

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

Wie wird das Thema „Säuren und Basen“ in der
Sekundarstufe I unterrichtet? – Eine
Interviewstudie mit Lehrer*innen

verfasst von / submitted by

Clemens Fasching, BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree
of

Master of Education (MEd)

Wien, 2022 / Vienna, 2022

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 199 504 529 02

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Lehramt Sek (AB) Lehrverbund
UF Chemie Lehrverbund,
UF Spanisch Lehrverbund

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Anja Lembens

Abstract

Aus fachdidaktischer Sicht stellt das Thema „Säuren und Basen“ im Chemieunterricht Lehrende und Lernende vor besondere Herausforderungen. Eine vermischte Darstellung unterschiedlicher Säure-Base-Konzepte, die ungenaue Handhabung wesentlicher Begriffe bzw. die unscharfe Trennung der Repräsentationsebenen sind wesentliche Ursachen, die zu Fehlkonzepten bei Lernenden führen und das Verstehen dieses Themas erschweren können. Um die Hintergründe für diese Herausforderungen besser zu verstehen und in Zukunft eine bessere Anschlussfähigkeit der themenbezogenen Inhalte und Kompetenzen gewährleisten zu können, sollen in dieser Arbeit Erkenntnisse über die Unterrichtspraxis rund um das Thema „Säuren und Basen“ in der Sekundarstufe I gewonnen werden.

Unterricht ist ein sehr komplexes Gefüge, bestehend aus einer Vielzahl didaktischer Überlegungen und Handlungen. Wie konkret das Thema „Säuren und Basen“ in der Sekundarstufe I unterrichtet wird, soll im Zuge dieser Arbeit beschrieben und dargestellt werden. Hierfür wurden zunächst Daten zu wesentlichen Unterrichtsaspekten im Zuge einer Interviewstudie mit Lehrer*innen mithilfe eines Interviewleitfadens erhoben und anschließend ein Kategoriensystem entwickelt, das die relevanten Daten qualitativ nach Mayring analysieren konnte.

Die Ergebnisse der Datenauswertung zeigen, dass bestimmte Unterthemen (Vertreter, Vorkommen und Eigenschaften von Säuren und Basen bzw. sauren und basischen Lösungen, der pH-Wert und Indikatoren sowie die Neutralisationsreaktion und Salze) von allen Lehrkräften thematisiert werden. Als Unterrichtsmedium dienen neben klassischen Unterrichtsmedien, wie dem Lehrbuch, Arbeitsblättern und Tafelbildern bzw. Mitschriften vor allem Versuche. Dadurch, dass ein wesentlicher Teil der Unterrichtszeit bei allen Lehrkräften für Versuche verwendet wird, kann man schlussfolgern, dass der Säure-Base-Unterricht insgesamt sehr experimentell aufbereitet ist. Auch Lehrziele, die von den Lehrkräften als wesentlich erachtet werden und nur im fachpraktischen Unterricht erfüllbar sind, stützen dieses Argument.

Bei den vermittelten Säure-Base-Konzepten stützen sich Lehrkräfte mehrheitlich auf das Brønsted-Konzept. Nichtsdestotrotz kommt es hierbei in fast allen Fällen zu einer Darstellung, die nicht konzeptuell kohärent ist. Häufig werden nicht-angemessene Formulierungen verwendet, die eine Vermischung von Konzepten – speziell mit jenem nach Arrhenius – belegen. Teilweise fehlen bei den Darstellungen der Säure-Base-Konzepte im Unterricht wesentliche Aspekte, um das Konzept nach Brønsted als Donator-Akzeptor-Konzept verstehen zu können. Darüber hinaus zeigt sich auch bei fast allen Lehrkräften, dass sie häufig nicht zwischen den Repräsentationsebenen unterscheiden und zeitgleich auf mehreren Ebenen erklären.

Insgesamt betonen die Lehrkräfte die Wichtigkeit des Säure-Base-Unterrichts und geben an, zumindest sechs bis acht Unterrichtsstunden für dieses Thema einzuplanen. Die meisten von ihnen versuchen in diesem Kapitel möglichst viele Alltagsbezüge herzustellen und themenübergreifend Stoff zu erarbeiten.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbstständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle aus ungedruckten Quellen, gedruckter Literatur oder aus dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeiten zitiert bzw. mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

Diese schriftliche Arbeit wurde noch an keiner anderen Stelle vorgelegt.

Wien, am ...

Clemens Fasching BEd

|

Index

1	Einleitung.....	1
1.1	Ziel der Arbeit.....	1
1.2	Aufbau der Arbeit	1
2	Theorieteil.....	3
2.1	Säuren und Basen im Schulunterricht.....	3
2.1.1	Vorgaben im Lehrplan	3
2.1.2	Fachliche Klärung	5
2.1.3	Herausforderungen und Stolpersteine	8
2.2	Aspekte der Unterrichtsplanung, -durchführung und -reflexion.....	10
2.2.1	Phasen des Unterrichts	10
2.2.2	Unterrichtsziele	11
2.2.3	Unterrichtsmethoden	12
2.2.4	Unterrichtsmedien.....	14
2.2.5	Der Versuch im Chemieunterricht	16
3	Empirischer Teil	19
3.1	Methodische Vorüberlegungen	19
3.1.1	Auswahl der richtigen Erhebungsmethode.....	19
3.1.2	Auswahl der Expert*innen	21
3.2	Entwicklung eines Interviewleitfadens	21
3.2.1	Erstellung des Leitfadens	21
3.2.2	Formale Aspekte des Interviewleitfadens.....	22
3.3	Interviews mit den Lehrenden	23
3.3.1	Planung und Durchführung der Interviews	23
3.3.2	Nachbereitung der Interviews.....	24
3.4	Auswertungsmethode.....	25
3.4.1	Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring	25
3.4.2	Erstellung des Kategoriensystems.	25
3.4.3	Computergestützte Auswertung mit MAXQDA.....	34
4	Darstellung und Interpretation der Ergebnisse.....	37
4.1	Lehrinhalte	37
4.1.1	Behandelte Unterthemen beim Kapitel „Säuren und Basen“	37
4.1.2	Begriffe und Definitionen	39

4.1.3	Lehrziele	40
4.1.4	Wichtigkeit behandelter Unterthemen	42
4.1.5	Vermittelte Säure-Base-Konzepte	45
4.1.6	Verwendete Darstellungsformen bei Reaktionsgleichungen.....	46
4.1.7	Bezüge zu anderen Themen	47
4.2	Unterrichtsmedien.....	49
4.2.1	Einsatz klassischer Unterrichtsmedien.....	49
4.2.2	Einsatz von Versuchen	50
4.3	Aspekte des Unterrichtsdurchführung	55
4.3.1	Einstieg	55
4.3.2	Der Einsatz von Sozialformen	56
4.3.3	Herausforderungen für Lehrende und Schüler*innen.....	57
4.3.4	Reflexion durchgeführter Unterrichtsstunden	59
4.3.5	Die Bedeutung des Themas für Lehrende	59
4.4	Fehlvorstellungen und fachliche Unstimmigkeiten beim Unterrichten von „Säuren und Basen“	60
4.4.1	Fachliche Konzepte und deren Darstellung	60
4.4.2	Trennung der Ebenen.....	70
4.4.3	Fachliche Darstellung des Themas „Neutralisationsreaktion“	73
5	Zusammenfassung	77
6	Bibliografie	81
7	Anhang.....	87
7.1	Abbildungsverzeichnis	87
7.2	Tabellenverzeichnis	87
7.3	Interviewleitfaden	89
7.4	Kodierleitfaden.....	94
7.5	Tafelbilder/Mitschriften.....	160
7.6	Transkripte	172

1 Einleitung

1.1 Ziel der Arbeit

Im Chemieunterricht kommt dem Thema „Säuren und Basen“ eine wesentliche Rolle zu. Die Wichtigkeit des Themas ergibt sich daraus, dass Säure-Basen-Reaktionen in unzähligen Vorgängen des Alltags und des wirtschaftlich-gesellschaftlichen und biologischen Lebens eine grundlegende Rolle spielen, weswegen jedem Schüler und jeder Schülerin im Fach Chemie eine Grundbildung zu diesen Reaktionen zuteilwerden sollte. Aus fachdidaktischer Sicht insofern interessant, als es viele Herausforderungen und Stolpersteine für Schülerinnen und Schüler birgt (vgl. Carr 1984; Duit 2010; Garnett, Garnett & Hackling 1995; Liu et al. 2014; Dörfler & Barke 2009; Lembens & Becker 2015). Diese können ganz unterschiedlich sein, markanter oder weniger markant ausfallen und auf vielerlei Weisen entstehen. Sie haben aber gemeinsam, dass sie vor allem unterrichtlichen Gegebenheiten entstammen. Damit ein besserer Einblick in deren Ursachen erfolgen kann, ist es deshalb notwendig, den Säure-Base-Unterricht von Lehrkräften zu erforschen.

Ziel dieser Arbeit ist es deshalb, Erkenntnisse über die Unterrichtspraxis rund um das Thema „Säuren und Basen“ in der Sekundarstufe I zu gewinnen sowie die Anschlussfähigkeit der fachlichen Inhalte des Themas und Kompetenzen, die im Zuge des Säure-Base-Unterrichts erworben werden sollen, zu durchleuchten. Dazu wurde eine Interviewstudie mit Chemielehrer*innen der Sekundarstufe I durchgeführt, die Einblicke gewährt, wie das Thema „Säuren und Basen“ unterrichtet wird.

1.2 Aufbau der Arbeit

Den zentralen Bezugspunkt dieser Arbeit bildet folglich folgende Forschungsfrage: „Wie wird das Thema „Säuren und Basen“ in der Sekundarstufe I unterrichtet?“ Zur Beantwortung dieser Frage und zum Erreichen des angeführten Ziels ist eine theoriegeleitete und systematische Vorgehensweise unerlässlich. Die spezifische Anordnung verschiedener methodischer Teilschritte soll den Leser*innen dieser Arbeit den Erkenntnisgewinn in der durchgeführten Untersuchung transparent und nachvollziehbar machen. Nachfolgend wird der Aufbau der Arbeit kurz vorgestellt.

Einleitend wird literaturgestützt der theoretische Rahmen beschrieben. Ein Blick auf die fachdidaktische Forschung soll zeigen, welche didaktischen Anforderungen das Thema „Säuren und Basen“ an Lehrende stellt und welche Herausforderungen das Unterrichten dieses Themas mit sich bringt. Dabei werden vor allem Säure-Base-Konzepte ins Visier der

Untersuchung genommen, die von Lehrenden oft in unangemessener Form im Unterricht an die Lernenden herangetragen werden.

Im darauffolgenden empirischen Teil der Arbeit wird die methodische Vorgehensweise der Datengewinnung und -analyse näher beschrieben. Dabei wird zunächst ein Interviewleitfaden zur Datenerhebung erstellt. Die Auswertung der Daten erfolgt computergestützt mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring, im Zuge derer ein Kategoriensystem bzw. ein Kodierleitfaden erstellt wird, welcher dabei helfen soll, die gewonnenen Daten themenbezogen zu kodieren und zusammenzufassen.

Im Anschluss werden die erhobenen Daten ausgewertet und interpretiert. Die Ergebnisse werden mithilfe von Tabellen und Abbildungen, sowie konkreten Zitaten der Befragten präsentiert. Dabei finden immer wieder Rückbezüge auf bereits bekannte wissenschaftliche Erkenntnisse statt.

Als Abschluss dieser Arbeit werden nochmals alle wichtigen Ergebnisse und fachdidaktische Implikationen in Form einer Zusammenfassung zusammengetragen. Als Fazit wird neuerlich herausgestellt, welche Erkenntnisse durch die Untersuchung in Erfahrung gebracht werden konnten und was aufgrund von Limitationen der Studie nicht erfahrbar wurde.

2 Theorieteil

2.1 Säuren und Basen im Schulunterricht der Sekundarstufe I

2.1.1 Vorgaben im Lehrplan

Stellt man die Frage, wie ein bestimmtes Thema in einer bestimmten Schulstufe unterrichtet wird, ist es zunächst einmal notwendig festzuhalten, welche die formalen Bestimmungen hierfür sind (vgl. BMBWF 2020: Lehrpläne). Lehrpläne bilden die gesetzliche Grundlage für die Unterrichts- und Erziehungsarbeit von Pädagog*innen und geben die Grundsätze und Themen vor, mit denen die Schüler*innen vertraut gemacht werden sollen. Die Lehrpläne für die Sekundarstufe I der allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS) und Mittelschulen (MS) sind identisch und bestehen aus mehreren Teilen, nämlich 1) den Allgemeinen Bildungszielen, 2) den Allgemeinen Didaktischen Grundsätze, 3) der Schul- und Unterrichtsplanung, 4) den Stundentafeln und 5) den Lehrplänen für die einzelnen Unterrichtsgegenstände.

Im Unterrichtsfach Chemie in der Sekundarstufe I finden sich größtenteils inhaltliche Überschneidungen zwischen den Lehrplänen der einzelnen Schulformen. Speziell der Lehrplan für Chemie am Gymnasium und Realgymnasium (AHS) deckt sich inhaltlich gänzlich mit jenem der Mittelschule (MS). Der Lehrplan am wirtschaftskundlichen Realgymnasium (AHS) gestaltet sich umfangreicher, da in dieser Schulform für Chemie – sofern keine schulautonomen Lehrplanbestimmungen bestehen – doppelt so viele Wochenstunden wie in den anderen genannten Schulformen, nämlich vier, vorgesehen sind.

Angesichts gesetzlich verankerter Lehrplanbestimmungen ist das Unterrichtsthema „Säuren und Basen“ in allen Schulformen, in denen Chemieunterricht vorgesehen ist, verpflichtend von Lehrpersonen zu behandeln (vgl. BMBWF 2020: Lehrpläne). Das Thema „Säuren und Basen“ erscheint in den Kernbereichen der Lehrpläne der Sekundarstufe I an mehreren Stellen. Diese werden in der folgenden Tabelle dargestellt.

Schulform	Kernbereich
Gymnasium und Realgymnasium (AHS) / Mittelschule (MS)	Grundmuster chemischer Reaktionen • [...] • Alltagsbezogenes Erkennen der Bedeutung saurer und basischer Lösungen.

	• Einsicht gewinnen in wichtige Eigenschaften und Reaktionen von Säuren, Basen und Salzen
Wirtschaftskundliches Realgymnasium (AHS)	Grundmuster chemischer Reaktionen • [...] • zusätzlich: Erkennen der Bedeutung wirtschaftlich wichtiger Säuren, Basen und Salze sowie ihrer Gewinnung und Anwendung

Tabelle 1: Wesentliche Kernbereiche zum Thema "Säuren und Basen". (vgl. BGBl. Nr. 88/1985)

Aus den wiedergegebenen Auszügen lassen sich bereits einige konkrete Inhalte bzw. Begrifflichkeiten entnehmen, die der Unterricht thematisieren soll: „saure Lösung“, „basische Lösung“, „Säure“ und „Base“. Auch Kompetenzen werden vorgegeben, die die Lernenden erwerben sollen: allen voran: „Das Erkennen der Bedeutung saurer und basischer Lösungen“, Einsicht gewinnen in wichtige Eigenschaften und Reaktionen von Säuren, Basen und Salzen, sowie im wirtschaftskundlichen Realgymnasium zusätzlich „das Erkennen der wirtschaftlichen Bedeutung, Gewinnung und Anwendung von Säuren, Basen und Salzen“.

In welchem Ausmaß, an welcher Stelle und in welcher Form diese Kernbereiche jeweils Unterrichtsgegenstand sein sollen, geht aus dem Lehrplan nicht hervor. In dieser Hinsicht erlaubt der österreichische Lehrplan generell in allen Unterrichtsgegenständen einen sehr weiten Handlungsspielraum. Zusätzlich zu den Kernbereichen gibt es auch für das Fach Chemie eine Bildungs- und Lehraufgabe sowie didaktische Grundsätze. Erstere listet vor allem zentrale Aufgaben auf, denen der Chemieunterricht dient. Diese sind zum Beispiel „das Kennenlernen von chemischen Prinzipien und Arbeitstechniken auch anhand selbst durchgeführter Experimente“ (vgl. BGBl. Nr. 88/1985). Die didaktischen Grundsätze geben im Wesentlichen eine Empfehlung darüber, wie der Unterricht von der Lehrperson gestaltet werden soll. Unter anderem soll er beispielsweise „von der Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler ausgehen.“ (vgl. BGBl. Nr. 88/1985).

Die Unterrichtsgestaltung erfordert von den Lehrenden die Konkretisierung des allgemeinen Bildungszieles, der Bildungs- und Lehraufgaben, der didaktischen Grundsätze, sowie die Behandlung der Kernbereiche durch Festlegung der Unterrichtsziele, der Methoden, Sozialformen und Medien für den Unterricht. Dieser Gestaltungsprozess, in dem die Lehrkräfte eigenverantwortlich und ungebunden sind, ist wesentlicher Forschungsgegenstand dieser Arbeit.

Mit Einführung der Bildungsstandards im österreichischen Schulsystem ging man weg von einer Inputorientierung, hin zu einer Outputorientierung von Schule und Unterricht. Fortan liegen dem Unterricht nicht mehr Lehrinhalte, sondern vor allem Kompetenzen zugrunde, welche die Schüler*innen erlernen sollen. Damit soll Wissen nicht nur angehäuft werden, sondern die Lernenden in die Lage bringen, Phänomene erklären und vorhersagen zu können und damit zu informierten Urteilen zu kommen. Damit das geschieht, müssen Lehrpersonen ihren Unterricht so konzipieren, dass fachlich und fachdidaktisch wirksame Lerngelegenheiten entstehen, die zum Aufbau anschlussfähiger Konzepte und Kompetenzen führen (vgl. Kompetenzmodell Nawi 8).

2.1.2 Fachliche Klärung

2.1.2.1 Geschichtlicher Abriss zu Säuren und Basen

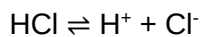
Im Laufe der letzten vier Jahrhunderte hat sich der Säure-Base-Begriff in der Forschung und im Unterricht gewandelt und wurde von vielen Wissenschaftler*innen immer wieder neu definiert. Der Erste, der Säuren und Basen unterschied, war der Engländer Robert Boyle. Im 17. Jahrhundert definierte er Säuren als Stoffe, die einen sauren Geschmack besaßen und in der Lage waren, den Pflanzenfarbstoff Lackmus rot zu färben. Zu den Basen hingegen zählten all jene Stoffe, die sich seifig anfühlten (vgl. Crosland 1973; Kolb 1978).

Im 18. Jahrhundert vermutete der Franzose Antoine Lavoisier, dass Säuren aus einem bestimmten Element, dem Sauerstoff, bestehen müssten, denn er erkannte, dass beim Lösen vieler Oxide in Wasser sauer schmeckende Lösungen entstehen. Das Element, das er entdeckt hatte, nannte er „Oxygenium“, auf Deutsch „Säurebildner“. Als „Basen“ bezeichnete er Stoffe, die die Wirkung von Säuren aufhoben (vgl. Crosland 1973; Kolb 1978).

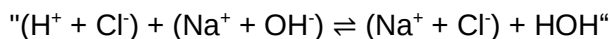
Ab dem Ende des 19. Jahrhunderts wurden vor allem wissenschaftliche Konzepte als Definition und Beschreibung von Säure-Base-Prozessen entwickelt. Der Schwede Svante Arrhenius präsentierte 1887 erstmalig eine zusammenhängende Theorie, die als „dissociation model“ (oder deutsch: „Konzept der elektrolytischen Dissoziation“) bekannt wurde (siehe Kapitel 2.1.2.2). Es folgten weitere Konzepte von Brønsted-Lowry und Lewis, bei denen jeweils eine neue Definition der Begriffe „Säure“ und „Base“ formuliert wurde. Während sich das Arrhenius-Konzept und das Brønsted-Lowry Konzept inhaltlich vielerorts widersprechen, bauen die Inhalte nach dem Brønsted-Lowry- und dem Lewis-Konzept aufeinander auf. Das Lewis-Konzept kann deshalb auch als Erweiterung der Brønsted-Lowry-Theorie gesehen werden (vgl. Kolb 1978; Mortimer & Müller 2015).

2.1.2.2 Das Säure-Base-Konzept nach Arrhenius

Das Konzept der elektrolytischen Dissoziation gab neue Einblicke in Säure-Base-Prozesse, die bis zu diesem Zeitpunkt noch unbekannt waren. Arrhenius führte darin an, dass Säuren und Basen Stoffe sind, die – wenn man sie in Wasser gibt – dissoziieren. Eine Säure dissoziiert dabei in Wasserstoffionen und einen Säurerest als Anion; eine Base dissoziiert in Hydroxidionen und ein Metallion als Kation. Beispielsweise zerfällt HCl in H^+ und Cl^- und NaOH in Na^+ und OH^- :



Reagieren nach Arrhenius Säure und Base miteinander, kommt es zur Neutralisationsreaktion. Diese kann wie folgt dargestellt werden:



oder



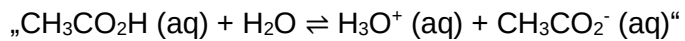
Arrhenius beschränkte sich in seiner Definition von Säuren und Basen auf wässrige Lösungen. Das heißt, eine Säure ist nur dann eine Säure, wenn sie in Wasser in H^+ -Ionen dissoziiert, und eine Base ist nur dann eine Base, wenn sie in OH^- -Ionen zerfällt. Je nachdem wie stark Säuren in wässriger Lösung dissoziieren, kann man starke und schwache Säuren bzw. starke und schwache Basen unterscheiden (vgl. Mortimer & Müller 2015: 238).

Die Definition nach Arrhenius ist insofern einschränkend, als der Begriff „Base“ nur auf hydroxidhaltige Substanzen anwendbar ist. Warum auch Ammoniak basisch reagieren kann, kann mit der Arrhenius-Theorie nicht erklärt werden. Dies ist erst mithilfe der Theorie nach Brønsted-Lowry möglich.

2.1.2.3 Das Säure-Base-Konzept nach Brønsted

Während Arrhenius Säuren und Basen als Stoffe klassifiziert, beschreibt Brønsted Säuren und Basen auf der Teilchenebene. Demnach sind Säuren Teilchen, die Protonen abgeben können (= Protonendonatoren) und Basen Teilchen, die Protonen aufnehmen können (= Protonenakzeptoren). Demnach entstehen bei der Reaktion einer Säure mit Wassermolekülen als Base Oxoniumionen (H_3O^+) und bei der Reaktion einer Base mit

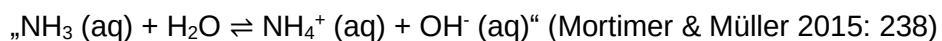
Wassermolekülen als Säure Hydroxidionen (OH^-). Am Beispiel der Essigsäure gibt ein Essigsäure-Molekül ein Proton an das Wasser-Molekül ab, welches seinerseits die Base darstellt. Dies kann anhand folgender Formelgleichung veranschaulicht werden:



(Mortimer & Müller 2015: 238)

Eine Säure-Base-Reaktion ist folglich eine Protonenübertragungsreaktion. Deshalb liegt diesen Reaktionen nach Brønsted auch das Akzeptor-Donator-Prinzip zugrunde. Eine Säure kann ein Proton nur entbinden, wenn es gleichzeitig von einer Base aufgenommen wird. Deshalb können freie H^+ -Ionen in einer Lösung – wie es bei Arrhenius der Fall ist – seiner Ansicht nach auch nicht vorliegen (vgl. Barke 2015: 11).

Anhand des Brønsted-Konzepts lässt sich auch erklären, warum Ammoniak eine Base ist. Bei der Reaktion von Ammoniak und Wasser übernimmt das Ammoniak-Molekül ein Proton vom Wasser-Molekül und es bildet sich ein Ammonium- und ein Hydroxid-Ion:



Dass Ammoniak eine Base ist, kann mit dem Konzept nach Arrhenius nicht erklärt werden, weil NH_3 -Moleküle keine OH^- -Ionen enthalten, die abgegeben werden können.

Während Arrhenius stets von der „Dissoziation“ bei Säure-Basen-Vorgängen spricht, beschreibt Brønsted die Protonenübertragung als „Protolysereaktion“. Bei ihm sind folglich auch das Protolyse-Gleichgewicht und der Protolysegrad die ausschlaggebenden Parameter für schwache und starke Säuren (vgl. Barke 2015: 11).

2.1.2.4 Die Neutralisationsreaktion

Im Zusammenhang mit Säure-Base-Reaktionen steht je nach Säure-Base-Konzept häufig auch die Neutralisationsreaktion. Im Sinne der Brønsted-Definition reagieren bei dieser Reaktion als treibende Kraft Oxoniumionen und Hydroxidionen miteinander und es entstehen Wassermoleküle. Dabei findet eine Protonenübertragung zwischen den Säureteilchen (H_3O^+) und Baseteilchen (OH^-) statt (vgl. Mortimer & Müller 2015: 280):



Gerne wird der Begriff der „Neutralisationsreaktion“ mit „Neutralisation“ gleichgestellt. Letztere Reaktion stellt jedoch einen Sonderfall der Neutralisationsreaktion dar, bei dem gleiche Mengen H_3O^+ -Ionen und OH^- -Ionen zu Wassermolekülen reagieren und der pH-Wert folglich bei 7 liegt (vgl. Lembens & Becker 2017: 13).

Als Merksatz bei der Neutralisationsreaktion findet man in Schulbüchern häufig folgende Formulierung: „Bei der Neutralisation reagieren Säure und Base unter Bildung von Salz und Wasser.“ Neben dem Begriff „Neutralisation“ ist auch der Begriff „Salz“ problematisch, weil es sich hierbei nicht um eine Ionenverbindung in kristalliner Form, sondern um aquatisierte Ionen handelt. Zudem sind diese Ionen an der Neutralisationsreaktion nicht beteiligt. Außerdem operiert der Merksatz auf unterschiedlichen Representationsebenen nach Johnstone. Während die Begriffe „Säure“ und „Base“ im Sinne von Brønsted als Teilchen aufgefasst werden, handelt es sich bei „Wasser“ und „Salz“ um Stoffe (vgl. Lembens & Becker 2017: 13).

2.1.3 Herausforderungen und Stolpersteine beim Lehren und Lernen

Im Unterrichtsfach Chemie treten bei vielen Themen besondere Herausforderungen sowohl für Lernende als auch für Lehrende auf (vgl. Johnstone 1991; Demuth et al. 2005; Menthe & Hoffmann 2015; Reiners et al. 2016). Diese sieht die Chemiedidaktik vor allem in Bezug auf Begriffe, die je nach Kontext etwas Anderes meinen können, theoretische Konzepte, die speziell für Schüler*innen in der Sekundarstufe I noch sehr abstrakt sind, oder thematische Zusammenhänge, die teilweise einfach zu komplex sind, um sie wissenschaftlich korrekt betrachten und auf einem geeigneten Niveau didaktisch reduziert und „richtig“ erklären zu können. Gerade beim Thema „Säuren und Basen“ kommen diese Herausforderungen besonders zum Tragen (vgl. Carr 1984; Garnett, Garnett & Hackling 1995; Duit 2010; Liu et al. 2014; Barke 2015; Lembens & Becker 2017; Lembens & Reiter 2018).

Im Kapitel „Säuren und Basen“ werden die Schüler*innen unausweichlich mit Konzepten zu Säuren und Basen konfrontiert. Aus der Wissenschaftsgeschichte geht hervor, dass sich speziell im 20. Jahrhundert (aber auch schon davor) viele Wissenschaftler*innen mit Säure-Base-Phänomenen beschäftigten. Der Säure-Base-Begriff wurde dabei von diesen unterschiedlich beschrieben (Carr, 1984; Lembens 2017; Dörfler & Barke, 2009). Bereits Ende des 20. Jahrhunderts hielt Carr (1984) fest, dass die Existenz unterschiedlicher wissenschaftlicher Konzepte zu Säuren und Basen problematisch ist. Hawkes (1992) führt aus, dass vor allem das Vermitteln des Arrhenius-Konzeptes vor dem Brønsted-Konzept zu Verwirrung bei Lernenden führen kann. Er spricht sich dafür aus, dass zuerst das Brønsted unterrichtet werden und das Arrhenius-Konzept nur am Rande erwähnt werden sollte, da Brønsted einfacher und besser zu verstehen ist und dadurch zu weniger Fehlkzepten bei Säuren und Basen führt. Als konkrete Probleme führt Hawkes (1992) an – wie schon in Kapitel 2.1.2.2 angesprochen – dass das Arrhenius-Konzept nicht erklären kann, warum Ammoniak eine Base ist und warum Ammoniakgas und Chlorwasserstoffgas in einer Säure-

Base-Reaktion auch bei Abwesenheit von H_2O -Molekülen miteinander reagieren. Eines der größten Probleme hierbei ist die Fixierung auf Hydroxid-Gruppen als Zeichen dafür, dass etwas als Base reagiert. Das lässt sich später kaum noch umlernen (vgl. Hawkes 1992: 542).

Hawkes sieht bei Arrhenius aber auch insofern ein Problem, als es den Eindruck erweckt, die Dissoziation einer Säure in Wasser würde „freiwillig“ ohne weitere Krafteinwirkung (bei der sich eine Bindung im Säure-Molekül freiwillig löst) ablaufen. Das Brønsted-Konzept wirkt diesem Fehlkonzept stärker entgegen, da die Base durch eine anziehende Kraft der Säure das H^+ -Ion gewissermaßen entreißt und selbst binden möchte (vgl. Hawkes 1992: 543).

Das Problem beim Erlernen von Säure-Base-Theorien liegt heute noch häufig darin, dass Noviz*innen dabei gleichzeitig unterschiedlichen Theorien folgen müssen, weil Lehrende Säure-Base-Konzepte nicht klar voneinander trennen und weil immer noch wenig erklärmächtige Konzepte unterrichtet werden, die mühsam umgelernt werden müssen. Bis heute werden zu diesem Thema Fehlvorstellungen von Schüler*innen erforscht und aufgezeigt, die ihren Ursprung oftmals in dieser inkonsequenten Praxis haben (vgl. Cross et al., 1986; Sheppard, 2006; Artdej et al., 2010; Hoe & Subramaniam 2016). Besonders beim Arrhenius- und Brønsted-Konzept, die beide vor allem in der Unterstufe (in der Oberstufe dann auch Lewis u.w.) gelehrt werden, treten Schwierigkeiten mit den Modellvorstellungen für Säuren und Basen auf, nicht nur, weil beide Theorien für Unterstufenschüler*innen oftmals zu abstrakt sind, sondern vor allem weil sie von Lehrenden vermischt an sie herangetragen werden. Speziell auch in Schulbüchern, die Lehrpersonen für die Vor-, Auf- und Nachbereitung von Unterricht nutzen, werden speziell die Konzepte nach Arrhenius und Brønsted nicht richtig dargestellt (vgl. Drechsler & Schmidt 2005; Lembens et al. 2016). Während die Arrhenius-Theorie von Substanzen ausgeht, operiert die Brønsted-Theorie mit Teilchen. Ein zentralerer Unterschied ist jedoch, dass es sich bei Brønsted um ein Donator-Akzeptor-Konzept handelt, und bei Arrhenius nicht. Eines der am häufigsten diskutierten Probleme mit Arrhenius ist die Fixierung auf Hydroxid-Gruppen als Zeichen dafür, dass ein Stoff als Base reagiert. Genau aus diesem Grund empfehlen viele Fachdidaktiker*innen Arrhenius nicht zu unterrichten (vgl. Hawkes 1992; Barke 2015¹; Lembens & Becker, 2017). Ein Vermischen verschiedener Ansatzpunkte der beiden Theorien führt deshalb zwangsläufig nicht nur zu sprachlichen Unangemessenheiten, sondern generell zu falschen Konzeptverständnissen.

¹ Nach Barke 2015 werden von Studierenden häufig fälschlicherweise die Begriffe „Dissoziation“ der Brønsted-Theorie und umgekehrt „Protolyse“ der Arrhenius-Theorie zugeschrieben.

Selbst Studierende des Lehramts Chemie haben Schwierigkeiten mit Säure-Basen-Konzepten und -Begriffen. An der Universität Wien wurden im Rahmen des Einführungsseminars in die Didaktik der Chemie über mehrere Jahre hinweg Vorstellungen von Studierenden des Lehramtes erhoben. Dabei wurde deutlich, dass die Studierenden z.B. Probleme mit der richtigen Unterscheidung von zentralen Begriffen wie „Säure“ und „saure Lösung“ beziehungsweise „Base“ und „basische Lösung“ hatten. Zudem wurde häufig nicht zwischen der makroskopischen, submikroskopischen und symbolischen Erklärungsebene nach Johnstone (2000) unterschieden (vgl. Lembens & Becker 2017; Lembens, A. & Reiter, K. 2018b).

2.2 Aspekte der Unterrichtsplanung, -durchführung und -reflexion

2.2.1 Phasen des Unterrichts

Während man unter Unterricht umgangssprachlich meist nur jenes Geschehen versteht, das – von einem Glockenschlag bis zum nächsten – 50 Minuten reicht, umfasst der Begriff tatsächlich weit mehr. Grundsätzlich lässt sich Unterricht in drei Phasen unterteilen. Diese sind, wenn man den Ausführungen zur allgemeinen Didaktik nach Kiper & Mischke (2009) folgt, die Unterrichtsplanung, die Unterrichtsdurchführung und die Reflexion.³

Die Unterrichtsplanung findet grundsätzlich vor dem eigentlichen Unterrichtsgeschehen im Klassenzimmer statt. In diesem fällt die Lehrperson Entscheidungen darüber, was die Schüler*innen lernen sollen. Genauer macht sich die Lehrperson Gedanken darüber, welche Themen und Ziele sie behandeln möchte und welche Kompetenzen die Schüler*innen entwickeln sollen. Im weiteren Sinne plant sie auch, wie das anschließende Unterrichtsgeschehen ablaufen soll. Diesbezüglich legt sie fest, anhand welcher Methoden und Medien die Schülerinnen die Ziele erreichen – das heißt: *wie* und *womit* sie lernen – sollen (vgl. Peterßen 1996a: 1).

Einige der im Unterricht tatsächlich durchgeführten Unterrichtsentscheidungen sind nach Hawthorne (1986) oftmals nicht geplant. Deshalb unterliegt die Unterrichtsdurchführung stets dem Prinzip der Variabilität (vgl. Apel 2007: 283). Dass es schwer ist, den Zusammenhang von Planung und Durchführung von Unterricht zu erforschen und dass es

³ Peterßen (2001) erweitert sein Phasenmodell von Unterricht durch Einführen einer Phase der Vorbereitung, die zwischen der Planung und Ausführung situiert ist (vgl. Peterßen 2001: 242 ff). Nach Becker (2008) ist zwischen *Unterrichtsplanung* und *Unterrichtsvorbereitung* zu unterscheiden, da sich erster erstere auf den kognitiven Prozess, letztere auf die praktischen Maßnahmen bezieht (vgl. Becker 2008: 28).

deshalb auch wenig Befunde in der unterrichtswissenschaftlichen Forschung gibt, beschreibt Seel (vgl. Seel 1997: 257-258).

Fälschlicherweise wird die Reflexion häufig als Phase nach dem Unterrichtsgeschehen angesehen. Analyse und Reflexion finden jedoch nicht erst nach dem Unterricht statt, sondern bereits währenddessen – und sie werden häufig schon in der Unterrichtsplanung hervorgerufen. In den Bildungswissenschaften wird mit der Reflexion eine Vielzahl an Handlungen verknüpft. Diese Handlungen setzen sich im Wesentlichen mit der Frage auseinander, inwiefern die Aspekte der Unterrichtsplanung und -durchführung umgesetzt wurden, also ob beispielsweise die Schüler*innen die geplanten Ziele erreicht haben, ob es zu nicht bedachten Herausforderungen während des Unterrichtsgeschehens kam, bzw. ob und wie auf diese Herausforderungen eingegangen wurde. Diese Form der Nachbereitung bildet zugleich die Voraussetzung für künftige Planungsaktivitäten (vgl. Schön 1992; Arnold et al. 2011: 83; Merckens 2010: 81).

2.2.2 Unterrichtsziele

Zu den wesentlichsten Aspekten von Unterricht zählen die Unterrichtsziele. Auf diese Ziele hin sind definierte Lehr-/Lernsituationen der Unterrichtsplanung, -durchführung und -reflexion ausgerichtet. Dabei ist es zunächst notwendig, ‚Lehrziel‘ von ‚Lernziel‘ zu unterscheiden. Als *Lehrziel* wird jenes Ziel verstanden, das die Lehrperson in der Unterrichtsplanung für die Lernenden vorsieht und welches sie mit dem Unterricht anstrebt: „Lehrziele sind Ziele, die die Menschen bei der Steuerung des Lernens anderer Menschen intendieren“ (Doyé 1995: 161). Das *Lernziel* bezeichnet hingegen die Verhaltensänderung, die ein Lernender infolge einer Lernsituation zeigen soll: „Ein Lernziel beschreibt den Zuwachs an Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten, den der Lernende am Ende des Lernprozesses erworben haben soll.“ (Hartmut-Lenhard 2003) Bis in die 1960er und 70er Jahre hat man in westeuropäischen Lehrplänen verstärkt noch von ‚Lehrziel‘ gesprochen. Durch das Aufkommen von stärker lernorientierten Lehrplänen wurde aber auch der Begriff ‚Lernziel‘ ebenso wichtig (vgl. Peterßen 2000: 114).

In jedem Fall bildet das Aufstellen von Lehrzielen die Grundlage der Planung eines zielorientierten Unterrichts. Die Lehrziele sind für das Entwickeln der Lernziele zentrale Voraussetzung. Sie werden von den Lehrenden initiiert und von den Lernenden im Idealfall erreicht. Dadurch wird eine gänzliche begriffliche Abgrenzung ohnehin zwecklos (vgl. Mager 1978: 2-6).

Das Aufstellen von Lehrzielen ist für den Unterricht insofern ein zentraler Aspekt, als dadurch andere Unterrichtsmomente erst definiert werden können. Diese sollen ihrerseits

dazu beitragen, dass sich das Lehrziel bestmöglich während des Unterrichtsgeschehens realisieren lässt. Ein Unterricht, in dem eine beliebige Auswahl der Inhalte, Methoden und Beurteilungsmaßnahmen stattfände, wäre nicht zielorientiert und damit willkürlich (vgl. Mager 1978: 2-6).

Lernziele werden meist operationalisiert. Darunter versteht man die „Beschreibung eines Endverhaltens, welches unter bestimmten Bedingungen an einem bestimmten Gegenstand gezeigt wird.“ (Arnold & Pätzold 2002: 100) Bereits Mager (1965) forderte eine explizite Formulierung anstelle einer impliziten Formulierung der Lernziele, was zu deren besseren Beobachtbarkeit und Messbarkeit führen soll. Hierfür soll eine operationalisierte Fassung eines Lernzieles drei Bedingungen erfüllen (vgl. Mager 1965: 2):

- (1) Es muss angegeben sein, welche Handlung der/die Lernende nach Erreichung des Lernzieles beherrschen soll („Endverhalten“).
- (2) Es muss angegeben sein, unter welchen Bedingungen die verlangte Aktivität zu erbringen ist („Bedingungen“).
- (3) Es muss festgelegt sein, welche Leistung als akzeptabel und welche als inakzeptabel zu werten ist („Beurteilungsmaßstab“).

Anhand dieser Bedingungen erkennt man auch, wann Lehrpersonen bewusst von einem Ziel sprechen. Anhand dieser Bedingungen können auch die Lehrziele, die im Zuge der Interviewführung und des Datenerhebungsverfahrens erfasst werden, identifiziert werden.

2.2.3 Unterrichtsmethoden

Der intrinsische Zusammenhang von Zielen, Methoden und Inhalten kann folgendermaßen veranschaulicht werden:

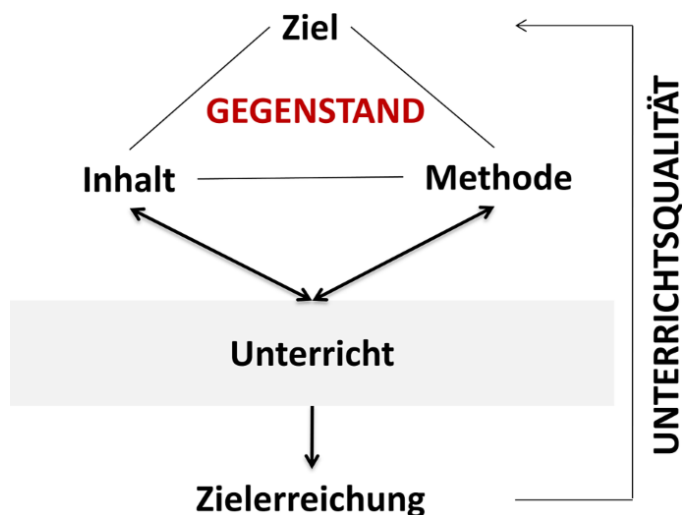


Abbildung 1: Intrinsischer Zusammenhang von Zielen, Methoden und Inhalten. Nach: Praetorius et al. (2020).

Abbildung 1 verdeutlicht, dass Unterricht ein Gefüge von Teilaspekten ist, das auf die Erreichung von Zielen ausgerichtet ist. Das Zusammenspiel von Ziel, Inhalt und Methode ist auch wesentlich für die Erforschung von Unterrichtsqualität, denn erfolgreicher Unterricht misst sich vor allem an der Zielerreichung (vgl. Praetorius et al. 2020: 429).

Im Unterricht besteht zwischen der inhaltlichen und methodischen Ebene ein ständiges Wechselverhältnis. Dieses beschreibt Blankertz (1975) als „Implikationszusammenhang“. Während Lerninhalte nach dem „Was“ fragen, werfen Unterrichtsmethoden die Frage nach dem „Wie“ auf (vgl. Blankertz 1975: 94). Methoden beschreiben, wie bestimmte Lerninhalte durch das Bereitstellen von Lerngelegenheiten von den Lehrenden zu den Lernenden gelangen. Jank & Meyer (2009) definieren Unterrichtsmethoden wie folgt: „Unterrichtsmethoden sind die Formen und Verfahren, mit denen Lehrende und Lernende die sie umgebende natürliche und gesellschaftliche Wirklichkeit im Unterricht vermitteln und sich aneignen“ (Jank & Meyer 2009: 54). Unterrichtsmethoden bestimmen damit die Formen und Verfahren zur Vermittlung und Aneignung von Zielen.

Wie bei Meyer (2002) ersichtlich, kann Unterricht als gesamtes Konstrukt von Zielen, einbezogenen Inhalten und den Methoden gesehen werden:

- (1) Das Unterrichtskonzept gibt den theoretischen, abstrakten Rahmen des Unterrichts vor. Es steht somit für die Stilform beim Unterrichten und Lernen. Beispiele für markante Stilformen bietet Meyer (1994) mit dem „problemorientierten Unterricht“ oder „offenen Unterricht“. Eine Reihe von Beispielen für Unterrichtskonzepte nennt Dethlefs-Forsbach (2005).
- (2) Sozialformen bezeichnen die Art und Weise der Zusammenarbeit der am Lernprozess beteiligten Personen und definieren die Interaktionsmöglichkeiten der

Lernenden. Vor allem folgende Formen werden tendenziell unterschieden: Einzelarbeit, Partnerarbeit, Gruppenarbeit und Klassenunterricht (vgl. Riedl 2004: 105).

- (3) Unterrichtsphasen strukturieren den Ablauf der Stunde. Nicht zuletzt werden sie deshalb von Meyer als „methodischer Gang des Unterrichts“ angesehen. Dieser folgt einem Drei-Takt, bestehend aus Einstiegsphase, Erarbeitungsphase und Transferphase. Auch bei stark unterschiedlichen Unterrichtskonzepten liegen diese Phasen in irgendeinem Ausmaß vor (vgl. Meyer 2002: 118).
- (4) Die methodische Umsetzung bildet jenen konkreten Aspekt der Unterrichtsmethode, der die Aspekte Unterrichtsform⁴, Sozialform und Phasen- bzw. Stundentypus⁵ praktisch realisiert. Hier werden vor allem dahingehend didaktische Überlegungen getroffen, wie Unterricht als theoretisches Konstrukt in konkretes Handeln überführt wird (vgl. Meyer 2002: 118).

2.2.4 Unterrichtsmedien

Mit der Implementierung von Bildungsstandards wurden in den Lehrplänen Kompetenzen verankert, um eine nachhaltigere Ziel- und Ergebnisorientierung von Unterricht sicherzustellen. Dadurch hat sich auch der Fokus weg von einem Input-orientierten Unterricht hin zu einem Output-orientierten Unterricht verschoben. Das Erreichen kompetenzorientierter Unterrichtsziele kann durch gezielt eingesetzte Unterrichtsmedien erleichtert werden (Bölsterli, Rehm & Wilhelm 2010: 138-140).

Als Unterrichtsmedien versteht man verschiedene Medien, die für Unterrichts- und Lehrzwecke eingesetzt werden. Sie werden als Hilfsmittel dazu verwendet, Lernobjekte zugänglicher zu machen. Sie sind zentrales Kommunikationsmedium zwischen Inhalt und Lernenden, gleichzeitig sollen sie die Aktivierung von Lernprozessen in Gang setzen und bestimmte Lernobjekte und -gegebenheiten akzentuieren (vgl. Martial & Ladenthin 2002: 15-26).

⁴ Die Unterrichtsformen werden als Grundtypen des Unterrichts aufgefasst. Sie bestimmen aufgrund der methodischen Rahmenbedingungen die Art der Interaktionen von Lehrenden und Lernenden. Beispielsweise zeichnet sich die „Freiarbeit“ dadurch aus, dass die Schüler*innen in Kleingruppen einen Stationenbetrieb durchlaufen (vgl. Köck 2005).

⁵ Der Stunden- bzw. Phasentyp definiert die Art der Handlungssituation im Unterricht näher, also ob beispielsweise in einem bestimmten zeitlichen Intervall eine Erarbeitungs-, Übungs-, Transferphase oder ähnliches stattfindet (vgl. Lipowsky 2007).

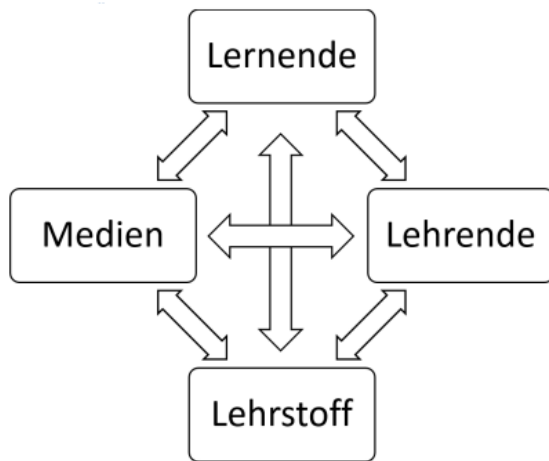


Abbildung 2: Didaktischer Tetraeder. Nach: Boeckmann & Heymen (1990).

Das Schulbuch gilt vielerorts als Standardmedium, weil es von Lehrenden und Lernenden zur Unterstützung herangezogen wird. Speziell in westeuropäischen Ländern, in denen die Schulbuchausgabe vom Staat bezahlt wird, verfügt jeder Schüler und jede Schülerin über ein Gratisexemplar, wodurch es zum Klassiker der Unterrichtsmedien wird. Auch wenn neue digitale Medien neue Kommunikationsmöglichkeiten eröffnen, bestätigen internationale Studien dennoch eine unverändert zentrale Bedeutung von Schulbüchern im Unterrichtsprozess: „Textbooks and ancillary materials will remain an instrument of extraordinary power. They may, in fact, be the most effective of educational technologies yet invented, and there is no reason to imagine a modern educational system where textbooks do not play a central role“ (vgl. Heyneman 2006: 36).

Als weiteres funktionsspezifisches Printmedium nimmt auch das Arbeitsblatt eine wesentliche Rolle im Unterricht ein. Arbeitsblätter „dienen unterrichtsbegleitend der Erarbeitung, Sicherung und Übung von Lerninhalten und erhalten den Charakter eines Wissensspeichers, der als Arbeits- und Lernhilfe vom Lehrer und auch vom Schüler z. T. selbstständig zu gestalten ist“ (Brettschneider 2001: 34). Gegenüber dem Schulbuch hat es den wesentlichen Vorteil, dass es häufig von den Lehrenden selbst erstellt wird und damit besser an die Bedürfnisse der jeweiligen Klasse angepasst werden kann. Es wird deshalb sehr oft unterrichtsbegleitend und schulbuchergänzend oder -ersetzend verwendet (vgl. Wellenhofer 1991: 14).

Tafelbilder haben eine lange Tradition. Sie helfen dabei, Themen und Impulse einzuleiten, Inhalte zu präsentieren und zu erläutern und Ergebnisse für alle zusammenzufassen. Noch immer gibt es in fast jedem Klassenraum ein Whiteboard, eine Leinwand oder eine Tafel. Diese Präsentationsmedien befinden sich meist an exponierter Stelle, sodass sie von allen Schüler*innen gut zu sehen sind. Zusätzlich sind sie universell, in jedem Augenblick und ohne Vorbereitung und größeren zeitlichen Aufwand einzusetzen. Meyer (1995) beschreibt

die Wandtafel als „Rückgrat des Frontalunterrichts“ und sieht in ihr eine Reihe von unabdingbaren Möglichkeiten zur Steuerung der Lernweise (vgl. Meyer 1995: 217). Die Lehrperson sollte sich deshalb auch der Wichtigkeit von Tafelbildern stets bewusst sein.

2.2.5 Der Versuch im Chemieunterricht

Als wissenschaftliche und didaktische Methode kommt dem Experiment speziell im Chemieunterricht als naturwissenschaftlicher Unterricht eine besondere Rolle zu. Der Versuch erfüllt im Chemieunterricht eine Reihe wichtiger Funktionen, allen voran unterstützt er den empirischen Erkenntnisgewinn durch das Formulieren und experimentelle Überprüfen von Hypothesen. Dabei wird den Lernenden oftmals ein hohes Maß an eigener kognitiver Aktivität ermöglicht, welches den Lernprozess verstärkt (vgl. Pfangert-Becker 2010: 40-41). Speziell Schüler*innenversuche sind in diesem Zusammenhang besonders fruchtbar, da sie den Lernenden Möglichkeiten zur Eigentätigkeit bieten (vgl. Becker et al. 1992).

Caine et al. (2009) führen aus, dass Lernen nicht nur die bloße Aufnahme und Speicherung von Informationen beinhaltet. Vielmehr handelt es sich in der Neurodidaktik nach Arnold (2009) um einen dynamischen Vorgang, bei dem „alle menschlichen Dispositionen beteiligt sind: alle Sinne, Werte, Emotionen, kognitive Abläufe (Verstehensprozesse), aber auch Handlungen (vgl. Arnold 2009: 182). Lernen definiert sich solcherart als die Anwendung der zur Verfügung stehenden Informationen (vgl. Caine et al. 2009: 11). Mit Schüler*innenversuchen können einige der von Caine et al. entwickelten Lehr-Lern-Prinzipien besonders entfaltet werden. Beispielsweise werden Schüler*innen in soziale Situationen eingebunden. Soziale Interaktionen können Lernprozesse fördern, gleichzeitig kann die gemeinsame Leistung mehrerer Gehirne bessere Ergebnisse hervorbringen (zweites Lehr-Lern-Prinzip). Für viele Schüler*innen bietet das auch die Möglichkeit, sich innerhalb ihrer Peer-Gruppe zu beweisen und akzeptiert zu werden. Das Gefühl, wahrgenommen und angenommen zu werden, trägt nach Arnold (2009) zu „relaxed alertness“, also entspannter Aufmerksamkeit bei (vgl. Arnold 2009: 190).

Außerdem besagt das neunte Lehr-Lern-Prinzip nach Caine et al., dass Schüler*innen besser lernen, wenn sie Informationen und Erfahrungen miteinander verbinden können. Gerade das Experimentieren im Fach Chemie bietet hier eine gute Möglichkeit, praktische Erfahrungen zu machen, um die theoretischen Inhalte anhand von Phänomen zu verarbeiten. Auch in dieser Tatsache gründet also der Einsatz von Versuchen (vgl. Caine et al. 2009: 11).

Naturwissenschaftliche Untersuchungen können aber auch in Form eines Demonstrationsversuchs Anwendung finden. Diese Versuche bieten vielerlei Möglichkeiten für den Unterricht. Es können abstrakte Prozesse auf der Phänomenebene an die Lernenden herangetragen werden oder es können Fragen provoziert oder beantwortet werden. Häufig schafft die Lehrperson durch einen Schauversuch auch eine Problemsituation, die letztendlich als Brücke zur Thematik und zum Fachinhalt dienen soll. Das Problem soll bei den Schüler*innen einen kognitiven Konflikt auslösen und sie zum Nachdenken anregen. Die entsprechende Problemsituation kann dann zum Beispiel in einem Plenumsgespräch erarbeitet und gelöst werden oder anhand von Transferaufgaben weiter erforscht werden. Im Laufe der Unterrichtsphasen können immer wieder Rückschlüsse auf das Ausgangsphänomen gezogen werden. Neben der hohen intrinsischen Motivation, die damit geweckt werden kann, haben Demonstrationsversuche auch den Vorteil einer schnellen und kontrollierten Umsetzung durch die Lehrperson (vgl. Pfeifer et al. 2002: 298).

Die Wichtigkeit des Experimentierens erschließt sich auch formal durch die im Kompetenzmodell für Naturwissenschaften der 8. Schulstufe aufgelisteten Handlungskompetenzen. Diese sehen vor, dass Schüler*innen insbesondere durch das Experimentieren einen Erkenntniszuwachs erlangen sollen. Konkret sollen sie experimentelle Ergebnisse mit Modellvorstellungen verknüpfen und damit einen tieferen Einblick in die makroskopische und submikroskopische Ebene der Stoffe und deren Umwandlung erlangen. Speziell der zweite Bereich der Handlungskompetenzen „Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren“ unterstreicht die genannte Notwendigkeit:

„Ich kann einzeln oder im Team...

E1) zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben

E2) zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen

E3) zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren

E4) Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen und interpretieren“

(vgl. Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe 2011).

3 Empirischer Teil

3.1 Methodische Vorüberlegungen

3.1.1 Auswahl einer geeigneten Erhebungsmethode

Die Wahl der passenden Erhebungs- und Auswertungsmethode ist je nach Forschungsinteresse entscheidend. Quantitative Forschung lebt von der standardisierten Untersuchung möglichst großer Fallzahlen. Menschen die quantitative Forschung betreiben versuchen, kausale Verknüpfungen und Zusammenhänge zu zeigen und zu erklären. Qualitative Sozialforschung hingegen erforscht die „Lebenswelten ‚von innen heraus‘“ (vgl. Flick, 2008: 14) und sucht nach relevanten Einzelfaktoren, die die Konstruktion von Faktorenzusammenhängen ermöglichen. Dabei sollen vielfältige und komplexe Phänomene zur Erkenntnis gebracht und Werte, Abläufe und Haltungen sichtbar gemacht werden. Ziel dabei ist es, nicht nur die bestehenden Gegenstände und Prozesse zu analysieren, sondern sie auch nacherleben zu können (vgl. Schön 1978: 20).

Um einen Zugang zu eben diesen komplexen Phänomenen zu erhalten, sind qualitative Interviews ein unverzichtbares Mittel der Datenerhebung. Hier sind teil- bzw. halbstrukturierte Interviews typische und beliebte Formen. Im Gegensatz zu standardisierten Interviews, bei denen Antwortmöglichkeiten mehr oder weniger vorgegeben werden, sind nicht-standardisierte Interviews geprägt von Offenheit und Erzählspielraum. Dadurch kommen die Komplexität kognitiver Strukturen, widerstreitende Meinungen, aber auch mangelnde Informiertheit deutlich zum Ausdruck (vgl. Flick 2007: 127). Andererseits werden durch eine vorgefertigte Grundstruktur in einem Leitfaden Leitfragen und Erzählimpulse so formuliert, dass sich das Interviewgespräch stets am Forschungsgegenstand orientiert.

Gerade Expert*inneninterviews, die mit Personen mit besonderer Expertise in einem bestimmten Gebiet geführt werden, sind für empirische Sozialforschung prädestiniert.⁶ Dem zunehmenden empirischen Interesse für Ansichten und Handlungsweisen von Expert*innen verdanken wir diese Form des Interviews. Methodisch sind diese deshalb interessant, weil ihr Wissen konstitutiv für Handlungsprozesse in modernen Gesellschaften ist. Dies bedeutet aber keinesfalls, dass dieses Wissen deshalb exakt, offen und systematisch ist (vgl. Weingart 2003). In der Methodendebatte zum Experteninterview wurde bereits von verschiedenen Autor*innen festgehalten, dass die Expert*innen selbst keine definierten Personen sind. Wer zu dieser Gruppe von Personen zählt, wird letztlich

⁶ Inwiefern man das Experteninterview überhaupt zu den genuin qualitativen Verfahren zählen kann, diskutieren Bogner et al. 2014: 1-5.

von der forschenden Person bestimmt, wodurch Expert*innen mehr oder weniger „bloß“ zu einem Konstrukt des Forschungsinteresses werden (vgl. Meuser & Nagel 2009).

Nichtsdestotrotz bilden Expert*innen als „Insider“ eine wichtige Zielgruppe für die Erforschung eines bestimmten Gegenstands. Nach Gläser und Laudel (2004) sind "Experten Menschen, die ein besonderes Wissen über soziale Sachverhalte besitzen, und Experteninterviews sind eine Methode, dieses Wissen zu erschließen" (Gläser & Laudel 2004: 10). Sie sind Personen, die aufgrund ihres sozialen Standes und ihrer feldinternen Handlungsexpertise Zugriff über bestimmte soziale Sachverhalte haben, den andere Personen nicht besitzen. Damit erreichen sie jenen Status, der sie zu Expert*innen für das untersuchte Themenfeld macht. Sie werden insbesondere dann als Zielgruppe in den Fokus genommen, wenn fachspezifisches Wissen in einem eingegrenzten Themenbereich von Interesse ist. Die wahrgenommene soziale Wirklichkeit wird dargestellt, indem Erfahrungen, Handlungen, Haltungen und Sinngebungen rekonstruiert werden. Individuelle oder kollektive Lebensphasen können auf einer zweitrangigen Ebene abgebildet werden (Meuser & Nagel 1994: 183).

Hoffmann-Riem (1980) befürwortet das Experten*inneninterview insofern, als es die zentralen Postulate der interpretativen Sozialforschung, nämlich „Offenheit“, „Kommunikation“ und „Prozesshaftigkeit“, im Forschungsprozess aufnimmt und vereint. Letzteres Prinzip sucht nach den Deutungs- und Handlungsmustern der Befragten, die im Laufe der Interviews sichtbar gemacht werden sollen. Dabei muss der Austausch aber kommunikativ und offen sein. Dies entspricht den Prinzipien der Kommunikation und Offenheit⁷:

„Das Prinzip der Kommunikation besagt, dass der Forscher den Zugang zu bedeutungsstrukturierenden Daten im Allgemeinen nur gewinnt, wenn er eine Kommunikationsbeziehung mit dem Forschungssubjekt eingeht und dabei das kommunikative Regelsystem des Forschungssubjekts in Geltung läßt“ (Hoffmann-Riem 1980: 346).

„Das Prinzip der Offenheit besagt, daß die theoretische Strukturierung des Forschungsgegenstandes zurückgestellt wird, bis sich die Strukturierung des Forschungsgegenstandes durch die Forschungssubjekte herausgebildet hat“ (Hoffmann-Riem 1980: 343).

⁷ Auch Helfferich (2009) führt das Prinzip der Offenheit an.

3.1.2 Auswahl der Expert*innen

Eine gut begründete Auswahl der Expert*innen ist ein wichtiges Element bei der Durchführung von Experteninterviews. Diese Auswahl richtet sich, wie auch die Anzahl der gewählten Expert*innen, in erster Linie nach der Forschungsfrage. Das Ziel der gegenständlichen Experteninterviews besteht darin, Informationen aus unterschiedlichen Perspektiven zu sammeln, um eine plastische Darstellung des Untersuchungsgegenstands zu ermöglichen. Für Unterricht können die Lehrer*innen als Expert*innen angesehen werden. Die gewählten Lehrkräfte sollen ihrerseits beschreiben, wie sie das Thema „Säuren und Basen“ in der Unterstufe unterrichten.

Für die folgende Interviewstudie wurden insgesamt sechs Expert*innen herangezogen. Als Voraussetzung ihrer Qualifikation als Expert*in bringen sie ein abgeschlossenes Lehramtstudium für das Unterrichtsfach Chemie mit sich. Zusätzlich sind sie derzeit Teil des österreichischen Lehrkörpers, unterrichten aktiv zumindest eine Klasse in der Sekundarstufe I in Chemie und weisen zumindest drei Jahre Berufserfahrung auf. Damit haben sie nicht nur Einblick in den Schulunterricht, sondern sind selbst die zentralen Akteure für das Unterrichten von „Säuren und Basen“.

3.2 Entwicklung des Interviewleitfadens

3.2.1 Inhaltlicher Aufbau des Leitfadens

In der Interviewpraxis ist es für den Forscher bzw. die Forscherin von zentraler Notwendigkeit, über Ressourcen zu verfügen, die Gesprächssituationen herstellen und steuern. Das Setting in diesen Situationen sollte sich so gestalten, dass die Expert*innen bereit sind, bedeutungstragende Informationen preiszugeben, die sich am Forschungsgegenstand orientieren. Zur Unterstützung der Expert*inneninterviews wird deshalb ein Interviewleitfaden angefertigt. Dieser soll die Schilderungen der Perspektiven und Handlungsprozesse der Expert*innen einleiten und befeuern. In halboffenen Interviews übernimmt der Leitfaden gleich eine Doppelfunktion. Zum einen dient er der Strukturierung des Themenfeldes, welches untersucht wird, zum anderen fungiert er als konkretes Hilfsmittel während des Interviewgesprächs (vgl. Bogner et al. 2014: 27-34).

Der erstellte Leitfaden gliedert sich in vier Spalten und mehrere Zeilen (siehe Anhang: *Interviewleitfaden*). Die erste Spalte enthält die Leitfragen bzw. die Erzählimpulse. Sie werden als thematische Einstiegsfragen immer als erstes an die Interviewten gestellt. Sie sind sehr offen formuliert, wodurch den Interviewten ein großer Erzählspielraum gegeben wird. Anfangs wird für den Interviewer stichwortartig beschrieben (fettgedruckte Wörter),

auf welche Hauptkategorien bzw. welches Themenfeld der Erzählimpuls unter anderem abzielt. Bei der Formulierung wird besonders auf Klarheit und Einfachheit geachtet, um gut verstanden zu werden (vgl. Helfferich 2009: 102-104).

Die zweite Spalte bilden Steuerungs- und Aufrechterhaltungsfragen. Diese steuern einerseits die inhaltliche Entwicklung des Interviews, zum anderen regulieren sie die Interviewgeschwindigkeit. Sie sollen helfen, den Erzählfluss, der durch die Erzählimpulse stimuliert wird, aufrechtzuerhalten und dienen vor allem dazu, mehr Informationen zu einem bestimmten Unterrichtsaspekt zu bekommen. Außerdem helfen sie dabei, dass der Erzählfluss nicht für längere Zeit unterbrochen wird und dass der/die Interviewte nicht vom eigentlichen Themengebiet abweicht (vgl. Helfferich 2009: 104-105).

Weitere Fragen, die in der dritten Spalte positioniert sind, sind Sondierungen. Diese dienen dazu, Detaillierungen zu ermöglichen. Sie zielen meist auf konkrete Aspekte ab, die der/die Interviewte an dieser Stelle nennen soll. Sie helfen vor allem dabei, für ein besseres Verständnis und für Vollständigkeit ganz konkreter Stellungnahmen zu sorgen. Sie sind den anderen Fragetypen untergeordnet und besitzen den Charakter des Nachfragens (vgl. Bogner et al. 2014: 66-68).

Im Gegensatz zur quantitativen Sozialforschung, wo alle Fragen standardisiert sein müssen, können in qualitativen Interviews die Fragen je nach Interviewpartner*in variieren. Nichtsdestotrotz empfiehlt es sich, dass sich alle Interviewten zu den gleichen Unterrichtsaspekten äußern (vgl. Bogner et al. 2014: 27-30). Es wird deshalb besonders darauf geachtet, dass alle Erzählimpulse bei jedem Experten und jeder Expertin in gleicher Form gestellt werden.

Als letzte Spalte wird noch eine Memospalte eingeführt, welche stichwortartig die deduktiv erstellten Oberkategorien⁸ auflistet, die mit dem jeweiligen Gesprächsimpuls erfragt werden. Diese Spalte ist dazu da, einen besseren Überblick über das Interviewgespräch zu erhalten, um sich gegebenenfalls persönliche Anmerkungen zum Interviewgespräch zu notieren, sowie auch Hinweise für die anschließende Nachbereitung des Interviews.

3.2.2 Formale Aspekte des Interviewleitfadens

In seinem Aufbau enthält der Leitfaden – neben dem Hauptteil, bestehend aus Leitimpulsen, Steuerungsfragen und Sondierungen – auch einen Einleitungs- und einen

⁸ Die Kategorien werden im Wechselverhältnis zwischen Theorie und dem konkreten Material entwickelt, durch Konstruktions- und Zuordnungsregeln festgelegt und während der Analyse weiterentwickelt und rücküberprüft.

Schluss teil. Im Einleitungsteil werden den Teilnehmer*innen nochmals die wichtigsten Rahmenbedingungen des Interviews und der Nutzen des Interviews sowie der Arbeit für die fachdidaktische Forschung erklärt. Gleichzeitig wird nochmals eine Teilnahmebestätigung von den Expert*innen eingeholt.

In Bezug auf die Leitimpulse wurde darauf geachtet, dass der Einstieg ins Interview die Lehrenden nicht überfordert, um sie nicht schon anfangs für das Erzählen zu entmutigen. Im Sinne eines lockeren Einstiegs, in dem sie ihre Erfahrungen im Lehrberuf kundtun, sollen die Interviewpartner*innen zunächst einmal in der Interviewsituation „ankommen“.

Im Zuge der weiteren Fragen, wurde sichergestellt, dass diese klar und einfach formuliert sind. Auch wurde darauf geachtet, keine Suggestivfragen oder geschlossenen Fragen zu stellen, die Antworten vorwegnehmen oder massiv eingrenzen. Eine werteschätzende Kommunikation wurde von Beginn an gepflegt.

Vor der Durchführung des ersten „richtigen“ Interviews wurde schließlich noch ein Probeinterview mit einem ersten Leitfaden-Entwurf geführt, um dessen Tauglichkeit und Flexibilität zu überprüfen. Nach dem Probeinterview wurden einige Fragen noch im Austausch mit der Betreuerin entsprechend adaptiert.

3.3 Interviews mit den Lehrenden

3.3.1 Planung und Durchführung der Interviews

Zur Kontaktaufnahme wurden zuerst jene Lehrkräfte, die als Mentor*innen für Studierende des Lehramts Chemie mit der Universität Wien kooperieren, mittels elektronischen Anschreibens, das vom AECC Wien versendet wurde, gebeten, an der Interviewstudie teilzunehmen. Aufgrund der geringen Anzahl an Freiwilligen wurden einige Lehrkräfte auch persönlich vom Verfasser dieser Arbeit zur Teilnahme bewogen. Insgesamt wurden sechs Lehrkräfte interviewt.⁹

Bei der Kontaktanfrage wurden die Expert*innen über das Thema und den organisatorischen Ablauf der Befragung informiert. Es wurde darauf geachtet, dass im Vorhinein keine detaillierte Beschreibung des Forschungsgegenstandes stattfindet, um die Objektivität und Unvoreingenommenheit der Expert*innen zu gewährleisten. Zusätzlich wurden sie gebeten, vor dem Interview ein Tafelbild oder eine Schüler*innen-Mitschrift zu senden und dann im Gespräch parat zu haben, damit einerseits etwaige Fragen dazu

⁹ Zwei Lehrpersonen reagierten auf das Anschreiben vom AECC, vier weitere wurden vom Autor der Arbeit persönlich kontaktiert.

gestellt werden können, die der Interviewführung zum besseren Verstehen der Lehrinhalte und dem methodischen Zugang dienen, andererseits die Lehrperson in der Lage ist, genau zu beschreiben, wie sie diese Inhalte genau darstellt.

Die Interviewdauer wurde so gewählt, dass Informationen zu allen wesentlichen Unterrichtsaspekten (siehe Theorieteil) gegeben werden konnten, aber gleichzeitig die Kommunikationsfähigkeit der Befragten nicht überstrapaziert wurde, da mit steigender Interviewdauer auch die Konzentration und damit die Qualität der Antworten abnimmt. Für ein Interview wurde in etwa eine dreiviertel Stunde Zeit veranschlagt; je nach Sprechtempo und Ausführlichkeit der Interviewten lag die Interviewdauer zwischen 40 und 57 Minuten.

Die Interviews wurden im persönlichen Gespräch an den jeweiligen Schulstandorten bzw. pandemiebedingt auch online über *Zoom* geführt und nach Einverständnisabfrage mit einem Audiogerät aufgezeichnet. Der gesamte Gesprächsverlauf, inklusive der unterrichtsbezogenen Daten, ist in der Arbeit nur in transkribierter Form erhalten. Wichtige persönliche Daten wie Name oder Geburtsdatum wurden nicht erfasst.

3.3.2 Nachbereitung der Interviews

Alle Interviews wurden transkribiert. Die Transkriptionsregeln folgen im wesentlichen Kuckartz et al. (2007) bzw. Mayring (2015):

- Alle Interviews wurden vollständig und wörtlich transkribiert. Grammatikalische Inkorrektheiten bzw. Unvollständigkeiten wurden belassen. Dialektwörter wurden eingedeutscht.
- Räuspern und Füllwörter, wie zum Beispiel „ähm“, wurden weggelassen.
- Für Sprechpausen und Stockungen von mehr als drei Sekunden wurde ein Bindestrich (-) eingesetzt. Verbal-akustische Uneindeutigkeiten wurden mit drei Punkten (...) gekennzeichnet.
- Besonderes Ausdrucksverhalten wie Lachen, auffälliges Räuspern etc. wurden in runder Klammer angegeben.
- Für gestellte Fragen des Interviewers wurde der Buchstabe „F“ verwendet, für Antworten vonseiten der Lehrkraft der Buchstabe „L“.

(vgl. Kuckartz et al. 2007: 27ff; Mayring 2015: 57). Die Interviews wurden anschließend im Computerprogramm *MAXQDA*¹⁰ hochgeladen und weiterverarbeitet (siehe Kapitel 3.4.3).

¹⁰ MAXQDA ist eine Datenanalyse-Software der Firma *VERBI* zur computergestützten qualitativen Daten- und Textanalyse.

3.4 Auswertungsmethode

3.4.1 Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring

Um aus den Interviews verwertbare Ergebnisse zu gewinnen, ist eine gut geplante und systematisch strukturierte Materialanalyse vonnöten. Hierfür soll die qualitative Inhaltsanalyse als Analysemethode genutzt werden. Diese soll die systematische und theoriegeleitete Analyse der schriftlich festgehaltenen Kommunikation in den Interviews ermöglichen.

Im Unterschied zu freien Interpretationsformen hat die qualitative Inhaltsanalyse als Auswertungsmethode den Vorteil, dass sie einer systematischen Vorgehensweise folgt. Vorgegebene Ansatz- und Verfahrensregeln sorgen dafür, dass jede auswertende Person, den gleichen Arbeitsschritten folgend, die Analyse durchführen und zu vergleichbaren Ergebnissen kommen kann. Dies sorgt für eine höhere Nachvollziehbarkeit der Forschungsmethode, wodurch insgesamt die Reliabilität der Erkenntnisse gesteigert wird (vgl. Mayring 2010: 50-51).¹¹

3.4.2 Erstellung des Kategoriensystems.

Das Kategoriensystem bildet das zentrale Instrument zur Analyse der gewonnenen Daten. Dieses dient dazu, die Komplexität des Materials auf die wichtigsten Grundaussagen und Zusammenhänge zu reduzieren. Hierfür müssen die bedeutungstragenden Textstellen interpretativ und regelgeleitet genau definierten Kategorien zugeordnet werden (vgl. Kuckartz 2007: 57). Bei der Bezeichnung der Kategorien handelt es sich um Einzelwörter oder Mehrwortkombinationen. Bei der Kategorienbildung sind zwei grundlegende Verfahrenstechniken zu unterscheiden: die deduktive Kategorienbildung und die induktive Kategorienbildung. Bei ersterer werden die Kategorien vor der Analyse des Datenmaterials theoriegeleitet erstellt. Diese bietet sich vor allem dann an, wenn schon zuvor Hypothesen zum Forschungsgegenstand aufgestellt wurden und diese überprüft werden sollen. Die gewonnenen Datensätze können den deduktiv aufgestellten Kategorien zugeordnet werden.

¹¹ An dieser Stelle sei erwähnt, dass im Forschungsseminar, das begleitend zu dieser Arbeit besucht wurde, weitere Kommilitonen einige Codes, die im Zuge der qualitativen Inhaltsanalyse zusammengefasst wurden, auf ihre Nachvollziehbarkeit hin überprüft haben. Diese Handlung hat zur Anpassung einiger Codes geführt. Dies sollte für ein höheres Maß an Reliabilität der Forschung sorgen.

Dabei können schon vor und während der Interviews Entscheidungen getroffen werden, die dem Erlangen bestimmter kategorischer Informationen dienen. Abbildung 3 zeigt schematisch die Schritte zur deduktiven Kategorienbildung (vgl. Mayring 2015: 68).

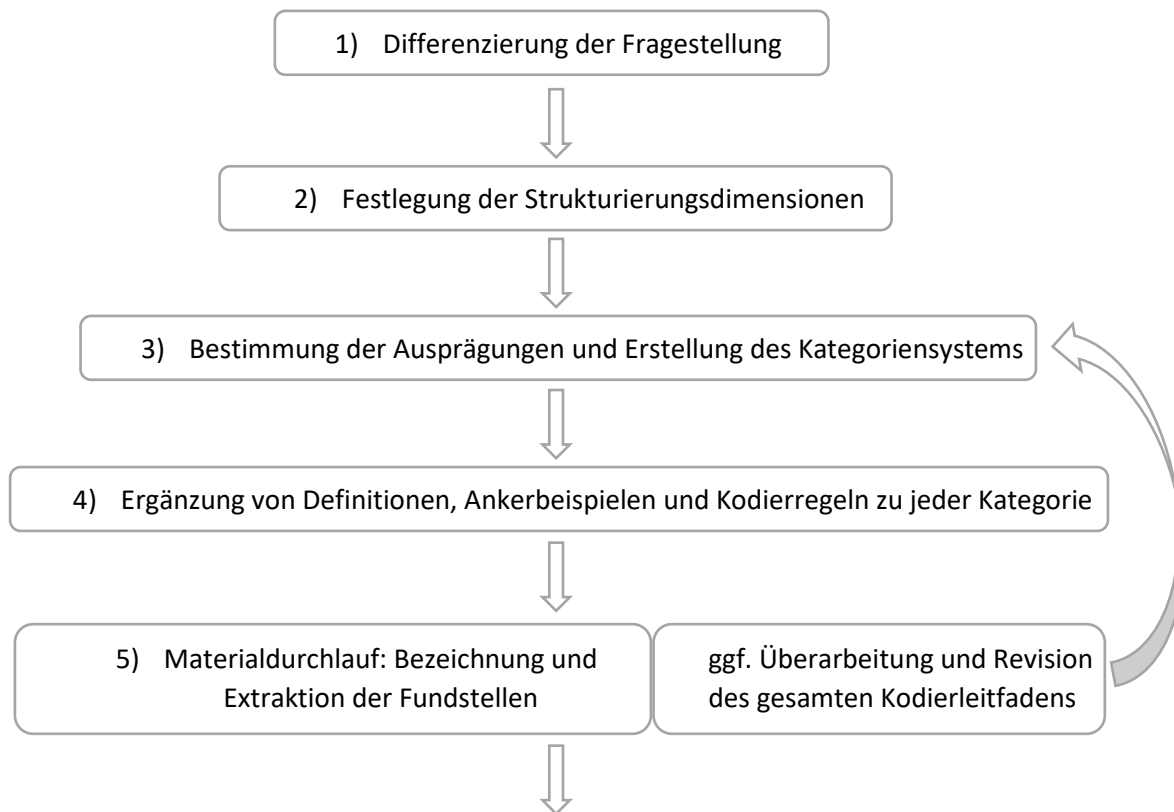


Abbildung 3: Schritte der deduktiven Kategorienentwicklung nach Mayring (2015).

Bei der induktiven Kategorienbildung werden die Kategorien direkt aus dem Material selbst abgeleitet. Ziel ist es, die gewonnenen Daten in eine reduzierte Form zu bekommen und durch Kategorien wiederzugeben, ohne die Aussagen dabei zu verfälschen. Dieser Prozess wird stufenweisen vollzogen. Die jeweiligen Schritte sind in Abbildung 4 schematisch veranschaulicht.

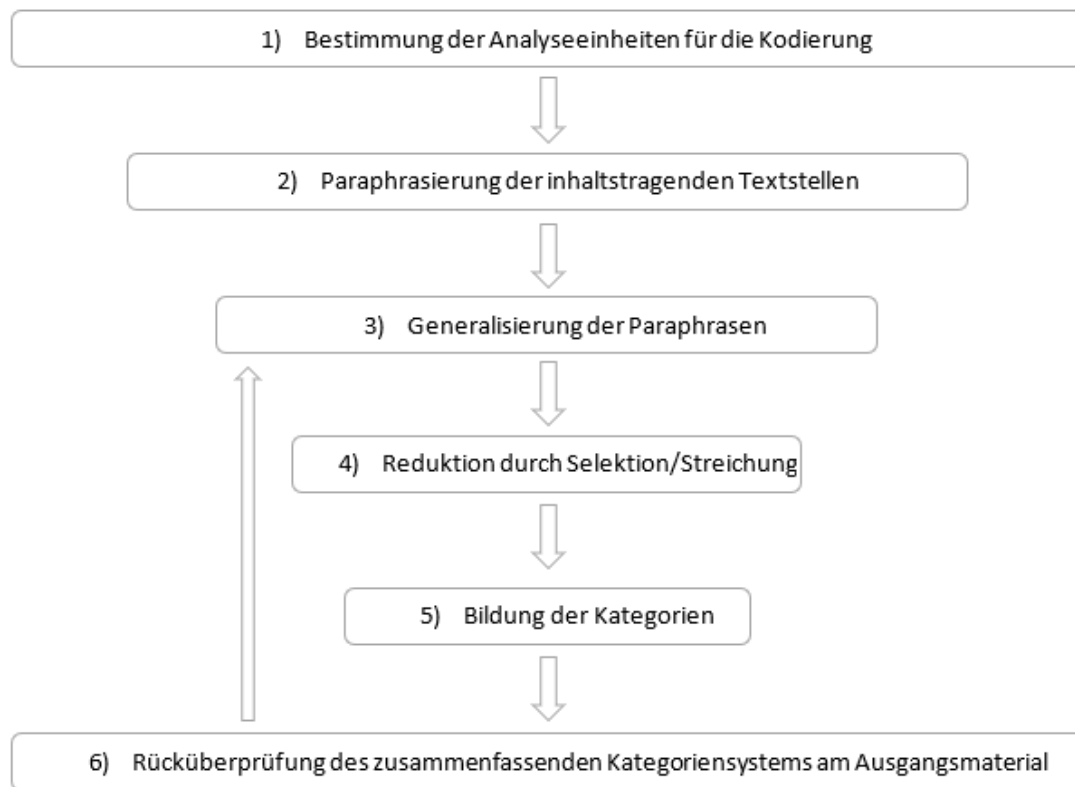


Abbildung 4: Schritte der induktiven Kategorienentwicklung nach Mayring (2015).

Innerhalb von Forschungsprojekten kombiniert man gerne deduktive und induktive Vorgehensweisen miteinander, um die Schwächen der einen Methode mit den Stärken der anderen auszugleichen. Der Rahmen der Analyse würde durch reine Deduktion bereits vor der Datenerhebung zu stark eingegrenzt werden. Im Gegensatz dazu würde reine Induktion die zielgerichtete Erfragung nach forschungsbezogenen Daten in den Interviews erschweren (vgl. Gläser & Laudel 2010: 199). Deshalb wurde auch beim vorliegenden Forschungsprojekt das Kategoriensystem deduktiv entwickelt und induktiv erweitert.

3.4.2.1 Deduktives Vorgehen

Damit auch deduktive Kategorienbildung gelingt, ist es zunächst wichtig, die Fragestellung und den aktuellen Stand der Forschung zu betrachten. Für die vorliegende Fragestellung „Wie wird das Thema ‚Säuren und Basen‘ in der Unterstufe unterrichtet?“ müssen zunächst die wesentlichsten Unterrichtsaspekte aufgegriffen werden. Die entscheidenden Unterrichtsaspekte wurden bereits im Theorieteil dieser Arbeit aufgelistet. Sie umfassen die Phasen des Unterrichts, die ausgewählten Lehrziele, -methoden und -medien, sowie konkrete Vorgaben und Herausforderungen beim Unterrichten von „Säuren und Basen“. Zudem bilden falsch vermittelte Konzepte und die Vermischung von Konzepten, die eine

der wichtigsten Ursachen für die vielfältigen Fehlvorstellungen der Menschen, die aus der Schule kommen, einen sehr wesentlichen Teil des Säure-Base-Unterrichts und damit ebenso einen wichtigen Untersuchungsgegenstand. Diese Aspekte spiegeln sich in den inhaltstragenden Aussagen der Lehrpersonen wider, die zunächst in Oberkategorien zusammengetragen werden sollen.

Die Oberkategorien wurden bereits vor der Erstellung des Leitfadens festgelegt. Die Leitfragenimpulse am Fraggbogen sollen inhaltstragende Antworten zu diesen Oberkategorien hervorzurufen. Während der Interviewführung konnte dadurch auch beobachtet werden, zu welchen Oberkategorien bereits Aussagen getätigt wurden, und zu welchen noch Informationen preisgegeben bzw. welche Steuerungsfragen gestellt werden sollten.

Bei der Strukturierung des Kodierleitfadens wurde darauf geachtet, Oberkategorien zu formulieren, die klar voneinander abgrenzbar sind und die mit den Gesprächsimpulsen erfragt werden können. Die Oberkategorien werden anschließend genauer beschrieben und definiert. Um ein besseres Verständnis von diesem theoretischen Konstrukt bestehend aus einer Vielzahl an Kategorien zu bekommen, werden in einem nächsten Schritt Ankerbeispiele formuliert. Diese sind typische Interviewzitate, die jene Textstellen widerspiegeln, die unter die jeweilige Kategorie fallen. Abschließend wird an Stellen, bei denen es zu Abgrenzungsproblemen zwischen Kategorien kommt, eine Kodierregel eingeführt, die begründen soll, warum eine bestimmte Textstelle nicht einer anderen Oberkategorie zugeordnet wird (vgl. Mayring 2015: 97-99) (siehe Tabelle 2).

Kategorie	Definition	Ankerbeispiele	Kodierregeln
K.1.1.: behandelte Themen	Diese Unterthemen werden von den Lehr*innen im Kapitel "Säuren und Basen" behandelt.	"Bevor ich dann mit den Kindern die Säuren und die Laugen im speziellen behandle, also dass wir speziell auf die Salzsäure eingehen, auf die Schwefelsäure, ihre typischen Eigenschaften, und so weiter, gehen wir so die allgemeinen Eigenschaften durch, [...]"	Die thematisierten Inhalte müssen auf konkrete Unterthemen des Säure-Base-Kapitels abzielen.
K.1.2.: Begriffe und Definitionen	Diese Begriffe werden von den Lehr*innen im Kapitel "Säuren und Basen" behandelt oder erwähnt.	"Oke, also am Beginn, bevor ich in das Thema „Säuren und Laugen“ einsteige, ist für mich also der Indikator – Begriff sehr wichtig, der pH-Wert sehr wichtig, [...]"	Es müssen Begriffe sein, die von der Lehrperson thematisiert werden oder von dieser als besonders wichtig angesehen werden.

K.1.3.: vermittelte Konzepte	Diese Konzepte werden von den Lehr*innen als wesentlich erachtet oder den S&S dargebracht.	"Für mich ist es wichtig in der Unterstufe, dass die Schüler*innen vor allem, so wie Sie es auch gerade angesprochen haben, Donator-Akzeptor-Prinzip auch bei den Säuren und Basen verstehen. Das heißt, für mich ist es wichtig, dass die Schüler*innen eben dieses Konzept begreifen und verstehen, dass Säuren Protonen abgeben und Basen Protonen aufnehmen, beziehungsweise Hydroxidionen OH ⁻ - Ionen abgeben."	Es darf sich nicht um einfache Lehrziele handeln, die die S&S erreichen, sondern sie sollen komplexe Zusammenhänge verstehen.
K.1.4.: Lehrziele	Diese Lehrziele werden von der Lehrperson angestrebt.	"Ich hätte gerne, dass die Schüler Beispiele nennen können, Vertreter, [...]."	Hier muss ein konkretes Lehrziel erkennbar sein. Es soll sich nicht um ganze Konzepte handeln, für deren Verständnis die Lernenden eine Vielzahl unterschiedlicher Lehrziele erreichen sollen.
K.1.5.: Aussagen zur Neutralisationsreaktion	Diese Aussagen zum Zitat "Bei der Neutralisation reagieren Säure und Base unter Bildung von Salz und Wasser." werden getätigt.	"Also da werden viele Vereinfachungen getroffen, die als grobe Richtlinie vielleicht in der vierten Klasse okay ist, aber die schon noch zusätzlich erklärt gehört."	Die Aussagen müssen sich auf das erwähnte Zitat beziehen.
K.1.6.: Darstellungsformen	Anhand dieser Formen werden Reaktionsgleichungen dargestellt.	"Ich verwende also die gängige chemische Formelsprache, wenn man so möchte, manchmal male ich dann auch gerne Kugeln und Punkte, [...]" "Das ist dann HCl plus NaOH wird zu H ₂ O plus NaCl."	
K.1.7.: Anknüpfung an andere Themen		"Das macht auch Sinn von den chemischen Bindungen, die vorher ja eigentlich erklärt werden sollten, weil dann baut man auch dann diese Struktur immer weiter auf. Und es ist dann nicht etwas abgeschlossenes und fertig, sondern zur	

		lonenbindung haben wir schon etwas gehört. Wir haben Kationen gehört, wir haben Anionen gehört."	
K.2.1.: Unterrichtsmedien	Diese Unterrichtsmaterialien werden eingesetzt.	"Das heißt, während die eine Hälfte sozusagen im Laborsaal das Experiment durchführt, die Untersuchung der Alltagsstoffe durchführt, bekommt die andere Hälfte einen Arbeitsauftrag in Form eines Arbeitsblattes, den sie im anderen Raum erfüllen müssen."	Mit diesen Unterrichtsmaterialien müssen die S&S in irgendeiner Form arbeiten.
K.3.1.: Planung und Einstieg	Aussagen, die die Unterrichtsplanung bzw. den Einstieg in das Kapitel "Säuren und Basen" beschreiben, werden hier notiert.	"Indem sie mir auf meine Frage antworten. Also zum Beispiel sage ich wirklich als Einstieg in dieses Thema, wenn ich mich jetzt noch richtig erinnere, heute besprechen wir Säuren und Basen, was fällt euch denn dazu ein? Was ist denn für euch ein Säure?"	
K.3.2.1.: Sicherheitsaspekte	Sicherheitsaspekte, welche die Lehrperson berücksichtigt.	"Nachdem man jetzt nicht so gerne wahrscheinlich, die einmolare Natronlauge den Schülerinnen und Schülern in die Hand gibt, mach ich das immer mit einem zusätzlichen Verdünnungs-Schritt, [...]"	Es handelt sich hierbei nicht um Lehrziele, die die Lehrperson anstrebt, sondern Präventionsmaßnahmen, um den Unterricht sicherer zu gestalten.
K.3.2.2.: Didaktische Reduktion/weggelassene Themen	Bestimmte Inhalte müssen reduziert werden, um von den S&S verstanden zu werden.	"ich glaube, dass es den Schülern schon einfacher fällt, wenn man mit H^+ -Ionen bei Säuren noch arbeitet und nicht mit H_3O^+ -Ionen."	

