



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Entwicklung und Evaluierung von sprachbildenden und
sprachsensiblen Materialien zum Thema Leitfähigkeit
fester Salze, Salzlösungen und Salzschnmelzen für die
Sekundarstufe I“

verfasst von / submitted by

Laura Colazzo, BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Education (MEd)

Wien, 2023 / Vienna 2023

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

UA 199 502 504 02

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

Masterstudium Lehramt Sek (AB) Unterrichtsfach Biologie
und Umweltbildung Unterrichtsfach Chemie

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Dr. Rosina Steininger

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbständig 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 und mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

Wien, am 05.11.2023

.....
(Unterschrift)

Danksagung

Zunächst möchte ich mich bei meinen Studienkolleginnen Viktoria Buchner, Marlies Parfuß und Sandra Szerb sowie all ihren Schüler:innen bedanken, ohne deren Bereitschaft an der Erprobung der Materialien teilzunehmen, dieses Projekt nicht hätte realisiert werden können.

Besonderer Dank gilt Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens für ihre Bereitschaft, diese Masterarbeit zu betreuen sowie Mag. Dr. Rosina Steininger für die Mitbetreuung der Masterarbeit, die mir mit ihrem unglaublich detaillierten und aufschlussreichen Feedback über den ganzen Entwicklungsprozess hinweg immer weiterhelfen konnte.

Von ganzen Herzen bedanken möchte ich mich bei Frau Mag. Rita Elisabeth Krebs, BA für ihre außerordentlich hilfsbereite Art und wunderbare Unterstützung während jedes einzelnen Schrittes in der Verwirklichung dieser Masterarbeit.

Weiterer Dank gilt Tobias Bauer, BEd MEd für seine Einführung in die deskriptive Statistik, Lisa Schnessl für ihre Unterstützung bei Fragen zur deutschen Grammatik, meinem Bruder Fabio für seine Unterstützung bei der Datenauswertung, meinem Onkel Werner für seine Hilfe bei jeglichen IT- und Computer-Problemen und meiner besten Freundin Steffi, die zu jeder Uhrzeit ein offenes Ohr für mich hatte.

Großer Dank gilt meinen Eltern und meinem Bruder für ihre kontinuierliche Hilfe und liebevoll-strenge Unterstützung während meines gesamten Studiums.

Zusammenfassung

Sprache dient als grundlegendstes Vermittlungsmedium in allen Lerngegenständen, weshalb gute Sprachkenntnisse und -fähigkeiten eine Voraussetzung für das Lernen im Fach sind. Ein wichtiges Ziel des Fachunterrichts muss sein, Raum für den Erwerb dieser spezifischen sprachlichen Kenntnisse zu schaffen. Thema dieser Masterarbeit ist die Entwicklung einer sprachsensiblen Lernumgebung, welche eine solche Lernmöglichkeit schafft. Das Thema Leitfähigkeit fester Salze, Salzlösungen und Salzschnmelzen wurde in einer anschlussfähigen und nachvollziehbaren Form in einem Design-Based Research-Projekt für die Sekundarstufe I adaptiert, erprobt und weiterentwickelt. Im Rahmen des Projekts arbeiteten sechs Schulklassen der 7. und 8. Schulstufe in allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS) unter Anleitung der jeweiligen Lehrkräfte ($N=3$) mit dem entwickelten Unterrichtsmaterial. Währenddessen wurde eine Unterrichtsbeobachtung mittels Beobachtungsbogen durchgeführt. Das Material wurde einerseits durch die Lernenden evaluiert ($N=92$), indem sie einen Paper-Pencil Fragebogen zu den Aufgaben und dem Material ausfüllten und anhand einer vierteiligen Likert-Skala Feedback gaben. Das fachliche Wissen wurde nach den Unterrichtseinheiten mittels einer Evaluationsaufgabe erhoben. Zusätzlich evaluierten die Lehrpersonen, die die Einheit durchgeführt hatten, die Materialien, indem sie schriftlich offene Fragen dazu beantworteten. Die Auswertung der Daten mittels Berechnung der Mittelwerte und Standardabweichungen ergab, dass die Lernenden der 7. und 8. Schulstufe die Aufgaben mit den zur Verfügung gestellten Scaffolds lösen konnten, teilweise aber zusätzliche Hilfsmittel benötigt hätten. Das neu erworbene fachliche Wissen konnten die Lernenden in hohem Ausmaß in der Evaluationsaufgabe anwenden. Die Rückmeldungen der Lehrenden zu dem Material fielen durchwegs positiv aus. Insgesamt lassen die Projektergebnisse darauf schließen, dass das Material in der 7. bzw. 8. Schulstufe der allgemeinbildenden höheren Schule in der vorgestellten Form einsatzbereit ist.

Schlüsselwörter: Sprachbildung, sprachsensibler Fachunterricht, Unterrichtsmaterial, Scaffolding, Leitfähigkeit von Salzen

Abstract

Language is the most fundamental means of communication in all school subjects, therefore good language knowledge and skills are an inevitable prerequisite for learning in any subject. An important goal of subject teaching must be to create an environment for the acquisition of knowledge of this specific language knowledge. The subject of this master's thesis is the development of a language-sensitive learning environment that creates such a learning opportunity. The topic of conductivity of solid salts, salt solutions and molten salts is adapted, tested and further developed in a connectable and comprehensible form in a design-based research project for "Sekundarstufe I". As part of the project, six school classes in the 7th and 8th grades in "allgemeinbildenden höheren Schulen" (AHS) worked with the developed teaching material under the guidance of the respective teachers ($N=3$). The conducted lessons were observed and notes taken using an observation sheet. The material was evaluated by the learners themselves ($N=92$) by completing a paper-pencil questionnaire on the tasks and the material provided their feedback captured using a four-point Likert scale. The subject matter knowledge was checked after the teaching units by means of an evaluation task. In addition, the teachers who conducted the unit, evaluated the materials by answering open-ended questions in writing. The evaluation of the data calculation using mean values and standard deviation revealed that the learners in the 7th and 8th grade could solve the tasks with the scaffolds provided, but sometimes needed additional tools. The learners were able to apply the newly acquired subject matter knowledge to a large extent in the evaluation task. The teachers' feedback on the material is consistently positive. Overall, the project results suggest that the material in the presented form is ready for use in the 7th or 8th grade of the AHS.

Key words: language education, language-sensitive subject teaching, teaching materials, scaffolding, conductivity of salts

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	1
A:	Theoretischer Hintergrund	4
2.	Sprache und Schule	4
2.1.	Sprachliche Kompetenzen im Lehrplan.....	4
2.2.	Relevante Sprachregister: Alltagssprache, Bildungssprache und Fachsprache.....	8
2.2.1.	Sprachregister Alltagssprache	11
2.2.2.	Sprachregister Bildungssprache	12
2.2.3.	Sprachregister Fachsprache	15
2.3.	Bildungs- und fachsprachliche Herausforderungen für Lernende und sprachensible Methoden zu deren Entlastung	17
3.	Sprachsensibler Fachunterricht	20
3.1.	Spracherwerb im Unterricht	20
3.2.	Definition und Darstellung von sprachsensiblen Unterricht	22
3.3.	Methoden zur Gestaltung von sprachsensiblen Unterricht	24
3.3.1.	Allgemeine sprachbildende Unterrichtsmethoden	24
3.3.1.1.	Sprachvereinfachungen.....	24
3.3.1.2.	Wechsel der Darstellungsformen	25
3.3.1.3.	Wortschatzarbeit im sprachsensiblen Fachunterricht	26
3.3.2.	Lesen im sprachsensiblen Fachunterricht	29
3.3.2.1.	Umgang mit Fachtexten	30
3.3.2.2.	Strategien zur Förderung des verstehenden Lesens	32
3.3.3.	Schreiben im sprachsensiblen Fachunterricht	34
3.3.3.1.	Textsorte Versuchsprotokoll im Chemieunterricht	35
3.3.3.2.	Didaktische Hinweise zur Förderung der Schreibkompetenz	36
3.3.3.3.	Schreibstrategien und Methodenwerkzeuge	36

3.4.	Scaffolding.....	38
3.4.1.	Makro-Scaffolding	40
3.4.2.	Mikro-Scaffolding	42
B:	Materialgestaltung.....	45
4.	Vorstellung des Rohmaterials aus dem Erasmus+ Projekt sensiMINT	45
5.	Lehrziele und Kompetenzen	47
6.	Einbettung in den Unterricht.....	50
7.	Didaktische Rekonstruktion der weiterentwickelten Einheit.....	52
7.1.	Fachliche Klärung der Ionenbindung.....	52
7.2.	Lernendenvorstellungen	54
7.3.	Didaktische Strukturierung der Ausgangsmaterialien der Erprobung	55
C:	Evaluation der Materialien	62
8.	Datenerhebung.....	62
8.1.	Forschungsfrage und Forschungsdesign	62
8.2.	Rahmenbedingungen und Stichprobe	64
8.2.1.	Auswahlkriterien für die Schulen und Klassen.....	64
8.2.2.	Beschreibung der Schulen und Gegebenheiten in den Klassen	65
8.2.3.	Die Lehrpersonen	67
8.3.	Erhebungs- und Auswertungsmethoden	68
8.3.1.	Fragebogen.....	68
8.3.1.1.	Lernenden-Fragebogen	69
8.3.1.2.	Lehrenden-Fragebogen	71
8.3.2.	Unterrichtsbeobachtung mittels Beobachtungsbogen	71
8.3.3.	Erhebung des Fachwissens der Lernenden mittels Evaluationsaufgabe	73
8.4.	Durchführung.....	74
9.	Ergebnisse der Erhebung.....	77

9.1. Ergebnisse der Lernenden-Erhebung.....	77
9.2. Ergebnisse der Evaluationsaufgabe.....	81
9.3. Ergebnisse der Lehrenden-Erhebung.....	83
9.4. Ergebnisse der Beobachtungen	85
10. Interpretation der Ergebnisse und Schlussfolgerungen	88
10.1. Allgemeine Schlussfolgerungen	88
10.2. Finale Materialien adaptiert anhand der Erkenntnisse aus der Erhebung.....	89
11. Fazit und Ausblick	91
Literaturverzeichnis	92
Abbildungsverzeichnis	100
Tabellenverzeichnis	100
Anhang.....	101

1. Einleitung

Diversität ist Alltag in den Schulklassen aller Schulformen in Österreich. Lernende unterscheiden sich in ihrem Geschlecht, ihren Interessen, ihren kognitiven Voraussetzungen, ihrer Leistungsfähigkeit und in ihrer sozialen Herkunft. Zusätzlich fördert der kulturelle und vielsprachliche Hintergrund der Lernenden die Diversität in den Schulen (Michalak et al., 2015). Das Bildungssystem soll Jugendlichen gesellschaftliche und politische Teilhabe ermöglichen, allerdings werden Kinder von Zuwander:innen im Bildungssystem benachteiligt (Süssmuth, 2008). Im Schuljahr 2019/20 besuchten 1.135.519 Lernende eine österreichische Schule. 26,8 % davon hatten eine andere Erstsprache als Deutsch. In Wien lag der Anteil an Lernenden, die nicht Deutsch als Erstsprache hatten, bei über 50 % (Österreichischer Integrationsfonds, 2021). Die PISA-Studie 2018 hat gezeigt, dass Lernende Schwierigkeiten beim Textverstehen haben. 24 % der österreichischen Jugendlichen befinden sich in der Lese-Risikogruppe; sie können Sätze und kurze Textabschnitte wörtlich erfassen und in Texten zu einem bekannten Fachinhalt Verknüpfungen zwischen mehreren Informationen des Textes und dem persönlichen Vorwissen herstellen, es mangelt ihnen aber an tieferem Textverstehen (Birgit et al., 2019). Sumfleth et al. (2013) ergänzen, dass vor allem Lernende, die zuhause eine andere Familiensprache als die Test- und somit Unterrichtssprache sprechen, Schwierigkeiten beim sinnerfassenden Lesen und Schreiben haben. Zwischen den bildungssprachlichen Kompetenzen der Lernenden in der Unterrichtssprache und den Leistungen in naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern konnten Korrelationen festgestellt werden. Dies betrifft Lernende mit Migrationshintergrund und darüber hinaus Schüler:innen ohne Migrationshintergrund aus sozial benachteiligten Familien, die Probleme mit der Bildungssprache haben (Sumfleth et al., 2013).

Ein erster Schritt in Richtung Chancengleichheit ist die Sprachbildung sprachschwacher Lernender, unerheblich ob mit oder ohne Migrationshintergrund, um eine angemessene berufliche Zukunft und gesellschaftliche Teilhabe zu ermöglichen. Dabei betreffen die unzureichenden sprachlichen Kompetenzen nicht nur die betroffenen Lernenden selbst, sie betreffen den Lernerfolg der gesamten Klasse, da ein gewisses Mindestniveau an sprachlichen und fachlichen Kompetenzen nicht erreicht und gehalten werden kann (Leisen, 2019). In der Literatur werden Sprachbildung und Sprachförderung sehr oft synonym verwendet. Die Sprachbildung ist jedoch im Gegensatz zur Sprachförderung die das ganze Schulsystem umfassende Aufgabe, Lernenden im alltäglichen Leben bewusste sprachliche Bildungschancen

zu ermöglichen, indem sprachbildende Situationen geplant und gestaltet werden. Unter Sprachförderung versteht man gezielte Fördermaßnahmen zu diagnostisch ermittelten sprachlichen Schwierigkeiten (Becker-Mrotzek & Roth, 2017). Sprachbildung ist daher nicht einfach ein Mittel zur Verbesserung von sprachlichen Kompetenzen; vielmehr sollte sie als Wertanlage für die Zukunft der Lernenden eingesetzt werden, um Jugendlichen und jungen Erwachsenen die Mittel zu geben, ihre persönliche Zukunft (beruflich und gesellschaftlich) zu meistern. Eine konkrete Umsetzung der Sprachbildung für alle ist der *sprachsensible Fachunterricht* (Leisen, 2019).

Diese Masterarbeit thematisiert die Umsetzung eines sprachsensiblen Unterrichtskonzeptes im Unterrichtsfach Chemie anhand der Frage, *wie Eigenschaften von Salzen auf der Teilchenebene in der Sekundarstufe I anschlussfähig und nachvollziehbar unterrichtet werden können*. Die Rohversion dieses Unterrichtskonzeptes sowie die Erstentwürfe der Unterrichtsmaterialien stammen aus dem Erasmus+ Projekt *sensiMINT*¹. Dieses internationale Projekt entwickelt sprachbildende und sprachensible Unterrichtskonzepte für die Unterrichtsfächer Biologie und Chemie. Ziel ist, durch Förderung der bildungs- und fachsprachlichen Kompetenzen der Lernenden und die Sensibilisierung der Lehrenden für die große Bedeutung von Sprache in schulischen Lernprozessen, mehr Chancen in der Bildung für Lernende zu ermöglichen. Die Unterrichtskonzepte und Materialien werden interdisziplinär (Bildungswissenschaften, Biologie, Chemie, Sprachwissenschaften) reflektiert und bereits in der Entwicklungsphase in Schulen in verschiedenen Ländern erprobt, evaluiert und weiterentwickelt (*Erasmus+ Projekt sensiMINT, 2023*)

Im Theorieteil der Arbeit werden die Relevanz von Sprachen in der Schule anhand des Lehrplans aufgezeigt und schulrelevante Sprachregister sowie Herausforderungen der Bildungssprache beschrieben. Anschließend wird sprachsensibler Unterricht definiert, Methoden zur Unterrichtsgestaltung werden vorgestellt und der Scaffoldingbegriff erklärt. Im Abschnitt der Materialgestaltung werden die Rohmaterialien aus dem Erasmus+ Projekt *sensiMINT* sowie die Weiterentwicklung dieser vorgestellt, welche im Laufe der Erhebung erprobt und adaptiert wurden. Die Einbettung in den Unterricht und die didaktische Rekonstruktion werden an dieser Stelle diskutiert. Der dritte Teil der Arbeit stellt die empirische Erhebung vor, wobei Forschungsfrage und Forschungsdesign definiert, die

¹ Erasmus+ *sensiMINT*: Erasmus+-Projekt 2020-1-AT01-KA201-078144 Sprachsensibler Biologie- und Chemie-Unterricht — Kontext und Materialien interdisziplinär reflektiert. <https://www.sensimint.eu/> [zuletzt abgerufen am 02.11.2023]

Erhebungsmaterialien beschrieben und die Ergebnisse präsentiert werden. Abschließend folgt eine Interpretation der Ergebnisse sowie die Vorstellung der anhand der Daten adaptierten finalen Materialien. Im Anhang sind alle finalen Unterrichtsmaterialien (siehe Anhang S. 120 ff.) sowie die Erhebungsinstrumente (siehe Anhang S. 101 ff.) zu finden.

A: Theoretischer Hintergrund

Dieser Teil der Arbeit setzt sich mit den theoretischen Grundlagen von Sprache in der Schule auseinander. Dazu werden zunächst die Vorgaben des Lehrplans aufgezeigt, anschließend werden relevante Sprachregister definiert und ihre Merkmale vorgestellt, abschließend wird der sprachensible Fachunterricht mit seinen Merkmalen dargestellt.

2. Sprache und Schule

Zu Beginn des Kapitels werden die sprachlichen Bedingungen im österreichischen Schulsystem anhand des Lehrplans und des Kompetenzmodells herausgearbeitet. Anschließend erfolgt eine Auseinandersetzung mit den für die Schule relevanten Sprachregistern und den sprachlichen Herausforderungen im Schulunterricht.

2.1. Sprachliche Kompetenzen im Lehrplan

Der Lehrplan² definiert die Vorgaben für den Unterricht an österreichischen Schulen und sorgt für Einheitlichkeit und Durchgängigkeit im Schulwesen. Gleichzeitig bietet er großzügige Freiräume für die individuelle Entfaltung an den einzelnen Schulstandorten (BMBWF, 2023a) und gibt die grundlegenden Vorgaben für „die Planung und Steuerung des Unterrichts in inhaltlicher und in methodischer Hinsicht“ (BMBWF, 2023a, S. 7) vor. Der Lehrplan setzt sich aus dem allgemeinen Bildungsziel, den allgemeinen didaktischen Grundsätzen, dem Teil zur Schul- und Unterrichtsplanung, den Stundentafeln und den Lehrplänen der einzelnen Unterrichtsfächer zusammen (BMBWF, 2023a, 2023b).

Sprache und sprachliche Kompetenzen finden in verschiedenen Bereichen des Lehrplans (allgemeine Bildungsziele, allgemeine didaktische Grundsätze und einzelne Unterrichtsfächer) Erwähnung. Die Bildungsbereiche der allgemeinen Bildungsziele fassen jene Ziele der schulischen Allgemeinbildung als wichtige Aspekte von Bildungsprozessen zusammen. Im Bildungsbereich Sprache und Kommunikation wird die Wichtigkeit der sprachlichen Kompetenzen für die „Ausdrucks-, Denk-, Kommunikations- und Handlungsfähigkeit“ (BMBWF, 2023a, S. 10) der Lernenden hervorgehoben. Weiters fordert der Lehrplan Lehrende auf, Lernende mittels Sprache zur Erweiterung und Nutzung kognitiver, emotionaler, sozialer und kreativer Fähigkeiten anzuregen. Das Lernen von und mit Sprachen soll den Lernenden

² Zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieser Masterarbeit war der neue Lehrplan (beginnend im September 2025 in der 7. Schulstufe und September 2026 in der 8. Schulstufe) für das Unterrichtsfach Chemie noch nicht in Kraft.

die Möglichkeit bieten, sich mit anderen Kulturen und Generationen auseinanderzusetzen. Lernende sollen der sprachlichen und kulturellen Vielfalt der Gesellschaft mit Offenheit entgegentreten und sie als Notwendigkeit zur Entwicklung der persönlichen Bildungs- und Lebenschancen wahrnehmen, um so den Grundstein für eine demokratische Gesellschaft zu legen (BMBWF, 2023a).

Die allgemeinen didaktischen Grundsätze geben den Umgang mit Mehrsprachigkeit in den Klassen vor. Lernende sollen dazu angeleitet werden alle Sprachen wertzuschätzen, zu respektieren und sie als Ressource zur Kompetenzerweiterung anzuerkennen. Die Mehrsprachigkeit der Lernenden ist ein wertvolles Mittel, um die sprachliche Vielfalt in allen Unterrichtsgegenständen zu leben: Sie kann als wertvolles Bildungsinstrument genutzt werden, sich durch kontinuierliches Sprachenlernen, den Unterricht von Deutsch als Erst- und als Zweitsprache, den Unterricht der Herkunftssprache sowie den Unterricht von lebenden Fremdsprachen entwickeln. Ein wichtiger Aspekt der didaktischen Grundsätze des Lehrplans ist die explizite Erwähnung, dass die Förderung und Weiterentwicklung der sprachlichen Fähigkeiten der Lernenden eine Aufgabe aller Unterrichtsfächer ist, also die durchgängige vertikale Sprachbildung (BMBWF, 2023a, S. 12).

Im kompetenzorientierten Chemieunterricht spielt neben der Aneignung von fachlichem und praktischem Wissen die Aneignung und Erweiterung der sprachlichen Kompetenzen der Lernenden eine große Rolle. So sollen Lernende zwischen Alltags- und Fach- bzw. Symbolsprache unterscheiden können und die Fachsprache in Unterrichtsgesprächen sowie bei der Planung, Beobachtung, Beschreibung und Protokollierung chemischer Vorgängen fachlich angemessen verwenden können (BMBWF, 2023a). Diese von den Lernenden zu erreichenden Kompetenzen werden im Kompetenzmodell für naturwissenschaftliche Fächer für die 8. Schulstufe (Sekundarstufe I) festgehalten (BMBWF, 2023b; Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011). Für dieses Kompetenzmodell sind Kompetenzen wie folgt definiert: „„Kompetenzen“ [sind] längerfristig verfügbare kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, die von Lernenden entwickelt werden und die sie befähigen, Aufgaben in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsbewusst zu lösen und die damit verbundene motivationale und soziale Bereitschaft zu zeigen“ (Bildungsstandards im Schulwesen, 2009, S. 1).

Im zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Masterarbeit gültigen Lehrplan (BMBWF, 2023a; Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens,

2011a) handelt es sich bei dem dazugehörigen Kompetenzmodell (siehe Abb. 1) um ein dreidimensionales Modell, bestehend aus der Inhaltsdimension, der Handlungsdimension und der Anforderungsdimension. Die Inhaltsdimension, die in die Bereiche C 1 bis C 5 eingeteilt ist, gibt die zu unterrichtenden fachlichen Inhalte vor. Die Handlungsdimension (siehe Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011) beschreibt Kompetenzen, die Lernende in den Bereichen Wissen organisieren (W), Erkenntnisse gewinnen (E) und Schlüsse ziehen (S) erwerben sollen. Innerhalb dieser Bereiche beschreiben Deskriptoren, wie sich die Lernenden diese Kompetenzen aneignen sollen. Das Anforderungsniveau gibt auf drei Niveaus (N1 bis N3) an, inwieweit Lernende (komplexe) Verbindungen zwischen Sachverhalten herstellen und im Unterricht selbstständig handeln können, wobei N1 hauptsächlich geleitetes, reproduzierendes Handeln und N3 weitgehend selbstständiges Handeln darstellt (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011).

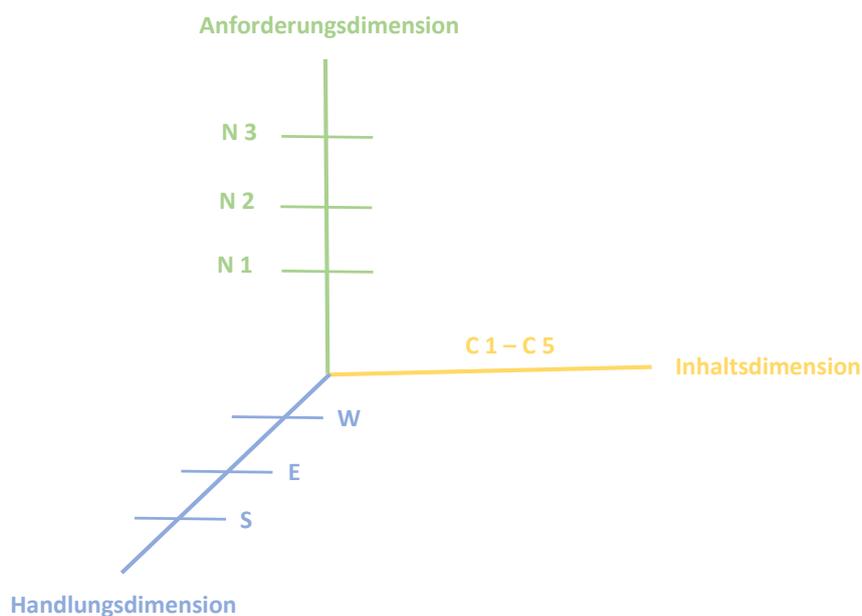


Abbildung 1: Kompetenzmodell der Naturwissenschaften 8. Schulstufe nach (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011)

Im neuen Lehrplan, der ab Herbst 2025 für die 7. Schulstufe und ab Herbst 2026 für die 8. Schulstufe für das Unterrichtsfach Chemie in Kraft tritt, besteht das Kompetenzmodell nur noch aus der Inhalts- und der Handlungsdimension. Das Anforderungsniveau fällt weg. Die Unterteilung der Kompetenzen in die drei Kompetenzbereiche bleibt erhalten, allerdings wird der dritte Kompetenzbereich S, der im Lehrplan wie folgt umbenannt wird: „Standpunkte begründen, Entscheidungen treffen und reflektiert handeln“ (BMBWF, 2023b, S. 86). Die

einzelnen Kompetenzbeschreibungen bleiben inhaltlich gleich. Die Inheldimension setzt sich nun anstelle der Oberthemen C1-C5 aus drei zentralen Basiskonzepten zusammen, die grundlegende fachliche Prinzipien darstellen (BMBWF, 2023b).

Grundsätzlich werden in allen Kompetenzbereichen der Handlungsdimensionen sprachliche Fähigkeiten von den Lernenden benötigt, jedoch werden auch spezifische sprachliche Kompetenzen genannt (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011):

– im Bereich W *Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen, Kommunizieren*

- W 1: „Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik **beschreiben** und **benennen.**“ (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011, S. 2)
- W 3: „Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm ...) **darstellen, erklären** und **adressatengerecht kommunizieren.**“ (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011, S. 2)

– Im Bereich E *Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren*

- E 2: „Zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik **Fragen stellen** und **Vermutungen aufstellen.**“ (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011, S. 2)
- E 3: „Zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und **protokollieren.**“ (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011, S. 2)

– Im Bereich S *Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln*

- S 4: „Fachlich korrekt und folgerichtig **argumentieren** und naturwissenschaftliche von nicht naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden.“ (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011, S. 2)

Um diese Kompetenzen erreichen zu können, benötigen Lernende ein gewisses Maß an bildungs- und fachsprachlichen Fähigkeiten, die durch und im Fachunterricht vermittelt

werden müssen. Sprache ist, ob gelesen, gehört, gesprochen oder geschrieben, das Vermittlungsmedium von Wissen. Um im Fachunterricht Wissen und Kompetenzen erlernen zu können, brauchen Lernende bildungs- und fachsprachliche Fähigkeiten. Diese können sie sich nicht ausschließlich im Deutschunterricht aneignen (Leisen, 2019; Michalak et al., 2015; Schmölzer-Eibinger, 2013).

2.2. Relevante Sprachregister: Alltagssprache, Bildungssprache und Fachsprache

Sprache dient dem Schulunterricht als Werkzeug, sie ist eines von vielen Lernmedien. Die Vermittlung und der Erwerb von Fachinhalten finden über Sprache statt. Ohne Sprache ist kein Wissenserwerb oder -zuwachs möglich (Schmölzer-Eibinger, 2013). Abstrakte Unterrichtsthemen werden über das Medium Sprache erfasst und verständlich gemacht. Fachwissen wird vorgetragen, beschrieben, erklärt. Neben den kommunikativen Aspekten hat Sprache auch eine grundlegende Funktion bei der Erarbeitung von kognitiven Konzepten und Zusammenhängen. Lernende benötigen ausreichende rezeptive (Lesen und Zuhören) und produktive (Sprechen und Schreiben) Sprachkompetenzen, um dem Unterricht zu folgen und ihn verstehen zu können. Sprache ist somit eine Grundlage, deren Einsatz Lernende lernen und üben müssen. Haben Lernende ein grundlegendes Sprachrepertoire erlernt, können sie ein Fachwissen in der Fachsprache entwickeln. Daher sind Sprach- und Fachlernen miteinander verschmolzen, die Aneignung von Fach- und Sprachkompetenzen kann nicht getrennt werden. Sprache ist nicht nur ein Mittel zur Verständigung, sie wird auch zur Erkenntnisgewinnung benötigt (Michalak et al., 2015).

Bereits in den 1970er und 1980er Jahren wurden in englischsprachigen, migrationsstarken Ländern wie Kanada, den USA und Großbritannien Studien vorgenommen, die herausfanden, dass der Bildungserfolg der Lernenden nicht von deren alltagssprachlichen Kompetenzen, sondern von einem bildungsspezifischen Sprachregister abhängt (Brandt & Gogolin, 2016).

Jim Cummins (2000) definiert daraufhin sprachliche Kompetenzen, die Lernende mit der Unterrichtssprache als Zweitsprache erwerben. Als BICS (*basic interpersonal communicative skills*) werden jene sprachlichen Fertigkeiten bezeichnet, die in alltäglichen Situationen verwendet werden. Cummins (2000) nennt diese Alltagssprache *conversational language*. Kommunikation über BICS erfolgt sehr kontextualisiert und wird durch zwischenmenschliche Signale, z.B. Gestik, Mimik und Tonfall unterstützt. Damit sich Lernende Fachwissen aneignen können, müssen sie allerdings bildungssprachliche Kompetenzen haben, Alltagssprache reicht nicht aus, da die Sprache der Lehrperson, der Schulbücher, Unterrichtsmaterialien und

Ähnlichem in Bildungssprache gehalten sind und die Schüler:innen selbst kompetent in ihrer Verwendung von Bildungssprache sein sollten. Die für den Bildungsweg relevante Sprache nennt Cummins (2000) *academic language*. Diese *academic language* erfordert sprachliche Kompetenzen, die als CALP (*cognitive academic language proficiency*) bezeichnet werden. CALP sind sprachliche Kompetenzen, die in komplexen, vom alltäglichen Leben losgelösten Situationen benötigt werden und somit erworben werden müssen, wenn die Alltagssprache nicht mehr ausreicht. Kommunikation über CALP enthält sprachliche Hinweise, die zumeist unabhängig vom unmittelbaren Kommunikationskontext sind. CALP spiegelt jene Sprachkompetenz wider, die Lernende in der Schule erwerben und anwenden müssen, um eine erfolgreiche Bildungslaufbahn zurücklegen zu können (Cummins, 2000). Während Lernende BICS, also jene grundlegenden Sprachkompetenzen zum Handhaben des alltäglichen Lebens, innerhalb sehr kurzer Zeit (sechs Monate bis zwei Jahre) erlernen, dauert der Erwerb von CALP, vergleichbar mit bildungssprachlichen Kompetenzen, mindestens fünf bis zu zehn Jahre (Cummins, 2000; Tajmel, 2017). Die Unterschiede zwischen BICS und CALP sind in Tabelle eins zusammengefasst.

Tabelle 1: Unterschiede zwischen BICS und CALP nach Cummins, 2000 und Tajmel, 2017

BICS	CALP
<i>Basic Interpersonal Communicative Skills</i>	<i>Cognitive Academic Language Proficiency</i>
– alltagssprachliche Kommunikationsfähigkeiten	– bildungssprachliche Kommunikationsfähigkeiten
– konzeptionell mündlich	– konzeptionell schriftlich
– kontextuell	– kontextfrei
– interpersonal	– interaktionsfrei
– sechs Monate bis zwei Jahre	– fünf bis zehn Jahre

Zwar erhalten Lernende im Unterrichtsfach Deutsch basale Grundkenntnisse der Bildungssprache, diese reichen jedoch für den Fachunterricht oftmals nicht aus. Jedes Fach hat seine eigene Fachsprache, die Unterschiede in Lexik und Grammatik sowie in den Kommunikationsformen aufweist und somit die Bildungssprache generell erweitert (Tajmel, 2017).

Neben dem fließenden Übergang von Alltagssprache zu Bildungssprache im Laufe der Schulzeit (Michalak et al., 2015) fordert auch der Lehrplan die Kompetenz von Lernenden

Fachsprache von Alltagssprache unterscheiden zu können (BMBWF, 2023a). Daher muss zunächst geklärt werden, wie sich die Sprachregister Alltagssprache, Bildungssprache und Fachsprache unterscheiden. Grundsätzlich versteht man unter einem Register eine sprachliche Variante von Sprachstilen, die in spezifischen Kommunikationssituationen und -aktivitäten wie beispielsweise bei einem Telefonat mit Freund:innen oder einer Korrespondenz mit Vorgesetzten Anwendung finden. Es bezieht sich auf die Art und Weise, wie wir unsere Sprache an Gesprächspartner:innen und Gesprächskontexte anpassen und wie wir verschiedene Dinge auf unterschiedliche Weise ausdrücken können. Dabei weisen unterschiedliche Sprachregister auch unterschiedliche lexikalische und grammatikalische Aspekte auf, auf die in den nachfolgenden Unterkapitel genauer eingegangen werden (Michalak et al., 2015; Schleppegrell, 2004).

In der Registertheorie können drei Kategorien unterschieden werden, mit Hilfe derer Register eingeteilt werden: *field*, *mode* und *tenor* (Riebling, 2013). Unter *field* versteht man den „kommunikativen Bezugsbereich“ (Riebling, 2013, S.113), das Thema bzw. Inhalt einer Kommunikation oder eines Textes, worüber gesprochen oder gearbeitet wird. Der Bezugsbereich der Alltagssprache wäre eine Alltagssituation, jener der Bildungssprache wären Institutionen der allgemeinen Bildung und jener der Fachsprache wäre beispielsweise Wissenschaft/wissenschaftliche Theorien. Am Bezugsbereich *Alltag* partizipieren alle Mitglieder der Gesellschaft, er fungiert somit als Basis für alle später behandelten Register. Die Kategorie *mode* unterscheidet die Ausrichtung des Registers in Richtung konzeptionelle Mündlichkeit oder Schriftlichkeit. Die Kategorie *tenor* beschreibt die soziale Beziehung der Kommunikationspartner:innen (Riebling, 2013).

Die Wahl der sprachlichen Mittel eines Sprachregisters wird durch die Beziehung und das soziale Rollenbild zum Kommunikationspartner geprägt. Die Verknüpfung aller drei Kategorien realisiert für spezifische Situationskontexte spezifische Sprachregister (Riebling, 2013). Ein wichtiger Aspekt zur Unterscheidung von Sprachregistern sind auch die Medialität und die Konzeptionalität. Die Medialität gibt wieder, ob eine Äußerung geschrieben oder gesprochen wird, die Konzeptionalität gibt wieder, ob sich eine Äußerung eher an die mündliche oder schriftliche Sprache anlehnt. So kann beispielsweise eine Textnachricht an den Freundeskreis medial schriftlich, aber konzeptionell mündlich erfolgen, gleichzeitig ist ein Referat in der Schule medial mündlich, aber konzeptionell schriftlich gehalten (Beese et al., 2014). Eine

Übersicht zu den drei Registerkategorien sowie passenden Beispielen aus der Alltags-, Bildungs- und Fachsprache ist in Tabelle zwei gegeben.

Tabelle 2: Kategorien zur Einteilung von Sprachregistern nach Riebling, 2013

Register-Kategorie	Alltagssprache	Bildungssprache	Fachsprache
field (Bezugsbereich)	Alltag (bspw. beim Einkaufen, zu Hause, im Schwimmbad)	Bildungseinrichtungen	Wissenschaft
mode (Ausrichtung der konzeptionellen Mündlichkeit/Schriftlichkeit)	Konzeptionell mündlich	Mischform; je höher der Ausbildungsgrad, desto stärker konzeptionell schriftlich	Konzeptionell schriftlich
tenor (soziale Beziehung)	Freunde, Familie, Bekannte	Lehrer:innen, Klassenkamerad:innen	Keine

2.2.1. Sprachregister Alltagssprache

Die Alltagssprache bildet für Lernende die Verstehensbasis, aus ihr entwickeln sich im Laufe der Schulzeit und des Unterrichts die präziseren und fachlich angemesseneren Sprachregister Bildungssprache und Fachsprache. Im alltäglichen Leben dient Sprache zur Kommunikation mit Anderen, private und sachliche Informationen werden ungezwungen weitergegeben, der Austausch erfolgt informell, mündlich, meist in Dialogform (Michalak et al., 2015). In der Alltagssprache sind Sprachproduktion und Sprachrezeption aneinandergekoppelt (Dialogizität), wodurch die Impliztheit der Kommunikation verstärkt wird. Sie basiert auf Erfahrungswissen, das im alltäglichen Leben gesammelt und aufgenommen wird. Dieses Erfahrungswissen ist in hohem Ausmaß an Personen, Tätigkeiten und Geschehnissen aus dem Alltag gekoppelt (Riebling, 2013). Merkmale der Alltagssprache sind Emotionalität sowie Beziehung der Kommunikationspartner, subjektive Wahrnehmung und Beurteilung sowie ein ausdrucksstarker und bildlicher Wortschatz. Alltagssprache ist weiters oft von einem direkten Situationsbezug bestimmt und findet immer in einem Situationskontext statt, in dem sprachliche Strukturen auf eine Bezugsperson oder einen Bezugsgegenstand gegenüber gerichtet sind, wobei direkte Verweise mit inhaltlich leeren Bezeichnungen wie *das Ding da*, *das da* verwendet werden. Man kann zum Beispiel durch Gestik oder Mimik Informationen vermitteln, die in den sprachlichen Äußerungen nicht enthalten sind, aber aus dem Kontext geschlossen werden können. Der Kommunikationserfolg ist dementsprechend aufgrund der

direkten Interaktion gegeben, die sprachliche Korrektheit rückt allerdings in den Hintergrund (Michalak et al., 2015). Alltagssprache kann medial mündlich und schriftlich sein, ist aber konzeptionell mündlich. Daher kann Alltagssprache auch sehr einfach und ungesteuert durch alltägliche Sprachkontakte erworben werden (Beese et al., 2014)

Im schulischen Kontext ist die Alltagssprache vor allem in der Primarstufe vorherrschend. Im Laufe der Schullaufbahn werden dann forstgeschrittene bildungssprachliche Kompetenzen von den Lernenden gefordert. Mit der anwachsenden Differenzierung der Unterrichtsfächer, beispielsweise die Aufgliederung des Sachunterrichts in einzelne Fächer wie Chemie, Biologie, Physik, Geschichte etc., ist eine kontinuierliche Weiterentwicklung des Sprachregisters der Lernenden zu einem vielschichtigeren, komplexeren, ausdifferenzierteren Register anzustreben (Gogolin, 2009).

2.2.2. Sprachregister Bildungssprache

Im deutschsprachigen Raum hat sich äquivalent zum Begriff *academic language* der Begriff *Bildungssprache* entwickelt (Gogolin, 2009). Unter dem Begriff Bildungssprache versteht man ein Sprachregister, welches im Kontext von Bildung Relevanz hat. So wird das Register dazu genutzt, während der Schulbildung ein Überblickswissen zu generieren. Das Register Bildungssprache ist aber nicht auf den Bereich Schule begrenzt, sondern schließt alle Arten des Wissenserwerbs und des Wissenszuwachses mit ein. Diese Definition impliziert, dass der Bildungserfolg, obgleich schulisch, universitär oder durch Weiterbildungen, von den sprachlichen Kompetenzen einer Person abhängt (Schmölzer-Eibinger, 2013). Bildungssprache wird in der Praxis oft mit der Fachsprache gleichgesetzt, da das Hauptaugenmerk der Sprachbildung auf den fachspezifischen Wortschatz gelegt wird. Jedoch ist dem nicht so; Bildungssprache ist die Schnittmenge jener schulspezifischen Sprache, die fachunabhängig in allen Unterrichtsfächern gesprochen wird (Beese et al., 2014). Ein Beispiel für fachunabhängige Sprache sind Operatoren: Operatoren halten einerseits fest, welche Handlungsfähigkeiten Lernende laut Kompetenzmodell erwerben sollen, andererseits geben sie den Lernenden direkte Handlungsanweisungen in Lern- und Prüfungsaufgaben (Beese et al., 2014). Beispielhaft erwähnt seien hier Operatoren wie erkläre, beschreibe, nenne, analysiere oder protokolliere.

Bildungssprache weist Besonderheiten auf der lexikalischen, semantischen, syntaktischen und textuellen Ebene auf. Ein weiteres wichtiges Merkmal ist die konzeptionelle Schriftlichkeit der

Bildungssprache; sie wird in Anlehnung an die geschriebene Sprache verfasst, unabhängig davon, ob sie medial mündlich verwendet wird (Gogolin, 2009). So sind auch Referate oder Vorträge von Lernenden konzeptionell schriftlich, auch wenn sie medial mündlich vorgetragen werden. Im Gegensatz zur Alltagssprache ist die Bildungssprache formal, distanziert, Sprachproduktion und Sprachrezeption sind voneinander entkoppelt, die Monologizität nimmt zu, wodurch sie vom situativen Kontext unabhängig wird (Riebling, 2013).

Die lexikalischen Merkmale der Bildungssprache setzen sich aus schulspezifischen und fachspezifischen Begriffen sowie Begriffen der „gehobenen“ Alltagssprache zusammen. Unter schulspezifischen Begriffen versteht man jene, die für die Organisation von Schule erforderlich sind, beispielsweise die bereits erwähnten Operatoren. Ein wichtiger Bestandteil der Bildungssprache ist die Einführung und Erweiterung der „gehobenen“ Alltagssprache. Dazu zählen unter anderem nichtfachliche Fremdwörter, Ausdrücke oder Begriffe, die die elementare Begriffserklärung des Alltagswissens übersteigen, beispielsweise zusätzlich zu dem Begriff *Blume* die Begriffe *Pfingstrose* und *Topfpflanze* (Riebling, 2013). Besonders wichtig in der Bildungssprache sind Form- und Strukturwörter, die aus unflektierbaren (nicht deklinier- und konjugierbaren) Wörtern gebildet werden. Beispiele dafür sind Adverbien (z.B. äußerst, beinahe), Präpositionen (mit Genetiv) (z.B. wegen des) und Konjunktionen, die Verhältnisse in Sätzen als lokal, temporal, modal oder kausal kennzeichnen, sowie Partikel (z.B. man) (Riebling, 2013, S. 137). Bei den grammatikalischen Merkmalen der Bildungssprache handelt es sich nicht um Neuheiten, sondern eine andere Gewichtung und Häufigkeit von gewissen grammatikalischen Strukturen, die in der Alltagssprache reduziert vorkommen. Beispielsweise kommt es zu einer vermehrten Verwendung von Passivstrukturen, Nominalisierungen, erweiterten Attributen, Nominalkomposita und spezifischen Satzgefügen (siehe Tabelle drei) (Riebling, 2013).

