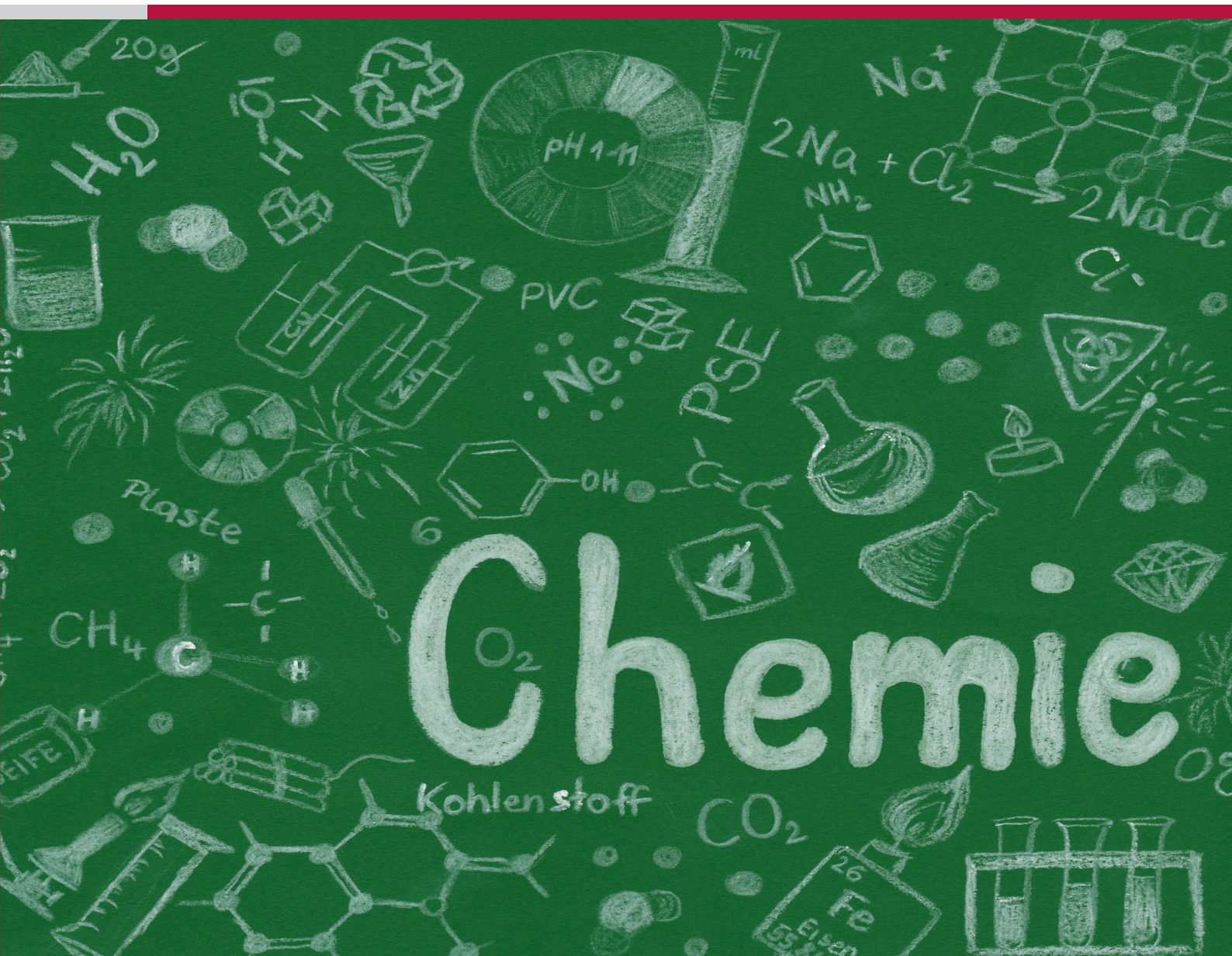




SÄUREN UND LAUGEN

Handreichung zur Umsetzung des Lehrplans Chemie – Themenfeld 6



In den PL-Informationen werden Ergebnisse veröffentlicht, die von Lehrerinnen und Lehrern aller Schularten unter Einbeziehung weiterer Experten erarbeitet und auf der Grundlage der aktuellen pädagogischen oder fachdidaktischen Diskussion für den Unterricht oder die Schulentwicklung aufbereitet wurden. Mit ihnen werden Anregungen gegeben, wie Schulen bildungspolitische Vorgaben und aktuelle Entwicklungen umsetzen können.

Die PL-Informationen erscheinen unregelmäßig. Unser Materialangebot finden Sie im Internet auf dem Landesbildungsserver unter folgender Adresse:

<http://bildung-rp.de/pl/publikationen.html>

Die vorliegende Veröffentlichung wird gegen eine Schutzgebühr von 6,00 Euro zzgl. Versandkosten abgegeben. Bestellungen richten Sie bitte an das Pädagogische Landesinstitut:

bestellung@pl.rlp.de

IMPRESSUM

Herausgeber:

Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz
Standort Bad Kreuznach
Röntgenstraße 32
55543 Bad Kreuznach
pl@pl.rlp.de

Redaktion:

Barbara Dolch, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Skriptbearbeitung:

Ute Nagelschmitt, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Titelbild:

Andrea Bürgin, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Erscheinungstermin: Oktober 2016

© Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz 2016

ISSN 2190-9148

Soweit die vorliegende Handreichung Nachdrucke enthält, wurden dafür nach bestem Wissen und Gewissen Lizenzen eingeholt. Sollten dennoch in einigen Fällen Urheberrechte nicht berücksichtigt worden sein, wenden Sie sich bitte an das Pädagogische Landesinstitut Rheinland-Pfalz.

INHALT

1	Säuren und Laugen	3
1.1	Vorüberlegungen	3
1.2	Wechsel zwischen Stoff- und Teilchenebene	4
1.3	Konzept- und Kompetenzentwicklung	5
2	Vom Lehrplan zum kompetenzorientierten Unterricht	7
2.1	Die Stellung des Themenfeldes 6 im Lehrplan	7
2.2	Die Themenfeld-Doppelseite	12
2.3	Von der Themenfeld-Doppelseite zur Unterrichtsplanung	14
2.4	Überblick über die Kontexte des Themenfeldes	21
2.5	Differenzierungsmöglichkeiten	22
3	Zu den Lerneinheiten	24
3.1	LE 1: Stoffebene – Saure Lösung, alkalische Lösung, Indikator	26
3.2	LE 2: Teilchenebene – Oxonium-Kation, Hydroxid-Anion	28
3.3	LE 3: Struktur-Eigenschaft-Funktion – Wirkung saurer und alkalischer Lösungen	37
3.4	LE 4: Chemische Reaktion – Neutralisation, Protonenübertragung (Donator-Akzeptor-Prinzip)	42
3.5	LE 5: Stoff- und Teilchenebene – Reaktionen von Säuren und Laugen	45

4	Zusammenfassung	48
4.1	Üben und Vernetzen	48
4.2	Möglicher Unterrichtsgang im Überblick	50
4.3	Liste der verfügbaren Muster-Gefährdungsbeurteilungen zum Themenfeld 6	54
	Literaturverzeichnis	55
	Autorinnen und Autoren	56

1 SÄUREN UND LAUGEN

1.1 Vorüberlegungen

Der aktuelle 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 Unterrichts Kompetenzen, Basiskonzepte und Kontexte bilden auch die Stützpfeiler des Chemieunterrichts und erfordern eine darauf aufbauende unterrichtliche Umsetzung.

Die „Aspekte der Chemie“, die sich aus ihrer Bedeutung für den Menschen ableiten, begründen den bildenden Charakter des Unterrichtsfaches Chemie und sind die Grundlage für die Themenfelder. Sie bieten eine Orientierung für die Auswahl der Kontexte.

In dieser Handreichung geht es um die Ausgestaltung des Unterrichts zum Themenfeld 6 „Säuren und Laugen“ gemäß der Intentionen des Lehrplanes. Dazu werden die Themenfeld-Doppelseite vorgestellt und exemplarisch mögliche Kontexte und Lerneinheiten ausgeführt.

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

Da aus ökologischen und ökonomischen Gründen nur ein kleiner Teil der Materialien abgedruckt wird, gibt es die Möglichkeit, die gesamte Handreichung sowie die Materialien mit möglichen Lösungen über den folgenden Link herunterzuladen:

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

1.2 Wechsel zwischen Stoff- und Teilchenebene

Ein wesentliches Merkmal des Faches Chemie ist der Wechsel zwischen der makroskopischen (Stoffebene) und der submikroskopischen Ebene (Teilchenebene). (Vergleiche Lehrplan, S. 57-58.)

Auf der **Stoffebene** stehen Säuren und Laugen aus dem Alltag der Schülerinnen und Schüler im Mittelpunkt. Dabei geht es um die Beobachtung und Beschreibung ihrer Eigenschaften und charakteristischen Reaktionen. Schwerpunkt des Themenfeldes ist der Aspekt „Stoffe nutzen“.

Das Spektrum verwendeter Stoffe reicht von sauren Reinigungsmitteln, Entkalker oder Abflussreiniger über Säuren in Lebensmitteln bis zu Medikamenten (Antacida). Hierzu gehören auch Regeln zum sicheren und gefahrlosen Umgang mit Säuren und Laugen sowie aktuelle Fragen, die den verantwortungsvollen Umgang mit diesen Stoffen betreffen (z. B. Entsorgung).

Die entsprechenden Deutungen der Stoffeigenschaften erfolgen auf der **Teilchenebene** mithilfe von Modellvorstellungen charakteristischer Teilchen (hier: Oxonium-Kation und Hydroxid-Anion). Die Darstellung chemischer Reaktionen in Formelgleichungen wird über das Verständnis der Teilchenebene möglich.

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.

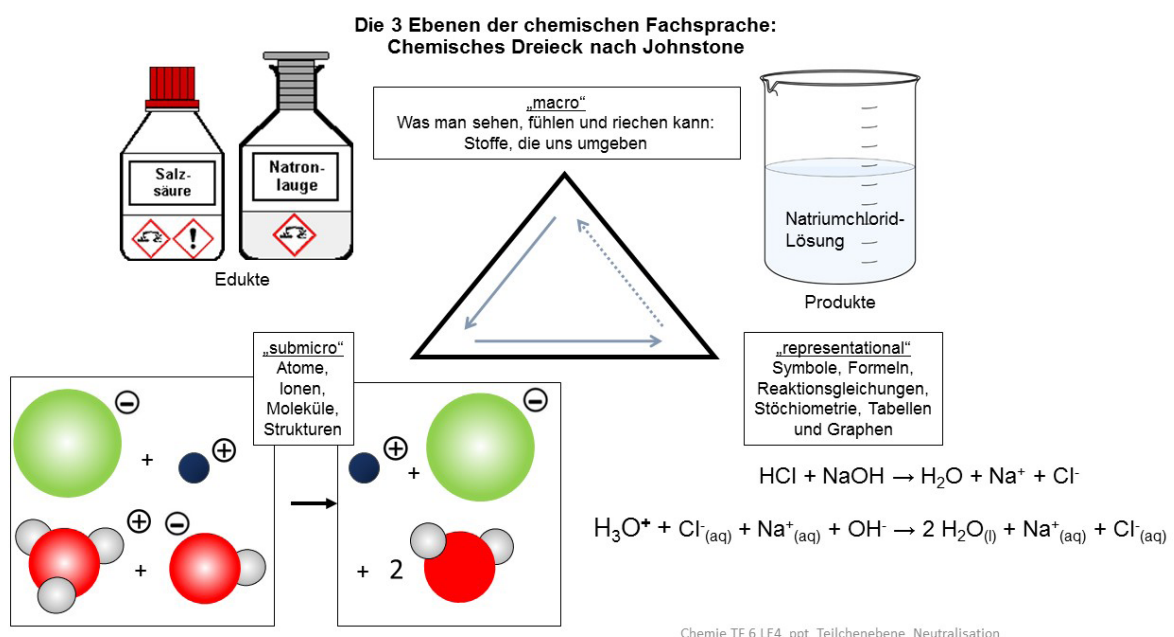


Abb. 1: nach Johnstone-Dreieck

(erweiterte Abbildung nach: Springer-Lehrbuch Chemiedidaktik, Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen; bearbeitet von Hans-Dieter Barke, 1. Auflage 2006, S. 31)

1.3 Konzept- und Kompetenzentwicklung

Die thematischen Schwerpunkte im Lehrplan Chemie sind so gewählt, dass parallel die Kompetenzentwicklung und die Entwicklung der Basiskonzepte möglich sind (vgl. Lehrplan Kapitel 5.3, „Zur Arbeit mit dem Lehrplan Chemie“). Die im Themenfeld 6 angestrebte Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler ist im Rahmen des Unterrichtes verbindlich zu ermöglichen.

Alle Schülerinnen und Schüler bekommen Gelegenheit, einfache Experimente zu den Eigenschaften saurer oder alkalischer Alltagsstoffe, zur Wirkung von Säuren und Laugen und zur Neutralisation zu planen, durchzuführen oder auszuwerten, um ihre Kompetenzen auf dem Gebiet der Erkenntnisgewinnung weiter zu entwickeln. Das Themenfeld 6 bietet hierbei Gelegenheit, Säuren und Laugen jeweils mit typischen gemeinsamen Eigenschaften als Stoffklassen zu charakterisieren.

Die Deutung bzw. Erklärung der Eigenschaften führt zum Wechsel auf die Teilchenebene und zur Weiterentwicklung des Basiskonzepts Teilchen-Materie/Stoff. In den Themenfeldern 1-5 erworbenes Wissen wird angewandt, damit Schülerinnen und Schüler

- Säuren und Laugen bzw. saure und alkalische Lösungen auf der Teilchenebene mit geeigneten Modellen darstellen und
- Reaktionsgleichungen formulieren können.

Die Verschränkung zwischen Stoff- und Teilchenebene wird erreicht, wenn Schülerinnen und Schüler Erklärungszusammenhänge zu Stoffeigenschaften (z. B. pH-Bereich) ableiten können. Dabei wird das Basiskonzept Struktur-Eigenschaft-Funktion weiterentwickelt.

Chemische Reaktionen von sauren und alkalischen Lösungen und deren Deutung auf der Teilchenebene entwickeln das Basiskonzept chemische Reaktion weiter. Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird eingeführt (Protonenübertragung bei der Neutralisation) bzw. weiterentwickelt (vgl. Themenfeld 4: Elektronenübertragung bei der Gewinnung eines Metalls aus seinem Oxid).

Ihre Kompetenzen im Bereich der Kommunikation entwickeln die Schülerinnen und Schüler in Themenfeld 6 weiter, indem sie ihre Experimente protokollieren und Reaktionsgleichungen formulieren.

Sie nutzen ihr Wissen über Säuren und Laugen in alltäglichen Situationen und für einen sicheren und gefahrlosen Umgang mit ihnen.

Das Themenfeld bietet die Möglichkeit, die betrachteten Stoffe aus fachlicher und ökologischer Perspektive zu bewerten (z. B. Folgen beim Eintrag von Säuren und Laugen in die Umwelt). Damit wird das Verantwortungsbewusstsein im Sinne der Nachhaltigkeit gefördert.

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
	Sauber und schön	5	■	■			Wasser, Kohlenwasserstoffe, Alkanole	Dipol, Elektronenpaarbindung
Stoffe nutzen	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

Abb. 2: Entwicklung der Basiskonzepte im Lehrplan

TF = Themenfeld

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.

2 VOM LEHRPLAN ZUM KOMPETENZ-ORIENTIERTEN UNTERRICHT

2.1 Die Stellung des Themenfeldes 6 im Lehrplan

Auf der Stoffebene:

Wir nutzen ständig und überall Stoffe. Das ist vielleicht der bedeutendste und umfassendste Aspekt, weil er wie kein anderer die Bedeutung der Stoffe für das menschliche Leben, für Alltag und Lebenswelt, Technik und Industrie herausstellt. Im Chemieunterricht geht es u. a. darum, die Breite der Nutzung von Stoffen bewusst zu machen und abzubilden. Dabei wird auch die gesellschaftliche Relevanz der Chemie deutlich und sollte explizit Gegenstand von Unterricht sein. Das ist bewusst ein anderer Ansatz, als Stoffe aus der Systematik der Chemie heraus zu betrachten.

Zwischen der Nutzung der Stoffe und den jeweiligen Eigenschaften der Stoffe wird ein enger Zusammenhang hergestellt (brennt gut, reinigt gut usw.). Dabei werden auch spezifische Stoffkenntnisse vermittelt. Grundsätzlich wird zwischen der energetischen und der stofflichen Nutzung unterschieden.

Dieser Aspekt begründete schon das Themenfeld 3 „Heizen und Antreiben“ (die Energie der Stoffe nutzen) und Themenfeld 5 „Sauber und schön“ (Verwendung von Stoffen aufgrund ihrer Lösungseigenschaften).

Daran anknüpfend werden im Themenfeld 6 Vorkommen und Verwendung, Eigenschaften und Reaktionen verschiedener Säuren und Laugen (pH-Wert saurer und alkalischer Lösungen, Neutralisation, Reaktion mit Kalk und unedlen Metallen) sowie deren Umweltrelevanz untersucht, um die Vielfalt zu zeigen. Diese Vermittlung findet auf der Stoffebene statt. Sie wird mit Schülerexperimenten und anschaulichen Materialien unterstützt.

Die Erkenntnisse bilden die Basis für die anschließende Betrachtung auf der Teilchenebene.

Die folgende Grafik verdeutlicht den Schwerpunkt im Themenfeld, der auf dem Aspekt „Stoffe nutzen“ liegt, und weist Möglichkeiten in Bezug auf die übrigen Aspekte aus.