K.3.2.3.: Kontexte /Alltagsbezüge	An vielen Stellen werden Alltagsbezüge hergestellt.	"Es sind Alltagssachen, die sie glaube ich alle zuhause haben und wo man dann wirklich mithilfe einer chemischen Reaktion, die auch noch in dem Fall für die Schüler sehr ansprechend ist, egal ob es jetzt in Richtung Getränk geht oder ob es in Richtung des kleinen Raketenversuches, des Wegsprengens mithilfe von CO ₂ geht. Also, dass sie da diese Anknüpfungspunkte und diesen Alltagsbezug wirklich wirklich sehen."	Die Lehrperson muss bewusst thematisch bezogene Inhalte mit Alltagsphänomenen verknüpfen.
K3.2.4.: Thematisierung von Fehlkonzepten	Fehlkonzepte der S&S werden genannt.	"Also dass sie ätzende Wirkung, für Schüler ist, wenn man sie einfach fragt, Säuren sind ihnen viel geläufiger als Basen und für sie sind nur Säuren ätzend."	
K.3.2.5.: Herausforderungen	Herausforderungen für S&S und für die Lehrperson werden genannt.	"Diese Erfahrung habe ich auch immer wieder gemacht, dass so diese, das Teilchenkonzept, wir reden über Atome und subatomare Teilchen am Beginn eines Unterrichtsjahres, ohne dass man das den Schülern zeigen kann, bei vielen funktioniert das zwar ganz gut dieses Abstraktionsvermögen, aber es gibt natürlich auch immer wieder Schülerinnen und Schüler, die mit diesem Abstraktionsprozess Schwierigkeiten haben."	
K.3.2.6.: Sozialform	Es werden Aussagen zur Sozialform getätigt.	"aber die grundlegenden Dinge, die Einführung, das mache ich lieber selber."	Es muss erkennbar sein, in welchem sozialen Setting die S&S arbeiten.

K.3.3.1. Reflexion	Die Lehrperson beschreibt, wie die Unterrichtsreflexion stattfindet.	"Und als methodisches Instrument, der Überprüfung oder Reflexion des Lernstoffs dienen sicherlich die schriftlichen Überprüfungen, die ich sehr gerne durchführe."	Bereits behandelte Inhalte müssen nochmals thematisiert oder überprüft werden.
K.4.1.: Fachliche Ungenauigkeit der Lehrperson	Die Lehrperson ist fachlich ungenau.	"Natürlich einmal den Neutralisationsvorgang selber, dass eben das Metallion von der Lauge sich mit dem negativen Säurerestion verbindet zu einem Salz und dass es bei der Reaktion immer zu einem Salz gelöst im Wasser kommt."	Es werden offensichtlich Dinge den S&S falsch erklärt.
K.5.1.1. Gewichtung des Themas	Die Lehrperson verweist auf die Relevanz des Themas.	"Natürlich einmal den Neutralisationsvorgang selber, dass eben das Metallion von der Lauge sich mit dem negativen Säurerestion verbindet zu einem Salz und dass es bei der Reaktion immer zu einem Salz gelöst im Wasser kommt."	Die Besonderheit oder Wichtigkeit des Themas kommt in irgendeiner Form zum Vorschein.

Um generell zu verstehen, welche Unterthemen die Lehrpersonen überhaupt mit dem Säure-Base-Unterricht behandeln, wurde als erste Oberkategorie die Kategorie „behandelte Themen“ (K.1.1.) erstellt. Diese wurde wie folgt definiert: „Diese Unterthemen werden von den Lehrer*innen im Kapitel ‚Säuren und Basen‘ behandelt.“ Zur besseren Abstraktion und Abgrenzung der Kategorie wurde eine Kodierregel eingeführt: „Die thematisierten Inhalte müssen auf konkrete Unterthemen des Säure-Base-Kapitels abzielen.“ und folgendes Ankerbeispiel angegeben: "Bevor ich dann mit den Kindern die Säuren und die Laugen im speziellen behandle, also dass wir speziell auf die Salzsäure eingehen, auf die Schwefelsäure, ihre typischen Eigenschaften, und so weiter, gehen wir so die allgemeinen Eigenschaften durch, [...]". Dies erleichtert die Zuordnung inhaltlich ähnlicher Aussagen.

Die zweite Oberkategorie ist die Kategorie „Begriffe und Definitionen“ (K.1.2.). Diese steht insofern mit erster Oberkategorie in Verbindung, da beide Kategorien vor allem Lehrinhalte umfassen. Der zweite Erzählimpuls im Interview wird deshalb mit „Lehrinhalte“ betitelt. Dieser veranlasst die Befragten, inhaltstragende Aussagen zu verschiedenen Oberkategorien (vor allem K.1.1 - K.1.7) zu tätigen. Die transkribierten und markierten Aussagen werden nach der Befragung der entsprechenden Kategorie zugeordnet.

3.4.2.2 Induktives Vorgehen

Zu Beginn der Datenauswertung ist es immer sinnvoll, sich über die erstellten Transkripte einen Überblick zu verschaffen (vgl. Kuckartz et al. 2008: 33ff). In einem ersten Schritt wurden deshalb alle Interviews quergelesen und grob gekennzeichnet, an welchen Stellen inhaltstragende Aussagen zu bestimmten Oberkategorien enthalten sind. Nachfolgend wurden schließlich alle Interviews genau gelesen, relevante Textpassagen markiert und den jeweiligen Codes zugeordnet. Da nach diesem Schritt den Kategorien oftmals mehr als 30 inhaltstragende Textpassagen (= Kodiereinheiten) zugeordnet waren, wurden die Kategorien weiterunterteilt, bis durchschnittlich jeder Subkategorie nur mehr in etwa fünf bis 15 Kodiereinheiten zugeteilt waren. Dieses Auffächern der Oberkategorien in Subkategorien soll der besseren Strukturierung des Kodierleitfadens dienen. Die Subkategorien bilden inhaltliche Schwerpunkte und Details der Oberkategorien ab. Diese sollen die Auswertung der erhobenen Daten transparenter machen und die Ergebnisdiskussion erleichtern.

Dieser Prozess der feinen thematischen Segmentierung wurde bei fast allen Oberkategorien vollzogen. Beispielsweise wurde die Oberkategorie „Begriffe und Definitionen“ (K.1.2.) in vier weitere Subkategorien, nämlich „Begriffe und Definitionen_Säuren und Basen“ (K.1.2.1.), „Begriffe und Definitionen_pH-Wert und Indikatoren“ (K.1.2.2.), „Begriffe und Definitionen_Neutralisationsreaktion und Salze“ (K.1.2.3.) und „Begriffe und Definitionen>Weitere“ (K.1.2.4.) eingeteilt, da mehrmals inhaltstragende Aussagen zur Definition der Begriffe „Säure“ bzw. „Base“, „pH-Wert“ und „Indikatoren“ sowie „Neutralisationsreaktion“ und „Salze“ von den Befragten getätigt wurden. Alle vier erwähnten Unterkategorien enthalten inhaltstragende Aussagen zu Definitionen und Begriffen, je nach Unterkategorie sind diese thematisch jedoch unterschiedlich ausgerichtet. Insgesamt wurden knapp 400 Kodiereinheiten identifiziert und dem Kategoriensystem entsprechend zugeordnet (siehe Anhang: *Kodierleitfaden*).

Die Kodiereinheiten umfassen Aussagen von Lehrpersonen über die Gestaltung des Unterrichts, sowie die Wichtigkeit und Umsetzung bestimmter Unterrichtsaspekte. Vollständige Antworten der Lehrpersonen, die sich über einen Satz oder mehrere Sätze erstrecken, bilden die größten Textbestandteile, die als Aussage kategorisiert werden konnten. Es wurden alle Interviews, in der Reihenfolge ihrer Aufnahme und Transkription (1. A_Transkript_H.; 2. B_Transkript_G.; 3. C_Transkript_A; 4. D_Transkript_B; 5. E_Transkript_F; 6. F_Transkript_K.) nach chronologischer Anordnung der Textbestandteile kodiert.

Alle gesammelten Textstellen wurden in einem nächsten Schritt paraphrasiert. Nicht inhaltstragende Teile wichtiger Stellen wurden fallen gelassen und die wesentlichen Teile als klarere und meist kürzere Paraphrasen formuliert. Grammatikalisch verbleiben die stehenden Paraphrasen auf einer Kurzform, inhaltlich bleiben die Paraphrasen aber möglichst nahe am Originaltext (vgl. Mayring 2015: 71).

Als nächstes wurden alle Paraphrasen auf ein abstrakteres Sprachniveau gehoben und erneut gekürzt. Die Abstraktionsebene charakterisiert sich dadurch, dass sie bereits auf die Kategorie hin ausgerichtet ist. Ist diese Kategorie beispielsweise eine Subkategorie der Kategorie „Lehrziele“, wurde für deren Verständnis nur mehr der Inhalt mit dem entsprechenden Operator, wie beispielsweise „Summenformeln zuordnen“ in die Spalte „Generalisierung“ geschrieben. Die Paraphrasen wurden nach diesem Schema stichwortartig zusammengefasst; auf grammatikalische Richtigkeit wurde dabei bereits verzichtet. Es wurde darauf geachtet, dass die Generalisierungen in einer bestimmten Kategorie einer ähnlichen syntaktischen Form entsprechen, damit der folgende Schritt der Reduktion besser erfolgen konnte.

Als letzten Schritt der Zusammenfassung wurden bedeutungsgleiche Generalisierungen gestrichen bzw. subsumiert. Es wurde immer wieder anhand des Ausgangsmaterials überprüft, dass die redundanten Generalisierungen auch wirklich dasselbe aussagen (vgl. Mayring 2015: 71).

Der Prozess der Zusammenfassung wird im Folgenden an einem konkreten Beispiel beschrieben: Von Lehrperson A. wurde folgende Aussage kodiert: „Speziell dann auch noch auf die einzelnen Säuren und Basen einzugehen, dass sie, wie gesagt, Eigenschaften, gerade bei Schwefelsäure kennenlernen,“ (C_Transkript_A., Pos. 21). Diese wurde der Oberkategorie „Behandelte Themen (K.1.1.)“ zugeordnet. Die Aussage wurde folgendermaßen paraphrasiert: „Es werden einzelne Säuren und Basen und deren Eigenschaften thematisiert.“ – und weiters generalisiert: „Eigenschaften von S./B.“. Diese Generalisierung zeigt, dass Lehrperson A. angibt, Eigenschaften von sauren und basischen Lösungen zu thematisieren. Sie wird deshalb der Unterkategorie „Behandelte Themen\ Säuren/Basen_Vetreter, Vorkommen und Eigenschaften“ (K.1.1.1.) zugeordnet.

3.4.3 Computergestützte Auswertung mit MAXQDA

Da die Menge an Daten mit mehr als 60 Seiten an Transkripten doch beträchtlich ist, erfolgte die Datenauswertung computergestützt mit MAXQDA. In diesem wurden zuerst alle Interviewtranskripte hochgeladen und mit „A“ bis „F“ bezeichnet. Die Endbuchstaben in der

Benennung der Transkripte geben dem Autor Auskunft über die interviewte Person (siehe Abbildung 5).

Dokument	Anzahl Codes
Dokumente	381
Transkripte	381
A_Transkript_H.	87
B_Transkript_G.	55
C_Transkript_A.	74
D_Transkript_B.	63
E_Transkript_F.	57
F_Transkript_K.	45

Abbildung 6: Liste der Transkripte in MAXQDA.

Die Oberkategorien, die im Zuge der deduktiven Kategorienbildung bereits erstellt wurden (siehe Kapitel 3.4.1 und 3.4.2), wurden als Codes erstellt. Alle Oberkategorien wurden farblich der höherstehenden Superkategorie zugeteilt. Im Falle der Oberkategorien „Behandelte Themen“ (K.1.1.), „Begriffe und Definitionen“ (K.1.2.) bis „Weitere“ (K.1.6.) wurden diese der Kategorie „Lehrinhalte“ (K.1.) zugeordnet und blau unterlegt. Das gleiche Prozedere galt für alle anderen Oberkategorien. Alle relevanten Textaussagen wurden mittels *Drag and Drop* in den entsprechenden Codes eingefügt und schließlich den induktiv erstellten Subcodes zugeordnet, die farblich gleich ihrer Hauptcodes dargestellt sind. Abbildung 6 zeigt die Auflistung aller Kategorien mit der Anzahl der zugeordneten Codes:

Liste der Codes		Liste der Codes	
Codesystem	397	Unterrichtsphasen	0
Lehrinhalte	0	Planung und Einstieg	12
Behandelte Themen	0	Durchführung	0
Säuren/Basen_Vertreter, Vorkommen und Eigensch...	13	Sicherheitsaspekte	4
pH-Wert und Indikatoren	3	Didaktische Reduktion u. weggelassene Themen	12
Neutralisationsreaktion und Salze	10	Kontexte und Alltagsbezüge	0
Sicherheit	5	Thematische Bezüge	14
Weitere	4	Relevanz	5
Begriffe und Definitionen	0	Thematisierung von Fehlkonzepten	6
Säuren und Basen	7	Herausforderungen	0
pH-Wert und Indikatoren	8	Schülerherausforderungen	8
Neutralisationsreaktion und Salze	3	Lehrerherausforderungen	8
Weitere	4	Sozialform	0
Vermittelte Konzepte	0	Lehrervortrag/Schüler-Lehrer-Gespräch	6
Donator-Akzeptor-Konzept	8	Gruppenarbeiten/selbstständiges Arbeiten	6
Neutralisationsreaktion und Salze	13	Reflexion	0
Weitere	7	Lehrzielkontrolle	10
Lehrziele	0	Hilfestellungen	11
Säuren/Basen_Vertreter, Vorkommen und Eigensch...	16	Fachliche Ungenauigkeit der LP	0
pH-Wert und Indikatoren	7	Konzeptuelle/Begriffliche Ungenauigkeiten der LP	8
Neutralisationsreaktion und Salze	7	pH-Wert	4
Sicherheit	2	"Salzbildung"	4
Darstellungsformen	11	H+ statt H3O+	6
Anknüpfung an andere Themen	4	Weitere	12
Unterrichtsmedien	0	"Neutralisation"	7
Tafelbilder und Mitschriften	6	Säure/Base vs saure/basische Lösung	27
Schulbuch	6	Zur Neutralisationsreaktion	0
Arbeitsblätter/vorgegebene Protokolle	7	Korrektur	9
Andere Materialien	6	Angemessenheit	8
Versuche	0	Fehler ausgebessert	8
Schülerversuch	16	Gewichtung des Themas	0
Lehrerversuch	15	Relevanz für LP	8
		Zeitplanung	6

Abbildung 7: Kategoriensystem in MAXQDA.

Mit dem Analysetool *Paraphrasieren* wurden die markierten Codes gleich neben dem Transkript paraphrasiert. Anschließend wurden alle Codes einschließlich paraphrasierter Sequenzen im Excel-Format gesammelt und weiterverarbeitet.

Im Zuge der Ergebnisaufbereitung wurde erneut mehrmals auf MAXQDA zurückgegriffen. Innerhalb der Datenanalyse halfen verschiedene Analysetools dabei, die zusammengefassten Daten in Beziehung zueinander zu setzen. Außerdem halfen sie dabei, die Ergebnisse der Analyse optisch besser darzustellen.

4 Darstellung und Interpretation der Ergebnisse

Die am gewonnenen Datenmaterial vorgenommenen Kodierungen sollen nun den zentralen Bezugspunkt für die Interpretation und Argumentation der Ergebnisse bilden. Im folgenden Kapitel (4.1) werden diese Ergebnisse in vier Teilschritten dargelegt. Im ersten Teil werden die wichtigsten Lehrinhalte präsentiert, die die Lehrpersonen als wesentlich erachten und die an die Lernenden herangetragen werden. Damit soll als erstes ersichtlich werden, wie die inhaltliche Gestaltung des Säure-Base-Unterrichts aussieht.

In den beiden nächsten Abschnitten (4.2 und 4.3) werden konkret Unterrichtsmethoden beschrieben, die im Unterricht häufig eingesetzt werden, um zu verstehen, wie sich die Lernenden mit den Lerninhalten auseinandersetzen sollen. Hierbei liegt ein Hauptaugenmerk auf den verwendeten Unterrichtsmethoden, die den Lehrstoff zwischen Lehrenden und Lernenden vermitteln. Ein weiterer Fokus liegt auf bestimmten Aspekten der Unterrichtsdurchführung.

Im letzten Teilschritt (4.4) erfolgt die Diskussion der fachlichen und sprachlichen Ungenauigkeiten der Lehrkräfte, die nicht zuletzt dafür interessant sind, welche fachlichen Fehlkonzepte sich die Lernenden möglicherweise aneignen.

Im Kapitel 5 wird schließlich eine Gesamtzusammenfassung mit entsprechenden Schlussfolgerungen gegeben. Diese sollen abschließend darlegen, wie die Lehrkräfte das Thema „Säuren und Basen“ in der Unterstufe unterrichten, welche inhaltlichen und methodischen Trends dabei erkennbar sind und welche sprachlichen und konzeptuellen Ungenauigkeiten das Verstehen des Themas erschweren.

4.1 Lehrinhalte

4.1.1 Behandelte Unterthemen beim Kapitel „Säuren und Basen“

Um zu verstehen, welche inhaltlichen Schwerpunkte im Säure-Base-Unterricht gesetzt werden, ist es zunächst einmal wichtig zu wissen, welche Unterthemen, die mit dem Kapitel besonders stark assoziiert werden, überhaupt behandelt werden. Die Anzahl der Aussagen zu einem Unterthema, die in der jeweiligen Kategorie gesammelt wurden, ist in folgender Tabelle dargestellt. Die Spalte „Codes“ gibt dabei die Anzahl der codierten Textstellen in der jeweiligen Kategorie wieder. Die Ziffer (0 – 6 / 6) in der Spalte „Anzahl der Lehrpersonen“ gibt Auskunft über die Anzahl an Personen, die mindestens eine der Kategorie zugehörige Aussage tätigen.

Kategorie	Behandeltes Thema	Codes	Anzahl der Lehrpersonen
K.1.1.1.	Säuren/Basen_Vertreter, Vorkommen und Eigenschaften	13	5/6
K.1.1.2.	pH-Wert und Indikatoren	3	3/6
K.1.1.3.	Neutralisationsreaktion und Salze	10	6/6
K.1.1.4.	Sicherheit	5	4/6
K.1.1.6.	Weitere	4	3/6

Tabelle 2: Anzahl der erfassten Codes zu behandelte Unterthemen.

In der Unterkategorie „Säuren/Basen_Vertreter, Vorkommen und Eigenschaften“ (K.1.1.1.) wurden alle Aussagen eingefügt, aus denen hervorgeht, dass Vertreter, Vorkommen oder Eigenschaften von Säuren und Basen bzw. sauren und basischen Lösungen thematisiert werden. Bei fünf von sechs Interviews wurden Aussagen identifiziert, die dieser Kategorie zugeordnet werden können.. Nur eine Person (F.) erwähnt keine Vertreter und Vorkommen von Säuren und Basen bzw. Eigenschaften von sauren und basischen Lösungen.

Das einzige Unterthema, das von allen Lehrpersonen erwähnt wird, ist das Thema „Neutralisationsreaktion und Salze“ (K.1.1.3.). Alle Lehrpersonen geben an, dass sie die Neutralisationsreaktion und/oder Salze im Zuge des Kapitels „Säuren und Basen“ unterrichten.¹² Nun scheint dieser Umstand nicht sonderlich auffällig, da in einer Leitfrage bewusst nach der Neutralisationsreaktion gefragt wurde. Nichtsdestotrotz stellt sich heraus, dass alle Aussagen, die zu dieser Kategorie gehören, bereits vor jener Leitfrage getätigt wurden.

Des Weiteren geben jeweils drei Lehrkräfte an, pH-Wert und Indikatoren, Säuren und Basen bzw. saure und basische Lösungen in Umwelt und Technik oder weitere Themen zu unterrichten. Zu weiteren Unterthemen werden insgesamt vier Codes erfasst, von denen sich zwei auf Ampholyte beziehen und zwei auf den Unterschied zwischen sauren und basischen Lösungen:

„Und gleichzeitig bietet es die Möglichkeit, mit den Schülerinnen und Schülern zu thematisieren, dass es Stoffe gibt, die sowohl als Säuren als auch Basen reagieren können. Und diese Ampholyte, die auch eine ganz wichtige Rolle in verschiedenen biologischen Systemen spielen, ist glaube ich gut und sinnvoll, wenn man das mal gehört hat, ohne das jetzt weiter zu vertiefen.“ (B_Transkript_G., Pos 23)

¹² Es ist anzumerken, dass zwischen der Neutralisationsreaktion und Salzen kein direkter thematischer Zusammenhang besteht (siehe 2.1.2.4). Nichtsdestotrotz wurden beide Themen in einer Katgorie vereint, da die Lehrkräfte mehrheitlich die Neutralisationsreaktion mit der Bildung von Salzen assoziieren (siehe 4.4.3).

„Und ich dann in der dritten Stunde halt weiter aufbaue, dass es dann den Unterschied gibt zwischen Säure, Base und Ampholyt, also dass jede Stunde etwas Theoretisches dazukommt, um dieses Gebäude praktisch zu entwickeln.“ (E_Transkript_F., Pos 47)

„auch auf den Unterschied zwischen saure und basische Lösungen natürlich muss man eingehen,“ (C_Transkript_A., Pos 17)

„Und in der zweiten Stunde wollte ich dann halt weitergehen: Wie entstehen überhaupt saure und basische Lösungen? Manche sind da, ich weiß wo sie da sind, aber in der zweiten Stunde: Wie entstehen sie? Und dann habe ich schon die H_3O^+ - und OH^- -Ionen.“ (E_Transkript_F., Pos 47)

Insgesamt äußern sich einige der Lehrkräfte auch mehrmals zu einem bestimmten Thema. Lehrperson K. äußert sich ganze sechsmal, Lehrperson A. dreimal und Lehrperson H. zweimal zum Thema „Säuren/Basen_Vertreter, Vorkommen und Eigenschaften“. Zum Unterthema „pH-Wert und Indikatoren“ hat sich jede der drei Personen nur einmal geäußert. Dies ist womöglich auch deshalb der Fall, da die Kategorie K.1.1.1. breiter gefächert ist als K.1.1.2.. In jedem Fall gewinnt man erste Erkenntnisse darüber, wie intensiv die jeweilige Lehrkraft das entsprechende Thema behandelt.

4.1.2 Begriffe und Definitionen

Zur Frage, welche Begriffe die Lehrpersonen als wesentlich erachten, werden ebenfalls mehrere Aussagen getätigt. Die meisten dieser Begriffe lassen sich Themen zuordnen, die von den Lehrpersonen bereits genannt wurden. Mit Ausnahme einer befragten Person werden von den anderen die Begriffe „pH-Wert“ und/oder „Indikator“ erwähnt (siehe K.1.2.2.). Die Mehrheit der Lehrkräfte sieht auch die Begriffe „Säure“ bzw. „Base“ als wesentlich an (siehe K.1.2.1.).

Kategorie	Begriffe und Definitionen	Codes	Anzahl der Lehrpersonen
K.1.2.1.	Säuren/Basen_Vertreter, Vorkommen und Eigenschaften	6	4/6
K.1.2.2.	pH-Wert und Indikatoren	8	5/6
K.1.2.3.	Neutralisationsreaktion und Salze	3	3/6
K.1.2.4.	Weitere	4	3/6

Tabelle 3: Anzahl der erfassten Codes zu Begriffen und Definitionen.

Eine mathematische Definition des pH-Wertes bleibt in fast allen Fällen aus. Lediglich eine Lehrperson bildet diesbezüglich eine Ausnahme; sie begründet dies damit, dass ihr Hauptfach Mathematik ist und man in der Oberstufe beziehungsweise Chemieolympiade

ohnehin nicht auf diese Definition verzichten kann: „Mir ist es wichtig, dass man da auch, vielleicht auch aufgrund meines Zweifels, dass man da auch die mathematische Definition den Schülerinnen und Schülern nicht vorenthält.“ (B_Transkript_G., Pos. 23). Die mehrheitlichen Angaben der anderen Lehrkräfte zielen eher auf eine vereinfachte Definition des pH-Wertes ab. Die Mehrheit der Befragten gibt an, den pH-Wert als Anzahl der H_3O^+ -Ionen den Schüler*innen zu beschreiben. Lehrperson H. wählt überhaupt „nur“ eine phänomenologische Erklärung und definiert den pH-Wert über die Farbänderung von Indikatoren.

Dadurch, dass die Lehrkräfte einheitlich das Thema „Neutralisationsreaktion und Salze“ unterrichten (siehe Kapitel 4.1.1), erachten auch die Hälfte der Befragten die Begriffe „Neutralisation“ und „Salz“ als wesentlich (siehe K.1.2.3.). Zwei Personen geben an dieser Stelle auch an, dass sie erklären, wie sich H_3O^+ -Ionen bilden, weil in einer sauren Lösung eigentlich freie H_3O^+ -Ionen und keine freien H^+ -Ionen vorhanden sind: „Und da ist es auch zum Beispiel, dass in unserem Schulbuch der vierten Klasse jetzt zum Beispiel H_3O^+ -Ionen drinnenstehen. Das heißt, das muss einmal für sie auch klargestellt werden, dass H^+ , wie das zu dem H_3O^+ reagiert und dass das eigentlich die genauere Bezeichnung ist, [...]“ (C_Transkript_A., Pos. 29).

4.1.3 Lehrziele

Jene zentralen Unterthemen und Begriffe, die in den Kapiteln 4.1.2 und 4.1.3 bereits beschrieben wurden, spiegeln sich auch im Inhalt konkreter Lehrziele wider. Alle Lehrer*innen wurden gebeten, wichtige Ziele zu nennen, die sie mit ihrem Säure-Base-Unterricht anstreben. Die mit Abstand am häufigsten genannten Ziele umfassen das Unterthema „Säuren/Basen_Vetreter, Vorkommen und Eigenschaften“. Insgesamt werden in dieser Kategorie (K.1.4.1.) 16 Aussagen erfasst. Beginnend mit den am häufigsten genannten Lehrzielen, die auch zum Teil von mehreren Lehrkräften explizit formuliert werden, kommen die folgenden vor¹³:

Die S&S können ...

Lehrziel	Häufigkeit
... Vertreter von Säuren und Basen nennen.	5
... Summenformeln von Säuren und Basen nennen.	4

¹³ Teilweise werden die Ziele explizit genannt, wie in Tabelle 2 ersichtlich. In vielen Fällen wurden sie umschrieben. Es gehen aus Kategorie (K.1.4.1.) jedoch Absichten der Lehrkräfte hervor, die mit lehrzielbezogenen Verhaltensänderung bei Schüler*innen in Richtung dieser Lehrziele einhergehen.

... Saure, basische und neutrale Lösungen unterscheiden.	3
... Wirkungen und Gefahren von sauren und basischen Lösungen einschätzen.	2
... Eigenschaften von sauren und basischen Lösungen nennen.	1
... Anwendungsmöglichkeiten von Säuren und Basen nennen.	1

Tabelle 4: Häufigkeiten genannter Lehrziele.

Die beiden zentralsten Lehrziele der Lehrkräfte in diesem Zusammenhang sind also, dass die Schüler*innen Vertreter für Säuren und Basen nennen können und auch deren Summenformel. Gerade in der Unterkategorie K.1.1.1. werden mehrmals Aussagen registriert, dass Schüler*innen auch Vorkommen und Eigenschaften von Säuren und Basen bzw. von sauren und basischen Lösungen „kennenlernen“ sollen. Dadurch, dass das Verb „kennenlernen“ keinem messbaren Operator entspricht, ist nicht genau feststellbar, ob Schüler*innen nicht nur Vertreter und Summenformeln sondern auch Vorkommen und Eigenschaften von Säuren und Basen nennen können. Als explizites Lehrziel, wurde dies nur von einer Lehrperson formuliert. Aus dem Umstand, dass das Vorkommen und die Eigenschaften von Säuren und Basen btw. von sauren und basischen Lösungen Teil des wichtigen Unterthemas „Säuren/Basen_Vetreter, Vorkommen und Eigenschaften“ (K.1.1.1.) sind (siehe Kapitel 4.1.1), lässt sich erahnen, dass auch Schüler*innen der Lehrkräfte in der Lage sein müssen, Vorkommen und Eigenschaften von Säuren und Basen bzw. von sauren und basischen Lösungen nennen zu können.

Es ist an dieser Stelle festzuhalten, dass es nicht möglich ist und auch nicht zielführend wäre, alle Ziele und deren Wichtigkeit für jede einzelne Lehrperson zu durchleuchten. Als Ergebnis dieser Arbeit soll aber zumindest ein Rückschluss über die Wichtigkeit bestimmter inhaltlicher und didaktischer Schwerpunkte im Kapitel „Säuren und Basen“ gezogen werden.

In 50 Prozent der Fälle ist es auch ein wichtiges Ziel, dass Schüler*innen saure und basische Lösungen erkennen können. Weiters gibt ein Drittel der Befragten an, dass die Schüler*innen außerdem in der Lage sein sollen, Wirkungen und Gefahren von sauren und basischen Lösungen einzuschätzen.

Des Weiteren wurde von fünf Lehrkräften zumindest ein Ziel zum Unterthema „pH-Wert und Indikatoren“ genannt. Jede Person nannte dabei folgendes fachliches Ziel, wenn auch in differenzierter Form: „Die Schüler*innen können den pH-Wert von sauren, basischen und neutralen Lösungen bestimmen.“ Oftmals findet man auch das Verb „zuordnen“ oder „einordnen“ in diesem Zusammenhang. Dieser Operator verweist bereits auf eine Transferleistung. In den meisten Fällen wurde dann noch ergänzt: „mit einem Indikator“

(D_Transkript_B., Pos. 47; E_Transkript_F., Pos. 47 & F_Transkript_K., Pos. 21). Dieses Lehrziel verweist auf eine Handlung, die nur im fachpraktischen Unterricht umsetzbar ist.

Kategorie	Lehrziele	Codes	Anzahl der Lehrpersonen
K.1.4.1.	Säuren/Basen_Vertreter, Vorkommen und Eigenschaften	16	5/6
K.1.4.2.	pH-Wert und Indikatoren	7	5/6
K.1.4.3.	Neutralisationsreaktion und Salze	7	4/6
K.1.4.5.	Weitere	2	2/6

Tabelle 5: Anzahl der erfassten Codes zu Lehrzielen.

Ebenso viele Lehrziele wie beim Unterthema „pH-Wert und Indikatoren“ wurden auch zum Unterthema „Neutralisationsreaktion und Salze“ formuliert (siehe K.1.4.3.). Hier sollen die Schüler*innen vor allem Reaktionsgleichungen aufstellen und Salze und Säurerest-Ionen benennen, sowie letztere den entsprechenden Säuren, von denen sie gebildet werden, zuordnen können. Auch geben zwei Lehrkräfte als Lehrziel an, dass die Schüler*innen imstande sein sollen, die Neutralisationsreaktion durchzuführen. Im Vergleich zum Kapitel „pH-Wert und Indikatoren“ werden an dieser Stelle mehr Ziele aus dem Bereich der Reproduktion genannt. Dies zeigt sich in der häufigen Verwendung des Operators „nennen“. Die aufgelisteten Lehrziele benötigen mehrheitlich keinen fachpraktischen Unterrichtskontext, um umgesetzt werden zu können.

Letztlich kommen auch Ziele vor, die mit dem Thema der Sicherheit verknüpft sind (siehe K.1.4.4.). Drei Lehrer*innen erwähnen in diesem Zusammenhang jeweils ein Ziel: Die Schüler*innen können ...

- ... das Gefahrenpotenzial einschätzen.
- ... ein Experiment sicher durchführen.
- ... saure Lösungen richtig entsorgen.

Diese Ziele lassen erkennen, dass die Sicherheitsaspekte beim Thema „Säuren und Basen“ nicht nur behandelt werden sollen, sondern dass konkrete Kompetenzen in diesem Zusammenhang auch bewusst erlernt werden sollen.

4.1.4 Wichtigkeit behandelter Unterthemen

Betrachtet man nun alle bereits analysierten Codes, sieht man besonders deutlich, an welchen Unterthemen sich die Lehrinhalte orientieren. Insgesamt werden zum Unterthema „Säuren/Basen_Vertreter, Vorkommen und Eigenschaften“ 35 Aussagen getätigt. Person

F. bespricht diesen inhaltlichen Bereich nur einmal. Im Schnitt äußert sich eine Person jedoch rund fünf Mal zu diesem Thema, indem sie das entsprechende Thema nennt, einen wichtigen zugehörigen Begriff oder ein auf den Inhalt bezogenes Lehrziel nennt (siehe Tabelle 6).

	H.	G.	A.	B.	F.	K.
Behandelte Themen\ Säuren/Basen_ Vertreter, Vorkommen und Eigenschaften	1	1	4	1	0	6
Begriffe und Definitionen\ Säuren und Basen	1	1	3	1	1	0
Lehrziele\ Säuren/Basen_ Vertreter, Vorkommen und Eigenschaften	8	3	2	2	0	0

Tabelle 6: Anzahl der erfassten Codes zum Unterthema „Säuren/Basen_Vetreter, Vorkommen und Eigenschaften“.

Die besondere Stellung des Unterthemas „Säuren/Basen_Vetreter, Vorkommen und Eigenschaften“ ergibt sich aber auch aus zwei weiteren Gründen. Dadurch, dass die Begriffe „Säure“ und „Base“ das Kapitel „Säuren und Basen“ wörtlich benennen, ist klar, dass die Erklärung dieser Begriffe unausweichlich ist. Außerdem sind diese Begriffe wesentliche Voraussetzungen für das Behandeln anderer Unterthemen. Beispielsweise ist es für das Verstehen von Neutralisationsreaktionen notwendig zu wissen, wie Säuren und Basen reagieren. Wie man in Kapitel 4.1.6 sieht, werden Neutralisationsreaktionen häufig als Formelgleichungen dargestellt, weswegen sich auch die Notwendigkeit des richtigen Zuordnens von Namen und Summenformeln ergibt.

Deutlich erkennbar ist auch die Bedeutung der Lehrinhalte rund um das Unterthema „pH-Wert und Indikatoren“ (siehe Tabelle 7). Insgesamt werden 17 Aussagen in diesem Bereich gesammelt. Von allen Personen werden mindestens zwei Codes ermittelt, die zu diesem Unterthema gehören, wodurch davon auszugehen ist, dass das Thema „pH-Wert und Indikatoren“ von jeder interviewten Person behandelt wird und somit ein zentrales Unterthema beim Unterrichten von „Säuren und Basen“ darstellt. Anhand der Angaben der Lehrkräfte zeigt sich, dass zu behandelten Unterthemen bzw. Begriffen auch fast immer Ziele angestrebt werden. Im Fall der Lehrperson G. folgt zwar kein explizit erwähntes Lernziel, sie berichtet aber, dass sie zum Thema „pH-Wert und Indikatoren“ einen Schüler*innenversuch einsetzt, der auf die Bestimmung des pH-Wertes von Alltagsstoffen mittels Rotkrautindikator abzielt. Sie erwähnt somit – wenn auch nicht explizit in diesem Zusammenhang – doch indirekt ein wesentliches Lernziel. Dies ist ein wesentliches Anzeichen für handlungs- und zielorientierten Unterrichts, welchen die Lehrkräfte anstreben.

	H.	G.	A.	B.	F.	K.
Behandelte Themen\ pH-Wert und Indikatoren	1	1	1	0	0	0
Begriffe und Definitionen\ pH-Wert und Indikatoren	3	2	0	1	1	1
Lehrziele\ pH-Wert und Indikatoren	2	0	1	1	1	2

Tabelle 7: Anzahl der erfassten Codes zum Unterthema „pH-Wert und Indikatoren“.

Auch beim Unterthema „Neutralisationsreaktion und Salze“ handelt es sich um eines, das von allen Lehrkräften behandelt wird, da sich jede Lehrperson mindestens zweimal hierzu geäußert hat. Insgesamt werden 20 Aussagen erfasst. Vergleicht man die Anzahl der Aussagen zum behandelten Unterthema, zu Begriffen und Lehrzielen zu den Themen „pH-Wert und Indikatoren“ und „Neutralisationsreaktion und Salze“, erkennt man, dass die Definitionen von Begriffen beim Unterthema „pH-Wert und Indikatoren“ eine stärkere Rolle spielen als beim Unterthema „Neutralisationsreaktion und Salze“ (siehe Tabelle 8).

	H.	G.	A.	B.	F.	K.
Behandelte Themen\ Neutralisationsreaktion und Salze	3	1	2	1	1	2
Begriffe und Definitionen\ Neutralisationsreaktion und Salze	1	0	0	0	1	1
Lehrziele\ Neutralisationsreaktion und Salze	0	1	3	2	1	0

Tabelle 8: Anzahl der erfassten Codes zum Unterthema „Neutralisationsreaktion und Salze“.

Abgesehen von den angesprochenen Unterthemen wurden nur sehr wenige Aussagen zu weiteren Aspekten erfasst. Eines dieser Themen ist „Sicherheit“. Insgesamt wird es von fünf Lehrkräften in irgendeiner Form thematisiert. Weitere Unterthemen sind nicht nennenswert.

Auch wurde erörtert, welche Unterthemen mit welcher Intention in der Unterstufe noch bewusst weggelassen werden (siehe K.3.2.2). Hier finden sich Themen, die bereits in den Kapiteln 4.1.1, 4.1.2 und 4.1.3 angesprochen wurden (siehe Tabelle 9). Beispielsweise wurde schon aufgezeigt, dass die Definition des pH-Wertes meist anhand von Alltagsphänomenen bzw. durch die Farben der Indikatoren oder anhand der Menge (also ob eher viele oder eher wenige) der H_3O^+ -Ionen in einer Lösung festgelegt wird. Zwei Lehrpersonen (H. und F.) erwähnen im späteren Interviewverlauf, dass sie die mathematische Definition des pH-Wertes bewusst weglassen, da die mathematischen Grundvoraussetzungen in der Unterstufe noch nicht gegeben sind.

Thema	Weggelassen	Behandelt
pH-Wert (mathematische Definition)	H., F.	G.
Entstehung von H_3O^+ -Ionen	B., H.	G., F., A., K.
Ampholyte	H.	G., F.

Autoprotolyse des Wassers	H.	G.
Das chemische Gleichgewicht	F.	

Tabelle 9: Weggelassene Themen.

Gerade beim Chemieunterricht in der Unterstufe ist eine spannende Frage, ob Lehrer*innen stets von H_3O^+ -Ionen sprechen, die in einer sauren Lösung vorhanden sind, oder ob von freien H^+ -Ionen die Rede ist. Auch in Schulbüchern wird diese Frage unterschiedlich beantwortet. Während H_3O^+ -Ionen in vielen Kontexten sicher die genauere Bezeichnung sind, haben H^+ -Ionen doch den Vorteil, dass sie für Schüler*innen meist einfacher zu verstehen sind, da jener Zwischenschritt außen vorgelassen wird, dass H^+ -Ionen in wässriger Lösung an H_2O -Moleküle binden und sich dabei H_3O^+ -Ionen bilden.

Aus den Interviews geht hervor, dass zwei Drittel der Befragten angeben, mit H_3O^+ -Ionen zu arbeiten. Das restliche Drittel lässt die H_3O^+ -Ionen in ihrem Unterricht nicht entstehen. Person A. thematisiert, dass es H_3O^+ -Ionen gibt und dass das eigentlich die genauere Bezeichnung wäre, gibt aber an, beim Unterrichten selbst bei den H^+ -Ionen zu bleiben. Herauszuarbeiten inwiefern sich diese inhaltlichen Zugänge mit jenen der von den Lehrkräften eingesetzten Schulbüchern decken, würde den Rahmen dieser Studie sprengen.

Person G. und F. arbeiten nicht nur mit H_3O^+ -Ionen, sondern verwenden sie auch, um Ampholyte zu thematisieren. Als einzige Person nennt G. auch die Autoprotolyse des Wassers als behandeltes Unterrichtsthema. Alle anderen Personen geben nicht an, dass sie diese Themen behandeln.

4.1.5 Vermittelte Säure-Base-Konzepte

Gerade beim Kapitel „Säuren und Basen“ bestehen wesentliche Lehrinhalte auch in den vermittelten fachlichen Konzepten. Der erste Leitfragenimpuls im Interview zielt ganz konkret auf Säure-Base-Konzepte ab. Die Lehrer*innen sollten Säure-Base-Konzepte beschreiben, die sie den Schüler*innen vermitteln. Dabei wurde von vier der sechs Expert*innen das „Donator-Akzeptor-Konzept“ erwähnt (siehe K.1.3.1.). Auch wenn in den meisten Fällen das Konzept nicht explizit benannt wurde, geht dennoch hervor, dass sich diese vier Lehrkräfte auf die Theorie nach Brønsted berufen (siehe Kapitel 4.4.1). Sie sprechen von Säuren als Protonendonatoren und von Basen als Protonenakzeptoren: „die zentrale Message beim Thema „Säuren und Basen“ soll sein, dass Säuren Protonendonatoren sind und Basen Protonenakzeptoren“ (B_Transkript_G., Pos. 17). Der Name „Brønsted“ wird allerdings nur von einer Lehrperson erwähnt.

Insgesamt wird also das Brønsted-Konzept in zwei Dritteln der Fälle als wesentlich erachtet. Die Konzepte von Lavoisier und Arrhenius werden von Lehrperson G. explizit erwähnt. Diese werden dazu verwendet, Grenzen aufzuzeigen und das Brønsted-Konzept thematisch einzuleiten. Lehrperson G. gibt an: „Ich bleibe dann beim Brønsted Konzept, auch immer wieder das Arrhenius-Konzept sozusagen seinen Raum findet,“¹⁴ (B_Transkript_G., Pos. 21). Andere bekannte Konzepte werden nicht erwähnt.

Konzepte	Aussagen	Dokumente
Donator-Akzeptor-Konzept	8	4
Neutralisationsreaktion und Salze	13	6
Weitere	6	4

Tabelle 10: Anzahl der erfassten Codes zu Konzepten.

Besonders viele Aussagen zu Säure-Base-Konzepten sind zum Thema „Neutralisationsreaktion und Salze“ erfasst. Es wird von jeder Lehrperson zumindest eine Aussage in dieser Kategorie (K.1.3.2.) getätigt. Dabei gehen die Lehrpersonen mehrheitlich eher auf die Teilchen (nach Brønsted), oder eben auf die Stoffe (nach Arrhenius) ein, die bei der Neutralisationsreaktion beteiligt sind und weniger auf die Übertragung von H^+ -Ionen (siehe Kapitel 4.4.3). Als Produkte, die bei dieser Reaktion entstehen, nennen die Expert*innen einheitlich Wasser und Salz (siehe Kapitel 4.4.3).

4.1.6 Verwendete Darstellungsformen bei Reaktionsgleichungen

Um auch ein besseres Verständnis davon zu bekommen, wie vor allem Reaktionsgleichungen den Schüler*innen präsentiert werden, wurden die Lehrkräfte auch nach der Darstellungsform gefragt. Dabei wird zunächst einmal ersichtlich, dass alle befragten Lehrkräfte angeben, Reaktionsgleichungen im Unterricht aufzustellen. Inwiefern die Schüler*innen in der Lage sein sollen, selbst Reaktionsgleichungen aufzustellen, ist je nach Lehrperson unterschiedlich. Lehrperson F. beispielsweise gibt an, dass die Schüler*innen anhand eines Würfelspiels¹⁵ lernen sollen, verschiedene Neutralisationsreaktionen stöchiometrisch richtig aufzustellen (siehe K.2.4.). Lehrperson K. sieht in der Neutralisationsreaktion allgemein ein Thema, das die Schüler*innen nicht

¹⁴ Bereits im Theorieteil wird festgehalten, dass sich beim gleichzeitigen Unterrichten des Arrhenius- und Brønsted-Konzepts Probleme auftun. Diese Probleme, die aufgrund konkreter Darstellungsformen der Lehrkräfte auftreten, werden in Kapitel 4.4 diskutiert.

¹⁵ Bei diesem Spiel würfeln die Schüler*innen die Summenformel einer Säure und einer Base und versuchen die richtige Reaktionsgleichung für die Neutralisationsreaktion aufzuschreiben.

unbedingt verstehen müssen: „Ich muss jetzt gestehen, wenn sie sich jetzt die Neutralisation als Vorgang nicht merken, bin ich jetzt gar nicht ... böse. Ich kann es eh nicht ändern.“ (F_Transkript_K., Pos. 29).

Unter Zuhilfenahme der Tafelbilder bzw. Mitschriften von Lernenden soll auch gezeigt werden, welche Art der Darstellung die Lehrkräfte benutzen. Hier zeichnet sich ein besonders deutlicher Trend ab (siehe Tabelle 11). Alle Lehrkräfte geben an, dass sie Formelgleichungen für ihre Reaktionsgleichungen verwenden. Nur die Hälfte aller Befragten gibt an, dass sie eine weitere Darstellungsform nutzen. Zwei Lehrpersonen setzen bewusst auch Wortgleichungen ein und schreiben sie gemeinsam mit den Formelgleichungen auf. Lehrperson G. gibt als einzige an, dass sie zusätzlich zur Formelgleichung auch manchmal eine Darstellung mit Punkten und Kugeln verwendet.

Lehrperson	Wortgleichung	Formelgleichung	Andere Darstellung
A.		x	
B.		x	
F.	x	x	
G.		x	x
H.	x	x	
K.		x	

Tabelle 11: Darstellungsformen von Reaktionsgleichungen.

Innerhalb der konkreten Darstellung von Reaktionen mittels Formelgleichungen kommt es teilweise zu sehr unterschiedlichen Handhabungen. Wie diese Formelgleichungen konkret aussehen, wird im Kapitel 4.4 behandelt.

Es werden keine Angaben darüber erhoben, inwieweit die Schüler*innen beim Kapitel „Säuren und Basen“ bereits mit Formelgleichungen vertraut sind. In vielen Schulbüchern findet man das Kapitel „Redoxreaktionen“ vor den „Säuren und Basen“. Lehrkräfte, die sich an dieser inhaltlichen Sequenzierung orientieren, haben ihre Schüler*innen häufig bereits mit Reaktionsgleichungen vertraut gemacht.

4.1.7 Bezüge zu anderen Themen

Alle Lehrpersonen wurden außerdem dazu angehalten, Unterrichtssituationen zu beschreiben, in denen sie Kontexte und Alltagsbezüge mit dem Thema „Säuren und Basen“ herstellen (siehe K.3.2.3.1.). Von jeweils drei Lehrpersonen werden medizinische Bezüge und/oder biologische Bezüge hergestellt. Im Bereich Medizin wird beispielsweise zweimal das mit der Magensäure verbundene Sodbrennen thematisiert, im Bereich Biologie und

Umwelt werden zweimal der saure Regen und jeweils einmal das Pepsinogen, der Treibhauseffekt und Ozon genannt (siehe Tabelle 12)¹⁶.

Thematischer Bezug	Häufigkeit
Indikatoren und Alltagsstoffe	4
Laugenbrezel	2
Medizin	3
Biologie und Umwelt	3

Tabelle 12: Anzahl der erfassten Codes zu Kontexten.

Zwei Lehrkräfte sprechen anhand der bereits thematisierten Indikatoren an, dass sie mit diesen insofern bewusst einen Alltagsbezug herstellen, da die Schüler*innen vor allem Alltagsstoffe untersuchen sollen. Auch wird von jeweils zwei Expert*innen erwähnt, dass sie den Schüler*innen erklären, dass Indikatoren auch als Stoffe in der Natur zu finden sind und die Laugenbrezel ihren Namen von der Natronlauge als Lebensmittelzusatzstoff hat. Es sei betont, dass die genannten Alltagsbezüge nicht nur das Erwähnen eines Anwendungsfeldes implizieren. Um von einem „Kontext“ sprechen zu können, muss eine Frage- bzw. Problemstellung existieren, die Alltagsbezug und Komplexität aufweist.¹⁷ Beispielsweise wird bei der Laugenbrezel nicht nur die basische Lösung als Lebensmittelzusatzstoff erwähnt, sondern es wird genauer beschrieben, wie die Laugenbrezel hergestellt wird.

Insgesamt betonen fünf von sechs Lehrpersonen die Wichtigkeit von Alltagsbezügen (siehe K.3.2.3.2.). Sie geben an, dass der Alltagsbezogenheit eine maßgebliche Rolle zukommt. Deshalb versuchen sie, möglichst viele Bezüge zum Alltag der Schüler*innen herzustellen. Die Herstellung von Beziehungen zwischen chemischem Wissen und dem Alltagswissen der Schüler*innen ist wesentliche Aufgabe des Faches Chemie. Dadurch, dass Lehrkräfte Alltagsbezüge als bedeutungsvoll ansehen und diese beim Kapitel „Säuren und Basen“ häufig ansprechen, steht außer Streit, dass dieses Kapitel zum Erreichen von Zielen, die sich an der Alltagswelt der Schüler*innen orientieren, viel beiträgt.

Zuletzt sei hier noch festgehalten, dass Lehrpersonen ausführen, wie sie das Thema „Säuren und Basen“ nutzen, um an andere Themen anzuknüpfen (siehe K.1.7.). In vielen Fällen „hilft“ das Thema den Lehrpersonen, um bereits behandelte Inhalte zu wiederholen. Person H. beispielsweise gibt an, dass die Schwefelsäure schon beim Bleiakkumulator und

¹⁶ Inwieweit letztgenannte Themen mit dem Thema „Säuren und Basen“ in Zusammenhang stehen wird an dieser Stelle nicht erläutert.

¹⁷ Die Diskussion, wie stark der Alltagsbezug ausgeprägt ist und ob man bereits von einem „Kontext“ sprechen kann, wird in dieser Arbeit nicht geführt.

die Essigsäure beim Herstellen von Wasserstoff für Schüler*innenversuche vorkommt (vgl. A_Transkript_H., Pos 57). Auch Person A. gibt an, dass die Schüler*innen Säuren bzw. saure Lösungen bereits im Zusammenhang mit Metallen und Wasserstoffentwicklung kennen. B. erwähnt, dass das Kapitel „Säuren und Basen“ an das Thema „chemische Bindungen“ anknüpft und dieses Thema erweitert, da neue Strukturen gezeigt werden können. G. nutzt das Thema auch auf der Metaebene, um Grenzen von Modellen aufzuzeigen. Wie bereits kurz angesprochen, thematisiert dies G. anhand der Stärken und Schwächen der Konzepte nach Lavoisier, Arrhenius und Brønsted.

4.2 Unterrichtsmedien

4.2.1 Einsatz klassischer Unterrichtsmedien

Als wichtige Steuerungsfrage für den Erzählimpuls zur näheren Beschreibung der Unterrichtsplanung wurden die Expert*innen gefragt, mit welchen Materialien die Lernenden arbeiten sollen. Zu den „klassischen“ Unterrichtsmedien, zu denen die Unterkategorien „Tafelbilder und Mitschriften“ (K.2.1.), „Schulbuch“ (K.2.2.) „Arbeitsblätter/vorgegebene Protokolle“ (K.2.3.) und „Andere Materialien“ (K.2.4.) zählen, wurden insgesamt 25 Aussagen registriert. Diese verteilen sich wie folgt:

	H.	G.	A.	B.	F.	K.
Tafelbilder und Mitschriften	1	0	1	3	1	0
Schulbuch	2	0	1	1	1	1
Arbeitsblätter/vorgegebene Protokolle	2	2	0	0	2	1
Andere Materialien	1	3	0	0	2	0

Tabelle 13: Anzahl der erfassten Codes zum Einsatz von Unterrichtsmedien.

Was den Einsatz des Schulbuches im Unterricht betrifft, geht die Praxis der Lehrkräfte stark auseinander. Person H. gibt an, das Schulbuch häufig zu verwenden, speziell für das Kennenlernen wichtiger Begriffe und zur Anleitung der Versuche. Auch Person A. nutzt das Schulbuch im Unterricht, da es Versuchsanleitungen enthält. Person B. verwendet das Buch zum Lesen wichtiger Passagen, die dann in das Heft geschrieben werden. Person F. gibt an, dass sie das Schulbuch gar nicht verwendet, und Lehrperson K. setzt verschiedene Bücher ein. Lehrperson G. gibt im Nachgespräch des Interviews an, dass die Schüler*innen zwar ein Schulbuch besitzen, dieses aber eher wenig verwendet wird.

Zum Einsatz des Schulbuches ist folglich kein einheitlicher Trend erkennbar. Es gibt sowohl Lehrkräfte, die angeben, das Schulbuch intensiv heranziehen, manche, die es nur für

bestimmte Zwecke einsetzen, und schließlich welche, die es wenig bis gar nicht verwenden. Für jene Lehrkräfte, die es verwenden, ist das Buch ein wichtiges Medium, gerade wenn es um das Kennenlernen neuer Fachinhalte und um die Durchführung von Experimenten geht.

Etwas anders sieht es beim Einsatz von Arbeitsblättern aus. Hier geben vier der sechs Lehrkräfte explizit an, Arbeitsblätter, die sie mehrheitlich selbst erstellt haben, im Unterricht einzusetzen. Die verbleibenden Befragten äußern sich diesbezüglich nicht. Drei der vier Lehrkräfte geben unter anderem an, dass sie die Arbeitsblätter zum Üben bzw. zum Wiederholen bereits behandelter Inhalte verwenden. Zwei Personen weisen außerdem darauf hin, dass sie Arbeitsblätter in Form von Experimentieranleitungen ausgeben, oder in Form von vorgefertigten Protokollen. Insgesamt lässt sich daraus schließen, dass die Lehrkräfte eher auf Arbeitsblätter als auf Schulbücher zurückgreifen.

Neben den Arbeitsblättern nennen die Lehrkräfte weitere Unterrichtsmedien, die sie speziell zum Üben und Wiederholen bereits bekannter Lerninhalte verwenden. Zwei Lehrkräfte betonen, dass sie Spiele im Säure-Base-Unterricht einsetzen. Weitere Medien sind Online-Quiz-Fragen, Mindmaps und Aufgaben mit dem Molekülbaukasten. Zum Einsatz von anderen beliebten Medien des Chemieunterrichts, wie Filmen, Erklärvideos, Simulationen, etc. äußern sich die Lehrpersonen nicht. Dies legt zumindest nahe, dass letztgenannte Medien im Säure-Base-Unterricht eher geringe bzw. keine Anwendung finden.

Auch Tafelbilder, die im Unterricht eingesetzt werden, und Schüler*innen-Mitschriften, die geführt werden müssen, erwähnen die Lehrkräfte. Fünf von sechs Lehrkräften setzen Tafelbilder ein¹⁸. Dabei geht hervor, dass diese die Tafelbilder nicht nur zum Kennenlernen von Lehrinhalten und Definitionen dienen, sondern vor allem auch zur Anleitung und Ergebnissicherung von Versuchen. Drei Lehrkräfte beschreiben, dass die Schüler*innen versuchsrelevanten Aspekte in Form von Protokollen ins Laborheft schreiben sollen. Auch daran misst sich letztlich die hohe Bedeutung von Versuchen im Unterricht (siehe nächstes Kapitel).

4.2.2 Einsatz von Versuchen

Da die Versuche als Unterrichtsmedium im Chemieunterricht eine besonders wichtige Rolle einnehmen (siehe Kapitel 2.2.5), wird dieser Punkt in einem eigenen Kapitel behandelt. Insgesamt wurden zu der Oberkategorie „Unterrichtsmedien“ 56 Aussagen zusammengetragen. Zu allen bereits thematisierten Unterrichtsmedien (siehe Kapitel 4.2.1)

¹⁸ Diesbezüglich wurde von G. keine explizite Aussage erfasst, das Tafelbild von G. wurde vor dem Interview in elektronischer Form erhalten (siehe Anhang: *Tafelbilder/Mitschriften*).

wurden insgesamt 25 Aussagen erfasst. Auffällig hierbei ist, dass alleine für das Medium „Versuche“ mehr Aussagen registriert wurden, als für alle anderen Medien zusammen. Die prozentuelle Verteilung der genannten Medien ist in folgender Abbildung grafisch dargestellt.

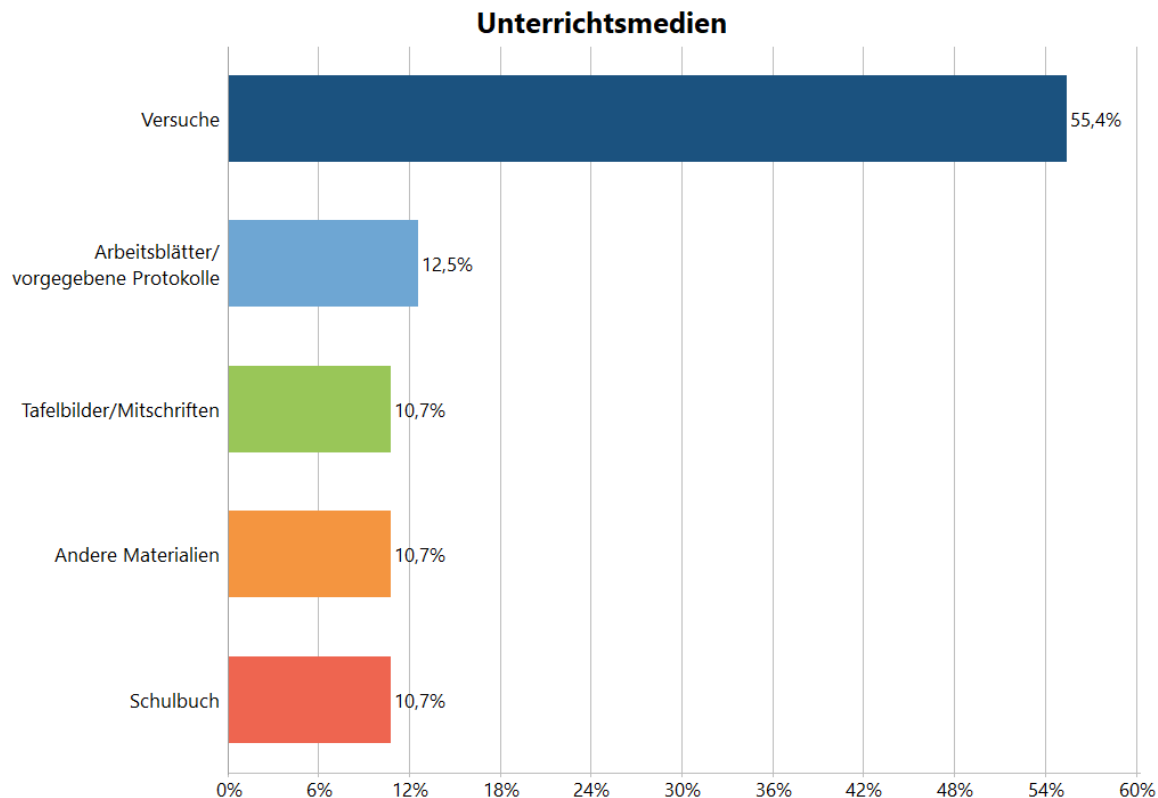


Abbildung 8: Verteilung der codierten Einheiten zu den einzelnen Unterrichtsmedien.

Aus Abbildung 8 geht hervor, dass Aussagen, die sich auf das Unterrichtsmedium „Versuche“ beziehen, häufiger vorkommen als sämtliche Angaben zu anderen Unterrichtsmedien. Dies ist nicht nur ein empirischer Beleg dafür, wie häufig von den Befragten über Versuche gesprochen wurde, sondern auch ein Indiz dafür, wie bedeutsam der Einsatz von Versuchen für die Lehrpersonen ist. Die Bedeutung der Versuche wird in den folgenden drei Kapiteln näher erörtert.

4.2.2.1 Anzahl der Versuche

Beim Erzählimpuls zur Unterrichtsmethodik zielte eine Steuerungsfrage, die jedem Experten und jeder Expertin gestellt wurde, darauf ab, welche Versuche die Lehrenden beim Thema „Säuren und Basen“ einsetzen. Insgesamt wurden für die Kategorie „Versuche“ 32 Aussagen erfasst. Diese wurde dann bei der induktiven Kategorienbildung in die Kategorien „Versuche\Schüler*innenversuch“ (K.2.5.1.) und „Versuche\Demonstrationsversuch“ (K.2.5.2.) aufgeteilt.

	H.	G.	A.	B.	F.	K.
Versuche insgesamt	7	3	8	4	7	2
Schüler*innenversuch	3	2	4	3	4	1
Demonstrationsversuch	4	1	4	1	3	2

Tabelle 14: Anzahl der erfassten Codes zum Einsatz von Versuchen.

Die Hälfte der Lehrpersonen gibt an, dass sie zwei bis vier Versuche im gesamten Säure-Base-Unterricht einsetzt, bei der anderen Hälfte sind es sogar sieben oder acht. Man kann also sagen, dass im Durchschnitt eine Lehrkraft mehr als fünf Versuche im Säure-Base-Unterricht durchführt. Dabei werden circa gleich viele Schüler*innenversuche (insgesamt 16) wie Demonstrationsversuche (insgesamt 15) eingesetzt. Ohne Ausnahme setzt jede Lehrkraft zumindest einen Demonstrationsversuch und einen Schüler*innenversuch ein, zwei Lehrkräfte zeigen sogar vier Versuche vor. Bis auf eine Ausnahme¹⁹, gibt jede Lehrkraft an, mindestens zwei Schüler*innenversuche durchzuführen. Vier dieser fünf Personen arbeiten mit drei oder vier Schüler*innenversuchen.

Aus dieser beachtlichen Anzahl an naturwissenschaftlichen Untersuchungen, die im Unterricht Anwendung finden, geht hervor, dass der Säure-Base-Unterricht der interviewten Lehrpersonen insgesamt sehr experimentell aufbereitet ist. Speziell die hohe Anzahl an Schüler*innenversuchen unterstreicht diese Interpretation, zumal für einen Schüler*innenversuch meistens sehr viel Zeitaufwand benötigt wird. Außerdem sind die Schüler*innenversuche ein wesentlicher Indikator für lernendenzentrierten Unterricht. Viele der in Kapitel 4.1.3 erwähnten Ziele, die nur in einem fachpraktischen Unterricht und anhand von Schüler*innenversuchen angestrebt und verwirklicht werden können, lassen letztlich auf einen stark handlungsbezogenen und fachpraktischen Chemieunterricht in der Sekundarstufe I schließen.²⁰

4.2.2.2 Konkrete Versuche und deren Ziele

Um zu verstehen, welche Versuche konkret mit welcher Intention eingesetzt werden, wurden die Lehrkräfte auch gefragt, mit welchem Ziel sie die Versuche einsetzen. Alle Lehrpersonen geben an, die Bestimmung des pH-Wertes von Alltagsstoffen mittels

¹⁹ Lehrperson K. gibt an, dass sie versucht, alle wesentlichen Inhalte mit Experimenten zu untermauern.

²⁰ Speziell in K.1.4.2. finden sich Lehrziele, die nur mithilfe von Schüler*innenversuchen erreicht werden können, wie beispielsweise die Bestimmung von sauren, basischen und neutralen Lösungen mittels Indikatoren.

Indikatoren durchzuführen.²¹ Als geeigneten Universalindikator wird in Schulbüchern bzw. auch von einigen Lehrkräften explizit vorgeschlagen, Rotkrautsaft zu verwenden, zumal er die komplette pH-Skala farblich unterschiedlich abdeckt und zum anderen Alltagsbezüge möglich sind. Nichtsdestotrotz sind Versuche zur Bestimmung des pH-Wertes ebenfalls mit dem Indikatorpapier oder Phenolphthalein möglich, die auch von einigen Lehrkräften erwähnt werden. In den meisten Fällen sind diese Versuche so konzipiert, dass die Schüler*innen mittels pH-Wert-Bestimmung angeben sollen, ob die von ihnen untersuchte Lösung sauer, basisch oder neutral ist. Diese Aufgabe spiegelt sich gut in dem in Kapitel 4.1.3 vorkommenden Lehrziel „Die Schüler*innen können saure, basische und neutrale Lösungen unterscheiden.“ wider. Dies ist eines der zahlreichen Beispiele, an denen man erkennt, dass die angestrebten Ziele und behandelten Lerninhalte anhand von Versuchen aufbereitet werden. Zusätzlich kommt auch hier jener häufig erwähnte Alltagsbezug zur Geltung, der anhand von Indikatoren und Alltagsstoffen hergestellt werden soll (siehe Kapitel 4.1.7).

Ein weiterer wichtiger Versuch, den insgesamt vier Lehrkräfte angeben, ist eine Neutralisationsreaktion. Als saure Lösung dient dabei meist verdünnte Salzsäure- oder Essigsäure-Lösung und als basische Lösung Natriumhydroxid-Lösung. Die Neutralisationsreaktion wird meistens als Titration mithilfe von Indikatoren durchgeführt. Der häufige Einsatz dieses Experiments deckt sich auch mit der vergleichsweise hohen Anzahl an Aussagen zu „Neutralisationsreaktion und Salze“ als behandeltes Unterthema (siehe 4.1.1) bzw. als Lehrziel (siehe 4.1.3).

Je nach Lehrkraft werden noch weitere Schüler*innenversuche angegeben. In zwei Fällen müssen die Schüler*innen bei der Kalkbestimmung mittels Salzsäure herausfinden, ob der untersuchte Stoff aus Kalk besteht oder kalkfrei ist. Jeweils einmal werden folgende Versuche erwähnt:

- Salzgewinnung aus Sodalösung²²
- Herstellung von Brausepulver
- Untersuchung der Wirkungsweise von Antazida
- Herstellung von schwefeliger Säure

²² Bei diesem Versuch, den Lehrperson H. erwähnt, löst man festes Soda in Salzsäure, bis kein Gas mehr frei wird und dunstet die Lösung ein, um die Kochsalzkristalle sichtbar zu machen.

Speziell bei den drei ersten ist ein deutlicher Alltagsbezug zu wichtigen Lebensmittelzusatzstoffen und Medikamenten erkennbar, die viele Menschen im Haushalt besitzen und regelmäßig verwenden.

Auch bei den Demonstrationsversuchen gibt es einige, die von mehreren Lehrpersonen angeführt werden. Die Demonstrationsversuche und die damit verfolgten Ziele sind in Tabelle 15 aufgelistet. Mehrmals geben die Lehrpersonen an, dass sie Demonstrationsversuche einsetzen, mit deren Hilfe sie die Eigenschaften von sauren und basischen Lösungen demonstrieren und thematisieren. In diesem Zusammenhang wird von drei Personen angegeben, dass sie einen Springbrunnenversuch durchführen, mit dem man unter anderem die gute Löslichkeit von Säuren und Basen bzw. sauren und basischen Lösungen zeigen kann. Zwei Personen nennen keinen konkreten Versuch, geben aber an, dass sie anhand von naturwissenschaftlichen Untersuchungen Eigenschaften von sauren und basischen Lösungen demonstrieren. Eine Person nennt in diesem Kontext auch den Kohlepilz als Versuch, der auf die hygroskopische Eigenschaft schwefelsaurer Lösung abzielt.

Lehrperson	Versuch	Ziel
H., A., F.	Springbrunnenversuch	Löslichkeit von S/B
G., B., K.	Natrium in Wasser	Reaktivität von Alkalimetallen, Bildung basischer Lösungen
H., F.	Ammoniumchlorid-Herstellung	Bildung von Salzen durch eine Säure-Base-Reaktion
H., A.	Kohlepilz	Hygroskopische Wirkung schwefelsaurer Lösung
A.	Xanthoproteinreaktion	Proteinnachweis mittels Salpetersäure
F.	Verbrennung von Schwefel und Magnesium an der Luft	Herstellung von Metalloxiden und sauren und basischen Lösungen

Tabelle 15: Eingesetzte Demonstrationsversuche.

Ein Demonstrationsversuch, der ebenso häufig Anwendung findet wie der Springbrunnenversuch, ist die Reaktion von Natrium und Wasser. Die Hälfte der Befragten gibt an, dass sie dabei metallisches Natrium in Wasser gibt. Damit lässt sich nicht nur die heftige Reaktion des Alkalimetalls mit Wasser zeigen, sondern auch die Entstehung einer Natriumhydroxid-Lösung, deren Basizität man mit einem Indikator nachweisen kann. Person H. führt in diesem Zusammenhang auch aus, dass sie im Kapitel „Säuren und Basen“ Natriumchlorid auf verschiedene Weisen herstellt, zum einen eben über die Neutralisationsreaktion von Salzsäure- und Natriumhydroxid-Lösung und anschließendem Verdampfen und zum anderen aus der Redoxreaktion von metallischem Natrium und Chlorgas. Auch hier stellt diese Lehrperson Querbezüge zu anderen Themen her.

Von manchen Lehrkräften werden auch noch weitere Demonstrationsversuche durchgeführt. In zwei Fällen stellt die Lehrkraft Ammoniumchlorid aus konzentriertem Ammoniakgas und Chlorwasserstoffgas her. Jeweils einmal wird die Xanthoproteinreaktion mit Salpetersäure, die als Proteinnachweis dient und die Verbrennung von Schwefel und Magnesium an der Luft genannt, durch die sich Metalloxide und saure, neutrale oder basische Lösungen herstellen lassen.

Im Vergleich zu den Schüler*innenversuchen sind die Demonstrationsversuche eher lehrerzentriert und nicht handlungsorientiert. Nichtsdestotrotz geben alle Lehrkräfte an, anhand von selbst vorgeführten experimentellen Untersuchungen Inhalte zu vermitteln und aufzubereiten. Auch hier lässt die hohe Anzahl an Versuchen auf einem Unterricht schließen, der sehr experimentell aufbereitet ist.

4.2.2.3 Sicherheitsaspekte bei den Versuchen

Es wurden auch Aussagen erfasst, die Aufschluss darüber geben, inwiefern die Lehrkräfte auf die Sicherheit konkret bei den Experimenten achten (K.3.2.1.). Zwei Lehrkräfte (H. und G.) geben explizit an, dass sie darauf achten, nur verdünnte basische Lösungen auszugeben. Person H. gibt an, dass sie Demonstrationsversuche aus Selbstschutz erst dann durchführt, wenn es in der Klasse leise ist. Bei Versuchsplanungen, die von den Schüler*innen selbst induziert werden, müssen die Schüler*innen nachfragen, ob die Vorgehensweise ungefährlich ist.

4.3 Aspekte der Unterrichtsdurchführung

4.3.1 Einstieg

Während der Interviews wurden die Befragten angehalten, über die einzelnen Unterrichtsphasen zu sprechen. Speziell in Bezug auf die Unterrichtsplanung, sollte eruiert werden, wie sie in das Thema „Säuren und Basen“ einsteigen (K.3.1.). Die Methodik betreffend, gestaltet sich der Einstieg sehr ähnlich und einheitlich innerhalb der Befragten. Fünf von sechs Lehrkräften geben an, dass sie zu Beginn des Kapitels versuchen, das Vorwissen der Schüler*innen zu Säuren und Basen zu eruieren bzw. eine Aktivierung speziell des Begriffs „Säure“ vorzunehmen: „Indem sie mir auf meine Frage antworten. Also zum Beispiel sage ich wirklich als Einstieg in dieses Thema, wenn ich mich jetzt noch richtig erinnere, heute besprechen wir Säuren und Basen, was fällt euch denn dazu ein? Was ist denn für euch eine Säure?“ (D_Transkript_B., Pos. 53). Als Grund diesen Terminus ins Zentrum der Einstiegsdebatte zu stellen, wird meistens genannt, dass die Schüler*innen

diesen Begriff aus dem Alltag kennen und bereits in anderen Kapiteln des Chemieunterrichts mit sauren Lösungen gearbeitet haben.

In den meisten Fällen findet der Einstieg ins Kapitel in Form eines Plenumsgespräches statt. Die Lehrkraft fragt die Schüler*innen, was sie mit dem Begriff „Säure“ assoziieren, die Schüler*innen geben Antworten. G. verwendet in diesem Zusammenhang auch eine Mindmap zur Begriffssammlung. Nach der fachlichen Klärung des „Säure“ - Begriffs setzen die Lehrpersonen meist gleich einen ersten Versuch ein:

„Generell beginnt das Ganze eben mit der Herstellung von den Säuren. Das ist mein Einstieg. Ja, also von sauerstoffhaltigen Säuren und Basen natürlich und basischen Lösungen in dem Fall. Vorher wird noch gefragt, ja was die Schüler selber natürlich kennen.“
(C_Transkript_A., Pos. 37)

Die Einstiegsversuche können je nach Lehrperson unterschiedlich sein. In den meisten Fällen handelt es sich bei diesem Versuch um den Rotkrautindikator-Versuch zur Bestimmung von wässrigen Lösungen von Stoffen (und oder deren pH-Wert) aus dem Alltag. Lehrperson C. beginnt mit der Herstellung von schwefeliger Säure. Weitere beliebte Einstiegsthemen, die entweder noch vor dem Einstiegsversuch thematisiert werden oder unmittelbar danach, sind Vertreter und Summenformeln bekannter Säuren und Basen auf der Teilchen- bzw. Repräsentationsebene nach Johnstone.

4.3.2 Der Einsatz von Sozialformen

Der in Kapitel 4.2.2 thematisierte Einsatz von Versuchen und die in 4.3.1 aufgegriffenen Aspekte zum Einstieg in das Kapitel „Säuren und Basen“ geben indirekt bereits Auskunft über die vorherrschenden Sozialformen beim Unterrichten. Als stark lehrerzentrierte Unterrichtsformen kristallisieren sich die Plenumsgespräche beim Themeneinstieg sowie die Durchführung von Demonstrationsversuchen heraus. Dem gegenüber stehen schülerzentrierte Unterrichtsformen speziell bei den Schüler*innenversuchen, die die Schüler*innen selbst durchführen, und Übungs- bzw. Wiederholungsphasen, bei denen die Schüler*innen eigenständig Aufgaben lösen müssen.

Als wichtige Steuerungsfrage für die Kategorien „Sozialform\Frontalunterricht“ (K.3.2.6.1.) und „Sozialform\Schüler*innenzentrierter Unterricht“ (K.3.2.6.2.) wurden die Lehrkräfte außerdem gefragt, welche Bereiche sie bevorzugt selbst mit den Schüler*innen erarbeiten und wo sie demgegenüber die Schüler*innen lieber eigenständig arbeiten lassen. Einheitliche Trends zu dieser Fragestellung kommen dabei nicht zum Vorschein. Was sich jedenfalls sagen lässt, ist, dass jede Lehrperson sowohl lehrerzentrierte und

schülerzentrierte Unterrichtsformen einsetzt. Einige Lehrkräfte nennen in diesem Zusammenhang auch die Wichtigkeit beider Formen:

„Es gehört aber auch manchmal auch ganz herkömmlicher lehrerzentrierter Vortrag dazu. Dazu stehe ich ganz einfach. Es gehört auch manchmal Einzelarbeit dazu, dass ich sehen möchte, was ist bei jedem einzelnen Kind angekommen. Also ich halte es mit dem goldenen Mittelweg.“ (F_Transkript_K., Pos. 39)

Abgesehen, von lehrergesteuerten Plenumsgesprächen, die speziell bei der fachlichen Klärung von zentralen Begriffen wie „Säure“ auftreten, gibt eine der Personen an, beim Herstellen von Kontexten lehrerzentriert zu arbeiten und eine andere beim Erarbeiten von Definitionen und Grundlagen (K.3.2.6.1.).

Es wird von jeder befragten Person im Interview explizit erwähnt, dass die Schüler*innen an bestimmten Stellen des Unterrichts selbstständig arbeiten sollen. Dies ist nicht nur bei Versuchen der Fall, sondern auch bei weiteren Arbeitsaufträgen, bei denen die Schüler*innen Aufgaben lösen sollen oder Inhalte zu einem bestimmten Thema recherchieren sollen (siehe K.3.2.6.2.). Abgesehen, von lehrergesteuerten Plenumsgesprächen, die speziell beim Aktivieren von Vorwissen auftreten, geben die Lehrkräfte an, allgemein beim Erarbeiten von Definitionen und Grundlagenwissen lehrerzentriert zu arbeiten (siehe K.3.2.6.1.).

4.3.3 Herausforderungen für Lehrende und Schüler*innen

Einige Fragen, die den Expert*innen gestellt wurden, zielten auf Herausforderungen des Säure-Base-Unterrichts ab. Dabei sollten die Befragten einerseits darauf eingehen, welche Herausforderungen sie selbst auf fachdidaktischer Ebene sehen, andererseits welche Schwierigkeiten die Schüler*innen beim Säure-Base-Unterricht haben (siehe K.3.2.5.1. und K.3.2.5.2.).

Mehrfach klagen die Lehrkräfte darüber, dass ihnen bestimmte Definitionen und Bezeichnungen Schwierigkeiten bereiten. Abgesehen vom pH-Wert-Begriff, der schon in Kapitel 4.1.2 Gegenstand der Debatte ist, gibt Lehrperson F. an, dass es schwierig ist, die Base zu definieren. Lehrperson H. weicht im Interview der Frage bewusst aus, wie sie die Base definiert. Auch in der Mitschrift einer Schülerin von H. findet sich keine Definition einer Base (siehe Kapitel 4.4.1). Lehrperson H. spricht allgemein davon, dass präzise Definitionen in der Unterstufe für ein tiefergehendes theoretisches Wissen nicht geeignet sind und dass es schwierig ist, richtig zu vereinfachen. Auch sie geht nicht näher darauf ein, „warum der pH-Wert zwischen 0 und 14 ist“ (A_Transkript_H., Pos 31). Sie ergänzt,

dass auch der Begriff „Natronlauge“ nicht unproblematisch ist, „weil ‚Lauge‘ sollen sie (die Schüler*innen) nicht sagen“ (A_Transkript_H., Pos. 41).

Weitere Lehrpersonen sprechen vereinzelt zusätzliche Herausforderungen an. Person H. sieht Schwierigkeiten im Aufbau der Moleküle. Zum einen sei dieser oftmals sehr komplex, wodurch es in der Unterstufe noch keinen Sinn macht, ihn zu thematisieren, zum anderen sei es schwierig, den Schüler*innen verständlich zu machen, dass Moleküle H^+ -Ionen abgeben können bzw. ionisieren können, obwohl sie keine Ionenverbindungen sind. Außerdem findet es Lehrperson H. allgemein schwierig abzuschätzen, ob die Schüler*innen die Dinge verstanden haben, da sie sich speziell bei den mündlichen Stundenwiederholungen in der Klasse häufig sehr unpräzise ausdrücken (vgl. A_Transkript_H., Pos 87).

Speziell bei den Herausforderungen, die die Lehrpersonen für die Schüler*innen sehen, wurden schon die H_3O^+ -Ionen erwähnt, die gerne bewusst weggelassen werden und stattdessen lieber von H^+ -Ionen gesprochen wird (siehe Kapitel 4.1.1). Zusätzlich beschreiben mehrere Personen Schwierigkeiten von Schüler*innen im Abstraktionsprozess. Drei von sechs Personen geben an, dass Schüler*innen häufig noch nicht das geeignete Abstraktionsvermögen bzw. die nötige Modellbildungskompetenz aufweisen, um Säure-Base-Vorgänge zu verstehen.²⁴ Diese Herausforderung kann bei formel-lastigen Unterricht besonders gravierend sein. Auch Lehrperson C. verweist auf die gleiche Herausforderung.

In diesem Zusammenhang sprechen die Lehrkräfte auch Fehlvorstellungen²⁵ der Schüler*innen an, insbesondere zum Gefahrenpotenzial im Umgang mit basischen Lösungen. Lehrperson A. und B. thematisieren gerade deshalb im Unterricht auch die Gefährlichkeit basischer Lösungen.

Weitere Fehlkonzepte sehen die Lehrkräfte in Bezug auf die pH-Wert-Skala, die eigentlich unbeschränkt ist und nicht die Säure-Base-Stärke wiedergibt. Weiters wird erwähnt, dass SchülerInnen Salze nur als Feststoff und nicht in gelöster Form wahrnehmen und Säuren stets als Flüssigkeiten (siehe K.3.2.4.).

²⁴ G. unterstützt die Entwicklung des Abstraktionsprozesses durch den Einsatz von Molekülbaukästen (siehe Kapitel 4.3.4).

²⁵ Die Lehrkräfte verwenden in diesem Zusammenhang nicht explizit das Wort „Fehlvorstellung“. Sie beschreiben jedoch falsche Annahmen, die die Schüler*innen zu bestimmten Sachverhalten besitzen.

4.3.4 Reflexion durchgeführter Unterrichtsstunden

Neben der Unterrichtsplanung und -durchführung wurde auch nach der Unterrichtsreflexion genauer gefragt (siehe K.3.2.7.1. und K.3.2.7.2.). In den Interviews wurden alle Befragten ersucht zu beschreiben, inwiefern sie durchgeführte Unterrichtsstunden reflektieren, wie sie auf Herausforderungen der Schüler*innen eingehen und wie sie kontrollieren, ob die Schüler*innen die gewünschten Kompetenzen erworben haben. Um mit der letzten Frage zu beginnen: Es geben mehrere Personen (H., G., A., K.) an, dass die Lehrzielkontrolle vor allem im Plenumsgespräch stattfindet. Die Lehrperson bespricht dabei mit der Klasse die wichtigsten Inhalte der vorangehenden Stunde oder des zuletzt durchgeführten Experiments. Die Schüler*innen geben ihrerseits Antworten auf die Fragen der Lehrkraft. Person H. und G. geben zudem an, dies im Sinne von Stundenwiederholungen zu machen. Diese werden auch beurteilt.

Auf die Frage, wie sie Hilfestellungen anbieten, geben alle Lehrkräfte an, Wiederholungsphasen einzubauen, in denen bereits bekannte Inhalte wiederholt und gefestigt werden. A. beispielsweise gibt den Schüler*innen Anwendungsaufgaben, H. setzt Online-Quizzes zur Wiederholung des Themas ein und B. lässt die Schüler*innen Fragen stellen und versucht die Inhalte in einem Plenumsgespräch nochmals zu erklären. Um der bereits angesprochenen Herausforderung des mangelnden Abstraktionsprozesses entgegenzuwirken, setzt G. den Molekülbaukästen ein, um den Schüler*innen das Abstrahieren zu erleichtern (siehe K.3.2.7.1.).

Resümierend kann man sagen, dass alle Lehrkräfte sich Gedanken zu den Herausforderungen und den Lernprozess ihrer Schüler*innen machen. Aufgrund der Vielzahl an Herausforderungen im Säure-Base-Unterricht gehen Lehrkräfte verstärkt auf diese ein und bauen in ihren Unterricht bewusst Übungssequenzen ein, um Kompetenzen zu festigen.

4.3.5 Die Bedeutung des Themas für die interviewten Lehrpersonen

Als abschließende Leitfrage am Fragebogen wurden die Lehrer*innen noch nach der Bedeutung des Themas „Säuren und Basen“ gefragt (siehe K.4.1.) Die dazu erfassten Aussagen sind in Tabelle 16 zusammengefasst. Drei Personen (G., A., B.) führen aus, dass sie das Thema als wichtig erachten. Andere Personen (H., F., K.) nennen Vorteile, die das Thema beim Unterrichten bietet. Sie erwähnen dabei die schönen Effekte, die man mit den Farben der Indikatoren erzielen kann, dass das Thema sehr praxisnah ist, bzw. Theorie und Praxis gut verknüpft werden kann, und dass sie die Schüler*innen motivierter als bei anderen Themen erleben.

	H.	G.	A.	B.	F.	K.
Betont die Wichtigkeit des Themas		x	x	x		
Erwähnt Vorteile des Themas	x				x	x
Zeitaufwand	8	10	6-8	6-8	8	6-7

Tabelle 16: Aussagen zur Bedeutung des Themas "Säuren und Basen".

Außerdem wurden die Lehrkräfte auch gefragt, wie viele Unterrichtsstunden sie dem Thema widmen (siehe K.4.2.). Hier geben die meisten unter ihnen an, sich mit dem Thema sechs oder acht Unterrichtsstunden zu befassen. Eine Person gibt an, zehn Stunden in das Thema zu investieren. Gerade in der Unterstufe, in der die Schüler*innen meistens nur ein Jahr Chemie haben (sofern sie nicht im wirtschaftskundlichen Zweig sind oder schulautonome Bestimmungen gelten), ist dies doch ein erhebliches Ausmaß.

Zusammenfassend kann an dieser Stelle gesagt werden, dass das Thema „Säuren und Basen“ bei den Lehrpersonen einen breiten Raum im Chemieunterricht einnimmt. Durch seinen wertvollen Alltags- und Praxisbezug und der allgemeinen Stellung im Chemieunterricht wird das Thema „Säuren und Basen“ von allen Lehrkräften über mehrere Wochen hinweg behandelt. Man kann sagen, dass durchschnittlich jede Lehrperson circa acht Unterrichtsstunden für das Thema „Säuren und Basen“ aufwendet.

4.4 Fehlvorstellungen und unangemessene Darstellungen beim Unterrichten von „Säuren und Basen“

4.4.1 Fachliche Konzepte und deren Darstellung

4.4.1.1 Lehrperson H.

Auf die Frage, welche Säure-Base-Konzepte Lehrperson H. ihren Schüler*innen vermittelt, nennt sie das „Donor-Akzeptor-Prinzip“ (Donator-Akzeptor-Prinzip meinent). Im Interviewgespräch erklärt die Lehrperson trotz Nachfrage nicht näher, was sie unter diesem Prinzip versteht oder wie sie es vermittelt. Auch in der Mitschrift einer Schülerin wird das Prinzip nicht transparent und kohärent wiedergegeben. Aus der Definition einer Säure, die in der Mitschrift erscheint, lassen sich zumindest Anzeichen für das Vorhandensein eines Mischkonzepts erkennen. Dieser Heftauszug ist in Abbildung 8 dargestellt.

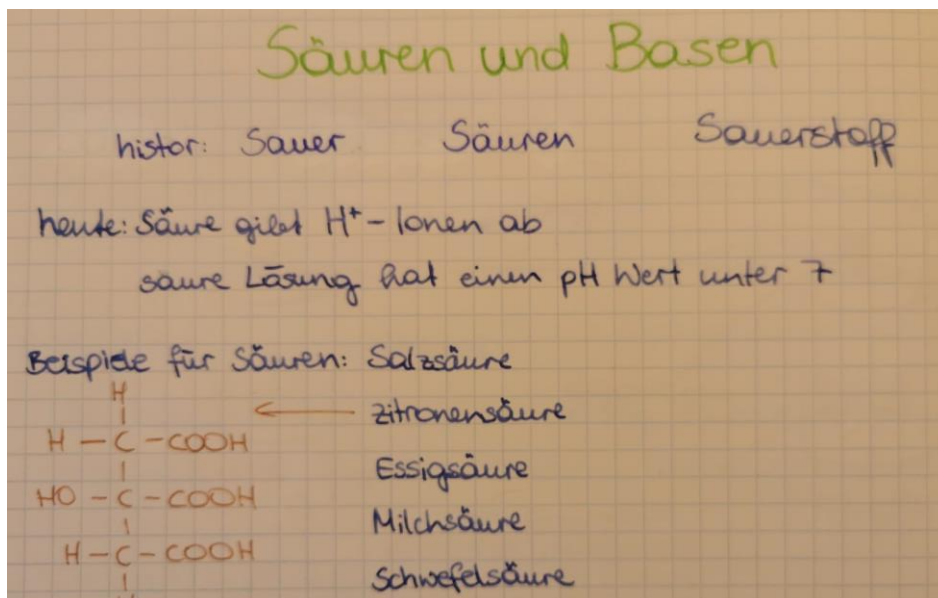


Abbildung 9: Säure. Beispiele und Begriff. Mitschrift einer Schülerin von Lehrperson H.