Tabelle 3: Bildungssprachliche Merkmale nach Brandt & Gogolin, 2016; Riebling, 2013; Tajmel, 2017

Merkmal	Beschreibung	Beispiel
Nominalisierungen	Verben und Adjektive werden zu Substantiven	<i>gut / das Gute lesen / das Lesen schreiben / das Schreiben</i>
Komposita	Aus mehreren Wörtern zusammengesetztes Wort	<i>die Hausaufgabe das Klassenzimmer der Arbeitsauftrag</i>
Präfixverben	Verben mit Vorsilben	<i>trennbar: weglaufen, austeilen untrennbar: gehören, bestellen, bestimmen</i>
unflektierbare Wörter	Wörter, die nicht durch Fall oder Zeit verändert werden können	<i>man, es lässt sich, äußerst, beinahe, während, wegen (+ Gen.), anhand, aber, ehe</i>
Erweiterte Attribute		<i>der schöne blaue Himmel</i>
Passivkonstruktionen	Passivsätze	<i>Der Test wird in der ersten Stunde geschrieben. Die Schulübung muss mit Füllfeder geschrieben werden.</i>
Spezifische Satzgefüge	Feststehende Wortkombinationen	<i>unter Anklage stehen einen Antrag stellen</i>

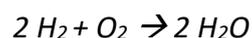
Der Erwerb von bildungssprachlichen Kompetenzen erfordert mehr als die bloße Beherrschung des bildungssprachlichen Wortschatzes und der grammatikalischen Besonderheiten. Von entscheidender Bedeutung ist, dass Lernende die fachlichen Inhalte in einem konzeptionell schriftlichen Sprachgebrauch (Vortrag, Fachtext etc.) verstehen und selbstständig anwenden können (Carnevale & Wojnesitz, 2014).

Damit Lernende diese sprachlichen Fähigkeiten erwerben und anwenden können, benötigen sie eine durchgängige schulische Sprachbildung, die sich horizontal und vertikal über die Stufen des Bildungssystems vernetzen lässt. Um dies zu erreichen, sind Verbindungsstellen in der Schullaufbahn der Lernenden nötig. Eine vertikale Verbindungsstelle ergibt sich direkt aus der Dauer und den einzelnen Phasen der Schullaufbahn der Lernenden (Gogolin & Lange, 2009; Thürmann & Vollmer, 2017). Diese Verbindungsstellen sind beispielsweise der Übergang von der Primarstufe in die Sekundarstufe I, der Übergang von der Sekundarstufe I

in die Sekundarstufe II oder in eine Lehre, oder der Übergang von der Sekundarstufe II in die universitäre Ausbildung oder ins Berufsleben. In jeder neuen Phase der schulischen Laufbahn werden von den Lernenden komplexere und spezifischere bildungssprachliche Fähigkeiten gefordert (Gogolin & Lange, 2009). Die horizontale Verbindungsstelle ist die Vereinigung der Sprachen der Unterrichtsfächer mit den Sprachen schulbegleitender und außerschulischer Kommunikationssituationen sowie mit den Erst-, Zweit- und Fremdsprachen, die die Lernenden sprechen (Gogolin & Lange, 2009; Thürmann & Vollmer, 2017).

2.2.3. Sprachregister Fachsprache

Im naturwissenschaftlichen Unterricht ist die Sprache Lerngegenstand und Unterrichtsmedium (Prechtl, 2014). Pro Unterrichtsstunde werden etwa neun neue Fachbegriffe eingeführt, während etwa jedes sechste Wort in Schulbüchern ein Fachterminus ist (Riebling, 2013). Im schulischen Kontext ist das Register der Fachsprache schwieriger von jenem der Bildungssprache zu trennen als im Bereich der Hochschulbildung, da sich beide erst im Aufbau befinden. Jedes Unterrichtsfach hat kennzeichnende Ausdrücke (bspw. H für Wasserstoff, Element, Reaktion) und Sprachanwendungen (Wasserstoffmoleküle und Sauerstoffmoleküle reagieren zu Wassermolekülen) entwickelt, die es zu einer eigenen Sprachkultur aus medial mündlicher und schriftlicher Kommunikation machen. Die naturwissenschaftliche (chemische) Fachsprache ist besonders durch ihre Formel- und Symbolsprache geprägt. Hierbei handelt es sich um abstrakte, reduzierte Formen von Sachverhalten und Phänomenen als Symbole, Formeln, Skizzen, Zeichen oder mathematischen Termen (Leisen, 2019). So ist beispielsweise der Buchstabe H eine Kennzeichnung für das Element Wasserstoff im Periodensystem der Elemente und ein kennzeichnender Ausdruck für die chemische Fachsprache. Eine typische Sprachanwendung ist die konzeptionell mündliche Aussage *Wasserstoffmoleküle und Sauerstoffmoleküle reagieren zu Wassermolekülen*, die in konzeptionell schriftlicher Form auch als Reaktion



dargestellt werden kann. Die chemische Fachsprache weist neben der Symbol- und Formalsprache wie schon die Register zuvor auch einige lexikalische, syntaktische und textbezogene Besonderheiten auf (Zusammenfassung in Tabelle vier). Auf der lexikalischen Ebene sind vor allem die umfangreichen Fachbegriffe von Bedeutung, besondere Schwierigkeiten machen sie, wenn Begriffe alltagssprachlich und fachsprachlich unterschiedliche Bedeutungen haben, also Homonyme sind (Carnevale & Wojnesitz, 2014;

Prechtl, 2014, S. 93; Rincke, 2010). Der Begriff *Stoff* hat zum Beispiel alltagssprachlich und fachsprachlich sehr unterschiedliche Bedeutungen. Alltagssprachlich versteht man darunter ein aus Garn bestehendes Produkt, aus dem unter anderem Kleidung und Haushaltstextilien hergestellt werden. In der chemischen Fachsprache steht der Begriff *Stoff* für jegliche Form von Materie mit gleichen physikalischen und chemischen Eigenschaften (Falbe et al., 1991). Gekennzeichnet ist die Fachsprache auch durch die vermehrte Verwendung von Nomen, mehrgliedrigen Komposita, fachspezifischen Abkürzungen, Nominalisierungen, trennbaren Verben, Funktionsverbgefügen (z.B. zur Anwendung kommen) sowie Wortbildungen über Prä- und Suffixe (Carnevale & Wojnesitz, 2014; Prechtl, 2014, S. 93; Rincke, 2010).

Auf syntaktischer Ebene ist die Verwendung des Passivs charakteristisch. Durch Passivkonstruktionen erfährt die Kommunikation eine Distanzierung von der Alltagssprache der Lernenden (Rincke, 2010). Weiters werden Nebensätze durch komplexe Attribute reduziert, bestimmte Verbkonstruktionen bevorzugt verwendet (dritte Person Singular/Plural, Indikativ Präsens, Passiv-Formen) und unpersönliche Ausdrucksweisen genutzt (Leisen, 2022). Auf der Textebene sind vor allem die hohe Informationsdichte in komplexen Strukturen sowie Verweisstrukturen zu Darstellungsformen außerhalb des Textes charakteristisch (Prechtl, 2014; Streller et al., 2019).

Tabelle 4: Beispiele für fachsprachliche Besonderheiten auf der lexikalischen und syntaktischen Ebene nach Carnevale & Wojnesitz, 2014; Prechtl, 2014; Rincke, 2010 und Leisen, 2022.

Lexikalische Ebene		Syntaktische Ebene	
Fachbegriffe	<i>die Reaktion das Element</i>	Passiv- konstruktionen	<i>Zwei Gramm Salz werden abgewogen.</i>
Homonyme	<i>der Stoff</i>	Komplexe Attribute	<i>Das auf der Heizplatte stehende Becherglas</i>
Mehrgliedrige Komposita	<i>das Becherglas, die Lüsterklemme</i>	Unpersönliche Ausdrucksweisen	<i>Man fügt vier Gramm Natriumchlorid in die Lösung hinzu.</i>
Fachspezifische Abkürzungen	<i>Kat. / Katalysator Elementsymbole (H, Na, P, S, N ...)</i>	Bevorzugte Verbkonstruktionen	<i>Dritte Person Singular/Plural</i>
Nominalisierungen	<i>Das Rühren der Lösung wird von einem Rührkern übernommen.</i>		

2.3. Bildungs- und fachsprachliche Herausforderungen für Lernende und sprachensible Methoden zu deren Entlastung

Die größten Herausforderungen beim Erwerb von Bildungs- und Fachsprache stellt nicht die Fachterminologie dar, sondern die strukturellen Merkmale der Bildungssprache (Gogolin, 2009; Riebling, 2013). Zu diesen strukturellen Merkmalen zählen neben den zuvor bereits vorgestellten lexikalischen und syntaktischen Strukturen auch die hohe Dichte an Informationen und der hohe Abstraktionsgrad der Bildungs- und Fachsprache (Brandt & Gogolin, 2016; Riebling, 2013). Die Kombination dieser Merkmale führt zu Schwierigkeiten, die in die nachfolgenden Bereiche eingeteilt werden und wie folgt entlastet werden können:

(a) Morphologie und Syntax der Fachsprache

Morphologie beschäftigt sich in der Sprachwissenschaft mit der Bildung von Wörtern aus Morphemen, also den kleinsten bedeutungstragenden Einheiten. Syntax ist jener Teilbereich der Grammatik, der sich mit der Bildung von Sätzen aus Wörtern auseinandersetzt (Glück & Rödel, 2016). Jede Fachsprache hat ihre spezifischen Besonderheiten, die die Zusammensetzung und den Aufbau einzelner Worte sowie den Satzbau betreffen (Komposita, fachspezifische Abkürzungen, Nominalisierungen etc.). Schwierigkeiten bereiten sie, da sie in der Alltagssprache selten vorkommen und Lernende sie daher nicht verinnerlicht haben (Leisen, 2022). Bei dieser Art der Schwierigkeit bieten sich sprachmethodische Lösungen an. Eine Möglichkeit diesen Herausforderungen zu begegnen, ist das Umschreiben von unnötigen bzw. selten gebrauchten Fachbegriffen. Hilfreich für Lerner:innen ist auch der Ersatz von Komposita durch Nebensätze (Rincke, 2010). Lexikalische Herausforderungen können vereinfacht werden, indem komplexe Attribute umschrieben, verkürzte Nebensätze durch Relativsätze verständlicher formuliert und seltene Verben durch den Lernenden bekannte ersetzt werden (Leisen, 2019, S. 53).

(b) Fachtypische Sprachwendungen

Jede Fachsprache hat spezifische semantische Strukturen und Sprachwendungen, die von der alltagssprachlichen Bedeutung abweichen können (Leisen, 2019). Beispielsweise ist das Verb *umkippen* in der Alltagssprache ein Synonym von *umfallen*. In der Biologie bedeutet aber *das Umkippen eines Sees*, dass es zur Eutrophierung kommt. In der Chemie ist der Begriff *Stärke* der Trivialname für eine Verbindung bestehend aus den beiden Polysacchariden Amylose und Amylopektin (Bruice, 2011), während in der Alltagssprache mit *Stärke* körperliche Kraft oder Macht gemeint sind. Solche fachspezifischen semantischen Strukturen sind in jedem Fachtext

(und damit auch Schulbuch) zu finden. Zur Vermeidung dieser sprachlichen Schwierigkeiten muss fachliches Verstehen sprachdidaktisch aufgearbeitet werden, indem die zugrundeliegenden Konzepte und Vorstellungen der Sprachstrukturen erklärt werden (Leisen, 2019).

(c) Darstellungsformen von Fachinhalten

Hierzu zählen nicht nur die Fachinhalte selbst, sondern auch ihre Darstellungsformen wie Fachtexte, Formeln, Symbole, Tabellen, Diagramme etc. Lernende müssen den Umgang mit diesen unterschiedlichen Darstellungsformen erlernen und üben. Die Erschließung der Inhalte dieser Darstellungsformen ist für Lernende aufgrund der hohen Informationsfülle und der Komplexität sehr schwierig. Schwierigkeiten in diesem Zusammenhang müssen fachdidaktisch im Unterricht angegangen werden. Die unterschiedlichen Darstellungsformen können durch verschiedene Sprachhilfen (siehe Kap. 3.3) ergänzt werden. Die Dichte der Kommunikation kann reduziert werden, indem Bildungssprache anstelle von Fachsprache verwendet wird (Boubakri et al., 2017; Leisen, 2019).

(d) Spezifische Strukturen von Fachtexten

Spezifische Charakteristika von Fachtexten, wie die hohe Dichte an Fachbegriffen, Abbildungen, Diagrammen, Statistiken, Verallgemeinerungen sowie implizite Voraussetzungen von Vorwissen bereiten Lernenden besondere Schwierigkeiten. Informationen aus einem Fachtext zu erschließen erfordert hohe Lesekompetenzen, an die die Lernenden herangeführt werden müssen (Bergunde, 2010; Leisen, 2019). In Kapitel 3 werden sowohl Schreib- als auch Lesestrategien vorgestellt, die zur Bearbeitung von Fachtexten herangezogen werden können.

(e) Abstraktionsgrad der Fachsprache

Eine besondere Herausforderung der chemischen Fachsprache ist neben der Formel- und Symbolsprache der hohe Abstraktionsgrad von chemischen Prozessen. Lernende können ein stoffliches Phänomen auf der makroskopischen Ebene (Stoffebene) wahrnehmen. Aber keine der Ursachen hinter dem Phänomen kann auf der makroskopischen Ebene erklärt werden. Keiner der chemischen Grundbegriffe kann den Lernenden gezeigt werden, sie können nicht in die Hand genommen werden. All diese Begriffe werden auf der submikroskopischen Ebene (Teilchenebene) erklärt und auf der Symbolebene (Symbole, Formeln, Reaktionsgleichungen etc.) kommuniziert. Um diese Erklärungen verstehen zu können, benötigen die Lernenden

neben den angemessenen sprachlichen Kompetenzen auch ein hohes Maß an Abstraktionsfähigkeit (Barke, 2006; Streller et al., 2019).

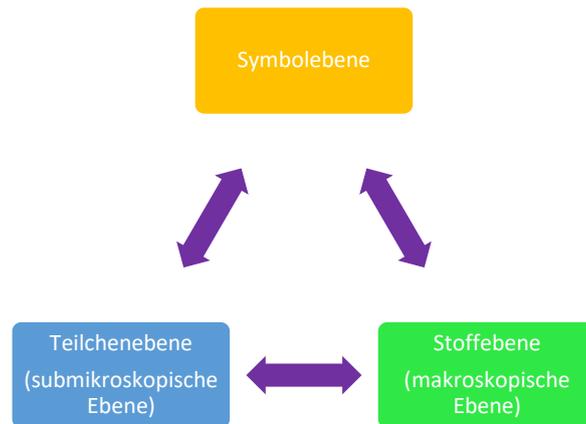


Abbildung 2: Chemisches Dreieck nach Johnstone übernommen und abgewandelt aus Barke, 2006

3. Sprachsensibler Fachunterricht

Dieses Kapitel stellt den theoretischen Hintergrund des sprachsensiblen Fachunterrichts vor. Nachdem ein kurzer Einblick in den Spracherwerb im Unterricht gegeben wird, werden der sprachensible Fachunterricht dargestellt und Methoden zur Wortschatzarbeit, zum Lesen und zum Schreiben im Fachunterricht vorgestellt.

3.1. Spracherwerb im Unterricht

Der Spracherwerb im Unterricht ist ein komplexes Geflecht aus mehreren Faktoren, die einander wechselseitig beeinflussen. Sprache ist das Vermittlungsmedium von Fachinhalten, sie ist gleichzeitig auch Unterrichtsinhalt, der neu erworben und weiterentwickelt wird – sie ist sowohl Weg als auch Ziel im sprachsensiblen Unterricht. Das Erfassen von neuen Begriffen und Phänomenen sowie der Ausbau des Fachwortschatzes im Unterricht werden erst durch Sprache möglich. Durch das Aneignen von Fachvokabular während des Unterrichts wird der bildungs- und fachsprachliche Wortschatz der Lernenden erweitert, woraus eine bessere Kommunikation im Fach resultiert (Leisen, 2019).

Beim Spracherwerb im Fachunterricht treffen die drei Bereiche Fachlernen, Sprachlernen im Fach und Fremdsprachenlernen aufeinander. Beim Fachlernen erwerben Lernende die Fähigkeiten fachliche Inhalte zu verstehen, fachspezifische Aufgaben zu lösen und fachspezifische Handlungen (bspw. Versuche und Experimente) durchzuführen. Beim Sprachlernen im Fach erwerben Lernende Fachkommunikations- und Sprachkompetenzen, während sie gleichzeitig wissenschaftliche Begriffe und Denkmuster erschließen. Der für Fachlehrkräfte am wenigsten bekannte Bereich ist jener des Fremdsprachenlernens, in diesem Fall Deutsch als Fremdsprache. Dieser Bereich soll Lernenden zusätzliche Fähigkeiten vermitteln, außerhalb des Systems Schule alltägliche (fachunabhängige) Sprachsituationen, in einer Sprache, die nicht die Erstsprache ist, kompetent zu meistern (Leisen, 2019).

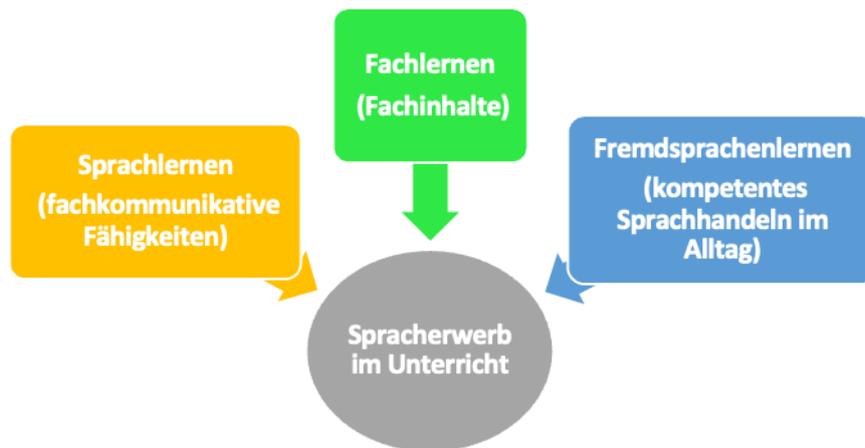


Abbildung 3: Einflussbereiche des Spracherwerbs im Unterricht abgewandelt nach Leisen, 2019, S. 11

Schulklassen sind ein (bildungssprachliches) Sprachbad, in dem Lernende durch eine reichhaltig und kognitiv anregende sprachliche Lernumgebung ihre sprachlichen Kompetenzen erweitern. Dies geschieht durch Beobachten, Üben und Entwickeln von (Fach-) Sprache (Leisen, 2019). Im kompetenzorientierten (sprachsensiblen) Fachunterricht werden kognitive Lernprozesse als eine Reihe von gestuften Schritten verstanden. Lernende gehen mit Vorwissen, Präkonzepten und bereits vorhanden Kompetenzen in einen Lernprozess hinein. Die Aufgabe der Lehrkräfte ist die Gestaltung einer optimalen Lernumgebung für diese kognitiven Lernprozesse. Die Gestaltung einer solchen Lernumgebung kann für eine Stunde oder auch einen ganzen Themenkomplex über mehrere Wochen verteilt geplant werden.

Der erste Schritt ist die Entdeckung einer Problemstellung durch die Schüler:innen und dadurch das Auslösen eines kognitiven Konflikts bei den Lernenden. Sie erleben einen kognitiven Konflikt, weil die Problemstellung mit ihren bisherigen Konzepten nicht gelöst werden kann, wodurch es zu einem Lernanreiz kommen soll. Ausgelöst werden können derartige kognitive Konflikte durch Fragestellungen, Kontroversen, Zukunftsszenarien etc. Im zweiten Schritt entwickeln Lernende Vorstellungen zu der zuvor entdeckten Problemstellung, verbalisieren diese zum Beispiel mündlich in einem Unterrichtsgespräch oder schriftlich, sodass die Präkonzepte und das Vorwissen der Lernenden sichtbar werden (Leisen, 2019). Im dritten Schritt sollte es zu einem Erkenntniszuwachs kommen, indem Lernende bereitgestellte Unterrichtsmaterialien bearbeiten und anschließend Lernprodukte erstellen. Bei der Erstellung der Lernprodukte müssen Lernende auf die ihnen im Material zur Verfügung stehenden Informationen zurückgreifen, wodurch es zu einer Erweiterung und Präzisierung ihrer Konzepte und damit zu einem Erkenntnisgewinn kommt. Im vierten Schritt werden die Lernprodukte in der Klasse verbalisiert und diskutiert, das Konglomerat an individuellen

Erkenntnissen wird zu gemeinsamen Erkenntnissen konzentriert. Im fünften und vorletzten Schritt wird der Lernzuwachs für die Lernenden sichtbar gemacht, indem die in Schritt vier generierten Erkenntnisse mit jenen Vorstellungen aus Schritt zwei verglichen werden. Im sechsten und letzten Schritt erfahren die Lernenden einen Kompetenzzuwachs durch das Anwenden der neu gewonnenen Erkenntnisse auf neue Aufgabenstellungen, wobei das neu gewonnene Wissen dem bisherigen Kontext entzogen und in ein Wissensnetz eingebaut wird. Lehrende können diese kognitiven Lernprozesse von Lernenden auf zwei Arten lenken: Einerseits durch eine materielle Steuerung mittels Aufgabenstellungen, Lernmaterialien und Methodenwerkzeugen. Andererseits können Lernprozesse durch Gesprächsführung und Rückmeldung gesteuert werden. Die beschriebenen Schritte von kognitiven Lernprozessen und ihre Steuerungsmöglichkeiten treffen auch auf das Sprachlernen im Fachunterricht zu (Leisen, 2019).

3.2. Definition und Darstellung von sprachsensiblen Unterricht

Der Erwerb von bildungssprachlichen Kompetenzen als Erweiterung der Alltagssprache ist kein Prozess, der von Haus aus, gewissermaßen natürlich während des Heranwachsens, erfolgt. Charakteristika der Bildungs- und Fachsprache sowie ihre Regeln müssen konsequent und systematisch über die gesamte Schullaufbahn der Lernenden vermittelt und geübt werden (Gogolin, 2009). Diese Vermittlung von bildungssprachlichen Kompetenzen kann mit der Gestaltung von *sprachsensiblen Fachunterricht* umgesetzt werden. Leisen (2019) versteht unter sprachsensiblen Fachunterricht den „bewusste[n] Umgang mit Sprache beim Lehren und Lernen im Fach“ (S.3). Die sprachlichen Kompetenzen der Lernenden entwickeln sich in Symbiose mit dem Fachlernen anhand der Fachinhalte weiter. Sprachsensibler Fachunterricht ist somit ein Instrument zur (Weiter-)Entwicklung der rezeptiven und produktiven sprachlichen Kompetenzen von Lernenden (Emmermann & Fastenrath, 2018; Leisen, 2019). Grundlage ist die Schaffung von fachlich angemessenen und sprachlich bewältigbaren Unterrichtssituationen, wobei die sprachlichen Anforderungen etwas über dem individuellen Sprachniveau der Lernenden liegen. In den Unterrichtssituationen erhalten die Lernenden zur Bewältigung der sprachlichen Anforderungen „so wenige Sprachhilfen wie möglich, aber so viele, wie individuell zum erfolgreichen Bewältigen der Sprachsituation nötig“ (Leisen, 2019, S. 6) von der Lehrperson. Das grundlegende Ziel des sprachsensiblen Fachunterrichts ist die Vermeidung sprachlicher Misserfolge und die Stärkung des Sprachbewusstseins der Lernenden (Leisen, 2019). Um dies zu ermöglichen, ist eine adäquate Gestaltung der

Lernumgebung unverzichtbar. Gogolin und Lange haben 2011 sechs Qualitätsmerkmale für die durchgängige Sprachbildung formuliert, die bei der Gestaltung einer sprachsensiblen Lernumgebung Beachtung finden sollten:

- (1) Lehrende müssen im Unterricht aktiv und bewusst zwischen Alltags- und Bildungssprache unterscheiden. Dies kann bspw. durch die Gestaltung von Lernplakaten zur Bildungssprache, durch den Einsatz von Verständniskontrollen und Reformulierungsaufgaben, durch das Mitteilen der sprachlichen Ziele des Unterrichts oder durch den Einsatz von Methodenwerkzeugen erfolgen.
- (2) Lehrende müssen die mitgebrachten Sprachressourcen der Lernenden bekannt sein, um die Weiterentwicklung der bildungs- und fachsprachlichen Fähigkeiten unterstützen zu können.
- (3) Lehrende stellen den Lernenden für die Weiterentwicklung ihrer sprachlichen Fähigkeiten sprachdidaktische Methoden zur Verfügung. Dazu gehört beispielsweise die Verwendung von Operatoren in Aufgabenstellungen, die den Lernenden explizit beschreiben, welche Handlung gefordert wird, oder die Vermittlung von Lesestrategien oder Formulierungshilfen für mündliche und schriftliche Kommunikation.
- (4) Lehrende gestalten die Lernumgebung auf einem angemessenen Kompetenzniveau, sodass sich Lernende als fähig und kompetent im Spracherwerb wahrnehmen. Herkunftssprachen werden nicht tabuisiert, sondern als erweiternde Ressource angesehen.
- (5) Lehrende gestalten differenzierte Aufgaben und gestufte Hilfestellungen für Lernende mit unterschiedlichen Sprachniveaus.
- (6) Lehrende und Lernende erarbeiten eine gemeinsame lernförderliche Haltung gegenüber Fehlern. Lehrende führen die Fehlerkorrektur kriteriengeleitet und in Form von konkretem und aufbauendem Feedback durch. Dies erfolgt, indem auf inkorrekte Äußerungen mit modifizierter Wiederholung reagiert wird (Gogolin & Lange, 2011). Auch Lernende sind dazu angehalten, ihren Klassenkamerad:innen lernorientiertes Feedback, am besten anhand von gemeinsam ausgearbeiteten Feedbackkriterien, zu geben (Brandt & Gogolin, 2016).

3.3. Methoden zur Gestaltung von sprachsensiblen Unterricht

Das folgende Unterkapitel stellt diverse Methoden zur Gestaltung von sprachsensiblen Unterricht vor. Dabei werden zunächst allgemeine Methoden beschrieben, die in allen Bereichen des Fachunterrichts eingesetzt werden können. Anschließend werden die Bereiche Wortschatzarbeit, Lesen im Fachunterricht und Schreiben im Fachunterricht genauer beleuchtet. Grundsätzlich sind Unterrichtsmethoden geplante Verfahren im Unterricht, die zu spezifischen und strukturierten Handlungen der Lehrenden und Lernenden führen. Unterrichtsmethoden kann man als den Weg zum Erreichen des Lernziels ansehen, sie fördern das inhaltliche Lernen und sind nicht mit Arbeitsmethoden gleichzusetzen, die sich auf das fachliche Arbeiten beziehen (Leisen, 2019). Leisen (2003; 2019) entwickelte die sogenannten Methodenwerkzeuge zur Sprachbildung im sprachsensiblen Fachunterricht. Grundsätzlich sind Methodenwerkzeuge vielfältig einsetzbare methodische Elemente, die die Bearbeitung der Lernmaterialien unterstützen, die zur Lösung von Aufgabenstellungen verwendet werden (Hepp et al., 2003; Leisen, 2019). Mittels Methodenwerkzeuge können anregende und anspruchsvolle, den Bedürfnissen der Lernenden angepasste Lernsituationen gestaltet werden. Die aktive Erarbeitung von Fachinhalten wird von den Lehrenden zu den Lernenden übertragen, wodurch Lehrkräfte während des Unterrichts mehr Möglichkeiten zur individuellen Begleitung und Förderung der Lernenden haben. Lernende kommen mit Hilfe der Methodenwerkzeuge in Kommunikationssituationen, in denen sie aktiv sprachliche Handlungen ausführen müssen (Hepp et al., 2003; Leisen, 2019). In den nachfolgenden Kapiteln 3.3.2 bis 3.3.4 werden konkrete Methodenwerkzeuge vorgestellt.

3.3.1. Allgemeine sprachbildende Unterrichtsmethoden

Sprachvereinfachungen und Wechsel der Darstellungsform sind allgemeine Methoden, die sowohl beim rezeptiven als auch produktiven Sprachgebrauch angewendet werden können.

3.3.1.1. Sprachvereinfachungen

Sprachvereinfachungen sind ein methodisches Mittel, bei dem kurze Sätze mit Beispielen genutzt werden, wobei komplexe lexikalische und syntaktische Elemente wie Nominalisierungen, Komposita oder verkürzte Nebensätze vermieden werden. Der Grad der Vereinfachung kann individuell angepasst werden. Verwendung finden Sprachvereinfachungen sowohl in der medial mündlichen Kommunikation während Unterrichtsgesprächen als auch in medial schriftlicher Kommunikation bei Arbeitsblättern und Aufgaben sowie Fachtexten. Sprachvereinfachungen sollten allerdings kein ständiger Begleiter

im Unterricht sein, sondern nur dann, wenn es die Situation erfordert und die Vereinfachung hilfreich ist (Leisen, 2019).

3.3.1.2. Wechsel der Darstellungsformen

Jedes Unterrichtsfach weist charakteristische Darstellungsformen (Texte, Abbildungen, Tabellen, Diagramme etc.) (siehe Abb. 3) von Fachinhalten auf. Diese Darstellungsformen sind Teil der Fachinhalte, dienen aber gleichzeitig auch zur Kommunikation fachlicher Inhalte. Diesen Darstellungsformen können verschiedenen Abstraktionsebenen zugewiesen werden; manche sind sehr konkret und verständlich (z.B. Bilder), andere wiederum sehr abstrakt (Symbolsprache). An der Basis der Abstraktionsebenen befindet sich die gegenständliche Darstellung. Dazu zählen alle Darstellungsformen, die handgreiflich sind, wie beispielsweise Versuche, Experimente oder Gegenstände. Sie nutzen die nonverbale Sprache zur Veranschaulichung von Sachverhalten. Eine Ebene höher sind bildliche Darstellungen zu finden (Abbildungen, Skizzen usw.). Auf der nächsten Ebene sind die sprachlichen Darstellungsformen angesiedelt. Auf dieser Ebene sind vor allem Texte bekannt, aber auch Mind-Maps gehören hier dazu, wenn sie viele Sprachaspekte aufweisen. Neben den medial schriftlichen Darstellungsformen sind auch medial gesprochene Darstellungsformen von Bedeutung. Als Vermittlungsmedium können auf dieser Ebene die Alltagssprache, die Fachsprache oder die Bildungssprache eingesetzt werden. Die nächst-höhere Ebene ist jene der symbolischen Darstellung, zu der Struktur- oder Flussdiagramme, Tabellen, Grafen etc. zählen. Die höchste Abstraktionsebene ist jene der mathematischen Darstellung. Diese Darstellungsform basiert auf der Formelsprache und ist für das Unterrichtsfach Chemie von großer Bedeutung. Mathematische Darstellungen stellen für viele Lernende große Herausforderungen dar, für einige Lernende sind sie aber auch Hilfsmittel zur Verbalisierung von Sachverhalten, wenn ihnen die Fachtermini fehlen. Lernende erfassen diese Darstellungsformen sehr individuell und unterschiedlich. Verstehen Lernende die eine Darstellungsform nicht, kann zu einer anderen Form gewechselt werden. Die durch wechselnde Darstellungsformen initiierten Kommunikationsmöglichkeiten sind ein wertvoller Beitrag zur Sprachbildung (Leisen, 2019).

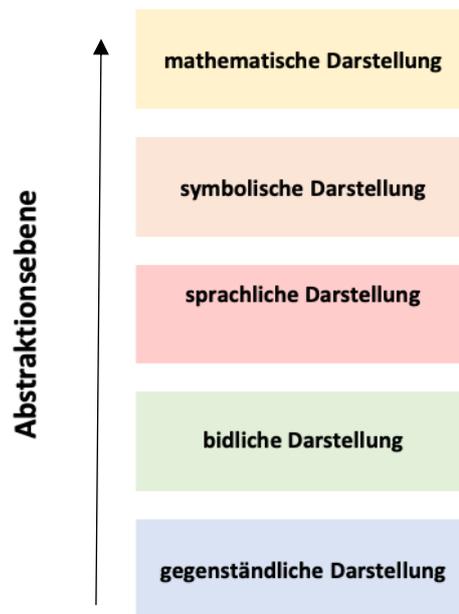


Abbildung 4: Abstraktionsebenen von Darstellungsformen abgewandelt nach Leisen, 2019, S. 37

Als Beispiel für den Wechsel unterschiedlicher Darstellungsformen kann eine typische Unterrichtssequenz aus dem Chemieunterricht herangezogen werden: Ein Versuch wird im Unterricht durchgeführt. Die Lernenden erhalten von der Lehrperson eine Versuchsbeschreibung (sprachliche Darstellung), die auch eine Versuchsskizze beinhaltet (bildliche Darstellung). Der Versuch wird von den Lernenden durchgeführt (gegenständliche Darstellung der Materialien). Anschließend fassen die Lernenden ihre Ergebnisse in Tabellen und Grafen zusammen (symbolische Darstellung) und schreiben die Reaktionsgleichungen der zu beobachtenden Reaktion auf (mathematische Darstellung). All diese Darstellungsformen werden in einem Versuchsprotokoll zusammengefasst. Der Wechsel der Darstellungsformen hat viele Nutzen. Einerseits dient er dem Vertiefen und Üben von fachlichem Wissen, er fördert die Fach- und die Sprachkompetenz der Lernenden, er aktiviert die kognitiven Verknüpfungen beim Lernen und er kann vielfältig im Unterricht eingesetzt werden (Leisen, 2019).

3.3.1.3. Wortschatzarbeit im sprachsensiblen Fachunterricht

In Kapitel 2.1. wurde bereits aufgezeigt, dass die Beherrschung der chemischen Fachsprache ein wichtiges Ziel des Chemieunterrichts sein soll, dessen Erreichung unter anderem mittels Wortschatzarbeit möglich wird. Es können drei Typen von Wortschatz unterschieden werden: Der rezeptive Wortschatz (Verstehenswortschatz) umfasst alle Wörter, die von einem:r Sprecher:in verstanden werden. Dem gegenüber steht der produktive Wortschatz (Ausdruckswortschatz), der zur Produktion von Kommunikation gebraucht wird (Beese et al.,

2014). Der Verstehenswortschatz umfasst bei erstsprachlichen Erwachsenen zwischen 50.000 und 100.000 Wörter und ist somit wesentlich größer als der Ausdruckswortschatz, der zwischen 6.000 und 10.000 Wörter enthält. Die dritte Art ist der potenzielle Wortschatz, der abgeleitete und zusammengesetzte Wörter umfasst, die ein:e Sprecher:in nicht kennt, aber deren Bedeutung sie:er aus den einzelnen Wörtern erschließen kann (Beese et al., 2014). Das Kompositum *Becherglas* beispielsweise setzt sich aus den Nomen *Becher* und *Glas* zusammen. Selbst wenn Lernende das Wort „Becherglas“ noch nicht kennen, können sie aus der Bedeutung der Einzelbegriffe die Bedeutung des Kompositums erschließen.

Wortschatzarbeit dient dem Prozess des bildungssprachlichen Kompetenzausbaus, der sowohl von mehrsprachigen als auch monolingualen Lernenden erbracht werden muss. Eines der größten Probleme bei der Wortschatzarbeit ist, dass viele Lehrkräfte die Wortschatzarbeit fachlich isoliert durchführen. Dabei wäre es für Lernende von großer Wichtigkeit, (Fach-)Wörter und Ausdrucksweisen fächerübergreifend anhand ihrer Gemeinsamkeiten und Unterschiede einzuführen und so einen bildungssprachlichen Grundwortschatz zu schaffen. Häufig wird bei der Wortschatzarbeit nicht zwischen Fachterminus und Fachbegriff unterschieden. Der Fachterminus ist die fachlich definierte Benennung, während mit Fachbegriff der Sinngehalt gemeint ist, der mit der Bezeichnung einhergeht. Die Wortschatzarbeit im Fachunterricht kann in vier Schritte, die den vier Phasen des Wortschatzerwerbs nachempfunden sind, eingeteilt werden (Brandt & Gogolin, 2016):

Schritt 1 – Kennenlernen und Verstehen: Neue Wörter werden kontextbezogen eingeführt, sodass Lernende die Termini und Begriffe verstehen und sichern. Den Lernenden sollten die Vorteile, die die Verwendung von Fachvokabular mit sich bringt, verdeutlicht werden (z.B. die Vermeidung von umständlichen Umschreibungen bestimmter Sachverhalte) (Anton, 2010; Brandt & Gogolin, 2016). Die Semantisierung (Bedeutungserschließung) der Fachwörter sollte für die Lernenden aktiv gestaltet sein, da das Merken durch aktiven Umgang gefördert werden kann. Möglichkeiten dafür sind die semantische Erschließung aus dem Kontext, mittels Glossaren oder Internetrecherchen sowie Analysen der Wortbildung und -zusammensetzung (Beese et al., 2014). Neben den aktiven Semantisierungsmöglichkeiten durch die Lernenden selbst, kann auch die Lehrperson die Semantik neuer Wörter unterstützt durch Gegenstände, Bilder, Gesten oder Geräuschen erklären. Die Nutzung von auditiven und visuellen Hilfsmitteln ist begrenzt, daher gibt es auch einige sprachliche Techniken, die eingesetzt werden können. Beispiele dafür sind die Übersetzung in die Erstsprachen der Lernenden, das Erklären von

Definitionen und Umschreibungen sowie das Nennen von Synonymen (Beese et al., 2014). Das Methoden-Werkzeug *Begriffe raten* ist eine spielerische Methode zur Erschließung der Bedeutung von Wörtern. Lernende müssen bei dieser Methode Fachwörter für die Klasse umschreiben, ohne das Fachwort selbst zu nennen. Die restliche Klasse muss das Wort erraten (Hepp et al., 2003).

Schritt 2 – Üben und Anwenden: Das Schreiben, Lesen und Aussprechen sowie die Verwendung neuer Wörter werden geübt, sodass Lernende sie erkennen, abspeichern und aktiv verwenden können (Brandt & Gogolin, 2016). Bei der Gestaltung des Unterrichts muss die Lehrperson zwischen Wörtern, die Lernende nur verstehen müssen, und Wörtern, die Lernende verwenden können müssen, unterscheiden. Besonders der produktive Wortschatz muss im Unterricht geübt werden (Beese et al., 2014). Ein Methoden-Werkzeug zum Üben des Wortschatzes ist der *heiße Stuhl*. Bei diesem Lernspiel sammeln die Lernenden gemeinsam Begriffe und Symbole und prägen sich diese in einem vorgegebenen Zeitraum ein. Einzelne Lernende setzen sich anschließend auf den heißen Stuhl und beantworten Fragen ihrer Klassenkamerad:innen zu den Begriffen und Symbolen. Auch Lückentexte, Lückenbilder oder Worträtsel können zum Üben des Wortschatzes eingesetzt werden (Hepp et al., 2003).

Schritt 3 – Reflektieren: Die neuen Wörter werden in anderen Kontexten kennengelernt und benutzt, so können Bedeutungsunterschiede verstanden werden (Brandt & Gogolin, 2016). Methodenwerkzeuge für den dritten Schritt sind die *Mindmap* und das *Begriffsnetz*. Beim Begriffsnetz werden zuvor erarbeitete Begriffe in einer Form einer Netzstruktur bildhaft dargestellt. Zusammenhänge und Unterschiede werden deutlich (Hepp et al., 2003).

Schritt 4 – Überprüfen: Möglichkeiten zur Überprüfung sind Lückentexte, Fehlersuchtexte oder Memories (Hepp et al., 2003). In Kombination mit der Think-Pair-Share Methode können noch zusätzliche Kommunikationssituationen geschaffen werden. In der Think-Phase arbeiten Lernende alleine am Lückentext oder an dem Fehlersuchtext. In der Pair-Phase tauschen die Lernenden mit ihren Sitznachbar:innen ihre Ergebnisse aus. Der Wortschatz kann durch gegenseitige Erläuterungen zusätzlich unterstützt werden. In der Share-Phase werden die Ergebnisse im Plenum noch einmal überprüft (Brandt & Gogolin, 2016).

3.3.2. Lesen im sprachsensiblen Fachunterricht

Dieses Unterkapitel definiert den Begriff Lesekompetenz, behandelt wichtige Prozesse, die beim Lesen stattfinden, den Umgang mit Fachtexten sowie Strategien zur Förderung des verstehenden Lesens.

Der Begriff Lesekompetenz fasst die Fähigkeiten von Leser:innen zusammen, Texte „zu verstehen, zu nutzen und darüber zu reflektieren, um eigene Ziele zu erreichen, das eigene Wissen und Potenzial weiter-zu-entwickeln und am gesellschaftlichen Leben teilzuhaben“ (Fenkart, 2010, S. 202). Das Niveau der Lesekompetenz von Lernenden in Schulklassen ist überaus variabel, daher ist es nötig, Lernenden differenzierte Hilfestellungen anzubieten. Auf den folgenden Seiten wird detaillierter beschrieben, wie dies möglich ist.

Lesen ist ein mehrdimensionaler aktiver Prozess der Aufnahme und des Verstehens von Informationen und Wissen aus multimedialen kontinuierlichen und diskontinuierlichen Texten (Dröse & Prediger, 2019). Lenhard (2019) illustriert für das Lesen hierarchieniedere und hierarchiehohe Prozesse (siehe Abb. 5), die eine wesentliche Voraussetzung für verstehendes Lesen darstellen. Unter den hierarchieniedereren Prozessen können jene zusammengefasst werden, die mit der Erkennung von Wörtern und ihren Beziehungen untereinander sowie der Entschlüsselung der Syntax zusammenhängen. Bei den hierarchiehöheren Prozessen wird kognitiv ein mentales Modell des Textes erstellt, indem die Bedeutungen der Wörter und Sätze mit dem eigenen Vorwissen verknüpft und anhand dessen interpretiert wird. Weiters werden über den Inhalt des Textes hinauslaufende Schlussfolgerungen aufgestellt, um globale Zusammenhänge herzustellen (Gold, 2018; Lenhard, 2019).

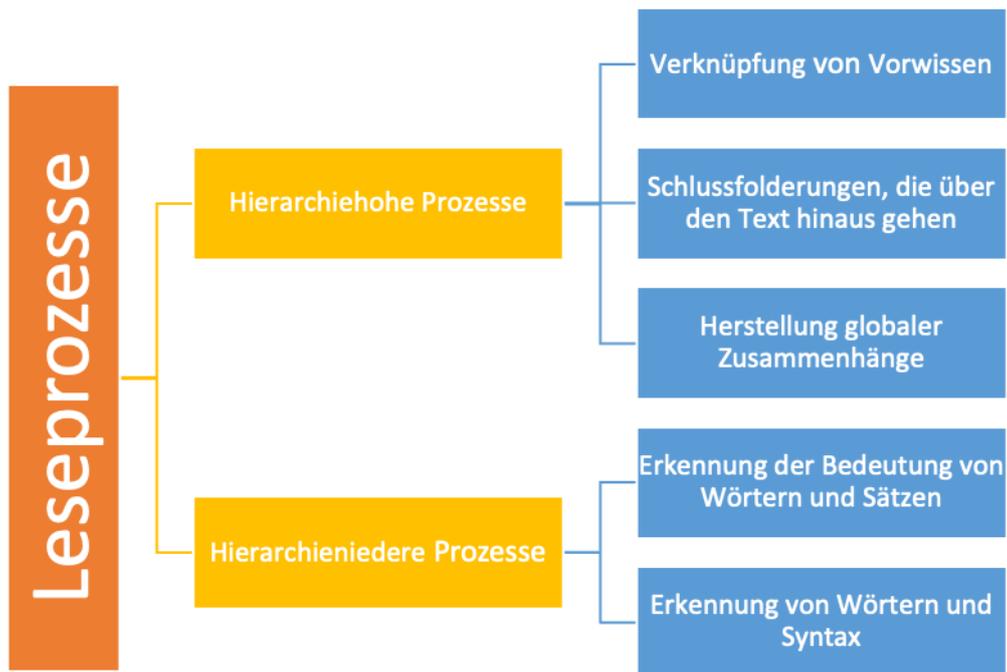


Abbildung 5: Leseprozesse nach Lenhard, 2019

Diese Leseprozesse können durch vier Faktoren beeinflusst werden: den Merkmalen der Leser:innen (z.B. ihre individuellen Voraussetzungen), den Aktivitäten der Leser:innen (z.B. der Einsatz von Lesestrategien), den Leseanforderungen (z.B. anhand welcher Leseschritte ein Text gelesen wird) und den Merkmalen des Textes (z.B. Textsorte, Aufbau, Sprache) (Lenhard, 2019).

