



GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER

FACHGRUPPE CHEMIEUNTERRICHT

Diagnostizieren und Fördern im Chemieunterricht



FRANKFURT AM MAIN, APRIL 2008

Teilnehmer der Arbeitsgruppe Bildungsstandards, Lehrpläne, Unterrichtsforschung der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh

Birgitta Krumm	Frankfurt am Main	Endredaktion
Elisabeth Zimmerer	München	Endredaktion
Matthias Kremer	Tuttlingen	Endredaktion

Sabine Brieske	Frankfurt am Main
Udo Klinger	Speyer
Dorothea Lüpke	Eschwege
Karola Raguse	Frankfurt am Main
Dr. Ute Reichel	Darmstadt
Dr. Manfred Schade	Rodgau
Dr. Marianne Sgoff	Frankfurt am Main
Peter Slaby	Spangenberg
Sabine Venke	Berlin

Wir bedanken uns beim Amt für Lehrerbildung, Studienseminar für Gymnasien in Frankfurt für die Möglichkeit, in seinen Räumen unsere Arbeitssitzungen über zwei Jahre hin durchführen zu können.



Gesellschaft Deutscher Chemiker
Varrentrappstr. 40-42
60486 Frankfurt am Main
www.gdch.de

1. Diagnose – zum Begriff	4
2. Diagnose – zu den Maßnahmen	5
2.1 Schlüsselstellen des Chemieunterrichts – hier lohnt sich eine differenzierte Analyse	5
2.2 Schüler und Schülerinnen schätzen ihren Lernstand selbst ein – Methoden und Materialien	6
2.3 Schnittstellen – Lernstände erkennen	9
2.4 Wissensstrukturen sichtbar machen – das Concept-Mapping	9
2.5. Weitere Situationen, in denen individuelle Lernstände erkennbar werden	11
3. Fazit	11
Anhang – Material	12
Literaturnachweis	29

Diagnostizieren und Fördern im Chemieunterricht

Begreift man Förderung von Schülerinnen und Schülern im Chemieunterricht insbesondere als „individuelle Förderung“, so sehen sich viele Lehrerinnen und Lehrer in den weiterführenden Schulen mit ihren großen Lerngruppen und einer ebenso großen Stoffmenge vor Problemen, diesem Anspruch gerecht zu werden. In dem Beitrag wird aufgezeigt, wie das Erkennen von Stärken und Schwächen sowie eine gezielte Förderung einzelner Schülerinnen und Schüler gelingen kann.

Weiterhin wird verdeutlicht, wie die Lehrkraft durch den Einsatz von Diagnoseinstrumenten und anschließender pädagogischer sowie didaktischer Reflexion Rückschlüsse auf den eigenen Unterricht ziehen kann, um diesen kompetenzorientiert zu gestalten. Die Hinweise auf Unterrichtsmaterialien lassen erkennen, dass mit Hilfe einer durchdachten Konzeption der Diagnoseinstrumente nicht nur Stärken und Schwächen im Bereich des Fachwissens, sondern auch im Hinblick auf die weiteren Kompetenzbereiche (Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung) erkannt werden können.

1. Diagnose – zum Begriff

Der Blick auf die Lernprozesse im Chemieunterricht hat an Bedeutung gewonnen, seitdem damit begonnen worden ist, die klassischen inputorientierten Lehrpläne durch Bildungsstandards zu ersetzen. Denn während die Lehrenden den Input weitgehend selbst kontrollieren können, erschließt es sich nicht automatisch, welche Kompetenzen die Lernenden tatsächlich erworben haben. Defizite im Kompetenzerwerb sollten nicht erst in zentralen Prüfungen oder Vergleichsarbeiten erkannt werden, sondern - transparent gesteuert durch den Lehrer oder die Lehrerin – den Schülerinnen und Schülern bereits im Unterrichtsgeschehen bewusst werden.

Die Lernprozesse stehen gemeinsam mit den Lernergebnissen im Zentrum der Definition der pädagogischen Diagnostik durch Ingenkamp¹: „Pädagogische Diagnostik umfasst alle diagnostischen Tätigkeiten, durch die bei einzelnen Lernenden und den in einer Gruppe Lernenden Voraussetzungen und Bedingungen planmäßiger Lehr- und Lernprozesse ermittelt, Lernprozesse analysiert und Lernergebnisse festgestellt werden, um individuelles Lernen zu optimieren.“²

Folgendes Verständnis von diagnostischem Handeln legen wir zu Grunde, das aufeinander abgestimmt seine volle Wirksamkeit entfalten kann:

1. **Analyse** des individuellen Lernstands und Lernfortschritts durch den Lehrenden mit dem Ziel, den Kompetenzerwerb der Schüler einschätzen zu können
2. Einsatz bestimmter **Methoden und Instrumente**, um den Schülerinnen und Schülern ihren individuellen Lernstand bewusst zu machen
3. **Rückschlüsse** aus den Analyseergebnissen durch die Lehrenden auf den eigenen Unterricht und geeignete Maßnahmen, diesen schülergerecht umzugestalten

Herkömmliche Klausuren und Tests weisen unter diesen Gesichtspunkten zentrale Defizite auf: Erstens steht häufig allein das Fachwissen im Mittelpunkt, so dass die weiteren Kompetenzbereiche ausgeblendet bleiben. Zweitens geht es nicht in erster Linie um Diagnose und Förderung, sondern um Leistungsbewertung. Dieser Umstand befördert kurzfristiges und ergebnisorientiertes Lernen.³ Eng damit zusammen hängt – drittens – die Perspektive dieser Arbeiten: Klausuren werden zumeist am Ende einer Lerneinheit geschrieben. Selbst wenn es den Lehrenden gelingt, aus den Ergebnissen Förderbedarf abzulesen, kommt diese Erkenntnis vielfach zu spät.⁴ Selbst wenn die nachfolgenden Unterrichtseinheiten direkt auf dem geprüften Lerninhalt aufbauen, ergibt sich die Schwierigkeit, dass sich das Nachlernen und Üben mit dem neu hinzukommenden Stoff überschneidet. Daher sollten für eine Diagnose des Kompetenzzuwachses andere Instrumente als die üblichen Leistungstests herangezogen werden. Im Fokus steht hier der Lernprozess, diesen sichtbar zu machen und Anhaltspunkte für Verbesserungen des eigenen Unterrichts zu gewinnen.⁵ So kommt es zu einem konstruktiven „Wechselspiel zwischen Diagnostik und Didaktik“.⁶

2. Diagnose – zu den Maßnahmen

2.1 Schlüsselstellen des Chemieunterrichts – hier lohnt sich eine differenzierte Analyse

Insbesondere an didaktischen Problemstellen des Chemieunterrichts ist es wichtig, die Strategien und Gedankengänge von Schülerinnen und Schülern soweit wie möglich in Bezug auf Fehlvorstellungen zu erschließen. Diese können die Lernenden zwar nicht selbst als solche benennen, sie werden sie aber im Dialog offen legen. Die Chemielehrerin oder der Chemielehrer sollte daher die Fragen auf den Selbsteinschätzungsbögen sowie die Aufgabenstellungen so auswählen, dass versteckte Misskonzepte gezielt erfragt werden, wenn auch auf indirektem Wege.

Folgende Schlüsselstellen des Chemieunterrichts lassen sich identifizieren, die Liste lässt sich beliebig erweitern:

- Übergang von der makroskopischen auf die (sub)mikroskopische Ebene: Teilchenvorstellung
- Differenzierung zwischen Atom, Molekül, Ion („klein[st]e Teilchen“)
- Übergang von der Phänomenebene in die formale Ebene (hier werden oftmals Routinen erlernt – wurde auch wirklich Verständnis entwickelt?)
- abgeleitete Größen und ihre Einheiten: Dichte, Stoffmenge, Konzentration, Reaktionsgeschwindigkeit
- das dynamische Gleichgewicht.

Das folgende Praxisbeispiel soll genauer verdeutlichen, wie an einer Schlüsselstelle typische Fehlvorstellungen aufgedeckt werden können. Die Schüler und Schülerinnen sind die Agierenden, die Rolle der Lehrkraft ist beobachtend und analysierend.

BEISPIEL 1: Diagnosebeispiel zum Thema „Teilchenvorstellung“

Für den weiteren Erfolg des Unterrichts ist es besonders wichtig, dass bei der Einführung des ersten Teilchenmodells möglichst keine Vorstellungen bei den Schülern und Schülerinnen haften bleiben, die auf Dauer nicht tragfähig sind. Um sich, den Schülern und Schülerinnen Klarheit zu verschaffen, inwieweit der Unterricht tragfähigere als die oben zusammengestellten Vorstellungen bewirkt hat, kann man an dieser Schlüsselstelle einen Diagnosetest einsetzen. Weitere Erläuterungen zu Fehlvorstellungen, Einsatzmöglichkeit des Diagnosebeispiels und weitere Hinweise für den Unterricht vgl. Anhang.

1. Wenn du als Erste(r) das Blatt erhältst, kreuze die **richtigen** Aussagen in der ganz **rechten** Spalte an (○) und knicke dann das Blatt an den gestrichelten Linien nach hinten (erst 1., dann 2.). Gib es dann deinem Mitschüler.
2. Wenn du als Zweite(r) das Blatt erhältst, falte nicht auf und kreuze die **richtigen** Aussagen auf der rechten Seite an (□).
3. Beide Schüler, die das Blatt bearbeitet haben, falten es auf, diskutieren miteinander die Ergebnisse und tragen dann gemeinsam die Kreuze bei den richtigen Aussagen in der linken Spalte ein.

	2.	1.
1. Die kleinen Teilchen von Schwefel sind gelb.	☐	☐
2. Beim Lösen von Salz in Wasser verschwinden kleine Teilchen.	☐	☐
3. Zwischen den kleinen Teilchen eines Kristalls ist Luft.	☐	☐
4. Die Bewegung der kleinen Teilchen kommt nie zum Stillstand.	☐	☐
5. Kleine Teilchen können nicht schmelzen.	☐	☐
6. Kleine Teilchen sehen aus wie Tischtennisbälle.	☐	☐
7. Bei Zuckerwasser schwimmen kleine Zuckerteilchen in Wasser.	☐	☐

Ein weiteres derartiges Beispiel für einen Diagnosetest zum Thema „Chemische Reaktion“ sowie umfangreicheres Diagnosematerial (Selbsteinschätzungsbogen, Partneraufgaben) für die Schlüsselstelle „Atome, Ionen, Oktettregel“ finden sich im Anhang.

2.2 Schüler und Schülerinnen schätzen ihren Lernstand selbst ein – Methoden und Materialien

Diagnose und Analyse von Schülerkompetenzen ist nicht allein Aufgabe der Lehrenden. Ein wesentliches Ziel eines kompetenzorientierten Unterrichts ist es, Schülerinnen und Schülern Klarheit darüber zu verschaffen, welche Kompetenzen sie tatsächlich erworben haben. 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. Die Objektivität der Selbstreflexion kann gesteigert werden, indem sich die Schülerinnen und Schüler nach der Bearbeitung der Bögen untereinander austauschen, gegenseitig helfen und dies auch schriftlich für die Lehrkraft sichtbar machen. Hieraus kann die Lehrerin oder der Lehrer Hinweise auf das Gelingen der Unterrichtskonzeption entnehmen.

