

# INHALT

1.	Themenfeld 1: Chemikers Vorstellungen von den Stoffen	3
1.1	Vorüberlegungen	3
1.2	Wechsel zwischen Stoff- und Teilchenebene von Anfang an	4
1.3	Konzept- und Kompetenzentwicklung	5
2.	Das Themenfeld 1	6
2.1	Stellung des Themenfeldes 1 im Lehrplan	6
2.2	Die Themenfeld-Doppelseite	8
2.3	Von der Themenfeld-Doppelseite zur Unterrichtsplanung	10
2.4	Überblick über die Sequenzen des Themenfeldes	14
3.	Unterrichtliche Umsetzung	17
3.1	Sequenz 1: Stoffe aus dem Alltag	17
3.2	Sequenz 2: Stoffeigenschaft und Stoffsteckbrief	23
3.3	Sequenz 3: Vom Element zum PSE	32
3.4	Sequenz 4: Chemische Reaktion und Massenerhaltung	42
3.5	Vernetzen und Üben	56
4.	Zusammenfassung	63
4.1	Unterrichtsgang im Überblick	63



# 1. THEMENFELD 1: CHEMIKERS VORSTELLUNGEN VON DEN STOFFEN

## 1.1 Vorüberlegungen

Der neue Lehrplan im Fach Chemie für die Klassen 7 bis 9/10 der weiterführenden Schulen des Landes Rheinland-Pfalz schließt konzeptionell an den Lehrplan des Faches Naturwissenschaften in der Orientierungsstufe an.

Die drei Säulen des naturwissenschaftlichen Unterrichtes *Kompetenzen*, *Basiskonzepte* und *Kontexte* bilden auch die Stützpfeiler des Chemieunterrichts und erfordern eine darauf aufbauende unterrichtliche Umsetzung.

In dieser Handreichung geht es um die Ausgestaltung des Unterrichts zum Themenfeld 1 „Chemikers Vorstellungen von den Stoffen“ gemäß der Intentionen des Lehrplanes. Dazu werden die Themenfeld-Doppelseite vorgestellt und mögliche exemplarische Unterrichtssequenzen ausgeführt.

Die Leitfragen lauten: „Wie lese ich das Themenfeld?“, „Welche Stellung hat das Themenfeld im Gesamtlehrplan?“ und „Wie kann ich dieses Themenfeld entsprechend der Lehrplananforderungen konkret im Unterricht umsetzen?“

Da aus ökologischen und ökonomischen Gründen nicht alle Materialien 1:1 abgedruckt werden können, bietet die Handreichung einige (z. B. Arbeitsblätter) in verkleinerter Form, die eine erste Vorstellung bieten. Sie werden über den Link <http://naturwissenschaften.bildung-rp.de/chemie/unterricht/sekundarstufe-i.html> online auf der Bildungsserverseite bereitgestellt.

## 1.2 Wechsel zwischen Stoff- und Teilchenebene von Anfang an

Ein wesentliches Merkmal des Faches Chemie ist der Wechsel zwischen der makroskopischen (Stoffebene) und der submikroskopischen Ebene (Teilchenebene). Auf der makroskopischen Ebene lernen die Schülerinnen und Schüler wichtige Stoffgruppen kennen. Dabei geht es um den praktischen Umgang mit Stoffen, die Beobachtung und Beschreibung ihrer Eigenschaften sowie um experimentelle Untersuchungen chemischer Reaktionen. Die entsprechenden Deutungen erfolgen auf submikroskopischer Ebene mit Hilfe von Modellvorstellungen.

Dadurch sind in jedem Themenfeld Stoff- und Teilchenebene Gegenstand von Unterricht und werden bei der Lösung von Problemen oder Fragestellungen wechselseitig aufeinander bezogen. Dies führt zu einer kontinuierlichen Entwicklung auf beiden Ebenen und durch den permanenten Wechsel wird Vernetzung möglich. Die Deutung von Phänomenen auf der Teilchenebene wird zu einem Prinzip von Chemieunterricht.

Aspekt	Themenfeld	TF	TMS	SEF	CR	E	Stoffebene	Teilchenebene
Was ist Stoff?	Chemikers Vorstellung von den Stoffen	1					Vielfalt der Stoffe	Atom, Massenerhaltung
Stoffe gewinnen	Von der Saline zum Kochsalz	2					Kochsalz (Salze)	Ionen, Ionenbindung
Stoffe nutzen	Heizen und Antreiben	3					Wasserstoff, Methan (u.a. Kohlenstoffverbindungen)	Moleküle, Elektronenpaarbindung
Stoffe gewinnen	Vom Erz zum Metall	4	■				Erze, Metalle	Metallbindung
Stoffe nutzen	Sauber und Schön	5					Wasser, Kohlenwasserstoffe, Alkanole	Dipol, Elektronenpaarbindung
	Säuren und Laugen	6	■				Säuren und Laugen	Ionen, Donator-Akzeptor
Stoffe neu herstellen	Schöne neue Kunststoffwelt	7					Polymere	Makromoleküle
	Vom Reagenzglas zum Reaktor	8					Produkte der chem. Industrie (nach Wahl)	Je nach gewähltem Stoff
Stoffe untersuchen	Den Stoffen auf der Spur	9	■	■	■		Wässrige Lösungen	Ionen
Stoffe verantwortungsvoll handhaben	Gefährliche Stoffe	10		■	■	■	Explosivstoffe, Giftstoffe	Je nach gewähltem Stoff
	Stoffe im Fokus von Umwelt und Klima	11		■		■	Kohlenstoffkreislauf	Moleküle, Ionen
mit Stoffen Zukunft gestalten	Mobile Energieträger	12	■			■	Metalle	Ionen, Donator-Akzeptor

TF – Themenfeld

Basiskonzepte:

TMS: Teilchen-Materie-Stoff

SEF: Struktur-Eigenschaft-Funktion

CR: Chemische Reaktion

E: Energiekonzept

Gefüllte Felder bedeuten: Das entsprechende Basiskonzept wird eingeführt bzw. (weiter-)entwickelt.

Felder mit Kästchen bedeuten: Das entsprechende Basiskonzept wird genutzt bzw. angewandt.

### 1.3 Konzept- und Kompetenzentwicklung

Die thematischen Schwerpunkte im Lehrplan Chemie sind so gewählt, dass gleichzeitig die Kompetenzentwicklung und die Entwicklung der Basiskonzepte möglich sind.

Beim Lernen von Fachwissen wird immer wieder auf die Basiskonzepte Bezug genommen. Dies erleichtert es den Lernenden, im fortschreitenden Unterrichtsgang neue Phänomene einordnen zu können, chemische Gesetze und Prinzipien wiederzuerkennen und einen Überblick zu gewinnen.

Aspekt	Themenfeld	TF	TMS	SEF	CR	E	Stoffebene	Teilchenebene
Was ist Stoff?	Chemikers Vorstellung von den Stoffen	1					Vielfalt der Stoffe	Atom, Massenerhaltung
Stoffe gewinnen	Von der Saline zum Kochsalz	2					Kochsalz (Salze)	Ionen, Ionenbindung
Stoffe nutzen	Heizen und Antreiben	3					Wasserstoff, Methan (u.a. Kohlenstoffverbindungen)	Moleküle, Elektronenpaarbindung
Stoffe gewinnen	Vom Erz zum Metall	4	■				Erze, Metalle	Metallbindung
Stoffe nutzen	Sauber und Schön	5					Wasser, Kohlenwasserstoffe, Alkanole	Dipol, Elektronenpaarbindung
	Säuren und Laugen	6	■				Säuren und Laugen	Ionen, Donator-Akzeptor
Stoffe neu herstellen	Schöne neue Kunststoffwelt	7					Polymere	Makromoleküle
	Vom Reagenzglas zum Reaktor	8					Produkte der chem. Industrie (nach Wahl)	Je nach gewähltem Stoff
Stoffe untersuchen	Den Stoffen auf der Spur	9	■	■	■		Wässrige Lösungen	Ionen
Stoffe verantwortungsvoll handhaben	Gefährliche Stoffe	10		■	■	■	Explosivstoffe, Giftstoffe	Je nach gewähltem Stoff
	Stoffe im Fokus von Umwelt und Klima	11		■		■	Kohlenstoffkreislauf	Moleküle, Ionen
mit Stoffen Zukunft gestalten	Mobile Energieträger	12	■			■	Metalle	Ionen, Donator-Akzeptor

## 2. DAS THEMENFELD 1

### 2.1 Die Stellung des Themenfeldes 1 im Lehrplan

Mit dem Themenfeld 1 wird an den naturwissenschaftlichen Unterricht der Orientierungsstufe angeknüpft. Hier haben Schülerinnen und Schüler einen kleinen Ausschnitt aus der Vielfalt der Stoffe im Unterricht kennengelernt. Sie wissen, dass Stoffe durch ihre Eigenschaften gekennzeichnet sind und deren Verwendungsmöglichkeiten bestimmen. Schülerinnen und Schüler haben kriteriengeleitet Untersuchungen an ausgewählten Stoffen durchgeführt und können Stoffe nach Kriterien ordnen. Durch Beobachtungen im Alltag haben sie erfahren, dass einige Stoffe unter bestimmten Bedingungen in andere Stoffe umgewandelt werden können.

Die Vielfalt an Stoffen ist jedoch viel größer und komplexer. Dies bedeutet, dass die Lernenden für eine Orientierung in dieser Vielfalt auf der Basis eines konzeptionellen Verständnisses der Chemie strukturiertes Fachwissen erwerben müssen.

Um diesen Weg vorzubereiten, stehen im Themenfeld 1 zunächst einfache Stoffe, einfache Untersuchungen und einfache chemische Reaktionen im Mittelpunkt des Unterrichts.

So gelingt es z. B. mit einfachen Alltagsstoffen über die bisherigen Kenntnisse der Lernenden zu chemiespezifischen Ordnungssystemen zu gelangen.

Mit einfachen Untersuchungen an Stoffen werden grundlegende naturwissenschaftliche Arbeitsweisen wiederholt, neu eingeführt und geübt, wie z. B. die Planung einer Untersuchung, Hypothesenbildung oder Schlussfolgerung aus Untersuchungsergebnissen.

Die Auswahl der Stoffe im Themenfeld 1 entscheidet über den Anschluss an das aus dem Fach Naturwissenschaften bekannte Teilchenmodell und das Gelingen eines Wechsels zwischen den Betrachtungsebenen (Stoff  $\leftrightarrow$  Teilchen). Es ist notwendig, dafür ausreichend Zeit einzuplanen, da es die Basis für alle folgenden Themenfelder bildet.

Im Unterricht des Faches Naturwissenschaften wurde ein Teilchenkonzept entwickelt, das die „Idee des Atoms“ im Sinne von kleinsten nicht mehr teilbaren Baueinheiten der Materie beinhaltet (Diskontinuum). Schülerinnen und Schüler haben z. B. Lösevorgänge oder Aggregatzustandsänderungen submikroskopisch gedeutet. Für chemische Verbindungen (z. B. Zucker, Wasser) waren hierbei Symbole wie Dreiecke oder Rhomben hilfreich. Wurden diese verwendet, braucht bei der Weiterentwicklung des Teilchenmodells zum Atommodell die „Kugel“ nicht revidiert werden (z. B. Wassermolekül aus drei Atomen).

Im Themenfeld 1 schließt sich das Atommodell an die ersten Teilchenvorstellungen aus NaWi an. Das im TF 1 genutzte einfache Atommodell (Atome sind die Bausteine der Elemente, Atome haben Kugelgestalt, Atome verschiedener Elemente unterscheiden sich in ihrer Masse und ihrer Größe) stellt den Beginn einer permanenten Auseinandersetzung mit der Struktur der Materie dar.

Um diesen Anschluss zu gewährleisten, muss in den Fachschaften bei der Unterrichtsplanung für TF 1 unbedingt im Vorfeld ein Austausch über den in NaWi erfolgten Unterricht stattfinden. Speziell in den NaWi-Themenfeldern TF 5 (Wasserkreislauf, Aggregatzustand, Teilchen) und TF 7 (Stoffeigenschaften, Stoff- und Energieumwandlung, Teilchen) haben die Schülerinnen und Schüler Fachwissen erworben, an das der Lehrplan Chemie anknüpft.

Im Lehrplan Chemie ist die Reihenfolge und der Inhalt der folgenden Themenfelder stark von der Entwicklung des Teilchenkonzepts bestimmt. Die Zuordnung von Stoffgruppen zu diesen Themenfeldern ist aber nicht beliebig, sondern folgt fachdidaktischen Überlegungen. Im Themenfeld 2 „Von der Saline zum Kochsalz“ wird die Stoffgruppe der Salze behandelt, deren Aufbau dann durch den Ausbau des Atommodells zum differenzierten Atommodell auch auf der Teilchenebene (Ionenbegriff) verstanden werden kann. Die Molekülverbindungen, z. B. Methan oder Wasserstoff, werden hier auf Grund ihrer Verwendung zur Energiegewinnung thematisiert und eignen sich daher zur Behandlung der Elektronenpaarbindung im Themenfeld 3 „Heizen und Antreiben“. Ein für alle weiteren Themenfelder tragfähiges Teilchenkonzept wird mit der Behandlung der Metallbindung im TF 4 „Vom Erz zum Metall“ vorerst komplettiert (→TF 2 Ionenbindung →TF 3 Elektronenpaarbindung →TF 4 Metallbindung).

## 2.2 Die Themenfeld-Doppelseite

### TF 1: Chemikers Vorstellungen von den Stoffen

In der Chemie geht es immer um Stoffe, ihre Eigenschaften, ihren Aufbau und um die Veränderungen, denen sie unterliegen. Stoff wird dabei im Sinne des Materials verstanden, aus dem Gegenstände/Körper bestehen. Das Themenfeld bietet eine erste Orientierung in der Vielfalt der Stoffe sowie deren Reaktionen und führt die diesem Lehrplan zugrunde liegenden Aspekte der Chemie (siehe Kapitel 3.1) ein. Damit ergeben sich Strukturen, die weiter entwickelbar sind und den Lernenden Anknüpfungsmöglichkeiten für neues Wissen bieten.

Einfache Untersuchungen (z. B. Verbrennungen) führen zu den Kennzeichen einer chemischen Reaktion und initiieren weiterführende Fragen. Dazu ist auch Wissen über die Zusammensetzung der Stoffe notwendig, was in den folgenden Themenfeldern nach und nach Gegenstand sein wird.

**Eine** chemische Reaktion wird exemplarisch auf der Stoffebene bearbeitet. Ihre Deutung auf der Teilchenebene knüpft an die Teilchenvorstellungen aus dem Fach Naturwissenschaften an und führt zu einer einfachen Atomvorstellung, welche die Masse der Atome, ihre unterschiedliche Größe und ihre Kugelform beinhaltet. Damit wird die Grundlage geschaffen, um den Wechsel zwischen Stoffebene (makroskopische Ebene) und Teilchenebene (submikroskopische Ebene) in den folgenden Themenfeldern vornehmen zu können.

#### Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- ordnen kriteriengeleitet, um die Vielfalt der Stoffe zu erfassen und zu strukturieren.
- recherchieren zu Stoffen unter verschiedenen Fragestellungen (z. B. Eigenschaften, zum Gefahrenpotenzial, zur Aufbewahrung, Kennzeichnung, Verwendung und Entsorgung) und präsentieren die Rechercheergebnisse in geeigneter Form, z. B. Steckbrief, Tabelle.
- führen einfache qualitative Untersuchungen zu Stoffeigenschaften und Versuche zu chemischen Reaktionen durch und dokumentieren diese in geeigneter Form.
- nutzen einfache Atomvorstellungen, um Phänomene der Stoffebene auf der Teilchenebene zu erklären.

#### Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

*Auf der Stoffebene:*

Stoffe werden in der Chemie nach klaren Regeln benannt.

Elemente werden mit Elementsymbolen beschrieben und im PSE geordnet. Man unterscheidet mehr als 110 Elemente.

Verbindungen sind (Rein-)Stoffe, an denen mehrere Elemente beteiligt sind und die durch Formeln beschrieben werden. (TMS)

Bei chemischen Reaktionen werden Stoffe in andere Stoffe umgewandelt. Dabei bleibt die Gesamtmasse erhalten. (CR)

*Auf der Teilchenebene:*

Atome sind die Bausteine der Elemente.

Die einfache Atomvorstellung beschränkt sich auf Aussagen zu Masse, Größe und Kugelform.

Beschreibungen auf der Teilchenebene sind immer modellhaft.

Die Atome bleiben (im Sinne des einfachen Atommodells) erhalten. Dies erklärt das Gesetz von der Erhaltung der Masse. (TMS)

#### Fachbegriffe:

Stoff

Element, Verbindung  
Elementsymbol,  
Formel, PSE

Chemische  
Reaktion  
Verbrennung  
Edukt, Produkt

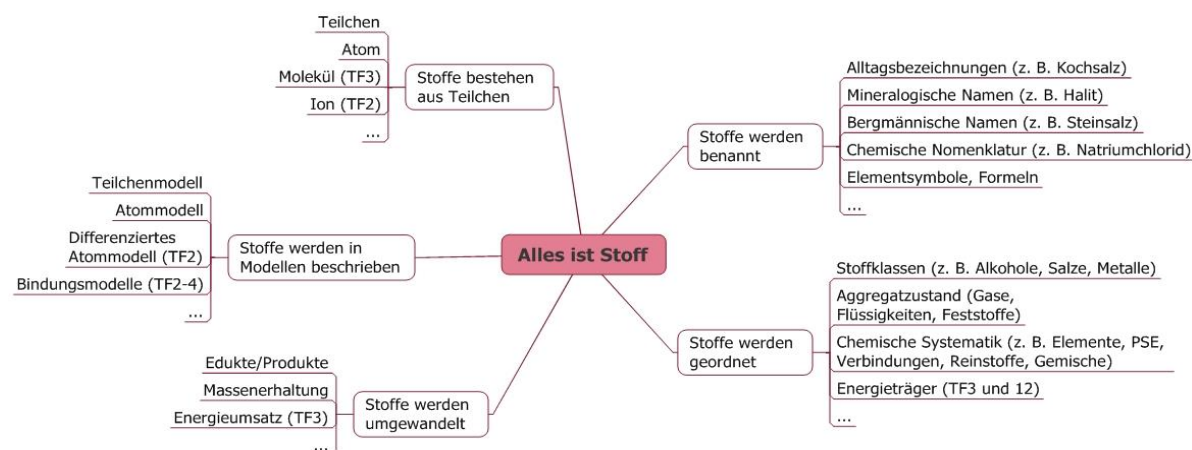
Modell, Atom



## Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:

Im Gegensatz zu den anderen Mindmaps in den Themenfeldern 2-12 sind hier keine Vorschläge zur Kontextorientierung aufgeführt. Vielmehr zeigt sie, wie eine Vorstellung von den Stoffen angelegt werden kann, die über den gesamten Chemieunterricht der Sek. I trägt.

Einzelne Unterzweige, die thematisch in diesen Zusammenhang gehören, werden in den folgenden Themenfeldern erarbeitet.



## Differenzierungsmöglichkeiten:

**G** Für eine erste Orientierung der Schülerinnen und Schüler in der Vielfalt der Stoffe und stofflichen Veränderungen ist es hilfreich, bei den betrachteten Stoffen/Stoffgruppen die Aspekte der Chemie in den Fokus zu rücken. Z. B. mithilfe der Abbildung in Kapitel 3.1. als Veranschaulichung.

**V** Vertiefend bietet es sich an, die Bedeutung des Modellbegriffs in der Chemie zu thematisieren und auf das Denken in Modellen als typisch für die Chemie einzugehen.

## Didaktisch-methodische Hinweise:

Als Kriterium zur Strukturierung der Vielfalt der Stoffe eignen sich auch die Namen.

Das Atommodell nach DALTON weist als wesentliche Merkmale zusätzlich die Unzerstörbarkeit bzw. Unteilbarkeit sowie eine homogene Massenverteilung in den Atomen aus. Um später bei der Einführung des differenzierten Atommodells keine Revisionen vornehmen zu müssen, wird auf diese zusätzlichen Merkmale verzichtet.

## Bezüge:

### NaWi

TF 5 Teilchen, Aggregatzustand  
TF 7 Stoffeigenschaft, Stoffklasse

### Biologie

TF 1 System der Lebewesen, Vielfalt ordnen  
TF 4 Vielfalt pflanzlicher Stoffe  
TF 5 ökologisch bedeutsame Stoffe

### Chemie

In allen weiteren TF

### Physik

TF 3 Teilchenmodell

## 2.3 Von der Themenfeld-Doppelseite zur Unterrichtsplanung

Das Themenfeld 1 wird, wie jedes Themenfeld des Chemielehrplans, in Form einer Themenfeld-Doppelseite dargestellt. In den einzelnen Rubriken finden sich neben den verbindlichen auch fakultative Elemente.

### Intention

Die Intention des Themenfeldes bildet den ersten Abschnitt der Themenfeld-Doppelseite und gibt Aufschluss über die Bildungsabsicht.

Die intendierte didaktische und inhaltliche Schwerpunktsetzung bei der Betrachtung der stofflichen Vielfalt wird dargestellt. Das Themenfeld dient der Einführung in:

- Stoffliche Vielfalt
- Ordnungsmöglichkeiten und -prinzipien
- Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen
- Merkmale der chemischen Reaktion
- Teilchenkonzept

## Kompetenzen

Hier wird verbindlich aufgeführt, mit welchen konkreten Aktivitäten die Schülerinnen und Schüler im Rahmen dieses Themenfeldes Kompetenzen entwickeln können. Die Unterrichtsplanung muss sicherstellen, dass alle Schülerinnen und Schüler nach ihren individuellen Möglichkeiten selbst tätig werden können.

			Schülerinnen und Schüler ...
<b>Die Schülerinnen und Schüler können...</b>		<b>TF 1</b>	
...naturwissenschaftliche Konzepte zur Problemlösung nutzen	Umgang mit Fachwissen		... führen einfache qualitative Untersuchungen zu Stoffeigenschaften und Versuche zu chemischen Reaktionen durch und dokumentieren diese in geeigneter Form.
...mit Geräten, Stoffen, Verfahren umgehen			
... Fachwissen strukturieren und Erklärungszusammenhänge herstellen			
...naturwissenschaftlich untersuchen, experimentieren	Erkenntnisgewinnung	■	... nutzen einfache Atomvorstellungen, um Phänomene der Stoffebene auf der Teilchenebene zu erklären.
...modellieren		■	
...naturwissenschaftliche Erkenntnisse bzw. den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess reflektieren	Kommunikation		... recherchieren zu Stoffen unter verschiedenen Fragestellungen (z. B. Eigenschaften, zum Gefahrenpotenzial, zur Aufbewahrung, Kennzeichnung, Verwendung und Entsorgung) und präsentieren die Rechercheergebnisse in geeigneter Form, z. B. Steckbrief, Tabelle.
...Informationen sachgerecht entnehmen		■	
...sach- und adressatengerecht präsentieren und dokumentieren		■	
...naturwissenschaftlich argumentieren und diskutieren		■	
...Bewertungskriterien festlegen und anwenden	Bewertung		... ordnen kriteriengeleitet, um die Vielfalt der Stoffe zu erfassen und zu strukturieren.
...Handlungsoptionen erkennen und aufzeigen			
...Sachverhalte naturwissenschaftlich einordnen und (multiperspektivisch) bewerten			

Die im Themenfeld 1 begonnene Kompetenzentwicklung wird in den folgenden Themenfeldern konsequent fortgeführt.

Kompetenzen ohne Wissensbasis sind nicht denkbar. Welches Wissen im Themenfeld erarbeitet werden soll, wird in den folgenden beiden Rubriken erläutert.

## Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte sowie Fachbegriffe

Fachwissen wird im neuen Lehrplan immer in Basiskonzepte eingebunden, um den Schülerinnen und Schülern über die Jahre hinweg einen systematischen Aufbau chemischer Konzepte zu ermöglichen.

In den beiden Rubriken „Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte“ und „Fachbegriffe“ werden die Schwerpunkte für die Fachinhalte so gesetzt, dass das angestrebte Konzeptverständnis erreicht werden kann und die verbindlich von den Schülerinnen und Schülern im Unterricht zu verwendenden Fachbegriffe explizit aufgeführt.