3.3.2.1. Umgang mit Fachtexten

Charakteristika naturwissenschaftlicher Fachtexte sind ihre Diskontinuität (durch Abbildungen, Statistiken, Diagramme etc.), die hohe Dichte an Wissen, Informationen und Argumentationen, die zu einem hohen Abstraktionsgrad führen, die fachspezifische Sprache mit Fachtermini und fachlichen Redewendungen, sowie die Anhäufung von unpersönlichen, passiven Formulierungen (Bergunde, 2010). Fachtexte in Schulbüchern sind ebenfalls multimodale, diskontinuierliche Texte, die mehrere unterschiedliche Darstellungsformen (Bilder, Tabellen, Grafiken, Reaktionsgleichungen usw.) enthalten, die alle gleichzeitig von Lernenden erfasst werden müssen (Leisen, 2020).

Beim Umgang mit multimodalen Texten ist zu beachten, dass unterschiedliche Darstellungsformen in Texten Verstehenshürden für Lernende darstellen können. Bilder können informationstragend, informationsergänzend, veranschaulichend, erklärend, kognitiv anregend, metaphorisch oder schmückend sein. Die Informationsentschlüsselung von Bildern durch Bildbetrachtung und Bildverstehen erfordert ebenso komplexe kognitive Prozesse wie

das Lesen und dementsprechend Hilfsmittel für sprachschwache Lernende mit geringerem Vorwissen. Zur Versprachlichung von Bildern können Redemittel über Wortlisten zur Verfügung gestellt werden, die Nummerierung von Bildteilen kann zur Lenkung der Bildbetrachtung beitragen. Diagramme können informationstragend, informationsergänzend, veranschaulichend, erklärend, kognitiv anregend oder ergänzend sein, sind im Gegensatz zu Bildern aber weder metaphorisch noch schmückend (Leisen, 2020). Diagramme erfordern durch ihre vielfältigen Verknüpfungen von Kästen, Pfeilen, Beschriftungen etc. und mangelnde Verbalsprache hohe kognitive Leistungen von den Lernenden, erfordern ein hohes Maß an Versprachlichung der Inhalte und stellen dadurch Entschlüsselungshürden dar. Mittels Lesehilfen kann den Lernenden benötigtes Wissen bereitgestellt und die Versprachlichung unterstützt werden. Tabellen können informationstragend, informationsergänzend, kognitiv anregend sowie erklärend sein. Tabellen enthalten ein hohes Ausmaß an verdichteten Informationen, die durch den zusätzlichen Mangel an Verbalsprache für Entschlüsselungshürden sorgen. Redemittel in Form von bereitgestellten Satzanfängen oder Sprechblasen können die Lernenden bei der Versprachlichung unterstützen. Formeln und Terme sind die abstrakteste Darstellungsform, deren Versprachlichung hohe sprachliche Kompetenzen erfordert. Denk- und Sprechblasen, die Hinweise oder Beispielsätze enthalten, können das Verstehen und die Versprachlichung erleichtern und fördern (Leisen, 2020).

Im Schulunterricht gibt es zwei Möglichkeiten im Umgang mit diskontinuierlichen Texten: der offensive und der defensive Umgang. Beim offensiven Umgang werden die Fähigkeiten der Lernenden an den Text angepasst, indem ihnen Lesestrategien vermittelt und Lesehilfen zur Verfügung gestellt werden. Ziel der offensiven Vorgehensweise ist die Aktivierung des Vorwissens, die kontextuelle Erschließung von Wörtern und Sätzen, die Verwendung von Leseschritten zur Erschließung der Texte, die Bereitstellung von Bewältigungshilfen für sprachliche Hürden, die Entwicklung von Lernprodukten und die Förderung eines Lesebewusstseins (Leisen, 2020). Beim defensiven Umgang wird der Text an die Lernenden angepasst, indem er vereinfacht wird. Zur Vereinfachung zählen die Reduzierung von fachsprachlichen Begriffen, eine bessere Strukturierung der Texte, Verwendung von Semantisierungshilfen und die Entfernung von sprachlichen Hürden sowie das Vermeiden von komplexen Diagrammen und Tabellen (Leisen, 2020). Mit dem Ziel der sprachlichen Kompetenzweiterentwicklung im Hinterkopf, ist das offensive Vorgehen dem defensiven vorzuziehen.

3.3.2.2. Strategien zur Förderung des verstehenden Lesens

Bei der Förderung des Leseverstehens von Texten müssen Lehrende die drei Lesekompetenzbereiche *Informationen Ermitteln*, *textbezogenes Interpretieren* sowie *Reflektieren* beachten und den Lernenden vermitteln (Leisen, 2020, S. 63).

Ein wichtiger Aspekt bei der Förderung der Lesekompetenzbereiche ist die Vermittlung von unterschiedlichen Stilen, mit denen Texte gelesen werden können. Zu diesen Stilen zählen das orientierende Lesen (Skimming), das selektive Lesen (Scanning), das intensive Lesen, das extensive Lesen sowie das zyklische Lesen (Leisen, 2020, S. 66). In einem späteren Abschnitt des Kapitels werden diese Stile ausführlich als Teil von Leseschritten beschrieben.

Zusätzlich zu diesen unterschiedlichen Lesestilen gibt es sogenannte Lesestrategien. Dabei handelt es sich um explizite Handlungen, die zur Erschließung und dem besseren Verstehen von Texten eingesetzt werden können (Gold, 2018). Sie sollen Lernenden helfen, sprachliche und kognitive Lücken zu überwinden und einen Kompetenzzuwachse zu ermöglichen (Leisen, 2020). Diese Lesestrategien kann man in kognitive und metakognitive Strategien sowie Stützstrategien unterteilen. Zu den kognitiven Strategien zählen jene, die zur Strukturierung oder Ausarbeitung des Textes beitragen, beispielsweise zusammenfassen, unterstreichen, Fragen stellen, Vorhersagen treffen oder Vorwissen aktivieren. Metakognitive Lesestrategien helfen den Leseprozess zu planen, zu überwachen und zu regulieren. Darunter fallen Strategien wie Lesepläne oder die Strategiewahl, die Überprüfung des Verständnisses, das Nachschlagen von unbekanntem Wörtern oder der Strategiewechsel und die Anpassung der Lesegeschwindigkeit. Stützstrategien wirken indirekt auf den Leseprozess ein. Dazu gehört beispielsweise die Wahl der Leseumgebung oder der Hilfsmittel (z.B. Worterklärungen) (Gold, 2018).

Josef Leisen (2020) kombiniert diese unterschiedlichen Stile und Strategien zur Texterschließung zu sogenannten Leseschritten, die für Lernende eine Art Anleitung zur sinnerfassenden Texterschließung darstellen. Diese Leseschritte können zunächst in Form von Aufgaben zu Lesetexten eingesetzt werden, bis die Lernenden sie verinnerlicht haben und selbstständig einsetzen können. Die sechs Leseschritte, die in der späteren Materialgestaltung eine Rolle spielen, werden im folgenden Abschnitt genauer vorgestellt.

(1) Die Vorentlastung: Bei der Vorentlastung wird das Vorwissen der Lernenden aktiviert, eine Problemstellung eingeführt und der Text durch die Lehrperson vorentlastet, indem beispielsweise Begriffe oder bestimmte grammatikalische Strukturen erklärt werden.

Aufgaben der Vorentlastung können Vergleiche von Begriffen oder Darstellungsformen, Stellungnahmen und Hypothesenbildung oder die Wiederholung von benötigtem Vorwissen sein (Leisen, 2020).

- (2) Das orientierende Lesen: Beim orientierenden Lesen lesen Lernende einen Text in ihrer individuellen Geschwindigkeit, ohne alles verstehen zu müssen. Vor dem orientierenden Lesen werden die Lernenden darauf hingewiesen, dass sie noch nicht alles verstehen müssen und sich nur Orientierung verschaffen sollen. Während der Lese phase muss die Lehrperson für absolute Ruhe sorgen, um die Konzentration der Lernenden nicht zu stören. Anschließend an die Lese phase kann eine Meldekette folgen, in der Lernende einen Satz, an den sie sich (sinngemäß) erinnern sagen. Die Meldekette kann auch in Form von Zweiergruppen durchgeführt werden, in der die Gruppenmitglieder einander abwechselnd Sätze nennen. Eine weitere Möglichkeit ist das Aufschreiben aller Begriffe, die man sich gemerkt hat und diese mit dem:r Sitznachbar:in zu vergleichen. Bei Texten, die wenige Informationen beinhalten, können die Lernenden auch aufschreiben, was sie überrascht hat, was neu für sie war oder welche Wirkung der Text auf sie hat (Leisen, 2020)
- (3) Das selektive Lesen: Beim selektiven Lesen werden dem Text gezielt Informationen entnommen, indem sie herausgeschrieben oder farblich markiert werden. Durch diesen Schritt sollen Lernende vertrauter mit dem Text werden. Arbeitsaufträge, die selektives Lesen erfordern könnten die Beantwortung von Fragen zum Text oder Begriffssuchen sein (Leisen, 2020).
- (4) Das intensive Lesen: In diesem Schritt lesen Lernende den Text Wort für Wort, Satz für Satz mit allen Darstellungsformen. Arbeitsaufträge, die das intensive Lesen unterstützen, können das Ausfüllen von Tabellen, die Erstellung von Zeit- oder Filmleisten, Glossaren, Concept-Maps, die Übertragung in eine andere Darstellungsform, die Formulierung von Überschriften oder die Beantwortung von Fragen, deren Antworten nicht wörtlich im Text zu finden sind, sein (Leisen, 2020).
- (5) Das extensive Lesen: Beim extensiven Lesen werden Text und eventuell weitere Vergleichstexte zur Wissenserweiterung zum Thema und zur Überprüfung des Textverständnisses verglichen. Mögliche Arbeitsaufträge können das Schreiben einer Geschichte zu einem spezifischen Abschnitt, das Zeichnen eines Bildes, die Überführung in eine andere Darstellungsform oder die Erstellung einer Tabelle, in der zwei Texte verglichen werden, sein (Leisen, 2020).

(6) Die Textnutzung: Die aus dem Text entnommenen Informationen werden genutzt, um weiterführende Aufgaben zu dem Thema zu bearbeiten. Beispiele für weiterführende Aufgaben können das Drehen von Erklärvideos, die Gestaltung von Modellen oder Recherche zu spezifischen Aspekten sein (Leisen, 2020).

Die Leseprodukte, die während der sechs Leseschritte entstehen, sollten im Anschluss präsentiert und diskutiert werden. Die mediale und methodische Planung der Präsentationen sollte schon bei der Unterrichtsplanung erfolgen. Zusätzlich müssen auch Moderations- und vor allem Rückmeldestrategien überlegt werden (Leisen, 2020).

3.3.3. Schreiben im sprachsensiblen Fachunterricht

Das Kapitel gibt einen Überblick über die Entwicklung von Schreibkompetenzen und die Anforderungen an Schreibaufgaben. Weiters wird die im Chemieunterricht besonders wichtige Textsorte Versuchsprotokoll behandelt. Neben den theoretischen Aspekten werden auch didaktische Hinweise zur Förderung der Schreibkompetenz von Lernenden sowie Schreibstrategien vorgestellt.

Schreiben ist im Unterricht mitunter die komplexeste sprachliche Kompetenz, die Lernende entwickeln müssen. Die Fähigkeit Texte zu verfassen, setzt voraus, dass Lernende ein gewisses Maß an bildungssprachlichen Fähigkeiten und Schreibkompetenz beherrschen (Leisen, 2019; Marx & Steinhoff, 2017). Die Schreibkompetenz umfasst jene Fähigkeiten, die benötigt werden, um unterschiedliche Texte adressatengerecht, den formalen Kriterien entsprechend und situationsangemessen zu verfassen. Die Entwicklung von Schreibkompetenzen ist ein lebenslanger Prozess, der eng mit den individuellen sprachlichen und fachlichen Fähigkeiten sowie der Lesekompetenz der Lernenden zusammenhängt, sodass durch das Schreiben im Fachunterricht die Fach-, Sprach-, Lese- und Schreibkompetenzen zeitgleich gefördert werden. Die Textproduktion ist ein produktiver Lernprozess, der aus der Textplanung, der Textformulierung und der Textüberarbeitung besteht und der fachliches und sprachliches Lernen miteinander verknüpft (Leisen, 2019). Mit steigender Erfahrung in der Textproduktion werden die Planungen der Texte ausführlicher, die Formulierungen flüssiger, die Überarbeitungen reflektierter und der Anteil an bildungssprachlichen Formulierungen höher (Marx & Steinhoff, 2017).

Wichtige Faktoren für eine erfolgreiche Textproduktion sind das fachliche und sprachliche Vorwissen der Lernenden, ihre Motivation und Einstellung (Leisen, 2019). Die beiden wichtigsten Faktoren sind jedoch die Aufgabenstellungen und die Lernumgebung. Bachmann

und Becker-Mrotzek (2010) schreiben dazu: „das didaktische Setting formt den Text der Lerner[:innen]“ (S.195). Eine profilierte Schreibaufgabe muss daher einige Aspekte erfüllen: Sie muss für Lernende eine kommunikative Funktion erfüllen und den Lernenden müssen Ziel und Adressaten des Schreibprodukts bekannt sein, um über Aufbau, Inhalt und sprachliche Mittel entscheiden zu können (Bachmann & Becker-Mrotzek, 2010). Schreiben kann als stiller Dialog zwischen Schreibenden und Lesenden verstanden werden, dementsprechend müssen sich Schreibende mit ihren Adressaten, deren Kompetenzen sowie Auffassungsvermögen auseinandersetzen. Dies erfordert eine Distanzierung von der eigenen Gedankenwelt und eine Annäherung an jene der Lesenden (Leisen, 2019). Weiters müssen Schreibaufgaben Lernenden die Möglichkeit bieten, sich fachliches und inhaltliches Wissen zur Bearbeitung der Aufgabe anzueignen. Lernende sollten während des Schreibens die Möglichkeit zum kooperativen Austausch mit anderen Lernenden sowie die Möglichkeit, die Auswirkung ihres Schreibproduktes auf Leser:innen zu überprüfen, erhalten (Bachmann & Becker-Mrotzek, 2010).

Weiters ist für die erfolgreiche Textproduktion das gewünschte Schreibprodukt von Bedeutung. Lernende müssen sich dessen struktureller Merkmale bewusst sein, vor allem in den naturwissenschaftlichen Fächern sind Schreibprodukte (Protokolle, Vorträge usw.) durch strukturelle und inhaltliche Vorgaben geprägt, die von Lernenden erlernt werden müssen (Leisen, 2019).

3.3.3.1. Textsorte Versuchsprotokoll im Chemieunterricht

Im Chemieunterricht lassen sich Textsorten grundsätzlich nach ihrem Sprachgebrauch (rezeptiv oder produktiv) einteilen. Schulbücher, Mitschriften, Arbeitsblätter oder Informationstexte erfordern eher einen rezeptiven Sprachgebrauch, während Präsentationen, Versuchsprotokolle oder Portfolios einen eher produktiven Sprachgebrauch verlangen (Langer, 2010). Eine der wichtigsten Textsorten im Chemieunterricht ist das Versuchsprotokoll. Dieses ist eine informierende Textsorte zur kommunikativen, fachlich-experimentellen Wissensvermittlung der Schreibenden an die Lesenden. Grundsätzlich gehen Verfasser:innen davon aus, dass Leser:innen den Versuch/das Experiment nicht kennen. Daher muss das Geschehene im Versuchsprotokoll für die Leser:innen nach bestimmten Kriterien reduziert und verdichtet zusammengefasst werden und sollte alle wichtigen Informationen wie die Forschungsfrage, die Hypothese, die Materialien, die Durchführung, die Beobachtung, die Ergebnisse und die Interpretation beinhalten. Neben den sprachlichen und

fachlichen Kompetenzen, die Lernende durch das Schreiben von Versuchsprotokollen im Chemieunterricht erlernen und üben, können Protokolle aufgrund ihrer strukturellen Anforderungen auch zur Förderung von naturwissenschaftlichen Denkweisen herangezogen werden (Boubakri et al., 2017).

3.3.3.2. Didaktische Hinweise zur Förderung der Schreibkompetenz

Neben der Profilierung (dem Sinngeben) von Aufgaben ist es wichtig, den Lernenden den Schreibprozess bewusst zu machen. Damit Lernende die einzelnen Aspekte des Schreibprozesses (Planen, Formulieren, Überarbeiten) verinnerlichen, müssen sie sich intensiv und reflektiert mit den einzelnen Phasen auseinandersetzen. Das Thema der Schreibaufgabe muss inhaltlich ansprechend und kognitiv fordernd für die Lernenden sein, darf aber zugleich nicht überfordernd sein. Wichtig ist, zu bedenken, dass den Lernenden nicht geholfen ist, wenn die Schreibaufgaben sprachlich und inhaltlich vereinfacht werden, dies führt nur dazu, dass die Weiterentwicklung der Schreibkompetenz ins Stocken gerät. Stattdessen ist es von großer Bedeutung, den Lernenden viele Gelegenheiten zu bieten, um zu üben und sich weiterzuentwickeln (Marx & Steinhoff, 2017).

Zur Förderung der Textkompetenz im sprachsensiblen Unterricht sind einige Punkte zu beachten: Lehrende sollten Lernende bei der Entwicklung eines Textsorten-Bewusstseins unterstützen. Weiters sollten Lernende den Unterschied zwischen konzeptionell mündlicher und konzeptionell schriftlicher Sprache erlernen. Lehrende sollten den Lernenden Arbeitstechniken zur Planung und Produktion von Schreibprodukten beibringen und dadurch ein Sprachproduktionsbewusstsein schaffen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist das Vergleichen von Modelltexten (Krumm, 2007). Überträgt man diese Punkte auf das Schreiben von Versuchsprotokollen im Chemieunterricht, so müssen die Lernenden zunächst die Charakteristika eines Versuchsprotokolls kennenlernen. Dafür eignen sich Modelltexte, die Lernende vergleichen und Gemeinsamkeiten analysieren können. Anschließend werden dann die für ein Versuchsprotokoll notwendigen strukturellen und sprachlichen Vorgaben (Fragestellung, Hypothese, Beobachtung und Interpretation sowie deren Unterschiede etc.) eingeführt und geübt (Boubakri et al., 2017).

3.3.3.3. Schreibstrategien und Methodenwerkzeuge

Wie auch beim Lesen gibt es beim Schreiben Schreibstrategien und Methodenwerkzeuge, die zur Schreibförderung im Fach eingesetzt werden können. Eine Strategie ist das Schreiben mit von der Lehrperson angefertigten Mustertexten. Diese können Lernende als Vorlagen nutzen,

um ähnliche Texte zu verfassen. Diese Strategie ist vor allem für sprachschwache Lernende geeignet, um erfolgreich ein Schreibprodukt zu kreieren. Eine weitere Strategie ist die Nutzung von Satzbausteinen als Hilfsmittel. Diese können Lernende in Texte einbauen, während Verbindungsstellen von den Lernenden selbst verfasst werden müssen. Zur Differenzierung können auch ausformulierte Verbindungen zur Verfügung gestellt werden. Kooperatives Schreiben in Kleingruppen kann für sprachschwache Lernende eine weitere wertvolle Strategie sein. In der Gruppe können sie mögliche Hemmungen überwinden und neue Ideen sowie Formulierungsmöglichkeiten sammeln (Leisen, 2019).

Schreibhilfen (z.B. Methodenwerkzeuge) können bei Lernenden durch deren Nutzung einen Schreibprozess einleiten und dienen während des Schreibens als unterstützende Scaffolds.

Eine ähnliche Strategie wie das Schreiben nach Mustertexten ist das Anpassen eines gegebenen Textes an ein neues Thema. Eine weitere Strategie ist das Schreiben mit einer vorgegebenen Gliederung. Sie ähnelt dem Schreiben mit Schreibhilfen. Dabei dient eine vorgegebene Gliederung als Gerüst, das die Lernenden während des Schreibens stützt. Als letztes wird hier noch die Strategie der Nutzung verschiedener Texte zu einem Thema erwähnt. Lernende erarbeiten sich mittels verschiedener Textausschnitte aus unterschiedlichen Texten ihren eigenen Text. Dabei können die Texte unterschiedliche inhaltliche Aspekte des Themas abdecken oder unterschiedliche Schwierigkeitsgrade aufweisen (Leisen, 2019).

Methoden-Werkzeuge für das Schreiben im Fachunterricht (siehe Tabelle 5) schaffen Schreibsituationen und unterstützen den Schreibprozess. Zu beachten ist, dass diese Methodenwerkzeuge nie ohne fachlichen Kontext eingesetzt werden sollten und somit dem Fachlernen und der Fachkommunikation nützlich sind. Die sprachliche Richtigkeit beim Schreiben kann mittels Methodenwerkzeugen gefördert werden, die zu einer strukturierten Bearbeitung beitragen: Wortliste, Worterklärungen, Wortfeld, Wortgeländer, Sprechblasen, Satzmuster, Lückentext, Worträtsel, Textpuzzle und Multiple Choice. Die sprachliche Komplexität kann gesteigert werden, wenn Lernende sprachlich komplexe Satzstrukturen verwenden: Satzbaukasten, Begriffsnetz und Mind-Map (Leisen, 2019).

Tabelle 5: Auswahl an Methodenwerkzeugen zur Unterstützung des Schreibprozesses nach Hepp et al., 2003; Leisen, 2019

Methoden-Werkzeug	Beschreibung
Wortliste	Eine Liste wichtiger Fachwörter, Verben etc. die zur Versprachlichung von z.B. Bild- oder Versuchsbeschreibungen genutzt werden können.
Worterklärungen	Eine Definition eines Begriffs, damit Lernende den Sinn hinter dem Fachwort verstehen.
Wortfeld	Ähnlich einer Wörterliste, allerdings sind Fachbegriffe und Wortverbindungen völlig ungeordnet.
Wortgeländer	Ein Grundgerüst von Wörtern zur Bildung von typischen Satzstrukturen, um z.B. eine Versuchsbeschreibung zu verfassen.
Sprechblasen	Ein Satz oder ein Wort in einer Sprechblase, um die Verbalisierung von nonverbalen und hoch abstrakten Darstellungsformen zu erleichtern.
Satzmuster	Eine Reihe von standardisierten, fachsprachlichen Phrasen, aus denen Lernende durch Austausch einzelner Wörter neue fachsprachliche Sätze bilden können.
Lückentext	Gezielte Lücken in einem Fachtext, die von den Lernenden ergänzt werden müssen.
Worträtsel	Sie können in unterschiedlichsten Varianten zur Übung der Fachsprache verwendet werden, z.B. Kreuzworträtsel, Silbenrätsel, Wortsuchrätsel, Verschlüsselungsrätsel, Zuordnungsrätsel, Wortpuzzle, ...
Textpuzzle	Lernende sollen mit ungeordneten Sätzen, Satzteilen oder einzelnen Fachbegriffen eine inhaltlich und sprachlich sinnvolle Reihenfolge zusammensetzen.
Satzbaukasten	Satzbaukästen sind ähnlich den Satzmustern, nur erlauben sie die Neuzusammensetzung ganzer Sätze.
Begriffsnetz	Neu erworbene Begriffe und deren Beziehungen werden in einer Netzstruktur bildhaft dargestellt.
Mind-Map	Ausgehend von einem zentralen Begriff werden Verästelungen von Begriffen, Stichworten, Assoziationen oder Bildern gebildet. Die einzelnen Verästelungen stellen dabei unterschiedliche Aspekte zu dem zentralen Begriff dar.

3.4. Scaffolding

Geprägt wurde der Begriff *Scaffolding* von Pauline Gibbons und bedeutet übersetzt *Gerüst*. Der Begriff ist eine wunderbare Metapher für sprachsensiblen Unterricht. Im alltäglichen Sinne ist ein Gerüst eine temporäre Konstruktion, die beim Bau eines Bauwerks zur Unterstützung der Arbeitenden aufgestellt wird. Nach Fertigstellung des Bauwerks kommt es zum Abbau des Gerüsts. Während der zeitlich begrenzten Bauphase ist das Gerüst ein vorübergehendes, aber unerlässliches Mittel, um das Bauwerk aufzubauen (Gibbons, 2002).

Im metaphorischen Sinne ist Scaffolding im Unterricht eine Form der zukunftsorientierten Unterstützung der Lernenden bei der Lösung von Aufgaben und bei der Aneignung von neuen Kompetenzen und neuem Wissen, mit dem Ziel, dass Lernende später ähnliche Aufgaben selbstständig lösen können (Gibbons, 2002).

Scaffolding im sprachsensiblen Unterricht basiert auf dem Grundgedanken, dass der Erst- und Zweitspracherwerb situationsbedingt ist, Sprache also in konkreten Situationen durch den Gebrauch gelernt wird (Emmermann & Fastenrath, 2018). Scaffolding als Unterstützung des Ausbaus von bildungs- und fachsprachlichen Kompetenzen beruht darauf, sprachliche und fachliche Lehrziele für den Unterricht geringfügig über dem aktuellen Kompetenzniveau der Lernenden festzulegen und die Kompetenzlücke zwischen dem aktuellen und dem angestrebten Niveau der Lernenden mittels vorübergehender Scaffolds (Gerüsten) zu schließen. Scaffolds können Zwischenschritte, Förder- und Übungsaufgaben oder Hilfsmittel sein (Beese et al., 2014; Emmermann & Fastenrath, 2018). Das Ziel ist, im Laufe des Unterrichts diese Scaffolds wieder abzubauen, sobald Lernende in ähnlichen (Sprach-)Situationen die (Sprach-)Handlung selbstständig ausführen können (Beese et al., 2014; Emmermann & Fastenrath, 2018).

Das Scaffolding kann in Makro-Scaffolding und Mikro-Scaffolding unterteilt werden (siehe Abb. 6), die auf unterschiedlichen Ebenen des Unterrichts geschehen. Das Makro-Scaffolding wird auf der Ebene der Unterrichtsplanung durchgeführt, das Mikro-Scaffolding auf der Ebene der Unterrichtsinteraktionen (Beese et al., 2014; Emmermann & Fastenrath, 2018).

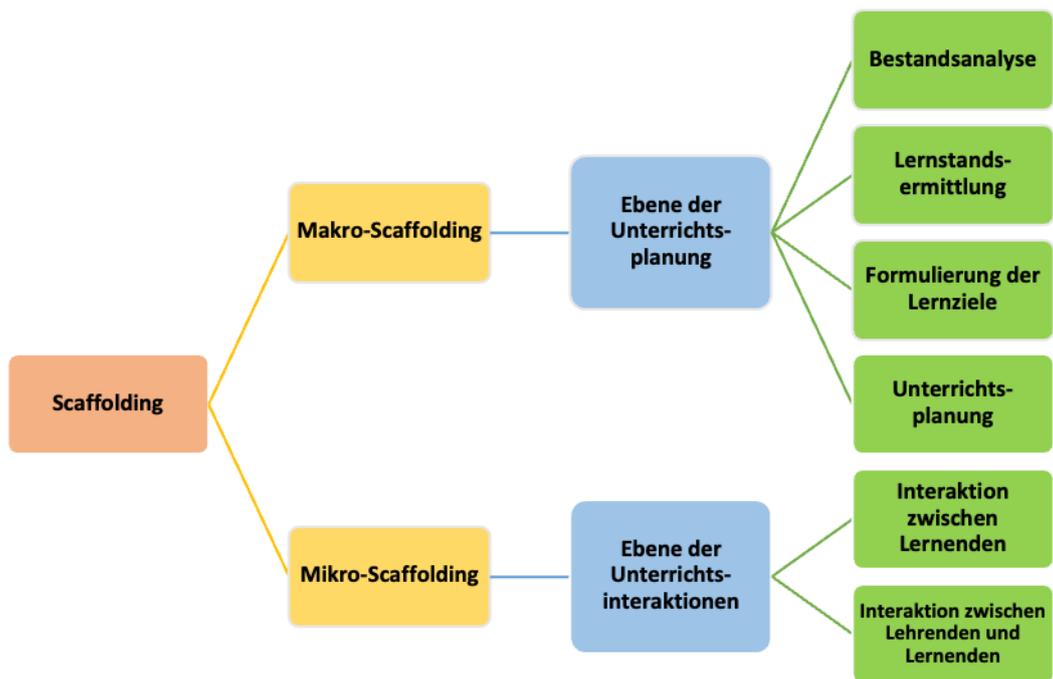


Abbildung 6: Struktur des Scaffolding nach Beese et al., 2014; Emmermann & Fastenrath, 2018

3.4.1. Makro-Scaffolding

Im sprachsensiblen Unterricht setzt Makro-Scaffolding bei der Planung von umfassenden, über einen längeren Zeitraum gehenden Unterrichtsblöcken an, um gezieltes sprachliches Lernen zu ermöglichen. Das Makro-Scaffolding setzt sich aus vier aufbauenden Teilschritten zusammen: Bedarfsanalyse, Lernstandermittlung, Lernzielformulierung und konkrete Unterrichtsplanung (Beese et al., 2014; Emmermann & Fastenrath, 2018).

Die Grundlage der Bedarfsanalyse bilden fachdidaktische Überlegungen zu den fachlichen Lehrzielen, den Fachinhalten und mit welchen Methoden und Medien diese erreicht bzw. erlernt werden können. Aufbauend darauf werden die sprachlichen Anforderungen an die Lernenden ermittelt. Es gilt zu klären, was Lernende lesen, schreiben, hören und präsentieren können müssen und welche Textsorten und Operatoren sie kennen und beherrschen müssen. Zum Einsatz kommende (Fach-)Texte und Aufgaben werden auf den sprachlichen Schwierigkeitsgrad sowie sprachliche Herausforderungen und deren Einfluss auf das fachliche Lernen analysiert (Beese et al., 2014). Zur Ermittlung des Lernstandes der Lernenden reicht es für die weitere Unterrichtsplanung meist aus, die Lernenden während des Unterrichts zu beobachten oder einen kleinen Eingangstest durchzuführen. Die ermittelten vorhandenen Kompetenzen der Lernenden werden dann mit den sprachlichen Anforderungen der fachlichen Unterrichtsplanung verglichen (Beese et al., 2014).

Auf die Analyse der sprachlichen Anforderungen des geplanten Unterrichtsblocks und der Ermittlung des aktuellen Lernstands der Lernenden folgt die Formulierung der sprachlichen Lehrziele. Dabei gilt es einige Aspekte zu beachten: Die Lehrziele sollten sich auf jene sprachlichen Anforderungen (Operatoren, Textsorten, Grammatik, Fachlexik etc.) beziehen, die für das Fach und die weitere Schullaufbahn der Lernenden von Bedeutung sind. In einem Unterrichtsblock sollten maximal drei sprachliche Anforderungen thematisiert werden, andernfalls würden die sprachbildenden Maßnahmen an Effektivität und Wirkung verlieren. Sollten weitere sprachliche Schwierigkeiten auftreten, müssen diese im Unterrichtsgespräch geklärt werden (Beese et al., 2014). Die Unterrichtsplanung sollte drei Kernpunkte enthalten: Im Unterricht müssen Möglichkeiten zum sprachlichen Lernen gegeben sein, Scaffolds müssen aufgebaut werden und sprachliches und fachliches Lernen müssen ineinander integriert werden. Lerngelegenheiten können durch vielfältige Methoden und Medien geschaffen werden, beispielsweise durch Texte, die bestimmte lexikalische oder grammatische Merkmale hervorheben. Die im Unterricht verwendete Sprache sollte einerseits bildungs- und fachsprachliche Aspekte beinhalten, um implizites Lernen durch wiederholende bildungs- und fachsprachliche Ausdrücke und deren bewusste oder unbewusste Nachahmung zu ermöglichen, andererseits aber die Lernenden nicht überfordern. Parallel dazu sollten die sprachlichen Anforderungen explizit erklärt und geübt werden (Beese et al., 2014). Der letzte wichtige Punkt in der Unterrichtsplanung ist die Verknüpfung von sprachlichem und fachlichem Lernen. Die Erweiterung der fachwissenschaftlichen Kompetenzen der Lernenden ist ein wesentliches Ziel des Fachunterrichts. Vor allem im Chemieunterricht erfordern viele Inhalte ein hohes Maß an Abstraktionsfähigkeit (Atommodell, Bindungsmodell, chemische Reaktionen etc.). Um die Lernenden aufgrund des hohen Abstraktionsgrades nicht zu überfordern, sollten Lernende konzeptionell mündlich durch alltägliche Erfahrungen und Beispiele in der Alltagssprache an komplexe Konzepte und die dazugehörige Fachsprache herangeführt werden, sodass sie zunächst die Inhalte verstehen, bevor sie sich mit den fachsprachlichen Aspekten des Themas auseinandersetzen, anstatt von vornherein mit zig neuen Fachbegriffen auf einmal konfrontiert zu werden (Beese et al., 2014). Ein Beispiel dieses Ansatzes ist es, mehrsprachig Lernende Verstehensprobleme in ihrer Erstsprache lösen zu lassen, indem sie diese mit anderen gleichsprachigen Lernenden klären. Die Einführung der fachsprachlichen Aspekte des Themas findet dann wieder auf Deutsch statt (Gogolin & Lange, 2011).

3.4.2. Mikro-Scaffolding

Mikro-Scaffolding setzt auf der Ebene der Unterrichtsinteraktionen an. Mündliche Kommunikation ist beim sprachlichen Lernen im Unterricht aufgrund ihrer hohen Spontanität ein wichtiger Aspekt, aber am schwierigsten zu planen. Eine gewisse Planbarkeit ist noch bei Interaktionssituationen durch Sozialformen wie Gruppenarbeiten und die Zeitdauer, die Unterrichtsgesprächen und kommunikationsintensiven Arbeitsphasen eingeräumt wird, vorhanden (Beese et al., 2014).

Eine häufig im Unterricht verwendete Gesprächsform ist der sogenannte fragend-entwickelnde Unterricht, in dem typische Unterrichtsgespräche in einem sich ständig wiederholenden Rhythmus aus Lehrenden-Fragen, einsilbigen Lernenden-Antworten und einer anschließenden Bewertung der Antwort durch die Lehrkraft ablaufen. Ein derartiger Zyklus kann sinnvoll sein, wenn über logische Denkprozesse gesprochen wird, aber sprachliche Lerngelegenheiten bieten sie keine. Sprachsensibler Unterricht sollte stattdessen Situationen schaffen, in denen Lernende vielfältige und dialogische Sprachmuster anwenden können (Gibbons, 2002).

Bei der Lösung von Aufgaben scheitern Lernende oftmals nicht an den fachlichen Anforderungen, Probleme bereiten ihnen die sprachlichen Anforderungen, vor allem wenn die Aufgaben kompakt und verdichtet (mit vielen Nominalisierungen, Komposita usw.) formuliert sind (Brandt & Gogolin, 2016). Für sprachschwache Lernende ist es oftmals eine große Herausforderung Aufgaben, die aus einer Reihe von aufeinanderfolgenden Schritten bestehen, zu verstehen (Gibbons, 2002). Daher gilt es herauszufinden, ob Lernende die Aufgaben fachlich nicht lösen können, oder ob sie die Aufgaben sprachlich nicht verstehen (Brandt & Gogolin, 2016). Eine Möglichkeit Lernende zu unterstützen ist, die Aufgaben auf unterschiedliche Arten und mit Gestiken und physischen Vorführung klar und präzise zu erklären. Nachdem die Lehrkraft den Lernenden die Aufgabe erklärt hat, kann sie z.B. Lernende bitten, das Gesagte noch einmal Schritt für Schritt in eigenen Worten zu erklären. Weiters hilft es Lernenden, wenn die einzelnen Schritte verschriftlicht werden, beispielsweise an der Tafel, auf Arbeitsblättern oder in Form von Aufgabenkärtchen. Eine schriftliche Versuchsanleitung kann durch eine mündliche Besprechung, mit Gestiken, Vorführungen und Einbringen von Fachbegriffen neben vertrauten Begriffen ergänzt werden, ohne die Sprache vereinfachen zu müssen (Gibbons, 2002).

Gruppenarbeiten können bei effektiver Umsetzung einen wichtigen Beitrag zur Förderung sprachlicher Kompetenzen leisten. Damit Gruppenarbeiten für die Sprachförderung einen Mehrwert haben, müssen die Aufgaben die Notwendigkeit aufweisen, miteinander zu sprechen, sonst ist die Kommunikationssituation unnatürlich. Eine Aufgabe sollte daher eine Art Informationslücke enthalten und dadurch eine Kommunikationssituation schaffen, in der die Lernenden unterschiedliche oder lückenhafte Informationen haben, sodass sie die Aufgabe nur durch Kommunikation untereinander lösen können. Bei der Durchführung von mehreren Versuchen in Stationenbetrieben bietet sich an, nicht jede Gruppe alle Versuche durchführen zu lassen, sodass am Ende des Stationenbetriebs jede Gruppe eine Informationslücke hat, die eine andere Gruppe schließen kann, wodurch ein echter Informationsaustausch möglich wird (Gibbons, 2002). Forscher:innen-Konferenzen und Gruppenpuzzles sind Methoden, die eine zuvor beschriebene Informationslücke innerhalb der Klasse schaffen. Lernende erarbeiten sich in ihren Forscher:innenteams (Kleingruppen) einen Aspekt des Unterrichtsthemas. Anschließend „reisen“ die Forschenden zur Forscher:innen-Konferenz, die aus je einem Mitglied eines jeden Forscher:innenteams besteht. Die Forschenden präsentieren während der Konferenz ihre Forschungsergebnisse und beantworten Fragen ihrer Kolleg:innen. Die wichtigsten Ergebnisse aus den Berichten der einzelnen Forscher:innenteams werden in Form von Konferenzprotokollen zusammengefasst (Fischer, 2020; Gibbons, 2002).

Um alle Lernenden in die Gruppenarbeit zu integrieren, gibt es zwei Möglichkeiten: Erstens kann die Organisation der Gruppenarbeit so strukturiert sein, dass nicht alle Gruppenmitglieder die gleichen Informationen haben (siehe Forscher:innen-Konferenz), sodass alle mitarbeiten müssen, um die Aufgabe lösen zu können. Zweitens kann man den einzelnen Lernenden einer Gruppe unterschiedliche Rollen zuteilen. Im Chemieunterricht bieten sich Rollen wie Laborant:innen, Gruppenleiter:innen, Protokollführer:innen etc. an. Die Rollenverteilung überträgt allen Lernenden eine gewisse Verantwortung für die Gruppenarbeit (Gibbons, 2002).

Zur Zeiteinteilung sollte neben der Dauer der Aufgabe auch genügend Zeit für Erklärungen und Zusammenfassungen eingeplant werden. Haben Lernende zu viel Zeit für eine Aufgabenstellung, werden sie die Zeit vergeuden, ihnen wird langweilig, sie verlieren die Konzentration, fangen an andere zu stören, oder alles zusammen. Haben Lernende nicht

ausreichend Zeit, können sie weder effektiv lernen noch die Aufgabe vollständig und angemessen lösen (Gibbons, 2002).

Ein wichtiger Teil der Kommunikation im Unterricht sind Unterrichtsgespräche. Zuvor wurde schon erwähnt, dass Unterrichtsgespräche oft nach einem gewissen Rhythmus ablaufen, der den Lernenden wenig Sprechmöglichkeiten bietet, während der Sprechanteil der Lehrperson sehr hoch ist. Auch Unterrichtsgespräche zwischen Lehrkräften und Lernenden können auf eine Weise verändert werden, sodass die Verteilung der Sprechanteile ausgeglichener wird.

Die Lehrperson sollte den Lernenden Scaffolds anbieten, indem sie das Gesagte klarstellt, hinterfragt und Sprachmodelle für die Sprecher:innen bereitstellt (Gibbons, 2002). Ein Unterrichtsgespräch wird durch die Lehrperson initiiert, indem sie eine offene Frage stellt. Diese Frage muss so formuliert sein, dass sie keine vorgefertigte Antwort ermöglicht. In den meisten Fällen kennt die Lehrperson die Antwort auf die Frage bereits, sie lässt jedoch die Lernenden selbst entscheiden, wie sie die Antwort gestalten, was den Einstieg in das Gespräch für die Lernenden erleichtert. Im weiteren Verlauf des Gesprächs sollte die Lehrperson ein Gerüst für jene sprachlichen Elemente anbieten, die für die Zuhörer:innen verdeutlicht werden müssen, beispielsweise die Handlung, die beschrieben und die Gegenstände, auf die Bezug genommen wird (Gibbons, 2002).

Die Aussagen der Lernenden sollten nicht sofort von der Lehrperson umformuliert werden, vielmehr sollte den Sprecher:innen etwas Zeit und die Möglichkeit gegeben werden, das zu erklären, was sie zu erklären versuchen, Wendungen und Umformulierungen durch die Lernenden sollte zugelassen werden. Durch das Verlangsamen des Gesprächs gewinnen Lernende Zeit, um nachzudenken, was und wie sie etwas sagen können. Eine einfache Strategie kann sein, die Lernenden zu bitten zu erklären, was sie mit dem Gesagten meinen, anstatt selbst umzuformulieren. Durch längeres Warten nach dem Stellen einer Frage erhalten die Lernenden ebenfalls mehr Zeit zum Nachdenken und Ausformulieren von Antworten. Steht man als Lehrperson vorne vor einer Klasse und stellt den Lernenden eine Frage, fühlt es sich oft wie Minuten an, bis man nach den Antworten fragt, meist sind es aber nur wenige Sekunden, die den Lernenden nicht genügend Zeit zum Nachdenken geben. Die Erhöhung dieser Wartezeit kann einen großen Unterschied machen, wie Lernende auf Fragen antworten. Zum Abschluss des Kapitels soll noch erwähnt werden, dass Lehrende nicht auf die in ihren Vorstellungen richtig formulierte Antwort warten sollten. Stattdessen sollten Lehrpersonen genau zuhören und auf die Bedeutung des Gesagten reagieren (Gibbons, 2002).

B: Materialgestaltung

In diesem Teil der Masterarbeit werden zunächst das Rohmaterial und anschließend die für die Erprobung weiterentwickelten Lernmaterialien inklusive der festgelegten Lehrziele und Kompetenzen sowie deren Einbettung in den Unterricht vorgestellt und die didaktische Rekonstruktion für das Erprobungsmaterial dargestellt.

4. Vorstellung des Rohmaterials aus dem Erasmus+ Projekt sensiMINT

Das zur Verfügung gestellte Rohmaterial zum Thema Leitfähigkeit fester Salze, Salzlösungen und Salzschnmelzen für die 8 Schulstufe stammt vom Erasmus+ Projekt sensiMINT (*Erasmus+ Projekt sensiMINT*, 2023; Lembens et al., 2022). Es bestand aus einer tabellarischen Unterrichtsplanung, einer Sammlung an bereits vorhandenen Aufgabenstellungen und Hilfsmaterial (Infokästchen, Wörkertabelle usw.) sowie Ideen zu weiteren Aufgaben und Hilfsmitteln, die in ein Stundenkonzept eingebettet waren. Die tabellarische Unterrichtsplanung enthielt bereits Stichworte zum Thema, zur Sprachsensibilität, zu den Lehrzielen sowie den Geräten, Materialien und zur Gliederung in die Unterrichtsphasen. Das Rohmaterial war für drei Unterrichtsstunden zu je 45 Minuten angedacht. Weiters enthielt die Planung stichwortartig für jede Phase die Art von Sprachgebrauch, Ideen für das Thema der Phase, die Unterrichtsmethode, die Sozialform und Medien. Weiters dabei waren erste Entwürfe für die Infokästen, wobei jene zu trennbaren Verben, zur Lüsterklemme und zu Salz und Salze ausformuliert waren. Das Stundenkonzept sah wie folgt aus:

Als Einstieg in die erste Unterrichtsstunde sollten die Lernenden als Alltagsbeispiel Abbildungen und einen kurzen Text zu Isolatoren an Stromleitungen erhalten. In diesem Text wird die Funktion von Isolatoren erklärt. Weiters wird erklärt, dass Isolatoren aus dem Material Porzellan bestünden, das zur Stoffgruppe der Salze gehört. Die Lernenden werden darauf hingewiesen, dass Salze eine Eigenschaft haben, die man sich hier zunutze macht. Nun sollten die Lernenden Vermutungen zur gesuchten Eigenschaft aufstellen.