Die zu Beginn notierten Stichworte „sauer“, „Säuren“ und „Sauerstoff“ der Schülerin verweisen auf den Ursprung des Begriffs ‚Säure‘: Anhand dieser Mitschrift der Schülerin lässt sich vermuten, dass die Lehrkraft Säuren anhand des Konzepts nach Lavoisier beschreibt, nach welchem Säuren Sauerstoff enthalten.

Als nächstes findet sich in der Mitschrift folgende Notierung:

heute: Säure gibt H^+ -Ionen ab

Die Formulierung lässt offen, was eine Säure ist und gibt nur Auskunft darüber, was sie macht. Die letztzitierte Aussage könnte man deshalb sowohl dem Arrhenius- als auch dem Brønsted-Konzept zuschreiben. Aus dem Interviewgespräch geht jedoch klar hervor, dass die Lehrperson bei ‚Säuren‘ und ‚Basen‘ von Teilchen ausgeht: „Also die Definition von der Säure und von der Base hat sich im Laufe meiner Unterrichtszeit insofern geändert, dass wir jetzt ja ganz besonders auf das Teilchen, auf die Teilchenebene gehen bei der Säure und bei der Base“ (A_Transkript_H., Pos. 25). Letzter Hefteintrag und letztes Zitat legen nahe, dass sich die Lehrkraft auf das Säure-Base-Konzept nach Brønsted beruft.

Nichtsdestotrotz bleibt die Definition einer Base als Akzeptor gänzlich aus. In der Mitschrift der Schülerin findet sich keine Definition einer Base, wie folgender Heftauszug bestätigt:

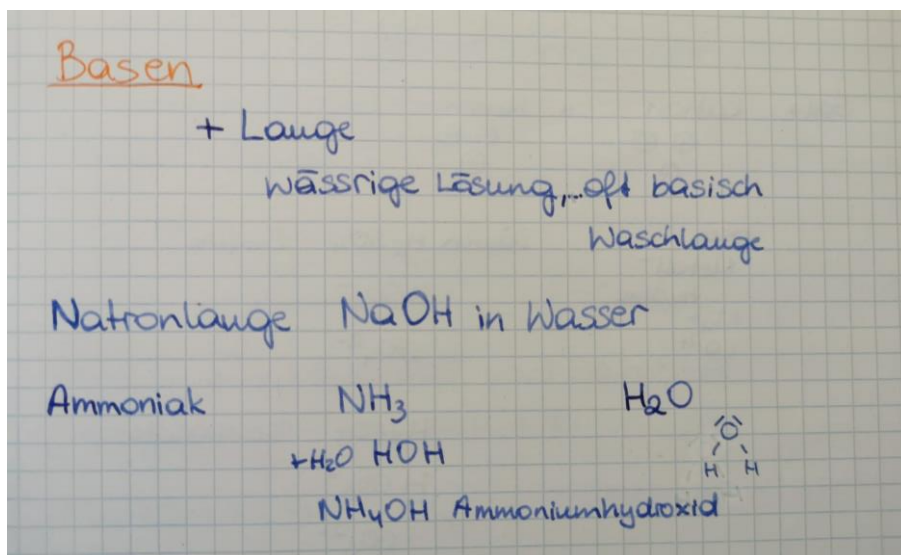


Abbildung 10: Base. Beispiele. Mitschrift einer Schülerin von Lehrperson H.

Im Interviewgespräch gibt H. explizit an, dass „es eigentlich schwieriger ist, die Base zu definieren“ (A_Transkript_H., Pos. 41). Die Lehrkraft erwähnt zwar, dass es ihr wichtig ist, dass die Schüler*innen beim „Donor-Akzeptor-Prinzip“ verstehen, dass es auf den Reaktionspartner ankommt, ob ein Teilchen als Säure oder Base reagiert: „[...] dass Wasser einmal als Säure fungiert und einmal als Base, je nachdem was für einen Partner man hat“ (A_Transkript_H., Pos. 35.). Aus der Mitschrift der Schülerin geht hervor, dass nicht näher schriftlich festgehalten ist, wie Wassermoleküle als Säure und Base reagieren können. Inwiefern die Lehrperson jenen Vorgang darstellen würde, bei dem H_2O -Moleküle Protonen (nach dem „Donor-Akzeptor-Prinzip“) aufnehmen, ist insofern nicht klar, als die Lehrperson die hierfür notwendigen H_3O^+ -Ionen gar nicht entstehen lässt (siehe Kapitel 4.1.4).

Generell kann nicht beschrieben werden, ob und wie die Lehrperson das von ihr angesprochene „Donor-Akzeptor-Prinzip“ in der Klasse den Schüler*innen kohärent präsentiert. Auch die in der Mitschrift der Schülerin festgehaltenen Aussagen zum Donator-Akzeptor-Konzept sind lückenhaft, zumal auf den Akzeptor und dessen Funktion nicht ausreichend eingegangen wird.

4.4.1.2 Lehrperson G.

Lehrperson G. ist die einzige, die mehrere Säure-Base-Theorien im Unterricht präsentiert und diese auch explizit beim Namen nennt. Sie erwähnt dabei zunächst die Theorie nach Lavoisier, um festzuhalten, dass Säuren ihren Namen vom Sauerstoff haben. Sie verweist zuletzt auf Chlorwasserstoffgas, welches keinen Sauerstoff enthält und leitet anhand dieses

Beispiels zur nächsten Definition nach Arrhenius über und definiert Säuren und Basen folgendermaßen (vgl. Tafelauszug_Lehrperson G.):

Säuren sind Stoffe, die H^+ abgeben können.

Basen $-$, $-$, OH^- $-$, $-$.

Darunter führt sie zwei Beispiele an:



Diese Darstellung ist sehr problematisch, denn es werden darin eine Säure-Base-Reaktion und ein Lösevorgang eines Salzes gleichgesetzt. Im Falle der dargestellten „Säure“ handelt es sich um eine chemische Reaktion. Im Falle der dargestellten „Base“ sind die Ionen bereits vorhanden, sie dissoziieren lediglich in Wasser, was ein physikalischer Vorgang ist.

Anschließend an die Arrhenius-Theorie definiert G. eine Säure bzw. die Base nach Brønsted. Darunter gibt G. ein paar Beispiele für Säure-Base-Reaktionen und leitet diese folgendermaßen ein:

J. Brønsted:

Säuren sind H^+ -Donatoren.

Basen sind H^+ -Akzeptoren.

→ Stoffe reagieren meist in H_2O :

An dieser Stelle kommt es zu konzeptueller Inkohärenz. Der Begriff „Stoff“ ist an dieser Stelle insofern problematisch, als er der Arrhenius-Theorie zuzuordnen ist. Durch die unangemessene Verwendung dieses Terminus kommt es sowohl zur Vermischung der fachlichen Darstellung auf der Stoff- und Teilchenebene, als auch zur Vermischung des Arrhenius- und Brønsted-Konzepts.

Auf die Frage, bei welchem Konzept die Lehrperson letztendlich bleibt, gibt sie Brønsted an. Nichtsdestotrotz findet man im Interview auch Aussagen der Lehrkraft, mit denen sie sich auf andere Säure-Base-Konzept bezieht. Lehrperson G. äußert sich im weiteren Gesprächsverlauf zu den Salzen folgendermaßen: „Also ich thematisiere das auf diese Art und Weise, dass ich auch wieder sozusagen die Definition von Lavoisier aufgreife, also die Basen sind die Basis für die Salze [...]“ (B_Transkript_G., Pos 29).

4.4.1.3 Lehrperson B.

Lehrperson B. bezieht sich bei der Definition von Säuren und Basen mehrheitlich auf Brønsted. Nichtsdestotrotz operiert sie dabei nicht nur mit den von Brønsted vorgesehenen Wasserstoffionen, sondern auch mit den Arrhenius zugehörigen Hydroxidionen:

„Das heißt, für mich ist es wichtig, dass die Schüler*innen eben dieses Konzept begreifen und verstehen, dass Säuren Protonen abgeben und Basen Protonen aufnehmen, beziehungsweise Hydroxidionen OH⁻-Ionen abgeben. Das ist für mich das eher Standardprinzip in der Unterstufe.“
(D_Transkript_B., Pos. 19)

Dieses Zitat ist beispielhaft, wie Ansätze verschiedener Theorien miteinander vermischt werden. Diese Inhalte werden, wie die folgende Abbildung der Mitschrift einer Schülerin von B. zeigt, so auch aufgeschrieben und auch für entsprechende Leistungsüberprüfungen gelernt (siehe *Mitschrift_Lehrperson B.*):

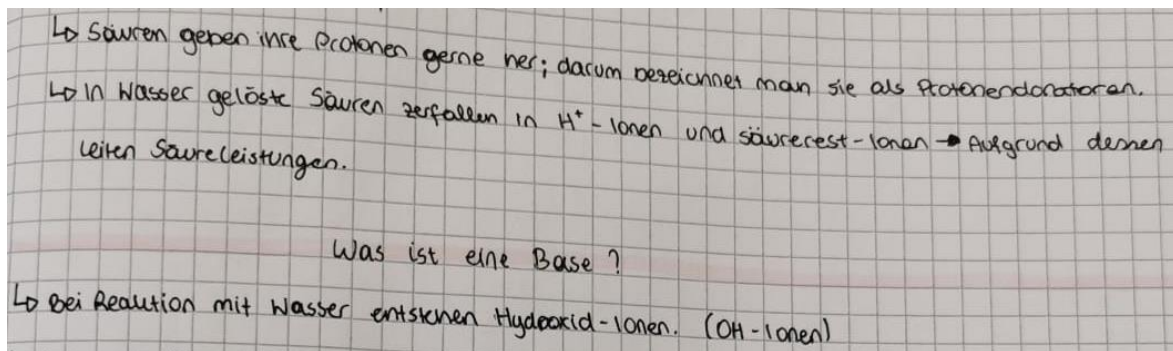


Abbildung 11: Definition 'Säure' und 'Base'. Mitschrift einer Schülerin von Lehrperson B.

Die Formulierung „In Wasser gelöste Säuren zerfallen in H⁺-Ionen und Säurerest-Ionen → Aufgrund dessen leiten saure Lösungen.“ ist problematisch. Obwohl im Vorsatz von „Protonendonatoren“ gesprochen wird, entspricht diese Formulierung – vom Satzanfang abgesehen – genau dem Arrhenius Konzept. Bei der Basendefinition ist es überhaupt unklar, auf welches Konzept sich die Lehrperson bezieht. Sowohl nach Brønsted als auch nach Arrhenius entstehen bei der Reaktion einer Base mit Wasser „Hydroxid-Ionen“.

Besonders deutlich zum Vorschein kommen bei B. auch fachlich unangemessene Darstellungen beim Thema „pH-Wert“. Hier wird die Stärke von Säuren und Basen mit dem pH-Wert gekennzeichnet: „Null ist wirklich eine starke Säure, 14 ist wirklich eine sehr starke Base. Das heißt jetzt aber nicht, dass 3 jetzt nicht auch eine starke Base ist, aber es ist jetzt eben nur ein kleiner Bereich“ (D_Transkript_B., Pos 49). B. müsste in diesem Zusammenhang von einer ‚stark sauren‘ bzw. einer ‚stark basischen Lösung‘ sprechen, damit die Formulierung fachlich stimmig wäre.

Betrachtet man Abbildung 11, findet man als ersten Merksatz folgende Formulierung: „Indikatoren zeigen mithilfe von Farbänderungen an, ob eine Säure oder eine Base vorliegt (z.B. Rotkrautsaft).“ Diese Aussage ist falsch, da der Indikator nicht zeigt, „ob eine Säure oder eine Base“, sondern ob eine saure oder basische (oder neutrale) Lösung vorliegt. Gleich darunter ist jedoch eine pH-Wert-Skala skizziert, bei der sich sowohl die Adjektiva „sauer“ und „basisch“ (und „neutral“) befinden. Die Lehrperson argumentiert insgesamt auf unterschiedlichen Ebenen (vgl. Kapitel 4.4.2).

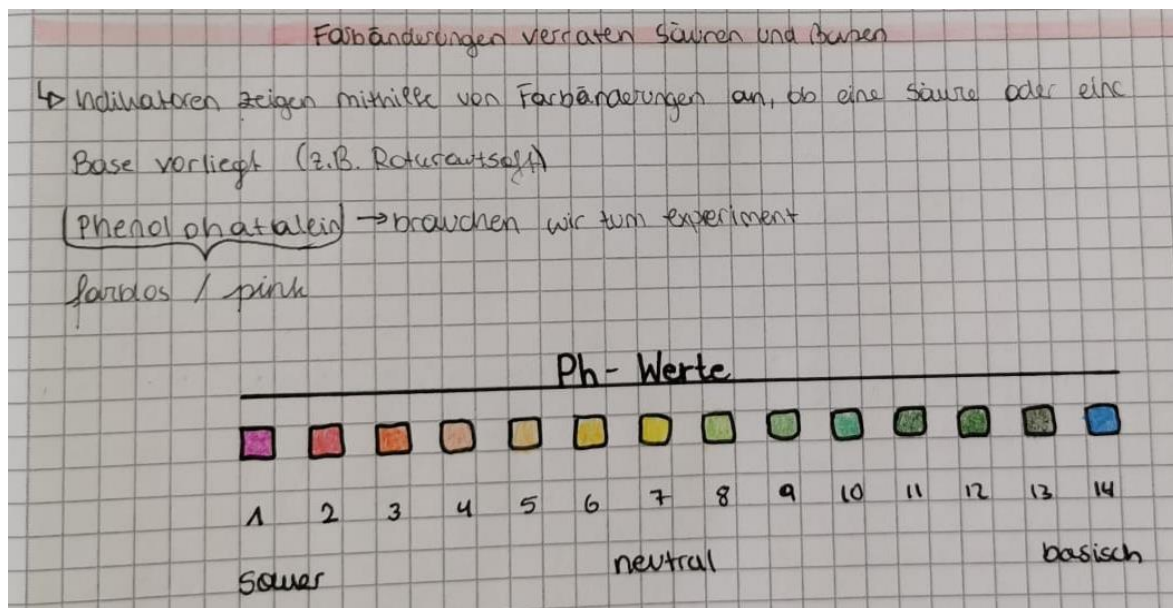


Abbildung 12: pH-Wert. Mitschrift einer Schülerin von Lehrperson B.

Auffällig ist in der Mitschrift weiters, dass die pH-Skala limitiert vorgegeben wird²⁶. Auch im Interviewgespräch mit B. grenzt die Lehrperson den pH-Wert explizit ein: „[...] und hier ist mir vor allem wichtig, dass die Schüler*innen wissen oder verstehen, dass es eben diese Skala von 0-14 gibt“ (D_Transkript_B., Pos. 47). Wenngleich die im Gespräch erwähnte pH-Skala schon bei Null beginnt, ist sie dennoch limitiert. Diese Limitation ist für die Unterstufe durchaus berechtigt, weil die Schüler*innen der 8. Schulstufe noch nicht mit Logarithmusfunktionen vertraut sind.

4.4.1.4 Lehrperson F.

Auch Lehrperson F. bezieht sich in ihren Stellungnahmen zur Frage, welches Konzept sie ihrem Unterricht zugrunde legt, auf das Brønsted-Konzept. Durch das vorgelegte Tafelbild wird dies bestätigt (siehe Abbildung 12):

²⁶ Man könnte an dieser Stelle auch die Schreibweise „Ph“ bemängeln.

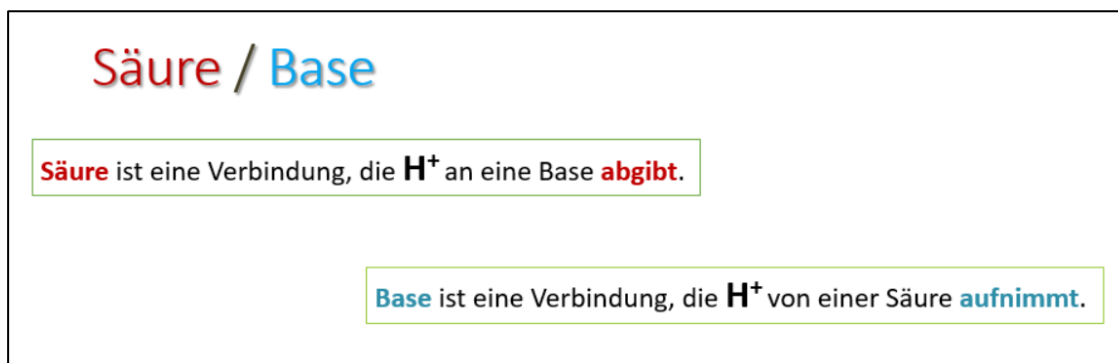


Abbildung 13: Definition 'Säure und Base'. Tafelbild der Lehrperson F.

Sie präsentiert Säuren und Basen wie folgt: „Säure ist eine Verbindung, die H^+ an eine Base abgibt. Base ist eine Verbindung, die H^+ von einer Säure aufnimmt“. Obwohl diese Formulierung im ersten Moment tatsächlich nur Brønsted zuordenbar scheint, ist dies ganz und gar nicht eindeutig, weil die Terminologie in der von F. gewählten Formulierung nicht eindeutig ist. Speziell der Begriff „Verbindung“ kommt bei Brønsted nicht vor. Oftmals steht der Begriff „Verbindung“ auch für einen Stoff. Verbindungen entstehen aus dem Zusammenfügen von Elementen. Ein Element ist nach dem Elementkonzept von Boyle²⁷, das später von Lavoisier bestätigt wird, ein Stoff, der nicht weiter zerlegt werden kann (vgl. Färber 1954). Es ist damit nicht eindeutig, ob mit dem Begriff „Verbindung“ die Stoff- oder Teilchenebene gemeint ist.

Verwendet man die von F. gewählte Formulierung, eröffnet man automatisch die Diskussion darüber, was eine Verbindung eigentlich ist. Der Begriff „Verbindung“ kann je nach Kontext sowohl der Stoff-, als auch Teilchenebene zugeordnet werden. Selbst wenn man davon ausgeht, dass er auf die Teilchenebene abzielt, sind trotzdem mehrere Aspekte problematisch. Zunächst muss geklärt werden, wie die Teilchen in der Verbindung vorliegen. Die positiven Natrium- und negativen Hydroxidionen im Kristallgitter eines Natriumkristalls sitzen an bestimmten räumlichen Positionen. In diesem Zustand sind die Hydroxidionen weniger bestrebt, Wasserstoffionen aufzunehmen als im hydratisierten Zustand. Bei diesem Beispiel schließt der Begriff „Verbindung“ die Natriumionen automatisch mit ein, da sie Teil des Salzes Natriumhydroxid sind. Damit man von der „Verbindung“ Natriumhydroxid auf eine „Base“ schließen kann, müsste man annehmen, dass das Salz in Wasser gelöst ist, damit man die Hydroxidionen unabhängig von den Natriumionen betrachten kann. Die Natriumionen sind nach Brønsted für Säure-Base-

²⁷ Robert Boyle (1627-1691) war ein britischer Naturwissenschaftler, frühzeitiger Befürworter wissenschaftlicher Methoden und Mitbegründer der modernen Chemie. Er leistete einen entscheidenden Beitrag zu einer neuen Definition des Begriffes „chemisches Element“ (vgl. Maddison 1969).

Prozesse nämlich irrelevant. Lediglich, die frei beweglichen Hydroxidionen sind nach Brønsted jene Teilchen, die H^+ -Ionen aufnehmen können.

Einen weiteren Aspekt, den Lehrperson F. zu wenig beachtet, ist jener des Verhältnisses von Teilchen, die bei Säure-Base-Reaktionen miteinander reagieren. Lehrperson F. beschreibt, dass die Schüler*innen das stöchiometrische Teilchenverhältnis bei der Reaktion von Säureteilchen mit Wassermolekülen erkennen sollen (siehe Kapitel 4.1.6). Dabei tätigt sie folgende Aussage:

„Das Teilchenverhältnis. Also wenn ich zum Beispiel Schwefelsäure mit Wasser reagieren lasse, dass da eben zwei H^+ abgegeben werden und dass ich da zwei Mol Wasser brauche, für ein Mol Schwefelsäure und dass dann entsprechend mehr H_3O^+ -Ionen entstehen“ (E_Transkript_F., Pos 51).

Dabei berücksichtigt sie jedoch nicht den konzentrationsabhängigen Protonierungsgrad und die Art der Säure (also ob sie stark oder schwach ist). Speziell bei der Schwefelsäure verweist Barke (2015) auf die Schwierigkeit, diese didaktisch richtig zu vermitteln, da bei reiner Schwefelsäure die H_2SO_4 -Moleküle, in halbkonzentrierter Säurelösung die HSO_4^- -Ionen und in verdünnter Schwefelsäurelösung die H_3O^+ -Ionen die Protonendonatoren sind (vgl. Barke 2015: 11).

4.4.1.5 Lehrperson A.

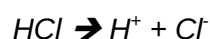
Lehrperson A. stützt sich beim Unterrichten von Säuren und Basen ebenfalls auf das Brønsted-Konzept. Dies wird in folgendem Arbeitsblattauszug sichtbar:

Säure	<i>Teilchen, das Protonen abgibt; Salzsäure, Kohlensäure, Hydrogencarbonation</i>
Base	<i>Teilchen, das Protonen aufnimmt; Ammoniak, OH^- Ionen, Hydrogencarbonation</i>
Protolyse	<i>Abgabe eines Protons</i>

Abbildung 14: Definition 'Säure' und 'Base'. Tafelbild von Lehrperson A.

Sie definiert Säuren und Basen als Teilchen. Im Interviewgespräch weicht sie aber von dieser Position ab. Auch sie beachtet nicht, wie auch Lehrperson G., dass Brønsted nicht auf der Stoffebene operiert: „Also sie können dann schon, sie lernen schon Säuren sind Stoffe, die H^+ abgeben, weil sie anhand von dieser Theorie auch relativ gut einen Unterschied, oder das erkennen können, wann eine Säure vorliegt“ (C_Transkript_A., Pos. 15).

Im Tafelbild von Lehrperson A. findet man diesbezüglich folgende Darstellung:

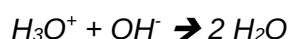




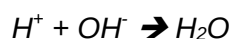
Auch hier tritt wieder das bereits bei Lehrperson G. angesprochene Problem auf, dass das zweite Schema (um den Begriff „Reaktionsgleichung“ bewusst zu vermeiden) keine Säure-Base-Reaktion darstellt. In diesem Fall müssen die Ionen nicht gebildet werden, sie sind schon da. Zusätzlich dazu macht das Fehlen von Wasser (weder als Stoff noch als Molekül) das obere Schema ohnehin problematisch, denn es ist nicht klar, unter welchen Bedingungen das HCl-Molekül ein Proton abspaltet und ein Cl⁻-Ion bildet. Womöglich sieht Lehrperson A. eine Notwendigkeit in dieser Darstellung, da sie bei den Lehrzielen auch davon spricht, dass die Schüler*innen Säuren und Basen anhand deren Formeln, und deren charakteristischen Ionen erkennen sollen (vgl. Kapitel 4.1.3):

„Also, auf jeden Fall einmal Säuren und Basen anhand, also jetzt formal, von den Formeln her erkennen, also sprich charakteristische Ionen, also in diesem Fall die H⁺-Ionen beziehungsweise die OH⁻-Ionen und dann aber verstärkt auch auf die Eigenschaften der Säuren und Basen wird eingegangen, und da liegt eher das Hauptaugenmerk“ (C_Transkript_A., Pos 17)

Des Weiteren gibt A. an, im Säure-Base-Unterricht stets bei den Wasserstoffionen zu bleiben und die Entstehung der Oxoniumionen nur kurz zu erwähnen. Diese Entscheidung ist aber für das Brønsted-Konzept insofern problematisch, als es auf genau diese Ionen angewiesen ist, weil in sauren Lösungen die H₃O⁺-Ionen die Protonendonatoren darstellen. Deshalb findet man dazu im Rahmen der Neutralisationsreaktion, speziell in den Unterlagen der Lehrkräfte sowie in Schulbüchern, häufig folgende Darstellung:



Oft werden in dieser Formelgleichung die Teilchen farblich noch unterschiedlich visualisiert, um zu verdeutlichen, dass das H₃O⁺-Ion ein H⁺-Ion auf das OH⁻-Ion überträgt. Lässt man aber die H₃O⁺-Ionen generell nicht entstehen, findet man gerne folgende Darstellung stattdessen:



Bei Arrhenius liegen in sauren Lösungen freie H⁺-Ionen vor. Letztere Darstellung ist demnach beispielhaft für das Arrhenius-Konzept, nach dem bei der Neutralisationsreaktion H⁺- und OH⁻-Ionen zu Wassermolekülen reagieren. Man findet sie im Tafelbild der Lehrperson und auch im Interviewgespräch favorisiert die Lehrperson diese Darstellung und beschreibt dies folgendermaßen: „[...] dass eben die H⁺-Ionen und die OH⁻-Ionen, also ein Teil der Säure, ein Teil der Base zu dem Wasser reagiert“ (C_Transkript_A., Pos 27). Die erwähnte Darstellung geht jedenfalls nicht mit dem Brønsted-Konzept einher.

4.4.1.6 Lehrperson K.

Lehrperson K. hat im Zuge des Interviews, trotz Nachfragens, nicht erklärt, wie sie Säure-Base-Reaktionen vermittelt. Es ist deshalb mangels Informationen über Konzepte nicht genau feststellbar, ob sie ihrem Unterricht überhaupt ein Säure-Base-Konzept zugrunde legt. Es finden sich Anzeichen, die in Richtung des Arrhenius Konzepts deuten: „Für mich ist wichtig, dass die Kinder wissen, dass Säuren und Laugen unterschiedliche Ionen ausbilden“ (F_Transkript_K., Pos. 19). Trotz mangelnder Aussagen zu Konzepten enthält das Interviewgespräch Aussagen, die grundlegende fachliche Mängel der Lehrperson aufzeigen, die die Thematisierung eines adäquaten Säuren-Basen-Konzepts erschweren. Beispielsweise spricht Lehrperson K. bereits am Anfang des Interviewgesprächs davon, dass Säuren aus einem Wasserstoffion und einem Säurerest-Ion aufgebaut sind: „Den Aufbau von Säuren schauen wir uns an, dass da eben ein Wasserstoffion ist mit einem Säurerest-Ion“ (F_Transkript_K., Pos 25). Diese Formulierung legt nahe, dass die Lehrkraft die Säure als ein Salz auffasst, welches aus unterschiedlichen Ionen besteht. Dass speziell in Bezug auf die Stoffklasseneinteilung gravierende fachliche Mängel der Lehrperson vorhanden sind, zeigt auch folgendes Zitat an späterer Interviewstelle: „Zwei Atome Natrium plus H₂O, also ein Molekül Wasser, wird dann zu zwei Molekülen Natronlauge NaOH und der Wasserstoff wird dabei frei“ (F_Transkript_K., Pos 63). Sie schreibt dies folgendermaßen an:



In dieser Aussage finden sich gleich mehrere unangemessene Formulierungen wieder. Zunächst einmal werden alle Stoffklassen mittels Molekülstruktur dargestellt. Diese Darstellungsform ist speziell für Natriumhydroxid als Salz problematisch, da es den Eindruck erweckt, dass dieser Stoff aus Molekülen bestehen (vgl. Barke 10-11). Die Lehrperson K. ist offensichtlich genau dieser Ansicht, da sie NaOH als „Molekül“ bezeichnet, was erneut die unangemessene Vorstellung einer Stoffklasse bestätigt. Zusätzlich ist der Begriff „Natronlauge“ in diesem Zusammenhang gänzlich fehl am Platz, da die Lehrperson Teilchen benennen möchte und keine basische Lösung. Die Trennung der verschiedenen Ebenen nach Johnstone wird im übernächsten Kapitel (4.4.2) näher diskutiert.

Auch zur Säure- bzw. Basenstärke weist die Lehrperson fachliche Mängel auf. Ähnlich wie B. ist sie der Auffassung, mithilfe eines Indikators die Stärke von Säuren und Basen bestimmen zu können:

„Wichtig ist für mich, dass er oder sie weiß, wo ich diese Säuren anwende, wie ich diese Säuren, wie ich diese Säuren zum Beispiel über einen Indikator identifizieren kann als schwache Säure, starke Säure oder überhaupt im Unterschied zu einer neutralen Lösung oder zu einer basischen Lösung.“ (F_Transkript_K., Pos 21)

Es sei noch festgehalten, dass in letztem Zitat der Begriff „Säure“ fälschlicherweise durchgehend auf der Stoffebene verwendet wird. Die Lehrperson müsste richtigerweise von „sauren Lösungen“ sprechen, denn nur diese können mittels Indikatoren identifiziert werden (siehe 4.4.2).

4.4.1.7 Zusammenfassende Darstellung konzeptueller Inkohärenzen

Die Erkenntnisse der vorangegangenen Kapitel (4.4.1.1 – 4.4.1.6) werden in diesem Kapitel noch einmal zusammengefasst dargestellt:

	H.	G.	A.	B.	F.	K.
Unvollständige Konzepte	x				x	x
Vermischung von Konzepten		x	x	x		
Fehlkonzepte zur Säure-/Basenstärke				x		x
Weitere Fehlkonzepte					x	x

Tabelle 17: Zusammenfassende Darstellung der Fehlkonzepte der Lehrpersonen.

Insgesamt lässt sich sagen, dass keine der Lehrpersonen ein Säure-Base-Konzept kohärent und ebenenkonform wiedergibt. In drei von sechs Fällen (H., F. und K.) wird das Konzept nicht vollständig vermittelt, in den anderen Fällen (G., A. und B.) kommt es zur Vermischung zwischen dem Brønsted- und dem Arrhenius-Konzept.

Zwei Lehrkräfte (B. und K.) sind darüber hinaus nicht in der Lage, den Begriff ‚Säure-‘ bzw. ‚Basenstärke‘ richtig zu interpretieren und stellen ihn in Relation mit dem pH-Wert. Die Lehrkräfte (F. und K.) weisen auch noch weitere Fehlkonzepte auf, die vor allem mit einer unangemessenen Benennung von Stoffklassen einhergehen.

4.4.2 Trennung der Johnstone'schen Ebenen

Dass Lehrende in Schule und Universität sprachlich nicht konsequent zwischen „Säure“ und „saurer Lösung“ einerseits, bzw. „Base“ und „basischer Lösung“ unterscheiden, wurde bereits im Theorieteil dieser Arbeit (siehe Kapitel 2.1.3) festgehalten. In dieser Interviewstudie soll dieser Befund nochmals untersucht werden und es sollen Erkenntnisse

darüber gewonnen werden, ob und wenn ja, inwieweit die Ebenen in der Unterstufe voneinander getrennt werden.

In den sechs durchgeführten Interviews wurden insgesamt 26 Aussagen markiert, die keiner den Ebenen konformen Kommunikation entsprechen bzw. fachsprachlich inkorrekt sind (siehe K.5.2.). Es finden sich solche Aussagen in den Interviewtranskripten aller sechs durchgeführten Interviews. Lehrperson F. vollzieht mit Ausnahme einer Aussage eine strikte und korrekte Trennung der Begriffe „Säure“ und „saurer Lösung“ bzw. „Base“ und „basischer Lösung“. Alle anderen Lehrpersonen vermischen beim Sprechen mindestens dreimal die Ebenen, Lehrperson H. sogar neunmal.

	H.	G.	A.	B.	F.	K.
Keine Trennung der Ebenen	9	4	4	3	1	5

Tabelle 18: Anzahl der Aussagen ohne Unterscheidung der Ebenen.

Auch wesentlich erscheint die Frage nach dem Kontext, in dem die Vermischung der Ebenen besonders bemerkbar ist. Folgende Tabelle zeigt, in welchen Kontexten mindestens die Hälfte der Lehrkräfte die verschiedenen Ebenen nach Johnstone durcheinanderbringt:

	H.	G.	A.	B.	F.	K.
Eigenschaften von sauren/basischen Lösungen	x		x			x
Säuren als Stoffe (des Alltags)	x	x	x	x		
Salzsäure oder Natronlauge	x	x			x	x

Tabelle 19: Kontexte, in denen Ebenen nicht unterschieden werden.

Wie bereits im vorherigen Kapitel 4.4.1 erörtert wurde, kommt es bei den meisten Lehrkräften zur Vermischung des Brønsted- und Arrhenius-Konzepts. Obwohl die meisten dieser Lehrkräfte angeben, das Brønsted-Konzept ihrem Unterricht zu Grunde zu legen, definieren sie häufig Säuren und Basen als Stoffe, speziell auch dann, wenn sie konkrete Alltagsbeispiele nennen:

„Dann natürlich die Säure als Getränk, also als Sprudel“ (A_Transkript_H., Pos 117).

„Weil die Säure selbst so kompliziert aufgebaut ist. Das fängt schon beim Essig an“ (A_Transkript_H., Pos 79)

„Und da geht es mir darum, dass sie das Verhältnis erkennen, dass ich zum Beispiel zwei Mol Salzsäure brauche, wenn es mit einem Mol Calciumhydroxid reagieren sollen“ (E_Transkript_F., Pos)

Dadurch, dass die Lehrkräfte „Säuren und Basen“ stark mit Stoffen assoziieren, schreiben sie auch stoffspezifische Größen den „Säuren und Basen“ zu. Wie bereits in den Kapiteln

4.1, und 4.3 dargestellt wurde, thematisieren verschiedene Lehrkräfte Eigenschaften von sauren und basischen Lösungen. In diesem Zusammenhang sprechen sie oftmals aber nicht von Lösungen, deren Eigenschaften untersucht und thematisiert werden, sondern bezeichnen die Stoffe als „Säuren“ oder „Basen“:

„[...] also ich mache Lehrerexperimente zu den besonderen Eigenschaften der Säure, wie Schwefelsäure, Salpetersäure.“ (A_Transkript_H., Pos 49)²⁸

„[...] aber verstärkt auch auf die Eigenschaften der Säuren und Basen wird eingegangen, und da liegt eher das Hauptaugenmerk.“ (C_Transkript_A., Pos 17)

„[...] also, dass wir speziell auf die Salzsäure eingehen, auf die Schwefelsäure, ihre typischen Eigenschaften, und so weiter, gehen wir so die allgemeinen Eigenschaften durch, also, dass Sie den elektrischen Strom leiten in verdünnter Anwendung.“ (F_Transkript_K., Pos. 25)

Die Stoffeigenschaften sind stoffspezifische, charakteristische Größen, die den Stoff definieren. Eine Säure oder Base, die als Teilchen definiert wird, besitzt in dem Sinne keine „Stoffeigenschaften“. Diese ergeben sich erst durch die Wechselwirkung vieler Teilchen. Die Säure als Teilchen kann – um auf letztes Zitat einzugehen – den elektrischen Strom nicht leiten. Eine saure Lösung, in der sich elektrisch geladene H_3O^+ -Ionen befinden, leitet den elektrischen Strom.

Neben den Eigenschaften wird auch von einigen Lehrkräften die Konzentration als Mengenangabe den Säuren und Basen und nicht den sauren und basischen Lösungen zugeschrieben.

„Wie konzentriert nehme ich die Base?“ (A_Transkript_H., Pos 129)

„Und da geht es mir darum, dass sie das Verhältnis erkennen, dass ich zum Beispiel zwei Mol Salzsäure brauche, wenn es mit einem mol Calciumhydroxid reagieren sollen.“ (E_Transkript_F., Pos)

„Die andere Sache, die ich auch immer durchführe, ist die Titration von Essigsäure mit verdünnter Natronlauge.“ (B_Transkript_G., Pos. 25)

Gerade wenn Lehrkräfte die Begriffe ‚Salzsäure‘ und ‚Natronlauge‘ verwenden, wechseln sie häufig wahllos zwischen den Ebenen hin und her. Bei der Verwendung der Begriffe beachten einige Lehrpersonen nicht, dass sie eigentlich von einer sauren bzw. basischen Lösung sprechen und dabei auf der makroskopischen Ebene argumentieren.

²⁸ Auch in der Mitschrift der Schülerin von Lehrperson H. geht hervor, dass sowohl Stoffeigenschaften und -konzentrationen mit Säuren in Verbindung gebracht werden: „Konzentriert sind viele Säuren ätzend“. (siehe Anhang: *Mitschrift einer Schülerin von Lehrperson B.*)

„Die Natronlauge wird natürlich mit Na^+ und OH^- angeschrieben. Das haben sie vorher schon gelernt und das HCl kommt tatsächlich als HCl.“²⁹ (A_Transkript_H., Pos 37)

„[...] wir arbeiten ohnehin nur mit Kaliumhydroxid und Natronlauge.“ (D_Transkript_B., Pos 33)

„Ich gebe ihnen Beispiele, also entweder Wortgleichungen oder Gleichungen per se und sie müssen sie ausgleichen, im Sinne von zum Beispiel Natriumhydroxid plus Salzsäure und dann müssen sie auch hinschreiben.“ (D_Transkript_B., Pos 77)

Ergänzend ist festzuhalten, dass die Lehrkräfte von sich aus diese Aussagen tätigten, ohne explizit gefragt worden zu sein, was sie konkret unter den Begriffen ‚Salzsäure‘ und ‚Natronlauge‘ verstehen. Lehrperson K. gibt von sich selbst aus an, dass „‚Laugen‘ und ‚Basen‘ als ident anzusehen sind“ (F_Transkript_K., Pos 23). Aus den weiteren Gesprächen geht allenfalls hervor, dass sich die Lehrkräfte häufig nicht der Ebene bewusst sind, bzw. nicht sprachkonform auf allen drei Ebenen argumentieren. Auch in der Schüler*innenmitschrift von Lehrperson H. und B. und im Tafelbild von A. und F. findet man in diesem Zusammenhang den Begriff „Salzsäure“ in einer Liste mit Beispielen für Säuren ohne nähere fachliche Klärung (siehe *Mitschrift_Lehrperson H.*; *Mitschrift_Lehrperson B.*; *Tafelbild_Lehrperson A.* und *Tafelbild_Lehrperson F.* im Anhang).

Die Analyse der Aussagen der Lehrpersonen in diesem Kapitel legt offen, dass es vielerorts durch den Laborjargon zur Vermischung der Ebenen kommt. Die Lehrkräfte geben mehrheitlich an, sich am Brønsted Konzept zu orientieren, meinen jedoch Stoffe, wenn sie die Termini „Säuren“ und „Basen“ verwenden. Es ist deshalb zu erwarten, dass Schüler*innen dieselben Fehlkonzepte entwickeln werden und dadurch Schwierigkeiten haben werden, ebenenspezifisch und konzeptuell folgerichtig zu argumentieren und das Thema möglichst widerspruchsfrei zu lernen.

4.4.3 Fachliche Darstellung des Themas „Neutralisationsreaktion“

Wie bereits in den Kapiteln 4.1.1 - 4.1.4 festgestellt wurde, ist das Thema „Neutralisationsreaktion“ eines der zentralsten Unterthemen beim Kapitel „Säuren und Basen“. Dadurch, dass bereits vor den Interviews angenommen wurde, dass dieses Unterthema mehrmals von den Expert*innen genannt werden würde, bezog sich ein Impuls des Interviewleitfadens explizit auf unangemessene Darstellungsformen und Erklärungen,

²⁹ Die Lehrperson meint in diesem Zusammenhang, dass sie Salzsäure als HCl anschreibt, was jedenfalls problematisch ist, da diese Summenformel die Chlorwasserstoffmoleküle beschreibt und nicht die saure Lösung.

die im Rahmen des Themas „Neutralisationsreaktion“ vermehrt auftreten können. Dabei wurden die Befragten mit einem immer wieder verwendeten, jedoch problematischen Merksatz konfrontiert, zu dessen Formulierung sie Stellung beziehen sollten. Der Merksatz lautete wie folgt:

„Bei der Neutralisation reagieren Säure und Base unter Bildung von Salz und Wasser.“

Im Leitimpuls wurden die Lehrkräfte dazu aufgefordert, ebengenannte Aussage zu kommentieren. Die Problematiken, die diese Formulierung beinhaltet, wurden im Kapitel 2.1.2 aufgezeigt.

4.4.3.1 Konzeptuelle Defizite bei der „Neutralisationsreaktion“

Zunächst soll genauer untersucht werden, wie Lehrpersonen zum Begriff „Neutralisation“ in dieser Aussage stehen bzw. inwiefern sie einen Unterschied zu „Neutralisationsreaktion“ ziehen.³⁰ Hier ist auffällig, dass auch die Lehrkräfte Probleme mit der richtigen Bezeichnung haben. Nur die Lehrkräfte H. und A. geben an, dass der Begriff „Neutralisationsreaktion“ statt „Neutralisation“ verwendet werden sollte. Die anderen Lehrkräfte reden im Interviewgespräch fast ausschließlich von der „Neutralisation“, ohne diesen Vorgang richtig beschreiben zu können. Jede Lehrperson hat dabei individuelle fehlerhafte Assoziationen. Lehrperson B. sieht die „Neutralisation“ als „Reaktion per se von einer Säure und einer Base“ (D_Transkript_B., Pos 45). Lehrperson G. sieht die Neutralisation ebenso als Reaktion von Säure und Base, „wobei natürlich immer von einer vollständigen Neutralisation ausgegangen wird“ (B_Transkript_G., Pos. 29). Der von G. stammende Nachsatz ergibt insofern keinen Sinn, als „Neutralisation“ von äquimolaren Mengen miteinander reagierender H_3O^+ - und OH^- -Ionen ausgeht.

Lehrperson F. gibt an, dass sie bewusst auf den Begriff „Neutralisationsreaktion“ verzichtet, „weil er zu lang ist“. Auch fachlich begründet sie nicht richtig, was bei diesem Vorgang genau vor sich geht: „Ja ‚Neutralisationsreaktion‘ verwende ich gar nicht. Ja ‚Neutralisation‘ ist eben, wenn das Saure das Basische aufhebt und eben zu Wasser wird, in dem Sinn verwende ich ‚Neutralisation‘, die dann zu einer neutralen Lösung führt“ (E_Transkript_F., Pos 41). Fairerweise ist zu sagen, dass letztzitatierter Relativsatz angemessen ist, da die Neutralisation zu einer neutralen Lösung führt. Speziell aber die Bezeichnung „wenn das

³⁰ Zur Steuerung diene die Frage: „Man findet in diesem Zusammenhang oft die Begriffe ‚Neutralisation‘, ‚Neutralisationsreaktion‘ und ‚neutrale Lösung‘. Inwiefern machen Sie hier einen Unterschied?“ (siehe *Interviewleitfaden*).

Saure das Basische aufhebt“ ist fachlich unangemessen und gibt keinerlei Auskunft, was bei Säure-Base-Reaktionen eigentlich passiert.

Lehrperson K., die speziell mit der richtigen Verwendung fachchemischer Begriffe deutliche Schwierigkeiten aufweist (siehe Kapitel 4.4.1.6) spricht im Interview mehrmals über das Thema „Neutralisationsreaktion“, verwendet dabei nie diesen Begriff, sondern immer den Begriff „Neutralisation“ oder „Neutralisationsvorgang“. Sie beschreibt den „Neutralisationsvorgang“ genauer und gibt an, dass eben das Metallion von der Lauge sich mit dem negativen Säurerest-Ion verbindet zu einem Salz“ (F_Transkript_K., Pos 29). Wie bereits im Theorieteil festgehalten, kommt es weder zur Bildung eines Salzes, noch wäre dies wesentlich für die Neutralisationsreaktion. Diese Thematik wird noch genauer im nächsten Kapitel behandelt.

4.4.3.2 Die „Salzbildung“ bei der Neutralisationsreaktion

Aus den Interviewtranskripten geht hervor, dass die Neutralisationsreaktion von allen Lehrkräften außer F. mit der Bildung von Salzen assoziiert wird (siehe K.5.3.2.). Lehrperson H. vermittelt den Schüler*innen, dass Natriumchlorid mittels Neutralisationsreaktion „gewonnen werden kann“ (A_Transkript_H., Pos 55). Auch wenn dies nicht per se falsch ist, ist die Aussage im Kontext des Themas „Neutralisationsreaktion“ problematisch, weil die Salzbildung bei der Neutralisationsreaktion keine Rolle spielt. Auch Lehrperson G. gibt an, dass es bei der Neutralisationsreaktion zur Bildung eines Salzes kommt (B_Transkript_G., Pos. 29). Die Personen A., B., und K. sprechen in diesem Zusammenhang davon, dass Metallionen bzw. Kationen gelöst im Wasser gemeinsam mit Säurerest-Ionen bzw. Anionen vorliegen, die das Salz bilden (siehe K.5.3.2.). In keinem dieser Fälle wird jedoch erwähnt, dass die Neutralisationsreaktion mit der „Salzbildung“ nichts zu tun hat. Lediglich Lehrperson F. geht im Zuge der Neutralisationsreaktion nicht auf die Salzbildung ein und bezeichnet die Neutralisationsreaktion – wenngleich sie den Begriff „Neutralisation“ anstatt „Neutralisationsreaktion“ verwendet – richtig als Reaktion der H_3O^+ -Ionen mit OH^- -Ionen beschreibt (E_Transkript_F., Pos 39).

Insgesamt zeigt sich bei den Lehrkräften somit ein klarer Trend beim Unterrichten des Themas „Neutralisationsreaktion“. In fünf von sechs Fällen wird die Salzbildung bei der Neutralisationsreaktion thematisiert und in vielen Fällen auch als wesentliches Kennzeichen von Neutralisationsreaktionen wahrgenommen. Wenngleich in vielen Fällen auf die in Wasser gelösten Metallionen und Säurerestionen eingegangen wird, gibt keine der Lehrkräfte an, dass diese Ionen mit der eigentlichen Neutralisationsreaktion in keinem Zusammenhang stehen.

4.4.3.3 Angemessenheit des „Merksatzes“

In weiteren Steuerungsfragen wurden die Lehrkräfte schließlich noch gefragt, ob sie den zitierten Merksatz als angemessen oder unangemessen erachten. Je nach Antwort wurden sie auch danach gefragt, inwiefern sie diesen für ihren Unterricht abändern würden (siehe K.5.3.3.)

Insgesamt geben drei Lehrkräfte, nämlich H., A. und K. an, dass für sie die Aussage angemessen ist. Lehrperson H. gibt zwar an, dass sie den Begriff „Neutralisationsreaktion“ verwenden würde, dennoch würde sie „den Satz auch nicht von einem Viertklässler korrigieren“ (A_Transkript_H., Pos. 29.). Auch Lehrperson A. sieht Schwierigkeiten in der Formulierung, da „viele Vereinfachungen getroffen werden“, „die schon noch zusätzlich erklärt gehören“ (C_Transkript_A., Pos. 27). Nichtsdestotrotz hält auch sie den Merksatz als Richtlinie für angemessen.

Die weiteren Lehrkräfte geben an, dass die Aussage nicht ganz korrekt ist und verweisen auf die Reaktion von Ammoniakgas mit Chlorwasserstoffgas, bei der nur ein Salz entsteht und kein Wasser. Bei dieser Reaktion handelt es sich jedoch nicht um eine Neutralisationsreaktion, sondern um eine Säure-Base-Reaktion.

Des Weiteren werden von einigen Lehrkräften auch Aspekte genannt, die ihnen in dieser Formulierung „fehlen“. Beispielsweise weist Lehrperson H. darauf hin, dass jedenfalls die pH-Neutralität in einem Nachsatz erwähnt werden sollte (A_Transkript_H., Pos. 29). Lehrperson B. würde ihrerseits den Begriff „Salz“ weglassen und stattdessen sagen, „es entsteht ein Metallionenrest und ein Säurerest“ (D_Transkript_B., Pos. 43).

Insgesamt kann man also sagen, dass die Lehrkräfte der Aussage eher kritisch gegenüberstehen und sie als eher unangemessen ansehen, die zentralen Probleme, die damit einhergehen jedoch nicht benennen (können). Nichtsdestotrotz würden die meisten von ihnen den Satz für Schüler*innen nicht korrigieren. Die im Kapitel 2.1.3 thematisierten fachlichen Stolpersteine – nämlich, dass Neutralisation als Spezialfall der Neutralisationsreaktion nicht mit letzterer gleichzusetzen ist, die „Bildung des Salzes“ zum Verstehen der Neutralisationsreaktion belanglos ist sowie die Begriffe „Säure“ und „Base“ Teilchen, die Begriffe „Wasser“ und „Salz“ jedoch Stoffe bezeichnen – werden von den meisten Lehrkräften nicht angesprochen, was zweifellos ein Indiz dafür ist, dass sich die Lehrkräfte selbst dieser Aspekte nicht bewusst sind.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Das Thema „Säuren und Basen“ zählt zweifelsohne zu den – aus fachdidaktischer Sicht – herausforderndsten im Chemieunterricht. Sowohl Lehrende als auch Lernende weisen immer wieder fachlich unangemessene Vorstellungen im Kontext von Säure-Base-Konzepten auf. Ziel dieser Arbeit war es deshalb, einen besseren Einblick in die Unterrichtspraxis zu diesem Thema in der Sekundarstufe I zu bekommen, um in der Lehrer*innenbildung entsprechende Schritte setzen zu können.

Im Lehrplan ist das Thema „Säuren und Basen“ in jeder Schulform verankert. Dieser lässt für die konkrete Unterrichtsgestaltung viel Handlungsspielraum zu. Unterricht ist allgemein ein komplexes Gefüge mehrerer Unterrichtsaspekte. Er wird zeitlich in die Phasen der Planung, Durchführung und Reflexion eingeteilt. Speziell in der Unterrichtsplanung trifft die Lehrkraft Entscheidungen darüber, *was* und *wie* die Schüler*innen lernen sollen. In einem handlungs- und zielorientierten Unterricht spielen Lehrziele eine wesentliche Rolle. Lehrende sollen ihren Unterricht so gestalten, dass lernwirksame Gelegenheiten entstehen, in denen die Lehrziele erreicht werden können. Dabei fällen sie Entscheidungen zur Unterrichtsmethode, die letztendlich bestimmt, wie die Lehrinhalte an die Lernenden gelangen. Unterstützt wird dieser Prozess vor allem durch Unterrichtsmedien, die als Hilfsmittel aufgefasst werden, die Lernobjekte zugänglicher machen sollen.

Um das Thema „Säuren und Basen“ begreifbar zu machen, müssen Lehrende in ihrem Unterricht ein angemessenes Konzept von „Säuren und Basen“ vermitteln. Aus der fachdidaktischen Forschung weiß man, dass Lehrende im Zuge der Unterrichtsplanung sich häufig an den Inhalten von Schulbüchern orientieren. Speziell in Schulbüchern werden Säure-Base-Konzepte nur in wenigen Fällen konzeptuell kohärent dargestellt (Lembens et al. 2019). Die Literatur weist außerdem auf die Notwendigkeit einer klaren Trennung der Teilchen- und Stoffebene hin und damit auf besondere Vorsicht bei Verwendung des Brønsted- und Arrhenius-Konzepts.

Um zu verstehen, welche Lehrinhalte und Konzepte die Lehrenden dem Säure-Base-Unterricht zugrunde legen und wie diese an die Lernenden gelangen, wurden sechs österreichische Lehrkräfte qualitativ befragt. Die Ergebnisse zeigen, dass alle Lehrkräfte Vertreter, Vorkommen und Eigenschaften von Säure und Basen bzw. sauren und basischen Lösungen thematisieren, sowie auch die Themen „pH-Wert und Indikatoren“ und „Neutralisationsreaktion und Salze“. Auch das Thema „Sicherheit“ spielt mehrheitlich eine wesentliche Rolle. Ampholyte werden von zwei Lehrkräften thematisiert. Eine davon thematisiert zusätzlich das chemische Gleichgewicht.

Zusätzlich zu den erwähnten Inhalten, die die Lehrkräfte im Säure-Base-Kapitel thematisieren, nennen sie auch konkrete Lehrziele. Da mehrheitlich mehrere Lehrziele zu allen wichtigen Themen angegeben werden, lässt sich sagen, dass der Säure-Base-Unterricht der Lehrpersonen durchaus handlungs- und zielorientiert gestaltet ist.

Beim Einsatz von Unterrichtsmedien sind ein paar einheitliche Trends erkennbar. Der Einsatz von Arbeitsblättern ist häufiger als der Einsatz des Schulbuches. Obwohl es Lehrkräfte gibt, die angeben, aktiv mit dem Buch zu arbeiten, gibt es genauso viele, die das Schulbuch wenig oder gar nicht verwenden. Zur Verwendung von Arbeitsblättern geben die Lehrkräfte mehrheitlich an, diese im Unterricht – vor allem für Übungszwecke oder Versuchsprotokolle – einzusetzen. Des Weiteren setzen fünf von sechs Lehrkräften Tafelbilder ein – zum einen zum Kennenlernen von Lehrinhalten und Definitionen und zum anderen für Versuchsanleitungen und -ergebnisse.

Eine besondere Bedeutung im Säure-Base-Unterricht kommt dem Einsatz von Versuchen zu. Alle befragten Lehrkräfte setzen mindestens einen Demonstrationsversuch ein, zwei Lehrkräfte zeigen vier vor. Häufig werden Versuche genannt, mit denen Eigenschaften von sauren und basischen Lösungen untersucht werden, wie beispielsweise der Springbrunnenversuch oder der Kohlepilz. Bis auf eine Lehrkraft setzt jede Lehrkraft zwei, drei oder vier Schüler*innenversuche ein. In jedem Fall ist dabei einer dieser Schüler*innenversuche jener zur Bestimmung des pH-Wertes von Alltagsstoffen mittels Indikatoren. Mit einer Ausnahme lassen alle Lehrkräfte die Schüler*innen auch eine Neutralisationsreaktion durchführen. Aufgrund der Vielzahl der erwähnten Versuche, kann man sagen, dass das Thema „Säuren und Basen“ in der Sekundarstufe I sehr experimentell aufbereitet ist. Speziell der Einsatz von Schüler*innenversuch, deren Durchführung meist viel Unterrichtszeit beansprucht und die Schüler*innen eigenständig arbeiten lässt, unterstreicht diese Behauptung, sowie auch die Erkenntnis, dass einige der erwähnten Lehrziele nur im fachpraktischen Unterricht erreichbar sind.

Insgesamt gestaltet sich der Einstieg ins Thema „Säuren und Basen“ bei allen befragten Personen sehr ähnlich. Durch ein Brainstorming zum Begriff „Säure“ soll das Vorwissen der Schüler*innen aktiviert werden. Einige Lehrpersonen geben in diesem Zusammenhang auch an, dass sie die Schüler*innen bewusst mit dem Begriff „Säure“ konfrontieren, weil die Lernenden „Säuren“ bereits aus anderen Kapiteln – allen voran Redoxreaktionen – kennen. Anschließend lassen alle Lehrpersonen, mit Ausnahme von einer Person, verschiedene Lösungen mit Indikatoren auf ihren pH-Wert hin untersuchen. Im weiteren Unterricht arbeiten die Lehrkräfte sowohl schülerzentriert als auch lehrerzentriert. Ein einheitlicher Trend ist hier nicht festzustellen. Was sehr wohl erkennbar ist, ist die Bedeutung von Alltagsbezügen beim Unterrichten von „Säuren und Basen“. Mehrheitlich sehen die

Lehrkräfte eine zentrale Rolle von Alltagsbezügen und versuchen immer wieder solche herzustellen. Konkret werden Indikatoren in der Natur, die Laugenbrezel, das Sodbrennen und der saure Regen von mehreren Lehrpersonen thematisiert. Neben diesen erwähnten Alltagsbezügen wird das Thema „Säuren und Basen“ in einigen Fällen auch dazu verwendet, um beispielsweise das Thema „Chemische Bindungen“ zu vertiefen und anhand neuer Strukturen zu erweitern.

Lehrkräfte sprechen konkrete Herausforderungen an, mit denen sie im Säure-Base-Unterricht konfrontiert sind. Schwierigkeiten treten vor allem in Verbindung mit Begriffen wie „pH-Wert“ auf. Von mehreren Lehrkräften wird der pH-Wert anhand der Farbe des Indikators definiert. Eine mathematische Definition des pH-Werts lehnen die Lehrkräfte mehrheitlich ab. Auch verwenden die Lehrkräfte mehrheitlich nicht H_3O^+ -Ionen bei Säure-Base-Reaktionen, sondern beschränken sich auf H^+ -Ionen, weil der Schritt der Entstehung der H_3O^+ -Ionen für die Schüler*innen zu schwierig sei. Insgesamt gibt die Hälfte der Personen in diesem Zusammenhang an, dass Schüler*innen noch nicht ausreichendes Abstraktionsvermögen besitzen, um Säure-Base-Reaktionen verstehen zu können.

Zu einigen der genannten Herausforderungen versuchen die Lehrkräfte geeignete Hilfestellungen anzubieten. Beispielsweise setzt eine Lehrperson den Molekülbaukasten zur besseren Abstraktion von Säure-Base-Reaktionen ein. Generell versuchen alle Lehrkräfte Übungsaufgaben einzusetzen, um wesentliche Inhalte zu wiederholen. Anhand dieser Übungsformate, aber auch durch Stundenwiederholungen erkennen die Lehrkräfte, ob die Schüler*innen die geforderten Kompetenzen bereits aufweisen.

Mit einer Ausnahme gegen alle Lehrkräfte auf Säure-Base-Konzepte ein, die sie ihrem Unterricht zugrunde legen. Mehrheitlich wählen sie hierbei das Brønsted-Konzept. Es stellte sich heraus, dass keine der Lehrpersonen in der Lage ist, das Konzept völlig richtig darzustellen. In allen Fällen kommt es zu einer unvollständigen Darstellung des Konzepts oder zur Vermischung mehrerer Konzepte, speziell zur Vermischung zwischen dem Brønsted- und dem Arrhenius-Konzept. Häufig wird dabei fälschlicherweise der Begriff „Stoff“ dem Konzept nach Brønsted zugeschrieben. Vereinzelt weisen die Lehrkräfte auch Fehlkonzepte beim pH-Wert und bei der Beschreibung von Stoffklassen auf.

Als besonders problematisch stellt sich bei den Lehrkräften das fachlich und sprachlich konsistente Argumentieren der verschiedenen Repräsentationsebenen nach Johnstone heraus. Bis auf eine Lehrperson vermischen die Lehrpersonen in den Interviews mehrmals die Ebenen. Dies geschieht vor allem dann, wenn die Lehrkräfte über Eigenschaften von sauren und basischen Lösungen sprechen. Säuren und Basen werden häufig fälschlicherweise als Stoffe definiert. Gleichzeitig werden Stoffeigenschaften von sauren und basischen Lösungen besprochen, dabei jedoch fälschlicherweise die Begriffe „Säure“

und „Base“ verwendet, wodurch der Eindruck erweckt wird, dass Säuren und Basen als Teilchen diese Eigenschaften aufweisen würden. Auch zu den Begriffen „Salzsäure“ und „Natronlauge“ treten in diesem Zusammenhang unpräzise Formulierungen auf, da die meisten Lehrkräfte beide Begriffe als Base bzw. Säure auffassen und nicht als saure bzw. basische Lösung. Bei zwei Lehrkräften findet sich der Begriff „Salzsäure“ auch bei den aufgelisteten Vertretern verschiedener Säuren.

Auch bei der Neutralisationsreaktion weisen die Lehrkräfte Fehlvorstellungen auf oder verwenden unkorrekte Formulierungen. Zum einen sind sie sich mehrheitlich nicht des Unterschieds zwischen „Neutralisation“ und „Neutralisationsreaktion“ bewusst und verwenden die Begriffe dementsprechend oft nicht richtig. Zum anderen wird mit einer Ausnahme von allen Lehrkräften die Salzbildung fälschlicherweise als wesentlicher Aspekt der Neutralisationsreaktion thematisiert.

Diese aus fachdidaktischer Sicht durchwegs problematischen und unangemessenen Darstellungen zeigen einen inkonsequenten Umgang mit Säure-Base-Konzepten durch Lehrkräfte. Solange Säure-Base-Konzepte in dieser Form den Lernenden nähergebracht werden, werden auch Studierende mit konsistenten Säure-Base-Konzepten kämpfen und dadurch nicht in der Lage sein, sich fachlich angemessen und konzeptuell kohärent innerhalb des Themas „Säuren und Basen“ auszudrücken.

Zuletzt sei anzumerken, dass im Rahmen dieser Arbeit nicht erörtert werden konnte, wie das Thema „Säuren und Basen“ tatsächlich im Unterricht umgesetzt wird. Die Lehrkräfte wurden zu ihrem Unterricht gefragt und dieser wurde nicht direkt beobachtet. Es kann deshalb vielfach bloß angenommen werden, dass die Lehrkräfte den von ihnen beschriebenen Unterricht, auch wirklich so gestalten. Nichtsdestotrotz sollen die Ergebnisse vorliegender Arbeit einen wesentlichen Beitrag zur Schaffung einer empirischen Basis zum Forschungsprojekt des AECC Chemie Wien „Säuren und Basen – Stolpersteine für Schüler*innen, Studierende und Lehrende“ leisten. Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, geeignete Inhalte, Methoden, Materialien und Fortbildungen zu schaffen, die es in Zukunft den Lernenden und Lehrenden ermöglichen sollen, konsistente und anschlussfähige Säure-Base-Konzepte zu entwickeln. Dies soll letztlich das Lehren und Lernen des Themas „Säuren und Basen“ verbessern und die naturwissenschaftliche Grundbildung unterstützen.

6 Bibliografie

- Anton, M. A. (2008): Kompendium Chemiedidaktik. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt-Verlag.
- Apel, H. J. (2007): Planung und Vorbereitung von Unterricht und Lernumgebungen – Planungstheorie. In: Apel, H. J./Sacher, W. (Hrsg.): *Studienbuch Schulpädagogik*, 3. Weinheim: Beltz. 260-283.
- Arnold, K.-H.; Hascher, T.; Messner, R.; Niggli, A.; Patry, J.-L. & Rahm, S. (2011): Empowerment durch Schulpraktika: Perspektiven wechseln in der Lehrerbildung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Arnold, M. (2009): Brain-based Learning and Teaching – Prinzipien und Elemente. In: Herrmann, U. (Hrsg.): *Neurodidaktik*. Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen. Weinheim und Basel: Beltz Verlag. 182–195.
- Arnold, R. & Pätzold, H. (2002): Schulpädagogik kompakt – Prüfungswissen auf den Punkt gebracht. Berlin: Cornelsen.
- Arrhenius, S. (1903): Development of the theory of electrolytic dissociation. Nobel Lecture. Abrufbar unter: <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/arrhenius-lecture.pdf> [letzter Zugriff: 24.05.2022].
- Artdej, R.; Ratanaroutaia, T.; Collb, R. K. & Thongpanchange, T. (2010): Thai Grade 11 students' alternative conceptions for acid—base chemistry. In: *Research in Science & Technological Education*, 28(2), 167-183.
- Barke, H. & Harsch, G. (2011): Schülervorstellungen. In: *Chemiedidaktik kompakt*. Heidelberg: Springer. 9-34.
- Barke, H. (2015): Brønsted-Säuren und Brønsted-Basen: Es sind nicht Stoffe, sondern Moleküle und Ionen! In: *Chemie & Schule*, 30 (1), 10-15.
- Becker, G. (2008): Unterricht durchführen. Handlungsorientierte Didaktik. Teil II. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Becker, H.-J., Glöckner, W., Hoffmann, F. & Jüngel, G. (1992): Fachdidaktik Chemie. Köln: Aulis Verlag Deubner & Co KG.
- BGBI. Nr. 88/1985: Schulunterrichtsgesetz (SchUG). Bundesgesetz.
- Blankertz, H. (1975): Theorien und Modelle der Didaktik. München: Juventa Verlag.
- BMBWF (2020): Lehrpläne. Abrufbar unter: <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulpraxis/lp.html> [letzter Zugriff: 24.05.2022].
- Boeckmann, K. & Heymen, N. (1990): Unterrichtsmedien selbst gestalten. Handbuch für Schule und Unterrichtspraxis. München: Hermann Luchterhand Verlag.

Bogner, A., Littig, B. & Menz, W. (2014): Interviews mit Experten. Eine praxisorientierte Einführung. Wiesbaden: Springer.

Bölsterli, B. K., Rehm, M. & Wilhelm, M. (2010): Die Bedeutung von Schulbüchern im kompetenzorientierten Unterricht – am Beispiel des Naturwissenschaftsunterrichts. In: *Beiträge zur Lehrerbildung*, 28 (1), 138 –146.

Brettschneider, Volker (2001): Arbeitsblätter und Schülerarbeitsmappen im Unterricht über Ökonomie. In: *arbeiten+lernen/Wirtschaft*, 12 (3), 33-35. Online abrufbar unter: https://www.sowi-online.de/praxis/methode/arbeitsblaetter_schuelerarbeitsmappen_unterricht_ueber_oekonomie.html [letzter Zugriff: 04.05.2022].

Breuer, F. (2009): Reflexive Grounded Theory: Eine Einführung für die Forschungspraxis. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Bundesinstitut. Zentrum für Innovation & Qualitätsentwicklung (bifie) (2011): Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe. Online abrufbar unter: https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf [letzter Zugriff: 04.05.2022].

Caine, R. N.; Caine, G.; McClintic, C. & Klimek, K. (2009): 12 Brain/Mind Learning Principles. In: *Action. Developing Executive Functions of the Human Brain*. Thousand Oaks: Corwin Press.

Carr, M. (1984). Model confusion in chemistry. In: *Research in Science Education*, 14(1), 97-103.

Crosland, M. (1973). Lavoisier's theory of acidity. *Isis*, 64 (3), 306-325.

Cross, D., Maurin, M., Amouroux, R., Chastrette, M., Leber, J., & Fayol, M. (1986). Conceptions of first-year university students of the constituents of matter and the notions of acids and bases. In: *European Journal of Science Education*, 8 (3), 305-313.

Demuth R.; Ralle, B. & Parchmann, I. (2005): Basiskonzepte – eine Herausforderung für den Chemieunterricht. In: *Chemie konkret*, 12 (2), 55.

Dethlefs-Forsbach, B.C. (2005): Fächerübergreifender Unterricht aus Sicht des Faches Musik. Baltmannsweil: Schneider Verlag.

Dörfler, T., & Barke, H. D. (2009): Das an Schuelervorstellungen orientierte Unterrichtsverfahren: Beispiel Neutralisation. In: *Chemkon*, 16 (3), 141-146.

Doyé, P. (1995): Lehr- und Lernziele. In: Bausch, K., Christ, H. & Krumm, H. (Hrsg.): *Handbuch Fremdsprachenunterricht*. Tübingen/Basel: Francke Verlag, 161-166.

Drechsler, M., & Schmidt, H.-J. (2005). Textbooks' and teachers' understanding of acid-base models used in chemistry teaching. In: *Chemistry Education Research and Practice*, 6 (1), 19-35.

Dubs, R. (2011): Unterrichtsformen und guter Unterricht. In: Brandt, S. T. (Hrsg.): *Lehren und Lernen im Unterricht. Baltmannsweiler*. Schneider Verlag Hohengehren, 41–67.

- Duit, R. (2010): Piko-Brief Nr. 1–Schülervorstellungen und das Lernen von Physik. In: Duit, R., Mikelskis-Seifert, S.: *Physik im Kontext*. Kiel: Friedrich Verlag.
- Flick, U. (2007): *Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Flick, U. (2008): *Qualitative Forschung. Ein Handbuch*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Garnett, P. J., Garnett, P. J., & Hackling, M. W. (1995): Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. In: *Studies in Science Education*, 15 (1), 69-96.
- Gläser, J. & Laudel, G. (2004): *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Hacker, W. (1973): *Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie*. Berlin: Verlag der Wissenschaften.
- Hawkes, S. (1992): Arrhenius confuses students. In: *Journal of Chemical Education*, 69, 542-543.
- Hawthorne, R. D. (1986): A model for the analysis of teachers' verbal preinstructional curricular decision and verbal instructional interaction. University of Wisconsin.
- Helfferich, C. (2009): *Die Qualität qualitativer Daten. Manual für die Durchführung qualitativer Interviews*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Heyneman, S. (2006): The Role of Textbooks in a Modern System of Education. Towards High-Quality Education for All. In: Cecilia Braslavsky (Hrsg.): *Textbooks and Quality Learning for All. Some Lessons Learned from International Experiences*. Paris: UNESCO, 31 –91.
- Hoe, K. Y., & Subramaniam, R. (2016). On the prevalence of alternative conceptions on acid–base chemistry among secondary students: insights from cognitive and confidence measures. In: *Chemistry Education Research and Practice*, 17 (2), 263-282.
- Hoffmann-Riem, C. (1980): Die Sozialforschung einer interpretativen Soziologie – Der Datengewinn. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 32, 339–372.
- Jank, W. & Meyer, H. (2009): *Didaktische Modelle*. Berlin: Cornelsen.
- Johnstone, A. (2000): Teaching of Chemistry - logical or psychological? In: *Chemistry Education Research and Practice* 1, 9-15.
- Kiper, H., & Mischke, W. (2009). *Unterrichtsplanung*. Weinheim: Beltz.
- Köck, P. (2005): *Handbuch der Schulpädagogik*. Donauwörth: Auer.
- Kohli, M. (1978): „Offenes“ und „geschlossenes“ Interview: Neue Argumente zu einer alten Kontroverse. In: *Soziale Welt*, 29, 1-25.
- Kolb, D. (1978). Acids and bases. *Journal of Chemical Education*, 55 (7), 459.

Kuckartz, U.; Dresing, T.; Rädiker, S. & Stefer, C. (2007): Qualitative Evaluation. Der Einstieg in die Praxis. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Kuckartz, U.; Dresing, T.; Rädiker, S. & Stefer, C. (2008): Qualitative Evaluation. Der Einstieg in die Praxis. Wiesbaden: VS Verlag.

Lembens, A. & Becker, R. (2017): Säuren und Basen – Stolpersteine für SchülerInnen, Studierende und Lehrende. In: *Chemie & Schule*. Salzburg, 32 (1), 12-15.

Lembens, A. & Reiter, K. (2018a): Pre-service Chemistry Teachers' Conceptions of How to Teach 'Acids and Bases'. In: Finlayson, O., McLoughlin, E., Erduran, S. & Childs, P. (Gen. Eds.): E-Book Proceedings of the ESERA 2017 Conference: Research, Practice and Collaboration. In: *Science Education*. Dublin, Ireland: European Science Education Research Association. 1660-1668.

Lembens, A. & Reiter, K. (2018b). Vorstellungen von Lehramtsstudierenden zum Thema ‚Säuren und Basen‘ – Eine Herausforderung für die LehrerInnenbildung. In: Maurer C. (Hrsg.) (2017): *Qualitätsvoller Chemie- und Physikunterricht – normative und empirische Dimensionen*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Regensburg, 38, 432-435.

Lembens, A., Hammerschmid, S., Jaklin-Farcher, S., Nosko, C. & Reiter, K. (2019). Textbooks as source for conceptional confusion in teaching and learning 'acids and bases' in lower secondary school. In: *Chemistry Teacher International*. De Gruyter. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1515/cti-2018-0029>

Lenhard, H. & Obst, G. (2013): Bibeldidaktik im kompetenzorientierten RU. In: Zimmermann, M. & Zimmermann, R. (Hrsg.): *Handbuch Bibeldidaktik*, Tübingen, 447–454.

Lipowsky, F. (2007): Was wissen wir über guten Unterricht? In: *Guter Unterricht: Maßstäbe & Merkmale. Wege & Werkzeuge*. Seelze: Friedrich. 26-30.

Liu, C.-J., Hou, I.-L., Chiu, H.-L. & Treagust, D. F. (2014): An exploration of secondary students' mental states when learning about acids and bases. In: *Research in Science Education*, 44 (1), 133-154.

Mager, R. F. (1965): Lernziele und Programmierter Unterricht: Weinheim: Beltz.

Mager, R. F. (1978): Lernziele und Unterricht. Weinheim/Basel: Beltz.

Martial, I. & Ladenthin, V. (2002): Medien im Unterricht. Grundlagen und Praxis der Mediendidaktik. Darmstadt: Hohengehren.

Matthes, E. & Schütze, S. (2021): Unterrichtsmedien. In: Kluchert, G.; Horn, K.; Groppe, C. & Caruso, M. (Hrsg.): *Historische Bildungsforschung. Konzepte – Methoden – Forschungsfelder*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, 267-272.

Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim: Beltz.

Mayring, P. (2015): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim und Basel: Beltz.

- Menthe, J & Hoffmann, J. (2015): Inklusiver Chemieunterricht. Chance und Herausforderung. In: Riegert, J. & Musenberg, O. (Hrsg.): *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe*. Stuttgart: Kohlhammer, 131-141.
- Merkens, H. (2010): Unterricht. Eine Einführung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Meuser, M. & Nagel, U. (2005): ExpertInneninterview und der Wandel der Wissensproduktion. In: Bogner A., Littig, B. & Menz. W. (Hrsg.): *Experteninterviews. Theorien, Methoden, Anwendungsfelder*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 35-61.
- Meuser, M. & Nagel, U. (1994): Expertenwissen und Experteninterview. In: Hitzler R.; Honer, A. & Maeder, C. (Hrsg.): *Expertenwissen. Die institutionalisierte Kompetenz zur Konstruktion von Wirklichkeit*. Opladen, 180–192.
- Meyer, H. (1994): Unterrichtsmethoden. 1. Theorieband. Frankfurt am Main: Cornelsen Verlag Scriptor.
- Meyer, H. (1995): Unterrichtsmethoden. 2. Praxisband. Frankfurt am Main: Cornelsen Verlag Scriptor.
- Meyer, H. (2002): Unterrichtsmethoden. In: Kiper, H.; Meyer, H. & Topsch, W. (Hrsg.): *Einführung in die Schulpädagogik*. Berlin: Cornelsen Scriptor, 109–121.
- Mortimer, C. E., & Müller, U. (2015). Chemie: das Basiswissen der Chemie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Peterßen, W. H. (1996a): Lehrbuch Allgemeine Didaktik. 5. Aufl. München: Ehrenwirth.
- Peterßen, W. H. (1996b): Handbuch der Unterrichtsplanung. Grundfragen, Modelle, Stufen, Dimensionen. München: Ehrenwirth.
- Peterßen, W. H. (2000): Handbuch Unterrichtsplanung. Grundfragen, Modelle, Stufen, Dimensionen. Oldenbourg: Schulbuchverlag.
- Peterßen, W. H. (2001): Lehrbuch Allgemeine Didaktik. 6. Aufl. München: Ehrenwirth.
- Pfangert-Becker, U. (2010): Das Experiment im Lehr- und Lernprozess. Eine Betrachtung aus der Sicht kompetenzorientierten Lehrens und Lernens im Kontext der zweiten Ausbildungsphase. In: *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule*, 59 (6), 40-42.
- Pfeifer, P.; Lutz, B. & Bader, H. J. (2002): Konkrete Fachdidaktik Chemie. München: Oldenbourg Schulbuchverlag GmbH.
- Praetorius, A.-K.; Herrmann, C.; Gerlach, E.; Zülsdorf-Kersting, M.; Heinitz, B. & Nehring A. (2020): Unterrichtsqualität in den Fachdidaktiken im deutschsprachigen Raum – zwischen Generik und Fachspezifik. Teaching quality in different subject matters in German-speaking countries— Inbetween genericness and subject-specificity. In: *Unterrichtswissenschaft*, 48, 409–446.

Reiners, C. F.; Groß, K.; Adesokan, A. & Schumacher, A. (2016): Aktuelle Herausforderungen für den Chemieunterricht. In: Reiners, C. S. (Hrsg): *Chemie vermitteln. Fachdidaktische Grundlagen und Implikationen*. Berlin: Springer Verlag, 147-191.

Riedl, A. (2004): Grundlagen der Didaktik. Stuttgart: Franz Steiner.

Ritsert, J. (1972): Inhaltsanalyse und Ideologiekritik: Ein Versuch über kritische Sozialforschung. Frankfurt: Athenäum-Verlag.

Schön, B. (1978): Quantitative und qualitative Verfahren in der Schulforschung. In: Schön, B. & Hurrelmann, K.: *Schulalltag und Empirie*. Weinheim/Basel, 17–29.

Schön, D. (1992): The reflective practitioner. How professionals think in action. London: Routledge.

Seel, A. (1997): Von der Unterrichtsplanung zum konkreten Lehrerhandeln - Eine Untersuchung zum Zusammenhang von Planung und Durchführung von Unterricht bei Hauptschullehrerstudentinnen. In: *Unterrichtswissenschaft*, 25 (3), 257-273.

Sheppard, K. (2006): High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena. In: *Chemistry Education Research and Practice*, 7 (1), 32-45.

Vester, F. (2012): Denken, Lernen, Vergessen. Was geht in unserem Kopf vor, wie lernt das Gehirn und wann lässt es uns im Stich? München: Deutscher Taschenbuch Verlag.

Weingart, P. (2003): Wissenschaftssoziologie. Bielefeld: transcript.

Wellenhofer, W. (1991): Grundlagen einer modernen Arbeitsblattpraxis: Ziele, Konzeptionen, Möglichkeiten, Grenzen. München: PimS-Verlag.

7 Anhang

7.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Intrinsischer Zusammenhang von Zielen, Methoden und Inhalten. Nach: Praetorius et al. (2020).	13
Abbildung 2: Didaktischer Tetraeder. Nach: Boeckmann (1990).	15
Abbildung 3: Schritte der deduktiven Kategorienentwicklung. nach Mayring (2015).	26
Abbildung 4: Schritte der induktiven Kategorienentwicklung nach Mayring (2015).	27
Abbildung 5: Liste der Transkripte in MAXQDA.	35
Abbildung 6: Kategoriensystem in MAXQDA.	36
Abbildung 7: Verteilung der codierten Einheiten zu den einzelnen Unterrichtsmedien.	51
Abbildung 8: Säure. Beispiele und Begriff. Mitschrift einer Schülerin von Lehrperson H.	61
Abbildung 9: Base. Beispiele. Mitschrift einer Schülerin von Lehrperson H.	62
Abbildung 10: Definition 'Säure' und 'Base'. Mitschrift einer Schülerin von Lehrperson B.	64
Abbildung 11: pH-Wert. Mitschrift einer Schülerin von Lehrperson B.	65
Abbildung 12: Definition 'Säure und Base'. Tafelbild der Lehrperson F.	66
Abbildung 13: Definition 'Säure' und 'Base'. Tafelbild von Lehrperson A.	67

7.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wesentliche Kernbereiche zum Thema "Säuren und Basen". (vgl. BGBl. Nr. 88/1985) 4	
Tabelle 2: Anzahl der erfassten Codes zu behandelte Unterthemen.	38
Tabelle 3: Anzahl der erfassten Codes zu Begriffen und Definitionen.	39
Tabelle 4: Häufigkeiten genannter Lehrziele.	41
Tabelle 5: Anzahl der erfassten Codes zu Lehrzielen.	42
Tabelle 6: Anzahl der erfassten Codes zum Unterthema „Säuren/Basen_Vertreter, Vorkommen und Eigenschaften“.	43

Tabelle 7: Anzahl der erfassten Codes zum Unterthema „pH-Wert und Indikatoren".	44
Tabelle 8: Anzahl der erfassten Codes zum Unterthema „Neutralisationsreaktion und Salze". ...	44
Tabelle 9: Weggelassene Themen.	45
Tabelle 10: Anzahl der erfassten Codes zu Konzepten.....	46
Tabelle 11: Darstellungsformen von Reaktionsgleichungen.....	47
Tabelle 12: Anzahl der erfassten Codes zu Kontexten.....	48
Tabelle 13: Anzahl der erfassten Codes zum Einsatz von Unterrichtsmedien.....	49
Tabelle 14: Anzahl der erfassten Codes zum Einsatz von Versuchen.	52
Tabelle 15: Eingesetzte Demonstrationsversuche.	54
Tabelle 16: Aussagen zur Bedeutung des Themas "Säuren und Basen".	60
Tabelle 17: Zusammenfassende Darstellung der Fehlkonzepte der Lehrpersonen.....	70
Tabelle 18: Anzahl der Aussagen ohne Unterscheidung der Ebenen.	71
Tabelle 19: Kontexte, in denen Ebenen nicht unterschieden werden.	71

7.3 Interviewleitfaden

Der in diesem Kapitel dargelegte Interviewleitfaden stellt die finale Version des Leitfadens dar, der im Zuge aller Interviewdurchführungen als Hilfsmittel der Datenerhebung verwendet wurde.

Interviewleitfaden

Einleitungsphase:

Schönen guten Nachmittag. Zunächst einmal ein großes Dankeschön für Ihre Gesprächsbereitschaft. Wie Sie wissen, verfasse ich gerade am Österreichischen Kompetenzzentrum für Didaktik der Chemie, kurz AECC Chemie an der Universität Wien im Bereich der Chemiedidaktik meine Masterarbeit. Im Rahmen dieser führe ich eine Interviewstudie mit Lehrerinnen und Lehrern durch. Mit dieser möchte ich untersuchen, wie das Thema „Säuren und Basen“ in der Sekundarstufe I unterrichtet wird. Dieses Thema nimmt, wie Sie wissen, eine wichtige Stellung im Chemieunterricht ein. Gleichzeitig stellt es Lernende häufig vor besondere Herausforderungen, weswegen die Forschung auf diesem Gebiet unerlässlich ist. Mit ihren Ausführungen leisten Sie deshalb einen sehr wertvollen Beitrag für diese Arbeit und dieses Forschungsgebiet.

Ich denke, das Interview wird ca. eine dreiviertel Stunde Zeit in Anspruch nehmen. Das heißt, Sie können sich für Ihre Ausführungen viel Zeit nehmen, Sprechpausen sind überhaupt kein Problem. Ich werde das Interview mit einem Audiogerät aufzeichnen. Unser gesamter Gesprächsverlauf, inklusive der unterrichtsbezogenen Daten, bleibt in der Arbeit allerdings nur in transkribierter Form erhalten. Wichtige persönliche Daten wie Name, Geburtsdatum, Schulstandort werden nicht erwähnt.

Falls Sie damit einverstanden sind, würden wir nun beginnen.

Leitfrage/Erzählaufforderung	Steuerungsfragen/Fragen zur Aufrechterhaltung	Sondierungen	Memospalte /Kategorien
------------------------------	---	--------------	------------------------

Personenblock: Erzählen Sie doch mal als Einstieg, wie lange Sie schon Erfahrungen im Lehrberuf haben.	• Wie ist Ihre Erfahrung mit Chemieklassen in der Unterstufe? • Haben Sie schon an anderen Schulen unterrichtet?	• Wie lange unterrichten Sie schon? • Was ist ihr Zweitfach? • Wo haben Sie studiert? • Haben Sie jährlich Chemie Unterstufenklassen?	
Lehrinhalte: In der Chemiedidaktik sprechen wir ja immer über Konzepte wenn wir komplexere Sachverhalte den SuS erklären möchten. Also z.B. wäre ein zentrales Konzept beim Thema Redoxreaktionen, dass bei einer Oxidation Elektronen abgegeben und bei einer Reduktion Elektronen aufgenommen werden. Das Ganze unterliegt dem sog. Donator-Akzeptor-Konzept. Wie Sie wissen, sprechen wir heute aber über das Thema „Säuren und Basen“. Welche Konzepte sollen die SuS bei diesem Thema lernen?	• Was sollen die Schüler*innen bei diesem Thema anschließend können? • Welches Säure-Base-Konzept legen Sie Ihrem Unterricht noch zugrunde? • Welche S. & B.-Konzepte vermitteln Sie? • Welche weiteren Ziele streben Sie durch Ihren Unterricht zu diesem Thema an? • Bitte nennen Sie ein paar Beispiele. • Welche fachlichen Begriffe sind für Sie von zentraler Bedeutung? • Warum ist das in Ihren Augen wichtig?	• Sie haben das Konzept/Prinzip XY erwähnt. Was verstehen Sie konkret darunter? • Welche Begriffe sind für Sie bei diesem Konzept zentral? • Warum ist gerade das für Sie wichtig? • Sehr interessant, dass Sie XY angesprochen haben. Dazu habe ich noch mehrere Fragen später. Aber im Moment würde ich noch bei YZ bleiben. • Verstehe ich Sie richtig, wenn ...?	
Zur Neutralisationsreaktion: Ein wichtiges Unterthema bei den Säuren und Basen ist die Neutralisationsreaktion. Was sollten die SuS ihrer Meinung dazu verstanden haben? Zur Neutralisationsreaktion: Als Merksatz in Schulbüchern findet man häufig folgende Formulierung: „Bei der Neutralisation reagieren Säure und Base	• Welche Definition erwarten Sie sich von den SuS, wenn Sie sie nach dem Begriff „Neutralisationsreaktion“ fragen? • Welche SuS Antwort würden Sie gerne darauf hören? • Man findet in diesem Zusammenhang oft die Begriffe „Neutralisation“, „Neutralisationsreaktion“ und „neutrale Lösung“. Inwiefern machen Sie hier einen Unterschied?	• Welche Begriffe würden Sie verwenden? • Was stört Sie an diesem Zitat? • Inwiefern erscheint Ihnen diese Aussage unangemessen? • Bitte beleuchten Sie diesen Widerspruch. • Warum ist das für Sie unangemessen/angemessen?	

unter Bildung von Salz und Wasser.“ Kommentieren Sie bitte diese Aussage.		Beschreiben Sie eigene Erfahrungen mit ähnlichen Aussagen, die immer wieder zu S.& B. getätigt werden, aber unangemessen sind.	
Unterrichtsphasen: Als nächstes möchte ich, dass wir über die einzelnen Phasen des Unterrichts, also Planung, Durchführung und Reflexion sprechen. Beschreiben Sie zunächst einmal, wie Sie bei der Planung zu diesem Thema vorgehen.	- Mit welchen Materialien sollen die Lernenden arbeiten? - Wie präsentieren Sie die Lernmaterialien? - Wo sind Ihrer Meinung nach, die didaktischen Herausforderungen bei der Planung dieses Themas?	- Sie haben das Brønsted-/Arrhenius-Konzept erwähnt, warum verwenden Sie gerade seine Theorie? - Meinen Sie, dass ...? - Auf welche Herausforderungen spielen Sie da konkret an?	
Dann würde ich gerne zur Unterrichtsdurchführung kommen. Hier interessieren mich einige Aspekte besonders. Beschreiben Sie einmal allgemein, wie sich die Unterrichtsdurchführung gestaltet.	- Mit welchen Themen beginnen Sie? - Betten Sie die Themen in Kontexte ein? - Wie steigen Sie ins Thema ein / in welche Kontexte setzen Sie das Thema? - Beschreiben Sie ob bzw. wie Sie Alltagsbezüge herstellen. - Wo sehen Sie Herausforderungen in der Durchführung?	- Auf welche Herausforderungen spielen Sie da konkret an? - Wie leiten Sie zu diesen Inhalten über/wie schließen Sie daran an? - Wie sieht dieser Kontext aus? - Was ist hier die Ursache? - Bitte nennen Sie ein Beispiel.	
Inwiefern reflektieren Sie durchgeführte Unterrichtsstunden?	- Wie erkennen bzw. kontrollieren Sie, ob die SuS die von Ihnen gewünschten Kompetenzen erworben haben? - Inwiefern ziehen Sie Erkenntnisse aus der Unterrichtsreflexion heran, um den folgenden Unterricht zu adaptieren?	- Wie machen Sie das? - Wie gehen Sie als Lehrperson damit um? - Wo meinen Sie lag das Problem bei dem Schüler/der Schülerin?	
SuS-Herausforderungen:	Wie erkennen Sie, dass der/die SuS etwas nicht verstanden hat?	Wie sehen SuS-Antworten aus, wenn Sie ein Konzept nicht verstanden haben?	