Schwerpunkt im Themenfeld 1 sind Kenntnisse über die stoffliche Vielfalt. Schülerinnen und Schüler lernen, einfache Stoffe zu beschreiben, zu untersuchen und zu kategorisieren (→ Basiskonzept Struktur-Eigenschaft-Funktion, SEF). Mit Hilfe einfacher Stoffumwandlungen lernen sie erste Merkmale der chemischen Reaktion und das Massenerhaltungsgesetz kennen (→ Basiskonzept Chemische Reaktion, CR).

Phänomene auf der Stoffebene (Stoffeigenschaften, Stoffumwandlung) erfahren durch die bewusst frühe Einführung in die Teilchenebene erste Deutungen und Erklärungen. Dieses Vorgehen wird in den anderen Themenfeldern konsequent weitergeführt (→ Basiskonzept Teilchen-Materie-Stoff, TMS).

Teilkonzepte Struktur-Eigenschaft-Funktion	TF 1
Stoffe werden durch ihre Eigenschaften charakterisiert.	Stoffuntersuchungen führen zu reproduzierbaren Merkmalen und der Identifikation eines Stoffs.
Teilkonzepte Teilchen-Materie-Stoff (TMS)	TF 1
	Atome sind die Bausteine der Elemente.
Durch die unterschiedliche Kombination von Teilchen, ihre Anordnung und die Wechselwirkungen zwischen ihnen ergibt sich die Vielfalt der Stoffe	Elemente werden mit Elementsymbolen beschrieben und im PSE geordnet. Man unterscheidet mehr als 110 Elemente.
Atome bestehen nach dem Kern-Hülle-Modell aus Protonen und Neutronen im Kern und Elektronen in der Hülle (differenziertes Atommodell).	Die einfache Atomvorstellung beschränkt sich auf Aussagen zu Masse, Größe und Kugelform.
Der submikroskopische Bau der Stoffe wird mit Modellen beschrieben.	Beschreibungen auf der Teilchenebene sind immer modellhaft.
Teilkonzepte Chemische Reaktion (CR)	TF 1
Bei chemischen Reaktionen werden Stoffe in andere Stoffe umgewandelt.	Bei chemischen Reaktionen wandeln sich Stoffe um.
Es gilt das Gesetz von der Erhaltung der Masse.	Bei chemischen Reaktionen bleibt die Gesamtmasse erhalten.  Die Atome bleiben (im Sinne eines einfachen Atommodells) erhalten.

Die Überfrachtung des Unterrichts mit Begriffen, die der reinen Beschreibung von Phänomenen dienen und weder zur pädagogischen Absicht noch zum Aufbau von Konzepten gebraucht werden, ist dringend zu vermeiden.

### **Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung**

Die Mindmap zeigt - im Gegensatz zu den Mindmaps der Themenfelder 2-12, in denen Vorschläge zur Kontextorientierung aufgeführt werden - wie eine Vorstellung von den Stoffen angelegt werden kann, die über den gesamten Chemieunterricht der Sekundarstufe I trägt.

Einzelne Unterzweige, die thematisch in diesen Zusammenhang gehören, werden erst in den folgenden Themenfeldern erarbeitet.

Problemstellungen für den Unterricht lassen sich aus alltagsbezogenen Situationen mit den Fragestellungen „Wie werden Stoffe benannt?“, „Wie werden Stoffe geordnet?“, „Welche Stoffe lassen sich wie umwandeln?“, „Woraus bestehen die Stoffe?“ gewinnen. Dabei wird im Laufe des Unterrichts die Sichtweise des Chemikers erarbeitet.

### **Differenzierungsmöglichkeiten**

Der vorliegende Lehrplan Chemie ist ein Plan für alle Schülerinnen und Schüler der weiterführenden Schulen. Unabhängig von der Schulart ist auch innerhalb der Klassen die Bandbreite individueller Leistungsvoraussetzungen der Lernenden sehr groß. Dem trägt die Rubrik Differenzierung Rechnung. Die Hinweise beziehen sich sowohl auf verschieden leistungsstarke Lerngruppen als auch auf das leistungsdifferenzierte Arbeiten innerhalb einer Lerngruppe.

Der erste Abschnitt reduziert das Themengebiet auf ein grundlegendes Verständnis und ist mit einem „G“ gekennzeichnet.

Im zweiten Absatz, gekennzeichnet mit „V“ wird gezeigt, wie man das Thema vertiefen und erweitern kann, um leistungsstärkeren Schülerinnen und Schülern gerecht zu werden.

Neben diesen Differenzierungsmöglichkeiten sollten im Unterricht geeignete Hilfen und methodische Maßnahmen bei unterschiedlichen Kompetenzausprägungen genutzt werden. Besonders im Themenfeld 1 ist bei vertiefenden Betrachtungen darauf zu achten, dass eine Überfrachtung des Unterrichts und eine Überforderung der Lernenden vermieden werden.

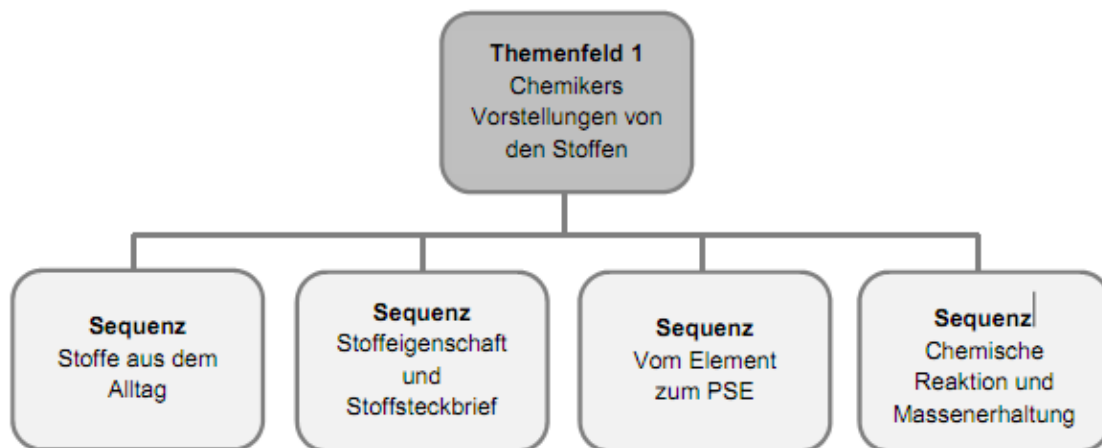
### **Bezüge**

In dieser Rubrik werden die Bezüge und Verbindungen des Themenfeldes zu den Themenfeldern 5 und 7 des Rahmenlehrplans Naturwissenschaften, zu den Themenfeldern 1, 4 und 5 des Biologie-Lehrplans, zum Themenfeld 3 des Physik-Lehrplans und allen Themenfeldern des vorliegenden Chemie-Lehrplans ausgewiesen. Welche Voraussetzungen in den einzelnen Lerngruppen konkret im Fach Naturwissenschaften gelegt wurden bzw. wie die optimale Anbindung

an die späteren Themenfeldern in den naturwissenschaftlichen Fächern an der eigenen Schule gestaltet werden kann, ist aufgrund der schuleigenen Arbeitspläne in der Fachkonferenz bzw. fachübergreifend zu koordinieren. Je besser die Vernetzung zwischen den Fächern erfolgt, desto stabiler werden Kompetenzen entwickelt und desto besser gelingt ein kumulativer Aufbau der Basiskonzepte.

## 2.4 Überblick über die Sequenzen des Themenfeldes

Die Grafik und eine kurze Beschreibung stellen eine exemplarische unterrichtliche Umsetzung des Themenfeldes dar. Die vorgestellten Sequenzen sind mögliche Unterrichtseinheiten, die das Themenfeld in Schwerpunkten der Kompetenz- und Konzeptentwicklung gliedern.



In der ersten Sequenz (SQ) „Stoffe aus dem Alltag“ wird die Vielfalt der Stoffe betrachtet und geordnet. Beginnend mit Ordnungskriterien aus der Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler kommt man zu fachtypischen Einteilungen. Der Unterricht bleibt auf der Stoffebene.

Die experimentelle Untersuchung von Eigenschaften scheinbar gleicher Stoffe in der zweiten Sequenz (z. B. weiße Pulver, farblose Flüssigkeiten) führt zu Fragen nach Erklärung. Es ergibt sich somit innerhalb der zweiten Sequenz „Stoffeigenschaft und Stoffsteckbrief“ die Notwendigkeit eines „Blickes in das Innere eines Stoffes“.

Erste Erkenntnisse über das Atom lassen sich in der dritten Sequenz „Vom Element zum PSE“ zwanglos mit der Einführung eines grundlegenden Ordnungssystems für (manche) Stoffe, dem PSE, verbinden, wenn die Lernenden anhand geeigneter Materialien Steckbriefe zu Elementen anfertigen.

Das Atommodell ist in der folgenden vierten Sequenz „Chemische Reaktion und Massenerhaltung“ nutzbar, um Phänomene der chemischen Reaktion (z. B. Massenerhalt) zu erklären und erste Anknüpfungen für die Fachsprache der Chemie (z. B. Reaktionsgleichung) zu liefern. Die chemische Reaktion von Kohlenstoff mit Sauerstoff ermöglicht die exemplarische Unterscheidung von Element und Verbindung.

Die Übersicht zeigt den Wechsel zwischen Stoff- und Teilchenebene im Verlauf des Themenfeldes (TF).

Themenfeld 1	Stoffebene	Teilchenebene
Sequenz 1	Stoffe ordnen	
Sequenz 2	Stoffe untersuchen	
	Steckbriefe von Stoffen	
Sequenz 3	Steckbriefe von Elementen	
	PSE	
		Elemente „bauen“
Sequenz 4	<u>Viele</u> chemische Reaktionen vorstellen	
		<u>Eine</u> chemische Reaktion deuten
	Massenerhaltung stofflich untersuchen	
		<u>Eine</u> Massenerhaltung deuten

Innerhalb des Themenfeldes sollen die Schülerinnen und Schüler Lernprodukte erstellen, die sich auf mindestens eine Kompetenz des Themenfeldes beziehen. Anhand des Lernproduktes kann der Kompetenzstand des Lernenden abgeschätzt werden (Diagnoseinstrument). Zur Übersicht werden in der nachfolgenden Tabelle die zu fördernden Kompetenzen des TF 1 den verschiedenen Sequenzen zugeordnet. Es wird deutlich, dass z. T. nur eine Kompetenz, manchmal auch mehrere in einer Sequenz gefördert werden können.

Kompetenzen	... ordnen kriteriengeleitet, um die Vielfalt der Stoffe zu erfassen und zu strukturieren.	... recherchieren zu Stoffen unter verschiedenen Fragestellungen (z. B. Eigenschaften, zum Gefahrenpotential, zur Aufbewahrung, Kennzeichnung, Verwendung und Entsorgung) und präsentieren die Rechercheergebnisse in geeigneter Form, z. B. Steckbrief, Tabelle.	... führen einfache qualitative Untersuchungen zu Stoffeigenschaften und Versuche zu chemischen Reaktionen durch und dokumentieren diese in geeigneter Form.	... nutzen einfache Atomvorstellungen, um Phänomene der Stoffebene auf der Teilchenebene zu erklären.
Schülerinnen und Schüler ...				
<b>Sequenz</b>				
Stoffe aus dem Alltag	X	X		
Stoffeigenschaft und Stoffsteckbrief		X	X	
Vom Element zum PSE				X
Chemische Reaktion und Massenerhaltung			X	X



# Themenfeld 1 „Chemikers Vorstellungen von den Stoffen“



Stoffe ordnen



Periodensystem der Elemente

Hauptgruppen		Übergangsmetalle										Nebengruppen																																																					
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	III	IV	V	VI	VII	VIII																																																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																
H	He	B	C	N	O	F	Ne	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Rf	Db

**Steckbrief**  
 Der Stoff hat folgende Eigenschaften:  
 Farbe: farblos  
 Aggregatzustand bei 20°C: flüssig  
 Brennbarkeit: nein  
 Geruch: typisch, stechend  
 Elektrische Leitfähigkeit: ja  
 Färbung der Lösung mit pH-Universalindikator-Lösung: rot (sauer)  
 Reaktion mit Kalk: sprudeln  
 Weitere Eigenschaft: .....  
 Der gesuchte Stoff ist: Essig

Die Aspekte der Chemie



Stoffe charakterisieren

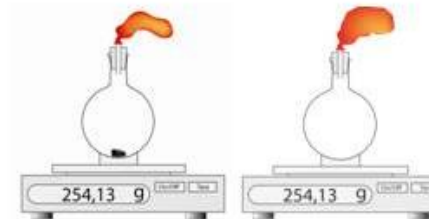


Stoffumwandlungen beschreiben



Stoffe mit Teilchenmodellen darstellen

STOFFEBENE	Bild		+		→	
	Wortgleichung	Kohlenstoff	+	Sauerstoff	→	Kohlendioxid
TEILCHENEbene	Modell des Stoffes (Teilchenanordnung)		+		→	
	Modell des Teilchens (Teilchenart)		+		→	
	Fachsprache (Symbol/ Formeln)	C	+	O <sub>2</sub>	→	CO <sub>2</sub>

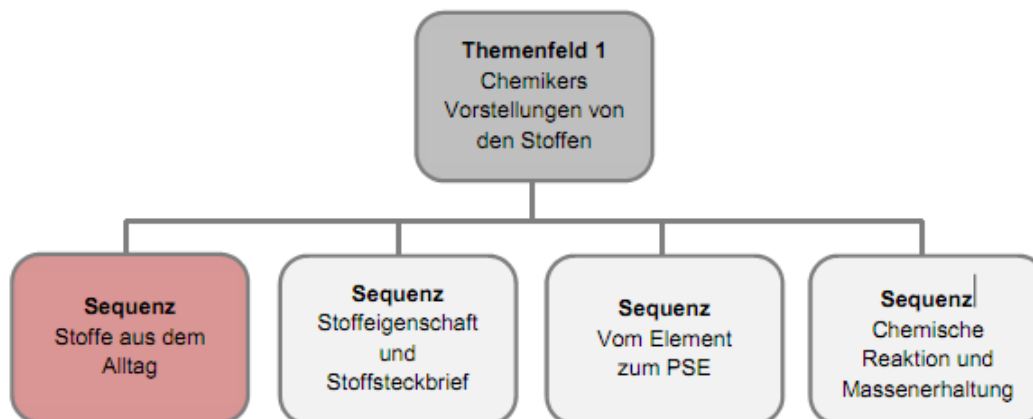


Stoffumwandlungen deuten



# 3. UNTERRICHTLICHE UMSETZUNG

## 3.1 Sequenz 1



Kompetenzentwicklung	Schüleraktivitäten	Fachwissen/ Basiskonzept	Material/Medien
Mögliche einführende Lernsituation „Einkaufskorb sortieren“			
Schülerinnen und Schüler ...			
<p>... ordnen kriteriengeleitet, um die Vielfalt der Stoffe zu erfassen und zu strukturieren.</p> <p>... recherchieren zu Stoffen unter verschiedenen Fragestellungen (z. B. Benennung, Gefahrenpotenzial, Aufbewahrung, Kennzeichnung und Entsorgung) und präsentieren die Ergebnisse in geeigneter Form, z. B. Tabelle.</p>	<p>... ordnen Stoffe nach Alltagskriterien.</p> <p>... ordnen Stoffe nach Gefahrenpotenzial.</p> <p>... gestalten eine Übersicht (z. B. Chemie im Alltag, Ordnung der Stoffe).</p> <p>... beschreiben richtiges Verhalten im Chemiesaal und beim Experimentieren.</p> <p>... schätzen mit Hilfe der Kennzeichnungen das Gefahrenpotential von Stoffen ein.</p>	<p>Stoffe werden in der Chemie nach klaren Regeln benannt.</p> <p>Die Vielfalt der Stoffe wird kriteriengeleitet geordnet.</p> <p>Der Umgang mit Stoffen wird durch unterschiedliches Gefahrenpotential bestimmt und erfordert sicherheitsbewusstes Verhalten.</p>	<p>SQ1_Aktivieren-Schüleranleitung</p> <p>SQ1_Stoffbegriff des Chemikers</p> <p>SQ1_„Ein Tag mit Chemie“</p> <p>SQ1_„Unverzichtbare Chemie“</p> <p>SQ1_Aspekte der Chemie</p> <p>SQ1_Kartenset Gefahrstoffe</p> <p>SQ1_Stationenarbeit Chemiesaal</p> <p>SQ1_Grundregeln zum Experimentieren</p> <p>SQ1_Hanni - der Katastrophenchemiker</p> <p>Geräte- und Gefahrstoffmemory</p>

## **Stoffe ordnen**

Unsere Lebenswelt ist geprägt von Materialien und Produkten, die immer vielfältiger und komplexer werden. In der Chemie werden die Materialien als **Stoffe** betrachtet, die über konkrete Eigenschaften und einen spezifischen Aufbau verfügen. Die uns umgebenden Produkte (Gegenstände/Körper) bestehen aus diesen Stoffen.

Um Schülerinnen und Schülern eine nachhaltige Orientierung in der Vielfalt der Stoffe zu ermöglichen, ist eine Anbindung an deren Erfahrungswelt notwendig. Diese Anbindung soll die Lernenden motivieren, über den Blick des Chemikers auf die Stoffe mehr erfahren zu wollen.

Beginnt der Unterricht z. B. mit einem „Einkaufskorb“, der geordnet werden soll, werden Schülerinnen und Schüler zunächst lebensweltliche Zusammenhänge wählen, z. B. Küche, Bad, Putzschrank, Heimwerker, Aggregatzustände, nach bekannten oder unbekanntem Stoffen, nach gefährlichen oder ungefährlichen Stoffen.

Die dem Lehrplan zugrunde liegenden Aspekte der Chemie (siehe Kapitel 3.1) bieten eine Strukturierungsmöglichkeit, innerhalb der eine erste Orientierung über die Vielfalt der Stoffe stattfinden kann: Stoffe werden gewonnen, genutzt, hergestellt, untersucht ... Die Einordnung der Beispiele in diese Struktur erfolgt individuell und regt den Austausch über die Aspekte der Chemie und angewandte Kriterien an, führt aber nicht zu einer fachsystematischen Ordnung der Stoffe.

Aus dem Gespräch erwächst die Frage nach Ordnungskriterien des Chemikers. Ein Blick in den Sammlungsraum zeigt einen Schrank für Säuren, Laugen, brennbare Flüssigkeiten, einen Kühlschrank und einen großen Schrank gefüllt mit vielen Pulvern.

Der Blick auf die Etiketten zeigt Ähnlichkeit in der Benennung, z. B. Magnesium, Kalium, Aluminium oder Weinsäure, Zitronensäure, Phosphorsäure oder Natriumchlorid, Natriumnitrat, Natriumcarbonat oder Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Magnesiumchlorid usw.

Hier wird deutlich, dass die Namen der Stoffe als Ordnungskriterien herangezogen werden können und es lässt sich herausarbeiten, dass die Stoffe mit ähnlichen Namen in irgendeiner Form verwandt sind. Möglicherweise wird schon deutlich, dass diese Verwandtschaft mit dem Aufbau der Stoffe und ihren Eigenschaften zu tun hat.

Ein Blick auf das aushängende PSE unterstützt die Vermutung, dass Chemiker die Stoffe in einem größeren System ordnen.

## **Schüleraktivierung**

In dieser Unterrichtsphase werden die Schülerinnen und Schüler mit Formen des kooperativen Lernens aktiviert. „Think - Pair - Share“ (Denkphase, gestaltete Austauschphase, Präsentationsphase) bezeichnet eine häufig einsetzbare Grundstruktur kooperativen Lernens. Dieses Vorgehen kann auch als grundlegende Abfolge von Einzelarbeit (EA) zu Partner- bzw. Gruppenarbeit (PA bzw. GA) und zuletzt zum Austausch im Plenum (PL) angesehen werden.

Alle in dieser Sequenz angegebenen Materialien stehen unter <http://naturwissenschaften.bildung-rp.de/chemie/unterricht/sekundarstufe-i.html> zum Download bereit.

SQ1\_Aktivieren – Schüleranleitung

SQ1\_Der Stoffbegriff des Chemikers

SQ1\_Ein Tag mit Chemie

SQ1\_Unverzichtbare Chemie

SQ1\_Die Aspekte der Chemie

SQ1\_Die Aspekte der Chemie

1. Sammelt Ideen zu der Fragestellung: „Was kann man mit Stoffen alles machen?“
2. Überlegt, wie man die dabei genannten Stoffe in Stoffgruppen zusammenfassen kann.
3. Ordnet die Stoffgruppen den 7 Aspekten der Chemie zu und begründet die Zuordnung.

Die Aspekte der Chemie

SQ1\_ Unverzichtbare Chemie

**Chemie im Alltag - Was ist unverzichtbar?**

1. Notiere deine Gedanken zunächst allein.
2. Tauscht eure Notizen aus. Sucht Gemeinsamkeiten oder einigt euch auf Gemeinsames, das ihr in die Mitte schreibt
3. Bereitet eine kurze Präsentation vor, in der ihr zum Ausdruck bringt, welche Bedeutung die Chemie für euren Alltag hat. Ihr sollt hier ausdrücklich eure eigene Meinung zum Ausdruck bringen.

Dinge aus meinem Alltag, die es ohne Chemie nicht gäbe.	
Darauf kann ich problemlos verzichten.	
Darauf würde ich ungern verzichten.	
Darauf möchte ich nicht verzichten.	

## Gefahren und Sicherheit

Chemieunterricht leitet die Schülerinnen und Schüler zum sorgsamem Umgang mit Chemikalien und Geräten an.

Im Fach Naturwissenschaften haben Schülerinnen und Schüler Stoffeigenschaften mit den Sinnen erfahren bzw. sie experimentell erschlossen. Dazu haben sie kriteriengeleitet Untersuchungen an Stoffen durchgeführt. Dabei haben sie gelernt, dass sich aus bestimmten Eigenschaften von Stoffen Gefahren für Gesundheit und Umwelt ergeben, die im Umgang mit den Stoffen beachtet werden müssen.

Mit dem Fach Chemie beginnt ein neuer Abschnitt, der ggf. im Fachraum stattfindet und direkt oder benachbart eine Chemikaliensammlung und Geräte beherbergt. Es geht nicht mehr nur um die Stoffe selbst, sondern auch um deren Reaktionen. Daraus können sich zusätzliche Gefahren ergeben. Über den Unterricht hinaus soll für die Schülerinnen und Schüler das Bewusstsein für Umgang mit Gefahren geschärft werden. Die dafür notwendigen Unterweisungen können sich durch hohe Schüleraktivität auszeichnen, wenn die vielfältigen Formen des kooperativen Lernens genutzt werden.

Alle in dieser Sequenz angegebenen Materialien stehen unter

<http://naturwissenschaften.bildung-rp.de/chemie/unterricht/sekundarstufe-i.html> zum Download bereit.