Anschließend erhalten Lernende eine Versuchsabbildung zur Leitfähigkeit fester Salze. Die Schreibstrategie dazu lautet *Darstellungsform vertexten*. Die Lernenden planen in Gruppen mit Hilfe einer Wörterliste aus Nomen und Verben eine Versuchsbeschreibung. Verschriftlicht wird die Versuchsbeschreibung dann von allen Schüler:innen individuell. Danach werden die Texte in der Gruppe ausgetauscht und anhand von Leitfragen wird Feedback gegeben. Als Sicherung erhalten die Lernenden dann einen Fehlersuchtext über den durchgeführten

Versuch, in dem inhaltliche Fehler vorkommen. Diese Fehler müssen die Lernenden finden, anstreichen und korrigieren. Anhand der korrigierten Version sollen sie dann den Versuch aufbauen, durchführen und festhalten was passiert. Zum Schluss werden die Ergebnisse noch besprochen.

Die nächste Unterrichtsstunde behandelt die übergeordnete Frage *Warum leitet das feste Salz nicht?* Dazu erhalten die Lernenden einen Lesetext und Aufgaben zur Bearbeitung des Lesetexts. Zunächst werden bei einer Vorentlastung Überlegungen zum Inhalt des Textes angestellt, indem die Abbildungen betrachtet werden. Anschließend wird der Text überflogen, um die Vermutung zu überprüfen, dann wird der Text aufmerksam gelesen. Danach sollen die Lernenden Lücken in einem Text und bei Grafiken ergänzen. Als Sicherung werden nun die Ergebnisse des Versuchs der letzten Stunde und die gewonnen Informationen aus dem Lesetext dazu genutzt um die Frage *Warum leitet das feste Salz nicht?* in einer Think-Pair-Share Reihenfolge zu beantworten. Zum Schluss werden alle Ergebnisse im Klassenplenum besprochen.

In der dritten Stunde wird die Frage *Wie leitet Salz den Strom?* besprochen. Dazu müssen die Lernenden zunächst auf einem Arbeitsblatt in einer Abbildung dargestellte Versuchsmaterialien zum Versuch der Leitfähigkeit eines festen Salzes beschriften. Anschließend sollen die Lernenden die Salzschnmelze und die Salzlösung auf der Teilchenebene skizzieren und ihr Ergebnis mit einer von der Lehrperson zur Verfügung gestellten Lösung korrigieren. Danach sollen die Lernenden wieder elf inhaltliche Fachfehler in einem Fehlersuchtext erkennen und korrigieren. Dieser Fehlertext enthält die Informationen zur Beantwortung der übergeordneten Frage der Unterrichtsstunde. Abschließend führt die Lehrperson die Demonstrationsversuche Leitfähigkeit von Salzschnmelzen und Salzlösungen vor der Klasse durch.

5. Lehrziele und Kompetenzen

Das Material dient zur Erarbeitung der Leitfähigkeit fester Salze, Salzlösungen und Salzschnmelzen. Geplant wurden zwei Unterrichtseinheiten zu je 45 Minuten (da am Anfang des Unterrichts immer administrative Aufgaben anfallen). Die erste Einheit behandelt das Thema auf der makroskopischen Ebene (Stoffebene). Die Lernenden erfahren, dass festes Salz keinen elektrischen Strom leitet, Salzlösungen jedoch schon. In der zweiten Einheit beschäftigen sich die Lernenden mit der Erklärung des Phänomens, indem sie den Aufbau von festen Salzen, Salzlösungen und Salzschnmelzen auf der submikroskopischen Ebene (Teilchenebene) betrachten. Dadurch sollen sie Rückschlüsse auf den Zusammenhang zwischen der Struktur von festem Salz, Salzlösungen sowie Salzschnmelzen und dem Phänomen ziehen.

Für jede Unterrichtseinheit wurden drei Lehrziele sowie sprachliche und fachliche Ziele verfasst und Kompetenzen laut Kompetenzmodell ausgearbeitet. Grundsätzlich sind Lehrziele werden von der Lehrperson verschriftlichte Vorstellungen von Verhaltensänderungen, die bei Lernenden durch den Unterricht erzielt werden sollen (Baisch et al., 2019; Meyer, 2009). Lehrziele enthalten einen Inhaltsaspekt, der angibt, was Lernende inhaltlich wissen sollen. Zusätzlich enthalten Lehrziele einen durch Operatoren formulierten Handlungsaspekt, der angibt, wie dieses inhaltliche Wissen angeeignet wird (Baisch et al., 2019).

Die *Lehrziele* der ersten Einheiten lauten:

- Lernende planen und verfassen in Zweier- oder Dreiergruppen eine Versuchsbeschreibung anhand einer Abbildung mit sprachlichen Hilfsmitteln zum Thema Leitfähigkeit eines festen Salzes oder Leitfähigkeit einer Salzlösung.
- Lernende führen in Zweier- oder Dreiergruppen den beschriebenen Versuch anhand der Versuchsanleitung einer anderen Gruppe durch.
- Lernende geben zur Versuchsanleitung kriteriengeleitetes Peer-Feedback.

Die *Lehrziele* der zweiten Einheiten lauten:

- Lernende stellen Anhand einer Abbildung Vermutungen zu einem Fachtext auf.
- Lernende bearbeiten einen Fachtext anhand von sechs Leseschritten.

- Lernende skizzieren den Aufbau eines festen Salzes, einer Salzlösung und einer Salzschnmelze auf Teilchenebene anhand der aus dem Fachtext gewonnenen Informationen.

Die *sprachlichen Ziele* der beiden Einheiten lauten:

- Lernende verbalisieren in Zweier- oder Dreiergruppen eine Versuchsabbildung unter Verwendung chemischer Fachsprache anhand sprachlicher Hilfsmittel mit Nomen, Verben und Satzbaustücken (produktiver Sprachgebrauch).
- Lernende verschriftlichen eine verbale Versuchsanleitung unter Verwendung der chemischen Fachsprache anhand sprachlicher Hilfsmittel mit Nomen, Verben und Satzbaustücken (produktiver Sprachgebrauch).
- Lernende lesen einen Fachtext anhand von sechs Leseschritten (rezeptiver Sprachgebrauch).

Das *fachliche Ziel* der beiden Einheiten lautet:

Lernende sollen anhand der Leitfähigkeit als messbares Phänomen an den Aufbau von Salzen herangeführt werden. Dabei stellen die Lernenden fest, dass feste Salze keinen elektrischen Strom leiten, Salzlösungen jedoch schon. Auf der Teilchenebene erfahren sie, dass die Struktur fester Salze ein Ionengitter ist, in dem Ionen unbeweglich sind und kein Stromfluss möglich ist. Durch Lösen von Salzen in Wasser lösen sich Ionen aus dem Ionengitter, freie Bewegung ist möglich, sodass Salzlösungen leitfähig sind. Bei der Salzschnmelze wird Energie zugeführt, sodass Ionen das Ionengitter verlassen, somit frei beweglich sind und ein Stromfluss möglich wird (Riedel, 2004; Riedel & Meyer, 2013).

Das Kompetenzmodell (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011) wurde in Kapitel 2.1. bereits vorgestellt. Die Kompetenzen, die Lernende in den beiden Unterrichtseinheiten erwerben bzw. üben sollen, wurden präzisiert.

Aus dem Bereich *Erkenntnisse gewinnen* werden folgende Kompetenzen erworben:

- Lernende können in Zweier- oder Dreiergruppen einen Versuch zur Leitfähigkeit von festen Salzen bzw. Salzlösungen durchführen (siehe Kompetenzmodell – E1).
- Lernende können zur Leitfähigkeit von festen Salzen und Salzlösungen eine Vermutung aufstellen (siehe Kompetenzmodell – E2).
- Lernende können die Ergebnisse ihres Versuches in Bezug auf die Leitfähigkeit von festen Salzen und Salzlösungen interpretieren (siehe Kompetenzmodell – E4).

Aus dem Bereich *Wissen organisieren* werden folgende Kompetenzen erworben:

- Lernende können den Aufbau des Ionengitters auf der Teilchenebene beschreiben (siehe Kompetenzmodell – W1).
- Lernende können aus einem Fachtext spezifische Informationen zum Aufbau eines einfachen Ionengitters entnehmen (siehe Kompetenzmodell – W2).
- Lernende können aus einem Fachtext spezifische Informationen zur Struktur einer Salzlösung und einer Salzschnmelze auf der Teilchenebene entnehmen (siehe Kompetenzmodell – W2).
- Lernende können festes Salz, Salzlösung und Salzschnmelze auf der Teilchenebene skizzieren (siehe Kompetenzmodell – W3).

Das Anforderungsniveau ist eine Teildimension des Kompetenzmodells, welche beschreibt, wie stark angeleitet der Kompetenzerwerb stattfindet (BMBWF, 2023b; Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011). Die erste Einheit kombiniert reproduzierendes und selbstständiges Arbeiten und entspricht daher dem Anforderungsniveau zwei. Die zweite Einheit umfasst hauptsächlich reproduzierendes Handeln und entspricht daher dem Anforderungsniveau eins.

6. Einbettung in den Unterricht

Das Unterrichtsmaterial zum Thema Leitfähigkeit von festen Salzen, Salzlösungen und Salzschnmelzen kann sowohl im Chemieunterricht als auch Physikunterricht eingesetzt werden. Zur Durchführung der Versuche ist ein Chemiesaal von Vorteil, sie können aber auch ohne Probleme in einem Klassenzimmer durchgeführt werden. Das übergeordnete Thema des Materials ist das Ionenbindungsmodell, das im derzeit noch gültigen Lehrplan in die Inhaltsdimension Aufbauprinzipien der Materie (C1) fällt. Diese Inhaltsdimension umfasst die Bereiche „Einsicht in ein altersgemäßes Teilchen- bzw. Atommodell“, „Erkennen der chemischen Bindung als Ursache für die Vielfalt der Stoffe“ sowie „Erwerb von Basiswissen über die Strukturen ausgewählter anorganischer und organischer Stoffe und einfachster Struktur-Wirkungs-Beziehungen“ (BMBWF, 2023a, S. 99). Im neuen Lehrplan, der ab 2025 in der 7. Schulstufe bzw. ab 2026 in der 8. Schulstufe gültig sein wird, ist das Thema im Basiskonzept Struktur-Eigenschafts-Beziehungen angesiedelt. Inhaltlich ist das Thema in den Anwendungsbereichen „Aggregatzustände und Eigenschaften von Stoffen“, „Bindungsmodelle, Strukturen und Wechselwirkungen“, „Planen, Durchführen, Beobachten, Erfassen, Auswerten und Dokumentieren von Untersuchungen“ sowie „Bedeutung der Chemie für Alltag, Wirtschaft, Gesundheit und Umwelt sowie die damit verbundene Verantwortung für eine nachhaltige Zukunft“ (BMBWF, 2023b, S. 101/102) aufzufinden.

Im Unterrichtsfach Physik fällt das Thema der Unterrichtseinheit in die Inhaltsdimension Elektrizität und Magnetismus (P2) und umfasst die für das Unterrichtsthema grundlegenden Bereiche „grundlegende physikalische Begriffe und Größen (elektrisch geladene Teilchen, Spannung, Stromstärke, Widerstand, Gleichstrom, Wechselstrom)“ und „Erklärungen für elektrische Erscheinungen in Natur und Technik“ (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011, S. 5). Im neuen Lehrplan ist das Thema im Kompetenzbereich Elektrizität und Magnetismus angesiedelt. Inhaltlich ist das Thema in den Anwendungsbereichen „Einfacher Stromkreis: Stromstärke, Spannung, Widerstand, Wirkungen des elektrischen Stroms, Gefahren und Schutzmaßnahmen“, „Modellvorstellungen (z.B: Teilchenmodelle, Eisen-Magnet-Modell für den Magnetismus, Elektronengasmodell für den Stromkreis)“ (BMBWF, 2023b, S. 108/109) angesiedelt.

Ein Alltagsbezug zu dem Thema kann über isolierende Stoffe, Isolatoren im Haus, bei der Bahn oder an Strommasten, Stromausfälle, Kurzschlüsse oder Stromschläge in der Badewanne

hergestellt werden. Zur Bearbeitung des Materials brauchen Lernende Vorwissen zu elektrischem Strom, also dem gerichteten Transport von elektrischen Ladungsträgern. Dazu müssen Lernende wissen, dass sowohl Elektronen als auch Ionen elektrische Ladungsträger sind. In diesem Zusammenhang müssen Lernende auch wissen, dass es negativ und positiv geladene Ionen (Anionen und Kationen) gibt. Den Lernenden sollte bekannt sein, dass elektrischer Strom nur in einem geschlossenen System fließen kann (Stromfluss).

7. Didaktische Rekonstruktion der weiterentwickelten Einheit

Die didaktische Rekonstruktion ist ein Modell, das die fachliche Vermittlung von Wissen mit den zu unterrichtenden Lernenden in Einklang zu bringen versucht. Sie setzt sich aus der fachlichen Klärung, der Erfassung der Lernendenperspektiven und der didaktischen Strukturierung zusammen und verknüpft diese (siehe Abb. 7). Eine Betrachtung des einen Bereichs kann nicht ohne Rücksichtnahme auf die beiden andere Bereiche stattfinden (Kattmann, 2007).

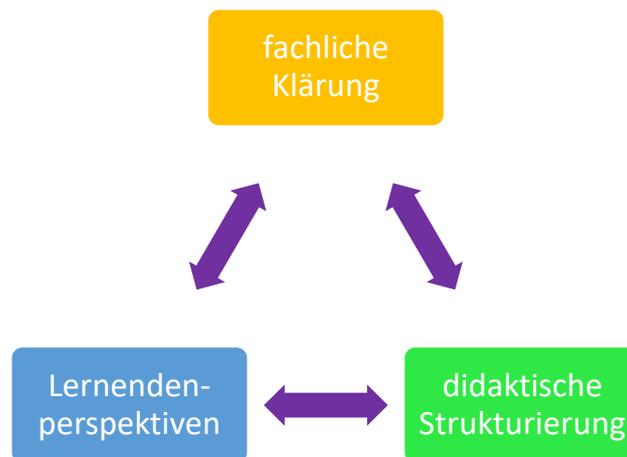


Abbildung 7: Schema der didaktischen Rekonstruktion nach Kattmann, 2007, S. 94

7.1. Fachliche Klärung der Ionenbindung

Eine Ionenbindung kann zwischen metallischen und nichtmetallischen elementaren Teilchen auftreten. Ein typisches Beispiel ist das Natriumchlorid (Na^+Cl^-), ein Salz, welches aus Natriumionen (Na^+) und Chloridionen (Cl^-) besteht. Bei der Bildung von Ionen kommt es zu einem Elektronenübertrag von einem nicht geladenen Metallatom auf ein nicht geladenes Nichtmetallatom, wodurch elektrisch geladene Ionen entstehen (Riedel & Meyer, 2013). Die positiv geladenen Ionen werden als Kationen und die negativ geladenen Ionen als Anionen bezeichnet. Aufgrund der veränderten Elektronenkonfiguration weisen Ionen andere Eigenschaften als die neutralen Atome auf. Beispielsweise sind Natrium- (Na^+) und Chlorid- (Cl^-)- Ionen wesentlich reaktionsträger als Natrium- und Chloratome (Riedel & Meyer, 2013). Damit eine Ionenbindung auftreten kann, dürfen die Ionisierungsenergie der Kationen und die Elektronenaffinität der Anionen nicht zu viel Energie benötigen. Daher gelten für die Ionenbindung zwei Bedingungen: Atome des einen Elements müssen ohne großen energetischen Aufwand ein oder zwei Elektronen abgeben können und Atome des anderen Elements müssen ohne großen energetischen Aufwand Elektronen aufnehmen können. Diese

Bedingungen führen dazu, dass hauptsächlich die reaktivsten Metalle der ersten, zweiten und zum Teil der 13. Gruppe sowie einige wenige niedrige Oxidationsstufen von Übergangsmetallen mit Nichtmetallen der 16. und 17. Gruppe (und Stickstoff) des Periodensystems reagieren (Huheey et al., 2014).

Aufgrund der entgegengesetzten Ladungen ziehen sich Kationen und Anionen gegenseitig an. Diese Anziehungskraft zwischen zwei elektrischen Ladungsträgern wird mittels des Coulomb'schen Gesetzes beschrieben (Riedel & Meyer, 2013). Sie lautet für ein Ionenpaar:

$$F = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{z_K e z_A e}{r^2}$$

Dabei steht ϵ_0 für die elektrische Feldkonstante, z_K und z_A sind die Ladungszahlen der Kationen und Anionen und e ist die Elementarladung (Riedel & Meyer, 2013). Die elektrostatische Anziehungskraft ist eine ungerichtete Kraft, die in alle Richtungen eines Raums wirksam ist. Aus diesem Grund ordnen sich Kationen symmetrisch um möglichst viele Anionen an, weshalb auch ein Ionenkristall entsteht, in dem sich die Ionen in einem regelmäßigen Ionengitter anordnen (Riedel & Meyer, 2013).

Die Gitterenergie einer Ionenverbindung ist jene Energie, die bei der Bildung von Ionenkristallen durch Annäherung entgegengesetzt geladener Teilchen freigesetzt wird (Huheey et al., 2014). Nähern sich zwei Ionen an, wird eine Coulomb Energie frei. Da die Ionen aber entgegengesetzt geladen sind, muss den Ionen eine Abstoßungsenergie zugeführt werden. Die Coulomb Energie überwiegt bei großen Ionenabständen, während die Abstoßungsenergie bei kleinen Ionenabständen überwiegt. Die Gesamtenergie durchläuft ein Minimum, bei dem ein Gleichgewicht zwischen Coulomb Energie und Abstoßungsenergie entsteht. Die Größe der Gitterenergie gibt an, wie stark eine Ionenbindung im Ionenkristall ist (Riedel & Meyer, 2013).

Im Gegensatz zu Metallen, deren elektrische Leitfähigkeit auf der freien Beweglichkeit der Valenzelektronen im Metallgitter basiert (Elektronengas), beruht die elektrische Leitfähigkeit von Ionenverbindungen auf der freien Beweglichkeit von Ionen. Der Unterschied liegt im Ladungsträger (Riedel, 2004).

Ionische Festkörper haben eine sehr geringe bis keine elektrische Leitfähigkeit, da die Ionen, also die potenziellen Ladungsträger, nur sehr eingeschränkt beweglich sind. Bei sehr hohen Temperaturen kann auch in ionischen Festkörpern Ionenleitung durch Wanderung im

Ionenkristall erfolgen. Bei den meisten Ionen können die für eine nennenswerte Leitfähigkeit benötigten hohen Defektkonzentrationen und die notwendige thermische Energie nur durch sehr hohe Temperaturen erreicht werden (Riedel, 2004). Bei Salzschnmelzen ist die zugeführte thermische Energie so hoch, dass Ionen ihren Platz im Ionengitter verlassen und somit frei beweglich sind, wodurch elektrischer Stromfluss möglich wird. Hydrophile Verbindungen lösen sich in Wasser unter der Bildung von frei beweglichen Ionen. Diese Lösungen können aufgrund der Anwesenheit von elektrischen Trägern, den Ionen, elektrischen Strom leiten. Im Ionenkristall liegen die Ionen in einer bestimmten symmetrischen Anordnung vor und sind unbeweglich. Bei der Hydratation verlassen Ionen ihren Platz im Ionengitter und werden von einer Hülle aus Wassermolekülen umgeben, da zwischen den Ladungen der Ionen und den Dipolen der Wassermoleküle elektrostatische Anziehungskräfte auftreten, das Ion ist dann hydriert. Die beim Hydratationsprozess freiwerdende Energie muss die Gitterenergie überwinden (Huheey et al., 2014; Riedel, 2004). Die Leitfähigkeit von Elektrolytlösungen wird durch die freie Beweglichkeit der Ionen in der Lösung bedingt (Riedel, 2004).

7.2. Lernendenvorstellungen

Lernende nehmen Phänomene wahr und interpretieren diese anhand ihrer bisherigen Alltagserfahrungen und ihres bisherigen Vorwissens. Alltagserfahrungen, Vorwissen und Medien sind ausschlaggebende Aspekte für die Entwicklung von Präkonzepten. Dabei handelt es sich um „vorwissenschaftliche“ Vorstellungen, die Lernende vor dem Unterricht aus ihren Alltagserfahrungen und Beobachtungen entwickeln und in den Unterricht mitbringen (Feige et al., 2017). Bieten diese Präkonzepte den Lernenden ausreichende Erklärungsmöglichkeiten für wiederkehrende, alltägliche Phänomene, so haben Lernende keinen Grund diese Vorstellungen zu ändern. Fehlkonzepte hingegen sind jene Vorstellungen, die von naturwissenschaftlich anerkannten Konzepten abweichen und dadurch zu Problemen beim Lernen führen können (Feige et al., 2017). Diese Fehlkonzepte sind oft „hausgemacht“; sie entstehen während des Fachunterrichts oder durch Unterrichtsmaterialien, die fachlich nicht korrekt oder unklar formuliert sind. Dies kann vor allem dann passieren, wenn Lehrinhalte äußerst komplex sind und für den Schulunterricht auf ein angemessenes Niveau reduziert werden müssen, was teilweise nicht komplett widerspruchsfrei geschehen kann (Barke, 2006). Während Atome und Moleküle im Chemieunterricht recht früh eingeführt und in den Wortschatz integriert werden, werden Ionen später eingeführt und nicht als kleinste Teilchen von Salzen, sondern in Verbindung mit der Ionenbindung assoziiert (Barke, 2006). Eine häufig

vorkommende Lernendenvorstellung ist die Anwesenheit von NaCl- bzw.- Salz-Molekülen im Ionengitter, die durch das „Neutralwerden der Ionen“ (Barke, 2006, S. 105) beim Kristallisieren entstehen. Der Feststoff besteht in dieser Vorstellung somit aus Molekülen, die erst beim Lösen des Salzes zu Ionen werden (Barke, 2006; Hilbing & Barke, 2004). In diesem Zusammenhang gehen einige Lernende davon aus, dass „die Anzahl der Bindungspartner pro „Ionenpaar“ mit der Oktettregel begründet“ werden kann (Hilbing & Barke, 2004, S. 116). So kann ein Calcium-Atom an zwei Brom-Atome binden, um die Oktettregel zu erfüllen, während ein Kalium-Atom nur ein Brom-Atom binden kann (Hilbing & Barke, 2004).

Lernende haben viele Ansätze die Ionenbindung zu erklären, die Elektrostatik ist selten einer davon. Stattdessen versuchen Lernende die Ionenbindung mittels Elektronentransfers zu erklären; sie differenzieren nicht zwischen Ionenbildung und Ionenbindung, sondern setzen sie gleich (Barke, 2006). Lernendenvorstellungen zur elektrischen Leitfähigkeit werden über die Ionenbindung durch Elektronentransfer beschrieben (Barke, 2006). Im Ionengitter gehen Lernende von der Bindung exakt zweier gegengeladener Ionen aus. Lernende im Chemieanfängsunterricht tendieren dazu, ihre Vorstellungen direkt auf Objekte zu beziehen, sodass sie „Phänomene konkret-bildhaft und in magisch-animistischer Sprechweise umschreiben“ (Barke, 2006, S. 36). Durch Animismen werden Moleküle, Stoffe und Objekte personifiziert, indem ihnen Wünsche oder ein Wille zugeschrieben werden (Barke, 2006).

Weiters tendieren Lernende dazu, Ionen in Form von Struktursymbolen der Moleküle mit Bindestrichen anzuschreiben und bei ihren Erklärungen mit Metall- und Nichtmetall-Atomen zu argumentieren (Barke, 2006).

7.3. Didaktische Strukturierung der Ausgangsmaterialien der Erprobung

Im folgenden Unterkapitel werden die von mir weiterentwickelten Ausgangsmaterialien für die Erprobung vorgestellt und beschrieben. Die Ausgangsmaterialien der Erprobung wurden aus den zuvor beschriebenen Rohmaterialien des Erasmus+ Projekts sensiMINT weiterentwickelt. Wie in Kapitel 4 beschrieben bestand das Rohmaterial aus einer Sammlung an potenziellen Aufgaben und Hilfsstellungen sowie einer stichwortartigen Unterrichtsplanung. Das Material wurde von mir intensiv gesichtet und anschließend anhand der in der Literaturstudie gewonnenen Informationen auf eine zweistündige Einheit gekürzt, Aufgaben wurden verändert, gekürzt und umformuliert um ein einheitliches Schema zu erhalten. Die Kürzung von drei auf zwei Stunden erschien mir nach Gesprächen mit mehreren

Kolleg:innen sinnvoll, da alle der Meinung waren, dass sie keine drei Unterrichtsstunden für das Thema hergeben wollen würden.

Die Abbildungen der Teilchenstrukturen von Natriumchlorid sowie die Abbildungen der Versuchsaufbauten stammen aus den Rohmaterialien des Erasmus+ Projekts *sensiMINT* (*Erasmus+ Projekt sensiMINT*, 2023). Alle weiteren Abbildungen sind lizenzfrei und stammen von der Homepage *Pixabay*.

Die Unterrichtsplanung (siehe Anhang S. 140 ff.) basiert auf dem Grundprinzip des 5E-Modells (Bybee, 2015; Hofer et al., 2016). Dabei handelt es sich um eine Unterrichtskonzept, welches das forschende Lernen unterstützt. Bei dem 5E-Modell gibt es fünf Unterrichtsphasen (Engage-, Explore-, Explain-, Extend- und Evaluate-Phase). Zu Beginn, in der Engage-Phase, sollen Interesse und Aufmerksamkeit der Lernenden geweckt werden, Fragen aufgeworfen sowie die Lernendenvorstellungen zu einem Phänomen aufgezeigt werden. In der Explore-Phase suchen Lernende Erklärungen, indem sie Ideen diskutieren, Phänomene untersuchen, experimentieren etc. In der darauffolgenden Phase, der Explain-Phase, werden die Ergebnisse der Lernenden vorgestellt und diskutiert, Fragen werden mit Fachbegriffen beantwortet. In der Extend-Phase findet eine Übertragung des neu gewonnenen Wissens und der neu gewonnenen Fähigkeiten auf ähnliche, aber neue Aufgabenstellungen und Probleme, die die Schüler:innen fordern, statt. Die fünfte Phase, die Evaluate-Phase, begleitet jede der zuvor vorgestellten Phasen. Die Lernenden und Lehrende geben Feedback und bewerten ihr neu gewonnenes Wissen und ihre neu gewonnenen Fähigkeiten (Bybee, 2015).

Als Einführung in das neue Unterrichtsthema werden die Lernenden mit einem Phänomen bekannt gemacht, zu dem sie Vermutungen aufstellen, Versuche durchführen und nach Erklärungen suchen. Anschließend werden die Ergebnisse präsentiert und das Phänomen erklärt.

Das Unterrichtsmaterial beginnt mit einer von mir eingefügten Auflistung von Comic-Figuren, die eine Visualisierungshilfe zu den Operatoren darstellen. Diese führen eine Handlung aus, die die Lernenden bei einer bestimmten Aufgabe durchführen sollen (siehe Abb. 8).

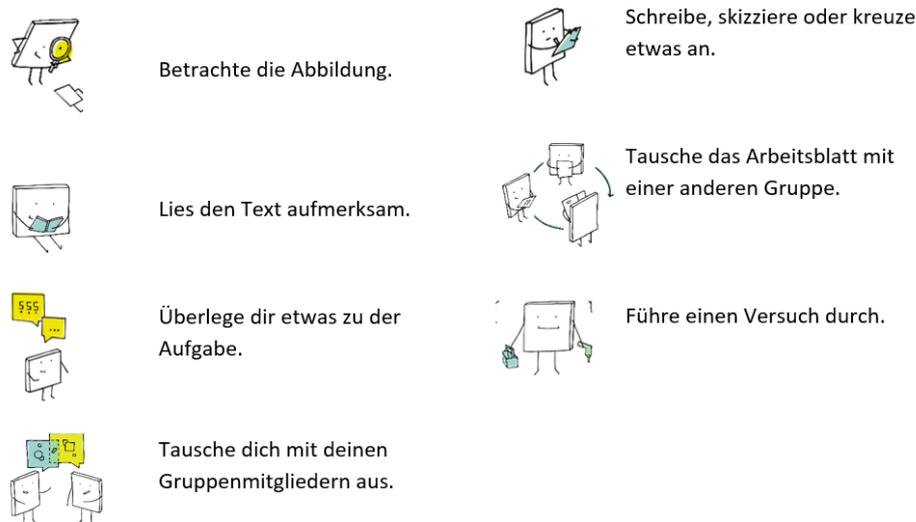


Abbildung 8: Visualisierungshilfe mittels Comic-Figuren

Die Visualisierung der Operatoren soll den Lernenden beim Verstehen der Aufgabenstellungen (Textrezeption) unterstützen (Brandt & Gogolin, 2016). Der Einstieg in das Thema ist im Gegensatz zum Rohmaterial nun ein Concept Cartoon, da dieser alltägliche Lernendenvorstellungen und wissenschaftlich anerkannte Anschauungen zu einem Alltagsphänomen präsentieren und den Lernenden eine Diskussionsgrundlage bietet. Ein Concept Cartoon ist eine Comic-Darstellung eines Gruppengesprächs zwischen mehreren Charakteren, die über ein Alltagsphänomen diskutieren. In den Sprechblasen stehen alltägliche Lernendenvorstellungen und wissenschaftlich anerkannte Aussagen (Lembens & Steininger, 2012). Während der Diskussion zu den Inhalten der Sprechblasen können sich Lernende mit ihren eigenen Vorstellungen auseinandersetzen, abwägende Argumente zu den präsentierten Aussagen aufstellen und bewerten (Lembens & Steininger, 2012). Da in dem Concept Cartoon sowohl Aussagen auftreten, die wissenschaftlich anerkannt sind, als auch Aussagen, die nicht dem derzeitigen Stand der Wissenschaft entsprechen, entsteht bei den Lernenden in dem Sinne eine Informationslücke, da sie vermutlich nicht wissen, welche Aussagen welche sind. Dies bietet im Sinne des Scaffoldings nach Gibbons (2002) eine gute Diskussionsbasis für die Lernendengruppen. Im Fall des vorgestellten Ausgangsmaterials diskutieren fünf Lernende über die Schlagzeile „Stromschlag in der Badewanne! Schon wieder führt ein Elektrogerät zu einem Stromschlag in der Badewanne“. Bei dieser Aufgabe arbeiten die Lernenden in Dreiergruppen. Sie lesen die Aussagen der verschiedenen Charaktere und überlegen gemeinsam, welcher der Charaktere sich bei seiner/ihrer Aussage geirrt haben

könnte. Anschließend sollen die Lernenden eine eigene Frage für einen der Charaktere formulieren. Ein Auszug aus den Aussagen wird in Abbildung 9 gezeigt.

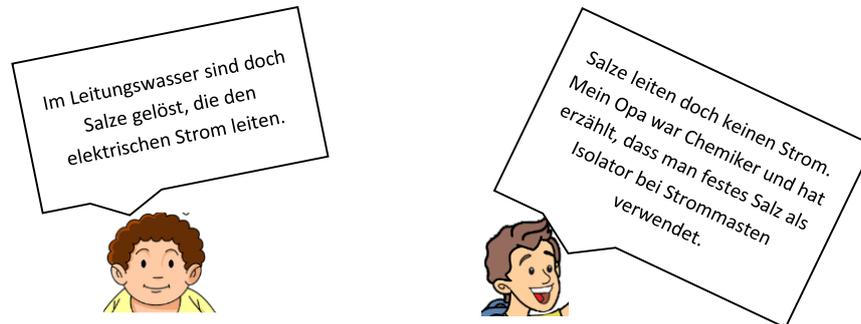


Abbildung 9: Auszug aus dem Concept Cartoon

An die selbstständige Arbeitsphase schließt eine Plenumsdiskussion an, in der die Gruppen ihre Vermutungen und Fragen präsentieren, diskutieren und überlegen, wieso Isolatoren aus Porzellan keinen Strom leiten, gelöste Salze im Wasser aber schon.

Die Arbeitsphase der ersten Einheit ist eine Textproduktion. Die Lernenden erhalten in den Zweier- oder Dreiergruppen entweder das Arbeitsblatt 1A oder 1B. Die Arbeitsblätter unterscheiden sich durch eine beschriftete Abbildung eines Versuchsaufbaus (siehe Abb. 10) zur Leitfähigkeit fester Salze bzw. Salzlösungen.

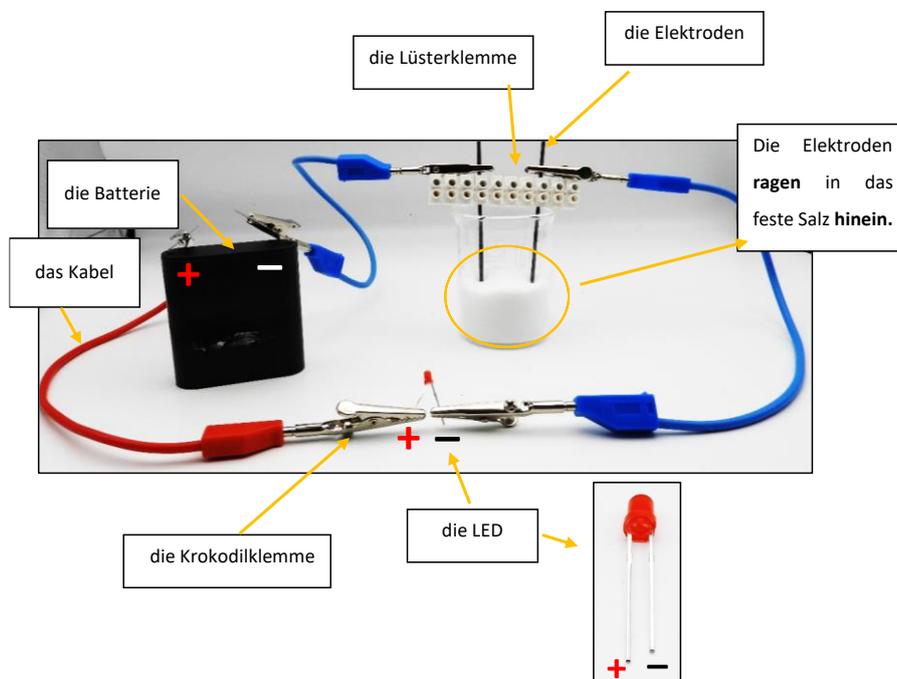


Abbildung 10: Versuchsaufbau zur Leitfähigkeit fester Salze als Abbildung am Arbeitsblatt AB_1_A

Zunächst betrachten die Lernenden in Ruhe die Abbildung und überlegen, was sie sehen können. Zur Begriffserklärung schwieriger oder unbekannter Wörter stehen den Lernenden Infotexte zur Verfügung, die ihnen genauere Informationen zu den Begriffen liefern.

Anschließend besprechen sie die Versuchsbeschreibung mündlich, wozu sie eine Wortliste als Unterstützung heranziehen können. Nachdem die Lernenden die Abbildung mündlich beschrieben haben, sollen sie diese mündliche Beschreibung verschriftlichen und dem Versuch einen Namen geben. Das Verschriftlichen von Abbildungen als Wechsel der Darstellungsformen ist eine Schreibstrategie nach Leisen (2019), die durch eine Wortliste sprachlich unterstützt wird. Die verfassten Versuchsbeschreibungen werden mit Gruppen getauscht, die den anderen Versuch beschrieben haben. Der Austausch der Versuchsbeschreibung dient dazu, dass Lernende wieder eine Informationslücke haben, aufgrund der sie kommunizieren müssen (Gibbons, 2002). Die Kommunikation erfolgt hier rezeptiv durch das Lesen der neuen Versuchsbeschreibung und produktiv, da die Lernenden ihr Vorgehen bei der Versuchsdurchführung besprechen müssen. Diese Diskussion wird durch den Austausch der Versuchsbeschreibungen erst nötig. Anschließend werden die Versuche von den Lernenden anhand der Versuchsbeschreibungen der anderen Lernenden durchgeführt. Jene Gruppen, die den Versuch mit einer Salzlösung durchführen, verwenden zunächst deionisiertes Wasser, um zu erkennen, dass dieses keinen elektrischen Strom leitet. Erst durch die Zugabe von Kochsalz wird die Lösung leitfähig, woraus die Lernenden schließen sollen, dass die Ionen für die Leitfähigkeit verantwortlich sind. Mit einer Feedback-Checkliste (siehe Abb. 11) geben einzelnen Gruppen den Verfasser:innen Feedback zu den Versuchsbeschreibungen. Beim Rohmaterial waren für das Feedback Leitfragen vorgegeben, jedoch wurden diese in die Feedback-Checkliste umgewandelt, um das Feedback konkreter und kriteriengeleitet zu gestalten, sodass jede Gruppe auf die gleichen Aspekte achtet.

Feedback-Checkliste					
Hat der Versuch einen Namen?		Ja		Nein	
Wurden die Substantive und Verben der Wortliste verwendet?					
Substantive	Ja	Nein	Verben	Ja	Nein
die Batterie, die Batterien			an-/klemmen		
der Pol, die Pole			befestigen		
die Elektrode, die Elektroden			ab-/brechen		
das Kabel, die Kabel			hinein-/ragen		
die Krokodilklemme, die Krokodilklemmen			auf-/lösen		
die LED, die LEDs			auf-/legen		
das Becherglas, die Bechergläser			verbinden		
die Lüsterklemme, die Lüsterklemmen			füllen		
Wurde korrekt angegeben, wie die Kabel am Plus- und Minus-Pol befestigt werden?					
Fehlen Schritte in der Versuchsbeschreibung?					
Wenn ja, welche Schritte fehlen in der Versuchsbeschreibung?					

Abbildung 11: Feedback-Checkliste

Dadurch sollen die Lernenden noch einmal sensibilisiert werden, was für eine Versuchsbeschreibung essenziell ist. Die erste Einheit wird mit einer gemeinsamen Besprechung, welche Aspekte bei der Beschreibung verständlich waren, welche weniger verständlich waren, ob es Fehler gab und zu welchen Ergebnissen die Lernenden gekommen sind, gesichert. Abschließend stellen die Lernenden Vermutungen auf, worin der Unterschied zwischen festem Salz und Salzlösungen liegt. Diese Vermutungen werden für die nächste Unterrichtsstunde schriftlich festgehalten.

Die zweite Einheit beginnt mit einer gemeinsamen Besprechung der Versuche und der aufgestellten Vermutungen der letzten Einheit, um die Erinnerungen der Lernenden kognitiv zu aktivieren. Die Lernenden wissen mittlerweile, dass festes Salz elektrischen Strom nicht leitet, Salzlösungen elektrischen Strom aber sehr wohl. Die Wissenslücke, die bis zu diesem Zeitpunkt noch besteht, wird in der Einheit mittels eines Lesetextes zur Struktur von festem Salz, Salzlösungen und Salzschnmelzen und Leseaufträgen geschlossen. Zur Vorentlastung betrachten die Lernenden eine Abbildung und kreuzen eine von drei Aussagen zum Inhalt des Textes an, die ihrer Vermutung entspricht (siehe Abb. 12).

a) Betrachte die Modellzeichnungen (Abb. 1) genau.

Wovon könnte der Infotext handeln? Kreuze deine Vermutung an.



- Dieser Text beschreibt die Eigenschaften von Salzen.
- Dieser Text beschreibt, wie Salze aussehen.
- Dieser Text beschreibt den Aufbau von Salzen auf der Teilchenebene.

Abbildung 12: Aufgabe zur Vorentlastung der Lernenden

Anschließend lesen die Lernenden den Text orientierend, ohne alles verstehen zu müssen und überprüfen damit, ob sie mit ihrer Vermutung richtig gelegen sind. Beim darauffolgenden intensiven Lesen wird der Text von den Lernenden Wort für Wort und Satz für Satz gelesen und für die einzelnen Textabschnitte werden Überschriften formuliert. Als abschließende Aufgabe skizzieren die Lernenden in Zweier- oder Dreiergruppen die Struktur von festem Salz, Salzlösungen und Salzschnmelzen auf der Teilchenebene in vorgegebenen Feldern (siehe Abb. 13) (Gold, 2018; Leisen, 2020; Lenhard, 2019).

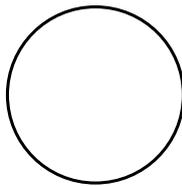


Aufgabe 2: Arbeite mit deiner Sitznachbarin/deinem Sitznachbarn.

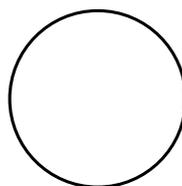
Skizziere die Struktur eines festen Salzes, einer Salzlösung und einer Salzschnmelze auf der Teilchenebene und beschrifte die Teilchen in den Skizzen. Die Legende zeigt dir, wie Anionen, Kationen und Wassermolekül skizziert werden können.

Legende	
—	Anion
+	Kation
▲	Wassermolekül

festes Salz



Salzlösung



Salzschnmelze

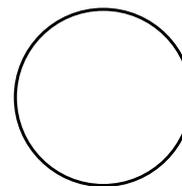


Abbildung 13: Transferaufgabe zur Anwendung der Informationen aus dem Lesetext

Als Sicherung werden die Informationen aus dem Text im Klassenplenum besprochen und die Skizzen verglichen. Abschließend klären die Lernenden gemeinsam im Plenum noch einmal, wieso ein Isolator aus Porzellan keinen elektrischen Strom leitet, wodurch die Informationen aus den beiden Einheiten wiederholt und zusammengefasst werden.

C: Evaluation der Materialien

Dieser Teil beschreibt die Gestaltung, Durchführung und Evaluierung der Erhebung sowie die Schlussfolgerungen, die aus den Daten gezogen werden können. Dazu werden zunächst Forschungsdesign und Stichprobe vorgestellt, die Entwicklung der Erhebungsinstrumente beschrieben und anschließend die Ergebnisse beschrieben und interpretiert.

8. Datenerhebung

Im folgenden Kapitel wird auf die Forschungsfrage und das Forschungsdesign, die Rahmenbedingungen und die Stichprobe, die Gestaltung der Erhebungsinstrumente sowie die Erhebung eingegangen.

8.1. Forschungsfrage und Forschungsdesign

Der empirische Teil dieser Arbeit setzt sich mit der Frage auseinander, wie Eigenschaften von Salzen auf der Teilchenebene in der Sekundarstufe I anschlussfähig und nachvollziehbar unterrichtet werden können. Um einen Fokus auf die Anschlussfähigkeit und die Nachvollziehbarkeit des Themas zu ermöglichen, wird insbesondere auf eine sprachensible Gestaltung des Materials und die Stundenplanung geachtet. Mittels der Erhebung wird untersucht, inwiefern sich die an der Erprobung teilnehmenden Lernenden der Sekundarstufe I durch das gestaltete Unterrichtsmaterial beim Sprach- und Fachlernen unterstützt fühlen. Anhand der gewonnenen Daten wird das Material dann weiterentwickelt.