Wo sehen Sie Herausforderungen, die die SuS haben?	• Wie versuchen Sie auf diese Herausforderungen einzugehen? • Welche Hilfestellungen sind Ihrer Erfahrung nach besonders zielführend?	• Wie sollte die Antwort formuliert sein, damit Sie für Sie korrekt ist? • Sie haben das Problem mit XY angesprochen, was meinen Sie konkret?	
Unterrichtsmethodik: Ich würde gerne noch einen besseren Einblick in Ihren Unterricht bekommen. Wie bereiten Sie das Thema „Säuren und Basen“ in ihrem Unterricht methodisch auf?	• Welche Unterrichtsmaterialien verwenden Sie? • Was erklären Sie lieber selbst und wo lassen Sie die SuS eigenständig arbeiten? • Setzen sie auch Versuche bei diesem Thema ein? Wenn ja, welche? • Mit welchem Ziel setzen Sie diese ein? • Werden Reaktionsgleichungen aufgestellt? • Wie genau sehen die Reaktionsgleichungen aus? (Wortgleichungen, chem. Symbole oder gezeichnete Teilchen etc.) • Sie haben mir ja ein Tafelbild geschickt. Beschreiben Sie doch bitte, was Sie hier den SuS vermitteln möchten.	• Mit welchem Buch arbeiten Sie in Ihrem Unterricht? • Was sind hier Ihre Hintergrundgedanken? Warum lassen Sie hier Ihre SuS eigenständig arbeiten? • Welche Ziele verfolgen Sie konkret mit dieser Unterrichtsmethode? • Was beabsichtigen Sie mit diesem Versuch? • Und gefällt dieser Versuch den SuS?	
Gewichtung des Themas: Bevor wir zum letzten Punkt kommen ... Wie wichtig ist Ihnen als Lehrperson das Thema „Säuren und Basen“?	• Wie viel Zeit/Unterrichtsstunden schenken Sie diesem Thema? • Welche Dinge möchten Sie im Unterricht jedenfalls behandelt haben? Warum? • Gibt es Dinge, die Sie in der Unterstufe bewusst weglassen? Warum?	• Warum möchten Sie gerade dieses Unterthema behandeln? • Wo sehen Sie bei diesem Thema wertvolle Alltagsbezüge? • Inwiefern sehen Sie hier mehr Sinnhaftigkeit als bei anderen Unterthemen?	

Ergänzungen: Wir sind jetzt am Ende des Interviews angelangt. Gibt es noch etwas, was Sie ergänzen oder noch loswerden möchten?	• Was mögen Sie persönlich am Thema „Säuren&Basen“? • Ist Ihnen durch das Interview etwas bewusster geworden?	• Nämlich?	
<u>Schlussteil:</u> <i>Dann sage ich, danke, dass Sie sich Zeit genommen haben. Ich hoffe, das Interview war nicht zu kräftezehrend. Ihre Ausführungen sind für meine Arbeit und die fachdidaktische Forschung sicher von großer Bedeutung. Dann schließe ich hiermit offiziell den Audiomitschnitt.</i>			

7.4 Kodierleitfaden

O.K.	Dokument	Paraphrasiertes Segment	Paraphrase	Generalisierung	Reduktion	U.K.
Behandelte Themen	A_Transkript_H., Pos. 4111	Aber dass die Säure H ⁺ -Ionen abgibt, das kommt sehr wohl vor.	Säuren geben H ⁺ -Ionen ab.	Säuren geben H ⁺ -Ionen ab	Säuren und Basen: - Eigenschaften - Vertreter - Vorkommen und Funktion - Aufbau	K.1.1.1.: Behandelte Themen\ Säuren/Basen_Vertreter, Vorkommen und Eigenschaften
	B_Transkript_G., Pos. 41	über ausgewählte Vertreter von Säuren und Basen informieren	Die S&S informieren sich über ausgewählte Vertreter von Säuren und Basen.	Vertreter von S/B		
	C_Transkript_A., Pos. 17	und dann aber verstärkt auch auf die Eigenschaften der Säuren und Basen wird eingegangen, und da liegt eher das Hauptaugenmerk.	Ein Hauptaugenmerk sind die Eigenschaften von Säuren und Basen.	Eigenschaften von S/B		
	C_Transkript_A., Pos. 21	Speziell dann auch noch auf die einzelnen Säuren und Basen einzugehen, dass sie, wie gesagt, Eigenschaften, gerade bei Schwefelsäure kennenlernen,	Es werden einzelner Säuren und Basen und deren Eigenschaften thematisiert.	Eigenschaften von S/B		
	C_Transkript_A., Pos. 53	da kann man auch sehr auf Wasserlöslichkeit dann wieder eingehen.	Es wird die Wasserlöslichkeit der Säure bzw. der Base thematisiert.	Eigenschaften von S/B		
	F_Transkript_K., Pos. 21	Wichtig wäre mir zum Beispiel auch, dass Säuren eben unedle Metalle lösen, dass Laugen zum Beispiel Fette und Eiweißstoffe lösen, dass sie dadurch in Haushaltsreinigern vorkommen.	Eigenschaften von Säuren und Vorkommen von Basen.	Eigenschaften und Vorkommen von Basen		
	F_Transkript_K., Pos. 25	Bevor ich dann mit den Kindern die Säuren und die Laugen im speziellen behandle, also dass wir speziell auf die Salzsäure eingehen, auf die Schwefelsäure, ihre typischen Eigenschaften, und so weiter, gehen wir so die allgemeinen Eigenschaften durch,	Eigenschaften von Säuren.	Eigenschaften von Säuren		
	F_Transkript_K., Pos. 25	Also solche Dinge stehen am Anfang. Dann gehen wir die einzelnen Säuren, die bekanntesten sage ich jetzt einmal, die auch bei uns dann bei den Experimenten	Die bekanntesten Säuren und Laugen, mit denen wir auch experimentieren werden besprochen.	Vertreter von S/B		

	Anwendung finden durch, ebenso bei den Laugen.		
F_Transkript_K., Pos. 43	Wenn wir zum Beispiel die Kohlensäure hernehmen, dann besprechen wir, dass es Mineralwässer gibt, die schon mit Kohlensäure behaftet aus der Erde herauskommen, dass es aber auch Mineralwässer gibt, die still aus der Erde herauskommen und dass da manchmal Kohlensäure, also Kohlendioxid eingeblasen wird künstlich, um ein Mineralwasser mit Kohlensäure entstehen zu lassen. Wir haben die Schwefelsäure, die in Bleiakkumulatoren drinnen ist. Wir haben bei der Salpetersäure eben das Königswasser drinnen, das eben auch edle Metalle wie Gold und Platin löst. Wir haben bei der Salzsäure, da bringe ich immer das Beispiel ein, dass ein Kollege von mir Erdwespen in seinen, wie nennt man das jetzt, dieses Holz, das bei Bahnschienen verwendet wurde, also diese geteerten Holzbalken, die ausrangierten hatte er im Garten aufliegen so als Weg durch die Wiese. Und da haben sich Erdwespen eingenistet und dann hat er sie mit Salzsäure ausgeräuchert (lachend). Das wäre jetzt, sage ich jetzt einmal so, ein Beispiel beziehungsweise die Salzsäure ist ja auch unsere Magensäure.	Es wird thematisiert, wo verschiedene Säuren im Alltag vorkommen und mit welcher Funktion.	Vorkommen und Funktion von Säuren

F_Transkript_K., Pos. 43	Dann natürlich bei den Laugen sind das zum Beispiel die Reinigungsmittel, die Seifenherstellung bei der Natronlauge. Dann beim Calciumhydroxid, dass das früher eben die Verwendung der Kalkfarbe war, die heute fast keine Anwendung mehr hat, dass Bauern früher so ihre Ställe desinfiziert haben; dass in Lebensmitteln als Säureregulatoren, als Konservierungsstoffe, Ausgangsstoffe für irgendwelche Düngemittel. Das sind für mich alles Alltagsbezüge, die irrsinnig wichtig sind.	Es wird thematisiert, wo verschiedene Basen im Alltag vorkommen und in welcher Funktion.	Vorkommen und Funktion von Basen
D_Transkript_B., Pos. 99	wo finden wir Säuren und Basen im Alltag und wie kann ich damit umgehen?	Säuren und Basen im Alltag	Säuren und Basen im Alltag
A_Transkript_H., Pos. 117	Dann natürlich die Salzsäure im Magen. Das wissen auch schon einige aus der Biologie. Dann, muss ich nur überlegen, manchmal habe ich die Schwefelsäure wegen des Bleiakkus schon, wegen des Autos. Das verwenden doch die meisten irgendwo in der Familie. Ich muss nur überlegen. Dann natürlich die Säure als Getränk, also als Sprudel, warum das instabil ist. Muss nur überlegen. Aminosäuren klarerweise.	Alltagsbezüge werden anhand des Vorkommens von Säuren im Alltag hergestellt.	Vorkommen von Säuren
C_Transkript_A., Pos. 43	Ammoniak, weil wir bei den basischen Lösungen ein bisschen weniger waren, das ist schon etwas, was vor allem die Mädchen kennen vom Haarefärben, auch aus der Werbung.	Ammoniak als basische Lösungen beim Haarefärben.	Ammoniak beim Haarefärben
F_Transkript_K., Pos. 25	Den Aufbau von Säuren schauen wir uns an, dass da eben ein Wasserstoffion ist mit einem Säurerest-Ion.	Der Aufbau von Säuren mit einem Wasserstoffion und einem Säurerest-Ion wird thematisiert.	Aufbau von Säuren

A_Transkript_H., Pos. 23	Und dass sehr viele Dinge pH-Wert abhängig sind, also, dass der pH-Wert für uns Menschen so wichtig ist, menschlichen Begriff, dass sie das auch irgendwie lernen;	Der pH-Wert ist für die Menschen wichtig.	pH-Wert	pH-Wert und Indikatoren: - pH-Wert - Autoprotolyse	K.1.1.2.: Behandelte Themen\ pH-Wert und Indikatoren
C_Transkript_A., Pos. 21	und da kommt man dann natürlich über das Verdünnen und den pH-Wert	Der pH-Wert wird thematisiert.	pH-Wert		
B_Transkript_G., Pos. 23	Die pH-Skala, wenn man kurz anschaut, was ich da aufgeschrieben habe, mit „pH-Wert neutral“ und „Vergleich Autoprotolyse des Wassers“, das habe ich kurz vor dem pH-Wert dann aufgeschrieben,	Die pH-Skala, der pH-Wert und die Autoprotolyse des Wasser werden thematisiert.	pH-Wert und Autoprotolyse des Wassers		
A_Transkript_H., Pos. 27	Also prinzipiell gibt es, versuche ich im Laufe des Chemiejahres das Natriumchlorid in den verschiedenen Möglichkeiten es zu gewinnen oder herzustellen zu vergleichen.	Herstellung von Natriumchlorid auf verschiedene Weisen.	Herstellung von Natriumchlorid auf verschiedene Weisen	Neutralisationsreaktion und Salze: - Neutralisationsreaktion - Salze, Säurereste und Basenreste - Herstellung, Verwendung und Aufbau von Salzen - Aufbau und Summenformeln	K.1.1.3. Behandelte Themen\ Neutralisationsreaktion und Salze
A_Transkript_H., Pos. 27	und dann lernen sie noch eine Möglichkeit, die auch chemisch ist. Das ist Natriumchlorid aus Salzsäure und Natronlauge, aus verdünnter natürlich.	Gewinnung von Natriumchlorid aus Salzsäure und Natronlauge.	Herstellung von Natriumchlorid		
A_Transkript_H., Pos. 121	Aber natürlich roll ich mit dem Säurekapitel schon auch die Salze auf, also die Salzsummenformeln, die Verhältnisformeln.	Im Säure-Base-Kapitel sollen auch die Salze thematisiert werden und deren Summenformeln.	Salze und Summenformeln		
B_Transkript_G., Pos. 29	Also ich thematisiere das auf diese Art und Weise, dass ich auch wieder sozusagen die Definition von Lavoisier aufgreife, also die Basen sind die Basis für die Salze und glaube, dass ich so gut wie immer mit der Salzsäure und der Natronlauge starte.	Basen stellen die Basis für die Salze dar.	Basen und Salze		
C_Transkript_A., Pos. 21	dann auch zur Neutralisation.	Die Neutralisation wird thematisiert.	Neutralisationsreaktion		
C_Transkript_A., Pos. 21	Und dann bei der Neutralisation dann auch vorwiegend auf die Salze eingehen, dass sie sehr wohl einmal ein Calciumcarbonat, ein Gips, ein Calciumsulfat und viele Salze,	Es werden die Neutralisation und die Salze thematisiert.	Neutralisationsreaktion und Salze		

D_Transkript_B., Pos. 23	Ja, in Richtung Neutralisation eben. Was passiert, wenn eine Säure und eine Base eine Reaktion eingehen? Wo wird hier was abgegeben? Was ist ein Säurerest, was ist ein Basenrest, eben aufgrund der Neutralisationsreaktion jetzt am Beispiel?	Es wird thematisiert, was bei der Neutralisation passiert.	Neutralisationsreaktion	
E_Transkript_F., Pos. 29	Unterthemen also dann Neutralisation oder Salze.	Die Neutralisation und die Salze sind behandelte Unterthemen.	Neutralisationsreaktion und Salze	
F_Transkript_K., Pos. 23	Ja natürlich dann bei den Salzen dann die allgemeinen Salzbegriffe wie Nitrate, diese allgemeine Salzzuordnung - Begriffe.	Zuordnung der Säurereste und Basenreste zu den Salzen.	Säurereste, Basenreste und Salze	
F_Transkript_K., Pos. 25	Dann bespreche ich mit ihnen, wie Salze aufgebaut sind, wo Salze Anwendung finden und ich denke, das ist dann auch ein sehr guter Abschluss für dieses Thema.	Der Aufbau und die Anwendung der Salze werden besprochen.	Aufbau und Anwendung der Salze	
A_Transkript_H., Pos. 23	Und ja, ich glaube, also früher war es auch ein ganz starkes Thema, die Umwelt, der saure Regen. Das ist heutzutage nicht mehr ganz so ein zentrales Thema im Umweltbereich, weil ja der Treibhauseffekt glaube ich um einiges (...) gesehen wird oder die Ozonproblematik.		Saurer Regen, Treibhauseffekt, Ozon	Umwelt in Technik: - Saurer Regen - Treibhauseffekt - Ozon - Gewinnung und Einsatz von Chemikalien
A_Transkript_H., Pos. 23	Technologieeinsatzung oder die Gewinnung, dass ihnen nun mal klar wird, warum wir so viel von diesen Grundchemikalien brauchen, also als Grundchemikalie. Das fängt bei der Schwefelsäure an und geht zur Salpetersäure für die Düngemittel.	Gewinnung und Technologieeinsatzung von Grundchemikalien.	Gewinnung und Technologieeinsatz von Chemikalien	
E_Transkript_F., Pos. 29	Ja dann auch schon noch Umwelt, saurer Regen, also die Auswirkungen auf den Menschen, auf Gebäude, auf Sachen, also Alltagsbezug jedenfalls auch Umweltbezug.	Über Umweltphänomene wie saurer Regen werden Alltagsbezüge hergestellt.	Saurer Regen	

K.1.1.4.: Behandelte Themen\ Säuren/Basen in Umwelt und Technik

D_Transkript_B., Pos. 99	Was muss ich beachten? Wie ist die Lagerung zum Beispiel auch?	Was muss ich beachten und wie ist die Lagerung?	Lagerung	Sicherheit: - Gefahren - Umgang	K.1.1.5.: Behandelte Themen\ Sicherheit
D_Transkript_B., Pos. 103	Chemikalien im Haushalt. Die hat ja jeder. Und man sollte zumindest halt wissen: Okay, das ist giftig, das ist nicht giftig. Wohin gehe ich auch, wenn etwas verschluckt werden sollte? Das lernen ja auch bei mir die Schüler, diese Gefahren halt eben.	Die Giftigkeit und die Gefahren von Haushaltschemikalien werden thematisiert.	Giftigkeit und Gefahren		
C_Transkript_A., Pos. 21	dass der Umgang mit Säuren der richtige ist, das Verdünnen von Säuren und anschließend sicherlich auch noch die Entsorgung von Säuren ist immer eine Frage auch von basischen Lösungen	Der richtige Umgang mit Säuren wird thematisiert.	Umgang mit Säuren		
A_Transkript_H., Pos. 23	Die Gefährlichkeit von ätzenden Säuren, also die Gefahr, die Säuren immer geben, auch mit der Betonung, dass die Basen eigentlich das Gefährlichere oft sind.	Die Gefährlichkeit von Säuren und Basen wird betont.	Gefahren		
E_Transkript_F., Pos. 29	Dann natürlich auch das ätzende Sicherheitsthema. Sicherheit im Umgang mit Säuren, Basen, Lösungen. Sicherheitskonzept, Umweltaspekt.	Die Sicherheit im Umgang mit Säuren und Basen bzw. sauren und basischen Lösungen wird thematisiert.	Sicherheit und Umgang mit S/B		
B_Transkript_G., Pos. 23	Und gleichzeitig bietet es die Möglichkeit, mit den Schülerinnen und Schülern zu thematisieren, dass es Stoffe gibt, die sowohl als Säuren als auch Basen reagieren können. Und diese Ampholyte, die auch eine ganz wichtige Rolle in verschiedenen biologischen Systemen spielen, ist glaube ich gut und sinnvoll, wenn man das mal gehört hat, ohne das jetzt weiter zu vertiefen. So ist dann sozusagen mal erklärt, woher dieses H ₃ O ⁺ kommt	Ampholyte und H ₃ O ⁺ -Ionen werden thematisiert.	Ampholyte und H ₃ O ⁺ -Ionen	Weitere Themen: - saure und basische Lösungen - H ₃ O ⁺ -Ionen - OH ⁻ -Ionen - Ampholyte	K.1.1.6.: Behandelte Themen\ Weitere Themen
C_Transkript_A., Pos. 17	auch auf den Unterschied zwischen saure und basische Lösungen natürlich muss man eingehen,	Der Unterschied zwischen saurer und basischer Lösung muss thematisiert werden.	Saure und basische Lösungen		

Begriffe und Definitionen	E_Transkript_F., Pos. 47	Und in der zweiten Stunde wollte ich dann halt weitergehen: Wie entstehen überhaupt saure und basische Lösungen? Manche sind da, ich weiß wo sie da sind, aber in der zweiten Stunde: Wie entstehen sie? Und dann habe ich schon die H_3O^+ und OH^- Ionen.	Die Entstehung saurer und basischer Lösungen bzw. der H_3O^+ und OH^- -Ionen wird erklärt.	Saure und basische Lösungen	
	E_Transkript_F., Pos. 47	Das ist der nächste Schwerpunkt, dass ich die sauren und basischen Lösungen schon mit etwas versehe, dass schon theoretisch nicht bekannt war mit den H_3O^+ und OH^- -Ionen. Und dann in der dritten Stunde halt weiter aufbaue, dass es dann den Unterschied gibt zwischen Säure, Base und Ampholyt, also dass jede Stunde etwas theoretisches dazukommt, um dieses Gebäude praktisch zu entwickeln.	Saure und basische Lösungen und deren Ionen	Saure und basische Lösungen und Ionen	
	A_Transkript_H., Pos. 21	Der Begriff der Säure im Zusammenhang mit dem Sauerstoff, dass man das ursprünglich angenommen hat über die organischen Säuren und dass das heute eben nicht mehr so definiert ist.	Die Säure hat ihren Namen ursprünglich vom Sauerstoff.	Ursprung des Säure-Begriffs	Säure/Base: - Säure gibt H^+ ab - Base nimmt H^+ auf - S&B als Teilchen - Ursprung Säure-Begriff
	A_Transkript_H., Pos. 25	Also die Definition von der Säure und von der Base hat sich im Laufe meiner Unterrichtszeit insofern geändert, dass wir jetzt ja ganz besonders darauf auf das Teilchen, auf die Teilchenebene gehen bei der Säure und bei der Base.	Spricht man von Säuren und Basen, befindet man sich heutzutage auf der Teilchenebene.	Säuren und Basen als Teilchen	
	A_Transkript_H., Pos. 45	würde ich schon das Säureteilchen, ich würde auf das Wort, also auf das Wort „Teilchen“ heutzutage tatsächlich auch bestehen. Ich würde es tatsächlich so aufschreiben, ja, also eine Säure gibt H^+ -Ionen ab. Und ich erwähne auch den Brönsted nicht näher.	Eine Säure ist ein Teilchen, das H^+ -Ionen abgibt.	Säure als Teilchen, das H^+ abgibt	

K.1.2.1.: Begriffe und Definitionen\ Säuren/Basen

D_Transkript_B., Pos. 23	Ja, eh die ich jetzt schon erwähnt habe: Was sind Protonendonatoren, was sind Protonenakzeptoren? Säuren geben eben Protonen ab, Basen nehmen Protonen auf.	Säuren geben Protonen ab, Basen nehmen Protonen auf.	Säure gibt H^+ ab, Basen nehmen H^+ auf		
F_Transkript_K., Pos. 23	Wichtige Begriffe außer „Säuren“, „Laugen“ eben, dass Laugen und Basen als ident anzusehen sind.	"Säuren", "Laugen" und "Basen" sind wichtige Begriffe.	Säuren, Laugen und Basen		
E_Transkript_F., Pos. 51	Ja dann kommen die Begriffe „Säure“, „Base“ und „Ampholyt“ und dann kommt die Quantität, also dass ich diese mengenmäßige erfasst habe.	"Säure", "Base" und "Ampholyt" sind wichtige Begriffe.	Säure, Base, Ampholyt		
A_Transkript_H., Pos. 21	Also das glaube ich, da ist ein wichtiger Begriff noch dabei und natürlich der Indikator. Also der Indikator gehört sicher als Begriff hierher mit dem indicere, mit dem Anzeigen.	Der Indikator ist ein wichtiger Begriff.	Indikator	pH-Wert und Indikatoren: - pH-Wert - Indikator - mathematische Definition des pH- Werts	K.1.2.2.: Begriffe und Definitionen\ pH-Wert und Indikatoren
A_Transkript_H., Pos. 31	Also, das wird auch nicht näher erklärt, warum der pH-Wert zwischen 0 und 14 ist und nicht darüber und nicht darunter geht. Also, das ist eine Definition. Die lernen sie. Sie lernen sie aufgrund des Indikatorstreifens von 0 bis 14 aufgrund der Farben, die es gibt.	Der pH-Wert definiert sich aufgrund der Farbe des Indikatorstreifens.	pH-Wert und Indikator	- pH-Wert gibt die Anzahl der H_3O^+ bzw. OH^- -Ionen an -pH-neutral	
A_Transkript_H., Pos. 33	Aus dem Alltag heraus, was „neutral“ bedeutet, dass reines Wasser als „neutral“ definiert wird klarerweise und dass dann die, dass „pH-neutral“ auch ein Begriff ist, dass das „neutral“ einfach frei definiert worden ist, aufgrund Wasser als Lösungsmittel 7 hat und nicht weil heutzutage würden wir jede Skala mit 0 beginnen wollen oder mit dem absoluten Nullpunkt.	Wasser hat den pH-Wert 7, dieser Wert gilt als pH- neutral.	pH-neutral		
B_Transkript_G., Pos. 23	Mir ist es wichtig, dass man da auch, vielleicht auch aufgrund meines Zweifachs, dass man da auch die mathematische Definition den	Die mathematische Definition des pH-Wertes wird den S&S nicht vorenthalten.	mathematische Defintion des pH-Werts		

	Schülerinnen und Schülern nicht vorenthält.		
B_Transkript_G., Pos. 35	Genau, nein ich habe es schon gefunden, also da steht, das passt jetzt nicht so zur Neutralisation unbedingt, aber das passt zum pH-Wert, nämlich „der pH-Wert gibt die Stärke einer sauren oder basischen Lösung an, genau genommen die Anzahl an H_3O^+ bzw. OH^- Ionen.“ (vorlesend).	Der pH-Wert gibt die Stärke einer sauren oder basischen Lösung, bzw. die Anzahl an H_3O^+ oder OH^- Ionen an.	pH-Wert gibt die Anzahl der H_3O^+ bzw. OH^- Ionen an
E_Transkript_F., Pos. 21	In der Theorie, ja sicher das pH-Wert, dass man das quantitativ auch beschreiben kann. Also an der Menge der H_3O^+ -Ionen einer sauren Lösung zum Beispiel, dass sich das im pH-Wert widerspiegelt, dass eher phänomenologisch insofern vorkommt,	Die Menge der H_3O^+ -Ionen beschreibt den pH-Wert.	der pH-Wert beschreibt die H_3O^+ -Ionen Menge
D_Transkript_B., Pos. 91	was sie auch schon vorher kennengelernt haben, dass Phenolphthalein eben ein Indikator ist, also ein anderer pH-Indikator, nämlich der anzeigt, ob etwas sauer oder basisch ist, aber nicht einen genauen Bereich anzeigt.	Der Indikator zeigt an, ob die Umgebung sauer oder basisch ist.	Indikator
E_Transkript_F., Pos. 23	Naja schon der Indikator, der Begriff des Indikators, des Farbstoffes.	Der Begriff des Indikators als Farbstoff.	Indikator
F_Transkript_K., Pos. 23	Oke, also am Beginn, bevor ich in das Thema „Säuren und Laugen“ einsteige, ist für mich also der Indikator – Begriff sehr wichtig, der pH-Wert sehr wichtig,	Indikator und pH-Wert sind wichtige Begriffe.	Indikator und pH-Wert

	A_Transkript_H., Pos. 21	Natürlich die Salzbildung durch die Neutralisation, die gehört für mich ganz stark dazu.	Besonders wichtig sind die Begriffe Salzbildung und Neutralisation.	Salzbildung und Neutralisation	Weitere Begriffe und Definitionen: - Neutralisation und Salze - H ⁺ und H ₃ O ⁺ -Ionen - Unterschied Säure und saure Lösung - Ampholyt	K.1.2.3.: Begriffen und Definitionen\ Weitere Begriffe und Definitionen
	F_Transkript_K., Pos. 23	Neutralisation, Salze.	"Neutralisation" und Salze sind wichtige Begriffe.	Neutralisation und Salze		
	C_Transkript_A., Pos. 29	Und da ist es auch zum Beispiel, dass in unserem Schulbuch der vierten Klasse jetzt zum Beispiele H ₃ O ⁺ -Ionen drinnenstehen. Das heißt, das muss einmal für sie auch klargestellt werden, dass H ⁺ , wie das zu dem H ₃ O ⁺ reagiert und dass das eigentlich die genauere Bezeichnung ist,	Es muss klargestellt werden, dass die H ₃ O ⁺ -Ionen die genauere Bezeichnung für die H ⁺ -Ionen sind.	H ₃ O ⁺ -Ionen sind die genauere Bezeichnung für H ⁺ -Ionen		
	D_Transkript_B., Pos. 23	Ich bin auch hier wirklich absichtlich beim H ⁺ und bleibe nicht beim H ₃ O ⁺ .	Ich spreche in der Unterstufe immer von den H ⁺ -Ionen und nicht von H ₃ O ⁺ Ionen.	Ich rede stets von H ⁺ -Ionen		
	E_Transkript_F., Pos. 23	Und Fachbegriffe schon, dass sie den Unterschied zwischen Säure und saurer Lösung kennen	Der Unterschied zwischen Säure und saurer Lösung wird thematisiert.	Unterschied Säure und saurer Lösung		
	E_Transkript_F., Pos. 23	Und dann schon auch Ampholyt der Begriff, dass es Teilchen gibt, die beides können, also saure und basische Lösung sein können und dass man das auch zu analytischen Zwecken verwenden kann,	Der Begriff "Ampholyt" wird erklärt.	Ampholyt		
Konzepte	A_Transkript_H., Pos. 17	Ich glaube, dass die Schüler einen Umriss brauchen von ihrem Alltagswissen her (...), dass es Säuren gibt und dass es das Gegenteil, eine Base gibt. Ich glaube eines der Konzepte, ist dieses Donor-Akzeptor-Prinzip, dass es den Akzeptor geben muss.	Säuren als Donatoren stellen das Gegenteil zu einer Base, den Akzeptoren dar.	Säuren sind Donatoren und Basen Akzeptoren	Konzepte: - Donator-Akzeptor-Konzept - Protonenübertragung - Brønsted - S&B sind gegensätzlich	K.1.3.1.: Vermittelte Konzepte\ Donator-Akzeptor-Konzept
	B_Transkript_G., Pos. 15	Also das angesprochene Konzept der Donator-Akzeptor-Wechselwirkung ist sicherlich das Zentrale,	Das Donator-Akzeptor-Konzept ist zentral.	Donator-Akzeptor Konzept		
	B_Transkript_G., Pos. 17	die zentrale Message beim Thema „Säuren und Basen“ soll sein, dass Säuren Protonendonatoren sind und Basen Protonenakzeptoren	Säuren sind Protonendonatoren und Basen Protonenakzeptoren	Protonenübertragung		

B_Transkript_G., Pos. 21	Ich bleibe dann beim Brønsted Konzept, auch immer wieder das Arrhenius-Konzept sozusagen seinen Raum findet,	Ich bleibe dann beim Bronsted Konzept.	Brønsted Konzept
D_Transkript_B., Pos. 19	Für mich ist es wichtig in der Unterstufe, dass die Schüler*innen vor allem, so wie Sie es auch gerade angesprochen haben, Donator-Akzeptor-Prinzip auch bei den Säuren und Basen verstehen. Das heißt, für mich ist es wichtig, dass die Schüler*innen eben dieses Konzept begreifen und verstehen, dass Säuren Protonen abgeben und Basen Protonen aufnehmen, beziehungsweise Hydroxidionen OH ⁻ - Ionen abgeben.	Die S&S verstehen, dass Säuren Protonen abgeben und Basen Protonen aufnehmen, beziehungsweise Hydroxidionen OH ⁻ - Ionen abgeben.	Säuren geben H ⁺ ab, Basen nehmen H ⁺ auf bzw. geben OH ⁻ ab.
D_Transkript_B., Pos. 29	Der Unterstufe gebe ich es wirklich mit „plus Wasser“. Das ist für mich das Mainkonzept für die Schüler und Schülerinnen, auch dass sie jetzt wissen, oke, wo wird jetzt hier das Proton übertragen, wo wird hier das Proton auch aufgenommen, damit sie es dann auch wirklich sehen, wie dann halt die Kation- und Anionbildung entsteht.	Die S&S sollen wissen, wo das Proton übertragen wird und erkennen das Kation und Anion.	Protonenübertragung und Reste
E_Transkript_F., Pos. 17	Ja grundsätzlich auch das Donor-Akzeptor, nur geht es da jetzt um H ⁺ -Ionen.	Donor-Akzeptor-Konzept mit H ⁺ -Ionen wird vermittelt.	Donator-Akzeptor-Konzept
E_Transkript_F., Pos. 27	Das Ziel ist ganz sicher, dass nachhaltig, dass sie Säure und Base als gegensätzliche Teilchen wahrnehmen, dass das Donor-Akzeptor-Konzept ein durchgängiges ist in der Chemie, dass Vorgänge reversibel sind.	Säure und Base sollen als gegensätzliche Teilchen wahrgenommen werden.	Säuren und Basen sind gegensätzliche Teilchen

E_Transkript_F., Pos. 17	Das Donor-Akzeptor-Konzept ist sicher maßgeblich, aber auch Verhältnisse, aber Teilchenkonzept. Das Verhältnis von Teilchen, also wie viel H ⁺ eine Säure abgibt und dann mit OH ⁻ zu Wasser wird.	Es geht um das Verhältnis der H ⁺ einer Säure, die dann mit OH ⁻ zu Wasser reagieren.	Verhältnis bei der Neutralisationsreaktion	Neutralisationsreaktion: - Beteiligte Stoffe - Salzbildung - Verhältnis - Produkte - Konzentration - Salzbildung - Ionenausgleich	K.1.3.2.: Vermittelte Konzepte\ Neutralisationsreaktion
A_Transkript_H., Pos. 23	dass man Säure mit einer Base neutralisieren kann und damit auch unschädlich unter Umständen.	Säuren kann man mit Basen neutralisieren.	Neutralisationsreaktion		
A_Transkript_H., Pos. 25	Dass sie eben wissen, dass dann ein Salz entsteht, das quasi ein Nebenprodukt ist, aber für die Schüler zum Erkennen der Reaktion ganz wichtig ist, also dass das Wasser entsteht. Und dann auch das Salz und dass man auch so Salze gewinnen kann natürlich.	Bei der Neutralisationsreaktion entsteht Wasser und ein Salz als Nebenprodukt.	Produkte der Neutralisationsreaktion		
A_Transkript_H., Pos. 55	Also es sollte den Schülern klar sein, dass, wenn sie eine konzentriertere Natronlauge-Lösung haben, dass sie mehr Salzsäure dazugeben müssen, um es zu neutralisieren.	Je nach Konzentration braucht man unterschiedliche Mengen an Titrierlösung zum Neutralisieren.	Neutralisationsreaktion und Konzentration		
A_Transkript_H., Pos. 109	Dass die Säure und die Base durch diese Art an Reaktion sich zu neuen Stoffen verbunden haben. Eben zu dem Salz, das in dem Fall ein bekanntes Salz ist und dann eben Wasser, wobei man es natürlich nicht sieht, weil vorher waren es auch schon wässrige Lösungen und jetzt hat man auch das Salz in Wasser schwimmen, also aufgelöst.	Säure und Base verbinden sich zu Salz und Wasser, wobei das Salz in Wasser gelöst ist.	Stoffe bei der Neutralisationsreaktion		
B_Transkript_G., Pos. 29	Und die Grundmessage, die hängen bleiben sollte, wäre sicherlich: Säure plus Base ergibt Wasser und ein Salz, wobei natürlich immer von einer vollständigen Neutralisation ausgegangen wird	Bei der vollständigen Neutralisation ergibt Säure plus Base Wasser und ein Salz.	Stoffe bei der Neutralisationsreaktion		

C_Transkript_A., Pos. 23	Ja, also dass wirklich der Gegenspieler, dass diese H^+ -Ionen und die OH^- -Ionen gemeinsam wieder das Wasser bilden und zusätzlich die Gegenspieler, oder Gegenspieler ist nicht richtig ausgedrückt, dass die Ionen, die noch vorhanden sind, also die Metallkationen und die Säurerest-Ionen wieder einen Stoff bilden, einen Stoff, den sie schon kennen. Da muss man dann wieder auf die Ionenbindung eingehen. Für mich ist auch noch ganz wichtig, dass man nicht nur erwähnt, es entsteht Wasser und Salz bei einer Ionenbindung,	Bei der Neutralisation bilden H^+ und OH^- -Ionen gemeinsam wieder das Wasser und die Metallkationen und Säurerest-Ionen bilden eine Ionenbindung.	Beteiligte Ionen und Stoffe
D_Transkript_B., Pos. 29	„Was passiert, wenn eine Säure und eine Base sich vermischen?“ Nämlich es entsteht ein Kation und ein Anion und es entsteht Wasser, und dieses Kation und Anion hat wieder einen Bezug zu den chemischen Bindungen, die wir vorher gemacht haben, nämlich es ist ein Salz. Das heißt es entsteht zum Großteil, sage jetzt nicht „immer“, weil wir beide wissen, dass es so nicht ist, es entsteht halt größtenteils Salz und Wasser, in Klammer jetzt für uns.	Bei der Reaktion einer Säure mit einer Base entsteht Wasser und ein Kation und ein Anion, die meistens ein Salz bilden.	Stoffe bei der Neutralisationsreaktion
D_Transkript_B., Pos. 33	Was ich ihnen aber auch mitgebe, was sie auch wissen sollten zu diesem Salz, was ja entsteht, ist halt eben Kation und Anion, aber dass dieses Salz auch durch das Metallion und den Säurerest dieses Salz entsteht. (...)	Das Metallion und der Säurerest bilden das Salz.	Salzbildung
F_Transkript_K., Pos. 19	und bei der Neutralisation natürlich am Ende dieses Themas anbelangt, dass es zu eben einem Ausgleich von Ionen kommt und dadurch eben zu einem Neutralisierungsprozess. Das würde ich da jetzt als Antwort stehen lassen.	Bei der Neutralisation kommt es zum Ausgleich von Ionen.	Ausgleich von Ionen

E_Transkript_F., Pos. 51	Das Teilchenverhältnis. Also wenn ich zum Beispiel Schwefelsäure in Wasser mit Wasser reagieren lasse, dass da eben zwei H^+ abgegeben werden und dass ich da zwei Mol Wasser brauche, für ein Mol Schwefelsäure und dass dann entsprechend mehr H_3O^+ -Ionen entstehen.	Schwefelsäure gibt in Wasser zwei H^+ ab und dementsprechend entstehen doppelt so viele H_3O^+ -Ionen.	Schwefelsäure bildet doppelt so viele H_3O^+	
F_Transkript_K., Pos. 29	Natürlich einmal den Neutralisationsvorgang selber, dass eben das Metallion von der Lauge sich mit dem negativen Säurerest-Ion verbindet zu einem Salz und dass es bei der Reaktion immer zu einem Salz gelöst im Wasser kommt	Beim Neutralisationsvorgang verbindet sich das Metallion der Lauge mit dem negative Säurerest-Ion der Lauge zu einem gelösten Salz.	Salzbildung	
A_Transkript_H., Pos. 19	Es ist so, dass für mich wichtig ist, dass die Schüler wissen, es gibt starke Säuren und es gibt stark saure Lösungen und ich versuche es immer prinzipiell so zu sagen, dass wenn man einen Tropfen von einer Salzsäure in ein Schwimmbecken, wird das zwar eine starke Säure sein, aber sicher nicht der niedrige pH-Wert.	Es gibt starke und schwache Säuren. Wie stark eine Säure ist, hat nichts mit dem pH-Wert zu tun.	Es gibt starke und schwache Säuren, das hat mit dem pH-Wert aber nichts zu tun	weitere S/B-Konzepte: - Starke und schwache Säuren je nach Anzahl der Ionen - Säurestärke und pH-Wert haben nichts miteinander zu tun - Es kommt auf den Partner an, wie Teilchen reagieren - Lavoisier - Arrhenius - es gibt viele unterschiedlich Salze
B_Transkript_G., Pos. 19	und mir gefällt, und darauf ging sozusagen, mit dem ersten Konzept zu starten von Lavoisier.	Als erstes beginne ich mit dem Konzept von Lavoisier.	Konzept von Lavoisier	
B_Transkript_G., Pos. 19	Das ist sozusagen dann die Motivation für das geschichtlich nächste Konzept von Arrhenius, das ich dann präsentiere	Als nächstes präsentiere ich das Konzept von Arrhenius.	Konzept von Arrhenius	
E_Transkript_F., Pos. 27	Und ja, das ist eigentlich das Wesentliche, dass Vorgänge reversibel sind, dass es auch am Partner ankommt bei den Ampholyten, dass es am Partner ankommt, in welche Rolle das Teilchen jetzt schlüpft. Das sind eigentlich die grundlegenden Gesetze.	Chemische Vorgänge sind reversibel und es kommt bei den Reaktionen der Teilchen immer auf den Partner darauf an, wie das Teilchen reagiert.	Es kommt auf den Partner an, wie Teilchen reagieren	

K.1.3.3.: Vermittelte Konzepte \ Weitere Konzepte

	F_Transkript_K., Pos. 19	Für mich ist wichtig, dass die Kinder wissen, dass Säuren und Laugen unterschiedliche Ionen ausbilden und dass je nach Anzahl von Ionenausbildung es dadurch zur Thematisierung von schwachen und starken Säuren kommt	Säuren und Basen bilden unterschiedliche Ionen aus. Je nach Anzahl dieser unterscheidet man schwache und starke Säuren.	Je nach Anzahl der Ionen unterscheidet man starke und schwache Säuren und Basen		
	F_Transkript_K., Pos. 29	und was für mich immer das allerwichtigste ist, dass sie einmal mitbekommen, dass es nicht nur ein Salz, nämlich das Kochsalz gibt und das erörtern wir zuerst einmal.	Die S&S sollen erkennen, dass es außer dem Kochsalz noch weitere gibt.	Es gibt viele unterschiedliche Salze		
Lehrziele	A_Transkript_H., Pos. 23	Ich hätte gerne, dass die Schüler Beispiele nennen können, Vertreter,	Die S&S können Vertreter für Säuren und Basen nennen.	Säuren und Basen nennen	Ziele: - Säuren und Basen nennen - Summenformeln bestimmen - Wirkungen und Gefahren einschätzen - Anwendungsmöglichkeiten und Eigenschaften nennen - saure, basische und neutrale Lösungen unterscheiden	K.1.4.1.: Lehrziele\ Säuren/Basen_Vertreter, Vorkommen und Eigenschaften
	A_Transkript_H., Pos. 51	Die Schüler lernen auf der einen Seite die Säuren und Basen kennen, insofern, dass sie wissen, dass es eine Säure und eine Base ist.	Die S&S können Säuren und Basen nennen.	Säuren und Basen nennen		
	C_Transkript_A., Pos. 17	Also, auf jeden Fall einmal Säuren und Basen anhand, also jetzt formal, von den Formeln her erkennen, also sprich charakteristische Ionen, also in diesem Fall die H ⁺ -Ionen beziehungsweise die OH ⁻ - Ionen	Die S&S bestimmen anhand der H ⁺ und OH ⁻ Ionen und Summenformeln, ob eine Säure oder eine Base vorliegt.	Säuren und Basen anhand von Summenformeln bestimmen		
	C_Transkript_A., Pos. 35	dann die Wirkung einschätzen können, sprich ätzende Wirkung,	Die S&S können die Wirkung von sauren und basischen Lösungen einschätzen.	Wirkung von sauren und basischen Lösungen einschätzen		
	C_Transkript_A., Pos. 35	Einschätzen können, dass Säuren oder alles was in Richtung Lebensmittel vorwiegend geht, in Getränken oder Speisen, dass wir da eher im sauren Bereich beheimatet sind, die Basen eher in dem Reinigungsbereich.	Die S&S können Lebensmittel dem sauren oder basischen Bereich zuordnen.	Lösungen in saure und basischen einteilen		

C_Transkript_A., Pos. 15	Was sie sehr wohl machen an theoretischen Dingen ist, dass sie natürlich diese charakteristischen Ionen kennen sollen, um auch zu erkennen, wann eine Säure oder eine Base vorliegt. Also sehr wohl das H^+ -Ion.	Die S&S sollen die charakteristischen Ionen der Säuren und Basen kennen und dadurch verstehen, wann eine Säure oder eine Base vorliegt.	Charakteristische Ionen der Säuren und Basen
D_Transkript_B., Pos. 21	was ist sauer, was ist basisch, weil die Schüler*innen auch nämlich am Anfang noch das Problem haben: Okay, sauer kann ich schmecken, basisch kann ich nicht schmecken. Einfach halt dieses, also ist hier ist das Gegenteil von „sauer“ eben „basisch“, und das ihnen verdeutlichen mit verschiedenen Experimenten mit pH-Werten, und so weiter.	Die S&S sollen erkennen, was sauer, basisch und neutral ist.	saure, basische und neutrale Lösungen
C_Transkript_A., Pos. 41	sondern die Formeln der Säuren, das müssen sie wirklich einmal lernen, auswendig lernen in dem Fall, und da gibt es sicherlich auch einmal eine Tabelle,	Die S&S skizzieren die Summenformeln der Säuren.	Summenformeln von Säuren aufstellen
C_Transkript_A., Pos. 43	Für mich ist auch wichtig, dass sie diesen Geruch erkennen. Das ist schon etwas, was man wissen soll, wie wenn schon so eine Substanz so einen charakteristischen Geruch hat, kann man die in geringen Dosen natürlich, nur das man das erkennt.	Die S&S erkennen Ammoniak anhand seines charakteristischen Geruchs.	Ammoniak am Geruch erkennen
C_Transkript_A., Pos. 57	Es ist für mich wichtig, dass sie einordnen können die Gefährlichkeit von Substanzen auch.	Die S&S können die Gefährlichkeit der Stoffe einschätzen.	Gefährlichkeit der Stoffe einschätzen
F_Transkript_K., Pos. 21	Wichtig ist für mich, dass er oder sie weiß, wo ich diese Säuren anwende, wie ich diese Säuren,	Die S&S nennen Anwendungsmöglichkeiten von Säuren.	Anwendungsmöglichkeiten von Säuren nennen
D_Transkript_B., Pos. 107	Also bei mir müssen sie die Säuren können, bei mir müssen sie die Anionen kennen, bei mir müssen sie Säurereste können.	Die S&S nennen Säuren und deren Säurereste	Säuren und Anionen nennen

F_Transkript_K., Pos. 27	spricht dass ein Kind einer Säure die entsprechende Formel zuordnen können soll, Lauge, Salze, und so weiter.	Die S&S können die Summenformeln den Namen der Säuren, Laugen und Salze zuordnen.	Summenformeln von Säuren, Basen und Salzen aufstellen	
C_Transkript_A., Pos. 15	weil sie anhand von dieser Theorie auch relativ gut einen Unterschied, oder das Erkennen erkennen können, wann eine Säure vorliegt. Ja, also einfach um das Erkennen strukturell von der Formel her: Ist es eine Säure? Ist es eine Base?	Die S&S bestimmen anhand von Summenformeln, ob eine Säure oder eine Base vorliegt.	Säuren und Basen durch Summenformeln bestimmen	
C_Transkript_A., Pos. 35	Gut, Ziele... Beispiele nennen können für saure und basische Lösungen, mehr als sie aus dem Alltag bis jetzt schon gekannt haben, also die einmal zuordnen können,	Die S&S können Beispiele nennen für saure und basische Lösungen.	Beispiele für saure und basische Lösungen nennen	
F_Transkript_K., Pos. 23	Dann eben Säuren von Basen und neutralen Lösungen unterscheiden lernen.	Die S&S können Säuren von Basen und neutralen Lösungen unterscheiden.	Saure, basische und neutrale Lösungen unterscheiden	
A_Transkript_H., Pos. 23	dass sie wissen, das so um 7 herum dann schon sehr wohlführend oder halt eben leicht sauer und nicht basisch.	Die S&S beschreiben den pH-Wert um 7 herum als leicht sauer, nicht basisch und wohlführend.	Bestimmung von sauren, basische und neutralen Lösungen	Ziele: - pH-Wert mittels Indikatoren bestimmen - saure, basische und neutrale Lösungen bestimmen und einordnen
A_Transkript_H., Pos. 51	und sie sollen die Indikatoren, die es gibt, also Farbstoffe, die natürlich auch vorkommen, wie eben das Rotraut, der Malventee, sollen sie schauen, welche Farbe sie zeigen und zu verschiedene pH-Werten.	Die S&S können den Indiaktorfarben die pH-Werte zuordnen.	pH-Wert bestimmen durch Indikatoren	
C_Transkript_A., Pos. 19	Dann geht natürlich alles in Richtung Erkennen von Säuren und Basen, spricht Indikatoren, Eigenschaften wie pH-Wert zuordnen können,	Die S&S bestimmen den pH-Wert von Säuren und Basen mit Indikatoren.	saure Lösungen mit dem Indikator bestimmen und einordnen	
D_Transkript_B., Pos. 47	Sie wissen ungefähr die Einteilung von starken und schwachen Säuren, neutral, schwache Basen und starke Basen, und sie können sie mit einem pH-Indikatorpapier oder auch mit einem pH-Indikator, wie zum Beispiel Rotkrautsaft oder wir verwenden	Die S&S können mit pH-Papier, Rotkrautsaft oder Phenolphthalein saure, neutrale und basische Lösungen beschreiben und einteilen.	saure Lösungen mit dem Indikator bestimmen und einordnen	

K.1.4.2.: Lehrziele\ pH-Wert und Indikatoren

	auch Phenolphthalein verwenden wir, könne sie beschreiben.				
F_Transkript_K., Pos. 21	wie ich diese Säuren zum Beispiel über einen Indikator identifizieren kann als schwache Säure, starke Säure oder überhaupt im Unterschied zu einer neutralen Lösung oder zu einer basischen Lösung.	Die S&S können Säuren mit einem Indikator bestimmen und als schwache Säure oder starke Säure einordnen.	saure Lösungen mit dem Indikator bestimmen und einordnen		
E_Transkript_F., Pos. 47	In dem Sinn war es eben in der ersten Stunde saure und basische Lösungen, dass die das Gegenteil sind und mit dem Indikator eben nachzuweisen sind.	Die S&S können saure und basische Lösungen mit einem Indikator nachweisen.	saure Lösungen und basische Lösungen mit dem Indikator bestimmen		
F_Transkript_K., Pos. 27	dass sie selber eine Lauge, eine Säure mit dem Indikatorpapier nachweisen können.	Die S&S können eine Säure und eine Lauge mit dem Indikatorpapier nachweisen.	saure Lösungen und basische Lösungen mit dem Indikator bestimmen		
B_Transkript_G., Pos. 41	Ja also ganz konkret sind wir wieder bei dieser praktischen Aufgabe, sei es die Neutralisationsreaktion selbständig durchführen können oder die Untersuchung von Alltagsstoffen.	Die S&S führen eine Neutralisationsreaktion selbstständig durch und bestimmen den pH-Wert von Alltagsstoffen.	Neutralisationsreaktion durchführen und den pH-Wert der Alltagsstoffe bestimmen	Ziele: - Reaktionsgleichungen aufstellen - Neutralisationsreaktion durchführen - Verwendungszwecke der Salze nennen - Salze den Säuren zuordnen	K.1.4.3.: Lehrziele\ Neutralisationsreaktion und Salze
C_Transkript_A., Pos. 23	Den Schülern soll bewusst werden, dass ich die Wirkung einer Säure, zum Beispiel wenn ich diese Säure entsorgen möchte, nicht nur durch Verdünnen mit Wasser, wo sie aus dem pH-Wert ja schon diesen (...) kennen, dass man immer verdünnen muss, um einen Sprung um eins auf der pH-Wert-Skala zu machen zu können, sondern dass ich auch mit einer Base quasi jetzt diese Neutralisation herbeiführen kann.	Die S&S können eine Säure einerseits durch Verdünnen, andererseits durch Neutralisieren entsorgen.	Säuren richtig entsorgen		

C_Transkript_A., Pos. 35	Die Salze natürlich, dass die zu den Säuren, dass es da eben durch die Neutralisation, nicht nur die Neutralisation, dass eben Säurereste und damit ganz ganz viele Salze in Zusammenhang mit den Säuren stehen und da natürlich Verwendungszwecke und Vorkommen.	Die S&S können Verwendungszwecke und Vorkommen von Salzen nennen.	Verwendungszwecke und Vorkommen von Salzen nennen		
C_Transkript_A., Pos. 49	Mir ist in dem Fall wichtiger, dass sie wissen, welche Salze zu welchen Säuren gehören,	Die S&S können Salze den Säuren zuordnen.	Salze den Säuren zuordnen		
D_Transkript_B., Pos. 33	Ich gebe ihnen Beispiele, also entweder Wortgleichungen oder Gleichungen per se und sie müssen sie ausgleichen, im Sinne von zum Beispiel Natriumhydroxid plus Salzsäure und dann müssen sie auch hinschreiben:	Die S&S müssen Wortgleichungen und Elementgleichungen aufstellen oder richtigstellen.	Reaktionsgleichungen aufstellen		
E_Transkript_F., Pos. 69	muss man dann eine Säure nehmen und mit dem anderen Würfel ein Hydroxid und diese Kombination ist also müssen sie dann als Reaktionsgleichung aufschreiben.	Die S&S stellen Reaktionsgleichungen zu Neutralisationsreaktionen auf.	Reaktionsgleichungen aufstellen		
D_Transkript_B., Pos. 107	Also bei mir müssen sie die Säuren können, bei mir müssen sie die Anionen kennen, bei mir müssen sie Säurereste können.	Die S&S nennen Säuren und deren Säurereste	Säuren und Anionen nennen		
F_Transkript_K., Pos. 27	Es werden dann aber schon auch Ziele, Kompetenzen erworben, wie „Ich bin sicher im Umgang bei der Durchführung eines Experiments, dass sie selber eine Lauge, eine Säure mit dem Indikatorpapier nachweisen können.	Die S&S können ein Experiment sicher durchführen.	Ein Experiment sicher durchführen	Ziele: - Ein Experiment sicher durchführen -Das Gefahrenpotenzial einschätzen	
A_Transkript_H., Pos. 23	Also das Gefahrpotenzial sollten sie besser einschätzen können.		Das Gefahrenpotenzial einschätzen		

K.1.4.4.: Lehrziele/
Sicherheit

Zur Neutralisationsreaktion	A_Transkript_H., Pos. 29	Und ich würde schon auf das pH-neutral irgendwo im vorigen Satz oder im Nachsatz hingeben, nicht dass sie glauben, dass sich nur Plus und Minus neutralisiert elektrostatisch.	Es sollte irgendwo die pH-Neutralität erwähnt werden.	pH-Neutralität sollte vorkommen	Korrektur der Aussage: - Bei Ammoniak mit Salzsäure entsteht nur das Salz - "Neutralisationsreaktion" statt "Neutralisation"
	C_Transkript_A., Pos. 27	Bei der Neutralisationsreaktion, also ich würde auf jeden Fall einmal dazusagen, dass es eine Neutralisationsreaktion ist und dass es eine vereinfachte Darstellung auf jeden Fall ist.	Ich würde nicht "Neutralisation", sondern "Neutralisationsreaktion" sagen.	"Neutralisationsreaktion" statt "Neutralisation"	- Es reagiert ein Teil zur Säure und der andere zur Ionenverbindung - pH-Neutralität sollte kommen Es entstehen Metallionen und Säurerestionen
	C_Transkript_A., Pos. 27	Das heißt es wäre für mich schon noch wichtig zu sagen, dass eben die H^+ -Ionen und die OH^- -Ionen, also ein Teil der Säure, ein Teil der Base zu dem Wasser reagiert und die Metallkationen und die Säurerest-Ionen zu einer Ionenverbindung,	Es reagiert nur ein Teil der Säure und ein Teil der Base zu Wasser, die Metallkationen und Säurerest-Ionen bilden eine Ionenverbindung.	Es reagiert ein Teil von Säure und Base zu Wasser, der andere zur Ionenverbindung	
	D_Transkript_B., Pos. 43	Ich würde generell auch nicht Salz sagen, ich würde wirklich wahrscheinlich sagen, es entsteht ein Metallionenrest und ein Säurerest. Das würde ich eher sagen.	Ich würde sagen, es entsteht ein Metallionenrest und ein Säurerest.	Es entsteht ein Metallionen- und ein Säurerest	
	D_Transkript_B., Pos. 45	Das ist ein bisschen schwierig, weil neutral heißt ja eigentlich für mich, dass der pH-Wert 7 ist. Und eine Neutralisation ist ja eigentlich die Reaktion per se von einer Säure und einer Base.	Die Neutralisation ist die Reaktion von einer Säure und einer Base.	Bei der Neutralisation reagieren Säure und Base	
	B_Transkript_G., Pos. 31	Ich würde sie sozusagen nicht hundertprozentig unterschreiben und das auch den Schülerinnen und Schülern kommentieren. An der Stelle bietet sich natürlich an, dass man die Gasreaktion von Ammoniak und Salzsäure als Beispiel bringt, die ja in der Gasphase reagieren, also da ist von Wasser keine Spur, und trotzdem bildet sich ein Salz.	Die Aussage ist fachmäßig richtig, auch wenn nicht vorkommt, dass H_3O^+ und OH^- -Ionen miteinander reagieren.	Bei Ammoniak mit Salzsäure entsteht nur das Salz	
K.1.5.1.: Zur Neutralisationsreaktion\ Korrektur					

D_Transkript_B., Pos. 41	Ich weiß es gerade nicht, aber es war Ammoniak, in dem Fall sogar, als Base nimmt was auf und es entsteht nur dann das Salz. Ich glaube, es entsteht (-) Es entsteht dann nur das Salz und ich habe dann kein Wasser und das ist dann halt dann dieser Einstieg immer in der Oberstufe, dass eben diese Aussage nicht korrekt ist, dass eben nicht immer Salz und Wasser entsteht, sondern halt nur Salz.	Die Aussage ist nicht korrekt, da bei Reaktionen mit Ammoniak kein Wasser entsteht, sondern nur das Salz.	Bei Ammoniak mit Salzsäure entsteht nur das Salz	
E_Transkript_F., Pos. 37	und da entsteht eben kein Wasser, sondern eben nur das Salz (lachend). Salz und Wasser entsteht ja nur, wenn ich Lösungen habe quasi, wenn ich Natriumhydroxid.	Bei Ammoniak mit Salzsäure entsteht kein Wasser sondern nur ein Salz. Salz und Wasser entsteht nur wenn ich Lösungen habe.	Bei Ammoniak mit Salzsäure entsteht nur das Salz	
A_Transkript_H., Pos. 29	Also ich muss zugeben, für die die vierte Klasse finde ich diesen Satz eigentlich okay, weil die Schüler sehr schnell das Salz finden. Also in der vierten Klasse würde ich den Satz auch nicht von einem Viertklassler korrigieren.	Satz angemessen für die vierte Klasse, bedarf keiner Korrektur.	Satz angemessen	Angemessenheit der Aussage: - Satz angemessen - "Neutralisation" unangemessen - Viele Vereinfachungen, die erklärt gehören - Satz unangemessen
A_Transkript_H., Pos. 29	Ich würde ihn so nicht ganz formulieren, aber das Problem ist das Wort „Neutralisation“ glaube ich.	Würde den Satz so nicht formulieren, wegen des Wortes "Neutralisation.	"Neutralisation" stört mich	
B_Transkript_G., Pos. 31	Trotzdem ist es sinnvoll meiner Meinung nach, so einen Satz in ein Buch zu schreiben beziehungsweise auch in eine Mitschrift von Schülerinnen und Schüler aufschreiben zu lassen, weil sehr viele Reaktionen in der Schulchemie, wenn man so möchte, also das was man mit Schülerinnen Schülern auch machen kann halt Wasserchemie ist, wenn man es mal so nennen darf, also Lösungen miteinander reagieren lassen und dadurch glaube ich ist einmal ein gutes Grundgerüst, wenn Schülerinnen und Schüler diesen Satz, oder	Am Beispiel der Gasreaktion von Ammoniak und Salzsäure bildet sich kein Wasser, sondern nur das Salz.	Satz angemessen	

K.1.5.2.: Zur Neutralisationsreaktion\ Angemessenheit

	diese Begrifflichkeit oder dieses Konzept aufgenommen und angenommen haben und sich merken.		
C_Transkript_A., Pos. 27	Also da werden viele Vereinfachungen getroffen, die als grobe Richtlinie vielleicht in der vierten Klasse okay ist, aber die schon noch zusätzlich erklärt gehört.	Es ist sinnvoll, wenn sich die S&S diesen Satz so aufschreiben und merken.	Viele Vereinfachungen, die erklärt gehören
D_Transkript_B., Pos. 31	Das steht auch in unserem Schulbuch, um ehrlich zu sein. Für die Unterstufe finde ich sie jetzt nicht so schlimm. Natürlich ist das jetzt eine sehr harte Aussage, weil wir wissen eben, mit Ammonium passiert das nicht. Es halt eine sehr lappale, eine so ‚hingeschmissene‘ Aussage für die Sekundarstufe 1 finde ich jetzt nicht so schlimm.	Die Aussage, die als grobe Richtlinie in Ordnung ist, enthält viele Vereinfachungen, die zusätzlich erklärt gehören.	Satz unangemessen
F_Transkript_K., Pos. 33	Grundsätzlich finde ich den Satz fachmäßig richtig. Ich würde jetzt meinen, für manche Schulen wird er zu wenig aussagekräftig sein, weil er eben diesen Austausch von, „Austausch“ war jetzt nicht das richtige Wort, wo diese H_3O^+ und OH^- -Ionen miteinander reagieren, das fehlt natürlich jetzt in dieser Aussage.	Die Aussage ist fachmäßig richtig, auch wenn nicht vorkommt, dass H_3O^+ und OH^- -Ionen miteinander reagieren.	Satz angemessen

Darstellungsformen	A_Transkript_H., Pos. 37	Die Natronlauge wird natürlich mit Na ⁺ und OH ⁻ angeschrieben. Das haben sie vorher schon gelernt und das HCl kommt tatsächlich als HCl und dann halt wenn das „aquatisiert“ dazuschreibe.	Natronlauge wird mit Na ⁺ und OH ⁻ angeschrieben und Salzsäure als HCl.	Salzsäure wird als HCl dargestellt, Natronlauge als Na ⁺ und OH ⁻	Darstellungsformen: - Formelgleichungen und Wortgleichungen - Säuren und Basen als Summenformeln - Salzsäure und Natronlauge reagieren zu Natriumchlorid und Wasser - $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ - Natronlauge wird als Na ⁺ und OH ⁻ dargestellt - $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ - $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ - $2 \text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2$	K.1.6.: Darstellungsformen
	A_Transkript_H., Pos. 95	Jedes Experiment, also fast jedes Experiment wird mit einer Reaktionsgleichung unterstrichen, dass man sieht, welche Stoffe, sobald ich die Bindungen eigentlich habe.	Reaktionsgleichungen werden aufgestellt, um zu zeigen, was mit den Stoffen beim Experiment passiert ist.	Reaktionsgleichungen, um Stoffveränderung zu zeigen		
	A_Transkript_H., Pos. 99	Ja Summenformeln, Element, und ich lege eben schon Wert darauf, dass sie die Bindungen aufstellen können und ich schreibe auch immer die Wortgleichung mit. Also es kommt eine Wortgleichung und eine Elementgleichung.	Die Reaktionsgleichungen sind Wortgleichungen und Elementgleichungen mit Summenformeln.	Wortgleichungen und Formelgleichungen		
	A_Transkript_H., Pos. 101-107	Die typischen Neutralisationsreaktion von Salzsäure und Natronlauge reagiert zum Natriumchlorid und Wasser. F: Die schreiben Sie als Wortgleichung auf? L: Und direkt darunter, oder darüber als Elementgleichung? F: Wie sieht die Elementgleichung aus? L: Vereinfacht genauso. Also HCl und NaOH für diesen Zweck. F: Also HCl. Sie können es auch aufzeichnen, wenn Sie möchten, nur damit ich sehe, wie das bei Ihnen aussieht. L: (L. schreibt die Reaktionsgleichung auf einen Zettel: $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$). Meistens lasse ich hier die Schüler das Wasser suchen. Das ist für sie meistens leichter dann für spätere Neutralisationsreaktionen.	Die Wortgleichung "Salzsäure und Natronlauge reagieren zu Natriumchlorid und Wasser." steht oberhalb der Formelgleichung " $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ ".	Salzsäure und Natronlauge reagieren zu Natriumchlorid und Wasser: $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$		
	B_Transkript_G., Pos. 55	Also im Normalfall reichen die Summenformeln bei den Säuren und Basen aus.	Die Säuren und Basen werden als Summenformeln angeschrieben.	Säuren und Basen als Summenformeln		

B_Transkript_G., Pos. 55	Ich verwende also die gängige chemische Formelsprache, wenn man so möchte, manchmal male ich dann auch gerne Kugeln und Punkte,	Ich verwende die gängige Formelsprache (Elementgleichung), manchmal werden auch Kugeln und Punkte gezeichnet.	Formelgleichungen, manchmal auch Kugeln	
C_Transkript_A., Pos. 33	Ja, dass eben in dem Fall das H ⁺ und das Cl ⁻ mit dem Na ⁺ und dem OH ⁻ , dass man wirklich die einzelnen Ionen eben anschreibt, unterschiedlich die H ⁺ und die OH ⁻ anschließend mit einem Kreis zum Beispiel markiert und zeigt, dass die beiden eben zu Wasser werden und mit einer anderen Farbe, mit einem anderen Gebilde Cl ⁻ und Natrium Na ⁺ markiert und zeigt, dass daraus dann das NaCl wird. Also nicht nur HCl plus NaOH, sondern, wie gesagt, noch immer ohne dem „aqua“ natürlich, also auch noch immer vereinfacht.	Die Neutralisationsreaktionen werden als Ionengleichung angeschrieben. Mit Formen und Farben sollen jene Ionen markiert werden, die das Wasser und das Kochsalz bilden.	Formelgleichungen mit Ionen, die farblich markiert werden	
D_Transkript_B., Pos. 33	„Das ist NaOH plus HCl und dann Reaktionspfeil, ist gleich Natrium-Ion plus Chlorid-Ion plus Wasser.“	$\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$	$\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$	
E_Transkript_F., Pos. 39	Naja H ₃ O ⁺ plus OH ⁻ ist H ₂ O, wird zu H ₂ O.	$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	
E_Transkript_F., Pos. 73	Das ist dann HCl plus NaOH wird zu H ₂ O plus NaCl.	$\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$	$\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$	
F_Transkript_K., Pos. 63	Zwei Atome Natrium plus H ₂ O, also ein Molekül Wasser, wird dann zu zwei Molekülen Natronlauge NaOH und der Wasserstoff wird dabei frei.	$2 \text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2$	$2 \text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2$	

Anknüpfung an andere Themen	A_Transkript_H., Pos. 57	Beim Bleiakku kommt die Schwefelsäure vor. Essigsäure haben wir bei Redox verwendet für Magnesium auflösen. Also an sich kennen sie die Säuren schon.	Säuren wie Schwefelsäure und Essigsäure kennen die S&S schon vom Thema Redoxreaktionen.	Einige Säuren kommen bei den Redoxreaktionen vor	Anknüpfung an andere Themen: - Säuren kommen bei Redoxreaktionen vor - Es knüpft an der Thema "chemische Bindung" an - Grenzen von Modellen aufzeigen
	B_Transkript_G., Pos. 19	Also man führt sozusagen, ist vielleicht ein bisschen hart in so kurzer Zeit, aber gleichzeitig (...), Lernen entsteht ja oft auch einfach, dadurch, dass man Grenzen von Modellen aufzeigt. Unmittelbar quasi man präsentiert ein Konzept und sagt dann auch gleich: „Aber Moment Leute. Da ist ein Stoff, da müssen wir weiterdenken, oder es zahlt sich aus, das Konzept nochmals zu hinterfragen.“ Genau.	Es werden die Grenzen von Modellen aufgezeigt.	Grenzen von Modellen aufgezeigt	
	C_Transkript_A., Pos. 43	Was sie sehr wohl schon kennen, ist, dass die Säuren mit Metall zum Beispiel, also mit unedlen Metallen, dass es zur Wasserstoffentwicklung kommt.	Säuren reagieren mit unedlen Metallen, wobei es zur Wasserstoffentwicklung kommt.	Säuren reagieren mit Metallen zu Wasserstoff	
	D_Transkript_B., Pos. 43	Das macht auch Sinn von den chemischen Bindungen, die vorher ja eigentlich erklärt werden sollten, weil dann baut man auch dann diese Struktur immer weiter auf. Und es ist dann nicht etwas abgeschlossenes und fertig, sondern zur Ionenbindung haben wir schon etwas gehört. Wir haben Kationen gehört, wir haben Anionen gehört.	Das Thema knüpft an das Thema "chemische Bindungen" an und damit baut man auch diese Struktur weiter auf.	knüpft an das Thema "chemische Bindung" an	
Unterrichtsmedien	A_Transkript_H., Pos. 41	Und dann verrate ich eben noch einmal die Definition geben und die lasse ich auch wirklich ins Buch schreiben, die lasse ich auch wirklich ins Buch schreiben	Die S&S sollen die Definition der Säure in die Mitschrift schreiben.	Definitionen	Tafelbilder und Mitschriften: - Versuche ins Heft - Definitionen - Folieninhalte ins Heft
	C_Transkript_A., Pos. 41	andere Versuche, die im Arbeitsbuch nicht explizit angeführt sind, die kommen zum Beispiel zusätzlich ins Heft,	Versuche, die im Arbeitsbuch nicht vorkommen, kommen ins Heft.	Versuche ins Heft	

K.1.7.: Anknüpfung an andere Themen

K.2.1.: Tafelbilder und Mitschriften

D_Transkript_B., Pos. 59	Ich verwende auch meine Powerpoint, die ich vorfertige, damit ich auch die Schüler beobachten kann, während sie zum Beispiel abschreiben, wobei die Folien sind animiert. Das heißt es wird wirklich jede Zeile einzeln eingeblendet. Dann haben sie Zeit zum Schreiben und Fragen zu stellen.	Die S&S schreiben die Folieninhalte ab und können Fragen stellen.	Folieninhalte	
D_Transkript_B., Pos. 59	Schüler haben bei mir verpflichtend ein Schulübungsheft, haben natürlich das Schulbuch und sie haben auch kleines Laborheft, also ein A5-Heft, wo die Experimente auch dann eingetragen werden.	Die Schüler haben ein Schulübungsheft, das Schulbuch und ein Laborheft, wo sie die Experimente eintragen.	Schulübungsheft und Laborheft für Experimente	
D_Transkript_B., Pos. 93	Die Schüler haben Laborhefte, die ich, wo wir halt immer noch am Ende der Stunde nochmal sagen: Okay, was habt ihr jetzt beobachtet? Sie müssen bei mir wirklich alles schreiben, von Materialien, Chemikalien, Versuchsvorbereitung, Versuchsdurchführung, Beobachtung, auch in einer tabellarischen Form. Beim pH geht das gut in einer Tabelle, welche Farbe ist rausgekommen, und so weiter.	Die S&S tragen im Laborheft alle versuchsrelevanten Aspekte ein.	Versuche ins Laborheft	
E_Transkript_F., Pos. 49	Und dass sie aber da selbst zum Beispiel die Beobachtung machen. Also das beobachte ich und ein Protokoll müssen sie da führen. Das ist also das Anschauungsobjekt, der Lehrerversuch und sie müssen selbst beobachten und dann ordnen wir das selber ein, sowie erklären dann diesen Versuch gemeinsam, dass dann die Erklärung am Schluss dann auch da steht. Das sollte ein Hefteintrag dann sein.	Die S&S müssen beim Lehrerversuch ein Protokoll in ihrem Heft führen.	Lehrerversuche ins Protokollheft	
A_Transkript_H., Pos. 49	und so ist es aber so, dass ich sehr viel eigentlich dann im Buch arbeiten lasse, weil ich mir dann oft denke von meiner Erfahrung, dass sich dann die Eltern	Es wird viel mit dem Buch gearbeitet, weil die Eltern die Inhalte leichter finden.	Buch wird viel verwendet	Schulbuch: - Buch wird häufig eingesetzt - zum Kennenlernen wichtiger Begriffe

K.2.2.:
Schulbuch

	leichter tun, wenn sie die Ortung im Buch irgendwie nachlesen können,			- Versuche im Buch - Buch wird nicht verwendet - verschiedene Bücher werden verwendet
A_Transkript_H., Pos. 65	Also genau so wie man es da jetzt sieht zum Beispiel, nur mit diesen paar Worten, also nicht in wahnsinnig komplizierten Sätzen, so stehen sie im Buch. Also wir lesen sie im Buch durch, sie dürfen sich es anstreichen und ich halte es aber dann in einer Wortgruppe, sage ich jetzt einmal fest. Das was sie nachher verwenden sollen davon.	Einsatz des Schulbuchs zum Kennenlernen wichtiger Definitionen.	Buch für das Kennenlernen wichtiger Begriffe	
C_Transkript_A., Pos. 41	Das heißt manche Versuche zum Beispiel sind im Arbeitsbuch dargestellt, oder als Frage formuliert, da wird der Versuch dann im Arbeitsbuch vorwiegend besprochen,	Manche Versuche stehen im Arbeitsbuch und dort wird er auch besprochen.	Versuche im Buch	
D_Transkript_B., Pos. 53	Dann schreiben wir uns das in das Heft und dann besprechen wir beziehungsweise lesen wir halt die paar Seiten oder Paragraphen, die mir wichtig sind, aus dem Buch raus und schreiben das ins Heft rein.	Passagen im Buch werden gelesen und besprochen und wichtige Stellen schreiben sich die SuS in ihr Heft.	Wichtige Passagen werden besprochen und notiert	
E_Transkript_F., Pos. 75	Die Schüler haben zwar ein Buch, aber ich verwende es eigentlich nicht.	Das Schulbuch wird nicht verwendet.	Buch wird nicht verwendet	
F_Transkript_K., Pos. 39	An unserer Schule hat das Kind kein eigenes Buch, sondern wir haben von diversen Verlagen, so in Klassensätzen die Bücher. Ich versuche auch immer wieder zu differenzieren zwischen den Büchern, weil ich die Erfahrung habe, dass nicht jedes Thema in jedem Buch, ich sage jetzt einmal, schüleradequat dargestellt ist und ich switche auch ganz gerne zwischen den Büchern, weil manche sehr anschaulich sind.	Ich arbeite mit verschiedenen Büchern.	Verschiedene Bücher werden verwendet	

A_Transkript_H., Pos. 49	Arbeitsblätter hauptsächlich in Form von Experimentieranleitungen, also weniger als Ausfülltext, oder als Arbeitsblatt,	Einsatz von Arbeitsblättern eher in Form von Experimentieranleitungen.	Experimentieranleitungen als Arbeitsblätter	Arbeitsblätter: - Einsatz von Arbeitsblättern - Arbeitsblätter mit verschiedenen Aufgaben - zum Üben gedacht - als Experimentieranleitung - Protokolle als Arbeitsblätter	K.2.3.: Arbeitsblätter
A_Transkript_H., Pos. 73	Da gibt es einige Übungsphasen immer wieder. Da gibt es wirklich auch Arbeitsblätter.	Einsatz von Arbeitsblättern zum Üben.	Arbeitsblätter zum Üben		
B_Transkript_G., Pos. 29	Ja, das ist jetzt nicht auf dem Tafelbild sozusagen drauf, weil ich da ein Arbeitsblatt habe, wo auch Übungen dann dabei sind, wie das sozusagen einfach üben kann.	Arbeitsblatt mit Übungen zum Thema "Neutralisationsreaktion".	Arbeitsblätter zum Üben		
B_Transkript_G., Pos. 41	Das heißt, während die eine Hälfte sozusagen im Laborsaal das Experiment durchführt, die Untersuchung der Alltagsstoffe durchführt, bekommt die andere Hälfte einen Arbeitsauftrag in Form eines Arbeitsblattes, den sie im anderen Raum erfüllen müssen.	Arbeitsblätter als Arbeitsauftrag für eine Klassenhälfte.	Arbeitsblätter		
E_Transkript_F., Pos. 49	Und zu den Schülerversuchen gibt es vorgefertigte Protokolle, die ich ihnen austeile, dass sie dann selber, also wo die Arbeitsanleitung draufsteht und wo sie selber ausfüllen müssen und die Erklärung formulieren wir dann meistens gemeinsam, weil das oft sehr schwierig ist, die Formulierung, dass die dann auch nachhaltig ist.	Bei den Schülerversuchen füllen sie von mir vorgefertigte Protokolle aus.	Protokolle als Arbeitsblätter		
E_Transkript_F., Pos. 73	Das ist die einfachste jetzt. Und dann haben wir halt ein paar, ein Arbeitsblatt, wo sie den Fehler suchen müssen und sie müssen halt den Fehler da suchen.	Sie bekommen ein Arbeitsblatt, wo sie den Fehler suchen müssen.	Arbeitsblätter mit Fehlern		
F_Transkript_K., Pos. 27	und dann habe ich für die Kinder so einen Pflichtlückentext vorbereitet mit Informationsblättern, wo sie dann quasi diese Lücken befüllen.	Die S&S bekommen ein Pflichtlückentext mit Informationsblättern.	Lückentexte		

A_Transkript_H., Pos. 89	Die Moodle-Quizze mache ich auch regelmäßig in der Unterstufe, immer wieder zur Übung.	Ich mache Moodle-Quizze als Übung.	Moodle-Quizze	Andere Materialien: - Lektüre mit Aufgaben - Moodlequizze - Mindmap - Molekülbaukasten - Würfelspiel - Stationenbetrieb mit Spielen
B_Transkript_G., Pos. 41	Also zunächst eine Lektüre und dann eben Aufgaben, die sie dazu abarbeiten.	Die S&S lesen eine Lektüre und arbeiten dann Aufgaben dazu ab.	Lektüre mit Aufgaben	
B_Transkript_G., Pos. 45	Also ich finde, wenn man gerade das Thema „Säuren und Basen“ zum Beispiel mit so einem Brainstorming startet, wo Begrifflichkeiten von Schülerinnen und Schülern genannt werden, die man auch sammelt, dann bietet so eine Mindmap, gerade wenn man sie digital abgespeichert hat, die Möglichkeit sehr oft da zurückzukehren.	Mit der Mindmap kann man ein Brainstorming durchführen und später nochmals darauf zurückkehren.	Mindmap	
B_Transkript_G., Pos. 55	beziehungsweise versuche mit einem Molekülbaukasten zu arbeiten,	Molekülbaukästen werden eingesetzt.	Molekülbaukästen	
E_Transkript_F., Pos. 33	Da geht es mir darum, dass sie das Verhältnis, das Teilchenverhältnis, also ich habe dazu dann nach diesem Block, also diese Folie habe ich vorbereitet, weil es gibt eben offene Lernstationen, mit denen ich nachher das übe und einschränke, wo das geübt wird, so ein Würfelspiel, wo sie eine Säure mit einem roten Würfel und eine Base mit einem blauen Würfel, oder eigentlich ist ja ein Salz.	Anhand eines Würfelspiels werden Säure-Base-Reaktionen geübt.	Würfelspiel	
E_Transkript_F., Pos. 55	Und wo diese Säuren vorkommen. Da habe ich dann eben auch einen offenen Lernstationen, so eine Zusammenleg-Spiel, wo verschiedene Säuren und Basen des Alltags vorkommen mit Bildern und Vorkommen und Beschreibungen und dass Zitronensäure ein Feststoff ist und dass HCl immer ein Gas ist, was eher nicht so vorkommt in ihrem Erfahrungsbereich.	Es gibt offene Stationen mit Spielen, bei denen Säuren und Basen im Alltag vorkommen und beschrieben werden.	Stationenbetrieb mit Spielen	

K.2.4.: Andere Materialien

Versuche	A_Transkript_H., Pos. 27	Und die Schüler machen als erstes selbst das Experiment mit der Salzgewinnung aus dem Wasser, aus der Soda-Lösung.	Salzgewinnung aus einer Sodalösung.	Salzgewinnung aus Sodalösung	Schüler*innenversuche: - Bestimmung des pH-Wertes von Alltagsstoffen mittels Indikatoren - Neutralisationsreaktion von Salzsäure oder Essigsäure mittels Natriumhydroxid - Bestimmung von Kalk mittels Salzsäure - Salzgewinnung aus Sodalösung - Herstellung von Brausepulver - Herstellung von schwefeliger Säure - Magenmedikamente und ihre Wirkung	K.2.5.1.: Versuche\ Schüler*innenversuche
	A_Transkript_H., Pos. 51	Also sie kriegen normalerweise den Universalindikator, eine chemische Mischung und die beiden Naturstoffe und sollen einmal nur feststellen, es gibt anscheinend, wenn man da die Flüssigkeiten dazugibt, die Möglichkeit verschiedene Farben mal zu erwischen und da verlange ich meistens beim Rotkraut drei verschiedene Farben.	Sie stellen mit Indikatoren verschiedene Farben bei unterschiedlichen Flüssigkeiten fest.	Verschiedene Farben von Indikatoren		
	A_Transkript_H., Pos. 55	Sie haben hoffentlich vorher schon kennengelernt, welche Farbe der Indikator haben sollte. Dann müssen sie das Experiment im Prinzip ohne Indikator wiederholen und dann das Wasser verdunsten und dann sehen, wie das Natriumchlorid. So sieht einmal das Experiment aus.	Die S&S neutralisieren Salzsäure mit Natronlauge und dampfen anschließend das Wasser ein, um das Natriumchlorid zu sehen.	Neutralisationsreaktion von Salzsäure und Natronlauge		
	B_Transkript_G., Pos. 25	was normalerweise in Präsenzphasen des Unterrichts auch noch immer ein Fixpunkt ist in der vierten Klasse, also in der Sekundarstufe 1, ist die Untersuchung von Haushaltsstoffen auf den pH-Wert. Dazu wird meistens Rotkrautsaft als Indikator verwendet, um sozusagen wirklich Chemie aus dem Supermarkt zu betreiben.	Bestimmung des pH-Werts verschiedener Haushaltsstoffe mit Rotkrautsaft als Indikator.	Bestimmung des pH-Werts mittel Rotkrautsaft		
	B_Transkript_G., Pos. 25	Die andere Sache, die ich auch immer durchführe, ist die Titration von Essigsäure mit verdünnter Natronlauge.	Essigsäure wird mit Natronlauge titriert.	Titration von Essigsäure mit Natronlauge		
	C_Transkript_A., Pos. 19	Das beginnt schon beim Einstieg, dass der Einstieg experimentell nicht nur, was ein schöner Versuch ist, die schwefelige Säure herzustellen aus dem festen Schwefel,	Als Einstieg in das Thema wird aus festem Schwefel schwefelige Säure hergestellt.	Herstellung von schwefeliger Säure		
	C_Transkript_A., Pos. 51	aber jetzt fällt mir dazu zum Beispiel ein, dass sie Brausepulver zum Beispiel	Die S&S stellen Brausepulver her.	Herstellung von Brausepulver		

	herstellen und das ist etwas, was sie dann wirklich sehen.		
C_Transkript_A., Pos. 53	Auch der Unterschied, da kriegen sie einmal einen Granit, wo es eben keine CO ₂ -Bildung gibt und dann kriegen sie auch eine Muschel einmal und Kalk-Gestein, das wir da haben, wo sie verdünnte Säure dann selber darauf tropfen dürfen.	Die S&S tropfen Salzsäure auf Granit, Muscheln und Kalk-Gesteine und stellen einen Unterschied in die CO ₂ -Bildung fest.	Bestimmung von Kalk mittels Salzsäure
C_Transkript_A., Pos. 55	Und die Versuche ganz wichtig, das ist einer der besten Schüler-Versuche. Die Indikatoren. Dass sie selber wirklich das Rotkraut wirklich schneiden und aus dieser Substanz gewinnen, genauso mit Hibiskus machen wir es noch und dann dürfen sie auch wirklich die Indikatoren, also die selbstgemachten und auch ein paar Indikatoren, die wir natürlich da haben von Phenolphthalein über Universalindikator mit einzelnen Substanzen ausprobieren, die sie aus dem Alltag kennen. Also meistens nehmen wir Essigsäure, Wasser und ein Waschpulver und sie machen anschließend wirklich tüpfelmäßig auf einem folierten Blatt diese Versuche.	Untersuchung verschiedener Alltagsstoffe mit selbstgewonnenem Rotkrautindikator, Phenolphthalein und Universalindikator.	Bestimmung verschiedener Alltagsstoffe mit Indikatoren
D_Transkript_B., Pos. 27	Waschmittel. Ich mache halt immer gerne das Rotkrautexperiment, wo halt eben alltagstaugliche Beispiele, von Coca Cola bis zu Zitronensäure, von Backtriebmittel zu Waschmittel. Damit sie auch einmal gesehen haben. Sie dürfen es auch selber zusammenmischen in der Stunde. Ich bereite das nicht vor, damit sie es wirklich wahrhaftig sehen, das war jetzt wirklich ein Geschirrspüler-Tab und nicht jetzt einfach von mir ein Pulver von der Chemiesammlung, damit sie sehen, das ist basisch und das ist sauer.	Beim Rotkrautexperiment sollen die S&S alltagstaugliche Stoffe untersuchen und einteilen.	Bestimmung verschiedener Alltagsstoffe mit Rotkrautsaft

D_Transkript_B., Pos. 87	Was ich auch manchmal versuche, ist, dass ich das durch ein Experiment erkläre. Das kommt halt dann bei der Neutralisation. Ich habe das Beispiel, wo ich wirklich eine schwach molare HCl-Lösung habe und eine Natronlauge, wo ich halt sie den pH-Wert messen lasse. Das habe ich noch nicht gemacht, das ist noch in Planung. Da sehen sie dann, das sind jetzt zwei ätzende Sachen. Das eine hat einen pH-Wert von 1, das andere von 14 und wenn ich dann beide zusammengeben, dann entsteht etwas ungefährlicheres, nämlich Natriumchlorid und Wasser.	Die S&S neutralisieren eine Salzsäure-Lösung mit Natronlauge.	Neutralisationsreaktion von Salzsäure und Natronlauge
D_Transkript_B., Pos. 89	und geben jeweils dann immer einige Tropfen vom Rotkrautsaft hinzu und haben aber vor sich eine Skala von, wie Rotkrautsaft in den verschiedenen pH-Bereichen reagiert, welche Farbveränderungen verlaufen und haben dann die wunderschönen Regenbogenfarben.	Einsatz des Rotkrautindikator-Versuchs.	Einsatz Rotkrautindikator-Versuch
E_Transkript_F., Pos. 63	Also, dass man nachher dann einen Forschungsauftrag, zum Beispiel gibt es da einen Forschungsauftrag, den ich ihnen auch bei den Stationen hingestellt habe, dass man Magensäure, Sodbrennen, überschüssige Magensäure und dann gibt es so ein Magenmedikament, das ist so ein Pilleldöschen, wo Natriumhydrogencarbonat drinnen ist und sie sollen mit einem Indikator erforschen, wie denn dieses Magenmedikament funktioniert.	Die S&S untersuchen mit einem Indikator die Wirkungsweise von einem Magenmedikament in Magensäure.	Magenmedikamente und ihre Wirkung
E_Transkript_F., Pos. 65	Ich stelle ihnen verschiedene Indikatoren zur Verfügung. Das sind Bromthymolblau, Phenolphthalein, Rotkraut und Hibiskustee und was haben wir noch gehabt? Lackmus	Die S&S bestimmen die Farben verschiedener Indikatoren im sauren und basischen Milieu.	Verschiedene Farben von Indikatoren

	glaube ich. Das sind so die gängigsten Indikatoren, die wir verwenden. Sie sehen also die Eigenfarbe, die sollen sie beschreiben. Und dann die Farbumschläge eben protokollieren, mit welchem sauren, basischen Milieu sie welche Farbe dann haben.				
E_Transkript_F., Pos. 67	Quantitative Bestimmung dann für Säure-Base-Titration mehr oder weniger	Säure-Base-Titration.	Säure-Base-Titration		
E_Transkript_F., Pos. 67	Nachweis von Kalk mit verschiedenen, mit Salzsäure drauftropfen auf verschiedene Gesteine, Muscheln und sie sollen dann sagen, wo Kalk drinnen ist.	Die S&S weisen Kalk nach, indem sie auf verschiedene Gesteine Salzsäure drauftropfen.	Bestimmung von Kalk mittels Salzsäure		
A_Transkript_H., Pos. 27	Und dann mache ich irgendwann mal im Laufe des Jahres Natrium und Chlor, direkt aus den Elementen	Gewinnung von Natriumchlorid aus den Elementen Natrium und Chlor.	Gewinnung von Natriumchlorid aus den Elementen	Demonstrationsversuche: - Experimente zu Eigenschaften der Säuren; Springbrunnenversuch; Kohlepilz - Natrium in Wasser - Ammoniumchlorid - Versuch - Gewinnung von Natriumchlorid - Xanthoproteinreaktion - Verbrennung von Schwefel und Magnesium	K.2.5.2.: Versuche\ Demonstrationsversuche
A_Transkript_H., Pos. 49	Zum Säure-Base-Kapitel gibt es Experimente von den, also ich mache Lehrereperimente zu den besonderen Eigenschaften der Säure, wie Schwefelsäure, Salpetersäure.	Lehrereperimente zu den Eigenschaften von Säuren.	Experimente zu Eigenschaften der Säuren		
A_Transkript_H., Pos. 121	Ich mache immer einen Springbrunnenversuch. Die chemischen Experimente werden schon auch von mir durchgeführt.	Springbrunnenversuch als Lehrereperiment.	Springbrunnenversuch		
A_Transkript_H., Pos. 127	Vielleicht noch eines der schönsten Experimente für mich am Anfang in einer ersten Stunde mache ich meistens den Grund, warum der Ammoniak den Namen hat, mit dem weißen Rauch Experiment. Das sehen sie Geschichte, da sehen sie etwas tolles und dann mache ich wirklich schon die erste Reaktionsgleichung.	Herzeigen des weißen Rauchs beim Ammoniak-Versuch, bei dem sich Ammoniumchlorid bildet.	Ammoniumchlorid_Versuch		

