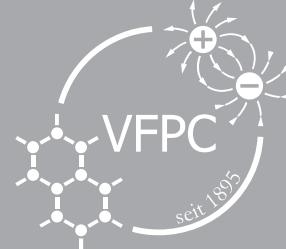


plusLucis



Fachsprache und Sprache im Chemie- und Biologie-unterricht

Impressum

PLUS LUCIS, Mitteilungsblatt des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts und des Fachausschusses Physik & Schule der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft (VZR: 668472729)
Erscheint vierteljährlich

Medieninhaber:

Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts
Adr: AECC Physik Universität Wien,
Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien
Web: <https://www.pluslucis.org>
E-Mail: schriftenleitung@pluslucis.org

Redaktion:

Mag. Dr. Thomas Plotz (Leitung)
Mag. Brigitte Knaus
Mag. Sarah Zloklikovits

Verantwortliche Herausgeber:innen dieser Ausgabe:

Mag. Dr. Rita Elisabeth Krebs BA,
Pädagogische Hochschule Niederösterreich,
Zentrum Zukünfte Bildung
E-Mail: rita.krebs@ph-noe.ac.at
Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens,
Universität Wien, Fachdidaktikzentrum Chemie
E-Mail: anja.lembens@univie.ac.at

Herausgeber:innenteam:

Univ.-Prof. Dr. Claudia Haagen-Schützenhöfer
Universität Graz, Physikdidaktik
E-Mail: claudia.haagen@uni-graz.at
Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf
Universität Wien, Physikdidaktik
E-Mail: martin.hopf@univie.ac.at
Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens
Universität Wien, Chemiedidaktik
E-Mail: anja.lembens@univie.ac.at
Univ.-Prof. Dr. Thomas Wilhelm
Universität Frankfurt, Physikdidaktik
E-Mail: wilhelm@physik.uni-frankfurt.de

Bezugshinweise:

Das Abonnement der Zeitschrift ist für Vereinsmitglieder im Mitgliedsbeitrag inkludiert.
Ein institutionelles Abonnement (z. B. für Bibliotheken) ist zum Bezugspreis von 40 Euro im Jahr möglich.

Offenlegung nach § 25 des Mediengesetzes Grundlegende Richtung:
Fortbildung und fachliche Information für Physik- und Chemielehrer:innen, organisatorische Mitteilungen, Vereinsinterna.

Für die Inhalte der Artikel sind ausschließlich die namentlich genannten Autor:innen verantwortlich.

Titelbild (Umschlag):

KI-generiert (DALL-E 3 über Microsoft Copilot)

Inhalt

Sprachbildender Chemie- und Biologieunterricht – das Erasmus+ Projekt sensiMINT	4
Maria Steger	
Von Salz, Säuren und Lösungen.....	5
Sara Hägi-Mead, Johann Seibert und Anja Lembens	
Inter ³	9
Rosi Ritter und Kathrin Fussangel	
Indikatoren für sprachsensible Materialien.....	12
Sara Hägi-Mead und Corinna Peschel	
Der ewige Kreis.....	14
Johanna Taglieber und Erika Wolter	
Zur Bedeutung von Sprachsensiblem Fachunterricht in Lehrer:innenbildung und -professionalisierung.....	18
Corinna Peschel und Enisa Pliska-Halilovic	
Ein Marienkäfer, der am Zitronenbaum chillt.....	21
Cordula Schwarze, Christian Sandner, Erika Wolter und Johanna Taglieber	
Perspektiven von Lehrpersonen auf sprachsensibles Unterrichtsmaterial.....	31
Rosi Ritter, Christian Sandner und Johanna Taglieber	
Wo steckt die Säure in der Salzsäure?.....	35
Stefan Dolder, Rita Krebs und Anja Lembens	
„Wo geht denn dieses Wasser durch?“	39
Stefan Dolder, Anja Lembens und Adrian Mettauer	

Editorial

Liebe Leser:innen,

in der Welt der Naturwissenschaften ist Sprache ein mächtiges Werkzeug – einerseits dient sie zur Kommunikation im und über das Fach und andererseits ist Sprache das Werkzeug, um Inhalte zu erschließen und zu vermitteln. Insbesondere im schulischen Kontext des naturwissenschaftlichen Unterrichts fördert die korrekte Verwendung von (Fach-)Sprache nicht nur Klarheit und Genauigkeit in der Kommunikation, sondern ermöglicht es den Lernenden erst, komplexe naturwissenschaftliche Konzepte und Sachverhalte zu erfassen und anzuwenden. Diese Kompetenzen sind wiederum notwendig, um in unserer von Naturwissenschaften und Technologie geprägten Welt informierte und verantwortungsvolle Wahl- und Konsumententscheidungen treffen zu können.

Dabei ist eine Herausforderung, dass Fachsprachen in den naturwissenschaftlichen Fächern einige Besonderheiten aufweisen, die sie von der Alltagssprache aber auch von der Bildungssprache unterscheiden. Um Informationen aus entsprechenden Textsorten entnehmen, verstehen und nutzen zu können, ist es notwendig diese Besonderheiten zu kennen und anwenden zu können. Doch wie können Lehrpersonen sicherstellen, dass die Fachsprache effektiv gelernt und eingesetzt wird? Diese Frage stellt sich umso mehr in Unterrichtssettings mit Lernenden, die ganz unterschiedliche sprachliche Kompetenzen mitbringen.

Das interdisziplinäre Team des Erasmus+ Projekts sensiMINT¹ hat sich dieser Herausforderung gestellt und Unterrichtskonzeptionen und Materialien für einen sprachbildenden Biologie- und Chemieunterricht entwickelt. Erkenntnisse und Ergebnisse aus dem sensiMINT Projekt werden in diesem Heft vorgestellt.

Zunächst wird definiert, was sprachbildender Fachunterricht ist, wozu er dient, welche Herausforderungen er birgt und wie

¹ Erasmus+ Projekt sensiMINT: Sprachsensibler Biologie- und Chemieunterricht – Kontext und Materialien interdisziplinär reflektiert. Fördernummer: 2020-1-AT01-KA201-078144. Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung tragen allein die Verfasser:innen; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

² Zum Thema Sprache und Fachunterricht kursieren viele Begrifflichkeiten. Im Vergleich zu Sprachbewusstheit und Sprachsensibilität zielt Sprachbildung auf eine Bildung für alle ab. Daher wäre Sprachbildung der Terminus der Wahl. Da der Projektname Sprachsensibilität enthält, finden Sie auch diesen Terminus in diesem Heft.



Rita Krebs



Anja Lembens

er gestaltet werden kann. Die unterschiedlichen Komponenten eines sprachbildenden Fachunterrichts werden vorgestellt und Einblicke in die ko-konstruktiven Prozesse zur Erarbeitung von sprachbildenden Unterrichtsmaterialien und Lernsettings gegeben. Es folgt ein Überblick über Qualitätsmerkmale sprachbildender Unterrichtsmaterialien und last but not least werden ausgewählte Praxisbeispiele aus dem Biologie- und Chemieunterricht vorgestellt. Zugriff auf alle entwickelten Materialien einschließlich eines Praxisleitfadens, Best Practice Guides und eines Coaching Curriculums finden Sie auf der Projektwebsite <https://www.sensimint.eu/>.

Mit diesem Themenheft möchten wir nicht nur Erkenntnisse zum sprachbildenden Fachunterricht und zur Förderung von Kompetenzen in der (Fach-)Sprache zur Verfügung stellen, sondern explizit dazu aufrufen, diese anzuwenden und in den eigenen Unterricht einzubauen. Denn in der heutigen globalisierten Welt ist die Fähigkeit, sich klar und präzise auszudrücken und Texte mit naturwissenschaftlichen Inhalten verstehen zu können von unschätzbarem Wert. Durch die Implementierung sprachbildender Anteile in ihrem Fachunterricht können Lehrpersonen und Didaktiker:innen nicht nur zur akademischen Entwicklung ihrer Lernenden beitragen, sondern auch zur Förderung von interkulturellem Verständnis und Empathie.

Machen wir uns also gemeinsam auf den Weg, Sprachbarrieren zu überwinden und einen naturwissenschaftlichen Unterricht zu gestalten, der alle Schüler:innen befähigt, erfolgreich zu sein und ihr volles Potenzial zu entfalten!

In diesem Sinne wünschen wir Ihnen Freude und hilfreiche Erkenntnisse beim Lesen dieses Heftes.

Rita Krebs und Anja Lembens

Sprachbildender Chemie- und Biologieunterricht – das Erasmus+ Projekt sensiMINT

Maria Steger

Das Projekt sensiMINT¹ wurde von der Europäischen Kommission im Rahmen des Erasmus+ Programms sowie von Movetia im Rahmen des Schweizer Programms zu Erasmus+ gefördert. Das Konsortium der von der Universität Innsbruck und EduNet Europe initiierten strategischen Partnerschaft bestand aus drei Universitäten, einer Pädagogischen Hochschule, einer gemeinnützigen Bildungsorganisation und elf Schulen aus Deutschland, Österreich, Italien und der Schweiz.

Erstmals arbeiteten Lehrpersonen der Fächer Biologie, Chemie und Deutsch mit Didaktiker:innen sowie Bildungswissenschaftlerinnen über einen Zeitraum von drei Jahren (2020-2023) regelmäßig zusammen, entwickelten ko-konstruktiv Unterrichtsstundenkonzepte und reflektierten, wie sprachbildender Biologie- und Chemieunterricht in der Praxis noch besser gelingen kann.

Es entstanden über 60 praxiserprobte Unterrichtsstundenkonzepte, die auf www.sensiMINT.eu komfortabel u. a. nach Fach, Jahrgangsstufe und Thema gefiltert werden können. Jedes sensiMINT-Unterrichtsstundenkonzept umfasst ein sensiMINT-Leitkonzept und sensiMINT-Unterrichtsmaterialien. Die sensiMINT-Leitkonzepte bieten ausführliche didaktische Hinweise zu Fachsprachsensibilität und Phasierung. Die sensiMINT-Unterrichtsmaterialien stehen als Word- und PowerPoint-Dateien bereit und können so flexibel und einfach an die Bedürfnisse der jeweiligen Zielgruppe angepasst

werden. In multiperspektivischen Praxisleitfäden werden die zentralen Ergebnisse der innovativen interdisziplinären, interinstitutionellen und internationalen Zusammenarbeit – kondensiert in acht sensiMINT-Leitgedanken und neun sensiMINT-Bewertungskriterien – vertieft. Das sensiMINT-Qualitätssiegel konkretisiert die Bewertungskriterien praxisnah in einer Checkliste für Lehrpersonen.

Der sensiMINT-Best-Practice-Guide unterstützt eine schrittweise Selbstprofessionalisierung und gibt konkrete Tipps für erfolgreiches fächerverbindendes Arbeiten. Er enthält nicht nur auf die Biologie- und Chemiestunden abgestimmte Unterrichtskonzepte für den Deutschunterricht, sondern auch einen anwendungsfertigen Vorschlag für einen projektübergreifenden Projekttag. Eine wichtige Erkenntnis aus der Zusammenarbeit in sensiMINT ist, dass sprachbildender Unterricht insbesondere fächerverbindend erfolgreich ist und entsprechende Rahmenbedingungen sowie die Unterstützung durch die Schulleitungen erfordert. Das sensiMINT-Coaching-Curriculum zeigt auf, wie sprachbildender Unterricht langfristig systemisch verankert werden kann.

In zahlreichen Multiplier Events wurden die Projektergebnisse in Schulen und Universitäten disseminiert. EduNet Europe bietet weiterhin sensiMINT-Fortbildungen an. Anfragen zu Fortbildungen und Kooperationen richten Sie bitte gerne an sensiMINT@edunet.eu.

¹ Erasmus+ Projekt sensiMINT: Sprachsensibler Biologie- und Chemieunterricht – Kontext und Materialien interdisziplinär reflektiert. Fördernummer: 2020-1-AT01-KA201-078144. Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung tragen allein die Verfasser:innen; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Maria Steger EduNet Europe gGmbH

Von Salz, Säuren und Lösungen

Sprachbildend unterrichten, bis die Chemie stimmt

Sara Hägi-Mead, Johann Seibert und Anja Lembens

1. Sprachbildender Fachunterricht Chemie: In Dialog treten

Vielleicht geht es Ihnen wie vielen Lehrpersonen [1] und Sie haben bisher eine nur vage Vorstellung davon, was mit sprachbildendem Chemieunterricht gemeint ist. Sie wissen also nicht genau, was einen solchen Unterricht auszeichnet oder inwiefern er sich von anderem Unterricht unterscheidet. Das ist nachvollziehbar, denn sprachbildender Fachunterricht ist konzeptionell [2] wie umsetzungstechnisch eine Herausforderung (vergleiche Peschel & Pliska-Halilović in diesem Heft). Was sich in der Praxis zeigt, sind Berührungsängste (u. a. mit sprachlichen Aspekten, mit Schüler:innenkonzepten, mit der Team-Teaching-Idee), konzeptionelle Missverständnisse („Ich kann doch nicht auch noch Grammatik unterrichten“) und institutionelle Hürden (wie dichte Lehrpläne, Lehrpersonen als Einzelkämpfer:innen), die es Lehrpersonen erschweren, sich zufriedenstellend mit sprachbildendem Fachunterricht auseinanderzusetzen. Dieser Ausgangslage möchten wir mit unserem Beitrag begegnen.

Bei sprachbildendem Fachunterricht handelt es sich um einen Unterricht, der Bildungs- und Fachsprache nicht voraussetzt, sondern für die Lernenden transparent macht und explizit vermittelt. Wir stellen uns die Frage, was Schüler:innen konkret brauchen und wie darauf zu reagieren ist. Hierfür antizipieren wir Gedanken von idealisierten Schüler:innen¹ und lassen sie zu Wort kommen. Schüler:innen, die fachlich verstehen und mitkommen wollen, die interessiert sind an (fachsprachlichem) tiefergehendem Hintergrundwissen und die in puncto Anweisungen und Erläuterungen seitens der Lehrpersonen kommunikative Klarheit brauchen. Ausgehend von diesen Anliegen konkretisieren wir, was mit Sprachbildung im Chemieunterricht gemeint ist (Kap. 2) und ziehen daraus didaktische Konsequenzen (Kap. 3).

2. Sensibilität für Sprache in der Chemie entwickeln

Chemish ist ein von Markic geprägter Terminus [3] [4] und klingt, unseres Erachtens nach, griffiger als *Bildungs- und Fachsprache im Kontext eines sprachsensiblen Chemieunterrichts oder Sprachbildung im Chemieunterricht*. Gemeint ist jedoch genau das:

“*Chemish, as the scientific language of chemistry, is essential for communicating in and understanding chemistry. At the same time, Chemish is one of the major difficulties in teaching and learning chemistry in the school context.*” [3]

*Chemish*² meint dabei, dass die Sprache des Chemieunterrichts eine ist, die ähnlich wie eine Fremdsprache gelehrt und gelernt werden muss. Im Folgenden stellen wir das Konzept *Chemish* in seinen Facetten vor, erst aus der Schüler:innenperspektive und in Abgrenzung zur Alltagssprache (s. Kap. 2.1), dann in ausgewählten Eigenheiten (s. Kap. 2.2) und schließlich in seiner Funktionalität und daher Notwendigkeit beim Lehren und Lernen von Chemie (s. Kap. 2.3).

2.1 Natriumchlorid im Salzstreuer: *Chemish* als Insider-Sprache erkennen

Folgender fiktiver Dialog zeigt Beobachtungen zum Gebrauch unterschiedlicher Register³.

Schüler:in A und Schüler:in B unterhalten sich, auf einer Bank sitzend, auf dem Schulhof. Sie haben Pause.