Da Diagnosemaßnahmen häufig im Zusammenhang mit einer Zusatzbelastung für den Lehrer gesehen werden, stellen wir zuvor folgende Argumente für die Verwendung der vorgestellten Materialien heraus:

1. Schüler und Schülerinnen werden sich selbst über Stärken/Schwächen klar.
2. Sie erkennen/erfahren/begreifen ihren Kompetenzzuwachs und reflektieren ihr Lernverhalten
3. Sie übernehmen Verantwortung für das eigene Lernen
4. Bei Partneraufgaben kommunizieren sie auf gleicher Ebene mit ihren Mitschülern; diese Methode hat sich als äußerst motivierend erwiesen, da dieses Verfahren auch von Schwächeren gut angenommen wird
5. Die Lehrkraft erhält die Möglichkeit, den Lernenden „über die Schulter zu sehen“ und erfährt viel über unterschiedliche Lernwege einzelner Schüler

Die folgenden Beispiele sollen Anregungen für die Unterrichtspraxis geben. Das vollständige Material findet sich im Anhang.

BEISPIEL 2: Selbsteinschätzungsbogen zum Thema „Brönsted-Säuren“

KMK-BS	Aufgabe	sicher	Ziemlich sicher	Unsicher	Sehr unsicher
K, E	Ich kann meinen Mitschülern beschreiben, was ich bei einer Reaktion von Salzsäure mit Kalk sehe.				
F, E	Ich kann aus den Beobachtungen folgern, welche Produkte entstehen.				
E	Ich kann mit einem Experiment beweisen, dass das Gas Kohlenstoffdioxid ist.				
E, F	Ich kann auf der Teilchenebene mit Hilfe des Atommodells die Entstehung der Produkte erklären.				
F	Ich kann die Dissoziationsgleichungen von fünf Säuren angeben und die Säurerest-Ionen benennen.				

Was ich verbessern sollte:

Wo ich Hilfe brauche:

Der Einsatz solch einfacher Einschätzungsbögen an verschiedenen Stellen des Unterrichts ermöglicht es, eine „Kultur“ der Selbsteinschätzung zu etablieren. Durch die immer wiederkehrenden Reflexionsanlässe erkennen die Schüler und Schülerinnen, welche Kompetenzen zu erwerben sind und übernehmen so Verantwortung für ihren Lernprozess.

Zwei weitere Beispiele zeigen, wie die Schülerelbsteinschätzung durch die Zusammenarbeit mit Mitschülern, durch Hinzuziehen von Materialien und durch das Lösen entsprechender Aufgaben objektiviert werden kann.

BEISPIEL 3: Selbsteinschätzung mit Partneraufgabe zum Thema „Ionenbildung, Verhältnisformeln von Salzen“

Arbeitsaufträge:

- 1) Mache Dir zunächst alleine Gedanken über Deine Fähigkeiten und kreuze an.
- 2) Tausche Dich im Folgenden mit Deinem Nachbar aus, um etwaige Defizite auszugleichen. Weitergehend kannst Du auch das Heft, das Buch, andere Mitschüler oder den Lehrer befragen.
- 3) Löse die untenstehenden Aufgaben.
- 4) Überprüfe erneut Deine Fähigkeiten und kreuze mit einer anderen Farbe an.

Kompetenz des Schülers / der Schülerin	sicher	Ziemlich sicher	Unsicher	Sehr unsicher
Ich kenne die Edelgasregel.				
Ich kann die Edelgasregel anwenden.				
Ich kann mir die Ionenladung der Ionen eines Salzes ableiten, wenn ich deren Verhältnisformel kenne.				
Ich kann mir die Verhältnisformel eines Salzes ableiten, wenn ich die Ionenladungen der aufbauenden Ionen kenne.				
Ich kann mir die Verhältnisformel eines Salzes ableiten, wenn ich den Namen des Salzes kenne.				

Aufgaben:	Lösungen:
1. Gib die Verhältnisformeln der folgenden Salze an: a) Natriumoxid b) Strontiumchlorid c) Aluminiumfluorid d) Magnesiumbromid e) Calciumiodid	1. a) Na_2O b) SrCl_2 c) AlF_3 d) MgBr_2 e) CaI_2
2. Gib die Ionenladungen der Ionen in den folgenden Verbindungen an: a) ZnCl_2 b) CuCl c) Al_2O_3 d) CuS e) FeBr_3	2. a) Zn^{2+} , Cl^- b) Cu^+ , Cl^- c) Al^{3+} , O^{2-} d) Cu^{2+} , S^{2-} e) Fe^{3+} , Br^-

BEISPIEL 4: Selbsteinschätzung und Partnerarbeit mit umfangreichem Zusatzmaterial (ausführliche Darstellung im Anhang)

Am Ende der Unterrichtseinheit „Chemische Gleichgewichte“ der gymnasialen Oberstufe können Schüler und Lehrer anhand folgender Maßnahmen überprüfen, ob die notwendigen Kompetenzen bei Fragen zum chemischen Gleichgewicht in ausreichendem Maße vorhanden sind.

Auszug aus dem Selbsteinschätzungsbogen

Das Buch⁷ sowie Partneraufgaben zur Beschäftigung mit den ausgewählten Themen liegen bereit. Lösungshinweise gibt es bei Bedarf beim Lehrer.

Kompetenz des Schülers / der Schülerin mit Angabe des Kompetenzbereiches: F: Fachwissen, E: Erkenntnisgewinnung, K: Kommunikation, B: Bewertung		sicher	Ziemlich sicher	Unsicher	Sehr unsicher	Fördermaßnahmen: Aufg. Nr.
F	Ich kann die Einstellung eines chemischen Gleichgewichtes an einem Beispiel beschreiben.					1, 2
F	Ich kann Beispiele für Reaktionen und ihre Umkehrreaktion benennen und begründen, warum bei der Gleichgewichtseinstellung beide Reaktionen freiwillig ablaufen.					Buch S. 126f
K	Ich kann das Prinzip von Le Chatelier in einem verständlichen Satz formulieren.					Buch S. 93
F	Ich kann Faktoren nennen, die die Gleichgewichtseinstellung bei der Ammoniak-Synthese beeinflussen.					Buch S. 98, 4
B	Ich kann Vorschläge zur technischen Problemlösung bei der Ammoniak-synthese beurteilen.					3, 7
K	Ich kann einen Kurzvortrag zu den Leistungen von Fritz Haber und Carl Bosch halten.					6

Was ich verbessern sollte:

Als Hilfe lese ich im Buch S. _____ und bearbeite zusammen mit _____

die Aufgaben Nr.:

Auszug aus den Partneraufgaben

- 1) Bearbeite die Aufgabenstellungen zunächst alleine. „Kleine Hilfen“ auf Karten dürfen bei Bedarf beim Lehrer geholt werden.
- 2) Arbeitet im Team eure Lösungen durch. Wenn ihr dabei Fehler entdeckt, dann berichtigt diese. Verwendet bei der Verbesserung einen Stift in einer anderen Farbe, damit ihr und euer Lehrer erkennen könnt, wo ihr noch Hilfe braucht!

Nr.	Aufgabe	gelingen	teilweise gelingen	nicht gelingen
1	Zwischen den Stoffen Chlor (Cl_2), Phosphorpentachlorid (PCl_5) und Phosphortrichlorid (PCl_3) kann sich in einem geschlossenen System ein chemisches Gleichgewicht einstellen. Man gibt a) 8 mol Phosphorpentachlorid, b) 4 mol Phosphortrichlorid in ein geschlossenes Gefäß, das sonst nichts weiter enthält. Beschreibe, welche Änderungen in den beiden Gefäßen zu erwarten sind. Wenn chemische Reaktionen ablaufen, notiere diese.			
2	Eine Analyse des in Aufgabe 1a) erhaltenen Endzustandes ergibt, dass ein Gemisch entstanden ist, das 3 mol PCl_3 enthält. Paul behauptet, dann müsse das Gefäß außerdem 4 mol PCl_5 und 1 mol Cl_2 enthalten. Max widerspricht, es müsse 3 mol Cl_2 und 6 mol PCl_5 enthalten. Bewerte die beiden Aussagen. Stelle gegebenenfalls eine eigene Behauptung auf und begründe sie.			
3	In einem geschlossenen System stellt sich das Ammoniak-Gleichgewicht ein. Was wird passieren, wenn man bei konstanter Temperatur den Druck erhöht?			
	...			
Gesamtrückmeldung des Partners/der Partnerin:				

Auszug aus den **zusätzlichen Hilfen**

Hilfekärtchen	Lösungshinweise
Kleine Hilfe 1 Überlege, welche der drei Stoffe jeweils miteinander reagieren. Gibt es einen unter den dreien, der keinen Reaktionspartner braucht? Was geschieht, wenn ein Stoff keinen Reaktionspartner hat?	Lösungshinweise 1 a) Es stellt sich mit der Zeit ein chemisches Gleichgewicht ein, indem Phosphorpentachlorid zerfällt $\text{PCl}_5 \rightarrow \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$ und die Zerfallsprodukte auch wieder zurück reagieren $\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{PCl}_5$. Zu Beginn überwiegt die Zahl der Zerfallsreaktionen, bis schließlich beide Reaktionen mit derselben Häufigkeit stattfinden. Dann hat sich das chemische Gleichgewicht eingestellt, das mit folgendem Symbol beschrieben wird: $\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$ b) Da kein Reaktionspartner für das Phosphortrichlorid vorhanden ist und über einen möglichen Zerfall des Stoffes nichts bekannt ist, muss man davon ausgehen, dass keine chemischen Reaktionen ablaufen. Es kann sich also kein chemisches Gleichgewicht einstellen.

2.3 Schnittstellen – Lernstände erkennen

In der Laufbahn von Schülerinnen und Schülern gibt es Zeitpunkte, an denen die Weiterarbeit in derselben Lerngruppe nicht möglich ist, wie etwa beim Wechsel an ein Oberstufengymnasium. In diesen Fällen hat die Lehrkraft eine bunte Gruppe aus Schülerinnen und Schülern mit unterschiedlichen Kenntnissen und Vorerfahrungen vor sich.

Hier kann ein Eingangstest die bereits erworbenen Kompetenzen in Bezug auf die neuen Lerninhalte offen legen und dem Chemielehrer oder der Chemielehrerin Hinweise geben, wie die neue Unterrichtseinheit konzipiert werden muss und in welchen Bereichen einzelne Schülerinnen und Schüler nacharbeiten müssen, um mit dem Rest der Lerngruppe gleichziehen. Ein Beispiel zeigt das Material im Anhang.

Die Ergebnisse derartiger Tests sind oftmals für die Lernenden enttäuschend, da sie vor allem auf einen fachlichen Kernbestand zielen und wenig Auskunft über die weiteren Kompetenzen geben. Daher empfehlen wir, eine Überprüfung von Kenntnissen mit einer Schülerselbsteinschätzung zu kombinieren und diejenigen fachlichen Kontexte mit einzubeziehen oder zu erfragen, in denen zuvor die Kenntnisse erworben wurden.