B_Transkript_G., Pos. 45	Es gibt natürlich auch Lehrerexperimente, die sozusagen nur von mir vor der ganzen Klasse durchgeführt werden. Also fällt mir zum Beispiel ein, die Reaktion von metallischem Natrium mit Wasser, die wahrscheinlich ein bisschen zu gefährlich ist,	Metallisches Natrium wird in Wasser gegeben.	Natrium in Wasser
C_Transkript_A., Pos. 53	vor allem auch den Versuch „Zucker mit Schwefelsäure“. Auch den, gar nicht nur mit Zucker, sondern einfach nur Schwefelsäure auf ein Blatt Papier, eine Küchenrolle geben und dass sie wirklich in dieser kurzen Zeit diese Veränderung sehen.	Schwefelsäure verkohlt Zucker und ein Blatt Papier.	Kohlepilz
C_Transkript_A., Pos. 53	Andere Sache bei den Versuchen ist noch zum Beispiel im Abzug natürlich Kupfer plus Salpetersäure, einfach um auch ein bisschen einzugehen.	Salpetersäure löst Kupfer.	Eigenschaften von Säuren
C_Transkript_A., Pos. 53	Natürlich zu Salpetersäure geht es dann auch in Richtung Biologie, sprich Xanthoprotein-Reaktion. Also kaum eine Stunde, wo nicht einmal jemand auf seiner Jause noch hoffentlich ein bisschen Schinken oder eine Wurst dabei hat, damit man wirklich vom Schüler dann ein Stück bekommt und mit seiner Wurst wirklich einmal Xanthoprotein-Reaktion durchführt.	Xanthoproteinreaktion mit Salpetersäure und einem Fleischstück.	Xanthoproteinreaktion
C_Transkript_A., Pos. 53	Also der Zusammenhang mit der Biologie in dem Fall. Und Springbrunnenversuch natürlich. Also Springbrunnenversuch entweder mit HCl oder mit NH ₃	Springbrunnenversuch mit Salzsäure oder Ammoniak.	Springbrunnenversuch
D_Transkript_B., Pos. 91	Das heißt, sie sehen wirklich die Salzkristalle. Das ist das eine. Was ich auch mache, aber eher zum Schluss, ist halt auch, (-) das Natrium in Wasser, das Experiment, wo ich Phenolphthalein reingebe,	Ich mache den Versuch mit Natrium und Phenolphthalein in Wasser.	Natrium in Wasser

	E_Transkript_F., Pos. 37	Da steht man dann halt an, weil eins der ersten Reaktionen, die ich gern herzeige, weil es schnell geht, ist eben der Ammoniak mit Salzsäure	Ich zeige die Reaktion von Ammoniak mit Salzsäure her.	Ammoniumchlorid_Versuch	
	E_Transkript_F., Pos. 49	oder dass, wenn man Schwefel verbrennt und Magnesium verbrennt, das ist ein Lehrerversuch.	Die Verbrennung von Schwefel und Magnesium sind Lehrerversuche.	Verbrennung von Schwefel und Magnesium	
	E_Transkript_F., Pos. 67	und dann Demonstrationsversuche habe ich dann eben noch den HCl und den NH3 Springbrunnen	Salzsäure- und Ammoniak-Springbrunnen.	Springbrunnenversuch	
	F_Transkript_K., Pos. 25	Bei der Neutralisation machen wir dann auch einen, ich sage jetzt einmal einen Demonstrationsversuch, typischerweise natürlich Natronlauge mit Salzsäure, dass eben Wasser und Kochsalz darin gelöst vorkommt.	Natronlauge reagiert mit Salzsäure zu Wasser und Kochsalz.	Neutralisationsreaktion von Salzsäure und Natronlauge	
	F_Transkript_K., Pos. 61	Also, ich mache den ganz klassischen Versuch, dass ich Natrium auf Wasser herumsausen lassen und wir prüfen dann mit Phenolphthalein, dass eben der Beweis, dass Natriumlauge entstanden ist	Natrium reagiert mit Wasser, wobei Natriumlauge entsteht.	Natrium in Wasser	
Planung und Einstieg	A_Transkript_H., Pos. 39	Das heißt, zuerst kommt es sicher zu einer Aktivierung des Alltagsbegriffes, der geschichtliche Hintergrund, organische Säuren kommen meistens, Essigsäure. Also zuerst kommt die Aktivierung, die sie kennen von mir.	Zu Beginn des Kapitels erfolgt eine Aktivierung des Alltagsbegriffes.	Aktivierung des Alltagsbegriffs "Säure"	Planung und Einstieg: - Aktivierung der Begriffe "Säuren" und "Basen" - Einstieg durch Indikaturversuch; Herstellung schwefeliger Säure; Demonstrationsversuch
	B_Transkript_G., Pos. 19	Und wie man da, also der Einstieg, und das ist sozusagen der Versuch, ein erster Kontakt zu diesem Metaziel herzustellen, war natürlich die, einfach mal zu sammeln: „Was verbinden die Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff „Säuren und Basen“?“. Also einfach Begriffe zu sammeln	Als Einstieg werden Begriffe gesammelt, die die S&S mit den Säuren und Basen verbinden.	Sammlung von Begriffen zu Säuren und Basen	- Namen, Formeln und Eigenschaften von Säuren Inhalte experimentell unterstützt
					K.3.1.: Planung und Einstieg

C_Transkript_A., Pos. 19	Das beginnt schon beim Einstieg, dass der Einstieg experimentell nicht nur, was ein schöner Versuch ist, die schwefelige Säure herzustellen aus dem festen Schwefel,	Als Einstieg in das Thema wird aus festem Schwefel schwefelige Säure hergestellt.	Herstellung von schwefeliger Säure
C_Transkript_A., Pos. 37	Generell beginnt das Ganze eben mit der Herstellung von den Säuren. Das ist mein Einstieg. Ja, also von sauerstoffhaltigen Säuren und Basen natürlich und basischen Lösungen in dem Fall. Vorher wird noch gefragt, ja was die Schüler selber natürlich kennen.	Als Einstieg in das Thema wird erörtert, welche Säuren und Basen die S&S schon kennen und dann wird schwefelige Säure hergestellt.	Vorwissen zu Säuren und Basen abrufen
C_Transkript_A., Pos. 37	Das ist der Beginn und versuche dann von den Namen und von den bekannten Formeln, die man da langsam natürlich auch einführt, zu den Eigenschaften der Säuren zu kommen und dann die einzelnen Sachen auch ein bisschen im Detail, wirklich die Säuren und basischen Lösung im Detail herzuzeigen, sprich experimentell damit auch zu arbeiten,	Nach dem Einstieg werden Namen und Formeln und Eigenschaften der Säuren thematisiert.	Namen, Formeln und Eigenschaften von Säuren
D_Transkript_B., Pos. 51	Was ich halt schon mache ist, ich lese mir im Buch das gewisse Thema durch, zum Beispiel jetzt „pH-Wert. Gibt Auskunft“ heißt das in unserem Schulbuch, das geht dann über zwei Seiten und versuche halt, meinen Unterricht dann immer so zu gestalten, generell in Chemie, aber auch bei diesem Thema, dass ich einmal herauszufinden, was denn die Schüler bereits darüber wissen, wo kann ich aufgreifen und welches Wissen fehlt ihnen.	Zu Beginn des Themas möchte ich herausfinden, was die S&S schon zu dem Thema wissen und welches Wissen ihnen fehlt.	Vorwissen abrufen, um zu klären, was sie an Wissen benötigen
D_Transkript_B., Pos. 53	Indem sie mir auf meine Frage antworten. Also zum Beispiel sage ich wirklich als Einstieg in dieses Thema, wenn ich mich jetzt noch richtig erinnere, heute besprechen wir Säuren und Basen, was fällt	Als Einstieg sage ich, dass wir jetzt Säuren und Basen besprechen und stelle an die S&S Aktivierungsfragen.	Aktivierungsfragen zu Säuren und Basen

	euch denn dazu ein? Was ist denn für euch ein Säure?					
	E_Transkript_F., Pos. 47	Also ich möchte die Schüler immer zuerst dort abholen, wo Sie, dass sie kennen, am besten aus Kindheit, Kindergartenzeit und dann etwas hinterfragen und einfach sammeln, zusammensammeln. Und dann halt mit der, ich versuche immer pro Stunde nicht mehr als einen theoretischen Zusammenhang einzubringen und in der ersten Stunde war das eben der Indikator,	Zu Beginn wird das Vorwissen der S&S eruiert und dann beginne ich mit dem Indikator.	Vorwissen abrufen und dann Indikatorversuch		
	F_Transkript_K., Pos. 27	Was für mich eine sehr wichtige Kompetenz ist, dass sie Informationen selbstständig sich holen. Das heißt, mein Unterricht sieht so aus, dass die Kinder von mir über einen Demonstrationsversuch in das Thema eingeführt werden.	Die Einführung in das Thema erfolgt durch einen Demonstrationsversuch.	Einstieg durch Demonstrationsversuch		
	F_Transkript_K., Pos. 37	Das ist das erste Indikator. Dann die zweite Stunde sind Säuren und Laugen allgemein gegenüber stellen. Die dritte Stunde ist dann Säuren explizit auf einige bekannte Säuren einzugehen.	Begonnen wird das Thema mit den Indikatoren. Dann werden Säuren und Laugen erklärt und bekannte Säuren näher beleuchtet.	Einstieg mit Indikatorversuch		
	F_Transkript_K., Pos. 37	Mit Versuchen ist das alles immer untermauert. Dann die Basen eine Stunde, dann die fünfte Stunde sind Neutralisation und Salze, ja genau.	Zu den entsprechenden Inhalten werden Experimente gemacht.	Inhalte experimentell unterstützt		
Sicherheitsaspekte	A_Transkript_H., Pos. 93	Bei Variationen sage ich ihnen schon, sie müssen vorher fragen, ob das eh nicht gefährlich ist.	Bei Versuchsabweichungen müssen die S&S nachfragen, ob es gefährlich ist.	S&S erfragen mögliche Gefahren	Sicherheitsaspekte: - Konzentration von Basen beachten - Demonstrationsversuche alleine, wenn alle ruhig sind - Gefahren bei Schülerversuchen müssen abgeklärt sein	K.3.2.1.: Sicherheitsaspekte
	A_Transkript_H., Pos. 93	Während des Lehrervortrags will ich wirklich, dass ich das allein mache und bei den Experimenten, auch wenn ich sie mache, weil sie ja gefährlicher sind oder komplizierter, da fang ich auch wirklich erst	Die Demonstrationsversuche mache ich alleine und fange erst an, wenn die S&S ruhig sind.	Demonstrationsversuche allein, wenn alle ruhig sind		

Didaktische Reduktion/weggelassene Themen	an, wenn sie ruhig sind, damit nichts passiert, also damit mir nichts passiert.				
	A_Transkript_H., Pos. 129	Also man könnte noch so viele tolle Dinge tun und noch konzentrierter und mehr Farben und ich weiß nicht was und dann denke ich mir: „Wie konzentriert nehme ich die Base?“ Wenn das einer ins Auge bekommt, auch wenn er eine Schutzbrille trägt. Das ist halt wirklich der Nachteil.	Es muss die Konzentration der ausgegebenen Basen beachtet werden.	Konzentration der Basen beachten	
	B_Transkript_G., Pos. 25	Nachdem man jetzt nicht so gerne wahrscheinlich, die einmolare Natronlauge den Schülerinnen und Schülern in die Hand gibt, mach ich das immer mit einem zusätzlichen Verdünnungs-Schritt,	Die einmolare Natronlauge ist zu gefährlich und wird deshalb verdünnt.	Verdünnte Natronlauge verwenden	
	A_Transkript_H., Pos. 31	Ich glaube nicht so, dass es die Schüler bemerken. Für mich ist die pH-Wert-Diskussion erst in der Oberstufe relevant und da übe ich aber wirklich ungefähr eine halbe Stunde lang Zehnerpotenz-Rechnen.	Die genaue Bedeutung des pH-Werts ist in der Unterstufe noch kein Thema.	genaue pH-Wert Definition wird vorenthalten	Didaktische Reduktion/weggelassene Themen: - Nicht besprochen werden: die genaue Definition des pH-Wertes, das chemische Gleichgewicht, Ampholyte, Protolysereaktion, H_3O^+ -Ionen-Aktivität - es werden Vereinfachungen getroffen - H^+ Ionen anstatt H_3O^+ -Ionen
	A_Transkript_H., Pos. 35	aber dass Wasser einmal als Säure fungiert und einmal als Base, je nachdem was für einen Partner man hat, unterrichte ich in der Unterstufe nicht, weil ich die Protolysereaktion selbst nicht unterrichte. Ich lasse die H_3O^+ -Ionen ja gar nicht entstehen. Also ich versuche da ja auszuweichen,	Wasser als Ampholyt bzw. die Protolysereaktion des Wassers wird in der Unterstufe nicht unterrichtet.	Ampholyte und Protolysereaktion werden nicht behandelt	
	B_Transkript_G., Pos. 23	Aber bevor wir jetzt noch anfangen über die Aktivität zu reden, da würde ich dann sagen, das ist dann meine didaktische Reduktion, die ich hier vornehme, dass man nicht auch noch einen weiteren Begriff einbringt,	Der Begriff der H_3O^+ -Ionen Aktivität wird nicht näher erläutert.	H_3O^+ -Ionen Aktivität wird nicht erklärt	

K.3.2.2.: Didaktische Reduktion/
weggelassene Themen

B_Transkript_G., Pos. 29	und das ist sozusagen, die didaktische Reduktion, die ich mir an dieser Stelle in der vierten Klasse erlaube, dass wir da nicht von teilweisen Neutralisationen sprechen, weil das meiner Meinung nach ein Schritt ist, den man den guten Schülern sehr schnell erklären kann, aber für die schwächeren Schülern zusätzliche Schwierigkeiten darstellen.	In der Unterstufe gehe ich immer von vollständigen Neutralisationsreaktionen aus.	Ich gehe immer von vollständigen Neutralisationsreaktionen aus
C_Transkript_A., Pos. 29	ich glaube, dass es den Schülern schon einfacher fällt, wenn man mit H^+ -Ionen bei Säuren noch arbeitet und nicht mit H_3O^+ -Ionen.	Für die S&S ist es einfacher mit H^+ -Ionen anstatt mit H_3O^+ -Ionen zu arbeiten.	Ich bleibe bei den H^+ -Ionen.
C_Transkript_A., Pos. 49	Es könnte natürlich ein komplexes Thema sein, allerdings, wie gesagt, mit den Vereinfachungen, die man teilweise halt schon trifft und ich meine auch glaube ich gerechtfertigt in der vierten Klasse in der Unterstufe trifft,	Es ist ein komplexes Thema, für das man in der Unterstufe viele Vereinfachungen gerechtfertigt trifft.	Viele allgemeine Vereinfachungen
E_Transkript_F., Pos. 21	weil der Logarithmus, den kann man in der Unterstufe natürlich nicht einbringen und das bleibt quasi phänomenologisch, dass der pH-Wert klein ist, wenn ich viele H_3O^+ -Ionen habe. Das ist wahrscheinlich nicht so schlau, wenn man da so eingeht, weil bevor dann wer zum Fragen anfängt (lachend).	Der Logarithmus kann in der Unterstufe noch nicht thematisiert werden, der pH-Wert bleibt phänomenologisch.	pH-Wert bleibt phänomenologisch
E_Transkript_F., Pos. 23	Also dieses Gleichgewicht eigentlich sind dann schon erste Ansätze für das chemische Gleichgewicht, wobei ich das in der Unterstufe eigentlich nicht erwähne, aber dass das diese Reaktion dann rückgängig gemacht werden kann.	Das chemische Gleichgewicht wird in der Unterstufe nicht thematisiert.	Das chemische Gleichgewicht wird vorenthalten
E_Transkript_F., Pos. 83	Ja den Begriff Gleichgewicht lasse ich noch bewusst weg.	Der Begriff "Gleichgewicht" wird bewusst weggelassen.	Das chemische Gleichgewicht wird vorenthalten

Thematische Bezüge	E_Transkript_F., Pos. 83	Das nähere Eingehen auf den pH-Wert als Zahl mangels mathematischer Voraussetzungen (lacht).	Auf den pH-Wert wird nicht näher eingegangen.	genaue pH-Wert Definition wird vorenthalten	
	C_Transkript_A., Pos. 15	Also in der Unterstufe werden sie mit dem Begriff „Donor“ und „Akzeptor“ und in dem Fall eben „Protonendonor und -akzeptor“ werden sie nicht wirklich Erfahrungen machen.	Der Begriff "Donor" und "Akzeptor" wird nicht erwähnt.	"Akzeptor" und "Donator" wird weggelassen	
	A_Transkript_H., Post. 41	Also eigentlich kommt die Protolysereaktion schon auch vor, aber nicht auf das H ₃ O ⁺ . Das mache ich glaube ich nicht. (A_Transkript_H., Pos. 41)	Es kommt die Protolysereaktion vor, aber nicht das H ₃ O ⁺ .	Protolysereaktion, H ₃ O ⁺ wird weggelassen	
Thematische Bezüge	A_Transkript_H., Pos. 119	In dem Fall in Form von den Indikatoren natürlich. Nachdem ja die Schüler Rotkrautsaft herstellen und sich das anschauen, ja.	Indikatoren in Lebensmitteln als Kontext im Unterricht.	Indikatoren in Lebensmitteln	Thematische Bezüge: - Indikatoren in Alltagsstoffen - Vorkommen und Funktion von Säuren und Basen: Laugenbrezel, Ammoniak beim Haare färben, Sodbrennen - Biologische und Medizinische Bezüge - Gefahren und Lagerung
	A_Transkript_H., Pos. 121	Das Laugenbrezel sehe ich gerade, das erwähne ich normalerweise.	Die Laugenbrezel wird thematisiert.	Laugenbrezel	
	B_Transkript_G., Pos. 25	Genau, und da lade ich die Schülerinnen und Schüler auch ein, dass sie sozusagen, wenn sie einen Stoff zuhause haben, der sie besonders interessiert, dann mögen sie etwas davon mitnehmen, auch wieder mit dem Metaziel, dass sie eine Verbindung zu ihrem Alltag herstellen, wenn sie da sozusagen ihre eigenen Sachen untersuchen können.	Um an die Alltagswelt der S&S anzuknüpfen können sie Stoffe von zuhause mitnehmen, die sie interessieren und die sie untersuchen wollen.	Alltagsstoffe untersuchen	
	C_Transkript_A., Pos. 25	Und zur Neutralisation fällt mir dann noch ein, auch da versuche ich immer Alltagsbezüge herzustellen, was sehr gut eben an und für sich funktioniert mit dem Sodbrennen, das viele kennen und da werden dann solche, da wird ein bisschen von der Biologie her über Magen, aber natürlich auch die Medikamente recherchiert, was drinnen ist.	Ich versuche durch das Thema "Sodbrennen" einen Alltagsbezug zur Neutralisation herzustellen.	Sodbrennen	

K.3.2.3.1.: Thematische Bezüge

C_Transkript_A., Pos. 43	Bei den Laugen fällt mir natürlich noch ein, ein großes Thema für die Schüler sind die Laugenbrenzeln, die sie alle kennen. Also da gibt es so einen großen Kanister bei mir, den ich aus einer Bäckerei wirklich bekommen habe und da ist ganz verblüffend darauf zu lesen, und er ist wirklich original aus der Bäckerei, da steht, ich müsste ihn jetzt runterholen, dass ich nicht was falsche sage, aber ich glaube es steht „Brezellaug“ wirklich darauf,	Es wird die Laugenbrezel und deren Herstellung erwähnt.	Laugenbrezel
C_Transkript_A., Pos. 51	Es sind Alltagssachen, die sie glaube ich alle zuhause haben und wo man dann wirklich mithilfe einer chemischen Reaktion, die auch noch in dem Fall für die Schüler sehr ansprechend ist, egal ob es jetzt in Richtung Getränk geht oder ob es in Richtung des kleinen Raketenversuches, des Wegsprengens mithilfe von CO ₂ geht. Also, dass sie da diese Anknüpfungspunkte und diesen Alltagsbezug wirklich wirklich sehen.	Durch chemischen Reaktionen mit Alltagsstoffen sollen Alltagsbezüge erkannt werden.	chemische Reaktionen mit Alltagsstoffen
D_Transkript_B., Pos. 61	Unsere Magensäure ist ja nicht ständig aktiv. Also gehe ich eben auch in Richtung Pepsin, Pepsinogen und solche Sachen. Das wissen meine Schüler ja bereits aus dem Biologieunterricht. Und das mache ich mit dem Ziel, damit sie die Notwendigkeit des Themas in biologischen Konzepten verstehen.	Es werden Brücken zum Biologieunterricht geschlagen.	Biologische Bezüge: Pepsin/pepsinogen
D_Transkript_B., Pos. 61	Oder halt auch einen Medizinbezug mache ich auch immer sehr gerne mit den Schülern, wo eben Medikamente eingesetzt werden, bei Protonenpumpenhemmern zum Beispiel, damit die Säureproduktion reduziert wird im Magen.	Ein Medizinbezug wird hergestellt, indem Medikamente, Protonenpumpenhemmer und die Magensäureregulierung thematisiert werden.	Medizinische Bezüge: Magenmedikamente

A_Transkript_H., Pos. 23	Und ja, ich glaube, also früher war es auch ein ganz starkes Thema, die Umwelt, der saure Regen. Das ist heutzutage nicht mehr ganz so ein zentrales Thema im Umweltbereich, weil ja der Treibhauseffekt glaube ich um einiges (...) gesehen wird oder die Ozonproblematik.		Saurer Regen, Treibhauseffekt, Ozon
A_Transkript_H., Pos. 23	Technologieeinsatz oder die Gewinnung, dass ihnen nun mal klar wird, warum wir so viel von diesen Grundchemikalien brauchen, also als Grundchemikalie. Das fängt bei der Schwefelsäure an und geht zur Salpetersäure für die Düngemittel.	Gewinnung und Technologieeinsatz von Grundchemikalien.	Gewinnung und Technologieeinsatz von Chemikalien
E_Transkript_F., Pos. 29	Ja dann auch schon noch Umwelt, saurer Regen, also die Auswirkungen auf den Menschen, auf Gebäude, auf Sachen, also Alltagsbezug jedenfalls auch Umweltbezug.	Über Umweltphänomene wie saurer Regen werden Alltagsbezüge hergestellt.	Saurer Regen
D_Transkript_B., Pos. 99	Welche Gefahrensymbole gibt es halt eben mit den Gefahren verknüpft. Das ist jetzt halt eher wieder mehr auf die Reinigungsmittel, aber halt auch dann wiederum in der Medizin:	Es werden Gefahrensymbole und die Lagerung saurer und basischer Lösungen besprochen, sowie die Verwendung als Reinigungsmittel und in der Medizin.	Gefahren, Lagerung, Reinigungsmittel, Medizin
F_Transkript_K., Pos. 67	Ich erzähle den Kindern zum Beispiel immer, dass mein Bruder und ich, die wir am Dorf aufgewachsen sind, schon sehr früh schon das Thema „Indikator“ erfasst haben, ohne es gewusst zu haben, weil wenn wir mit den Glockenblumen die Ameisen geärgert haben, weil sie die Glockenblume als Feind angesehen haben, Ameisensäure daraufgespritzt haben und da sind weiße Punkte entstanden.	Ich erzähle den S&S, wie ich im Kindesalter bereits mit dem Thema "Indikator" in Kontakt gekommen bin.	Indikatoren in Alltagsstoffen

F_Transkript_K., Pos. 67	wo man dann aber versucht halt den Schritt zum Alltag der Schülerinnen und Schüler herzustellen, das eben das nicht nur ein Wissen ist, das man jetzt in der vierten Klasse lernt und anwendet und dann ist es wieder weg, sondern dass das vielleicht auch im Alltag einfach relevant ist für die Schülerinnen und Schüler unmittelbar.	Ich versuche den Bezug zum Alltag der S&S herzustellen.	Ich versuch Alltagsbezüge herzustellen	Relevanz von Alltagsbezügen: - Es ist mir wichtig viele Alltagsbezüge herzustellen - Die S&S sollen viel für ihr Alltagsleben lernen	K.3.2.3.2.: Relevanz thematischer Bezüge
B_Transkript_G., Pos. 17	Und möglichst viele Alltagsbezüge herstellen, das ist sicher ein Hauptthema.	Es ist mir wichtig, viele Alltagsbezüge herzustellen.	Es ist mir wichtig, viele Alltagsbezüge herzustellen		
C_Transkript_A., Pos. 19	Also für mich ist halt eben dieser Alltagsbezug sehr wichtig, der in der Chemie bei mir so eigentlich durchgehend ist und dass sie halt eben erarbeiten,	Der Alltagsbezug ist mir sehr wichtig, ich strebe ihn ständig an.	Es ist mir wichtig, viele Alltagsbezüge herzustellen		
D_Transkript_B., Pos. 99	Und in der Unterstufe spielt halt in erster Linie auch eine Rolle, dass der Bezug zum eigenen Leben, zum eigenen Alltag hergestellt wird. Das ist schon in der Unterstufe glaube ich das Wichtigste,	Es ist wichtig in der Unterstufe, einen Bezug zum eigenen Leben und zum Alltag herzustellen.	Es ist mir wichtig, viele Alltagsbezüge herzustellen		
E_Transkript_F., Pos. 17	sie müssen sich für ihr Alltagsleben einfach viel viel mitnehmen und da bin ich dann sehr froh, wenn wenigstens das hängen bleibt,	Ich bin froh, wenn sich die S&S viel für ihr Alltagsleben mitnehmen.	Die S&S sollen viel für ihr Alltagsleben lernen		
B_Transkript_G., Pos. 23	Also ich finde, man hat keinen Gewinn dadurch, dass man die pH-Skala den Schülerinnen und Schülern beschränkt vorgibt.	Die pH-Wert-Skala wird nicht beschränkt vorgegeben.	Die pH-Wert-Skala ist unbeschränkt	Thematisierung von Fehlkonzepten: - Auch Basen sind ätzend und gefährlich - Die pH-Sakala ist unbeschränkt - Der pH-Wert gibt nicht die S/B-Stärke an - Salze kommen meist gelöst vor Säuren sind flüssig	K.3.2.4.: Thematisierung von Fehlkonzepten
B_Transkript_G., Pos. 35	Und sehr oft bleibt bei den Schülern hängen, der pH-Wert gibt die Stärke einer Säure oder Base an und das ist ein Fehlkonzept, mit dem man sich dann spätestens in der 7. Klasse wahnsinnig herumschlagen muss,	Oft glauben die S&S fälschlicherweise, der pH-Wert gäbe die Stärke einer Säure oder einer Base an.	Der pH-Wert gibt nicht die S/B-Stärke an		

C_Transkript_A., Pos. 17	Also dass sie ätzende Wirkung, für Schüler ist, wenn man sie einfach fragt, Säuren sind ihnen viel geläufiger als Basen und für sie sind nur Säuren ätzend.	Für die S&S sind nur die Säuren ätzend und nicht die Basen.	Auch Basen sind ätzend
C_Transkript_A., Pos. 23	Und was für sie auch immer ganz wichtig ist, das heißt dann immer ein Salz (-) ist fest, dass das wirklich gleichzeitig aber in diesem Wasser gelöst ist, dass da, wenn man Salze unterrichtet, dann macht man natürlich Salzlösungen, aber die Schüler haben dann eher den Feststoff im Kopf, dass das natürlich der Feststoff aber wieder in Wasser gelöst ist.	Die S&S denken beim Salz an den Feststoff, der bei Salzlösungen aber gelöst vorliegt.	Salze kommen meist gelöst vor
D_Transkript_B., Pos. 73	Mit Basen, wenn sie jetzt zum Beispiel Waschmittel hernehmen oder Geschirrspülpulver, dann sie das nicht als so, unter Anführungszeichen, chemisch gefährlich an, als wie eine Säure. Und das ist aber falsch, weil es gibt Basen, die sind viel gefährlicher, also viel ätzender.	Säuren werden als weniger gefährlich wie Basen angesehen.	Basen sind mindestens genauso gefährlich
E_Transkript_F., Pos. 55	Es herrscht immer so die Meinung vor, dass eine Säure jedenfalls flüssig ist und ich zeige ihnen dann verschiedene Säuren, dass zum Beispiel Schwefelsäure auch eine sehr (...) Flüssigkeit ist.	Die S&S glauben Säuren sind jedenfalls flüssig.	Säuren sind nicht flüssig.

Herausforderungen	B_Transkript_G., Pos. 15	wobei natürlich die Schwierigkeit meiner Meinung nach gerade in der Unterstufe besteht, dass die Modellbildungskompetenz, wenn man so möchte, in dem Alter, in dem die Schülerinnen und Schüler sind, vielleicht noch nicht ganz so ausgebildet ist, wie man das vielleicht in einer Oberstufe, Sekundarstufe 2, voraussetzen kann.	Die Modellbildungskompetenz ist bei den S&S der Unterstufe oft noch zu wenig weit ausgebildet.	geringe Modellbildungskompetenz	Schüler*innen-herausforderungen: - geringes Abstraktionsvermögen - geringe Modellbildungskompetenz - Formellastiger Unterricht - Basen und ihre Definition - Protolyse- und Neutralisationsreaktion
	B_Transkript_G., Pos. 15	Diese Erfahrung habe ich auch immer wieder gemacht, dass so diese, das Teilchenkonzept, wir reden über Atome und subatomare Teilchen am Beginn eines Unterrichtsjahres, ohne dass man das den Schülern zeigen kann, bei vielen funktioniert das zwar ganz gut dieses Abstraktionsvermögen, aber es gibt natürlich auch immer wieder Schülerinnen und Schüler, die mit diesem Abstraktionsprozess Schwierigkeiten haben	S&S haben Schwierigkeiten mit dem Abstraktionsprozess.	Abstraktionsprozess	
	C_Transkript_A., Pos. 49	Die Herausforderungen sind wahrscheinlich für die Schüler, wenn man sehr, das ganze sehr lastig mit Formeln macht. Also wenn ich bei der Neutralisationsreaktion nicht nur möchte, dass sie mir sagen können, dass ein Salz der Salpetersäure entsteht, oder das Natriumsalz der Salpetersäure, dann noch Natriumnitrat hören möchte.	Für die S&S ist es wahrscheinlich eine Herausforderung, wenn man das Thema "Säuren und Basen" sehr formellastig macht.	Formellastiger Unterricht	
	D_Transkript_B., Pos. 73	Die größte Herausforderung, finde ich, ist das Thema Base per se, weil die Schüler*innen, jetzt in meiner jungen Lehrerinnenkarriere, einen Bezug haben zu Säuren.	Die S&S haben lediglich einen Bezug zu Säuren.	geringe Bezüge	
	D_Transkript_B., Pos. 83	Und da glaube ich, auch jetzt bei diesem Thema „Säuren und Basen“, sei es jetzt bei der Protolyse oder bei der Neutralisationsreaktionsreaktionen, sieht	Die S&S haben Schwierigkeiten bei der Protolyse- und Neutralisationsreaktion.	Protolyse- und Neutralisationsreaktion	

K.3.2.5.1.: Herausforderungen\ Schüler*innenherausforderungen

	man, dass die Schüler bei so etwas glaube ich einige Schwierigkeiten haben.				
E_Transkript_F., Pos. 83	Aber wenn sie trotzdem jetzt an Beispielen arbeiten, dass dann oft doch sehr viele Fragen auftauchen und dass dann doch sehr abstrakt ist mit dem Teilchenverhältnis. Ja, da sehe ich schon eine Herausforderung und da steigen auch dann viele aus. Also das Abstraktionsvermögen, dass bei vielen noch nicht da ist.	Bei vielen ist das Abstraktionsvermögen zu gering, um das Teilchenverhältnis zu erkennen.	Abstraktionsvermögen		
E_Transkript_F., Pos. 57	und dann ist es eigentlich schwieriger die Base zu definieren.	Es ist schwierig die Base zu definieren.	Defintion Base	Lehrer*innenherausforderungen: - Präzise Definitionen sind ungeeignet - Defintion Base - Aufbau der Moleküle - H+ Transfer von Molekülen - Lange Planung ist notwendig - flexibles Stundekonzept ist notwendig - Schwierigkeiten festzustellen, ob die S&S es verstanden haben	K.3.2.5.2.: Herausforderungen\ Lehrer*innenherausforderungen
A_Transkript_H., Pos. 41	Für mich ist das Schwierige dann die Natronlauge, weil „Lauge“ sollen sie nicht sagen, aber der Eigenname der Base ist halt blöderweise der Begriff „Lauge“, den sie eigentlich nicht verwenden sollen.	Schwierigkeit die Natronlauge zu bezeichnen, weil die S&S "Lauge" nicht sagen sollen.	Bezeichnung "Natronlauge"		
A_Transkript_H., Pos. 41	Dass man nicht in die Oberstufendefinitionen reinfällt, die klarer werden, das ist allgemein im Unterricht, die werden klarer und präziser. Also wie viel Wahrheit vertragen sie und wie wenig lügen, also vereinfachen können wir, ohne was falsches zu sagen.	Präzise Definitionen sind für die Unterstufe nicht geeignet sind; es ist schwierig, angemessen zu vereinfachen.	Präzise Defintionen sind ungeeignet		
A_Transkript_H., Pos. 59	Diese H+ -Ion, dass eigentlich ein Molekül darstellt bis dorthin neutral sein sollte halbwegs, also leicht polarisiert, dass das dann wirklich weggeht und was negatives zurücklässt.	Schwierigkeit mit dem H+ - Ion, da Moleküle eigentlich ungeladen sind.	H+-Ion Transfer von Moleküle		

A_Transkript_H., Pos. 77	Weil die Säure selbst so kompliziert aufgebaut ist. Das fängt schon beim Essig an. Also wenn ich nur eine Kugel zeichne und das eine H weg und die Kugel ist halt alles, dann kann man das zeigen, aber dann sind eigentlich, und sobald es interessant wird mit Schwefelsäure, sind halt die Molekülzeichnungen halt und die Lewis-Darstellungen halt eigentlich für die Unterstufe nicht mehr tauglich.	Man kann die Moleküle, bei denen ein H weggeht nicht herzeigen, da sie so kompliziert aufgebaut sind.	Aufbau der Moleküle
B_Transkript_G., Pos. 37	praktische Phasen im Unterricht, bedürfen sehr wohl einer längeren Planung, einerseits die Herstellung der notwendigen Lösungen oder eben das Besorgen von irgendwelchen Essigproben aus dem Supermarkt muss natürlich entsprechend rechtzeitig erfolgen, dass man das dann auch griffbereit hat.	Der Unterricht bedarf einer vorangegangenen langen Planung, damit man die benötigten Chemikalien rechtzeitig griffbereit hat.	Lange Planung ist notwendig
E_Transkript_F., Pos. 85	Und, dass halt jetzt in der, das Stundenkonzept, dass man da unbedingt flexibel sein muss, was das Stundenkonzept betrifft, weil mit der Testerei, dann haben sie manchmal Schularbeiten, dann brauchen sie eine Maskenpause und das kann man im Vornherein nicht planen.	Man muss als Lehrperson mit seinem Stundenkonzept flexibel sein, da manchmal unvorhergesehen Zeit verloren geht.	flexibles Stundenkonzept ist notwendig
A_Transkript_H., Pos. 87	Manchmal auch Wert darauf, dass sie wirklich in ganzen Sätzen sprechen. Das ist sehr schwierig für die Schüler, vor allem sie scheitern sehr häufig am Zeitwort. Also die Hauptwörter schupfen sie einem noch zu. Deswegen ist es manchmal sehr schwierig abzuschätzen, ob sie es verstanden haben, wenn man selbst den Satz dann rund herum baut und der ist ja dann meistens richtig.	Herausforderung für S&S in ganzen Sätzen zu sprechen, was es schwierig macht abzuschätzen, ob sie es verstanden haben.	Schwierigkeiten festzustellen, ob sie es verstanden haben

	D_Transkript_B., Pos. 53	Das Base-Thema ist halt dann da das schwierigere. Deswegen mache ich wirklich eine Stunde einmal nur die Säure: Welche Säuren gibt es? Wie entsteht eine Säure? Und dann gehe ich erst auf das Basen-Thema ein, weil wenn ich mische, dann habe ich die Schüler verloren. Das ist mir aufgefallen im ersten Jahr. Ich habe das wirklich gemischt ein bisschen und das war schlecht.	Die Basen sind schwieriger zu verstehen, weswegen ich zuerst einmal nur die Säure erkläre und erst dann die Base.	Basen	
Sozialform	A_Transkript_H., Pos. 41	In einem Lehrer-Schüler-Gespräche tatsächlich: „Welche Säuren kennt ihr?“	Im Schüler-Lehrer-Gespräch erfolgt die Aktivierung des Säure-Begriffs.	Aktivierung des Säure-Begriffs	K.3.2.6.1.: Sozialform\ Frontalunterricht
	B_Transkript_G., Pos. 39	Ich bin da, wenn man das so sagen kann, eher vom Typ Frontalvortragender. Also es gibt nicht nur Frontalvortrag in meinem Unterricht, aber es spielt sich sicherlich mehr als 50% auf diese Art und Weise ab, wobei das auch immer abhängig ist	Die meiste Zeit meines Unterrichts ist Frontalvortrag.	Meistens Frontalvortrag	
	D_Transkript_B., Pos. 63	Es ist ein Schüler-Lehrer-Gespräch (unterbrechend) Ganz genau. Da stehe ich auch dann nicht vorne, sondern gehe wirklich in der Klasse umher. Ich stehe sehr selten vorne. Und es wirklich so ein, was geben sie mir und was kann ich ihnen geben? Es ist mehr ein, Plenum würde ich nicht sagen, aber es ist wirklich ein Schüler-Lehrer-Gespräch, was auch dann verfestigt wird.	Schüler-Lehrer-Gespräche finden statt, wenn Kontexte hergestellt werden.	Herstellen von Kontexten	
	D_Transkript_B., Pos. 101	Da kann irgendwas rauskommen (lachend). Also ich finde, vor allem meine Schüler, meine Schüler brauchen ein bisschen ein Vorwissen, damit sie selbstständig arbeiten können, sonst geht das nicht, sonst verliere ich sie, sonst kommt was raus, was ich nicht einmal wollte.	Bevor die S&S selbstständig arbeiten brauchen sie ein Vorwissen.	Vorwissen vor selbstständigem Arbeiten	

E_Transkript_F., Pos. 63	Die Definitionen und die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten erarbeite ich lieber mit ihnen selber	Definitionen und Grundlagen erarbeite ich selber mit ihnen.	Defintionen und Grundlagen	
F_Transkript_K., Pos. 39	Es gehört aber auch manchmal auch ganz herkömmlicher lehrerzentrierter Vortrag dazu. Dazu stehe ich ganz einfach. Es gehört auch manchmal Einzelarbeit dazu, dass ich sehen möchte, was ist bei jedem einzelnen Kind angekommen. Also ich halte es mit dem goldenen Mittelweg.	Ich versuche den richtigen Mittelweg zwischen lehrerzentriertem Vortrag und Einzelarbeit zu wählen.	Frontanlvortrag und Einzelarbeit	
A_Transkript_H., Pos. 93	Ich versuche ganz eigenständig werden zu lassen nach drei, vier Versuchen bei den Experimenten im Jahr. Und es ist dann für mich sehr wichtig, dass ich mich auch wirklich körperlich ein bisschen distanzieren, weil sonst greife ich hinein und mache das selber, weil ich auch gerne experimentiere natürlich.	Bei den Experimenten sollen die S&S eigenständig arbeiten, ohne dass ich zu sehr eingreife.	Eigenständiges Arbeiten bei Experimenten	Schüler*innenzentrierter Unterricht: - Vermehrt eigenständiges Arbeiten bei Experimenten und Gruppenarbeiten - Arbeitsaufträge mit anwendungsbezogenen Aufgaben, - Aufgaben mit Quellen - Gruppenarbeiten zu medizinischen Aspekten
A_Transkript_H., Pos. 93	Aber an sich sind sie da sehr eigenständig und sehr selbstständig. Arbeitsblätter, Übungen dürfen sie miteinander besprechen, sie dürfen Wissen auch von wo anders verwenden.	Beim selbstständigen Arbeiten dürfen die S&S Aufgaben gemeinsam erledigen und Wissen von wo anders heranziehen.	Aufgaben mit Quellen gemeinsam erledigen	
B_Transkript_G., Pos. 39	Es gibt natürlich auch Stunden, wo die Schülerinnen und Schüler komplett selbstständig arbeiten.	In einigen Stunden arbeiten die S&S komplett selbstständig.	Selbstständiges Arbeiten in einigen Stunden	
C_Transkript_A., Pos. 47	Was ich lieber mach, ist, dass sie in der Stunde vermehrt in den Gruppen arbeiten und auch die Arbeitsaufträge lösen, eher selten, dass sie das Arbeitsblatt nur nach Hause bekommen, weil jedes Arbeitsblatt, dass sie kriegen, was man als Lehrer nicht anschaut, braucht man auch nicht ausgeben.	In den Stunden arbeiten sie vermehrt in Gruppen und lösen Arbeitsaufträge.	Vermehrte Gruppenarbeiten mit Arbeitsaufträgen	

	D_Transkript_B., Pos. 65	Da kommen eh nämlich dann solche Sachen, wie der Medizinbereich, der biologische Bereich eben halt mit Medikamenten oder sonstiges, je nachdem, wie man das schön abtrennen kann und dann wird es dazu Gruppenarbeit geben. Wir haben auch Laptops dazu und dann können sie auch nämlich dann, also (...), das machen wir erst im Jänner. Die Planung, wäre nämlich wirklich so dann gewesen, dass die Schüler sich damit selber im Unterricht befassen und das dann präsentieren, was sie erarbeitet haben.	Die S&S befassen sich in Gruppen mit den medizinischen Aspekten und präsentieren sie dann.	Gruppenarbeiten zu medizinischen Aspekten	
	E_Transkript_F., Pos. 63	und beim Anwenden üben, lasse ich sie gerne selber, also da sollen sie sich selbstständig machen,	Bei den Anwendungsbezogenen Aufgaben lasse ich sie selbstständig arbeiten.	Selbstständiges Arbeiten bei anwendungsbezogenen Aufgaben	
Reflexion	A_Transkript_H., Pos. 73	Also zum Üben gibt es diese Arbeitsblätter dann, also nachdem der Unterricht durchgeführt worden ist. Wir haben an unserer Schule auch einige selbstständige Lernphasen, wo das dann auch vorkommt. Mit sehr vielen Wahlaufgaben zur Vertiefung.	Selbstständige Lernphasen mit Arbeitsblättern zum Üben und Vertiefen.	Lernphasen mit Übungen	K.3.2.7.1.: Reflexion\ Lehrzielkontrolle
	A_Transkript_H., Pos. 81	An sich ist es schon so, dass sehr viele nachfragen. Der Unterricht ist schon so gestaltet, dass sie, wenn sie sich nicht auskennen, meldet sich dann doch meistens jemand, der ich erfahrungsmäßig in der größeren Gruppe nicht auskennt.	Durch Nachfragen vonseiten der S&S erkennt man, ob sie sich auskennen.	Nachfragen der S&S	
	A_Transkript_H., Pos. 81	Es gibt auch immer Stundenwiederholungen in der nächsten Stunde, aber nur mit den Inhalten der vorigen Stunde.	Stundenwiederholungen als Lehrzielkontrollen zu den Inhalten der vorigen Stunde.	Stundenwiederholungen	

B_Transkript_G., Pos. 49	Bei mir gibt es auf jeden Fall nach jedem Experiment, das die Schülerinnen und Schüler selber durchführen, die Phase, sei es am Ende der Stunde oder wenn die Zeit nicht dafür ausreicht, dann eben am Beginn der nächsten Stunde, die Phase, wo das Experiment nochmals aufgegriffen wird, nochmals die Ergebnisse verglichen werden.	Das Experiment wird am Ende der Stunde oder in der nächsten Stunde nochmals aufgegriffen und es werden die Ergebnisse der S&S verglichen.	Experimente werden nachbesprochen
B_Transkript_G., Pos. 51	Unterrichtsreflexion, die sozusagen in situ stattfindet, ist natürlich oft, wenn man Dinge, die man vermeintlich schon fertig besprochen hat und dann vielleicht benötigt. Also da würde mir jetzt bei dem Thema einfallen, ich spreche über Neutralisationsreaktionen und eine Schülerin, ein Schüler, der eine Neutralisationsgleichung jetzt ausgleichen soll,	Eine Person soll eine bereits bekannte Aufgabe lösen, als Wiederholung für die S&S.	Eine Person wiederholt
B_Transkript_G., Pos. 51	Und als methodisches Instrument, der Überprüfung oder Reflexion des Lernstoffs dienen sicherlich die schriftlichen Überprüfungen, die ich sehr gerne durchführe.	Ich führe schriftliche Überprüfungen durch um den Lernstoff zu überprüfen.	schriftliche Überprüfungen
C_Transkript_A., Pos. 45	Auf jeden Fall einmal mit einer Zusammenfassung, mit einer meistens von Schülern formulierten Zusammenfassung zu dem letzten Thema, das wir gemacht haben, also auf jeden Fall mindestens die letzte Stunde,	Die S&S formulieren als Wiederholung der letzten Stunden, was sie gemacht haben.	Nachbesprechung und Wiederholung der letzten Stunde
C_Transkript_A., Pos. 45	wenn das Experiment war, dann muss aber trotzdem noch einmal auch eingegangen werden auf die Grundprinzipien, also auf das Konzept der Säure, das heißt am Beginn der Stunde gibt es auf jeden Fall eine Wiederholung der letzten Stunde und insgesamt sehr sehr viel auch an diesem	Am Beginn der Stunde gibt es eine Wiederholung der letzten Stunde in Form eines Frage-Antwort-Gespräches.	Nachbesprechung und Wiederholung der letzten Stunde

	Frage-Antwort-Konzept, also dass man es wirklich auch viel im Unterricht wiederholt.				
E_Transkript_F., Pos. 59	Indem ich sie es anwenden lasse und gerade bei den Stationen sie sehr gut beobachte und so durchgehe, wie sie miteinander diskutieren und dann halt auch eingreifen kann. Also während sie selbst arbeiten und miteinander diskutieren, dann höre ich sehr wohl heraus, wer das jetzt schon verstanden hat	Beim selbstständigen Arbeiten nehme ich war, wer die Ziele schon erworben hat.	Beobachtung in den Arbeitsphasen		
F_Transkript_K., Pos. 51	Zunächst einmal wiederhole ich immer, das ist nahezu in jeder Stunde gleich, somit zwei, drei allgemeine Fragen, das Thema von der letzten Stunde, damit ich schon sehe, was ist hängen geblieben, damit ich auch natürlich das Neue darauf aufbauen kann.	Ich wiederhole anhand von Fragen das Thema der letzten Stunde.	Nachbesprechung und Wiederholung der letzten Stunde durch Fragen		
F_Transkript_K., Pos. 51	Dann machen wir meistens Übungen noch dazu. Es gibt sehr häufig, häufiger noch als früher, immer wieder so einen Bruch in der Mitschrift für die Schüler, wo ich wirklich Übungen und Wiederholungen definiere und dann geht es eben kreuz und quer, je nachdem welche Fragen sie stellen.	Bruch in der Mitschrift durch Übungen und Wiederholungen, je nachdem welche Fragen von den S&S kommen.	Übungen und Wiederholungsphasen	Hilfestellungen: - Wiederholungsphasen mit Übungen oder Erklärungen - Einsatz von Molekülbaukästen - Die S&S können Fragen stellen	K.3.2.7.2.: Reflexion\ Hilfestellungen
A_Transkript_H., Pos. 89	F: Wie sehen diese Moodle-Quizzes aus? Was wird da gefragt? SEP: L: Meistens ein Multiple-Choice, damit es auch technisch funktioniert für alle, auch wenn sie nur ein Handy mithaben. Und Inhalte aus dem Thema werden dann eben auf die Art nochmals wiederholt.	Einsatz von Online-Quizzes zum Wiederholen eines Themas.	Übungen zum Wiederholen		

B_Transkript_G., Pos. 15	Das heißt, die Wiederholungsprozesse sind in einer vierten Klasse ganz ganz wichtig, dass man da Wiederholungsphasen, denen auch genügend Zeit gibt,	Wiederholungsphasen sind in der vierten Klasse sehr wichtig.	Wiederholungsphasen
B_Transkript_G., Pos. 51	Und man merkt dann, dass diese Definition vielleicht nicht sitzt. Also das merkt man dann sozusagen im Moment natürlich, wenn das häufiger passiert in so einer Übungsphase. Dann zählt es sich natürlich aus, nochmals die Definition vielleicht aufzuschreiben, oder das sozusagen ein bisschen so mantrahaft vielleicht am Beginn von jeder Stunde nochmals zu wiederholen, gemeinsam zu wiederholen.	Wenn Schwierigkeiten auftreten werden diese Inhalte nochmals wiederholt.	Wiederholungsphasen
B_Transkript_G., Pos. 53	also dass vielleicht die Hälfte die Neutralisationsgleichung nicht richtigstellen konnten, dann ist das natürlich für mich ein Anlass, dass man dafür nochmals extra Zeit sich nimmt und das vielleicht nochmals von vorne aufrollt, sich vielleicht in einem anderen Schulbuch Ideen holt, wie könnte man das sozusagen von einer anderen Richtung her nochmals beleuchten oder auch nochmals die Möglichkeit bietet, Fragen zu stellen und zu besprechen.	Hat die Mehrheit der Klasse ein Lernziel nicht erreicht, nehme ich mir die Zeit das Thema nochmals anders zu erklären und gebe die Möglichkeit, Fragen zu stellen und zu besprechen.	Wiederholungsphasen
B_Transkript_G., Pos. 55	weil ich das Gefühl habe, dass dieses Abstraktionsvermögen gerade in der vierten Klasse noch nicht bei allen gleich weit entwickelt ist. Denn entwicklungspsychologisch gesehen, sind da nicht alle so weit, dass sie sich das vorstellen können und versuche da eben zum Beispiel mit einem Molekülbaukasten entgegenzuwirken.	Die Molekülbaukästen können die S&S mit fehlendem Abstraktionsvermögen unterstützen, besser zu abstrahieren.	Einsatz von Molekülbaukästen

C_Transkript_A., Pos. 47	Also entweder gibt es noch einmal Aufgaben, die zu lösen sind. Das heißt es gibt noch einmal ein Arbeitsblatt mit Anwendungsaufgaben.	Bei Herausforderungen gibt es ein Arbeitsblatt mit Anwendungsaufgaben.	Anwendungsaufgaben
C_Transkript_A., Pos. 47	Es gibt die Möglichkeit, dass sie noch einmal ein Schülerexperiment durchführen, ein kleines Schülerexperiment, wo sie dann eben noch einmal die Erklärung geben müssen.	Bei Herausforderungen kann nochmals ein Schülerexperiment durchgeführt werden, dass sie dann erklären.	Wiederholungsphasen mit Erklärungen
D_Transkript_B., Pos. 75	Und ich frage auch immer Ende: Gibt es noch Fragen? Ist etwas unklar? Und manchmal kommt auch etwas, so etwas wie: Wie protoniert eine Säure in Wasser? Da war eben nicht ganz klar, was der Rest ist und was nicht. Und dann habe ich es nochmals erklärt.	Am Ende gebe ich den S&S die Möglichkeit Fragen zu stellen und erkläre bei Unklarheiten die Dinge erneut.	Die S&S können Fragen stellen
D_Transkript_B., Pos. 77	Wenn die Schüler*innen etwas zum Beispiel überhaupt nicht verstanden haben, was ja trotzdem sein kann, das habe ich diese Jahr Gott sei Dank noch nicht, ist es schon dann so, dass ich dann wirklich eine ganze oder eine halbe Stunde dann auch hernehmen und das aufgreife, was mir wichtig ist, was sie letzte Stunde verstehen sollen.	Haben die S&S etwas nicht verstanden, wiederhole es noch einmal.	Wiederholungsphasen mit Erklärungen
E_Transkript_F., Pos. 61	sondern dass Sie bei diesen 1:1 Molverhältnissen bleiben, weil das genügt mir an und für sich in dieser Schulstufe und dass die schwierigen Beispiele dann nur die machen, die sich dann bei dem langweilen. Also da kann man gut differenzieren, auch mit der Art der Beispiele, kann man finde ich gut da differenzieren, wer schon so weit ist, oder wer halt lieber bei den Basisbeispielen bleiben möchte.	Schwierige Beispiele sollen nur die machen, die die einfachen Beispiele bereits können.	Einfache Beispiele für alle

Gewichtung des Themas	A_Transkript_H., Pos. 129	Ich mag vor allem die Farben mit den Indikatoren. Es ist einfach ein irrsinnig schöner Effekt, wenn man da die Gleichgewichtslage hin und her verschieben kann.	Schöne Effekte, die man mit den Farben der Indikatoren erzeugen kann.	Schöne Effekte	Relevanz für die Lehrperson: - Es ist ein wichtiges Thema - Es ist ein praxisnahes Thema - Es bietet schöne Effekte - Die S&S sind motiviert - Theorie und Praxis können gut verknüpft werden
	B_Transkript_G., Pos. 57	und das Thema „Säuren und Basen“, ich würde sagen, neben den Redoxreaktionen, das sind beides quasi die wichtigen Themen der anorganischen Chemie, die nebeneinander, aufgrund ihrer parallelen Konzepte natürlich ihre Wichtigkeit haben,	Das Thema bildet gemeinsam mit den Redoxreaktionen die wichtigsten Themen der anorganischen Chemie.	eines der wichtigsten Themen	
	C_Transkript_A., Pos. 57	Wie wichtig? Es ist ein schönes Thema. Es ist ein wichtiges Thema.	Das Thema "Säuren und Basen" ist ein wichtiges.	wichtiges Thema	
	C_Transkript_A., Pos. 67	Was mag ich persönlich am Thema „Säuren und Basen“? Ja die strahlenden Augen, wenn ich die Versuche mache. Die Aha-Erlebnisse, also wenn sie dann wirklich, wenn das Gas in Wasser gelöst wird und der Indikator schlägt um. Wenn sie sehen, wie beim Zucker-Schwefelsäure-Versuch das ganze herauswächst. Also wirklich die Begeisterung, die man bei den Schülern mit dem Thema sicherlich wecken kann.	Ich persönlich mag an dem Thema, dass man damit die Begeisterung der S&S wecken kann.	Ich mag das Thema	
	E_Transkript_F., Pos. 77	Mir gefällt es als Lehrer schon sehr gut dieses Thema, weil es eben sehr vielfältig ist, weil man erstens alle Sinne ansprechen kann, weil es ein sehr alltagstaugliches Thema und weil sich eben vieles anbietet von Experiment zu üben, zu bisschen Theorie. Es ist sehr abwechslungsreich für die Schüler und daher für mich ja auch.	Mir gefällt das Thema, weil es vielfältig, praxisnahe und alltagstauglich ist und man damit alle Sinne ansprechen kann.	Das Thema gefällt mir, weil es praxisnah ist	

K.4.1.: Relevanz für LP

E_Transkript_F., Pos. 87	Ja, dass es so vielfältig ist, dass man alle Sinne ansprechen kann, dass es was sehr alltagstaugliches ist und dann fällt diese ganze mühselige Motivieren der Schüler weg, weil die Schüler sind selbst motiviert, wenn sie wissen, dass das was mit ihrem Leben zu tun hat und vor allem, dass sie Macht haben und durch das Wissen auch selbst entscheiden können und dieses Wissen auch zu ihrer Entscheidungsfindung beiträgt und sehr viele „Aha“-Erlebnisse auch entstehen durch das Arbeiten mit den Säuren und Basen. Ja und das ist eigentlich das schönste, und das ist ja unser Applaus, wenn sie „Aha“-Erlebnisse haben.	Beim Thema "Säuren und Basen" sind die S&S selbst motiviert, weil sie wissen, dass es mit ihrem Leben zu tun hat und selbstständig entscheiden können.	Die S&S sind motiviert		
F_Transkript_K., Pos. 73	Also ich finde es als so dankbares Thema und jetzt wiederhole ich wahrscheinlich zum siebenten und zehnten Mal, weil es diese Ineinandergreifen von Theorie und Praxis so gut darstellt.	Man kann bei dem Thema sehr gut Theorie und Praxis miteinander verknüpfen.	verknüpft Theorie und Praxis gut		
D_Transkript_B., Pos. 103	Oder halt auch, ja das wollte ich eben sagen. Also in Bezug dessen, dass ich Alltagsbezug und Alltagsrelevanz herstellen kann, finde ich es halt sehr wohl wichtig, zumindest zum Mitgeben in der Unterstufe sehr gut, weil danach können sie in die große weite Welt.	Mann kann Alltagsbezüge herstellen und das ist wichtig.	wichtiges und alltagsnahes Thema		
A_Transkript_H., Pos. 113	Vier Doppelstunden, also acht Stunden nur diesem Thema.	Acht Stunden sind für dieses Thema geplant.	Acht Stunden	Zeitplanung: - sechs bis acht Stunden - acht bis zehn Stunden	K.4.2.: Zeitplanung
B_Transkript_G., Pos. 59	Ich würde sagen vier Wochen und das sind schon 8 - 10 Stunden, wenn dann vielleicht noch was ausfällt, dann dauert es vielleicht auch noch länger.	Acht bis zehn Unterrichtsstunden Zeit werden benötigt.	Acht bis zehn Stunden		
C_Transkript_A., Pos. 61	Sechs bis acht Stunden.	Sechs bis acht Stunden Zeitaufwand für das Thema.	sechs bis acht Stunden		

	D_Transkript_B., Pos. 108-111	F: Ja, wie viel Stunden investieren sie da ungefähr? L: Vier. Vier bis fünf. Fünf ohne Experimente. F: Ja und mit den Experimenten? L: Zwei dazu. Zwei, drei, drei dazu.	Insgesamt werden in das ganze Thema sechs bis acht Unterrichtsstunden investiert.	sechs bis acht Stunden	
	E_Transkript_F., Pos 81	Ja so acht Stunden circa.	Acht Stunden circa	acht Stunden	
	F_Transkript_K., Pos 81	Also von der Planung her sind es fünf abgeschlossene Einheiten. Ob jetzt sechs oder sieben daraus werden, weil ich denke, dass habe ich in meinen Ausführungen vorher schon erwähnt, weil ich ja auf die Befindlichkeiten der Klasse, der Schüler.	6-7 Stunden aufgewendete Unterrichtsstunden.	sechs bis sieben Stunden	
Fehlkonzepte und fachliche Unstimmigkeiten	B_Transkript_G., Pos 19	Und auch der Begriff Basen, der zumindest laut meinen Quellen, die ich für meine Unterrichtsvorbereitung verwendet habe, eben daher kommt, dass diese Stoffe die Basis für Salze sind,	Basen sind Stoffe, die die Basis für Salze sind.	Basen als Stoffe. Basen als Basis der Salze.	Konzeptuelle Unstimmigkeiten: -Basen als Basis der Salze - Basen nehmen H ⁺ auf und geben OH ⁻ ab - H ⁺ ist ein Nichtmetall - Schwefelsäure gibt zwei H ⁺ ab
	B_Transkript_G., Pos 29	Also ich thematisiere das auf diese Art und Weise, dass ich auch wieder sozusagen die Definition von Lavoisier aufgreife, also die Basen sind die Basis für die Salze	Basen sind nach Lavoisier die Basen für Salze.	Basen als Basis der Salze	
	D_Transkript_B., Pos 19	Das heißt, für mich ist es wichtig, dass die Schüler*innen eben dieses Konzept begreifen und verstehen, dass Säuren Protonen abgeben und Basen Protonen aufnehmen, beziehungsweise Hydroxidionen OH ⁻ -Ionen abgeben.	Basen nehmen Protonen auf und geben OH ⁻ -Ionen ab.	Basen nehmen Protonen auf und geben OH ⁻ -Ionen ab.	
	D_Transkript_B., Pos 85	Das H ⁺ wissen sie, das ist eigentlich ein Nichtmetall, aber ist eigentlich oben bei den Metallen angeschrieben und das verwirrt sie.	H ⁺ ist ein Nichtmetall und bei den Metallen im PSE angeschrieben	H ⁺ ist ein Nichtmetall und bei den Metallen im PSE angeschrieben	
					K.5.1.1.: Konzeptuelle Ungenauigkeiten

E_Transkript_F., Pos 51	Das Teilchenverhältnis. Also wenn ich zum Beispiel Schwefelsäure in Wasser mit Wasser reagieren lasse, dass da eben zwei H^+ abgegeben werden und dass ich da zwei Mol Wasser brauche, für ein Mol Schwefelsäure und dass dann entsprechend mehr H_3O^+ -Ionen entstehen.	Schwefelsäure gibt in Wasser zwei H^+ ab.	Schwefelsäure gibt in Wasser zwei H^+ ab.	
F_Transkript_K., Pos 25	Den Aufbau von Säuren schauen wir uns an, dass da eben ein Wasserstoffion ist mit einem Säurerest-Ion.	Säuren sind aus einem Wasserstoffion auf Säurerest-Ion aufgebaut.	Säuren bestehen aus einem H^+ -Ion und einem Säurerest	
E_Transkript_F., Pos 55	dass eben eine Säure nicht immer flüssig ist,	Säuren sind nicht immer flüssig	Säuren sind nicht immer flüssig	
D_Transkript_B., Pos 47	und hier ist mir vor allem wichtig, dass die Schüler*innen wissen oder verstehen, dass es eben diese Skala von 0-14 gibt.	Die Schüler*innen wissen, dass es eine pH-Skala von 0-14 gibt.	pH-Skala 0-14	Unstimmigkeiten_pH-Wert: - pH-Skala limitiert - pH-Wert bestimmt Stärke der Säure
D_Transkript_B., Pos 47	Sie wissen ungefähr die Einteilung von starken und schwachen Säuren, neutral, schwache Basen und starke Basen, und sie können sie mit einem pH-Indikatorpapier oder auch mit einem pH-Indikator, wie zum Beispiel Rotkrautsaft oder wir verwenden auch Phenolphthalein verwenden wir, könne sie beschreiben.	Die Schüler*innen kennen die Einteilung von starken und schwachen Säuren, neutral, schwache Basen und starke Basen, und sie können sie mit einem Indikator den pH-Wert bestimmen.	Einteilung starke und schwache Säuren und pH-Wert-Bestimmung	
D_Transkript_B., Pos 49	Null ist wirklich eine starke Säure, 14 ist wirklich eine sehr starke Base. Das heißt jetzt aber nicht, dass 3 jetzt nicht auch eine starke Base ist, aber es ist jetzt eben nur ein kleiner Bereich.	0 ist eine starke Säure, 14 eine starke Säure.	0 ist eine starke Säure, 14 eine starke Säure.	

K.5.1.2.: pH-Wert

F_Transkript_K., Pos 21	Wichtig ist für mich, dass er oder sie weiß, wo ich diese Säuren anwende, wie ich diese Säuren, wie ich diese Säuren zum Beispiel über einen Indikator identifizieren kann als schwache Säure, starke Säure oder überhaupt im Unterschied zu einer neutralen Lösung oder zu einer basischen Lösung.	Die Schüler*innen können Säuren mittels Indikator als starke oder schwache Säure bestimmen.	Säurestärke als pH-Wert		
A_Transkript_H., Pos 35	Ich lasse die H_3O^+ -Ionen ja gar nicht entstehen. Also ich versuche da ja auszuweichen, indem ich eigentlich diese Neutralisationsreaktion zwar anschreibe, aber nicht die Protolysereaktion.	H_3O^+ -Ionen lasse ich nicht entstehen.	Keine H_3O^+ -Ionen	H^+ statt H_3O^+ : - keine H_3O^+ -Ionen - H^+ -Ionen-Konzentration - H^+ - und OH^- -Ionen von Säuren und Basen	K.5.1.3.: H^+ statt H_3O^+
A_Transkript_H., Pos 63	Also ich da über die Konzentration, wie viele von diesen H^+ -Ionen drinnen sind,	Die Anzahl der H^+ -Ionen bestimmen die Konzentration.	H^+ -Ionen-Konzentration		
C_Transkript_A., Pos 17	Also, auf jeden Fall einmal Säuren und Basen anhand, also jetzt formal, von den Formeln her erkennen, also sprich charakteristische Ionen, also in diesem Fall die H^+ -Ionen beziehungsweise die OH^- -Ionen und dann aber verstärkt auch auf die Eigenschaften der Säuren und Basen wird eingegangen, und da liegt eher das Hauptaugenmerk.	Charakteristische Ionen von Säuren und Basen, also H^+ -Ionen und OH^- -Ionen kennen.	H^+ - und OH^- -Ionen von Säuren und Basen		
C_Transkript_A., Pos 23	H^+ -Ionen und die OH^- -Ionen gemeinsam wieder das Wasser bilden	H^+ -Ionen und OH^- -Ionen bilden das Wasser.	H^+ -Ionen und OH^- -Ionen bilden Wasser		
C_Transkript_A., Pos 27	dass eben die H^+ -Ionen und die OH^- -Ionen, also ein Teil der Säure, ein Teil der Base zu dem Wasser reagiert	H^+ -Ionen sind Teil der Säure und OH^- -Ionen sind Teil der Base.	H^+ -Ionen als Teil der Säure und OH^- -Ionen als Teil der Base.		
D_Transkript_B., Pos 23	Ich bin auch hier wirklich absichtlich beim H^+ und bleibe nicht beim H_3O^+ .	Ich bleibe beim H^+ und nicht beim H_3O^+ .	Keine H_3O^+ -Ionen		
A_Transkript_H., Pos 23	dass man Säure mit einer Base neutralisieren kann und damit auch unschädlich unter Umständen.	Säuren werden mit Basen neutralisiert.	Säuren werden mit Basen neutralisiert.	Keine Trennung der Ebenen: - Eigenschaften von S/B - Konzentration von S/B - S/B als Stoffe des Alltags - Salzsäure als Säure - Natronlauge als Base	K.5.2.: Trennung der Ebenen
A_Transkript_H., Pos 23	Gefährlichkeit von ätzenden Säuren	Säuren sind ätzend.	Eigenschaften von Säuren		

A_Transkript_H., Pos 37	Die Natronlauge wird natürlich mit Na ⁺ und OH ⁻ angeschrieben. Das haben sie vorher schon gelernt und das HCl kommt tatsächlich als HCl	Natronlauge und HCl	Natronlauge und HCl	- saures/basisches Salz - Säure plus Base ergibt Wasser und ein Salz
A_Transkript_H., Pos 49	Experimente von den, also ich mache Lehrerexperimente zu den besonderen Eigenschaften der Säure, wie Schwefelsäure, Salpetersäure. Die Schüler machen Experimente mit den Indikatoren und an sich aus diesem Kapitel glaube ich, dass ich Essigsäureherstellung.	Besondere Eigenschaft von verschiedenen Säuren.	Eigenschaften von Säuren	
A_Transkript_H., Pos 51	Also sie wissen die Säure und die Base, die 0,1 molar ist	Also sie wissen die Säure und die Base, die 0,1 molar ist	Konzentration von S/B	
A_Transkript_H., Pos 79	Weil die Säure selbst so kompliziert aufgebaut ist. Das fängt schon beim Essig an.	Essig als Säure	Essig als Säure	
A_Transkript_H., Pos 117	Dann natürlich die Säure als Getränk, also als Sprudel,	Säuren als Getränk	Säuren als Getränk	
A_Transkript_H., Pos 129	Wie konzentriert nehme ich die Base?	Konzentration der Base	Konzentration von S/B	
A_Transkript_H., Pos 29	Es ist ja nicht so, auch wenn sie in stöchiometrischen Mengen reagieren, entsteht ja trotzdem manchmal ein saures und ein basisches Salz	Es entsteht ein saures und ein basisches Salz	saures und basisches Salz	
B_Transkript_G., Pos 17	wo man dann vielleicht von Reinstoffen oft spricht, von Salzsäure oder von Essigsäure,	Salzsäure als Reinstoff	Salzsäure als Reinstoff	
B_Transkript_G., Pos 23	dass es Stoffe gibt, die sowohl als Säuren als auch Basen reagieren können.	Stoffe, die sowohl Säure als auch Base sein können	S/B als Stoffe	
B_Transkript_G., Pos 25	Die andere Sache, die ich auch immer durchführe, ist die Titration von Essigsäure mit verdünnter Natronlauge.	Titration von Essigsäure mit verdünnter Natronlauge.	Konzentration von S/B	
B_Transkript_G., Pos 29	Und die Grundmessage, die hängen bleiben sollte, wäre sicherlich: Säure plus Base ergibt Wasser und ein Salz, wobei natürlich immer von einer vollständigen Neutralisation ausgegangen wird	Säure plus Base ergibt Wasser und ein Salz	Säure plus Base ergibt Wasser und ein Salz	

C_Transkript_A., Pos 15	Also sie können dann schon, sie lernen schon Säuren sind Stoffe, die H^+ abgeben,	Säuren sind Stoffe	Säuren sind Stoffe
C_Transkript_A., Pos 17	Also, auf jeden Fall einmal Säuren und Basen anhand, also jetzt formal, von den Formeln her erkennen, also spricht charakteristische Ionen, also in diesem Fall die H^+ -Ionen beziehungsweise die OH^- -Ionen und dann aber verstärkt auch auf die Eigenschaften der Säuren und Basen wird eingegangen, und da liegt eher das Hauptaugenmerk.	Es werden die Eigenschaften von Säuren und Basen thematisiert.	Eigenschaften von S/B
C_Transkript_A., Pos 21	Speziell dann auch noch auf die einzelnen Säuren und Basen einzugehen, dass sie, wie gesagt, Eigenschaften, gerade bei Schwefelsäure kennenlernen, dass der Umgang mit Säuren der richtige ist, das Verdünnen von Säuren	Eigenschaften von Schwefelsäure kennenlernen	Eigenschaften von Säuren
C_Transkript_A., Pos 33	Säure plus Base reagiert zu Salz und Wasser.	Säure plus Base ergibt Wasser und ein Salz.	Säure plus Base ergibt Wasser und ein Salz
D_Transkript_B., Pos 27	das war jetzt wirklich ein Geschirrspüler-Tab und nicht jetzt einfach von mir ein Pulver von der Chemiesammlung, damit sie sehen, das ist basisch und das ist sauer.	Das Geschirrspülpulver ist basisch und sauer	Basisches und saures Pulver
D_Transkript_B., Pos 77	Ich gebe ihnen Beispiele, also entweder Wortgleichungen oder Gleichungen per se und sie müssen sie ausgleichen, im Sinne von zum Beispiel Natriumhydroxid plus Salzsäure und dann müssen sie auch hinschreiben:	Natriumhydroxid plus Salzsäure wird angeschrieben	Natriumhydroxid plus Salzsäure
D_Transkript_B., Pos 33	wir arbeiten ohnehin nur mit Kaliumhydroxid und Natronlauge.	Wir arbeiten mit Kaliumhydroxid und Natronlauge	Kaliumhydroxid und Natronlauge
E_Transkript_F., Pos	Und da geht es mir darum, dass sie das Verhältnis erkennen, dass ich zum Beispiel zwei Mol Salzsäure brauche, wenn es mit einem mol Calciumhydroxid reagieren sollen	Zwei Mol Salzsäure reagieren mit einem Mol Calciumhydroxid	Salzsäure und Calciumhydroxid

F_Transkript_K., Pos 19	Für mich ist wichtig, dass die Kinder wissen, dass Säuren und Laugen unterschiedliche Ionen ausbilden	Die Kinder unterscheiden Säuren und Laugen.	Säuren und Laugen		
F_Transkript_K., Pos 23	Dann eben Säuren von Basen und neutralen Lösungen unterscheiden lernen.	Säuren, Basen und neutrale Lösungen unterscheiden.	S/B und neutrale Lösungen		
F_Transkript_K., Pos 23	Wichtige Begriffe außer „Säuren“, „Laugen“ eben, dass Laugen und Basen als ident anzusehen sind. Neutralisation, Salze.	Laugen und Basen sind als ident anzusehen.	Laugen sind Basen.		
F_Transkript_K., Pos 25	also dass wir speziell auf die Salzsäure eingehen, auf die Schwefelsäure, ihre typischen Eigenschaften, und so weiter, gehen wir so die allgemeinen Eigenschaften durch, also dass Sie den elektrischen Strom leiten in verdünnter Anwendung, dass sie Metalle auflösen, dass die Basen und Säuren eher Fette und Eiweißstoffe angreifen.	Wir thematisieren Salzsäure und Schwefelsäure und ihre typischen Eigenschaften.	Eigenschaften von Säuren		
F_Transkript_K., Pos 63	Zwei Atome Natrium plus H ₂ O, also ein Molekül Wasser, wird dann zu zwei Molekülen Natronlauge NaOH und der Wasserstoff wird dabei frei.	Zwei Atome Natrium und ein Molekül Wasser reagieren zu zwei Molekülen Natronlauge NaOH und Wasserstoff.	Es entsteht Natronlauge NaOH und Wasserstoff		
A_Transkript_H., Pos 21	Natürlich die Salzbildung durch die Neutralisation	Salzbildung bei der Neutralisation	Salzbildung bei der Neutralisation	"Neutralisation": - Neutralisation als Säure-Base-Reaktion	K.5.3.1.: "Neutralisation"
A_Transkript_H., Pos 29	Also man nennt das „Neutralisationsreaktion“. Ich würde nicht bei der „Neutralisation“ sagen.	Man nennt das Neutralisationsreaktion	Man nennt es Neutralisationsreaktion	- "Neutralisation" statt "Neutralisationsreaktion"	
B_Transkript_G., Pos. 29	Säure plus Base ergibt Wasser und ein Salz, wobei natürlich immer von einer vollständigen Neutralisation ausgegangen wird und das ist sozusagen, die didaktische Reduktion, die ich mir an dieser Stelle in der vierten Klasse erlaube, dass wir da nicht von teilweisen Neutralisationen sprechen,	Es wird von einer vollständigen Neutralisation ausgegangen	Vollständige Neutralisation	- Salzbildung bei der Neutralisation - Vollständige Neutralisation	

C_Transkript_A., Pos. 27	Bei der Neutralisationsreaktion, also ich würde auf jeden Fall einmal dazusagen, dass es eine Neutralisationsreaktion ist und dass es eine vereinfachte Darstellung auf jeden Fall ist.	Ich würde nicht "Neutralisation", sondern "Neutralisationsreaktion" sagen.	"Neutralisationsreaktion" statt "Neutralisation"		
C_Transkript_A., Pos 21	Und dann bei der Neutralisation dann auch vorwiegend auf die Salze eingehen,	Bei der Neutralisation gehe ich auf die Salze ein.	"Neutralisation" und Salze		
D_Transkript_B., Pos 23	Ja, in Richtung Neutralisation eben. Was passiert, wenn eine Säure und eine Base eine Reaktion eingehen?	Säure und Base gehen bei Neutralisation eine Reaktion ein.	Neutralisation als Säure-Base-Reaktion		
D_Transkript_B., Pos 45	Und eine Neutralisation ist ja eigentlich die Reaktion per se von einer Säure und einer Base.	Wenn Säure und Base reagieren kommt es zur Neutralisation	Neutralisation als Säure-Base-Reaktion		
E_Transkript_F., Pos 41	Ja „Neutralisationsreaktion“ verwende ich gar nicht. Ja „Neutralisation“ ist eben, wenn das Saure das Basische aufhebt und eben zu Wasser wird, in dem Sinn verwende ich „Neutralisation“, die dann zu einer neutralen Lösung führt.	Ich spreche von "Neutralisation", wenn Säuren und Basen zu Wasser werden.	Neutralisation als Säure-Base-Reaktion		
E_Transkript_F., Pos 42-45	F: Warum verwenden Sie lieber den Begriff „Neutralisation“? L: Anstatt? F: Anstatt „Neutralisationsreaktion“. L: Weil es zu lang ist (lachend).	Ich verwende lieber den Begriff "Neutralisation" als "Neutralisationsreaktion".	"Neutralisation" statt "Neutralisationsreaktion"		
A_Transkript_H., Pos 55	Mir ist wichtig, dass aus, die Wiederholung aus der Sole heraus, dass Natriumchlorid aus Stein einfach durch Lösen gewonnen werden kann, eben aber auch durch diese chemische Reaktion.	Gewinnung durch Natriumchlorid durch Neutralisationsreaktion.	Natriumchlorid-Gewinnung	Salzbildung: - Ionen bilden das Salz - Es entsteht ein Salz	
B_Transkript_G., Pos. 29	Säure plus Base ergibt Wasser und ein Salz, wobei natürlich immer von einer vollständigen Neutralisation ausgegangen wird und das ist sozusagen, die didaktische Reduktion, die ich mir an dieser Stelle in der vierten Klasse erlaube, dass wir da nicht von teilweisen Neutralisationen sprechen,	Bei der Neutralisation bildet ein ein Salz.	Salzbildung		K.5.3.2.: Salzbildung

C_Transkript_A., 23	also die Metallkationen und die Säurerest- Ionen wieder einen Stoff bilden,	Die Metall- und Säurerest- Ionen bilden einen Stoff,	Ionen bilden einen Stoff		
D_Transkript_B., Pos 29	„Was passiert, wenn eine Säure und eine Base sich vermischen?“ Nämlich es entsteht ein Kation und ein Anion und es entsteht Wasser, und dieses Kation und Anion hat wieder einen Bezug zu den chemischen Bindungen, die wir vorher gemacht haben, nämlich es ist ein Salz	Wenn sich Säure und Base vermischen entsteht Wasser und ein Kation und ein Anion, bzw. das Salz.	Es entsteht ein Salz		
F_Transkript_K., Pos 29	Natürlich einmal den Neutralisationsvorgang selber, dass eben das Metallion von der Lauge sich mit dem negativen Säurerest-Ion verbindet zu einem Salz und dass es bei der Reaktion immer zu einem Salz gelöst im Wasser kommt	Das Metallion der Lauge und das negative-Säurerest-Ion verbinden sich zu einem Salz.	Ionen verbinden sich zum Salz.		
A_Transkript_H., Pos. 29	Und ich würde schon auf das pH-neutral irgendwo im vorigen Satz oder im Nachsatz hingeben, nicht dass sie glauben, dass sich nur Plus und Minus neutralisiert elektrostatisch.	Es sollte irgendwo die pH- Neutralität erwähnt werden.	pH-Neutralität sollte vorkommen	Korrektur: - Satz angemessen Bei Ammoniak mit Salzsäure entsteht nur das Salz - "Neutralisationsreaktion" statt "Neutralisation"	K.5.3.3.: Angemessenheit des Merksatzes
C_Transkript_A., Pos. 27	Das heißt es wäre für mich schon noch wichtig zu sagen, dass eben die H ⁺ -Ionen und die OH ⁻ -Ionen, also ein Teil der Säure, ein Teil der Base zu dem Wasser reagiert und die Metallkationen und die Säurerest - Ionen zu einer Ionenverbindung,	Es reagiert nur ein Teil der Säure und ein Teil der Base zu Wasser, die Metallkationen und Säurerest -Ionen bilden eine Ionenverbindung.	Es reagiert ein Teil von Säure und Base zu Wasser, der andere zur Ionenverbindung	- Es reagiert ein Teil zur Säure und der andere zur Ionenverbindung - pH-Neutralität sollte vorkommen - Es entstehen Metallionen und Säurerestionen	
D_Transkript_B., Pos. 43	Ich würde generell auch nicht Salz sagen, ich würde wirklich wahrscheinlich sagen, es entsteht ein Metallionenrest und ein Säurerest. Das würde ich eher sagen.	Ich würde sagen, es entsteht ein Metallionenrest und ein Säurerest.	Es entsteht ein Metallionen- und ein Säurerest	- Viele Vereinfachungen, die erklärt gehören	
D_Transkript_B., Pos. 45	Das ist ein bisschen schwierig, weil neutral heißt ja eigentlich für mich, dass der pH- Wert 7 ist. Und eine Neutralisation ist ja eigentlich die Reaktion per se von einer Säure und einer Base.	Die Neutralisation ist die Reaktion von einer Säure und einer Base.	Bei der Neutralisation reagieren Säure und Base		

B_Transkript_G., Pos. 31	Ich würde sie sozusagen nicht hundertprozentig unterschreiben und das auch den Schülerinnen und Schülern kommentieren. An der Stelle bietet sich natürlich an, dass man die Gasreaktion von Ammoniak und Salzsäure als Beispiel bringt, die ja in der Gasphase reagieren, also da ist von Wasser keine Spur, und trotzdem bildet sich ein Salz.	Die Aussage ist fachmäßig richtig, auch wenn nicht vorkommt, dass H_3O^+ und OH^- -Ionen miteinander reagieren.	Bei Ammoniak mit Salzsäure entsteht nur das Salz
D_Transkript_B., Pos. 41	Ich weiß es gerade nicht, aber es war Ammoniak, in dem Fall sogar, als Base nimmt was auf und es entsteht nur dann das Salz. Ich glaube, es entsteht (-) Es entsteht dann nur das Salz und ich habe dann kein Wasser und das ist dann halt dann dieser Einstieg immer in der Oberstufe, dass eben diese Aussage nicht korrekt ist, dass eben nicht immer Salz und Wasser entsteht, sondern halt nur Salz.	Die Aussage ist nicht korrekt, da bei Reaktionen mit Ammoniak kein Wasser entsteht, sondern nur das Salz.	Bei Ammoniak mit Salzsäure entsteht nur das Salz
E_Transkript_F., Pos. 37	und da entsteht eben kein Wasser, sondern eben nur das Salz (lachend). Salz und Wasser entsteht ja nur, wenn ich Lösungen habe quasi, wenn ich Natriumhydroxid.	Bei Ammoniak mit Salzsäure entsteht kein Wasser sondern nur ein Salz. Salz und Wasser entsteht nur wenn ich Lösungen habe.	Bei Ammoniak mit Salzsäure entsteht nur das Salz
A_Transkript_H., Pos. 29	Also ich muss zugeben, für die die vierte Klasse finde ich diesen Satz eigentlich okay, weil die Schüler sehr schnell das Salz finden. Also in der vierten Klasse würde ich den Satz auch nicht von einem Viertklassler korrigieren.	Satz angemessen für die vierte Klasse, bedarf keiner Korrektur.	Satz angemessen
A_Transkript_H., Pos. 29	Ich würde ihn so nicht ganz formulieren, aber das Problem ist das Wort „Neutralisation“ glaube ich.	Würde den Satz so nicht formulieren, wegen des Wortes "Neutralisation".	"Neutralisation" stört mich

B_Transkript_G., Pos. 31	Trotzdem ist es sinnvoll meiner Meinung nach, so einen Satz in ein Buch zu schreiben beziehungsweise auch in eine Mitschrift von Schülerinnen und Schüler aufschreiben zu lassen, weil sehr viele Reaktionen in der Schulchemie, wenn man so möchte, also das was man mit Schülerinnen Schülern auch machen kann halt Wasserchemie ist, wenn man es mal so nennen darf, also Lösungen miteinander reagieren lassen und dadurch glaube ich ist einmal ein gutes Grundgerüst, wenn Schülerinnen und Schüler diesen Satz, oder diese Begrifflichkeit oder dieses Konzept aufgenommen und angenommen haben und sich merken.	Am Beispiel der Gasreaktion von Ammoniak und Salzsäure bildet sich kein Wasser, sondern nur das Salz.	Satz angemessen
C_Transkript_A., Pos. 27	Also da werden viele Vereinfachungen getroffen, die als grobe Richtlinie vielleicht in der vierten Klasse okay ist, aber die schon noch zusätzlich erklärt gehören.	Es ist sinnvoll, wenn sich die S&S diesen Satz so aufschreiben und merken.	Viele Vereinfachungen, die erklärt gehören
D_Transkript_B., Pos. 31	Das steht auch in unserem Schulbuch, um ehrlich zu sein. Für die Unterstufe finde ich sie jetzt nicht so schlimm. Natürlich ist das jetzt eine sehr harte Aussage, weil wir wissen eben, mit Ammonium passiert das nicht. Es halt eine sehr lappale, eine so ‚hingeschissene‘ Aussage für die Sekundarstufe 1 finde ich jetzt nicht so schlimm.	Die Aussage, die als grobe Richtlinie in Ordnung ist, enthält viele Vereinfachungen, die zusätzlich erklärt gehören.	Satz unangemessen
F_Transkript_K., Pos. 33	Grundsätzlich finde ich den Satz fachmäßig richtig. Ich würde jetzt meinen, für manche Schulen wird er zu wenig aussagekräftig sein, weil er eben diesen Austausch von, „Austausch“ war jetzt nicht das richtige Wort, wo diese H_3O^+ und OH^- -Ionen miteinander reagieren, das fehlt natürlich jetzt in dieser Aussage.	Die Aussage ist fachmäßig richtig, auch wenn nicht vorkommt, dass H_3O^+ und OH^- -Ionen miteinander reagieren.	Satz angemessen

7.5 Tafelbilder/Mitschriften

Mitschrift_Lehrperson H.

12.02.16

Säuren und Basen

histor: Sauer Säuren Sauerstoff

heute: Säure gibt H^+ -Ionen ab
saure Lösung hat einen pH Wert unter 7

Beispiele für Säuren: Salzsäure

$$\begin{array}{c} H \\ | \\ H - C - COOH \\ | \\ HO - C - COOH \\ | \\ H - C - COOH \\ | \\ H \end{array}$$

← Zitronensäure

Essigsäure

Milchsäure

Schwefelsäure

Fettsäure

DNS $\Rightarrow$ Desoxyribonucleinsäure

Aminosäure

Konzentriert sind viele Säuren ätzend

19.2.16

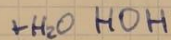
Basen

+ Lauge

wässrige Lösung, oft basisch
Waschlauge

Natronlauge NaOH in Wasser

Ammoniak



NH_4OH Ammoniumhydroxid

04.03.16

Neutralisationsreaktion

Nr. 11 | Buch S. 55

*Indikator:

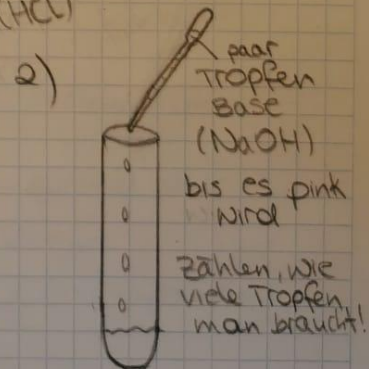
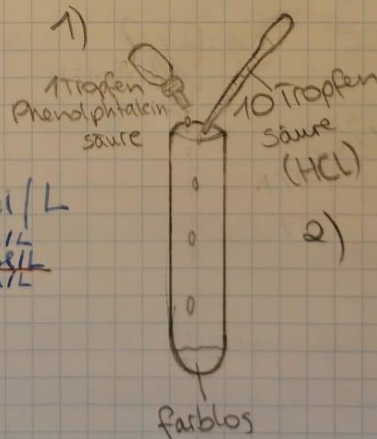
Phenolphthalein

S farblos

B pink

C $\text{HCl} \approx 0,1 \text{ mol/L}$

C $\text{NaOH} \approx \begin{array}{l} 0,1 \text{ mol/L} \\ 0,2 \text{ mol/L} \\ 0,3 \text{ mol/L} \end{array}$



Zwischen durch schütteln!

Säuren & Basen

Magensäure	pH-Wert	ätzend
Kohlensäure	Aminosäuren	basische Lebensmittel
Zitronensäure	Milchsäure	Natronlauge
Essigsäure	Salzsäure	Seifenlauge

A. Lavoisier: „Oxygenium“ = Sauerstoff

↳ Säuren sind Stoffe, die O enthalten

↳ Basen sind Stoffe, die mit Säuren Salze bilden
„Basis für Salze“

Bsp: HNO_3 , CH_3COOH → HCl → enthält keinen O
Salzsäure

S. Arrhenius: Säuren sind Stoffe H^+ abgeben können
Basen — „ — OH^- — „ —

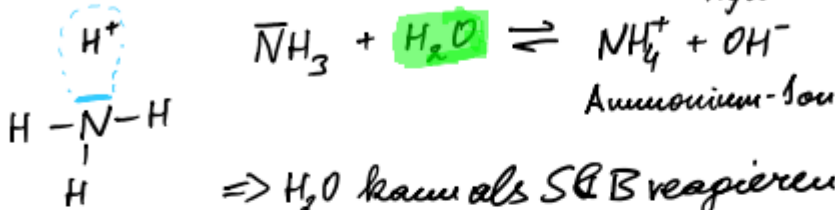
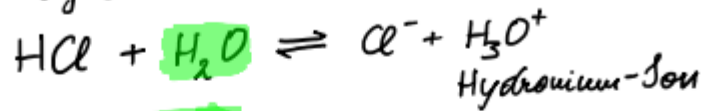
z.B.: $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ Säure

$\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ Base

$\text{NH}_3 \rightarrow ?$ Wie OH^- bilden?