SQ1\_Stationenarbeit (Mein Chemiesaal, Der Fluchtweg, Der Abzug, Laborgeräte)






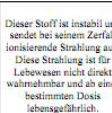










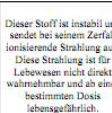












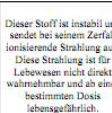










SQ1\_Kartenset Gefahrstoffe

SQ1\_Grundregeln zum Experimentieren

SQ1\_Hanni - der Katastrophenchemiker

Chemory – Geräte und Chemory – Gefahrstoffe: <http://www.chemieunterricht.info/html/pekolass.html>

## SQ1\_Kartenset Gefahrstoffe

<p><b>Aufgaben:</b> Neben den alten und neuen Gefahrensymbolen enthalten die Karten Text, die damit zusammenhängen.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Ordne sie auf dem Tisch in einer geeigneten Weise. Begründe einem MitschülerIn die von dir gewählte Ordnung.</li> <li>Überlege, was man unter „Gefahrstoffen“ versteht. Bilde einen Merksatz.</li> <li>Überlege, warum man ab 2010 neue Symbole einführt. Das neue System heißt GHS-Symbole (Globale Harmonisiertes System).</li> <li>Was heißt zu von dem Vorschlag „nur ein einziges Symbol/Gefahr“ zu verwenden?</li> <li>Finde heraus, welche Bedeutung die Buchstaben haben. (Abkürzung aus dem Englischen)</li> <li>Schau zuhause nach, ob du dort auch Gefahrstoffe findest. Schreibe auf, welche das sind.</li> </ol> 	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="598 1355 734 1478">  Umweltgefährlich                 </td> <td data-bbox="742 1355 869 1478">  </td> <td data-bbox="877 1355 1005 1478">                     Dieser Stoff kann erhebliche Gesundheitsschäden durch Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme durch die Haut verursachen, 25 – 200 mg pro kg Körpergewicht können zum Tod führen.                 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="598 1489 734 1612">                     Dieser Stoff kann durch Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme durch die Haut 200 – 2000 mg pro kg Körpergewicht gesundheitsschädigend wirken.                 </td> <td data-bbox="742 1489 869 1612">                     Dieser Stoff hat Reizwirkung auf Haut, Augen, Atmungsorgane und Schleimhäute, er kann Entzündungen auslösen.                 </td> <td data-bbox="877 1489 1005 1612">                     Dieser Stoff zerstört Hautgewebe oder die Oberfläche von Gegenständen.                 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="598 1624 734 1747">                     Dieser Stoff kann unter bestimmten Bedingungen (Feuer, Schlag, Reibung oder Erwärmung) explodieren.                 </td> <td data-bbox="742 1624 869 1747">                     Dieser Stoff ist brandfördernd. Er kann brennbare Stoffe entzünden oder ausgebrochene Brände fördern.                 </td> <td data-bbox="877 1624 1005 1747">                     Dieser Stoff ist selbstentzündlich, er kann bereits bei Temperaturen unter 0°C entflammen.                 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="598 1758 734 1881">                     Dieser Stoff ist leicht entzündlich, er kann bei Temperaturen unter 21°C entflammen oder mit Luft explosionsfähige Gemische bilden.                 </td> <td data-bbox="742 1758 869 1881">                     Dieser Stoff ist schädlich in Gewässern, Boden oder Luft und (sehr) giftig für Organismen. Er kann längerfristig schädliche Wirkungen auf die Umwelt haben.                 </td> <td data-bbox="877 1758 1005 1881">                     Gasflaschen unter Druck können beim Erhitzen explodieren, tiefkalte Gase erzeugen Kälteverbrennungen. Das Gas ist der Flasche verdichtet, verflüssigt oder gelöst.                 </td> </tr> </table>	 Umweltgefährlich		Dieser Stoff kann erhebliche Gesundheitsschäden durch Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme durch die Haut verursachen, 25 – 200 mg pro kg Körpergewicht können zum Tod führen.	Dieser Stoff kann durch Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme durch die Haut 200 – 2000 mg pro kg Körpergewicht gesundheitsschädigend wirken.	Dieser Stoff hat Reizwirkung auf Haut, Augen, Atmungsorgane und Schleimhäute, er kann Entzündungen auslösen.	Dieser Stoff zerstört Hautgewebe oder die Oberfläche von Gegenständen.	Dieser Stoff kann unter bestimmten Bedingungen (Feuer, Schlag, Reibung oder Erwärmung) explodieren.	Dieser Stoff ist brandfördernd. Er kann brennbare Stoffe entzünden oder ausgebrochene Brände fördern.	Dieser Stoff ist selbstentzündlich, er kann bereits bei Temperaturen unter 0°C entflammen.	Dieser Stoff ist leicht entzündlich, er kann bei Temperaturen unter 21°C entflammen oder mit Luft explosionsfähige Gemische bilden.	Dieser Stoff ist schädlich in Gewässern, Boden oder Luft und (sehr) giftig für Organismen. Er kann längerfristig schädliche Wirkungen auf die Umwelt haben.	Gasflaschen unter Druck können beim Erhitzen explodieren, tiefkalte Gase erzeugen Kälteverbrennungen. Das Gas ist der Flasche verdichtet, verflüssigt oder gelöst.	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1029 1355 1165 1478">  </td> <td data-bbox="1173 1355 1308 1478">                     Dieser Stoff verursacht äußerst schwere Gesundheitsschäden durch Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme durch die Haut, schon weniger als 25 mg pro kg Körpergewicht können bei Einnahme zum Tod führen.                 </td> <td data-bbox="1316 1355 1444 1478">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1029 1489 1165 1612">  </td> <td data-bbox="1173 1489 1308 1612">  </td> <td data-bbox="1316 1489 1444 1612">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1029 1624 1165 1747">  </td> <td data-bbox="1173 1624 1308 1747">  </td> <td data-bbox="1316 1624 1444 1747">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1029 1758 1165 1881">  </td> <td data-bbox="1173 1758 1308 1881">  </td> <td data-bbox="1316 1758 1444 1881">  </td> </tr> </table>		Dieser Stoff verursacht äußerst schwere Gesundheitsschäden durch Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme durch die Haut, schon weniger als 25 mg pro kg Körpergewicht können bei Einnahme zum Tod führen.										
 Umweltgefährlich		Dieser Stoff kann erhebliche Gesundheitsschäden durch Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme durch die Haut verursachen, 25 – 200 mg pro kg Körpergewicht können zum Tod führen.																								
Dieser Stoff kann durch Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme durch die Haut 200 – 2000 mg pro kg Körpergewicht gesundheitsschädigend wirken.	Dieser Stoff hat Reizwirkung auf Haut, Augen, Atmungsorgane und Schleimhäute, er kann Entzündungen auslösen.	Dieser Stoff zerstört Hautgewebe oder die Oberfläche von Gegenständen.																								
Dieser Stoff kann unter bestimmten Bedingungen (Feuer, Schlag, Reibung oder Erwärmung) explodieren.	Dieser Stoff ist brandfördernd. Er kann brennbare Stoffe entzünden oder ausgebrochene Brände fördern.	Dieser Stoff ist selbstentzündlich, er kann bereits bei Temperaturen unter 0°C entflammen.																								
Dieser Stoff ist leicht entzündlich, er kann bei Temperaturen unter 21°C entflammen oder mit Luft explosionsfähige Gemische bilden.	Dieser Stoff ist schädlich in Gewässern, Boden oder Luft und (sehr) giftig für Organismen. Er kann längerfristig schädliche Wirkungen auf die Umwelt haben.	Gasflaschen unter Druck können beim Erhitzen explodieren, tiefkalte Gase erzeugen Kälteverbrennungen. Das Gas ist der Flasche verdichtet, verflüssigt oder gelöst.																								
	Dieser Stoff verursacht äußerst schwere Gesundheitsschäden durch Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme durch die Haut, schon weniger als 25 mg pro kg Körpergewicht können bei Einnahme zum Tod führen.																									
																										
																										
																										

**Station 1**

**Mein Chemiesaal**

- Trage den Grundriss deines Chemiesaals in den Kasten ein. Zeichne Türen, Fenster, Tafel, Smartboard, Tische und andere markante Gegebenheiten ein.
- Trage die folgenden Sicherheitseinrichtungen an den richtigen Stellen ein.

Feuerlöscher (F)	Augendusche (A)	Not-Aus-Schalter (N)	Erste-Hilfe-Kasten (E)	Löschdecke (L)
------------------	-----------------	----------------------	------------------------	----------------

**Station 2**

**Der Fluchtweg**

Aufgaben:

- Zeichne das Fluchtwegzeichen in den Kasten ein.
- Gehe mit deiner Gruppe den Fluchtweg ab.
- Erläutere, wieso es wichtig ist, den Fluchtweg zu kennen.
- Beschreibe, wie ein Alarm an deiner Schule abläuft.

**Station 3**

**Der Abzug**

Aufgaben:































- Lege ein Blatt Papier auf die Arbeitsfläche des Abzuges und schalte ihn danach ein. Beobachte das Papier.
- Begründe die Tatsache, dass man die Schiebetür des Abzuges nie ganz geschlossen halten darf.
- Dämpfe von Chemikalien können reizend oder giftig sein. Deshalb muss man sich den Geruch ganz vorsichtig zufächeln.  
Übe das „chemisch korrekte“ Riechen an der im Abzug stehenden Flüssigkeit.  
Gib an, um welche Flüssigkeit es sich handelt.

**Station 4**

**Laborgeräte**

Aufgaben:  
Fülle die Übersicht für die Geräte aus, die du schon kennst. Ergänze sie später, wenn du mit weiteren Geräten arbeitest.

Station 4: Chemiegeräte

Abbildung „Wie sieht es aus?“	Bezeichnung „Wie heißt es?“	Funktion „Was macht man damit?“	Abbildung „Wie sieht es aus?“	Bezeichnung „Wie heißt es?“	Funktion „Was macht man damit?“	Abbildung „Wie sieht es aus?“	Bezeichnung „Wie heißt es?“	Funktion „Was macht man damit?“
								
								
								
								
								
								
								
								
								
								
















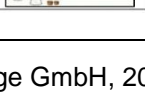
## SQ1\_Grundregeln zum Experimentieren

**Aufgaben**

- Schneide die Abbildungen (mit der falschen Arbeitsweise) auf Seite 1 aus.
- Finde die passende Abbildungen (mit der richtigen Arbeitsweise) auf Seite 2 und klebe sie in das dafür vorgesehene Feld.
- Schreibe für jedes Bildpaar eine Regel auf.

Tipp: Du kannst folgende Wörter benutzen: Experimentieren, kleine Mengen, Chemikalien, Säure, verspritzter Tisch, Schutzbrille, Geruchsprobe, Reagenzglas, Brenner, Versuchsanleitung.

- Schreibe andere allgemeine Grundregeln, die in der Schule gelten, auf.

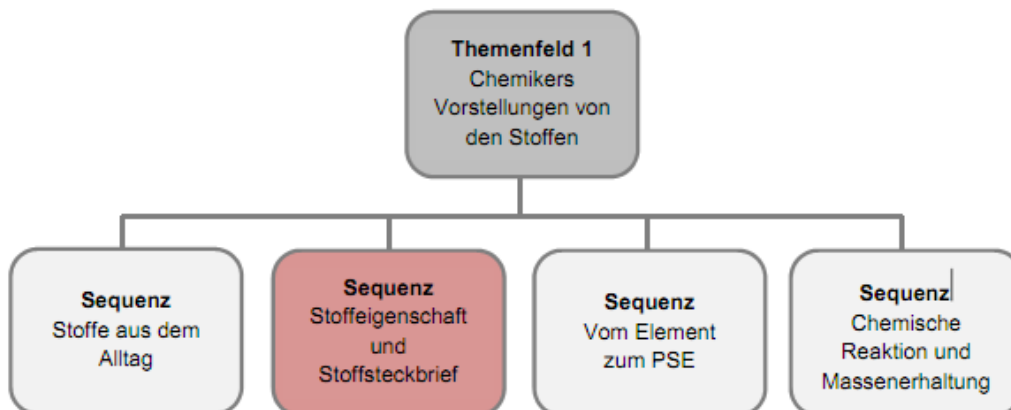
				<b>Falsch</b>		<b>Richtig</b>		<b>Grundregel</b>
								
								
								
								
								
								
								

Quelle: Chemie interaktiv, Ausgabe A, S. 12-13, Cornelsen Schulverlage GmbH, 2008

Über die vorgeschlagenen Materialien hinaus eignen sich Aufgaben, die sich mit dieser Thematik beschäftigen, wie z. B.:

- Ordne den Inhalt aus dem Einkaufskorb nach verschiedenen Kriterien (Haushalt, Verwendung, Gefahrenpotential).
- Begründe mit Hilfe von Beispielen, warum man zu Hause Speisekammer und Putzschrank voneinander trennt.
- Informiere dich, wie man folgende Stoffe zu Hause fachgerecht entsorgen kann: Farbreste, Sprühdosen von Lederpflegemitteln, Klebertuben, alte Batterien.

### 3.2 Sequenz 2



Kompetenzentwicklung	Schüleraktivitäten	Fachwissen/ Basiskonzept	Material/Medien
Mögliche einführende Lernsituation: „Kriminalfall“			
Schülerinnen und Schüler ...			
... führen einfache qualitative Untersuchungen zu Stoffeigenschaften durch und dokumentieren diese in geeigneter Form.	<ul style="list-style-type: none"> <li>... untersuchen einen unbekanntes Stoff.</li> <li>... erstellen einen Plan zur Untersuchung eines unbekanntes Stoffes (Strategie).</li> <li>... erklären einen Untersuchungsplan.</li> <li>... stellen einen Stoffsteckbrief her.</li> </ul>	Stoffe werden durch ihre Eigenschaften charakterisiert. Stoffuntersuchungen werden hypothesengeleitet geplant und dokumentiert. Stoffuntersuchungen führen zu reproduzierbaren Merkmalen und der Identifikation eines Stoffes.	SQ2_„Alles weiße Pulver“ (einfache und komplexe Variante) SQ2_„Wasserklare Flüssigkeiten“ SQ2_Stoffsteckbriefe SQ2_„Strategie“-einen Untersuchungsplan entwickeln ÜV_Protokoll

## Experimentelle Kompetenz

Kompetenzen entwickeln sich individuell und in Schritten.

Bereits im Fach Naturwissenschaften haben die Lernenden erste experimentelle Kompetenzen erworben, indem sie an ausgewählten Beispielen (mehr oder weniger angeleitet) Stoffeigenschaften experimentell erschlossen haben.

Im Chemieunterricht kommt dem Experimentieren als Methode der Erkenntnisgewinnung eine besondere Bedeutung zu. Zum „Experimentieren“ gehören Facetten wie Hypothesen bilden, Versuche planen, geeignete Geräte auswählen, etwas praktisch durchführen, Sicherheit beachten, mit Variablen umgehen, Kontrollexperimente durchführen, auswerten, Fehler betrachten usw.

Um diese komplexe Kompetenz nachhaltig zu entwickeln, werden diese Facetten auf der Metaebene den Lernenden immer wieder bewusst gemacht.

Die Untersuchungen zu Stoffeigenschaften im TF 1 sollen daher bewusst am Alltag der Schülerinnen und Schüler anbinden. Schülerinnen und Schüler untersuchen zielgerichtet einfache Stoffe. Die Untersuchungen beschränken sich auf mehr oder weniger bekannte Eigenschaften und werden in einfache Identifizierungsprobleme integriert. Die Aufgabenstellung, die sich aus der Lernsituation eines „Kriminalfalles“ ergibt: „Finde heraus, welcher Stoff (aus einer Auswahl) das ist!“ fordert planerisches Herangehen und geht über ein einfaches Abarbeiten von Versuchsanleitungen deutlich hinaus. Dabei werden neue Untersuchungsmethoden adressatengerecht eingeführt. Das Auswerten der Untersuchungsergebnisse führt zu der Erkenntnis:

Um Stoffe voneinander zu unterscheiden, muss man die Stoffe kennen oder genauer untersuchen. Untersucht man deren Eigenschaften, stellt man fest, worin die Stoffe verschieden sind.

Differenzierung: Das Anforderungsniveau kann bei den Untersuchungen gut den Lernenden angepasst werden.

Durchführung	einfacher	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ einfache Fragestellungen mit Hilfen bearbeiten</li><li>▪ mit konkreter Anleitung und vorgegebenem Material arbeiten</li><li>▪ einen vorgegebenen Protokollbogen ausfüllen</li></ul>
	komplexer	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ selbstständig komplexe Problemstellungen bearbeiten</li><li>▪ offene Aufgabenstellungen bearbeiten</li><li>▪ Hypothesen aufstellen</li><li>▪ geeignetes Material auswählen</li><li>▪ hypothesen- und fehlerbezogen auswerten</li><li>▪ Schlussfolgerungen/Verallgemeinerungen ableiten</li></ul>



Komplexität	einfacher	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zahl der möglichen Stoffe verringern</li> <li>▪ die Stoffe unterscheiden sich deutlich in ihren Eigenschaften</li> <li>▪ Steckbriefe oder tabellarische Übersicht über die Eigenschaften der Stoffe zur Verfügung stellen</li> <li>▪ Experimentiersets für die Gruppen vorbereiten (steuert im Hinblick auf die zu untersuchenden Eigenschaften)</li> </ul>
	komplexer	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zahl der möglichen Stoffe erhöhen</li> <li>▪ mehrere Stoffe weisen ähnliche Eigenschaften (z. B. Farbe und Löslichkeit sind gleich, mehrere Flüssigkeiten sind farb- und geruchlos)</li> <li>▪ manche Stoffe sind weniger bekannt</li> <li>▪ Experimentiersets vorbereiten, die viel mehr Material enthalten als tatsächlich benötigt wird</li> <li>▪ Keine Experimentiersets vorbereiten</li> </ul>

Zur Entwicklung experimenteller Kompetenz gehören neben den praktischen Fertigkeiten besonders in der Anfangsphase auch das planerische Herangehen, das Anfertigen eines Protokolls und, wo möglich, das Verallgemeinern des Prozesses auf der Metaebene. Eine Strategie zu entwickeln und abzubilden, vor oder nach einer Untersuchung, stellt eine wichtige Kompetenz im Zusammenhang mit allen experimentellen Fragestellungen dar.

Das kann in einer ersten Phase bedeuten,

- vorgegebene Protokolle auszufüllen oder zu ergänzen,
- Untersuchungen angeleitet zu planen,
- das Vorgehen bei einer Untersuchung in einem Schaubild darzustellen.

Ein Untersuchungsplan kann neben dem Schülerprotokoll ein Lernprodukt sein, um experimentelle Kompetenz der Schülerinnen und Schüler zu diagnostizieren.

Eine Differenzierung ist dabei über die Anzahl der zu untersuchenden Stoffe sehr gut möglich.

Alle in dieser Sequenz angegebenen Materialien stehen unter

<http://naturwissenschaften.bildung-rp.de/chemie/unterricht/sekundarstufe-i.html> zum Download bereit.

SQ2\_Schülerversuch „Alles weiße Pulver“ (einfache und komplexe Variante)

SQ2\_Schülerversuch „Wasserklare Flüssigkeiten“

SQ2\_„Strategie“ (einen Untersuchungsplan entwickeln)

SQ2\_Stoffsteckbriefe

ÜV\_Protokoll

## SQ2\_Schülerversuch „Alles weiße Pulver“ (einfache Variante)

<p><b>Einführende Situation:</b> Im Badezimmer: Badesalz oder Citronensäure</p> <p>Bea freut sich am Wochenende auf ein entspannendes Bad in der Wanne. Neben der Badewanne steht ein kleiner Becher mit Badesalz. Bea lässt das Wasser einlaufen. Gerade als sie das Badesalz zugeben will, entdeckt sie auf dem Fenstersims ein Päckchen mit der Aufschrift „Citronensäure“. Sie stutzt. Ob das das Badesalz ist? Auf der Verpackung findet sie ein rot umrandetes Piktogramm und die Hinweise: „atzend“ und R 36: „reizt die Augen“. Unter „Verwendung“ steht: zur Reinigung von Kaffeemaschinen geeignet, Vorsicht!, nicht auf Marmor-Fensterbänke bringen.</p> <p>Das kann doch nicht sein, denkt sie sich. Dabei sieht das Pulver in der Packung genau so aus wie Badesalz, es besteht aus kleinen weißen Kristallen. Wie finde ich jetzt bloß heraus, ob in dem Schälchen Badesalz ist?</p> <p><b>Mögliche Fragen der Schülerinnen und Schüler:</b></p> <p>Können wir mal Badesalz sehen? Was ist denn da drin? Wie kann man Badesalz und Citronensäure unterscheiden? Ist Badesalz auch eine Säure? Woran erkennt man eine Säure? Was hat eine Kaffeemaschine damit zu tun? Was kann in der Geschichte „nicht sein“?</p> <p><b>Erarbeitung I:</b></p> <p>In einer Phase fragend-entwickelnden Unterrichts, mit Bezug zu den Fragen der Schülerinnen und Schüler, entstehen Steckbriefe der beiden Stoffe in Tabellenform. Impulse der Lehrkraft und Demonstrationen sind bei den Eigenschaften notwendig, die den Schülerinnen und Schülern noch nicht vertraut sind. Die Nutzung von Universalindikator oder die Prüfung auf elektrische Leitfähigkeit müssen möglicherweise angeleitet werden. Aus Beas Gedanken („Das kann doch nicht sein!“) und den Informationen auf der Verpackung der Citronensäure ergibt sich das Gefahrenpotential, das die Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren kennen sollten.</p> <p>Ergebnis könnten Steckbriefe in Tabellenform sein:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%;">Badesalz</th> <th style="width: 35%;">Citronensäure</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Farbe</td> <td>weiß</td> <td>weiß</td> </tr> <tr> <td>Form</td> <td>kristallin</td> <td>kristallin</td> </tr> <tr> <td>Verhalten in Wasser</td> <td>löst sich auf</td> <td>löst sich auf</td> </tr> <tr> <td>Verhalten der Lösung gegen Marmor (Kalk)</td> <td>-</td> <td>sprudelt</td> </tr> <tr> <td>Elektrische Leitfähigkeit der Lösung</td> <td>gut</td> <td>gut</td> </tr> <tr> <td>Farbe der Lösung mit Universalindikator</td> <td>grün (neutral)</td> <td>gelb (sauer)</td> </tr> </tbody> </table>		Badesalz	Citronensäure	Farbe	weiß	weiß	Form	kristallin	kristallin	Verhalten in Wasser	löst sich auf	löst sich auf	Verhalten der Lösung gegen Marmor (Kalk)	-	sprudelt	Elektrische Leitfähigkeit der Lösung	gut	gut	Farbe der Lösung mit Universalindikator	grün (neutral)	gelb (sauer)	<p style="text-align: right;">Arbeitsblatt</p> <p style="text-align: center;"><b>Badesalz oder Citronensäure?</b></p> <p>Du bekommst einen Becher mit einer Substanz, wie Bea ihn vorgefunden hat und sollst herausfinden, ob in dem Gefäß Badesalz oder Citronensäure ist.</p> <p>Überlege dir zunächst genau, wie du vorgehen willst. Schreibe so genau wie möglich auf, was du vorhast. Untersuche dann die Substanz.</p> <p><b>Meine Idee:</b></p> <p>Ich untersuche die Eigenschaften der unbekanntes Substanz und vergleiche sie mit den Steckbriefen.</p> <p>Wenn ..., dann ...</p>  <p><b>Ergebnis:</b></p> <p>In dem Gefäß ist _____,</p> <p>weil ...</p>  <p><b>Merke:</b></p> <p>Um einen Stoff aus einer Auswahl von (zwei) Stoffen zu identifizieren untersucht man die Eigenschaften, in denen die (beiden) Stoffe verschieden sind. Dazu muss man die beiden Stoffe kennen oder genauer untersuchen</p>
	Badesalz	Citronensäure																				
Farbe	weiß	weiß																				
Form	kristallin	kristallin																				
Verhalten in Wasser	löst sich auf	löst sich auf																				
Verhalten der Lösung gegen Marmor (Kalk)	-	sprudelt																				
Elektrische Leitfähigkeit der Lösung	gut	gut																				
Farbe der Lösung mit Universalindikator	grün (neutral)	gelb (sauer)																				
<p><b>Erkenntnistransfer:</b></p> <p>In der Klasse habt ihr unterschiedliche Lösungswege gefunden. Manche haben alle Eigenschaften der Reihe nach untersucht, manche haben nur eine oder zwei Untersuchungen durchgeführt. (Verhalten gegen Marmor, Farbe von Universalindikator) Waren alle Versuche notwendig? Sucht die Untersuchungen heraus, die Bea tatsächlich helfen können!</p> <p><b>Hausaufgabe:</b></p> <p>Schreibe eine E-Mail an Bea. Erkläre ihr, was sie tun soll um herauszufinden, was in ihrem Becher ist. Wie viele Untersuchungen muss Bea durchführen?</p> <p>Mögliche Lösung:</p> <p>Hi Bea,</p> <p>ich habe jetzt eine Idee, wie du klären kannst, ob dein Badesalz auch Badesalz und keine Citronensäure ist.</p> <p>Badesalz und Citronensäure unterscheiden sich nämlich in mindestens 2 Eigenschaften, dem Verhalten gegen Kalk und dem pH-Wert.</p> <p>Nimm einen halben Teelöffel aus Deinem Badesalz-Gefäß und gib es in ein Wasserglas. Fülle 2 cm hoch Leitungswasser hinzu.</p> <p>Du benötigst jetzt für den Nachweis Kalk. Es gibt ein paar Möglichkeiten, in der Wohnung Kalk zu finden. Im Wasserkocher könnte etwas sein oder am Wasserhahn oder in der Kaffeemaschine.</p> <p>Gib von dem Kalk in das Glas und beobachte. Sollten jetzt Gasblasen entstehen, dann handelt es sich bei Deinem Badesalz leider um Citronensäure.</p> <p>Entstehen keine Gasblasen, so ist es wahrscheinlich Badesalz. Aber Nachweise sind manchmal nicht ganz eindeutig. Daher hätte ich noch einen weiteren Sicherheitstest: Du besitzt ja ein Aquarium und hast sicher noch pH-Test-Stäbchen. Prüfe doch einfach mal die Flüssigkeit im Glas damit. Bei Citronensäure würde sich der pH-Wert kleiner 7 einstellen. Bleibt es bei pH = 7, so kannst Du beruhigt mit deinem Pulver in die Wanne steigen.</p>																						

