsphänomenen nicht verändert:

	
Abbrennen eines Lagerfeuers http://commons.wikimedia.org/wiki/Campfire?uselang=de#mediaviewer/File:Campfire_scar_08319.JPG (Walter Siegmund, CC-BY-2.5)	
Vermutung: Es sieht aus, als ob die Masse <u>abnehmen</u> würde, denn nach der Verbrennung ist das meiste Holz weg. Übrig bleibt ein bisschen Asche.	
Edukte: Vor der Reaktion, d.h. vor der Verbrennung gibt es <u>Holz</u> und Sauerstoff	
Produkte: Nach der Reaktion (<u>Verbrennung</u>) gibt es <u>Kohlenstoffdioxid</u> und Wasser. Die Asche besteht hauptsächlich aus Ruß und unverbrannten Resten vom Holz.	
Wortgleichung: $\text{Holz} + \text{Sauerstoff} \rightarrow \text{Asche} + \text{Kohlenstoffdioxid} + \text{Wasser}$	
Erklärung: Die Atome von Kohlenstoff und Wasserstoff, die im Holz in einer Verbindung vorliegen, haben sich mit den Atomen der Sauerstoffmoleküle aus der Luft <u>neu angeordnet</u> . Sie sind durch die Reaktion neue <u>Verbindungen</u> eingegangen. Deswegen ist die Masse vor und nach der Verbrennung auch <u>dieselbe</u> . Einige der Produkte sind aber <u>flüchtig</u> , deswegen scheint es so, als ob etwas <u>verloren</u> geht. Wenn man alle Produkte auffangen würde, könnte man feststellen, dass alles nach <u>der Verbrennung</u> genauso viel <u>wiegt</u> wie <u>vor</u> der Verbrennung.	

(2) Erkläre nun nach dem gleichen Schema, was beim Rosten von Eisen geschieht. Denke daran, dass Eisen nur dann rostet, wenn es feucht ist und mit Luft in Kontakt kommt.

(Freiwillig) Was geschieht beim Gehen von Hefeteig? Die Hefe sorgt dafür, dass aus Zucker (eine Verbindung, in der Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten sind) Wasser und ein Gas entstehen, das den Teig auflockert. Welches ist es?

Datum:	Grundgesetze der Chemie	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:



Rosten von Eisen
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ferruxe.jpg> (Noel Feasón, CC-BY-2.0)

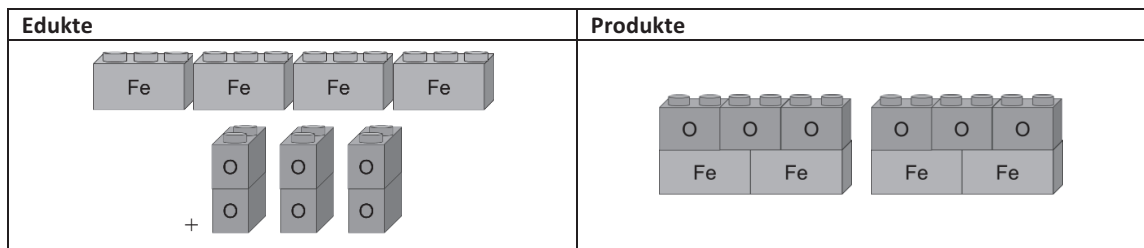
Vermutung: Es sieht aus, als ob die Masse zunehmen würde. Denn an verrosteten Schrauben ist mehr Rost als vorher Eisen da war. Deswegen lassen sie sich schwer aufschrauben.

Edukte: Eisen, Sauerstoff aus der Luft, Wasser

Produkte: Rost – das ist eine Verbindung, die bei einer Reaktion in Wasser aus Eisen und Sauerstoff entsteht

Wortgleichung:
Eisen + Sauerstoff → Rost

Erklärung: Die Atome des Eisens haben sich mit den Atomen aus den Sauerstoffmolekülen aus der Luft neu angeordnet. Sie sind durch die Reaktion eine neue Verbindung eingegangen: Rost. Deswegen ist die Masse vor und nach dem Rosten auch dieselbe. Der Sauerstoff aus der Luft ist flüchtig, man vergisst ihn häufig mit zu wiegen. Deswegen scheint es so, als ob etwas ganz neu erschaffen würde. Würde man alle Edukte vorher schon wiegen, könnte man aber feststellen, dass alles nach dem Rosten genauso viel wiegt wie vorher.