2.4 Wissensstrukturen sichtbar machen – das Concept-Mapping

Ein weiteres Diagnoseinstrument ist das so genannte **Concept-Mapping**. Dabei handelt es sich um „eine Methode, mit der Wissensstrukturen mit Hilfe eines grafischen Netzwerkes aus Begriffen und Relationen dargestellt werden.“⁸ So zeigt beispielsweise in einer Concept Map zum Thema Atombau ein Pfeil vom Begriff „Protonen“ zum Begriff „Nukleonen“, der mit „sind“ als Relation beschriftet ist; von „Kern“ zeigt der Pfeil „besteht aus“ auf den Begriff „Nukleonen“, usw. Die Auswahl der Begriffe kann dabei von der Lehrkraft vorgegeben werden oder von den Lernenden auf verschiedene Art selbst erarbeitet werden. Die Relationen sind stets von den Schülerinnen und Schülern zu bilden, für sie bestehen keinerlei Vorgaben.

Das Concept Mapping erlaubt Diagnosen im Hinblick auf das Begriffsverständnis der Lernenden. Die bereits bei den Selbstdiagnosebögen angesprochenen Fehlvorstellungen sind häufig begrifflicher Natur, etwa weil identische Begriffe in Alltags- und Fachsprache verschiedene Bedeutungen haben. Außerdem wird deutlich, ob die Schülerinnen und Schüler die Zusammenhänge zwischen einzelnen Aspekten eines komplexen Themas verstanden haben.

BEISPIEL 5: Concept-Map zum Thema „Atombau“

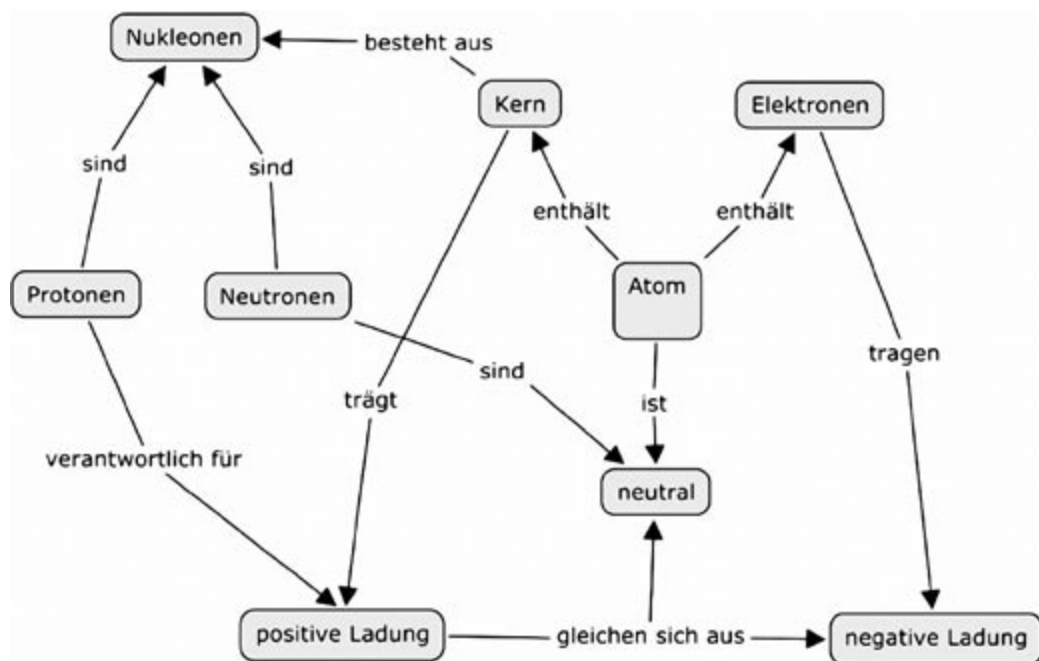


Abbildung 1: Concept-Map zum Atombau

Anregungen zum Einsatz im Unterricht

- Zur Erhebung von Vorverständnis zu Beginn eines neuen Themas
- Zur Diagnose von Begriffsverständnis nach einer Einheit
- Zur Überprüfung, als Leistungskontrolle
- Als Gruppenpuzzle zur Arbeit an Begriffsbildung

Tipps für die Konstruktion von Concept-Maps

- Begriffe sorgfältig auswählen:
 - Die Lehrkraft gibt die Begriffe vor.
 - Die Schüler entnehmen Schlüsselbegriffe aus einem Text.
 - Die Schüler stellen selbständig zentrale Begriffe aus einer Unterrichtseinheit zusammen.
 - Die Schüler ergänzen eine vorgegebene Auswahl an Begriffen selbständig.
- Nicht zu viele Begriffe verwenden, Map wird unübersichtlich!
- Begriffe anschreiben oder auf Kärtchen (auch Etiketten oder Haftzettel sind sehr hilfreich, da sie leicht auf zu kleben und wieder zu lösen sind) austeilen!
- Bedeutungen durch Pfeile zwischen den Begriffen darstellen und beschriften!
- Möglichst viele Querverbindungen schaffen!
- Auf Symmetrien achten, ein übersichtliches, „schönes“ Begriffsnetz ist auch klarer!

Quantitative Auswertung

Die Begriffsnetze können neben der qualitativen Auswertung auch quantitativ ausgewertet werden. Sie stellen dann – immer vorausgesetzt es passt in das pädagogische Konzept der Lehrkraft – eine Variante der Leistungsmessung dar, die nicht auf auswendig Gelerntem beruht, sondern Verständnis abfragt. Kriterien für gute oder schlechte Maps können sein:

- Wurden alle Begriffe verwendet?
- Welche Anzahl an Verbindungen wurde hergestellt?
- Stimmt die Richtung der Pfeile?
- Wurden die Pfeile beschriftet?
- Wie ist die Qualität der Beschriftungen?
- Ist die Map übersichtlich?
- Wurden Symmetrien gesehen

Im Anhang wird an einem weiteren Beispiel beschrieben, wie Concept-Maps als Diagnoseinstrument im Unterricht eingesetzt werden können, außerdem wird eine Concept-Map zum Thema „Dipole“ dargestellt.

2.5. Weitere Situationen, in denen individuelle Lernstände erkennbar werden

Man kann ohne großen Aufwand weitere Anlässe im Unterricht schaffen, an denen individuelle Schülerkompetenzen oder auch Fehlvorstellungen deutlich werden, auch in großen Lerngruppen. Ideen hierfür sind:

Die Schüler und Schülerinnen

- stellen ihre eigenen Teilchenmodelle, Reaktionsgleichungen, Deutungen von Experimenten etc. anderen Schülern/der Lehrkraft zur Diskussion,
- skizzieren den Versuchsaufbau bzw. erarbeiten das Versuchsprotokoll; danach erfolgt ein Austausch mit Mitschülern,
- schreiben Aufsätze (z. B. zum Thema „Ein Salz löst sich in Wasser. – Beschreibe den Vorgang, indem du dich in die Lage eines Teilchens versetzt!“)

3. Fazit

Zur Diagnose von Lernprozessen im Chemieunterricht ist eine Vielzahl von Vorgehensweisen geeignet. Im Vordergrund steht – neben der individuellen Förderung eines einzelnen Schülers oder einer Schülerin – der Zielgedanke, Lernprozesse sichtbar zu machen und Anhaltspunkte für eine Verbesserung des eigenen Unterrichts zu gewinnen. Es ist jedoch nicht sinnvoll, jede einzelne Lehrkraft mit der Entwicklung geeigneter Materialien für diesen wünschenswerten Prozess zu belasten. Daher wurde von uns als Anregung eine kleine Sammlung von direkt einsetzbaren oder leicht abzuändernden Diagnosemaßnahmen zusammengestellt. Diese im Anhang vorgestellten Materialien beziehen sich auf die in den Bildungsstandards genannten Basiskompetenzen und reflektieren einen Chemieunterricht, der die vielfältigen Aspekte des Lernens berücksichtigt.

Die aktuellen Ergebnisse der PISA-Studie 2006 weisen darauf hin, wie wichtig es für den Kompetenzerwerb ist, neben dem eigenen Experimentieren auf das Schlussfolgern Wert zu legen und Praxisbezüge herzustellen.⁹ Sich mit den Ergebnissen des Forschens und Experimentierens im Unterricht auseinander zu setzen bedeutet insbesondere, den eigenen Erkenntnisgewinn zu reflektieren. In diesem Sinne ist die Diagnose des Kompetenzerwerbs unmittelbar mit den Prinzipien eines didaktisch wirkungsvollen naturwissenschaftlichen Unterrichts verbunden.

ANHANG - MATERIAL

Zu 2.1

Schlüsselstellen des Chemieunterrichts – hier lohnt sich eine differenzierte Analyse

Erläuterungen zu Beispiel 1: Diagnosebeispiel zum Thema „Teilchenvorstellung“

Bezug zu den KMK-Bildungsstandards / Fehlvorstellungen

In den KMK-Bildungsstandards für Chemie heißt es im Kompetenzbereich Fachwissen (F1 Stoff-Teilchen-Beziehungen) u. a.:

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben modellhaft den submikroskopischen Bau ausgewählter Stoffe.

Für den weiteren Erfolg des Unterrichts ist es besonders wichtig, dass bei der Einführung des ersten Teilchenmodells nicht zu viele Vorstellungen bei den Schülern haften bleiben, die auf Dauer nicht tragfähig sind. Bekannte solche „Fehlvorstellungen“ sind etwa

- Eigenschaften der Stoffe (Farbe, Schmelztemperatur u. ä.) werden auf die Teilchen übertragen.
- Es wird davon ausgegangen, dass zwischen den Teilchen nicht „nichts“ ist, sondern etwa Luft.
- Ähnlich ist die Vorstellung, Teilchen könnten in einem flüssigen Medium schwimmen, wobei übersehen wird, dass dieses Medium auch aus Teilchen aufgebaut sein muss.
- Das Modell wird als Realität gesehen, also Teilchen mit kleinen Bällen gleichgesetzt.

Einsatzmöglichkeit

Um sich und den Schülern Klarheit zu verschaffen, inwieweit der Unterricht tragfähigere als die oben zusammengestellten Vorstellungen bewirkt hat, kann man an dieser Schlüsselstelle eine Diagnose einsetzen. Um deutlich zu machen, dass es keine Maßnahme zur Beurteilung sondern zur Steigerung des Lernerfolgs ist, bekommen die Schüler dabei Gelegenheit, miteinander über ihre Vorstellungen zu sprechen. Dies erreicht man dadurch, dass sie nacheinander und unabhängig voneinander (der erste Schüler faltet das Blatt) die richtigen von mehreren Aussagen ankreuzen müssen, danach schauen sie ihre Antworten an und einigen sich im Gespräch auf eine gemeinsame Lösung, die dann dem Lehrer abgegeben wird. Dieser sieht dem Papier oftmals die Spuren der Diskussion an und kann so Maßnahmen überlegen, wie er mit den Schülern eventuell noch vorhandene Unklarheiten beseitigen kann. Meistens sind die Schüler aber durch ihre Diskussion so motiviert, dass sie unmittelbar Klarheit über den Sachverhalt haben wollen. Eine äußerst motivierende Unterrichtssituation! Wenn es zunächst nichts zu klären gibt, weil sich die Schüler einig waren, erkennt der Lehrer an den falsch angebrachten Kreuzen die Fehlvorstellungen und kann im folgenden Unterricht gezielt auf diesen Punkt eingehen.