H. Brønsted: Säuren sind H^+ -Donatoren
Basen sind H^+ -Akzeptoren

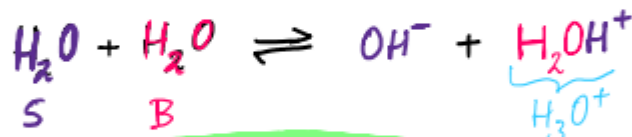
$\Rightarrow$ Stoffe reagieren meist in H_2O :



$\Rightarrow H_2O$ kann als S & B reagieren:

Ampholyt

Autoprotolyse d. Wassers:



pH-Wert: („pondus Hydrogenii“)
(„potentia Hydrogenii“)

...ist der negative dekadische Logarithmus der
 H_3O^+ -Konzentration: $pH := -\log(c(H_3O^+))$

Logarithmus = „Reinverhol-Funktion“
„Frägt nach der Hochzahl“

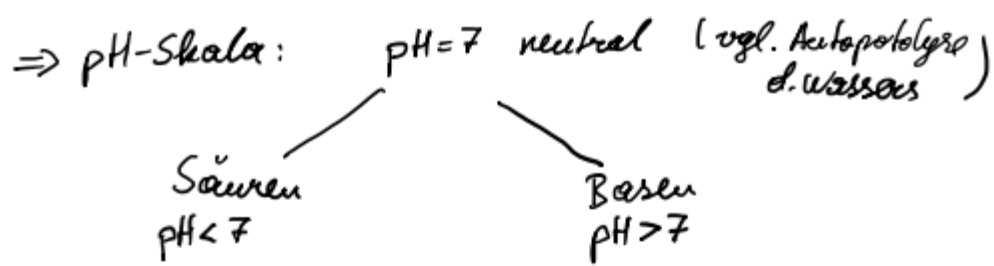
$$2^x = 8 \Rightarrow x = 3$$

$$10^x = 318$$

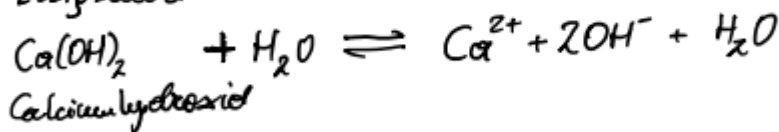
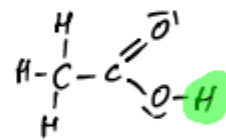
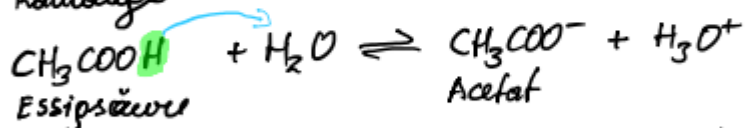
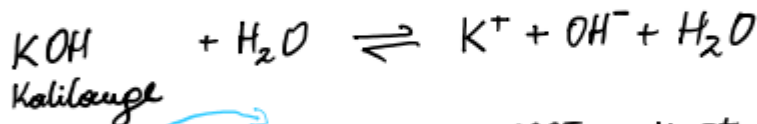
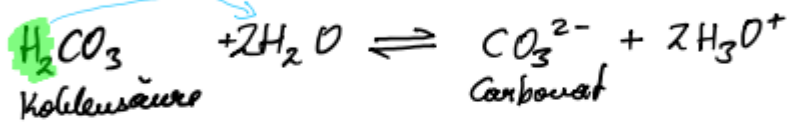
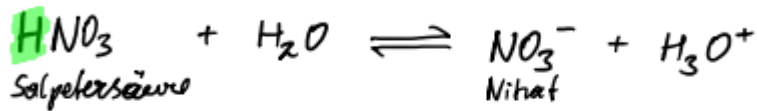
$$10^x = 10000 \Rightarrow x = 4$$

$$10^{\log(318)} = 318 \Rightarrow x \approx 2,5$$

TR: LOG | LG



Ü: Schreibe die Dissoziationsgleichungen:



Katalysatoren

22.11.19

- ↳ beschleunigen Reaktionen.
- ↳ verringern die Aktivierungsenergie.
- ↳ wirken selektiv (bestimmte Reaktionen benötigen ganz bestimmte Katalysatoren).
- ↳ sind nach einer Reaktion unverändert.

Säuren und Basen

22.11.19

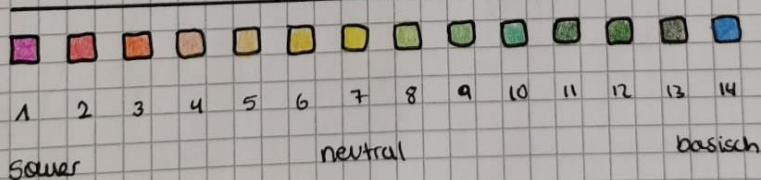
- ↳ „Sauer“ und „Seifig“ sind die Kennzeichen von zwei wichtigen Stoffgruppen in der Chemie: den Säuren und den Basen.
- ↳ Achtung: viele Säuren und Basen sind stark ätzend! (auch Wasser auf Säure und es geschieht das ungenauer!)

Farbänderungen verraten Säuren und Basen

- ↳ Indikatoren zeigen mithilfe von Farbänderungen an, ob eine Säure oder eine Base vorliegt (z.B. Rotkrautsaft).

Phenolphthalein → brauchen wir zum Experiment
farblos / pink

Ph- Werte



Die chemischen Eigenschaften von Säuren.

- ↳ Alle Säuren besitzen mindestens ein H-Atom (welches immer an erster Stelle steht)
- ↳ Bei Addition von H_2O zerfällt die Säure in Ionen:
- ↳ $Säure + H_2O \rightarrow H^+ \text{ (Proton)} + \text{Säurerest}$
- ↳ z.B.: $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$
- ↳ Säuren geben ihre Protonen gerne her; darum bezeichnet man sie als Protonendonatoren.
- ↳ In Wasser gelöste Säuren zerfallen in H^+ -Ionen und säurerest-Ionen $\rightarrow$ Aufgrund dessen leiten Säurelösungen.

Was ist eine Base?

- ↳ Bei Reaktion mit Wasser entstehen Hydroxid-Ionen. (OH^- -Ionen)
- ↳ tonen zum Beispiel: $NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$
- ↳ Daher nennt man sie Protonenakzeptoren
- ↳ In Wasser gelöste Metalloxide bilden Laugen (gelöste Basen)

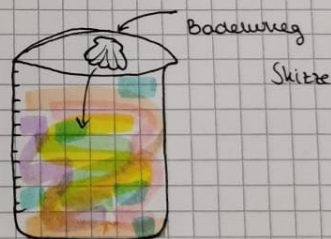
Versuchs Aufbau "Badebomben"

16.12.19

Material:

- ↳ 60 Gramm Kakao pulver
- ↳ 200 Gramm Backpulver / Natrium
- ↳ 100 Gramm Zitronensäure (fest)
- ↳ 50 Gramm Maisstärke
- ↳ einige milliliter Öl
- ↳ ätherisches Öl (Duft) - 3-4 Tropfen
- ↳ prise Lebensmittelfarbe

Beobachtung



Natrium usw. alles Mischung

Rotkrautsaft als pH-Wert

↳ Etwas zur Chemie und zur Biologie des Rotkrautfarbstoffs.

* Der Grund für die Farbveränderung ist, dass der Farbstoff ein Indikator ist. Dieser zeigt an, ob eine Lösung sauer, neutral oder alkalisch ("basisch") reagiert.

* Cyanadin ist eine Farbsäure, sein Molekül ist sehr kompliziert gebaut: Es hat zwei OH-Gruppen, die Protonen abgeben können. Darauf beruht der Farbwchsel der Lösung.

↳ Welche Substanzen werden getestet?

* Zitronensaft

* Leitungswasser

* Waschmittel (Lösung)

* Essig

* Backpulver (Lösung)

↳ Material und Chemikalien:

* Substanzen

* Pasteurpipetten

* Rotkrautsaft

* Erlenmeyerkolben + Rack (gestellt)

<u>Substanzen</u>	<u>Farbe</u>	<u>pH-Wert</u>
* Zitronensaft	rot	0 - 1
* Essig	rosa	3
* Leitungswasser	lila	4 - 5
* Backpulver	blau	7
* Waschmittel	gelb	10 - 14

Salzsäure - HCl

- ↳ Sie ist Bestandteil des Magensaftes
- ↳ deren Salze heißen: Chloride

Schwefelsäure - H_2SO_4

- ↳ Konzentrierte Schwefelsäure ist stark ätzend
- ↳ deren Salze heißen: Sulfate

Salpetersäure - HNO_3

- ↳ ist eine sehr starke Säure.
- ↳ deren Salze heißen: Nitrate

Kohlensäure - H_2CO_3

- ↳ ist eine schwache Säure
- ↳ deren Salze heißen: Carbonate (z.B. Kalkstein - CaCO_3)

Phosphorsäure - H_3PO_4

- ↳ ist ein Bestandteil von Coca Cola
- ↳ deren Salze heißen: Phosphate

Tafelbild_Lehrperson A.

Säure	Teilchen, das Protonen abgibt; Salzsäure, Kohlensäure, Hydrogencarbonation
Base	Teilchen, das Protonen aufnimmt; Ammoniak, OH^- Ionen, Hydrogencarbonation
Protolyse	Abgabe eines Protons
konjugiertes Säure-Base-Paar	Teilchen, die sich durch ein H^+ -Ion unterscheiden
Ampholyt	Teilchen, die sowohl als Säure, als auch Base reagieren können. brauchen ein H (pos. polarisiert), freies e-Paar zur Protonenaufnahme

Tafelbild_Lehrperson F.

saure und basische Lösungen

In deinem Alltag:

sauer:

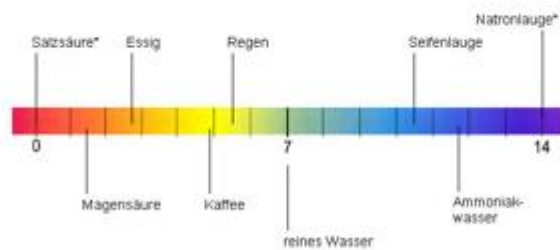
„macht lustig“,
zusammenziehender Geschmack,
ätzend
Zitrone, Essig,...

basisch (alkalisch):

glitschig, seifig, trocknet die Haut aus,
brennt in den Augen,
Seifenlauge, Laugenweckerl,...

Indikator

= **Farbstoff**, der in saurer bzw. basischer Lösung eine andere Farbe zeigt



*bei Konzentration 1 mol/l

Wie entstehen saure und basische Lösungen?

Eine **saure Lösung**
entsteht aus
Nichtmetalloxid in Wasser

Eine **basische Lösung (=Lauge)**
entsteht aus
Metalloxyd in Wasser

Versuch:

Was wird gemacht? Was beobachte ich?

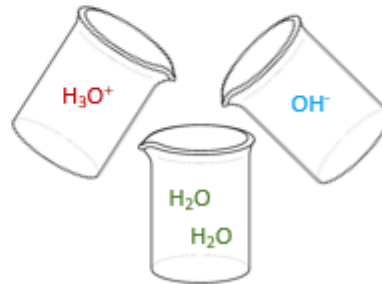
Was hat das mit meinem Alltag zu tun?

Neutralisation:

Saure Lösungen werden mit **basischer** Lösung **neutralisiert**

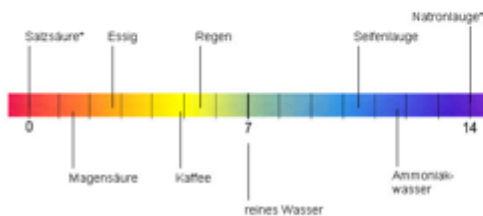
Saure Lösungen enthalten viele H_3O^+ -Ionen.

Basische Lösungen enthalten viele OH^- -Ionen.



Indikator und pH-Wert

Indikator = Farbstoff,
der in saurer bzw. basischer Lösung
eine andere Farbe zeigt



pH-Wert = Zahl zwischen 0 und 14,
die angibt ob eine Lösung
sauer oder **basisch** ist:

$0 < \text{pH} < 6$	$\text{pH} = 7$	$8 < \text{pH} < 14$
sauer	neutral	basisch
$\text{H}_3\text{O}^+ > \text{OH}^-$	$\text{H}_3\text{O}^+ = \text{OH}^-$	$\text{H}_3\text{O}^+ < \text{OH}^-$

Säure / Base

Säure ist eine Verbindung, die H^+ an eine Base **abgibt**.

Base ist eine Verbindung, die H^+ von einer Säure **aufnimmt**.

Wasser ist sowohl Säure als auch Base. (= Ampholyt)

Säure-Base-Reaktion:

= Reaktion, bei der Protonen = H^+ übertragen werden.



3 Beispiele – Beobachtung – Reaktionsgleichung:

- Ammoniak mit Salzsäure
- Salzsäure mit Wasser
- Ammoniak mit Wasser

Beispiele für Säuren / Basen

Salzsäure HCl
Schwefelsäure H_2SO_4
Kohlensäure H_2CO_3
Salpetersäure HNO_3
Essigsäure CH_3COOH
Hydronium H_3O^+
Wasser H_2O

Ammoniak NH_3
Hydroxid OH^-
Wasser H_2O

7.6 Transkripte

1 A_Transkript_H.

2 Datum: 25. Januar 2022

3 Durchführung des Interviews: am Schulstandort

4 Dauer des Tonbandmitschnitts: 46 Minuten, 22 Sekunden

5 Besonderheiten während des Interviews: keine

6 F: Ja, dann schönen guten Nachmittag. Zunächst einmal ein großes Dankeschön für Ihre Gesprächsbereitschaft. Wie Sie wissen, verfasse ich gerade am Österreichischen Kompetenzzentrum für Didaktik der Chemie, kurz AECC Chemie an der Universität Wien im Bereich der Chemiedidaktik meine Masterarbeit. Im Rahmen dieser werde ich eine Interviewstudie mit Lehrerinnen und Lehrern durchführen. Mit dieser möchte ich untersuchen, wie das Thema „Säuren und Basen“ in der Sekundarstufe I unterrichtet wird. Dieses Thema nimmt, wie Sie wissen, eine wichtige Stellung im Chemieunterricht ein. Gleichzeitig stellt es Lernende häufig vor besondere Herausforderungen, weswegen die Forschung auf diesem Gebiet unerlässlich ist. Mit Ihren Ausführungen leisten Sie deshalb einen sehr wertvollen Beitrag für diese Arbeit und dieses Forschungsgebiet. Ich denke, das Interview wird circa eine dreiviertel Stunde Zeit in Anspruch nehmen. Das heißt, Sie können sich für Ihre Ausführungen viel Zeit nehmen, Sprechpausen sind überhaupt kein Problem. Ich werde das Interview mit einem Audiogerät aufzeichnen. Unser gesamter Gesprächsverlauf, inklusive der unterrichtsbezogenen Daten, bleibt dann in der Arbeit allerdings nur in transkribierter Form erhalten. Wichtige persönliche Daten wie Name, Geburtsdatum, Schulstandort werden nicht erwähnt. Falls Sie damit einverstanden sind, würden wir nun beginnen.

7 L: Okay.

8 F: Ja vielleicht zu Beginn einmal, erzählen Sie doch einfach einmal als Einstieg, wie lange Sie schon Erfahrungen im Lehrberuf haben.

9 L: Ich unterrichte seit 95 und hauptsächlich dann, damals hauptsächlich Physik und mittlerweile fast nur noch Chemie. Also mit sehr vielen Chemiestunden, mit einigen Physikstunden und habe zwei, drei Jahre Pause dazwischen gemacht.

10 F: Und wie ist so Ihre Erfahrung mit Unterstufen-Klassen in Chemie?

11 L: Das ist sehr unterschiedlich für mich, weil die Gruppendynamik manchmal gerade in der vierten Klasse je nach Phase in den Klassen sehr unterschiedlich sein kann. Das heißt, eine Klasse kann in einer Woche sehr ruhig erscheinen und in der nächsten Woche aus, also jetzt nicht von mir gesetzten Impulsen ein ganz anderes Verhalten zeigen. Also das ist für manchmal sehr interessant. Entweder es war gerade ein Skikurs und sie sind gerade ganz aufgewühlt und sie geben es ungefilterter wieder als eine Oberstufenklasse.

12 F: Vielleicht noch zu Ihrer Ausbildung. Wo haben Sie studiert?

13 L: In Wien an der TU.

14 F: Okay. Lehramt?

15 L: Technische Uni, Lehramt, Physik und Chemie.

16 F: Gut. Ja dann hätte ich gesagt, gehen wir vielleicht gleich ein bisschen tiefer in die Materie. In der Chemiedidaktik sprechen wir ja immer über Konzepte,

..Donator-Akzeptor-Konzept

17

zentrale Prinzipien, wenn wir komplexere Sachverhalte den Schülerinnen und Schülern näher bringen möchten. Also z.B. wäre ein zentrales Konzept beim Thema Redoxreaktionen, dass bei einer Oxidation Elektronen abgegeben und bei einer Reduktion Elektronen aufgenommen werden. Das Ganze unterliegt dem sog. Donator-Akzeptor-Konzept. Wie Sie wissen, sprechen wir heute aber über das Thema „Säuren und Basen“. Welche Konzepte sollen die SuS bei diesem Thema lernen?

L: Ich glaube, dass die Schüler einen Umriss brauchen von ihrem Alltagswissen her (...), dass es Säuren gibt und dass es das Gegenteil, eine Base gibt. Ich glaube eines der Konzepte, ist dieses Donor-Akzeptor-Prinzip, dass es den Akzeptor geben muss. Also den Donor kennen die Schüler meistens aus dem Alltag zumindest begrifflich und für sie braucht es ja keine Base, um als Säure reagieren zu können. Ich glaube, das ist eines der wichtigsten Konzepte, die man ihnen mitgeben muss, und dass der pH-Wert selbst jetzt nicht unbedingt direkt mit dem zutun hat. Den kennen sie auch manchmal aus dem Alltag und dass das aber eigentlich zwar einen Zusammenhang zeigt, aber einen unterschiedlichen, eine unterschiedliche Grundlage hat. Konzept eigentlich nicht, weil es dazugehört, aber der Hintergrund ist anders.

18

F: Ja, können Sie diesen Hintergrund ein bisschen näher für mich beschreiben, was sie da genau meinen?

19

..Weitere

L: Es ist so, dass für mich wichtig ist, dass die Schüler wissen, es gibt starke Säuren und es gibt stark saure Lösungen und ich versuche es immer prinzipiell so zu sagen, dass wenn man einen Tropfen von einer Salzsäure in ein Schwimmbecken, wird das zwar eine starke Säure sein, aber sicher nicht der niedrige pH-Wert. Andererseits schon auch die Betonung, dass mit einer schwachen Säuren kein sehr niedriger pH-Wert angestellt werden kann.

20

F: Ja, Sie haben jetzt schon einige wichtige Begriffe genannt, also Säure, Base, saure Lösung, pH-Wert. Welche weiteren Begriffe sind für Sie bei diesem Thema „Säuren und Basen“ zentral?

21

..„Neutralisation“

..Neutralisationsreaktion un

..Säuren und Basen

L: Natürlich die Salzbildung durch die Neutralisation, die gehört für mich ganz stark dazu. Das ist das eine. Ich überlege gerade, Begriffe noch (-). Der Begriff der Säure im Zusammenhang mit dem Sauerstoff, dass man das ursprünglich angenommen hat über die organischen Säuren und dass das heute eben nicht mehr so definiert ist. Also dass man auf sehr viele Definitionen (...), aber das kennen die Schüler schon aus dem Atombegriff, dass sich Begriffe manifestieren, ohne dass sie noch Ihre ursprüngliche Bedeutung haben. Also das glaube ich, da ist ein wichtiger Begriff noch dabei und natürlich der Indikator. Also der Indikator gehört sicher als Begriff hierher mit dem *indicare*, mit dem Anzeigen.

22

F: Ja, und jetzt vielleicht konkret: Was für Unterrichtsziele streben Sie mit Ihrem Unterricht beim Thema „Säuren und Basen“ an?

23

..Säuren/Basen_Vetreter, Vorkc

..Neutralisationsrea

..Trennung der Eben

..Trennung der Eben

..Sicherheit

..Sicherheit

..Thematische Bezüge

..pH-Wert und Indikatoren

..pH-Wert und Indikatoren

L: Ich hätte gerne, dass die Schüler Beispiele nennen können, Vertreter, dass sie wissen, dass das immer in einer Donor-Akzeptor-Grundlage passieren muss, dass man Säure mit einer Base neutralisieren kann und damit auch unschädlich unter Umständen. Die Gefährlichkeit von ätzenden Säuren, also die Gefahr, die Säuren immer geben, auch mit der Betonung, dass die Basen eigentlich das Gefährlichere oft sind. Also das Gefahrpotenzial sollten sie besser einschätzen können. (-) Und ja, ich glaube, also früher war es auch ein ganz starkes Thema, die Umwelt, der saure Regen. Das ist heutzutage nicht mehr ganz so ein zentrales Thema im Umweltbereich, weil ja der Treibhauseffekt glaube ich um einiges (...) gesehen wird oder die Ozonproblematik. Also ich glaube das einmal. Das wären für mich einmal die ersten. Und dass sehr viele Dinge pH-Wert abhängig sind, also, dass der pH-Wert für uns Menschen so wichtig ist, menschlichen Begriff, dass sie das auch irgendwie lernen; dass sie wissen, dass so um 7 herum dann schon sehr wohlführend oder halt eben leicht sauer und

..Thematische Bezüge		24	nicht basisch. Ja, ich glaube das wäre für mich einmal. Technologieeinsatzung oder die Gewinnung, dass ihnen nun mal klar wird, warum wir so viel von diesen Grundchemikalien brauchen, also als Grundchemikalie. Das fängt bei der Schwefelsäure an und geht zur Salpetersäure für die Düngemittel. Das glaube ich.
..Säuren und Basen		25	F: Okay, ja. Sie haben auch schon die Neutralisationsreaktion erwähnt. Was sollen die Schülerinnen und Schüler Ihrer Meinung nach dazu verstanden haben?
..Neutralisationsreaktion un		26	L: Also die Definition von der Säure und von der Base hat sich im Laufe meiner Unterrichtszeit insofern geändert, dass wir jetzt ja ganz besonders darauf auf das Teilchen, auf die Teilchenebene gehen bei der Säure und bei der Base. Dass sie eben wissen, dass dann ein Salz entsteht, das quasi ein Nebenprodukt ist, aber für die Schüler zum Erkennen der Reaktion ganz wichtig ist, also dass das Wasser entsteht. Und dann auch das Salz und dass man auch so Salze gewinnen kann natürlich.
..Neutralisationsreaktion un		27	F: Ja, könnten Sie mir da vielleicht ein konkretes Beispiel geben?
..Schülerversuch		28	L: Also prinzipiell gibt es, versuche ich im Laufe des Chemiejahres das Natriumchlorid in den verschiedenen Möglichkeiten es zu gewinnen oder herzustellen zu vergleichen. Und die Schüler machen als erstes selbst das Experiment mit der Salzgewinnung aus dem Wasser, aus der Soda-Lösung. Und dann mache ich irgendwann mal im Laufe des Jahres Natrium und Chlor, direkt aus den Elementen und dann lernen sie noch eine Möglichkeit, die auch chemisch ist. Das ist Natriumchlorid aus Salzsäure und Natronlauge, aus verdünnter natürlich.
..Lehrerversuch		29	F: Ja, ich habe in diesem Zusammenhang auch einen Merksatz mitgebracht, den man sehr häufig in Schulbüchern findet. Da findet man nämlich recht häufig folgenden Satz: „Bei der Neutralisation reagieren Säure und Base unter Bildung von Salz und Wasser.“ Kommentieren Sie mir bitte diese Aussage.
..Neutralisationsreaktion un		30	L: Also ich muss zugeben, für die die vierte Klasse finde ich diesen Satz eigentlich okay, weil die Schüler sehr schnell das Salz finden. Also in der vierten Klasse würde ich den Satz auch nicht von einem Viertklässler korrigieren. Ich würde ihn so nicht ganz formulieren, aber das Problem ist das Wort „Neutralisation“ glaube ich. Es ist ja nicht so, auch wenn sie in stöchiometrischen Mengen reagieren, entsteht ja trotzdem manchmal ein saures und ein basisches Salz und ich meine die Fehler sind mir klar, die da drinnen stehen, also ein paar Fehler sind mir zumindest klar, sagen wir es mal so, aber, also das würde ich als chemischen Fehler sehen. Für mich würde das in der vierten Klasse tatsächlich aber reichen, muss ich zugeben. Also man nennt das „Neutralisationsreaktion“. Ich würde nicht bei der „Neutralisation“ sagen. Also das würde ich auf jeden Fall nicht so formulieren. Deshalb meine ich, ich würde es ein bisschen anders, weil es ja nicht unbedingt neutral rauskommen muss. Und ich würde schon auf das pH-neutral irgendwo im vorigen Satz oder im Nachsatz hingeben, nicht dass sie glauben, dass sich nur Plus und Minus neutralisiert elektrostatisch.
..Angemessenheit		31	F: Ja, also und in dem Zusammenhang findet man auch immer wieder Begriffe „Neutralisation“, „Neutralisationsreaktion“, „neutrale Lösung“. Inwiefern machen Sie hier einen Unterschied?
..Angemessenheit			L: Ich glaube nicht so, dass es die Schüler bemerken. Für mich ist die pH-Wert-Diskussion erst in der Oberstufe relevant und da übe ich aber wirklich ungefähr eine halbe Stunde lang Zehnerpotenz-Rechnen. Also das Minus-Logarithmus der Konzentration, das übe ich, das geht mit den Viertklässlern nicht. Daher ist dieses Neutrale mit dem pH-Wert 7, das schießt ja für die Unterstufe aus dem auf. Also, das wird auch nicht näher erklärt, warum der pH-Wert zwischen 0 und 14 ist und nicht darüber und nicht darunter geht. Also, das ist eine
..Trennung der Ebenen			
..Didaktische Reduktion u. wegr			
..pH-Wert und Indikatoren			

..pH-Wert und Indikatoren



Definition. Die lernen sie. Sie lernen sie aufgrund des Indikatorstreifens von 0 bis 14 aufgrund der Farben, die es gibt. Dass fast alle Lösungen oder viele Lösungen, die ich ihnen ausgeben, schon davor eigentlich schon bei 0 und 14 sind. Eine einmolare Natronlauge oder einmolare Salzsäure und dass ich auch zweimolare mal ausgegeben habe, das verrate ich ihnen ja nicht. Für mich ist der pH-Wert kritisch, weil man ihn eigentlich nicht verwendet, also weil man ihn nicht definieren kann in der Unterstufe.

32

F: Wie thematisieren Sie dann den pH-Wert?

..pH-Wert und Indikatoren



33

L: Aus dem Alltag heraus, was „neutral“ bedeutet, dass reines Wasser als „neutral“ definiert wird klarerweise und dass dann die, dass „pH-neutral“ auch ein Begriff ist, dass das „neutral“ einfach frei definiert worden ist, aufgrund Wasser als Lösungsmittel 7 hat und nicht weil heutzutage würden wir jede Skala mit 0 beginnen wollen oder mit dem absoluten Nullpunkt. Also von 0-14 und 7 ist das in der Mitte ist das sowieso schräg. Das ist ja noch schlimmer als die Grad-Celsius-Skala, die dann ins Minus gehen kann.

34

Ja, danke auf jeden Fall für diesen Input. Bevor wir da jetzt noch zu sehr ins Detail gehen, vielleicht nochmals zu diesen Merksätzen in Schulbüchern: Kennen Sie vielleicht ein Beispiel, oder haben Sie eigene Erfahrungen mit ähnlichen Aussagen, die immer wieder gerne kommen, aber die sie für fachlich unangemessen halten? Jetzt bei den Säuren und Basen.

35

L: Ich überlege gerade. Naja es hängt ja auch immer von dem Partner ab, ob es als Säure oder Base reagiert. Also häufig ist es natürlich kritisch, wenn man dann eben bei einigen Stoffen die Möglichkeit hätte, vor allem dann bei den, aber das kommt eigentlich in der Unterstufe fast nicht vor, aber dass Wasser einmal als Säure fungiert und einmal als Base, je nachdem was für einen Partner man hat, unterrichte ich in der Unterstufe nicht, weil ich die Protolysereaktion selbst nicht unterrichte. Ich lasse die H_3O^+ -Ionen ja gar nicht entstehen. Also ich versuche da ja auszuweichen, indem ich eigentlich diese Neutralisationsreaktion zwar anschreibe, aber nicht die Protolysereaktion.

..Didaktische Reduktion u. v



..H+ statt H3O+



36

F: Ja, wie sieht diese Neutralisationsreaktion dann aus?

..Trennung der Ebenen



..Darstellungsformen



37

L: Die Natronlauge wird natürlich mit Na^+ und OH^- angeschrieben. Das haben sie vorher schon gelernt und das HCl kommt tatsächlich als HCl und dann halt wenn das „aquatisiert“ dazuschreibe.

38

F: Oke. Gut. Als nächstes möchte ich, dass wir über die einzelnen Phasen des Unterrichts sprechen, also Planung, Durchführung und Reflexion. Beschreiben Sie zunächst einmal, wie Sie bei der Planung zu diesem Thema vorgehen. Sie haben wahrscheinlich mittlerweile viel Routine, (-) aber vielleicht, mit welchen Materialien möchten Sie, dass die Schülerinnen und Schüler arbeiten?

39

L: Das „Säure-Base-Kapitel“ kommt relativ spät doch erst im Sommersemester, also im Anfang des Sommersemesters. Ich mache Redox vorher. Das heißt, sie haben Säuren schon kennengelernt. Also sie wissen schon, dass es Säuren gibt und sie kennen auch eben Säuren. Das heißt, zuerst kommt es sicher zu einer Aktivierung des Alltagsbegriffes, der geschichtliche Hintergrund, organische Säuren kommen meistens, Essigsäure. Also zuerst kommt die Aktivierung, die sie kennen von mir.

..Planung und Einstieg



40

F: Wie sieht dieses Aktivierung aus?

..Lehrevortrag/Schüler-Lehrer-



41

L: In einem Lehrer-Schüler-Gespräche tatsächlich: „Welche Säuren kennt ihr?“ Und dann verrate ich eben noch einmal die Definition geben und die lasse ich auch wirklich ins Buch schreiben, die lasse ich auch wirklich ins Buch schreiben und dann ist es eigentlich schwieriger die Base zu definieren. Also das Gegenteil, also dass H^+ -Ionen abgibt kommt und ich muss zugeben, bei der HCl unterrichte ich sogar in der Unterstufe, dass die H^+ -Ionen abgeben, fällt mir auf. Also eigentlich kommt die Protolysereaktion schon auch vor, aber nicht auf

..Tafelbilder und Mitschriften



..Lehrerherausforderungen



..Didaktische Reduktion u. weg



..Säuren/Basen_Vertreter, V	
..Lehrerherausforderungen	
..Säuren und Basen	
..Arbeitsblätter/vorgegebene Pl	
..Schulbuch	
..Lehrerversuch	
..Trennung der Ebenen	
..Säuren/Basen_Vertreter, V	
..Trennung der Ebenen	
..pH-Wert und Indikatoren	

das H_3O^+ . Das mache ich glaube ich nicht. Aber dass die Säure H^+ -Ionen abgibt, das kommt sehr wohl vor. Für mich ist das Schwierige dann die Natronlauge, weil „Lauge“ sollen sie nicht sagen, aber der Eigenname der Base ist halt blöderweise der Begriff „Lauge“, den sie eigentlich nicht verwenden sollen.

42 F: Mhm. Sie haben mir da auch eine Textmitschrift bereitgestellt. Hier wird auch definiert, "historisch: sauer, Säuren, Sauerstoff. Säure gibt H^+ -Ionen ab." Wie definieren Sie dann im Gegenzug dazu, weil Sie auch davon gesprochen haben, die Base?

43 L: Also an sich die, also ans sich die Base für mich, weil ich ja das Donor-Akzeptor-Prinzip irgendwo brauche, das nächste Kapitel, ich sage ihnen auch gleich, dass sie das eher nicht so kennen, und das sollte ihnen auch zu denken geben, weil die Sammlung, die hier zum Beispiel jetzt gerade in dem Heft steht. Das haben die Schüler gesagt, deswegen ist sie auch so chaotisch. Also das sind die Beispiele, die hier die Schüler gesagt haben. Das hat ja chemisch keine Ordnung. Und deswegen war ich damals Desoxyribonukleinsäure und habe mir nur gedacht: „Oh Gott. Ich will jetzt gar nicht über die DNS sprechen, aber die Schüler haben sie genannt.“

44 F: Ja, und zu dieser Definition. Haben Sie den Schülerinnen und Schülern diese Definition so gegeben?

45 L: Wir haben es im Buch gelesen und dann haben wir das kurz zusammengefasst. Also heute, das Buch ist aus dem 2016er Jahr, würde ich schon das Säureteilchen, ich würde auf das Wort, also auf das Wort „Teilchen“ heutzutage tatsächlich auch bestehen. Ich würde es tatsächlich so aufschreiben, ja, also eine Säure gibt H^+ -Ionen ab. Und ich erwähne auch den Brönsted nicht näher.

46 F: Gut, und das fassen sie für die Schülerinnen und Schüler an der Tafel zusammen, also das stammt von ihrem, es ist ein Tafelbild?

47 L: Das wäre das Tafelbild, wobei wir eben parallel mit dem Buch in diesem Kapitel gearbeitet haben.

48 F: Welche weiteren Materialien setzen Sie im Unterricht ein? Also zum einen Tafelbilder. Setzen Sie Arbeitsblätter ein? Animationen? Versuche?

49 L: Arbeitsblätter hauptsächlich in Form von Experimentieranleitungen, also weniger als Ausfülltext, oder als Arbeitsblatt, weil sie, weil ich mich da für das Buch entschieden habe, dass sehr viele Arbeitsteile hat. Also ich habe auch schon mit anderen Büchern gearbeitet. Da arbeite ich so, dass ich ihnen mehr Arbeitsblätter geben, wenn sie ein Nachschlagwerk haben und so ist es aber so, dass ich sehr viel eigentlich dann im Buch arbeiten lasse, weil ich mir dann oft denke von meiner Erfahrung, dass sich dann die Eltern leichter tun, wenn sie die Ortung im Buch irgendwie nachlesen können, falls ein Kind eine Frage hat, sollte es natürlich den Lehrer fragen, aber es kann immer wieder passieren, dass sie halt trotzdem zuhause fragen. Also Arbeitsblätter eher im Buch, die erstelle ich nicht. Zum Säure-Base-Kapitel gibt es Experimente von den, also ich mache Lehrerexperimente zu den besonderen Eigenschaften der Säure, wie Schwefelsäure, Salpetersäure. Die Schüler machen Experimente mit den Indikatoren und an sich aus diesem Kapitel glaube ich, dass ich Essigsäureherstellung. Aber die mach ich erst in der Organik.

50 F: Können Sie beschreiben, wie dieser Versuch mit den Indikatoren konkret aussieht?

51 L: Die Schüler lernen auf der einen Seite die Säuren und Basen kennen, insofern, dass sie wissen, dass es eine Säure und eine Base ist. Also sie wissen die Säure und die Base, die 0,1 molar ist und sie sollen die Indikatoren, die es gibt, also Farbstoffe, die natürlich auch vorkommen, wie eben das Rotraut, der Malventee, sollen sie schauen, welche Farbe sie zeigen und zu verschiedene

..Schülerversuch		pH-Werten. Also sie kriegen normalerweise den Universalindikator, eine chemische Mischung und die beiden Naturstoffe und sollen einmal nur feststellen, es gibt anscheinend, wenn man da die Flüssigkeiten dazugibt, die Möglichkeit verschiedene Farben mal zu erwischen und da verlange ich meistens beim Rotkraut drei verschiedene Farben. Die müssen sie schaffen in der Unterstufe und dann vergleichen wir, welche Farben sie geschafft haben.
	52	F: Was für Ziele streben mit diesem Versuch an?
	53	L: Dass man während, durch von verschiedenen Mengen an Natronlauge und Salzsäure verschiedene pH-Wert-Mischungen schafft.
	54	F: Einen weiteren Versuch, den Sie einsetzen, ist ein Versuch zur Neutralisationsreaktionsreaktion, wo sie die Schülerinnen und Schüler Natriumchlorid herstellen lassen. Wie sieht dieser Versuch konkret aus und was beabsichtigen Sie damit?
..Neutralisationsreaktion und Si	55	L: Auf der einen Seite mache ich die Konzentrationsverhältnisse. Also es sollte den Schülern klar sein, dass, wenn sie eine konzentriertere Natronlauge-Lösung haben, dass sie mehr Salzsäure dazugeben müssen, um es zu neutralisieren. Sie haben hoffentlich vorher schon kennengelernt, welche Farbe der Indikator haben sollte. Dann müssen sie das Experiment im Prinzip ohne Indikator wiederholen und dann das Wasser verdunsten und dann sehen, wie das Natriumchlorid. So sieht einmal das Experiment aus. Deswegen sollen sie vorher die Farben vom Indikator kennenlernen, damit sie das abschätzen können, was neutral ist. Und dass dann wirklich der weiße Rückstand ist. Mir ist wichtig, dass aus, die Wiederholung aus der Sole heraus, dass Natriumchlorid aus Stein einfach durch Lösen gewonnen werden kann, eben aber auch durch diese chemische Reaktion.
..Schülerversuch		
.. "Salzbildung"		
	56	F: Sonstige Inhalte, die Sie jetzt in der Unterrichtsdurchführung behandeln?
..Anknüpfung an andere Themen	57	L: Bei Säuren-Basen, ich überlege gerade (-), nur in der Anwendung später oder vorher. Beim Bleiakku kommt die Schwefelsäure vor. Essigsäure haben wir bei Redox verwendet für Magnesium auflösen. Also an sich kennen sie die Säuren schon. Ich verwende diese Experimente aber nicht mehr gezielt im Säure-Base-Kapitel.
	58	F: Oke. Wo sehen Sie insgesamt Herausforderungen bei der Unterrichtsdurchführung beim Thema „Säuren und Basen“.
..Lehrerherausforderungen	59	L: Dass man nicht in die Oberstufendefinitionen reinfällt, die klarer werden, das ist allgemein im Unterricht, die werden klarer und präziser. Also wie viel Wahrheit vertragen sie und wie wenig lügen, also vereinfachen können wir, ohne was falsches zu sagen.
	60	F: Können Sie das vielleicht an einem konkreten Beispiel festmachen, damit ich eine bessere Idee davon bekomme?
	61	L: Ich überlege gerade, weil ich habe noch nicht Säure-Base dieses Jahr unterrichtet (lachend), ob mir noch was einfällt in diesem Kapitel. Sie fragen sehr wohl, warum der pH-Wert so komisch definiert ist. Also das geht ihnen schon ziemlich auf die Nerven. Das Einzige, was sie dann wirklich beruhigt, ist es am Packerl oben steht.
	62	F: Wie definieren Sie da persönlich den pH-Wert?
..H+ statt H3O+	63	L: Er ist so definiert. Also ich da über die Konzentration, wie viele von diesen H ⁺ -Ionen drinnen sind, also dass das p, also wenn sie nachfragen, kommt sehr wohl, dass das H für diese H ⁺ -Ionen, oder ich sage dann nur H ⁺ -Ionen in der Unterstufe steht, und dass das p etwas mathematisches bedeutet. Also das ist so dass wie multiplizieren, quadrieren, irgend so eine Funktion halt und dass man dann auf 0 bis 14 kommt, um leichter sprechen zu können und dass das eben keine wahnsinnig konzentrierten starken Säuren oder Basen sind,

..Schulbuch

..Arbeitsblätter/vorgegeben
..Lehrzielkontrolle

..Lehrerherausforderungen

..Trennung der Ebenen
..Lehrerherausforderungen

sondern dass das eben eigentlich nur um so biochemisch relevante Konzentrationen geht.

64 F: Mhm. Lassen Sie diese wichtigen Definitionen dann die Schülerinnen und Schüler ins Heft schreiben?

65 L: Also genau so wie man es da jetzt sieht zum Beispiel, nur mit diesen paar Worten, also nicht in wahnsinnig komplizierten Sätzen, so stehen sie im Buch. Also wir lesen sie im Buch durch, sie dürfen sich es anstreichen und ich halte es aber dann in einer Wortgruppe, sage ich jetzt einmal fest. Das was sie nachher verwenden sollen davon.

66 F: An dieser Stelle vielleicht gleich die Frage, was für ein Buch verwenden Sie?

67 L: Das Becker-Buch *Chemie heute*.

68 F: Und das haben Sie damals auch schon verwendet?

69 L: Ja.

70 F: Also wir haben jetzt Unterrichtsplanung, die Durchführung gesprochen, was jetzt noch fehlt ist die Reflexion. Inwiefern reflektieren Sie durchgeführte Unterrichtsstunden?

71 L: Mit den Schülern was hängen geblieben ist, oder ich selber wie der Unterricht verlaufen ist?

72 F: Vielleicht noch die konkretere Frage: Wie kontrollieren Sie, ob die Schülerinnen und Schüler Ihre, oder die gewünschten Lernziele erreicht haben.

73 L: Da gibt es einige Übungsphasen immer wieder. Da gibt es wirklich auch Arbeitsblätter. Also zum Üben gibt es diese Arbeitsblätter dann, also nachdem der Unterricht durchgeführt worden ist. Wir haben an unserer Schule auch einige selbstständige Lernphasen, wo das dann auch vorkommt. Mit sehr vielen Wahlaufgaben zur Vertiefung.

74 F: Wie sehen diese Vertiefungsaufgaben aus?

75 L: Meistens dann teilweise schon auf Englisch. Mehr aus dem Haushalt heraus, wie die Rätsel. Sie haben meistens Pflichtaufgaben, wo sie halt eben im Prinzip das in der Schule gebrachte, also das im Lehrervortrag gebrachte, an einem anderen Beispiel wiederholen und dann eben auch wirklich vertiefen können.

76 F: Ja. Dann möchte ich vielleicht an dieser Stelle gleich weitergehen zu den Schülerinnen und Schüler – Herausforderungen. Wo sehen Sie beim Thema „Säuren und Basen“ Herausforderungen, die die Schülerinnen und Schüler haben?

77 L: Diese H^+ -Ion, dass eigentlich ein Molekül darstellt bis dorthin neutral sein sollte halbwegs, also leicht polarisiert, dass das dann wirklich weggeht und was negatives zurücklässt. Also das kann man natürlich schon ein bisschen zeigen an der HCl. Also das Molekül kennen sie und wenn man dann einmal im Molekülbaukasten das darstellt, dass es das weggibt, ist es auch schön. Aber ab den anderen interessanten Säuren ist das eigentlich echt schwierig. Also Kohlensäure, Phosphorsäure mit der Oktettüberschreitung, also es dann alles schlimm, wenn man dann wirklich Moleküle zeichnet, wo man dann zeigt, dass Elektron halt beim Anion zurückbleibt.

78 F: Inwiefern, ist es dann bei den anderen Säuren schwierig?

79 L: Weil die Säure selbst so kompliziert aufgebaut ist. Das fängt schon beim Essig an. Also wenn ich nur eine Kugel zeichne und das eine H weg und die Kugel ist halt alles, dann kann man das zeigen, aber dann sind eigentlich, und sobald es interessant wird mit Schwefelsäure, sind halt die Molekülzeichnungen halt und die Lewis-Darstellungen halt eigentlich für die Unterstufe nicht mehr tauglich.

80 F: Wie erkennen Sie, dass die Schülerinnen und Schüler etwas nicht verstanden

		haben?
..Lehrzielkontrolle	81	L: An sich ist es schon so, dass sehr viele nachfragen. Der Unterricht ist schon so gestaltet, dass sie, wenn sie sich nicht auskennen, meldet sich dann doch meistens jemand, der ich erfahrungsmäßig in der größeren Gruppe nicht auskennt. Ich gehe häufig bei diesen Übungen und auch beim Ausfüllen im Buch wirklich herum und schaue mir bei jeden an, was er hinschreibt. Also da gehe ich sehr viel herum, ist jetzt mit Corona bisschen schwieriger mit den Masken, weil die Distanz natürlich eingehalten gehört. Aber an sich haben sie immer was zum Schreiben und für die Übungen so einen Übungszettel und ich schaue mir wirklich an, was der Einzelne aufschreibt. Es gibt auch immer Stundenwiederholungen in der nächsten Stunde, aber nur mit den Inhalten der vorigen Stunde.
..Lehrzielkontrolle	82	L: Wie sehen diese Stundenwiederholungen aus?
	83	L: Die sind eine kleine Frage zum vorherigen Stoff, also zum Stoff der vorigen Stunde mit Minus, Plus, Ring. Also da können sie auch wirklich Minus kriegen. Sie können bei mir im Unterricht fachlich kein Minus kriegen. Also auch wenn sie eine Frage stellen. Sie kriegen jetzt kein extra Plus für die Frage, das auch nicht, aber sie kriegen niemals ein Minus, wenn sie etwas fragen.
	84	F: Und diese Wiederholung, die ist mündlich?
	85	L: Mündlich.
	86	F: Und es werden alle Schülerinnen und Schüler drangenommen oder...?
..Schülerherausforderungen	87	L: Ungefähr vier bis fünf, je nachdem wie viel Stoff vorher da war. Also ich prüfe jetzt nicht jedes Detail ab, aber das große, damit sie sich eben wieder erinnern und dass sie sich wieder aktivieren, auch mit dem, dass sie sich überlegen, was sie sagen. Manchmal auch Wert darauf, dass sie wirklich in ganzen Sätzen sprechen. Das ist sehr schwierig für die Schüler, vor allem sie scheitern sehr häufig am Zeitwort. Also die Hauptwörter schupfen sie einem noch zu. Deswegen ist es manchmal sehr schwierig abzuschätzen, ob sie es verstanden haben, wenn man selbst den Satz dann rund herum baut und der ist ja dann meistens richtig. Also das ist wirklich eine Qual für sie.
	88	F: Und wenn sie da jetzt Schwierigkeiten bei den Schülerinnen und Schülern bemerken, wie versuchen Sie darauf einzugehen?
..Hilfestellungen	89	L: Dann machen wir meistens Übungen noch dazu. Es gibt sehr häufig, häufiger noch als früher, immer wieder so einen Bruch in der Mitschrift für die Schüler, wo ich wirklich Übungen und Wiederholungen definiere und dann geht es eben kreuz und quer, je nachdem welche Fragen sie stellen. (-) Und vielleicht noch zu der Methodik: Die Moodle-Quizze mache ich auch regelmäßig in der Unterstufe, immer wieder zur Übung. Das war vorher die Frage. Also Moodle-Quizze mache auch bei Säure-Base. Filme zeige ich manchmal auch an der Animation, aber nicht zu diesem Thema.
..Andere Materialien		
..Hilfestellungen	90	F: Wie sehen diese Moodle-Quizzes aus? Was wird da gefragt?
	91	L: Meistens ein Multiple-Choice, damit es auch technisch funktioniert für alle, auch wenn sie nur ein Handy mithaben. Und Inhalte aus dem Thema werden dann eben auf die Art nochmals wiederholt. Also auch mit den Abbildungen aus dem Buch (...). Aber sie dürfen Unterlagen und miteinander es im Unterrichtsgeschehen. Es ist nicht überprüfend gemeint, sondern einfach nur als Übung, ob ihnen klar ist, welche Fragen man eigentlich stellen kann und welche Antworten sie finden sollten. Kahoot und andere Dinge mache ich nicht zu diesem Thema. Also das hätte ich bis jetzt nicht.
	92	F: Gut. Ja dann bleiben wir vielleicht auch noch bei der Unterrichtsmethodik, damit ich da noch einen besseren Einblick in den Unterricht bekomme. Was erklären Sie lieber selbst und wo lassen sie die Schülerinnen und Schüler

..Gruppenarbeiten/selbstständig

93

eigenständig arbeiten?

L: Ich versuche ganz eigenständig werden zu lassen nach drei, vier Versuchen bei den Experimenten im Jahr. Und es ist dann für mich sehr wichtig, dass ich mich auch wirklich körperlich ein bisschen distanzieren, weil sonst greife ich hinein und mache das selber, weil ich auch gerne experimentiere natürlich. Das heißt, man sieht mich meistens am Rande stehen, tatsächlich ganz weit wirklich am Fensterbrett oder so, damit ich ja nicht ein Mitglied einer Gruppe werde. Also die Kleinen tendieren irrsinnig dazu, dass sich irgendjemand, der sehr anhänglich sich zeigt quasi, dann auch fachlich wirklich auch ein Gruppenmitglied aus einem macht. Das versuche ich stark zu verhindern. Also für mich ist ganz wichtig, wenn sie experimentieren, dann dürfen sie auch lauter sein, dann dürfen sie auch miteinander reden, dann darf da auch was neues passieren. Bei Variationen sage ich ihnen schon, sie müssen vorher fragen, ob das eh nicht gefährlich ist. Aber an sich sind sie da sehr eigenständig und sehr selbstständig. Arbeitsblätter, Übungen dürfen sie miteinander besprechen, sie dürfen Wissen auch von wo anders verwenden. Auch das ist für manche auch eigentlich oft überraschend. Ich glaube wirklich, dass es nicht ein Wissen nicht eine höhere Wertigkeit hat, wenn es von mir kommt. Also „von wem weißt du das?“ „Vom Papa.“ (einen Schüler imitierend). Dann ist das quasi das Wissen vom Papa, also vom Buch oder von irgendwo müssen sie es ja haben. Also man gebärt in dem Alter noch ganz selten selbst Konzepte, Ideen, die dann stimmen. Also das ist für mich ganz typisch, also dass sie sich wirklich auch da in Gruppen. Während des Lehrervortrags will ich wirklich, dass ich das allein mache und bei den Experimenten, auch wenn ich sie mache, weil sie ja gefährlicher sind oder komplizierter, da fang ich auch wirklich erst an, wenn sie ruhig sind, damit nichts passiert, also damit mir nichts passiert.

..Sicherheitsaspekte

..Gruppenarbeiten/selbstständig

..Sicherheitsaspekte

94

F: Stellen Sie im Unterricht auch Reaktionsgleichungen auf?

95

..Darstellungsformen

L: Wenige aber doch. Jedes Experiment, also fast jedes Experiment wird mit einer Reaktionsgleichung unterstrichen, dass man sieht, welche Stoffe, sobald ich die Bindungen eigentlich habe.

96

F: Wie sehen diese Reaktionsgleichungen aus? Sind das Wortgleichungen, chemische Symbole, gezeichnete Teilchen?

97

L: Alles, also quer durch, einmal so, einmal so. Also die Teilchen gewöhne ich mir ab, spätestens bei, also relativ früh. Die mache ich bei der Wasserelektrolyse, weil ja nur dort bei Molekülen, diese Teilchen einen Sinn machen. Also nur bei Wasserelektrolyse, Verbrennung von Kohlenmonoxid, sonst nicht. Da gehe ich sehr, also ich zeichne kein Metall und diese Dinge (...). Deswegen gehe ich davon weg. Bei den Kohlenwasserstoffen schon wieder. Bei Molekülen mache ich die Kugeln. Ansonsten mache ich die Buchstaben und ich betone immer die Bindung, also eigentlich sind mir die Koeffizienten relativ egal.

98

F: Buchstaben? Also Sie verwenden die Symbolschreibweise, Summenformeln?

99

..Darstellungsformen

L: Ja Summenformeln, Element, und ich lege eben schon Wert darauf, dass sie die Bindungen aufstellen können und ich schreibe auch immer die Wortgleichung mit. Also es kommt eine Wortgleichung und eine Elementgleichung.

100

F: Können Sie mir ein Beispiel geben für eine Reaktionsgleichung?

101

L: Die typischen Neutralisationsreaktion von Salzsäure und Natronlauge reagiert zum Natriumchlorid und Wasser.

102

F: Die schreiben Sie als Wortgleichung auf?

103

L: Und direkt darunter, oder darüber als Elementgleichung?

104

F: Wie sieht die Elementgleichung aus?

..Darstellungsformen

..Darstellungsformen	105	L: Vereinfacht genauso. Also HCl und NaOH für diesen Zweck.
	106	F: Also HCl. Sie können es auch aufzeichnen, wenn Sie möchten, nur damit ich sehe, wie das bei Ihnen aussieht.
	107	L: (L. schreibt die Reaktionsgleichung auf einen Zettel: $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$). Meistens lasse ich hier die Schüler das Wasser suchen. Das ist für sie meistens leichter dann für spätere Neutralisationsreaktionen.
..Neutralisationsreaktion und Si	108	F: Und was möchten Sie den Schülerinnen und Schülern dann mit dieser Reaktionsgleichung erklären?
	109	L: Dass die Säure und die Base durch diese Art an Reaktion sich zu neuen Stoffen verbunden haben. Eben zu dem Salz, das in dem Fall ein bekanntes Salz ist und dann eben Wasser, wobei man es natürlich nicht sieht, weil vorher waren es auch schon wässrige Lösungen und jetzt hat man auch das Salz in Wasser schwimmen, also aufgelöst.
	110	F: Ja, bevor wir zum letzten Punkt kommen. Wie wichtig ist Ihnen insgesamt das Thema „Säuren und Basen“?
	111	L: Ich verwende es quer im Unterricht. Die Säuren sind einer der wichtigsten Stoffen, mit denen wir arbeiten, Stoffklassen und zwar in jedem Kapitel. Das Kapitel selbst ist daher kürzer bei mir als die Wichtigkeit, die ich mir eigentlich einräume.
..Zeitplanung	112	F: Wie viele Unterrichtsstunden schenken Sie rein nur diesem Thema?
	113	L: Wir haben Doppelstunde. Eine Doppelstunde die Definition, die Beispiele, ein Demonstrationsexperiment, dann eine Doppelstunde, bei den Experimentierstunden bin ich sehr großzügig. Da hätte ich gerne, dass in Ruhe experimentiert wird, dass sie sich nicht hetzen müssen. Das heißt eine Doppelstunde experimentieren, eine Doppelstunde Neutralisationsreaktion und dann noch eine. Vier Doppelstunden, also acht Stunden nur diesem Thema.
	114	F: Und das sind auch die Dinge, die sie auf jeden Fall behandelt haben möchten?
	115	L: Ja.
..Thematische Bezüge ..Trennung der Ebenen	116	F: Wo sehen sie insgesamt beim Thema „Säuren und Basen“ wichtige Alltagsbezüge?
	117	L: Es fängt an bei der Ernährung. Viele Schüler kennen auch heutzutage schon Fettsäuren. Also das ist drinnen. Milchsäure kennen viele, Essigsäure, Zitronensäure ist eines der bösesten Beispiele, wo man dann die Strukturformel, oder die Summenformel dann versucht aufzuschreiben. Und sie freuen am Anfang, dass sie so ein geniales Beispiel gebracht haben. Also da gibt es so viele Bezüge. Also die ganzen organischen kommen natürlich vor und das wissen sie auch, was ja auch den Sauerstoff im Namen sehr schön zeigt. Dann natürlich die Salzsäure im Magen. Das wissen auch schon einige aus der Biologie. Dann, muss ich nur überlegen, manchmal habe ich die Schwefelsäure wegen des Bleiakkus schon, wegen des Autos. Das verwenden doch die meisten irgendwo in der Familie. Ich muss nur überlegen. Dann natürlich die Säure als Getränk, also als Sprudel, warum das instabil ist. Muss nur überlegen. Aminosäuren klarerweise. Diese Begriffe kennen sie alle, dass das sauer, dass die Säure ein wichtiges Thema ist, das glauben Sie sofort.
	118	F: Noch eine Sache, die mir spannend erscheint, weil ich auch eben mit diesem Buch arbeite. In diesem Buch kommen auch im Kapitel „Säuren und Basen“ sogenannte Kontexte vor. Da hätten wir jetzt auf Seite 48 den Kontext „Farbstoffe“. Also es wird da quasi das Thema über diese Farbstoffe aufgerollt. Setzen Sie diese Kontexte dann auch im Unterricht um, die da im Unterricht vorkommen?

..Thematische Bezüge	119	L: In dem Fall in Form von den Indikatoren natürlich. Nachdem ja die Schüler Rotkrautsaft herstellen und sich das anschauen, ja.
..Thematische Bezüge	120	F: Gibt es weitere Kontexte, die Sie einsetzen?
..Lehrerversuch	121	L: Das Laugenbrezel sehe ich gerade, das erwähne ich normalerweise. Ich mache immer einen Springbrunnenversuch. Die chemischen Experimente werden schon auch von mir durchgeführt. Also wie gesagt, das Thema gibt ja, aber den Springbrunnenversuch mache ich wirklich in dem Thema. Also ich mache eben sehr viele Säure-Base-Experimente außerhalb des Kapitels. Weil eigentlich, zum eigentlichen Kapitel „Säuren und Basen“ gehört für mich. Ich habe wirklich nur Säure-Base-Reaktion und dann ist nicht viel dabei. pH-Wert-Berechnung kann ich mit ihnen nicht machen klarerweise. Die Neutralisationsreaktion hat auch ein bisschen seine Grenzen, vor allem weil es ja interessante Säuren beinhaltet, was ja wirklich kompliziert wird. Aber natürlich roll ich mit dem Säurekapitel schon auch die Salze auf, also die Salzsummenformeln, die Verhältnisformeln.
..Neutralisationsreaktion und S	122	F: Und Sie haben auch gesagt, also Sie setzen dann auch Säure-Base-Versuche auch in anderen Themen ein. Können Sie da ein, zwei Beispiele geben, wo Sie das Thema dann nochmals aufgreifen?
	123	L: Das erste Mal, wo Sie die Säure ja schon vorher in der Hand, eines der ersten Experimente, ist die Wasserstoffherstellung, aus dem unedlen Metall, das sich zersetzt. Das ist ganz ganz früh. Bei Essigsäure und bei den organischen Säuren natürlich dann, also auch die Verseifung. Also sowohl als Experiment manchmal, je nach Zeit da noch da in den letzten Wochen im Juni oder halt eben auch als Theorie. Also eigentlich kommen die Säuren irrsinnig häufig vor. Sie fragen auch nach Königswasser und solche Dinge. Also sie wissen immer irrsinnig viele Besonderheiten.
	124	F: Wir sind jetzt am Ende des Interviews angelangt. Gibt es noch etwas, was Sie ergänzen oder noch loswerden möchten?
	125	L: Nein ich glaube nicht.
	126	F: Irgendetwas, was für Sie zu kurz gekommen ist?
..Lehrerversuch	127	L: Vielleicht noch eines der schönsten Experimente für mich am Anfang in einer ersten Stunde mache ich meistens den Grund, warum der Ammoniak den Namen hat, mit dem weißen Rauch Experiment. Das sehen sie Geschichte, da sehen sie etwas tolles und dann mache ich wirklich schon die erste Reaktionsgleichung.
..Relevanz für LP	128	F: Ja und was mögen Sie persönlich am Thema „Säuren und Basen“?
..Sicherheitsaspekte	129	L: Ich mag vor allem die Farben mit den Indikatoren. Es ist einfach ein irrsinnig schöner Effekt, wenn man da die Gleichgewichtslage hin und her verschieben kann. Es wäre ein noch viel schöneres Kapitel, wenn die Basen nicht so gefährlich für die Kleinen wären. Also man könnte noch so viele tolle Dinge tun und noch konzentrierter und mehr Farben und ich weiß nicht was und dann denke ich mir: „Wie konzentriert nehme ich die Base?“ Wenn das einer ins Auge bekommt, auch wenn er eine Schutzbrille trägt. Das ist halt wirklich der Nachteil. Schwefelsäure natürlich wegen des Gewandes und Salpetersäure wegen allem, also Metall und Haut. Aber die Base macht mir echt, wo ich mir denke, man könnte so toll noch, aber eigentlich sollten sie so hoch konzentriert nicht arbeiten. Also die Sicherheitskonzepte stören mich, die ich natürlich einhalte und auch einhalten will, aber manchmal denke ich mir, es wäre schon schön, wenn sie dann noch mehr Action hätten.
..Trennung der Ebenen	130	F: Gut. Dann sage ich danke, dass sie sich Zeit genommen haben. Ich hoffe das Interview war nicht zu kräftezehrend. Ihre Ausführungen sind für meine Arbeit und die fachdidaktische Forschung sicherlich von großer Bedeutung. Dann schließe ich hier offiziell den Tonbandmitschnitt.

1 B_Transkript_G.

2 Datum: 22. Dezember 2021

3 Durchführung des Interviews: Zoom Meeting

4 Dauer des Tonbandmitschnitts: 57 Minuten, 34 Sekunden

5 Besonderheiten während des Interviews: keine

6 F: Interviewer

7 L: Lehrperson

8 F: Dann schönen guten Abend zunächst einmal ein großes Dankeschön für Ihre Gesprächsbereitschaft, werde dich jetzt immer mit „Sie“ ansprechen. Wie sie wissen, verfasse ich gerade am österreichischen Kompetenzzentrum für Didaktik der Chemie, kurz AECC Chemie, an der Uni Wien, im Bereich der Chemie Didaktik meine Masterarbeit. Im Rahmen dieser werde ich eine Interviewstudie mit Lehrerinnen und Lehrern durchführen. Mit dieser möchte ich untersuchen, wie das Thema „Säuren und Basen“ in der Sekundarstufe 1 unterrichtet wird. Dieses Thema nimmt, wie sie wissen, eine sehr wichtige Stellung im Chemieunterricht ein, gleichzeitig stellt es Lernende häufig vor besondere Herausforderungen, weswegen die Forschung auf diesem Gebiet unerlässlich ist. Mit ihren Ausführungen leisten sie deshalb einen sehr wertvollen Beitrag für die Arbeit und dieses Forschungsgebiet. Ich denke das Interview wird circa eine dreiviertelstunde Zeit in Anspruch nehmen, das heißt, sie können sich für ihre Ausführungen viel Zeit lassen, Sprechpause sind überhaupt kein Problem. Ich werde das Interview, wie erwähnt, mit einem Audiogerät aufzeichnen. Unser gesamter Gesprächsverlauf, inklusive der unterrichtsbezogenen Daten, bleibt in der Arbeit allerdings nur in transkribierter Form erhalten. Wichtige persönliche Daten wie Name, Geburtsdatum, Schulstandort werden nicht erwähnt. Falls sie damit einverstanden sind, werden wir nun beginnen.

9 L: Ja, ich bin einverstanden.

10 F: Gut, dann erzählen Sie vielleicht einmal eingangs, wie lange Sie schon Erfahrungen im Lehrberuf haben.

11 F: Also, ich habe begonnen zu unterrichten im Schuljahr 2011/2012. Das heißt, das sind jetzt, das wäre das elfte Unterrichtsjahr, wenn ich mich jetzt nicht vertan habe. Und habe begonnen im ersten Jahr an zwei Schule zu unterrichten und bin dann sozusagen bei einer Schule geblieben, weil ich dort dann eine Vollanstellung bekommen habe. Dadurch aber, dass ich schon begonnen hab, ohne noch die Diplomprüfung zu haben, habe ich nie ein, habe ich das Unterrichtspraktikum noch nicht gehabt, als ich begonnen habe und dieses wurde mir dann auch nach zwei Jahren oder äquivalent nach zweieinhalb Jahren in der Praxis sozusagen angerechnet.

12 F: Mhm (zustimmend). Und wie ist Ihre Erfahrung mit Chemieklassen in der Unterstufe?

13 L: Also an dem Standort, wo ich eben seit elf Jahren jetzt unterrichte, gibt es, wird nur an der vierten Klasse eben Chemie unterrichtet, also wir haben keine Realzweig, wo das vielleicht schon früher vorkäme. Das heißt, ich habe immer die vierten Klassen. Allerdings, dadurch, dass wir eine relativ kleine Schule sind, im Vergleich zu anderen Gymnasien in Wien, gibt es, bin ich der einzige Chemielehrer, das heißt, es müssen alle sozusagen an mir vorbei, was auch sehr spannend ist, eben dann auch Unterschiede bei den Klassen festzustellen in einem Jahrgang und gleichzeitig mir auch die Möglichkeit bietet, Unterrichtskonzepte gerade am Beginn meiner Laufbahn unterschiedlich

..Donator-Akzeptor-Konzept

..Schülerherausforderungen

..Schülerherausforderungen

..Hilfestellungen

..Donator-Akzeptor-Konzept

..Trennung der Ebenen

14

auszuprobieren und auch festzustellen, dass das eben ganz unterschiedlich gut oder schlecht auch manchmal leider funktioniert in verschiedenen Klassen, und dass nicht unbedingt ein Kriterium allein gesehen sozusagen ist, wie gut, oder wie gut ich es mache sozusagen, oder was ich mir dabei gedacht habe.

15

F: Mhm (zustimmend). Ja wunderbar, Sie haben Unterrichtskonzepte angesprochen. Das ist auch gleich der erste wichtige Punkt, um den es jetzt gehen soll. Gerade in der Chemiedidaktik sprechen wir ja immer über Konzepte, zentrale Prinzipien, wenn wir komplexere Sachverhalte den Schülerinnen und Schülern erklären möchten. Also zum Beispiel wäre ein so ein zentrales Konzept beim Thema Redoxreaktionen, dass bei einer Oxidation Elektronen abgegeben werden und bei einer Reduktion Elektronen aufgenommen werden. Das Ganze unterliegt dann eben dem Donator-Akzeptor-Konzept. Wie Sie wissen, sprechen wir aber heute über Säuren und Basen. Welche Konzepte sollen die Schülerinnen und Schüler bei diesem Thema lernen?

L: Also das angesprochene Konzept der Donator-Akzeptor-Wechselwirkung ist sicherlich das Zentrale, wobei natürlich die Schwierigkeit meiner Meinung nach gerade in der Unterstufe besteht, dass die Modellbildungskompetenz, wenn man so möchte, in dem Alter, in dem die Schülerinnen und Schüler sind, vielleicht noch nicht ganz so ausgebildet ist, wie man das vielleicht in einer Oberstufe, Sekundarstufe 2, voraussetzen kann. Diese Erfahrung habe ich auch immer wieder gemacht, dass so diese, das Teilchenkonzept, wir reden über Atome und subatomare Teilchen am Beginn eines Unterrichtsjahres, ohne dass man das den Schülern zeigen kann, bei vielen funktioniert das zwar ganz gut dieses Abstraktionsvermögen, aber es gibt natürlich auch immer wieder Schülerinnen und Schüler, die mit diesem Abstraktionsprozess Schwierigkeiten haben und daher in weiterer Folge auch natürlich, wenn man dann zu dem Thema „Säuren und Basen“ zum Beispiel kommt, oder auch Redoxreaktionen, Schwierigkeiten haben, diese Konzepte, die wir da eigentlich nur durch eine Formelsprache symbolisieren und darstellen versuchen, und sehr oft auch, ich nenne es mal positiv durch die didaktische Reduktion vereinfachen wollen für die Schüler, dass das eben leider nicht immer ankommt, was wir vermitteln wollen oder nicht bei allen in der Geschwindigkeit ankommt, in der man das vielleicht auch gerne hätte. Das heißt, die Wiederholungsprozesse sind in einer vierten Klasse ganz ganz wichtig, dass man da Wiederholungsphasen, denen auch genügend Zeit gibt, habe ich die Erfahrung gemacht.

16

F: Mhm (verstehend): Also Sie haben jetzt auch schon Herausforderungen angesprochen, zu diesen werden wir dann nachher noch kommen. Vielleicht jetzt nochmals, um bei diesen Konzepten zu bleiben und um sie ein bisschen zu konkretisieren: Was wollen Sie jetzt von den Schülerinnen und Schülern in der Unterstufe, dass sie lernen?

17

L: Ja, also ich würde sagen, das Zentrale, die zentrale *Message* beim Thema „Säuren und Basen“ soll sein, dass Säuren Protonendonatoren sind und Basen Protonenakzeptoren. Das wäre die *Grundmessage* meiner Meinung nach, die ich versuche zu vermitteln, wobei ich da immer den historischen Weg wähle, was zu einer Schwierigkeit führen kann, dass man da verschiedene Konzepte nebeneinander verwendet und dadurch auch natürlich eine gewisse Verwechslungsgefahr besteht oder für die Schüler entstehen kann, also Schülerinnen und Schüler, entschuldig, das fällt mir gerade auf, also wir sind ein gemischtes Gymnasium, um das klarzustellen. Und andererseits, wie glaube ich bei jedem Thema dass man im Chemieunterricht bespricht, ist sozusagen die zweite *Hauptmessage*, die ich versuche irgendwie rüberzubringen, aber die liegt vielleicht eher auf einer gewissen Metaebene und ist natürlich einfach die Alltagsbezogenheit oder die Relevanz für Schülerinnen und Schüler im Alltag von diesem vermeintlich theoretischen Konzept, wo man dann vielleicht von Reinstoffen oft spricht, von Salzsäure

..Relevanz

..Planung und Einstieg

..Weitere

..Konzeptuelle/Begriffliche Ung

..Anknüpfung an andere Them

..Weitere

oder von Essigsäure, wo man dann aber versucht halt den Schritt zum Alltag der Schülerinnen und Schüler herzustellen, das eben das nicht nur ein Wissen ist, das man jetzt in der vierten Klasse lernt und anwendet und dann ist es wieder weg, sondern dass das vielleicht auch im Alltag einfach relevant ist für die Schülerinnen und Schüler unmittelbar.

18 L: Mhm (zustimmend). Sie haben jetzt schon auch die Konzepte angesprochen, die sie den Schülerinnen und Schüler präsentieren, beziehungsweise ich entnehme diese Konzepte auch ihrem Tafelbild, das sie mir geschickt haben. Sie erwähnen hier drei Konzepte, beziehungsweise drei Theorien, zum eine jene von Lavoisier, dann jene von Arrhenius und schließlich auch jene von Brønsted. Beschreiben Sie mir vielleicht ein bisschen genauer, warum Sie das so machen.

19 Ja, also vielleicht auch zur Entstehung von dieser PDF-Datei. Dadurch dass letztes Jahr Distance-learning war, war es sozusagen auch opportun, das Tafelbild oder die Entwicklung des Tafelbildes entstehen zu lassen auf einem digitalen Geräte und deswegen ist das auch so schnell greifbar für mich gewesen. Und wie man da, also der Einstieg, und das ist sozusagen der Versuch, ein erster Kontakt zu diesem Metaziel herzustellen, war natürlich die, einfach mal zu sammeln: „Was verbinden die Schülerinnen und Schüler mit dem Begriff „Säuren und Basen“?“. Also einfach Begriffe zu sammeln und mir gefällt, und darauf ging sozusagen, mit dem ersten Konzept zu starten von Lavoisier. Manchmal mache ich dann auch noch eine Einteilung sozusagen, von dem was die Schülerinnen und Schüler nennen, dass klar ist, okay was von den Dingen, die sie nennen gehört zu den Säuren, was gehört zu den Basen, was gehört vielleicht zu beiden. Das ist hier nicht dargestellt. Vielleicht habe ich das dann mündlich gemacht, das kann ich jetzt nicht genau sagen, aber das Konzept von Lavoisier gefällt mir deswegen so gut, weil es als Einstieg, weil es eben auch den Sauerstoff, der seinen Namen daher hat, einfach nochmals die Bedeutung bekommt und man da auch Dinge aus dem ersten Semester nochmal aufgreifen und wiederholen kann, wie eben diese Phlogiston-Theorie, die dann widerlegt wurde durch die Entdeckung des Sauerstoffs. Und auch der Begriff Basen, der zumindest laut meinen Quellen, die ich für meine Unterrichtsvorbereitung verwendet habe, eben daher kommt, dass diese Stoffe die Basis für Salze sind, also damit man auch diesen Begriff oder den Ursprung sozusagen einfach auch mal den Schülern verständlich macht und das können sie meistens auch sehr gut nehmen und nachvollziehen. Und was ich dann mache, oder auch manchmal (...), ja was ich dann mache ist, dass man einfach sagt: „Okay jetzt haben wir da ein Konzept, das von Lavoisier, jetzt nehmen wir ein paar Beispiele her und nimmt ein paar Beispiele, wo das Konzept funktioniert“ (erklärend). Also hier habe ich die Salpetersäure und die Essigsäure, die enthalten Sauerstoff, also alles kein Problem sozusagen. Sie sind aber Säuren, die Sauerstoff enthalten, aber was ist zum Beispiel mit der Salzsäure und dann schreibt man die Formel hin und okay. Also man führt sozusagen, ist vielleicht ein bisschen hart in so kurzer Zeit, aber gleichzeitig (...), Lernen entsteht ja oft auch einfach, dadurch, dass man Grenzen von Modellen aufzeigt. Unmittelbar quasi man präsentiert ein Konzept und sagt dann auch gleich: „Aber Moment Leute. Da ist ein Stoff, da müssen wir weiterdenken, oder es zählt sich aus, das Konzept nochmals zu hinterfragen.“ Genau. Das ist sozusagen dann die Motivation für das geschichtlich nächste Konzept von Arrhenius, das ich dann präsentiere und auch hier gehe ich dann den gleichen Weg: „Okay jetzt haben wir dieses neue Konzept, damit funktioniert auch die Salzsäure zum Beispiel und auch die Natronlauge als basischer Stoff. Funktioniert so. Und dann haben wir aber wieder das Problem, was ist mit dem basischen Stoff Ammoniak? Wie soll dieser denn OH⁻ Ionen bilden oder abgeben können.“ Und dann kommt der Brønsted ins Spiel. Und ich vergleiche das, nachdem mein zweites Unterrichtsfach Mathematik ist sehr gerne mit der Erweiterung der Zahlenbereiche in der Mathematik, dass die Schülerinnen und

..Donator-Akzeptor-Konzept

20

Schüler der vierten Klasse bereits kennen, also dass man von den natürlichen Zahlen irgendwann sozusagen nicht mehr alle Rechenoperationen ausführen kann und dadurch dann die Erweiterung auf ganze Zahlen, beziehungsweise rationale Zahlen notwendig ist, beziehungsweise dann auch auf die reellen Zahlen, in der Unterstufe kommen die bereits vor und so versuche ich das sozusagen klarzumachen, dass eben diese Konzepte immer größer werden und immer mehr Stoffe umschließen.

21

F: Mhm (verstehend). Bei welchem Konzept bleiben sie dann letztendlich?

L: Ich bleibe dann beim Brønsted Konzept, auch immer wieder das Arrhenius-Konzept sozusagen seinen Raum findet, aber gerade schwächere Schülerinnen und Schüler, die sehr klare Strukturen und Vorgaben brauchen, stellen dann durchaus öfter auch die Frage: „Wie ist es jetzt wirklich oder was soll ich mir merken?“ Für diejenigen lege ich fest, wir merken uns das Brønsted-Konzept, aus dem Grund weil es für die Oberstufe sicherlich das gebräuchlichste Konzept ist. Und vielleicht erinnert sich der eine oder andere zwei Jahre später wieder.

22

F: Oke, wunderbar. Dann gehen wir gleich weiter beim Tafelbild. Sie thematisieren im Unterricht auch das Unterthema „pH-Wert“. Dem Tafelbild entnehme ich jetzt folgende Informationen: Es steht dann bei der Erklärung des pH-Werts ‚pH Skala‘, ‚pH 7 = neutral (vergleiche Autoprotolyse des Wassers)‘, ‚Säuren: pH < 7, Basen: pH > 7‘. Können Sie mir dieses Tafelbild ein bisschen näher beschreiben? Was erklären sie da genau den Schülerinnen und Schülern?

23

L: Also der Begriff wurde, wenn man sozusagen am Beginn des Kapitels schaut, von den Schülerinnen und Schülern selbst auch genannt als Begriff, der zum Thema „Säuren und Basen“ passt. Das ist jetzt nicht unbedingt etwas, das allen Schülerinnen und Schülern der vierten Klasse bekannt ist, aber in jeder Klasse, habe ich die Erfahrung gemacht, gibt es ein bis zwei Spezialistinnen und Spezialisten, von denen dann dieser Begriff auch genannt wird. Mir ist es wichtig, dass man da auch, vielleicht auch aufgrund meines Zweifels, dass man da auch die mathematische Definition den Schülerinnen und Schülern nicht vorenthält. Ich habe das in manchen Schulbüchern auch gesehen, dass da auch nur die Skala erwähnt wird und einfach die Einteilung gesagt wird, aber sozusagen nicht was dahinter steckt, quasi das ist halt eine Eigenschaft die Stoffe haben. Das gefällt mir nicht ganz so gut, weil es eben auch als Unterrichtender der Chemieolympiade, ist es meiner Meinung nach, man kann das den Schülerinnen und Schülern schon zumuten und natürlich ist das nicht ein Konzept oder nicht ein Stoff. Also ich lasse nicht den pH-Wert berechnen. Ich erwähne, wie ist er definiert, wobei man natürlich da auch wieder jetzt im fachchemischen Kontext überlegen könnte: Na gut, wenn wir es schon aufschreiben, dann könnten wir auch gleich sagen es ist die H_3O^+ -Aktivität. Aber bevor wir jetzt noch anfangen über die Aktivität zu reden, da würde ich dann sagen, das ist dann meine didaktische Reduktion, die ich hier vornehme, dass man nicht auch noch einen weiteren Begriff einbringt, weil mit Konzentration können sich die Schülerinnen und Schüler doch ganz gut anfreunden. Und jetzt ist mir natürlich auch klar als Mathematiklehrer, dass der Logarithmus nicht etwas ist, was man in der Unterstufe gelernt hat, aber wie man dem Tafelbild sozusagen auch entnehmen kann, erwähne ich kurz, was das ist und sage einfach: „Das ist eine Taste am Taschenrechner, die fragt nach einer Hochzahl.“ Meistens finden Sie es ganz lustig. Ich habe das von meinem Kollegen mal gehört, die sogenannte „Runterhol-Funktion“. Das ist dann für Schülerinnen und Schüler auch ganz lustig. Die pH-Skala, wenn man kurz anschaut, was ich da aufgeschrieben habe, mit „pH-Wert neutral“ und „Vergleich Autoprotolyse des Wassers“, das habe ich kurz vor dem pH-Wert dann aufgeschrieben, die Autoprotolyse des Wassers, das ist natürlich schon etwas sehr theoretisches. Was man aber natürlich braucht, wenn ich

..pH-Wert und Indikatoren

..Didaktische Reduktion u. wegi

..pH-Wert und Indikatoren



Hydronium-Ionen, also die H_3O^+ -Ionen verwende, dann für die Definition des pH-Wertes, dann muss ich die vorher irgendwo mal gehabt haben oder genannt haben. Und gleichzeitig bietet es die Möglichkeit, mit den Schülerinnen und Schülern zu thematisieren, dass es Stoffe gibt, die sowohl als Säuren als auch Basen reagieren können. Und diese Ampholyte, die auch eine ganz wichtige Rolle in verschiedenen biologischen Systemen spielen, ist glaube ich gut und sinnvoll, wenn man das mal gehört hat, ohne das jetzt weiter zu vertiefen. So ist dann sozusagen mal erklärt, woher dieses H_3O^+ kommt und wenn wir jetzt sagen, Wasser ist neutral, als ein Stoff der einfach sehr häufig auf der Erde vorkommt und der sehr oft in der Chemie eine Rolle spielt, dann haben wir hier mal einen Wert oder so eine Referenz sozusagen festgelegt und warum die Säuren gerade den pH-Wert kleiner 7 haben und größer 7 haben. Für die schwächeren Schülerinnen und Schüler würde reichen: „Das hat man gemessen.“ Für die besseren kann man durchaus mal sagen: „Okay jetzt habe ich euch gerade gesagt, wie der Logarithmus funktioniert. Dann könnte man das sogar ausrechnen.“ Genau. Ich wähle hier auch bewusst sozusagen, nicht ein Ende der Skala, also die Entscheidung, dass man nicht sagt, es geht von 0 bis 14, wie es manchmal gemacht wird, widerstrebt mir ein bisschen, weil man dann eben vielleicht Schülerinnen und Schüler dann in der Chemieolympiade hat und auf einmal geht es dann doch und das denen dann wieder zu erklären. Also ich finde, man hat keinen Gewinn dadurch, dass man die pH-Skala den Schülerinnen und Schülern beschränkt vorgibt.

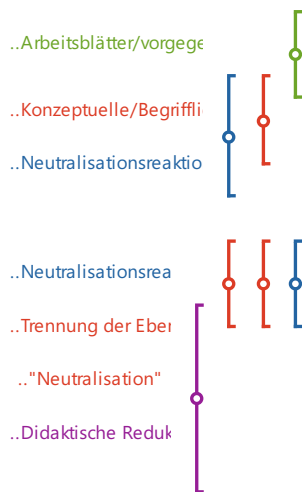
24 F: Gut, also Sie haben jetzt schon mehrere Themen erwähnt, die sie eben behandeln, also Definition Säuren-Base, pH-Wert, Wasser als Ampholyt. Welche weiteren Ziele streben Sie durch den Säure-Base-Unterricht an?

25 L: Welche weiteren Ziele (überlegend). Also, was normalerweise in Präsenzphasen des Unterrichts auch noch immer ein Fixpunkt ist in der vierten Klasse, also in der Sekundarstufe 1, ist die Untersuchung von Haushaltsstoffen auf den pH-Wert. Dazu wird meistens Rotkrautsaft als Indikator verwendet, um sozusagen wirklich Chemie aus dem Supermarkt zu betreiben. Genau, und da lade ich die Schülerinnen und Schüler auch ein, dass sie sozusagen, wenn sie einen Stoff zuhause haben, der sie besonders interessiert, dann mögen sie etwas davon mitnehmen, auch wieder mit dem Metaziel, dass sie eine Verbindung zu ihrem Alltag herstellen, wenn sie da sozusagen ihre eigenen Sachen untersuchen können. Also das ist eine Sache, die noch gemacht wird. Die andere Sache, die ich auch immer durchführe, ist die Titration von Essigsäure mit verdünnter Natronlauge. Nachdem man jetzt nicht so gerne wahrscheinlich, die einmolare Natronlauge den Schülerinnen und Schülern in die Hand gibt, mach ich das immer mit einem zusätzlichen Verdünnungsschritt, der zwar Zeit kostet, und für die Berechnung dann meistens auch nicht unbedingt erleichternd ist, aber es fördert für die Schülerinnen und Schüler, dass sie mit den Gerätschaften, mit denen man im Labor zu tun hat, umgehen lernen, ausprobieren können, mit einer Pipette, mit einer Vollpipette mal gearbeitet haben, mal einen, wie heißt jetzt der Kolben, mal einen 100 Milliliter Kolben quasi gefüllt haben und aufbefüllt und aufbewahrt haben, und dass sie diese praktischen Aspekte, die man im Chemielabor einfach hat, auch mal gesehen haben. Und auch wieder sozusagen, das zweite Ziel bei diesem Versuch, dass sie sehen, dass man mit Alltagsgegenständen, dass da die Chemie drinnen steckt und ja.

26 F: Sie haben angesprochen Titration. Das klingt jetzt für mich auch nach der Neutralisationsreaktion.

27 L: Ja genau.

28 F: Das ist natürlich auch ein wichtiges Unterthema bei den Säuren und Basen. Was sollten die Schülerinnen und Schüler da verstanden haben, also bei dieser Neutralisationsreaktion? Oder inwiefern thematisieren sie das?



29

L: Ja, das ist jetzt nicht auf dem Tafelbild sozusagen drauf, weil ich da ein Arbeitsblatt habe, wo auch Übungen dann dabei sind, wie das sozusagen einfach üben kann. Also ich thematisiere das auf diese Art und Weise, dass ich auch wieder sozusagen die Definition von Lavoisier aufgreife, also die Basen sind die Basis für die Salze und glaube, dass ich so gut wie immer mit der Salzsäure und der Natronlauge starte. Als Einstiegsbeispiel, weil da eben das Kochsalz entsteht, dass sie sich meistens gemerkt haben von der Ionenbindung noch. Und die *Grundmessage*, die hängen bleiben sollte, wäre sicherlich: Säure plus Base ergibt Wasser und ein Salz, wobei natürlich immer von einer vollständigen Neutralisation ausgegangen wird und das ist sozusagen, die didaktische Reduktion, die ich mir an dieser Stelle in der vierten Klasse erlaube, dass wir da nicht von teilweisen Neutralisationen sprechen, weil das meiner Meinung nach ein Schritt ist, den man den guten Schülern sehr schnell erklären kann, aber für die schwächeren Schülern zusätzliche Schwierigkeiten darstellen.

30

F: Ja, ein spannender Punkt, den sie da ansprechen. Da möchte ich ganz kurz noch bleiben, weil ich habe als Merksatz in Schulbüchern häufig folgende Formulierung gefunden. Ich schreibe sie jetzt einfach in den Chat: „Bei der Neutralisation reagieren Säure und Base unter Bildung von Salz und Wasser.“ Sie haben diese Aussage schon teilweise kommentiert. Können sie sie noch umfassender kommentieren? Wie stehen Sie zu dieser Aussage?



31

L: Ich würde sie sozusagen nicht hundertprozentig unterschreiben und das auch den Schülerinnen und Schülern kommentieren. An der Stelle bietet sich natürlich an, dass man die Gasreaktion von Ammoniak und Salzsäure als Beispiel bringt, die ja in der Gasphase reagieren, also da ist von Wasser keine Spur, und trotzdem bildet sich ein Salz. Trotzdem ist es sinnvoll meiner Meinung nach, so einen Satz in ein Buch zu schreiben beziehungsweise auch in eine Mitschrift von Schülerinnen und Schüler aufschreiben zu lassen, weil sehr viele Reaktionen in der Schulchemie, wenn man so möchte, also das was man mit Schülerinnen Schülern auch machen kann halt Wasserchemie ist, wenn man es mal so nennen darf, also Lösungen miteinander reagieren lassen und dadurch glaube ich ist einmal ein gutes Grundgerüst, wenn Schülerinnen und Schüler diesen Satz, oder diese Begrifflichkeit oder dieses Konzept aufgenommen und angenommen haben und sich merken. Dann ist das schon mal eine sehr gute Grundlage von der man ausgehend eben Abweichungen oder einfach sozusagen nochmal genauer in die Tiefe gehen kann. Also wenn sich der Durchschnittsschüler oder die Durchschnittsschülerin am Ende der vierten Klasse daran noch erinnert, dann sehe ich von mir auch schon ein Lernziel erreicht.

32

F: Haben Sie ähnliche oder haben Sie eigene Erfahrungen mit ähnlichen Aussagen, sei es jetzt aus dem Schulbuch, von Arbeitsblättern von Versuchsvorschriften auch von ihnen selbst vielleicht, wo Sie sagen, diese Aussagen zu Säuren und Basen sind unangemessen?

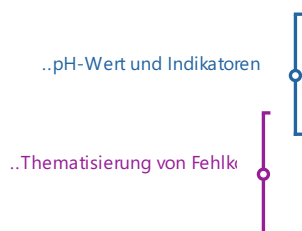
33

L: Ja, also ich erinnere mich gerade, weil Sie das erwähnen. Ich weiß nicht, ob ich es auf die Schnelle jetzt finde. Ich habe da einmal aus einem meiner ersten Unterrichtsjahren etwas aus einem Schulbuch heraus kopiert und (...).

34

F: Sie können es auch laut kundtun.