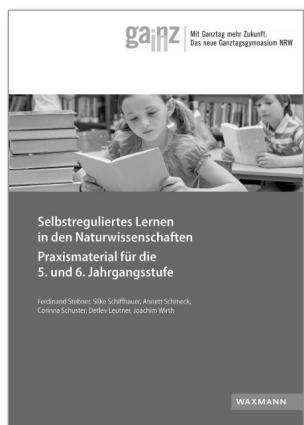


Datum:	Grundgesetze der Chemie	Name:
Klasse:		Aufgabe Nr.:
		
Gehen von Hefeteig http://pixabay.com/static/uploads/photo/2012/12/21/10/07/bake-71700_640.jpg (gemeinfrei)		
Vermutung: Es sieht aus, als ob <u>die Masse zunehmen würde</u> . Denn der Teig wird mit der Zeit immer größer und bläht sich auf.		
Edukte: Zucker, Hefe, Wasser, Mehl		
Produkte: Wasser, Teig (ein Gemisch aus Wasser und Mehl), Kohlenstoffdioxid		
Wortgleichung: <u>Zucker</u> → Kohlenstoffdioxid + Wasser <i>Hinweis: Die Hefe verändert sich bei der Reaktion nicht, sondern sie erzeugt sie. Genauso wenig wie sich Feuer bei einer Verbrennung verändert, gleichzeitig aber die Reaktion ablaufen lässt.</i>		
Erklärung: Die Atome in den Teilchen vom <u>Zucker</u> werden durch die Reaktion, die die <u>Hefe</u> verursacht, neu angeordnet. Sie bilden dabei <u>neue Verbindungen</u> : Wasser und <u>Kohlenstoffdioxid</u> . Deswegen ist die <u>Masse</u> vor und nach dem Gehen auch gleich. Da das Kohlenstoffdioxid im Teig Blasen bildet und nicht entweicht, kann man das einfach zeigen. Dazu muss man nur die Teigschüssel vor und nach dem Gehen auf eine Waage stellen. Dann kann man feststellen, dass alles nach <u>dem Gehen</u> genauso viel <u>wiegt</u> wie vorher.		

Zusatzinformationen:

Achte das nächste Mal, wenn Du ein Brot oder einen Hefekuchen anschneidest, genau darauf wie die Krume aussieht (das ist das Innere, unter der Kruste). Du wirst sehen, dass in der Krume ganz viele Hohlräume sind, die das Brot oder den Kuchen locker machen. Diese Hohlräume sind die Reste der Kohlenstoffdioxidblasen, die sich beim Gehen im Teig gebildet haben.

Beim Backen kann ein Teil davon wegen der großen Hitze entweichen. Genauso verdunstet viel von dem Wasser, das noch im frischen Teig enthalten war. Deswegen wiegt ein fertig gebackener Kuchen bzw. ein fertig gebackenes Brot auch viel weniger als der Teig, aus dem es hergestellt worden ist. Einige Produkte können sich beim Backen verflüchtigen – sie sind aber nicht ‚weg‘. Denn auch hier gilt: **„Nichts geht ganz verloren, nichts wird ganz neu erschaffen. Alles bildet sich um.“**



Ferdinand Stebner, Silke Schiffauer,
Annett Schmeck, Corinna Schuster,
Detlev Leutner, Joachim Wirth

Selbstreguliertes Lernen in den Naturwissenschaften

Praxismaterial für die
5. und 6. Jahrgangsstufe

2015, 144 Seiten, 24,90 €, ISBN 978-3-8309-3286-4
E-Book: 21,99 €, ISBN 978-3-8309-8286-9

Die Autoren stellen hier ein Training vor, welches das selbstregulierte Lernen aus Sachtexten und durch Experimentieren fördert. Schülerinnen und Schüler der fünften und sechsten Jahrgangsstufe lernen in diesem Training, wie sie selbstregulative Strategien nutzen können, um Lese- und Experimentierstrategien lernförderlich anzuwenden. Das Training ist im Rahmen des Schulentwicklungsprojektes „Ganz In. Mit Ganztag mehr Zukunft. Das neue Ganztagsgymnasium NRW“ (www.ganz-in.de) entstanden. Die Lernförderlichkeit und Praktikabilität des Trainings konnten mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden im Schulalltag mehrmals erfolgreich bestätigt werden.