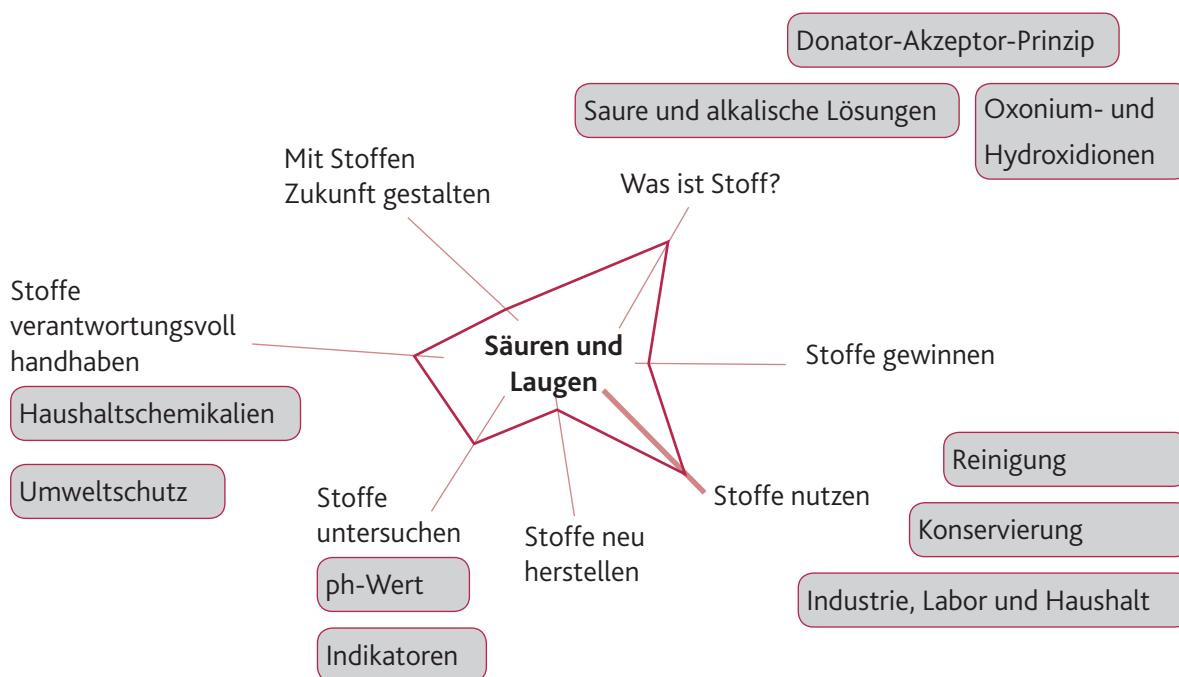


Abb. 3: Aspekte im Themenfeld 6

Auf der Teilchenebene:

Im Lehrplan Chemie ist die Reihenfolge und der Inhalt der Themenfelder stark von der Entwicklung des Teilchenkonzepts bestimmt. Die Zuordnung von Stoffgruppen zu diesen Themenfeldern folgt fachdidaktischen Überlegungen. In den Themenfeldern 1-5 wurde bereits am Beispiel konkreter Stoffe oder Stoffgruppen ein differenziertes Teilchenmodell eingeführt und weiterentwickelt.

Die folgende Darstellung zeigt die Entwicklung und Ausschärfung des Basiskonzepts Teilchen-Materie/ Stoff über die ersten 6 Themenfelder des Lehrplans.

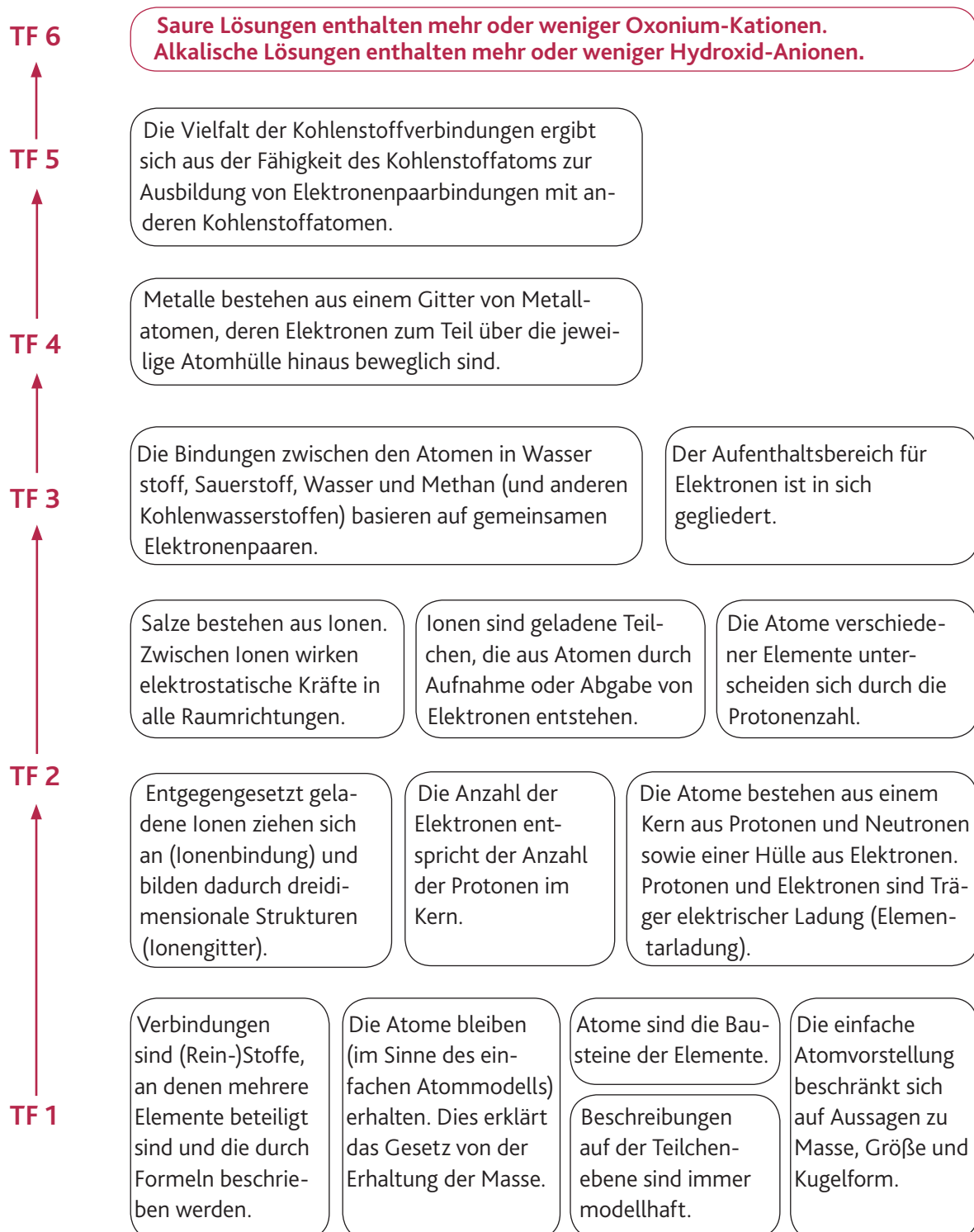


Abb. 4: Entwicklung des Basiskonzepts Teilchen-Materie/Stoff

An das Themenfeld 2 (Von der Saline zum Kochsalz, Ionenbindung) knüpfen die Betrachtungen saurer und alkalischer Lösungen auf der Teilchenebene an. Mithilfe ihrer modellhaften Darstellung werden Eigenschaften erklärbar (Löslichkeit, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert).

Themenfeld 3 (Heizen und Antreiben, Elektronenpaarbindung) und Themenfeld 5 (Sauber und schön, polare Elektronenpaarbindung) bereiteten die modellhafte Darstellung von Molekülen vor.

Auf den Kenntnissen über den Umbau von Teilchen und Bindungen bei chemischen Reaktionen (in Themenfeld 3 „Verbrennung von Wasserstoff und Methan“ und in Themenfeld 4 „Gewinnung von Metallen aus ihren Oxiden“) bauen modellhafte Darstellungen von Neutralisation oder Reaktionen saurer Lösungen mit Kalk und unedlen Metallen auf.

Prinzipiell können die Bildung saurer und alkalischer Lösungen (z. B. Chlorwasserstoff, Natrium, Ammoniak), die Reaktionen saurer Lösungen (z. B. mit Metall, Kalk) und die Neutralisationsreaktionen mit dem Kern-Hülle-Modell, dem Schalenmodell und dem Kugelwolkenmodell dargestellt werden. Die Reaktionen von Laugen mit organischen Stoffen lassen sich nicht abbilden und Darstellungen z. B. bei zusammengesetzten Säurerest-Ionen werden sehr komplex.

Zur Unterscheidung der makroskopischen und submikroskopischen Ebene im Themenfeld 6 sind Modelle wie Kalotten oder Zellstoffkugeln in der Kombination mit der Lewisschreibweise ausreichend. Damit können Schülerinnen und Schüler das in den vorangegangenen Themenfeldern eingeführte Chemische Dreieck nach Johnstone oder die „Drei-Ebenen-Darstellung“ bearbeiten.

Das im Themenfeld 6 erworbene Konzeptwissen (Teilchen-Materie/Stoff und Chemische Reaktion) wird u. a. in den folgenden Themenfeldern genutzt bzw. weiterentwickelt:

TF 9: Untersuchung wässriger Lösungen, z. B. Maßanalyse als analytisches Verfahren

TF 10: Gefährliche Stoffe, z. B. Säuren

TF 11: Kohlenstoffkreislauf, z. B. Kohlensäure, Ozeanversauerung

TF 12: Mobile Energieträger, z. B. Donator-Akzeptor-Prinzip für Redoxreaktion

Berufsreifeklassen oder Schulen mit verkürzter Wochenstundenzahl (z. B. G 8) haben die Möglichkeit, diese zentralen Elemente nachfolgender Themenfelder (außer TF 12) in das Themenfeld 6 zu integrieren. Vertiefende mathematische Behandlungen wie z. B. zum pH-Wert sind im Rahmen der zeitlichen Bedingungen nicht intendiert.

2.2 Die Themenfeld-Doppelseite

TF 6: Säuren und Laugen

Zu den Alltagsstoffen, die den Schülerinnen und Schülern einen besonders einfachen experimentellen Zugang ermöglichen, zählen auch die Säuren und Laugen. Von der pH-neutralen Seife, den Antacida, über saure Reinigungsmittel bis zum Entkalker und zum Abflussreiniger reicht das Spektrum im Alltag verwendeter Stoffe, die unter dem übergreifenden Gesichtspunkt des Säure-Base-Konzepts betrachtet werden. Neben der Nutzung dieser Stoffe in allen Lebensbereichen gehören auch Regeln zum sicheren und gefahrlosen Umgang mit Säuren und Laugen zur Thematik. Aktuelle Fragen, die den verantwortungsvollen Umgang mit diesen Stoffen betreffen (z. B. Entsorgung), tragen zur Entwicklung eines Bewusstseins für Nachhaltigkeit bei.

Im Zentrum stehen saure Lösungen (Säuren) und alkalische Lösungen (Laugen) (Stoffebene), deren strukturgebende Teilchen betrachtet werden.

Kompetenzen:

Schülerinnen und Schüler

- testen Alltagsstoffe auf ihre saure oder alkalische Wirkung und dokumentieren dies,
- führen hypothesengeleitete Experimente zur Wirkung von Säuren und Laugen durch,
- erklären die Neutralisation auf der Modellebene sowie in der Formelsprache,
- nutzen ihr Wissen über Säuren und Laugen im Alltag,
- diskutieren mögliche Folgen beim Eintrag von Säuren und Laugen in die Umwelt.

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

Auf der Stoffebene:

Die Verwendung von sauren und alkalischen Lösungen beruht auf ihren Reaktionen (z. B. Neutralisationen, Reaktionen mit Kalk und unedlen Metallen). (SEF)

Indikatoren zeigen durch charakteristische Farben unterschiedliche pH-Wert-Bereiche an.

Bei chemischen Reaktionen wandeln sich Stoffe um.

Säuren bilden mit Wasser saure Lösungen.

Alkalien bilden mit Wasser alkalische Lösungen (Laugen).

Bei der Neutralisation heben sich Säuren und Laugen in ihrer Wirkung auf. (CR)

Auf der Teilchenebene:

Saure Lösungen enthalten mehr oder weniger Oxonium-Kationen. Alkalische Lösungen enthalten mehr oder weniger Hydroxid-Anionen. (TMS)

Bei der Neutralisationsreaktion reagieren Oxonium-Kationen mit Hydroxid-Anionen zu Wassermolekülen.

Neutralisationsreaktionen werden mit Reaktionsgleichungen beschrieben. (CR)

Fachbegriffe:

Indikator, pH-Wert

Säure, saure Lösung (Säure i. e. S.)

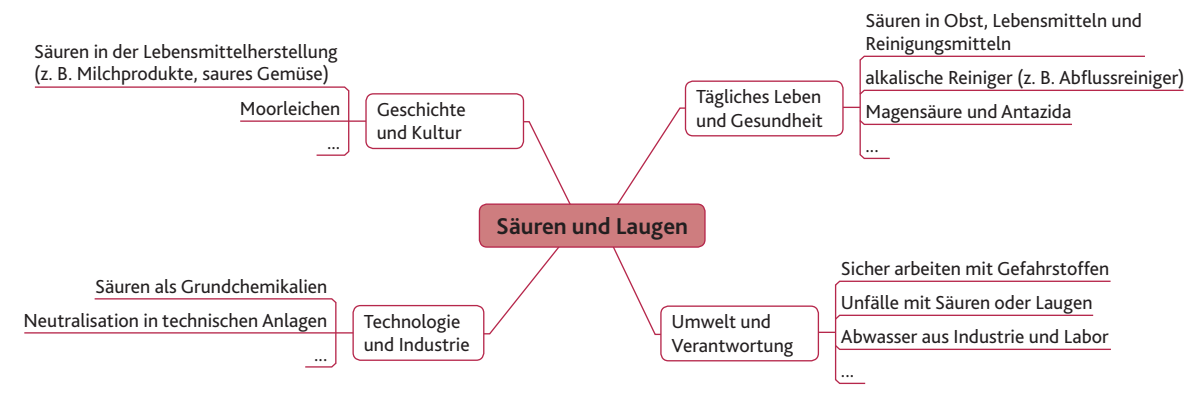
Base/Alkalien, alkalische Lösung (Lauge)

Neutralisation

Oxonium-Kation, Hydroxid-Anion

Protonenübertragung, Donator-Akzeptor-Prinzip

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

G: Für ein Grundverständnis genügt es, wenn Schülerinnen und Schüler den pH-Wert von Lösungen experimentell bestimmen und in Bezug auf die saure oder alkalische/basische Wirkung der Lösung deuten. Deutungen auf Teilchenebene können für ein grundlegendes Verständnis auch auf der Basis eines vereinfachten Säure-Base-Konzepts erfolgen.

V: Eine vertiefte Erarbeitung betrachtet die Abstufung der pH-Skala als jeweils um den Faktor 10 höhere bzw. geringere Konzentration an Oxonium-Kationen bzw. Hydroxid-Anionen in einer Lösung.

Die Betrachtung einer größeren Vielfalt von sauren Lösungen oder alkalischen Lösungen erweitert die Stoffkenntnis und ermöglicht das Verständnis von fachspezifischen Ordnungskriterien und Systematik in der Chemie.

Didaktisch-methodische Hinweise:

Explizit ist hier nicht das Konzept der Säurestärke über pKs-Werte gemeint. Unterricht, der nur die ersten 8 Themenfelder umfasst, sollte hier die Maßanalyse integrieren.

Bezüge:

NaWi

TF 7 Gefahrstoffe

Biologie

TF 3 Verdauung

TF 5 pH-Wert als Umweltfaktor

Chemie

TF 2 Salz, Ionen

TF 5 Stoffe nutzen

TF 9 Maßanalyse, Konzentration, Teilchenanzahl, Nachweisgrenze

TF 10 Gefahren durch Säuren

TF 12 Donator-Akzeptor-Prinzip

Physik

TF 4 Wechselwirkungen

TF 5 Wechselwirkungen

Abb. 5: Auszug aus „Lehrpläne für die naturwissenschaftlichen Fächer – Chemie“, S. 76-77

2.3 Von der Themenfeld-Doppelseite zur Unterrichtsplanung

Das Themenfeld 6 wird, wie jedes Themenfeld des Chemielehrplans, in Form einer Themenfeld-Doppelseite dargestellt. In den einzelnen Rubriken finden sich neben den verbindlichen Teilen auf der linken Seite auch fakultative Elemente rechts.

Themenfeld-Titel		Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung
Intention		
Kompetenzen		Differenzierungsmöglichkeit
Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte	Fachbegriffe	Bezüge

Die Planung beginnt mit der Auswahl eines den Intentionen des Themenfeldes entsprechend geeigneten Kontextes. Anregungen dazu geben die Rubriken der Themenfeld-Doppelseite, aktuelle Ereignisse, Medienberichte, regionale Gegebenheiten, die Sammlung in der Schule oder besondere Interessen von Lehrkräften und der Lerngruppe.

Ein Kontext ist dann geeignet, wenn er

- einen Ausschnitt aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler darstellt,
- die Intentionen des Themenfeldes transportieren kann,
- Anlass bietet, die Basiskonzepte zu bearbeiten,
- Aktivitäten für die vorgesehene Kompetenzentwicklung ermöglicht,
- in einem angemessenen Zeitrahmen zu bearbeiten ist.