Deshalb ist das Forschungsdesign an den Ansatz des Design-Based Research (DBR) angelehnt. Dieser Ansatz versucht die Qualität von bildungsrelevanten Innovationen durch Lehr-Lernforschung zu erhöhen und gleichzeitig Erkenntnisse für die schulische Praxis zu gewinnen (Schmiedebach & Wegner, 2021). Dabei ist wichtig zu beachten, dass der Design-Based Research-Ansatz über bloßes Entwickeln und Erproben von Interventionen (z.B. Bildungsprogramme, Lehr-Lern-Settings, Unterrichtsmaterialien etc.) hinausgeht. Der theoretische Hintergrund der Intervention muss mit den entworfenen Materialien und der Schulpraxis verbunden und im Zusammenhang verstanden werden, um so Lösungen für Bildungsprobleme zu erlangen. Gleichzeitig können Forschungen zu bestimmten Interventionen zu Erweiterungen oder Erneuerungen von Lehr-Lern-Theorien führen. Neben dem theoriegenerierenden Aspekt ist die Gestaltung neuer Lehrmaterialien (z.B. digitale Lehrwerkzeuge, Lernaktivitäten usw.) ein essenzieller Teil der Forschung (Bakker, 2018; The Design-Based Research Collective, 2003). Das Grundprinzip des Design-Based Research-

Ansatzes liegt darin, Lernphänomene in realen Unterrichtssituationen anstelle von Laborsituationen zu erforschen. Dabei sollen neben unterrichtsrelevanten Erkenntnissen, wie erfolgreiche Unterrichtsmethoden und -materialien, auch theorieentwickelnde Ergebnisse, beispielsweise die Bedeutung bildungssprachlicher Kompetenzen für den Lernerfolg, generiert werden (Schmiedebach & Wegner, 2021). Der Design-Based Research-Ansatz weist einige spezifische Merkmale auf, die nachfolgend beschrieben werden. Ein erstes Merkmal ist das Ziel, neue gestaltete Lernumgebungen mit entwickelten Theorien zu verbinden. Ein zweites Merkmal ist die Art des Forschungsdesigns. Dieses wird als kontinuierlicher Zyklus von Entwurf, Erprobung, Analyse und Weiterentwicklung angelegt. Ein drittes Merkmal ist das Ergebnis der Forschung; die Forschung sollte zu Resultaten führen, die in das alltägliche Schulleben eingebunden werden können. Ein viertes Merkmal sind Wechselbeziehungen und Interaktionen in authentischen Umgebungen, die im Forschungsdesign berücksichtigt werden müssen, um ein besseres Verständnis von Lernproblemen zu erhalten (The Design-Based Research Collective, 2003).

Der im zweiten Merkmal angesprochene Forschungszyklus des DBR-Ansatzes setzt sich aus vier Phasen zusammen (siehe Abb. 14). Der erste Schritt in einem DBR-Zyklus ist die Vorprüfung, bei der ein praxisrelevantes Problem theoriegestützt analysiert wird (Schmiedebach & Wegner, 2021). Im Fall des hier vorgestellten Zyklus wird angelehnt an die Forschungsfrage Rohmaterial vom Erasmus+ Projekt sensiMINT anhand einer didaktischen Rekonstruktion analysiert. Anhand der didaktischen Rekonstruktion können die drei Teilbereiche Fachinhalt, Lernendenvorstellungen und didaktische Strukturierung des Unterrichts zunächst einzeln und dann zusammen analysiert werden (Kattmann, 2007), um so das Rohmaterial für den Forschungszyklus nachvollziehbar weiterzuentwickeln. Daran anschließend folgt die zweite Phase, die theoriebasierte Prototypentwicklung, die sowohl die Entwicklung des konkreten Unterrichtsmaterials (*des Designs*) als auch das Festlegen des Forschungsdesigns (Erhebungsinstrument, Zielgruppe, Evaluation etc.) umfasst (Schmiedebach & Wegner, 2021). Beim vorgestellten Projekt stammen die Rohfassungen des Unterrichtsmaterials und der Fragebögen aus dem Erasmus+ Projekt sensiMINT, die für die Erprobung und Erhebung in der Schule im Zuge dieser Arbeit adaptiert wurden (Lembens et al., 2022). Die Beurteilungsphase stellt den dritten Schritt des Forschungszyklus dar. In dieser Phase werden die Materialien aktiv von Lehrenden und Lernenden in der Schule oder an außerschulischen Lernorten erprobt, wissenschaftlich evaluiert und überarbeitet

(Schmiedebach & Wegner, 2021). In der Regel ist es von Nutzen, die Entwicklungs- und die Beurteilungsphase mehrmals zu durchlaufen, um praxisrelevante Ergebnisse zu erhalten.

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurde ein solcher Design-Based Research Zyklus durchgeführt, um Rohmaterialien des Erasmus+ Projekts sensiMINT auf Basis von Fachliteratur weiterzuentwickeln, das Material anschließend zu evaluieren und so praxisgeleitete Vorschläge für die Weiterentwicklung des Designs zu geben. Die Lösung des zugrundeliegenden Problems stellt die vierte Phase dar. Diese Lösung soll im besten Fall neben ihrem praxisrelevanten Aspekt auch die Theorie, auf der der Forschungszyklus basiert, erweitern (Schmiedebach & Wegner, 2021).

Als Lösung des Problems werden in dieser Masterarbeit erprobte und weiterentwickelte Unterrichtsmaterialien zur sprachsensiblen Erarbeitung des Themas *Leitfähigkeit fester Salze, Salzlösungen und Salzschnmelzen* vorgestellt.

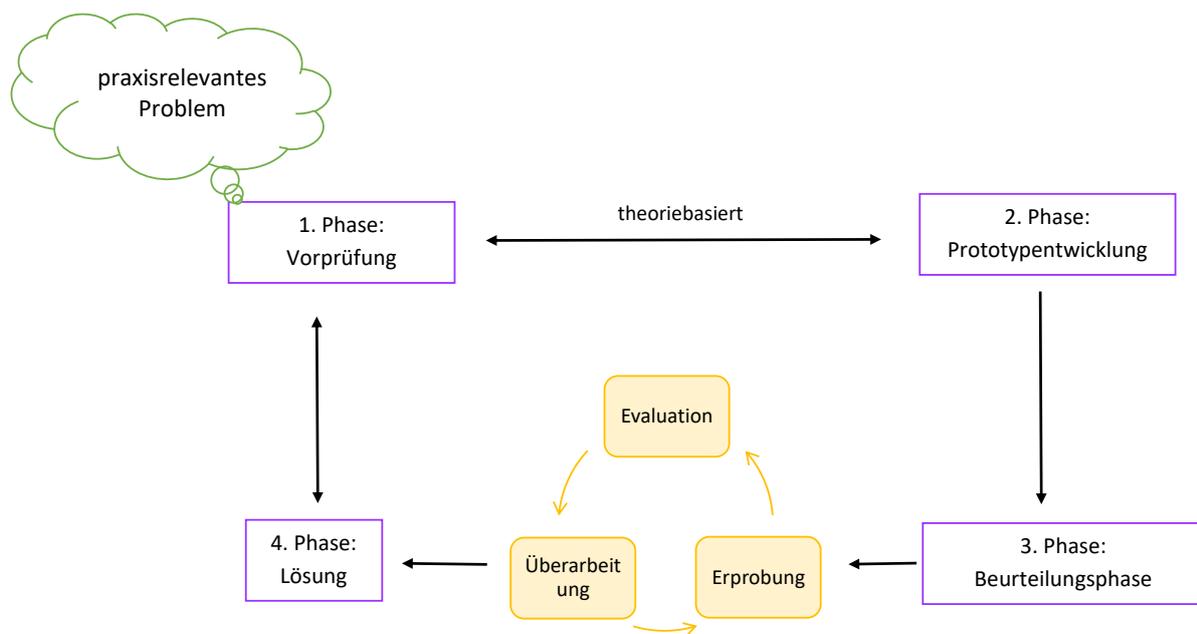


Abbildung 14: Forschungszyklus des Design-Based Research-Ansatzes verändert nach Schmiedebach & Wegner, 2021

8.2. Rahmenbedingungen und Stichprobe

8.2.1. Auswahlkriterien für die Schulen und Klassen

Die Schulen und Klassen wurden willkürlich durch Selbstselektion ausgewählt (Döring & Bortz, 2016), da die Bereitschaft der Lehrpersonen, in ihrem Unterricht neu gestaltetes Unterrichtsmaterial zu Forschungszwecken auszuprobieren, Voraussetzung für die Datenerhebung war. Dabei wurden insgesamt zehn Lehrpersonen aus vier Bundesländern

Österreichs angeschrieben, bei drei haben die schulischen und zeitlichen Rahmenbedingungen gepasst.

8.2.2. Beschreibung der Schulen und Gegebenheiten in den Klassen

Die Erprobung des Materials und die Erhebung der Daten fand in drei allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS) in der Ost-Region Österreichs (Wien und Niederösterreich) mit insgesamt sechs Schulklassen statt. Daraus ergibt sich eine nicht-probabilistische Stichprobe von 92 Lernenden ($N=92$). Von den befragten Lernenden gaben 21 % an, nicht mit ihren Eltern Deutsch zu sprechen (siehe Abb. 15). Die mit den Eltern gesprochene Sprache wird in dieser Arbeit als Familiensprache definiert.

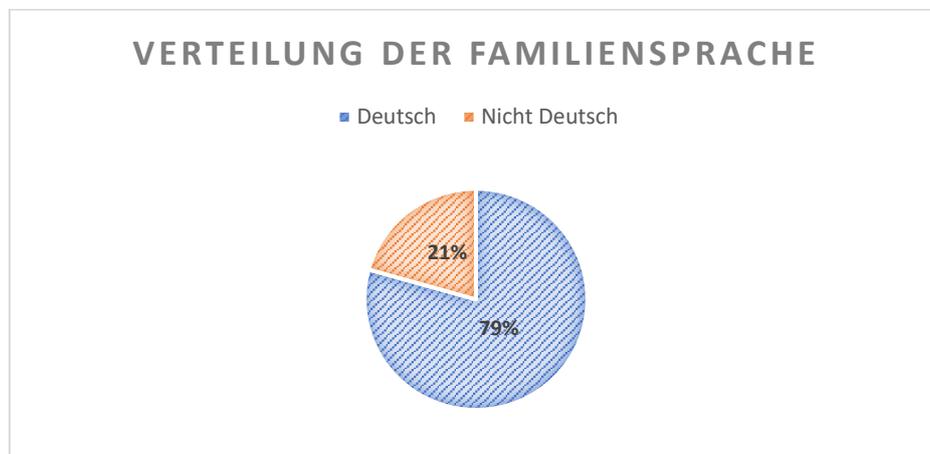


Abbildung 15: Verteilung der Lernenden mit Deutsch als Erstsprache und nicht Deutsch als Erstsprache

Unter diesen 21 % finden sich neben der Familiensprache Deutsch 14 weitere Familiensprachen, wobei Serbisch, Türkisch und Polnisch die häufigsten Familiensprachen darstellten (siehe Abb. 15 und 16).

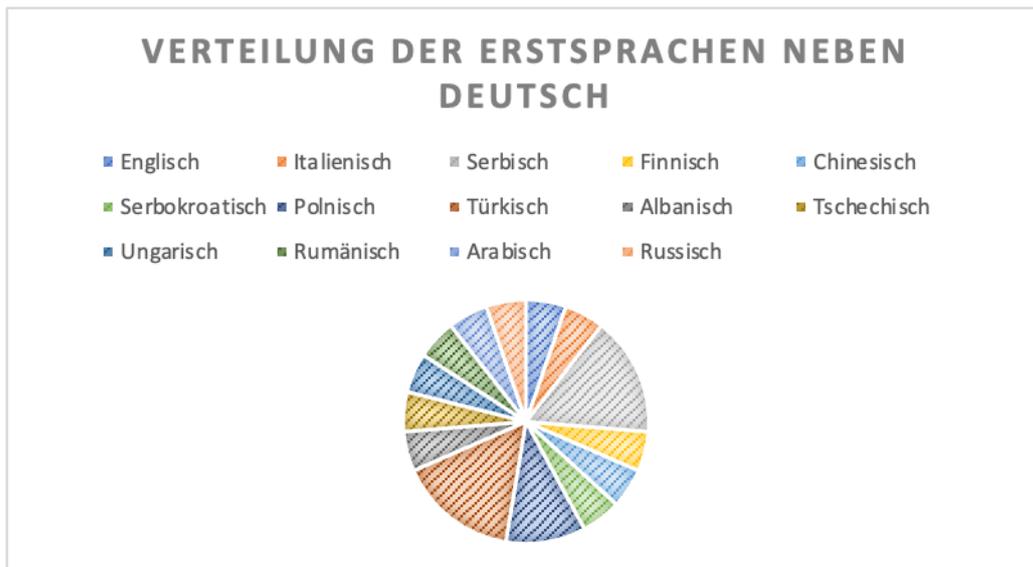


Abbildung 16: Verteilung der Erstsprachen neben Deutsch

Um die Anonymität der Schulen und Lernenden zu wahren, erhielten die Schulen eine Zahl von eins bis drei zugeordnet. Die einzelnen Klassen bekamen einen dreistelligen Zahlencode, der den Standort, die Schulstufe und die Klasse darstellt. Alle Unterrichtssequenzen fanden in den jeweiligen Chemiesälen der Schulen statt.

Aus einer Wiener Schule (1) nahmen zehn Lernende der 8. Schulstufe an der Befragung teil. In der Klasse 121 identifizierten sich fünf Lernende als weiblich, zwei als männlich, eine Person als divers und zwei Lernende machten keine Angabe zu ihrem Geschlecht.

Aus Schule zwei, die sich in einer städtischen Region Niederösterreichs befindet, nahm die Klasse 224 mit 13 Lernenden der 8. Schulstufe an der Befragung teil. Vier der Lernenden identifizierten sich als weiblich, sieben als männlich und zwei als divers.

Schule drei aus einer ländlichen Region Niederösterreichs nahm mit insgesamt vier Klassen an der Befragung teil. Zwei der vier Klassen waren in der 7. Schulstufe und zwei in der 8. Schulstufe. Aus Klasse 321 der 8. Schulstufe nahmen 17 Lernende an der Befragung teil, davon identifizierten sich elf Lernende als weiblich und sechs als männlich. Aus Klasse 323 der 8. Schulstufe nahmen 24 Lernende an der Befragung teil. Acht Lernende identifizierten sich als weiblich, 14 als männlich und zwei Lernende machten keine Angaben zu ihrer Geschlechtsidentität. Aus Klasse 312 der 7. Schulstufe nahmen sieben Lernende an der Befragung teil, davon identifizierten sich zwei Lernende als weiblich, vier als männlich und eine Person machte keine Angabe zu ihrem Geschlecht. Aus Klasse 314 der 7. Schulstufe nahmen Lernende an der Befragung teil, davon identifizierten sich neun Lernende als weiblich,

acht Lernende als männlich, eine Person als divers und drei machten keine Angaben zu ihrer Geschlechtsidentität. Eine Zusammenfassung der Geschlechtsverteilung bieten Tabelle 6 und Abbildung 17.

Tabelle 6: Geschlechtsverteilung der teilnehmenden Lernenden

Schule	Klasse	Gesamtanzahl Lernende	Geschlechtsidentifikation			
			Männlich	Weiblich	Divers	Keine Angaben
1	121	10	2	5	1	2
2	224	13	7	4	2	0
3	321	17	6	11	0	0
3	323	24	14	8	0	2
3	312	7	4	2	0	1
3	314	21	8	9	1	3

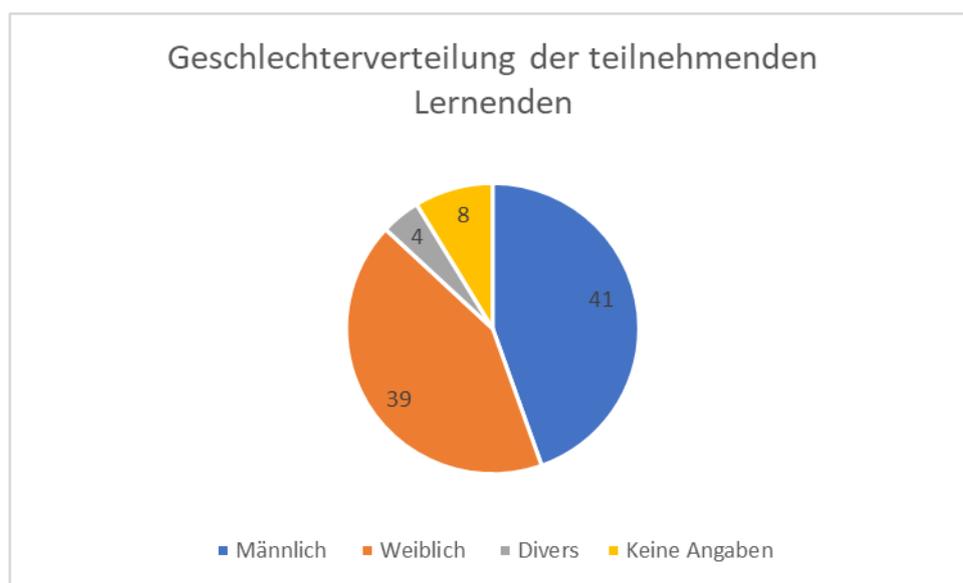


Abbildung 17: Geschlechterverteilung der teilnehmenden Lernenden

8.2.3. Die Lehrpersonen

Die Erprobung der Materialien wurde von drei meiner Studienkolleginnen durchgeführt. Alle drei Kolleginnen befinden sich im Masterstudium an der Universität Wien. Zwei Kolleginnen unterrichten bereits einen Zeitraum von ein bis fünf Jahre, eine Kollegin unterrichtet bereits länger als fünf Jahre. Alle drei Kolleginnen studieren das Unterrichtsfach Chemie und haben als Zweitfach ein weiteres naturwissenschaftliches Fach (Mathematik, Physik). Eine der drei Lehrkräfte besuchte während der Induktionsphase eine Fortbildung zum sprachsensiblen

Fachlernen, die restlichen beiden sind bis zum Zeitpunkt dieser Arbeit mit dem Thema noch nicht in Berührung gekommen.

8.3. Erhebungs- und Auswertungsmethoden

8.3.1. Fragebogen

Den Fragebogen als Erhebungstechnik habe ich gewählt, da mit ihm erstens sehr effizient in kurzer Zeit Antworten von vielen Befragungspersonen gesammelt werden können und keine interviewende Person gebraucht wird (Döring & Bortz, 2016). Zweitens ist das Ausfüllen eines Fragebogens im Gegensatz zu Interviews diskreter und anonymer für die befragte Person; dementsprechend können manche als heikel betrachtete Themen besser erhoben werden (Döring & Bortz, 2016). Nachteil des Fragebogens ist ganz klar, dass das Ausfüllen eine gewisse Lese- und Schreibkompetenz von den Befragten erfordert. Weiters ist es durch die Begrenzung auf den Fragebogen nicht möglich, umfangreiche oder komplexere Antworten zu erhalten (Döring & Bortz, 2016).

Der ausschlaggebende Grund für die Wahl einer Fragebogen-Erhebung anstelle von Interviews war die Notwendigkeit des Einverständnisses der Erziehungspersonen zur Befragung der Lernenden. In der Annahme, dass Erziehungspersonen eher einem anonymen Fragebogen als einem Interview zustimmen würden, wurde dem Fragebogen der Vorzug gegeben.

Das Grundgerüst der Lernenden- und Lehrenden-Fragebögen stammt vom Erasmus+ Projekt *sensiMINT* (Erasmus+ Projekt *sensiMINT*, 2023). Das Grundgerüst des Lernenden-Fragebogens bestand aus 36 Items, die in die Kategorien *demographische Items*, *Ja- und Nein-Fragen zum Material*, *Transparenz der Lehrziele und sprachliche Angemessenheit*, *sprachliche Aktivierung*, *Ertrag und Bilanz* sowie *Hilfestellungen und Nachschlagemöglichkeiten* aufgeteilt waren (siehe Abbildung 18). Die Anzahl an Items war meiner Meinung nach zu hoch, daher habe die Items umformuliert, zusammengefasst, gekürzt oder gestrichen, um so einen für Lernende der Sekundarstufe I ansprechenderen Fragebogen zu gestalten. Beibehalten habe ich die Antwortmöglichkeiten in Form der vierteiligen Likert-Skala (ich stimme zu, ich stimme eher zu, ich stimme eher nicht zu, ich stimme nicht zu).

4. Sprachliche Aktivierung

(Für diese Items soll ein Mehrfach-Antwortformat angeboten werden: stimme nicht zu, stimme eher nicht zu, stimme eher zu, stimme zu, kann nicht beurteilt werden)

- 4.1. Ich habe die Möglichkeit gehabt, zusammenhängende Beiträge (mündlich und/oder schriftlich) zu formulieren
- 4.2. Ich habe die Möglichkeit zu Fragen oder Austausch gehabt
- 4.3. Ich habe Feedback dazu bekommen, ob ich mich klar und korrekt ausgedrückt habe
- 4.4. Ich habe ausreichend Zeit zur Erledigung der Aufgaben gehabt

Abbildung 18: Ausschnitt aus dem Rohmaterial des Lernenden-Fragebogens des Erasmus+ Projekts sensiMINT

Das Grundgerüst des Lehrenden-Fragebogens, das vom Erasmus+ Projekt sensiMINT zur Verfügung gestellt wurde, setzte sich aus den fünf Kategorien *demografische Items, Ja- und Nein-Fragen zum Unterrichtskonzept, Transparenz der sprachlichen Anteile an den fachunterrichtlichen Zielsetzungen, gezielte Unterstützung für fachunterrichtlich spezifische sprachliche und fachliche Mittel, Strategien und Textsorten sowie sprachliche Unterstützung und Sprachlern-Gelegenheiten* zusammen (Erasmus+ Projekt sensiMINT, 2023). Beim Lehrenden-Fragebogen waren meiner Meinung nach die Kategorien mit zu vielen Themen besetzt, sodass ich diese in mehrere Kategorien aufgeteilt habe. Einige der Items wurden umformuliert, zusammengefasst, gekürzt oder gestrichen. Weiters wurde zusätzlich zur bestehenden vierteiligen Likert-Skala immer ein Feld für eine zusätzliche offene Antwort-Option eingefügt, damit die Lehrenden ausführliches Feedback geben und ihre Antworten konkretisieren konnten.

8.3.1.1. Lernenden-Fragebogen

Beim Lernenden-Fragebogen handelt es sich um einen vollstandardisierten Paper-Pencil Fragebogen mit 25 Items mit jeweils vier Antwortmöglichkeiten (Döring & Bortz, 2016). Ein Fragebogen-Pretest konnte aufgrund der zeitlichen Vorgaben und dem Umfang der Masterarbeit nicht durchgeführt werden

Der Fragebogen (siehe Anhang S. 101/102) setzt sich aus einer Reihe von Einzelitems zusammen, die zur Erhebung einzelner Merkmale dienen (Döring & Bortz, 2016). Bei den Items handelt es sich um Ich-Aussagen, die eine Beurteilung des Unterrichtsmaterials durch die Lernenden ermöglichen sollen (Schnell et al., 2018). Dazu habe ich eine Likert-Skala erstellt, bei der die Lernenden die Aussagen auf einer 4-stufigen Bewertungsskala von starker Zustimmung bis starker Ablehnung (ich stimme zu, ich stimme eher zu, ich stimme eher nicht

zu, ich stimme nicht zu) bewerten (Döring & Bortz, 2016). Obwohl in der Literatur explizit auf die Wichtigkeit einer „weiß nicht“-Kategorie in empirischen Erhebungen hingewiesen wird (Schnell et al., 2018), gibt es in diesem Fragebogen keine „weiß-nicht“-Antwortmöglichkeit. Diese Entscheidung wird damit begründet, dass die Lernenden zwei Unterrichtsstunden mit dem Material arbeiteten und sich eine klare Meinung zu dem Material bilden konnten.

Die Reihenfolge der Items wurde so gewählt, dass sie thematisch in grob zusammenhängenden Blöcken gegliedert werden können (Thema, Schwierigkeit der Aufgaben, Aufgabenstellung, Hilfsmittel sowie demographische Daten). Gleichzeitig wurde versucht, die Items im Ablauf der Unterrichtssequenz zu reihen, um für die Lernenden eine logische Abfolge zu schaffen und die Beantwortung zu erleichtern (Döring & Bortz, 2016).

Fragen zum Geschlecht sowie der Familiensprache wurden an das Ende des Fragebogens gelegt, da diese möglicherweise ein sensibles Thema für die Befragten darstellen (Schnell et al., 2018). Weiters sollten die Befragten durch die Abfrage demografischer Daten nicht in ihrem Antwortverhalten bei den Items zu Materialevaluation beeinflusst werden. Würde die Frage nach der Familiensprache zu Beginn des Fragebogens stehen, könnten sie dahingehend beeinflusst werden, die Fragen mit ihren sprachlichen Kompetenzen in Verbindung zu bringen. Bei der Formulierung der Items wurde im Sinne des sprachsensiblen Unterrichts auf eine einfache Sprache sowie kurze, konkrete und neutrale Formulierungen geachtet. Weiters wurde versucht, mit jedem Item nur einen Sachverhalt abzubilden und so eine Mehrdimensionalität der Frage zu verhindern (Schnell et al., 2018). Ein Ausschnitt des Fragebogens wird in Abbildung 19 gezeigt.

Bitte bewerte die vorliegenden Aussagen durch das Ankreuzen des entsprechenden Feldes (<input type="checkbox"/>):		Ich stimme zu	Ich stimme eher zu	Ich stimme eher nicht zu	Ich stimme nicht zu
1.	Ich fand die beiden Unterrichtsstunden interessant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Ich fühlte mich während der Unterrichtsstunden unterfordert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 19: Ausschnitt aus dem Lernenden-Fragebogen

Bei der Auswertung der Daten wurden die Datensätze zunächst gesamt, anschließend nach Klasse und abschließend nach Familiensprache (Deutsch und Nicht-Deutsch) betrachtet. Durch die Berechnung der Mittelwerte und der Standardabweichungen soll die Einstellung der Lernenden deskriptiv dargestellt und in Kombination mit den Daten der Beobachtungsbögen und der Evaluationsaufgabe interpretiert werden.

8.3.1.2. Lehrenden-Fragebogen

Der Lehrenden-Fragebogen (siehe Anhang S. 104 ff.) ist ein teilstandardisierter Fragebogen, der sich aus geschlossenen Aussagen mit einer 4-stufigen Bewertungsskala von starker Zustimmung bis starke Ablehnung (ich stimme zu, ich stimme eher zu, ich stimme eher nicht zu, ich stimme nicht zu) und einem offenen Antwortformat zusammensetzt. Das zusätzliche offene Antwortformat dient als zusätzliche Informationsquelle, um bei Ablehnung diese zu begründen oder Verbesserungsvorschläge zu geben. Da die Lehrenden aber in die Erprobung involviert sind und der Grund hinter der Erprobung bekannt ist, beginnt der Fragebogen gegen die wissenschaftliche Praxis mit den persönlichen Daten der Lehrenden. Die anschließenden Aussagen lassen sich in sechs Kategorien einteilen: *Unterrichtsplanung, fachliche Angemessenheit, Unterrichtsziele, Anforderungsniveau, sprachliche Aspekte und Unterrichtsmaterial*. Zu jedem dieser Kategorien beantworten die Lehrenden mehrere geschlossene Fragen mit der Möglichkeit, im offenen Antwortformat zusätzliches Feedback zu geben. Ein Ausschnitt des Fragebogens wird in Abbildung 20 gezeigt.

Ich konnte den Unterricht entsprechend der Unterrichtsplanung durchführen.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Wenn Sie eher nicht oder nicht zustimmen: Welche Probleme hatten Sie bei der Durchführung?

Abbildung 20: Ausschnitt aus dem Lehrenden-Fragebogen

Die Auswertung der Daten erfolgte deskriptiv mittels Häufigkeitszählung und Interpretation der offenen Antworten.

8.3.2. Unterrichtsbeobachtung mittels Beobachtungsbogen

Zusätzlich zur Fragebogen-Erhebung wurden fünf von sechs Klassen zumindest einmal bei der Arbeit mit den Materialien von mir beobachtet, wobei einige Beobachtungen auch über mehrere Unterrichtsstunden hinweg stattfanden. Die Beobachtungen wurden in einem Beobachtungsbogen festgehalten. Dies diente dazu, Unterschiede im Unterrichtsstil, Abweichungen von der vorgegebenen Planung sowie Reaktionen auf das Material festzuhalten.

Zur Beobachtung wurde ein teil-strukturierter Beobachtungsbogen (siehe Anhang S. 113 ff.) mit konkreten Fragen, aber offenen Antwortmöglichkeiten herangezogen (Döring & Bortz, 2016). Die Beobachtung selbst fand im „Lebensumfeld“ der Lernenden, in dem Fall im schuleigenen Chemiesaal, statt. Als Grundlage für den Beobachtungsbogen dient die Stundenplanung der Unterrichtseinheiten. Ziel der Beobachtung war herauszufinden, ob die Lehrenden die Materialien entsprechend der Stundenplanungen anwenden und wie die Lernenden auf die einzelnen Phasen reagieren und währenddessen agieren. Wichtige Aspekte waren unter anderem die Dauer der einzelnen Unterrichtsphasen und die Mitarbeit der Lernenden während der Unterrichtsphasen, beispielweise die Anzahl ihrer Wortmeldungen, die Bearbeitung der Aufgaben usw.

Bei der Dauer der einzelnen Unterrichtsphasen wurde erhoben, ob die in der Planung angegebenen Zeiträume angemessen waren bzw. ob es starke Abweichungen davon gab. Bei der Effektivität der Phasen wird erhoben, ob die Ziele der einzelnen Phasen erreicht werden konnten. Dem Unterrichtseinstieg wurde eine bedeutende Rolle zugesprochen, da dieser wegweisend für die weitere Erarbeitung des Themas ist. Unterrichtseinstiege sollen die Lernenden neugierig machen, Interesse am Thema wecken, eine fragende Haltung schaffen, auf den Kernaspekt des Themas hinführen, die Lernenden zum erfolgreichen und handlungsorientierten Erarbeiten des Themas anregen sowie die Verantwortungsbereitschaft der Lernenden für ihren eigenen Lernprozess wecken (Greving & Paradies, 2018). Dementsprechend wird im Beobachtungsbogen dokumentiert, ob die genannten Aspekte erreicht werden können (siehe Abb. 21).

Konnte der Einstieg <input type="checkbox"/> neugierig machen <input type="checkbox"/> Interesse am neuen Thema wecken <input type="checkbox"/> fragende Haltung hervorrufen <input type="checkbox"/> zentrale Aspekte des neuen Themas ansprechen <input type="checkbox"/> an Vorwissen von SuS anknüpfen	Anmerkung:
Konnten SuS die fachlich inkorrekte Aussage finden? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein Wortmeldungen der SuS:	

Abbildung 21: Ausschnitt aus dem Beobachtungsbogen

Zur Beobachtung der Mitarbeit der Lernenden wurde das Frage- und Antwortverhalten der Lernenden im Unterricht durch Erhebung der Anzahl der von ihnen gestellten Fragen und die Anzahl an Meldungen von Lernenden auf von der Lehrperson gestellte Fragen dokumentiert.

Weiters wurden die Sprechzeiten der Lehrperson und der Lernenden festgehalten. Zusätzlich wurde festgehalten, ob es bei bestimmten Aufgaben vermehrte Nachfragen gab, um die Formulierungen und Erklärungen der Aufgabenstellungen gegebenenfalls anpassen zu können.

Weitere zu beobachtende Aspekte waren das Lernklima und die Sozialform. Einerseits sollte beobachtet werden, wie Lehrende und Lernende miteinander während des Unterrichts umgehen, andererseits sollte beobachtet werden, wie die Lernenden sich untereinander verhalten, um zu überprüfen, ob die gewählten Sozialformen zu den einzelnen Unterrichtsphasen passen.

8.3.3. Erhebung des Fachwissens der Lernenden mittels Evaluationsaufgabe

Die Evaluationsaufgabe diente zur Überprüfung des fachlichen Wissens der Lernenden nach den Unterrichtseinheiten. Die Evaluationsaufgabe ist ein Fehlersuchtext, bei der die Lernenden in einem präparierten, fehlerhaften Text nach Fehlern suchen müssen. Hepp et al. (2003) empfehlen den Fehlersuchtext als Methodenwerkzeug zur Festigung, Vertiefung und Überprüfung von angeeignetem Wissen, da sie den Lernenden ein exaktes Sichten und Arbeiten mit Texten abverlangt. Je nach gewünschtem Schwierigkeitsgrad können Anzahl und Art der Fehler variieren und bekanntgegeben werden.

Für die Evaluationsaufgabe wurde ein Fehlersuchtext mit 13 Fehlern (siehe Anhang S. 103) erstellt, bei der die Lernenden in mehreren Sätzen jeweils einen fachlich adäquaten von zwei fachlich unpassenden Fachtermini unterscheiden sollten. Ein Ausschnitt der Aufgabe lautet wie folgt:

„Im festen Salz sind Ionen regelmäßig im *Salzkristall/Ionengitter/Ionenkristall* angeordnet, sodass jedes *Kation/Atom/Anion* von Anionen umgeben ist. Jedes *Kation/Molekül/Anion* ist von Kationen umgeben. Dadurch überwiegen die *Anziehungskräfte/Abstoßungskräfte/Schwerkraft* zwischen den entgegengesetzt geladenen Ionen. Man bezeichnet diese Anziehungskräfte als *Ionenbindung/Metallbindung/Atombindung.*“

Um den Schwierigkeitsgrad der Aufgabe für die Sekundarstufe I angemessen zu halten und dem Anforderungsniveau der Unterrichtseinheiten anzupassen (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011), wurden einerseits die fachlich adäquaten und fachlich unpassenden Fachtermini bereits im Text angegeben,

andererseits wurde die Anzahl der Fehler angegeben und ein Beispiel für die Bearbeitung der Aufgabe angegeben.

Für die Analyse der Aufgabe wurde die Häufigkeit der von den Lernenden erkannten fachlichen Fehlern herangezogen. Weiters wurde erhoben, ob es fachliche Aspekte gab, bei denen vermehrt Fehler aufgetreten sind, und ob es schul- oder schulstufenspezifische Unterschiede gab. Diese Informationen wurden dann in der Adaption des bestehenden Materials berücksichtigt.

8.4. Durchführung

Die Erprobung der Unterrichtsmaterialien und die anschließende empirischen Erhebung fanden von November 2022 bis Jänner 2023 statt. Geplant waren zwei Unterrichtsstunden zu je 50 Minuten pro Klasse, bei zwei von sechs Klassen konnte die empirische Erhebung allerdings erst in einer dritten Stunde durchgeführt werden.

In allen sechs Klassen wurden die Unterrichtssequenzen entsprechend der Unterrichtsplanung ohne Abweichung durchgeführt, sodass Abfolge und Gestaltung der Unterrichtsphasen in allen Klassen übereinstimmten. Die Unterrichtssequenzen wurden beobachtet und die Beobachtungen in einem Beobachtungsbogen festgehalten.

Beobachtungsort war der schuleigene Chemiesaal, in dem ich mich im vorderen Teil seitlich des Saals befand (siehe Abb. 22-24). Ich habe mich für den vorderen Teil der Klasse entschieden, um die Reaktionen der Lernenden auf das Material und die Aufgaben genauer sehen zu können, aber auch, um mögliche Störfaktoren erkennen zu können, auch wenn ich dadurch selbst zu einer anfänglichen Ablenkung geführt habe.

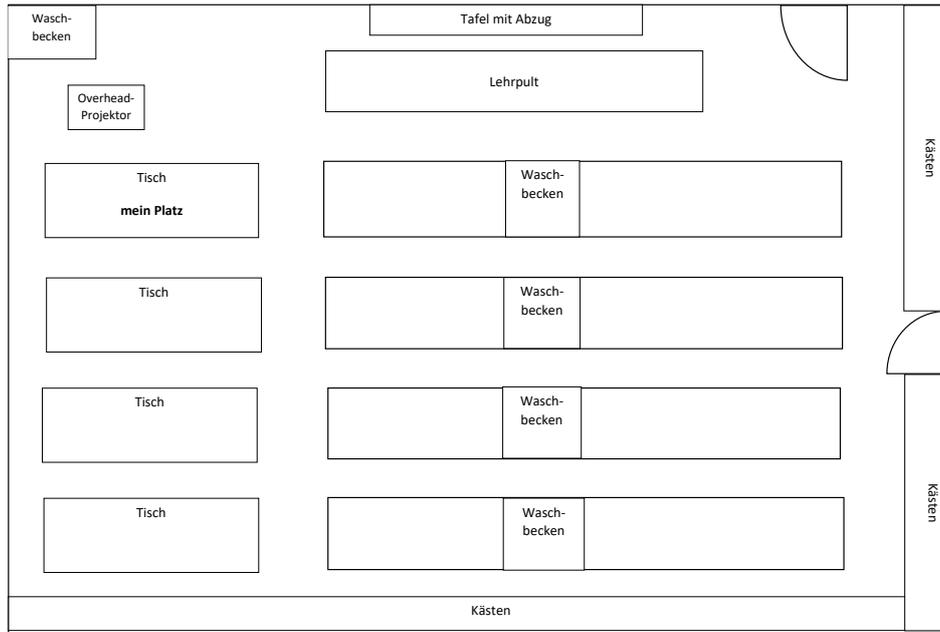


Abbildung 22: Raumskizze Schule 1

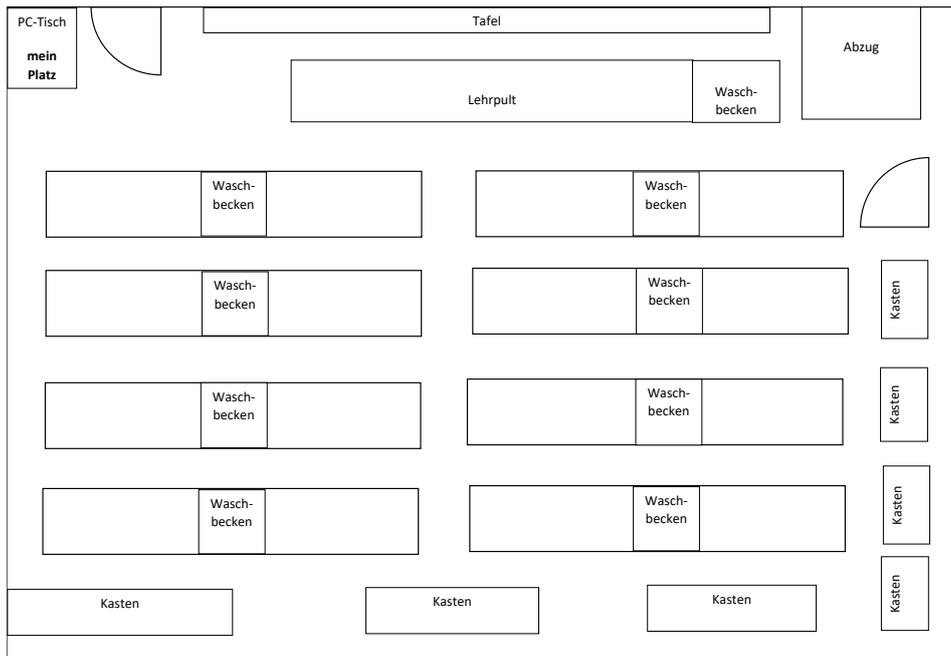


Abbildung 23: Raumskizze Schule 2

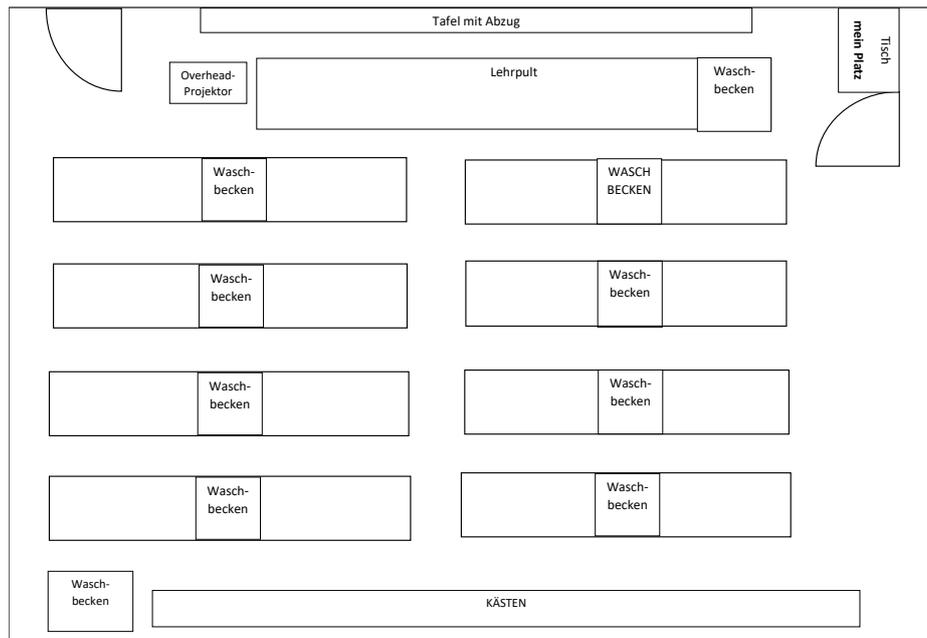


Abbildung 24: Raumskizze Schule 3

Da eine offene Beobachtung durchgeführt wurde, war meine passive Teilnahme am Geschehen erforderlich. Als Beobachterin beobachtete ich hauptsächlich, habe aber bei Fragen durch die Lehrperson (beispielsweise ob sie fachliche Aspekte bei der Besprechung der Aufgabe oder erst nach der Bearbeitung der Aufgabe erklären sollte) oder die Lernenden (erneute Erklärungen der Aufgaben, wenn die Lehrperson anderweitig beschäftigt war) auf diese geantwortet. Die Erprobung des Materials nahm circa eineinhalb Unterrichtsstunden in Anspruch. In der letzten Hälfte der zweiten Unterrichtsstunde wurde die Fragebogen-Erhebung durchgeführt.

Die Fragebögen wurden unabhängig und einzeln von den Lernenden ausgefüllt. Abschließend wurde nach dem Fragebogen auch die Evaluationsaufgabe bearbeitet.

9. Ergebnisse der Erhebung

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Erhebung präsentiert. Zur Auswertung wurde das Microsoft Programm Excel verwendet. Die Ergebnisse wurden deskriptiv mittels der Berechnung der Mittelwerte und Standardabweichungen beschrieben.

9.1. Ergebnisse der Lernenden-Erhebung

Die Gestaltung des Lernenden-Fragebogens wurde in Kapitel 8.3.1.1. beschrieben. 92 Lernende ($N=92$) haben an der Befragung teilgenommen. Die Lernenden haben mittels einer vierteiligen Likert-Skala angegeben, wie sehr sie einer Aussage zustimmten. Dem Ausmaß der Zustimmung sind die Zahlen eins bis vier zugeordnet, wobei vier für absolute Zustimmung und eins für Ablehnung steht ((1) keine Zustimmung, (2) eher keine Zustimmung, (3) eher Zustimmung, (4) absolute Zustimmung). Berechnet wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen in den Datensätzen. Ein Mittelwert von $M=1$ bedeutet keinerlei Zustimmung der Lernenden. Mittelwerte unter 2,5 ($M<2,5$) werden als eher keine bis keine Zustimmung gedeutet. Mittelwerte über 2,5 ($M>2,5$) werden als eher bis volle Zustimmung gewertet, ein Mittelwert von $M=4$ bedeutet volle Zustimmung.

Die Auswertung der Mittelwerte und der Standardabweichungen (siehe Tabelle 7) hat gezeigt, dass die Gruppe sehr heterogen ist. Allgemein kann zusammengefasst werden, dass die Lernenden die Unterrichtseinheiten interessant ($M=3,1$) fanden (Item 1) und sich weder unterfordert ($M = 1,9$) noch überfordert ($M = 1,8$) gefühlt hätten (Item 2 und 7).

Bei der Frage, ob der Concept Cartoon zum Verständnis des Themas beigetragen hatten (Item 9), stimmte etwa die Hälfte der Befragten eher zu, etwas weniger als ein Fünftel stimmten voll zu.

Der Großteil der Gruppe stimmte (eher) zu, dass ihnen das Schreiben der Versuchsbeschreibung leichtgefallen sei (Item 10), allerdings deutet die Standardabweichung von 0,9 auf eine sehr heterogene Meinung in der Gruppe. Das Gleiche gilt für den Nutzen der Wörterliste zum Schreiben der Versuchsbeschreibung (Item 11) mit einem Mittelwert von 2,9 (stimme eher zu) und einer Standardabweichung von $SD=1,07$.