## SQ2\_Schülerversuch „Alles weiße Pulver“ (komplexe Variante)

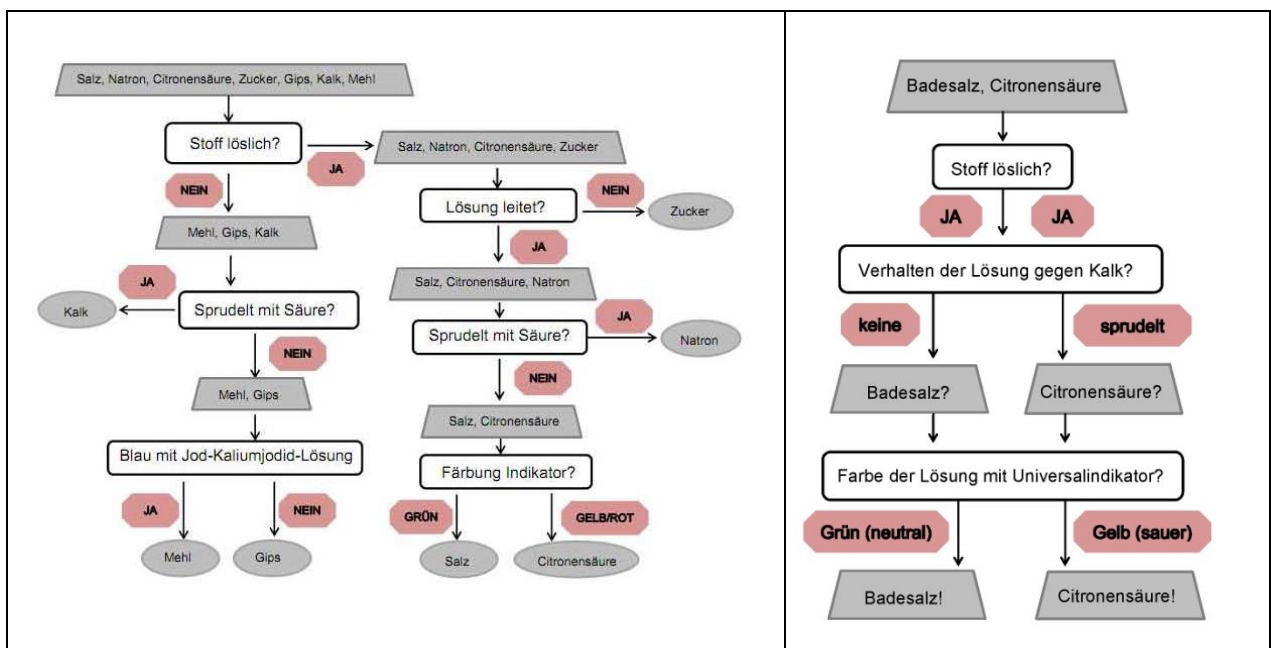
<p><b>Einführende Situation:</b> Geruchsfresser im Küchenschrank</p> <p>Toni kümmert sich während des Urlaubs seiner Großmutter um deren Wohnung und die Katze. Im Kühlschrank und in der Speisekammer findet er kleine Schälchen mit einem weißen Pulver. Oma hatte ihm erzählt, dass das Pulver Gerüche bindet. Im Wohnzimmer, oh je, war die Katze, und es roch ziemlich unangenehm. Toni würde jetzt gerne ganz viele Schälchen mit dem Pulver aufstellen. Aber was ist das für ein Pulver? Es muss eine normale Stoff aus dem Haushalt sein, vielleicht Salz, oder Mehl, oder??? Toni überlegt, wie er herausfinden kann, welches Mittel seine Oma verwendet. Dann hat er eine Idee: Ich müsste verschiedene Substanzen untersuchen und deren Eigenschaften mit dem Stoff in den Schälchen vergleichen.</p> <p><b>Mögliche Fragen der Schülerinnen und Schüler:</b> Welche weißen Stoffe kommen im Haushalt vor? An welchen Eigenschaften kann man sie unterscheiden?</p> <p><b>Erarbeitung:</b> Du bekommst eine Probe des Stoffes aus Großmutter's Kühlschrank und sollst herausfinden, um welchen der folgenden Stoffe es sich handelt: Salz, Citronensäure, Zucker, Natron, Mehl, Kalk oder Gips. Überlege dir zunächst, wie du vorgehen kannst.</p> <p><b>Mögliche didaktische Reduktion:</b> Unterstützungsmaßnahmen</p> <p>Falls du die genannten Stoffe nicht genau kennst, kannst du sie untersuchen. Sie stehen zur Verfügung.</p> <p>Fertige eine Tabelle an, in der möglichst viele verschiedene Eigenschaften der 7 Stoffe zusammengestellt sind.</p> <p>Die Tabelle könnte so beginnen: (Ausschnitt Tabelle s.u.)</p> <p>Mit der gefüllten Tabelle entwickelst du eine Strategie, mit der du deinen unbekanntem Stoff identifizieren kannst.</p> <p>Dein Plan könnte so beginnen: (Ausschnitt aus Strategie s.u.)</p>	<p style="text-align: right;">Arbeitsblatt</p> <p style="text-align: center;"><b>Omas Geruchsfresser</b></p> <p>Du bekommst eine Probe des Stoffes aus Großmutter's Kühlschrank und sollst herausfinden, um welchen der folgenden Stoffe es sich handelt: Salz, Citronensäure, Zucker, Natron, Mehl, Kalk oder Gips</p> <p>Überlege dir zunächst, wie du vorgehen kannst. Schreibe so genau wie möglich auf, was du vorhast. Untersuche dann die Substanz.</p> <p><b>Meine Idee:</b> Ich untersuche die Eigenschaften der bekannten Stoffe und stelle sie in einer Tabelle zusammen. Gleichzeitig/dann untersuche ich den unbekanntem Stoff und vergleiche dessen Eigenschaften mit den Stoffen in der Tabelle.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">Stoff →</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Eigenschaft ↓</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td> </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p><b>Ergebnis:</b> Omas Geruchsfresser ist _____, weil _____ _____ _____</p> <p><b>Merke:</b> Um Stoffe voneinander zu unterscheiden untersucht man die Eigenschaften, in denen sie die verschieden sind. Dazu muss man die Stoffe kennen oder genauer untersuchen.</p>	Stoff →										Eigenschaft ↓																																																																						
Stoff →																																																																																		
Eigenschaft ↓																																																																																		
<p><b>Mögliche Lösung:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Stoff →</th> <th style="width: 5%;">Kochsalz</th> <th style="width: 5%;">Mehl (Stärke)</th> <th style="width: 5%;">Zucker</th> <th style="width: 5%;">Zitronensäure</th> <th style="width: 5%;">Calciumcarbonat (Kalk)</th> <th style="width: 5%;">Natriumhydrogencarbonat</th> <th style="width: 5%;">Gips</th> <th style="width: 5%;">Unbekannter Stoff</th> </tr> <tr> <th>Eigenschaft ↓</th> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Löslichkeit in Wasser</td> <td>+</td><td>-</td><td>+</td><td>+</td><td>-</td><td>+</td><td>-</td><td></td> </tr> <tr> <td>Leitfähigkeit der wässrigen Lösung</td> <td>+</td><td>-</td><td>-</td><td>+</td><td>-</td><td>+</td><td>-</td><td></td> </tr> <tr> <td>Reaktion mit saurer Lösung (z.B. Essigessenz)</td> <td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>sprudelt</td><td>sprudelt</td><td>-</td><td></td> </tr> <tr> <td>Färbung der Lösung mit pH-Universal-Indikator-Lösung*</td> <td>grün</td><td>grün</td><td>grün</td><td>rot, orange</td><td>grün</td><td>blau-grün</td><td>grün</td><td></td> </tr> <tr> <td>Reaktion mit Jod – Kaliumjodidlösung (=Lugol'sche Lösung)</td> <td>-</td><td>blauschwarz</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td></td> </tr> <tr> <td>Verhalten des Feststoffs beim Erwärmen</td> <td>-</td><td>braun, Schwarz</td><td>braun, Karamell</td><td>schwarz</td><td>-</td><td>zersetzt sich, Feststoff wird weniger</td><td>-</td><td></td> </tr> <tr> <td>magnetisch</td> <td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td></td> </tr> </tbody> </table>	Stoff →	Kochsalz	Mehl (Stärke)	Zucker	Zitronensäure	Calciumcarbonat (Kalk)	Natriumhydrogencarbonat	Gips	Unbekannter Stoff	Eigenschaft ↓									Löslichkeit in Wasser	+	-	+	+	-	+	-		Leitfähigkeit der wässrigen Lösung	+	-	-	+	-	+	-		Reaktion mit saurer Lösung (z.B. Essigessenz)	-	-	-	-	sprudelt	sprudelt	-		Färbung der Lösung mit pH-Universal-Indikator-Lösung*	grün	grün	grün	rot, orange	grün	blau-grün	grün		Reaktion mit Jod – Kaliumjodidlösung (=Lugol'sche Lösung)	-	blauschwarz	-	-	-	-	-		Verhalten des Feststoffs beim Erwärmen	-	braun, Schwarz	braun, Karamell	schwarz	-	zersetzt sich, Feststoff wird weniger	-		magnetisch	-	-	-	-	-	-	-		<p><b>Hinweise für die Lehrkraft:</b> Schutzbrillen tragen.</p> <p>Die Konsistenz (gepulvert) und Farbe der Substanzen sollte gleich sein.</p> <p>Anstelle von Mehl könnte man in die kleinen Gefäße auch Mondamin oder Gustin geben, damit nicht gleich auf den ersten Blick das Mehl erkannt wird.</p> <p>Entsprechend anstelle von Zucker Puderzucker verwenden.</p> <p>Es hat sich bewährt, dass jeder Schüler ein kleines Gefäß zur Untersuchung bekommt. Es sollten Spatelspitzenmengen der Stoffproben verwendet werden.</p> <p>Die elektrische Leitfähigkeit der wässrigen Lösungen (destilliertes Wasser) wird am besten mit LED-Lämpchen und Flachbatterie realisiert.</p> <p><b>Löslichkeit:</b> Genau genommen gibt es nur ein besser oder schlechter löslich. Die Löslichkeit ist definiert als die Menge eines Stoffes (in Gramm), die sich in 100g Lösungsmittel, meist Wasser, auflöst.</p> <p><i>Literaturwerte (aus Naturwissenschaften 6, Klett Gymnasium RP, Bestell-Nr. 045402-1, S. 115) Löslichkeit in g/100g Wasser bei 20°C: Zucker: 204, Kochsalz: 36, Gips: 0,2, Kalk: 0,1</i></p> <p>Man darf also nicht zu viel Substanz einsetzen, sonst erscheint ein eigentlich gut löslicher Stoff als wenig löslich.</p> <p>Haushaltssalz enthält häufig ein Trennmittel, das schlecht löslich ist. Daher besser Natriumchlorid aus dem Chemikalienhandel verwenden.</p> <p>Für die pH-Messung ist wichtig, dass das verwendete „destillierte“ Wasser neutral reagiert. Oft wird es mit Ionenaustauschern hergestellt und reagiert deutlich sauer. In diesem Fall bitte Leitungswasser verwenden.</p> <p>Der pH-Wert selbst ist konzentrationsabhängig. Um dieses Problem zu umgehen, wird hier nur mit der Farbe einer Universalindikatorlösung gearbeitet.</p> <p><b>Erwärmen:</b> In die Teelichtflamme wird ein Alufolieschiffchen mit der Probe gehalten (mit Holzklammer!) und vorsichtig erhitzt.</p> <p><b>Magnetisch:</b> Schüler nennen diese Eigenschaft oft, um Stoffe voneinander zu unterscheiden. Hier finden sie heraus, dass diese Eigenschaft für diese Problemstellung nicht hilft, weil alle Substanzen nicht magnetisch sind.</p> <p>Die Säure wird auf eine Spatelspitze Feststoff im Schälchen (oder Keramik-Tupfelplatte) gegeben.</p> <p>Die Reaktion mit Lugol'scher Lösung kommt auch beim Stärkenachweis in Kartoffeln vor.</p>
Stoff →	Kochsalz	Mehl (Stärke)	Zucker	Zitronensäure	Calciumcarbonat (Kalk)	Natriumhydrogencarbonat	Gips	Unbekannter Stoff																																																																										
Eigenschaft ↓																																																																																		
Löslichkeit in Wasser	+	-	+	+	-	+	-																																																																											
Leitfähigkeit der wässrigen Lösung	+	-	-	+	-	+	-																																																																											
Reaktion mit saurer Lösung (z.B. Essigessenz)	-	-	-	-	sprudelt	sprudelt	-																																																																											
Färbung der Lösung mit pH-Universal-Indikator-Lösung*	grün	grün	grün	rot, orange	grün	blau-grün	grün																																																																											
Reaktion mit Jod – Kaliumjodidlösung (=Lugol'sche Lösung)	-	blauschwarz	-	-	-	-	-																																																																											
Verhalten des Feststoffs beim Erwärmen	-	braun, Schwarz	braun, Karamell	schwarz	-	zersetzt sich, Feststoff wird weniger	-																																																																											
magnetisch	-	-	-	-	-	-	-																																																																											

Für leistungsstärkere Schülerinnen und Schüler wird ein Schwerpunkt auf die Darstellung einer mehr oder weniger selbst entwickelten Strategie in einem Schaubild gelegt.

### SQ2\_„Strategie“ (einen Untersuchungsplan entwickeln)

Aufgaben:


1. Beschreibe das Vorgehen nach dieser Strategie deiner Partnerin oder deinem Partner.
2. Vielleicht bist du anders vorgegangen. Es sind auch andere Strategien möglich. Schreibe dein Vorgehen in einem Schaubild auf.



Eine Alternative zu „Alles weiße Pulver“ ist die Untersuchung von farblosen Flüssigkeiten, hier in mittlerem Schwierigkeitsniveau dargestellt.

## SQ2\_Schülerversuch „Wasserklare Flüssigkeiten“

**Wasserklare Flüssigkeiten**



Emil und Nanni helfen ihrer Lehrerin bei der Vorbereitung von Schülerexperimenten für die nächste Chemiestunde.

Sie haben Flüssigkeiten, die es auch im Haushalt gibt, in kleine Erlenmeyerkolben abgefüllt und mit Stopfen versehen.

Die Flüssigkeiten um die es sich handelt sind: **Essig, Kochsalzlösung, destilliertes Wasser und Brennspritus.**

Nun fällt ihnen auf, dass sie vergessen haben, was sich in welchem Erlenmeyerkolben befindet.....

Tja, alle sehen gleich aus, nämlich wasserklar, und man darf sie ja auch nicht probieren!

Emil macht sofort eine Vorschlag: "Lass uns einfach alles wegkippen und neu einfüllen."

Nanni widerspricht: "Nein, das ist gar nicht nötig. Das finden wir auch auf anderen Wegen heraus."

**Aufgabe:**

Überlege, was Nanni mit „auf anderen Wegen“ meint.

Plane eine Untersuchung, um herauszufinden, welche Flüssigkeit sich in welchem Erlenmeyerkolben befindet.

Denke zunächst in Ruhe allein darüber nach.

Dann tausche dich mit deinem Nachbarn aus.

Bespreche deine Überlegung in deiner Tischgruppe. Einigt euch auf eine gemeinsame Untersuchung.

Notiert eure Untersuchungsschritte in geeigneter Form.

Hilfe	Mögliche Lösung																				
<p><b>Hilfe 1</b></p> <p>Erklärt euch die Aufgabe noch einmal mit euren eigenen Worten. Klärt dabei, was euch noch unklar ist.</p>	<p><b>Antwort 1</b></p> <p>Wir planen eine Untersuchung, damit wir auf die Erlenmeyerkolben den richtigen Namen der Flüssigkeiten schreiben können.</p> <p>Dazu müssen wir die Eigenschaften der Flüssigkeiten wissen. Mit Untersuchungen können wir die Eigenschaften prüfen.</p>																				
<p><b>Hilfe 2</b></p> <p>Informiert euch über die Eigenschaften der Flüssigkeiten. An welcher Eigenschaft könntet ihr jeweils eine der Flüssigkeiten herausfinden?</p>	<p><b>Antwort 2</b></p> <p>Eigenschaften sind z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Typischer Geruch (Essig und Brennspritus)</li> <li>- Brennbarkeit (Brennspritus)</li> <li>- pH-Wert (Essig)</li> <li>- elektrische Leitfähigkeit (Kochsalzlösung)</li> </ul>																				
<p><b>Hilfe 3</b></p> <p>Plant Untersuchungen, beginnt dabei mit den einfachen. Welche Materialien benötigt ihr für welche Untersuchung?</p>	<p><b>Antwort 3</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Untersuchung</th> <th style="width: 50%;">Material</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>vorsichtig daran riechen, 2 der vier Lösungen haben einen charakteristischen Geruch</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>testen, ob die Lösungen neutral, sauer oder alkalisch sind</td> <td>pH-Papier</td> </tr> <tr> <td>einen Tropfen der Lösungen entzünden</td> <td>Abdampfschalen</td> </tr> <tr> <td>elektrische Leitfähigkeit testen</td> <td>Glühlampe, Batterie, Krokodilklemmen, Draht, Kabel</td> </tr> </tbody> </table>	Untersuchung	Material	vorsichtig daran riechen, 2 der vier Lösungen haben einen charakteristischen Geruch	-	testen, ob die Lösungen neutral, sauer oder alkalisch sind	pH-Papier	einen Tropfen der Lösungen entzünden	Abdampfschalen	elektrische Leitfähigkeit testen	Glühlampe, Batterie, Krokodilklemmen, Draht, Kabel										
Untersuchung	Material																				
vorsichtig daran riechen, 2 der vier Lösungen haben einen charakteristischen Geruch	-																				
testen, ob die Lösungen neutral, sauer oder alkalisch sind	pH-Papier																				
einen Tropfen der Lösungen entzünden	Abdampfschalen																				
elektrische Leitfähigkeit testen	Glühlampe, Batterie, Krokodilklemmen, Draht, Kabel																				
<p><b>Hilfe 4</b></p> <p>Schreibe eine Tabelle, in die ihr die zu untersuchenden Eigenschaften einträgt. Überprüft, ob die Untersuchungsmöglichkeiten ausreichen.</p>	<p><b>Antwort 4</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 15%;">Geruch</th> <th style="width: 15%;">Brennbarkeit</th> <th style="width: 15%;">Elektrische Leitfähigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kochsalzlösung</td> <td>-</td> <td>nein</td> <td>hoch</td> </tr> <tr> <td>Essig</td> <td>typisch</td> <td>-</td> <td>ja</td> </tr> <tr> <td>Brennspritus</td> <td>typisch</td> <td>ja</td> <td>gering</td> </tr> <tr> <td>Destilliertes Wasser</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>nein</td> </tr> </tbody> </table>		Geruch	Brennbarkeit	Elektrische Leitfähigkeit	Kochsalzlösung	-	nein	hoch	Essig	typisch	-	ja	Brennspritus	typisch	ja	gering	Destilliertes Wasser	-	-	nein
	Geruch	Brennbarkeit	Elektrische Leitfähigkeit																		
Kochsalzlösung	-	nein	hoch																		
Essig	typisch	-	ja																		
Brennspritus	typisch	ja	gering																		
Destilliertes Wasser	-	-	nein																		

## SQ2\_„Strategie“ (einen Untersuchungsplan entwickeln)

### Aufgabe:

Du bekommst eine Flasche mit einer der vier Flüssigkeiten. Entwickle eine Strategie, mit der du deine Flüssigkeit identifizieren kannst.

	Mischbarkeit mit Wasser?	Geruch	Farbe Universalindikator	Brennbarkeit	Elektrische Leitfähigkeit	
Kochsalzlösung	ja	nein	neutral	nein	Ja	
Brennspritus	ja	ja	neutral	ja	nein	
Essig	ja	ja	gelb-rot	nein	ja	
destilliertes Wasser	-	nein	neutral	nein	nein	

## Stoffsteckbriefe

Die Schülerinnen und Schüler erstellen aus den Untersuchungsergebnissen Stoffsteckbriefe. Damit arbeiten sie an der Kompetenz „... recherchieren zu Stoffen unter verschiedenen Fragestellungen ...“.

Diese Steckbriefe sind Bindeglied zwischen den Sequenzen. In einer ersten Phase haben Schülerinnen und Schüler Ordnungskriterien für Stoffe aufgestellt, die am Alltag orientiert sind. Über die Untersuchungen von Stoffen haben sich die Kriterien um konkrete Stoffeigenschaften erweitert.

Diese Steckbriefe werden am Beispiel der Elemente weiterentwickelt und münden in abstrakten, den Sinnen nicht zugänglichen Merkmalen wie der Atommasse (siehe Sequenz 3).

SQ2\_Stoffsteckbriefe

Aufgabe: Schreibe einen Steckbrief für den von dir untersuchten Stoff.

Stoffsteckbrief (wasserklare Flüssigkeiten)

Steckbrief
Der Stoff hat folgende Eigenschaften:
Farbe: <i>farblos</i>
Aggregatzustand bei 20°C: <i>flüssig</i>
Brennbarkeit: <i>nein</i>
Geruch: <i>typisch, stechend</i>
Elektrische Leitfähigkeit : <i>ja</i>
Färbung der Lösung mit pH-Universal-Indikator-Lösung: <i>rot (sauer)</i>
Reaktion mit Kalk: <i>sprudeln</i>
Weitere Eigenschaft: .....
Der gesuchte Stoff ist: <i>Essig</i>

Steckbrief Kochsalzlösung
Der Stoff hat folgende Eigenschaften:
Farbe:
Aggregatzustand bei 20°C:
Brennbarkeit:
Geruch:
Elektrische Leitfähigkeit:
Farbe des Universalindikatorpapiers:
Reaktion mit Kalk:
Weitere Eigenschaft: .....



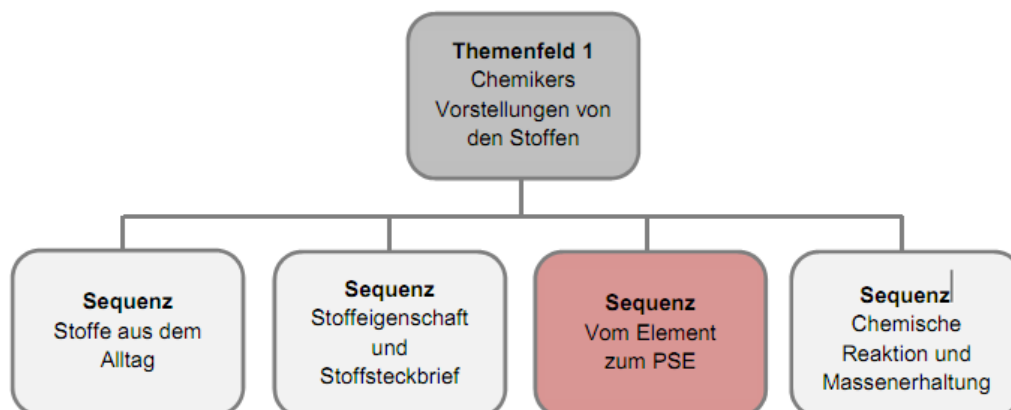
Aufgaben:

1. Ermittle aus den Stoffeigenschaften, um welche Stoffe es sich handelt.
2. Schreibe nach der Vorlage für eine Partnerin oder einen Partner einen weiteren Steckbrief.