Wichtig ist die Gestaltung der einführenden Lernsituation. Sie soll den Unterricht zügig in die Richtung der vorgesehenen fachlichen Inhalte führen, d. h. die Gedanken und Fragen von Schülerinnen und Schülern in diese Richtung lenken. Nicht alle Äußerungen und Fragen lassen sich sinnvoll in den Chemieunterricht integrieren. Hier steuert die Lehrkraft, um die Inhalte in Beziehung zu anderen Naturwissenschaften und zu gesellschaftlichen Belangen zu setzen und gleichzeitig ein Ausufern zu verhindern.

Konkrete einführende Lernsituationen können sein:

- Objekte oder Bilder von Objekten mit Bezug zu Säuren und Laugen im Haushalt
- Säuren und Laugen für Körper und Gesundheit

Besonders interessant für den Chemieunterricht sind die Äußerungen und Fragen, die durch die Weiterentwicklung der Basiskonzepte erläutert, erklärt oder beantwortet werden können. Soweit wie möglich können Schülerinnen und Schüler an der Identifizierung der zu bearbeitenden Inhalte mitwirken.

Daraus ergibt sich die Motivation, diese Inhalte zu erarbeiten, d. h. Informationen zu beschaffen, zu experimentieren, Erklärungszusammenhänge herzustellen usw.

Konkret: Schülerinnen und Schüler entwickeln den Gedanken, die Eigenschaften und Reaktionen von sauren und alkalischen Lösungen zu untersuchen. Zur Klärung der Beobachtungen können sie vorschlagen, die Teilchenebene zu betrachten. Schülerinnen und Schüler können auch auf die Idee kommen, die Wirkung von Antacida experimentell zu untersuchen. Zum Verständnis der Wirkungsweise können sie die Notwendigkeit sehen, die Teilchenebene zu betrachten.

Das Ergebnis der Planung kann eine Übersicht sein. In der folgenden Tabelle ist der Zusammenhang zwischen dem Kontext und fachlichen Inhalten des Themenfeldes dargestellt.

Säuren und Laugen im Alltag (Haushalt, Lebensmittel)

Kontextfragen	Fachlicher Inhalt
Was ist sauer?	Oxonium-Ion
Warum sind Säuren und Laugen in Putzmitteln?	Reaktionen von Säuren mit Metall, Kalk (Kölner Dom, Wasserkocher, Grillschalen aus Aluminium)
Was ist ätzend?	
Welche Säure darf ich trinken?	Konzentrierte und verdünnte Säuren
Wie „messe“ ich Säuren bzw. Laugen?	Indikatoren, pH-Skala
Was haben Säuren mit Laugen zu tun?	„Gegenspieler“
Warum sind Säuren in Lebensmitteln?	Einschränkung der Bakterienaktivität, Haltbarkeit, Konservierung (Joghurt bzw. Milchsäure, Essigsäure, Zitrusfrüchte bzw. Zitronensäure)
Wo kommen die Säuren und Laugen her?	Herstellung saurer und alkalischer Lösungen, Säuren in der Natur
Wie „beseitigt/entfernt“ man Säuren?	Neutralisation, Verdünnung
Wohin geht die Säure, wenn sie reagiert hat?	Chemische Reaktion, Protonenübertragung, Donator-Akzeptor-Prinzip

Säuren und Laugen für Körper und Gesundheit

Kontextfragen	Fachlicher Inhalt
Woher kommt das Sodbrennen?	Magensäure, Salzsäure
Warum ist Salzsäure im Magen?	Wirkung von Säure auf Eiweiß (Nahrung) und bakterizide Wirkung
Kann man sie messen?	Indikatoren, pH-Skala
Was enthält ein Antacidum?	Laugen, alkalische Salze
Was macht Säuren sauer und Laugen alkalisch?	Oxonium-Ion, Hydroxid-Ion
Wie wirkt das Antacidum?	Neutralisation, Protonenübertragung, Donator-Akzeptor-Prinzip
Was bedeutet: Seifen sind pH-neutral?	Säureschutzmantel der Haut, Waschlauge, pH-Wert
Warum sind Zahnfüllungen aus Edelmetall oder Kunststoff?	Reaktion von Säuren mit Metallen
Welche Wirkung hat Zahnpflegekaugummi?	pH-Wert-Änderungen

Bei der Gestaltung der Erarbeitungsphasen achtet die Lehrkraft auf den Zusammenhang mit dem Kontext, auf die Möglichkeit zur Kompetenzentwicklung für alle Schülerinnen und Schüler und nutzt die Differenzierungsvorschläge der Themenfeld-Doppelseite. Absprachen mit den Lehrkräften anderer Fächer werden durch die Rubrik „Bezüge“ erleichtert.

Kompetenzen

Die folgende Übersicht zeigt einige Zusammenhänge zwischen den unterrichtlichen Aktivitäten und den Kompetenzbereichen.

Die Schülerinnen und Schüler können ...		TF 6	Schülerinnen und Schüler ...
... naturwissenschaftliche Konzepte zur Problemlösung nutzen.	Umgang mit Fachwissen	■	... testen Alltagsstoffe auf ihre saure oder alkalische Wirkung und dokumentieren dies.
... mit Geräten, Stoffen, Verfahren umgehen.		■	
... Fachwissen strukturieren und Erklärungszusammenhänge herstellen.			
... naturwissenschaftlich untersuchen, experimentieren.	Erkenntnisgewinnung	■	... führen hypothesengeleitete Experimente zur Wirkung von Säuren und Laugen durch.
... modellieren.		■	
... naturwissenschaftliche Erkenntnisse bzw. den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess reflektieren.			... erklären die Neutralisation auf der Modellebene sowie in der Formelsprache.
... Informationen sachgerecht entnehmen.	Kommunikation		... nutzen ihr Wissen über Säuren und Laugen im Alltag.
... sach- und adressatengerecht präsentieren und dokumentieren.		■	
... naturwissenschaftlich argumentieren und diskutieren.		■	
... Bewertungskriterien festlegen und anwenden.	Bewertung		... diskutieren mögliche Folgen beim Eintrag von Säuren und Laugen in die Umwelt.
... Handlungsoptionen erkennen und aufzeigen.		■	
... Sachverhalte naturwissenschaftlich einordnen und (multiperspektivisch) bewerten.			

Abb. 6: Kompetenzentwicklung im Themenfeld 6

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte sowie Fachbegriffe

Kompetenzerwerb geschieht immer im Zusammenhang mit fachlichen Inhalten.

Fachinhalte werden im neuen Lehrplan immer in Basiskonzepte eingebunden, um den Schülerinnen und Schülern über die Jahre hinweg einen systematischen Aufbau der Konzepte der Chemie zu ermöglichen. In den beiden Rubriken „Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte“ und „Fachbegriffe“ der Themenfeld-Doppelseite werden die Schwerpunkte der Fachinhalte so gesetzt, dass das angestrebte Konzeptverständnis erreicht werden kann. Die verbindlich von den Schülerinnen und Schülern im Unterricht zu verwendenden Fachbegriffe sind explizit aufgeführt.

Die folgende Übersicht weist die konkreten Umsetzungen von Teilkonzepten der Basiskonzepte aus (vgl. Lehrplan S. 174-182).

Teilkonzepte Teilchen-Materie/Stoff (TMS)	Themenfeld 6
Materie/Stoff besteht aus Teilchen, die sich bewegen und miteinander wechselwirken.	Saure Lösungen enthalten mehr oder weniger Oxonium-Kationen. Alkalische Lösungen enthalten mehr oder weniger Hydroxid-Anionen.
Teilkonzepte Struktur-Eigenschaft-Funktion	Themenfeld 6
Die Eigenschaften der Stoffe bestimmen ihre Verwendung.	Die Verwendung von sauren und alkalischen Lösungen beruht auf ihren Reaktionen (z. B. Neutralisationen, Reaktionen mit Kalk und unedlen Metallen).
Stoffe mit ähnlichen Eigenschaften bzw. ähnlicher Struktur bilden eine Stoffklasse.	Saure Lösungen enthalten mehr oder weniger Oxonium-Kationen. Alkalische Lösungen enthalten mehr oder weniger Hydroxid-Anionen. Indikatoren zeigen durch charakteristische Farben unterschiedliche pH-Wert-Bereiche an.
Stoffeigenschaften werden mit Teilchenmodellen gedeutet.	Bei der Neutralisation heben sich Säuren und Laugen in ihrer Wirkung auf, da die Oxonium-Kationen mit Hydroxid-Anionen zu Wassermolekülen reagieren.

Teilkonzepte Chemische Reaktion (CR)	Themenfeld 6
Bei chemischen Reaktionen wandeln sich Stoffe um.	Säuren bilden mit Wasser saure Lösungen. Alkalien bilden mit Wasser alkalische Lösungen (Laugen). Bei der Neutralisation heben sich Säuren und Laugen in ihrer Wirkung auf. Es bilden sich Wassermoleküle aus Oxonium-Kationen und Hydroxid-Anionen.
Stoffumwandlungen werden modellhaft auf Veränderungen von Teilchen und Bindungen zurückgeführt.	Bei der Neutralisationsreaktion reagieren Oxonium-Kationen mit Hydroxid-Anionen zu Wassermolekülen durch Protonenübertragung.
In Donator-Akzeptor-Reaktionen werden Teilchen übertragen.	
Chemische Reaktionen werden mit Reaktionsgleichungen beschrieben.	Neutralisationsreaktionen, Reaktionen von Säuren mit Metallen und Säuren mit Kalk werden mit Reaktionsgleichungen beschrieben.

Ein Schwerpunkt dieses Themenfeldes ist die Weiterentwicklung des Basiskonzepts Chemische Reaktion. Es beschreibt die Veränderungen von Stoffen auf der Stoff- und Teilchenebene.

In den vorangegangenen Themenfeldern wird makroskopisch die chemische Reaktion mithilfe von Merkmalen charakterisiert, die sich auf die stoffliche Veränderung sowie auf den Energieumsatz beziehen (Themenfelder 1, 3, 4).

Submikroskopisch werden Bindungen zwischen Atomen oder Ionen gelöst und andere neu geknüpft (Themenfelder 3 und 4). Auf der Basis des eingeführten Atommodells lernen Schülerinnen und Schüler, dass Atome bei einer chemischen Reaktion Veränderungen in der Elektronenhülle erfahren. Sie lernen, dass verschiedene Bindungsarten existieren (Themenfelder 2, 3, 4, 5). Die Tiefe der Deutungsebene ist dabei durch das eingeführte Atommodell bestimmt.

Mit dem Donator-Akzeptor-Prinzip wird das Basiskonzept auf der submikroskopischen Ebene weiterentwickelt. Säure-Base-Reaktionen und Redox-Reaktionen, die den größten Teil chemischer Reaktionen ausmachen, verlaufen nach vergleichbaren Gesetzmäßigkeiten. Ein „kleines Teilchen“ wird von einem Reaktionspartner (Donator) auf den anderen Reaktionspartner (Akzeptor) übertragen.

Im Themenfeld 6 kommt es bei den Säure-Base-Reaktionen zu einer Protonenübertragung. Bei der Deutung dieser Reaktionen wenden die Schülerinnen und Schüler ihre Kenntnisse über Teilchen und Bindungsarten an. Im Themenfeld 12 erfährt das Donator-Akzeptor-Prinzip seine Anwendung und Erweiterung, wenn Redoxreaktionen durch die stattfindende Elektronenübertragung charakterisiert werden.

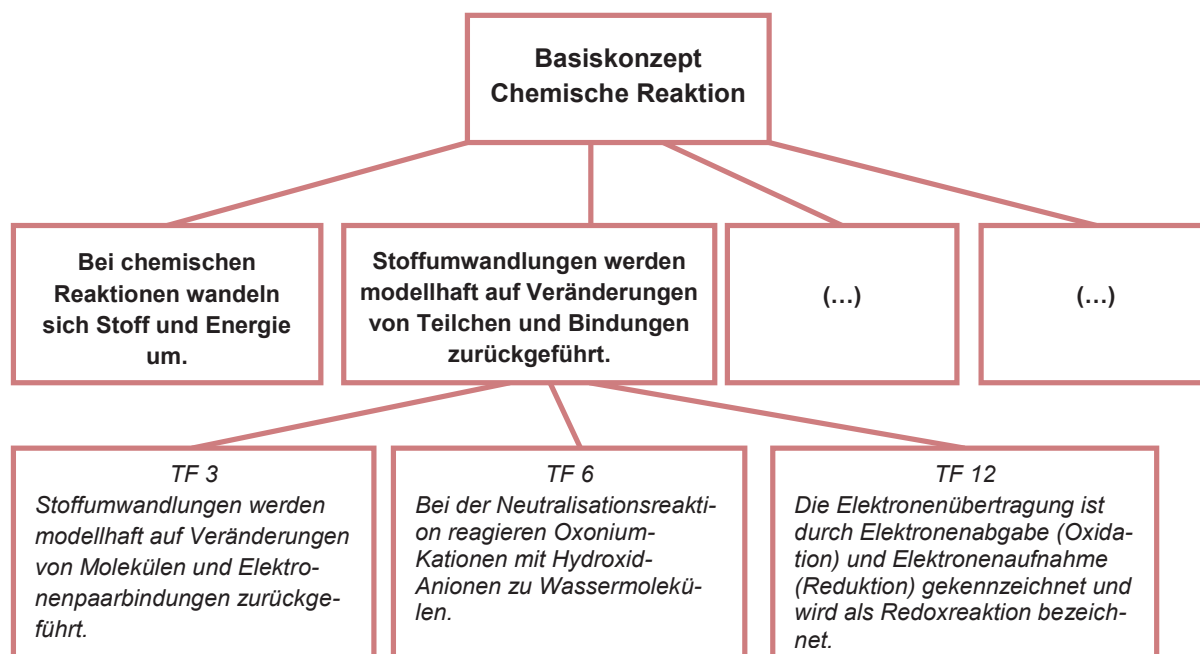


Abb. 7: Entwicklung des Basiskonzepts Chemische Reaktion über mehrere Themenfelder (Auszug aus „Lehrpläne für die naturwissenschaftlichen Fächer – Chemie“, S. 174)

Zusammentragen, Reflektieren, Anwenden

Zum Abschluss der Erarbeitung werden die Ergebnisse zusammengetragen und der Arbeitsprozess reflektiert.

Konkret z. B. im Sinne eines Post-Organizer oder einer Concept Map.

Um Sicherheit und Selbstvertrauen zu gewinnen ist es wichtig, dass Schülerinnen und Schüler die neu gewonnenen Konzepte und Kompetenzen anwenden. Für diesen Schritt eignen sich angemessene Aufgaben (Kapitel 4.1 Üben und Vernetzen).

Konkret: Schülerinnen und Schüler können nach der exemplarischen Bearbeitung saurer und alkalischer Lösungen verallgemeinern, welche Eigenschaften (Stoffebene) und Teilchen (Teilchenebene) bei Säuren und Laugen zu erwarten sind (z. B. pH-Wert, Oxonium-Kation, Hydroxid-Anion). Schülerinnen und Schüler können saure und alkalische Haushaltstoffe identifizieren, da sie die Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen untersucht und auf der Teilchenebene erarbeitet haben.

Im Rahmen der Dekontextualisierung wenden die Schülerinnen und Schüler ihr Wissen in neuen Zusammenhängen an und verankern es nachhaltig. Die Anwendung von Wissen erfolgt herausgelöst aus dem ursprünglichen Kontext und wird so zu Konzeptwissen.

Konkret: Ausgehend von Kenntnissen über Säuren im Alltag können Schülerinnen und Schüler Regeln zur Gesunderhaltung (Saure Lebensmittel und Zahnpflege) oder Phänomene aus dem Bereich Umwelt (Saurer Regen, Ozeanversauerung) bearbeiten.

Ausgehend von Kenntnissen über die Wirkungsweise eines Antacidums entwickeln die Schülerinnen und Schüler einen Plan, wie saure oder alkalische Abwässer der Industrie umweltverträglich entsorgt werden können.

Sie sind in der Lage, bei typischen Reaktionen von Säuren und Laugen die Merkmale chemischer Reaktionen (z. B. Umbau von Teilchen und chemischen Bindungen, Donator-Akzeptor-Prinzip) anzuwenden.

Aktuelle Fragen zum verantwortungsvollen Umgang mit Säuren und Laugen (z. B. Gefahrenkennzeichnung, Kindersicherung auf Reinigungsmitteln, Tankerunfall mit Schwefelsäure, Entsorgung) können auf der Basis der erworbenen Kenntnisse über deren Eigenschaften und Reaktionen beantwortet werden.

2.4 Überblick über die Kontexte des Themenfeldes

Die Umsetzung des Themenfeldes erfolgt mittels schülernaher, lebensweltlicher **Kontexte**. Jeder Kontext ist spezifisch gegliedert und in der Lage, die Intentionen des Themenfeldes umzusetzen.

Die Vorgaben des Lehrplans im Bereich der Kompetenzen und der Konzepte lassen sich in **Lerneinheiten** gliedern. Dabei entstehen diese „Einheiten“ insbesondere durch die Zugehörigkeit zu einem fachlichen Konzept bzw. durch eine systematische fachliche Betrachtung.

In der praktischen unterrichtlichen Umsetzung ergibt sich, dass die Inhalte der hier vorgestellten Lerneinheiten nicht zwingend zeitlich aufeinanderfolgend behandelt werden müssen. Im Rahmen der Betrachtung verschiedener Kontexte kann es sinnvoll sein, die Inhalte der verschiedenen Lerneinheiten in einer veränderten und in Bezug auf den jeweiligen Kontext angepassten Reihenfolge zu unterrichten.