Mit demselben Verfahren kann man auch an anderen Schlüsselstellen des Chemieunterrichts (Chemische Reaktion, Edelgasregel, Chemische Formeln, zwischenmolekulare Wechselwirkungen,...) schnell einen Überblick über den Stand der Klasse bekommen.

Hinweise zum Umgang mit dem Diagnosetest und für den weiteren Unterricht

Zu 1.

Der Hinweis, dass die Teilchen nicht sichtbar sind, macht noch einmal klar, dass damit jede Aussage über ihr Aussehen und ihre Farbe sinnlos sind.

Zu 2.

Dass die Teilchen nicht verschwinden können, sondern beim Eindampfen der Lösung das Salz und damit seine Teilchen wieder da sind, kann experimentell gezeigt werden. Allerdings war zwischendurch das Salz ja wirklich verschwunden. Der Stoff mit der charakteristischen Kristallform und der hohen Schmelztemperatur war nicht vorhanden. Insofern kann man Aussagen, dass zwischendurch wohl andere Teilchen gebildet worden sein müssen, nicht von der Hand weisen. Hier können Untersuchungen über den Massenerhalt beim Lösen zeigen, dass die Teilchen auf keinen Fall verschwunden sind. Ihre Masse ist noch vorhanden. So wird klar, dass die Eigenschaften eines Stoffes nicht nur von der Art des Teilchens sondern auch davon abhängen, wie sich die Teilchen zusammenlagern.

Übrigens ist der salzige Geschmack einer Salzlösung kein Beweis für das Vorhandensein der ursprünglichen Salzteilchen in der Lösung. Der salzartige Geschmack von Salz beruht immer darauf, dass im Mund eine Lösung erzeugt wird, deren Geschmack man wahrnimmt. Wie reines, ungelöstes Salz schmeckt, kann man gar nicht wissen.

Zu 3.

Wird diese Aussage für richtig erachtet, muss noch einmal darauf hingewiesen werden, dass alle Stoffe aus Teilchen aufgebaut sind, also auch Luft. Eine Zeichnung eines Kristalls mit Umgebung auf Teilchenebene klärt den Sachverhalt.

Zu 4.

Die Brownsche Bewegung sichtbarer Körnchen aufgrund der Stöße nicht sichtbarer Teilchen sieht man unter dem Mikroskop tatsächlich nach einiger Zeit nicht mehr, wenn die Flüssigkeit eintrocknet. Auch das Schütteln von Kugeln hört wieder auf, wenn die Energie des Schüttlers nicht mehr zugeführt wird. Hier muss dem Schüler der Unterschied zwischen dem Modell und seinen Veranschaulichungsmöglichkeiten deutlich gemacht werden.

Zu 5.

Teilchen müssen als unveränderlich (solange der Stoff existiert) postuliert werden. Nur ihre Bewegung kann variieren. So wird der Schmelzvorgang auf Teilchenebene klarer.

Zu 6.

Wie bei 1. kann man über das Aussehen der Teilchen nichts sagen. Die Tischtennisbälle sind nur ein Versuch, etwas anschaulich zu machen, was man nur denken aber nicht anfassen kann.

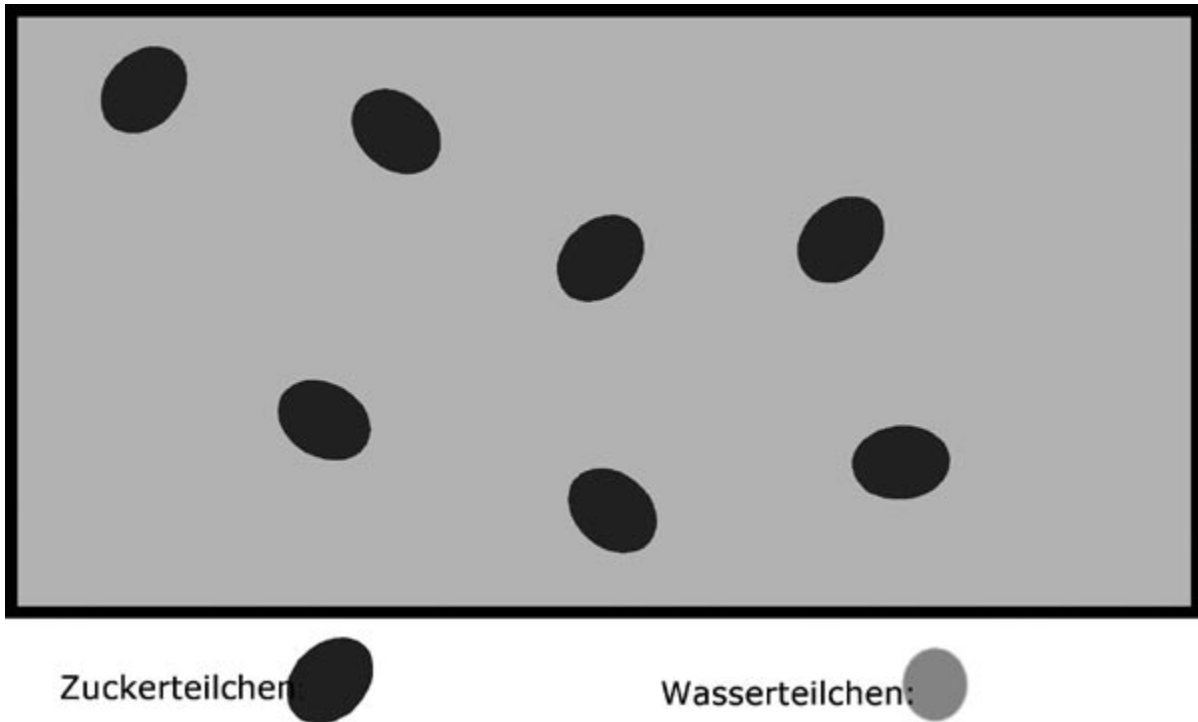
Zu 7.

Beiliegende Bilder auf Folie werden den Schülern zusammen mit der Frage präsentiert „Welche Darstellung beschreibt zutreffender eine Zuckerlösung auf der Teilchenebene?“

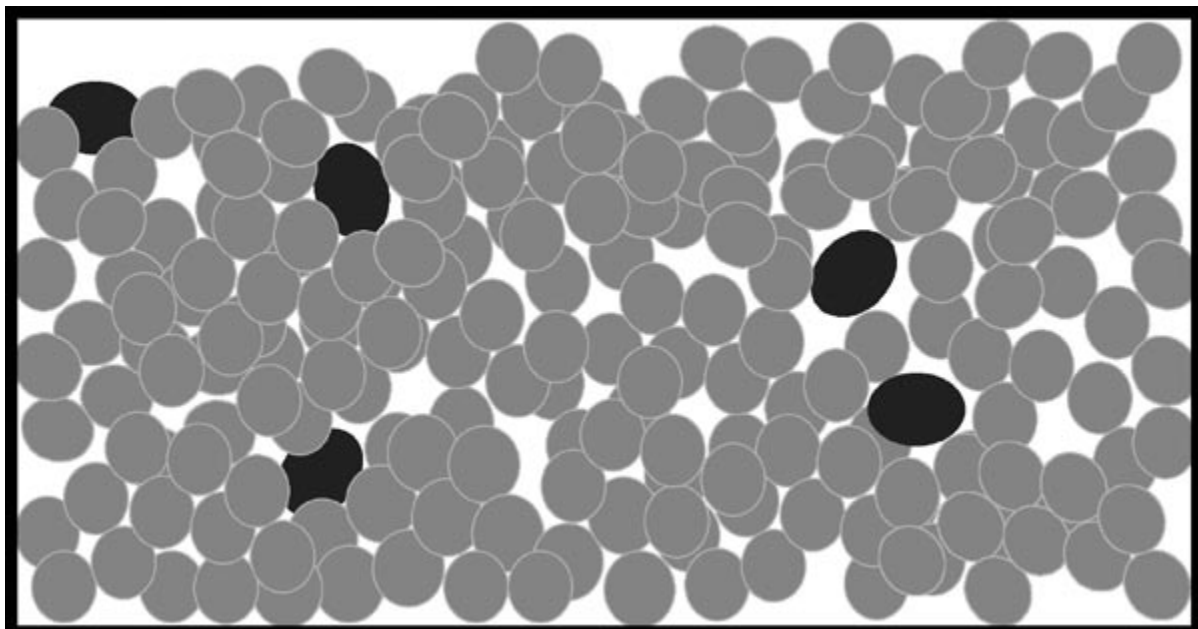
Wieder wird es darauf hinauslaufen, dass man nicht einen Stoff (Zucker) auf Teilchenebene betrachten kann und gleichzeitig der andere Stoff (Wasser) auf der Stoffebene bleibt.

Folie zur Darstellung von Zuckerwasser auf Teilchenebene

Darstellung A: Zuckerwasser



Darstellung A: Zuckerwasser



WEITERES BEISPIEL: Diagnosebeispiel zum Thema „Chemische Reaktion“

1. Wenn du als Erste(r) das Blatt erhältst, kreuze die **richtigen** Aussagen in der ganz **rechten** Spalte an (○) und knicke dann das Blatt an den gestrichelten Linien nach hinten (erst 1., dann 2.). Gib es dann deinem Mitschüler.
2. Wenn du als Zweite(r) das Blatt erhältst, falte nicht auf und kreuze die **richtigen** Aussagen auf der rechten Seite an (□).
3. Beide Schüler, die das Blatt bearbeitet haben, falten es auf, diskutieren miteinander die Ergebnisse und tragen dann gemeinsam die Kreuze bei den richtigen Aussagen in der linken Spalte ein.