35



L: Genau, nein ich habe es schon gefunden, also da steht, das passt jetzt nicht so zur Neutralisation unbedingt, aber das passt zum pH-Wert, nämlich „der pH-Wert gibt die Stärke einer sauren oder basischen Lösung an, genau genommen die Anzahl an H_3O^+ bzw. OH^- Ionen.“ (vorlesend). Und sehr oft bleibt bei den Schülern hängen, der pH-Wert gibt die Stärke einer Säure oder Base an und das ist ein Fehlkonzept, mit dem man sich dann spätestens in der 7. Klasse wahnsinnig herumschlagen muss, wenn man dann die Säurestärke, also den pKs beziehungsweise den pKb Wert wirklich auch schön herleiten kann über

das Massenwirkungsgesetz, dass man das sozusagen aus Schülerinnen und Schülern rausbekommt. Also solche Formulierungen finde ich sehr problematisch. Die Stärke, da muss man sehr gut mit dem Wording aufpassen, dass man das auch sozusagen umgedacht mal selbst sagt. Dadurch, dass ich das jetzt schon sehr lange verwende diesen Ausschnitt aus einem Buch, und auch bewusst sozusagen mit Schülerinnen und Schüler auch in der vierten Klasse bespräche: „Schauts mal her, da steht das und das.“ Mit dieser Formulierung habe ich folgendes Problem, weil es stimmt halt nicht hundertprozentig so, auch wenn man es vielleicht so in der Umgangssprache sagen könnte. Das finde ich sozusagen eine gute Möglichkeit für Schülerinnen und Schüler, dass man eben sozusagen ihnen auch beibringt, nicht alles was irgendwo steht, ist die absolute Wahrheit nur weil es ein Schulbuch ist. Auch dort können Fehler drinnen stehen oder was ist vielleicht auch sozusagen mit besonders guten Klassen kann man natürlich auch dann darüber reden: „Was glaubt ihr denn? Warum haben sich die Autorinnen und Autoren vielleicht absichtlich für diese Formulierung entschieden?“ Das ist sozusagen fast so auf die didaktische Ebene kurz holen.

36 F: Ja, dann danke mal bis hierhin. Also wir haben jetzt wirklich intensiv über Begrifflichkeiten und über Konzepte gesprochen. Jetzt möchte ich als nächstes, dass wir ein bisschen über die einzelnen Unterrichtsphasen sprechen, also Planung, Durchführung und Reflexion. Können Sie einmal ganz grob beschreiben, wie sie bei der Planung zu diesem Thema vorgehen beziehungsweise mit welchen Materialien die Schülerinnen und Schüler arbeiten sollen oder Sie arbeiten?

37 L: Also die Antwort auf diese Frage hätte vor 7 Jahren, 8 Jahren vielleicht noch etwas anders ausgesehen, als sie jetzt aussieht. Nachdem ich wie eingangs erwähnt, alle Schülerinnen und Schüler, jedes Jahr in der vierten Klasse unterrichte, also zwei bis drei Klassen pro Jahrgang, habe ich schon eine gewisse Routine entwickelt, die vielleicht nicht immer, die sicherlich überdenkenswert ist, aber die mir zumindest eine gewisse Sicherheit gibt in meiner Unterrichtsplanung, dass ich spontane Ideen sehr leicht einbauen kann. Also wenn jetzt zum Beispiel Schüler fragen: „Okay, wie könnten wir den pH-Wert vom Cola messen, weil da ist das Problem, dass es eine Eigenfarbe hat und mit dem Rotkrautkrautsaft nicht so einfach sichtbar gemacht werden kann?“ Dann kann man sich vielleicht überlegen und dazu recherchieren, wie könnte man dieses Zuckercouleur rausholen und dann trotzdem den pH-Wert machen oder vielleicht auch einfach das Thema „Indikatorpapier“ dann in dem Fall vielleicht auch noch einbauen. Also die Unterrichtsplanung, sagen wir mal so, existiert, die ist auch niedergeschrieben und anhand der gehe ich sozusagen mal in die Stunde hinein und reagiere aber auch aufgrund, jetzt natürlich nicht wahnsinnig lange, aber doch schon ein paar jahrelangen Erfahrung, kann spontan auf die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler reagieren einerseits, andererseits sind natürlich experimentelle Phasen, praktische Phasen im Unterricht, bedürfen sehr wohl einer längeren Planung, einerseits die Herstellung der notwendigen Lösungen oder eben das Besorgen von irgendwelchen Essigproben aus dem Supermarkt muss natürlich entsprechend rechtzeitig erfolgen, dass man das dann auch griffbereit hat.

38 F: Was sind das für Lernmaterialien, mit denen sie da in den Unterricht hineingehen? Wie präsentieren sie die Inhalte oder wie sollen die Schülerinnen und Schüler die Inhalte aufnehmen?

39 L: Ich bin da, wenn man das so sagen kann, eher vom Typ Frontalvortragender. Also es gibt nicht nur Frontalvortrag in meinem Unterricht, aber es spielt sich sicherlich mehr als 50% auf diese Art und Weise ab, wobei das auch immer abhängig ist. Es gibt natürlich auch Stunden, wo die Schülerinnen und Schüler komplett selbstständig arbeiten. Also ich rede nicht immer eine halbe Stunde lang alleine vor mich hin und die Schülerinnen und Schüler müssen zuhören.

..Lehrerherausforderungen

..Lehrervortrag/Schüler-Lehrer-

..Gruppenarbeiten/selbststä

..Neutralisationsreaktion und Si

..Arbeitsblätter/vorgegebene Pi

..Säuren/Basen_Vertreter, Vorkc

..Andere Materialien

..Andere Materialien

..Lehrerversuch

40

Das ist sozusagen angepasst, zudem was eben mir gerade sinnvoll erscheint.

41

F: Können Sie mir da ein Beispiel geben, wo die Schülerinnen und Schüler eigenständig arbeiten?

L: Ja also ganz konkret sind wir wieder bei dieser praktischen Aufgabe, sei es die Neutralisationsreaktion selbständig durchführen können oder die Untersuchung von Alltagsstoffen. Jetzt kommt bei mir sozusagen an meiner Schule die spezielle Gegebenheit dazu, dass ich nicht einen regelkonformen Chemiesaal habe, wie das vielleicht in anderen Schulen der Fall ist, dass ich mit der ganzen Klasse gleichzeitig experimentieren kann, sondern ich habe eine Laborsaal, in dem maximal 18 Schülerinnen und Schüler gleichzeitig arbeiten können. Keine der Klassen, die ich bisher unterrichtet habe, hatte 18 Schülerinnen und Schüler, was immer dazu führt, dass ich die Klassen teilen muss. Das heißt, während die eine Hälfte sozusagen im Laborsaal das Experiment durchführt, die Untersuchung der Alltagsstoffe durchführt, bekommt die andere Hälfte einen Arbeitsauftrag in Form eines Arbeitsblattes, den sie im anderen Raum erfüllen müssen. Diese Arbeitsblätter, das sieht dann zum Beispiel konkret so aus, dass die Schülerinnen und Schüler sich zum Beispiel über ausgewählte Vertreter von Säuren und Basen informieren und dann auch ein paar Fragen beziehungsweise Aufgaben dazu bearbeiten müssen. Also zunächst eine Lektüre und dann eben Aufgaben, die sie dazu abarbeiten.

42

F: Ja wunderbar, das gibt mir wirklich einen guten Einblick in Ihre Unterrichtsdurchführung. Wenn wir vielleicht bei diesem Punkt noch bleiben: Also Sie haben angesprochen, Sie thematisieren eben den pH-Wert, die Neutralisationsreaktion und weitere Themen. Gibt es auch Kontexte, in denen sie quasi das Thema einbetten.

43

L: In einem Versuch zum Beispiel?

44

F: Ja, oder sagen Sie: „Okay jetzt reden wir über den pH-Wert.“ Oder konstruieren Sie durch Alltagsbezüge eben einen gewissen Kontext?

45

L: Also ich finde, wenn man gerade das Thema „Säuren und Basen“ zum Beispiel mit so einem Brainstorming startet, wo Begrifflichkeiten von Schülerinnen und Schülern genannt werden, die man auch sammelt, dann bietet so eine Mindmap, gerade wenn man sie digital abgespeichert hat, die Möglichkeit sehr oft da zurückzukehren. Also so im Sinne davon, dass man die zweite, dritte oder vierte Stunde mit der Thematik beschäftigt ist, dann man vielleicht wieder am Beginn der Stunde zurückkommt und sich noch mal ansieht, was wurde denn da jetzt schon klargestellt, was ist vielleicht noch offen. Natürlich, was ich vielleicht vorhin ausgelassen habe bei meiner Unterrichtsdurchführung oder Unterrichtsplanung, weil ich es nicht explizit erwähnt: Es gibt natürlich auch Lehrerexperimente, die sozusagen nur von mir vor der ganzen Klasse durchgeführt werden. Also fällt mir zum Beispiel ein, die Reaktion von metallischem Natrium mit Wasser, die wahrscheinlich ein bisschen zu gefährlich ist, wenn Schülerinnen und Schüler die selber machen, wo man auch natürlich den pH-Wert oder die Funktion von Indikatoren durch Färbung des Wassers mit Phenolphthalein thematisieren kann, oder das verwenden kann als Einstieg ins Thema „Indikatoren“ oder als Einstieg in das Thema „pH-Wert“. (...) über die Indikatoren zu wählen, oder was ich noch nie gemacht habe aber was vielleicht auch eine Möglichkeit wäre, die ich mir vorstellen kann, dass man sozusagen einen Teil von der Untersuchung der Alltagsstoffe vorwegnimmt, indem man etwas vorbereitet hat, also eine Lösung mit verschiedenen Indikatoren versetzt und dann verschiedene Alltagsstoffe, entweder Mineralwasser sozusagen hineinleert oder den Schwarztee mit Zitrone ihnen zeigt, wie sich der verfärbt. Also so einbetten im Alltagskontext, fiel mir da jetzt spontan ein, was zum Teil auch schon gemacht wurde.

..Lehrzielkontrolle

46

F: Ja danke, das ist auf jeden Fall auch schon ausreichend. Und vielleicht noch als letzter Punkt bei den Unterrichtsphasen: Inwiefern reflektieren Sie die durchgeführten Unterrichtsstunden speziell jetzt bei den Säuren und Basen?

47

L: Also gemeint ist da jetzt meine eigene Reflexion und nicht die Reflexion mit den Schülerinnen und Schülern?

48

F: Ja, also wie erkennen Sie jetzt zum Beispiel, ob die Schülerinnen und Schüler die gewünschten Kompetenzen erworben haben, beziehungsweise inwiefern setzen sie dann Schritte zum Nacharbeiten?

49

L: Bei mir gibt es auf jeden Fall nach jedem Experiment, das die Schülerinnen und Schüler selber durchführen, die Phase, sei es am Ende der Stunde oder wenn die Zeit nicht dafür ausreicht, dann eben am Beginn der nächsten Stunde, die Phase, wo das Experiment nochmals aufgegriffen wird, nochmals die Ergebnisse verglichen werden. Das ist den Schülerinnen auch immer ganz wichtig, dass sie sozusagen ihr eigenes Messergebnis darstellen dürfen, und sei es, dass es sich komplett deckt, mit dem was die Vorhergehende, der Vorhergehende gerade gesagt hat, ist ihnen trotzdem da ziemlich wichtig, dass sie da gehört und gesehen werden, was meiner Meinung nach auch ganz wichtig ist, dass man ihnen diesen Raum und Zeit gibt, um auch ihre Begeisterung sozusagen, dass sie ihre Begeisterung auch teilen können und von Peers auch gesehen wird. Ich habe jetzt ein bisschen den Faden verloren...

50

F: Ja, also es ist um die Unterrichtsreflexion gegangen.

51

L: Ja, also das wäre sozusagen eine Art der Reflexion, die mit den Schülerinnen und Schülern stattfindet. Unterrichtsreflexion, die sozusagen in situ stattfindet, ist natürlich oft, wenn man Dinge, die man vermeintlich schon fertig besprochen hat und dann vielleicht benötigt. Also da würde mir jetzt bei dem Thema einfallen, ich spreche über Neutralisationsreaktionen und eine Schülerin, ein Schüler, der eine Neutralisationsgleichung jetzt ausgleichen soll, ist eher schwächer und man möchte ihm helfen oder ihr helfen und man sagt: „Naja du weißt ja doch, was ist denn eine Säure? Also wie ist das definiert?“ (aufmerksame Stimme) Und man merkt dann, dass diese Definition vielleicht nicht sitzt. Also das merkt man dann sozusagen im Moment natürlich, wenn das häufiger passiert in so einer Übungsphase. Dann zählt es sich natürlich aus, nochmals die Definition vielleicht aufzuschreiben, oder das sozusagen ein bisschen so *mantrhaft* vielleicht am Beginn von jeder Stunde nochmals zu wiederholen, gemeinsam zu wiederholen. Das kann auch etwas sehr Lustvolles für die Schülerinnen und Schüler sein. Ihnen macht das zum Teil auch wirklich Spaß, wenn man es nicht böse macht und wenn nicht immer der gleiche sozusagen drankommt, vielmehr derjenige ist sozusagen der Experte für die Definition einer Arrhenius Säure oder so. Also das sind dann Möglichkeiten, um den Ertrag zu sichern. Aber natürlich gibt es auch Reflexionsphasen, die einfach im Gespräch mit Kolleginnen und Kollegen stattfinden, wo man sich dann austauscht und sagt: „Okay, mir kommt es vor, dass das heuer bei der Klasse überhaupt nicht funktioniert ah jetzt ja funktioniert. Das hat in den letzten Jahren gut funktioniert oder die Parallelklasse hat das quasi anstandslos geschluckt. Und eine Woche später kommt man darauf, dass ich es ihnen einfach noch nicht gesagt habe, was sie noch nicht verstanden haben oder so. Das passiert natürlich immer wieder. Und als methodisches Instrument, der Überprüfung oder Reflexion des Lernstoffs dienen sicherlich die schriftlichen Überprüfungen, die ich sehr gerne durchführe.

52

F: Und all diese Möglichkeiten nutzen Sie dann auch, wenn Sie sehen, dass Schwierigkeiten auftreten, dass noch Übungsbedarf ist.

53

L: Genau, also wenn dann zum Beispiel herauskommt, nach so einer schriftlichen Wiederholung, die angekündigt war und trotz Übungsphase davor, es hat, sagen wir mal, nicht den Erwartungen entsprechend gut funktioniert, also dass vielleicht die Hälfte die Neutralisationsgleichung nicht

..Lehrzielkontrolle

..Hilfestellungen

..Lehrzielkontrolle

..Hilfestellungen

..Hilfestellungen		richtigstellen konnten, dann ist das natürlich für mich ein Anlass, dass man dafür nochmals extra Zeit sich nimmt und das vielleicht nochmals von vorne aufrollt, sich vielleicht in einem anderen Schulbuch Ideen holt, wie könnte man das sozusagen von einer anderen Richtung her nochmals beleuchten oder auch nochmals die Möglichkeit bietet, Fragen zu stellen und zu besprechen.
	54	F: Sie haben die Reaktionsgleichungen angesprochen. Wie genau sehen die Reaktionsgleichungen bei Ihnen aus? Sind das Wortgleichungen, sind das chemische Symbole, die sie verwenden, gezeichnete Teilchen, Summenformeln?
..Darstellungsformen	55	L: Also im Normalfall reichen die Summenformeln bei den Säuren und Basen aus. Die Essigsäure, die natürlich mit ihren vier Wasserstoffteilchen kann da natürlich für Verwirrung sorgen. Da ist die Strukturformel natürlich unerlässlich, dass man die auch kurz bespricht. Sie haben eine gute Wiederholung der Lewis-Schreibweise. Da kann man dann natürlich auch wieder auf die Definition des Protonendonators zurückkommen. Ich verwende also die gängige chemische Formelsprache, wenn man so möchte, manchmal male ich dann auch gerne Kugeln und Punkte, beziehungsweise versuche mit einem Molekülbaukasten zu arbeiten, weil ich das Gefühl habe, dass dieses Abstraktionsvermögen gerade in der vierten Klasse noch nicht bei allen gleich weit entwickelt ist. Denn entwicklungspsychologisch gesehen, sind da nicht alle so weit, dass sie sich das vorstellen können und versuche da eben zum Beispiel mit einem Molekülbaukasten entgegenzuwirken. Ich habe da auch schon von Ideen gehört, dass man mit Legosteinen arbeiten. Das habe ich persönlich bis jetzt noch nicht ausprobiert.
..Darstellungsformen		
..Andere Materialien		
..Hilfestellungen		
	56	F: Okay, bevor wir zum letzten Punkt kommen, wie wichtig ist ihnen allgemein als Lehrperson das Thema „Säuren und Basen“?
	57	L: Ja, ist natürlich schwierig. Also, es ist natürlich alles wichtig, was man unterrichtet, sonst könnte man das wahrscheinlich auch nicht mit der nötigen Begeisterung und Überzeugung rüberbringen. Was mir aufgrund meines Zweifaches natürlich auch vielleicht wichtig ist, ist die Rechnerei bei diesen Dingen. Ich lege zum Beispiel auch Wert darauf, dass Schülerinnen und Schüler auch bereits in der vierten Klasse zumindest mit der einfachen Molmasse, Masse und Stoffmengenformel rechnen können und das Thema „Säuren und Basen“, ich würde sagen, neben den Redoxreaktionen, das sind beides quasi die wichtigen Themen der anorganischen Chemie, die nebeneinander, aufgrund ihrer parallelen Konzepte natürlich ihre Wichtigkeit haben, obwohl natürlich die Parallelität von den Schülerinnen und Schülern so gut wie nie erkannt wird, auch wenn man es ihnen sagt (lachend).
..Relevanz für LP		
	58	F: Wie viele Unterrichtsstunden schenken sie ungefähr den Säuren und Basen?
	59	L: Ich könnte jetzt im Klassenbuch nachschauen vom letzten Jahr, aber aus dem Stehgreif gesagt: Ich würde sagen vier Wochen und das sind schon 8 - 10 Stunden, wenn dann vielleicht noch was ausfällt, dann dauert es vielleicht auch noch länger.
..Zeitplanung		
	60	F: Gut. Ja, wir sind jetzt schon am Ende des Interviews angelangt. Gibt es noch irgendetwas was sie ergänzen möchten oder loswerden möchten?
	61	L: Zum Thema „Säuren und Basen“. Ja vielleicht auch nochmal sozusagen reflektierend auf meine eigene Entwicklung als Lehrperson mit diesem Thema, kann ich sagen, dass meine Ansprüche, die ich an Schülerinnen und Schüler stelle mit Sicherheit im Laufe den letzten Jahren gestiegen sind. Und ich führe das hauptsächlich darauf zurück, dass ich einerseits selber mehr Sicherheit erhalten habe und mich wenigeres aus dem Konzept bringen kann im Unterricht selbst, und andererseits meine Erfahrung, die ich gesammelt habe im Zuge der Chemieolympiade. Also ich glaube, dass ich zum Beispiel in meinen ersten Unterrichtsjahren niemals auf die Idee gekommen wäre, den

pH-Wert, so wie ich ihn jetzt in diesem Tafelbild angeschrieben habe, zu definieren, ganz sicher nicht. Aber mittlerweile gehe ich mit einer gewissen Einstellung heran: Man kann Schülerinnen und Schülern schon sehr viel zutrauen. Man darf nur nicht vergessen, dass man darauf achtet, wann es für sie zu viel wird. Man darf nicht über sie hinweggehen, aber man darf ihnen schon auch zeigen, wohin die Reise gehen kann. Man muss ja dann nicht alles prüfen, was man ihnen zeigt.

62 F: Nur eine ganz kurze Nachfrage: Wie hat in ihren ersten Unterrichtsjahren dieses Tafelbild zum pH-Wert ausgesehen? Was haben Sie da anders gemacht?

63 L: Zum Beispiel beim pH-Wert, glaube ich mich zu erinnern, dass ich damals aufgeschrieben habe: „0 bis 7 ist eine Säure, 7 ist neutral und 7 bis 14 ist basisch.“ Also diese Beschränktheit der Skala würde ich jetzt nicht mehr so machen.

64 F: Noch ein persönlicher Punkt, den Sie am Thema „Säuren und Basen“ toll finden? Gibt es irgendwas, was sie persönlich da sehr mögen?

65 L: Mir gefällt dieser Alltagsbezug, allein dass wir mit unserer Magensäure einen sehr ätzenden Stoff quasi herumtragen und täglich durch das vermehrte Händewaschen mit Seifenlauge in Pandemiezeiten beschäftigt sind (...), oder dass man in der Küche einfach auch mit Säuren zum Beispiel sehr oft arbeitet, nicht nur des sauren Geschmacks wegen, sondern eben auch zum Beispiel, um Redoxreaktionen hinten anzuhalten, als eine Art von Oxidationsmitteln. Und mich fasziniert das. Je mehr ich darüber rede mit Schülerinnen und Schülern, bin ich auch immer wieder fasziniert und ich glaube diese Faszination von einer Thematik, dass die auch immer wieder aufkommt und dass man immer wieder was für sich entdeckt und das den Schülerinnen und Schülern mitgeben will, ist glaube ich auch ein ganz wichtiger Antrieb.

66 F: Gut, dann sage ich danke, dass sie sich Zeit genommen haben. Ich hoffe, das Interview war nicht zu kräftezehrend. Ihre Ausführungen sind für die Arbeit und die fachdidaktische Forschung sicher von großer Bedeutung. Dann schließe ich hiermit den Tonbandmitschnitt.

C_Transkript_A.

Datum: 01. Februar 2022

Durchführung des Interviews: Zoom Meeting

Dauer des Tonbandmitschnitts: 46 Minuten, 58 Sekunden

Besonderheiten während des Interviews: keine

F: Erzählen Sie doch einmal als Einstieg, wie lange Sie schon Erfahrungen im Lehrberuf haben.

L: Also ich unterrichte seit 25 Jahren Chemie. Mein zweites Fach ist Englisch, das heißt ich habe, ja ich habe durchgehend diese 25 Jahre unterrichtet, dabei an verschiedenen Schulen, allerdings alle AHS, mehr Oberstufe generell, vor allem am Beginn, und anschließend, aber auch schon die letzten 20 Jahre dann auch an der Unterstufe.

F: Mhm. Und wie ist speziell Ihre Erfahrung mit Chemie-Klassen in der Unterstufe?

L: In Bezug auf was? Ich meine thematisch jetzt schülerbezogen, ich mein es ist ein riesiger Unterschied, ob man 14 Jährigen gegenüber sitzt oder 18 Jährigen natürlich.

F: Ich meine, hatten Sie schon viele Chemieklassen in der Unterstufe?

L: Ja, ich habe jedes Jahr, ich glaube ich habe kein Jahr dabei gehabt, außer wie gesagt die ersten, ich sage einmal seit 20 Jahren nehme ich an, vielleicht ein Jahr auf oder ab, die ersten 13 Jahre hatte ich nur Oberstufe und seit ca. 20 Jahren habe ich auch immer mindestens eine Unterstufenklasse unterrichtet, manchmal auch zwei bis drei Unterstufenklassen.

F: Oke.

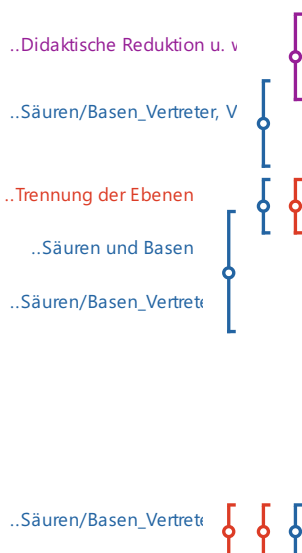
L: Derzeit habe ich eine Unterstufenklasse.

F: Wunderbar. In der Chemiedidaktik sprechen wir ja immer über Konzepte oder zentrale Prinzipien, wenn wir komplexere Sachverhalte den Schülerinnen und Schülern erklären möchten. Also zum Beispiel wäre ein so ein zentrales Konzept beim Thema Redoxreaktionen, dass bei einer Oxidation Elektronen aufgenommen werden und bei einer Reduktion Elektronen abgegeben werden, und bei einer Reduktion Elektronen aufgenommen werden. Das Ganze unterliegt dann dem sogenannten Donator-Akzeptor-Konzept. Wie Sie wissen, sprechen wir aber heute über das Thema „Säuren und Basen“. Welche Konzepte sollen die Schülerinnen und Schüler da lernen?

L: Also in der Unterstufe werden sie mit dem Begriff „Donor“ und „Akzeptor“ und in dem Fall eben „Protonendonator und -akzeptor“ werden sie nicht wirklich Erfahrungen machen. Was sie sehr wohl machen an theoretischen Dingen ist, dass sie natürlich diese charakteristischen Ionen kennen sollen, um auch zu erkennen, wann eine Säure oder eine Base vorliegt. Also sehr wohl das H^+ -Ion. Also sie können dann schon, sie lernen schon Säuren sind Stoffe, die H^+ abgeben, weil sie anhand von dieser Theorie auch relativ gut einen Unterschied, oder das Erkennen erkennen können, wann eine Säure vorliegt. Ja, also einfach um das Erkennen strukturell von der Formel her: Ist es eine Säure? Ist es eine Base? Dafür sehr wohl, dass H^+ -Ionen abgegeben werden, aber der Begriff „Donor“ und „Akzeptor“, den verwende ich in der Unterstufe nicht.

F: Mhm. Welche oder was sollen die Schülerinnen anschließend bei diesem Thema „Säuren & Basen“ können?

L: Also, auf jeden Fall einmal Säuren und Basen anhand, also jetzt formal, von



..Säuren/Basen_Ver
 ..Trennung der Eben
 ..H+ statt H₃O+
 ..Säuren/Basen_Vertreter, Vork
 ..Thematisierung von Fehlkonze
 ..Weitere

..Fehler ausgebessert
 ..pH-Wert und Indikatoren
 ..Planung und Einstieg
 ..Schülerversuch
 ..Relevanz

..Säuren/Basen_Vertreter, V
 ..Trennung der Ebenen
 ..Sicherheit
 ..pH-Wert und Indikato
 ..Neutralisationsreaktio
 ..Neutralisationsreaktion und Salze

..Neutralisationsreaktion und Si
 ..Neutralisationsreaktion un

den Formeln her erkennen, also sprich charakteristische Ionen, also in diesem Fall die H⁺-Ionen beziehungsweise die OH⁻-Ionen und dann aber verstärkt auch auf die Eigenschaften der Säuren und Basen wird eingegangen, und da liegt eher das Hauptaugenmerk. Also dass sie ätzende Wirkung, für Schüler ist, wenn man sie einfach fragt, Säuren sind ihnen viel geläufiger als Basen und für sie sind nur Säuren ätzend. Wenn man kurz einmal ohne Vorinformationen fragt, kriegt man wenig, also nach meiner Erfahrung kriegt man wenig Beispiele für basische Lösungen. Ja also da muss man auch überhaupt noch sagen, weil die Fragestellung ist Säuren und Basen, auch auf den Unterschied zwischen saure und basische Lösungen natürlich muss man eingehen, weil die Fragestellung war ja eigentlich Säuren und Basen, also saure und basische Lösungen und da bei den Eigenschaften, so wo war ich jetzt gerade vorher (fragend), weil ich jetzt auf die Lösung zurück gekommen bin, welche Eigenschaft wollten wir nicht gerade die Ionen, die haben wir gerade gehabt. Womit habe ich begonnen?

18 L: Den Geschmack haben Sie erwähnt.

19 F: Nein, ätzende Wirkung, das war es. Bei der ätzenden Wirkung waren wir und da ist es darum gegangen, dass ihnen basische Lösungen einmal a) einmal nicht so bekannt sind und sie auch nicht, wenn man sie fragt, oft mit einer ätzenden Wirkung in Verbindung. Säuren sind für sie, oder saure Lösungen sind für sie ätzend, aber basische Lösungen sind für sie einmal weniger ätzend, weniger gefährlich, eher sage ich einmal unter Anführungszeichen für die Schüler am Anfang vom Begriff her fast harmlos. Also das war eine Eigenschaft. Dann geht natürlich alles in Richtung Erkennen von Säuren und Basen, sprich Indikatoren, Eigenschaften wie pH-Wert zuordnen können, ätzende Wirkung und natürlich viel in das Alltagsleben der Schüler. Das beginnt schon beim Einstieg, dass der Einstieg experimentell nicht nur, was ein schöner Versuch ist, die schwefelige Säure herzustellen aus dem festen Schwefel, sondern natürlich auch gleich einmal das CO₂ mit Wasser in Verbindung mit dem Sodastream, das sie eben aus dem Alltag kennen. Und möglichst viele Alltagsbezüge herstellen, das ist sicher ein Hauptthema.

20 F: Welche weiteren Unterrichtsziele, groben Unterrichtsziele streben Sie beim Thema „Säuren und Basen“ an?

21 L: Speziell dann auch noch auf die einzelnen Säuren und Basen einzugehen, dass sie, wie gesagt, Eigenschaften, gerade bei Schwefelsäure kennenlernen, dass der Umgang mit Säuren der richtige ist, das Verdünnen von Säuren und anschließend sicherlich auch noch die Entsorgung von Säuren ist immer eine Frage auch von basischen Lösungen und da kommt man dann natürlich über das Verdünnen und den pH-Wert dann auch zur Neutralisation. Und dann bei der Neutralisation dann auch vorwiegend auf die Salze eingehen, dass sie sehr wohl einmal ein Calciumcarbonat, ein Gips, ein Calciumsulfat und viele Salze, die halt auch im Tagesablauf, oder ich sage mal, im Alltag, vielleicht nicht permanent, aber im Winter jetzt, wenn man Ski fährt, dann kommt halt einmal der Gips dann wieder und dass man da einen Anknüpfungspunkt an ihren Alltag findet, auch bei dem Salz.

22 F: Ja, Sie haben jetzt zuletzt die Neutralisationsreaktion angesprochen. Das ist auch ein wichtiges Unterthema bei den Säuren und Basen. Können Sie vielleicht noch näher erklären, was die Schülerinnen und Schüler Ihrer Meinung nach dazu verstehen sollen?

23 L: Den Schülern soll bewusst werden, dass ich die Wirkung einer Säure, zum Beispiel wenn ich diese Säure entsorgen möchte, nicht nur durch Verdünnen mit Wasser, wo sie aus dem pH-Wert ja schon diesen (...) kennen, dass man immer verdünnen muss, um einen Sprung um eins auf der pH-Wert-Skala zu machen zu können, sondern dass ich auch mit einer Base quasi jetzt diese Neutralisation herbeiführen kann. Ja, also dass wirklich der Gegenspieler, dass

.. "Salzbildung"

.. Neutralisationsreaktion un

.. Fehler ausgebessert

.. Thematisierung von Fehlke

.. Thematische Bezüge

.. Fehler ausgebessert

.. "Neutralisation"

.. H^+ statt H_3O^+

.. Angemessenheit

.. Trennung der Ebenen

.. Fehler ausgebessert

.. Angemessenheit

.. Didaktische Reduktion u. v

.. Weitere

.. Fehler ausgebessert

diese H^+ -Ionen und die OH^- -Ionen gemeinsam wieder das Wasser bilden und zusätzlich die Gegenspieler, oder Gegenspieler ist nicht richtig ausgedrückt, dass die Ionen, die noch vorhanden sind, also die Metallkationen und die Säurerest-Ionen wieder einen Stoff bilden, einen Stoff, den sie schon kennen. Da muss man dann wieder auf die Ionenbindung eingehen. Für mich ist auch noch ganz wichtig, dass man nicht nur erwähnt, es entsteht Wasser und Salz bei einer Ionenbindung, weil Salz dann für die Schüler sehr oft wieder mit Kochsalz gleichgestellt wird und man ja das Experiment meistens mit Natronlauge und Salzsäure macht und dann kriegt man natürlich das Kochsalz, aber sehr wohl, dass da eben eine Ionenverbindung entsteht. Und was für sie auch immer ganz wichtig ist, das heißt dann immer ein Salz (-) ist fest, dass das wirklich gleichzeitig aber in diesem Wasser gelöst ist, dass da, wenn man Salze unterrichtet, dann macht man natürlich Salzlösungen, aber die Schüler haben dann eher den Feststoff im Kopf, dass das natürlich der Feststoff aber wieder in Wasser gelöst ist.

24 F: Mhm.

25 L: Und zur Neutralisation fällt mir dann noch ein, auch da versuche ich immer Alltagsbezüge herzustellen, was sehr gut eben an und für sich funktioniert mit dem Sodbrennen, das viele kennen und da werden dann solche, da wird ein bisschen von der Biologie her über Magen, aber natürlich auch die Medikamente recherchiert, was drinnen ist. Und dann kann man da auch einen Anknüpfungspunkt noch einmal finden.

26 F: In diesem Zusammenhang habe ich, oder findet man in Schulbüchern sehr häufig folgenden Merksatz, folgende Formulierung. Ich stelle sie auch in den Chat. „Bei der Neutralisation reagieren Säure und Base unter Bildung von Salz und Wasser.“ Kommentieren Sie bitte diese Aussage.

27 L: Bei der Neutralisationsreaktion, also ich würde auf jeden Fall einmal dazusagen, dass es eine Neutralisationsreaktion ist und dass es eine vereinfachte Darstellung auf jeden Fall ist. Das heißt es wäre für mich schon noch wichtig zu sagen, dass eben die H^+ -Ionen und die OH^- -Ionen, also ein Teil der Säure, ein Teil der Base zu dem Wasser reagiert und die Metallkationen und die Säurerest -Ionen zu einer Ionenverbindung, wie gesagt, dass mit Salz und Ionenverbindung, das würde ich da auf jeden Fall auch noch einmal anmerken. Also so als, dass man das als Reaktionsgleichung vereinfacht aufschreibt „Säure plus Base reagiert zu Salz und Wasser.“ -ja, wobei da natürlich ganz ganz viele Sachen schon, da ist Säure, was eine saure Lösung ist, da ist Base, was auch eine Lösung ist. Also da werden viele Vereinfachungen getroffen, die als grobe Richtlinie vielleicht in der vierten Klasse okay ist, aber die schon noch zusätzlich erklärt gehört.

28 F: Mhm. Erklären Sie das dann auch den Schülerinnen und Schülern bzw. in welcher Form? Was sagen sie da?

29 L: In der Form, dass wir wirklich, sie kennen dann schon eben die Salzsäure, sie kennen die Natronlauge, dass man wirklich auch die Ionengleichungen dazu aufstellt, noch immer ohne Wasser natürlich, was wieder eine Vereinfachung ist. Und das ist auch sehr unterschiedlich, weil ich glaube, dass es den Schülern schon einfacher fällt, wenn man mit H^+ -Ionen bei Säuren noch arbeitet und nicht mit H_3O^+ -Ionen. Und da ist es auch zum Beispiel, dass in unserem Schulbuch der vierten Klasse jetzt zum Beispiele H_3O^+ -Ionen drinnenstehen. Das heißt, das muss einmal für sie auch klargestellt werden, dass H^+ , wie das zu dem H_3O^+ reagiert und dass das eigentlich die genauere Bezeichnung ist, aber ich stelle auch dann immer, wenn das kommt, dass sie beide Sachen als charakteristische Ionen kennenlernen, dass es vereinfacht für sie die H^+ -Ionen jetzt an und für sich noch sind. Aber man muss auch das noch einmal erwähnen, weil zum Beispiel das Schulbuch der vierten Klasse in unserem Fall H_3O^+ -Ionen angibt.

	30	F: Ja, an dieser Stelle gleich die Frage: Was für ein Schulbuch verwenden Sie?
	31	L: Ich verwende <i>Chemie verstehen</i> -Mašin und Grois.
	32	F: Und noch eine Frage in diesem Zusammenhang: Können Sie ein Beispiel geben für eine von Ihnen genannte Ionengleichung?
..Darstellungsformen	33	L: Ja, dass eben in dem Fall das H^+ und das Cl^- mit dem Na^+ und dem OH^- , dass man wirklich die einzelnen Ionen eben anschreibt, unterschiedlich die H^+ und die OH^- anschließend mit einem Kreis zum Beispiel markiert und zeigt, dass die beiden eben zu Wasser werden und mit einer anderen Farbe, mit einem anderen Gebilde Cl^- und Natrium Na^+ markiert und zeigt, dass daraus dann das $NaCl$ wird. Also nicht nur HCl plus $NaOH$, sondern, wie gesagt, noch immer ohne dem „aqua“ natürlich, also auch noch immer vereinfacht.
	34	F: Mhm. Vielleicht noch abschließend zu diesem Thema „Konzepte und Ziele“. Sie haben anfangs auch erwähnt sie behandeln Indikatoren, sie behandeln den pH-Wert, sie behandeln Eigenschaften von sauren und basischen Lösungen. Können Sie noch ein paar Ziele nennen, die Sie mit Ihrem Unterricht, jetzt bezogen auf diese Unterthemen, anstreben?
..Säuren/Basen_Vetreter, V	35	L: Gut, Ziele... Beispiele nennen können für saure und basische Lösungen, mehr als sie aus dem Alltag bis jetzt schon gekannt haben, also die einmal zuordnen können, dann die Wirkung einschätzen können, sprich ätzende Wirkung, Gefahren von Säuren und Basen, die Handhabung von Säuren und Basen, zum Beispiel eben das Verdünnen einer sauren Lösung, einer konzentrierten sauren Lösung. Auch der pH-Wert ist natürlich ein großes Thema, also die Wirkung von diesen Substanzen, auch im Alltag, sie kennen das von Swimmingpools, sie kennen das zusätzlich vielleicht auch den pH-Wert der Haut mit diesen, mit den Reinigungsprodukten, die wir zum Beispiel uns genauer ansehen beim pH-Wert. Einschätzen können, dass Säuren oder alles was in Richtung Lebensmittel vorwiegend geht, in Getränken oder Speisen, dass wir da eher im sauren Bereich beheimatet sind, die Basen eher in dem Reinigungsbereich. Ausnahmen kennen, wie eben diese pH-hautneutralen Seifen und was fällt mir noch ein auf die Schnelle? Die Salze natürlich, dass die zu den Säuren, dass es da eben durch die Neutralisation, nicht nur die Neutralisation, dass eben Säurereste und damit ganz ganz viele Salze in Zusammenhang mit den Säuren stehen und da natürlich Verwendungszwecke und Vorkommen.
..Säuren/Basen_Vetreter, V		
..Säuren/Basen_Vetreter, Vorkc		
..Neutralisationsreaktion und Si		
	36	F: Wunderbar. Als nächstes möchte ich, dass wir über die einzelnen Phasen des Unterrichts, also Planung, Durchführung und Reflexion sprechen. Beschreiben Sie zunächst einmal, wie Ihre Planung bei diesem Thema aussieht.
	37	L: Planung des Unterrichtes zum Thema „Säuren und Basen“. Die Planung muss einerseits abgestimmt werden in meinen Fall sehr gut darauf, ob ich im Chemiesaal bin. Ich bin nicht von den zwei Stunden nur eine Stunde im Chemiesaal. Das heißt, dass man immer darauf Rücksicht nehmen muss, was aber bei dem Thema jetzt nicht die große Schwierigkeit ist, ob ich das Experiment, dass ich das so <i>time</i> , dass das Experiment natürlich in der Stunde stattfindet, wo ich im Chemiesaal bin. Kleine Sachen kann man ab und zu mitnehmen, aber größere Dinge, wie die Herstellung von schwefeliger Säure, den Bezug zum sauren Regen, der damit hergestellt wird. Das muss so geplant werden, dass es halt in der Stunde vom Chemiesaal ist. Generell beginnt das Ganze eben mit der Herstellung von den Säuren. Das ist mein Einstieg. Ja, also von sauerstoffhaltigen Säuren und Basen natürlich und basischen Lösungen in dem Fall. Vorher wird noch gefragt, ja was die Schüler selber natürlich kennen. Aber ich beginne an und für sich mit der Herstellung. Das ist der Beginn und versuche dann von den Namen und von den bekannten Formeln, die man da langsam natürlich auch einführt, zu den Eigenschaften der Säuren zu kommen und dann die einzelnen Sachen auch ein bisschen im Detail, wirklich die Säuren und basischen Lösung im Detail herzuzeigen, sprich experimentell damit auch zu arbeiten, was ja bei Säuren und Basen mit ganz ganz vielen schönen
..Planung und Einstieg		
..Planung und Einstieg		

..Schulbuch
..Tafelbilder und Mitschriften

..Säuren/Basen_Vertreter, Vorkc

..Anknüpfung an andere Th

..Thematische Bezüge

..Säuren/Basen_Vertreter, Vorkc

Versuchen in Verbindung steht. Ein bisschen der Unterschied, mehr Praxisorientierung, wenn der Chemiesaal da ist und dann natürlich die Reflexion kann dann noch einmal am Beginn des Unterrichts von der letzten Stunde herangezogen werden, damit man dann die Zeit, die in der Klasse eben vorhanden ist, dass die, oder dass zumindest die Zeit, die im Saal vorhanden ist, wirklich optimal genutzt wird und dadurch natürlich noch einmal, dass die Aufarbeitung dann in der nächsten Stunde als Reflexion, als Wiederholung.

38 F: Mit welchen Materialien sollen die Lernenden arbeiten?

39 L: Die Lernenden, die Schüler arbeiten mithilfe... Ist jetzt gemeint, was sie selber, also die Materialien sprich Buch?

40 F: Genau.

41 L: Wir haben, also sie haben ihr Buch zur Verfügung. Sie haben ein Arbeitsbuch in unserem Fall zur Verfügung und sie haben noch ein Heft für ihre Mitschrift, wobei das ergänzend zu dem Arbeitsbuch in der vierten Klasse geführt wird. Das heißt manche Versuche zum Beispiel sind im Arbeitsbuch dargestellt, oder als Frage formuliert, da wird der Versuch dann im Arbeitsbuch vorwiegend besprochen, andere Versuche, die im Arbeitsbuch nicht explizit angeführt sind, die kommen zum Beispiel zusätzlich ins Heft, genauso wie ich finde, dass es in den Büchern, ich weiß nicht ob in allen, aber in vielen Büchern es kaum wirklich gute zusammenfassende Sachen zum Thema „Formeln der Säuren“ gibt, weil das ist etwas, was man schon zugeben muss, die paar Säuren, warum Schwefelsäure die Formel H_2SO_4 hat, das ist etwas, wo man sie nicht unbedingt jetzt systematisch so leicht hinleiten kann, sondern die Formeln der Säuren, das müssen sie wirklich einmal lernen, auswendig lernen in dem Fall, und da gibt es sicherlich auch einmal eine Tabelle, die ich in den meisten Büchern eigentlich vermisste, weil man dann auch wirklich schön ihnen zeigen kann, das es eigentlich doch ein System ist, wie ich von der einen Säure zum Salz dann wieder komme.

42 F: Sie haben auch schon angesprochen, dass sie größere Alltagsbezüge herstellen. Sie haben erwähnt, sie steigen ein mit dem Sodastream oder sie gehen auch auf medizinische Aspekte ein, zum Beispiel beim Sodbrennen, also das wären alles Kontexte, in denen sie quasi Ihre Lernziele einbetten. Gibt es weitere Kontexte, die sie beim Thema Säuren und Basen einsetzen?

43 L: Es gibt sicherlich weitere Kontexte, die ergeben sich eigentlich sehr sehr häufig einfach auch aus der Kommunikation mit den Schülern, wenn also, da muss ich jetzt die einzelnen Säuren ein bisschen durchüberlegen. Bei der Kohlensäure ist der Kontext, wie gesagt, sicherlich der Sodastream. Bei der Schwefelsäure ist es wahrscheinlich eher das Experimentelle, das sie jetzt nicht kennen vorwiegend, aber das für sie immer sehr verblüffend einfach ist. Das heißt, es kommt eigentlich eine neue Information meiner Meinung nach fast dazu. Was sie sehr wohl schon kennen, ist, dass die Säuren mit Metall zum Beispiel, also mit unedlen Metallen, dass es zur Wasserstoffentwicklung kommt. Bei den Laugen fällt mir natürlich noch ein, ein großes Thema für die Schüler sind die Laugenbrenzeln, die sie alle kennen. Also da gibt es so einen großen Kanister bei mir, den ich aus einer Bäckerei wirklich bekommen habe und da ist ganz verblüffend darauf zu lesen, und er ist wirklich original aus der Bäckerei, da steht, ich müsste ihn jetzt runterholen, dass ich nicht was falsche sage, aber ich glaube es steht „Brezellauge“ wirklich darauf, um den Schülern wirklich einmal zu zeigen, dass, es steht hinten natürlich auch die Konzentration der Natronlauge darauf und genau wie man damit arbeiten muss für den Bäcker. Die Laugenbrezel ist natürlich auch etwas, was für sie interessant ist, was man in Nicht-Corona-Zeiten allerdings nicht in einer Stunde, aber in einer Laborstunde zum Beispiel auch selber herstellt. Ammoniak, weil wir bei den basischen Lösungen ein bisschen weniger waren, das ist schon etwas, was vor allem die Mädchen kennen vom Haarefärben,

..Säuren/Basen_Vertreter, V

auch aus der Werbung. Für mich ist auch wichtig, dass sie diesen Geruch erkennen. Das ist schon etwas, was man wissen soll, wie wenn schon so eine Substanz so einen charakteristischen Geruch hat, kann man die in geringen Dosen natürlich, nur das man das erkennt. Was fällt mir noch ein zu den (...)? Ja, eventuell, was allerdings aus meiner Erfahrung nicht ganz so gut ankommt, ist in Richtung Baustoffe dann zu gehen. Das finde ich zwar wahnsinnig spannend, weil das wirklich schöne Chemie ist, aber die Begeisterung der Schüler, wenn es in die Richtung Baustoffe geht mit Kalkwasser, die ist enden wollend, sagen wir mal so.

44 F: Gut. Danke mal für diese Ausführungen zur Unterrichtsplanung und zur Durchführung. Inwiefern reflektieren sie durchgeführte Unterrichtsstunden?

..Lehrzielkontrolle

45 L: Auf jeden Fall einmal mit einer Zusammenfassung, mit einer meistens von Schülern formulierten Zusammenfassung zu dem letzten Thema, das wir gemacht haben, also auf jeden Fall mindestens die letzte Stunde, die halt noch ganz präsent hoffentlich ist, aber auch den größeren Kontext, wenn das Experiment war, dann muss aber trotzdem noch einmal auch eingegangen werden auf die Grundprinzipien, also auf das Konzept der Säure, das heißt am Beginn der Stunde gibt es auf jeden Fall eine Wiederholung der letzten Stunde und insgesamt sehr sehr viel auch an diesem Frage-Antwort-Konzept, also dass man es wirklich auch viel im Unterricht wiederholt. Einmal gesagt und von einem Schüler beantwortet, ist, wenn man vor 27 Schülern steht, meiner Meinung nach etwas zu wenig. Auch speziell weiß man dann auch schon, welche Schüler man dann extra vielleicht noch einmal ansprechen muss. Und was versucht wird, ist, wenn einmal etwas, also dass sie quasi den Transfer dann anschließend schaffen, es auch auf andere Beispiele anzuwenden. Also gibt ein Beispiel, das gemeinsam besprochen wird, und dann wird versucht, in selbstständiger Arbeit, natürlich teilweise auch in Gruppenarbeit und teilweise auch mit Unterstützung des Lehrers, quasi andere (-), also wirklich, dass Exemplar, falsch, wie heißt es, das Beispiel, das man gemacht hat, das Exampel, das Beispiel, das man gemacht hat, auch wirklich öfters auf andere Substanzen angewendet, weil einmal nur vom Lehrer durchgeführt und dann anschließend muss es gefestigt werden, das heißt sie müssen selbstständig auch versuchen, diese Schritte nachzuvollziehen.

..Lehrzielkontrolle

46 F: Wenn Sie jetzt erkennen, dass viele Lernziele von vielen Schülern noch nicht erworben wurden, wie versuchen sie dann auf das einzugehen, auf diese Herausforderungen?

..Hilfestellungen

47 L: Also entweder gibt es noch einmal Aufgaben, die zu lösen sind. Das heißt es gibt noch einmal ein Arbeitsblatt mit Anwendungsaufgaben. Es gibt die Möglichkeit, dass sie noch einmal ein Schülerexperiment durchführen, ein kleines Schülerexperiment, wo sie dann eben noch einmal die Erklärung geben müssen. Was Schüler auch wirklich gerne machen, natürlich ist in der Gruppe noch einmal zu einer Lösung zu kommen, also dass sie eigenständig arbeiten. Was ich lieber mach, ist, dass sie in der Stunde vermehrt in den Gruppen arbeiten und auch die Arbeitsaufträge lösen, eher selten, dass sie das Arbeitsblatt nur nach Hause bekommen, weil jedes Arbeitsblatt, dass sie kriegen, was man als Lehrer nicht anschaut, braucht man auch nicht ausgeben. Das heißt, wenn ich das wirklich, dann kann ich meine Schüler in ein paar Gruppen einteilen und dann weiß ich, es wurde von ein paar, die es eh schon gekonnt haben, gearbeitet. Also man muss irgendwie versuchen, Sorge zu tragen, dass halt wirklich auch die Leute arbeiten, und das geht ganz gut, vorwiegend im Unterricht und in Gruppenarbeiten.

..Hilfestellungen

..Gruppenarbeiten/selbstständig

48 F: Wo sehen sie insgesamt Herausforderungen beim Thema „Säuren und Basen“ für Schülerinnen und Schüler?

..Didaktische Reduktion u. weg

49 L: Herausforderungen (-). Es könnte natürlich ein komplexes Thema sein, allerdings, wie gesagt, mit den Vereinfachungen, die man teilweise halt schon

..Didaktische Reduktion u. wege

..Schülerherausforderungen

..Neutralisationsreaktion und Si

..Schülerversuch

..Thematische Bezüge

..Lehrerversuch

..Lehrerversuch

..Lehrerversuch

trifft und ich meine auch glaube ich gerechtfertigt in der vierten Klasse in der Unterstufe trifft, ist es eigentlich für die Schüler sehr spannendes Thema, weil es eben auch sehr experimentell ist. Die Herausforderungen sind wahrscheinlich für die Schüler, wenn man sehr, das ganze sehr lastig mit Formeln macht. Also wenn ich bei der Neutralisationsreaktion nicht nur möchte, dass sie mir sagen können, dass ein Salz der Salpetersäure entsteht, oder das Natriumsalz der Salpetersäure, dann noch Natriumnitrat hören möchte. Ja, aber wenn man das ganze noch mit Formeln versieht, dann glaube ich, ist es eine Herausforderung, wo ich auch sagen muss, weiß ich nicht, ob das wirklich notwendig ist. Mir ist in dem Fall wichtiger, dass sie wissen, welche Salze zu welchen Säuren gehören, aber da muss jetzt nicht unbedingt jedes Salz aufgestellt werden können. Also wenn es zu formel-lastig wird, dann wäre das eine besondere Aufgabe glaube ich für die Schüler und eine sehr große Herausforderung. Durch den experimentellen Anteil, der bei dem Thema sehr schön ist, ist es eher ein schönes Thema für die Schüler.

50 F: Ja, danke. Jetzt würde ich noch gerne bei einigen Punkten einen konkreteren Einblick in Ihren Unterricht bekommen wollen. Sie haben einige Versuche, die Sie beim Thema „Säuren und Basen“ durchführen. Also Sie stellen schwefelige Säure her, Sie machen eben im Rahmen dieses Sodbrennens Versuche. Mit welchem Ziel setzen Sie alle diese Versuche ein?

51 L: Das Ziel ist es, den Schülern es zu veranschaulichen und nicht nur theoretisch über eine Materie zu sprechen, auch wenn die Materie teilweise, wie zum Beispiel Zitronensäure ihnen bekannt ist. Trotzdem muss ich dann Zitronensäure mit Backpulver, Zitronensäure mit Zucker, all diese Sachen wirklich experimentell und teilweise, nicht alles, aber gerade diese Versuche auch den Schülern selbstständig machen lassen. Da fällt mir jetzt nur ein, wie gesagt nie Vollständigkeit, was ich erzähle, aber jetzt fällt mir dazu zum Beispiel ein, dass sie Brausepulver zum Beispiel herstellen und das ist etwas, was sie dann wirklich sehen. Es sind Alltagssachen, die sie glaube ich alle zuhause haben und wo man dann wirklich mithilfe einer chemischen Reaktion, die auch noch in dem Fall für die Schüler sehr ansprechend ist, egal ob es jetzt in Richtung Getränk geht oder ob es in Richtung des kleinen Raketenversuches, des Wegsprengens mithilfe von CO_2 geht. Also, dass sie da diese Anknüpfungspunkte und diesen Alltagsbezug wirklich wirklich sehen. So, also jetzt bin ich ein bisschen abgewichen. Die Frage war nochmals?

52 F: Also ich wollte nur prinzipiell wissen, welche Versuche sie sonst noch einsetzen und mit was für einem Ziel.

53 L: Achso. Die Versuche mit dem Ziel zum Beispiel, da fällt mir dann noch ein, bei der Schwefelsäure das Verdünnen, haben wir schon genannt, aber vor allem auch den Versuch „Zucker mit Schwefelsäure“. Auch den, gar nicht nur mit Zucker, sondern einfach nur Schwefelsäure auf ein Blatt Papier, eine Küchenrolle geben und dass sie wirklich in dieser kurzen Zeit diese Veränderung sehen. Diese muss man natürlich dann im Detail auch erklären, aber was sie zumindest sehen, ist sofort auch dieser schwarze Rand, wenn es nur die Küchenpapierrolle ist. Für sie wirklich ein Aha-Erlebnis, endlich kann man mal was zeigen, was sofort wirklich eine für sie massive Wirkung einfach darstellt. Andere Sache bei den Versuchen ist noch zum Beispiel im Abzug natürlich Kupfer plus Salpetersäure, einfach um auch ein bisschen einzugehen. Sie haben selbstständig dann immer schon gemacht, dass sie ein unedles Metall mit Essig reagieren lassen und da eben die Wasserstoffentwicklung haben und wenn man dann ein edleres Metall hat, dass man das mit Salzsäure einfach nicht mehr auflösen kann und ihnen dann aber auch einmal ein Gas zeigen kann, das eben nicht farblos ist, dass sie da wirklich eben diese nitrosen Gase, also auch diese braunen Dämpfe sehen. Was fällt mir an Versuchen noch ein? Natürlich zu Salpetersäure geht es dann auch in Richtung Biologie, sprich Xanthoprotein-Reaktion. Also kaum eine Stunde, wo nicht einmal jemand auf

..Lehrerversuch

..Lehrerversuch

..Säuren/Basen_Vertreter, Vorkc

..Schülerversuch

seiner Jause noch hoffentlich ein bisschen Schinken oder eine Wurst dabei hat, damit man wirklich vom Schüler dann ein Stück bekommt und mit seiner Wurst wirklich einmal Xanthoprotein-Reaktion durchführt. Was fällt mir an Versuchen noch ein? Also der Zusammenhang mit der Biologie in dem Fall. Und Springbrunnenversuch natürlich. Also Springbrunnenversuch entweder mit HCl oder mit NH_3 ist auch immer für die Schüler extrem, mit viel Freude, sag ich einmal von der Seite der Schüler verbunden, da kann man auch sehr auf Wasserlöslichkeit dann wieder eingehen. Salzsäure auch, das Lösen von Kalk wie zuhause, wird natürlich nicht mit Salzsäure Kalk entfernt. Auch der Unterschied, da kriegen sie einmal einen Granit, wo es eben keine CO_2 -Bildung gibt und dann kriegen sie auch eine Muschel einmal und Kalk-Gestein, das wir da haben, wo sie verdünnte Säure dann selber darauf tropfen dürfen. Brausetablette-Versuch. Ja ich glaube, wie gesagt keine Vollständigkeit manchmal, müsste ich jetzt wirklich nachschauen, aber das sind so quasi die Standardversuche einmal auf jeden Fall.

54

F: Gut.

55

..Schülerversuch

L: Und die Versuche ganz wichtig, das ist einer der besten Schüler-Versuche. Die Indikatoren. Dass sie selber wirklich das Rotkraut wirklich schneiden und aus dieser Substanz gewinnen, genauso mit Hibiskus machen wir es noch und dann dürfen sie auch wirklich die Indikatoren, also die selbstgemachten und auch ein paar Indikatoren, die wir natürlich da haben von Phenolphthalein über Universalindikator mit einzelnen Substanzen ausprobieren, die sie aus dem Alltag kennen. Also meistens nehmen wir Essigsäure, Wasser und ein Waschpulver und sie machen anschließend wirklich tüpfelmäßig auf einem folierten Blatt diese Versuche.

56

F: Okay, danke. Bevor wir zum letzten Punkt kommen. Wie wichtig ist Ihnen als Lehrperson das Thema „Säuren und Basen“?

57

..Relevanz für LP

..Säuren/Basen_Vertreter, V

L: Eine Rangordnung (lachend). Wie wichtig? Es ist ein schönes Thema. Es ist ein wichtiges Thema. Es ist für mich wichtig, dass sie einordnen können die Gefährlichkeit von Substanzen auch. Es wird immer angesprochen. 36 prozentige Salzsäure und dann gibt es die Flasche mit der hochprozentigen Schwefelsäure, wo dann 96 Prozent, 98 Prozent draufsteht. Und da für die Schüler diese richtige Einordnung auch dann irgendwie herzustellen, dass das (...) Für sie ist völlig klar, 36 Prozent braucht man nicht allzu viel Sorge haben im Vergleich. Da das Verständnis zu finden, oder das Verständnis zu erwecken bei den Schülern: „Vorsicht, das ist die höchste Konzentration, die man in dem Fall erreichen kann, weil sich eben nicht in jedem Stoff gleich viel löst und nur eine Zahl, jetzt für sie nicht sofort, also eben dieses Umdrehen, dass für sie 36 Prozent von Haus aus eher harmlos sind und 96 Prozent, da muss man vorsichtig sein, da dieses Bewusstsein zu schaffen „Nein, da steckt viel mehr dahinter, nein, da muss ich auf andere Dinge auch Rücksicht nehmen und da auch natürlich mir auch ein Wissen dann eben schon erworben habe. Aber dieser Umgang, dass man (-) 36 prozentige Salzsäure hat. Das ist eine verdünnte Lösung. Das sollte dann schon irgendwo auch da sein.

58

F: Ja. Um nochmals auf die Wichtigkeit zurückzukommen. Wie viele Unterrichtsstunden schenken sie diesem Thema ungefähr.

59

L: Das ist jetzt (-). Wie viele Unterrichtsstunden schenke ich dem Thema? Da müsste ich jetzt ein bisschen (...). Die Herstellung ist auf jeden Fall schon einmal, die Eigenschaften, wichtige Säuren.

60

F: Ungefähr.

61

..Zeitplanung

L: Ich sage einmal acht Stunden vielleicht. Ich müsste jetzt, aber wenn man noch die Wort (...). Sechs bis acht Stunden.

62

F: Ja?

..Relevanz für LP

63 L: Sechs bis acht.

64 F: Danke für die Einschätzung. Wir sind jetzt auch schon am Ende des Interviews angelangt. Gibt es noch etwas, was sie ergänzen möchten oder loswerden möchten?

65 L: Keine Vollständigkeit. Das ist, was einem halt spontan einfällt. Oft kommen auch Einfälle, wenn die Schüler irgendetwas sagen, dass man da darauf eingeht. Also keine Vollständigkeit in den Angaben einfach.

66 F: Mhm. Und was mögen sie persönlich am Thema „Säuren und Basen“.

67 L: Was mag ich persönlich am Thema „Säuren und Basen“? Ja die strahlenden Augen, wenn ich die Versuche mache. Die Aha-Erlebnisse, also wenn sie dann wirklich, wenn das Gas in Wasser gelöst wird und der Indikator schlägt um. Wenn sie sehen, wie beim Zucker-Schwefelsäure-Versuch das ganze herauswächst. Also wirklich die Begeisterung, die man bei den Schülern mit dem Thema sicherlich wecken kann.

68 F: Mhm. Gut, wenn von Ihrer Seite aus nichts mehr kommt, dann sage ich danke, dass sie sich Zeit genommen haben. Ich hoffe, das Interview war nicht zu kräftezehrend. Ihre Ausführungen sind für meine Arbeit und fachdidaktische Forschung sicher von großer Bedeutung. Dann schließe ich hiermit offiziell den Tonbandmitschnitt.

1 D_Transkript_B.

2 Datum: 22. Dezember 2021

3 Durchführung des Interviews: am Schulstandort

4 Dauer des Tonbandmitschnitts: 43 Minuten, 47 Sekunden

5 Besonderheiten während des Interviews: keine

6 F: Schönen guten Nachmittag. Zunächst einmal ein großes Dankeschön für Ihre Gesprächsbereitschaft. Wie Sie wissen, verfasse ich gerade am Österreichischen Kompetenzzentrum für Didaktik der Chemie, also am AECC Chemie an der Universität Wien im Bereich der Chemiedidaktik meine Masterarbeit. Im Rahmen dieser werde ich eine Interviewstudie mit Lehrerinnen und Lehrern durchführen. Mit dieser möchte ich untersuchen, wie das Thema „Säuren und Basen“ in der Sekundarstufe I unterrichtet wird. Dieses Thema nimmt, wie Sie wissen, eine wichtige Stellung im Chemieunterricht ein. Gleichzeitig stellt es Lernende häufig vor besondere Herausforderungen, weswegen auch die Forschung auf diesem Gebiet unerlässlich ist. Mit Ihren Ausführungen leisten Sie deshalb einen sehr wertvollen Beitrag für diese Arbeit und dieses Forschungsgebiet.

7 Ich denke, das Interview wird ca. eine dreiviertel Stunde Zeit in Anspruch nehmen. Das heißt, Sie können sich für Ihre Ausführungen viel Zeit nehmen, Sprechpausen sind überhaupt kein Problem. Ich werde das Interview mit einem Audiogerät aufzeichnen. Unser gesamter Gesprächsverlauf, inklusive der unterrichtsbezogenen Daten, bleibt in der Arbeit nur in transkribierter Form erhalten. Wichtige persönliche Daten wie Name, Geburtsdatum, Schulstandort werden nicht erwähnt.

8 Falls Sie damit einverstanden sind, würden wir nun beginnen.

9 L: Sehr gut.

10 F: Erzählen doch zunächst einmal als Einstieg, wie lange Sie schon Erfahrungen im Lehrberuf haben.

11 L: Ich habe jetzt im dritten Unterrichtsjahr begonnen. Wir sind ja noch im Dezember, das heißt genau vor drei Jahren habe ich angefangen zu unterrichten. Ich unterrichte auch schon Chemie seit drei Jahren, also drei Jahre sind es nicht, es sind zwei Jahre und drei Monate, also bin ich im dritten Unterrichtsjahr.

12 F: Wie sind Ihre Erfahrungen mit Unterstufenklassen in Chemie?

13 L: Also ich habe nur eine neunte Schulstufe (achte Schulstufe meinend), also eine vierte Klasse Unterstufe. Es gibt bei uns nicht eine dritte. Wir sind ja ein Realgymnasium, ein naturwissenschaftliches Realgymnasium, haben daher keine dritte Klasse Chemie und ich muss sagen, es ist eigentlich sehr schön und sehr gut. Ich bin auch gleich eingestiegen in die Vierte und übernehme sie auch seitdem als einzige Chemielehrerin an der Schule (lachend).

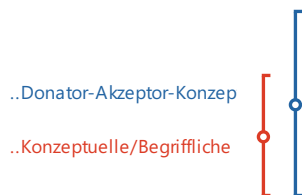
14 F: Haben Sie schon an anderen Schulen unterrichtet?

15 L: Nein, das ist die erste Schule und einzige Schule.

16 F: Und Sie haben in Wien studiert?

17 L: Ja.

18 F: Gut, dann gehen wir gleich tiefer rein in die Materie. Zentrale Konzepte. In der Chemiedidaktik sprechen wir ja immer wieder über Konzepte, zentrale Prinzipien, wenn wir komplexere Sachverhalte den Schülerinnen und Schülern erklären möchten. Also zum Beispiel wäre ein so ein zentrales Konzept beim Thema Redoxreaktionen, dass bei einer Oxidation immer Elektronen



19

abgegeben werden und bei einer Reduktion Elektronen aufgenommen werden. Das Ganze unterliegt dann dem sogenannten Donator-Akzeptor-Konzept. Wie Sie wissen, sprechen wir heute über die Säuren und Basen. Welche Konzepte sollen die Schülerinnen und Schüler bei diesem Thema lernen?

L: Für mich ist es wichtig in der Unterstufe, dass die Schüler*innen vor allem, so wie Sie es auch gerade angesprochen haben, Donator-Akzeptor-Prinzip auch bei den Säuren und Basen verstehen. Das heißt, für mich ist es wichtig, dass die Schüler*innen eben dieses Konzept begreifen und verstehen, dass Säuren Protonen abgeben und Basen Protonen aufnehmen, beziehungsweise Hydroxidionen OH^- -Ionen abgeben. Das ist für mich das eher Standardprinzip in der Unterstufe. Also wir sind ja nur in der Unterstufe. In der Oberstufe sieht es dann wieder bisschen anders aus. Das ist halt meine *Mainmessage* für die Schüler*innen.

20

F: Weitere Konzepte, die Sie vermitteln wollen?

21

L: (-) Etwas unvorbereitet wie ich gerade sehe (wartend). Wenn wir bei bei Säuren-Basen-Konzepten sind, sehr wohl auch eben den Alltagsbezug, falls das (...), das heißt auch welche Alltagsstoffe, ich wollte schon Lebensmittel sagen, die unter dieses überhaupt Konzept fallen, was ist sauer, was ist basisch, weil die Schüler*innen auch nämlich am Anfang noch das Problem haben: Okay, sauer kann ich schmecken, basisch kann ich nicht schmecken. Einfach halt dieses, also ist hier ist das Gegenteil von „sauer“ eben „basisch“, und das ihnen verdeutlichen mit verschiedenen Experimenten mit pH-Werten, und so weiter.

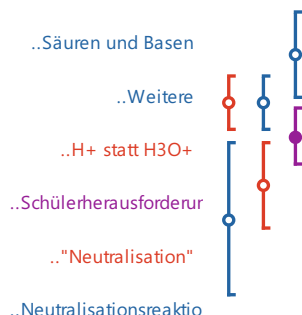


22

F: Mhm. Bei diesen Konzepten, die Sie jetzt erwähnt haben: Welche Begriffe sind für Sie da von besonderer Bedeutung?

23

L: Ja, eh die ich jetzt schon erwähnt habe: Was sind Protonendonatoren, was sind Protonenakzeptoren? Säuren geben eben Protonen ab, Basen nehmen Protonen auf. Ich bin auch hier wirklich absichtlich beim H^+ und bleibe nicht beim H_3O^+ . Das ist für die Schüler*innen in der Unterstufe noch etwas schwierig. Also ich bin absichtlich da nur beim H^+ . Ich überlege gerade noch. Ja, in Richtung Neutralisation eben. Was passiert, wenn eine Säure und eine Base eine Reaktion eingehen? Wo wird hier was abgegeben? Was ist ein Säurerest, was ist ein Basenrest, eben aufgrund der Neutralisationsreaktion jetzt am Beispiel?



24

F: Zur Neutralisationsreaktion habe ich dann nachher noch eine Frage. Vielleicht, um noch ein bisschen bei den Konzepten und Zielen zu bleiben: Welche weiteren Ziele streben Sie im Chemieunterricht beim Thema „Säuren und Basen“ an?

25

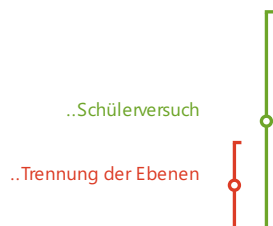
L: Beim Thema „Säuren und Basen“ (...). Generell als Chemielehrerin ist sowieso immer das Ziel, dass die Schüler*innen eben alltagstaugliche, also alltagsrelevante Beispiele bekommen, so wie halt eben beim Thema „Säuren und Basen“: Was ist eine Base im Alltag?

26

F: Ja, können Sie da ein Beispiel nennen?

27

L: Waschmittel. Ich mache halt immer gerne das Rotkrautexperiment, wo halt eben alltagstaugliche Beispiele, von Coca Cola bis zu Zitronensäure, von Backtriebmittel zu Waschmittel. Damit sie auch einmal gesehen haben. Sie dürfen es auch selber zusammenmischen in der Stunde. Ich bereite das nicht vor, damit sie es wirklich wahrhaftig sehen, das war jetzt wirklich ein Geschirrspüler-Tab und nicht jetzt einfach von mir ein Pulver von der Chemiesammlung, damit sie sehen, das ist basisch und das ist sauer.



28

L: Oke. Zu den Versuchen konkret, werde ich dann später auch noch etwas fragen. Weil das jetzt eben schon angesprochen wurde: die Neutralisationsreaktion. Was sollten die Schülerinnen und Schüler Ihrer

.. "Salzbildung"
.. Neutralisationsreaktion und

.. Donator-Akzeptor-Konzept

.. "Neutralisation"
.. Angemessenheit

.. Neutralisationsreaktion und
.. Trennung der Ebenen
.. Darstellungsformen

.. Neutralisationsreaktion und Si
.. Fehler ausgebessert

.. Angemessenheit

Meinung nach bei der Neutralisationsreaktion verstanden haben?

29

F: In der Unterstufe machen ich keine Ausnahmen per se, sondern ich gebe ihnen wirklich halt das Konzept „Was passiert, wenn eine Säure und eine Base sich vermischen?“ Nämlich es entsteht ein Kation und ein Anion und es entsteht Wasser, und dieses Kation und Anion hat wieder einen Bezug zu den chemischen Bindungen, die wir vorher gemacht haben, nämlich es ist ein Salz. Das heißt es entsteht zum Großteil, sage jetzt nicht „immer“, weil wir beide wissen, dass es so nicht ist, es entsteht halt größtenteils Salz und Wasser, in Klammer jetzt für uns. Der Unterstufe gebe ich es wirklich mit „plus Wasser“. Das ist für mich das *Mainkonzept* für die Schüler und Schülerinnen, auch dass sie jetzt wissen, oke, wo wird jetzt hier das Proton übertragen, wo wird hier das Proton auch aufgenommen, damit sie es dann auch wirklich sehen, wie dann halt die Kation- und Anionbildung entsteht.

30

F: Oke. Ich als Merksatz in einem Schulbuch folgende Aussage gefunden. Man findet diese Aussage häufig in Schulbüchern. Und zwar, die ist so formuliert: „Bei der Neutralisation reagieren Säure und Base unter Bildung von Salz und Wasser.“ Bitte kommentieren Sie diese Aussage.

31

L: Das steht auch in unserem Schulbuch, um ehrlich zu sein. Für die Unterstufe finde ich sie jetzt nicht so schlimm. Natürlich ist das jetzt eine sehr harte Aussage, weil wir wissen eben, mit Ammonium passiert das nicht. Es halt eine sehr lappale, eine so ‚hingeschmissene‘ Aussage für die Sekundarstufe 1 finde ich jetzt nicht so schlimm. Ich greife das in der Oberstufe ohnehin wieder auf. Das macht man glaube ich generell mit solchen Konzepten.

32

F: Wenn Sie jetzt im Unterricht nach der Neutralisationsreaktion fragen, was für eine Definition erwarten Sie sich da von den Schülerinnen und Schülern?

33

L: Also ich frage prinzipiell nie wirklich direkt nach Definitionen. Ich gebe ihnen Beispiele, also entweder Wortgleichungen oder Gleichungen per se und sie müssen sie ausgleichen, im Sinne von zum Beispiel Natriumhydroxid plus Salzsäure und dann müssen sie auch hinschreiben: „Das ist NaOH plus HCl und dann Reaktionspfeil, ist gleich Natrium-Ion plus Chlorid-Ion plus Wasser.“ Also das möchte ich schon, dass sie das haben. Was ich ihnen aber auch mitgebe, was sie auch wissen sollten zu diesem Salz, was ja entsteht, ist halt eben Kation und Anion, aber dass dieses Salz auch durch das Metallion und den Säurerest dieses Salz entsteht. (...) Was ich ihnen auch mitgebe: „Wir sind immer in einer Lösung“. Wir sind nicht in einem festen Zustand. Wir müssten es verdampfen, oder sonstiges, damit wir halt dann die Salzkristalle sehen könnten.

34

F: Um vielleicht noch ein letztes Mal darauf zurückzukommen: Wenn Sie jetzt diese Aussage sehen, Sie haben jetzt schon gemeint, dass Ihnen die Formulierungen per se nicht ganz so zentral erscheinen, aber was würde Sie persönlich an diesem Zitat, an dieser Aussage stören?

35

L: „Und Wasser“, weil es entsteht nicht immer Wasser.

36

F: Oke, können Sie das konkretisieren?

37

L: Ein Beispiel?

38

F: Ja.

39

L: Das Beispiel, das hatte ich vor einer Woche in der Oberstufe. (-)

40

F: Ich meine, wenn Sie sich nicht daran erinnern können.

41

L: (Unterbrechend) Ich weiß es gerade nicht, aber es war Ammoniak, in dem Fall sogar, als Base nimmt was auf und es entsteht nur dann das Salz. Ich glaube, es entsteht (-) Es entsteht dann nur das Salz und ich habe dann kein Wasser und das ist dann halt dann dieser Einstieg immer in der Oberstufe, dass eben diese Aussage nicht korrekt ist, dass eben nicht immer Salz und Wasser entsteht, sondern halt nur Salz.

..Angemessenheit
..Anknüpfung an andere Th

..Angemessenheit
.. "Neutralisation"

..pH-Wert
..pH-Wert und Indikatoren
..pH-Wert

..pH-Wert

42

F: Welche Begriffe würden Sie verwenden, oder wie würden Sie die Aussage formulieren, damit sie für Sie richtiger oder angemessener wäre?

43

L: Ich würde generell auch nicht Salz sagen, ich würde wirklich wahrscheinlich sagen, es entsteht ein Metallionenrest und ein Säurerest. Das würde ich eher sagen. Das macht auch Sinn von den chemischen Bindungen, die vorher ja eigentlich erklärt werden sollten, weil dann baut man auch dann diese Struktur immer weiter auf. Und es ist dann nicht etwas abgeschlossenes und fertig, sondern zur Ionenbindung haben wir schon etwas gehört. Wir haben Kationen gehört, wir haben Anionen gehört. Wir wissen, was ein Metallion ist und Säurerest ist eigentlich dann ja ein neuer Begriff, der eigentlich hier in diesem Konzept eingeführt wird.

44

F: Oke. Ja, man findet in diesem Zusammenhang auch häufig die Begriffe „Neutralisation“, „Neutralisationsreaktion“ eben und auch „neutrale Lösung“. Inwiefern ziehen Sie hier einen Unterschied?

45

L: Ich finde es witzig, weil das Problem hatte ich letztes Jahr wieder einmal und dieses Jahr wahrscheinlich auch wieder, wenn ich bei dem Thema bin. Im Buch ist es nämlich auch so, einmal heißt: „Sauer und basisch ist gleich neutral“. Und dann steht, was das eben ist, mit Beispielen, dass halt eben aus einer Reaktion von einer Base und einer Säure eben, daraus halt eben Salz und Wasser entsteht und das eine Neutralisation ist. Alle schon in diesem Satz haben wir einmal „neutral“ und einmal „Neutralisation“. Das ist ein bisschen schwierig, weil neutral heißt ja eigentlich für mich, dass der pH-Wert 7 ist. Und eine Neutralisation ist ja eigentlich die Reaktion per se von einer Säure und einer Base. Das verstehen aber die Schüler noch nicht. Und deshalb versuche ich ihnen, das so gut wie möglich zu erklären und wenn ich merke, ich habe eher einen leistungsschwächeren Jahrgang, dann versuche ich auch, dass ich wirklich sage, das ist jetzt eine Neutralisationsreaktion. Und erst dann, wenn wir pH besprechen, dann sage ich, es gibt sauer, neutral und basisch.

46

F: Gut. Sie haben den pH-Wert angesprochen und ich habe dazu von ihnen auch einen Tafelauszug bekommen. Was ist Ihnen beim pH-Wert wichtig, das die Schülerinnen und Schüler verstanden haben?

47

L: Ja prinzipiell, wir haben nur ein pH-Indikatorpapier, wir haben kein pH-Meter, somit ist es immer mehr in Richtung Farbe bezogen in meiner Schule, und hier ist mir vor allem wichtig, dass die Schüler*innen wissen oder verstehen, dass es eben diese Skala von 0-14 gibt. Also wir beschäftigen uns wirklich nur mit dieser Skala. Sie wissen ungefähr die Einteilung von starken und schwachen Säuren, neutral, schwache Basen und starke Basen, und sie können sie mit einem pH-Indikatorpapier oder auch mit einem pH-Indikator, wie zum Beispiel Rotkrautsaft oder wir verwenden auch Phenolphthalein verwenden wir, könne sie beschreiben.

48

F: Sie haben hier geschrieben (auf Tafelauszug verweisend), „14 sehr starke Base, 0 sehr starke Säure, und 7 neutral“. Was meinen Sie konkret damit? Können Sie das noch ein bisschen beschreiben?

49

L: In diesem Tafelauszug ist die Skala, die hier jetzt gerade nicht wirklich schön visibel ist, nur die Extreme gezeigt. Ich sage den Schülern sehr wohl, gerade eben bei den Farben, beziehungsweise beim Rotkrautsaft sieht man es dann auch sehr gut, dass die Farben nicht immer eindeutig sind, sondern es ist halt immer so eine Art von *Range*, sage ich jetzt einmal. Das heißt 7,2, was beim pH Meter ist, oder 7,02 auch, also wir bewegen uns ja überall von 6,8 bis 7,2 sage ich jetzt einmal. Das ist jetzt ungefähr neutral, aber hier (auf den Tafelauszug verweisend) ist jetzt wirklich nur gemeint, dass das jetzt nur die Extreme sind. Null ist wirklich eine starke Säure, 14 ist wirklich eine sehr starke Base. Das heißt jetzt aber nicht, dass 3 jetzt nicht auch eine starke Base ist, aber es ist jetzt eben nur ein kleiner Bereich. Ich weiß genau, 8 zählt sehr wohl schon als eine Base, aber ist halt natürlich eine etwas schwächere Base.

..Planung und Einstieg	50	F: Gut. Als nächstes möchte ich, dass wir über die einzelnen Phasen des Unterrichts, also Planung, Durchführung und Reflexion sprechen. Beschreiben Sie doch zunächst einmal, wie sich die Planung, wie Sie bei der Planung zu diesem Thema vorgehen. (-) Ist jetzt vielleicht schon länger her, dass Sie das intensiv geplant haben.
..Planung und Einstieg	51	L: Das erste Jahr ist schon länger her, wo ich Unterrichtsplanungen mit Minutentakt gemacht habe. Was ich halt schon mache ist, ich lese mir im Buch das gewisse Thema durch, zum Beispiel jetzt „pH-Wert. Gibt Auskunft“ heißt das in unserem Schulbuch, das geht dann über zwei Seiten und versuche halt, meinen Unterricht dann immer so zu gestalten, generell in Chemie, aber auch bei diesem Thema, dass ich einmal herauszufinden, was denn die Schüler bereits darüber wissen, wo kann ich aufgreifen und welches Wissen fehlt ihnen.
..Lehrerherausforderungen	52	F: Wie erkennen Sie dieses Wissen?
..Schulbuch	53	L: Indem sie mir auf meine Frage antworten. Also zum Beispiel sage ich wirklich als Einstieg in dieses Thema, wenn ich mich jetzt noch richtig erinnere, heute besprechen wir Säuren und Basen, was fällt euch denn dazu ein? Was ist denn für euch ein Säure? Das ist natürlich etwas, womit die Schüler*innen was anfangen können. Da kommen dann die Alltagsbezüge. Sie kommen natürlich immer auf Zitronensäure, weil das hat es schon im Namen drinnen. Sie kommen natürlich auch auf Magensäure, was gut ist, weil ich habe sie auch in Biologie. Ich überlege gerade. Magensäure und Zitronensäure ist gekommen, und dann bin aber ich auch auf die Sachen gekommen, wie, wir sind eine gesunde Schule, aber trotzdem sehe ich Schüler mit einer Colaflasche. Da drinnen ist aber auch eine Säure gewesen, jetzt natürlich nicht mehr, und dann kommen wir eben auf diese ganzen alltagsrelevanten Sachen drauf, was gut ist, weil dann ist auch wieder dann da das Interesse da. Das Base-Thema ist halt dann da das schwierigere. Deswegen mache ich wirklich eine Stunde einmal nur die Säure: Welche Säuren gibt es? Wie entsteht eine Säure? Und dann gehe ich erst auf das Basen-Thema ein, weil wenn ich mische, dann habe ich die Schüler verloren. Das ist mir aufgefallen im ersten Jahr. Ich habe das wirklich gemischt ein bisschen und das war schlecht. Nachdem ich erkannt habe, was die Schüler wissen und was ich ihnen geben kann. Wenn es ein neues Thema ist, dann machen wir eine Mindmap. Also zum Beispiel schreibe ich dann als ganz großes Thema „Säure“ auf unsere Tafel und dann kommt entweder jeder Schüler raus, oder ich frage sie eben direkt, je nachdem wie gut der Jahrgang ist. Dann schreiben wir uns das in das Heft und dann besprechen wir beziehungsweise lesen wir halt die paar Seiten oder Paragraphen, die mir wichtig sind, aus dem Buch raus und schreiben das ins Heft rein. Dann sind wir schon am Ende der Stunde und da wiederholen wir noch, was wir gelernt haben, was zum Beispiel eine Säure im chemischen Sinne ist und so versuche ich immer die Stunden abzurunden.
..Tafelbilder und Mitschriften	54	F: Welche Materialien verwenden sie in den Stunden, oder mit welchen Materialien sollen die Schülerinnen und Schüler arbeiten?
	55	L: Ich verstehe jetzt die Frage nicht genau. Also Unterrichtsmaterialien?
	56	F: Ja genau, die die sie zur Verfügung stellen oder die die Schülerinnen und Schüler schon haben, oder ob sie sich da selber was erarbeiten.
	57	L: Also ich hoffe, ich habe jetzt die Frage richtig verstanden, aber geht es jetzt gerade um das Smartboard zum Beispiel?
	58	F: Genau.
	59	L: Also wir haben ein Smartboard an der Schule. Das ist sehr praktisch, mit dem man auch interaktiv arbeiten kann. Gerade so Mindmaps funktionieren super. Ich verwende auch meine Powerpoint, die ich vorfertige, damit ich auch die Schüler beobachten kann, während sie zum Beispiel abschreiben, wobei die

..Tafelbilder und Mitschriften

..Tafelbilder und Mitschriften

..Thematische Bezüge

..Thematische Bezüge

..Lehrervortrag/Schüler-Lehrer-G

..Gruppenarbeiten/selbstständig

Folien sind animiert. Das heißt es wird wirklich jede Zeile einzeln eingeblendet. Dann haben sie Zeit zum Schreiben und Fragen zu stellen. Das ist mal das. Schüler haben bei mir verpflichtend ein Schulübungsheft, haben natürlich das Schulbuch und sie haben auch kleines Laborheft, also ein A5-Heft, wo die Experimente auch dann eingetragen werden. Genau, also Schulbuch, Schulheft und sonstige Utensilien, die sonst auch immer brauchen, also Schere und Papier. Einen Schnellhefter haben sie auch bei mir verpflichtend, weil sie manchmal von mir Arbeitsaufträge bekommen und Gruppenarbeiten. Aber das sind jetzt meine Unterrichtsmaterialien generell, nicht nur beim Thema „Säuren und Basen“.

60 F: Okay. Dann gehen wir weiter von der Unterrichtsplanung hin zur Durchführung. Sie haben jetzt schon ein bisschen angesprochen, wie Sie das Thema quasi eröffnen. Also Sie haben da eben Säuren im Alltag beschrieben. Also das wäre ein Kontext „Säuren und wie sie im Alltag vorkommen“. Gibt es andere Kontexte, die sie verwenden, wenn Sie jetzt über Säuren und Basen sprechen? Also sprich, stellen Sie woanders komplexere Alltagsbezüge her?

61 L: Jetzt nicht zum Thema „Säure“ per se, aber zur Thematik „Neutralisation“ stelle ich sehr wohl eine Biologieverbindung her, eben weil Biologie mein Zweitfach ist, im Sinne von: Unsere Magensäure ist ja nicht ständig aktiv. Also gehe ich eben auch in Richtung Pepsin, Pepsinogen und solche Sachen. Das wissen meine Schüler ja bereits aus dem Biologieunterricht. Und das mache ich mit dem Ziel, damit sie die Notwendigkeit des Themas in biologischen Konzepten verstehen. Also es ist nicht immer nur rein Chemie, sondern wir sind ja auch biologisch-chemische Individuen, also Lebewesen, bei denen es auch um Neutralisation geht. Oder halt auch einen Medizinbezug mache ich auch immer sehr gerne mit den Schülern, wo eben Medikamente eingesetzt werden, bei Protonenpumpenhemmern zum Beispiel, damit die Säureproduktion reduziert wird im Magen. Und das verwende ich aber wirklich dann erst im Chemieunterricht und nicht im Biologieunterricht, weil da ist es relevant.

62 F: Wie sieht dann konkret der Unterricht, wenn sie sich in diesem Kontext bewegen. Ist das dann wieder so ein Schüler- ?

63 L: Es ist ein Schüler-Lehrer-Gespräch (unterbrechend) Ganz genau. Da stehe ich auch dann nicht vorne, sondern gehe wirklich in der Klasse umher. Ich stehe sehr selten vorne. Und es wirklich so ein, was geben sie mir und was kann ich ihnen geben? Es ist mehr ein, Plenum würde ich nicht sagen, aber es ist wirklich ein Schüler-Lehrer-Gespräch, was auch dann verfestigt wird.

64 F: Wie wird das verfestigt, abgesehen jetzt von diesem Schüler-Lehrer-Gespräch, wo sie einen Kontext quasi eröffnet? Wie vertiefen sich die Schülerinnen und Schüler dann noch in der entsprechenden Thematik? Also was machen sie dann konkret noch mit diesem Alltagsbezug, den sie quasi geschaffen haben?

65 L: Was ich dann meistens noch mache, wie schon gesagt, es ist halt immer davon abhängig, wie leistungsstark der Jahrgang ist. Es ist immer unterschiedlich. Bei diesem Jahrgang habe ich dann vor, es ist ja noch nicht fertig geplant, dass es Gruppenarbeiten dazu gibt. Also es wird verfestigt, im Sinne von das was von Schülern kommt, wird auf die Tafel geschrieben, damit sie es einmal sehen. Da kommen eh nämlich dann solche Sachen, wie der Medizinbereich, der biologische Bereich eben halt mit Medikamenten oder sonstiges, je nachdem, wie man das schön abtrennen kann und dann wird es dazu Gruppenarbeit geben. Wir haben auch Laptops dazu und dann können sie auch nämlich dann, also (...), das machen wir erst im Jänner. Die Planung, wäre nämlich wirklich so dann gewesen, dass die Schüler sich damit selber im Unterricht befassen und das dann präsentieren, was sie erarbeitet haben.