Die Grafik zeigt Zugangsmöglichkeiten zur Planung des Themenfeldes, ausgehend von verschiedenen Kontexten. Der gewählte Kontext beinhaltet, genau wie alle Alternativen, die ausgewiesenen Schwerpunkte der Konzeptentwicklung. Die rechts abzweigenden Felder stellen mögliche Vertiefungen dar. Im Sinne der Dekontextualisierung wird ein weiterer Kontext gewählt, um erworbene Kompetenzen und Konzepte anzuwenden und zu üben.

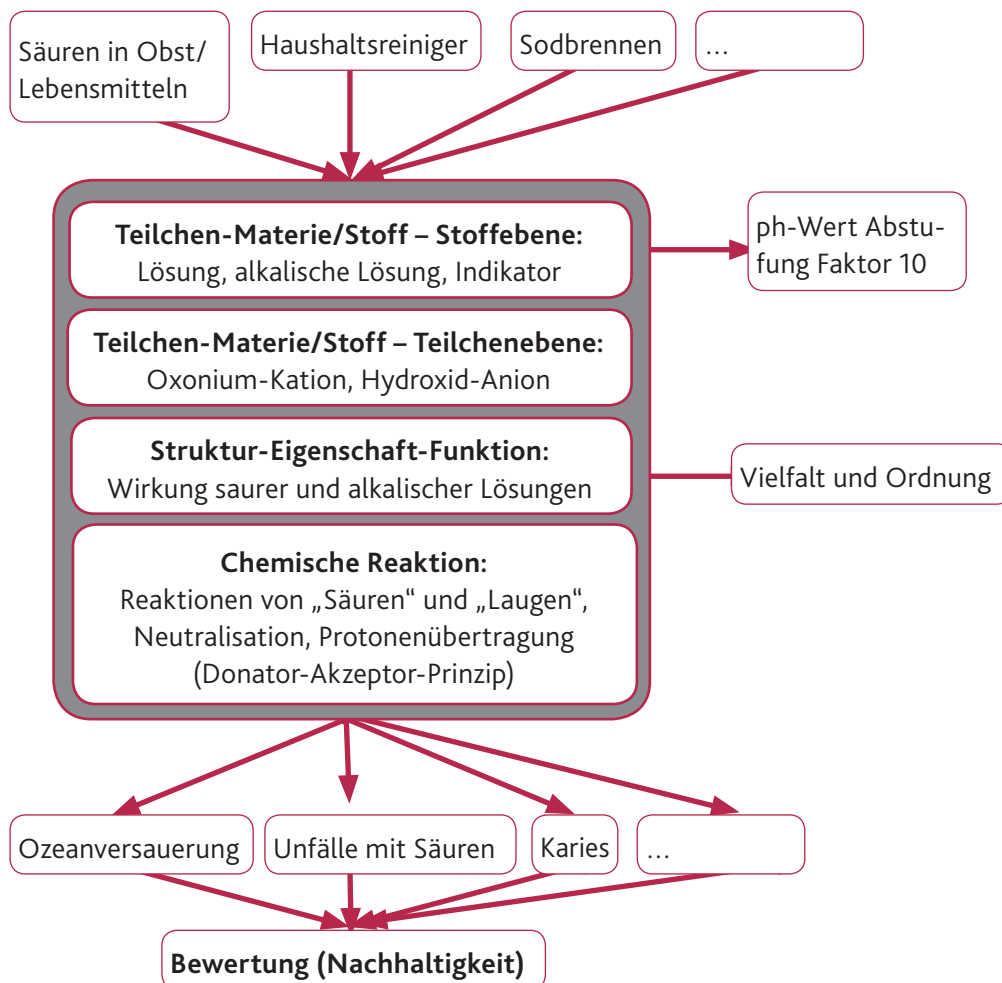


Abb. 8: Struktur des Themenfeldes 6

2.5 Differenzierungsmöglichkeiten

Die unter dieser Rubrik in der Lehrplan-Doppelseite gegebenen Hinweise beziehen sich sowohl auf unterschiedlich leistungsstarke Lerngruppen als auch auf das leistungsdifferenzierte Arbeiten innerhalb einer Lerngruppe. Der mit „G“ gekennzeichnete Abschnitt reduziert das Themengebiet auf ein grundlegendes Verständnis, der mit „V“ gekennzeichnete Abschnitt zeigt mögliche Vertiefungen und Erweiterungen, um leistungsstärkeren Schülerinnen und Schülern gerecht zu werden.

In jedem Kontext zum Themenfeld 6 passt die Lehrkraft den Unterricht in Bezug auf die Gewichtung von Stoff- und Teilchenebene an.

Grundverständnis: Weniger leistungsstarke Schülerinnen und Schüler erwerben Grundkenntnisse über Säuren und Laugen in einem Kontext, der wenige Beispiele in den Fokus rückt (z. B. saure Haushaltsreiniger, Rohrreiniger).

Es genügt, wenn Schülerinnen und Schüler den pH-Wert von Lösungen mithilfe eines typischen Indikators experimentell bestimmen und in Bezug auf die saure oder alkalische/basische Wirkung der Lösung deuten.

Erklärungen auf Teilchenebene sind auf der Basis eines vereinfachten Säure-Base-Konzepts (z. B. Arrhenius) ausreichend. Vertiefte Kenntnisse von Formeln und Reaktionsgleichungen sind nicht notwendig.

Die Verwendung verschiedener Säuren und Laugen lernen Schülerinnen und Schüler auf der Ebene der Phänomene (Stoffebene) kennen. Saure oder alkalische Abfälle im Labor oder Industrieabwässer bieten einen zwanglosen Zugang zu Regeln für den sicheren und gefahrlosen Umgang mit Säuren und Laugen, dem verantwortungsvollen Umgang mit ihnen und zur Neutralisation.

Vertiefung: Eine vertiefte Erarbeitung betrachtet die pH-Skala als jeweils um den Faktor 10 höhere bzw. geringere Konzentration an Oxonium-Kationen bzw. Hydroxid-Anionen in einer Lösung.

Leistungsstarke Schülerinnen und Schüler lernen eine Vielfalt verschiedener Säuren und Laugen kennen. Dabei können auch mehrprotonige Säuren und zusammengesetzte Ionen thematisiert werden, um entsprechende Formeln und Reaktionsgleichungen zu erstellen.

Im Hinblick auf die Sekundarstufe II arbeiten diese Schülerinnen und Schüler mit dem Säure-Base-Konzept nach Brönsted. So wird die Notwendigkeit eines Konzeptwechsels vermieden.

Die Bildung saurer und alkalischer Lösungen (z. B. aus Chlorwasserstoff, Natrium, Ammoniak), die Reaktionen saurer Lösungen (z. B. mit Metall, Kalk) und die Neutralisationsreaktionen können mit dem Kern-Hülle-Modell, dem Schalenmodell oder dem Kugelwolkenmodell dargestellt werden.

Es wird empfohlen, das differenzierte Atommodell nur für einfache Reaktionen, wie z. B. bei der Neutralisation von Salzsäure mit Natronlauge oder der Reaktion von einem unedlen Metall mit Salzsäure anzuwenden. Darstellungen z. B. bei zusammengesetzten Säurerest-Ionen werden sehr komplex.

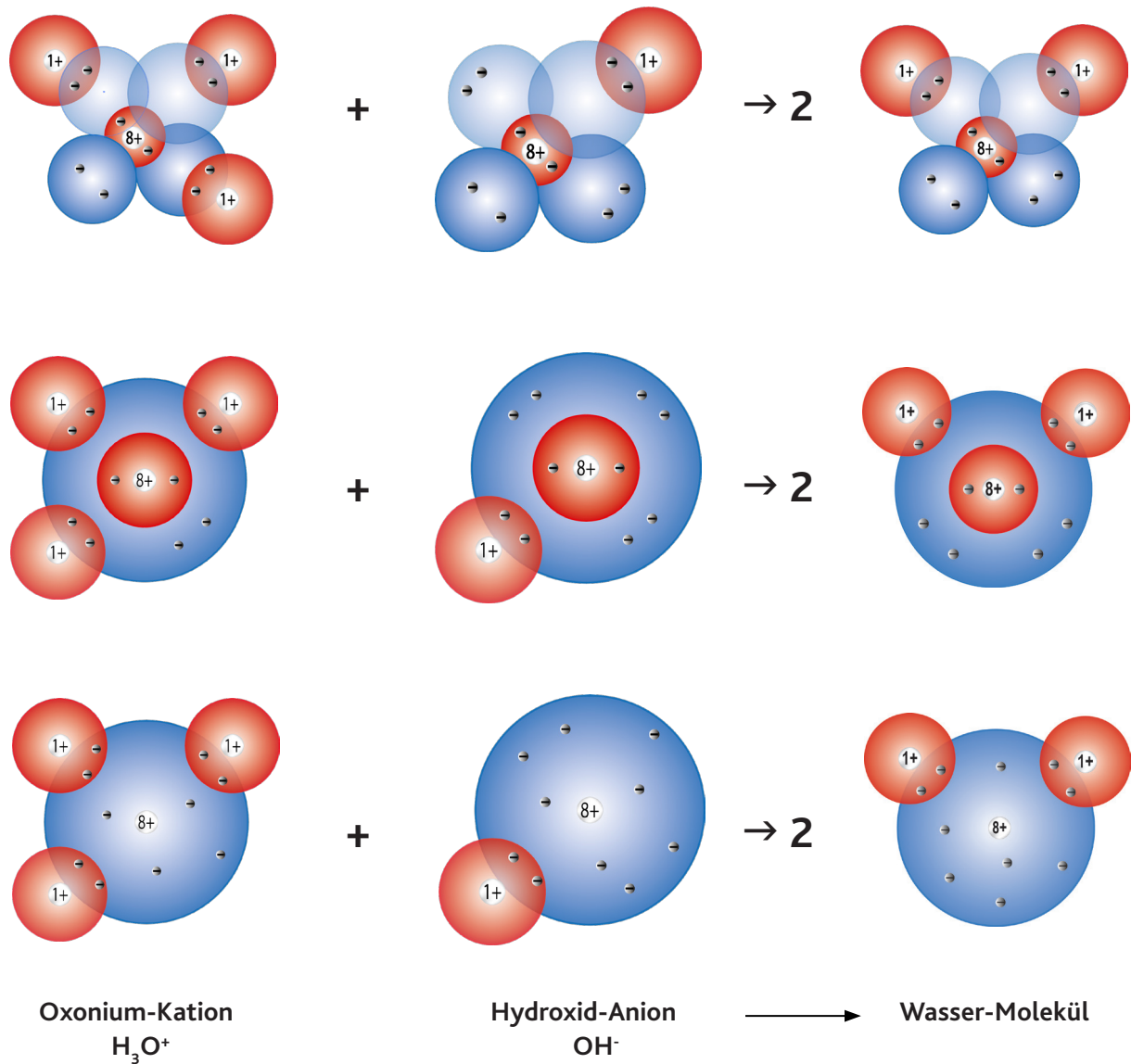


Abb. 9: Protonenübertragung mit dem differenzierten Atommodell;
oben: Kugelwolkenmodell, Mitte: Schalenmodell, unten: Kern-Hülle-Modell

3 ZU DEN LERNEINHEITEN

Die im Kap 2.4 vorgeschlagenen Kontexte lassen sich in **Lerneinheiten** gliedern. Sie entstehen insbesondere durch die Zugehörigkeit zu einem fachlichen Konzept bzw. durch eine systematische, fachliche Betrachtung.

In der unterrichtlichen Umsetzung ergibt sich, dass die Inhalte der hier vorgestellten Lerneinheiten nicht zwingend zeitlich aufeinanderfolgend behandelt werden müssen. Es kann sinnvoll sein, die Inhalte der verschiedenen Lerneinheiten in einer veränderten und in Bezug auf den jeweiligen Kontext angepassten Reihenfolge zu unterrichten.

Im Zentrum einer jeden Lerneinheit steht die Konzept- und Kompetenzentwicklung.

Lerneinheiten		Schwerpunkt der Konzeptentwicklung	Schwerpunkt der Kompetenzentwicklung
1	Stoffebene: Saure Lösung, alkalische Lösung, Indikator	Teilchen-Materie/Stoff	Erkenntnisgewinnung Kommunikation
2	Teilchenebene: Oxonium-Kation, Hydroxid-Anion	Teilchen-Materie/Stoff	Erkenntnisgewinnung
3	Stoff- und Teilchenebene: Wirkung saurer und alkalischer Lösungen	Struktur-Eigenschaft-Funktion	Erkenntnisgewinnung Kommunikation
4	Stoff- und Teilchenebene: Neutralisation, Protonenübertragung (Donator-Akzeptor-Prinzip)	Chemische Reaktion	Erkenntnisgewinnung Kommunikation
5	Stoff- und Teilchenebene: Reaktionen von „Säuren“ und „Laugen“	Chemische Reaktion	Umgang mit Fachwissen Bewertung

Nach den im Lehrplan für das Themenfeld 6 festgelegten Schwerpunkten der Konzept- und Kompetenzentwicklung ergeben sich diese fünf Lerneinheiten, die grundsätzlich auf jeden vorgeschlagenen Kontext anwendbar sind.

Die unterrichtliche Abfolge der Lerneinheiten richtet sich nach der Sachlogik in der Beantwortung der auftretenden Kontextfragen und kann daher von der numerischen Folge abweichen.

Die Lerneinheiten 3 und 5 ermöglichen zu Beginn der Unterrichtsreihe eine Problematisierung und provozieren die Sachfragen, die in der Erarbeitung von Fachwissen münden. Nach der Bearbeitung von chemischen Inhalten können die gewählten und ähnliche Fragen fachlich fundierter beantwortet werden (Entkalker, Antacidum, Zahngesundheit, Industrieabwasser/Entsorgung Chemikalienabfälle).

Die in den folgenden Tabellen vorgestellten Lerneinheiten verweisen auf entsprechende Materialien, mit denen sie umgesetzt werden können. Nach der Vorstellung der Lerneinheiten schließt sich ein exemplarischer Unterrichtsgang (Kapitel 4.2) an.

Einführende Lernsituationen:

Säuren und Laugen lassen sich in verschiedenen Kontexten erarbeiten, die alle die vom Lehrplan geforderten Konzept- und Kompetenzentwicklungen ermöglichen.

In der didaktischen Literatur weit verbreitet ist der Kontext „Haushaltsreiniger“ oder „säurehaltige Lebensmittel“. Schülerinnen und Schüler kennen Säuren und ggf. Laugen aus dem Alltag. Über einen „Korb voll saure und alkalische Stoffe aus dem Haushalt“ oder eine entsprechende Auswahl von Bildern gelangen sie aufgrund ihres Alltagswissens zwanglos zu den Begriffen „Säure“ und „Lauge“ und generieren Fragen, wie z. B. „Was ist drin?“, „Warum?“, „Was heißt ätzend?“, „Was ist sauer?“, „Welche Säure darf ich trinken?“, „Wo finde ich Säuren noch?“, „Wofür steht pH?“, „Sind Laugen das Gegenteil von Säuren?“ usw.

Säuren und Laugen aus dem Haushalt eröffnen Schülerinnen und Schüler einen besonders einfachen experimentellen Zugang. Das Themenfeld eignet sich besonders, die Vielfalt dieser Stoffe in das Zentrum der Unterrichtsplanung zu setzen. Aus der Vielfalt erschließen sich mehrere (kleinere) Kontexte, die die Intentionen des Themenfeldes transportieren können. Dabei führt die Untersuchung eines Entkalkers oder Rohrreinigers zu den fachlichen Inhalten der Säuren und Laugen. Fragen zu einer umweltgerechten Entsorgung bieten die Gelegenheit, die Neutralisation zu behandeln.

Das Sodbrennen erhält seine Sinn stiftende Einbettung dadurch, dass es eine häufige gesundheitliche Beeinträchtigung ist und Schülerinnen und Schüler bereits davon gehört haben. Die Fragen der Schülerinnen und Schüler zu möglichen Ursachen und deren Behandlung führen zu den fachlichen Inhalten der Säuren und Laugen. Ursache der Beschwerden ist die Magensäure (Salzsäure), an der exemplarisch viele fachliche Aspekte der Säuren geklärt werden können. Die Medikamente (Antacida) führen zur Behandlung der Laugen. Antacida neutralisieren die Magensäure und bieten Gelegenheit, das Donator-Akzeptor-Prinzip alltagsrelevant zu vermitteln. Im Sinne der allgemeinen Gesundheitserziehung erfahren auch „Hausmittel“ wie viel Tee trinken, Kaugummi essen, säurebildende Speisen vermeiden, Beachtung und können fachlich erklärt werden. Der Kontext Sodbrennen führt zu einer enger geführten Behandlung von Säuren und Laugen, die in der Dekontextualisierung durch die Vermittlung der Vielfalt dieser beiden Stoffgruppen erweitert werden muss.