SCHÜLER:IN A Du, fällt dir auch auf, dass Frau Koch anders spricht, wenn sie unterrichtet? Wir haben den gleichen Schulweg und ich treffe sie häufig an der Bushaltestelle. Und weil da sonst niemand anders wartet, sprechen wir halt miteinander. Ist auch nicht wirklich schlamm oder peinlich. Die Frau Koch ist total nett und normal, hat eine Katze und weiß immer lustige Geschichten zu erzählen. Aber du, wenn die im Chemieunterricht spricht, da versteh ich nur Bahnhof.

SCHÜLER:IN B Ja klar, im Unterricht spricht sie ja auch eine andere Sprache. *Chemish*. *Chemish* hört sich im ersten Moment voll normal nach Deutsch an, aber das verstehst du nur, wenn du eingeweiht bist. *Chemish* ist quasi eine Insider-Sprache, es ist die Sprache, die man braucht, um Chemie wirklich zu verstehen.

SCHÜLER:IN A Lohnt sich das denn?

SCHÜLER:IN B Ja, unbedingt. Wenn du *Chemish* kannst, bist du dabei. Eigentlich ist alles um uns irgendwie Chemie. So wie der Taschenwärmer in deiner Hand. Durch einen naturwissenschaftlichen Prozess hast du gerade warme Hände. Und wenn du das verstehst, kannst du fachlich fundiert in deinem Alltag handeln und mitreden.

SCHÜLER:IN A Ja, und warum braucht es dann eine Insider-Sprache, wenn es für alle so wichtig ist, das ist ja voll unlogisch.

¹ In diesem Fall werden bewusst zwei idealisierte, hochinteressierte Schüler:innen gewählt, da es den Autor:innen in diesem Dialog nicht um nicht tragfähige Lernendenvorstellungen und sprachliche Barrieren geht, sondern um Schüler:innen, die direkt ihre Gedanken aussprechen und damit die Lehrperson auf sprachliche Bedarfe aufmerksam machen.

² Wir bleiben bei *Chemish*, um einerseits Verwechslungen mit *chemisch*, die Chemie betreffend' zu vermeiden und andererseits durch den Neologismus neugierig zu machen auf das dahinterstehende, vielleicht noch unbekannte Konzept.

³ Mit Register ist gemeint, dass Sprache, abhängig von Situation und Gesprächspartner:innen unterschiedlich verwendet wird. Diese unterschiedliche Sprachverwendung zeigt sich als sprachliche Varietät und ist funktionsabhängig, also abhängig davon, ob Sprache im Alltag oder im wissenschaftlichen Kontext funktionieren muss.

SCHÜLER:IN B Im Gegenteil, es ist voll logisch. Für Chemie-Inhalte brauchst du Chemie-Sprache. Du musst doch die Elemente beim Namen nennen können, wissen, wie man Prozesse beschreiben kann und wie man Ergebnisse protokolliert. Und anhand der Sprache merkst du auch sofort, dass es um Chemie-Inhalte geht. Wenn du zu Hause am Mittagstisch um Salz bittest, weil dein Essen fad ist und du nachwürzen willst, ist das normal und in Ordnung. „Gib mir mal bitte den kristallinen Feststoff aus Natriumchlorid“ klingt ja bescheuert. Genauso wie, „Reich mir mal bitte NaCl“. Aber im Chemieunterricht kommst du mit „Gib mir mal das Salz“ fachlich nicht weit. Wenn du da Salz sagen würdest, wüsste man ja gar nicht, welches Salz du meinst. Da gibt's X-verschiedene, Salz hat da eine andere Bedeutung. Im Alltag geht es hauptsächlich um Salz als Kochsalz, höchstens noch Streusalz, wobei das für viele identisch ist.

SCHÜLER:IN A Ich brauche also *Chemish*, um fachlich präzise zu sein?

SCHÜLER:IN B Ja, genau. Es gibt schließlich Salze und Salze. Und dann ist es noch so, dass du diese Salze auf verschiedene Weise betrachten und untersuchen kannst, Teile davon kannst du sehen, aber du kannst nicht immer alles sehen, auch nicht mit Mikroskop. Du kannst Salze auch als Modelle verstehen oder in Formeln packen, damit du mit ihnen rechnen kannst. So arbeiten Chemiker:innen, damit sie verstehen, welche Stoffe welche Eigenschaften haben oder wie sich verhalten, z. B. in einer Lösung.

SCHÜLER:IN A Lösung? Um welches Problem geht es gerade? Hey, du bist mir zu schnell!

SCHÜLER:IN B Jetzt sei doch nicht gleich sauer! Lösung ist ein Beispiel für *Chemish*, Lösung kommt so vertraut daher, ist aber ein Insider-Wort.

SCHÜLER:IN A Verstehe, sauer auch. Aber woher weiß ich, ob die Frau Koch, wenn sie nach einer Lösung fragt, auf *Chemish* spricht und nicht, wie an der Bushaltestelle und eine Antwort auf ein Problem will?

SCHÜLER:IN B Im Idealfall weist Frau Koch im Unterricht darauf hin und führt uns Schritt für Schritt in dieses *Chemish* ein. Aber weißt du, für Frau Koch ist natürlich beides normal, so, wie sie an der Bushaltestelle spricht und so, wie sie im Chemieunterricht spricht, deswegen merkt die gar nicht mehr, wenn sie von Alltagsdeutsch in *Chemish* wechselt und umgekehrt. Du musst aufpassen wie ein Luchs und im Zweifel, sofort Stopp rufen und nachfragen, wenn du denkst, das ist jetzt *Chemish* und du brauchst mehr Informationen, um mitzukommen. Es gibt da aber auch ein paar Tricks, wie du merken kannst, dass Frau Koch auf *Chemish*-Terrain ist: Immer dann, wenn ihre Augen so zu leuchten beginnen. Das ist ein Zeichen dafür, dass sie voll in ihrer Welt ist.

Es klingelt, die Pause ist zu Ende und die beiden Schüler:innen stehen auf und gehen in ihren Klassenraum.

Die in der Szene beobachteten funktionalen Register⁴ Alltagssprache, Bildungssprache, Fachsprache (zur Definition und Abgrenzung siehe [5], S. 33-37) gelten für alle Chemie-Lehrpersonen. Die Registerübergänge sind fließend. Typisch für Alltagssprache ist, wie in der Szene, der Dialog. In der Regel teilen die beteiligten Personen gleichzeitig einen gemeinsamen Raum, so dass sie auf zeitliche und örtliche Aspekte gemeinsam Bezug nehmen können. Die am (Alltags-)Gespräch beteiligten Personen können z. B. auf etwas zeigen und wissen, was mit „das da“ oder „bis hier“ gemeint ist. Alltagssprache kann standardsprachlich formuliert sein, muss aber nicht. Was sie auszeichnet, sind Alltagskonzepte, die unpräzise oder wissenschaftlich falsch sein können, wie z. B. „die Sonne geht auf“ oder „der Akku ist leer und muss aufgeladen werden“ [6]. Bildungs- und Fachsprache ist hingegen präzise und spezifisch. Es erfordert Fachwissen, um sie zu verstehen (s. Abb.1).

⁴ S. Fußnote 3.

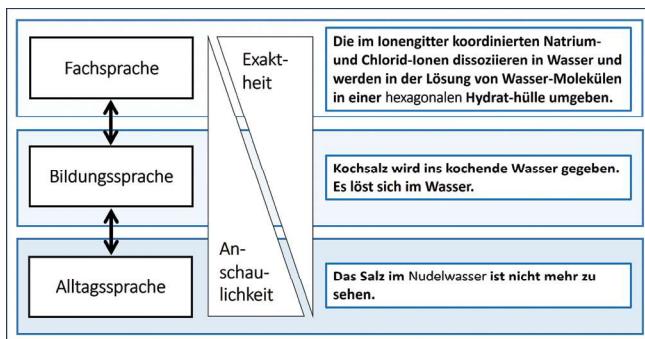


Abbildung 1: Sprache(n) im Chemieunterricht (eigene Darstellung, angelehnt an [7])

Lehrpersonen haben die Aufgabe, Chemie-Inhalte *fachlich angemessen* zu vermitteln. Hierfür benötigen sie *sprachliche Angemessenheit*. Die Herausforderung besteht darin, im (mündlich geprägten) Unterricht, in die Bildungs- und Fachsprache (behutsam) einzuführen,⁵ sie explizit zu machen und konsequent zu verwenden. Hierfür gilt es, *Chemish* in seinen Eigenheiten und Bestandteilen zu (er)kennen (s. Kap. 2.2). Wichtig ist außerdem, *Chemish* in seinen Funktionen zu verstehen (s. Kap. 2.3).

2.2 Chemish am Beispiel von ‚Säure‘

Im Folgenden gehen wir an ausgewählten Beispielen auf sprachliche und fachliche Aspekte ein, die für *Chemish* charakteristisch sind.⁶

2.2.1 Falsche Freunde? Mehrdeutigkeiten im Blick

Linguistisch werden Ausdrücke als ‚falsche Freunde‘ bezeichnet, die in verschiedenen Sprachen gleich oder ähnlich sind, aber unterschiedliche Bedeutungen haben (z. B. engl. *become* ‚werden‘ und dt. *bekommen* ‚erhalten‘). Das kann zu kommunikativen Missverständnissen, Erheiterungen und Fauxpas führen. Dass sich auch im Chemieunterricht ‚falsche Freunde‘ tummeln, ist variationslinguistisch nicht verwunderlich. *Sauer* bringen wir im Alltag z. B. mit einer Zitrone oder einem Gemüszustand in Verbindung. Auf *Chemish* hingegen steht dahinter ein anderes Konzept. Tab. 1 listet unterschiedliche Bedeutungen von *sauer* auf. Mit jeder Nummerierung in Spalte 1 ist ein eigenes Konzept verbunden. Wird die Verwendung (s. zweite Spalte in Tab. 1) nicht weiter definiert, handelt es sich um allgemeindeutsche standardsprachliche Ausdrücke.

⁵ Nachweislich geeignete Ansätze hierfür sind das Scaffolding [9][10] v. a. in Kombination mit dem DICE-Ansatz (vgl. [11]), auf die wir hier aus Platzgründen nur verweisen können.

⁶ Mit der Auswahl möchten wir unterstreichen, dass *Chemish* mehr ist als die Summe (offensichtlicher) Fachtermini (vgl. [5][12][13]). Einen gelungenen, aktuellen Einblick darüber, was Sprachbildung im Chemieunterricht bedeutet, gibt Robert Gieske im Podcast „Nicht im Fachraum Essen“ [14].

Tabelle 1: Bedeutungen von **sauer** (eigene Darstellung angelehnt an den Duden, vgl. [8])

Bedeutung	Gebrauch	Beispiele
1	a) in der Geschmacksrichtung von Essig oder Zitronensaft liegend [und die Schleimhäute des Mundes zusammenziehend und den Speichelfluss anregend] b) durch Gärung geronnen, dickflüssig geworden oder sauer (1a) schmeckend c) durch Gärung[sstoffe] verdorben	
	d) [Kiesel-, Humus-] säuren enthaltend und kalkarm	besonders Landwirtschaft
	e) „Säure“ enthaltend; die Eigenschaften einer „Säure“ aufweisend	Chemie
2	nur unter großen Mühen zu bewältigen	
3	a) Verdruss über etwas, Missmut ausdrückend b) über etwas verärgert, wütend	Umgangssprachlich

Nicht jedes fachspezifische Wort ist also als Fachterminus erkennbar. Es ist ein Spezifikum der Bildungs- und Fachsprache, dass Wörter, die einem aus dem Alltag vertraut sind, im Fachkontext eine andere Bedeutung haben können (weitere Beispiele der Chemie wären *Teilchen*, *Stoff*, *Base*, *Lösung*, *reagieren*, ...). Diese spezifisch chemischen Wortbedeutungen müssen im sprachbildenden Fachunterricht

- explizit vermittelt und gelernt werden, wie etwa Vokabeln im Latein- oder Englischunterricht und damit verbunden
- klar von anderen, aus dem Alltag oder aus anderen Kontexten bekannten Bedeutungen unterschieden werden.

2.2.2 Stoff oder Teilchen? Repräsentationsebenen im Blick

Da die Disziplin der Chemie eine Jahrhunderte alte Geschichte hat, haben sich auch Ansichten, Kenntnisse und methodische Möglichkeiten geändert und weiterentwickelt. Auch das hinterlässt sprachliche Spuren. So hat sich etwa die

Definition von ‚Säure‘ im Laufe der Wissenschaftsgeschichte gewandelt [15]. Historisch wurde ‚Säure‘ als Wort oder Wortteil für die Benennung von (erfahrbaren) *Stoffen*⁷ verwendet, z. B. *Salpetersäure*, *Salzsäure*, *Zitronensäure*, *Eissigsäure* etc. Mit zunehmenden Kenntnissen über die Teilchennatur der Materie und die Prozesse, die bei chemischen Reaktionen ablaufen, wandelte sich das Konzept: Seit der Definition von Säure-Base-Reaktionen als Protonenübertragungsreaktionen [16][17] definiert man Säuren als Teilchen (Moleküle oder Ionen), die Protonen (Wasserstoff-Ionen) abgeben können. Damit vollzieht sich ein Ebenenwechsel: ‚Säure‘ wird nicht mehr als Stoff gesehen, bei dessen Reaktion mit einem anderen Stoff ein bestimmtes beobachtbares Phänomen (auf der makroskopischen Ebene, s. Abb. 2) auftritt, sondern es wird nach der Ursache für das jeweilige Phänomen auf der Teilchenebene (auf der submikroskopischen Ebene, siehe Abb. 2) gefragt. Es ist die Fähigkeit, Protonen abgeben zu können, die eine Säure ausmacht. Nach dem Brønsted-Lowry-Konzept ist *Salzsäure*⁸ – anders als es die historisch gewachsene Bezeichnung suggeriert – eine *saure Lösung* aber keine *Säure* (vgl. Unterschied Chlorwasserstoffgas und Salzsäure) (siehe auch Dolder, Krebs & Lembens in diesem Heft).

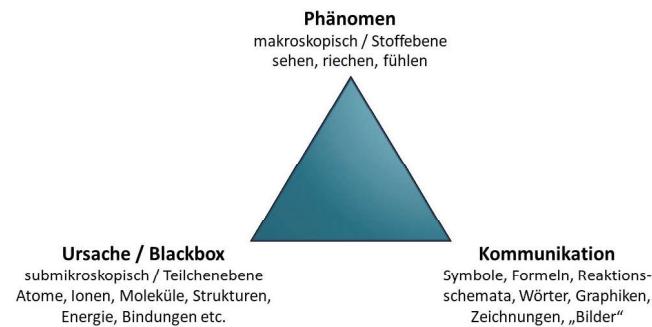


Abbildung 2: Das Johnstone-Dreieck [18][19]

Die unterschiedlichen Ebenen im Johnstone-Dreieck (vgl. Abb. 2) müssen sprachlich auseinandergehalten werden, damit fachlich klar kommuniziert wird und unmissverständlich ist, ob von einem beobachtbaren Phänomen auf der Stoffebene die Rede ist, das *gesehen*, *gerochen* oder *gefühlt* werden kann oder ob die Ursache für ein Phänomen auf der Teilchenebene erklärt werden soll. Unabhängig davon, ob die Stoffebene oder die Teilchenebene thematisiert werden, ist man auf die Verwendung von Wörtern, Symbolen, Modellen etc. angewiesen, die der Kommunikationsebene zuzurechnen sind.

Für den Chemieunterricht ergibt sich damit die Herausforderung, sprachlich bewusst zu machen, ob gerade die Rede

⁷ In der Chemie bezeichnet das Wort *Stoff* jede in chemisch mehr oder weniger einheitlicher Form – als Element, Verbindung oder Gemisch – vorliegende Materie, unabhängig von der äußeren Form, jedoch gekennzeichnet durch charakteristische physikalische und chemische Eigenschaften.