Gegeben ist folgendes richtiges Reaktionsschema
 Magnesium + Iod → Magnesiumiodid; exotherm

	2.	1.
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.	☐	☐
5. Nach der chemischen Reaktion enthält die Umgebung mehr Energie als vor der Reaktion von Magnesium mit Iod.	☐	☐
6. Das Reaktionsprodukt enthält Magnesium.	☐	☐

WEITERES BEISPIEL für die Schlüsselstelle „Atome, Ionen, Oktettregel“:

Schülerselebststeinschätzungsbogen zur Kochsalzsynthese

KMK-BS	Aufgabe	sicher	Ziemlich sicher	Unsicher	Sehr unsicher
F 1.1	Ich weiß, welche Ausgangsstoffe für die Kochsalzsynthese aus den Elementen verwendet werden.				
K 4	Ich kann Formeln für die Ausgangsstoffe der Kochsalzsynthese angeben.				
K 4	Ich kann die Formel für das Produkt der Kochsalzsynthese angeben.				
F 2.1 F 1.5 F 3.1 K 4	Ich kenne Unterschiede zwischen dem Reaktionsprodukt und den Ausgangsstoffen und kann wesentliche Stoffeigenschaften beschreiben.				
F 1.3 E 7 K 4	Ich kann den Bau des Natriumatoms und des Chloratoms in einer Skizze darstellen.				
F 3.2 E 7 K 4	Ich kann die Bildung der Ionen mit der Oktettregel beschreiben.				
E 7 K 4	Ich kann die Vorgänge bei der Kochsalzsynthese mit Hilfe eines Modells veranschaulichen.				
F 3.4	Ich kann die Reaktionsgleichung für die Kochsalzsynthese formulieren.				
F 3.3	Ich kann Teilschritte für die Elektronenabgabe und -aufnahme angeben.				
F 3.3	Ich kann Teilschritte für die Elektronenabgabe und -aufnahme auch für die Reaktion von Magnesium mit Sauerstoff angeben.				

Lernstandsanalyse in Form einer Partneraufgabe zur Kochsalzsynthese¹⁰

Arbeitsaufträge:

- 1) Bearbeite die Aufgabenstellungen zunächst alleine.
- 2) Arbeitet im Team eure Lösungen durch. Wenn ihr dabei Fehler entdeckt, dann berichtigt diese. Verwendet bei der Verbesserung einen Stift in einer anderen Farbe, damit ihr und euer Lehrer erkennen könnt, wo ihr noch Hilfe braucht!

	richtig	falsch	Begründung
Zur Herstellung von Kochsalz benötigt man festes Natriumhydroxid und Chlorgas.			
Die Formel für Chlorgas ist Cl_2 .			
Die Formel von Kochsalz ist NaCl_2 .			
Natrium ist ein silbrig glänzendes Metall.			
Natriumchlorid ist ein Gemisch aus Chlor und Natrium.			
Wässrige Natriumchloridlösung ist ungiftig und leitet den elektrischen Strom.			
Chlor ist ein ungiftiges, geruchloses Gas.			
Ein Natriumatom verfügt über zwei Elektronenschalen, auf der äußeren Schale befinden sich zwei Elektronen.			
Ein Chloratom benötigt ein Elektron zum Erreichen der Edelgaskonfiguration.			
Die Reaktionsgleichung für die Kochsalzsynthese lautet: $\text{Na} + \text{Cl} \rightarrow \text{NaCl}$			
Die Reaktionsgleichung für die Elektronenabgabe lautet $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^{++} + 2\text{e}^-$ – Stimmt das?			
Die Reaktionsgleichung für die Elektronenaufnahme lautet: $\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$ – Stimmt das?			
Für die Reaktion von Magnesium mit Sauerstoff gilt: Magnesiumatome geben Elektronen ab und Sauerstoffatome nehmen Elektronen auf.			

ERGÄNZUNGEN ZU BEISPIEL 2: Diagnosematerial zum Thema „Brönsted-Säuren“

Selbsteinschätzungsbogen

Nr.	Aufgabe	sicher	Ziemlich sicher	Unsicher	Sehr unsicher
1a	Ich kann meinen Mitschülern beschreiben, was ich bei einer Reaktion von Salzsäure mit Kalk sehe. (K, E)				
1b	Ich kann aus den Beobachtungen folgern, welche Produkte entstehen. (F, E)				
1c	Ich kann mit einem Experiment beweisen, dass das Gas Kohlenstoffdioxid ist. (E)				
1d	Ich kann auf der Teilchenebene mit Hilfe des Atommodells die Entstehung der Produkte erklären. (E,F)				
2	Ich kann von 5 Säuren die Dissoziationsgleichung angeben und die Säurerest-Ionen benennen. (F)				
3	Ich kann auf der Teilchenebene den Unterschied zwischen einem Protonendonator und einem Protonenakzeptor erklären. (F,K)				
4	Ich kenne den Unterschied zwischen Essig und Essigsäure. (F)				
5	Ich kann folgenden Satz vervollständigen: Ein Unterschied von 1 auf der pH-Skala bedeutet bei Salzsäure einen Konzentrationsunterschied um den Faktor (E)				
6	Ich kann berechnen, wie viel Wasser benötigt wird, um 250 l eines durch Säure verunreinigten Abwassers von pH = 1 auf pH = 6 zu bringen. (E)				
7	Ich kann meine Mitschülerinnen und -schüler über die Vorteile eines Neutralreinigers informieren, indem ich die Kenntnisse aus dem Chemieunterricht einbeziehe. (K)				
8	Ich bin in der Lage, den Nutzen von Inhaltsstoffen in Reinigern – auch aus chemischer Sicht – kritisch zu bewerten. (B)				
Was ich verbessern sollte:					
Wo ich Hilfe brauche:					

Lernstandanalyse in Form einer Partneraufgabe

Nr.	Aufgabe	gelingen	teilweise gelingen	nicht gelingen
1a	Beschreibe die Reaktion von Salzsäure mit Kalk. (K,E)			
1b	Erkläre, auf welche Produkte du aufgrund deiner Beobachtungen schließt. (F,E)			
1c	Wie kann man diese Produkte nachweisen? Beschreibe den Versuchsaufbau, Durchführung und Beobachtung, zur Nachweisreaktion (F, E, K)			
1d	Erkläre auf der Teilchenebene die Entstehung der Produkte (F/K)			
2	Gib die Dissoziationsgleichung von 5 Säuren an und benenne die Säurerest-Ionen (F)			
3	Erkläre den Unterschied zwischen einem Protonendonator und einem Protonenakzeptor. (K/ F)			
4	Nenne den Unterschied zwischen Essig und Essigsäure. (F)			
5	Vervollständige folgenden Satz: Ein Unterschied von 1 auf der pH-Skala bedeutet bei Salzsäure einen Konzentrationsunterschied um den Faktor (E)			
6	Berechne, wie viel Wasser benötigt wird, um 250 ml eines durch Säure verunreinigten Abwassers von pH = 1 auf pH = 6 zu bringen. (E)			
7	Stelle die Vorteile eines Neutralreinigers in einigen Sätzen dar. (K)			
8	Bewerte den Nutzen von Inhaltsstoffen in Reinigern kritisch. (B)			
Gesamtrückmeldung des Partners/der Partnerin:				

Lösungshinweise

Nr.	
1a	Die Bläschenbildung zeigt die Entstehung eines Gases (CO ₂)
1b	Die Gasbildung weist auf Kohlenstoffdioxid hin.
1c	Durch das pneumatische Einleiten des Gases in Kalkwasser, bildet sich schwerlösliches Calciumcarbonat, erkennbar an der weißlichen Trübung. Aus dem vorangegangenen Unterricht ist der Nachweis von Kohlenstoffdioxid durch Kalkwasser bekannt.
1d	Erklärung der Gleichung: $\text{CaCO}_{3s} + 2 \text{HCl}_{aq} (\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-_{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}_{aq} + 2 \text{Cl}^-_{aq} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_{2g}$
2	Mehrere Möglichkeiten, z.B.: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^-$ $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{H}_3\text{O}^+ + \text{PO}_4^{3-}$ $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ $\text{HBr} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Br}^-$
3	Ein Protonendonator ist ein Teilchen, das H ⁺ -Ionen in einer Reaktion zur Verfügung stellt. Ein Protonenakzeptor ist ein Teilchen, das in einer Reaktion H ⁺ -Ionen aufnimmt.
4	Essig ist eine wässrige Lösung der Säure, sie enthält Oxoniumionen – die reine Säure nicht (ev. Protolyse, Protonendonator/-akzeptor nennen). (F)
5	Ein Unterschied von 1 auf der pH-Skala bedeutet bei Salzsäure einen Konzentrationsunterschied um den Faktor ...10.... (E)
6	25 m ³ (E)
7	Aspekte: Gewässerbelastung, Wirkung auf der Haut, Verhalten in kalkhaltigem Wasser, etc.(K)
8	Aspekte: Wirkung der Säure oder Lauge auf den „Schmutz“, Tenside, Desinfektion, Wirkung auf die Haut, Sicherheitsmaßnahmen im Umgang mit dem Reiniger (B)

Diagnosehinweise

Zu 1a:

Sollten Defizite bei einem oder mehreren Schülern auftreten, so wird deutlich, dass der oder die Schüler/innen den Sinn der Beobachtungen im Erkenntnisprozess noch nicht erkannt haben. Eine Sensibilisierung für genaue Beobachtungen als Vorstufe für die Erklärung auf Teilchenebene ist erforderlich. Ebenso wird hier eine fehlende Fachsprache deutlich, wenn in der Partnerarbeit der Mitschüler die Beschreibungen nicht nachvollziehen kann.

Zu 1b:

Die Schülerinnen und Schüler sind möglicherweise nicht in der Lage, einen Ebenenwechsel von der phänomenologischen zur Modellebene zu vollziehen. Hier ist wieder eine Schlüsselstelle im Chemieunterricht, bei der es sich lohnt, genau hinzusehen und Verständnisprobleme zu hinterfragen.

Zu 1c:

Hier zeigen die Schülerinnen und Schüler, dass sie ihr erlerntes Wissen (Nachweismethoden) sicher beherrschen und übertragen können.

Zu 1d:

Die Übertragung der Beobachtungen auf die Teilchenebene ist der wesentliche Bestandteil dieser Aufgabe. Je nach vorangegangenen Unterricht und dem daraus resultierenden Anforderungsniveau zeigt diese Aufgabe, ob Kenntnisse über den Atombau sicher angewandt werden können. Das Erstellen von Reaktionsgleichungen bereitet vielen Schülerinnen und Schülern Probleme, weil diese häufig ohne tieferes Verständnis schematisch auswendig gelernt werden.

An dieser Stelle werden Verständnisprobleme über den Atombau und den Prinzipien chemischer Reaktionen deutlich. Mängel in der Fachsprache zeigen sich besonders bei der Partnerarbeit.

Zu 2:

Die Schülerinnen und Schüler sollen die grundlegenden Prinzipien der Säure-Base-Chemie erkennen und zeigen, dass sie Fachsystematik anwenden können.

Zu 3:

Die Schülerinnen und Schüler zeigen, ob sie in der Lage sind, Basiskonzepte der Chemie zu erkennen und anzuwenden.

Zu 4:

Schülerinnen und Schülern fällt es häufig schwer, zwischen Alltags- und Fachvokabular zu differenzieren. Werden mit „Essig“, einem Begriff aus dem Alltag, vielfältige Bedeutungen, Stoffeigenschaften und -zusammensetzungen assoziiert, ist der Fachausdruck „Essigsäure“ normiert und in seiner Bedeutung festgelegt. Für das Verständnis kommt erschwerend hinzu, dass das Fachwort „Essigsäure“ aus bekannten Bestandteilen der Alltagssprache zusammengesetzt ist.