3.1 Lerneinheit 1

LE 1: Stoffebene – saure Lösung, alkalische Lösung, Indikator		
Kompetenzentwicklung	Schüleraktivität	Fachwissen/Basiskonzept
Einführende Lernsituation: Einkaufskorb oder Bildkarten mit Produkten, „Wie erkennt/unterscheidet man Säuren und Laugen?“		
Schülerinnen und Schüler ...		
... testen Alltagsstoffe auf ihre saure oder alkalische Wirkung und dokumentieren dies.	... untersuchen Alltagsstoffe mit Farbindikatoren/pH-Papier und protokollieren dies. ... deuten die Beobachtungen im Hinblick auf die saure oder alkalische Wirkung der untersuchten Stoffe.	Indikatoren zeigen durch charakteristische Farben unterschiedliche pH-Wert-Bereiche an. pH-Wert (als quantitatives Maß) Vertiefung: pH-Wert-Abstufung um Faktor 10
Material/Medien		
Grundverständnis: LE1_Karten_Vielfalt LE1_SV_Untersuchung von Stoffen mit Universalindikator LE1_SV_Indikatoren aus Pflanzen LE1_SV_Untersuchung von Stoffen mit Radieschenindikator		
Vertiefung: LE1_SV_Untersuchung von Stoffen mit Universalindikator Vertiefung LE1_SV_Verduennungsreihe_pH-Wert_Vertiefung		

Schülerinnen und Schüler verfügen über alltägliche Erfahrungen mit sauren und alkalischen Produkten. Daran anknüpfend regt die Vielzahl an Produkten zu Fragen nach einer zulässigen Untersuchungsmethode an, die über die Geschmacksprüfung von Lebensmitteln hinausgeht.

Grundverständnis:

Eine Differenzierung erfolgt über Anzahl und Auswahl der Karten. Es ist ausreichend, einen fertigen Universalindikator zu verwenden. Damit können sowohl die Farben als auch die pH-Skala genutzt werden, um die saure bzw. alkalische Wirkung von Stoffen festzustellen und zu beschreiben.

Ein experimenteller Zugang zu Indikatoren ist über die Gewinnung einer Indikatorlösung möglich, z. B. Pflanzenextrakte wie Rotkohlblätter, Radieschenschalen oder Rosenblütenblätter.

Vertiefung:

Die Stoffe aus dem Einkaufskorb können arbeitsteilig untersucht werden, so dass eine breite Palette abgedeckt wird. Dazu kann man neben dem Universalindikator auch von den Schülerinnen und Schülern Indikatoren vorher selbst herstellen lassen.

Damit die Indikatorfarben halbquantitative Aussagen darstellen, lässt sich die pH-Skala parallel zur Farbpalette eines Indikators mit Hilfe einer Verdünnungsreihe veranschaulichen. Hierbei gibt man den Verdünnungsfaktor zehn vor.

Die Verdünnungsreihe ist geeignet, eine Vorstellung der Größenordnung der pH-Werte ohne vertiefende mathematische Kenntnisse zu vermitteln.

Fächerverbindend ist es sinnvoll, wenn der Fachunterricht Mathematik zu gegebener Zeit bei der Einführung des Logarithmus auf den pH-Wert als Anwendungsbeispiel eingeht.

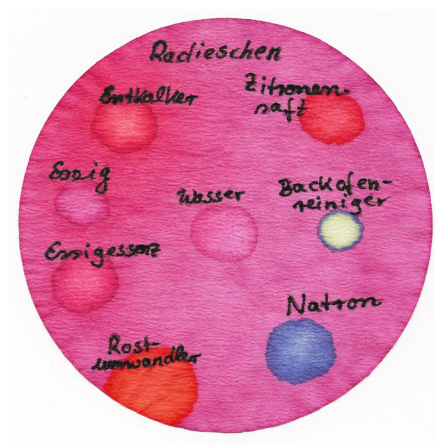
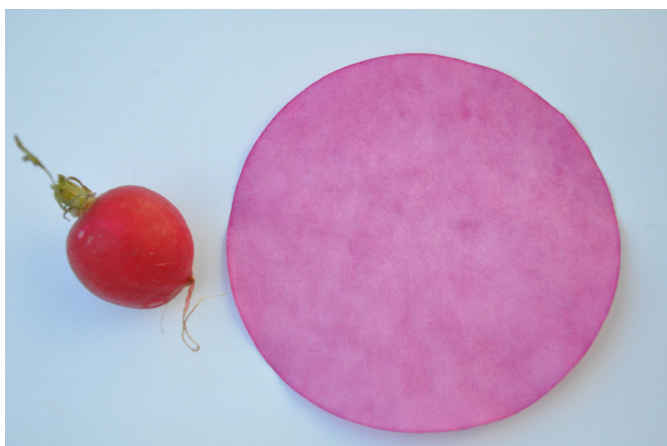
Ausschnitt aus dem Onlinematerial zu LE 1:

Abb. 10 und 11: Indikatorpapier aus mit Radieschenextrakt getränktem Filterpapier eignet sich zur Untersuchung von Haushaltschemikalien

Zusätzliche Materialien:

http://www.123chemie.de/Expo/W_7204_n_wbt/loader.html?lang=de&width=1016&height=642
123Chemie (pH-Wert)

<https://omega.bildung-rp.de>

pH-Wert in Alltagsprodukten und dem menschlichen Körper, Nachweis von Säuren und Basen mit Rotkohlsaft, Säuren und Basen in Lebensmitteln

3.2 Lerneinheit 2

LE 2: Teilchenebene – Oxonium-Kation, Hydroxid-Anion		
Kompetenzentwicklung	Schüleraktivität	Fachwissen/Basiskonzept
Einführende Lernsituation: „Was macht eine Säure sauer?“		
Schülerinnen und Schüler ...		
... erklären die Struktur der sauren und alkalischen Lösungen auf der Modellebene sowie in der Formelsprache.	<p>... erkennen als strukturgebendes Teilchen aller sauren Lösungen das Oxonium-Kation (bzw. das Proton).</p> <p>... erkennen als strukturgebendes Teilchen aller alkalischer Lösungen das Hydroxid-Anion.</p>	<p>Säuren bilden mit Wasser saure Lösungen.</p> <p>Alkalien bilden mit Wasser alkalische Lösungen (Laugen).</p> <p>Saure Lösungen enthalten mehr oder weniger Oxonium-Kationen.</p> <p>Alkalische Lösungen enthalten mehr oder weniger Hydroxid-Anionen.</p>
Material/Medien		
<p>Grundverständnis:</p> <p>LE2_G+V_Teilchenebene_Modelle</p> <p>LE2_G+V_Teilchenebene_Bechergläser</p> <p>LE2_Strukturmerkmal Säuren</p> <p>LE2_Drei-Ebenen-Darstellung_HCl+H₂O</p>		
<p>Vertiefung:</p> <p>LE2_Strukturmerkmal Säuren_Vertiefung</p> <p>LE2_LV_Was die Säure sauer macht_Chlorwasserstoff_Vertiefung</p> <p>LE2_SV_Was die Säure sauer macht</p> <p>LE2_LE4_Drei-Ebenen-Darstellung_NH₃+H₂O_Vertiefung</p> <p>LE2_ppt_Teilchenebene</p>		

Die Beobachtungen aus der Lerneinheit 1 bilden die Basis für die Betrachtung der Stoffe auf der Teilchenebene. Der gewählte Kontext stellt sicher, dass Schülerinnen und Schüler sowohl saure als auch alkalische Lösungen untersucht haben.

Gerade beim Thema Säuren und Laugen treffen Begriffe aus der Umgangssprache (und Laborsprache) auf Fachsprache. Unterschiede müssen herausgearbeitet und beachtet werden, um Fehlvorstellungen bei den Lernenden zu vermeiden. Es ist wichtig,

- Begriffe und ihre unterschiedliche Bedeutung bewusztzumachen,
- Begriffe sorgsam zu verwenden und dabei auf die eigene Sprache zu achten.



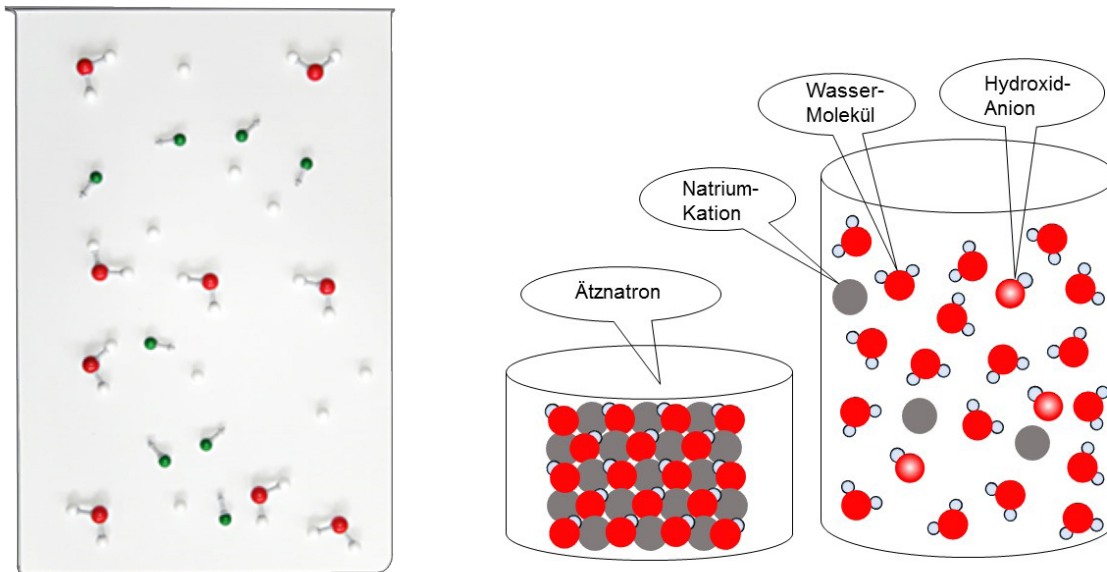
Abb. 12: Fachsprache im Themenfeld 6

Die Beobachtungen münden in der Leitfrage: „Was macht eine Säure sauer und eine Lauge alkalisch?“ und führen zu der Hypothese, dass der Schlüssel für das Verständnis auf der Teilchenebene zu suchen ist.

Grundverständnis:

Es ist ausreichend, das Vorhandensein der H^+ - und OH^- -Ionen auf der Teilchenebene exemplarisch an Salzsäure und Natronlauge abzubilden. Die Farbe des Indikators bzw. der pH-Wert wird im Folgenden als „Anzeiger“ für H^+ - oder OH^- -Ionen gedeutet. Die Nutzung des Säure-Base-Begriffs nach Arrhenius ist ausreichend. Auf die Darstellung saurer Lösungen mit mehratomigen Anionen wird verzichtet. Die Hydratisierung der Ionen in der Lösung muss nicht thematisiert werden.

Bei den Schülerinnen und Schülern kommt es häufig zu Fehlvorstellungen auf der Teilchenebene. Sie können beim Umgang mit diesen Stoffen zu Fehleinschätzungen über deren Gefahren („Säuren im Labor sind ätzend, im Haushalt nicht“) führen. Das Zeichnen von „Bechergläsern“ schafft Klarheit, dass sich eine verdünnte und eine konzentrierte Säure in der Anzahl von H^+ -Ionen pro Becherglas unterscheiden. Dies ebnet das Verständnis für die mehr oder weniger ätzende Wirkung einer Säure bzw. einer Lauge.



Salzsäure

Natriumhydroxid (Ätznatron) und
Natriumhydroxid-Lösung (Natronlauge)

Abb. 13 und 14: Saure Lösung (Säure), Alkalie und Lauge auf der Teilchenebene

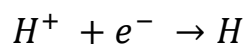
Vertiefung:

Die Leitfrage: „Was macht eine Säure sauer und eine Lauge alkalisch?“ lässt sich auch problemorientiert mit Hilfe von Experimenten und Schlussfolgerungen mit den Schülerinnen und Schülern erarbeiten.

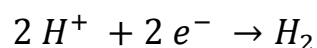
Das Ziel dabei besteht darin, die Protonen als „strukturegebendes“ Teilchen in sauren Lösungen zu erkennen. Hierfür nutzt man die chemische Reaktion von sauren Lösungen mit unedlen Metallen aus. Ob man Zink, Magnesium oder Aluminium wählt, bestimmt der Kontext, beispielsweise durch den Hinweis auf einem säurehaltigen Putzmittel: „Nicht für Aluminium geeignet“.

Die Reaktionen liefern in allen Fällen Wasserstoff als Gas, das prinzipiell mit der Knallgasprobe nachweisbar ist. Da sich die Metalle auflösen, sprich als Kationen in Lösung gehen (vgl. Elektronenübertragung im Themenfeld 4), müssen die dabei „frei werdenden Elektronen“ vom Reaktionspartner aufgenommen werden. Es lässt sich schließen, dass der entstehende Wasserstoff aus einem Teilchen entstanden sein muss, das vor der Reaktion positiv geladen war (also weniger Elektronen als Protonen „besessen“ hat) und nun durch Elektronenaufnahme zum Produkt Wasserstoff (als Atom oder Molekül) reagiert.

Für Wasserstoff kommt an dieser Stelle folglich nur das Proton in Frage, das in allen sauren Lösungen vorhanden ist:



und in der Folge (nach den Regeln der Elektronenpaarbindung in Themenfeld 3):



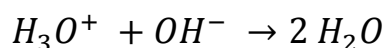
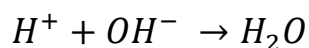
Man kann diese Argumentation auch mit dem Oxonium-Ion führen, was aber für die Schülerinnen und Schüler weniger anschaulich ist.

Natürlich reagieren einige unedle Metalle auch mit neutralem Wasser, aber die Heftigkeit der Reaktion mit sauren Lösungen hoher Konzentration unterstützt die Argumentationskette für Schülerinnen und Schüler ausreichend.

Eine Alternative zur Reaktion mit den unedlen Metallen kann die Elektrolyse einer sauren Lösung sein, bei der sich am Minuspol Wasserstoff bildet. Dies hat den Vorteil, dass die Elektronen an einer inerten Elektrode abgegeben werden und der Prozess der Wasserstoffbildung deutlich wird. Dafür steht die Lehrkraft vor der Frage, inwieweit der Prozess am Pluspol thematisiert werden soll. Erfahrungen zeigen, dass die Betrachtungen der Oxidation am Pluspol bei der Wasserelektrolyse zu diesem Zeitpunkt selten nachgefragt werden, und falls doch, ist eine kurze Erklärung ohne Reaktionsgleichungen für die Schülerinnen und Schüler befriedigend.

Die Argumentation zum „strukturegebenden Teilchen“ in sauren Lösungen lässt sich auf die Laugen so nicht ohne weiteres übertragen. Möchte man den problemorientierten Weg aber weiter gehen, so eröffnet die Reaktion von sauren und alkalischen Lösungen miteinander (Neutralisation) die Möglichkeit, Schlussfolgerungen über das „strukturegebende Teilchen“ in alkalischen Lösungen zu ziehen.

Denn Protonen (oder Oxonium-Ionen) reagieren mit dem strukturegebenden Teilchen der Lauge zu Wasser. Folglich sollten die strukturegebenden Teilchen der Laugen aus Hydroxid-Ionen bestehen. Dies lässt sich mit Molekülbaukästen sehr anschaulich durch die Schülerinnen und Schüler erarbeiten bzw. ableiten.



Nur die wässrigen Lösungen einer Säure oder Alkalie enthalten frei bewegliche H^+ - (H_3O^+) oder OH^- -Ionen. Um die Fachsprache (Lerneinheit 2) an dieser Stelle zu festigen, können am Beispiel von fester und gelöster Zitronensäure die Begriffe „Säure“ und „saure Lösung“ durch den pH-Wert und die elektrische Leitfähigkeit experimentell unterschieden werden.

Die Betrachtung einer größeren Vielfalt von sauren oder alkalischen Lösungen erweitert die Stoffkenntnis und das Verständnis von Systematik. Hierbei können z. B. auch organische Säuren (Ameisensäure, Essigsäure) auf der Teilchenebene dargestellt werden.

Experimentelle Beobachtungen beim Entkalken (Lerneinheit 3) oder zur Ozeanversauerung (Lerneinheit 5) bieten Anlass, Kohlensäure (als eine mehrprotonige Säure) auf der Teilchenebene darzustellen.

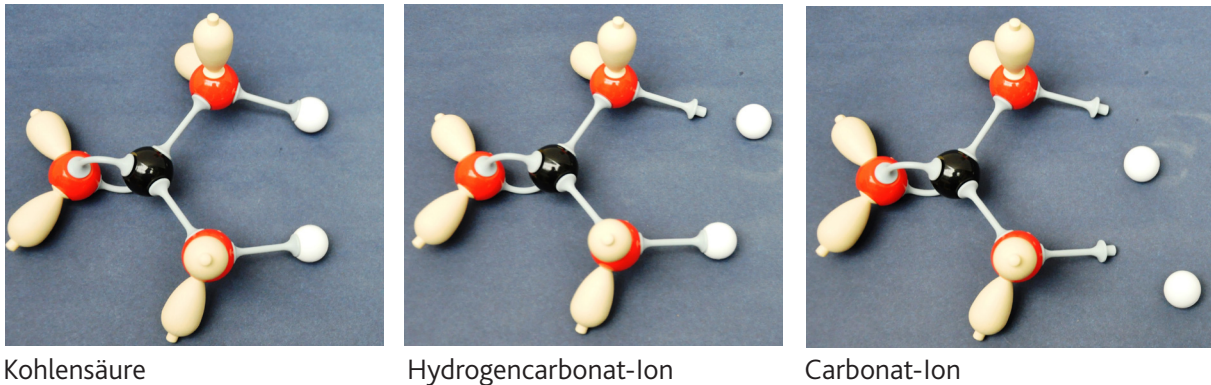


Abb. 15: Molekülmodelle: Kohlensäure und ihre Ionen (Molymod)

Der Säure-Base-Begriff nach Brönsted ist im Hinblick auf die Oberstufe sinnvoll. Die Hydratisierung der Ionen kann berücksichtigt werden, sie bietet Gelegenheit, zwischenmolekulare Wechselwirkungen (Wasserstoffbrückenbindungen) zu wiederholen.

Die Bildung einer alkalischen Lösung aus Ammoniak ist geeignet, den Säure-Base-Begriff nach Brönsted und das Donator-Akzeptor-Prinzip auch bei einer Lauge zu betrachten.