⁸ Die historischen Bezeichnungen von Stoffen mit ‚Säure‘ im Namen sind nun einmal in der Welt. In der Chemie spricht man hier von *Trivialnamen*. Es handelt sich dabei um Bezeichnungen für chemische Verbindungen, die nicht den systematischen Nomenklaturregeln der Chemie entsprechen und daher keinen Aufschluss über die Zusammensetzung und Struktur der Verbindung geben.

vom Stoff (*Phänomenebene*) ist oder ob es um die Moleküle oder Ionen (*Blackboxebene*) geht. Geschieht dies nicht, kommt es in Bezug auf die Konzepte zu ernsten Verstehens- und Lernschwierigkeiten und Verwirrung bei den Lernenden. Die Praxis (Lehrmaterialien und Sprachverwendung seitens der Lehrpersonen) zeigt hier einen deutlichen Bedarf an präziserem sprachlichen Vorgehen und damit an Sprachbewusstheit, denn gerade dieses Auseinanderhalten der Ebenen wird nicht immer eingehalten (vgl. [20][21]), mit der Folge, dass Schüler:innen kein Konzeptwissen aufbauen können. Konzeptwissen fehlt jedoch auch bei Lehrpersonen und bräuchte mehr Zeit, um entwickelt und reflektiert zu werden. [22] Erfolgt keine klare Trennung der Ebenen von Stoff und Teilchen, entstehen fachlich unangemessene Erklärungsmuster, da es Lernenden schwer fällt, sicht- und angreifbare, scheinbar kontinuierlich aufgebaute Materie als diskontinuierlich, aus kleinen Teilchen aufgebaut, wahrzunehmen und zu erklären [23]. Der Übergang vom alltäglichen Kontinuum zum Diskontinuum der Teilchenebene, das überhaupt nicht dem entspricht, was Schüler:innen in ihrer Alltagswelt wahrnehmen, ist für diese schwierig und erfordert ein hohes Abstraktions- und Vorstellungsvermögen. Es ist zwingende Aufgabe der Lehrperson diesen Wechsel zwischen Stoff- und Teilchenebene bewusst sprachbildend zu begleiten.

2.3 Chemish in seinen Funktionen verstehen

Je fachlicher Texte sind, je wissenschaftlicher, desto unpersönlicher sind sie, da Urheber:innen oder handelnde Personen irrelevant sind, während die Fachinhalte umso mehr im Zentrum stehen (vgl. Abb. 1). Hinzu kommt, dass Fachliches in der Regel über wissenschaftliche Texte vermittelt wird, Texte, die zu einer anderen Zeit und in einem anderen Setting produziert wurden, als sie rezipiert werden. Das bedeutet, dass diese Texte anders als mündliche Texte funktionieren müssen, da sich die kommunizierenden Personen nicht zur gleichen Zeit im gleichen Raum befinden und z. B. nicht nachfragen können. Ziel fachlicher Texte, die im Unterricht verwendet oder produziert werden, ist es denn auch, Erkenntnisse auf möglichst engem Raum und mit möglichst großer Allgemeingültigkeit darzulegen (vgl. [5][12]). Damit Beobachtungen, Dokumentationen und Ergebnisse auch über Raum und Zeit hinweg eindeutig verstanden, kommuniziert oder nachvollzogen werden können und hierfür nicht zu viel Platz einnehmen, ist Bildungs- oder Fachsprache knapp und präzise formuliert und kontextunabhängig⁹ verständlich. Es ist kein Platz für Interpretationen. Alltagssprache ist

⁹ Diese Kontextunabhängigkeit ist wiederum sprachlich herzustellen. Es ist deswegen kein Zufall, dass in Abb. 1 weniger sprachliches Material für eine alltagssprachliche als für eine fachsprachliche Aussage erforderlich ist.

Literatur

Die vollständige Literaturliste finden Sie auf unserer Homepage unter www.pluslucis.org.

dagegen viel redundanter, mehrdeutiger und kontextabhängig. *Chemish* [4] ist also kein Zufallsprodukt oder sprachliche Willkür, sondern bedient sich ganz gezielt der sprachlichen Möglichkeiten des Deutschen (wie z. B. Kompositbildung oder Passivkonstruktionen), die es braucht, um chemisches Fachwissen angemessen darzulegen.

3. Sprachbildend unterrichten: Bis die Chemie stimmt!

Sprachbildendes Unterrichten erfordert u. a. den (idealisierten) Dialog mit Schüler:innen. Die Stimmen der Schüler:innen A und B mitzudenken, erlaubt es Lehrpersonen, *Chemish* in Abgrenzung zur Alltagssprache zu erkennen (vgl. Kap. 2.1). Sprachbildender Fachunterricht ist dabei vom Fach aus zu denken, d. h. an erster Stelle stehen Fachverstehen und Fachinhalte, die wiederum eine adäquate Sprachverwendung erfordern. So ist sprachlich darauf zu achten, dass auch nicht offensichtliche Fachtermini explizit eingeführt (s. Kap. 2.2.1) oder die unterschiedlichen Repräsentationsebenen (vgl. Abb. 2) stets auseinandergehalten werden (vgl. Kap. 2.2.2.). Versteht man *Chemish* in seinen Funktionen (vgl. Kap. 2.3), wird deutlich, dass die Sprache eine dem Fach dienende Funktion hat, die sprachlichen Herausforderungen also nicht zufällig sind, sondern u. a. der Präzision (vgl. Fachtermini, Komposita) oder der Darstellung allgemeingültiger Erkenntnisse (unpersönliche Sätze, Passivstrukturen) geschuldet sind. Hierbei brauchen Fachlehrpersonen den Dialog mit Sprachexpert:innen, um die Fachvermittlung auch in ihrer sprachlichen Einbettung zu verstehen. Sprachbildung ist solange erforderlich, bis die fachlichen Lehr-Lernziele sprachlich erreicht werden können.

Aus diesem Grund fordern die Autor:innen die gezielte Thematisierung des sprachbildenden Unterrichtens bereits im Studium sowie in der Referendar:innenausbildung und ein kontinuierliches Fortbildungsangebot für Lehrpersonen. Lehrpersonen müssen aus obigen Gründen in ihrem eigenen Kompetenzaufbau strukturiert unterstützt werden, da das Konstrukt des sprachsensiblen Unterrichtens keinesfalls ein Selbstläufer ist und Zeit sowie insbesondere Erfahrung braucht (vergleiche Peschel & Pliska-Halilović in diesem Heft).

Sara Hägi-Mead RPTU Kaiserslautern-Landau,
Deutsch als Fremdsprache und Mehrsprachigkeitsdidaktik
Johann Seibert RPTU Kaiserslautern-Landau,
Fachdidaktik Chemie
Anja Lembens Universität Wien, Österreichisches
Kompetenzzentrum für Didaktik der Chemie (AECC Chemie)

Inter³

Interdisziplinäre-, interinstitutionelle und internationale Kooperation
zur Erstellung der Unterrichtskonzepte für sprachsensiblen
Chemie- und Biologieunterricht im Projekt sensiMINT

Rosi Ritter und Kathrin Fussangel

1. Einleitung

„[Der] Versuch, praxisrelevante und empirisch auf Tauglichkeit geprüfte Ansätze für einen fachlichen Unterricht zu entwickeln, der bildungssprachförderlich ist, geschieht am besten in Kooperation zwischen Expert:innen für Sprache und jenen für die Sache“ ([1], S. 164). Für die Erstellung von sprachsensiblen Unterrichtsmaterialien für den Fachunterricht ist die Kooperation von Personen mit unterschiedlicher Expertise das zentrale Instrument. Diese Material- und Unterrichtsentwicklung sollte vorzugsweise in (bildungs-) institutionsübergreifender Zusammenarbeit geschehen, denn wissenschaftstheoretische Ansätze müssen partizipativ mit der Praxiserfahrung verschränkt werden [2].

Im Erasmus+ Projekt sensiMINT¹ wird genau dies in die Tat umgesetzt: In sogenannten Communities of Practice (CoP) oder professionellen Lerngemeinschaften werden Unterrichtsmaterialien für die Fächer Chemie und Biologie entwickelt; diese CoP sind zusammengesetzt aus Expert:innen aus dem Fach und der Sprache, aus der Wissenschaft und der Praxis und aus unterschiedlichen länderspezifischen deutschsprachigen Lehr-Lern-Kontexten.

2. Ko-Konstruktive Erstellung von Unterrichtsmaterialien

2.1 Ko-konstruktive Prozesse

2.1 RE-KONSTRUKTIVE PROZESSE

Das Zusammenbringen von fachlichen Inhalten und sprachlichem Lernen erfordert Expertise aus beiden Bereichen. Daher ist es notwendig, Wissen aus den beiden Bereichen in einem ko-konstruktiven Prozess aufeinander zu beziehen. Ko-Konstruktion oder ko-konstruktive Kooperation meint dabei „[i]ndividuelles Wissen und Können aufeinander beziehen, um neue Kompetenzen und Lösungen zu generieren“ ([3], S. 464), und zwar über weite Strecken des Arbeitsprozesses hinweg [4]. Laut den Autor:innen ist für diesen Prozess kennzeichnend, dass die Kooperationspartner:innen also nicht nur gemeinsame Ziele, sondern auch den Arbeitsprozess aushandeln und auch ihre Gedanken und Handlungen aufeinander beziehen, um gemeinsame Lösungen generieren zu können. Diese Lösungen

sollen anschließend gemeinsam erprobt und reflektiert werden, um auch in diesem Prozess voneinander lernen zu können [3]. Für die Erstellung sprachsensibler Unterrichtskonzepte sind es somit vor allem die Komponenten ‚Wissen‘ und ‚Können‘, die eine zentrale Rolle spielen; der Unterricht ist schließlich ein Zusammenspiel aus beiden. So ist es für die ko-konstruktive Erstellung von sprachsensiblen Materialien für den Unterricht unabdingbar, nicht nur Wissen aus dem Fach und der Sprache, sondern auch das Können aus beiden aufeinander zu beziehen. Abbildung 1 zeigt schematisch den ko-konstruktiven Prozess.

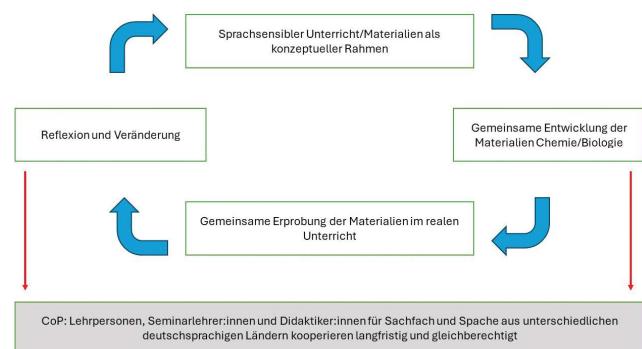


Abbildung 1: Ko-konstruktiver Prozess in den sensiMINT Communities of Practice (eigene Darstellung)

2.2 Gelingensbedingungen und Stolpersteine

Wichtig für das Gelingen von Ko-Konstruktion in professionellen Lerngemeinschaften oder Communities of Practice ist, dass die Individuen sich gegenseitig vertrauen, auf Augenhöhe begegnen und reziprok unterstützen, denn es gibt eine gegenseitige Abhängigkeit für das Erreichen des Ziels [4]. Mindestens genauso wichtig ist aber, dass alle Beteiligten ein gemeinsames Verständnis vom Gegenstand haben und „eine gemeinsame Sprache sprechen“ ([3], S. 466). Letzteres ist besonders im Hinblick auf den sprachsensiblen Fachunterricht ein oft unterschätztes Ziel der gemeinsamen Arbeit, da dieser doch immer noch „*ein vages Konstrukt ist, das eine Vielzahl von didaktischen Prinzipien und Methoden umfasst, die sprachliches und fachliches Lernen verbinden*“ ([5], S. 256). Für die ko-konstruktive Entwicklung solcher Materialien ist es also zwingend notwendig, erst einmal miteinander auszuhandeln, was unter diesem Konzept jeweils verstanden wird, um dann zu einem gemeinsamen Verständnis zu gelangen. Dieses ist

¹ Erasmus+ Projekt sensiMINT: Sprachsensibler Biologie- und Chemieunterricht – Kontext und Materialien Interdisziplinär reflektiert. Fördernummer: 2020-1-AT01-KA201-078144. Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung tragen allein die Verfasser:innen; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

dann der Ausgangspunkt für die ko-konstruktive Erstellung der Unterrichtsmaterialien.

In den CoPs im Erasmus+ Projekt sensiMINT sind aus den oben genannten Gründen Wissenschaftler:innen aus den Biologie-, Chemie- und Sprachdidaktiken genauso beteiligt wie Lehrpersonen für Chemie, Biologie und Deutsch, sodass eine inter-disziplinäre und inter-institutionelle ko-konstruktive Kooperation möglich ist. Zugleich wird der Herausforderung der unterschiedlichen (länderpezifischen) Herangehensweisen an das Zusammenführen von fachlichem und sprachlichem Lernen dadurch begegnet, dass die CoPs auch international – Deutschland, Österreich, Schweiz, Liechtenstein und Südtirol – besetzt sind. So kann eine Ko-Konstruktion aus höchst unterschiedlichen Wissens- und Expertisefacetten zu einem breiten Verstehen von und einer flexiblen Handlungsfähigkeit im sprachsensiblen Unterricht führen, die sich in den Materialien niederschlagen.

3. Erfahrungen aus der Arbeit in den CoPs

Die interdisziplinäre, interinstitutionelle und internationale (inter³) Arbeit in den CoPs bringt eine Vielzahl an Perspektiven ein, die von großem Vorteil für die Entwicklung von Lösungen und Konzepten sind. Gleichzeitig bergen aber diese unterschiedlichen Perspektiven auch Konfliktpotenzial, stellen sie doch mitunter divergierende oder konkurrierende Ansichten und Einstellungen dar.

In einer Interviewstudie wurde daher die Einstellung der an dem Projekt beteiligten Personen zu Kooperation und ko-konstruktiven Prozessen erhoben. Acht Personen als Repräsentant:innen für die unterschiedlichen Akteursgruppen (Schule und Universität, Sprache und Fach (Biologie oder Chemie)) sowie den unterschiedlichen beteiligten Ländern wurden dazu befragt, inwieweit die Kooperation zur Erweiterung der eigenen Expertise im sprachsensiblen Unterricht beigetragen hat und inwieweit die Kooperation als gelungen bezeichnet werden kann. Die Interviewdaten wurden anschließend qualitativ mittels Inhaltsanalyse ausgewertet und kategorisiert.

In den Interviewdaten fanden sich insgesamt 45 Äußerungen dazu, dass eine eigene professionelle Entwicklung stattgefunden habe und die Personen durch die Kooperation eine andere Sichtweise auf den sprachsensiblen Fachunterricht und die Lernprozesse der Schüler:innen erlangt haben. So äußerten die interviewten Personen, dass sie Wissen aus dem je anderen Expertisebereich aufbauen konnten und eine höhere Sensibilität für die Schwierigkeiten der Lernenden entwickelt haben. Eine Person sagte beispielsweise, dass sie „*färker sensibilisiert für [...] Verstehensschwierigkeiten innerhalb des Faches Chemie*“ sei. Vor allem aber auch den eigenen Professionalisierungsprozess fokussierten die befragten Personen, indem sie z. B. angaben: „*sicher noch nicht so professionalisiert wie es sein könnte, weil es auch einfach sehr viel Zeit braucht daran zu arbeiten. Aber ich bin vielfältig ...*

[geworden]“. Auch die Sicht auf die fachliche Aufgabenstellung habe sich durch die Kooperation verändert. So berichtet eine Person: „*... aber das hat sich jetzt auch immer tatsächlich geschärft (...)* weil wir auch länger darüber diskutiert haben, was muss eigentlich schon da sein, damit so eine Aufgabe überhaupt verstanden wird – das hat sich auch geschärft“.