Mehr als die Hälfte der Befragten stimmten zu oder stimmten eher zu, dass ihnen das Verfassen der Versuchsbeschreibung beim Verstehen des Versuches geholfen hat (Item 12). Beim Lesetext stimmten mehr als Dreiviertel der Befragten (eher) zu, dass er verständlich und angemessen lang war (Item 17 und 18).

Das Skizzieren der Struktur von festem Salz, Salzlösungen und Salzschnmelzen auf der Teilchenebene fiel etwa der Hälfte der Gruppe eher leicht bis leicht (Item 19). Knapp 80% stimmten (eher) zu, dass ihnen das Skizzieren der Strukturen auf der Teilchenebene beim Verstehen des Aufbaus des festen Salzes, der Salzlösung und der Salzschnmelze geholfen hat (Item 20). In Bezug auf die Hilfsmittel waren sich die Befragten recht uneinig. Etwas weniger als die Hälfte der Lernenden stimmten (eher) zu, dass sie mehr Hilfsmittel benötigt hätten. Bei der Nützlichkei der Comic-Figuren am Rand der Arbeitsaufträge gingen die Meinungen der Befragten mit einer Standardabweichung von SD = 1,02 sehr auseinander: 15% stimmten nicht zu, dass diese hilfreich seien, 26% stimmten eher nicht zu, 33% stimmten eher zu und 26% stimmten zu.

Tabelle 7: Gesamtdaten der Erhebung (N=92) – (1) keine Zustimmung (2) eher keine Zustimmung (3) eher Zustimmung (4) absolute Zustimmung

Item	M ± SD	Relative Häufigkeit (1)	Relative Häufigkeit (2)	Relative Häufigkeit (3)	Relative Häufigkeit (4)
1	3,1 ± 0,7	2 %	17 %	50 %	30 %
2	1,8 ± 0,9	42 %	37 %	16 %	4 %
3	3,0 ± 0,8	4 %	17 %	48 %	30 %
4	3,2 ± 0,7	2 %	12 %	49 %	36 %
5	3,2 ± 0,7	1 %	16 %	47 %	36 %
6	3,4 ± 0,7	1 %	7 %	41 %	51 %
7	1,8 ± 0,8	39 %	47 %	8 %	7 %
8	2,7 ± 0,8	9 %	28 %	51 %	12 %
9	2,9 ± 0,8	8 %	22 %	52 %	18 %
10	3,0 ± 0,9	8 %	18 %	39 %	35 %
11	2,9 ± 1,1	15 %	17 %	32 %	36 %
12	2,9 ± 0,8	5 %	24 %	45 %	26 %
13	2,8 ± 1,1	14 %	26 %	26 %	34 %
14	3,1 ± 1,0	8 %	16 %	30 %	46 %
15	3,1 ± 0,8	4 %	16 %	41 %	38 %
16	2,8 ± 0,9	10 %	25 %	45 %	20 %
17	3,3 ± 0,7	1 %	14 %	41 %	43 %
18	3,5 ± 0,6	1 %	4 %	36 %	59 %
19	2,8 ± 1,0	12 %	24 %	37 %	27 %
20	3,2 ± 0,8	3 %	16 %	41 %	39 %
21	3,0 ± 0,8	5 %	17 %	47 %	30 %
22	2,2 ± 1,0	28 %	37 %	22 %	13 %
23	2,7 ± 1,0	15 %	26 %	33 %	26 %

Vergleicht man die einzelnen Klassen (siehe Tabelle 8 und Abbildung 25), zeigt sich, dass es bei manchen Items größere Unterschiede zwischen den Klassen gibt als bei anderen Items und

den Mittelwerten der Gesamtgruppe gibt. Im Mittel stimmten die Lernenden mit einem Mittelwert von $M=3$ eher zu, dass die Aufgabenstellungen klar formuliert seien (Item 3). In der Klasse 312 der 7. Schulstufe liegt der Mittelwert mit $M=2,7$ etwas niedriger, hier fiel die Zustimmung der Lernenden geringer aus. In Bezug auf eine Überforderung während der Unterrichtsstunden (Item 7) stimmten die Lernenden mit einem Mittelwert von $M=1,8$ eher nicht zu, dass sie sich überfordert fühlten. Hier schwanken die Zustimmungen der einzelnen Klassen sehr. Während die Klassen 224 ($M=1,6$) und 323 ($M=1,5$) der Aussage nicht zustimmten (beide Klassen sind in der 8. Schulstufe), fiel die Zustimmung bei den restlichen Klassen weniger deutlich aus (Klasse 314 mit einem Mittelwert von $M=2,2$, wobei Klassen 312 und 314 in der 7. Schulstufe sind).

Auf die Frage, ob die Lernenden gelernt haben Fachbegriffe fachsprachliche richtig zu verwenden (Item 8), stimmten die Lernenden im Mittel ($M=2,7$) eher zu. Eine Ausnahme stellt die Klasse 312 dar, die der Aussage mit einem Mittelwert von $M=1,7$ eher nicht bis nicht zustimmt. Bis auf Klasse 312 ($M=2,4$) stimmten die Lernenden im Mittel mit $M=2,9$ eher zu, dass der Concept-Cartoon zum Verstehen beigetragen hat (Item 9).

Die Lernenden stimmten eher zu ($M=3$), dass ihnen das Schreiben der Versuchsanleitung leichtfällt (Item 10). Klasse 312 stimmt der Aussage mit einem Mittelwert von $M=2,3$ eher nicht zu. Sehr unterschiedliche Meinungen gab es zu der Nützlichkeit der Wörterliste (Item 11). Im Gegensatz zum Mittelwert der Gesamtgruppe ($M=2,9$), stimmte Klasse 312 (7. Schulstufe) eher nicht zu ($M=2,3$), dass die Wörterliste eine Unterstützung beim Schreiben der Versuchsbeschreibung darstellte. Während die Gesamtgruppe mit einem Mittelwert von $M=2,8$ eher leichter in Gruppen arbeitet (Item 13), stimmte Klasse 121 dieser Aussage eher nicht zu ($M=2,3$). Das Skizzieren des Aufbaus von festem Salz, Salzlösungen und Salzschnmelzen fiel den Lernenden unterschiedlich leicht (Item 19). Im Mittel ($M=2,8$) stimmte die Gesamtgruppe eher zu, dass ihnen das Skizzieren auf der Teilchenebene leichtfällt. Davon weicht die Klasse 224 ab, diese stimmte der Aussage eher nicht zu ($M=2,2$). Dieselbe Klasse stimmt auch der Aussage zum besseren Verstehen des Aufbaus von Salzen durch die Aufgabe (Item 20) eher nicht zu ($M=2,7$), während die Gesamtgruppe der Aussage eher zustimmt ($M=3,2$) und Klasse 121 (7. Schulstufe) sogar voll zustimmt ($M=3,5$).

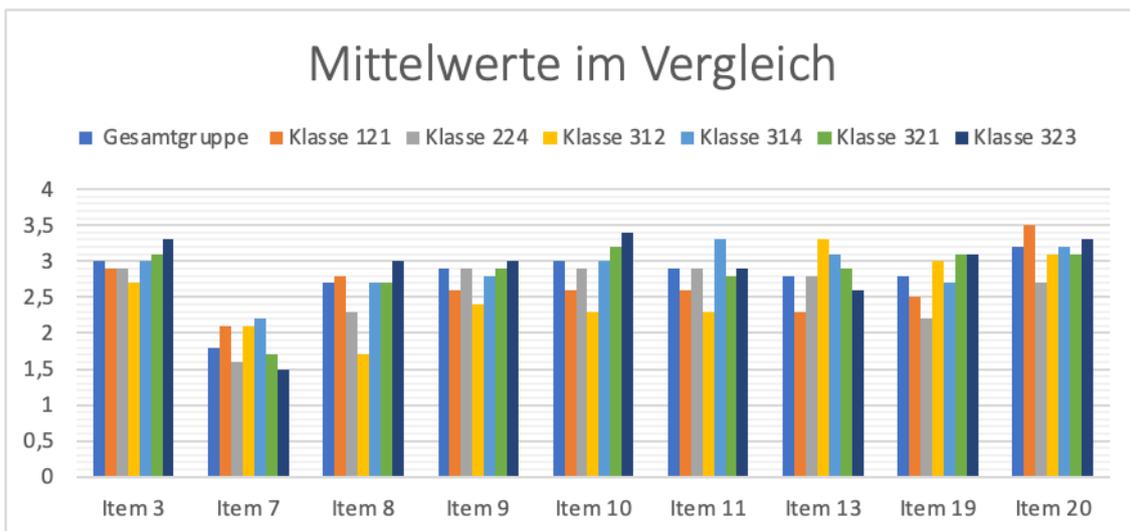


Abbildung 25: Mittelwerte im Vergleich

Tabelle 8: Vergleich der Mittelwerte. Hervorgehoben sind Items mit großen Unterschieden

Item	Mittelwert M Gesamtgruppe	M Klasse 121	M Klasse 224	M Klasse 312	M Klasse 314	M Klasse 321	M Klasse 323
1	3,1	3,2	3,1	2,6	3,1	2,8	3,4
2	1,8	1,8	1,9	1,4	1,9	1,8	1,9
3	3,0	2,9	2,9	2,7	3,0	3,1	3,3
4	3,2	3,0	3,1	3,3	3,0	3,4	3,4
5	3,2	3,4	3,2	3,1	3,1	3,1	3,3
6	3,4	3,3	3,5	3,6	3,4	3,2	3,6
7	1,8	2,1	1,6	2,1	2,2	1,7	1,5
8	2,7	2,8	2,3	1,7	2,7	2,7	3,0
9	2,9	2,6	2,9	2,4	2,8	2,9	3,0
10	3,0	2,6	2,9	2,3	3,0	3,2	3,4
11	2,9	2,6	2,9	2,3	3,3	2,8	2,9
12	2,9	3,0	2,9	2,6	3,1	2,9	2,9
13	2,8	2,3	2,8	3,3	3,1	2,9	2,6
14	3,1	2,8	3,3	3,1	3,4	3,1	3,0
15	3,1	3,1	2,9	3,4	3,2	3,2	3,0
16	2,8	2,6	2,3	2,7	2,9	2,7	3,0
17	3,3	3,3	3,0	3,1	3,2	3,5	3,4
18	3,5	3,3	3,3	3,6	3,6	3,5	3,7
19	2,8	2,5	2,2	3,0	2,7	3,1	3,1
20	3,2	3,5	2,7	3,1	3,2	3,1	3,3

21	3,0	3	2,8	3	3,1	2,9	3,1
22	2,2	1,8	2,7	2,4	2,3	2,2	1,9
23	2,7	2,5	2,4	2,9	3,1	2,3	2,8

Ein Vergleich der Mittelwerte von Lernenden, deren Familiensprache Deutsch ist, und Lernenden, deren Familiensprache nicht Deutsch ist, zeigte keine großen Unterschiede. Ob es tatsächlich keine Unterschiede gibt oder ob diese durch die geringe Anzahl an Befragten nicht erfasst werden konnten, kann nicht beantwortet werden.

9.2. Ergebnisse der Evaluationsaufgabe

Die Gestaltung der Evaluationsaufgabe wurde in Kapitel 8.3.3. beschrieben. An der Evaluationsaufgabe nahmen 110 Lernende teil. Der Unterschied zu den Teilnehmenden bei der Fragebogenerhebung kam dadurch zustande, dass die Lehrenden entschieden hatten, die Evaluationsaufgabe als eine Form der Mitarbeitüberprüfung anzusehen und diese dementsprechend ohne Zustimmung der Erziehungsberechtigten stattfinden konnte. Bei der Evaluationsaufgabe konnten insgesamt 12 Punkte erreicht werden. Item 1 musste aus der Wertung herausgenommen werden, da bei der Korrektur der Aufgaben die Diskussion mit einer Studienkollegin aufkam, dass alle drei Antwortmöglichkeiten richtig wären. Der Durchschnitt der erreichten Punkte liegt bei 10,2 Punkten. Die niedrigste Punktzahl, die erreicht wurde, waren 6 Punkte (siehe Tabelle 9 und Abb. 26).

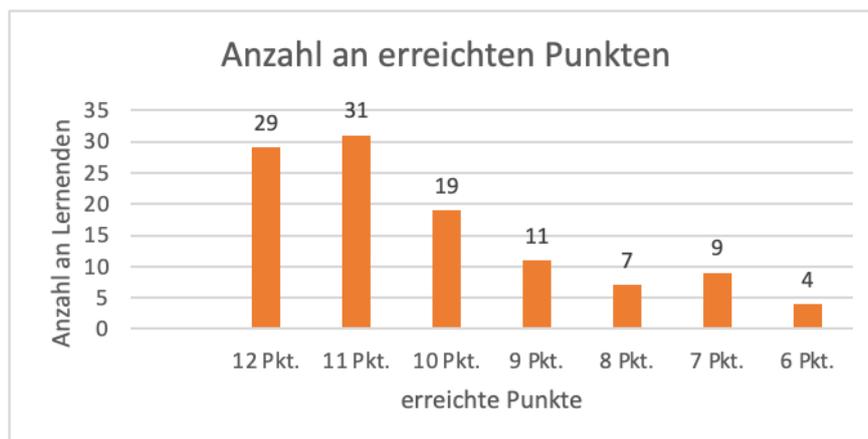


Abbildung 26: Anzahl an erreichten Punkten bei der Evaluationsaufgabe bei 110 Evaluationsbögen

Am häufigsten falsch hatten die Lernenden Item 5 (man bezeichnet diese Anziehungskräfte als Ionenbindung/Metallbindung/Atombindung) mit 25 falschen Antworten, Item 6 (die Anziehungskraft/Abstoßungskraft/Schwerkraft ist im . . . Salz so stark, dass die Ionen nicht zu

den Elektroden wandern können) mit 30 falschen Antworten und Item 8 (deshalb leitet ein neutrales/festes/weiches Salz keinen Strom) mit 25 falschen Antworten.

Tabelle 9: Relative Häufigkeit an richtigen und falschen Antworten bei der Evaluationsaufgabe

Item	Relative Anzahl an richtigen Antworten (N = 110)	Relative Anzahl an falschen Antworten (N=110=
2	90 %	10 %
3	88 %	12 %
4	85 %	15 %
5	77 %	23 %
6	73 %	27 %
7	80 %	20 %
8	77 %	23 %
9	95 %	5 %
10	93 %	7 %
11	91 %	9 %
12	86 %	14 %
13	84 %	16 %

Vergleicht man die Klassen, kann man keine Unterschiede zwischen der siebten und der achten Schulstufe feststellen (siehe Abb. 27). Klasse 121 hat mit 9,5 Punkten im Durchschnitt am wenigsten Punkte erreicht. Darauf folgt Klasse 323 mit 9,8 Punkten im Durchschnitt. Am meisten Punkte hat Klasse 321 mit 11,1 Punkten im Durchschnitt erreicht. Klasse 121 ist die einzige Klasse, bei der 100 % der Lernenden Item 8 richtig hatten. In Klasse 224 haben 100 % der Lernenden Item 9, 10 und 11 richtig beantwortet, in keiner weiteren Klasse wurden drei Items von allen richtig beantwortet. Die Klassen 121 und 323, die bei der Evaluationsaufgabe die niedrigsten Punkte erreicht haben, sind gleichzeitig jene Klassen, die die höchste Anzahl an Lernenden mit einer Familiensprache, die nicht Deutsch ist (50 % der teilnehmenden Lernenden in Klasse 121 und 40 % der teilnehmenden Lernenden in Klasse 323). Ob es eine tatsächliche Korrelation gibt oder ob es eine Scheinkorrelation ist, kann nicht festgestellt werden, da die Stichprobe zu klein ist.

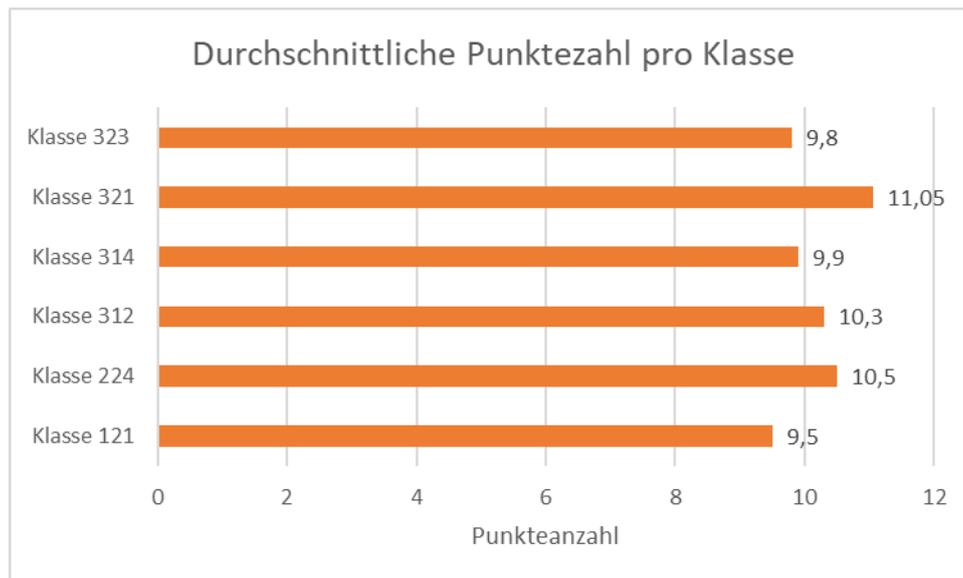


Abbildung 27: Anzahl der durchschnittlichen Punkte pro Klasse

9.3. Ergebnisse der Lehrenden-Erhebung

Die Gestaltung des Lehrenden-Fragebogens wurde in Kapitel 8.3.1.2. beschrieben. Die Ergebnisse der Erhebung werden themenblockbezogen dargestellt.

Unterrichtsplanung: Alle drei Lehrenden stimmten zu, dass die Unterrichtsplanung für sie verständlich gestaltet und ohne großen Aufwand an verschiedene Lerngruppen adaptierbar sei. Als besonders hilfreich wurden die farbliche Strukturierung und die detaillierte Ausarbeitung hervorgehoben. Bei der Frage, ob sie den Unterricht entsprechend der Unterrichtsplanung durchführen konnten, stimmten alle drei Lehrenden eher zu, wobei zwei anmerkten, dass sie die Befragung der Lernenden und die Evaluationsaufgabe erst in einer dritten Stunde durchführen konnten. Eine Kollegin gab als Veränderungsvorschlag mehr Zeit für die Besprechungsphasen an.

Fachliche Angemessenheit: Alle Lehrkräfte stimmten zu, dass die im Material enthaltene didaktische Reduktion angemessen sei, um die Lerninhalte zu transportieren, und dass keine inhaltlichen Aspekte gefehlt hätten.

Unterrichtsziele: Alle Lehrkräfte stimmten zu, dass die sprachlichen und fachlichen Ziele im Material transparent dargestellt wären. Zwei der Lehrkräfte stimmten zu, dass die fachlichen Ziele mit sprachlicher Unterstützung erreicht werden konnten, eine Lehrperson stimmte eher zu. Eine Lehrperson fügte hinzu: „Die nicht deutschsprachigen Schülerinnen aus der Ukraine taten sich sehr schwer, den Anleitungen zu folgen. Ich weiß, dass auf Schüler*innen mit

unmittelbarem Flüchtlingshintergrund kein Augenmerk gelegt wurde. Wenn man sie auch erreichen möchte, müsste man die Planung entsprechend erweitern.“

Auf die Frage, ob es Aspekte gäbe, die die Erreichung der sprachlichen Ziele erschweren, meinte eine Lehrkraft, dass teilweise ein Zeitdruck herrschte, durch den Arbeitsphasen gekürzt oder abgebrochen werden mussten.

Anforderungsniveau: Alle befragten Lehrkräfte stimmten zu, dass das gewählte Anforderungsniveau sowohl für die siebte als auch achte Schulstufe angemessen gewählt sei.

Sprachliche Aspekte: Auf die Frage, ob in den Materialien eine für die Schulstufe angemessene Anzahl von Fachbegriffen verwendet wurde, stimmten zwei Lehrkräfte zu, eine Lehrkraft stimmte eher nicht zu, ihrer Meinung nach seien es zu viele. Der Aussage: „Die Fachbegriffe werden in den Materialien angemessen erklärt“, stimmten zwei Lehrkräfte der achten Schulstufe zu und eine Lehrkraft eher zu. Für die siebte Schulstufe stimmte die Lehrkraft eher nicht zu und ergänzte, dass eine weitere fachliche Reduktion bei der Erklärung der Fachbegriffe hilfreich wäre. In Bezug auf die grammatikalische Komplexität stimmten zwei Lehrkräfte zu, dass diese angemessen sei, eine Lehrperson stimmte eher zu.

Unterrichtsmaterial: Alle drei Lehrkräfte stimmten (eher) zu, dass das Material ansprechend gestaltet und die Aufgaben verständlich formuliert seien. Der Aussage: „Es braucht für eine angemessene Bearbeitung mehr Hilfestellungen“ stimmte eine Lehrkraft nicht zu, die beiden anderen stimmten eher nicht zu. Alle befragten Lehrkräfte stimmten zu, dass der Concept Cartoon als Einstieg in die Unterrichtseinheit eine passende Methode sei. Der Aussage: „Das Formulieren der Versuchsbeschreibung anhand einer Abbildung erachte ich für sinnvoll“ stimmten alle befragten Lehrkräfte zu. Alle Lehrkräfte erachteten das Durchführen der Versuche als sinnvoll. Eine Lehrkraft begründete ihre Antwort wie folgt: „Die SuS [Schüler:innen] werden selber tätig und müssen anhand einer „fremden“, von Laien geschriebenen, Anleitung arbeiten. Dadurch erkennen sie leichter, ob etwas gefehlt hat, ob etwas unklar formuliert war oder ähnliches. Wenn sie diese nur durchlesen, würde das wahrscheinlich weniger auffallen“. Alle befragten Lehrkräfte hielten den Austausch der von den Lernenden verfassten Versuchsbeschreibungen mit anderen Gruppen für sinnvoll. Die Länge des Infotextes war für alle Lehrenden angemessen, bei der fachlichen Angemessenheit stimmten zwei zu und eine Lehrperson stimmte eher zu. Zwei der drei Befragten gaben an, dass das Skizzieren der Struktur

des festen Salzes, der Salzlösung und der Salzschmelze eine angemessene Transferaufgabe für die Schulstufe sei. Die dritte Lehrkraft stimmte eher zu.

Auf die Frage, ob die Lehrkräfte das Material noch einmal im Unterricht einsetzen würden, stimmten zwei eher zu und eine Lehrkraft stimmte zu. Ihre Begründungen lauteten:

„Tolles und spannendes Material – die SuS haben eine gute Abwechslung an Methoden und sind viel selbstständig aktiv. Bei langsamen Klassen würde ich es mir genau überlegen, da dafür schon relativ viel Zeit benötigt wird. Je nach Interesse und Grad des Könnens würde ich hier abwägen.“ (unterrichtet in der 8. Schulstufe)

„Ja, weil die Stunden super funktioniert haben und sie sehr abwechslungsreich waren. Das eigenständige Arbeiten hat den SuS gut gefallen. Vielleicht würde ich aber nur einen Teil verwenden, da ich für dieses Thema nur eine Stunde einplane.“ (unterrichtet in der 8. Schulstufe)

„Es ist gut durchdacht und hat so viele positive Features. Ich finde es super, wie das Erlernen von Fachvokabular hier verpackt wurde.“ (unterrichtet in der 7. Und 8. Schulstufe)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Beurteilung des Materials durch die Lehrpersonen durchwegs positiv ausgefallen ist.

9.4. Ergebnisse der Beobachtungen

Die Erstellung des Beobachtungsbogens wurde bereits in Kapitel 8.3.2. besprochen. Während der Erprobungsphase konnten fünf von sechs Klassen während der Bearbeitung von mir beobachtet werden. Alle Unterrichtsstunden wurden in einem Chemiesaal gehalten.

Alle Lehrenden haben sich an die Vorgaben der Unterrichtsplanung gehalten und die Phasen eins zu eins durchgeführt. Alle Materialien wurden im Unterricht wie in der Planung vorgegeben verwendet. In allen Klassen waren die Lehrenden sehr höflich, offen, geduldig und freundlich zu den Lernenden, sodass ein angenehmes Unterrichtsklima herrschte. Bei jeder Frage oder Aufforderung durch die Lehrperson gab es freiwillige Meldungen der Lernenden. Der Redeanteil der Lehrperson und der Schüler:innen in den Unterrichtsgesprächen war in allen Klassen ausgeglichen, es kam zu keinen monologischen Vorträgen durch eine Lehrperson. Während der beiden Unterrichtseinheiten haben die Lernenden sehr aktiv selbstständig gearbeitet, sodass die inaktiven Phasen, in denen die Lernenden nur zuhören mussten, sehr kurz waren.

Die Gruppeneinteilung in den einzelnen Klassen wurde unterschiedlich durchgeführt, in allen Klassen wurden die Lernenden aber per Zufall in die Gruppen eingeteilt. Die Sozialform (Gruppenarbeit) war in allen bis auf eine Klasse angemessen und passend. In dieser einen Klasse mussten die Lernenden während den Gruppenarbeitsphasen immer wieder zur Arbeit am Material aufgefordert werden. Vermehrte Nachfragen oder Probleme gab es nur an einer Stelle im Material; die Aufteilung der einzelnen Leseaufträge sorgte für große Verwirrung bei den Lernenden, da die Aufgabe mit dem Formulieren der Überschriften erst nach dem Lesetext zu finden war, die Lernenden aber die Linien für die Überschriften gesehen hatten. In allen anderen Phasen kam es zu keinen vermehrten Nachfragen oder Probleme, da die Lehrpersonen alle Arbeitsaufträge sehr genau und detailliert beschrieben haben. Der Concept Cartoon als Einstieg in die erste Unterrichtsstunde war in zwei der fünf beobachteten Klassen erfolgreich. Dort konnte er die Lernenden neugierig machen, eine fragende Haltung erzeugen und an das Vorwissen der Lernenden anknüpfen. In den weiteren drei Klassen konnten die Lernenden weder Fragen generieren noch ihr Vorwissen aktivieren. Die fachlich inkorrekte Aussage konnte in keiner der Klassen gefunden werden. Während der Bearbeitung des Concept Cartoons mussten die Lernenden Vermutungen und Fragen zu den Aussagen der Cartoon Charaktere auf-/stellen. Beispiele für Fragen/Vermutungen der Lernenden sind:

- Was ist ein Isolator und was macht er?
- Sind in Wasser überhaupt Salze gelöst?
- Bekommt man auch einen Stromschlag, wenn man in destilliertem Wasser badet?
- Wieso bekommt man einen Stromschlag?
- Welche Salze sind in Waser gelöst?
- Welches Salz kann man als Isolator verwenden?
- Warum leitet Wasser?
- Was ist noch einmal ein Molekül?
- Leitet reines Wasser Strom?

Bei der Durchführung der Versuche, der Materialbeschaffung und beim Wegräumen der Materialien haben alle Lernenden aktiv mitgearbeitet. Es hat sich gezeigt, dass das gegenseitige Feedback nicht unmissverständlich war, da es zu vermehrten Nachfragen an die rückmeldenden Gruppen kam, wofür allerdings nicht ausreichend Zeit zur Verfügung stand. Den Transfer am Ende der zweiten Einheit zurück zum Isolator und der Begründung, wieso dieser nicht leitet, konnten nur zwei der fünf Klassen erfolgreich schaffen.

Das Hauptergebnis der Beobachtung war, dass die Zeiteinteilung zu straff getaktet war. Zwei von drei Lehrpersonen konnten die Planung nicht in zwei Unterrichtsstunden durchführen, sie benötigten noch eine dritte Unterrichtsstunde zur Beendigung des Themas. Eine Lehrperson konnte die Einheiten in zwei Unterrichtsstunden unterbringen, allerdings ist das Zeitmanagement der einzelnen Phasen in dieser Klasse von jenem der Planung abgewichen.

10. Interpretation der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

10.1. Allgemeine Schlussfolgerungen

Die Meinungen der Lernenden zum Material fielen sehr heterogen aus, was an den hohen Standardabweichungen im Ergebnisteil zu erkennen ist. Dennoch lassen sich aus den Mittelwerten Schlüsse für die Überarbeitung des Materials ziehen. Zunächst kann festgehalten werden, dass das Material sowohl bei den Lernenden als auch Lehrenden einen positiven Eindruck hinterlassen hat. Die Länge und der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben waren sowohl für Lernende der 7. als auch 8. Schulstufe der Sekundarstufe I angemessen, sodass es zu keiner Unter- oder Überforderung gekommen ist. Auch die Ergebnisse der Evaluationsaufgabe mit einer durchschnittlichen Punktezahl von 10,2 von 12 Punkten sprechen dafür, dass die Aufgaben nachvollziehbar gestaltet wurden. Der Concept Cartoon als Einstiegsmittel in das neue Thema wurde von den Lernenden als positiv bewertet, aus den Beobachtungen kann jedoch geschlossen werden, dass das Thema nicht ausreichend anregend und Neugierde weckend ist, sodass es in der Überarbeitung des Materials ausgetauscht wird. In der finalen Version werden Salznebel an der Ostsee, die zu Kurzschlüssen führen, thematisiert.

Die angebotenen Hilfsmittel (Wörterliste, Infokästen, Feedback-Checkliste) konnten die Lernenden bei der selbstständigen Bearbeitung der Aufgaben unterstützen. Da die Ergebnisse gezeigt haben, dass einige Lernende mehr Hilfestellungen benötigt hätten, werden weitere Unterstützungen in Form von Wort-Bild-Listen und Satzbausteinen hinzugefügt. Durch die Erweiterung des Hilfsmaterials können die Aufgaben auf dem bisherigen Anforderungsniveau bleiben und eine individuell gestufte Hilfestellung, die an jeden Lernenden angepasst werden kann, wird möglich. Obwohl die Lernenden der Arbeit in Gruppen sehr gemischt gegenüberstanden, ist sie im Zuge eines sprachsensiblen Unterrichts ein wichtiges Mittel, weshalb die Gruppenarbeiten bestehen bleiben.

Eine wichtige Erkenntnis aus den Befragungen und Beobachtungen ist die Zeiteinteilung. Die Zeit für die einzelnen Phasen war bei der Erprobung des Materials nicht ausreichend, teilweise mussten Arbeitsphasen verkürzt oder abgebrochen werden. Darauf wird in der Überarbeitung des Materials größere Rücksicht genommen, es werden Zeitphasen erweitert, um keinen Zeitdruck zu erzeugen.

Bei der Evaluationsaufgabe haben die Lernenden sehr gute Ergebnisse erzielt. Schlussendlich darf man aber nicht vergessen, dass die Stichprobe wenig repräsentativ für die Gesamtheit

österreichischer Schüler:innen der Sekundarstufe I war, da es sich bei allen Schulen um Gymnasien handelt.

10.2. Finale Materialien adaptiert anhand der Erkenntnisse aus der Erhebung

Die finale Version der Unterrichtsmaterialien ist im Anhang ab Seite 120 zu finden.

Da das Thema des Concept Cartoons die Lernenden bei der Erprobung nicht abholen konnte, wird das Thema geändert (siehe S. 120). Als neues Thema in der adaptierten Fassung des Materials wurde „Stromausfälle durch Salznebel an der Ostsee“ gewählt. Als Problemstellung erfahren die Lernenden, dass Salznebel an der Ostsee zu Stromausfällen führen kann, wenn die abgelagerten Salzkrusten durch hohe Luftfeuchtigkeit feucht werden. Das Thema soll die Lernenden dazu anregen, zu überlegen, wieso die trockene Salzkruste kein Problem darstellt, aber eine feuchte Salzkruste durch erhöhte Luftfeuchtigkeit zu Kurzschlüssen und Stromausfällen führt. Als zusätzliche Unterstützung wurde auf der Rückseite des Arbeitsblattes eine Tabelle mit Worterklärungen zu unbekanntem Fachwörtern hinzugefügt. Die Lernenden diskutieren in Zweiergruppen die Aussagen der abgebildeten Cartoon Charaktere und überlegen eine eigene Vermutung und Frage für einen der Charaktere zu diesem Phänomen. In der gemeinsamen Plenumsdiskussion werden die Vermutungen und Fragen der Lernenden besprochen. Die Lehrperson lenkt das Gespräch in die Richtung fester Salze und gelöster Ionen und leitet anhand dieses Kernaspekts in die Arbeitsphase über. Mit der Frage, ob der Unterschied zwischen festem Salz und Salzlösungen für die Kurzschlüsse und Stromausfälle verantwortlich ist, bekommen die Lernenden das nächste Arbeitsblatt (AB_1_A oder AB_1_B – siehe S.121 ff). Auf diesem Arbeitsblatt werden zuerst die Comic-Figuren, die am Rand einer jeden Aufgabe zu finden sind, erklärt. Diese zeigen den Lernenden welche Handlung bei einer Aufgabe durchzuführen ist. Anschließend müssen die Lernenden die Abbildung des Versuchsaufbaus betrachten und diese mit einer Wörterliste zunächst mündlich und dann schriftlich beschreiben. Gruppe A hat einen Versuchsaufbau zu der Leitfähigkeit von festem Salz, Gruppe B einen Versuchsaufbau zu der Leitfähigkeit von Salzlösungen abgebildet. Zusätzlich zur Wortliste können die Lernenden bei Bedarf eine Wort-Bild-Liste und Satzbausteine zur Hilfe ziehen. Anschließend tauschen die Gruppen, die unterschiedliche Versuchsabbildungen hatten, die Versuchsbeschreibungen, führen die Versuche anhand dieser durch und geben dem Versuch einen Namen. Nach der Durchführung erhalten die Lernenden-Gruppen zu ihrer Versuchsbeschreibung kriteriengeleitetes Feedback mittels einer Feedback-Checkliste (siehe S. 124). Die Checklisten werden den Gruppen

zurückgegeben, diese können in einer kurzen Plenumsdiskussion Fragen zum Feedback stellen. Zum Abschluss der ersten Einheit stellen die Lernenden Vermutungen auf, aus welchem Grund festes Salz keinen elektrischen Strom leitet, Salzlösungen aber schon.

Die zweite Einheit beginnt mit einer Besprechung der Versuche und der aufgestellten Vermutungen der letzten Einheit, um die Erinnerungen der Lernenden kognitiv zu aktivieren. Die Lernenden wissen mittlerweile, dass festes Salz elektrischen Strom nicht leitet, Salzlösungen elektrischen Strom aber leiten. Die Wissenslücke, die bis zu diesem Zeitpunkt noch besteht, wird in der Einheit mittels eines Lesetextes und Leseaufträgen geschlossen (AB_2 - siehe S. 135 ff). Die Leseaufträge sind nach den sechs im Theorieteil vorgestellten Leseschritten nach Leisen konzipiert. Die erste Aufgabe entspricht der Entlastung, die Lernenden werden aufgefordert, eine Minute zur Wiederholung in ihren Mitschriften über Ionen nachzulesen. Anschließend betrachten sie eine Abbildung und müssen eine von drei Vermutungen über den Inhalt des Textes ankreuzen. Die Aufgaben drei bis fünf entsprechen dem orientierenden Lesen. Zuerst lesen die Lernenden den Text in ihrer eigenen Geschwindigkeit, ohne alles zu verstehen. Sobald alle den Text gelesen haben, sagen sich Sitznachbar:innen abwechselnd einen sinngemäßen Satz, an den sie sich aus dem Text erinnern und besprechen, ob ihre Vermutung aus Aufgabe zwei richtig war. Im nächsten Schritt sollen die Lernenden Begriffe, die in den Abbildungen vorkommen, im Text suchen und markieren, um das selektive Lesen zu fördern. Aufgabe sieben ist nun das intensive Lesen. Lernende lesen den Text fokussiert und genau durch. Nachdem sie den Text gelesen haben, formulieren sie zu jedem Abschnitt eine Überschrift auf der strichlierten Linie. Für Textabschnitte Überschriften zu formulieren ist eine äußerst herausfordernde Aufgabe, die ein hohes Abstraktionsvermögen und Leseverstehen von den Lernenden voraussetzt. Der Schritt des extensiven Lesens wurde aus zeitlichen Gründen ausgelassen. Leseschritt sechs, die Textnutzung, wird in Form einer Transferaufgabe durchgeführt. Die Lernenden skizzieren gemeinsam in der Zweiergruppe die Struktur eines festen Salzes, einer Salzlösung und einer Salzschnmelze auf der Teilchenebene und beschriften die Teilchen in den Skizzen. Zur Unterstützung erhalten die Lernenden eine Legende, die ihnen zeigt, wie sie die vorkommenden Ionen und Moleküle skizzieren können. Als Sicherung der Einheit werden die Leseaufträge verglichen und die Ergebnisse zusammengefasst. Die Lernenden beantworten die abschließende Frage *Wieso sind trockene Salzkrusten an Isolatoren kein Problem, sobald diese aber feucht werden schon?*, um den Bogen um das Thema zu schließen.

11. Fazit und Ausblick

In dieser Arbeit wird anhand einer Unterrichtsplanung gezeigt, wie Eigenschaften von Salzen auf der Teilchenebene in der Sekundarstufe I anschlussfähig und nachvollziehbar unterrichtet werden können. Im Sinne des Design-Based Research können als Lösung der Problemstellung die finalen Materialien vorgestellt werden. Theorieerweiternde Ergebnisse wurden mittels dieser Arbeit nicht generiert.

Anhand der aus den Daten gewonnenen Erkenntnisse kann davon ausgegangen werden, dass das vorgestellte Material in der AHS Sekundarstufe I einsatzbereit ist. Das Material ermöglicht den Lernenden eine im großen Ausmaß selbstständige Erarbeitung des Themas Leitfähigkeit fester Salze, Salzlösungen und Salzschnmelzen. Die Hauptaufgabe der Lehrperson ist die Ermöglichung reibungsloser Phasenübergänge, das Liefern von Denkanstößen und das Bereitstellen von jeglichen benötigten Scaffolds. Die im Material und der Planung vorkommenden Scaffolds erweisen sich als überwiegend hilfreich, sodass individuelle und gestaffelte Hilfestellungen möglich sind. Allgemeingültige Aussagen zur Bearbeitbarkeit des Materials können nicht getroffen werden, da die testende Stichprobe nur Lernende von Gymnasien umfasst. In einem weiteren DBR-Zyklus könnte das Material auch in Mittelschulen sowie in mehr städtischen Schulen getestet werden. In einem weiteren Zyklus könnte auch getestet werden, ob das neue Thema des Concept Cartoons die Anforderungen an Unterrichtseinstiege nun besser erfüllt.

Literaturverzeichnis

- Anton, M. A. (2010). Wie heißt das auf Chemisch? Sprachebenen der Kommunikation im und nach dem Chemieunterricht. In G. Fenkart, A. Lembens, & E. Erlacher-Zeitlinger (Hrsg.), *Sprache, Mathematik und Naturwissenschaften*. StudienVerlag.
- Bachmann, T. & Becker-Mrotzek, M. (2010). Schreibaufgaben situieren und profilieren. In T. Pohl & T. Steinhoff (Hrsg.), *Textform als Lernform* (S. 191–210). Gilles & Francke.
<https://core.ac.uk/download/pdf/157772126.pdf>
- Baisch, P., Meisert, A., Schaal, S., Spörhase-Eichmann, U. & Weitzel, H. (2019). *Biologie unterrichten: Planen, durchführen, reflektieren* (H. Weitzel & S. Schaal, Hrsg.; 5. Auflage). Cornelsen.
- Bakker, A. (2018). *Design research in education: A practical guide for early career researchers*. Routledge.
- Barke, H.-D. (2006). *Chemiedidaktik: Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen*. Springer.
- Becker-Mrotzek, M. & Roth, H.-J. (2017). Sprachliche Bildung—Grundlegende Begriffe und Konzepte. In M. Becker-Mrotzek, H.-J. Roth, S. Bredthauer & C. Lohmann (Hrsg.), *Sprachliche Bildung—Grundlagen und Handlungsfelder* (S. 11–36). Waxmann.
- Beese, M., Benholz, C., Chlosta, C., Gürsoy, E., Hinrichs, B., Niederhaus, C. & Oleschko, S. (2014). *Sprachbildung in allen Fächern* (1. Auflage). Ernst Klett Sprachen GmbH.
- Bergunde, M. (2010). Von Subjekt zu Subjekt. Unterrichtspraktische Anregungen für fachspezifische Sprachförderung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. In G. Fenkart, A. Lembens & E. Erlacher-Zeitlinger (Hrsg.), *Sprache, Mathematik und Naturwissenschaften* (S. 232–249). StudienVerlag.

- Birgit, S., Iris, H. & Christina, W.-P. (2019). *PISA 2018. Grundkompetenzen am Ende der Pflichtschulzeit im internationalen Vergleich*. <https://doi.org/10.17888/PISA2018-EB>
- BMBWF, (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung). (2023a). *Lehrplan der allgemeinbildenden höheren Schulen*.
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568>
- BMBWF, (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung). (2023b). *Lehrplan der allgemeinbildenden höheren Schulen NEU*.
https://aeccc.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/z_aeccc/AECC_Chemie/Fuer_Lehrer_innen/Offizielle_Dokumente/Lehrplan_AHS_komplett_2023.pdf
- Verordnung der Bundesministerin für Unterricht, Kunst und Kultur über Bildungsstandards im Schulwesen, Pub. L. No. BGBl. II Nr. 1/2009 (2009).
<https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2009/1>
- Boubakri, C., Beese, M., Krabbe, H., Fischer, H. E. & Roll, H. (2017). Sprachsensibler Fachunterricht. In M. Becker-Mrotzek, H.-J. Roth, S. Bredthauer & C. Lohmann (Hrsg.), *Sprachliche Bildung—Grundlagen und Handlungsfelder* (S. 335–350). Waxmann.
- Brandt, H. & Gogolin, I. (2016). *Sprachförderlicher Fachunterricht: Erfahrungen und Beispiele*. Waxmann.
- Bruice, P. Y. (2011). *Organische Chemie—Studieren kompakt* (T. Lazar, Übers.; 5., aktualisierte Auflage). Pearson Studium.
- Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens. (2011). *Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe*.

https://iqs.gv.at/_Resources/Persistent/6d457e620e0980fe3011494fe357f68c43ab6b9a/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf

Bybee, R. W. (2015). *The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments*. NSTA Press, National Science Teachers Association.

Carnevale, C. & Wojnesitz, A. (2014). *Sprachsensibler Fachunterricht in der Sekundarstufe. Grundlagen—Methoden—Praxisbeispiele*. ÖSZ.

Cummins, J. (2000). *Language, power, and pedagogy: Bilingual children in the crossfire*. Multilingual Matters.

Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>

Dröse, J. & Prediger, S. (2019). Scaffolding für fachbezogene textsortenspezifische Lesestrategien—Entwicklungsforschungsstudie zur Förderung des Umgangs mit Textaufgaben. In B. Ahrenholz, S. Jeuk, B. Lütke, H. Roll & J. Paetch (Hrsg.), *Fachunterricht, Sprachbildung und Sprachkompetenzen* (1st edition). De Gruyter Mouton.

Emmermann, R. & Fastenrath, S. (2018). *Sprachsensibler Unterricht* (1. Auflage). Verlag Europa-Lehrmittel Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG.

Erasmus+ Projekt sensiMINT. (2023). Erasmus+ sensiMINT: Sprachsensibler Biologie- und Chemieunterricht - Kontext und Materialien interdisziplinäre reflektiert.

Fördernummer: 2020-1-AT01-KA201-078144. <https://www.sensimint.eu/>

Falbe, J., Regitz, M. & Hillen-Maske, E. (Hrsg.). (1991). *Römpp Chemie Lexikon*. 5, Pl-S (9., erw. neu bearbeitete Aufl). G. Thieme.