Zu 5 und 6:

Zum Begriff des pH-Wertes herrschen bei den Schülerinnen und Schülern häufig Fehlvorstellungen vor. Die Definition im Hinblick auf die H^+ -Ionen-Konzentration ist häufig nur als Merkwissen präsent. (Barke¹¹)

Zu 7 und 8:

Wenn die Lernenden alltagsrelevante Probleme beurteilen sollen, wirken sich diffuse Vorurteile und einseitiges Wissen häufig negativ auf die Ergebnisse aus. Es mangelt an Verständnis für alltagschemische Inhalte, weil einerseits chemisches Fachwissen und andererseits fachübergreifendes Wissen fehlt. Die mangelnde Vernetzung mit anderen naturwissenschaftlichen Fächern verstärkt diese Probleme.

ERGÄNZUNGEN ZU BEISPIEL 4: Diagnosematerial zum Thema „Chemische Gleichgewichte“

Bezug zum Bildungsplan

Grundlage der folgenden Vorschläge sind die Bildungsstandards für die Kursstufe im Bildungsplan von 2004 von Baden-Württemberg¹², insbesondere der folgende Abschnitt:

2. CHEMISCHE GLEICHGEWICHTE

Die Schülerinnen und Schüler können

- umkehrbare Reaktionen und die Einstellung eines chemischen Gleichgewichtes beschreiben (*Veresterung und Ester-Hydrolyse*);
- ein Modellexperiment zur Gleichgewichtseinstellung durchführen;
- die Rolle eines Katalysators für die Gleichgewichtseinstellung erläutern;
- das Prinzip von LE CHATELIER zur Beeinflussung von Gleichgewichten anwenden (*Änderungen von Konzentrationen, Druck und Temperatur*);
- das Massenwirkungsgesetz zur quantitativen Beschreibung von homogenen Gleichgewichtsreaktionen anwenden;
- die Leistungen von HABER und BOSCH präsentieren;
- Faktoren nennen, welche die Gleichgewichtseinstellung bei der Ammoniak-Synthese beeinflussen und mögliche technische Problemlösungen kommentieren;
- die gesellschaftliche Bedeutung der Ammoniak-Synthese erläutern.

Einsatzmöglichkeit des Diagnosematerials

Wenn der Unterricht abgeschlossen ist und Schüler und Lehrer wissen möchten, ob die notwendigen Kompetenzen bei Fragen zum chemischen Gleichgewicht in ausreichendem Maße vorhanden sind, kann man den **Selbsteinschätzungsbogen** einsetzen. Jeder Schüler muss so beurteilen, wie sicher er sich auf den aufgeführten Teilgebieten fühlt. Gleichzeitig erhält er Hinweise, wie er bei festgestellten Unsicherheiten vorgehen soll. Buch und Aufgabenblatt bieten eine Menge Übungs- und Informationsmaterial.

Sicherheit beim selbstständigen Arbeiten geben

1. **Hilfekärtchen** des Lehrers
2. Zusammenarbeit mit einem Mitschüler nach Wahl
3. Der Vergleich mit den **Lösungsvorschlägen**, die er nach Anfertigen einer Lösung beim Lehrer erhält

Zum Schluss sollte der Selbsteinschätzungsbogen noch einmal durchgegangen werden. Kreuzt man nun mit einer anderen Farbe die Kästchen an, wird der (hoffentlich) eingetretene Kompetenzzuwachs sichtbar.

Bogen zur Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler

Das Buch¹³ sowie Partneraufgaben zur Beschäftigung mit den ausgewählten Themen liegen bereit. Lösungshinweise gibt es bei Bedarf beim Lehrer.

Kompetenz des Schülers / der Schülerin mit Angabe des Kompetenzbereiches: F: Fachwissen, E: Erkenntnisgewinnung, K: Kommunikation, B: Bewertung		sicher	Ziemlich sicher	Unsicher	Sehr unsicher	Förder- maß- nahmen: Aufg. Nr.
F	Ich kann die Einstellung eines chemischen Gleichgewichtes an einem Beispiel beschreiben.					1, 2
F	Ich kann die Voraussetzungen für die Einstellung eines chemischen Gleichgewichtes nennen.					2
E	Ich kann ein Modellexperiment zur Gleichgewichtseinstellung durchführen.					Buch S. 87
F	Ich kann Beispiele für Reaktionen und ihre Umkehrreaktion benennen und begründen, warum bei der Gleichgewichtseinstellung beide Reaktionen freiwillig ablaufen.					Buch S. 126f
F	Ich weiß, welche Rolle ein Katalysator für die Gleichgewichtseinstellung spielt.					4, 7
F	Ich kann für ein Gleichgewicht das Massenwirkungsgesetz formulieren.					5
F	Ich weiß, von welchen Parametern die Gleichgewichtskonstante abhängt.					5
F	Ich kann der Reaktionsgleichung entnehmen, ob sich die Gleichgewichtszusammensetzung bei einer Druckänderung ändern wird oder nicht.					5
F	Ich kann den Wert der Gleichgewichtskonstanten berechnen, wenn ich die Reaktionsgleichung und die Gleichgewichtskonzentrationen kenne.					Buch S. 89 A2
F	Ich kann mithilfe des Massenwirkungsgesetzes die Auswirkung einer Konzentrationsänderung abschätzen.					Buch S. 91 A1
K	Ich kann das Prinzip von Le Chatelier in einem verständlichen Satz formulieren.					Buch S. 93
F	Ich kann das Prinzip von Le Chatelier zur Beurteilung der Auswirkung von Konzentrations-, Druck- und Temperaturänderungen anwenden.					3, 5, 7
E	Ich kann ein Experiment planen, durchführen und auswerten, das das Prinzip von Le Chatelier bestätigt.					Buch S. 93
F	Ich kann Faktoren nennen, die die Gleichgewichtseinstellung bei der Ammoniak-Synthese beeinflussen.					Buch S. 98, 4
B	Ich kann Vorschläge zur technischen Problemlösung bei der Ammoniak-synthese beurteilen.					3, 7
K	Ich kann die gesellschaftliche Bedeutung der Ammoniak-Synthese erläutern.					Buch S. 98, 6
K	Ich kann einen Kurzvortrag zu den Leistungen von Fritz Haber und Carl Bosch halten.					6

Was ich verbessern sollte:

Als Hilfe lese ich im Buch S. _____ und bearbeite zusammen mit _____

die Aufgaben Nr.:

Partneraufgabe zum Thema „Chemisches Gleichgewicht“

- 1) Bearbeite die Aufgabenstellungen zunächst alleine. „Kleine Hilfen“ auf Karten dürfen bei Bedarf beim Lehrer geholt werden.
- 2) Arbeitet im Team eure Lösungen durch. Wenn ihr dabei Fehler entdeckt, dann berichtigt diese. Verwendet bei der Verbesserung einen Stift in einer anderen Farbe, damit ihr und euer Lehrer erkennen könnt, wo ihr noch Hilfe braucht!

Nr.	Aufgabe	gelungen	teilweise gelungen	nicht gelungen
1	Zwischen den Stoffen Chlor (Cl_2), Phosphorpentachlorid (PCl_5) und Phosphortrichlorid (PCl_3) kann sich in einem geschlossenen System ein chemisches Gleichgewicht einstellen. Man gibt a) 8 mol Phosphorpentachlorid, b) 4 mol Phosphortrichlorid in ein geschlossenes Gefäß, das sonst nichts weiter enthält. Beschreibe, welche Änderungen in den beiden Gefäßen zu erwarten sind. Wenn Reaktionen ablaufen, notiere diese.			
2	Eine Analyse des in Aufgabe 1a) erhaltenen Endzustandes ergibt, dass ein Gemisch entstanden ist, das 3 mol PCl_3 -Moleküle enthält. Paul behauptet, dann müsse das Gefäß außerdem 4 mol PCl_5 - und 1 mol Cl_2 -Moleküle enthalten. Max widerspricht, es müsse 3 mol Cl_2 - und 6 mol PCl_5 -Moleküle enthalten. Bewerte die beiden Aussagen. Stelle gegebenenfalls eine eigene Behauptung auf und begründe sie.			
3	In einem geschlossenen System stellt sich das Ammoniak-Gleichgewicht ein. Was wird passieren, wenn man bei konstanter Temperatur den Druck erhöht?			
4	Wodurch versucht man eine möglichst hohe Ausbeute bei der technischen Ammoniaksynthese zu erzielen? Erläutere mindestens 4 übliche Maßnahmen.			
5	Die Reaktion von braunem Stickstoffdioxid- zu farblosem Distickstofftetraoxid-Gas verläuft exotherm. In einen gasdichten Kolbenprober gibt man etwas von dem braunen Gas, worauf sich im Kolben ein Gleichgewicht einstellt. Zu welchen Änderungen der Zusammensetzung führt a) Abkühlen b) Volumenverringern? Wie verhält sich jeweils die Gleichgewichtskonstante?			
6	1. In einem deutschen Chemiebuch von 1936 wird zwar Carl Bosch, nicht aber Fritz Haber erwähnt. 2. Es gibt heute in Baden-Württemberg mehr Carl-Bosch-Gymnasien als Fritz-Haber-Gymnasien. Erläutere diese beiden Sachverhalte.			
7	Schwefeldioxid reagiert mit Luftsauerstoff an einem Katalysator zu Schwefeltrioxid, wobei sich das Gemisch erwärmt. Um die Reaktion möglichst vollständig ablaufen zu lassen, wird das Gemisch immer wieder gekühlt, allerdings nie unter 450°C . Erläutere das Verfahren und gib weitere Möglichkeiten zur Optimierung der Reaktion an.			
Gesamtrückmeldung des Partners/der Partnerin:				

Hilfekärtchen

1	Kleine Hilfe Überlege, welche der drei Stoffe jeweils miteinander reagieren. Gibt es einen unter den dreien, der keinen Reaktionspartner braucht? Was geschieht, wenn ein Stoff keinen Reaktionspartner hat?
2	Kleine Hilfe Die Gleichgewichtsgleichung enthält die Aussage, wie viele Teilchen jeder Sorte an einer Reaktion, also an einer Umbildung der Eduktteilchen in Produktteilchen beteiligt sind. Sie sagt nichts darüber aus, wie viele Teilchen in dem System zusammengemischt wurden. Wie viele Chlor- und Phosphortrichlorid-Moleküle entstehen also, wenn ein Phosphorpentachlorid-Molekül reagiert?
3	Kleine Hilfe Bei Druckänderungen reagieren nur Gleichgewichtssysteme, die Gasteilchen enthalten. Überlege, warum dieselbe Zahl von Sauerstoffatomen in Form von Sauerstoffmolekülen O_2 mehr Volumen benötigt, als wenn sie lauter Ozonmoleküle bilden (O_3), vorausgesetzt, die Bedingungen (Temperatur und Druck) sind gleich. Übertrage diese Überlegungen auf die Eduktteilchen (Wasserstoff und Stickstoff) und auf der anderen Seite die Produktteilchen (Ammoniak).
4	Kleine Hilfe Für einen Betrieb kommt es auch darauf an, mit der Zeit ökonomisch umzugehen. Es sind daher nicht nur Maßnahmen wichtig, die die Lage des Gleichgewichts zu Gunsten des Ammoniaks beeinflussen, sondern auch Maßnahmen, die den Prozess beschleunigen.
5	Kleine Hilfe Die Gleichgewichtskonstante heißt „konstant“, weil sich ihr Zahlenwert nie ändert, mit einer einzigen Ausnahme!
6	Kleine Hilfe Überlege, welche Ideologie die Machthaber im Jahr 1936 verfolgten. Carl Bosch und Fritz Haber waren unterschiedlicher Religionszugehörigkeit.
7	Kleine Hilfe Es sind dieselben Gedankengänge wie bei der Ammoniaksynthese gefordert. Die Änderung welcher Faktoren führen zu einer Änderung der Gleichgewichtszusammensetzung?