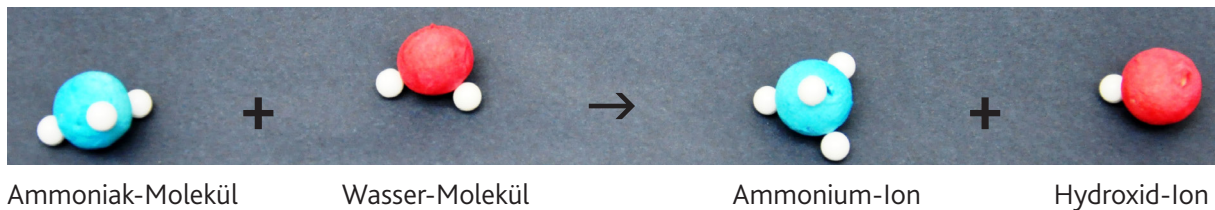


Abb. 16: Molekülmodell: Bildung einer Ammoniumhydroxid-Lösung (Zellstoffkugelmodell)

Strukturgebende Teilchen in wässrigen Lösungen von Säuren sind Oxonium-Kationen und in wässrigen Lösungen von Alkalien Hydroxid-Anionen. Ihre Herleitung ist prinzipiell mit dem eingeführten differenzierten Atommodell möglich. Dabei werden die Kenntnisse über Elektronenpaarbindungen und die Ladung von Teilchen wiederholt und angewendet.

	Oxonium-Kation, H_3O^+	Hydroxid-Anion, OH^-
Kern-Hülle-Modell		
Elektronenschalenmodell		
Kugelwolkenmodell		

Abb. 17 : Oxonium-Kation und Hydroxid-Anion in verschiedenen differenzierten Atommodellen

Mit dem Material vom Chemieportal des Landesbildungsservers Baden-Württemberg (<http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/chemie/medik/modell/mod4.html>, Maisenbacher, Folien 29 und 30) können Oxonium- und Hydroxid-Ion dargestellt werden (siehe auch die Handreichung Chemie Themenfeld 3, Seite 40).

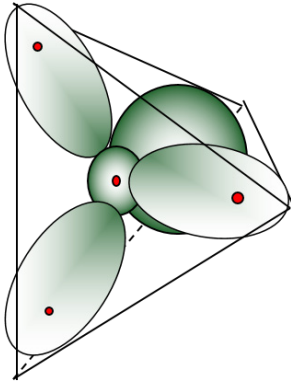


Abb. 18: Kugelwolkenmodell Oxonium-Kation

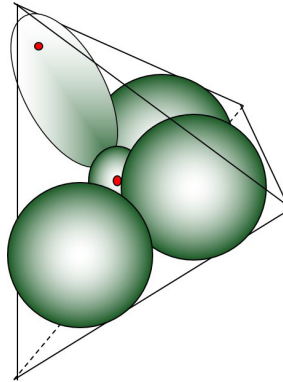


Abb. 19: Kugelwolkenmodell Hydroxid-Anion

Die Universität Rostock, Didaktik der Chemie, bietet ein Programm <http://www.kugelwolkenmodell.de/>, das das Kugelwolkenmodell dreidimensional und interaktiv darstellt.

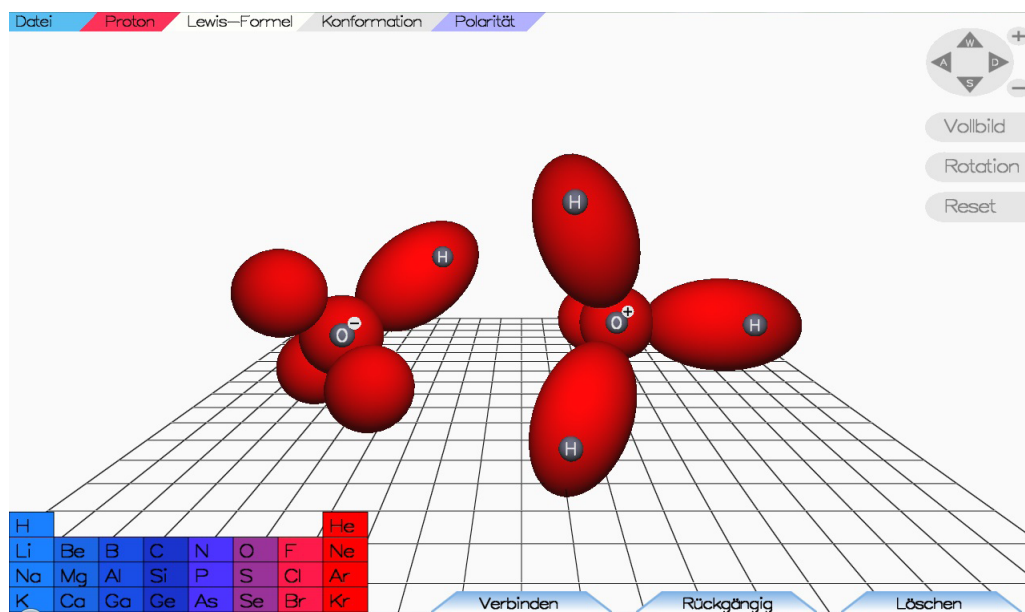


Abb. 20: Kugelwolkenmodell Oxonium-Kation und Hydroxid-Anion

Für die weitere Verwendung der eigenschaftsbestimmenden Oxonium-Kationen und Hydroxid-Anionen im Unterricht sind das Zellstoffkugelmodell und die Lewisschreibweise sinnvoll und ausreichend.

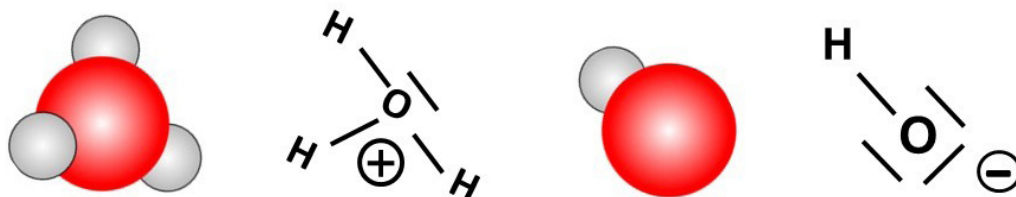


Abb. 21 : Zellstoffkugelmodell und Lewisschreibweise Oxonium-Kation und Hydroxid-Anion

Zusätzliche Materialien:

Reinke, André; Flint, Alfred: Das „Kugelwolken-Modell“ – ein Klassiker neu belebt!?,
CHEMKON, Volume 23, Issue 2, April 2016, Pages 59–63.

www.raabe.de

Protolyse Schritt für Schritt

<http://phet.colorado.edu/en/simulation/acid-base-solutions>

Das haptische Umgehen der Schülerinnen und Schüler bei der Darstellung von säure- bzw. laugenanzeigenden Teilchen in Lösungen sichert einen nachhaltigen Lernzuwachs. Daneben gibt es interaktive Möglichkeiten, die für Übungs- oder Wiederholungsaufgaben geeignet sind.

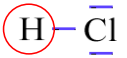
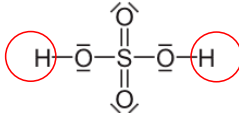
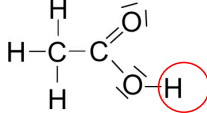
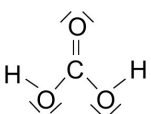
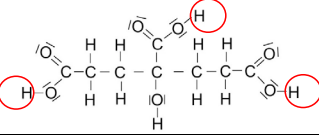
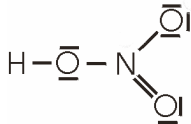
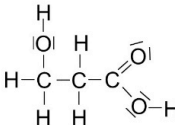
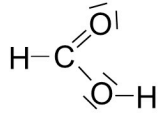
Ausschnitt aus dem Onlinematerial zu LE 2:

Strukturmerkmale von Säuren

Säuren sind Stoffe, die mit Wasser saure Lösungen bilden. Saure Lösungen enthalten Oxonium-Kationen (H_3O^+). Formeln liefern einen Hinweis, wie sich die Oxonium-Kationen bilden.

Arbeitsaufträge:

Nenne die Gemeinsamkeit aller Säuren und markiere das Strukturmerkmal. Ergänze die freien weißen Felder.

Name	Summenformel	Strukturformel mit markiertem Strukturmerkmal	Reaktion mit Wasser - Bildung einer sauren Lösung
Chlorwasserstoff	HCl		$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$
	H_2SO_4		$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
Essigsäure = Ethansäure	CH_3COOH		
			
Citronensäure	$\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_7$		
Salpetersäure			
Milchsäure			
Ameisensäure = Methansäure			

3.3 Lerneinheit 3

LE 3: Struktur-Eigenschaft-Funktion – Wirkung saurer und alkalischer Lösungen		
Kompetenzentwicklung	Schüleraktivität	Fachwissen/Basiskonzept
Einführende Lernsituationen: „Das Rohr ist verstopft“, „Wasserkocher entkalken“, Hinweis auf einem sauren Haushaltsreiniger: „Nicht verwenden für Metalle und Marmor“, „Wie wirkt ein Antacidum?“		
Schülerinnen und Schüler ...		
<p>... testen Alltagsstoffe auf ihre saure oder alkalische Wirkung und dokumentieren dies.</p> <p>... führen hypothesengeleitete Experimente zur Wirkung von Säuren und Laugen durch.</p>	<p>... untersuchen die Wirkung von Säuren und Laugen auf Metalle, Marmor, organische Stoffe und andere Alltagsgegenstände und protokollieren.</p> <p>... untersuchen die Wirkung von Säuren und Laugen aufeinander.</p>	<p>Bei chemischen Reaktionen wandeln sich Stoffe um.</p> <p>Säuren reagieren mit unedlen Metallen zu Salzen. Dabei entsteht Wasserstoff.</p> <p>Säuren zersetzen Kalk unter Bildung von CO_2.</p> <p>Laugen zersetzen organische Stoffe.</p> <p>Säuren und Laugen heben sich in ihrer Wirkung auf.</p>
Material/Medien		
<p>Grundverständnis:</p> <p>LE3_SV_Das Rohr ist verstopft</p> <p>LE3_SV_Grillschalen und Folie aus Aluminium</p> <p>LE3_SV_Säuren und Laugen sind ätzend</p> <p>LE3_LE4_SV_Säure und Kalk_3 Aufgaben</p> <p>LE3_Lernfächer_Experiment planen Sodbrennen</p> <p>LE3_LE4_SV_Sodbrennen_Neutralisation</p> <p>LE3_SV_Kohlensäure_Mineralwasser</p>		
<p>Vertiefung:</p> <p>LE3_ppt Reaktion von Säuren_Teilchenebene_Vertiefung</p>		

In dieser Lerneinheit liegt der Schwerpunkt der Kompetenzentwicklung auf der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten. Über den Kontext „Im Haushalt“ können Untersuchungen zur Wirkung von Säuren und Laugen geplant werden (Rohrfrei, Entkalker). Dabei erlernen die Schülerinnen und Schüler den sachgemäßen Umgang mit Säuren und Laugen. Der Kontext „Sodbrennen“ bietet die Gelegenheit, Untersuchungen zur Neutralisation zu planen und durchzuführen. Schülerinnen und Schüler schlagen Stoffe und eine Versuchsanordnung vor und strukturieren die Dokumentation. Das Ergebnis kann mit dem anderer Gruppen verglichen werden.

Geeignete Reaktionen sind die Wirkungen von Säuren auf Kalk und unedle Metalle. Lerngruppenabhängig kann die Wirkung von Säuren oder Laugen auf organische Stoffe demonstriert werden, wobei eine Deutung im Sinne der Denaturierung von Proteinen in Ansätzen qualitativ angesprochen werden kann. Außerdem ist bei der Auswahl der Reaktionen zu beachten, dass manche Reaktionen spezieller Säuren z. B. auf die oxidierende Wirkung von Säurerest-Ionen zurückzuführen ist.

Grundverständnis:

Der Kontext „Säuren und Laugen im Alltag“ bestimmt die praktischen Untersuchungen. Eine kleine Auswahl genügt dem Anspruch an Vielfalt hinsichtlich der Stoffgruppen.

Die Schülerversuche können über eine stärkere Anleitung und/oder arbeitsteiliges Vorgehen (Stationenlernen, Expertenmethode) an die Lerngruppe angepasst werden. Wortgleichungen sind zur Deutung der Beobachtungen ausreichend.

Vertiefung:

Naturwissenschaftliches Arbeiten beinhaltet die Formulierung von Untersuchungsfragen, Bildung von Hypothesen und überprüfbaren Folgerungen. Die Vielfalt der Verwendungsmöglichkeiten von Säuren und Laugen wird genutzt, um die Schülerinnen und Schüler zur Durchführung hypothesengeleiteter Experimente aufzufordern.

Bei der Deutung der Versuchsergebnisse wird die Teilchenebene stärker berücksichtigt. Im Hinblick auf die Oberstufe wird das Säure Base-Konzept nach Brönsted verwendet. Chemische Reaktionen werden mit Formelgleichungen dargestellt.

Häufige Fehlvorstellungen der Lernenden betreffen die Beurteilung einer Säurestärke. Der Begriff „schwache Säure“ wird oft mit niedriger Konzentration bzw. relativ hohem pH-Wert verbunden und meint: schwach = schwach konzentriert. Allerdings haben die Schülerinnen und Schüler mit dem pH-Meter oder Indikatoren bei der Untersuchung von mehreren Säuren Unterschiede festgestellt. Es ist nicht intendiert, in der Sekundarstufe I die Säurestärke über die Protolyse verschiedener Säuren zu thematisieren. Dies sollte der Oberstufe vorbehalten bleiben. Ein Verweis auf die ggf. hergestellte Verdünnungsreihe einer Säure reicht aus, um zu verdeutlichen, dass der pH-Wert von der Konzentration der Oxonium-Ionen bestimmt wird.

Auch die Betrachtung von Gleichgewichten bei der Reaktion von CO_2 mit Wasser ist nicht intendiert. Die Einführung des Hydrogencarbonat-Ions ist je nach Kontext und Lerngruppe möglich.

Zusätzliche Materialien:

www.raabe.de

„Neutralisation – eine alltägliche chemische Sache“ (M 9, M 10a, M 10b)

„Alles Essig“ (Stationenlernen rund um Eigenschaften, Herstellung und Verwendung)

http://www.didaktik.chemie.uni-rostock.de/fileadmin/MathNat_Chemie_Didaktik/Downloads/Zitronensaft_und_Rohrfrei_II.pdf

„Chemie fürs Leben“ am Beispiel von ZITRONENSAFT UND „ROHRFREI“

<https://omega.bildung-rp.de>

Säuren und Basen

Ausschnitt aus dem Onlinematerial zu LE 3:

Reaktion von Säuren und Laugen mit Metallen**Situation 1: Alu-Folie – Gefahr für die Gesundheit?**

Im Internet findet man eine Menge Kochrezepte, die eine Zubereitung salz- oder säurehaltiger Lebensmittel in Alu-Folie vorsehen. Alu-Folie wird auch sehr gern zum Transport oder der Aufbewahrung von Lebensmitteln verwendet. Dabei kann Alu-Folie Aluminium in bedenklicher Menge an die darin eingewickelten Lebensmittel abgeben. Wer solche Lebensmittel verzehrt, nimmt unter Umständen eine die Gesundheit beeinträchtigende Aluminium-Menge auf.

Situation 2: Bei Aluminium-Grillschalen sind Salz und Zitrone tabu

Grillpfannen dürfen nicht mit säure- oder salzhaltigen Lebensmitteln und Servierplatten oder Behältern aus Metall in Berührung kommen. In diesen Fällen können sich die Folien teilweise auflösen. Grillschalen können scharfkantig sein. Grillschalen waagrecht aufstellen.

Fleisch, Fisch und Gemüse sollten während des Grillens in Aluminiumschalen weder gesalzen noch mit Zitronensaft beträufelt werden. Grund ist, dass sich das Metall unter dem Einfluss von Säure oder Salz vermehrt löst und auf das Grillgut übergehen kann. Alu-Grillschalen haben allerdings auch einen gesundheitlichen Nutzen: Sie können verhindern, dass Fett in die Glut tropft und dadurch krebserregende Stoffe über den Rauch in die Nahrung gelangen.



Bereits über die normale Nahrung nehmen Menschen Aluminium auf. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit hat eine tolerierbare Aufnahmemenge von einem Milligramm Aluminium pro Kilogramm Körpergewicht pro Woche festgelegt. Laut Bundesinstitut für Risikobewertung stehen bei der Betrachtung des Gefährdungspotenzials von Aluminium „Wirkungen auf das Nervensystem und auf die Fruchtbarkeit und ungeborenes Leben sowie Effekte auf die Knochenentwicklung im Vordergrund“.

Situation 3: Reinigen von Aluminium-Grillschalen nach dem Grillen

Eine Gruppe Jugendlicher sucht ein geeignetes Verfahren, um nach einem Grillfest Aluminiumschalen von anhaftenden Fleisch und Gemüseresten zu reinigen. Ein Vorschlag lautet: „Wir sollten einen alkalischen Reiniger verwenden, den nimmt man doch für organische Verschmutzungen.“ Eine Alternative sind saure Reiniger. Die verwendet man in der Küche häufig, z. B. zum Entkalken. Weil die Verschmutzung ziemlich hartnäckig ist, fällt die Wahl auf Salzsäure. „Meine Mutter arbeitet viel mit Soda als Haushaltsreiniger. Den gibt es in einer Sprühflasche.“

Mögliche Arbeitsaufträge:**STOFFEBENE**

Plane einen Modellversuch zur Wirkung von Säuren auf unedle Metalle und führe ihn durch.