Bezüglich der Wahrnehmung der inter³-Kooperation gab es ebenfalls 45 Äußerungen dazu, dass positive Aspekte der Kooperation sowie Gleichberechtigung in der CoP wahrgenommen wurden bzw. die eigene Kooperationsfähigkeit weiterentwickelt werden konnte. So stellte eine Person als positiven Aspekt heraus, dass durch die Kooperation eine persönliche Weiterbildung als Lehrperson stattfindet: „*Weil das Ganze ja an sich als Weiterbildung läuft und ich das auch als Weiterbildung sehe, ist das für mich jeweils immer anregend und ich frage mich dann, ja was kann ich noch beitragen*“. Dabei konnte den Angaben nach auch die eigene Kooperationsfähigkeit ausgebaut werden: „*Sozusagen jetzt vielleicht auch so Rücksichtnahme, in andere hineinsetzen, wie mag dem jetzt eigentlich gehen, ja ich glaub, dass da auch schon was passiert, weil wir halt alles Erwachsene sind*“.

Insgesamt 22 Äußerungen fanden sich in den Interviewdaten auch zu Stolpersteinen und ungünstigen Bedingungen in den CoP. Dort geht es vor allem um eine nicht wahrgenommene Gleichberechtigung der Mitglieder, so z. B.: „*Und jetzt könnte man natürlich sagen, ja gut dann werden auch die Diskurse monopolisiert und natürlich waren die Redeanteile unterschiedlich groß*“. Auch der häufig schon wahrgenommene Aspekt der empfundenen Hierarchien innerhalb der CoP wurde als Stolperstein thematisiert: „*Aber ich würd doch schon auch unterstreichen wollen dass ... dass es nicht diese gleichen Ebenen sind, wo wir arbeiten*“. Wenn es um die Vereinbarung gemeinsamer Ziele geht, so schien dies – zumindest in der Anfangsphase – schwierig gewesen zu sein. So äußerte eine befragte Person: „*Das hat sich entwickelt, ich denke, dass wird da jetzt aber zielgerichteter vorwärts gehen*“.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die ko-konstruktive Arbeit in der Meinung der befragten Personen mehr positive als negative Aspekte hat, weil insbesondere die eigene Expertise in Bezug auf den sprachsensiblen Unterricht und die Kooperation ausgebaut werden konnte und ein höheres Verständnis für die jeweils andere Disziplin entstanden ist, also eine Ko-Konstruktion im eigentlichen Sinne.

4. Fazit und Ausblick

Obwohl die ko-konstruktive Kooperation in den CoPs mitunter auch als mühsam und wenig produktiv empfunden wurde, überwiegen die positiven Aspekte. Die beteiligten Personen nehmen großteils eine Expertiseerweiterung und einen Zuwachs an Wissen wahr, ebenso eine erhöhte Sensibilisierung für die sprachlichen Anforderungen im Fachunterricht. Auf der Produkt ebene sind durch die Ko-Konstruktion Unterrichtsstundenkonzepte entstanden, die das sprachliche und fachliche Lernen auf vielfältige Weise zusammenbringen. Es

lässt sich also konstatieren, dass gerade für die Implementation von durchgängigem sprachsensiblem Unterricht eine interdisziplinäre und interinstitutionelle Kooperation gewinnbringend ist. Wollen Schulen solche Konzepte implementieren, dann müssen sie Entwicklungsprozesse anstoßen und gute Kooperationsstrukturen etablieren. Nach Holtappels [6] spielt Kooperation eine zentrale Rolle für solche Schulentwicklungsprozesse und durchgängige Sprachbildung ist laut Gogolin [7] auf Kooperation innerhalb des Kollegiums, aber auch auf Partner:innen über den Unterricht hinaus, angewiesen.

Ganz konkret kann das bedeuten, dass innerhalb der Kollegien Teams aus Fach- und Sprach-Lehrpersonen gebildet werden, die gemeinsam Unterrichtsmaterialien entwickeln bzw. adaptieren, um fachliche und sprachliche Anforderungen zusammenzubringen. Unterrichtskonzepte könnten nach dem Vorbild der sensiMINT-Materialien Inhalte für den Fachunterricht,

aber auch für den Sprachunterricht enthalten, sodass auch für die Schüler:innen deutlich wird, dass fachliches Lernen nicht ohne sprachliches Lernen geht und beides zusammen zu denken ist. Denkbar wären auch Unterrichtsstunden, die im Team-Teaching aus Fach- und Sprachlehrperson unterrichtet und anschließend gemeinsam reflektiert werden. In ko-konstruktiven Prozessen könnte dann neues, gemeinsam geteiltes Wissen und Können im ganzen Kollegium entstehen.

Rosi Ritter Bergische Universität Wuppertal,

*Empirische Schulforschung, Institut für
Bildungsforschung in der School of Education*

Kathrin Fussangel Bergische Universität Wuppertal,

*Empirische Schulforschung, Institut für
Bildungsforschung in der School of Education*

Literatur

- [1] Gogolin, I. (2012). Sprachliche Bildung im Mathematikunterricht. In W. Blum, R. Borromeo-Ferri, & K. Maaß (Hrsg.), Mathematikunterricht im Kontext von Realität, Kultur und Lehrerprofessionalität. Festschrift für Gabriele Kaiser (S. 157-165). Vieweg-Teubner.
- [2] Straub, R. & Waschewski, T. (2019). Transdisziplinäre Entwicklungsteams-Lerntheoretische und didaktische Implikationen eines kooperativen Ansatzes zur Theorie-Praxis-Verzahnung in der Lehrkräftebildung. In Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Ed.), Verzahnung von Theorie und Praxis im Lehramtsstudium. Erkenntnisse aus Projekten der „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ (S. 63-73). Druck- und Verlagshaus Zarbock. www.leuphana.de/
- [3] Grosche, M., Fussangel, K. & Gräsel, C. (2020). Kokonstruktive Kooperation zwischen Lehrkräften. Zeitschrift für Pädagogik, 66(4), 461-478.
- [4] Gräsel, C., Fußangel, K. & Pröbstel, C. (2006). Lehrkräfte zur Kooperation anregen – Eine Aufgabe für Sisyphos? Zeitschrift für Pädagogik, 52(2), 205-219.
- [5] Becker-Mrotzek, M., Höfler, M. & Wörfel, T. (2021). Sprachsensibel unterrichten in allen Fächern und für alle Lernenden. Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften, 43, 250-259. <https://doi.org/10.25656/01:22913>
- [6] Holtappels, H. G. (2013). Schulentwicklung und Lehrerkooperation. In N. McElvany & H. G. Holtappels (Hrsg.), Empirische Bildungsforschung. Theorien, Modelle, Befunde und Perspektiven (S. 35-62). Waxmann.
- [7] Gogolin, I., & Lange, I. (2010). Bildungssprache und Durchgängige Sprachbildung. In S. Fürstenau & M. Gomolla (Hrsg.), Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit (S. 107-127). Verlag für Sozialwissenschaften.

Indikatoren für sprachsensible Materialien

Sara Hägi-Mead und Corinna Peschel

Lehrpersonen werden durch bereitstehendes Material in der Unterrichtsvorbereitung und Materialrecherche entlastet. Entsprechend wichtig ist die Einschätzung der Qualität. Dies gilt insbesondere auch für die Beurteilung von Sprachsensibilität in Unterrichtsmaterialien.

Aufgrund der Vielzahl, durchaus unterschiedlicher, sich in Teilen sogar widersprechender wissenschaftlicher und fachdidaktischer Positionen und dem „vagen Konstrukt“ von sprachsensiblem Fachunterricht (s. [1]), beziehen wir uns hier auf die im Kontext von sensiMINT¹ herausgearbeiteten Komponenten sprachsensiblen Fachunterrichts (s. [1]).

Vorgestellt wird eine Möglichkeit, Material auf die geforderten Kriterien der Sprachsensibilität [2] hin zu prüfen [3]. Die dargelegten Merkmale sind in Bezug auf die Einschätzung von Sprachsensibilität als offenes und erweiterbares Arbeitsinstrument zu verstehen [vgl. 4]. Die nachfolgende Kriterienliste spezifiziert allgemeine Kennzeichen „guter“ Lernaufgaben im Hinblick auf sprachsensible Unterrichtsgestaltung.

Als Qualitätsmerkmale sprachsensibler Unterrichtsmaterialien gelten die im Folgenden aufgeführten Aspekte.

- 1) Alltagsbezug und Kontextualisierung.** Die Aufgaben in den Materialien knüpfen an die Alltagskonzepte der Lernenden an und sind entsprechend kontextualisiert, auch sprachlich. Sprachsensible Aufgaben stellen damit einen Bezug zu den Lebenswelten der Lernenden her, knüpfen an deren sprachliches und fachliches Vorwissen an, beziehen die Erfahrungen, Perspektiven und sprachlichen Zugänge der Lernenden mit ein.
- 2) Primat prozess- und ressourcenorientierter Aufgabenstellungen.** Die Aufgabenstellungen sind, wann immer möglich, formativ, d. h. so gewählt und gestaltet, dass sie Lernenden ermöglichen, neues Wissen aufzubauen und einzuüben (vgl. Hägi 2016). Es wird bewusst zwischen Lern- und Leistungsaufgaben unterschieden. Letztere sind vor allem am Ende von Einheiten zur Lehr-/Lernzielsicherung hilfreich, nicht aber während des Lernprozesses an sich.
- 3) Die Unterrichtsmaterialien sind sprachlich reichhaltig, vielfältig und ansprechend.** Anhand von unterschiedlichen Textsorten zu einem Thema, unterschiedlichen sprachlichen Aufbereitungen oder Zusatzlektüre werden

Lernende eingeladen zu schmöken, etwas vertiefend nachzulesen oder offenen Fragen nachzugehen. Dies ist ein wichtiger Aspekt der Binnendifferenzierung.

- 4) Primat des Fachs.** Es herrscht das Primat des Faches, d. h. Sprache im Fach wird in ihrer dienenden Funktion gesehen. Das bedeutet für Korrekturen und Überprüfungen, dass die fachliche Richtigkeit höher als die sprachliche Korrektheit zu werten ist. Erstere gehören wie in der Schreibdidaktik zu den HOC (higher order concerns), letztere zu den LOC (lower order concerns.) (vgl. [5], S. 91). Sprache ist also vor allem in ihrer Funktionalität für das Fach zu betrachten.
- 5) Explizite Vermittlung fachspezifischer Textsorten.** Fachspezifische Textsorten werden explizit eingeführt und deren Funktion und Relevanz für das Fach transparent gemacht. Damit einher geht in der Regel auch die Bewusstmachung der Operatoren (s. Punkt 8 und 9). Ein großer Vorteil von Textsorten ist die systematische Wiederkehr einer begrenzten Anzahl von Textaufbau-Prinzipien, die den Lernenden als Rahmen beim Lesen und Schreiben dienen können.
- 6) Sprachaktivierung.** Die Aufgaben laden die Lernenden dazu ein, eigenständig und möglichst umfänglich sprachlich zu handeln. Die Aufgabenstellungen sind geprägt von handlungs- und lernendenorientierten Zugängen, die den Lernenden viel Raum und Zeit geben, (fach-)sprachlich zu handeln bzw. (fach-)sprachliches Handeln einzuüben.
- 7) Angemessene Komplexität der Aufgaben.** Die Aufgabenstellungen sind bezogen auf Lernstoff und Lerngruppe angemessen. Die Materialien passen somit auf der einen Seite zur eigenen Institution und können dort eingesetzt werden. Auf der anderen Seite sind die Materialien fachlich angemessen, d. h. Sprachbildung bedeutet nicht, dass Texte bzw. Lehr-/Lernziele z. B. vereinfacht werden. Sprachbildung zielt gerade darauf ab, über einen Gegenstand angemessene Sprache komplexe Inhalte aufzubauen und kommunizieren zu können. Als Scaffolds im Laufe des Lernprozesses können vereinfachte Texte jedoch hilfreich sein.
- 8) Transparente Verwendung von Operatoren.** Operatoren benennen Sprachhandlungen [6]. Um genau zu wissen, wie im Fach sprachlich gehandelt werden soll, müssen die Operatoren klar definiert und auf der Metaebene vermittelt werden. Operatoren sind fachspezifisch, d. h. der Operator *beschreiben* bedeutet im Deutschunterricht z. B. etwas anderes als im Chemieunterricht. Es werden von den Lernenden unterschiedliche Sprachhandlungen erwartet. Lehrkräfte müssen sich über die in ihrem Fach verwendeten

¹ Erasmus+ Projekt sensiMINT: Sprachsensibler Biologie- und Chemieunterricht – Kontext und Materialien interdisziplinär reflektiert. Fördernummer: 2020-1-AT01-KA201-078144. Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung tragen allein die Verfasser:innen; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Operatoren und deren fachliche wie sprachliche Anforderungen klar sein.

- 9) Systematische Verwendung von Operatoren.** Operatoren sind ein wichtiger Bestandteil der Aufgabenstellung, denn sie geben Auskunft darüber, welche (sprachlichen) Anforderungen an eine Aufgabe gestellt werden. Deshalb ist es wichtig, dass Operatoren in den Aufgabenstellungen einerseits explizit benannt und dass sie andererseits fachspezifisch einheitlich verwendet werden.
- 10) Die Funktion von Sprache für das fachliche Lernen wird explizit thematisiert.** Bildungs- und fachsprachliche Anforderungen und Funktionen werden explizit und transparent gemacht (vgl. Sprachfunktionen). Hilfreich hierbei ist auch das optische Hervorheben von sprachlichen Strukturierungsmerkmalen.
- 11) Strategiewissen wird vermittelt.** In den Unterrichtsstundenkonzepten wird auf Strategievermittlung geachtet. Damit ist gemeint, dass Lernende das vermittelte sprachliche Wissen transferieren und selbstständig weiter nutzen können. Hierfür sind z. B. grammatische Angaben bei der Wortschatzvermittlung grundlegend. Zum Strategiewissen gehören außerdem Textsortenkenntnisse sowie Lese- und Schreibstrategien.

- 12) Umfassende Wortschatzarbeit.** Wortschatzarbeit beschränkt sich nicht nur auf einzelne, klar erkennbare Fachwörter. Bei den Polysemantika wird explizit darauf hingewiesen, dass ein Wort wie Teilchen z. B. im Alltag eine andere Bedeutung hat als im Chemiekontext. Thematisiert werden auch Synsemantika, Sprachstrukturen oder die Kombinatorik sprachlicher (Fach-)Ausdrücke, indem z. B. bei der Wortschatzarbeit mit Wortverbindungen, so genannten *chunks* gearbeitet wird, grammatische Angaben (z. B. Genus, Pluralform oder Verbformen) gemacht oder Ober- und Unterbegriffe mitbedacht werden. Hilfreich sind außerdem Sprachvergleiche und Glossare. In Bezug auf Fachterminologie und Fachsprache wird auf eine stringente Verwendung geachtet. In Bezug auf das Fach Chemie bedeutet das z. B., dass die verschiedenen Ebenen im Johnstone-Dreieck konsequent fachlich und sprachlich in den Blick genommen werden [7][8][9].