- Feige, E.-M., Rutsch, J., Dörfler, T. & Rehm, M. (2017). Von der Alltagsvorstellung zum fachwissenschaftlichen Konzept. Schülervorstellungen diagnostizieren und weiterentwickeln. *Unterricht Chemie*, 159, 2–8.
- Fenkart, G. (2010). Sachtexte und Sachbücher im Unterricht aller Fächer. Geschlecht und Textsorte in der Leseerziehung. In G. Fenkart, A. Lembens & E. Erlacher-Zeitlinger (Hrsg.), *Sprache, Mathematik und Naturwissenschaften* (S. 195–211). StudienVerlag.
- Fischer, C. (2020). *55 Methoden Biologie: Einfach, kreativ, motivierend* (3. Auflage). Auer.
- Gibbons, P. (2002). *Scaffolding language, scaffolding learning: Teaching second language learners in the mainstream classroom*. Heinemann.
- Glück, H. & Rödel, M. (Hrsg.). (2016). *Metzler Lexikon Sprache* (5., aktualisierte und überarbeitete Auflage). J.B. Metzler Verlag.
- Gogolin, I. (2009). „Bildungssprache“—The Importance of Teaching Language in Every School Subject. In T. Tajmel & K. Starl (Hrsg.), *Science education unlimited: Approaches to equal opportunities in learning science* (S. 91–102). Waxmann.
- Gogolin, I. & Lange, I. (2009). Bildungssprache und Durchgängige Sprachbildung. In S. Fürstenau & M. Gomolla (Hrsg.), *Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit* (S. 107–128).
- Gogolin, I. & Lange, I. (2011). *Durchgängige Sprachbildung: Qualitätsmerkmale für den Unterricht* (B. Hawighorst, C. Bainski, A. Heintze, S. Rutten & W. Saalman, Hrsg.). Waxmann.
- Gold, A. (2018). *Lesen kann man lernen. Wie man die Lesekompetenz fördern kann* (3., vollständig überarbeitete Auflage). Vandenhoeck & Ruprecht.
- Hepp, R., Krüger, A. & Leisen, J. (2003). Methoden-Werkzeuge. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 75/76.

<http://www.josefleisen.de/downloads/methodenwerkzeuge/50%20Methoden-Werkzeuge%20-%20Steckbrief%20NiU%202003.pdf>

Hilbing, C. & Barke, H.-D. (2004). Ionen und Ionenbindung: Fehlvorstellungen hausgemacht! Ergebnisse empirischer Erhebungen und unterrichtliche Konsequenzen. *CHEMKON*, 11(3), 115–120. <https://doi.org/10.1002/ckon.200410009>

Hofer, E., Abels, S. & Lembens, A. (2016). Forschendes Lernen und das 5E-Modell. *Plus Lucis*, 1/2016, 4.

Huheey, J. E., Keiter, E. A., Keiter, R. L., Steudel, R. & Huheey, J. E. (2014). *Anorganische Chemie: Prinzipien von Struktur und Reaktivität* (5., vollständig überarbeitete Auflage). De Gruyter.

Kattmann, U. (2007). Didaktische Rekonstruktion—Eine praktische Theorie. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (1st ed, S. 93–104). Springer.

Langer, E. (2010). Spracherwerb im Naturwissenschaftsunterricht in Klassen mit Migrationshintergrund. In G. Fenkart, A. Lembens & E. Erlacher-Zeitlinger (Hrsg.), *Sprache, Mathematik und Naturwissenschaften* (S. 89–107). Studien Verlag.

Leisen, J. (2019). *Handbuch Sprachförderung im Fach: Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. Grundlagenteil* (1. Auflage). Ernst Klett Sprachen.

Leisen, J. (2020). *Handbuch Lesen im Fachunterricht: Sachtexte sprachsensibel bearbeiten: verstehendes Lesen vermitteln* (1. Auflage). Ernst Klett Sprachen.

Leisen, J. (2022). *Sprachbildung und sprachsensibler Fachunterricht in den Naturwissenschaften* (1. Auflage). Verlag W. Kohlhammer.

- Lembens, A., Krebs, R. E. & Taglieber, J. (2022). sensiMINT - Sprachsensibler Chemie- und Biologieunterricht. *GDCP Jahrestagung 2021*, 704–707. <https://gdcp-ev.de/wp-content/uploads/2022/05/Tagungsband-2022-Stand-13522.pdf>
- Lenhard, W. (2019). *Leseverständnis und Lesekompetenz: Grundlagen - Diagnostik - Förderung* (2., aktualisierte Auflage). Verlag W. Kohlhammer.
- Marx, N. & Steinhoff, T. (2017). Schreiben von Schülerinnen und Schülern mit nichtdeutscher Familiensprache. In M. Becker-Mrotzek, H.-J. Roth, S. Bredthauer & C. Lohmann (Hrsg.), *Sprachliche Bildung—Grundlagen und Handlungsfelder* (S. 175–185). Waxmann.
- Meyer, H. (2009). *Leitfaden Unterrichtsvorbereitung* (4. Auflage). Cornelsen.
- Michalak, M., Lemke, V. & Goeke, M. (2015). *Sprache im Fachunterricht: Eine Einführung in Deutsch als Zweitsprache und sprachbewussten Unterricht*. Narr.
- Mortimer, C. E., Müller, U. & Beck, J. (2015). *Chemie: Das Basiswissen der Chemie* (12., korrigierte und aktualisierte Auflage). Georg Thieme Verlag.
- Österreichischer Integrationsfonds (Hrsg.). (2021). *FACT-SHEET: Schule und Integration*. Österreichischer Integrationsfonds.
https://www.integrationsfonds.at/fileadmin/user_upload/OeIF-FS-37-SchuleIntegration-V5.pdf
- Precht, H. (2014). Fachsprache im naturwissenschaftlichen Unterricht. In M. Michalak (Hrsg.), *Sprache als Lernmedium im Fachunterricht: Theorien und Modelle für das sprachbewusste Lehren und Lernen* (S. 91–112). Schneider Verlag Hohengehren GmbH.

- Riebling, L. (2013). Heuristik der Bildungssprache. In I. Gogolin, I. Lange, U. Michel & H. H. Reich (Hrsg.), *Herausforderung Bildungssprache—Und wie man sie meistert* (S. 106–153). Waxmann.
- Riedel, E. (2004). *Anorganische Chemie* (6. Aufl.). de Gruyter.
- Riedel, E. & Meyer, H.-J. (Hrsg.). (2013). *Allgemeine und Anorganische Chemie* (11. Auflage). Walter de Gruyter GmbH & Co., KG.
- Rincke, K. (2010). Von der Alltagssprache zur Fachsprache: Bruch oder schrittweiser Übergang? In G. Fenkart, A. Lembens & E. Erlacher-Zeitlinger (Hrsg.), *Sprache, Mathematik und Naturwissenschaften* (S. 47–62). StudienVerlag.
- Schleppegrell, M. (2004). *The language of schooling: A functional linguistics perspective*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Schmiedebach, M. & Wegner, C. (2021). Design-Based Research als Ansatz zur Lösung praxisrelevanter Probleme in der fachdidaktischen Forschung. *bildungsforschung*, Nr. 2, Wege und Zielrichtungen.
<https://doi.org/10.25539/BILDUNGSFORSCHUN.V0I2.413>
- Schmölzer-Eibinger, S. (2013). Sprache als Medium des Lernens im Fach. In M. Becker-Mrotzek, K. Schramm, E. Thürmann & H. J. Vollmer (Hrsg.), *Sprache im Fach: Sprachlichkeit und fachliches Lernen* (S. 25–40). Waxmann.
- Schnell, R., Hill, P. B. & Esser, E. (2018). *Methoden der empirischen Sozialforschung* (11., überarbeitete Auflage). De Gruyter Oldenbourg.
- Streller, S., Bolte, C., Dietz, D. & Noto La Diega, R. (2019). *Chemiedidaktik an Fallbeispielen: Anregungen für die Unterrichtspraxis*. Springer Spektrum.
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-58645-7>

- Sumfleth, E., Kobow, I., Tunali, N. & Walpuski, M. (2013). Fachkommunikation im Chemieunterricht. In M. Becker-Mrotzek, K. Schramm, E. Thürmann & H. J. Vollmer (Hrsg.), *Sprache im Fach: Sprachlichkeit und fachliches Lernen* (S. 255–276). Waxmann.
- Süssmuth, R. (2008). Zukunftsfähig sind nur Gesellschaften, die mit Vielfalt konstruktiv umgehen—Migration und Integration als globale Chance und Herausforderung. In U. Kober & Bertelsmann Stiftung (Hrsg.), *Integration braucht faire Bildungschancen: Carl-Bertelsmann-Preis 2008* (S. 17–24). Verl. Bertelsmann-Stiftung.
- Tajmel, T. (2017). *Naturwissenschaftliche Bildung in der Migrationsgesellschaft: Grundzüge einer Reflexiven Physikdidaktik und kritisch-sprachbewussten Praxis*. Springer VS.
- The Design-Based Research Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8.
<https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- Thürmann, E. & Vollmer, H. J. (2017). Sprachliche Dimensionen fachlichen Lernens. In M. Becker-Mrotzek, H.-J. Roth, S. Bredthauer & C. Lohmann (Hrsg.), *Sprachliche Bildung—Grundlagen und Handlungsfelder* (S. 299–320). Waxmann.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kompetenzmodell der Naturwissenschaften 8. Schulstufe nach (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011).....	6
Abbildung 2: Chemisches Dreieck nach Johnstone übernommen und abgewandelt aus Barke, 2006.....	19
Abbildung 3: Einflussbereiche des Spracherwerbs im Unterricht abgewandelt nach Leisen, 2019, S. 11.....	21
Abbildung 4: Abstraktionsebenen von Darstellungsformen abgewandelt nach Leisen, 2019, S. 37.....	26
Abbildung 5: Leseprozesse nach Lenhard, 2019.....	30
Abbildung 6: Struktur des Scaffolding nach (Beese et al., 2014; Emmermann & Fastenrath, 2018).....	40
Abbildung 7: Schema der didaktischen Rekonstruktion nach(Kattmann, 2007, S. 94.....	52
Abbildung 8: Visualisierungshilfe mittels Comic-Figuren.....	57
Abbildung 9: Auszug aus dem Concept Cartoon.....	58
Abbildung 10: Versuchsaufbau zur Leitfähigkeit fester Salze als Abbildung am Arbeitsblatt AB_1_A.....	58
Abbildung 11: Feedback-Checkliste.....	60
Abbildung 12: Aufgabe zur Vorentlastung der Lernenden.....	61
Abbildung 13: Transferaufgabe zur Anwendung der Informationen aus dem Lesetext.....	61
Abbildung 14: Forschungszyklus des Design-Based Research-Ansatzes verändert nach Schmiedebach & Wegner, 2021.....	64
Abbildung 15: Verteilung der Lernenden mit Deutsch als Erstsprache und nicht Deutsch als Erstsprache.....	65
Abbildung 16: Verteilung der Erstsprachen neben Deutsch.....	66
Abbildung 17: Geschlechterverteilung der teilnehmenden Lernenden.....	67
Abbildung 18: Ausschnitt aus dem Rohmaterial des Lernenden-Fragebogens des Erasmus+ Projekts sensiMINT.....	69
Abbildung 19: Ausschnitt aus dem Lernenden-Fragebogen.....	70
Abbildung 20: Ausschnitt aus dem Lehrenden-Fragebogen.....	71
Abbildung 21: Ausschnitt aus dem Beobachtungsbogen.....	72
Abbildung 22: Raumskizze Schule 1.....	75
Abbildung 23: Raumskizze Schule 2.....	75
Abbildung 24: Raumskizze Schule 3.....	76
Abbildung 25: Mittelwerte im Vergleich.....	80
Abbildung 26: Anzahl an erreichten Punkten bei der Evaluationsaufgabe bei 110 Evaluationsbögen.....	81
Abbildung 27: Anzahl der durchschnittlichen Punkte pro Klasse.....	83

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterschiede zwischen BICS und CALP nach Cummins, 2000 und Tajmel, 2017.....	9
Tabelle 2: Kategorien zur Einteilung von Sprachregistern nach Riebling, 2013.....	11
Tabelle 3: Bildungssprachliche Merkmale nach (Brandt & Gogolin, 2016; Riebling, 2013); Tajmel, 2017).....	14
Tabelle 4: Beispiele für fachsprachliche Besonderheiten auf der lexikalischen und syntaktischen Ebene nach Carnevale & Wojnesitz, 2014; Prechtl, 2014; Rincke, 2010 und Leisen, 2022.....	16
Tabelle 5: Auswahl anMethodenwerkzeugen zur Unterstützung des Schreibprozesses nach Hepp et al., 2003; Leisen, 2019.....	38
Tabelle 6: Geschlechtsverteilung der teilnehmenden Lernenden.....	67
Tabelle 7: Gesamtdaten der Erhebung (N=92) – (1) keine Zustimmung (2) eher keine Zustimmung (3) eher Zustimmung (4) absolute Zustimmung.....	78
Tabelle 8: Vergleich der Mittelwerte. Hervorgehoben sind Items mit großen Unterschieden.....	80
Tabelle 9: Relative Häufigkeit an richtigen und falschen Antworten bei der Evaluationsaufgabe.....	82

Anhang

Fragebogen Lernende

Bitte bewerte die vorliegenden Aussagen durch das Ankreuzen des entsprechenden Feldes (<input type="checkbox"/>):	Ich stimme zu	Ich stimme eher zu	Ich stimme eher nicht zu	Ich stimme nicht zu
1. Ich fand die beiden Unterrichtsstunden interessant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ich fühlte mich während der Unterrichtsstunden unterfordert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Mir war klar, was ich bei jeder Aufgabe machen musste.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Ich konnte die Aufgaben selbstständig bearbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Ich hatte ausreichend Zeit die Aufgaben zu bearbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Ich fand die Materialien ansprechend gestaltet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Ich fühlte mich während der Unterrichtsstunden überfordert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Ich habe gelernt Fachbegriffe fachsprachlich richtig zu verwenden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Der Concept-Cartoon hat mir geholfen zu verstehen, worum es in der Stunde gehen wird.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Mir fiel es leicht, die Versuchsbeschreibung zu schreiben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Die Wörterliste hat mir geholfen die Versuchsbeschreibung zu schreiben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Ich habe den Versuch besser verstanden, nachdem ich die Versuchsbeschreibung geschrieben habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Ich lerne leichter in Gruppen als alleine.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Ich arbeite gerne in Gruppen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

15. Die Feedback-Checkliste war hilfreich, um Rückmeldung zu geben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Das Feedback hat mir geholfen die Versuchsbeschreibung zu verbessern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Ich konnte den Lesetext gut verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Ich fand die Länge des Lesetextes passend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Mir fiel es leicht, Skizzen auf der Teilchenebene zu zeichnen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Die Skizzen haben mir geholfen den Aufbau von festem Salz, Salzlösungen und Salzschnmelzen zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Die Infokästen waren für die Bearbeitung der Aufgaben hilfreich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Ich hätte für die selbstständige Bearbeitung der Aufgaben mehr Hilfestellungen gebraucht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Die Comic-Figuren am Rand jeder Aufgabe haben mir geholfen zu verstehen, was verlangt wird.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. Ich bin...	<input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/> divers <input type="checkbox"/> keine Angabe			
25. Ich spreche mit meinen Eltern hauptsächlich Deutsch.	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein, sondern:		

Evaluationsaufgabe



In den Text „*Wie lässt sich Leitfähigkeit erklären?*“ haben sich 14 Fehler geschlichen. Lies dir den Text aufmerksam durch.



Finde die Stellen, an denen 3 Nomen, Adjektive oder Verben stehen. Jeweils eines der drei Wörter ist richtig. Streiche die beiden falschen Wörter durch.

Die ersten beiden falschen Wörter wurden bereits für dich durchgestrichen.

Wie lässt sich die Leitfähigkeit erklären?

Die Leitfähigkeit von Salzen kann auf der ~~Teilchenebene~~/~~Stoffebene~~/~~Symbolbene~~ erklärt werden.

Im festen Salz sind die Ionen regelmäßig im ~~Salzkristall~~/~~Ionengitter~~/~~Ionenkristall~~ angeordnet, sodass jedes ~~Kation~~/~~Atom~~/~~Anion~~ von Anionen umgeben ist. Jedes ~~Kation~~/~~Molekül~~/~~Anion~~ ist von Kationen umgeben. Dadurch überwiegen die ~~Anziehungskräfte~~/~~Abstoßungskräfte~~/~~Schwerkraft~~ zwischen den entgegengesetzt geladenen Ionen. Man bezeichnet diese Anziehungskräfte als ~~Ionenbindung~~/~~Metallbindung~~/~~Atombindung~~.

Die ~~Anziehungskraft~~/~~Abstoßungskraft~~/~~Schwerkraft~~ ist im ~~festen~~/~~weichen~~/~~neutralen~~ Salz so stark, dass die Ionen nicht zu den Elektroden wandern können. Deshalb leitet ein ~~neutrales~~/~~festes~~/~~weiches~~ Salz keinen Strom.

In der ~~Salzlösung~~/~~Salzschmelze~~/~~Salzkristall~~ lösen sich die Ionen aus dem Ionengitter. Die Ionen sind ~~unfrei~~/~~frei~~/~~gehemmt~~ beweglich, wodurch elektrischer Strom geleitet werden kann.

Wenn festes Salz so stark ~~erhitzt~~/~~abgekühlt~~/~~gepresst~~ wird, dass es schmilzt, entsteht eine Salzschmelze. Durch die Hitze verlassen die Ionen ihren Platz im ~~Salzkristall~~/~~Ionengitter~~/~~Ionenkristall~~, weshalb die Ionen frei ~~festsitzen~~/~~beweglich sind~~/~~schwingen~~ und elektrischen Strom leiten können.

Fragebogen Lehrende

1. Demografische Daten

In welcher Schulart unterrichten Sie? _____

Welche Fächer haben Sie studiert? _____

Welche Fächer unterrichten Sie? _____

In welcher Schulstufe haben Sie das Material erprobt? _____

Haben Sie sich schon mit dem Thema sprachsensibles Fachlernen auseinandergesetzt?

Ja

Nein

Wenn ja, wie?

Haben Sie schon Fortbildungen zum Zusammenhang von sprachlichem und fachlichem Lernen besucht?

Ja

Nein

Wenn ja, welche?

Seit wie vielen Jahren sind Sie als Lehrkraft tätig?

0-5 Jahre

5-10 Jahre

10-15 Jahre

15-20 Jahre

> 20

2. Unterrichtsplanung

Die Unterrichtsplanung ist verständlich gestaltet.

Ich stimme zu

Ich stimme eher zu

Ich stimme eher nicht zu

Ich stimme nicht zu

Was müsste verändert werden, damit es verständlicher wird?

Die Unterrichtsplanung ist ohne großen Aufwand an verschiedene Lerngruppen adaptierbar.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Was müsste verändert werden, um die Anpassung an verschiedene Lerngruppen einfacher zu gestalten?

Die Unterrichtsplanung benötigt mehr didaktische Hinweise.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Welche didaktischen Hinweise würden Sie sich wünschen?

Ich konnte den Unterricht entsprechend der Unterrichtsplanung durchführen.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Wenn Sie eher nicht oder nicht zustimmen: Welche Probleme hatten Sie bei der Durchführung?

Gibt es etwas, das Sie an der Unterrichtsplanung verändern würden?

3. Fachliche Angemessenheit

Die im Material enthaltene didaktische Reduktion ist fachlich angemessen, um die Lerninhalte zu transportieren.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Fehlen Ihnen fachliche Aspekte zu dem Thema im Unterrichtskonzept?

4. Unterrichtsziele

Die sprachlichen und fachlichen Ziele werden im Material für die Lehrkräfte transparent dargestellt.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Die fachlichen Ziele können trotz Fokus auf die sprachliche Unterstützung erreicht werden.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Gibt es Aspekte, die das Erreichen der fachlichen Ziele erschweren oder verhindern?

Die Aufgaben im Unterrichtskonzept sind geeignet, um die sprachlichen Ziele erreichen zu können.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Gibt es Aspekte, die das Erreichend er sprachlichen Ziele erschweren oder verhindern?

5. Anforderungsniveau

Das Anforderungsniveau der Aufgaben ist für die Lernenden der Schulstufe passend gewählt.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Wenn Sie eher nicht oder nicht zustimmen:

Es ist zu schwierig Es ist zu einfach

Das Sprachniveau der Aufgaben ist für die Lernenden der Schulstufe passend gewählt.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Wenn Sie eher nicht oder nicht zustimmen:

Es ist zu schwierig Es ist zu einfach

6. Sprachliche Aspekte

In den Materialien wird eine für die Schulstufe angemessene Anzahl von Fachbegriffen verwendet?

- Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Wenn Sie eher nicht oder nicht zustimmen:

- Es sind zu viele Es sind zu wenige

Die Fachbegriffe werden in den Materialien angemessen erklärt.

- Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Wenn Sie eher nicht oder nicht zustimmen, was müsste am Material verändert werden?

Die grammatikalische Komplexität der einzelnen Aufgaben ist für die Schulstufe der Lernenden passend gewählt.

- Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Wenn Sie eher nicht oder nicht zustimmen:

- Sie ist zu schwierig Sie ist zu einfach

7. Unterrichtsmaterial

Das Material ist für Lernende ansprechend gestaltet.

- Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Die Aufgaben waren verständlich formuliert.

- Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Die eingesetzten Operatoren passen zu den Aufgaben.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Es braucht für eine angemessene Bearbeitung mehr Hilfestellungen.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Wenn sie (eher) zustimmen, welche zusätzlichen Hilfestellungen würde es Ihrer Meinung nach brauchen?

Der Concept Cartoon unterstützt das Eruiere und Erkennen der Vorstellungen der Lernenden zu Fachinhalten.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Der Concept Cartoon ist als Einstieg in die Unterrichtseinheit eine passende Methode.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Wenn sie eher nicht oder nicht zustimmen, aus welchen Gründen nicht? Welche Alternative würden Sie wählen?

Das Formulieren der Versuchsbeschreibung anhand einer Abbildung erachte ich für sinnvoll.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Wenn Sie eher nicht oder nicht zustimmen, aus welchen Gründen nicht? Welche Alternative würden Sie wählen?

Die Versuche durchzuführen erachte ich als sinnvoll.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Bitte begründen Sie Ihre Antwort.

Waren alle Materialien für den Versuch vorhanden? Ja Nein

Gab es Probleme bei der Materialbeschaffung? Ja Nein

Wenn ja, welche Probleme?

Das Austauschen der Versuchsbeschreibung erachten ich als sinnvoll.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Begründen Sie bitte ihre Antwort.

Der Infotext war für die Lernenden angemessen lang.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Wenn Sie eher nicht oder nicht zustimmen:

Er war zu lang Er war zu kurz

Der Infotext war für die Lernenden fachlich angemessen.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Wenn Sie eher nicht oder nicht zustimmen:

Er war zu schwer Er war zu einfach

Das Skizzieren der Strukturen des festen Salzes, der Salzlösung und der Salzschnmelze erachte ich als angemessene Transferaufgabe für die Schulstufe der Lernenden.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

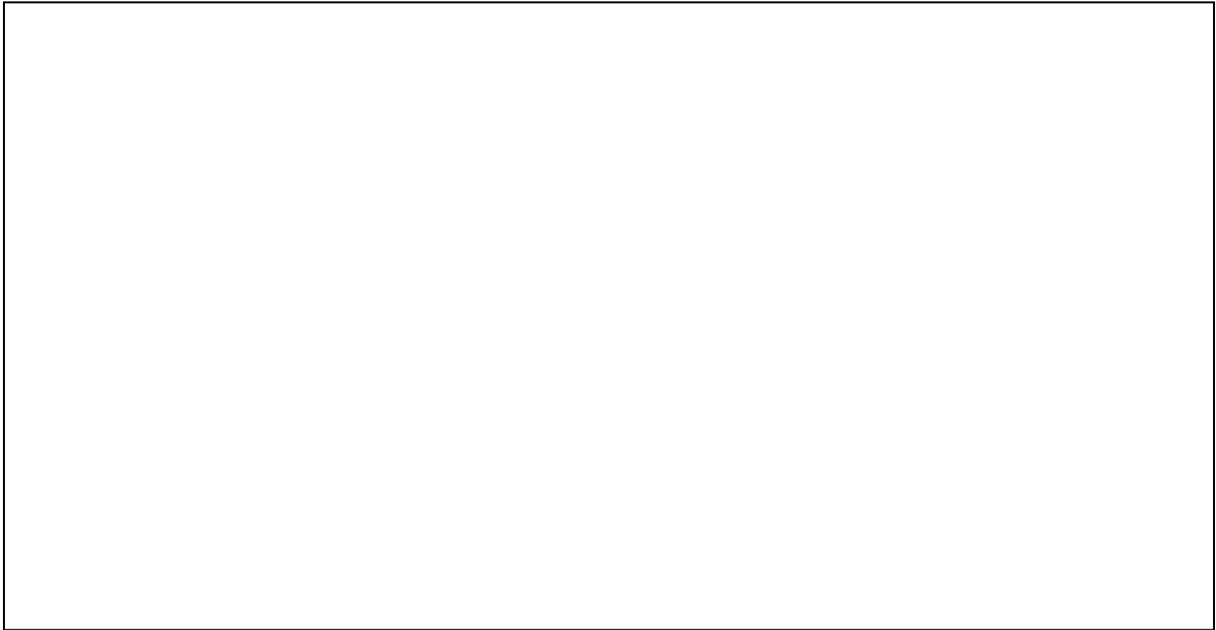
Wenn Sie eher nicht oder nicht zustimmen:

Sie war zu schwer Sie war zu einfach

Ich würde das Unterrichtskonzept und die Materialien noch einmal im Unterricht einsetzen.

Ich stimme zu Ich stimme eher zu Ich stimme eher nicht zu Ich stimme nicht zu

Begründen Sie bitte ihre Antwort



Beobachtungsbogen

1. Unterrichtsstunde

Datum:	Stunde:
Ort:	Anzahl Lernende (gesamt/M/B):
Geplanter UB:	Tatsächlicher UB:
L ist pünktlich <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein Verspätung in Minuten:	SuS sind pünktlich <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein Verspätung in Minuten:
Geplantes UE:	Tatsächliches UE:
Ist die zeitliche Planung aufgegangen? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Welche Phasen haben länger/kürzer gedauert? E (10') <input type="checkbox"/> länger <input type="checkbox"/> kürzer min: ____. Ü (2') <input type="checkbox"/> länger <input type="checkbox"/> kürzer min: ____. A (10') <input type="checkbox"/> länger <input type="checkbox"/> kürzer min: ____. A (13') <input type="checkbox"/> länger <input type="checkbox"/> kürzer min: ____. A (5') <input type="checkbox"/> länger <input type="checkbox"/> kürzer min: ____. S (5') <input type="checkbox"/> länger <input type="checkbox"/> kürzer min: ____.
Dauer Gruppeneinteilung: <input type="checkbox"/> 1 min <input type="checkbox"/> 2 min <input type="checkbox"/> 3 min <input type="checkbox"/> 4 min <input type="checkbox"/> < 4 min	
Konnte der Einstieg <input type="checkbox"/> neugierig machen <input type="checkbox"/> Interesse am neuen Thema wecken <input type="checkbox"/> fragende Haltung hervorrufen <input type="checkbox"/> zentrale Aspekte des neuen Themas ansprechen <input type="checkbox"/> an Vorwissen von SuS anknüpfen	Anmerkung:
Konnten SuS die fachlich inkorrekte Aussage finden? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein Wortmeldungen der SuS:	
Konnten SuS die Fragen zum Concept Cartoon aufstellen? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein Fragen der SuS:	

Lernklima:

Wie wurden die Lernenden aufgerufen?

freundlich höflich reserviert genervt verärgert anders:

Gab es freiwillige Meldungen?

viele wenige Anzahl:

Wie wurde auf die Fragen der SuS eingegangen?

Wie war die Haltung der Lehrperson gegenüber den S&S?

freundlich höflich reserviert genervt verärgert aufgeschlossen offen

geduldig ungeduldig neugierig anders:

Wie war das allgemeine Verhalten der S&S während der Einheit?

aufmerksam unaufmerksam waren SuS sehr laut frech

Sozialform:

Wie aktiv waren die SuS beteiligt?

Zuhören (min):

selbstständiges Arbeiten (min):

Welche Sozialform(en) wurden gewählt?

EA PA GA Plenum

Wie passend / angemessen war die jeweils gewählte Sozialform?

EA passend unpassend

PA passend unpassend

GA passend unpassend

Plenum passend unpassend

Sprache:

Redeanteil L in Minuten:

Redeanteil SuS in Minuten:

Eingeführte Fachbegriffe:

Funktioniert der Austausch der Versuchsbeschreibungen? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
Sicherung: Konnten SuS eine Vermutung zu der Frage <i>Wo liegt der Unterschied von festem Salz und Salzlösungen</i> aufstellen? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein Vermutungen:	
Hält sich die L an die Planung? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Änderungen:
Arbeiten die SuS mit? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Anmerkung:
Vermehrte Nachfrage bei: <input type="checkbox"/> Concept Cartoon <input type="checkbox"/> Versuchsbeschreibung verfassen <input type="checkbox"/> Ausprobieren der Versuche <input type="checkbox"/> Feedback geben	Anmerkung:
Probleme bei: <input type="checkbox"/> Erklärungen der Aufgaben <input type="checkbox"/> Gruppeneinteilung <input type="checkbox"/> Materialbeschaffung <input type="checkbox"/> Durchführung der Versuche <input type="checkbox"/> Feedback geben	Anmerkung:
Hatten SuS genug Zeit zum Bearbeiten? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
Waren SuS zu jeder Zeit beschäftigt? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Ist der Lärmpegel für die Unterrichtseinheit angemessen? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

<p>Waren SuS viel schneller oder viel langsamer als der Durchschnitt?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja</p> <p><input type="checkbox"/> Nein</p>	<p>Sind gestufte Hilfen notwendig?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Weil:</p>
---	--

2. Unterrichtsstunde

Datum:	Stunde:
Ort:	Anzahl Lernende (gesamt/M/B):
L ist pünktlich <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein Verspätung in Minuten:	SuS sind pünktlich <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein Verspätung in Minuten:
Geplanter Unterrichtsbeginn:	Tatsächlicher UB:
Geplantes Unterrichtsende:	Tatsächliches UE:
Zeitliche Planung aufgegangen: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Welche Phasen haben länger/kürzer gedauert? E (5') <input type="checkbox"/> länger <input type="checkbox"/> kürzer min: ____. A (8') <input type="checkbox"/> länger <input type="checkbox"/> kürzer min: ____. A (8') <input type="checkbox"/> länger <input type="checkbox"/> kürzer min: ____. S (2') <input type="checkbox"/> länger <input type="checkbox"/> kürzer min: ____. B&E (25') <input type="checkbox"/> länger <input type="checkbox"/> kürzer min: ____.
Konnte der Einstieg <input type="checkbox"/> neugierig machen <input type="checkbox"/> Interesse am neuen Thema wecken <input type="checkbox"/> fragende Haltung hervorrufen <input type="checkbox"/> zentrale Aspekte des neuen Themas ansprechen <input type="checkbox"/> an Vorwissen von SuS anknüpfen	Anmerkung:
Wortmeldungen/Vermutungen der SuS bzgl. Unterschied in der Leitfähigkeit:	
Lernklima: Wie wurden die Lernenden aufgerufen? <input type="checkbox"/> freundlich <input type="checkbox"/> höflich <input type="checkbox"/> reserviert <input type="checkbox"/> genervt <input type="checkbox"/> verärgert <input type="checkbox"/> anders: Gab es freiwillige Meldungen? <input type="checkbox"/> viele <input type="checkbox"/> wenige Anzahl:	

<p>Wie wurde auf die Fragen der SuS eingegangen?</p>	
<p>Wie war die Haltung der Lehrperson gegenüber den S&S?</p> <p><input type="checkbox"/> freundlich <input type="checkbox"/> höflich <input type="checkbox"/> reserviert <input type="checkbox"/> genervt <input type="checkbox"/> verärgert <input type="checkbox"/> aufgeschlossen <input type="checkbox"/> offen</p> <p><input type="checkbox"/> geduldig <input type="checkbox"/> ungeduldig <input type="checkbox"/> neugierig <input type="checkbox"/> anders:</p>	
<p>Wie war das allgemeine Verhalten der S&S während der Einheit?</p> <p><input type="checkbox"/> aufmerksam <input type="checkbox"/> unaufmerksam <input type="checkbox"/> waren SuS sehr laut <input type="checkbox"/> frech</p>	
<p>Sozialform:</p> <p>Wie aktiv waren die SuS beteiligt?</p> <p><input type="checkbox"/> Zuhören (min):</p> <p><input type="checkbox"/> selbstständiges Arbeiten (min):</p> <p>Welche Sozialform(en) wurden gewählt?</p> <p><input type="checkbox"/> EA <input type="checkbox"/> PA <input type="checkbox"/> GA <input type="checkbox"/> Plenum</p> <p>Wie passend / angemessen war die jeweils gewählte Sozialform?</p> <p>EA <input type="checkbox"/> passend <input type="checkbox"/> unpassend</p> <p>PA <input type="checkbox"/> passend <input type="checkbox"/> unpassend</p> <p>GA <input type="checkbox"/> passend <input type="checkbox"/> unpassend</p> <p>UG/Plenum <input type="checkbox"/> passend <input type="checkbox"/> unpassend</p>	
<p>Sprache:</p> <p>Redeanteil L in Minuten:</p> <p>Redeanteil SuS in Minuten:</p> <p>Eingeführte Fachbegriffe:</p>	
<p>Hält sich die L an die Planung?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja</p> <p><input type="checkbox"/> Nein</p>	<p>Änderungen:</p>
<p>Arbeiten die SuS mit?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja</p> <p><input type="checkbox"/> Nein</p>	<p>Anmerkung:</p>
<p>Vermehrte Nachfrage bei:</p>	<p>Anmerkung:</p>

<input type="checkbox"/> Lesen des Fachtextes <input type="checkbox"/> Formulieren der Überschriften <input type="checkbox"/> Skizzieren auf der Teilchenebene <input type="checkbox"/> Erklärung Isolatoren	
Probleme bei: <input type="checkbox"/> Lesen des Fachtextes <input type="checkbox"/> Formulieren der Überschriften <input type="checkbox"/> Skizzieren auf der Teilchenebene <input type="checkbox"/> Erklärung Isolatoren	Anmerkung:
Hatten SuS genug Zeit zum Bearbeiten? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
Waren SuS zu jeder Zeit beschäftigt? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Ist der Lärmpegel für die Unterrichtseinheit angemessen? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
Waren SuS viel schneller oder viel langsamer als der Durchschnitt? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	Sind gestufte Hilfen notwendig? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein Weil:

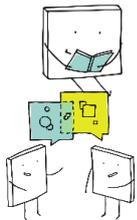
Finale Unterrichtsmaterialien

Concept Cartoon

Heute Morgen haben Jugendliche der 4. Klasse einen spannenden Bericht in der Zeitung gelesen:

Salznebel führt zu starken Stromausfällen! - An der Ostsee hat Salznebel aus Meerwasser für starke Stromausfälle gesorgt. Die hohe Luftfeuchtigkeit in Kombination mit den abgelagerten Salzkrusten hat den Strom an den Isolatoren vorbeigeleitet.

Jetzt diskutieren die Jugendlichen in der Klasse, wie es sein kann, dass die Salzkruste erst zu Stromausfällen führt, wenn sie feucht wird.



Aufgabe: Lest euch in 2er-Gruppen alle Aussagen der Jugendlichen durch. Bezieht Stellung zu den Aussagen und überlegt euch eine eigene Erklärung für das Phänomen.

Während der Diskussion kommen den Jugendlichen auch Fragen. Formuliert selbst eine Frage für Matteo zu den Informationen aus den Aussagen und versucht sie zu beantworten.

Solltet ihr ein Wort nicht kennen, könnt ihr in der Tabelle auf der nächsten Seite nach Erklärungen suchen.

Vielleicht liegt es an den Salzen, die im Meerwasser drinnen sind?



Max

Wenn die Salzkörnchen durch die Luft fliegen, dann transportieren sie den Strom um den Isolator herum



Leonie



Wassermoleküle sind Ladungsträger, deshalb kann elektrischer Strom fließen.



Antonia

?



Matteo

Frage: _____

Worterklärungen:

der Isolator, die Isolatoren	Isolatoren sind Stoffe, die keinen elektrischen Strom leiten, zum Beispiel Porzellan oder verschiedene Kunststoff
die Salzkruste, die Salzkrusten	Eine hart gewordene Schicht aus Salz.
die Luftfeuchtigkeit	Wasserdampf macht die Luft feucht.

Arbeitsblatt 1_A

Leiten feste Salze und Salzlösungen elektrischen Strom?

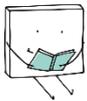
Bei jeder Aufgabe findest du eine kleine Figur, die dir zeigt, was bei dieser Aufgabe zu tun ist.



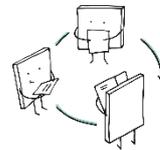
Betrachte die Abbildung.



Schreibe, skizziere oder
kreuze etwas an.



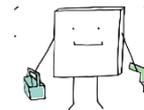
Lies den Text aufmerksam.



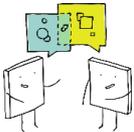
Tausche das
Arbeitsblatt mit einer
anderen Gruppe.



Überlege dir etwas zu der
Aufgabe.



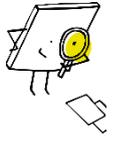
Führe einen Versuch
durch.



Tausche dich mit deinen
Gruppenmitgliedern aus.

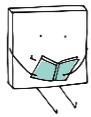
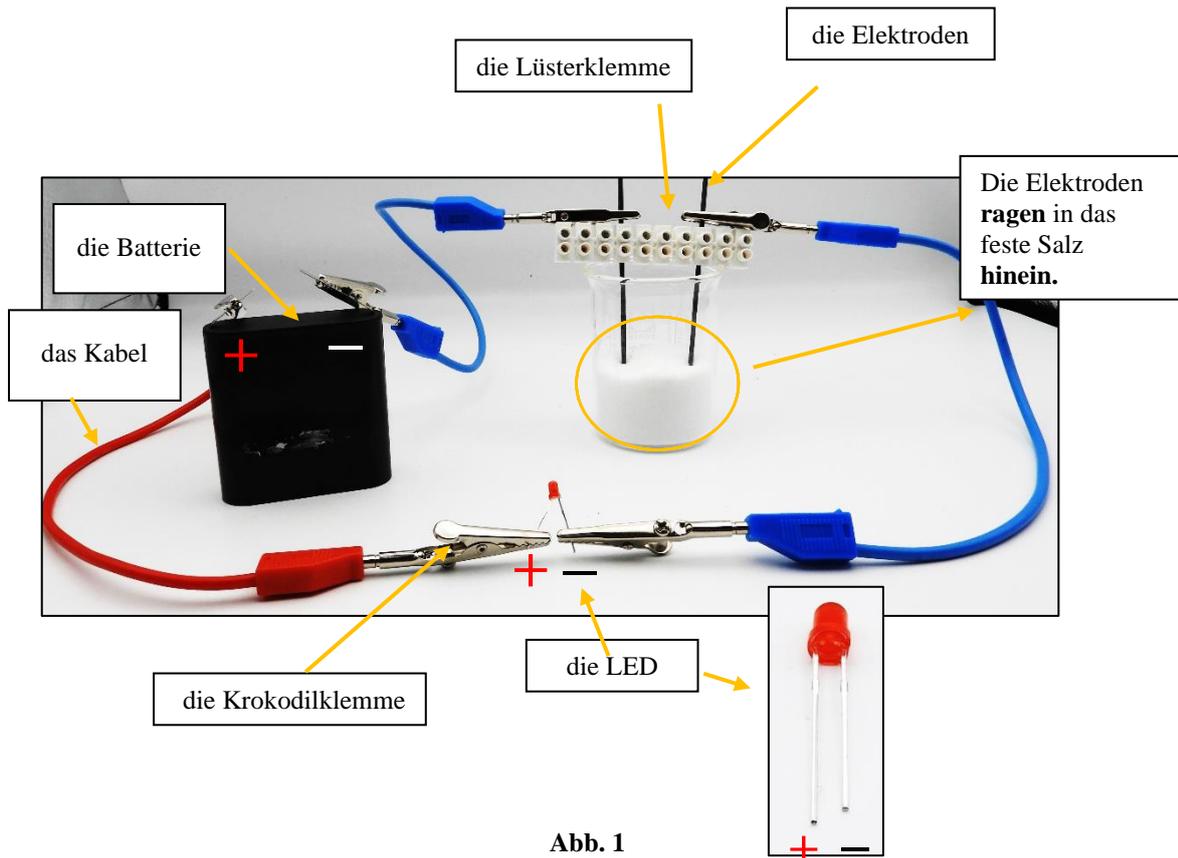
Auf der letzten Seite stehen dir Infokästchen zur Verfügung, die manche Wörter genauer erklären. Solltest du ein Wort nicht verstehen, schau als erstes bei den Infokästchen nach, vielleicht helfen sie dir.

Leiten feste Salze und Salzlösungen elektrischen Strom?

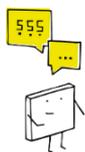


Aufgabe 1: Beschreibe den abgebildeten Versuchsaufbau (Abb. 1). Gehe dabei folgendermaßen vor:

a) Betrachte das Bild des Versuchs (Abb. 1). Was kannst du sehen?



b) Lies dir die Wortliste mit den Nomen und (trennbaren) Verben aufmerksam durch und überlege welche Nomen und Verben zusammenpassen.

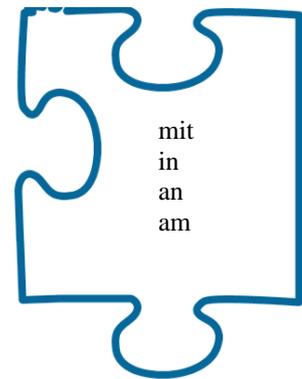
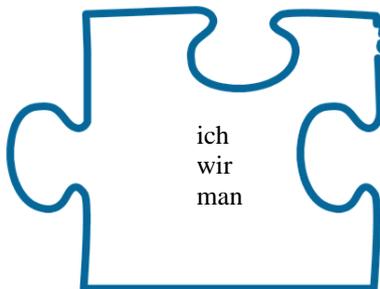
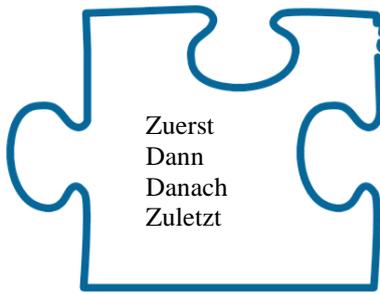


Nomen	Verben
die Batterie, die Batterien	an-/klemmen
der Pol, die Pole	befestigen
die Elektrode, die Elektroden	ab-/brechen
das Kabel, die Kabel	hinein-/ragen
die Krokodilklemme, die Krokodilklemmen	auf-/lösen
die LED, die LEDs	auf-/legen
das Becherglas, die Bechergläser	verbinden
die Lüsterklemme, die Lüsterklemmen	füllen

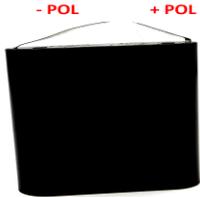
Feedback-Checkliste:

Feedback-Checkliste					
Hat der Versuch einen Namen?		Ja		Nein	
Wurden die Nomen und Verben der Wortliste verwendet?					
Substantive	Ja	Nein	Verben	Ja	Nein
die Batterie, die Batterien			an-/klemmen		
der Pol, die Pole			befestigen		
die Elektrode, die Elektroden			ab-/brechen		
das Kabel, die Kabel			hinein-/ragen		
die Krokodilklemme, die Krokodilklemmen			auf-/lösen		
die LED, die LEDs			auf-/legen		
das Becherglas, die Bechergläser			verbinden		
die Lüsterklemme, die Lüsterklemmen			füllen		
Wurde korrekt angegeben, wie die Kabel am Plus- und Minus-Pol befestigt werden?					
Fehlen Schritte in der Versuchsbeschreibung?					
Wenn ja, welche Schritte fehlen in der Versuchsbeschreibung?					