**Stoffsteckbrief (weiße Pulver)**

<b>Steckbrief</b>	<b>Steckbrief</b>
Der Stoff hat folgende Eigenschaften:	Der Stoff hat folgende Eigenschaften:
Farbe: <i>weiß</i>	Farbe: <i>weiß</i>
Aggregatzustand bei 20°C: <i>fest</i>	Aggregatzustand bei 20°C: <i>fest</i>
Form: <i>pulvrig</i>	Form: <i>kristallin</i>
Löslichkeit in Wasser: <i>löst sich nicht</i>	Löslichkeit in Wasser: <i>löst sich</i>
Verhalten beim Erwärmen: <i>schmilzt nicht, aber verkohlt</i>	Verhalten beim Erwärmen: <i>schmilzt nicht, verändert sich nicht</i>
Reaktion mit Säure: <i>keine</i>	Reaktion mit Säure: <i>nein</i>
Elektrische Leitfähigkeit: <i>leitet nicht; wässrige Lösung leitet nicht</i>	Elektrische Leitfähigkeit: <i>leitet nicht; wässrige Lösung leitet</i>
Färbung der Lösung mit pH-Universal-Indikator-Lösung: <i>grün (neutral)</i>	Färbung der Lösung mit pH-Universal-Indikator-Lösung: <i>grün (neutral)</i>
Der gesuchte Stoff ist: <i>Mehl</i>	Der gesuchte Stoff ist: <i>Kochsalz</i>

### 3.3 Sequenz 3



Kompetenz-entwicklung	Schüleraktivitäten	Fachwissen/ Basiskonzept	Material/Medien
Mögliche einführende Lernsituation: Das Periodensystem der Elemente im Fachraum			
Schülerinnen und Schüler ...			
... ordnen kriterien-geleitet, um die Vielfalt der Stoffe zu erfassen und zu strukturieren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>... ordnen Steckbriefe von Elementen.</li> <li>... stellen Steckbriefe von Elementen her.</li> <li>... bauen Zellstoffkugelmodelle von Elementen.</li> <li>... beschreiben/erklären Modellbilder von Elementen („chemische Lupe“).</li> </ul>	<p>Elemente werden mit Elementsymbolen beschrieben und im PSE geordnet.</p> <p>Atome sind die Bausteine der Elemente.</p> <p>Die einfache Atomvorstellung beschränkt sich auf Aussagen zu Masse, Größe und Kugelform.</p> <p>Beschreibungen auf der Teilchenebene sind immer modellhaft.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SQ3_Elemente ordnen</li> <li>SQ3_Elemente - Steckbriefe erstellen und ordnen</li> <li>SQ3_Die Ordnung der Elemente</li> <li>SQ3_Kalenderblatt</li> <li>SQ3_„Die chemische Lupe“</li> <li>SQ3_Atome aus Zellstoff</li> <li>SQ3_Was ist ein Modell?</li> <li>PSE</li> </ul>



## Ordnung der Elemente

Die Lernprodukte der ersten beiden Lerneinheiten zeigen noch wenig chemiespezifische Systematik. Speziell die Ordnungskriterien für Stoffe orientieren sich noch stark an dem Alltag. Eine Hausfrau oder ein Handwerker schafft Ordnung nach Verwendungszweck oder nach erforderlicher Lagerung. Ein Laborant schafft Ordnung nach den Namen oder Gefahrenpotentialen.

Die Vorstellung des Chemikers von der Ordnung der Stoffe ist aber eine andere. Es muss vermittelt werden, dass in der Chemie sowohl ein Steckbrief als auch ein Ordnungssystem anderen Kriterien folgen. Diese sind z. T. den Sinnen nicht unmittelbar zugänglich und werden demzufolge von den Lernenden nicht als Kriterien vorgeschlagen; deshalb werden ihnen diese Kriterien vorgegeben.

Mit deren Hilfe erarbeiten Schülerinnen und Schüler an konkreten Beispielen weitere, ein Element charakterisierende Eigenschaften und Merkmale. Die Ergebnisse führen zu Schlussfolgerungen, die in der Ordnung aller Elemente im PSE münden.

Differenzierungen können in der Offenheit der Aufgabenstellung oder dem Umfang und Anspruch des Materials bestehen. In Anpassung an die jeweilige Lerngruppe kann somit der Arbeitsauftrag verändert werden.

Offenheit der Aufgabenstellung:

- Eine geschlossene Aufgabe oder ein geschlossener Arbeitsauftrag gibt bereits Antwortmöglichkeiten wie bei Zuordnungen vor.
- Bei der halboffenen Aufgabe erwartet man vom Lernenden, selbständig eine Antwort mit eigenen Worten zu finden. Gesteuert werden diese Arbeitsaufträge durch entsprechende Operatoren wie z. B. „erschließe aus dem Text“, „ordne zu“, „vergleiche“.
- Beim offenen Arbeitsauftrag erhalten die Lernenden lediglich Informationen.

Umfang und Anspruch des Materials: Differenzierung ist hier z. B. durch

- Vorgabe fertiger Element-Steckbriefe,
- Recherche in dem Schulbuch oder
- selbstständige Recherche im Internet möglich.

Alle in dieser Sequenz angegebenen Materialien stehen unter <http://naturwissenschaften.bildung-pp.de/chemie/unterricht/sekundarstufe-i.html> zum Download bereit.

SQ3\_Elemente ordnen und SQ3\_Elemente - Steckbriefe erstellen und ordnen

SQ3\_Die Ordnung der Elemente – historische Entstehung

SQ3\_Kalenderblatt

SQ3\_Was ist ein Modell?

SQ3\_„Die chemische Lupe“ und ÜV\_„Die chemische Lupe“

SQ3\_Atome aus Zellstoff

SQ3\_Atomare Masseneinheit unit (Vertiefung)

**Elemente ordnen**

Auf dem Arbeitsblatt findet ihr 10 Elementkärtchen, die ausgewählte Eigenschaften verschiedener Elemente enthalten.

Nennt Kriterien, anhand derer ihr die Elemente in einer Reihenfolge ordnen könnt und ordnet sie.

Vergleicht mit dem PSE. Welches ist hier das Ordnungskriterium?

<table border="1"> <tr><td colspan="2">Elementname</td></tr> <tr><td colspan="2">Lithium</td></tr> <tr><td>Atommasse in [u]</td><td>Elementsymbol</td></tr> <tr><td>6,9</td><td>Li</td></tr> <tr><td>Ordnungszahl</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">ausgewählte physikalische Eigenschaften</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt in [°C]</td><td>Siedepunkt in [°C]</td></tr> <tr><td>181</td><td>1330</td></tr> <tr><td>Aggregatzustand bei 20°C</td><td>Dichte in [g/cm<sup>3</sup>] bei 20°C</td></tr> <tr><td>Feststoff</td><td>0,53</td></tr> </table>	Elementname		Lithium		Atommasse in [u]	Elementsymbol	6,9	Li	Ordnungszahl		ausgewählte physikalische Eigenschaften		Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]	181	1330	Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C	Feststoff	0,53	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Elementname</td></tr> <tr><td colspan="2">Stickstoff</td></tr> <tr><td>Atommasse in [u]</td><td>Elementsymbol</td></tr> <tr><td>14,008</td><td>N</td></tr> <tr><td>Ordnungszahl</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">ausgewählte physikalische Eigenschaften</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt in [°C]</td><td>Siedepunkt in [°C]</td></tr> <tr><td>-210,1</td><td>-196</td></tr> <tr><td>Aggregatzustand bei 20°C</td><td>Dichte in [g/cm<sup>3</sup>] bei 20°C</td></tr> <tr><td>Gas</td><td>1,25</td></tr> </table>	Elementname		Stickstoff		Atommasse in [u]	Elementsymbol	14,008	N	Ordnungszahl		ausgewählte physikalische Eigenschaften		Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]	-210,1	-196	Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C	Gas	1,25	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Elementname</td></tr> <tr><td colspan="2">Beryllium</td></tr> <tr><td>Atommasse in [u]</td><td>Elementsymbol</td></tr> <tr><td>9,01</td><td>Be</td></tr> <tr><td>Ordnungszahl</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">ausgewählte physikalische Eigenschaften</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt in [°C]</td><td>Siedepunkt in [°C]</td></tr> <tr><td>1287</td><td>2969</td></tr> <tr><td>Aggregatzustand bei 20°C</td><td>Dichte in [g/cm<sup>3</sup>] bei 20°C</td></tr> <tr><td>Feststoff</td><td>1,86</td></tr> </table>	Elementname		Beryllium		Atommasse in [u]	Elementsymbol	9,01	Be	Ordnungszahl		ausgewählte physikalische Eigenschaften		Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]	1287	2969	Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C	Feststoff	1,86	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Elementname</td></tr> <tr><td colspan="2">Argon</td></tr> <tr><td>Atommasse in [u]</td><td>Elementsymbol</td></tr> <tr><td>39,94</td><td>Ar</td></tr> <tr><td>Ordnungszahl</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">ausgewählte physikalische Eigenschaften</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt in [°C]</td><td>Siedepunkt in [°C]</td></tr> <tr><td>-189,3</td><td>-186</td></tr> <tr><td>Aggregatzustand bei 20°C</td><td>Dichte in [g/cm<sup>3</sup>] bei 20°C</td></tr> <tr><td>Gas</td><td>1,78</td></tr> </table>	Elementname		Argon		Atommasse in [u]	Elementsymbol	39,94	Ar	Ordnungszahl		ausgewählte physikalische Eigenschaften		Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]	-189,3	-186	Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C	Gas	1,78	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Elementname</td></tr> <tr><td colspan="2">Natrium</td></tr> <tr><td>Atommasse in [u]</td><td>Elementsymbol</td></tr> <tr><td>22,98</td><td>Na</td></tr> <tr><td>Ordnungszahl</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">ausgewählte physikalische Eigenschaften</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt in [°C]</td><td>Siedepunkt in [°C]</td></tr> <tr><td>97,72</td><td>890</td></tr> <tr><td>Aggregatzustand bei 20°C</td><td>Dichte in [g/cm<sup>3</sup>] bei 20°C</td></tr> <tr><td>Feststoff</td><td>0,97</td></tr> </table>	Elementname		Natrium		Atommasse in [u]	Elementsymbol	22,98	Na	Ordnungszahl		ausgewählte physikalische Eigenschaften		Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]	97,72	890	Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C	Feststoff	0,97
Elementname																																																																																																								
Lithium																																																																																																								
Atommasse in [u]	Elementsymbol																																																																																																							
6,9	Li																																																																																																							
Ordnungszahl																																																																																																								
ausgewählte physikalische Eigenschaften																																																																																																								
Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]																																																																																																							
181	1330																																																																																																							
Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C																																																																																																							
Feststoff	0,53																																																																																																							
Elementname																																																																																																								
Stickstoff																																																																																																								
Atommasse in [u]	Elementsymbol																																																																																																							
14,008	N																																																																																																							
Ordnungszahl																																																																																																								
ausgewählte physikalische Eigenschaften																																																																																																								
Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]																																																																																																							
-210,1	-196																																																																																																							
Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C																																																																																																							
Gas	1,25																																																																																																							
Elementname																																																																																																								
Beryllium																																																																																																								
Atommasse in [u]	Elementsymbol																																																																																																							
9,01	Be																																																																																																							
Ordnungszahl																																																																																																								
ausgewählte physikalische Eigenschaften																																																																																																								
Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]																																																																																																							
1287	2969																																																																																																							
Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C																																																																																																							
Feststoff	1,86																																																																																																							
Elementname																																																																																																								
Argon																																																																																																								
Atommasse in [u]	Elementsymbol																																																																																																							
39,94	Ar																																																																																																							
Ordnungszahl																																																																																																								
ausgewählte physikalische Eigenschaften																																																																																																								
Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]																																																																																																							
-189,3	-186																																																																																																							
Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C																																																																																																							
Gas	1,78																																																																																																							
Elementname																																																																																																								
Natrium																																																																																																								
Atommasse in [u]	Elementsymbol																																																																																																							
22,98	Na																																																																																																							
Ordnungszahl																																																																																																								
ausgewählte physikalische Eigenschaften																																																																																																								
Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]																																																																																																							
97,72	890																																																																																																							
Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C																																																																																																							
Feststoff	0,97																																																																																																							
<table border="1"> <tr><td colspan="2">Elementname</td></tr> <tr><td colspan="2">Neon</td></tr> <tr><td>Atommasse in [u]</td><td>Elementsymbol</td></tr> <tr><td>20,17</td><td>Ne</td></tr> <tr><td>Ordnungszahl</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">ausgewählte physikalische Eigenschaften</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt in [°C]</td><td>Siedepunkt in [°C]</td></tr> <tr><td>-248,59</td><td>-246</td></tr> <tr><td>Aggregatzustand bei 20°C</td><td>Dichte in [g/cm<sup>3</sup>] bei 20°C</td></tr> <tr><td>Gas</td><td>0,90</td></tr> </table>	Elementname		Neon		Atommasse in [u]	Elementsymbol	20,17	Ne	Ordnungszahl		ausgewählte physikalische Eigenschaften		Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]	-248,59	-246	Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C	Gas	0,90	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Elementname</td></tr> <tr><td colspan="2">Magnesium</td></tr> <tr><td>Atommasse in [u]</td><td>Elementsymbol</td></tr> <tr><td>24,3</td><td>Mg</td></tr> <tr><td>Ordnungszahl</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">ausgewählte physikalische Eigenschaften</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt in [°C]</td><td>Siedepunkt in [°C]</td></tr> <tr><td>650</td><td>1110</td></tr> <tr><td>Aggregatzustand bei 20°C</td><td>Dichte in [g/cm<sup>3</sup>] bei 20°C</td></tr> <tr><td>Feststoff</td><td>1,74</td></tr> </table>	Elementname		Magnesium		Atommasse in [u]	Elementsymbol	24,3	Mg	Ordnungszahl		ausgewählte physikalische Eigenschaften		Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]	650	1110	Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C	Feststoff	1,74	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Elementname</td></tr> <tr><td colspan="2">Phosphor</td></tr> <tr><td>Atommasse in [u]</td><td>Elementsymbol</td></tr> <tr><td>30,97</td><td>P</td></tr> <tr><td>Ordnungszahl</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">ausgewählte physikalische Eigenschaften</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt in [°C]</td><td>Siedepunkt in [°C]</td></tr> <tr><td>44,2</td><td>280</td></tr> <tr><td>Aggregatzustand bei 20°C</td><td>Dichte in [g/cm<sup>3</sup>] bei 20°C</td></tr> <tr><td>Feststoff</td><td>1,83</td></tr> </table>	Elementname		Phosphor		Atommasse in [u]	Elementsymbol	30,97	P	Ordnungszahl		ausgewählte physikalische Eigenschaften		Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]	44,2	280	Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C	Feststoff	1,83	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Elementname</td></tr> <tr><td colspan="2">Kalium</td></tr> <tr><td>Atommasse in [u]</td><td>Elementsymbol</td></tr> <tr><td>39,1</td><td>K</td></tr> <tr><td>Ordnungszahl</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">ausgewählte physikalische Eigenschaften</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt in [°C]</td><td>Siedepunkt in [°C]</td></tr> <tr><td>63,38</td><td>774</td></tr> <tr><td>Aggregatzustand bei 20°C</td><td>Dichte in [g/cm<sup>3</sup>] bei 20°C</td></tr> <tr><td>Feststoff</td><td>0,86</td></tr> </table>	Elementname		Kalium		Atommasse in [u]	Elementsymbol	39,1	K	Ordnungszahl		ausgewählte physikalische Eigenschaften		Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]	63,38	774	Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C	Feststoff	0,86	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Elementname</td></tr> <tr><td colspan="2">Calcium</td></tr> <tr><td>Atommasse in [u]</td><td>Elementsymbol</td></tr> <tr><td>40,08</td><td>Ca</td></tr> <tr><td>Ordnungszahl</td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">ausgewählte physikalische Eigenschaften</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt in [°C]</td><td>Siedepunkt in [°C]</td></tr> <tr><td>842</td><td>1487</td></tr> <tr><td>Aggregatzustand bei 20°C</td><td>Dichte in [g/cm<sup>3</sup>] bei 20°C</td></tr> <tr><td>Feststoff</td><td>1,55</td></tr> </table>	Elementname		Calcium		Atommasse in [u]	Elementsymbol	40,08	Ca	Ordnungszahl		ausgewählte physikalische Eigenschaften		Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]	842	1487	Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C	Feststoff	1,55
Elementname																																																																																																								
Neon																																																																																																								
Atommasse in [u]	Elementsymbol																																																																																																							
20,17	Ne																																																																																																							
Ordnungszahl																																																																																																								
ausgewählte physikalische Eigenschaften																																																																																																								
Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]																																																																																																							
-248,59	-246																																																																																																							
Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C																																																																																																							
Gas	0,90																																																																																																							
Elementname																																																																																																								
Magnesium																																																																																																								
Atommasse in [u]	Elementsymbol																																																																																																							
24,3	Mg																																																																																																							
Ordnungszahl																																																																																																								
ausgewählte physikalische Eigenschaften																																																																																																								
Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]																																																																																																							
650	1110																																																																																																							
Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C																																																																																																							
Feststoff	1,74																																																																																																							
Elementname																																																																																																								
Phosphor																																																																																																								
Atommasse in [u]	Elementsymbol																																																																																																							
30,97	P																																																																																																							
Ordnungszahl																																																																																																								
ausgewählte physikalische Eigenschaften																																																																																																								
Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]																																																																																																							
44,2	280																																																																																																							
Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C																																																																																																							
Feststoff	1,83																																																																																																							
Elementname																																																																																																								
Kalium																																																																																																								
Atommasse in [u]	Elementsymbol																																																																																																							
39,1	K																																																																																																							
Ordnungszahl																																																																																																								
ausgewählte physikalische Eigenschaften																																																																																																								
Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]																																																																																																							
63,38	774																																																																																																							
Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C																																																																																																							
Feststoff	0,86																																																																																																							
Elementname																																																																																																								
Calcium																																																																																																								
Atommasse in [u]	Elementsymbol																																																																																																							
40,08	Ca																																																																																																							
Ordnungszahl																																																																																																								
ausgewählte physikalische Eigenschaften																																																																																																								
Schmelzpunkt in [°C]	Siedepunkt in [°C]																																																																																																							
842	1487																																																																																																							
Aggregatzustand bei 20°C	Dichte in [g/cm <sup>3</sup> ] bei 20°C																																																																																																							
Feststoff	1,55																																																																																																							

**SQ3\_Elemente - Steckbriefe erstellen und ordnen**

**ELEMENTE - Steckbriefe erstellen und ordnen**

Recherchiert zu folgendem Element \_\_\_\_\_ im Schulbuch/ Internet und schreibt einen Steckbrief mit Hilfe der Vorlage.

- [www.seinacht.de](http://www.seinacht.de)
- [www.chemie-master.de](http://www.chemie-master.de)

Ordnet eure Kärtchen sinnvoll und begründet die Struktur.

Name (ggf. auch lateinisch):		Name (ggf. auch lateinisch):	
Masse des Atoms:	Elementsymbol:	Masse des Atoms:	Elementsymbol:
Typische Eigenschaften:		Typische Eigenschaften:	
Vorkommen:		Vorkommen:	
Besonderheiten:		Besonderheiten:	

Hinweise für die Lehrkraft:

Um später an die Struktur des PSE anknüpfen zu können, sollten mindestens zwei Elementgruppen ausgewählt werden, die jeweils durch mindestens zwei Elemente vertreten sind. Es ist anzustreben, Elemente auszuwählen, die den Lernenden aus dem Alltag bekannt sind. Die von den Schülern vorgeschlagene Ordnungsstruktur der Steckbriefe lässt sich später in der Stellung der Elemente im PSE, z. B. in einer Hauptgruppe teilweise „wiederfinden“.

Die Ergebnisse dieser Arbeitsphase führen zu neuen Fragen, wie z. B.:

- Warum bestimmt die Atommasse die Ordnung der Elemente?
- Was ist Atommasse?
- Woher kommen die „Zeilenumbrüche“?
- Welchen inneren Aufbau hat ein Element?

Diese Fragen können zu diesem Zeitpunkt nicht erschöpfend geklärt werden. Im Sinne der kumulativen Weiterentwicklung eines Modells verweist man auf das Themenfeld 2, wo der Blick auf das Innere eines Atoms gerichtet wird.

Differenzierung: Man setzt das Arbeitsblatt „Kalenderblatt“ ein und die Schülerinnen und Schüler kommen zu der Vermutung, dass Elemente, die untereinander in Spalten stehen, Gemeinsamkeiten haben. Die Klärung dabei entstehender Fragen durch eine kurze Recherche mit einem Informationstext auf der Stoffebene (z. B. über Alkalimetalle und Edelgase) oder über das Arbeitsblatt „Die Ordnung der Elemente – historische Entstehung“ hat ausdrücklich vertiefenden Charakter für leistungsstarke Lerngruppen. Auch die direkte Information über Ähnlichkeiten in den Hauptgruppen ist möglich.

SQ3\_Kalenderblatt

**Kalender und Periodensystem der Elemente**

Vergleicht die Ordnungskriterien der Kalender und deren Aussagekraft.  
Nach welchen Kriterien sind die Elemente im PSE geordnet?

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1</td><td>Mo</td></tr> <tr><td>2</td><td>Di</td></tr> <tr><td>3</td><td>Mi</td></tr> <tr><td>4</td><td>Do</td></tr> <tr><td>5</td><td>Fr</td></tr> <tr><td>6</td><td>Sa</td></tr> <tr><td>7</td><td>So</td></tr> <tr><td>8</td><td>Mo</td></tr> <tr><td>9</td><td>Di</td></tr> <tr><td>10</td><td>Mi</td></tr> <tr><td>11</td><td>Do</td></tr> <tr><td>12</td><td>Fr</td></tr> <tr><td>13</td><td>Sa</td></tr> <tr><td>14</td><td>So</td></tr> <tr><td>15</td><td>Mo</td></tr> <tr><td>16</td><td>Di</td></tr> <tr><td>17</td><td>Mi</td></tr> <tr><td>18</td><td>Do</td></tr> <tr><td>19</td><td>Fr</td></tr> <tr><td>20</td><td>Sa</td></tr> <tr><td>21</td><td>So</td></tr> <tr><td>22</td><td>Mo</td></tr> <tr><td>23</td><td>Di</td></tr> <tr><td>24</td><td>Mi</td></tr> <tr><td>25</td><td>Do</td></tr> <tr><td>26</td><td>Fr</td></tr> <tr><td>27</td><td>Sa</td></tr> <tr><td>28</td><td>So</td></tr> <tr><td>29</td><td>Mo</td></tr> <tr><td>30</td><td>Di</td></tr> <tr><td>31</td><td>Mi</td></tr> </table>	1	Mo	2	Di	3	Mi	4	Do	5	Fr	6	Sa	7	So	8	Mo	9	Di	10	Mi	11	Do	12	Fr	13	Sa	14	So	15	Mo	16	Di	17	Mi	18	Do	19	Fr	20	Sa	21	So	22	Mo	23	Di	24	Mi	25	Do	26	Fr	27	Sa	28	So	29	Mo	30	Di	31	Mi	<p><b>Welcher Kalender schafft mehr Ordnung und Übersicht?</b></p>
1	Mo																																																														
2	Di																																																														
3	Mi																																																														
4	Do																																																														
5	Fr																																																														
6	Sa																																																														
7	So																																																														
8	Mo																																																														
9	Di																																																														
10	Mi																																																														
11	Do																																																														
12	Fr																																																														
13	Sa																																																														
14	So																																																														
15	Mo																																																														
16	Di																																																														
17	Mi																																																														
18	Do																																																														
19	Fr																																																														
20	Sa																																																														
21	So																																																														
22	Mo																																																														
23	Di																																																														
24	Mi																																																														
25	Do																																																														
26	Fr																																																														
27	Sa																																																														
28	So																																																														
29	Mo																																																														
30	Di																																																														
31	Mi																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Mo</th><th>Di</th><th>Mi</th><th>Do</th><th>Fr</th><th>Sa</th><th>So</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td> </tr> <tr> <td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td> </tr> <tr> <td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td> </tr> <tr> <td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td> </tr> <tr> <td>29</td><td>30</td><td>31</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>		Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																								
Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So																																																									
1	2	3	4	5	6	7																																																									
8	9	10	11	12	13	14																																																									
15	16	17	18	19	20	21																																																									
22	23	24	25	26	27	28																																																									
29	30	31																																																													

## Modelle

Aus den Fragen erschließt sich die Auseinandersetzung mit dem atomaren Aufbau der Elemente.