Sara Hägi-Mead RPTU Kaiserslautern-Landau,
Deutsch als Fremdsprache und Mehrsprachigkeitsdidaktik
Corinna Peschel Bergische Universität Wuppertal,
Arbeitsbereich „Mehrsprachigkeit in der Schule“, Institut
für Bildungsforschung in der School of Education

Literatur

- [1] Peschel & Pliska-Halilović in diesem Band
- [2] KMK. (2019). Empfehlung der Kultusministerkonferenz für einen sprachsensiblen Unterricht an beruflichen Schulen.
- [3] Hägi-Mead, S., Peschel, C. & Pliska-Halilović, E. (2023). Kriterienraster zur Zertifizierung erfolgreicher sprachsensibler Unterrichtsstundenkonzepte. <https://www.sensimint.eu/outputs/kopie-sensimint-qualit%C3%A4tstssiegel>
- [4] Funk, Hermann (2004): Qualitätsmerkmale von Lehrwerken prüfen – ein Verfahrensvorschlag. In: *Babylonia. Die Zeitschrift für Sprachunterricht und Sprachenlernen*, 3/04, 42-47. <http://babylonia.ch/de/archiv/annprecedenti/2004/nummer-3-04/qualitaetsmerkmale-von-lehrwerken-pruefen-ein-verfahrensvorschlag>
- [5] Girgensohn, K. & Sennewald, N. (2012). Schreiben lehren, Schreiben lernen: Eine Einführung. WBG.
- [6] Tajmel, T. (2017). Naturwissenschaftliche Bildung in der Migrationsgesellschaft. Springer.
- [7] Bohrmann-Linde, C. & Strippl, C. (2018). Fachsprache und Begriffsbildung im Chemieunterricht. In K. Sommer and J. Wambach-Laicher and P. Pfeifer, (Hrsg.). Konkrete Fachdidaktik Chemie (S. 10). Aulis-Verlag.
- [8] Lembens, A. & Becker, R. (2017). Säuren und Basen: Stolpersteine für SchülerInnen, Studierende und Lehrende. *Chemie & Schule*, 32(1), 12-15.
- [9] Haas, J.-B. & Marohn, A. (2022). The teaching concept chem:LEVEL – promoting technical language on the basis of the Johnstone triangle. *CHEMKON*, 29(S1), 213-217.

Der ewige Kreis

Leitgedanken zur Entwicklung einer sprachsensiblen Unterrichtsreihe zum Kohlenstoffatom-Kreislauf

Johanna Taglieber und Erika Wolter

1. Einleitung

In diesem praxisorientierten Beitrag stellen wir acht Leitgedanken für die Entwicklung sprachsensibler Unterrichtsstundenkonzepte vor (siehe Abbildung 1). Diese sind im Rahmen des Erasmus+ Projekts sensiMINT¹ entstanden und können Lehrpersonen bei der Erstellung eigener sprachsensibler Unterrichtsstundekonzepte unterstützen.



Abbildung 1: sensiMINT-Leitgedanken aus [1] und [2]

Die Vorstellung der Leitgedanken erfolgt am Beispiel der sensiMINT Unterrichtsreihe „Der ewige Kreis“. Diese besteht aus vier aufeinander aufbauenden Einheiten zum Thema Kohlenstoffatom-Kreislauf (siehe Tabelle 1). Weitere Unterrichtsbeispiele sowie theoretische Überlegungen zu den Leitgedanken finden Sie online in den multiperspektivischen Praxisleitfäden für Biologie [2] und Chemie [1].

Tabelle 1: Übersicht über die sensiMINT-Unterrichtsreihe „Der ewige Kreis“

Titel des sensiMINT-Unterrichtsstundenkonzepts	Fach
Lebewesen mit Fokus auf deren chemische Zusammensetzung und Rollen in Ökosystemen beschreiben [3]	Biologie
Die Lernwirksamkeit von Spielfilmen am Beispiel eines Filmausschnitts aus dem „König der Löwen“ analysieren [4]	Deutsch
Eine Abbildungsbeschreibung zum Thema Kohlenstoffatom-Kreislauf verfassen [5]	Biologie
Einen Blog-Eintrag zum Thema Kohlenstoffatom-Kreislauf überarbeiten. [6]	Biologie

¹ Erasmus+ Projekt sensiMINT: Sprachsensibler Biologie- und Chemieunterricht – Kontext und Materialien interdisziplinär reflektiert. Fördernummer: 2020-1-AT01-KA201-078144. Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung tragen allein die Verfasser:innen; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Das Unterrichtsmaterial kann unter <https://www.sensimint.eu/unterrichtsmaterialien> eingesehen werden. Im Folgenden zeigen wir, welche Perspektiven während der Erstellung der Unterrichtsreihe im Sinne einer sprachsensiblen Gestaltung auf das Material geworfen wurden.

2. Fachliche und sprachliche Anforderungen analysieren

2.1 Aus der Perspektive des Fachs denken

Aus der Perspektive des Fachs zu denken bedeutet, zu Beginn der Planung fachspezifische Ziele zu formulieren und die damit verbundenen fachlichen Anforderungen zu identifizieren. In der sensiMINT-Unterrichtsreihe „Der ewige Kreis“ müssen die Lernenden die Abbildung 2 beschreiben und für ihre eigene Erkenntnisgewinnung zum Thema Kohlenstoffatom-Kreislauf nutzen, um einen Blog-Eintrag zu diesem Thema schreiben und überarbeiten zu können. So wie auch in der naturwissenschaftlichen Fachliteratur, werden Stoffkreisläufe hierabstrahiert in Form einer visuellen Repräsentation dargestellt. Solche Darstellungsformen sind ein konstituierendes Merkmal naturwissenschaftlicher Fachsprachen [7]. Der Umgang mit visuellen Repräsentationen ist damit nicht nur ein zentrales Element naturwissenschaftlichen Arbeitens, sondern auch Teil der naturwissenschaftlichen Kommunikationskompetenz, sowohl in den Naturwissenschaften, als auch in der Schule und im Alltag [7][8].

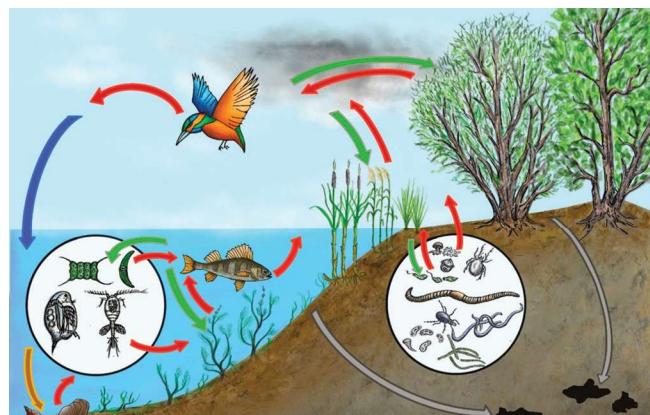


Abbildung 2: Visuelle Repräsentation des Kohlenstoffatom-Kreislaufs
© Anahita Jamshidpour

Für die Beschreibung der Abbildung benötigen die Lernenden zum einen inhaltliches Vorwissen, nämlich über die chemische Zusammensetzung von Lebewesen, die chemischen Reaktionen, die hier stattfinden, die Rollen der abgebildeten Lebewesen im

Ökosystem sowie die Sphären (z. B. Hydrosphäre, Atmosphäre), zwischen denen Kohlenstoff-Atome zirkulieren. Zum anderen brauchen sie repräsentationsbezogenes Vorwissen. Damit ist u. a. ein Verständnis für Darstellungskonventionen und die inhaltliche Selektion und Organisation, die sich daraus ergibt, gemeint [7]. Hier sind bspw. mehrere Organisationsebenen gleichzeitig dargestellt; vom ganzen Ökosystem über makroskopisch sichtbare Lebewesen, Mikroorganismen bis hin zu durch Pfeile dargestellte Stoffwechselprozesse. Dieser Wechsel zwischen Organisationsebenen ist in der Biologie häufig eine Herausforderung für Lernende [9]. Aus Sicht der Chemiedidaktik stellt auch die Unterscheidung zwischen Stoff- und Teilchenebene eine potenzielle Schwierigkeit dar [10].

2.2 Aus der Perspektive der Lernenden denken

Im Sinne der didaktischen Rekonstruktion [11] ist unter diesem Leitgedanken eine Auseinandersetzung mit häufigen Schüler:innenvorstellungen gemeint. Zum Thema Kohlenstoffatom-Kreislauf finden sich in der Fachliteratur bereits einige Studien und Zusammenfassungen (z. B. 12-14); diese wurden bei der Planung der sensiMINT-Unterrichtsreihe gesichtet und daraus potenzielle Lernschwierigkeiten abgeleitet. Die Konsequenzen, die aus diesen Erkenntnissen für die Unterrichtsplanung gezogen wurden, werden im Abschnitt 3 erläutert.

Stoffkreisläufe werden häufig als (gottgewollte) perfekte Harmonie in einem natürlichen Gleichgewicht verstanden. Dieses Bild wird im Film „Der König der Löwen“ durch die Metapher des ewigen Kreises aufgegriffen und verstärkt. In dieses Verständnis ist die Tatsache, dass Atome in Stoffkreisläufen auch für längere Zeit gebunden und somit dem Kreislauf entnommen werden können, jedoch nur schwierig zu integrieren. In einer anderen Vorstellung werden Stoffkreisläufe als lineare Prozesse verstanden, in denen Organismen wie Destruenten Stoffe so lange zerkleinern bis sie verschwinden. Der Massenerhaltungssatz steht fachlich in Konkurrenz zu dieser Schüler:innenvorstellung [13]. Des weiteren denken viele Lernende, dass der Aggregatzustand von Stoffen während chemischer Reaktionen – wie Photosynthese oder Zellatmung – konstant bleibt. Düsing und Kolleg:innen [12] sprechen daher von der Vorstellung *conservation of matter*. Demnach verstehen Lernende die Zellatmung entweder als *gas-gas-cycle*, in dem Gase (hier: Sauerstoff O₂) zu anderen Gasen (hier: Kohlenstoffdioxid CO₂) umgewandelt werden, oder als *solid-solid-cycle*, in dem Feststoffe (hier: Nahrung) zu anderen Feststoffen (hier: Kot) umgewandelt werden. Problematisch an diesen Vorstellungen ist wiederum, dass der Massenerhaltungssatz nicht beachtet wird [12].

Angesichts dieser Schüler:innenvorstellungen wird das Unterrichtsprinzip „Stoffe verfolgen“ empfohlen [12]. Demnach sollen Lernende im Unterricht dazu angeregt werden, einzelne Atome in chemischen Reaktionen zu verfolgen.

2.3 Fachsprachlich denken

Ähnlich wie im Konkretisierungsraster von Tajmel und Hägi-Mead [15] angeregt, wurde zu den Aufgaben der sensiMINT-Unterrichtsreihe ein Erwartungshorizont, also eine mögliche Schüler:innenlösung, erstellt und darin jene (fach-)sprachlichen Mittel identifiziert, die für die Bewältigung der Aufgabe auf der Wort-, Satz- und Textebene notwendig sind. Das folgende Beispiel in Abbildung 3 – ein Ausschnitt aus dem Lösungsvorschlag einer schriftlichen Aufgabe – beschränkt sich auf die Analyse auf der Wortebene, wobei fachliche Substantive orange, Verben blau und Adjektive grün markiert wurden. Diese Analyse fachsprachlicher Mittel wurde später für die Entwicklung gezielter sprachlicher Hilfestellungen genutzt (siehe Abschnitt 3.4).

Der Kohlenstoffatom-Kreislauf

Wenn ein Löwe gestorben ist, beginnt sein Körper zu verwesen. Dabei wird der Körper des Löwen von Destruenten zu anderen chemischen Verbindungen abgebaut. Lebewesen bestehen unter anderem aus kohlenstoffatomhaltigen (organischen) Verbindungen. Bei und nach der Verwesung finden die folgenden Prozesse und chemischen Reaktionen statt, in denen Kohlenstoff-Atome freigesetzt oder fixiert werden:

[...]

Aasfresser und Destruenten nehmen kohlenstoffatomhaltige Verbindungen wie bspw. Kohlenhydrate, Eiweiße und Fette auf und verdauen diese. Das bedeutet, dass sie diese größeren kohlenstoffatomhaltigen Verbindungen (Makromoleküle) in kleinere kohlenstoffatomhaltige Verbindungen (Monomere) zerlegen. Beispielsweise werden Mehrfachzucker wie Stärke und Cellulose (C_nH_{2n}O_n) in Einfachzucker wie Glucose (C₆H₁₂O₆) zerlegt.

Die Glucose gelangt über das Blut in alle Zellen und wird dort für die Zellatmung genutzt. Bei der Zellatmung reagieren Glucose und Sauerstoff zu Wasser und Kohlenstoffdioxid: C₆H₁₂O₆ + 6O₂ → 6H₂O + 6CO₂. Das Kohlenstoffdioxid wird über das Blut in die Lunge transportiert und dort ausgeatmet, also in die Atmosphäre freigesetzt. [...]

Abbildung 3: Ausschnitt aus einem Erwartungshorizont aus [6]

Dieser Erwartungshorizont weist klassische Merkmale von Fachtexten auf, wie Präzision, Ökonomie, Objektivität und Anonymität [16]. Dadurch entsteht eine hohe Fachwortdichte. Die Lernenden müssen also viele fachliche Konzepte auf engem Raum miteinander in Beziehung setzen, was wiederum ein umfangreiches Fachwissen und ein Verständnis für begriffliche Hierarchien (z. B. Oberbegriffe vs. Unterbegriffe) sowie die dahinterliegenden Organisationsebenen [9] voraussetzt.

Die objektive Beschreibung der Vorgänge wird hier v.a. durch Verben erreicht. Diese sind ebenfalls als fachlich zu charakterisieren, da sie in diesem Kontext eine fachliche Bedeutung haben. Der Transport von Kohlenstoffdioxid im Blut ist – anders als Transportprozesse im Alltag – bspw. nicht als aktiver und bewusst gesteuerter, sondern passiver Prozess zu verstehen.

2.4 Mit Operatoren an die Lösung denken

Hinter diesem Leitgedanken liegt die Überlegung, dass Operatoren – also „handlungsinitiierende Verben in der Imperativform“ [17] – fach- und aufgabenspezifische Anforderungen an Lernende stellen [18]. Eine Beschreibung

der Abbildung 2 erfordert u. a., dass Lernende deduktiv – also vom Allgemeinen ins Detail – vorgehen. Typisch für eine *Beschreibung* im fachlichen Kontext ist dabei das präzise Benennen der beteiligten Lebewesen sowie das objektive Beschreiben der chemischen Prozesse durch geeignete Verben (siehe Abschnitt 2.3). Daher werden die Lernenden bei der Beschreibung der Abbildung 2 bei der Reihung der Inhalte (siehe Abschnitt 3.3) sowie durch sprachliche Hilfekarten beim Formulieren (siehe Abschnitt 3.4) unterstützt.

3. Konsequenzen für die unterrichtspraktische Umsetzung ableiten

3.1 Situiert und alltagsbezogen denken

Situiert und alltagsbezogen zu denken, bedeutet im Kontext des SFU, dass „Lernumgebungen so gestaltet [sind], dass sie den Umgang mit realistischen Problemen und authentischen Situationen anregen“ [2]. In der sensiMINT-Unterrichtsreihe „Der ewige Kreis“ werden die Lernenden daher dazu angeregt, ihre fachlichen Kompetenzen zu nutzen, um fachliche Inhalte, auf die sie im Alltag – z. B. beim Ansehen eines Spielfilms – stoßen, zu hinterfragen und aus naturwissenschaftlicher Perspektive zu bewerten. Dazu werden sie vom Material zum einen dazu angeregt zu diskutieren, inwiefern eine sprachlich und fachlich vereinfachte Darstellung naturwissenschaftlicher Sachverhalte in Filmen (hier: ewiger Kreis des Lebens) lernförderlich oder lernhinderlich ist [4]. Zum anderen werden authentische Aufgabenformate – wie das Verfassen eines Blogbeitrags – gewählt, die zur eigenen Sprachproduktion anregen (siehe Abbildung 4):

Luca (12), Eintrag vom 08.11.2022

Wie funktioniert der ewige Kreis des Lebens?