66 F: Was sollen sie da konkret machen?

..Schülerherausforderungen

..Thematisierung von Fehlkonze

..Hilfestellungen

- 67 L: Die Planung ist noch nicht vollständig, aber es geht in Richtung einer Kurzpräsentation, wo eben Neutralisationen im Alltag vorkommen, auch die Chemie dahinter. Das wäre die Idee gewesen.
- 68 F: Und wissen Sie schon, wo sie sich die Information für diese Präsentation herholen sollen?
- 69 L: Die Schüler?
- 70 F: Ja.
- 71 L: Die Schüler haben unterschiedliche Chemiebücher zur Auswahl. Also ich habe da hinten (Richtung Chemiesammlung zeigend) verschiedene Lehrwerke. Das Internet gibt es auch, wobei die Schüler wissen, weil ich habe sie jetzt schon länger, welche Seiten sie vielleicht eher nicht besuchen sollten und welche nicht so *trustworthy* sind, mir fällt gerade nicht das deutsche Wort ein. In Wikipedia können sie sich gerne einmal einlesen, um eine Idee davon zu bekommen, aber das dürfen sie nicht zitieren und das tolle ist, es ist ja in meiner Stunde. Sie kriegen dann drei Einzelstunden Zeit. Das heißt, ich kann sie dann auch beobachten und ihnen helfen, wie sie das dann erarbeiten sollen. Das heißt, ich sehe was sie machen. Es ist nicht eine Hausübung zu Hause.
- 72 F: Gut. Vielleicht noch eine letzte Frage zur Unterrichtsdurchführung: Wo sehen Sie persönlich Herausforderungen beim Unterrichten von Säuren und Basen?
- 73 L: Die größte Herausforderung, finde ich, ist das Thema Base per se, weil die Schüler*innen, jetzt in meiner jungen Lehrerinnenkarriere, einen Bezug haben zu Säuren. Sie wissen, was passiert, wenn sie Zitronen pressen und sie haben eine offene Wunde und es kommt darauf Zitronensäure. Sie wissen, das tut weh, das ätzt. Mit Basen, wenn sie jetzt zum Beispiel Waschmittel hernehmen oder Geschirrspülpulver, dann sie das nicht als so, unter Anführungszeichen, chemisch gefährlich an, als wie eine Säure. Und das ist aber falsch, weil es gibt Basen, die sind viel gefährlicher, also viel ätzender. Also eine Natronlauge ist genauso schlimm, wie eine Salzsäure und das verstehen sie nicht am Anfang. Und das glaube ich ist die größte Herausforderung, dass man das auch dann ihnen zeigt, ohne natürlich, dass sie sich dabei verletzen, dass das eigentlich genauso gefährlich ist.
- 74 L: So weit einmal zur Durchführung und zur Planung. Vielleicht noch eine letzte Frage zur Unterrichtsreflexion. Inwiefern reflektieren Sie die Unterrichtsstunden zu Säuren und Basen?
- 75 F: Ich habe den Vorteil, dass ich nach meiner Chemiestunde immer eine Freistunde habe. Das heißt, ich kann mich da wirklich kurz hinsetzen und ich überlege dann sehr wohl: Habe ich das den Schülern vermittelt? Haben sie das verstanden? Und ich frage auch immer Ende: Gibt es noch Fragen? Ist etwas unklar? Und manchmal kommt auch etwas, so etwas wie: Wie protoniert eine Säure in Wasser? Da war eben nicht ganz klar, was der Rest ist und was nicht. Und dann habe ich es nochmals erklärt. Und dann sitze ich eben schon noch da und überlege mir dann halt auch vor allem: Wie baue ich das jetzt weiter auf mit dem Wissen, das sie haben und mit dem Wissen, was ich über die Schüler auch habe, weil die Schüler lernen ja auch was. Und dann reflektiere ich vor allem auch für das nächste Jahr: Wie kann ich es nächstes Jahr besser machen? Es gibt keine Parallelklassen bei uns, von dem her sitze ich dann schon noch da und kontempliere manchmal, wie ich jetzt fortfahre. Man hat ja ungefähr trotzdem ein Konzept, wie jetzt das ganze Kapitel aufgearbeitet wird, aber es ist etwa so: Man muss warten, was von den Schülern kommt, und was die Schüler wissen, damit ich auch auf dem aufbauen kann und weitermachen kann. Es ist trotzdem noch eine Stunde-zu-Stunde-Stundenplanung.
- 76 L: Und inwiefern adaptieren sie dann die folgenden Stunden?

..Hilfestellungen

..Trennung der Ebenen

..Säuren/Basen_Vertreter, V

..Schülerherausforderungen

..Konzeptuelle/Begriffliche Ung

77

F: Wenn die Schüler*innen etwas zum Beispiel überhaupt nicht verstanden haben, was ja trotzdem sein kann, das habe ich diese Jahr Gott sei Dank noch nicht, ist es schon dann so, dass ich dann wirklich eine ganze oder eine halbe Stunde dann auch hernehmen und das aufgreife, was mir wichtig ist, was sie letzte Stunde verstehen sollen. Weil es bringt ja nichts, wenn ich dann einfach fortfahre und einfach beim Stoff weitermachen und eigentlich können sie keine Säuren erkennen und ich spreche jetzt nicht vom Auswendiglernen von den ganzen Säuren, die es gibt, aber halt einfach, vom reinen Erkennen, dass wenn ein H am Anfang steht, dann ist es meistens eine Säure. Beispielsweise, für die Unterstufe jetzt natürlich, oder wenn ein OH hinten dransteht, wir arbeiten ohnehin nur mit Kaliumhydroxid und Natronlauge. Hier sollen sie verstehen, wie das generell reagiert in Wasser oder wie es protoniert. Wenn das schon nicht da ist, dann kann ich niemals eine Neutralisationsreaktion mit ihnen machen. Es ist ja aufbauend. Und dann investiere ich auch wirklich dann die Zeit die nächste Stunde und sage dann: Ich habe letzte Stunde gemerkt, es ist euch nicht so gut gegangen, die Zeit ist uns weggelaufen oder was auch immer passiert ist, und dann mache ich weiter, da wo die Schüler noch mitgekommen sind und dann von da knüpfe ich an und versuche sie aufzugabeln.

78

F: Also verstehe ich Sie richtig, Sie wiederholen dann nochmals diese Inhalte?

79

L: Ja, genau.

80

F: Oke. Bleiben wir noch ganz kurz bei den Herausforderungen, jetzt nicht Sie betreffend, sondern die Schülerinnen und Schüler: Wo sehen Sie besondere Herausforderungen, die die Schülerinnen und Schüler bei diesem Thema haben?

81

L: Die Schülerherausforderungen?

82

F: Also Sie haben schon angesprochen, es fällt ihnen schwer, eine basische Lösung als Gefahr anzusehen. Gibt es sonst noch Herausforderungen bei den Schülerinnen und Schülern mit Zielen, die sie sich von ihnen wünschen?

83

L: Ja das hat schon bei den Reaktionsgleichungen angefangen. Wir haben schon chemischen Reaktionsgleichungen gemacht und abgeschlossen, im Sinne von, wie sie eine Reaktionsgleichung mit Hilfe von Koeffizienten ausgleichen können, aber das kommt ja auch dann natürlich beim Thema „Säuren und Basen“. Spätestens bei der Neutralisationsreaktion kommt es zu Stande. (...) und ich glaube, den Schüler*innen fällt es schon etwas schwer, oder wie soll ich sagen... Weil viele Schüler*innen doch sehr viel Angst vor Mathematik haben, kommt es mir so vor, als ob sie so eine Art von Blockade haben, wenn ich alleine bloß ein Plus oder einen Reaktionspfeil mache. Ich wurde am Anfang bereits korrigiert, insofern dass ein „Ist gleich – Zeichen“ hingehört und ich habe dann gesagt, nein, weil es ist nicht Mathematik und es reagiert etwas zu einem neuen Stoff und deswegen haben wir einen Reaktionspfeil und das ist dann da, wo sie eben etwas mischen oder durch die Angst bei einigen Schülern vor Mathe, dass hier eine Blockade vorhanden ist. Und da glaube ich, auch jetzt bei diesem Thema „Säuren und Basen“, sei es jetzt bei der Protolyse oder bei der Neutralisationsreaktionen, sieht man, dass die Schüler bei so etwas glaube ich einige Schwierigkeiten haben.

84

F: Und wie helfen Sie ihnen dann?

85

L: Indem wir wirklich nochmals mit Äpfel und Birnen anfangen und nicht mit x und y, weil sie mögen keine Buchstaben und da kommen auch noch die Elemente hinzu und dann kommt noch ein H^+ plötzlich her. Woher kommt dieses H^+ , weil vorher hatten wir ja gar keine Protonen, wobei stimmt nicht. Anionen und Kationen kennen sie schon durch die Neutralisation, aber jetzt kommt dann das H^+ plötzlich her. Das H^+ wissen sie, das ist eigentlich ein Nichtmetall, aber ist eigentlich oben bei den Metallen angeschrieben und das verwirrt sie.

..Schülerversuch

86

F: Wie machen Sie dann das mit den Äpfeln und Birnen oder war das eine Metapher (lachend)?

87

L: Das war eine Metapher (lachend). Ich male keine Äpfel und Birnen. (-) Was ich auch manchmal versuche, ist, dass ich das durch ein Experiment erkläre. Das kommt halt dann bei der Neutralisation. Ich habe das Beispiel, wo ich wirklich eine schwach molare HCl-Lösung habe und eine Natronlauge, wo ich halt sie den pH-Wert messen lasse. Das habe ich noch nicht gemacht, das ist noch in Planung. Da sehen sie dann, das sind jetzt zwei ätzende Sachen. Das eine hat einen pH-Wert von 1, das andere von 14 und wenn ich dann beide zusammengeben, dann entsteht etwas ungefährlicheres, nämlich Natriumchlorid und Wasser. Da arbeiten sie wirklich mit dem pH-Meter, damit sie auch wirklich nochmals sehen, und auch nochmals mit der Reaktionsgleichung, es ist alles in einer Lösung, in einem wässrigen Milieu. Also ich versuche, das manchmal mit Experimenten zu machen. Ob das manchmal funktioniert, ist halt die Frage. (-) Ob sie dann dadurch eher die Lust haben, oder verstehen können (...) sie Reaktionsgleichungen mit dem was sie vor sich haben aufschreiben können.

88

F: Ja das bringt auch gleich auf ein sehr wesentliches Thema, das gerade jetzt gut passt. Also Sie haben jetzt schon mehrere Versuche erwähnt, die Sie beim Thema „Säuren und Basen“ einsetzen. Zunächst einmal zu dem Versuch mit dem Rotkraut. Was streben Sie mit diesem Versuch an? Beschreiben Sie vielleicht einmal allgemein, was die Schülerinnen und Schüler da machen sollen.

89

L: Prinzipiell ist es so, dass die Schülerinnen und Schüler alltagstaugliche, also alltagsrelevante Lösungen selber herstellen. Nämlich habe ich alles in Pulverform, bis auf die Flüssigkeiten, wie Zitronensaft und natürlich Coca Cola und habe Waschmittel, Backpulver, verschiedene Lebensmittel sogar und die Schüler*innen versetzen die pulvrigen Stoffe in Lösung zunächst einmal, weil sie wissen ja, wir reden von einem wässrigen Milieu und geben jeweils dann immer einige Tropfen vom Rotkrautsaft hinzu und haben aber vor sich eine Skala von, wie Rotkrautsaft in den verschiedenen pH-Bereichen reagiert, welche Farbveränderungen verlaufen und haben dann die wunderschönen Regenbogenfarben. Das ist immer dieses „Aha-Erlebnis“ für die Schüler*innen: Oh, das hat doch vorher bläulich ausgesehen und jetzt plötzlich schaut es pink aus, bei Zitronensaft zum Beispiel. Das ist halt eben das, was die Schüler*innen machen sollen. Wenn das aber abgeschlossen ist, und so steige ich eigentlich auch in das Thema „Neutralisation“ ein, ist nämlich halt dann sehr wohl so, dass ich ihnen sage: „Jetzt nehmt einmal ein paar Tropfen von der Zitronensäure und nehmt einmal ein paar Tropfen vom Waschmittel.“ Waschmittel ist auch sehr stark basisch und plötzlich kommt dann genau die gleiche Farbe raus, wie wenn sie normales Leitungswasser nehmen oder ein destilliertes Wasser eigentlich nehmen. Das ist ein bisschen sauer, was wir da haben. Und so komme ich eigentlich in das Thema „Neutralisation“ auch rein, also am Ende der Stunde und auf das greife ich dann nächste Stunde auf. Also so ist mein Plan.

90

F: Gibt es noch weitere Versuche, die Sie einsetzen?

91

L: Zum Thema „Säure-Base“ habe ich eben die Neutralisationsreaktion, nämlich eben wo ich schwach molare Salzsäure und schwach molare, also wir reden von 0,1 molarer, Natronlauge habe, wo halt eben Natriumchlorid entsteht und Wasser. Und damit ich ihnen auch beweise, dass es Natriumchlorid ist, dämpfen wir das auch dann ein in einer Alu-Schale. Das heißt, sie sehen wirklich die Salzkristalle. Das ist das eine. Was ich auch mache, aber eher zum Schluss, ist halt auch, (-) das Natrium in Wasser, das Experiment, wo ich Phenolphthalein reingebe, was sie auch schon vorher kennengelernt haben, dass Phenolphthalein eben ein Indikator ist, also ein

..Lehrerversuch

..pH-Wert und Indikatoren



anderer pH-Indikator, nämlich der anzeigt, ob etwas sauer oder basisch ist, aber nicht einen genauen Bereich anzeigt. Und dann sehen sie nämlich halt, okay jetzt habe ich hier Wasser ganz normal und gebe ein paar Tropfen Phenolphthalein rein, ist noch durchsichtig, weil wir eben im neutralen Bereich sind. Und wenn ich dann das Natrium dazugebe und natürlich eine schöne Reaktion noch dabei habe und plötzlich sehe ich, ah okay, das Wasser hat sich verfärbt und dann komme ich mit meinem pH-Papier und merke: Oh, das ist jetzt aber eine Base geworden. Also, dass sie dann auch halt eben diese Reaktion sehen. Also diese drei Reaktionen sind meine Hauptreaktionen zu diesem Thema.

92 F: Und werden diese Ergebnisse bei den Versuchen dann noch in irgendeiner Form nachbesprochen?

93 L: Ja. Die Schüler haben Laborhefte, die ich, wo wir halt immer noch am Ende der Stunde nochmal sagen: Okay, was habt ihr jetzt beobachtet? Sie müssen bei mir wirklich alles schreiben, von Materialien, Chemikalien, Versuchsvorbereitung, Versuchsdurchführung, Beobachtung, auch in einer tabellarischen Form. Beim pH geht das gut in einer Tabelle, welche Farbe ist rausgekommen, und so weiter. Und dann auch dann eben eine Art Conclusio sage ich jetzt einmal, wo wir auch dann noch einmal gemeinsam das immer besprechen, falls es eben leistungsschwächere Schüler sind. Dann können sie noch einmal sagen: Was war denn das? Also das habe ich nicht ganz verstanden. Und ich kontrolliere auch die Hefte, die werden auch abgesammelt. Das sind kleine Hefte.

94 F: Ja. Vielleicht noch eine letzte Frage, weil das zu Beginn gekommen ist. Es gibt eines, ein Thema, bei dem sie die Schülerinnen und Schüler eigenständig arbeiten lassen. Da haben Sie gesagt, da stellen sie diesen medizinischen Kontext her und dann lassen sie die Schülerinnen und Schüler...

95 L: (weiterführend) Eine Gruppenarbeit...

96 F: ... eine Gruppenarbeit machen. Können Sie nochmals sagen, was die Schülerinnen und Schüler da genau lernen sollen?

97 L: Zum einen von den social-skills weg, nehme ich einmal an, sondern wirklich jetzt auf das Säure-Base Thema...?

98 F: Ja.

99 L: Also sie sollen... Also für mich ist halt eben dieser Alltagsbezug sehr wichtig, der in der Chemie bei mir so eigentlich durchgehend ist und dass sie halt eben erarbeiten, welche (-), wie soll ich das jetzt nochmals formulieren, wo finden wir Säuren und Basen im Alltag und wie kann ich damit umgehen? Was muss ich beachten? Wie ist die Lagerung zum Beispiel auch? Also ich rede jetzt von einem Dan-Chlor. Welche Gefahrensymbole gibt es halt eben mit den Gefahren verknüpft. Das ist jetzt halt eher wieder mehr auf die Reinigungsmittel, aber halt auch dann wiederum in der Medizin: Okay, da gibt es jetzt aber auch wieder Säuren und Basen, die jetzt aber nicht so in dieser Art giftig und gefährlich dargestellt werden. Was haben die für einen Einfluss, wenn wir diese einnehmen? Und da entstehen dann halt Gruppenarbeiten. So zusammengefasst jetzt.

100 F: Warum lassen sie gerade die Schüler bei diesem Thema eigenständig arbeiten?

101 L: Weil sie schon ein bisschen ein Wissen dann haben. Sie brauchen ein bisschen ein theoretisches Wissen, damit sie auch dann machen können. Wenn ich ihnen einfach sage: So, jetzt machen wir Säuren und Basen. Da kann irgendwas rauskommen (lachend). Also ich finde, vor allem meine Schüler, meine Schüler brauchen ein bisschen ein Vorwissen, damit sie selbstständig arbeiten können, sonst geht das nicht, sonst verliere ich sie, sonst kommt was

		♀ 102 F: Ja, das wollte ich noch wissen. Dann kommen wir eigentlich schon zum letzten Punkt. Wie wichtig ist Ihnen persönlich als Lehrperson das Thema „Säuren und Basen“. 103 L: Wie schon gesagt (wiederholend), nachdem es sehr gut einen Alltagsbezug gibt und man den auch herstellen kann, finde ich es eigentlich sehr wohl relevant und wichtig. Weil auch wenn jetzt, ich will jetzt natürlich nicht die nächsten Chemiker*innen züchten, aber was ich schon sehe, sind halt eben Chemikalien im Haushalt. Die hat ja jeder. Und man sollte zumindest halt wissen: Okay, das ist giftig, das ist nicht giftig. Wohin gehe ich auch, wenn etwas verschluckt werden sollte? Das lernen ja auch bei mir die Schüler, diese Gefahren halt eben. Oder halt auch, ja das wollte ich eben sagen. Also in Bezug dessen, dass ich Alltagsbezug und Alltagsrelevanz herstellen kann, finde ich es halt sehr wohl wichtig, zumindest zum Mitgeben in der Unterstufe sehr gut, weil danach können sie in die große weite Welt. 104 F: Diese Tafelauszüge, die sie mir geschickt haben, sind das auch die Dinge, die sie unbedingt behandelt haben möchten im Unterricht? 105 L: Ja. 106 F: Gibt es etwas, das sie bewusst weglassen in der Unterstufe? 107 L: Zum Thema „Säure und Base“ ehrlich gesagt nicht. Also bei mir müssen sie die Säuren können, bei mir müssen sie die Anionen kennen, bei mir müssen sie Säurereste können. Also nein, bei „Säure-Base“ ehrlich gesagt nicht. Es ist eh ein sehr kurzes Thema in der Unterstufe. 108 F: Ja, wie viel Stunden investieren sie da ungefähr? 109 L: Vier. Vier bis fünf. Fünf ohne Experimente. 110 F: Ja und mit den Experimenten? 111 L: Zwei dazu. Zwei, drei, drei dazu. Die kommen aber halt dann dazwischen rein, wenn alles abgeschlossen ist. Also ich mach dann nicht alle drei Experimente am Ende, sondern wenn ich das Thema „Base“ gerade mit der Natronlauge mache, dann mache ich Natronlauge und dann kommt erst dann, genau. 112 F: Okay. Ja danke. Dann sind wir eigentlich schon am Ende des Interviews angekommen. Möchten Sie noch irgendwas ergänzen? 113 L: Ich glaube, ich habe alles Notwendige bereits gesagt, aber vielen Dank. 114 F: Gut. Ja das sehe ich genauso. Dann sage ich danke, dass sie sich Zeit genommen haben. Ich hoffe, das Interview war nicht zu kräftezehrend. 115 L: Überhaupt nicht. Ich bin fit für die nächsten drei Stunden (lachend). 116 F: Ihre Ausführungen sind für meine Arbeit und die fachdidaktische Forschung sicher von großer Bedeutung. 117 L: Das freut mich. 118 F: Dann schließe ich offiziell den Tonbandmitschnitt.
--	--	---

..Sicherheit

..Relevanz für LP

..Säuren/Basen_Vertreter, V

..Neutralisationsreaktion un

..Zeitplanung

1 E_Transkript_F.

2 Datum: 01. März 2022

3 Durchführung des Interviews: Zoom Meeting

4 Dauer des Tonbandmitschnitts: 40 Minuten, 19 Sekunden

5 Besonderheiten während des Interviews: keine

6 Schönen guten Nachmittag. Zunächst einmal ein großes Dankeschön für Ihre Gesprächsbereitschaft. Wie Sie wissen, verfasste ich gerade am Österreichischen Kompetenzzentrum für Didaktik der Chemie, kurz AECC Chemie an der Universität Wien im Bereich der Chemiedidaktik meine Masterarbeit. Im Rahmen dieser werde ich eine Interviewstudie mit Lehrerinnen und Lehrern durchführen. Mit dieser möchte ich untersuchen, wie das Thema „Säuren und Basen“ in der Sekundarstufe I unterrichtet wird. Dieses Thema nimmt, wie Sie wissen, eine wichtige Stellung im Chemieunterricht ein. Gleichzeitig stellt es Lernende häufig vor besondere Herausforderungen, weswegen die Forschung auf diesem Gebiet unerlässlich ist. Mit ihren Ausführungen leisten Sie deshalb einen sehr wertvollen Beitrag für diese Arbeit und dieses Forschungsgebiet.

7 Ich denke, das Interview wird ca. eine dreiviertel Stunde Zeit in Anspruch nehmen. Das heißt, Sie können sich für Ihre Ausführungen viel Zeit nehmen, Sprechpausen sind überhaupt kein Problem. Ich werde das Interview mit einem Audiogerät aufzeichnen. Unser gesamter Gesprächsverlauf, inklusive der unterrichtsbezogenen Daten, bleibt in der Arbeit allerdings nur in transkribierter Form erhalten. Wichtige persönliche Daten wie Name, Geburtsdatum, Schulstandort werden nicht erwähnt.

8 Falls Sie damit einverstanden sind, würden wir nun beginnen.

9 L: Ja, passt.

10 F: Erzählen Sie doch einmal als Einstieg, wie lange Sie schon Erfahrungen im Lehrer-Beruf haben.

11 L: Naja, ich habe heuer 25 Jahre Dienstjubiläum (lachend). Also seit 22 unterrichte ich durchgängig und davor war ich in Karenz, also meine Kinder waren klein und vor den Kindern habe ich zwei Jahre unterrichtet.

12 F: Und wie ist Ihre Erfahrung speziell mit Chemieklassen in der Unterstufe?

13 L: Naja die Schwierigkeit in der Unterstufe ist, dass ich die meisten Kinder erst kennenlerne in der vierten Klasse, sie dann genau ein Jahr unterrichte und dann nicht mehr. Das (...) Kennenlernen dauert meistens so bis November, bis ich dann alle Namen kenne und weiß ungefähr, wie die Persönlichkeiten der Kinder sind, wie man sie ansprechen kann, wie man sie quasi fesseln kann für ein Thema, oder begeistern kann und das braucht halt sehr viel Zeit des Jahres, bevor man sie wirklich kennt.

14 F: Und Sie hatten im Laufe Ihrer Unterrichtsjahre schon viele Chemieklassen?

15 L: Ja. Also jedes Jahr sind es ungefähr zwei vierte Klassen im Schnitt. Macht dann auch eine ganze Menge (lachend).

16 F: Gut. Dann gehen wir gleich tiefer rein ins Geschehen. In der Chemiedidaktik

..Donator-Akzeptor-Konzept

..Neutralisationsreaktion und Si

..Relevanz

17

sprechen wir ja immer über Konzepte, über Konzepte/zentrale Prinzipien*, wenn wir komplexere Sachverhalte den SuS erklären möchten. Also z.B. wäre ein zentrales Konzept beim Thema Redoxreaktionen, dass bei einer Oxidation Elektronen abgegeben und bei einer Reduktion Elektronen aufgenommen werden. Das Ganze wäre dann das sogenannte Donator-Akzeptor-Konzept. Wie Sie wissen, sprechen wir heute aber über Säuren und Basen. Welche Konzepte sollen die Schülerinnen und Schüler bei diesem Thema lernen?

L: Ja grundsätzlich auch das Donor-Akzeptor, nur geht es da jetzt um H^+ -Ionen. Das Donor-Akzeptor-Konzept ist sicher maßgeblich, aber auch Verhältnisse, aber Teilchenkonzept. Das Verhältnis von Teilchen, also wie viel H^+ eine Säure abgibt und dann mit OH^- zu Wasser wird. Also dass da das Verhältnis, das Teilchenverhältnis passt, dass ist auch ein wesentliches Ziel. Und in der Unterstufe spielt halt in erster Linie auch eine Rolle, dass der Bezug zum eigenen Leben, zum eigenen Alltag hergestellt wird. Das ist schon in der Unterstufe glaube ich das Wichtigste, und dass dann eben das Donor-Akzeptor oder das Teilchenkonzept miteingebunden wird und auch parallel eben zur Redoxreaktion hergestellt wird.

18

F: Welche weiteren größeren theoretischen Konzepte vermitteln Sie noch?

19

L: Weitere größere (-). Theoretisch jetzt oder praktisch?

20

F: Theoretisch noch.

21

L: In der Theorie, ja sicher das pH-Wert, dass man das quantitativ auch beschreiben kann. Also an der Menge der H_3O^+ -Ionen einer sauren Lösung zum Beispiel, dass sich das im pH-Wert widerspiegelt, dass eher phänomenologisch insofern vorkommt, weil der Logarithmus, den kann man in der Unterstufe natürlich nicht einbringen und das bleibt quasi phänomenologisch, dass der pH-Wert klein ist, wenn ich viele H_3O^+ -Ionen habe. Das ist wahrscheinlich nicht so schlau, wenn man da so eingeht, weil bevor dann wer zum Fragen anfängt (lachend). Das ist dann schwierig. Das ist dann so eine Gradwanderung. Diesmal hat gar niemand gefragt (lachend).

..Didaktische Reduktion u. wegi

22

F: Sie haben jetzt auch schon ein paar zentrale Begriffe erwähnt. Säure, saure Lösung, pH-Wert. Welche weiteren fachlichen Begriffe sind für Sie von zentraler Bedeutung bei diesem Thema?

..pH-Wert und Indikatoren

..Weitere

23

L: Naja schon der Indikator, der Begriff des Indikators, des Farbstoffes. Und Fachbegriffe schon, dass sie den Unterschied zwischen Säure und saurer Lösung kennen und dann halt Neutralisation, dass das ganze mengenmäßig einander aufhebt. Also dieses Gleichgewicht eigentlich sind dann schon erste Ansätze für das chemische Gleichgewicht, wobei ich das in der Unterstufe eigentlich nicht erwähne, aber dass das diese Reaktion dann rückgängig gemacht werden kann. Das finden Sie schon sehr spannend auch, weil mit den Indikatoren sie selber zum Forschen anfangen, dass ich das ja, wenn ich eine saure Lösung habe, der Indikator sich entsprechend färbt und dann die Base und dass sich das Ganze wieder umkehren kann mit saurer und basischer Lösung. Also das ist phänomenologisch, wo sie selber draufkommen. Und dann schon auch Ampholyt der Begriff, dass es Teilchen gibt, die beides können, also saure und basische Lösung sein können und dass man das auch zu analytischen Zwecken verwenden kann, nämlich dieser mengenmäßige Aspekte, dass man da quantitativ auch arbeiten kann.

..Didaktische Reduktion u. wegi

..Weitere

24

F: Es sind jetzt teilweise auch schon ein paar Ziele vorgekommen. Was sind für Sie wichtige Ziele beim Thema „Säuren und Basen“, die die Schülerinnen und Schüler quasi erlernen sollen?

25

L: Was da nachhaltig herauskommen soll oder?

26

F: Ja, also welche Ziele Sie anstreben im Unterricht.

..Donator-Akzeptor-Konzept

27

L: Das Ziel ist ganz sicher, dass nachhaltig, dass sie Säure und Base als

..Donator-Akzeptor-Konzept

..Weitere

..Neutralisationsreaktion und

..Thematische Bezüge

..Sicherheit

..Andere Materialien

..Trennung der Ebenen

gegensätzliche Teilchen wahrnehmen, dass das Donor-Akzeptor-Konzept ein durchgängiges ist in der Chemie, dass Vorgänge reversibel sind. Und ja, das ist eigentlich das Wesentliche, dass Vorgänge reversibel sind, dass es auch am Partner ankommt bei den Ampholyten, dass es am Partner ankommt, in welche Rolle das Teilchen jetzt schlüpft. Das sind eigentlich die grundlegenden Gesetze.

28 F: Welche Unterthemen behandeln Sie? Das haben Sie jetzt auch schon teilweise erwähnt, aber welche Unterthemen behandeln Sie bei den Säuren und Basen?

29 L: Unterthemen also dann Neutralisation oder Salze. Ja dann auch schon noch Umwelt, saurer Regen, also die Auswirkungen auf den Menschen, auf Gebäude, auf Sachen, also Alltagsbezug jedenfalls auch Umweltbezug. Dann natürlich auch das ätzende Sicherheitsthema. Sicherheit im Umgang mit Säuren, Basen, Lösungen. Sicherheitskonzept, Umweltaspekt.

30 F: Um nochmals darauf zurückzukommen. Welche Ziele streben Sie bei diesen Themen, Unterthemen an, die Sie jetzt erwähnt haben? Beim Thema „Umwelt“, beim Thema „Sicherheit“. Was sollen die Schülerinnen da lernen?

31 L: Naja, dass diese Grundkonzepte in diesem Kapitel, die wir theoretisch erarbeiten, in weiten Bereichen ihres Lebens vorkommen und dass sie selber auch Einfluss darauf haben, diese Vorgänge mitzugestalten, weil wenn man weiß, wie quasi dass durch Verbrennungsvorgänge Nichtmetalloxide in Wasser dann Umwelt- oder Gebäudeschäden stattfinden. Dann habe ich das ja selber auch in der Hand, das mitzugestalten. Also das wäre für mich ein wesentlicher nachhaltiger Aspekt. Und, dass diese Konzepte jetzt in der Säure-Base, wo in welchen Alltagsbereichen, die auch vorkommen und ihnen einfach den Blick erweitern dafür, wo das im Alltag vorkommt und dass sie eben, wie gesagt, die Macht haben, das mitzugestalten, aber auch zu erkennen wo es Schaden und wo es Nutzen gibt.

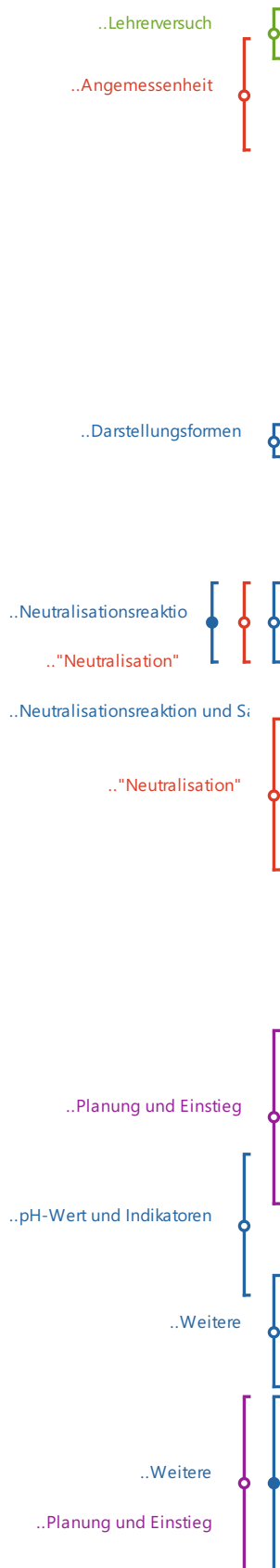
32 F: Sie haben vorhin auch schon erwähnt die Neutralisationsreaktion. Ich habe in der letzten Folie von Ihrem Tafelbild, das Sie mir geschickt haben, Inhalte zur Neutralisationsreaktion gefunden. Es steht da bei Ihnen auf der Folie 15, also auf der letzten Folie: „Salze aus Basen/Laugen und Säuren“; „Base/Lauge + Säure -> Salz + Wasser“. Was sollen die Schülerinnen und Schüler hierzu lernen?

33 L: Da geht es mir darum, dass sie das Verhältnis, das Teilchenverhältnis, also ich habe dazu dann nach diesem Block, also diese Folie habe ich vorbereitet, weil es gibt eben offene Lernstationen, mit denen ich nachher das übe und einschränke, wo das geübt wird, so ein Würfelspiel, wo sie eine Säure mit einem roten Würfel und eine Base mit einem blauen Würfel, oder eigentlich ist ja ein Salz. Diese Kombination erwürfeln und dann Reaktionsgleichungen aufstellen. Und da geht es mir darum, dass sie das Verhältnis erkennen, dass ich zum Beispiel zwei Mol Salzsäure brauche, wenn es mit einem mol Calciumhydroxid reagieren sollen. Dieses Teilchenverhältnis daran, geht es mir darum.

34 F: Ja, und in welcher Form wird das dann den Schülerinnen und Schülern dargestellt beziehungsweise wie sollen das die Schülerinnen und Schüler vielleicht selbst darstellen, dieses konkrete Beispiel?

35 L: Naja das kommt dann auch (...), das war 1:1 Verhältnis. Bei der mengenmäßigen Neutralisationsreaktion, wenn man eben feststellen möchte, wie viel Essig im essigsäuren Essig ist. Dass ich da ein 1:1 Molverhältnis habe Natriumhydroxid eben zu Essigsäure und dass das eben nicht immer ein 1:1 Verhältnis ist und dass sich eben das ins richtige Molverhältnis setzen muss, wenn es eben Calciumhydroxid einsetzt, eine einmolar saure.

36 F: Um noch ein bisschen bei dieser Neutralisationsreaktion zu bleiben, ist auch ein wichtiges Unterthema beim Thema „Säuren und Basen“. Als Merksatz in



Schulbüchern findet man häufig folgende Formulierung. Ich stelle sie auch in den Chat. „Bei der Neutralisation reagieren Säure und Base unter Bildung von Salz und Wasser.“ Kommentieren Sie bitte diese Aussage.

37 L: (lacht) Da steht man dann halt an, weil eins der ersten Reaktionen, die ich gern herzeige, weil es schnell geht, ist eben der Ammoniak mit Salzsäure und da entsteht eben kein Wasser, sondern eben nur das Salz (lachend). Salz und Wasser entsteht ja nur, wenn ich Lösungen habe quasi, wenn ich Natriumhydroxid. Und das ist eben das, wo ich selber ein bisschen schwimme, sage ich einmal, weil ja das Natriumhydroxid ein Salz ist und keine Base. (...) Bei den Basen habe ich ihnen aufgezählt eben Ammoniak und OH^- ist eine Base. Und wenn ich jetzt Calciumhydroxid als Base bezeichne, dann ist es eigentlich das Hydroxid, das die Base ist, was aber glaube ich für einen Viertklässler sehr abstrakt ist. Deshalb schwimmt ja auch meine letzte Folie so mit „Base/Lauge“ (lachend).

38 F: Wenn Sie jetzt nach der Neutralisationsreaktion fragen, was für eine Schülerinnen und Schüler-Antwort würden Sie sich da erwarten?

39 L: Naja H_3O^+ plus OH^- ist H_2O , wird zu H_2O .

40 F: Ja, man findet dann in diesem Zusammenhang dann oft die Begriffe „Neutralisation“, „Neutralisationsreaktion“ und „neutrale Lösung“. Inwiefern machen Sie hier einen Unterschied?

41 L: Ja „Neutralisationsreaktion“ verwende ich gar nicht. Ja „Neutralisation“ ist eben, wenn das Saure das Basische aufhebt und eben zu Wasser wird, in dem Sinn verwende ich „Neutralisation“, die dann zu einer neutralen Lösung führt. Also eine neutrale Lösung, hat genau so viele H_3O^+ , wie OH^- Ionen.

42 F: Warum verwenden Sie lieber den Begriff „Neutralisation“?

43 L: Anstatt?

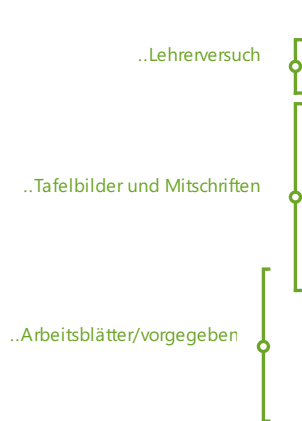
44 F: Anstatt „Neutralisationsreaktion“.

45 L: Weil es zu lang ist (lachend).

46 F: Okay (lachend). Dann danke einmal bis hierhin. Als nächstes möchte ich, dass wir über die einzelnen Phasen, also Planung, Durchführung und Reflexion sprechen. Beschreiben Sie doch zunächst einmal, wie sie bei der Planung zu diesem Thema vorgehen.

47 L: Also ich möchte die Schüler immer zuerst dort abholen, wo Sie, dass sie kennen, am besten aus Kindheit, Kindergartenzeit und dann etwas hinterfragen und einfach sammeln, zusammensammeln. Und dann halt mit der, ich versuche immer pro Stunde nicht mehr als einen theoretischen Zusammenhang einzubringen und in der ersten Stunde war das eben der Indikator, dass ich saure und basische Lösungen, die die Kinder kennen dann nachweisen kann, ohne dass ich kosten muss. In dem Sinn war es eben in der ersten Stunde saure und basische Lösungen, dass die das Gegenteil sind und mit dem Indikator eben nachzuweisen sind. Und in der zweiten Stunde wollte ich dann halt weitergehen: Wie entstehen überhaupt saure und basische Lösungen? Manche sind da, ich weiß wo sie da sind, aber in der zweiten Stunde: Wie entstehen sie? Und dann habe ich schon die H_3O^+ und OH^- Ionen. Das ist der nächste Schwerpunkt, dass ich die sauren und basischen Lösungen schon mit etwas versee, dass schon theoretisch nicht bekannt war mit den H_3O^+ und OH^- -Ionen. Und dann in der dritten Stunde halt weiter aufbaue, dass es dann den Unterschied gibt zwischen Säure, Base und Ampholyt, also dass jede Stunde etwas theoretisches dazukommt, um dieses Gebäude praktisch zu entwickeln.

48 F: Ich habe von Ihnen eben schon diese Tafelbilder bekommen, diese Power-Point-Präsentationen. Mit welchen Materialien sollen die Lernenden arbeiten?

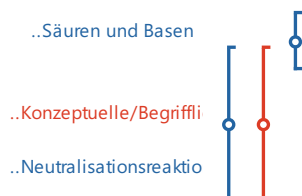


49

L: Also ich schau, dass sie jede Stunde einen Schülerversuch machen, den sie selber mit Indikatoren ausprobieren, oder dass, wenn man Schwefel verbrennt und Magnesium verbrennt, das ist ein Lehrerversuch. Deswegen lass ich sie nicht selber machen. Und dass sie aber da selbst zum Beispiel die Beobachtung machen. Also das beobachte ich und ein Protokoll müssen sie da führen. Das ist also das Anschauungsobjekt, der Lehrerversuch und sie müssen selbst beobachten und dann ordnen wir das selber ein, sowie erklären dann diesen Versuch gemeinsam, dass dann die Erklärung am Schluss dann auch da steht. Das sollte ein Hefteintrag dann sein. Und zu den Schülerversuchen gibt es vorgefertigte Protokolle, die ich ihnen austeile, dass sie dann selber, also wo die Arbeitsanleitung draufsteht und wo sie selber ausfüllen müssen und die Erklärung formulieren wir dann meistens gemeinsam, weil das oft sehr schwierig ist, die Formulierung, dass die dann auch nachhaltig ist.

50

F: Dann bleiben wir gleich bei der Unterrichtsdurchführung. Sie haben schon beschrieben, dass Sie eben einsteigen mit den Indikatoren, mit der Unterscheidung von sauren und basischen Lösungen. Dann in der zweiten Stunde thematisieren die Entstehung. Wie fahren Sie dann fort? Was thematisieren Sie anschließend?



51

L: Ja dann kommen die Begriffe „Säure“, „Base“ und „Ampholyt“ und dann kommt die Quantität, also dass ich diese mengenmäßige erfasst habe. Das Teilchenverhältnis. Also wenn ich zum Beispiel Schwefelsäure in Wasser mit Wasser reagieren lasse, dass da eben zwei H^+ abgegeben werden und dass ich da zwei Mol Wasser brauche, für ein Mol Schwefelsäure und dass dann entsprechend mehr H_3O^+ -Ionen entstehen.

52

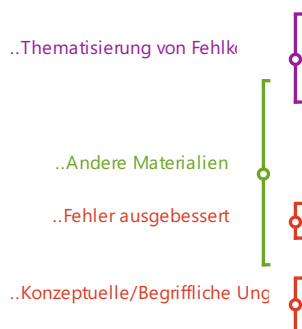
F: Zu Beginn des Interviews haben Sie auch davon gesprochen, dass für Sie Alltagsbezüge sehr wichtig sind. Gibt es irgendwo größere Kontexte, eben größere Alltagsbezüge, die Sie herstellen.

53

L: Bei den Säuren und Basen jetzt?

54

F: Ja.



55

L: Es herrscht immer so die Meinung vor, dass eine Säure jedenfalls flüssig ist und ich zeige ihnen dann verschiedene Säuren, dass zum Beispiel Schwefelsäure auch eine sehr (...) Flüssigkeit ist. Und wo diese Säuren vorkommen. Da habe ich dann eben auch einen offenen Lernstationen, so eine Zusammenleg-Spiel, wo verschiedene Säuren und Basen des Alltags vorkommen mit Bildern und Vorkommen und Beschreibungen und dass Zitronensäure ein Feststoff ist und dass HCl immer ein Gas ist, was eher nicht so vorkommt in ihrem Erfahrungsbereich. Ja, das wäre der Alltagsbezug, an den Beispielen und das Aha-Erlebnis, dass eben eine Säure nicht immer flüssig ist, das fällt mir immer wieder auf. Dass sie schon da „Aha“ sagen. Also Zitronensäure kennt man zumindest bei uns sehr gut, weil sie mit Kalk auflösen. Das wissen die Schüler bei uns schon sehr, weil wir sehr kalkreiches Wasser haben.

56

F: Wo sehen Sie insgesamt Herausforderungen in der Unterrichtsdurchführung oder in der Unterrichtsplanung beim Thema „Säuren und Basen“.

57

L: Also in der Durchführung, das ergibt sich dann. Aber ich habe jetzt, wenn die Theorie einmal da ist und wenn ich es erkläre, und alle sagen „jaja, das verstehen sie“. Aber wenn sie trotzdem jetzt an Beispielen arbeiten, dass dann oft doch sehr viele Fragen auftauchen und dass dann doch sehr abstrakt ist mit dem Teilchenverhältnis. Ja, da sehe ich schon eine Herausforderung und da steigen auch dann viele aus. Also das Abstraktionsvermögen, dass bei vielen noch nicht da ist. Das kann ich auch bei mir selbst erinnern, dass mich als Kind zwar schon auch als Unterstufenschüler die Chemie sehr interessiert hat, aber das mit den Teilchenverhältnissen, das war für mich damals zu abstrakt. Und wenn man dann in der sechsten oder siebten sind, plötzlich geht das viel

		einfacher. Also grad bei diesen Konzepten sehe ich als große Herausforderung, dass bei manchen Kinder die Gehirnentwicklung noch nicht so weit ist.
	58	F: Wie erkenne Sie das oder kontrollieren Sie das, ob die Schülerinnen und Schüler, die von Ihnen gewünschten Kompetenzen erworben haben?
..Lehrzielkontrolle	59	L: Indem ich sie es anwenden lasse und gerade bei den Stationen sie sehr gut beobachte und so durchgehe, wie sie miteinander diskutieren und dann halt auch eingreifen kann. Also während sie selbst arbeiten und miteinander diskutieren, dann höre ich sehr wohl heraus, wer das jetzt schon verstanden hat und wer es vielleicht sogar schon jemanden anders erklären kann und wenn sich eine Gruppe gefunden hat, die sich gar nicht mag, dann muss ich halt eingreifen und die Gruppenzusammensetzung ändern.
	60	F: Wenn Sie erkennen, dass da jetzt bei einigen Schülern, dass die vor Herausforderungen stehen, dass die vielleicht die Dinge noch nicht verstanden haben, wie versuchen Sie dann auf diese herausforderungen einzugehen?
..Hilfestellungen	61	L: Ich versuche, dass sie, also zuerst die einfachen, es gibt ja auch die einfachen Beispiele. Ich muss ja nicht gleich mit Calciumhydroxid oder Schwefelsäure und Aluminiumhydroxid, das ist ja das nächste Beispiel in diesen Themen, sondern dass Sie bei diesen 1:1 Molverhältnissen bleiben, weil das genügt mir an und für sich in dieser Schulstufe und dass die schwierigen Beispiele dann nur die machen, die sich dann bei dem langweilen. Also da kann man gut differenzieren, auch mit der Art der Beispiele, kann man finde ich gut da differenzieren, wer schon so weit ist, oder wer halt lieber bei den Basisbeispielen bleiben möchte.
	62	F: Ich würde gerne noch einen besseren Einblick konkret in Ihren Unterricht bekommen. Wie bereiten Sie das Thema „Säuren und Basen“ methodisch auf? Sie haben jetzt auch schon Material erwähnt, dass Sie verwenden. Wo lassen die Schülerinnen und Schüler lieber eigenständig arbeiten und was erarbeiten quasi selber mit ihnen?
..Lehrevortrag/Schüler-Lehr	63	L: Die Definitionen und die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten erarbeite ich lieber mit ihnen selber und beim Anwenden üben, lasse ich sie gerne selber, also da sollen sie sich selbstständig machen, aber die grundlegenden Dinge, die Einführung, das mache ich lieber selber. Also, dass man nachher dann einen Forschungsauftrag, zum Beispiel gibt es da einen Forschungsauftrag, den ich ihnen auch bei den Stationen hingestellt habe, dass man Magensäure, Sodbrennen, überschüssige Magensäure und dann gibt es so ein Magenmedikament, das ist so ein Pillelöffelchen, wo Natriumhydrogencarbonat drinnen ist und sie sollen mit einem Indikator erforschen, wie denn dieses Magenmedikament funktioniert. Also dass sie quasi mit dem Wissen über Säuren und Basen beim Anwenden sollen sie dann erklären quasi, wie dieses Medikament funktioniert. Das ist quasi so eine Forschung, wo sie aber schon ein Basiswissen haben, aber die Definitionen oder wo ich sie auch selber probieren lasse, sind die Farbstoffe, welche Indikatoren, welche Farbumschläge, das können sie selber erarbeiten.
..Gruppenarbeiten/selbststä		
..Schülerversuch	64	F: Welche Indikatoren werden da verwendet, bzw. wie sehen hier die Versuche aus?
	65	L: Ich stelle ihnen verschiedene Indikatoren zur Verfügung. Das sind Bromthymolblau, Phenolphthalein, Rotkraut und Hibiskustee und was haben wir noch gehabt? Lackmus glaube ich. Das sind so die gängigsten Indikatoren, die wir verwenden. Sie sehen also die Eigenfarbe, die sollen sie beschreiben. Und dann die Farbumschläge eben protokollieren, mit welchem sauren, basischen Milieu sie welche Farbe dann haben.
..Schülerversuch	66	F: Welche weiteren Versuche setzen Sie beim Thema Säuren und Basen ein.
..Schülerversuch	67	L: Quantitative Bestimmung dann für Säure-Base-Titration mehr oder weniger



manchmal Schularbeiten, dann brauchen sie eine Maskenpause und das kann man im Vorherein nicht planen. Ja, das möchte ich noch loswerden (lachend). Das kann man im Vorherein nicht planen, da muss man in der Stunde halt jetzt wissen, oder erst in der Stunde entscheiden, was sind die zwei Sätze, die ich heute unbedingt rüberbringen will und was geht sich aus und welche Situation verschafft mir, dass das nachhaltig ist. Das heißt, die Flexibilität, dass man sich die erhält, das ist glaube ich unheimlich wichtig.

86 F: Ja und abschließend noch: Was mögen Sie persönlich am Thema „Säuren und Basen“?

87 L: Ja, dass es so vielfältig ist, dass man alle Sinne ansprechen kann, dass es was sehr alltagstaugliches ist und dann fällt diese ganze mühselige Motivieren der Schüler weg, weil die Schüler sind selbst motiviert, wenn sie wissen, dass das was mit ihrem Leben zu tun hat und vor allem, dass sie Macht haben und durch das Wissen auch selbst entscheiden können und dieses Wissen auch zu ihrer Entscheidungsfindung beiträgt und sehr viele „Aha“-Erlebnisse auch entstehen durch das Arbeiten mit den Säuren und Basen. Ja und das ist eigentlich das schönste, und das ist ja unser Applaus, wenn sie „Aha“-Erlebnisse haben.

88 F: Ja, dann sage ich danke, dass sie sich Zeit genommen.

89 L: Sehr gerne.

90 F: Ich hoffe, das Interview war nicht zu kräftezehrend. Ihre Ausführungen sind für meine Arbeit und die fachdidaktische Forschung sicher von großer Bedeutung. Dann schließe ich hiermit den Tonbandmitschnitt.

1 **F_Transkript_K.**

2 Datum: 01. März 2022

3 Durchführung des Interviews: Zoom Meeting

4 Dauer des Tonbandmitschnitts: 49 Minuten, 41 Sekunden

5 Besonderheiten während des Interviews: keine

6 F: Schönen guten Nachmittag. Zunächst einmal ein großes Dankeschön für Ihre Gesprächsbereitschaft. Wie Sie wissen, verfasste ich gerade am Österreichischen Kompetenzzentrum für Didaktik der Chemie, kurz AECC Chemie an der Universität Wien im Bereich der Chemiedidaktik meine Masterarbeit. Im Rahmen dieser werde ich eine Interviewstudie mit Lehrerinnen und Lehrern durchführen. Mit dieser möchte ich untersuchen, wie das Thema „Säuren und Basen“ in der Sekundarstufe I unterrichtet wird. Dieses Thema nimmt, wie Sie wissen, eine wichtige Stellung im Chemieunterricht ein. Gleichzeitig stellt es Lernende immer wieder vor besondere Herausforderungen, weswegen die Forschung auf diesem Gebiet unerlässlich ist. Mit ihren Ausführungen leisten Sie deshalb einen sehr wertvollen Beitrag für diese Arbeit und dieses Forschungsgebiet.

7 Ich denke, das Interview wird ca. eine dreiviertel Stunde Zeit in Anspruch nehmen. Das heißt, Sie können sich für Ihre Ausführungen viel Zeit nehmen, Sprechpausen sind überhaupt kein Problem. Ich werde das Interview mit einem Audiogerät aufzeichnen. Unser gesamter Gesprächsverlauf, inklusive der unterrichtsbezogenen Daten, bleibt in der Arbeit allerdings nur in transkribierter Form erhalten. Wichtige persönliche Daten wie Name, Geburtsdatum, Schulstandort werden nicht erwähnt.

8 Falls Sie damit einverstanden sind, würden wir nun beginnen.

9 L: Ja.

10 F: Erzählen Sie einmal als Einstieg, wie lange Sie schon Erfahrungen im Lehrberuf haben.

11 L: Die pädagogische Hochschule Eisenstadt habe ich im Juni 1990 abgeschlossen, habe dann im September 1990 gleich zu arbeiten begonnen, ein Jahr in Wien in einer privaten, damals noch „Hauptschule“ genannt, dann drei Jahre als Karenzvertretung in der Unterstufe im Gymnasium Wolfgarten, wobei ich da die ersten zwei Jahre nur Mathematik unterrichtet habe, erst im dritten Jahr nur Physik und kein Chemie. Und danach waren die Stationen Hauptschule Rosental mit Mathematik, Physik- und Chemieunterricht, dann Hauptschule Siegendorf mit Mathematik, Physik und Chemie. Dazwischen dann Karenzzeiten mit den beiden Kindern und seit 2003 in der Mittelschule Rosental mit Mathematik- und Physik- und Chemieunterricht durchgehend. Das heißt in Summe sind das jetzt, wenn wir 2022 haben, das 32. Dienstjahr.

12 F: Welche Fächer haben Sie ursprünglich studiert?

13 L: Mathematik, Physik, Chemie und GZ gab es damals auch noch als Zusatzqualifikation. Das sind meine ursprünglichen Fächer. Und natürlich in diesen 32 Jahren gab es dann noch Zusatzqualifikation wie Lerncoaching, Schülerberatung, etc., etc., aber ich denke, das muss da jetzt nicht in dem Rahmen erörtert werden.

14 F: Haben Sie jetzt jährlich Chemieklassen in der Unterstufe?

15 L: Ja.

16 F: Oke, gut.

17 L: Kurze Begründung dazu: Ich denke, das ist schon notwendig, weil es einen

Mangel in der Mittelschule an Physik/Chemie-lehrer gibt. Ich gehöre noch zu den Kolleginnen und Kollegen, die Physik und Chemie als Doppelfach studieren mussten mehr oder weniger und jetzt ist es ja so, dass man sich das schon getrennt als Studienfach aussuchen darf und kann. Und es gab sehr wenige Studierende in meiner Zeit damals schon und wir sind an einer Mittelschule mit ungefähr 360 Schüler, 17 Klassen, nur drei geprüfte Kolleginnen und Kollegen. Die eine geht jetzt mit November 2022 in Pension. Das heißt, dann sind wir nur mehr zu zweit als Geprüfte und daher muss ich zwangsläufig jedes Jahr eine vierte Klasse unterrichten. Also das „muss“ klingt jetzt hart. Ich tue es sehr gerne von Herzen, aber ich habe gar keine andere Option.

18 F: Oke, gut. Dann hätte ich gesagt, gehen wir gleich tiefer rein in den Chemieunterricht. In der Chemiedidaktik sprechen wir ja immer über Konzepte, also zentrale Prinzipien, wenn wir komplexere Sachverhalte den Schülerinnen und Schülern erklären möchten. Also wäre ein zentrales Konzept, zum Beispiel beim Thema „Redoxreaktionen“, dass bei einer Oxidation Elektronen abgegeben werden und bei einer Reduktion Elektronen aufgenommen werden. Das Ganze unterliegt dann dem sogenannten Donator-Akzeptor-Konzept. Wie Sie wissen, sprechen wir heute aber über das Thema „Säuren und Basen“. Welche Konzepte sollen die Schülerinnen und Schüler bei diesem Thema lernen.

19 L: Oke, sehr spannend für mich, weil ich in meiner Didaktikausbildung mit diesen Konzepten Berührung hatte. Für mich ist wichtig, also ich gehe wirklich nur von meinem Unterricht aus und ich geniere mich nicht, dass ich da jetzt noch nicht in diesem ganzen modernen Konzeptunterricht im Ganzen involviert bin. Für mich ist wichtig, dass die Kinder wissen, dass Säuren und Laugen unterschiedliche Ionen ausbilden und dass je nach Anzahl von Ionenausbildung es dadurch zur Thematisierung von schwachen und starken Säuren kommt und bei der Neutralisation natürlich am Ende dieses Themas anbelangt, dass es zu eben einem Ausgleich von Ionen kommt und dadurch eben zu einem Neutralisierungsprozess. Das würde ich da jetzt als Antwort stehen lassen.

20 F: Können Sie vielleicht einmal allgemein sagen, was wichtige Ziele für Sie sind, die Sie mit Ihrem Säure-Base-Unterricht umsetzen möchten?

21 Oke. Dadurch, dass ich in einer Mittelschule unterrichte, ist für mich ganz besonders die praktische Anwendung wichtig. Mir ist jetzt gar nicht so wichtig, dass ein Schüler oder eine Schülerin zum Beispiel das mit diesem Ionenaustausch in einer schönen chemikalischen Fachsprache artikulieren kann. Wichtig ist für mich, dass er oder sie weiß, wo ich diese Säuren anwende, wie ich diese Säuren, wie ich diese Säuren zum Beispiel über einen Indikator identifizieren kann als schwache Säure, starke Säure oder überhaupt im Unterschied zu einer neutralen Lösung oder zu einer basischen Lösung. Wichtig wäre mir zum Beispiel auch, dass Säuren eben unedle Metalle lösen, dass Laugen zum Beispiel Fette und Eiweißstoffe lösen, dass sie dadurch in Haushaltsreinigern vorkommen. Das ist mir primär der wichtigste Punkt, sage ich jetzt einmal, in meiner Schultype, in der ich unterrichte und ich gehe davon aus, dass man in einem Gymnasium mit einem naturwissenschaftlichen Zweig oder später dann in einer HTL Werkstofftechnologie da sicher mehr in die Tiefe gehen kann. Da bin ich mir völlig bewusst.

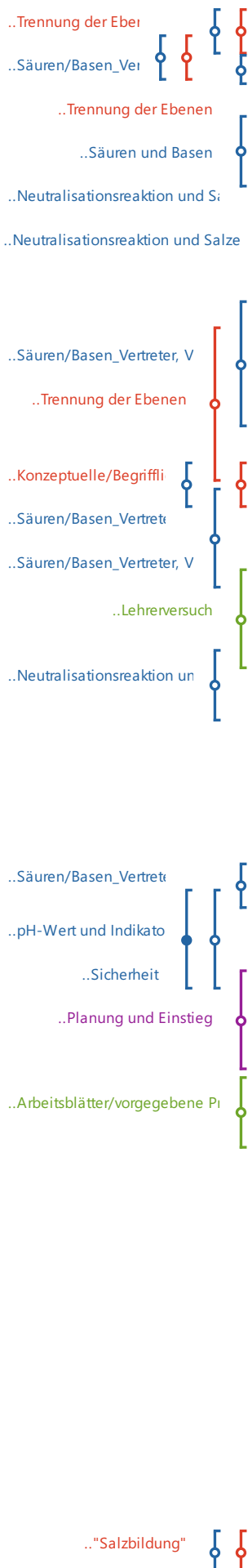
22 F: Ja, Sie haben auch schon ein paar Begriffe erwähnt, die für Sie eben zentral sind. Sie haben Säuren erwähnt, Laugen erwähnt, die Neutralisation. Welche weiteren Begriffe sind für Sie bei diesem Thema „Säuren und Basen“ von zentraler Bedeutung?

23 L: Oke, also am Beginn, bevor ich in das Thema „Säuren und Laugen“ einsteige, ist für mich also der Indikator – Begriff sehr wichtig, der pH-Wert sehr wichtig, weil wir dann in unserem praktischen Unterricht eben über Universalindikator Phenolphthalein, Lackmuspapier. Das sind meine drei häufigsten

..Trennung der Ebenen
..Weitere
..Neutralisationsreaktion und Si

..Säuren/Basen_Vertreter
..pH-Wert
..pH-Wert und Indikato
..Säuren/Basen_Vertreter, Vorkc

..pH-Wert und Indikatoren



24

angewendeten Indikatoren. Dann eben Säuren von Basen und neutralen Lösungen unterscheiden lernen. Wichtige Begriffe außer „Säuren“, „Laugen“ eben, dass Laugen und Basen als ident anzusehen sind. Neutralisation, Salze. Nein, würde ich jetzt nicht meinen, dass da jetzt noch irgendwelche wichtigen Fachbegriffe fehlen würden. Ja natürlich dann bei den Salzen dann die allgemeinen Salzbegriffe wie Nitrate, diese allgemeinen Salzzuordnung - Begriffe. Aber jetzt so ad hoc würde ich meinen habe ich alles abgedeckt.

L: Ja, wunderbar. Sie haben da jetzt auch schon viele Unterthemen erwähnt, die Sie behandeln, also Neutralisation, pH-Wert, Indikatoren, Salze. Gibt es weitere Unterthemen, die Sie bei den Säuren und Basen behandeln?

25

F: Ich werfe da jetzt nur schnell einen Blick ein. Ja genau. Bevor ich dann mit den Kindern die Säuren und die Laugen im speziellen behandle, also dass wir speziell auf die Salzsäure eingehen, auf die Schwefelsäure, ihre typischen Eigenschaften, und so weiter, gehen wir so die allgemeinen Eigenschaften durch, also dass Sie den elektrischen Strom leiten in verdünnter Anwendung, dass sie Metalle auflösen, dass die Basen und Säuren eher Fette und Eiweißstoffe angreifen. Den Aufbau von Säuren schauen wir uns an, dass da eben ein Wasserstoffion ist mit einem Säurerest-Ion. Also solche Dinge stehen am Anfang. Dann gehen wir die einzelnen Säuren, die bekanntesten sage ich jetzt einmal, die auch bei uns dann bei den Experimenten Anwendung finden durch, ebenso bei den Laugen. Bei der Neutralisation machen wir dann auch einen, ich sage jetzt einmal einen Demonstrationsversuch, typischerweise natürlich Natronlauge mit Salzsäure, dass eben Wasser und Kochsalz darin gelöst vorkommt. Dann bespreche ich mit ihnen, wie Salze aufgebaut sind, wo Salze Anwendung finden und ich denke, das ist dann auch ein sehr guter Abschluss für dieses Thema.

26

F: Damit weiß ich jetzt schon, welche Themen Sie eben behandeln. Können Sie vielleicht noch ein paar so für Sie wichtige Ziele nennen, die Sie anstreben, Kompetenzen, die die Schüler erwerben sollen?

27

L: Gut. Natürlich gibt es diese Wissensziele, wo Fakten abgefragt werden, sprich dass ein Kind einer Säure die entsprechende Formel zuordnen können soll, Lauge, Salze, und so weiter. Es werden dann aber schon auch Ziele, Kompetenzen erworben, wie „Ich bin sicher im Umgang bei der Durchführung eines Experiments, dass sie selber eine Lauge, eine Säure mit dem Indikatorpapier nachweisen können. Was für mich eine sehr wichtige Kompetenz ist, dass sie Informationen selbstständig sich holen. Das heißt, mein Unterricht sieht so aus, dass die Kinder von mir über einen Demonstrationsversuch in das Thema eingeführt werden. Ich ihnen dann versuche sehr viele Inhalte zu vermitteln und dann habe ich für die Kinder so einen Pflichtlückentext vorbereitet mit Informationsblättern, wo sie dann quasi diese Lücken befüllen. Das heißt sinnerfassendes Lesen, Zuordnen von Fachbegriffen. Manchmal, das kommt eben auf die Klasse darauf an, kann ich das auch so machen, dass die Informationen in der Klasse hängen, als Info mit Bewegen, dass sie auch die Lücke merken müssen, um dann aufzustehen im Informationsblatt suchen, sich auch die Information merken müssen, sodass auch dieses Memorieren mitabgedeckt ist und in einer, ich sage jetzt einmal, eher schwächeren Klassen, da bin ich schon sehr sehr glücklich, wenn sie den Infotext vor sich liegen haben und es über das sinnerfassende Lesen schaffen, die Lücken auszufüllen. Aber von diesem Lehrer schreibt an die Tafel, Schüler notieren mit, bin ich schon sehr sehr weit weggekommen.

28

F: Sie haben ganz zu Beginn auch die Neutralisation erwähnt. Diese Neutralisationsreaktion ist natürlich ein wichtiges Unterthema bei den Säuren und Basen. Was sollen die Schülerinnen und Schüler Ihrer Meinung nach dazu verstanden haben?

29

L: Okay. Natürlich einmal den Neutralisationsvorgang selber, dass eben das

..„Salzbildung“

..Neutralisationsreaktio

..Weitere

..Relevanz

..Angemessenheit

Metallion von der Lauge sich mit dem negativen Säurerest-Ion verbindet zu einem Salz und dass es bei der Reaktion immer zu einem Salz gelöst im Wasser kommt und was für mich immer das allerwichtigste ist, dass sie einmal mitbekommen, dass es nicht nur ein Salz, nämlich das Kochsalz gibt und das erörtern wir zuerst einmal. Ich habe da so ein Arbeitsblatt gestaltet vor ein paar Jahren mit Studierenden gemeinsam, Studierende der PH Burgenland, wo wir das eben mit Farben versuchen zu erfassen und wir schauen uns dann auch Salze an und da sind sie immer wieder überrascht, dass die Salze wie weiße Pulver ausschauen und „Frau [REDACTED]“, die schauen ja eh alle gleich aus“ (lachend) und wie unterscheide ich die dann und so weiter und so fort. Also das ist für mich primär das wichtigste, dass sie einmal registrieren, na hoppala, da gibt es nicht nur dieses Kochsalz schlechthin, dass ich in der Küche auch verwende, da gibt es auch Salze, die giftig sind, die gefährlich sind, die ätzend sind. Das ist für mich primär das wichtigste, was sie da aus dem Unterricht mitnehmen sollen. Ich muss jetzt gestehen, wenn sie sich jetzt die Neutralisation als Vorgang nicht merken, bin ich jetzt gar nicht so böse, also böse. Ich kann es eh nicht ändern. Den Nürnberger Trichter gibt es ja nicht. Aber noch einmal, mein Klientel ist das, wo ich sage, sie müssen sich für ihr Alltagsleben einfach viel viel mitnehmen und da bin ich dann sehr froh, wenn wenigstens das hängen bleibt, wobei ich jetzt dazusagen muss, dass ich auch Schüler und Schülerinnen habe, die in die HTL weitergehen. Also ich möchte nicht andere Sekundar 2 Stufen-Schulen schlecht machen, aber ich weiß, dass dort sehr viel vom Chemieunterricht noch Verwendung findet und in die Tiefe gegangen wird, aber auch da sind Schüler und Schülerinnen aus meinem Unterricht so gut und qualifiziert ausgebildet, dass sie auch in der HTL gut mitkommen. Also ich möchte da jetzt das auch einmal gesagt haben.

30 F: Um noch ganz kurz bei dieser Neutralisationsreaktion zu bleiben, wo Sie jetzt auch schon beschrieben haben, inwiefern das für Sie wichtig ist. Man findet zu diesem Thema häufig in Schulbüchern folgenden Merksatz. Ich stelle diesen Merksatz jetzt auch in den Chat: „Bei der Neutralisation reagieren Säure und Base unter Bildung von Salz und Wasser.“ Kommentieren Sie bitte diese Aussage.

31 L: (-)

32 F: Da sind einige Begriffe drinnen.

33 L: Oke, gut (lachend). (-) Grundsätzlich finde ich den Satz fachmäßig richtig. Ich würde jetzt meinen, für manche Schulen wird er zu wenig aussagekräftig sein, weil er eben diesen Austausch von, „Austausch“ war jetzt nicht das richtige Wort, wo diese H_3O^+ und OH^- -Ionen miteinander reagieren, das fehlt natürlich jetzt in dieser Aussage. Ich würde jetzt meinen, grundsätzlich würde er reichen. Ich persönlich würde jetzt sagen, ich muss einen Unterschied machen, welches Klientel ich unterrichte. Für meine Mittelschulschüler würde er reichen, für wie gesagt andere Schüler, ein Gymnasium Unterstufe mit Nawi-Zweig oder so, wird das wahrscheinlich zu wenig aussagekräftig sein. Kommentar Ende.

34 F: Warum meinen Sie, dass das zu wenig aussagekräftig wäre? Was stört Sie an dieser Aussage? Was würden Sie verändern?

35 L: Es stört mich gar nichts. Es passt auch so, wie es, habe ich auch vorhin schon gesagt, dass er fachlich richtig ist. Bildung von Salz und Wasser, das ist ja alles richtig. Es sind auch alle Begriffe, die vorkommen notwendig, um diesen Sachverhalt darzustellen. Wie gesagt, das mit diesen Ionen fehlt, wenn man, ich sage jetzt einmal bei diesem Thema noch in die Tiefe gehen möchte, wo man, ja wie soll ich das jetzt genauer sagen, damit die Kinder einfach wissen, warum da Wasser und ein Salz tatsächlich dann unter dem Strich die Endprodukte sind. Ja, das würde für mich jetzt passen als Antwort.

36 F: Als nächstes möchte ich, dass wir über die einzelnen Phasen des Unterrichts

..Planung und Einstieg

..Planung und Einstieg

..Schulbuch

..Lehrevortrag/Schüler-Lehrer-

sprechen, also Planung, Durchführung und Reflexion. Beschreiben Sie zunächst einmal, wie Sie bei der Planung zu diesem Thema vorgehen.

37 L: Oke gut. Wichtig ist für mich einmal, dass ich weiß, was ich in einer Unterrichtsstunde, die bei uns an der Stunde 50 Minuten dauert, „alles durchbringen“ hört sich jetzt fast ein bisschen sehr sehr nach Autorität an, aber einfach nur dass ich nicht konzeptlos in den Unterricht hineingehe. Für mich sind in der Planungsphase, so wie ich in den letzten Jahren dieses Thema umsetze. Das ist das erste Indikator. Dann die zweite Stunde sind Säuren und Laugen allgemein gegenüber stellen. Die dritte Stunde ist dann Säuren explizit auf einige bekannte Säuren einzugehen. Mit Versuchen ist das alles immer untermauert. Dann die Basen eine Stunde, dann die fünfte Stunde sind Neutralisation und Salze, ja genau. Und natürlich kommt es dann immer wieder zu Verschiebungen, so wie heute Faschingsdienstag. Da sind die Kinder einfach anders motiviert als an herkömmlichen Schultagen. Da muss man auf die Befindlichkeiten der Schüler eingehen. Aber ich habe die Erfahrung, dass dieses Unterrichtskonzept ganz gut aufgeht, dadurch dass das schöne in sich geschlossene Stunden sind, passt das auch ganz gut, sodass die Kinder auch da gut immer wieder auf die Grundbausteine der vorangegangenen Stunde aufbauen können. Das wäre jetzt einmal die Planung. Dann die Durchführung...

38 F: (unterbrechend) Ja, um noch ganz kurz bei der Planung zu bleiben. Mit welchen Materialien, Sie haben schon erwähnt, Sie verwenden Arbeitsblätter, sie setzen Versuche ein. Mit welchen Materialien sollen die Lernenden sonst noch arbeiten?

39 L: An unserer Schule hat das Kind kein eigenes Buch, sondern wir haben von diversen Verlagen, so in Klassensätzen die Bücher. Ich versuche auch immer wieder zu differenzieren zwischen den Büchern, weil ich die Erfahrung habe, dass nicht jedes Thema in jedem Buch, ich sage jetzt einmal, schüleradequat dargestellt ist und ich switche auch ganz gerne zwischen den Büchern, weil manche sehr anschaulich sind. Manche sind eher so in ganz rigoroser Fachsprache verfasst, aber auch das sollen die Kinder kennenlernen. Arbeitsblätter sowieso. Meine Schüler haben an unserer Schule, ich mache jetzt Werbung für einen Verlag, ich hoffe das ist in Ordnung, diese Reihe „Chemie verstehen“. Da haben Sie das Arbeitsheft dazu und da kommt es auch ganz unterschiedlich vor von der Didaktik her, wie ich das einsetze. Manchmal so wie heute haben wir die Säuren und Basen wiederholt und da habe ich dann Partnerarbeit gemacht, sodass sie sich untereinander absprechen können und dann haben wir die Antworten gemeinsam verglichen. Manchmal gebe ich es aber auch als Hausübung mit. Manchmal arbeiten wir aber auch gemeinsam in dem Buch. Also ich versuche das wirklich sehr abwechslungsreich zu gestalten, dass nicht jede Stunde Chemie nach einem Schema F abläuft. Und diese Information mit Bewegung setze ich auch immer wieder ein. Es gehört aber auch manchmal auch ganz herkömmlicher lehrerzentrierter Vortrag dazu. Dazu stehe ich ganz einfach. Es gehört auch manchmal Einzelarbeit dazu, dass ich sehen möchte, was ist bei jedem einzelnen Kind angekommen. Also ich halte es mit dem goldenen Mittelweg. Alles was ins Extreme geht ist nicht für mich gut. Daher sollte der Unterricht für mich und für die Schüler sehr gut durchmischt ablaufen.

40 F: Dann würde ich jetzt eben zur Unterrichtsdurchführung auch kommen. Sie haben mir schon erklärt, wie Sie in das Thema einsteigen. Betten Sie die Themen, die Sie behandeln in Kontexte ein? Also das heißt, stellen Sie komplexere Alltagsbezüge bei einem Unterthema her?

41 L: Das müssen Sie jetzt genauer ausführen. Da kann ich Ihnen jetzt nicht folgen, was Sie genau von mir jetzt wissen wollen.

42 F: Inwiefern stellen Sie Alltagsbezüge her?

43 L: Okay. Ich muss jetzt ganz kurz einen Blick auf meine Mitschriften legen, die

...Säuren/Basen_Vertreter, Vorkc

...Säuren/Basen_Vertreter, Vorkc

ich von den Schülern verlange, oder so ein Arbeitsblatt hinein. Okay gut. Ich geh es jetzt mal ganz klassisch durch. Wenn wir zum Beispiel die Kohlensäure hernehmen, dann besprechen wir, dass es Mineralwässer gibt, die schon mit Kohlensäure behaftet aus der Erde herauskommen, dass es aber auch Mineralwässer gibt, die still aus der Erde herauskommen und dass da manchmal Kohlensäure, also Kohlendioxid eingeblasen wird künstlich, um ein Mineralwasser mit Kohlensäure entstehen zu lassen. Wir haben die Schwefelsäure, die in Bleiakkumulatoren drinnen ist. Wir haben bei der Salpetersäure eben das Königswasser drinnen, das eben auch edle Metalle wie Gold und Platin löst. Wir haben bei der Salzsäure, da bringe ich immer das Beispiel ein, dass ein Kollege von mir Erdwespen in seinen, wie nennt man das jetzt, dieses Holz, das bei Bahnschienen verwendet wurde, also diese geteerten Holzbalken, die ausrangierten hatte er im Garten aufliegen so als Weg durch die Wiese. Und da haben sich Erdwespen eingenistet und dann hat er sie mit Salzsäure ausgeräuchert (lachend). Das wäre jetzt, sage ich jetzt einmal so, ein Beispiel beziehungsweise die Salzsäure ist ja auch unsere Magensäure. Ich sage dann immer, wenn du schon einmal aufgestoßen hast oder erbrochen hast. Wir gehen dann auch kurz ein auf das Thema „Bulimie“, wenn dann diese Menschen erbrechen, dass das dann den Zahnschmelz wegätzt und dass dann diese grauen schmalen Zähne werden. Ich gehe dann auch da als Frau auf die Mädchen ein und sage, manche Frauen haben dieses Aufstoßen der Magensäure auch in der Schwangerschaft. Dann natürlich bei den Laugen sind das zum Beispiel die Reinigungsmittel, die Seifenherstellung bei der Natronlauge. Dann beim Calciumhydroxid, dass das früher eben die Verwendung der Kalkfarbe war, die heute fast keine Anwendung mehr hat, dass Bauern früher so ihre Ställe desinfiziert haben; dass in Lebensmitteln als Säureregulatoren, als Konservierungsstoffe, Ausgangsstoffe für irgendwelche Düngemittel. Das sind für mich alles Alltagsbezüge, die irrsinnig wichtig sind.

44 F: Vielen Dank. Wo sehen Sie Herausforderungen bei der Durchführung des Themas „Säuren und Basen“?

45 L: Oke. (-) Oke. (--)

46 F: Was sind hier Herausforderungen, die vielleicht generell im Chemieunterricht auftreten, oder vielleicht besondere Herausforderungen, die hier besonders stark zu berücksichtigen sind?

47 L: Oke gut. Nachdem es ja ein Thema ist, das im Lehrplan verankert ist, das heißt, dass es umgesetzt werden muss, ist das klar, dass ich es an jeden Schüler, an jede Schülerin herantrage. An meiner Schultype ist das oft schwierig, die Schere da gut abzudecken. Ich habe von Schülern mit SPF bis zu Schülern, die dann später in einen technischen Beruf, in eine technische Schule weitergehen wollen, alles an Klientel abzudecken. Bei mir kommt auch dazu, dass sehr oft die Kinder mit sonderpädagogischem Förderbedarf keinen Stützlehrer mithaben. Das heißt, ich muss auch diesen Kindern versuchen, die Freude an diesem Thema vermitteln. Da Unterrichtsmaterial für alle Kinder anzubieten, sodass alle, ich sage jetzt einmal, alle Schulkinder-Typen sich angesprochen fühlen, das ist manchmal eine große Herausforderung. (-) Ich glaube das, nein, ich bin davon überzeugt, dass das für mich an meiner Schultype die größte und einzige Herausforderung ist.

48 F: Kommen wir dann noch zur Unterrichtsreflexion. Inwiefern reflektieren Sie durchgeführte Unterrichtsstunden beim Thema „Säuren und Basen“.

49 L: Oft schon beim Rausgehen aus der Klasse (lacht) oder aus dem Chemiesaal. Wenn etwas eben nicht gelungen ist, oder wenn es bei den Kindern nicht so gut angekommen ist, oder wo ich überzeugt war, einen supertollen Unterricht anschaulich mit den Methoden unterschiedlich und dann kommt eben diese Übungsphase, Festigungsphase, und unter dem Strich zeigen nicht alle voller Freude auf, wobei ich ja nicht wirklich, sage ich jetzt einmal, den Fehler immer

bei mir suche, aber trotzdem so, es muss dieses Zahnrad Schüler-Lehrer gut ineinander greifen, sodass ich einen guten Unterricht biete, aber die Kinder auch durch ihre Aufmerksamkeit, durch ihre Konzentration, durch ihr Eindringen in den Unterricht, dass das einfach wirklich ein Gefüge ist, das so ineinander greift. *It is what it is.*

50 F: Wie erkennen Sie bzw. kontrollieren Sie, ob die Schülerinnen und Schüler jetzt eben die gewünschten Kompetenzen erworben haben?

51 L: Zunächst einmal wiederhole ich immer, das ist nahezu in jeder Stunde gleich, somit zwei, drei allgemeine Fragen, das Thema von der letzten Stunde, damit ich schon sehe, was ist hängen geblieben, damit ich auch natürlich das Neue darauf aufbauen kann. Das und wenn wir dann in der Übungs- und Festigungsphase zum Beispiel mit diesem Arbeitsbuch arbeiten oder mit Arbeitsblättern arbeiten, auch da erkenne ich sehr schnell, was ist tatsächlich angekommen und hängen geblieben und natürlich auch gibt es Tests in Physik und Chemie und da versuche ich auch durch wirklich sehr viel unterschiedlich Fragen, offene Fragen, durch Wahr-Falsch-Aussagen, Zuordnungsaufgaben jeden Schüler und Schülerin anzusprechen. Also es sind nicht nur Lückentexte, wo ein Wort fehlt. Also auch da versuche ich das gut abzudecken, um jedem Schüler etwas bieten zu können, dass auch ihm oder ihr es gelingt, eine Frage zu beantworten.

52 F: Wenn jetzt einige Schüler Schwierigkeiten haben oder offensichtlich etwas nicht verstanden haben, wie versuchen Sie dann auf diese Schwierigkeiten einzugehen?

53 L: Natürlich muss ich zuerst herausfiltern, wodurch diese Schwierigkeiten entstanden sind. Wenn jetzt ein Schüler oder eine Schülerin eine mehrtägige Krankheit hinter sich hat, dann sind diese, ist der Mangel an Wissen ein anderer, als wenn ein Schüler, ich jetzt einmal, aus Unkonzentriertheit oder Demotivation, sich Inhalte aus dem Unterricht nicht mitgenommen hat. Bei ersterem versuche ich eben durch dieses immer wieder Wiederholen, den Kindern zugänglich machen, beziehungsweise, oh Gott, ich weiß jetzt gar nicht, ob ich das sagen darf, weil wir grundsätzlich das glaube ich offiziell haben sollten, aber ich habe mit meinen Kindern über Whats app eine Gruppe und wir schicken dann immer die Mitschriften aus dem Heft in die Gruppe für die kranken Kinder, sofern sie im Genesungsprozess schon so weit sind, dass sie vielleicht das schon zuhause nachschreiben können und so weiter, in der Hoffnung, dass sie durch das Nachschreiben schon ein bisschen an Vorinformationen dann mitbringen, wenn sie wieder gesund in die Schule zurückkommen. Und die Demotivierten, ja was soll ich tun, da kann ich zehn Mal das Gleiche supergut unterrichten, es wird nicht ankommen. Und dessen muss ich mir bewusst sein als Lehrerin.

54 F: Dann würde ich bei einigen Punkten noch gerne einen besseren Einblick in ihren Unterricht bekommen wollen. Wie bereiten Sie das Thema „Säuren und Basen“ methodisch auf? Wo zum Beispiel lassen sie die Schülerinnen und Schüler lieber eigenständig arbeiten und was erklären sie lieber selbst?

55 L: (-) Also beim Thema „Indikator“ stelle ich ihnen das Thema einmal vor. Ich stelle ihnen auch vor die beim Universalindikator die Farbumschläge und dann lasse ich sie sehr wohl sehr frei ausprobieren bei Experimenten. Beim Thema „Säuren und Laugen gegenüberstellen“, da lasse ich sie gerne mithilfe von Infotexten selber herausfinden, was sind denn da so die allgemeinen Unterschiede. Beim Thema „Bekannte Säuren und Laugen genauer durchbesprechen“, muss ich gestehen, ist es wirklich, ein Lehrvortrag, den ich dann eben mit Experimenten untermauere und beim Thema „Neutralisation“ ist es so eine Mischung wieder von „Ich stelle ihnen das vor.“ Neutralisation mit dem Demonstrationsversuch. Dann erkläre ich an einem Modell, wie regiert jetzt die Säure mit der Lauge mit dieser Ionenzusammenführung. Und dass

..Lehrerversuch

..Darstellungsformen

..Trennung der Ebenen

- dann eben neutrales Wasser mit dem Salz darin gelöst entsteht. Dann lasse ich sie in Partnerarbeit versuchen, selber Beispiele zu lösen. Ich denke, jetzt habe ich so über alle Themen aus diesem Lernfeld das so rübergebracht. Ich denke, das war es jetzt.
- 56 F: Ja. Sie haben auch schon erwähnt, dass sie eben Versuche auch einsetzen. Sie haben als Demonstrationsversuch erwähnt Natronlauge, die mit Salzsäure reagiert. Sie haben den Versuch erwähnt, wo glaube ich die Schülerinnen und Schüler mit dem Indikatorpapier die Lösungen bestimmen. Welche weiteren Versuche setzen Sie beim Thema „Säuren und Basen“ ein?
- 57 L: Oke da muss ich jetzt auch kurz in meine Unterlagen schauen. Ja also zum Beispiel, dass verdünnte Schwefelsäure den elektrischen Strom leitet, bei der Salpetersäure, dass sie Eiweiß-hältige Stoffe gelb verfärbt (...). Bei der Salzsäure, dass sie unedle Metalle, wie zum Beispiel Zink auflöst. Bei der Natronlauge, dass sie Eiweißstoffe und Fette löst, bei Calciumhydroxid den, wenn wir Kohlenstoffdioxid einblasen, dass eben den milchig weißen trüben Niederschlag gibt und bei Ammoniak da klassisch mit der Salzsäure diesen weißen Nebelrauch. Ganz kurz nur eine Sekunde. Mein Mann kommt gerade nach Hause (...).
- 58 F: Danke. Stellen Sie auch Reaktionsgleichungen auf?
- 59 L: Ja. Ich handhabe das in meiner Klasse so, dass wir die Reaktionsgleichungen aufschreiben und einer der Teile ist fehlend und ich lasse die Kinder dann meistens in Partnerarbeit versuchen, dieses Fehlende, entweder es ist ein Ausgangsstoff, oder es ist ein Endprodukt, als fehlend. Manchmal lasse ich es auch so, dass es gemischt ist. Da ist die Reaktionsgleichung unten mit Formeln. Unten sind die Wörter ausgeschrieben, dass der Gegenpart fehlt, in den unterschiedlichsten Formen. Ja, ich bin ein Fan von Reaktionsgleichungen, dass die Kinder das einmal gesehen haben. Sie wissen auch, dass Ausgangsprodukte und Endprodukte, sie wissen auch, dass wenn Calcium im Ausgangsprodukt mit zwei Atomen vertreten ist, dann muss es auch in den Endprodukten mit zwei Atomen vertreten sein, aber ich verlange keine auswendig gelernten Reaktionsgleichungen bei irgendwelchen Tests.
- 60 F: Können sie vielleicht noch ein Beispiel nennen für eine Reaktionsgleichung, die sie den Schülerinnen und Schülern geben?
- 61 L: Also, ich mache den ganz klassischen Versuch, dass ich Natrium auf Wasser herumsausen lassen und wir prüfen dann mit Phenolphthalein, dass eben der Beweis, dass Natronlauge entstanden ist und zu dieser Reaktion schreibe ich dann sehr wohl die Reaktionsgleichung an. Soll ich die jetzt da sagen, oder (...)?
- 62 F: Ja, das wäre toll, wenn Sie das noch sagen.
- 63 L: Zwei Atome Natrium plus H_2O , also ein Molekül Wasser, wird dann zu zwei Molekülen Natronlauge $NaOH$ und der Wasserstoff wird dabei frei.
- 64 F: Ganz kurz, um nochmals nachzufragen, weil Sie das vorhin erwähnt haben. Wenn Sie das dann skizzieren quasi, was eine Säure ist, was eine Base ist. Sie haben anfangs auch erwähnt. Da bilden sich eben Ionen aus. Können Sie das noch beschreiben, wie Sie das den Schülerinnen und Schülern erklären?
- 65 L: Oke. Gar nicht lang breit, sondern ich erzähle das einfach nur. Ohne viel Backgroundwissen lege ich das einfach vor und sie haben nämlich vorher das mit diesen Elektronen abgeben, aufnehmen, und so weiter. Das schaffe ich bei meinen Kindern, ich erwähne es ganz kurz, dass sie es mal gehört haben, aber ich gehe darauf wirklich nur mit ein, zwei Sätzen darauf ein und ich muss gestehen, ich sage dann auch immer: Kinder, das ist etwas dann für die Oberstufe, wo ihr dann bei diesem Thema in die Tiefe geht. Mir hier an dieser Schule reichen diese und diese Informationen.

..Thematische Bezüge

66 F: Bevor wir zum letzten Punkt kommen: Wie wichtig ist Ihnen insgesamt als Lehrperson das Thema „Säuren und Basen“?

67 L: Also ich finde es hat einen sehr zentralen Stellenwert. Das gehört schon einmal bei den Gefahrensymbolen ausgehend dazu, dass man weiß, was eine ätzende Flüssigkeit ist. Das gehört auch beim Thema „Indikator“ dazu. Ich erzähle den Kindern zum Beispiel immer, dass mein Bruder und ich, die wir am Dorf aufgewachsen sind, schon sehr früh schon das Thema „Indikator“ erfasst haben, ohne es gewusst zu haben, weil wenn wir mit den Glockenblumen die Ameisen geärgert haben, weil sie die Glockenblume als Feind angesehen haben, Ameisensäure daraufgespritzt haben und da sind weiße Punkte entstanden. Dann ist das ja quasi ein Farbumschlag. Ich habe das damals nicht gewusst, dass ich da quasi ein chemisches Experiment gemacht habe, aber deswegen, weil es so stark in unseren Alltag hineinwirkt, sei es im Haushalt mit den Reinigungsmitteln, ich finde das absolut wichtig. Ich kenne keinen Kollegen, keine Kollegin, die mir persönlich bekannt sind, die dieses Thema irgendwann einmal nur gestreift oder sogar ausgelassen hätten.

68 F: Wie viel Zeit beziehungsweise Unterrichtsstunden schenken Sie dem Thema ungefähr?

69 L: Also von der Planung her sind es fünf abgeschlossene Einheiten. Ob jetzt sechs oder sieben daraus werden, weil ich denke, dass habe ich in meinen Ausführungen vorher schon erwähnt, weil ich ja auf die Befindlichkeiten der Klasse, der Schüler. Manchmal sind es auch schulisch organisatorische Handicaps. Zum Beispiel heute waren Kinder in der früh positiv getestet beim Antigentest und dann musste man da was in die Wege leiten und so weiter. Da sind dann gleich einmal 20 Minuten weg. Aber ansonsten mindestens und ich gestehe, ich habe in fast keiner Klasse nur die Mindeststundenanzahl, also es ist eher noch fünf plus, sage ich jetzt einmal. Mehr als das doppelte würde ich jetzt nicht haben wollen, weil es dann meine Jahresplanung, die ich so immer wieder im Hinterkopf habe, zu sehr ins Sprudeln bringt.

70 F: Gut. Wir sind jetzt am Ende des Interviews angelangt. Gibt es noch etwas, was Sie ergänzen oder loswerden möchten?

71 L: Ich bin jetzt ausgelaugt. (lacht).

72 F: Und noch abschließend, was mögen Sie persönlich am Thema „Säuren und Basen“?

..Relevanz für LP

73 L: Also ich finde es als so dankbares Thema und jetzt wiederhole ich wahrscheinlich zum siebenten und zehnten Mal, weil es diese Ineinandergreifen von Theorie und Praxis so gut darstellt. Also ich liebe dieses Thema und ich hatte heute in meiner vierten Klasse, genau, haben wir angefangen mit der Neutralisation. Also ich stecke da auch gerade mittendrin. Deswegen bin ich froh, dass das jetzt gerade der richtige Zeitpunkt für dieses Interview auch war.

74 L: Super. Dann sage ich Danke, dass Sie sich Zeit genommen haben. Ich hoffe, das Interview war nicht zu kräftezehrend. Ihre Ausführungen sind für meine Arbeit und die fachdidaktische Forschung sicher von großer Bedeutung. Dann schließe ich hiermit offiziell auch den Tonbandmitschnitt.