Lösungshinweise

1	Lösungshinweise a) Es stellt sich mit der Zeit ein chemisches Gleichgewicht ein, indem Phosphorpentachlorid zerfällt $PCl_5 \rightarrow PCl_3 + Cl_2$ und die Zerfallsprodukte auch wieder zurück reagieren $PCl_3 + Cl_2 \rightarrow PCl_5$. Zu Beginn überwiegt die Zahl der Zerfallsreaktionen, bis schließlich beide Reaktionen mit derselben Häufigkeit stattfinden. Dann hat sich das chemische Gleichgewicht eingestellt, das mit folgendem Symbol beschrieben wird: $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ b) Da kein Reaktionspartner für das Phosphortrichlorid vorhanden ist und über einen möglichen Zerfall des Stoffes nichts bekannt ist, muss man davon ausgehen, dass keine chemischen Reaktionen ablaufen. Es kann sich also kein chemisches Gleichgewicht einstellen.
2	Lösungshinweise Paul geht von einer unterschiedlichen Stoffmenge von Cl_2 und PCl_3 aus. Dies ist aber nach der Reaktionsgleichung nicht möglich. Beide Stoffe entstehen durch den Zerfall von PCl_5 und zwar in gleicher Anzahl, wie die Reaktionsgleichung zeigt. Damit ist seine Überlegung falsch. Wahrscheinlich dachte er fälschlicherweise, die Gesamtstoffmenge (also 8 mol) müsse bei einer Gleichgewichtseinstellung erhalten bleiben. Max schließt aus der Gleichgewichtsgleichung richtig, dass mit jedem mol PCl_3 auch ein mol Cl_2 entstanden sein muss. Daher geht er von 3 mol Cl_2 aus. Dann macht er den Fehler zu meinen, bei Gleichgewichten seien „gleiche Stoffmengen“ von Edukten und Produkten vorhanden. So kommt er auf 6 mol PCl_5 . Richtig ist es, in der Reaktionsgleichung zu prüfen, wie viel mol PCl_5 zerfallen müssen, um auf 3 mol PCl_3 zu kommen. Es sind ebenfalls 3 mol. Da ursprünglich 8 mol zugegeben worden waren, müssen im Gleichgewicht noch 5 mol ($8 - 3 = 5$) vorliegen.

3	Lösungshinweise $3 \text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3$ Da alle drei Stoffe gasförmig sind und durch die Reaktion in eine Richtung die Zahl der Moleküle verändert wird (auf der rechten Seite der Gleichung stehen nur 2 Moleküle, links 4), ändert sich die Zusammensetzung des Gleichgewichts bei Druckerhöhung durch Volumenverminderung. Alle Konzentrationen werden dabei zunächst größer, aber durch schnelleren Ablauf der Reaktion nach rechts wird die Gesamtzahl der Teilchen abgebaut und so die Druckerhöhung teilweise wieder rückgängig gemacht. Wenn sich das Gleichgewicht nach der Druckerhöhung wieder eingestellt hat, ist die Ammoniakkonzentration etwas höher als direkt nach der Druckerhöhung, die beiden anderen Gase haben wieder eine etwas kleinere Konzentration. Die Gleichgewichtskonstante hat so wieder denselben Wert wie vorher, da die Temperatur konstant gehalten wurde.
4	Lösungshinweise 1. Hoher Druck: Gleichgewichtslage zugunsten der kleineren Teilchenzahl verschoben. 2. Relativ tiefe Temperatur, um die exotherme Ammoniakbildung zu bevorzugen 3. Nicht zu tiefe Temperatur, um die Geschwindigkeit der Gleichgewichtseinstellung nicht zu gering werden zu lassen. 4. Katalysator: Beschleunigt die Gleichgewichtseinstellung 5. Kreislaufbetrieb: Das Gasgemisch, das nicht reagiert hat, kommt wieder in den Reaktor zur neuerlichen Synthese 6. Nicht bis zur Einstellung des Gleichgewichts warten. Um Zeit zu sparen, lässt man das Gemisch nur durch den Reaktor durchströmen, wobei sich das Gleichgewicht nicht ganz einstellt, jedoch ausreichend Ammoniak gebildet wird. 7. Zwischendurch abkühlen. Da die Ammoniakbildung exotherm ist, verschiebt sich die Gleichgewichtslage durch die Reaktionsenthalpie zu Ungunsten des Ammoniaks. Durch die Kühlung wird diesem negativen Effekt entgegengewirkt.
5	Lösungshinweise $2 \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ a) Abkühlung. Sie führt zu schnellerem Ablauf der exothermen Reaktion, also der Bildung des farblosen Gases. Dies hat die gewünschte Aufhellung zur Folge. Die Gleichgewichtskonstante hat danach einen höheren Wert, da die Konzentration im Zähler zu-, die im Nenner abgenommen hat. b) Volumenverringern. Die damit verbundene Erhöhung der Konzentration aller vorhandenen Stoffe ($c = n/V$; V wird kleiner, n ist direkt nach der Veränderung noch gleich geblieben) führt zu einer Verdunklung. Allerdings ist das Gleichgewicht nun gestört. Nach dem Prinzip von Le Chatelier bildet sich vermehrt das farblose Distickstofftetraoxid, da die damit verbundene Erniedrigung der Teilchenzahl und damit des Volumens diesem „äußeren Zwang“ entgegenwirkt. Die Mischung wird aber nicht wieder ganz so hell wie zu Beginn, da der „äußere Zwang“ niemals vollständig wieder abgebaut werden kann. Die Gleichgewichtskonstante stellt sich wieder auf denselben Wert ein. Da die Temperatur konstant bleiben soll, ist dies nach dem Massenwirkungsgesetz der Fall. Mathematisch sieht man es leichter ein, wenn man im MWG die Konzentrationsdefinition einsetzt. Man erhält: $V \cdot n(\text{N}_2\text{O}_4) / n^2(\text{NO}_2) = K_c$ Die Verkleinerung des Volumens V wird durch die Verschiebung zugunsten der Stoffmenge, die im Zähler steht, gerade wieder ausgeglichen, sodass K_c gerade wieder denselben Wert hat wie zuvor.
6	Lösungshinweise 1936 waren die Nationalsozialisten an der Regierung, die Haber als Juden gering schätzten, seine wissenschaftliche Leistung verleugneten und ihn schließlich ins Exil und in den Tod trieben. Heute können Bedenken gegen Habers Einsatz für den menschenverachtenden Giftgaseinsatz im 1. Weltkrieg Ursache dafür sein, dass sein Name selten für ein Gymnasium gewählt wird. In Baden-Württemberg könnte dazu kommen, dass Carl Bosch im Gegensatz zu Haber ein Landekind ist.
7	Lösungshinweise $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3$ Schwefeltrioxid ist die gewünschte Substanz. Die Kühlung bevorzugt die exotherme Reaktion, also die Schwefeltrioxidbildung. Die Temperatur wird nicht zu weit gesenkt, da sonst die Reaktion zu langsam abläuft (vgl. Ammoniaksynthese) und der Katalysator üblicherweise bei höheren Temperaturen auch wirksamer ist. Man könnte auch die Konzentration an Sauerstoff oder Schwefeldioxid erhöhen, das Schwefeltrioxid kontinuierlich aus dem Gleichgewicht entfernen oder den Druck erhöhen, um eine höhere Ausbeute an Schwefeltrioxid zu erhalten. Alle Maßnahmen führen nach Le Chatelier zu einer Bevorzugung der Reaktion nach rechts.

Zu 2.3

Schnittstellen – Lernstände erkennen

Typische **Schülerdefizite** in der Jahrgangsstufe 11 eines Oberstufengymnasiums beim Thema Redoxreaktionen

Ein besonderes Problem haben Schulen, die aus verschiedenen Sekundarschulen für ihre Oberstufe Schülerinnen und Schüler zusammenführen. Im Chemieunterricht wird folgendes deutlich (hier bezogen auf das Thema Redoxreaktionen)

Schülerinnen und Schüler . . .

- haben große Schwierigkeiten im Umgang mit Fachbegriffen wie Atom, Ion, Masse, Oxidation/Reduktion, Mol, Verbindung
- sind nicht in der Lage Beobachtungen in der Alltagssprache verständlich zu beschreiben
- können nicht Beobachtung und Deutung voneinander trennen
- können die Fachsprache nicht angemessen einsetzen
- können die Oktettregel nur auf einfachste Ionenverbindungen anwenden, ohne hierbei Begriffe wie Oxidation und Reduktion korrekt einzusetzen
- haben große Schwierigkeiten beim Aufstellen von Reaktionsgleichungen
- verwechseln häufig Koeffizient und Index
- beachten nicht die „Chemische Grundprinzipien“ z.B. Donator-Akzeptor-Prinzip
- können selten aus dem PSE Informationen zum Atombau etc. entnehmen
- haben Grundgesetze der Chemie vergessen oder diese sind ihnen unbekannt

Deshalb schlagen Kollegen und Kolleginnen eines Oberstufengymnasiums vor, zunächst einen klassischen Eingangstest durchzuführen, um anhand dieser bekannten Methode einen Überblick über das Vorwissen zu erhalten.

Eingangstest Chemie 11/I

Name: _____, Klasse: _____,

Herkunftsschule: _____

1. Was versteht man unter einer Säure, einer Lauge, einer Base?
2. Sie haben einen Fettfleck auf der Kleidung, womit würden Sie ihn herauslösen?
Begründen Sie Ihre Aussage.
3. Natrium reagiert mit Fluor. Erstellen Sie die Reaktionsgleichung und erklären Sie dabei die Oktettregel.
4. Geben Sie für das Element Aluminium alle aus dem PSE ablesbaren Informationen an.
5. Vervollständigen Sie die folgenden Reaktionsgleichungen. Die jeweiligen Endprodukte haben die korrekten Formeln.

$$\text{H} + \text{N} \rightarrow \text{NH}_3$$

$$\text{N} + \text{O} \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4$$
6. Erstellen Sie für die folgenden Vorgänge die vollständigen Formelgleichungen:
 a) Natrium + Chlor → Natriumchlorid
 b) Aluminiumoxid + Salzsäure → Aluminiumchlorid + Wasser
 c) Aluminium + Sauerstoff → Aluminiumoxid
7. Wie viel Gramm Aluminium und wie viel Gramm Brom sind zur Herstellung von 100g Aluminiumbromid nötig?
8. Was gibt der pH – Wert an?
9. Sie erhalten eine Lösung von Kupferchlorid (CuCl_2) und sollen damit eine Elektrolyse durchführen.
 9.1 Erläutern Sie anhand der chemischen Gleichung gezielt den Vorgang, der an der Oberfläche der negativen Elektrode abläuft. Vergessen Sie nicht die Fachbegriffe!
10. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Salzsäure mit Natriumlauge
11. Magnesium reagiert mit Sauerstoff:
 Geben Sie die Reaktionsgleichung an und erklären Sie daran die Begriffe Oxidation und Oxidationsmittel.