Hallo zusammen,
wir haben im Deutsch-Unterricht den Film „König der Löwen I“ angesehen. Dort gibt es eine Szene, in der der Vater dem Sohn den „ewigen Kreis des Lebens“ erklärt. Er sagt: „Wenn wir sterben, werden unsere Körper zu Gras und die Antilopen fressen das Gras. Und somit sind wir alle EINS im ewigen Kreis des Lebens.“
Ich frag' mich jetzt, wie das genau funktioniert... Also wie kann der Körper eines Löwen zu Gras werden? Und was ist mit dem „ewigen Kreis des Lebens“ gemeint? Könnt ihr mir das erklären?
Vielen Dank für eure Antworten!

Abbildung 4: Ausschnitt einer Aufgabenstellung aus [4]

3.2 Fächerverbindend denken

Fächerverbindendes Denken bedeutet u.a., während der Materialentwicklung in interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Fach- und Sprachenunterricht darüber nachzudenken, wie beide Fächer und somit auch die Lernenden von einer fächerverbindenden Vorgehensweise profitieren können. Dazu eignet sich eine gemeinsame Reflexion über fachspezifische Besonderheiten und fächerverbindende Charakteristika einzelner Aufgaben und Sprachhandlungen [1][2].

Bei der Erstellung der sensiMINT-Unterrichtsreihe „Der ewige Kreis“ zeigten sich mehrere Potenziale für eine Zusammenarbeit zwischen Biologie- und Deutschunterricht. Erstens kann eine

Analyse des Filmausschnitts zum *ewigen Kreis des Lebens* aus deutschdidaktischer Perspektive hilfreich sein, um später die naturwissenschaftliche Perspektive auf diesen Sachverhalt in einem authentischen Rahmen zu bearbeiten. Dabei kann die in Abschnitt 2.2 vorgestellte Schüler:innenvorstellung der (gottgewollten) perfekten Harmonie in Stoffkreisläufen durch eine Diskussion der Metapher des *ewigen Kreises* adressiert werden. Zweitens kann das Verfassen einer ersten Version des Blog-Eintrags (siehe Abbildung 4) im Deutschunterricht dazu genutzt werden, um das informierende Schreiben [19] zu üben und zu erörtern, inwiefern sich dieses Schreiben im Deutschunterricht vom Schreiben im Biologieunterricht unterscheidet. Von der Biologielehrperson können die Texte wiederum genutzt werden, um alternative Vorstellungen der Lernenden zum Unterrichtsthema zu identifizieren und im Biologieunterricht aufzugreifen.

3.3 Stringent denken

Stringent zu denken bedeutet in diesem Kontext, Inhalte und Aufgaben so zu strukturieren, dass Schritt für Schritt fachliche und damit verbundene fachsprachliche Kompetenzen erworben werden, die die Lernenden schlussendlich zur Bewältigung einer abschließenden sprachproduktiven Aufgabe benötigen. Diese abschließende Aufgabe besteht im Überarbeiten eines Blogbeitrags zum Thema *Kohlenstoffatom-Kreislauf*. Entsprechend wurden in der sensiMINT-Unterrichtsreihe Aufgaben zur chemischen Zusammensetzung von Lebewesen, unterschiedlichen Trophieebenen, Sphären und chemischen Reaktionen im abgebildeten Ökosystem geplant, in denen die Lernenden nicht nur fachliche Inhalte, sondern auch jene damit verbundenen fachsprachlichen Mittel kennenzulernen, die sie später verwenden müssen. Unter Berücksichtigung der Vorüberlegungen zu fachlichen und sprachlichen Anforderungen (siehe Abschnitt 2) werden die Lernenden dabei u. a. dazu aufgefordert, Kohlenstoff nachzuverfolgen [12], indem sie das Atom-Symbol für die Atomart Kohlenstoff in den chemischen Formeln farbig markieren [5]. Um den konzeptuellen Verlauf der Stunde auch für die Lernenden sichtbar machen und Hintergrundinformationen zu sprachlichen Aspekten geben zu können, wurde in den sensiMINT-Materialien das sog. sensiMINTlein eingeführt:

3.4 In die Praxis denken

Für eine sprachsensible Unterrichtsplanung sind Unterlagen, Materialien und Hilfestellungen so zu wählen, dass sie den Lernenden ein (fach-)sprachlich reichhaltiges Angebot machen ([20], siehe auch Hägi-Mead & Peschel in diesem Heft) und sie methodisch so unterstützen, dass ein gleichzeitiger Erwerb fachlicher und sprachlicher Kompetenzen möglich wird. Dabei gilt es besonders, die angestellten Vorüberlegungen zu fachlichen und sprachlichen Anforderungen (siehe Abschnitt 2) zu berücksichtigen.

Hilfekarte „Chemische Reaktionen“

- Markiert das Atom-Symbol für die Atomart Kohlenstoff in den chemischen Formeln.

Übrigens: Das Atom-Symbol für die Atomart Kohlenstoff ist C – und nicht K! Die Abkürzung stammt nämlich vom lateinischen Wort *carbo* (Holzkohle).

Übrigens: Das Atom-Symbol für die Atomart Kohlenstoff ist C – und nicht K! Die Abkürzung stammt nämlich vom lateinischen Wort *carbo* (Holzkohle).

Die folgenden Wörter sind fachlich TABU:

- die Verwandlung – Kohlenstoff verwandelt sich
- die Veränderung – Kohlenstoff verändert sich
- die Auflösung – Kohlenstoff löst sich auf
- das Verschwinden – Kohlenstoff-Atome verschwinden

Bei einer chemischen Reaktion können einzelne Atome nicht einfach verschwinden. Stattdessen werden die Atome nur umgruppiert. Das führt zur Entstehung neuer Stoffe.

Diese Wörter helfen dir fachlich korrekt zu beschreiben, was im Kohlenstoffatom-Kreislauf mit kohlenstoffatomhaltigen Verbindungen passiert.

die Reaktion – zu etwas reagieren
Bei der Fotosynthese reagieren Kohlenstoffdioxid und Wasser zu Sauerstoff und Zucker.
Bei der Zellatmung reagieren Sauerstoff und Zucker zu Kohlenstoffdioxid und Wasser.

Abbildung 5: Einsatz des sensiMINTleins in [3]

Wie in den Abschnitten 2.2 und 2.3 dargestellt, fällt es Lernenden häufig schwer, Kohlenstoff-Atome im Kohlenstoffatom-Kreislauf nachzuverfolgen. Für eine objektive Beschreibung der chemischen Reaktionen in diesem Kreislauf ist es notwendig, geeignete Verben zu wählen. Um die Lernenden darin zu unterstützen, wurde die Mercator-Methode *Tabuwörter* [21] in leicht abgewandelter Form gewählt. Den Lernenden wird also in Form einer Hilfekarte erklärt, welche Wörter aus fachlicher Sicht tabu sind und welche Wörter ihnen helfen, um die Zirkulation von Kohlenstoff-Atomen fachlich korrekt zu beschreiben:

4. Fazit

Die in diesem Beitrag vorgestellten acht sensiMINT-Leitgedanken für die Entwicklung sprachsensibler Unterrichtsstundenkonzepte lassen sich zusammenfassend in zwei zentrale Schritte zusammenfassen: Erstens müssen fachliche und sprachliche Anforderungen des Themas und der einzelnen Aufgaben identifiziert und analysiert werden (Abschnitt 2). Zweitens müssen auf Basis dieser Überlegungen Konsequenzen für die praktische Umsetzung abgeleitet werden (siehe Abschnitt 3).

In diesem Prozess ist die ko-konstruktive interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Expert:innen für sprachliches und

Abbildung 6: Ausschnitt einer Hilfekarte aus [6]

fachliches Lernen zentral ([22], siehe auch Ritter & Fußangel in diesem Heft). Die Ko-Konstruktion setzt dabei eine fortwährende zyklische Aushandlung und Reflexion in der *Community of Practice* voraus [23]. Für die Praxis bedeutet dies, dass die hier vorgestellten sensiMINT-Leitgedanken bei der Materialentwicklung nicht linear abgearbeitet werden können, sondern in einem zyklischen Prozess immer wieder aufgegriffen werden müssen. Durch ein stetiges Aushandeln, Evaluieren, Reflektieren und Überarbeiten in der *Community of Practice* ergibt sich ein regelrechter ewiger Kreis der Materialentwicklung; ein Prozess, auf den es sich aber lohnt, sich einzulassen! Denn nur so können schlussendlich sprachsensible Unterrichtsangebote entstehen, die den Indikatoren sprachsensibler Unterrichtsstundenkonzepte entsprechen und aus mehreren Perspektiven durchdacht sind ([20], siehe auch Hägi-Mead & Peschel in diesem Heft).

Johanna Taglieber Universität Innsbruck, Arbeitsbereich

Didaktik der Biologie, Institut für Fachdidaktik,

Bereich Mathematik und Naturwissenschaften

Erika Wolter Marie-Therese-Gymnasium Erlangen

Literatur

Die vollständige Literaturliste finden Sie auf unserer Homepage unter www.pluslucis.org.

Zur Bedeutung von Sprachsensibler Fachunterricht in Lehrer:innenbildung und -professionalisierung

Corinna Peschel und Enisa Pliska-Halilovic

1. Situierung/Einleitung

Sprachsensibel scheint als Terminus im Rahmen der Diskussion um Lehrer:innenbildung und Professionalisierung schon beinahe inflationär in Verwendung zu sein. Was sprachsensibler Fachunterricht¹ genau bedeutet und welche Inhalte er umfasst, ist allerdings bislang noch wenig geklärt [1]. Damit zeigt sich ein Widerspruch zwischen mangelnder Klarheit des Konzepts und seiner als sehr hoch eingeschätzten Wichtigkeit. Dies geht auch aus den wenigen Untersuchungen hervor, die die Haltungen von Lehrpersonen in den Fokus nehmen. Lehr- und Lernerfolg im sprachsensiblen Fachunterricht (SFU) scheinen „maßgeblich von einem gemeinsamen Verständnis der Lehrkräfte für sprachsensiblen Unterricht“ abzuhängen [2]. Das Erfolgserleben der einzelnen Lehrpersonen im SFU ist laut einer Befragung von Riebling [3] davon abhängig, inwieweit sie sich in ihrem Vorgehen im kollegialen Umfeld gewürdigt und unterstützt fühlen. Der folgende Beitrag geht der Frage nach, ob es ein solches „gemeinsames Verständnis“ von SFU gibt und wie dies aussehen könnte. Er nähert sich der Frage über die Diskussion von Komponenten des SFU – solche, über die man sich weitestgehend einig ist (Kapitel 2.1) und solche, über die man sich (eher) noch nicht einig ist (Kapitel 2.2). In Kapitel 3 werden bestehende und eigene Erhebungen zur Sicht von Lehrpersonen auf den SFU skizziert, um abschließend in Kapitel 4 Konsequenzen für die systematische Integration des Themenkomplexes in die Lehrer:innenbildung abzuleiten.

2. Komponenten des sprachsensiblen Fachunterrichts

Durch eine Betrachtung verschiedener Komponenten des SFU lässt sich genauer feststellen, in welchen Aspekten des Konzepts eher Einigkeit in der Forschung und der didaktischen Umsetzung besteht, wo aber auch noch (teils zentrale) Fragen offen sind, die für die Professionalisierung von Lehrpersonen wichtig sind.

2.1 Komponenten, über die (annähernd) Konsens herrscht

Ein gemeinsamer Nenner in der wissenschaftlichen Diskussion ist, dass es sich beim SFU um ein „didaktisches Konzept des integrierten fachlichen und sprachlichen Lernens“ handelt (z. B. [1][4]). Der SFU betrifft alle Fächer, also sowohl sogenannte Sprachfächer als auch Sachfächer. Sprachbildung ist folglich im Sinne einer „durchgängigen Sprachbildung“

a) eine unbedingte Aufgabe der Institution Schule und b) eine Aufgabe aller Fächer. Für Lehrpersonen bedeutet dies, dass sprachbildende Kompetenzen für alle Fächer wichtig sind und daher generell Teil der Lehrer:innenprofessionalisierung bzw. -bildung sein sollten [5]. Dem trägt die Tatsache Rechnung, dass SFU vielfach Thema in bildungspolitischen Papieren², Modulen Lehrer:innenbildender Universitäten und zahlreichen Fortbildungen für Lehrpersonen ist. In jüngerer Zeit ist man sich auch weitestgehend darüber einig, dass das Ziel des SFU eine für alle Schüler:innen zentrale „Sprachbildung“ ist [6]. Die Aufgabe der Schule ist es dabei, Schüler:innen auf dem Weg von der Alltagssprache zur Bildungs- und Fachsprache zu begleiten. Diese sprachlichen Register gelten als absolut zentral für das fachliche Lernen und dürfen nicht als bereits beherrscht vorausgesetzt werden. Ein solcher Ansatz rückt ab von der traditionellen und defizitorientierten Vorstellung, SFU diene vor allem der (zusätzlichen) Sprachförderung bestimmter Schüler:innengruppen – zumeist wurden hier Schüler:innen mit Deutsch als Zweitsprache oder Schüler:innen mit so genanntem Migrationshintergrund genannt – die zusätzliche (sprachliche) Hilfe brauchen (vgl. dazu etwa [7]).

2.2 Komponenten, über die (noch) kein Konsens herrscht

Über die dargestellten Aspekte hinaus gilt SFU noch immer als ein „vage[s] Konstrukt“ ([1], S. 250). So ist beispielsweise noch nicht geklärt, wie genau das Verhältnis zwischen sprachlichem und fachlichem Lernen aussieht, welche Konzeptualisierungen von Sprache dem SFU zugrunde gelegt werden sollen, welches und wie viel sprachliches Wissen Lehrpersonen wirklich brauchen und welche didaktischen Konzepte und methodischen Umsetzungsmöglichkeiten sich für den SFU besonders eignen.

Bezüglich des Verhältnisses von sprachlichem und fachlichem Lernen wird oft darauf hingewiesen, dass es sich um ein bidirektionales Verhältnis handelt (z. B. [8][9]). Sprache soll demnach so im Fachunterricht thematisiert werden, dass sie dem fachlichen Lernen nützt. Aus der umgekehrten Perspektive bieten die fachlichen Gegenstände und Themen Gelegenheiten für sprachliches Lernen im Sinne einer durchgängigen Sprachbildung. Die erste Perspektive wird in jüngster Zeit als die wichtiger betont: Es gilt das Prinzip des Faches und fachlichen

¹ Im weiteren Verlauf SFU

² Vgl. hier für Deutschland etwa die „Empfehlung der Kultusministerkonferenz für einen sprachsensiblen Unterricht an beruflichen Schulen“ aus dem Jahr 2019, in Österreich die entsprechenden Seiten des Österreichischen Sprachen-Kompetenz-Zentrums bzw. des Ministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung.