Unedle Metalle in Bechergläsern oder RG mit Säuren versetzen und beobachten.

Ggf. entstehende Gase auffangen und nachweisen (Kalkwasser, Knallgasprobe).

Folgende Materialien stehen zur Verfügung:

Alufolie, Zink-Granalien, Magnesiumband, Säure (Essig, Zitronensaft, Salzsäure)

Dokumentiere und deutete deine Beobachtungen.

Metalle reagieren in unterschiedlicher Geschwindigkeit mit der Säure, Gasentwicklung, Gas wird als Wasserstoff nachgewiesen.

Mache geeignete Vorschläge zur Vermeidung von Aluminium-Folie oder Grillschalen im Haushalt.

Gefäße/Schalen aus wiederverwendbarem Material (Edelstahl, Keramik, Emaille) verwenden. Erst würzen, wenn das Gegrillte auf dem Teller liegt.

Zu Situation 3: Probiert alle drei Reiniger zunächst an einer unbenutzten Grillschale aus. Dokumentiert die Beobachtungen und formuliert Reaktionsgleichungen.

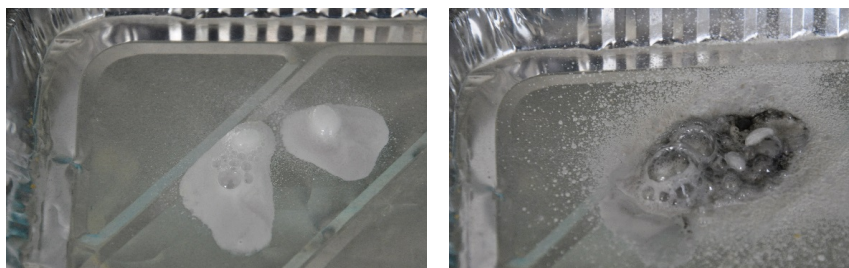


Abb.: Reaktion von Ätznatron und Wasser auf Aluminium nach ca. 20 sec und 2 min

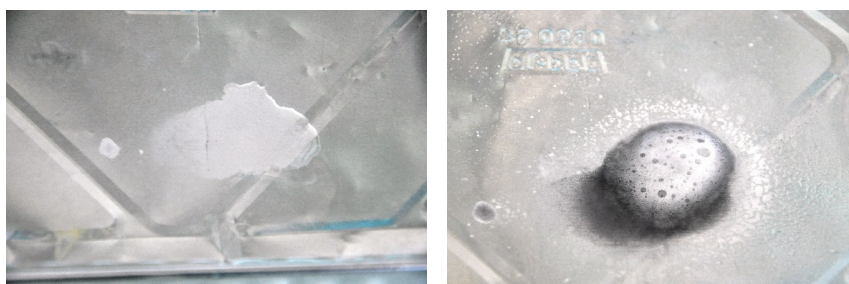


Abb.: Reaktion von Salzsäure (25%) auf Aluminium nach ca. 20 sec und 2 min

3.4 Lerneinheit 4

LE 4: Chemische Reaktion – Neutralisation, Protonenübertragung (Donator-Akzeptor-Prinzip)		
Kompetenzentwicklung	Schüleraktivität	Fachwissen/Basiskonzept
Einführende Lernsituation: Concept Cartoon, „Wohin geht die Säure, wenn sie reagiert hat?“		
Schülerinnen und Schüler ...		
... erklären die Neutralisation auf der Modellebene sowie in der Formelsprache.	<p>... erklären die Neutralisation auf der Teilchenebene durch die Protonenübertragung vom Oxonium-Kation auf das Hydroxid-Anion, wodurch Wassermoleküle entstehen.</p> <p>... dokumentieren die Neutralisationsreaktionen in der Formelsprache mit Reaktionsgleichungen.</p> <p>... dokumentieren die Reaktionen von Säuren mit Metallen oder Kalk in der Formelsprache mit Reaktionsgleichungen.</p>	<p>Bei der Neutralisation heben sich Säuren und Laugen in ihrer Wirkung auf.</p> <p>Oxonium-Kationen reagieren mit Hydroxid-Anionen zu Wassermolekülen.</p> <p>Protonenübertragung Donator-Akzeptor-Prinzip</p>
Material/Medien		
<p>Grundverständnis:</p> <p>LE3_LE4_SV_Sodbrennen_Neutralisation (aus LE3)</p> <p>LE4_Concept Cartoon Neutralisation</p> <p>LE4_Drei-Ebenen-Darstellung_Neutralisation</p> <p>LE4_Bechergläser_Neutralisation</p> <p>LE4_Titration_Säuregehalt in Most und Wein</p>		
<p>Vertiefung:</p> <p>LE3_LE4_SV_Säure und Kalk_3 Aufgaben (aus LE3)</p> <p>LE4_Drei-Ebenen-Darstellung Mg+HCl_Vertiefung</p> <p>LE4_Chemische Reaktion bestimmen_Vertiefung</p> <p>LE4_Titration_Säuregehalt in Most und Wein_Vertiefung</p> <p>LE4_Teilchenebene_Neutralisation</p> <p>Protonenübergang http://www.ltam.lu/chimie/Protonenuue.html</p>		

In der Lerneinheit 4 geht es um die Weiterentwicklung des Basiskonzepts Chemische Reaktion. Dabei wird schwerpunktmäßig die Neutralisation als eine typische Reaktion der Säuren und Laugen betrachtet.

Grundverständnis:

Der Neutralpunkt ist erreicht, wenn die Schülerinnen und Schüler experimentell den pH-Wert 7 bzw. den Farbumschlag eines Indikators „neutral“ erreicht haben. Damit wird deutlich, dass die aus zwei ätzenden Flüssigkeiten entstehende Lösung neutral und ungefährlich sein kann. Für die Deutung ist ausreichend, dass säureanzeigende H^+ -Ionen und laugenanzeigende OH^- -Ionen zu neutralen Wassermolekülen reagieren.

Arbeitet die Lehrkraft bzw. die Lerngruppe nach dem Säure-Base-Konzept nach Arrhenius, wird die Bildung von Wassermolekülen betont. Berufsreifegruppen können zentrale Ideen des Themenfeldes 9 „Den Stoffen auf der Spur“ integrieren, indem sie die Neutralisation unter dem Gesichtspunkt der Analytik (Maßanalyse) einbauen. Ein gut umsetzbares Beispiel ist die Bestimmung des Säuregehaltes von Obstsaft oder Wein.

Vertiefung:

Für die Einführung der Protonenübertragung und das Donator-Akzeptor-Prinzip ist auf der Teilchenebene das Oxonium-Kation notwendig, denn nach Brönsted sind Säuren Protonendonatoren. Wurde die Bildung einer Lauge am Beispiel von Ammoniak thematisiert, haben die Lernenden erfahren, dass Protonenakzeptoren auch Stoffe sein können, die keine Hydroxid-Ionen enthalten.

Zur Wirkung von Säuren und Laugen aufeinander führen leistungsstärkere Gruppen hypothesengeleitete Experimente durch. Denn die neutrale Lösung lässt sich a) durch die Neutralisation im Sinne einer Protonenübertragung deuten oder b) dadurch, dass die Ionen noch immer vorhanden sind, sie sich aber in ihrer Wirkung gegenseitig aufheben. Die Veränderung des pH-Wertes gibt keinen Aufschluss, aber die Untersuchung der Leitfähigkeit während der Titration schließt Variante b) aus.

Lerngruppen, die in Themenfeld 4 die Elektronenübertragung im Sinne einer Redoxreaktion explizit thematisiert haben und damit über ein erstes Beispiel für das Donator-Akzeptor-Prinzip verfügen, können das Prinzip an dieser Stelle vergleichen und verallgemeinern.

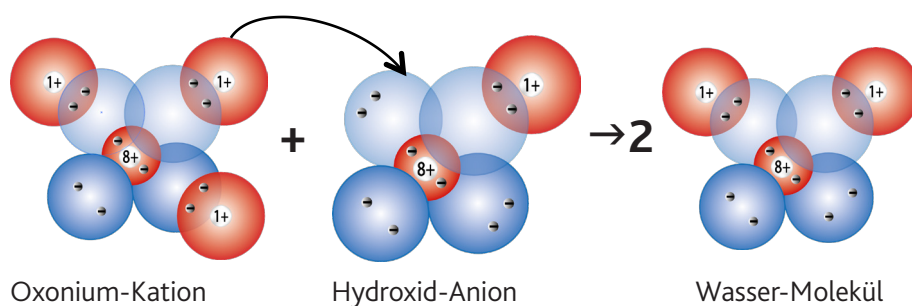


Abb. 22 : Protonenübertragung im Kugelwolkenmodell

Auszug aus dem Onlinematerial zu LE 4:

Neutralisation (Lösung)			
Stoffebene <i>Bildschema</i>		+	
→			
Stoffeigenschaften	klare Lösung alkalisch	+	klare Lösung sauer
Stoffebene <i>Wortschema</i>	Natronlauge	+	Salzsäure
→	Natriumchlorid	+	Wasser
Teilchenebene <i>Kugelschema</i> <i>(ohne erkennbare Bindungen)</i>		+	
→			
Teilchenebene <i>Formelschema</i> <i>(ohne erkennbare Bindungen)</i>	$\text{NaOH}_{(aq)}$	+	$\text{HCl}_{(aq)}$
→	$\text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}$		
Teilchenebene <i>Formelschema</i> <i>(ohne erkennbare Bindungen)</i>	$\text{Na}^+_{(aq)} + \text{OH}^-$	+	$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-_{(aq)}$
→	$\text{Na}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(l)}$		
Teilchenebene <i>Molekülmodell</i> <i>(man erkennt bindende Elektronenpaare und Ionenladungen)</i>		+	
→			
Teilchenebene <i>Formelschema in Lewischreibweise</i> <i>(man erkennt freie und bindende Elektronenpaare und Ionenladungen)</i>	$\ominus \text{O}^- \text{H}$	+	$\text{H} \text{O}^+ \text{H}$
→	Na^+	+	$\text{H} \text{O} \text{H}$
→	Cl^-	+	Na^+

Chemie TF 6 LE4_Drei-Ebenen-Darstellung_Neutralisation

3.5 Lerneinheit 5

LE 5: Stoff- und Teilchenebene – Reaktionen von Säuren und Laugen		
Kompetenzentwicklung	Schüleraktivität	Fachwissen/Basiskonzept
Einführende Lernsituationen: Industrieabwässer/Chemikalienabfälle neutralisieren, Antacidum gegen Sodbrennen, pH-Wert von Böden		
Schülerinnen und Schüler ...		
... nutzen ihr Wissen über Säuren und Laugen im Alltag.	... werten Informationen und Daten fragengeleitet aus.	Verantwortungsvoller Umgang/Entsorgung
... diskutieren mögliche Folgen beim Eintrag von Säuren und Laugen in die Umwelt.	... bewerten Sachverhalte multiperspektivisch.	Neutralisation
	... entwickeln begründet Vorschläge zur Umgang mit Säuren und Laugen.	Gefahrstoff
Material/Medien		
Grundverständnis:		
LE5_SV_pH-Wert von Boeden		
LE5_Schwefelsaeure im Rhein		
LE5_Natronlauge_Unfall		
LE5_SV_Verduennen von Saeuren_Sodbrennen		
LE5_Saeuren_Laugen_Mensch		
Vertiefung:		
LE5_Flaschenreinigung bei Mehrwegglasflaschen		
LE5_SV_Helicobacter pylori im Magen_Vertiefung		
LE5_Ozeanversauerung_Lehrerinfo		

Auf der Stoffebene haben Schülerinnen und Schüler das Reaktionsverhalten von Säuren und Laugen erfahren. Sie können saure und alkalische Stoffe auf der Stoff- und Teilchenebene beschreiben. Sie haben typische Reaktionen der Säuren und Laugen an Beispielen aus dem Haushalt experimentell erarbeitet und kennen das Gefahrenpotential.

Für die Anwendung des erworbenen Wissens in der LE 5 eignen sich Aufgaben, die einen Bezug zu Problemstellungen aus dem Alltag (Gesundheit, Umwelt, Industrie) haben. Es ist nicht intendiert, damit in Verbindung stehende Strukturformeln vertiefend zu klären. Vielmehr geht es darum, die Vielfalt von Säuren (und Laugen) abzubilden, chemisches Fachwissen zu Deutungen oder Erklärungen zu nutzen und ggf. Lösungsvorschläge zu entwickeln.

Grundverständnis:

Die Anwendung des erworbenen Wissens über Säuren und Laugen zielt darauf ab, die Bedeutung der Säuren und Laugen in vielen Lebensbereichen deutlich zu machen. Einerseits kommen sie in der Natur vor und haben wichtige Funktionen in Nahrungsmitteln und bei der Nahrungsmittelherstellung, andererseits begegnen sie uns bei vielfältigen, planvollen Anwendungen in Haushalt, Gesundheit, Technik und Industrie. Wegen der Gefahren für Menschen, Materialien und die Umwelt, insbesondere durch die ätzende Wirkung, gilt es, Schülerinnen und Schüler an einen sorgsamen Umgang mit diesen Stoffen heranzuführen.

Vertiefung:

Vertiefend werden die Phänomene intensiver auf der fachlichen Ebene erklärt, mit Reaktionsgleichungen beschrieben und je nach Leistungsstand der Lerngruppe auch quantifiziert. Auf der Grundlage der erworbenen Kenntnisse entwickeln Schülerinnen und Schüler Vorschläge für vielfältige Fragestellungen und nehmen Stellung zu fachlichen oder alltäglichen Darstellungen zu Vorkommen, Anwendungen, Unfällen und globaler Bedeutung.

Auszug aus dem Onlinematerial zu LE 4:

Flaschenreinigung bei Mehrwegglasflaschen

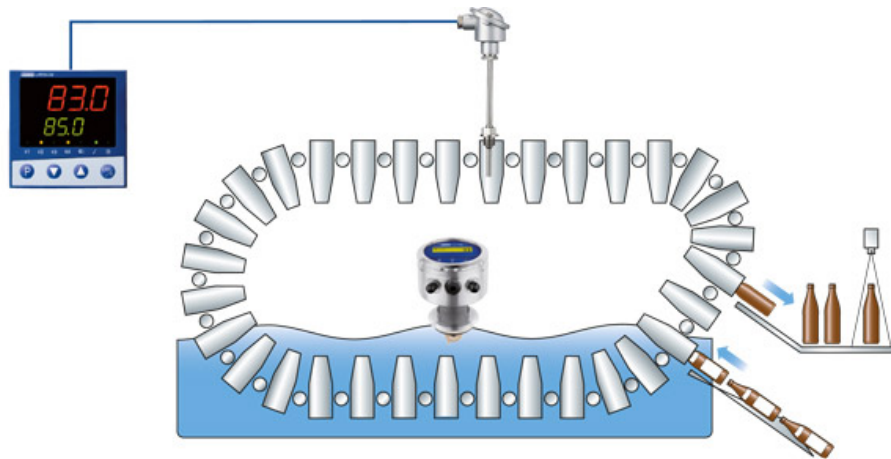


Abb.: Flaschen-Reinigungsanlage

© Deutscher Brauerbund e.V., Berlin und © JUMO GmbH & Co. KG

Mehrweg-Glasflaschen werden z. B. mit Mineralwasser, Obstsaft, Limonade oder Bier gefüllt. Reste verbleiben in der Flasche und können, insbesondere bei Süßgetränken, Schimmel begünstigen. Hinzu kommen Verschmutzungen, die Verbraucher zusätzlich eintragen, wenn die Flaschen als Behältnis für andere Substanzen genutzt werden. Flaschen müssen also gründlich gereinigt werden, bevor sie wieder befüllt werden.

Mögliche Arbeitsaufträge:

Schlage eine reinigende Substanz für die Verwendung in einer Flaschenwaschmaschine vor. Diskutiert verschiedene Vorschläge vergleichend.

Hilfe: Zur Auswahl stehen kaltes oder warmes Leitungswasser, Salzsäure, Natronlauge, ein Tensid.

Lösung: In der Getränkeindustrie wird häufig warme, 1,8 %ige Natronlauge zusammen mit Tensiden eingesetzt. Beim Betrieb einer Flaschenwaschmaschine verändert sich die Laugenkonzentration, so dass die Konzentration regelmäßig überprüft wird.

Nennt Faktoren, die die Laugenkonzentration beeinflussen.

Nennt Möglichkeiten, die Laugenkonzentration zu messen.

Schlagt mögliche Maßnahmen für Getränke-Abfüllunternehmen vor, um die Umwelt zu schonen.

In Mineralbrunnenbetrieben in der Eifel wird das Wasser aus vulkanischem Untergrund gefördert. Es enthält meist von Natur aus viel Kohlensäure.

Überlegt, ob diese Kohlensäure zur Neutralisation der Waschlauge verwendet werden kann.

Chemie TF6 LE5_Flaschenreinigung bei Mehrwegglasflaschen.docx

4 ZUSAMMENFASSUNG

4.1 Üben und Vernetzen

Schülerinnen und Schüler erhalten Gelegenheit, ihren Lernzugewinn zu erfahren. Mithilfe von entsprechendem Material reflektieren sie ihren Lernerfolg und wenden ihre Kompetenzen an. Dabei erfolgt eine Verankerung in vorhandenen Begriffs- und Wissensnetzen, wodurch das neu erworbene Wissen nachhaltig verfügbar wird. In allgemeines Konzeptwissen überführtes konkretes Einzelwissen hilft, Vorgänge in der Natur, in der Technik und im Alltag zu verstehen, bei neuen Phänomenen und Fragestellungen bekannte Zusammenhänge sowie Strukturen zu erkennen und zur Erklärung heranzuziehen.