Als wesentlich zu vermittelnde Kenntnisse über den inneren Aufbau der Stoffe bleiben in diesem Themenfeld (und um später keine Revisionen vornehmen zu müssen):

- Atome sind die Bausteine der Elemente.
- Atome haben Kugelgestalt.
- Atome verschiedener Elemente unterscheiden sich in ihrer Masse und ihrer Größe.
- Elemente unterscheiden sich in ihrem Aufbau außerdem in der Anordnung der Atome.

Der Blick auf die innere Struktur der Stoffe ist eng mit Modellvorstellungen verknüpft. Auch wenn Schülerinnen und Schüler bereits in NaWi oder den beiden anderen naturwissenschaftlichen Fächern mit Modellen gearbeitet haben, ist es im Chemieunterricht zu diesem Zeitpunkt eine Erstbegegnung. Es ist an dieser Stelle wichtig, auf Sinn und Notwendigkeit des Arbeitens mit Modellen einzugehen und die modellhaften Vorstellungen klar von der Realität der Stoffe abzugrenzen. Eine mögliche unterrichtliche Umsetzung wird im Material „SQ3\_Was ist ein Modell?“ vorgestellt.

Für die modellhafte Betrachtung von Elementen sind zu diesem Zeitpunkt eine „chemische Lupe“ und/oder Modelle aus z. B. Zellstoffkugeln geeignet.

Nachhaltiger wird der innere Aufbau eines Stoffes über das eigenständige Bauen von dreidimensionalen Modellen vermittelt. Gegenüber einer zweidimensionalen Modellzeichnung kann der Lernende sein Modell auch umbauen oder verändern.

Für die Tragfähigkeit/Ausbaufähigkeit der Modelle sollte Folgendes berücksichtigt werden:

- Die „Atomfarbe“ eines Elements ist konsequent einzuhalten (auch bei gleichzeitiger zwei- und dreidimensionaler Darstellung),
- die „Atomgrößen“ sind im Verhältnis untereinander vergleichbar (siehe Atomradius) zu halten,
- elementare Gase sind zweiatomig (Ausnahme Edelgase) darzustellen. Eine Erklärung folgt im Themenfeld 3 auf Basis der Elektronenpaarbindung.

Differenzierung:

Es handelt sich an dieser Stelle um die wichtige Einführung in den permanenten Ebenenwechsel, der in den folgenden Themenfeldern weiter entwickelt werden soll. Dieser Wechsel ist grundsätzlich ein komplexer Gedankengang/Prozess, den die Schülerinnen und Schüler behutsam erlernen sollen.

Eine Reduktion des Abstraktionsgrades ist an dieser Stelle nicht einfach. Das Vorstellungsvermögen der Schülerinnen und Schüler ist individuell, woraus folgt, dass die Wahl der Modelle ebenso individuell zum Unterrichtsziel führen kann oder nicht.

Deshalb sollten Umfang und Anspruch des Materials sehr sorgfältig geprüft werden. Entscheidend sind der erfolgreich vollzogene Wechsel der Betrachtungsebene und die klare Abgrenzung von Realität und Modell. Einführend sind Beispiele sinnvoll, die sich in der folgenden Sequenz wiederholen.

Ein Vertiefen der Anordnungen der Atome eines Elements ist in diesem Themenfeld NICHT intendiert. Es kann erst nach der Einführung des differenzierten Atommodells (TF 2) und der Elektronenpaarbindung (TF 3) im Sinne einer spiralcurriculären Konzeptentwicklung erfolgen.

Hinweise für die Lehrkraft: eine ausführliche Beschreibung zum Thema Modellbau finden Sie unter:

Peter Haupt, Petra Moritz, Modelle chemischer Substanzen für den Anfangsunterricht, Aulis Verlag Deubner, ISBN 978-3-7614-2745-3, <http://www.aulis.de/>

Das Buch liefert eine detaillierte Anleitung zum Selbstbau von Modellen. Wie man mit den Modellen sinnvoll arbeitet, wird durch Versuche und genaue Anleitungen beschrieben und durch Fotos dokumentiert.



**Zellstoffkugeln** (siehe Abbildung) können z. B. über folgende Firma erworben werden:

Fa. Otto Richter, Fest- und Scherzartikel GmbH, Zellstoffdreherei für Bastel-, Floristik- und Medizinalbedarf, August-Bebel-Weg 11, 09514 Lengefeld, Tel. 037367-2449

Alternativ zu Zellstoffkugeln können z. B. auch Kugeln aus Molekülbaukästen (didaktisch reduziert) oder Knete verwendet werden.

Zur Ermittlung von **Atomradius oder Atomdurchmesser** sind folgende Quellen geeignet:



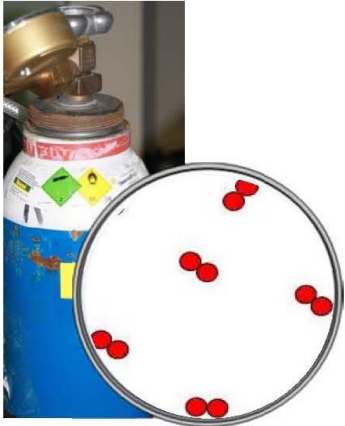
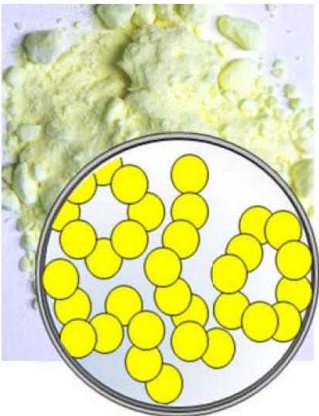
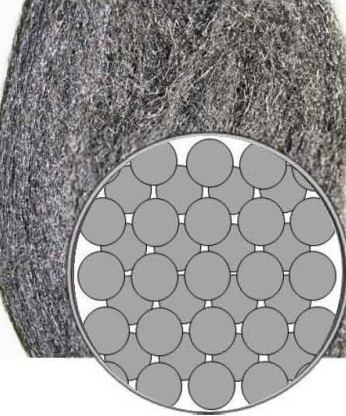

- Periodensystem der Elemente unter <http://www.chemisch-denken.de/>

Dieses PSE weist die Radien der Atome und Ionen (und mehr) aus, ist in den folgenden Themenfeldern (z. B. TF 2 „Von der Saline zum Kochsalz“, Ionenbindung) auch als Schülerarbeitsmaterial sinnvoll, muss aber an dieser Stelle didaktisch stark reduziert werden.

- Formelsammlung für die Sekundarstufe I, z. B. vom Cornelsen Verlag Berlin

Die Formelsammlung enthält tabellarische Übersichten über Atom- (und Ionenradien) einiger Elemente.

Die „chemische Lupe“

		
<p>Kohlenstoff (Graphit)</p>	<p>Magnesium</p>	<p>Sauerstoff</p>
		
<p>Schwefel</p>	<p>Eisen</p>	<p>Wasserstoff</p>

Aufgaben:

Atome kommen in der Realität meist nicht einzeln, sondern in Atomverbänden vor. Ihr seht Bilder verschiedener Elemente mit der „chemischen Lupe“.

1. Beschreibt euch gegenseitig je ein oder zwei dieser Bilder.
2. Worin unterscheiden sich die Bilder „chemische Lupe“?
3. Findet Unterschiede zwischen einem der Bilder „chemische Lupe“ und der Wirklichkeit.
4. Warum verwendet der Chemiker Atommodelle?



Mögliche Lösung:

Die Modell-Atome unterscheiden sich in ihrer Farbe, Größe und Anordnung.

Modell-Atome eines Elements haben dieselbe Größe und Farbe.

Die Größe des Modells entspricht nicht der Wirklichkeit für ein Atom.

Atome haben keine Farbe. Modellatome sind farbig.

Atome sind sehr, sehr klein. Um sie zu veranschaulichen, vergrößert man sie im Modell ganz stark, damit man z. B. die Anordnung der Atome sehen kann.

ÜV\_Die „chemische Lupe“  
(ÜV = Üben und Vernetzen)

Einige Stoffe, die dir vielleicht aus dem Alltag bekannt sind, werden unter die „chemische Lupe“ gelegt. Vergleiche die „Lupenbilder“.

Was wird im Modell in Bezug zur Wirklichkeit richtig dargestellt und was falsch? Begründe deine Entscheidung.

Nach unserem bisherigen Kenntnisstand über Atome und Modelle gilt:	Entspricht der Wirklichkeit	Entspricht <b>nicht</b> der Wirklichkeit
Sauerstoffatome sind rot.		X
Elemente sind aus kugelförmigen Atomen aufgebaut.	X	
Die Atome eines Elements sind alle gleich.	X	
Das Magnesiumatom ist von diesen Beispielen am größten.	X	
Kohlenstoff- und Magnesiumatome unterscheiden sich in ihrer Farbe.		X
Atome haben einen Durchmesser von 0,6 bis 3,2 cm.		X
Atome bestehen aus Zellstoff.		X



Aufgabe: Elemente kommen in der Natur in bestimmten Anordnungen vor.

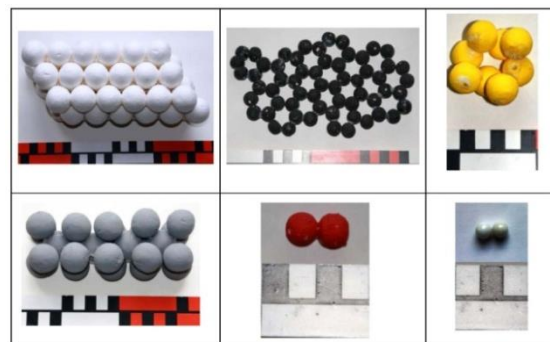
1. Baue mit Hilfe der Zellstoffkugeln Modelle, wie du dir Kohlenstoff, Schwefel, Sauerstoff, Wasserstoff, Eisen oder Magnesium vorstellst.

Mit Hilfe der Tabelle kannst du erkennen, welcher Unterschied zwischen den Atomen der Elemente besteht.

Element	Atomdurchmesser (in pm) $1\text{pm} = 10^{-12}\text{m}$
Wasserstoff	60
Sauerstoff	132
Kohlenstoff	154
Stickstoff	140
Chlor	198
Schwefel	208
Magnesium	320
Eisen	248
Kupfer	256
Natrium	372

Mögliche Lösung nach o.a. Literatur:  
 Mit steigender Atommasse werden größere (ggf. andersfarbige) Zellstoffkugeln ausgewählt. Die Zuordnung kann begründet werden.  
 Die Angaben beziehen sich hier auf den Durchmesser ( $1\text{pm} = 10^{-12}\text{m}$ ) eines Atoms.  
 Es werden annähernd massstabsgerechte Zellstoffkugeln (Durchmesser in mm) ausgewählt.

Wasserstoff	Kohlenstoff	Sauerstoff	Schwefel	Eisen	Magnesium
6 mm	15 mm	15 mm	20 mm	25 mm	30 mm



Es ist nicht intendiert, an dieser Stelle die Konfigurationen der Elemente mit den Schülerinnen und Schülern zu thematisieren. Ausreichend ist ein Ergebnis, dass den Zusammenhang zwischen Teilchenabständen und Aggregatzustand (Feststoffe) bzw. die Kenntnis der Zweiatomigkeit der Gase darstellt (siehe auch NaWi Themenfeld 5 und 7).



Für leistungsstarke Lerngruppen bzw. Lerner, die sich mit weiteren Informationen aus dem PSE auseinandersetzen und Fragen stellen (z. B. zur Atommasse des Elements), eignet sich das unten vorgestellte Arbeitsblatt als vertiefende, ggf. auch innerhalb einer Lerngruppe binnendifferenzierende Möglichkeit. Es ist im TF 1 kein verpflichtend zu vermittelndes Fachwissen.

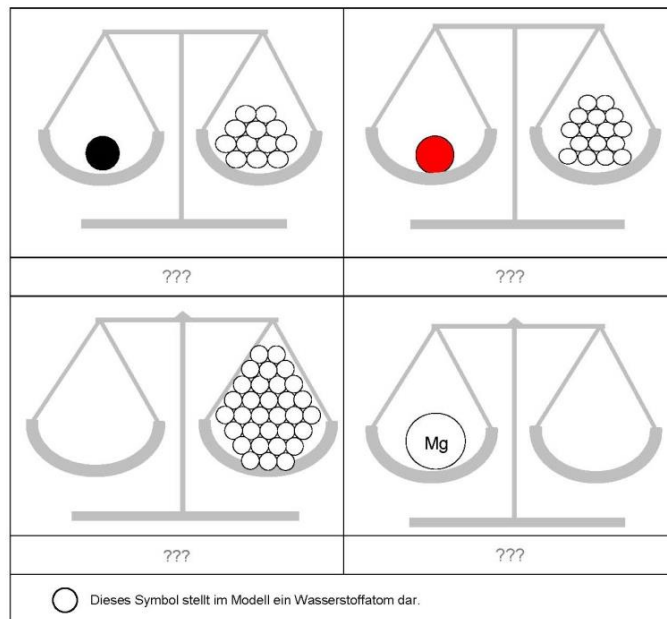
### SQ3\_Atomare Masseneinheit unit (Vertiefung)

#### Die atomare Masseneinheit „unit“

Die Länge eines Gegenstandes gibt man in der Einheit „Zentimeter“ an, seine Masse in der Einheit „Gramm“, seine Temperatur kann man in der Einheit „Grad Celsius“ angeben.

Und der Chemiker? Er gibt die Masse eines Atoms nicht in Gramm, sondern in „unit“ an.

1 unit entspricht fast genau der Masse eines Wasserstoff-Atoms. Wasserstoff ist das leichteste Atom, das es gibt. Ein Atom mit der Atommasse 4u wiegt also ziemlich genau so viel wie 4 Wasserstoff-Atome.

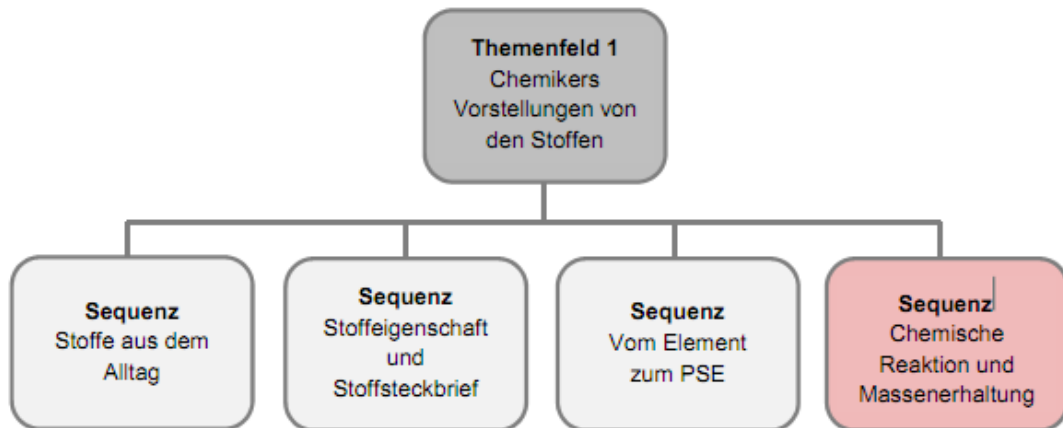


Aufgaben:

1. Die Abbildungen sollen dir helfen, eine Definition zu formulieren. Beginne mit dem Satz: „Messen“ ist gleichbedeutend mit „vergleichen“ ...
2. Finde heraus, was auf den beiden oberen Waagen liegt. Wie gehst du dabei vor? (mit Hilfe des PSE)
3. Ergänze die Zeichnungen für die beiden unteren Waagen.
4. Warum ist es nicht sinnvoll, die Masse eines Atoms in „Gramm“ anzugeben?

Achtung: Die „Modell-Waagen“ dienen nur der Veranschaulichung. Atome kann man nicht wie Billardkugeln auf eine Waage legen!

### 3.4 Sequenz 4



Kompetenz-entwicklung	Schüleraktivitäten	Fachwissen/ Basiskonzept	Material/Medien
<b>Chemische Reaktion</b>			
Mögliche einführende Lernsituation: Abbrennen einer Wunderkerze			
Schülerinnen und Schüler ...			
... führen einfache Versuche zu chemischen Reaktionen durch und dokumentieren diese in geeigneter Form.	<ul style="list-style-type: none"> <li>... brennen Streichhölzer, Wunderkerzen, Kerzen ab.</li> <li>... untersuchen Verbrennungsprodukte.</li> <li>... führen CO<sub>2</sub>-Nachweis und Wassernachweis durch.</li> </ul>	<p>Bei chemischen Reaktionen werden Stoffe in andere Stoffe umgewandelt.</p> <p>Verbrennungen sind chemische Reaktionen.</p> <p>Chemische Reaktionen werden in Wortgleichungen dargestellt.</p> <p>Edukt(e) reagieren zu Produkt(en).</p> <p>Verbindungen sind (Rein)-Stoffe, die aus mindestens zwei Elementen bestehen.</p> <p><b>Eine</b> Stoffumwandlung kann auf der Teilchenebene modellhaft gedeutet werden.</p>	<p>SQ4_„Karamell herstellen“</p> <p>SQ4_„Kerzenexperimente“</p> <p>Film: Animation der Verbrennung von Holz</p>

## Massenerhaltung

Mögliche einführende Lernsituation: Abbrennen einer Kerze

<p>... nutzen einfache Atomvorstellungen, um Phänomene der Stoffebene auf der Teilchenebene zu erklären.</p>	<p>... nutzen einfache Atomvorstellungen zur Erklärung der Verbrennungsreaktionen auf der Teilchenebene.</p> <p>... stellen die Verbrennungsreaktionen auf der Zellstoff-Modell-Ebene dar.</p> <p>... dokumentieren die Reaktionen durch Zeichnungen der Modelle sowie mit Hilfe von Wortgleichungen bzw. ggf. Formelgleichungen.</p>	<p>Bei chemischen Reaktionen bleibt die Gesamtmasse erhalten.</p> <p>Die Atome bleiben (in Bezug auf ihre Masse) erhalten.</p> <p><b>Eine</b> Massenerhaltung kann auf der Teilchenebene gedeutet werden.</p>	<p>SQ4_Streichhölzer</p> <p>SQ4_BOYLE-Versuch</p> <p>SQ4_Tabelle und Lückentext</p> <p>SQ4_Modell und Lernplakat</p> <p>SQ4_Arbeitsblatt: chemische Reaktion darstellen</p>
--	---	---	---

Die Schüler und Schülerinnen lernen mehrere Beispiele für chemische Reaktion (inklusive des Erhalts der Masse) kennen, experimentieren dabei möglichst selbst und betrachten an EINER chemischen Reaktion die Teilchenebene.

Zur Auswahl der Versuche:

Verbrennungsreaktionen sind gut geeignet, weil sie verschiedene Kennzeichen der chemischen Reaktion deutlich machen (Verbrauch von Edukten, Neubildung von Stoffen, Aktivierungsenergie, Energieumwandlung). Verbrennungsprodukte wie Kohlenstoffdioxid und Wasser sind leicht nachweisbar und so als klassische Nachweismethoden gut einzuführen. Als zu verbrennende Stoffe bieten sich Kohlenstoff (Zucker, Kerze, Wunderkerze) an.

Eine Betrachtung der Teilchenebene ist einführend an Kohlenstoff möglich. Hier ist auch die Arbeit mit Modellen gut durchführbar. Zucker oder Kerzenwachs als „kompliziert“ aufgebaute Stoffe sind schwieriger zu behandeln. Holz ist ein komplex zusammengesetzter Stoff. Mit der Animation ([http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/material/interactive/fetch\\_animation.htm?pNum=16&locLang=false&isSubProgramOf=false&height=600&width=800](http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/material/interactive/fetch_animation.htm?pNum=16&locLang=false&isSubProgramOf=false&height=600&width=800)) kann aber am Beispiel von Holz die chemische Reaktion auf der Teilchenebene gut demonstriert werden. Insbesondere der Massenerhalt durch den (prinzipiellen) Erhalt der Atome wird dabei deutlich.

Salzbildungsreaktionen wie die Verbrennung von Magnesium oder die Reaktion von Eisen mit Schwefel zeigen ebenfalls gut die Kennzeichen der chemischen Reaktion und sind im Fall des Letzteren auch im Schülerversuch gut durchführbar. Bei der Betrachtung auf der Teilchenebene ergibt sich aber das Problem, dass die Ionenradien von den Atomradien abweichen. Dieses Phänomen ist an dieser Stelle nicht erklärbar, es zeigt aber, dass eine chemische Reaktion mehr als eine Umgruppierung der Teilchen oder eine Mischung derselben ist, weil sich auch die Teilchen selbst verändern.

Reaktionen mit Brausepulver oder Reaktionen mit Säuren sind motivierend und gut im Schülerversuch durchzuführen und auf der Wortebene zu beschreiben. Allerdings ergibt sich das Problem von mehratomigen Ionen und den sie enthaltenen Salzen bei einer Deutung auf der Teilchenebene.

Die Massenerhaltung lässt sich gut mit dem BOYLE-Versuch oder der Verbrennung von Streichhölzern in geschlossener Apparatur verdeutlichen. Für die Betrachtung der Teilchenebene und die Ursache der Massenerhaltung durch den Erhalt der Atome ist nur der BOYLE-Versuch geeignet. Ausgehend davon kann thematisiert werden, warum die Masse bei Verbrennungsreaktionen (von Metallen und Nichtmetallen) scheinbar nicht konstant bleibt.

Nachfolgende Tabelle zeigt die Eignung der Verbrennungsreaktionen zur Entwicklung anschlussfähigen Fachwissens.

Versuch mit ...	T	M	CR	Anmerkungen	Probleme
Wunderkerze			X	einfacher SV zur Stoffumwandlung	nur Demonstration des Phänomens Vertiefung in TF 4
Kerze		(X)	X	Nachweis der Verbrennungsprodukte möglich Untersuchung der Massenerhaltung mit dem Versuch „schwere Flamme“ *	Teilchenebene Stearinsäure
Kohlenstoff (BOYLE)	X	X	X	Nachweis der Verbrennungsprodukte möglich	Achtung: Apparatur vor der Wägung abkühlen lassen
Zucker			X	einfacher SV zur Stoffumwandlung	Teilchenebene Zucker
Magnesium	(X)		X	Stoff- und Energieumwandlung sichtbar	nicht als SV möglich Salzbildungsreaktion Radienunterschiede Atom-Ion
Eisen + Schwefel	(X)		X	Stoffumwandlung gut sichtbar	Salzbildungsreaktion Radienunterschiede Atom-Ion
Streichholz (im geschlossenen RG)		X	X	einfacher SV zur Massenerhaltung	Achtung: Apparatur vor der Wägung abkühlen lassen!

T: Teilchenebene, M: Massenerhaltung, CR: Chemische Reaktion, SV: Schülerversuch, RG: Reagenzglas

\* Fertigapparatur: [http://www.der-hedinger.de/produkte/versuchsapparaturen/qual-wassersynthese/artikel/ZK\\_100.html](http://www.der-hedinger.de/produkte/versuchsapparaturen/qual-wassersynthese/artikel/ZK_100.html)

## Experimente zur chemischen Reaktion

Mit Hilfe des Experiments zur Herstellung von Karamell, dem Kerzenexperiment oder dem Abbrennen einer Wunderkerze können im Schülerversuch die Merkmale der chemischen Reaktion als Phänomen gut beobachtet werden.

Hinweise und Informationen für die Lehrkraft:

### ■ Herstellung von Karamell

Bei dieser chemischen Reaktion muss Energie zugeführt werden und aus dem Zucker wird auch Wasser abgespalten. Auf beide Aspekte sollte im Unterricht im Sinne der didaktischen Reduktion nicht ausführlicher eingegangen werden.

Bereits während des Karamellisierens finden chemische Reaktionen (z. B. Farbveränderung) statt, es liegt also (im engeren Sinne) auch bereits kein Zucker mehr vor. Im Sinne der didaktischen Reduktion soll hier aber nicht näher auf das „Zwischenprodukt“ eingegangen werden.

### ■ Kerzenexperimente

Der Fachbegriff chemische Verbindung als (Rein-)Stoff, an dem mehrere Elemente beteiligt sind und die durch Formeln beschrieben werden, ist an dieser Stelle nur bedingt geeignet, einzuführen.

Didaktisch reduziert kann man formulieren: Kerzen bestehen meist aus Stoffen, die die Elemente Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten (= Kohlenwasserstoffe).