Lernens (siehe [10]); Sprache hat demgegenüber eine ‚dienende‘ Rolle. Diese kann allerdings auf zwei Weisen betrachtet werden, die wir hier zur Unterscheidung als „*remedial*“³ und „*integral*“ bezeichnen. Eine **remediale Auffassung von Sprache** legt den Fokus auf die Beseitigung sprachlicher Hürden und die Bearbeitung (postulierter) sprachlicher Defizite. Sie arbeitet vor allem mit sprachlichen Hilfen und Vereinfachungen. Oft liegt dieser Auffassung ein vorwiegend formaler Blick auf Sprache und sprachliche Komplexität zugrunde. Die hauptsächlich anvisierte Zielgruppe sind dabei Schüler:innen mit (angenommenen) sprachlichen Schwierigkeiten (siehe oben). Ein **integraler Blick auf Sprache** betont stärker den Zusammenhang von sprachlichen und fachlichen Inhalten bzw. die Rolle von Sprache für das fachliche Verstehen und Lernen. Es geht also eher darum, inwiefern sprachliche Mittel geeignet sind, fachliche Inhalte, Arbeits- und Denkweisen und fachtypische Handlungen besonders gut transportieren oder verdeutlichen zu können. Damit ist der Blick auf sprachliche Erscheinungen kein formaler, sondern ein **funktionaler**. Es steht also nicht die (z. B. grammatische oder orthografische) Richtigkeit der sprachlichen Erscheinungen im Mittelpunkt, sondern ihre Rolle für das fachliche Lernen. Ein Beispiel: Es ist nicht in erster Linie wichtig, dass ein Passiv in einem Text korrekt gebildet ist und wie diese Form terminologisch zu bezeichnen ist, sondern es geht um die Frage, warum das Passiv im Text steht und welche fachbezogene Denkweise oder Handlung es ausdrückt (im Falle des Passivs wäre dies z. B., eher Vorgänge und Prozesse in den Aufmerksamkeitsfokus zu rücken, nicht einzelne Handelnde).

Ein weiterer Diskussionspunkt ist die Frage nach Art und Größe sprachlicher Elemente, die im Fachunterricht relevant sind. Während in traditionellen Sichtweisen des SFU der Fokus eher auf der Ebene des (Fach-)Wortschatzes und einzelner grammatischer Konstruktionen liegt, betonen neuere Arbeiten (z. B. [8][12]) die Wichtigkeit charakteristischer sprachlicher Handlungen und Textsorten der Fächer. Es geht daher vor allem um die Beschäftigung mit sprachlichen Aspekten des Berichtens, Beschreibens, Argumentierens etc. und der sprachlichen Struktur von fachtypischen Textsorten wie Versuchsprotokollen, Quelleninterpretationen, Bildbeschreibungen etc. So reicht es beispielsweise für das Schreiben eines Versuchsprotokolls nicht aus, die Termini für die verwendeten Materialien zu kennen. Schüler:innen benötigen auch, wenn nicht vor allem, Hinweise zum (sprachlichen) Aufbau des Protokolls und zum Ausdruck einer Vorgangsbeschreibung. Da Sprachhandlungen und Textsorten immer in fachspezifischen Ausprägungen vorliegen, ist die Blickrichtung hier quasi automatisch vom Fach aus.

Ein solch weiter Blick auf Sprache kann damit einhergehen, auch beispielsweise die Zielgruppe des SFU in einer weiteren, offeneren Perspektive zu betrachten: Die dargestellten funktionalen Zusammenhänge sind relevant für alle Schüler:innen, nicht nur für bestimmte als förderbedürftig angesehene Gruppen. Alle Schüler:innen sollten auf dem Weg von der Alltags- in die Bildungs- und Fachsprache unterstützt werden. Dabei ist es etwa für mehrsprachige Schüler:innen durchaus hilfreich, weitere beherrschte Sprachen in den Unterricht einzubringen, um sich fachlichen Inhalten zu nähern, aber auch, um beispielsweise Strukturen von Texten und sprachlichen Handlungen zu durchschauen.

3. Erste empirische Erkenntnisse zu den Komponenten des sprachsensiblen Fachunterrichts

Das Gelingen von sprachsensiblem Fachunterricht scheint maßgeblich von den Einstellungen, Kompetenzen und dem Wissen der Lehrpersonen abhängig zu sein (z. B. [13][14]). Dennoch ist bislang wenig über die Ansichten der Lehrpersonen darüber bekannt, was SFU genau bedeutet und beinhaltet. Die wenigen vorhandenen Studien zeigen, dass Lehrpersonen Sprachbildung generell für sinnvoll und wichtig halten, deutlich weniger befragte Lehrpersonen geben allerdings an, sie aktiv durchzuführen [1][3][15]. Als hauptsächliche Gründe, nicht sprachsensibel im Fachunterricht zu arbeiten, werden fehlende Aus- und Weiterbildung sowie Mangel an Zeit und Unterrichtsmaterialien genannt [1]. Als sprachlichen Schwerpunkt geben Lehrpersonen die Arbeit mit Hilfen auf Wortebene [13] sowie die Arbeit am Fachwortschatz [3] an. Die hauptsächliche Zielrichtung scheint dabei sprachliche Vereinfachung zu sein [16].

Diese ersten Aspekte konnten durch Interviews mit Lehrpersonen und Gruppendiskussionen mit Lehrpersonen und Fachdidaktiker:innen, die im Rahmen eines fächer- und bildungsinstitutionenübergreifenden Projekts zum SFU⁴ durchgeführt wurden, ausdifferenziert werden. Exemplarisch sollen einige Zitate zeigen, inwiefern hier darum gerungen wird, welches Konzept von Sprache einem SFU zugrunde liegt. Zu Beginn des Projekts herrscht bei einigen Lehrenden eine Auffassung von Sprache vor, die oben als „*remedial*“ bezeichnet worden ist:

Dass die Schüler möglichst geringe Hürden vor sich haben, um die Inhalte erfassen zu können und die dann in Kompetenzen zu verwandeln. Und dieses möglichst geringe, diese kleine Hürde sieht für mich so aus, dass die Sprache so vereinfacht ist, dass die Sprache keine Hürde für das Verständnis darstellt. (P_04, Interview Nr. 4, Z. 6-9)

Der didaktische Fokus liegt hier deutlich auf sprachlicher Vereinfachung; die im Fach verwendete Sprache wird als „Hürde“ gesehen.

³ „Remediales Lernen“ meint in der Lernpsychologie einen Fokus auf die „Kompensation von Leistungsdefiziten oder zur Lernförderung bei defizitären Lernvoraussetzungen (Lernschwierigkeiten, Lernstörungen), meist mit dem Ziel des Ausgleichs negativ abweichender interindividueller Unterschiede in der Lernleistung“ [11] (Dorsch. Lexikon der Psychologie). Ein solches Konzept lässt sich u.E. gut auf sprachliches Lernen im Fachunterricht übertragen.

⁴ <https://www.sensimint.eu/>

Bei einigen Lehrpersonen zeigt sich Unsicherheit in Bezug auf das, was nun in einem SFU sprachlich genau im Fokus steht bzw. stehen sollte:

Ist jetzt halt wieder die Frage hier was was was heißt jetzt sprachsensibel heißt das jetzt dass ich denen jetzt auf ihrem Niveau ermöglichen muss sich da angemessen zu äußern, also dass sie auf ihrem Niveau einen geeigneten Text formulieren können, wobei ich sie dann unterstützen oder will ich sie tatsächlich dahin führen, dass sie das dann so formulieren. (P_02, Gruppendiskussion Nr. 3, Zeit: 01:18:06)

Es finden sich sowohl Fokusse auf der Vorstellung, Sprache im Fachunterricht a) beziehe sich vor allem auf Fachterminologie und b) müsse eine besonders „gewählte“ Sprache sein:

- a) *die die sprachliche Verdichtung, also der Verdichtungsgrad, nimmt natürlich zu mit der korrekten und der korrekten Verwendung der Fachterminologie bei unserem Text, der wirklich 80 Prozent der Buchstaben sind Fachtermini da kommt nicht mehr viel Allgemeinsprachliches dazu. (P_09, Gruppendiskussion Nr. 3, Zeit: 01:19:20)*
- b) *Ehm, also für mich ist sprachsensibler Unterricht im besten Fall meist so, dass man sich wirklich bildungssprachlich gut ausdrücken kann, fachwissenschaftlich gut ausdrücken kann, d. h. die kausallogischen Zusammenhänge nicht nur sozusagen mit der Alltagssprache, sondern halt bildungssprachlich irgendwie formulieren kann. (P_01, Interview Nr. 1, Z. 57-60)*

Im Verlauf des Projektes nehmen funktionale Vorstellungen von Sprache zu und auch solche, die sich nicht nur auf Wortschatz und Grammatik beziehen:

Wir brauchen sprachliche Mittel zum Ausdruck dieser Reflexivität. (P_08, Gruppendiskussion Nr. 2; Zeit: 01:17:19)

[...] schon präzisieren, wir haben ja vorhin schon in der Sprachgruppe auch, also geht's um Textsorten, geht's um Sprachmuster. (P_09, Gruppendiskussion Nr. 1, Zeit: 01:06:17)

Eine Lehrperson verbalisiert zum Ende des Projekts den Wandel, den ihre Vorstellung von der Rolle von Sprache, aber auch von ihrer eigenen Vermittlungsaufgabe im Fachunterricht durchlaufen hat:

Zu Beginn dachte ich, ich müsste das Fach vermitteln und gleichzeitig auch Sprache vermitteln, also so, dass ich eine Deutschförderung mache und jetzt, nach zweieinhalb oder bald drei Jahren verstehe ich es etwas neu. Etwas integrativer. Nämlich so, ich sehe, dass in jedem Fach die Sprache spezifisch gebraucht wird. Mit diesem spezifischen Gebrauch gleichzeitig ein Konzept dahinter steht und es geht darum, mit der Sprache nicht rein nur Begriffe, sondern ein ganzheitliches Denken

bzw. Konzepte aus diesem Fach zu transportieren und von daher ist die Sprache mehr als Sprache. [...] Und das Ziel von sprachsensiblem Unterricht wäre, dass man gleichzeitig die dahinterliegenden Konzepte mit der fachgerechten Sprache transportiert und diese Sprache aber schrittweise einführt. (P_06, Interview Nr. 6, Z. 24-31; 36-38)

Im Sinne der oben getroffenen Unterscheidung liegt hier ein Wandel hin zu einer integralen Auffassung von Sprache vor. Man könnte gar von einem „conceptual change“ sprechen [17], den die Lehrperson durchläuft und thematisiert. Zu Beginn herrscht ein Konzept von Sprache als etwas additiv zu Vermittelndem vor. Dies wandelt sich zu einer Vorstellung von Sprache, die logisch mit den Fachinhalten verknüpft ist. Spannend ist, dass die Lehrperson aus dieser Verbindung auch Hinweise für ein schrittweise ablaufendes didaktisches Vorgehen für sich ableiten kann.

4. Ausblick

Für die Professionalisierung angehender Lehrkräfte im Bereich des sprachsensiblen Fachunterrichts wäre es wichtig, die folgenden Komponenten in der Lehrer:innenbildung systematisch zu verankern:

- Verankerung der Thematik im Lehramtsstudium aller Fächer, nicht nur in separaten Modulen für Deutsch als Zweitsprache
- Stärkung der interdisziplinären Zusammenarbeit der an der Ausbildung beteiligten Disziplinen, um die (nicht-sprachlichen) fachbezogenen Studienanteile stärker mit den sprachbezogenen zu koordinieren
- Genauere Konturierung einer fachbezogenen Sprachbildung für die jeweiligen Fächer
- Stärkung bzw. Differenzierung der schulpraktischen Anteile des Studiums im Sinne sprachsensibler Unterrichtsplanung und -durchführung
- Unterstützung eines „Conceptual Change“ bei angehenden Lehrpersonen im Sinne einer Hinwendung zu einem integralen Verständnis von sprachlichem und fachlichem Lernen

Corinna Peschel Bergische Universität Wuppertal,
Arbeitsbereich „Mehrsprachigkeit in der Schule“, Institut
für Bildungsforschung in der School of Education

Enisa Pliska-Halilović Bergische Universität Wuppertal,
Arbeitsbereich „Mehrsprachigkeit in der Schule“, Institut
für Bildungsforschung in der School of Education

Literatur

Die vollständige Literaturliste finden Sie auf unserer Homepage unter www.pluslucis.org.

Ein Marienkäfer, der am Zitronenbaum chillt

Fachliche Lerngelegenheiten beim mündlichen Argumentieren im sprachbildenden Fachunterricht

Cordula Schwarze, Christian Sandner, Erika Wolter und Johanna Taglieber

1. Einleitung

Der sprachbildende Fachunterricht wird in der naturwissenschaftlichen Unterrichtspraxis häufig als eine zeitlich zu umfangreiche Zusatzleistung [1-3] oder als Fremdleistung für das Unterrichtsfach Deutsch [4] wahrgenommen und daher von Lehrpersonen mitunter kritisch betrachtet. Diese Kritik verstellt aber den Blick auf die Potenziale in Bezug auf die Gleichzeitigkeit von Fachvermittlung und Sprachbildung und lässt ein eingeschränktes Verständnis von fachspezifischer Sprachbildung vermuten (siehe auch Ritter, Sandner & Taglieber sowie Peschel & Pliska-Halilović in diesem Heft). Sprachbildenden Fachunterricht nicht als zusätzliche Bürde anzusehen, sondern auf der Basis einer klaren konzeptuellen Grundlage eine integrative Vermittlungsperspektive auf Sprache und Fach zugleich einnehmen zu können sowie eine klare konzeptuelle Grundlage scheint hingegen produktiv zu sein. Eine solche integrative Perspektive, die den Fokus zuerst auf fachliche Konzepte und Kompetenzen legt und sich durch eine funktionale Perspektive auf Sprache auszeichnet, ist innerhalb des sensiMINT-Projekts¹ erarbeitet worden und zeichnet die gemeinsam entwickelten Unterrichtsreihen aus. Zentral für den vorliegenden Beitrag sind drei Handlungsprämissen des sprachbildenden Unterrichtens: Lernendenorientierung, Sprachaktivierung und Sprachbewusstheit. Lernendenorientierung heißt hier, auf die Heterogenität der Lerngruppen mit spezifischen sprachlichen Hilfestellungen (*scaffolds*) zu reagieren. Sprachaktivierung legt den Fokus auf Lernprozesse und Strategievermittlung und bedeutet, den Lernenden ausreichend Gelegenheiten und Zeit für (fach-)sprachliches Handeln zu geben und sie darin (fach-)sprachlich zu unterstützen. Unter Sprachbewusstheit wird verstanden, an Vorwissen und Alltagskonzepte anzuknüpfen und entsprechende alltags-, bildungs- und fachsprachliche Anforderungen zu stellen (ausführlich siehe Abschnitt 5; siehe Hägi-Mead & Peschel in diesem Heft).

Im vorliegenden Beitrag möchten wir diese Perspektive sowie das daraus resultierende Vorgehen anhand von Analysen video-graphierter Unterrichtsinteraktion illustrieren. Im Mittelpunkt steht die in der Schule erprobte sensiMINT-Unterrichtsreihe „Heute trag‘ ich rot, morgen schwarz, sagt sich der Marienkäfer“ zum Argumentieren im Fach Biologie (online:

<https://www.sensimint.eu/unterrichtsmaterialien>; [6][7]). In dieser Unterrichtsreihe sind die Lernenden aufgefordert, mit dem Ziel der Erkenntnisgewinnung zu argumentieren, indem sie begründete Hypothesen über die Veränderung der Farbzusammensetzung in Zweipunkt-Marienkäfer-Populationen formulieren. In der vorliegenden explorativen qualitativen Fallstudie adressieren wir die Frage nach den fachlichen Lerngelegenheiten, die sich für Schüler:innen beim Argumentieren in Gruppeninteraktionsphasen im sprachbildenden Fachunterricht ergeben und bearbeiten sie mikroanalytisch mittels eines gesprächsanalytischen Zugangs. Wir arbeiten darüber hinaus Situationen im naturwissenschaftlichen Unterricht heraus, in denen Schüler:innen „sehr offensichtlich an Formulierungen arbeiten bzw. sprachliche Schwierigkeiten haben“ [8], die an inhaltliches Lernen gebunden sind. In der Diskussion der Ergebnisse ziehen wir abschließend erste Konsequenzen für eine argumentationsdidaktisch akzentuierte Unterrichtspraxis und erläutern, wie diese Problematik aus drei verschiedenen Zugängen – Fachdidaktik der Biologie, Argumentationswissenschaft und Sprachdidaktik – interdisziplinär produktiv bearbeitet werden kann. Das Ziel des Beitrags ist somit weniger ein konkreter didaktischer Vorschlag als vielmehr die Analyse von tatsächlichen Argumentationsprozessen auf der Basis konkreter Materialien sowie das Herausstellen ihres Nutzens für die Unterrichtspraxis.