ÜV_Checkliste

ÜV_Postorganizer

ÜV_Schicksal eines Protons

ÜV_Concept Cartoon

Zusätzliche Materialien:

MNU 66/3 (15.04.2013), S.163-165, Artikel „Kistenlernen im Chemieunterricht“ und Online-material https://www.mnu.de/attachments/article/546/MNU_Heft_13_03_Nickel.pdf

Onlinematerial zu Üben und Vernetzen:

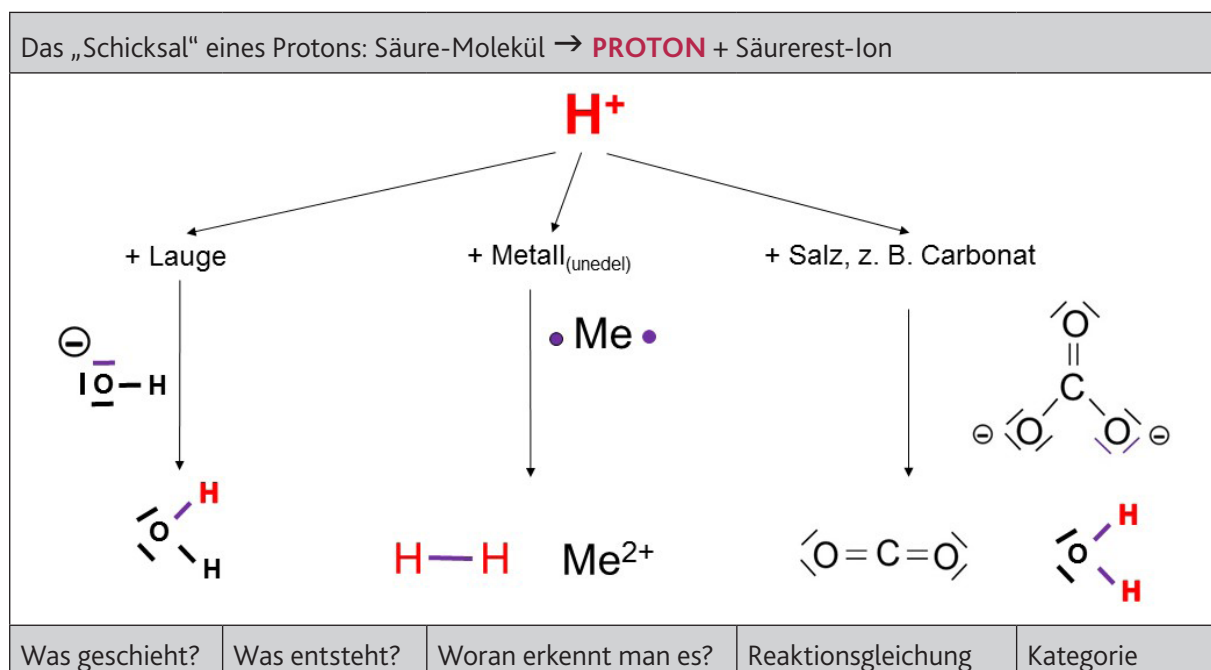


Abb. 23: „Schicksal“ eines Protons

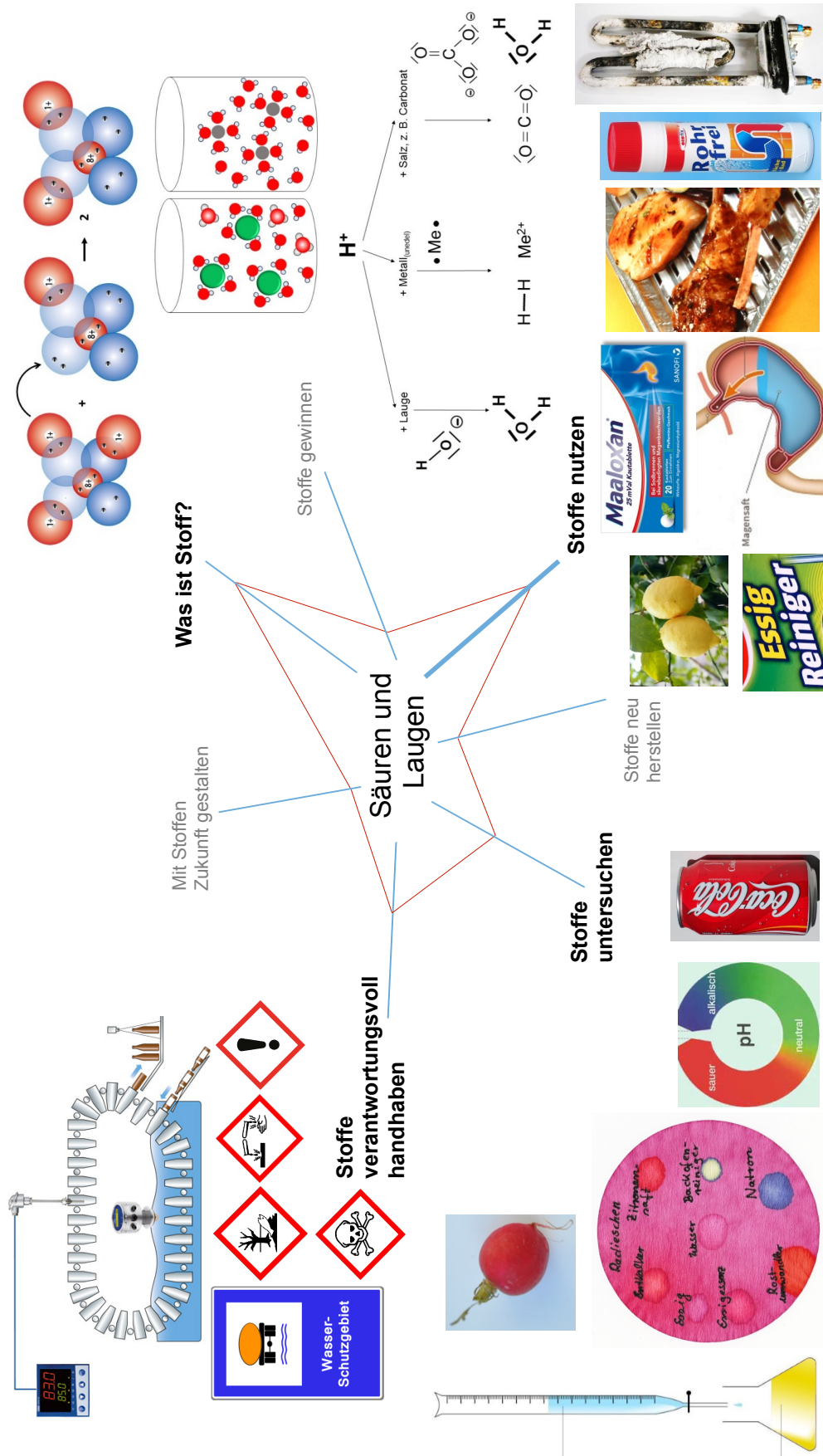


Abb. 24: Postorganizer „Aspekte von Chemie im Themenfeld 6“

4.2 Möglicher Unterrichtsengang im Überblick

Phase/ Stunde	Fachwissen/ Basiskonzept	Kompetenzentwicklung/ Schüleraktivitäten	Material	Mögliche Vertiefung und zusätzliche Materialien
Einführende Lernsituation: Ein Korb voll Säuren und Laugen aus dem Haushalt				
1	Schülerinnen und Schüler ...	<p>... sammeln Fragen.</p> <p>Was ist sauer? Was ist ätzend?</p> <p>Warum sind Säuren und Laugen in Putzmitteln?</p> <p>Was haben Säuren mit Laugen zu tun?</p> <p>Welche Säure darf ich trinken?</p> <p>Wie „messe“ ich eine Säure/Lauge?</p> <p>Warum sind Säuren in Lebensmitteln?</p> <p>Wo kommen die Säuren und Laugen her?</p>	Verschiedene saure und alkalische Stoffe aus Putzschrank und Küche. LE1_Karten_Vielfalt	

Erarbeitung:			
Kontextfragen: Wie erkennt man Säuren und Laugen? Wie „messe“ ich sie? Schülerinnen und Schüler ...			
LE 1 2-3	Indikatoren pH-Wert	... untersuchen Alltagsstoffe mit Farbindikatoren/pH-Papier und protokollieren dies. ... deuten die Beobachtungen im Hinblick auf die saure oder alkalische Wirkung der untersuchten Stoffe.	LE1_SV_Indikatoren aus Pflanzen LE1_SV_Untersuchung mit Universalindikator LE1_SV_Untersuchung von Stoffen mit Radieschenindikator (alternativ Rotkohlinkikator)
Kontextfragen: Was macht das Rohr frei?, Was macht der Entkalker mit dem Kalk?, Hinweis auf einem sauren Haushaltsreiniger: „Nicht verwenden für Metalle und Marmor“, „Keine sauren Lebensmittel in Alufolie oder Alugrillschalen“, „Antacida gegen Sodbrennen“			
LE 3 4-5	Säuren reagieren mit unedlen Metallen zu Salzen. Dabei entsteht Wasserstoff. Säuren zersetzen Kalk unter Bildung von CO ₂ . Laugen zersetzen organische Stoffe.	... führen hypothesengeleitete Experimente zur Wirkung von Säuren und Laugen auf Metalle, Marmor, Papier und andere Alltagsgegenstände durch und protokollieren diese.	LE3_SV_Kohlensäure_Mineralwasser LE3_ppt Reaktion von Säuren Teilchenebene_Vertiefung www.raabe.de „Alles Essig“
6	Bei der Neutralisation heben sich Säuren und Laugen in ihrer Wirkung auf.	... untersuchen die Wirkung von Säuren und Laugen aufeinander.	LE3_LE4_SV_Saeure und Kalk_3 Aufgaben LE3_SV_Das Rohr ist verstopft LE3_SV_Grillschalen und Folie aus Aluminium LE3_SV_Saeuren und Laugen sind aetzend LE3_Lernfächer_Experiment planen Sodbrennen LE3_LE4_SV_Sodbrennen_Neutralisation

Kontextfragen: Was macht eine Säure sauer? Was macht eine Lauge alkalisch?			
LE 2 7-8	Säuren bilden mit Wasser saure Lösungen. Saure Lösungen enthalten mehr oder weniger Oxonium-Kationen. Alkalien bilden mit Wasser alkalische Lösungen. Alkalische Lösungen enthalten mehr oder weniger Hydroxid-Anionen.	... erklären die Struktur der sauren und alkalischen Lösungen auf der Modellebene sowie in der Formelsprache. ... erkennen als strukturebendes Teilchen aller sauren Lösungen das hydratisierte Oxonium-Kation (bzw. das Proton). ... erkennen als strukturebendes Teilchen aller alkalischer Lösungen das Hydroxid-Anion.	Molekülbaukästen LE2_G+V_Teilchenebene_Modelle LE2_G+V_Teilchenebene_Becheerglaeser LE2_Strukturmerkmal Saeuren LE2_Drei-Ebenen-Darstellung_HCl+H ₂ O LE2_LE4_Drei-Ebenen-Darstellung_NH ₃ +H ₂ O LE2_ppt_Teilchenebene www.raabe.de Neutralisation – eine alltägliche chemische Sache
Kontextfragen: Wohin geht die Säure, wenn sie reagiert hat? Wie kann man Säuren/Laugen „unschädlich“ machen?			
LE 4 9	Bei der Neutralisation reagieren Oxonium-Kationen mit Hydroxid-Anionen zu Wassermolekülen. Neutralisationen werden mit Reaktionsgleichungen beschrieben. Protonenübertragung Donator-Akzeptor-Prinzip	... erklären die Neutralisation auf der Teilchenebene durch die Protonenübertragung vom Oxonium-Kation auf das Hydroxid-Anion, wodurch Wassermoleküle entstehen. ... dokumentieren die Neutralisationsreaktionen in der Formelsprache mit Reaktionsgleichungen.	LE3_LE4_SV_Saeure und Kalk_3 Aufgaben (aus LE3) LE4_Drei-Ebenen-Darstellung_Mg+HCl_Vertiefung LE4_Chemische Reaktion bestimmen_Vertiefung LE4_Titration_Saeuregehalt in Most und Wein_Vertiefung LE4_ppt_Teilchenebene_Neutralisation LE4_Teilchenebene_Neutralisation www.raabe.de „Protolyse Schritt für Schritt“

LE 5 10	Verantwortungsvoller Umgang/Entsorgung	... diskutieren mögliche Folgen beim Eintrag von Säuren und Laugen in die Umwelt. ... nutzen ihr Wissen über Säuren und Laugen im Alltag.	LE5_Schwefelsaeure im Rhein LE5_Natronlauge Unfall LE5_Flaschenreinigung bei Mehrwegflaschen LE5_SV_pH-Wert und Kalkgehalt von Boeden	LE5_Ozeanversauerung_Lehrerinfo
Dekontextualisierung				
Sodbrennen				
LE 5 11-12	Indikatoren pH Wert saure Lösung alkalische Lösung Neutralisation	... nutzen ihr Wissen über Säuren und Laugen bei dem Einsatz von Antacida gegen Sodbrennen. ... untersuchen die Wirkung von Antacida auf Säuren. ... erklären die Struktur der Salzsäure und eines Hydroxids auf der Modellebene sowie in der Formelsprache. ... erklären die Wirkungsweise eines Antacidums als Neutralisation auf der Teilchenebene.	LE5_Saeuren_Laugen_Mensch LE5_SV_Verduennen von Saeuren_Sodbrennen LE5_SV_Helicobacter pylori im Magen	
Üben und vernetzen				
13	Basiskonzepte: Teilchen-Materie/Stoff Chemische Reaktion Struktur-Eigenschaft-Funktion	... nutzen ihr Wissen über Säuren und Laugen.	ÜV_Checkliste 3 x ÜV_Concept Cartoon ÜV_Postorganizer	ÜV_Schicksal eines Protons

4.3 Liste der verfügbaren Muster-Gefährdungsbeurteilungen zum Themenfeld 6

Ameisensäure und Ammoniaklösung – ätzende Dämpfe

Ethanol – Indikatorlösungen aus Pflanzen selbst herstellen

Haushaltsstoffe – Untersuchung mit Indikatoren

Kohlenstoffdioxid – Nachweis mit Kalkwasser

Natriumhydroxid – ätzende Wirkung auf Haut (Leder)

Natriumhydroxid – Reaktion mit Aluminium (Modellversuch Rohrreiniger)

Natriumhydroxid – Reaktion mit Aluminium und Natriumnitrat (Modellversuch Rohrreiniger)

Natriumhydroxid – Reaktion mit Aluminium (Grillschale)

Natronlauge – Bestimmung des Säuregehaltes eines Obstsaftes oder eines Weines

Rohrreiniger untersuchen

Säuren (Salzsäure, Essigsäure, Citronensäure) – Reaktion mit Kalk

Säuren – Reaktion mit Magnesium

Säuren – Reaktion mit Zink

Salzsäure (rauchend) – Lösen in Wasser

Salzsäure – Reaktion mit Aluminium (Grillschale)

Salzsäure – Reaktion mit Ammoniakwasser (Modellversuch Helicobacter)

Salzsäure – Reaktion mit Antacida

Salzsäure – Reaktion mit Magnesium, Zink, Eisen, Calcium, Kupfer

Salzsäure und Natronlauge – ätzende Wirkung auf Gelatine

Salzsäure und Natronlauge – Verdünnungsreihe herstellen

Schwefelsäure – ätzende Wirkung auf Holz und Baumwollstoff

Wasserstoff – Nachweis mit der Knallgasprobe

LITERATURVERZEICHNIS

Lehrpläne für die naturwissenschaftlichen Fächer für die weiterführenden Schulen in Rheinland-Pfalz. Biologie/Chemie/Physik, Klassenstufen 7 bis 9/10.

Reinke, André; Flint, Alfred: Das „Kugelwolken-Modell“ – ein Klassiker neu belebt!?, CHEMKON, Volume 23, Issue 2, April 2016, Pages 59–63.

Springer-Lehrbuch Chemiedidaktik, Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen; bearbeitet von Hans-Dieter Barke, 1. Auflage 2006, S. 31.

AUTORINNEN UND AUTOREN

Dr. Alexander Bender

Gymnasium an der Stadtmauer, Bad Kreuznach

Helmuth Biernoth

Integrierte Gesamtschule Kandel, Kandel

Barbara Dolch

Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Monika Kallfelz

Görres-Gymnasium, Koblenz

Elisabeth Kukula

Frauenlob-Gymnasium Mainz, Mainz

Dr. Holger Kunz

Max-Planck-Gymnasium Trier, 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, Prüm

Maria Reiner

Are-Gymnasium Bad Neuenahr, Bad Neuenahr

Dr. Myriam Replinger

Regino-Gymnasium Prüm, Prüm

Cornelia Schäfers

Are-Gymnasium Bad Neuenahr, Bad Neuenahr

Karin Scheick

Kopernikus-Gymnasium Wissen, Wissen

Volker Tschiedel

Gutenberg-Gymnasium Mainz, Mainz

Wilhelm Willer

Eduard-Spranger-Gymnasium Landau, Landau

Sofern in der Bildunterschrift nicht anders deklariert, stammen die Abbildungen von den Autorinnen und Autoren selbst.



Rheinland-Pfalz

PÄDAGOGISCHES
LANDESINSTITUT

Butenschönstr. 2
67346 Speyer

pl@pl.rlp.de
www.pl.rlp.de