### ■ Wunderkerze

Das Abbrennen der Wunderkerze bietet weiterführend Phänomene

- der Verbrennung von Metallen (Eisen und Aluminium),
- der Unterstützung einer Verbrennung durch freiwerdenden Sauerstoff (Zersetzung von Bariumnitrat durch Energie),
- einer Verbrennung ohne Luftsauerstoff z. B. unter Wasser oder in CO<sub>2</sub>-Atmosphäre.

Diese Phänomene werden im TF 4 wieder aufgegriffen.

Weiterführende Fragen zu diesen Reaktionen (Zucker, Kerze, Wunderkerze) führen zu den Merkmalen einer chemischen Reaktion.

Folgende **Nachweisreaktionen** lassen sich zu diesem Zeitpunkt gut einführen:

- Nachweis von Kohlenstoffdioxid mit Kalkwasser
- Nachweis von Wasser mit Cobaltchlorid-Papier oder Watesmo-Papier

An dieser Stelle sollen aufgrund der Komplexität der Stoffe Zucker, Kerzenwachs und Wunderkerze weder die Stoff- noch die Teilchenebene als Reaktionsgleichungen dargestellt werden. Es ist im TF 1 angemessen, Reaktionsgleichungen auf Stoff- und Teilchenebene am Beispiel des BOYLE-Versuchs zu vermitteln.

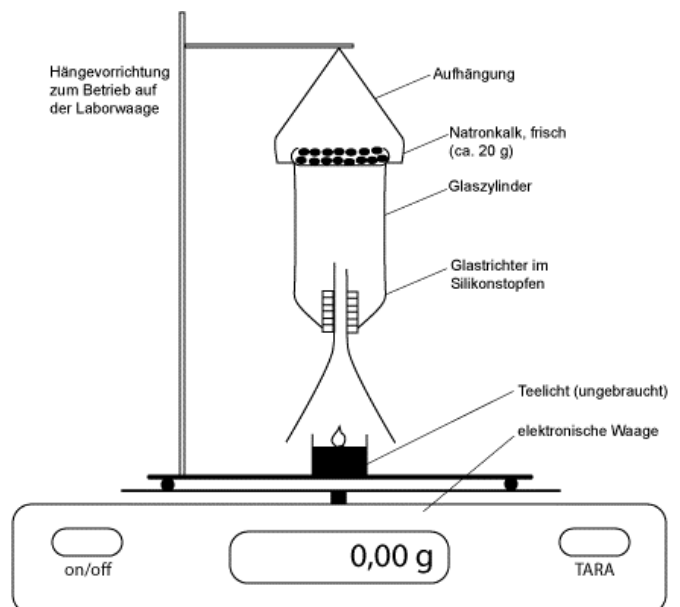
Differenzierung:

Die Lehrkraft kann an dieser Stelle auf die Einführung der Nachweisreaktionen verzichten (kann in TF 4 erfolgen), die von den Schülerinnen und Schülern zu erstellenden Protokolle auf Beobachtungen reduzieren oder Protokolle vorbereitet zur Verfügung stellen.

Weitere Differenzierungen sind möglich durch Formulierungshilfen für die Beobachtung auf Hilfekärtchen oder der Innentafel (Man sieht, dass ..., Man bemerkt, dass ..., Man riecht, dass ..., Man hört, dass ... usw.).

Damit konzentrieren sich die Lernenden mit diesen Beispielen auf die wesentliche Erkenntnis: „Bei chemischen Reaktionen entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften. Sie sind von energetischen Effekten begleitet.

Für lernstarke Schülerinnen und Schüler ist im Anschluss an das Kerzenexperiment der Versuch „Schwere Flamme“ mit der Fertigapparatur von Hedinger geeignet, um die scheinbare Massenabnahme bei dieser chemischen Reaktion zu diskutieren.



Fertigapparatur „Schwere Flamme“ für Wägebeprobungen mit einem brennenden Teelicht

Bezugsquelle:

[http://www.der-hedinger.de/produkte/versuchsapparaturen/qual-wassersynthese/artikel/ZK\\_100.html](http://www.der-hedinger.de/produkte/versuchsapparaturen/qual-wassersynthese/artikel/ZK_100.html)

Auf der Stoffebene führen die Phänomene „Massenabnahme“ bzw. „Massenzunahme“ bei chemischen Reaktionen zum BOYLE-Versuch und dem Gesetz von der Erhaltung der Masse.

Alle in dieser Sequenz angegebenen Materialien stehen unter

<http://naturwissenschaften.bildung-rp.de/chemie/unterricht/sekundarstufe-i.html> zum Download bereit.

SQ4\_Karamell herstellen

SQ4\_Kerzenexperimente

SQ4\_Streichhölzer

SQ4\_BOYLE-Versuch

**Kerzenexperimente**

<p><b>Versuch 1</b></p> <p>Stelle ein Teelicht auf eine Schülerwaage. Entzünde es mit einem Streichholz. Notiere jede Minute (10 Minuten lang) das Gewicht der Kerze in einer Tabelle.</p> <p><b>Versuch 2</b></p> <p>Entzünde ein auf einer Unterlage stehendes Teelicht. Warte bis die Kerze richtig brennt. Stülpe dann einen 250ml Erlenmeyerkolben (Weithals) über die Kerze und beobachte.</p>
<p><b>Hypothese/Vermutung:</b></p> <p>Schreibe für beide Versuche auf, welches Ergebnis du erwartest. Begründe deine Vermutung.</p> <p>1.</p> <p>2.</p>
<p><b>Beobachtungen:</b></p> <p>1. Die Masse nimmt ab.</p> <p>2. Nach kurzer Zeit erlischt die Flamme.</p> <p><b>Deutung/Erklärung:</b></p> <p>1. Das Kerzenwachs verbrennt. Es entstehen Produkte, die verschwinden/ in die Umgebungsluft entweichen/ die gasförmig sind.</p> <p>2. Die Flamme kann so lange brennen, bis der Sauerstoff im Kolben verbraucht ist.</p> <p><b>Merksatz:</b></p> <p>Bei einer Stoffumwandlung entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften. Der Chemiker sagt dazu: Eine chemische Reaktion hat stattgefunden.</p>
<p><b>Welche neuen Fragen ergeben sich aus deinen Beobachtungen? Schreibe sie auf. Überlege, wie man sie beantworten könnte.</b></p> <p>Wohin „verschwindet“ die Kerze? Wohin ist der Sauerstoff „verschwunden“?</p> <p>Man müsste die gasförmigen Produkte auffangen und wägen/untersuchen.</p>



## Gesetz von der Erhaltung der Masse

Das Gesetz von der Erhaltung der Masse kann bereits auf phänomenologischer Ebene zusammen mit den Merkmalen einer Stoffumwandlung erarbeitet werden. Dies gelingt besser, wenn das bereits eingeführte einfache Atommodell dafür genutzt wird.

Empirischen Untersuchungen zufolge zeigt die Frage nach der Massenveränderung, dass Schülerinnen und Schüler bis in die Oberstufe ihre Alltagsvorstellungen nutzen, um Massenzunahme bzw. -abnahme bei einer chemischen Reaktion auf die Vernichtung eines Stoffes oder Veränderungen der Dichte zurückzuführen („Vernichtung“ von Kohle oder Holz beim Grillen oder einem Lagerfeuer).

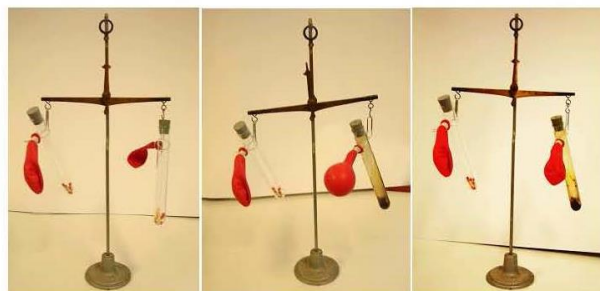
Es ist also wichtig, von Anfang an auf das Erhaltungskonzept auf der atomaren Ebene hinzuwirken. Dazu gehört auch die permanente Auseinandersetzung der Schülerinnen und Schüler mit dem Wechsel der Betrachtungsebene.

Mit dem Versuch nach BOYLE werden die Existenz und der Erhalt der Atome bei chemischen Reaktionen anschaulich gezeigt, gleichzeitig bietet diese einfache chemische Reaktion die Möglichkeit einer Erklärung auf der atomaren Ebene.

Das Entzünden von Streichhölzern im geschlossenen Reagenzglas eignet sich auch für das Phänomen und hat den Vorteil, ein Schülerversuch zu sein. Er eignet sich aber aufgrund des komplex zusammengesetzten Stoffes nicht zur Deutung auf der Teilchenebene und kann nicht als Reaktionsgleichung dargestellt werden. Dies lässt sich im Rückgriff nach Klärung der Elektronenpaarbindung und der Einführung von Kohlenwasserstoffen zwanglos und sachlogisch nachholen.

SQ4\_Streichhölzer

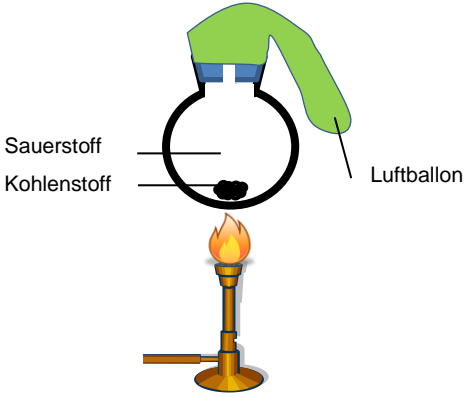
Streichhölzer



Eine Arbeitsgruppe hat einen Versuch mit Streichhölzern mit Fotos dokumentiert.

1. **Beschreibe den Versuch.**  
Tipp: Als differenzierende Maßnahme sind vorgegebene Satzbausteine geeignet
2. **Erkläre das Versuchsergebnis.**  
Chemische Reaktion, Massenerhaltung
3. **Berate die Arbeitsgruppe, wie sie ihre Fotodokumentation noch verbessern könnten.**  
Foto mit dem Brenner zur Entzündung der Streichhölzer fehlt
4. **Überlege, welche Produkte entstanden sein könnten. Begründe deine Vermutung.**  
Kohlenstoffdioxid, Verbrennung, Verbrauch von Sauerstoff

## BOYLE-Versuch

<p><b>Material:</b></p> <p>Geräte: 1-Liter-Rundkolben, 1 durchbohrter Stopfen, Luftballon, Gasbrenner, Streichhölzer, Schutzbrille, Korkring, Handschuhe</p> <p>Chemikalien: Kohlenstoff, Sauerstoff</p>	<p>In dem verschlossenen, mit Sauerstoff gefüllten Rundkolben wird Holzkohle (Kohlenstoff) verbrannt. Die gesamte Versuchsanordnung wiegt 300g.</p> <p>Nach der Reaktion ist kein Kohlenstoff mehr zu sehen.</p>
<p><b>Versuchsaufbau:</b></p>  <p>Sauerstoff Kohlenstoff</p> <p>Luftballon</p>	<p>Wie wird sich die Masse der Versuchsanordnung verändern? Kreuze an.</p> <p><input type="checkbox"/> Die Masse nimmt zu.</p> <p><input type="checkbox"/> Die Masse bleibt gleich.</p> <p><input type="checkbox"/> Die Masse nimmt ab.</p>
<p><b>Begründe deine Antwort.</b></p> <p>Bei dem Versuch ist der Kohlenstoff von dem festen Zustand in den gasförmigen Zustand übergegangen (es hat sich Kohlenstoffgas gebildet). → Die Masse bleibt gleich.</p> <p>Es hat eine chemische Reaktion zwischen Kohlenstoff und Sauerstoff stattgefunden, bei dem ein gasförmiges Produkt entstanden ist. Gase wiegen nichts. → Die Masse wird kleiner.</p>	
<p><b>Beobachtung:</b></p> <p>Der Kohlenstoff glüht auf.</p> <p>Der Luftballon bläst sich auf.</p> <p>Der Kohlenstoff ist nicht mehr zu sehen.</p> <p>Der Luftballon schrumpft wieder zusammen.</p>	

Unterrichtliche Erklärungen zu dem BOYLE-Versuch münden, je nach Aufgabenstellung der Lehrkraft für die Lerngruppe, in Lernprodukte der Schülerinnen und Schüler.

Zu beachten ist, dass hier erstmals eine Verbindung ( $\text{CO}_2$ ) als Formel und als Molekülmodell auftritt. Dieser Stoff ist den Schülerinnen und Schülern aus dem Alltag bekannt und bietet sich daher für die Erstbegegnung mit abstrakterer Fachsprache an. Dabei ist an dieser Stelle keine Herleitung der Formel intendiert und auch die Art der Bindung, sozusagen der „Kleber“ zwischen den Atomen, wird erst im Themenfeld 3 behandelt.

An diesem exemplarischen Beispiel kann der Unterschied zwischen einem Element und einer Verbindung klar auf der Teilchenebene gedeutet werden und damit Grundlage für folgende Stoffbetrachtungen (Elemente/Verbindungen) sein.

Eine Verbindung ist ein (Rein-)Stoff, an dem mehrere Elemente beteiligt sind und der durch eine Formel beschrieben wird.

Differenzierung:

Mögliche Lernprodukte in der Auswertung des Demonstrationsexperiments können sein: Tabelle, Lückentext, Modell aus Zellstoffkugeln, Lernplakat, Arbeitsblatt „chemische Lupe“.

Die Lehrkraft kann für ihre Lerngruppe binnendifferenzierend auswählen.

Es ist sinnvoll, bei den Deutungen der Phänomene zunächst in wiederkehrender Schrittfolge vorzugehen, um den Ebenenwechsel und die Einführung in die Fachsprache nachhaltig anzulegen. Folgende Beispiele führen bei fortgesetzter Verwendung und von Anfang an zu einer klaren Trennung der Betrachtungsebenen einer chemischen Reaktion. Sie können helfen, Fehlkonzepten und Missverständnissen in der Begrifflichkeit bei den Lernenden vorzubeugen.

#### 1. Stoffebene

Stoffumwandlungen (oder Massenerhaltung) werden mit Veränderungen auf makroskopischer Ebene (neue Eigenschaften der Stoffe, Waage) beobachtet. Die Lernenden formulieren eine Wortgleichung.

#### 2. Teilchenebene

Die Deutung erfordert einen „vergrößernden Blick“ auf die Stoffe mit der „chemischen Lupe“. Auf der submikroskopischen (atomaren) Ebene angelangt, ist die gedankliche Fortführung zur Betrachtung einzelner Atome möglich. Die „chemische Lupe“ vergrößert sozusagen weiter. Diese „Vergrößerung“ wiederum eröffnet die Möglichkeit der Bestimmung von Formeln (hier nur für  $\text{CO}_2$ ) und den Beweis der Massenerhaltung auf Teilchenebene. Die Lernenden können eine erste Formelgleichung ableiten.

Alle in dieser Sequenz angegebenen Materialien stehen unter <http://naturwissenschaften.bildung-rp.de/chemie/unterricht/sekundarstufe-i.html> zum Download bereit.

SQ4\_Tabelle und Lückentext (einfache Variante)

SQ4\_Zellstoffmodell und Lernplakat (komplexe Variante)

SQ4\_Arbeitsblatt: chemische Reaktion darstellen (einfache Variante)

Mögliche Lösungen:

<b>Stoffebene</b>				
Ausgangsstoffe		→	Reaktionsprodukte	
Wortgleichung				
Kohlenstoff	+	Sauerstoff	→	Kohlenstoffdioxid
Der Chemiker spricht:				
Kohlenstoff	und	Sauerstoff	reagieren zu	Kohlenstoffdioxid.
<b>Merke:</b> Eine Verbindung ist ein (Rein-)Stoff, an dem mehrere Elemente beteiligt sind und der durch eine Formel beschrieben wird.				
<b>Teilchenebene</b>				
	+		→	
Fachsprache				
C	+	O <sub>2</sub>	→	CO <sub>2</sub>

Unterstützungsmaßnahmen:

- Vorgabe der leeren Tabelle
- Vorgabe einer oder aller „chemischen Lupen“
- Vorgabe vieler (die Lernenden treffen eine Auswahl) oder passender Teilchenbilder
- Die bereits ausgefüllte Tabelle einem Partner beschreiben

### Lückentext

#### Chemische Reaktion von Kohlenstoff mit Sauerstoff

Kohlenstoff reagiert mit dem Sauerstoff zu einem neuen Stoff, nämlich Kohlenstoffdioxid.

Einen neuen Stoff erkennt man daran, dass er andere Eigenschaften aufweist als die Ausgangsstoffe.


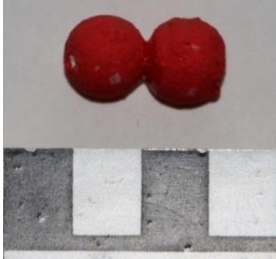
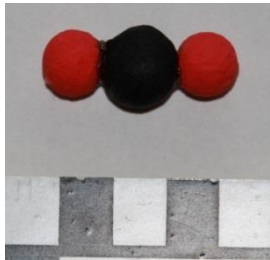
Kohlenstoff besitzt die Eigenschaften: schwarz + fest; Kohlenstoffdioxid hingegen: farblos + gasförmig.

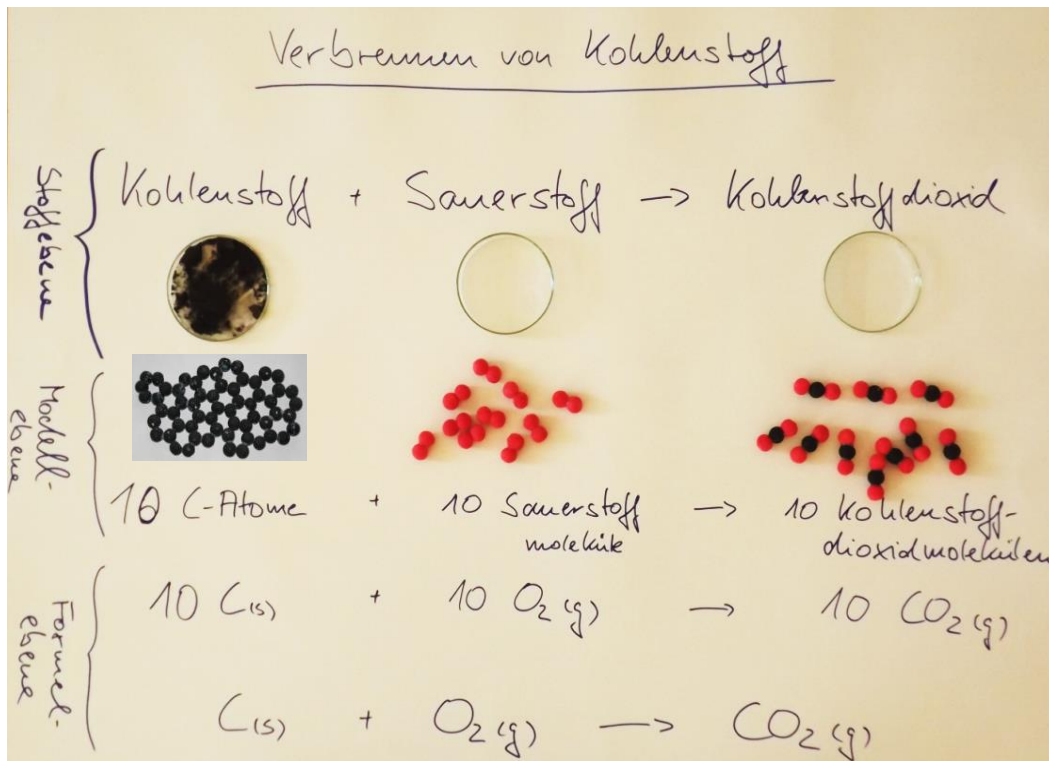
Im Kohlenstoffdioxid sind die Kohlenstoffatome mit den Sauerstoffatomen verbunden, deshalb nennt man diesen Stoff eine chemische Verbindung.

Bei einer chemischen Reaktion bleiben alle Teilchen erhalten.

Diese können niemals verschwinden. Deshalb haben alle Produkte nach der Reaktion auch immer die gleiche Masse wie alle Edukte.

Auf Basis der Durchmesser/Radien der Atome der Elemente wurden in der Sequenz 3 Modelle von Kohlenstoff und Sauerstoff angefertigt. Diese werden bei der Darstellung des Versuchs nach BOYLE genutzt. Zunächst in einer Graphit-Konfiguration dargestellter Kohlenstoff reagiert mit Sauerstoffmolekülen zu Kohlenstoffdioxidmolekülen. Über die Modellierung wird sowohl die Stoffumwandlung als auch der Massenerhalt im Reaktionsgefäß deutlich. Tiefergehende Fragen (z. B. warum Sauerstoff als Moleküle vorkommt, Kohlenstoff aber nicht) werden möglichst verschoben, da sie Unterrichtsgegenstand von Themenfeld 3 sind.

Kohlenstoffatom Kugelgröße: 15 mm	Sauerstoffatom Kugelgröße: 15 mm	Kohlenstoffdioxidmolekül
		

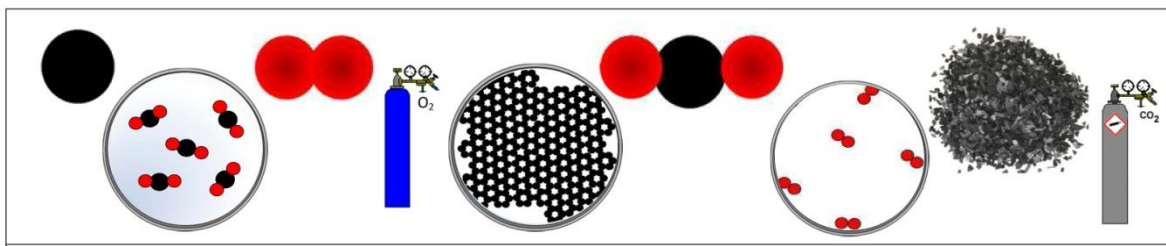


Wie stellt der Chemiker eine chemische Reaktion dar?

STOFFEBENE	Bild		+		→	
	Wortgleichung		+		→	
TEILCHENEBENE	Modell des Stoffs (Teilchenanordnung)		+		→	
	Modell des Teilchens (Teilchenart)		+		→	
	Fachsprache (Symbole/Formeln)		+		→	

**Aufgaben:**

1. Schneide die Bilder im angehefteten Streifen aus und platziere sie in der Tabelle an der richtigen Stelle. Fülle die dann noch verbleibenden Lücken für die Reaktion handschriftlich.
2. Jede der fünf Darstellungsweisen sagt schwerpunktmäßig etwas anderes über die chemische Reaktion aus. Besprich mit deiner Partnerin bzw. deinem Partner, was jeweils dargestellt werden soll.



### 3.5 Vernetzen und Üben

Schülerinnen und Schüler sollten stets Gelegenheit erhalten, ihren Lernzugewinn zu erfahren. Mit der Hilfe von entsprechenden Aufgaben reflektieren sie, durch Selbst- und Fremdeinschätzung (eines Partners oder der Lehrkraft) auf der Metaebene unterstützt, ihren Lernerfolg. Solche Aufgaben fordern sie heraus, Kompetenzen, die am Ende des TF 1 entwickelt sein sollten, anzuwenden. Sie können auch bedeuten, individuelle Lücken aufzuzeigen, die durch entsprechende Förderangebote geschlossen werden können. Für die Lehrkraft ist es eine Möglichkeit, Basiswissen und -fertigkeiten, die für die folgenden Themenfelder gebraucht werden, zu wiederholen und zu festigen.

Differenzierung:

Die Organisation solcher Phasen ist stark von der Lerngruppe abhängig. Es kann sinnvoll sein, stärker angeleitete Einzelaufgaben für die einzelnen Kompetenzen zu stellen. Das Anforderungsniveau entspricht einer Wiederholung, wenn Aufgabenformat und -inhalt stark dem erfolgten Unterricht gleichen.

Ein Anforderungsniveau für lernstarke Gruppen kann der Transfer der erworbenen Kompetenzen sein. Sind mehrere Kompetenzen, z. B. durch Aufgaben komplexer Art, zur Lösung erforderlich, werden Schülerinnen und Schüler herausgefordert, ihr Wissen und Können neu zu strukturieren und zu vernetzen.

Einige der vorgestellten Aufgaben kann die Lehrkraft auch am Ende einzelner Sequenzen einsetzen.