Entweder wird nun versucht, möglichst bald Selbst- und Partnerdiagnoseaufgaben anzuwenden oder schrittweise auf diese Art von Aufgabenhinzuführen, wie hier an Beispielen verdeutlicht wird.

Wie lange die fachliche Arbeit zwischen der Vororientierung und diesen Diagnosenaufgaben dauert, mag von der Lerngruppe abhängen. Es wird nur dringend empfohlen, diese möglich bald den Schülern und Schülerinnen anzubieten, vielleicht werden dadurch Resignation und somit Desinteresse an dem Fach und seinen Inhalten vermieden.

Selbsteinschätzungsbogen im Fach Chemie Jgst. 11/I (Redoxreaktionen)

KMK-BS	Bei den folgenden Aufgaben bin ich mir ...	sicher	Ziemlich sicher	Unsicher	Sehr unsicher
	Aufgabe: Ich kann ...				
1 F	den Atombau eines beliebigen Elementes des PSE angeben.				
2 F	die relative Atommasse eines beliebigen Elementes angeben.				
3 F	die relative Masse einer Verbindung angeben.				
4 F	die Oktettregel auf Elektronenübergänge bei den Hauptgruppenelementen anwenden.				
5 F	die Oxidationsstufen aller an einer Verbindung beteiligten Elemente bestimmen.				
6 F	bei einer gegebenen Reaktionsgleichung die Elektronenübergänge feststellen.				
7 F	den erweiterten Redoxbegriff anwenden.				
8 E,K	aus einer Beobachtung die Deutung entwickeln.				
9 E,K	Beobachtungen und Deutung in der Alltagssprache formulieren.				
10 K	eine Versuchsbeschreibung aus der Alltagssprache in die Fachsprache übersetzen.				
11 F,K	die Gleichung einer Redoxreaktion Schritt für Schritt entwickeln.				
12 F	den molaren Ansatz einer Reaktion berechnen.				
13 F	die Oxidations- und Reduktionsgleichung zu einer Redoxgleichung zusammenfassen.				
14 E	das Donator-Akzeptor-Prinzip auf Elektronenübergänge anwenden.				
15 F,E	die Stoffeigenschaften der im Unterricht verwendeten Elemente/Verbindungen nennen.				
16 E,K	den Hochofenprozess in allen Teilen erklären und durch Reaktionsgleichungen beschreiben.				

Außerdem habe ich folgendes gelernt:

Üben sollte ich vor allem:

Partneraufgabe im Fach Chemie Jgst. 11/I (Redoxreaktionen)

1. Arbeiten Sie den Bogen allein durch (Hausaufgabe).
2. Erklären Sie einem Partner Ihrer Wahl Ihre Lösungen. Hören Sie genau zu, wenn er seine Lösungen erklärt. Berichtigen Sie Fehler.
3. Füllen Sie die drei rechten Spalten aus.

		richtig	falsch	Begründung
1 F E	Gibt man Salzsäure auf Kalium- permanganat, so beobachtet man die Entwicklung eines grünen Gases und die Änderung der Farbe im RG von violett nach braun. Entwickeln Sie die Reaktionsgleichung.			
2 F	Geben Sie den Aufbau des Eisenatoms an.			
3 E	Geben Sie die Atommasse von Strontium an.			
4 F K	Erklären Sie den Aufbau von Aluminiumchlorid mit Hilfe der Oktettregel.			
5 E	Geben Sie sämtliche Oxidationsstufen an von: $K_2Cr_2O_7$, H_3PO_4 , H_2SO_4 , HNO_3			
6 E K	Geben Sie die Teilgleichungen für Oxidation und Reduktion bei folgender Redoxreaktion an: $2 Al + 3 Br_2 \rightarrow 2 AlBr_3$			
7 E B K	Bei der Reaktion von Zink mit Salzsäure entsteht ein farbloses Gas und Zink löst sich auf. Deuten Sie diese Beobachtung.			
8 F E	Bestimmen Sie den molaren Ansatz für die bekannte Reaktion von Kaliumiodid mit Kaliumbromat in wässriger Lösung.			
9 K E F	Geben Sie Eigenschaften der folgenden Systeme an, mit deren Hilfe ein Wiedererkennen möglich ist: Kaliumpermanganat-Lösung, Salzsäure, Natriumhydroxid, Iod-Lösung			
10 E F	Welche Reaktionen laufen ab, wenn ein Gemisch aus Eisen(III)-oxid und Aluminium gezündet wird?			

WEITERES BEISPIEL: Concept-Map zum Thema „Dipol“

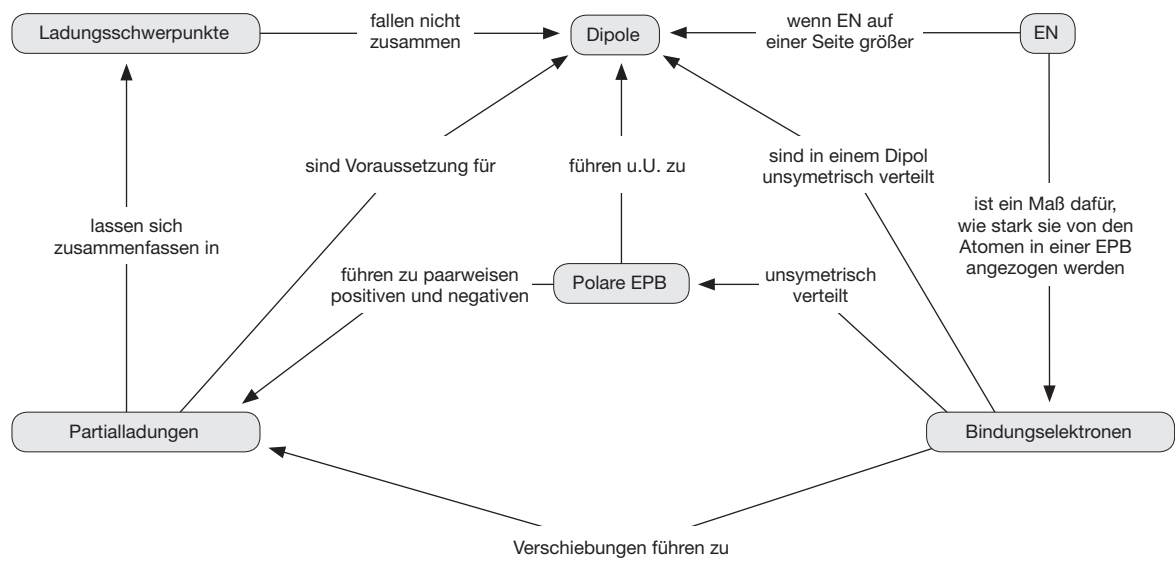


Abbildung 3: Concept-Map einer Schülergruppe zum Thema „Dipol“

- 1 Vgl. von der Groeben, Verstehen lernen, in: Pädagogik 55, 2003, Heft 4, S.6, 8.
- 2 Ingenkamp/Lissmann, Lehrbuch der Pädagogischen Diagnostik, 5. Auflage, Weinheim 2005, S. 13.
- 3 Winter, Diagnosen im Dienst des Lernens, in: Friedrich-Jahresheft 2006, Diagnostizieren und Fördern, S.22, 24.
- 4 Leuders, „Erläutere an einem Beispiel ...“, in: Friedrich-Jahresheft 2006, Diagnostizieren und Fördern, S. 78, 80.
- 5 Vgl. Winter, Diagnosen im Dienst des Lernens, in: Friedrich-Jahresheft 2006, Diagnostizieren und Fördern, S.22, 24.
- 6 Zur „Dialogischen Didaktik“ nach Ruf/Gallin vgl. beispielsweise Ruf, Lerndiagnostik und Leistungsbewertung in der Dialogischen Didaktik, in: Pädagogik 55, 2003, Heft 4, S.10ff.
- 7 Eisner, W. et al.: Elemente II. 1. Auflage 2003, Klett Stuttgart
- 8 Stracke, Einsatz computerbasierter Concept Maps zur Wissensdiagnose in der Chemie, Münster 2004, S.27.
- 9 Prenzel et al: PISA 2006. Waxmann Verlag GmbH Münster, 2007, S.171
- 10 vgl. Lütgert, W. (1999): Leistungs-Rückmeldung. In: Pädagogik. 51. Jg./Heft 3, S. 46 – 50
- 11 Barke, H.-D.: Chemiedidaktik. Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen. Berlin, Heidelberg, 2006, S. 191
- 12 www.schule-bw.de/unterricht/faecher/chemie/bildung
- 13 Eisner, W. et al.: Elemente II. 1. Auflage 2003, Klett Stuttgart

Literatur zu Concept-Mapping:

Freimann, T. und Schlieker, V.: Concept Map / Begriffsnetz, in Naturwissenschaften im Unterricht Chemie Heft 64/65 12(2001)58f,

Leisen, J. (Hrsg.): Methoden-Handbuch, Varus Verlag Bonn 1999

Häußler,P. et.al.: Naturwissenschaftsdidaktische Forschung - Perspektiven für die Unterrichtspraxis, IPN Kiel 1998

Behrendt, H. und Reiska, P.: Abwechslung im Naturwissenschaftsunterricht mit Concept Mapping, in Plus Lucis 1/2001, S.9f

Behrendt, H., Dahnke,H., Reiska,P.: Einsatz und computergestützte Auswertung von Concept Maps mit modalen Netzen und Bereichsdiagrammen. In: Fischler, H., Peuckert,J. (Hrsg.) : Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie. Berlin: Logos Verlag 2000

Behrend,H., Häussler,P., Reger,H.: Concept Mapping. Schülerinnen und Schüler legen ihre eigenen Begriffsnetze. NiU / Physik, Heft 38, 1997

Novak,J.D.: Concept Mapping: A Useful Tool for Science Education. In: Journal of Research in Science Teaching

Peuckert,J.: Concept Mapping – Lernen wir unsere Schüler kennen! Teil 1 Grundlagen des Concept Mapping. In: Praxis in der Schule 36 (1999) 1

Peuckert,J., Rothenhagen, A., Sylvester,U.: Concept Mapping – Lernen wir unsere Schüler kennen! Teil 2. Diagnose von Wissensentwicklungen mittels Concept Mapping; ein Bericht aus der Praxis. In: Praxis in der Schule 37 (1999) 2



Gesellschaft Deutscher Chemiker
Varrentrappstr. 40-42
60486 Frankfurt am Main

www.gdch.de