Heiko Krabbe, Simon Zander,
Hans E. Fischer

Lernprozessorientierte Gestaltung von Physikunterricht

Materialien zur Lehrerfortbildung

2015, 134 Seiten, br., 24,90 €, ISBN 978-3-8309-3315-1
E-Book: 21,99€, ISBN 978-3-8309-8315-6

Die Einführung des Ganztags und die damit einhergehende veränderte Taktung des Unterrichts bergen Herausforderungen für bestehende Unterrichtschoreographien. Erst durch eine intensive Fortbildung der Lehrkräfte zur lernprozessorientierten Gestaltung kann eine verbesserte Nutzung der verlängerten Taktung erreicht werden, die sich nachweislich positiv auf die Lernleistung der Schülerinnen und Schüler auswirkt.

Dieser Band fasst die Ergebnisse einer Lehrerfortbildung zusammen, deren Schwerpunkt auf der Implementation der Basismodelle (nach Oser und Baeriswyl) in den Physikunterricht lag. Inhalte und Konzept der Fortbildung werden prototypisch dargestellt und somit für die eigenständige oder kollegiale Unterrichtsentwicklung adaptierbar.





Silvia-Iris Beutel, Birte Glesemann,
Inga Wehe, Martin Burghoff, Ferdinand Stebner

Selbstständigkeit fördern, Verständigung ermöglichen, Lernwege begleiten

Erste Ergebnisse des Teilprojekts
„Individuell fördern im Ganzttag -
Vielfältige Zugänge zum Lernen schaffen“

2015, 62 Seiten, geheftet, 19,99 €, ISBN 978-3-8309-3358-8
E-Book: 18,99 €, ISBN 978-3-8309-8358-3

In diesem Band wird die Umsetzung individueller Förderung an Ganztagsgymnasien in NRW in den Blick genommen. Neben theoretischen Überlegungen zur Bedeutung der individuellen Förderung und deren Herausforderung für die Gymnasien stehen Erfahrungen und die im Projekt begleiteten Entwicklungsschritte von sieben Projektschulen im Mittelpunkt. Die Berichte der dargestellten Schulen basieren dabei auch auf Daten aus leitfadengestützten Interviews, die mit den jeweiligen Projektbeteiligten im Sommer 2014 geführt wurden. Zudem werden Materialien, die aus den Vorhaben und Konzepterneuerungen der Schulen resultierten, erläutert und zur Anschauung hinzugefügt. Der Band will mögliche Wege und vielfältige Ansätze der individuellen Förderung aufzeigen, um Schulen darin zu ermutigen, sich auf den Weg der Erneuerung zu begeben, und um heutigen sowie künftigen Schülergenerationen sinnvolle und zukunftsbeständige Bildungserfahrungen zu ermöglichen.





Jasmin Schwanenberg, Maike Hoeft,
Martin Burghoff

Einführung des gebundenen Ganztags an Gymnasien

Praxistipps für Schulleitungen

2015, 58 Seiten, geheftet, 19,99 €, ISBN 978-3-8309-3285-7
E-Book: 18,99 €, ISBN 978-3-8309-8285-2

Dieser Praxisband enthält Hinweise zur Umsetzung des gebundenen Ganztags am Gymnasium für Schulleitungen. Anhand fünf umfangreicher Prozessberichte von Schulleitungen aus den Ganz-In-Projektschulen wird dargestellt, aus welchem Anlass und welcher Motivation die Umstellung auf den gebundenen Ganztag erfolgen kann, welche Ausgangsbedingungen berücksichtigt werden müssen und wie strukturelle, organisatorische und inhaltliche Planungsvorgenenommen werden. Übergeordnet werden zudem Kommunikations- und Abstimmungsprozesse erläutert, die mit Akteuren innerhalb und außerhalb der Schule aufgebaut wurden.

Aus den Erfahrungen der Schulleitungen werden Empfehlungen und Herausforderungen im Prozess der Ganztagsschulentwicklung aufgezeigt sowie Hinweise gegeben, die bei der Orientierung und Planung dieses Entwicklungsprozesses nützlich sind.