#### Vernetzen (komplexe Aufgaben)

##### Die Leuchtkugeln im Feuerwerk: Magnesiumbrand

Das Experiment ist nur im Lehrerversuch möglich, kann aber

- den stofflichen Aspekt der chemischen Reaktion gut demonstrieren,
- Stoffsteckbriefe ermöglichen,
- die Chance bieten, Gefahren und Sicherheit beim Umgang mit Feuerwerkskörpern zu thematisieren,
- die in der SQ 3 eingeführte modellhafte Betrachtung von Elementen (Zellstoffkugeln, „Chemische Lupe“) ermöglichen.

Entstehende Fragen zur modellhaften Darstellung von Magnesiumoxid (Ionenverbindung) werden im Rahmen des TF 2 thematisiert und können damit „eine Brücke“ in dieses bilden.



## Lomonossow wollte es wissen: Eisen und Schwefel

Der Schülerversuch zur Reaktion von Eisen mit Schwefel erschließt sich über einen historischen Kontext. Die im Themenfeld 1 entwickelten Kompetenzen werden angewendet. Dieser Versuch einschließlich seiner Auswertung ist geeignet, den Wechsel der Betrachtungsebene (Stoff – Teilchen) vorzunehmen und die einfachen Modelle („Zellstoffkugel“, „chemische Lupe“) bei den Edukten (Eisen, Schwefel) anzuwenden.

Entstehende Fragen zur modellhaften Darstellung von Eisensulfid (Ionenverbindung) werden im Rahmen des TF 2 thematisiert und können damit „eine Brücke“ in dieses bilden.

Bei beiden Reaktionen ist die Veränderung der Radien (vom Atom zum Ion) zu beachten. Diese sind für die Schülerinnen und Schüler im Themenfeld 1 noch nicht nachvollziehbar. Dieser Aspekt müsste hier (vor der Einführung des Ions und dem differenzierten Atommodell im TF 2) didaktisch reduziert werden.

Alle in dieser Sequenz angegebenen Materialien stehen unter <http://naturwissenschaften.bildung-rp.de/chemie/unterricht/sekundarstufe-i.html> zum Download bereit.

ÜV\_Der Magnesiumbrand

ÜV\_Lomonossow – Eisen und Schwefel



## Üben (einfachere Aufgaben)

Die Materialien sind in verschiedenen Zusammenhängen einsetzbar. Die Lehrkraft kann sie

- direkt an die passende Sequenz in Form von Übungen oder Hausaufgaben anschließen,
- als Unterrichtsphase mit hoher Selbstorganisation am Ende des Themenfeldes offen gestalten,
- in Anpassung an den eigenen Unterricht und die Lerngruppe teilweise zu Lernerfolgskontrollen einsetzen.

Wird das Material für eine selbstorganisierte Lernphase genutzt, empfiehlt sich zu Beginn eine Selbsteinschätzung durch die Lernenden (Checkliste).

Die Checkliste enthält Verweise auf Aufgaben, die nach individueller Einschätzung durch die Lernenden selbst oder durch die Lehrkraft ausgewählt werden.

Alle in dieser Sequenz angegebenen Materialien stehen unter <http://naturwissenschaften.bildung-rp.de/chemie/unterricht/sekundarstufe-i.html> zum Download bereit.

ÜV\_Checkliste

ÜV\_Aggregatzustand

ÜV\_Protokoll schreiben

ÜV\_Stoff untersuchen-Steckbrief

ÜV\_PSE (Drei Aufträge differenziert)

ÜV\_Chemische Lupe

ÜV\_Übersicht schaffen

ÜV\_PSE-„Schiffe kapern“

## Checkliste

Beantworte alle Fragen ehrlich. Mit Hilfe deiner eigenen Einschätzung kannst du anschließend aus Materialien zum Üben und Wiederholen auswählen, wenn du bei einigen Nummern *Nein* oder *Unsicher* angekreuzt hast.

	Ich kann ...	ja	nein	Un- sicher
1	... einen Steckbrief über einen Stoff anfertigen.			
2	... kriteriengeleitet ordnen.			
3	... Modellzeichnungen für verschiedene Aggregatzustände erstellen und erklären.			
4	... ein Experiment beschreiben, dass das Gesetz von der Erhaltung der Masse beweist.			
5	... mindestens eine Sicherheitsregel in einem Chemieraum begründen.			
6	... eine Wortgleichung formulieren, die eine chemische Reaktion beschreibt.			
7	... mit eigenen Worten die Merkmale einer chemischen Reaktion erklären.			
8	... aus dem PSE Informationen entnehmen und in eigene Worte fassen.			
9	... begründen, warum unsere Vorstellung von einem Atom ein Modell ist.			
10	... beschreiben, wie man Kohlenstoffdioxid nachweisen kann.			
11	... ein Experiment nach einer Aufgabe planen und durchführen.			
12	... ein Experiment protokollieren.			

## **Materialien:**

Aufgabe 1:

Wiederhole mit dem Arbeitsblatt ÜV\_Stoff untersuchen-Steckbrief

Aufgabe 2:

Wiederhole mit dem Arbeitsblatt ÜV\_Übersicht schaffen und arbeite dabei mit einem Partner.

Aufgabe 3:

Wiederhole mit dem Arbeitsblatt ÜV\_Aggregatzustand in Einzel- oder Partnerarbeit.

Aufgabe 4:

Benutze deine Aufzeichnungen zum Versuch „Streichhölzer“ oder zum Versuch „BOYLE“ und beschreibe das Experiment.

Aufgabe 5:

Schlage die Regeln in deinem Heft oder in einem Chemiebuch nach und nenne sie einer Partnerin oder einem Partner. Frage diese/n nach einer weiteren Sicherheitsregel.

Aufgabe 6:

Stelle eine Liste aller von dir im Unterricht beobachteten/durchgeführten chemischen Reaktionen zusammen. Schreibe für jede eine Wortgleichung auf.

Aufgabe 7:

Lies die Merkmale einer chemischen Reaktion in deinem Hefter noch einmal durch. Benutze die Liste aus Aufgabe 6 und beschreibe an diesen Beispielen die Merkmale.

Aufgabe 8:

Wiederhole mit dem AB ÜV\_PSE. Wähle dabei einen der drei Vorschläge aus.

Aufgabe 9:

Wiederhole mit dem AB ÜV\_“Chemische Lupe“ und erkläre deinem Partner die Unterschiede zwischen der Wirklichkeit und einem Modell.

Aufgabe 10:

Wiederhole die Kalkwasserprobe.

Aufgabe 11:

Wiederhole mit dem Arbeitsblatt ÜV\_Stoff untersuchen-Steckbrief.

Aufgabe 12:

Wiederhole das Protokollieren mit dem AB ÜV\_Protokoll schreiben.

**Jetzt überprüfe noch einmal kritisch deine Angaben bei der Selbsteinschätzung!**

ÜV\_ Was sagt mir das PSE?

Anhand dieses Arbeitsblattes übst du, das PSE zu nutzen, um Fragen über den Aufbau der Elemente zu klären.

**Aufgaben:**

Gib jeweils an, ob die Aussage stimmt.

Begründe jeweils ausführlich und korrigiere die falschen Aussagen, indem du eine richtige Formulierung in dein Heft schreibst.

	Aussage	Ja	Nein
1	Man kennt heute 187 Elemente.		X
2	Die Elemente sind im PSE nach ihrer Farbe geordnet.		X
3	Metalle stehen im Periodensystem der Elemente links unten.	X	
4	Wasser, Erde, Feuer und Luft sind Elemente.		X
5	Schwefel ist ein Nichtmetall.	X	
6	Es gibt nur zwei Elemente, die bei Zimmertemperatur flüssig sind.	X	
7	Das Elementsymbol für Wasserstoff ist H.	X	
8	Es gibt mehr feste als gasförmige Elemente.	X	
9	Aus dem PSE kann man ablesen, ob ein Element brennbar ist.		X
10	Alle gasförmigen Elemente stehen im PSE rechts oben.		X
11	Die Elemente sind (unter anderem) nach ihrer Atommasse geordnet.		

ÜV\_ Was sagt mir das PSE?

- Jedes chemische Element wird mit einem Elementsymbol dargestellt. Gib die Elementsymbole an für Kupfer, Eisen, Zink, Schwefel, Iod, Aluminium, Sauerstoff, Silber, Gold, Blei, Phosphor.
- Welche Elemente verbergen sich hinter H, C, Ca, N, Cl, Hg, Ne, Mg?
- Suche aus dem Periodensystem der Elemente alle gasförmigen Elemente, alle flüssigen Elemente heraus.
- Latein war früher die Sprache der Wissenschaftler. Daher erhielten viele chemische Elemente lateinische Namen. Welche Elemente verbergen sich hinter folgenden lateinischen Namen? Ferrum, Argentum, Plumbum, Nitrogenium, Oxygenium, Aurum, Sulfur, Hydrogenium, Carbonium, Cuprum, Stannum.
- Eine Vielzahl chemischer Elemente verdankt ihren Namen geografischen Bezeichnungen, andere sind nach Himmelskörpern oder Personen benannt. Ergänze zunächst das Elementsymbol und finde die passenden Pärchen (verbinde mit Strichen).

	Gallium		Uranus
	Curium		Pluto
	Germanium		Albert Einstein
	Uran		Frankreich
	Scandium		Deutsch-land
	Rhenium		Indien
	Indium		Skandinavien
	Einsteinium		Marie u. Pierre Curie
	Plutonium		Rhein

**Aufgaben**

ÜV\_ Übersicht schaffen

- Bringe die Kärtchen mit Begriffen und Symbolen in eine sinnvolle Ordnung und begründe sie deiner Partnerin bzw. deinem Partner.
- Finde Begriffe, die zusammen passen.
- Schreibe mithilfe möglichst vieler Begriffe einen Text *oder* bilde Sätze mit jeweils zwei oder mehreren Begriffen.
- Gestalte mit möglichst vielen Begriffen eine Mindmap/Conceptmap.

ATOM	MAGNESIUM	NICHTMETALL	S	KOHLSTOFF-DIOXID
WASSER	SAUERSTOFF	PSE	KOHLSTOFF	CO <sub>2</sub>
EISEN	Mg	O <sub>2</sub>	VERBINDUNG	ELEMENT
SCHWEFEL	WASSERSTOFF	ELEMENT-SYMBOL	Fe	METALL
H <sub>2</sub>	FORMEL	ATOMMASSE	C	H <sub>2</sub> O

Zusatzaufgabe:

Übe mit einem/r Partner/in die Namen, Symbole und Stellungen verschiedener Elemente im PSE, indem du als Unterlage für das bekannte Spiel „Schiffe versenken“ das PSE verwendest.

H Wasserstoff (Hydrogenium)																	He Helium
Li Lithium	Be Beryllium											B Bor	C Kohlenstoff (Nero-genium)	N Stickstoff (Nitrogenium)	O Sauerstoff (Oxy-genium)	F Fluor	Ne Neon
Na Natrium	Mg Magnesium											Al Aluminium	Si Silicium	P Phosphor	S Schwefel	Cl Chlor	Kr Krypton
K Kalium	Ca Calcium	Sc Scandium	Ti Titan	V Vanadium	Cr Chrom	Mn Mangan	Fe Eisen	Co Cobalt	Ni Nickel	Cu Kupfer	Zn Zink	Ga Gallium	Ge Germanium	As Arsen	Se Selen	Br Brom	Xe Xenon
Rb Rubidium	Sr Strontium	Y Yttrium	Zr Zirkonium	Nb Niob	Mo Molybdän	Tc Technetium	Ru Ruthenium	Rh Rhodium	Pd Palladium	Ag Silber (Argentum)	Cd Cadmium	In Indium	Sn Zinn (Stannum)	Sb Antimon (Stibium)	Te Tellur	I Jod	Rn Radon
Cs Cäsium	Ba Barium	La Lanthan	Hf Hafnium	Ta Tantal	W Wolfram	Re Rhenium	Os Osmium	Ir Iridium	Pt Platin	Au Gold (Aurum)	Hg Quecksilber (Hydrargyrum)	Tl Thallium	Pb Blei (Plumbum)	Bi Bismut	Po Polonium	At Astat	Rn Radon
Fr Francium	Ra Radium	Ac Actinium	Rf Rutherfordium	Db Dubnium	Sg Seaborgium	Bh Bohrium	Hs Hassium	Mt Meitnerium	Ds Darmstadtium	Rg Rönggenium	Cn Copernicium	Uut Ununtrium	Fl Flerovium	Uup Ununseptium	Lv Livermorium	Uus Ununseptium	Uuo Ununoctium

Folgende Schiffe durch ein Kreuzchen „ankern“ lassen:

Flugzeugträger (5 Kreuze)      
 Zerstörer (4 Kreuze)              
 Schlachtschiff (3 Kreuze)        
 U-Boot (2 Kreuze)                  
 Schnellboot (1 Kreuz)          

Folgende Schatzkisten (durch Kreuzchen) aufstellen:

Stein der Weisen (5 Kreuze)      
 Diamanten (4 Kreuze)             
 Edelsteine (3 Kreuze)             
 Goldmünzen (2 Kreuze)           
 Perlen (1 Kreuz)                

## 4. ZUSAMMENFASSUNG

Die Übersicht des Unterrichtsgangs stellt abschließend dar, wie das Themenfeld 1 des neuen Lehrplans in seiner Gesamtheit umgesetzt werden kann. Der Überblick bildet die verbindlichen Elemente des Themenfeldes gemeinsam mit Differenzierungsmöglichkeiten ab.

Nachfolgend befindet sich eine Aufstellung aller im TF 1 relevanten Experimente, für die auf dem Bildungsserver eine Mustergefährdungsbeurteilung verfügbar ist.

Im Bewusstsein der Vielfalt von individuellen Lernzugängen und Lernvoraussetzungen sowie schulischen Besonderheiten kann dies nur eine Möglichkeit von Unterrichtsplanung sein. Die Menge der Beispiele soll dies zum Ausdruck bringen. Es ist nicht intendiert, alle vorgestellten Materialien einzusetzen, da dies die zeitliche Vorgabe des Themenfeldes von ca. 15 Stunden weit überschreiten würde.

Wie vorn ausgeführt, ist es wichtig, allen Schülerinnen und Schülern ausreichend Gelegenheit zu geben, grundlegende Arbeitsweisen sowie Kommunikations- und Dokumentationsformen des Chemikers kennenzulernen und einen ersten Perspektivwechsel bei der Betrachtung von Stoffen und chemischen Reaktionen zu vollziehen.

### 4.1 Unterrichtsgang im Überblick

Beispiel für einen Unterrichtsgang zum Themenfeld 1					
Std.	Sequenz	Kompetenzentwicklung/ Aktivitäten	Fachwissen/Basiskonzept	Differenzierung	
		Schülerinnen und Schüler ...		... erfolgt durch die Aufgabenstellung, die Komplexität der Aufgabe und die Auswahl der zur Lösung benötigten Materialien.	
3	<b>Stoffe aus dem Alltag</b> Mögliche einführende Lernsituation: „Einkaufskorb sortieren“	<p>... ordnen Stoffe nach Alltagskriterien.</p> <p>... ordnen Stoffe nach Gefahrenpotenzial.</p> <p>... gestalten eine Übersicht (z. B. Chemie im Alltag, Ordnung der Stoffe).</p> <p>... beschreiben richtiges Verhalten im Chemiesaal und beim Experimentieren.</p> <p>... schätzen mit Hilfe der Kennzeichnungen das Gefahrenpotential von Stoffen ein.</p>	<p>Stoffe werden in der Chemie nach klaren Regeln benannt.</p> <p>Die Vielfalt der Stoffe wird Kriterien geleitet geordnet.</p> <p>Der Umgang mit Stoffen wird durch unterschiedliches Gefahrenpotential bestimmt und erfordert sicherheitsbewusstes Verhalten.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorgabe von Ordnungskriterien</li> <li>- geringe Anzahl und sehr unterschiedliche Stoffe mit eindeutigen Aussagewert</li> <li>- geschlossene Aufgaben, z. B. „Ein Tag mit Chemie“</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- keine Vorgabe von Ordnungskriterien</li> <li>- offene Aufgaben, z. B. Aspekte der Chemie</li> </ul>
3	<b>Stoffeigenschaft und Stoffsteckbrief</b> Mögliche einführende Lernsituation: „Kriminalfall“	<p>... untersuchen die Eigenschaften von unbekanntem Stoffen</p> <p>... erstellen einen Plan zur Identifizierung eines unbekanntem Stoffes (Strategie)</p> <p>... erklären einen Untersuchungsplan</p> <p>... stellen einen Stoffsteckbrief her</p>	<p>Stoffe werden durch ihre Eigenschaften charakterisiert.</p> <p>Stoffuntersuchungen werden hypothesengeleitet geplant und dokumentiert.</p> <p>Stoffuntersuchungen führen zu reproduzierbaren Eigenschaften und lassen sich zur Identifikation eines Stoffs nutzen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- einfache Variante für „Alles weiße Pulver“</li> <li>- Reduktion auf zwei „Wasserklare Flüssigkeiten“</li> <li>- Vorstrukturierte Protokolle und Steckbriefvorlagen</li> <li>- einen „Untersu-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- komplexe Variante für „Alles weiße Pulver“</li> <li>- mehrere „Wasserklare Flüssigkeiten“</li> <li>- keine Vorgabe von Protokoll- oder Steckbriefstrukturen</li> <li>- einen „Untersuchungsplan“ selbst</li> </ul>



				chungsplan“ be- schreiben	erstellen“
2	<p><b>Vom Element zum PSE</b></p> <p>Mögliche einführende Lernsituation: Das Periodensystem der Elemente im Fachraum</p>	<p>... ordnen Steckbriefe von Elementen</p> <p>... stellen Steckbriefe von Elementen her</p> <p>... bauen Zellstoffkugelmodelle von ausgewählten Elementen</p> <p>... beschreiben/erklären Modellbilder von ausgewählten Elementen („chemische Lupe“)</p>	<p>Elemente werden mit Elementsymbolen beschrieben und im PSE geordnet.</p> <p>Atome sind die Bausteine der Elemente.</p> <p>Die einfache Atomvorstellung beschränkt sich auf Aussagen zu Masse, Größe und Kugelform.</p> <p>Beschreibungen auf der Teilchenebene sind immer modellhaft.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vorgegebene Steckbriefe</li> <li>- starke Reduktion bei der Betrachtung der Teilchenebene, z. B. ein Modell beschreiben und gegenüber der Realität abgrenzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recherche zu Steckbriefen</li> <li>- Vertiefung zur Historie des PSE (als Referat)</li> <li>- vertiefende Betrachtung der Teilchenebene, z. B. verschiedene Modelle thematisieren („chemische Lupe“ und Zellstoffkugel)</li> <li>- Merkmale von Modellen erschließen</li> </ul>
2	<p><b>Chemische Reaktion und Massenerhaltung</b></p> <p>Mögliche einführende Lernsituation: Abbrennen einer Wunderkerze Abbrennen einer Kerze</p>	<p>... brennen Streichhölzer, Wunderkerzen, Kerzen ab</p> <p>... untersuchen Verbrennungsprodukte</p> <p>... führen CO<sub>2</sub>-Nachweis und Wassernachweis durch</p> <p>... protokollieren fachgerecht und deuten (hypothesegeleitet) Beobachtungen (z. B. BOYLE-Versuch)</p>	<p>Bei chemischen Reaktionen werden Stoffe in andere Stoffe umgewandelt.</p> <p>Verbrennungen sind chemische Reaktionen.</p> <p>Chemische Reaktionen werden in Wortgleichungen dargestellt.</p> <p>Edukt(e) reagieren zu Produkt(en).</p> <p>Verbindungen sind (Rein-)Stoffe, die aus mindestens zwei Elementen bestehen.</p> <p>Eine Stoffumwandlung kann auf der Teilchenebene modellhaft</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur- und Formulierungshilfen für ein Protokoll, z. B.: „Ich vermute, dass ...“ usw.</li> <li>- Einfacher Nachweis der Reaktionsprodukte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hypothesengeleitetes Durchführen und Beobachten</li> <li>- Nachweis der Reaktionsprodukte über die Versuchsanordnung „schweres Wasser“</li> </ul>

			gedeutet werden.		
3		<p>... nutzen einfache Atomvorstellungen zur Erklärung der Verbrennungsreaktionen auf der Teilchenebene.</p> <p>... stellen die Verbrennungsreaktionen auf der Zellstoff-Modell-Ebene dar.</p> <p>... dokumentieren die Reaktionen durch Zeichnungen der Modelle sowie mit Hilfe von Wortgleichungen bzw. ggf. Formelgleichungen.</p>	<p>Bei chemischen Reaktionen bleibt die Gesamtmasse erhalten.</p> <p>Die Atome bleiben (in Bezug auf ihre Masse) erhalten.</p> <p><b>Eine</b> Massenerhaltung kann auf der Teilchenebene gedeutet werden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- starke Reduktion der Deutung auf der Teilchenebene, z. B. Beschreibung vorgegebener „chemischer Lupen“</li> <li>- Auswahl des anzufertigenden Lernprodukts (Lückentext, Arbeitsblatt)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deutung auf der Teilchenebene durch eigene Schlussfolgerungen</li> <li>- Auswahl des anzufertigenden Lernprodukts (Tabelle, Lernplakat)</li> </ul>
2	<b>Üben und Vernetzen</b>	Anwendung von erworbenen Kompetenzen	Anwendung von Fachwissen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fähigkeiten zur Selbsteinschätzung bestimmen die Gestaltung dieser Phase, z. B. freie Auswahl oder Zuordnung von Übungsaufgaben.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Komplexe Aufgaben setzen Fähigkeiten zur Selbstorganisation und Teamarbeit voraus.</li> </ul>

EA: Einzelarbeit; PA: Partnerarbeit; GA: Gruppenarbeit

**Experimente zum Themenfeld 1 im Fach Chemie, für die eine Muster-Gefährdungsbeurteilung auf dem Bildungsserver verfügbar ist:**

Abfüllen von Wasserstoff  
Erhitzen von Citronensäure  
Heißklebepistole nutzen zum Bau von Wattekugel-Modellen  
Herstellen von Wunderkerzen  
Kartuschenbrenner benutzen  
Nachweis von CO<sub>2</sub> mit Kalkwasser  
Nachweis von Wasser mit Cobaltchlorid-Papier  
Nachweis von Wasserstoff  
Reaktion von Citronensäure mit Marmor (Kalk)  
Reaktion von Essigsäure mit Marmor (Kalk)  
Synthese von Eisensulfid  
Synthese von Kupfersulfid  
Synthese von Wasser in Seifenschaum  
Synthese von Zinksulfid  
Untersuchung der Eigenschaften von Trockeneis  
Verbrennung von Eisenwolle in reinem Sauerstoff  
Verbrennung von Erdgas  
Verbrennung von Feuerzeuggas  
Verbrennung von Kupfer - Bedeutung der Luft im Kupferbrief  
Verbrennung von Magnesium  
Verbrennung von Schwefel  
Verbrennung von Wasserstoff in Sauerstoff

**Für folgende Experimente ist keine Gefährdungsbeurteilung notwendig:**

Nachweis von Stärke mit Lugolscher Lösung  
Mehl, Zucker oder Kochsalz erhitzen

---

## **Autorinnen und Autoren**

### **Dr. Alexander Bender**

Gymnasium an der Stadtmauer, Bad Kreuznach

### **Barbara Dolch**

Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz, Bad Kreuznach

### **Monika Kallfelz**

Görres-Gymnasium Koblenz

### **Elisabeth Kukula**

Frauenlob-Gymnasium Mainz

### **Dr. Holger Kunz**

Max-Planck-Gymnasium Trier

### **Christian Lauer**

Integrierte Gesamtschule und Realschule plus Georg Friedrich Kolb Speyer

### **Heike Nickel**

Kurfürst-Ruprecht-Gymnasium, Neustadt an der Weinstraße

### **Michaela Ostermann**

Regino-Gymnasium Prüm

### **Maria Reiner**

Are-Gymnasium Bad Neuenahr

### **Cornelia Schäfers**

Are-Gymnasium Bad Neuenahr

### **Karin Scheick**

Kopernikus-Gymnasium Wissen

### **Volker Tschiedel**

Gutenberg-Gymnasium Mainz

### **Laura Wendel**

Nelson Mandela Realschule plus Trier

### **Wilhelm Willer**

Eduard-Spranger-Gymnasium Landau