Satzbausteine:



Wort-Bild-Liste:

Bild	Substantiv	Beschreibung
	<p>die Batterie die Batterien</p>	<p>ein Gerät zum Speichern von elektrischem Strom</p>
	<p>der Pol die Pole</p>	<p>Anschlussstelle einer Batterie: Plus-Pol (+): positiv geladener Pol Minus-Pol (-): negativ geladener Pol</p>
	<p>die Elektrode die Elektroden</p>	<p>Eine Elektrode besteht aus einem Material, dass elektrischen Strom leiten kann. Sie dienen der Zu- oder Abfuhr von elektrischem Strom in verschiedene Stoffe</p>
	<p>das Kabel die Kabel</p>	<p>ein mit Kunststoff umwickelter Draht, der Strom leitet</p>
	<p>die Krokodilklemme die Krokodilklemmen</p>	<p>eine Metall-Klammer, die Strom leitet</p>
	<p>die LED die LEDs</p>	<p>eine kleine Lampe</p>
	<p>das Becherglas die Bechergläser</p>	<p>ein Becher aus Glas</p>
	<p>die Lüsterklemme, die Lüsterklemmen</p>	<p>Die Lüsterklemme stützt die Elektroden im Beckerglas.</p>

Arbeitsblatt 1_B

Leiten feste Salze und Salzlösungen elektrischen Strom?

Bei jeder Aufgabe findest du eine kleine Figur, die dir zeigt, was bei dieser Aufgabe zu tun ist.



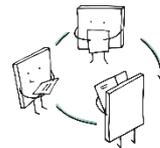
Betrachte die Abbildung.



Schreibe, skizziere oder kreuze etwas an.



Lies den Text aufmerksam.



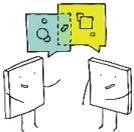
Tausche das Arbeitsblatt mit einer anderen Gruppe.



Überlege dir etwas zu der Aufgabe.



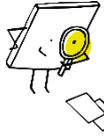
Führe einen Versuch durch.



Tausche dich mit deinen Gruppenmitgliedern aus.

Auf der letzten Seite stehen dir Infokästchen zur Verfügung, die manche Wörter genauer erklären. Solltest du ein Wort nicht verstehen, schau als erstes bei den Infokästchen nach, vielleicht helfen sie dir.

Leiten feste Salze und Salzlösungen elektrischen Strom?



Aufgabe 1: Beschreibe den abgebildeten Versuchsaufbau (Abb. 1). Gehe dabei folgendermaßen vor:

a) Betrachte das Bild des Versuchs (Abb. 1). Was kannst du sehen?

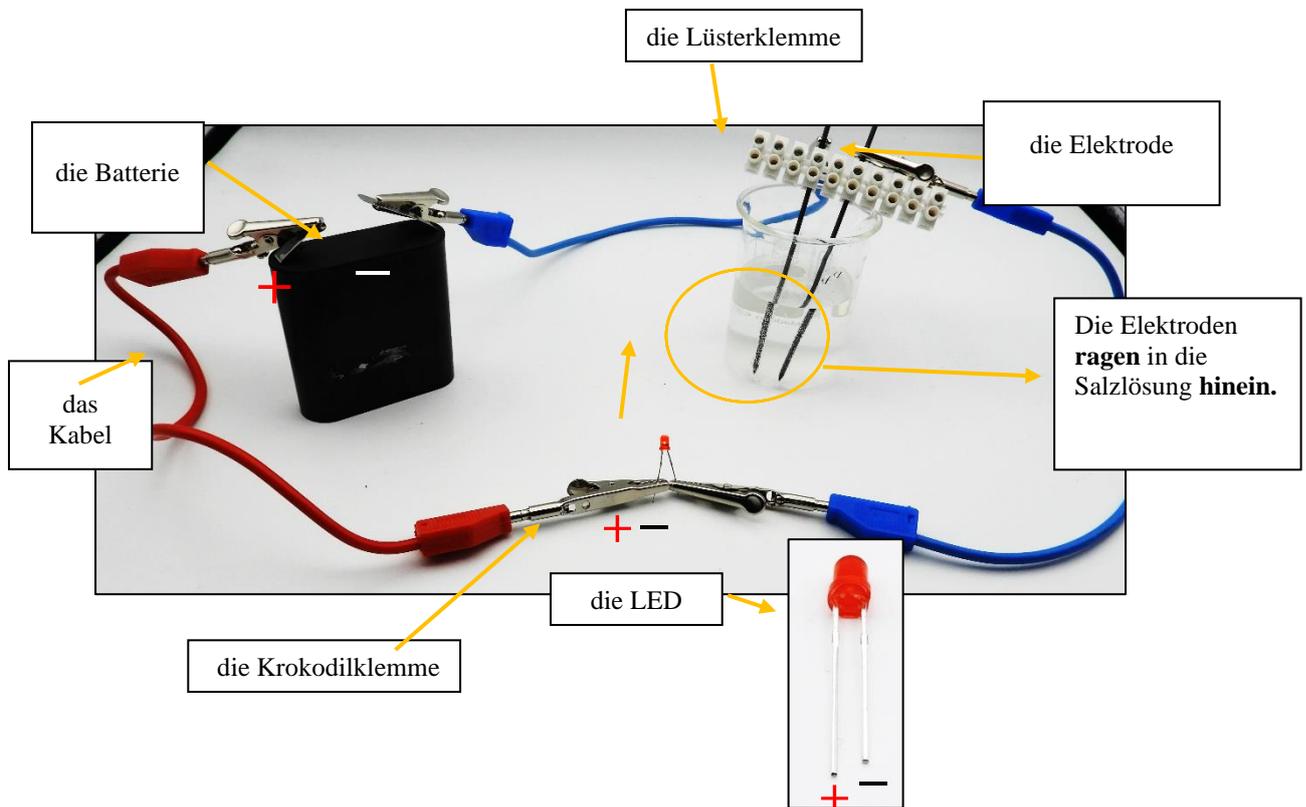
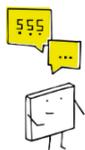


Abb. 1



b) Lies dir die Wortliste mit den Nomen und (trennbaren) Verben aufmerksam durch und überlege welche Nomen und Verben zusammenpassen.

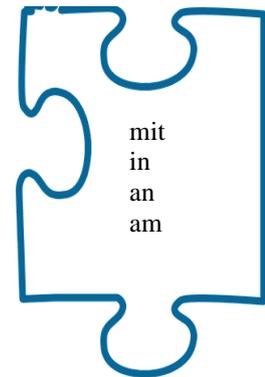
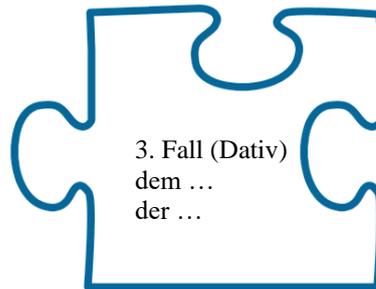
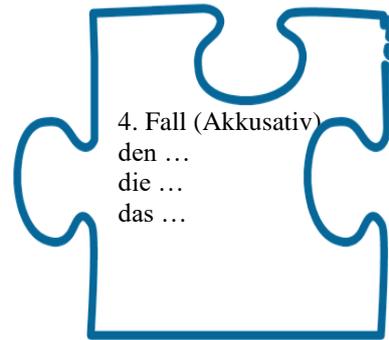


Nomen	Verben
die Batterie, die Batterien	an-/klemmen
der Pol, die Pole	befestigen
die Elektrode, die Elektroden	ab-/brechen
das Kabel, die Kabel	hinein-/ragen
die Krokodilklemme, die Krokodilklemmen	auf-/lösen
die LED, die LEDs	auf-/legen
das Becherglas, die Bechergläser	verbinden
die Lüsterklemme, die Lüsterklemmen	füllen

Feedback-Checkliste:

Feedback-Checkliste					
Hat der Versuch einen Namen?		Ja		Nein	
Wurden die Nomen und Verben der Wortliste verwendet?					
Substantive	Ja	Nein	Verben	Ja	Nein
die Batterie, die Batterien			an-/klemmen		
der Pol, die Pole			befestigen		
die Elektrode, die Elektroden			ab-/brechen		
das Kabel, die Kabel			hinein-/ragen		
die Krokodilklemme, die Krokodilklemmen			auf-/lösen		
die LED, die LEDs			auf-/legen		
das Becherglas, die Bechergläser			verbinden		
die Lüsterklemme, die Lüsterklemmen			füllen		
Wurde korrekt angegeben, wie die Kabel am Plus- und Minus-Pol befestigt werden?					
Fehlen Schritte in der Versuchsbeschreibung?					
Wenn ja, welche Schritte fehlen in der Versuchsbeschreibung?					

Satzbausteine:



Wort-Bild-Liste:

Bild	Substantiv	Beschreibung
	<p>die Batterie die Batterien</p>	<p>ein Gerät zum Speichern von elektrischem Strom</p>
	<p>der Pol die Pole</p>	<p>Anschlussstelle einer Batterie: Plus-Pol (+): positiv geladener Pol Minus-Pol (-): negativ geladener Pol</p>
	<p>die Elektrode die Elektroden</p>	<p>Eine Elektrode besteht aus einem Material, dass elektrischen Strom leiten kann. Sie dienen der Zu- oder Abfuhr von elektrischem Strom in verschiedene Stoffe</p>
	<p>das Kabel die Kabel</p>	<p>ein mit Kunststoff umwickelter Draht, der Strom leitet</p>
	<p>die Krokodilklemme die Krokodilklemmen</p>	<p>eine Metall-Klammer, die Strom leitet</p>
	<p>die LED die LEDs</p>	<p>eine kleine Lampe</p>
	<p>das Becherglas die Bechergläser</p>	<p>ein Becher aus Glas</p>
	<p>die Lüsterklemme, die Lüsterklemmen</p>	<p>Die Lüsterklemme stützt die Elektroden im Beckerglas.</p>

Infokästen:

Infokästchen: Trennbare Verben

Trennbare Verben sind Verben, bei denen man die Vorsilbe abtrennen kann (z.B. *an*, *ab*, *hinein*, ...). Das passiert dann, wenn das Verb konjugiert wird, sich also Person und/oder Zeit ändern. Beispiele für trennbare Verben sind **anklemmen**, **abbrechen** oder **hineinragen**. Ein trennbares Verb teilt sich z.B. im Hauptsatz (Satzklammer) oder bei der Bildung des Partizip II (hier wird ein *-ge-* eingeschoben):

- Ich **klemme** die Elektroden **an**.
 - Die Elektroden **ragen** in das Salz **hinein**.
 - Der Versuch wurde **abgebrochen/durchgeführt/...**
- (Erasmus+ Projekt *sensiMINT*, 2023)

Infokästchen: Stoffebene und Teilchenebene

Die Stoffebene beschreibt Phänomene, die man sehen, riechen oder hören kann. Um diese Phänomene zu erklären, blickt man auf die Teilchenebene. Hier lassen sich diese Phänomene durch die Veränderung der Teilchen, aus denen Stoffe aufgebaut sind, aufzeigen und erklären. (Erasmus+ Projekt *sensiMINT*, 2023)

Infokästchen: Lüsterklemme

Bei dem Wort Lüsterklemme handelt es sich um ein Kompositum, d.h. das Grundwort *Klemme* wird durch das Bestimmungswort *Lüster* näher erläutert und dadurch zum Fachwort. Die Lüsterklemme heißt auch Blockklemme (aufgrund ihrer Form) oder Lusterklemme. Luster bzw. Lüster kommt aus dem frz. bedeutet ‚Kronleuchter‘ und geht auf lat. *lustrare* bzw. *lucere* zurück. (Erasmus+ Projekt *sensiMINT*, 2023)

Infokästchen: Ion

Ein Ion ist ein elektrisch geladenes Teilchen. Positiv geladene Ionen heißen Kationen. Ihnen fehlen Elektronen, sie haben einen Elektronenmangel. Das heißt sie haben weniger Elektronen als ein ungeladenes Teilchen.

Negativ geladenen Ionen heißen Anionen. Anionen haben einen Elektronenüberschuss, das heißt sie haben mehr Elektronen als ein ungeladenes Teilchen.

(Erasmus+ Projekt *sensiMINT*, 2023)

Infokästchen: Woher kommt der Name „Ion“?

Der englische Physiker Micheal Faraday gab geladenen Teilchen den Namen Ion. Der Name stammt vom griechischen *ión*, das „gehen“ bedeutet, ab. Damit bezieht er sich auf die Eigenschaft, dass Ionen frei beweglich sind und im elektrischen Feld zum entgegengesetzten Pol wandern.

Quelle: <https://www.dwds.de/wb/Ion> [07.09.2022]

Infokästchen: Salz und Salze

Das Salz, das wir zum Würzen unseres Frühstückeis nutzen, ist ein Salz, nämlich Natriumchlorid (Na^+Cl^-). Anders als in der Alltagssprache versteht man in der Chemie unter Salzen sämtliche Stoffe, die aus Anionen und Kationen bestehen, also auch Porzellan. Porzellan ist ein Gemisch aus mehreren Salzen.

(Erasmus+ Projekt *sensiMINT*, 2023)

Infokästchen: ss/ß-Schreibung

ss steht nach einem kurzen Vokal (Selbstlaut = a, e, i, o, u), zum Beispiel der Kessel oder wissen.
ß steht nach einem langen Vokal oder einem Diphthong (= au, äu, eu, ai, ei), zum Beispiel der Spaß, süß oder gießen.

(Erasmus+ Projekt sensiMINT, 2023)

Infokästchen: Krokodilklemme

Das Wort Krokodilklemme ist ein Kompositum, d.h. das Grundwort *Klemme* wird durch das Bestimmungswort *Krokodil* näher erläutert und dadurch zum Fachwort. Sie wird auch als Kroko-Klemme abgekürzt. Der Name leitet sich aus dem Tierreich ab, da ihre Form mit den Zähnen der Schnauze eines Krokodils ähnelt.

(Erasmus+ Projekt sensiMINT, 2023)

Infokästchen: Elektrode

Eine Elektrode besteht aus einem Material, das elektrischen Strom leiten kann. Das Material ist leitfähig. Die Elektrode steht mit einem auch leitfähigen Stoff in Kontakt. An der Elektrode gehen die elektrischen Ladungsträger (Elektronen oder Ionen) vom Feststoff in die Lösung über. Sie dienen der Zu- oder Abfuhr von elektrischem Strom in verschiedene Stoffe.

(Mortimer et al., 2015)

Infokasten: Kurzschluss

Bei dem Wort Kurzschluss handelt es sich um ein Kompositum, d.h. das Grundwort *Schluss* wird durch das Bestimmungswort *kurz* näher erklärt und dadurch zum Fachwort. Das Wort Schluss verwendet man, da sich zwei elektrische Pole ohne ein Zwischengerät (z.B. eine Glühbirne) aneinanderschließen. Es fließt in diesem Moment ein sehr hoher elektrischer Strom. Bei hohen Spannungen können dabei Funken sprühen, kleine Lichtbögen oder sogar Brände entstehen. Tritt in einem Haus ein Kurzschluss an einer Steckdose auf, so wird der Stromkreis sofort von einer Sicherung unterbrochen.

(Erasmus+ Projekt sensiMINT, 2023)

Infokasten: wiegen/wägen

Das Verb *wiegen* bedeutet, ein bestimmtes Gewicht zu haben oder zwei Sachen in den Händen gegeneinander abwiegen.

Das Verb *wägen* bedeutet von etwas das Gewicht mit einer Waage zu bestimmen.

Im Alltag wird mittlerweile auch das Verb wiegen für die Messung mit einer Waage verwendet, in der Fachsprache wird weiterhin wägen verwendet.

(Erasmus+ Projekt sensiMINT, 2023)

Infokasten: Katode

Eine Katode ist die negativ geladene Elektrode. Sie ist der Minuspol. Aufgrund der Anziehung zwischen der negativen Ladung der Katode und der positiven Ladung der Kationen wandern die Kationen im elektrischen Feld zur Katode.

(Mortimer et al., 2015)

Infokasten: Anode

Eine Anode ist die positiv geladene Elektrode. Sie ist der Pluspol. Aufgrund der Anziehung zwischen der positiven Ladung der Anode und der negativen Ladung der Anionen wandern die Anionen im elektrischen Feld zur Anode.

(Mortimer et al., 2015)

Arbeitsblatt 2

Wie lässt sich die Leitfähigkeit erklären?

Die Eigenschaften von Salzen können anhand der Teilchenebene genauer erklärt werden.

Arbeite mit dem Infotext:



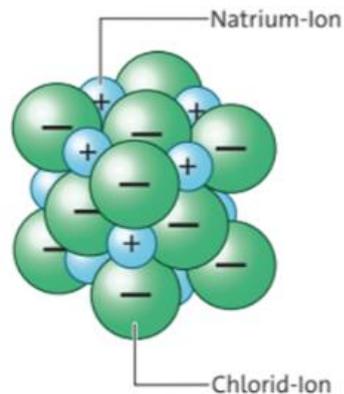
- 1) In dem Text wird Wissen über Ionen benötigt. Lies dir eine Minute deine Mitschrift in deinem Heft zur Wiederholung durch.



- 2) Betrachte die Modellzeichnungen (Abb. 1) genau.

Wovon könnte der Infotext handeln? Kreuze deine Vermutung an.

- Dieser Text beschreibt die Eigenschaften von Salzen.
- Dieser Text beschreibt, wie Salze aussehen.
- Dieser Text beschreibt den Aufbau von Salzen auf der Teilchenebene.



- 3) Lies den Text ohne Stift und Marker in deiner eigenen Geschwindigkeit orientierend durch. Du musst noch nicht alles verstehen. Verdecke den Text, sobald du fertig bist und warte absolut ruhig.



- 4) Sagt euch mit eurem Sitznachbarn/eurer Sitznachbarin abwechselnd einen Satz, an den ihr euch (sinngemäß) erinnert.



- 5) Bespreche mit deinem Sitznachbarn/deiner Sitznachbarin, ob deine Vermutung richtig war.



- 6) Markiere im Text alle Begriffe, die du in den Abbildungen findest.



- 7) Lies den Text nun aufmerksam durch.



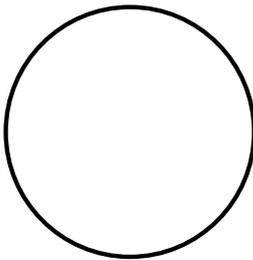
8) Notiere zu jedem Abschnitt eine Überschrift auf der strichlierten Linie.



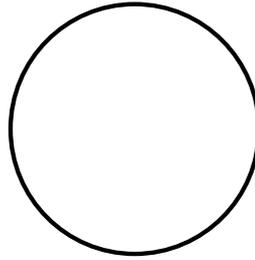
9) Skizziere mit deiner Sitznachbarin/deinem Sitznachbarn die Struktur eines festen Salzes, einer Salzlösung und einer Salzschnmelze auf der Teilchenebene und beschrifte die Teilchen in den Skizzen. Die Legende zeigt dir, wie Anionen, Kationen und Wassermolekül skizziert werden können.

Legende	
	Anion
	Kation
	Wassermolekül

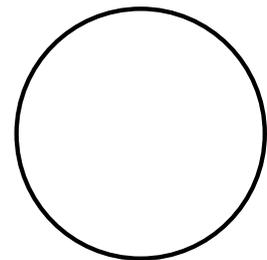
festes Salz



Salzlösung



Salzschnmelze



Infotext:

Alle Kristalle eines Salzes haben dieselbe Form, sie können aber unterschiedlich groß sein. Wir verstehen den Aufbau von Salzen viel besser, wenn wir ihn auf der Teilchenebene betrachten. Salze setzen sich aus positiv und negativ geladenen Ionen zusammen. Positiv geladene Ionen werden Kationen genannt. Negativ geladenen Ionen werden Anionen genannt. Kationen und Anionen ziehen einander an, weil sie entgegengesetzt geladen sind. Gleich geladene Ionen stoßen einander ab. Deshalb ordnen sich Kationen und Anionen im Kristall abwechselnd an, sodass ein Anion von Kationen (Abb. 2) und ein Kation von Anionen (Abb. 3) umgeben ist. Somit entsteht auf der Teilchenebene ein Ionengitter (Abb. 1) und auf der Stoffebene erkennt man den Salzkristall.

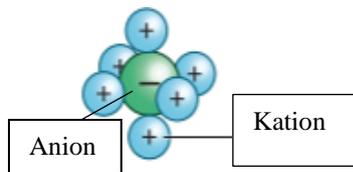


Abb. 2: Anion, dass von Kationen umgeben ist.

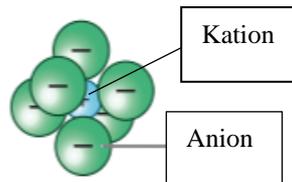


Abb. 3: Kation, dass von Anionen umgeben ist.

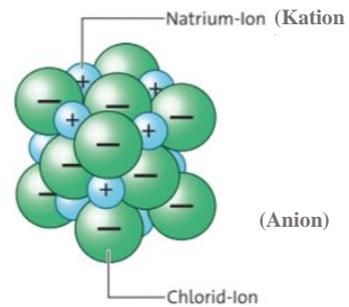


Abb. 1: Modell des Ionengitters von Kochsalz (NaCl)

In diesem Ionengitter können sich die Ionen aufgrund von starken Bindungen nicht frei bewegen, weshalb die Ionen nicht zu den Elektroden wandern können und kein elektrischer Strom fließen kann.

Eine Salzlösung kann elektrischen Strom leiten (Abb. 4). Durch das Lösen in Wasser verteilen sich die Ionen zwischen den Wassermolekülen. Die Ionen sind frei beweglich, sodass Anionen zum Pluspol und Kationen zum Minuspol wandern können.

Salze können durch starkes Erhitzen geschmolzen werden. Geschmolzenes Salz nennt man eine Salzschnmelze (Abb. 5). Auch hier liegen die Ionen frei beweglich vor, da sie durch die zugeführte Energie ihre Plätze im Ionengitter verlassen. Die Ionen wandern zu den Elektroden, die Anionen zum Pluspol und die Kationen zum Minuspol.

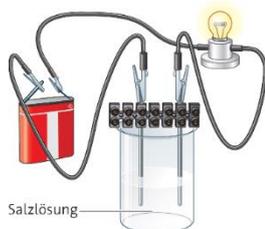


Abb. 4: Versuchsaufbau Leitfähigkeit einer Salzlösung



Abb. 5: Versuchsaufbau Leitfähigkeit einer Salzschnmelze

Lösungen der Arbeitsaufträge

Arbeitsblatt 1 – Versuchsbeschreibungen:

Gruppe A

Das Becherglas wurde ungefähr zu einem Drittel mit Salz gefüllt. Auf dem Becherglas liegt eine Lüsterklemme auf, in der zwei Elektroden befestigt sind. Die Elektroden ragen in das feste Salz hinein. Ein Kabel mit Krokodilklemmen verbindet eine Elektrode mit dem Minus-Pol der Batterie. Ein zweites Kabel mit Krokodilklemmen verbindet die zweite Elektrode mit dem Minus-Pol der LED. Das dritte Kabel mit Krokodilklemmen verbindet den Plus-Pol der Batterie mit dem Plus-Pol der LED.

Gruppe B

Zu Beginn wurde die Salzlösung hergestellt. Dafür wurde einen Teelöffel festes Salz in ein Becherglas gegeben und das Becherglas bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Auf dem Becherglas liegt eine Lüsterklemme auf, in der zwei Elektroden befestigt sind. Die Elektroden ragen in die Salzlösung hinein. Ein Kabel mit Krokodilklemmen verbindet eine Elektrode mit dem Minus-Pol der Batterie. Ein zweites Kabel mit Krokodilklemmen verbindet die zweite Elektrode mit dem Minus-Pol der LED. Das dritte Kabel mit Krokodilklemmen verbindet den Plus-Pol der Batterie mit dem Plus-Pol der LED.

Arbeitsblatt 2:

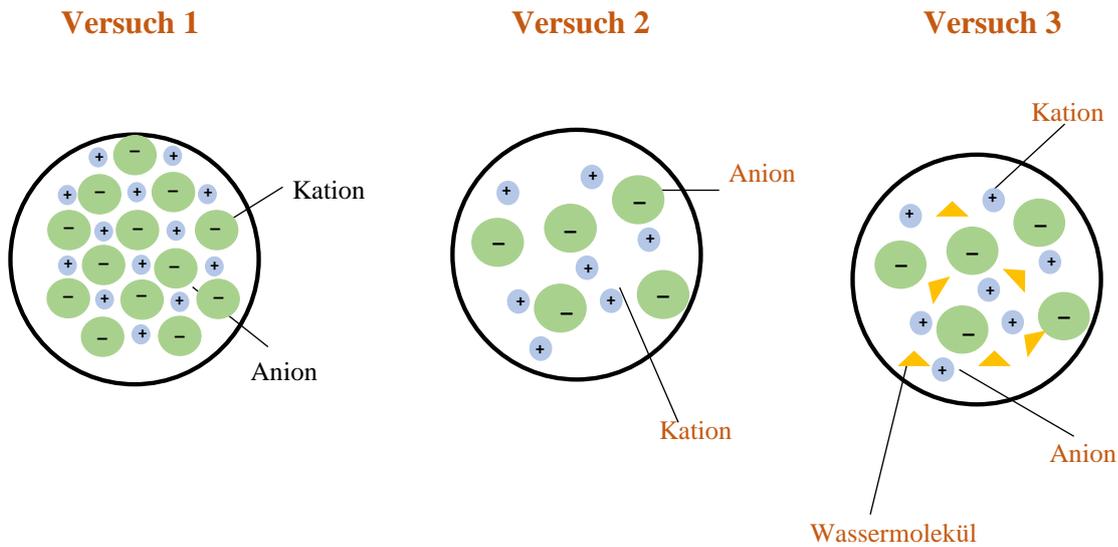
2)

- Dieser Text beschreibt die Eigenschaften von Salzen.
- Dieser Text beschreibt, wie Salze aussehen.
- Dieser Text beschreibt den Aufbau von Salzen auf der Teilchenebene.

8) Beispiele für Überschriften:

- Aufbau von Salzen, Salze auf der Teilchenebene, Erklärung auf der Teilchenebene, ...
- Aufbau von Salzlösungen, Leitfähigkeit von Salzlösungen, Grund für die Leitfähigkeit von Salzlösungen
- Aufbau von Salzschnmelzen, Leitfähigkeit von Salzschnmelzen, Grund für die Leitfähigkeit von Salzschnmelzen

9)



Lösung der Evaluationsaufgabe

Wie lässt sich die Leitfähigkeit erklären?

Die Leitfähigkeit von Salzen kann auf der ~~Teilchenebene/Stoffebene/Symbolebene~~ erklärt werden.

Im festen Salz sind die Ionen regelmäßig im *Salzkristall/Ionengitter/Ionenkristall* angeordnet, sodass jedes *Kation/Atom/Anion* von Anionen umgeben ist. Jedes *Kation/Molekül/Anion* ist von Kationen umgeben. Dadurch überwiegen die *Anziehungskräfte/Abstoßungskräfte/Schwerkraft* zwischen den entgegengesetzt geladenen Ionen. Man bezeichnet diese Anziehungskräfte als *Ionenbindung/Metallbindung/Atombindung*.

Die *Anziehungskraft/Abstoßungskraft/Schwerkraft* ist im *festen/weichen/neutralen* Salz so stark, dass die Ionen nicht zu den Elektroden wandern können. Deshalb leitet ein *neutrales/festes/weiches* Salz keinen Strom.

In der *Salzlösung/Salzschnmelze/Salzkristall* lösen sich die Ionen aus dem Ionengitter. Die Ionen sind *unfrei/frei/gehemmt* beweglich, wodurch elektrischer Strom geleitet werden kann.

Wenn festes Salz so stark *erhitzt/abgekühlt/gedrückt* wird, dass es schmilzt, entsteht eine Salzschnmelze. Durch die Hitze verlassen die Ionen ihren Platz im *Salzkristall/Ionengitter/Ionenkristall*, weshalb die Ionen frei *festsitzen/beweglich sind/schwingen* und elektrischen Strom leiten können.

Sprachsensibles Unterrichtskonzept zum Thema Ionengitter

Erweiterung und Überarbeitung der Unterrichtsmaterialien und Unterrichtsplanung des Erasmus + Projekts
sensiMINT zum Thema Ionengitter

Abkürzungsverzeichnis

SuS Schüler:innen

LV Lehrer:innenvortrag

PA Partner:innenarbeit

EA Einzelarbeit

F Frontalunterricht

L Lehrperson

UG Unterrichtsgespräch

AB Arbeitsblatt

GA Gruppenarbeit

E Einstieg

A Arbeitsphase

Ü.... Übergang

S Sicherung

1. Unterrichtseinheit:			
Klasse: 4. Klasse Sek I	UStd: 1 Std.	Dauer: 45 min	Fächer: CH, PH Raum: Chemiesaal
<p>Thema der Einheit: Leitfähigkeit von festen Salzen und Salzlösungen</p> <p>Notwendiges Vorwissen:</p> <p>Elektrischer Strom ist der (gerichtete) Transport von Ladungsträgern (Elektronen oder Ionen). Damit in einem Stromkreis ein Stromfluss entstehen kann, ist eine Potenzialdifferenz (elektrische Spannung) notwendig. Diese erhält man von einer Spannungsquelle. Elektrischer Strom kann nur in einem geschlossenen Stromkreis fließen.</p> <p>Salze bestehen aus Ionen. Ionen sind geladene Teilchen. Positiv geladene Ionen werden Kationen genannt, negativ geladene Ionen werden Anionen genannt. Kationen und Anionen ziehen sich an.</p> <p>Thema der nächsten Einheit: Aufbau von festem Salz, einer Salzlösung und einer Salzschmelze auf der Teilchenebene</p>			
Übergeordnetes Unterrichtsthema: Ionenbindungsmodell			
Alltagsbezug: leitfähige und isolierende Stoffe, Isolatoren, Stromschlag in der Badewanne			
<p>Basiskonzept und Lehrplanbezug:</p> <p><i>Struktur-Eigenschafts-Konzept:</i> Art, Anordnung und Wechselwirkung der Teilchen bestimmen die Eigenschaften eines Stoffes (BMBWF, 2023b, S. 109)</p> <p><i>Kernbereich Aufbauprinzipien der Materie (C1):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen der chemischen Bindung als Ursache für die Vielfalt der Stoffe (BMBWF, 2023a, S. 99). • Erwerb von Basiswissen über die Strukturen ausgewählter anorganischer Stoffe und einfacher Struktur-Wirkungs-Beziehungen (BMBWF, 2023a, S. 99). 			

<p><u>Lehrziele:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Die Schüler:innen planen und verfassen in Dreiergruppen eine Versuchsbeschreibung anhand einer Abbildung mit Unterstützung einer Wortliste zum Thema Leitfähigkeit eines festen Salzes oder Leitfähigkeit einer Salzlösung.• Die Schüler:innen führen in Dreiergruppen den Versuch anhand der Versuchsanleitung einer anderen Gruppe durch.• Die Schüler:innen geben zur Versuchsanleitung kriteriengeleitetes Peer-Feedback.
<p><u>Fachliche Ziele:</u></p> <p>Die Schüler:innen erkennen, dass feste Salze keinen elektrischen Strom leiten (Leitfähigkeit fester Salze), Salzlösungen allerdings schon (Leitfähigkeit von Salzlösungen).</p>
<p><u>Kompetenzen, die erworben bzw. geübt werden sollen:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Die Schüler:innen können in Dreiergruppen einen Versuch zur Leitfähigkeit von festen Salzen bzw. Salzlösungen durchführen (E1).• Die Schüler:innen können zur Leitfähigkeit von festen Salzen und Salzlösungen eine Vermutung aufstellen (E2).• Die Schüler:innen können die Ergebnisse ihres Versuches in Bezug auf die Leitfähigkeit von festen Salzen und Salzlösungen interpretieren (E4).

<p>Anforderungsniveau: N2: Sachverhalte und einfache Verbindungen zwischen Sachverhalten aus Natur, Umwelt und Technik unter Verwendung einzelner Elemente der Fachsprache (inkl. Begriffe, Formeln) und der im Unterricht behandelten Gesetze, Größen und Einheiten beschreiben, untersuchen und bewerten; Kombination aus reproduzierendem und selbstständigem Handeln (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011).</p>
<p>Sprachliche Ziele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produktiver Sprachgebrauch (sprechen und schreiben) • Die Schüler:innen verbalisieren in Dreiergruppen eine Versuchsabbildung unter Verwendung chemischer Fachsprache mithilfe einer Wortliste mit Nomen und Verben. • Die Schüler:innen verschriftlichen unter Verwendung chemischer Fachsprache anhand einer Wortliste mit Nomen und Verben die verbale Versuchsanleitung. • Grammatikalische Besonderheiten: trennbare Verben, Passiv • Wortliste: Batterie, Pol, Elektrode, Kabel, Krokodilklemme, LED, Lüsterklemme, Becherglas, anklemmen, befestigen, abbrechen, auflösen, auflegen, verbinden, füllen, lösen
<p>Vorbereitungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Material herrichten pro 3er-Gruppe: <ul style="list-style-type: none"> ○ 1 Becherglas, 2 Graphitelektroden (z.B. Graphitmienen), 1 Lüsterklemmen, 1 LED, 3 Kabel, 1 4,5 V Batterie, 6 Krokodil-Klemmen, festes Kochsalz, dest. Wasser, 1 Löffel • AB_Concept_Cartoon, AB_1 und Infokästchen in Klassenstärke ausdrucken • Feedback-Checkliste in Gruppenstärke ausdrucken

Phase	Dauer	Unterrichtsgeschehen		Sozial-form	Sprachliche Kompetenz	Materialien/ Medien
		Lehrer:innenaktivität	Schüler:innenaktivität			
E	5'	<ul style="list-style-type: none"> - Aufgabe erklären - Einteilung in Zweiergruppen - Austeilen des AB_Concept Cartoon 	<ul style="list-style-type: none"> - Sprechblasen lesen - Vermutungen in der Gruppe abgeben - Vermutungen diskutieren - Frage formulieren 	GA	Produktiv: Vermutungen aufstellen	AB_Concept Cartoon
	3'	<ul style="list-style-type: none"> - Vermutungen und Fragen der SuS diskutieren. - Falsche Aussage auflösen: <i>Wassermoleküle sind Ladungsträger, deshalb kann elektrischer Strom fließen</i> → Wassermoleküle sind <u>keine</u> Ladungsträger, da sie keine geladenen Teilchen sind. - Mögliche Fragen der Schüler:innen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Was sind elektrische Ladungsträger? ○ Was ist elektrischer Strom? ○ Kann Wasser elektrischen Strom leiten? ○ Was unterscheidet festes Salz von nassem Salz? - Fragen beantworten: <ul style="list-style-type: none"> • Was sind elektrische Ladungsträger? <i>Ladungsträger sind elektrisch geladene Teilchen → Elektronen und Ionen</i> • Was ist elektrischer Strom? <i>Elektrischer Strom ist der (gerichtete) Transport von Ladungsträgern. Elektrischer Strom kann nur fließen, wenn ein Stromkreis geschlossen ist.</i> - Überleitung: Sind es wirklich die gelösten Salze, die Wasser leitfähig machen? Und wieso leitet dann festes Salz keinen elektrischen Strom? → Vermutungen der SuS diskutieren. 	UG			

Ü	2'	<ul style="list-style-type: none"> - AB_1 austeilen (→ in Gruppe A und B eingeteilt) - SuS Arbeitsauftrag erklären <p>Abbildung betrachten, Wortliste durchlesen, überlegen welche, Nomen und Verben zusammenpassen. Anschließend in der Gruppe eine Versuchsbeschreibung planen und</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Zuhören - Fragen stellen 	UG	Rezeptiv: zuhören	AB_1 / Gruppe A und Gruppe B
A	20'	L unterstützt bei Problemen SuS zuhören.	<p>SuS erarbeiten Aufgabe 1 in 2er- Gruppen: SuS sehen eine Abbildung eines bildlichen Versuchsaufbaus. Als Gruppe schreiben sie mit Hilfe einer Wortliste aus Nomen und Verben eine Versuchsanleitung und benennen den Versuch.</p> <p>Weiters bekommen SuS Infokästen mit Wortbeschreibungen zur Unterstützung</p>	GA	<p><i>Produktiv:</i></p> <p>Darstellung (Bild) verstehen und in Worte fassen</p> <p>Arbeiten mit Wortliste</p> <p>verbale Beschreibung</p> <p>verschriftlichen</p>	AB_1_A oder B
		<p>Einteilung der Gruppen, die ihre Versuchsanleitungen austauschen.</p> <p>Anmerkung an Gruppen, die Leitfähigkeit von Salzlösungen durchführen: Zuerst Leitfähigkeit von dest. Wasser ausprobieren, dann erst Salz dazu.</p>				

	8'	L unterstützt bei Problemen Während der Versuchsdurchführung Feedback-Checkliste austeilen.	Aufgabe 2: Gruppen tauschen Versuchsanleitungen, sodass jede Gruppe die Versuchsanleitung zu der nicht beschriebenen Abbildung hat und führen den Versuch exakt nach Anleitung durch.	GA	Rezeptiv: Versuchsanleitung lesen, verstehen und umsetzen. Produktiv: Handlungsbegleitendes Sprechen während des Versuchs.	AB_1, Becherglas, Graphitelektroden Lüsterklemmen, LED, 3 Kabel, 4,5 V Batterie, Kroko-Klemmen, festes Kochsalz, dest. Wasser, Löffel
	5'	Feedback-Checkliste und Aufgabe erklären	SuS geben zur Versuchsanleitung kriteriengeleitetes Feedback mit Hilfe einer Checkliste	GA	Rezeptiv: Checkliste lesen Produktiv: Feedback geben	AB_Checkliste
S	4'	Gemeinsame Besprechung, was bei der Beschreibung verständlich war, was weniger verständlich war, ob es Fehler gab. Erklärung, dass diese Eigenschaft Leitfähigkeit genannt wird. Vermutung aufstellen: Wo liegt der Unterschied von festem Salz und Salzlösungen? → Vermutungen aufschreiben		UG	Produktiv: Vermutungen verbalisieren	

2. Unterrichtseinheit: Salze auf Teilchenebene			
Klasse: 4. Klasse Sek I	UStd: 1 Std.	Dauer: 45 min	Fächer: CH, PH Raum: Chemiesaal
<p>Thema der Einheit: Struktur eines Salzkristalls, einer Salzlösung und einer Salzschnmelze auf der Teilchenebene</p> <p>Notwendiges Vorwissen: Feste Salze leiten keinen elektrischen Strom, Salzlösungen jedoch schon. Elektrischer Strom ist der (gerichtete) Transport von Ladungsträgern (Elektronen oder Ionen). Salze bestehen aus Ionen. Ionen sind geladene Teilchen. Positiv geladene Ionen werden Kationen genannt, negativ geladene Ionen werden Anionen genannt. Kationen und Anionen ziehen sich an.</p>			
Neue Begriffe: Ionengitter, Salzschnmelze			
Übergeordnetes Unterrichtsthema: Ionenbindungsmodell			
Alltagsbezug: leitfähige und isolierende Stoffe, Isolatoren, Stromschlag in der Badewanne			
<p>Basiskonzept und Lehrplanbezug: <i>Struktur-Eigenschafts-Konzept:</i> Art, Anordnung und Wechselwirkung der Teilchen bestimmen die Eigenschaften eines Stoffes (BMBWF, 2023b, S. 109) <i>Kernbereich Aufbauprinzipien der Materie (C1):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen der chemischen Bindung als Ursache für die Vielfalt der Stoffe (BMBWF, 2023a, S. 99). • Erwerb von Basiswissen über die Strukturen ausgewählter anorganischer Stoffe und einfachster Struktur-Wirkungs-Beziehungen (BMBWF, 2023a, S. 99). 			

Lehrziele:

- Die Schüler:innen stellen Anhand einer Abbildung Vermutungen zu einem Fachtext auf.
- Die Schüler:innen entnehmen einem Fachtext Informationen.
- Die Schüler:innen skizzieren den Aufbau eines festen Salzes, einer Salzlösung und einer Salzschmelze auf Teilchenebene anhand der aus dem Fachtext gewonnenen Informationen.

Fachliche Ziele:

- Die Schüler:innen erarbeiten eigenständig die Struktur eines einfachen Ionengitters auf der Teilchenebene.
- Die Schüler:innen erarbeiten sich den Aufbau einer Salzlösung und einer Salzschmelze auf der Teilchenebene.

Kompetenzen, die erworben bzw. geübt werden sollen:

- Die Schüler:innen können den Aufbau des Ionengitters beschreiben (W1).
- Die Schüler:innen können aus einem Fachtext spezifische Informationen zum Aufbau eines einfachen Ionengitters entnehmen (W2).
- Die Schüler:innen können aus einem Fachtext spezifische Informationen zur Struktur einer Salzlösung und einer Salzschmelze auf der Teilchenebene entnehmen (W2).
- Die Schüler:innen können festes Salz, Salzlösung und Salzschmelze auf der Teilchenebene skizzieren (W3).

Anforderungsniveau: N1: Ausgehend von stark angeleitetem, geführtem Arbeiten Sachverhalte aus Natur, Umwelt und Technik mit einfacher Sprache beschreiben, mit einfachen Mitteln untersuchen und alltagsweltlich bewerten; reproduzierendes Handeln (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Bildungswesens, 2011)

Sprachliche Ziele

- Rezeptiver (lesen) und produktiver (sprechen und schreiben) Sprachgebrauch.
- Die Schüler:innen lesen einen Fachtext und entnehmen diesem Informationen (Leseverstehen).
- Die Schüler:innen sind in der Lage, die in einem Fachtext enthaltenen Informationen zum Aufbau eines einfachen Ionengitters sowie zur Struktur von Salzlösungen und Salzschmelzen in einer Skizze umzusetzen.

Vorbereitungen:

AB_2 ausdrucken

Phase	Dauer	Unterrichtsgeschehen		Sozialform	Sprachliche Kompetenz	Materialien/ Medien
		Lehrer:innenaktivität	Schüler:innenaktivität			
E	5'	<p>Wiederholung letzte Stunde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Was haben wir für Versuche gemacht? - Was waren die Erkenntnisse aus diesen Versuchen? <p>Übergang zur heutigen Aufgabe: Wir wissen nun, dass festes Salz elektrischen Strom nicht leitet, Salzlösungen aber schon. Was könnte der Grund dafür sein? ☐ Vermutungen diskutieren.</p> <p>AB_2 austeilen und Aufgabe erklären</p>		UG/P	Produktiv: bereits Gelerntes verbalisieren/wiederholen	-
A	35'	<p>Unterstützung bei Fragen. Arbeitsauftrag erklären</p>	<p>Arbeiten mit einem Fachtext: - Leseaufträge im Sinne der sechs Leseschritte nach Leisen.</p>	EZ PA	<p>Rezeptiv: Mit Fachtexten arbeiten und Fachtexte sinnerfassend lesen. Produktiv: Überschriften verfassen Informationen eines Fachtextes in eine Skizze überführen.</p>	AB_2
S	5'	<p>Vergleich der Ergebnisse der Leseaufträge Zusammenfassende Frage an SuS: Wieso sind trockene Salzkristen an Isolatoren kein Problem, sobald diese aber feucht werden schon?</p> <p>A: Aufgrund der fixen Position der Ionen im Ionengitter sind sie nicht frei beweglich und können keinen elektrischen Strom leiten. Sobald die Salzkriste aber feucht wird, können sich Ionen aus ihrer Position im Ionengitter lösen und elektrischen Strom leiten. Es kommt zu Kurzschlüssen.</p>		UG	<p>Produktiv: Neu gelerntes und nicht Verstandenes verbalisieren.</p>	AB_2