2. Argumentieren im (sprachbildenden) Fachunterricht

Die Lernenden entwickeln und bearbeiten in der analysierten sensiMINT-Unterrichtsreihe eine naturwissenschaftliche Argumentation (*scientific argumentation* [9]). Argumentieren ist im vorliegenden Kontext somit nicht mit ethischen Wertehaltungen, sondern eng mit Erkenntnisgewinnung und damit sowohl mit dem Erwerb des entsprechenden Fachwissens als auch mit dem Verstehen der Natur der Naturwissenschaften (*Nature of Science*) [10][11] verknüpft. Argumentieren ist daher eine Basis, auf der Lernprozesse beruhen [9], und dies in allen Fächern [12].

Argumentieren bestimmen wir demzufolge als Lerngegenstand und Lernmedium zugleich, denn es geht sowohl darum, Argumentieren zu lernen als auch durch Argumentieren (fachlich) zu lernen [13]. Vor allem letzteres erfolgt in und durch Interaktion und hält dabei besondere kommunikative Aufgaben bereit. Mit Ehlich [14] unterscheiden wir zwei Arten des Argumentierens anhand des kommunikativen Ziels sowie des Umgangs mit Wissen darin: persuasives und exploratives Argumentieren.

¹ Erasmus+ Projekt sensiMINT: Sprachsensibler Biologie- und Chemieunterricht – Kontext und Materialien Interdisziplinär reflektiert. Fördernummer: 2020-1-AT01-KA201-078144. Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung tragen allein die Verfasser:innen; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Während in persuasiver, d. h. auf Überzeugung des Gegenübers gerichteter Argumentation, Wissen der Rechtfertigung von entgegengesetzten Geltungsansprüchen dient und somit Entscheidungsvoraussetzung ist, dient Wissen in explorativer Argumentation der gemeinsamen Weiterentwicklung, dem „Umwandeln von präzisiert Unbekanntem in Bekanntes“ ([14] Hervorh. i. Orig.). Ziel ist also konzeptuelle Produktivität bzw. Konvergenz. Ähnlich unterscheiden Budke und Meyer [15] antagonistische von kooperativen Argumentationsprozessen. Beide Arten des Argumentierens können nicht vollständig voneinander getrennt werden, insbesondere dann nicht, wenn argumentationsdidaktisch die Aufgaben in Gruppeninteraktionen bzw. ko-konstruktive Prozesse eingebettet und zu ihrer Bewältigung beide Verfahren notwendig sind. Zur Begriffsbestimmung von Argumenten gehören weitere Aspekte, die für die vorliegenden Analysen relevant sind: die Struktur eines Arguments (fachübergreifender Bezug siehe [16]), Argumentationsmuster bzw. Topoi [17][18], inhaltliche Fragen sowie ferner Fragen nach der Einbettung der Argumente in den kommunikativen Kontext bzw. in die Interaktion als Argumentationsprozess sowie Fragen des Partner:innenbezugs [19][20]. An diesen Aspekten bemisst sich auch die Qualität von Argumenten.

Bisherige empirische Befunde zum Argumentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht zeigen, dass „sich Argumentationsfähigkeiten trainieren lassen, die Qualität der Argumentationen danach insbesondere in naturwissenschaftlichen Kontexten insgesamt aber nicht immer hoch ist“ ([21] ähnlich: [22]). Dies zeigt sich vor allem in der geringen sprachlichen und fachlichen Komplexität sowie Qualität der Argumentationen von Schüler:innen, wobei mangelndes Fachwissen, mangelndes Wissen über die Natur der Naturwissenschaften (*Nature of Science*) und mangelndes Wissen über die sprachliche Struktur von Argumenten als Gründe dafür genannt werden [9]. Um die Qualität der Argumentationen zu erhöhen wird u. a. auf Basis der Befunde der Diskurserwerbsforschung [23][24] vorgeschlagen, im sprachbildenden Fachunterricht Kommunikationsanlässe zu schaffen, in denen die Schüler:innen ihr Verstehen naturwissenschaftlicher Konzepte (weiter-) entwickeln und ko-konstruktiv – also eingebettet in soziale Interaktion – aushandeln können. Konkret sind damit partizipations- und diskursförderliche Materialien sowie solche Unterrichtsgespräche in verschiedenen Sozialformen gemeint, die solche Kommunikationsanlässe bieten, die das Potenzial haben, fachliche Lerngelegenheiten zu schaffen, „da Lernen auch als innerer Dialog zwischen alten und neuen“

Vorstellungen gesehen werden kann, der beim Argumentieren in gemeinsamer Interaktion geführt wird“ [9]. Ausreichende zeitliche Ressourcen, selbstgesteuerte interaktive Lernsettings und entsprechende sprachliche Hilfestellungen sind aus soziokonstruktivistischer Perspektive somit für die Entwicklung von Fachwissen, Argumentationskompetenz und somit auch einer angemessenen naturwissenschaftlichen Grundbildung (*Scientific Literacy*) grundlegend [9].

3. Daten und Methode

3.1 Material und Stichprobe

Das dem Beitrag zugrundeliegende Material sind Audio- und Videoaufnahmen von Diskussionen aus Gruppeninteraktionsphasen von zwei Kleingruppen (à vier Schüler:innen) sowie die schriftlichen Produkte (Hypothesen), die im Rahmen dieser Interaktion als Gruppenergebnisse entstanden sind. Diese Daten wurden in zwei Biologiestunden (à 50 Minuten) in einer Klasse der zehnten Schulstufe eines Südtiroler Gymnasiums videographisch erhoben, in denen die beiden Biologieeinheiten der sensiMINT-Unterrichtsreihe „Heute trag' ich rot, morgen schwarz“, sagt sich der Marienkäfer“ [6,7] evaluiert wurden.

Ziel dieser Unterrichtsreihe ist es, dass die Schüler:innen begründete Hypothesen über die Veränderung der Farbzusammensetzung in Zweipunkt-Marienkäfer-Populationen formulieren. Dabei soll die Satzstruktur „Wenn ..., dann ..., weil ...“ verwendet werden. Diese Satzstruktur bzw. die vorgegebenen Konnektoren dienen als sprachliche Hilfestellung sowie Denk- und Formulierungshilfe. Aus funktionaler Perspektive kommt darin eine in den Naturwissenschaften häufige Bedingung-Folge-Beziehung zum Ausdruck. Als fachliche Grundlage für die Hypothesenbildung werden Modelle einer Zweipunkt-Marienkäfer-Population in aufeinanderfolgenden Generationen in Kombination mit Temperaturkurven (siehe Abbildung 1) sowie – ein zu einem späteren Zeitpunkt in der Arbeitsphase ausgegebener – Informationstext genutzt. Schwerpunkt ist also eine spezifische Form der naturwissenschaftlichen Argumentation (*scientific argumentation*), die Schüler:innen argumentieren in diesen Einheiten explorativ [14][21] sowie modellbasiert [25]. Letzteres bedeutet für diese Aufgabe, dass sie mit Hilfe von Modellen (siehe Abbildung 1) und Daten (hier: Informationstext) Vorhersagen (Hypothesen) über ein realweltliches Phänomen formulieren, ähnlich wie es auch in der naturwissenschaftlichen Forschung üblich ist. Dabei argumentieren sie gleichzeitig

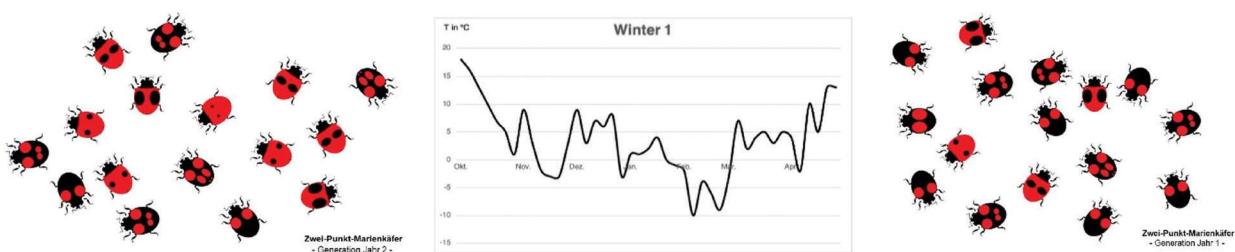


Abbildung 1: Ausschnitt aus dem sensiMINT-Unterrichtsmaterial, © Viktoria Satzinger & Christian Sandner

intra- und interpersonell, nutzen das Argumentieren also sowohl für ihren individuellen Lernprozess als auch für „eine gemeinschaftliche Auseinandersetzung mit Daten, explizierten Modellvorstellungen und Plausibilitätsannahmen“ [25] und damit für eine Auseinandersetzung mit der Natur der Naturwissenschaften (*Nature of Science*).

3.2 Methode und Vorgehen

Für die Datenauswertung wird die Methode der linguistisch fundierten Gesprächsanalyse (z. B. [26]; für die Anwendung in der Naturwissenschaftsdidaktik z. B. [8]) verwendet. Es handelt sich dabei um ein qualitatives Verfahren zur Beschreibung sozialer Interaktion, das einen mikroanalytischen Blick auf Sprache-in-Interaktion richtet und von den Eigenschaften der Interaktion ausgeht, vor allem von deren Prozessualität bzw. Sequenzialität (hier ist das Nacheinander der Gesprächsbeiträge ausschlaggebend) sowie Interaktivität (hier ist die gemeinsame Herstellung des Gesprächs ausschlaggebend). Solcherart gewonnene Ergebnisse ermöglichen einen Einblick in die konkrete Realisierung von Gesprächen, da sie sequenzanalytisch nach dem Prinzip des „Zug-um-Zug in ihrem interaktiven Zustandekommen [...] mit Blick auf sequenzielle Folgeerwartungen und deren Interpretation und Behandlung durch die Beteiligten“ [27] gewonnen werden. Wesentlich ist also die analytisch-funktionale Rekonstruktion des sprachlichen Handelns aus der Perspektive der Interaktionsteilnehmer:innen. Für die Analyse des Argumentierens und der konkreten Argumentationsmuster in der Interaktion ist es notwendig, auch dieses Vorgehen gesprächsanalytisch anzulegen (z. B. [28][20] [17]). Zugleich wird der gesprächsanalytische Zugang ergänzt durch Kategorisierungen im qualitativ-inhaltsanalytischen Vorgehen [29].

Das konkrete methodische Vorgehen der vorliegenden Fallstudie umfasste folgende Schritte [26]: Die videographierten Daten wurden unter Nutzung des Transkriptionseditors FOLKER (als Teil von Exmaralda, [30]) und nach den modifizierten Konventionen nach GAT2 [31] transkribiert und inventarisiert. Dem folgte eine erste Sichtung des erhobenen Materials, wobei die Videodaten in der Expert:innengruppe der Aufgabenersteller:innen diskutiert wurden, um analytisch reichhaltige, saliente und erkenntnisförderliche Sequenzen zu bestimmen. Im nächsten Schritt wurden sequenzanalytisch ausgerichtete Analysen relevanter Fälle sowie deren Vergleich und Diskussion durchgeführt. Darin geht es um das Nachvollziehen der Gesprächssequenz „Zug-um-Zug in ihrem interaktiven Zustandekommen [...] mit Blick auf sequenzielle Folgeerwartungen und deren Interpretation und Behandlung durch die Beteiligten.“ [27] Dieses Vorgehen ermöglicht die Identifikation von kontextübergreifenden sprachlichen Mustern durch die mikroskopische Analyse der kontextspezifischen Realisierungen von Sprache-in-Interaktion. Limitationen liegen darin, dass die Stichprobe vordergründig zu klein für eine Verallgemeinerung erscheint, das Herausarbeiten

kommunikativer Routinen und sequenzieller Muster erlaubt es aber doch, erste übergreifende Aussagen zu treffen.

4. Analyse und Diskussion

fachlicher Lerngelegenheiten in Gruppeninteraktionsphasen

Die Datenanalyse zeigt, dass sich in den Gruppeninteraktionsphasen zahlreiche fachliche Lerngelegenheiten ergeben, die sich zu folgenden Kategorien zusammenfassen lassen:

Tabelle 1: Kategorien fachlicher Lerngelegenheiten in Gruppeninteraktionsphasen

Kategorie	Definition
Argumentationsprozesse über fachliche Inhalte	Die Lernenden diskutieren über fachliche Inhalte; unabhängig von einer konkreten (fach-)sprachlichen Formulierung.
Argumentationsprozesse über (fach-)sprachliche Formulierungen	Die Lernenden diskutieren über die konkrete (fach-)sprachliche Formulierung ihrer Hypothese.
Reflexion über Argumentationsprozesse	Die Lernenden reflektieren über ihren intra- oder interpersonellen Argumentationsprozess.

Im Folgenden analysieren und diskutieren wir Fallbeispiele zur Veranschaulichung der drei Kategorien.

4.1 Argumentationsprozesse über fachliche Inhalte

In diesem Abschnitt stellen wir anhand eines Transkripts ein Fallbeispiel vor, in dem die Lernenden über konkrete fachliche Inhalte diskutieren. Im Vorlauf des Transkriptausschnitts betrachten die Lernenden einzeln modellhafte Darstellungen je einer Marienkäfer-Population und beschreiben deren Zusammensetzung. Anschließend vergleichen und diskutieren sie in der Gruppe, welche Schlüsse daraus über den Zusammenhang zwischen der Farbzusammensetzung von Marienkäferpopulationen und den Temperaturen im Winter gezogen werden können. Dabei kommt in der Gruppe die fachinhaltliche Frage auf, ob Marienkäfer als Individuen ihre Farbe wechseln können. An dieser Stelle beginnt der folgende Ausschnitt:

Fallbeispiel 1: Argumentation mit anekdotischer Evidenz (Reihe 2; 00:44:00 - 00:44:48; neu nummeriert)

```

001 S1 das wird jetzt vielleicht bisschen dummklingen
002 S3 na: überhaupt nid
003 S1 aber
004 S2 ((lacht))
005 S1 vielleicht we vielleicht verändern sie die farbe
006 (2.0)
007 S4 nein ich denk nicht
008 S3 das kann schon sein
009 S4 die leben ja nicht so lange
010 S2 ((lacht))

```

011 mann wir hattn
 012 S3 ein jahr lang leben sie oder
 013 S? ja
 014 S2 wir hobm in gleichn marienkäfer seit
 über a:m joar in insam haus
 ((klopft auf den Tisch))
 016 der chillt auf insam zitronenba:m
 017 ((lacht))
 018 S3 vielleicht sind_s die kinder

S1 sichert sich das Rederecht (Z. 001), indem sie einen Redezug ankündigt und bereits vorab herabstuft. Nach Ermunterungen zum Weitersprechen (Z. 002) äußert S1 dann ihre Hypothese, dass Marienkäfer als Individuen ihre Farbe verändern können (Z. 005). Die von S1 als gering veranschlagte epistemische Sicherheit ihrer Vermutung zeigt sich an der einleitenden Herabstufung, dies klinge „vielleicht bisschen dumm“ (Z. 001). S4 widerspricht der Vermutung der Farbveränderung (Z. 007: „nein ich denk nicht“). S4 formuliert das zunächst begründungsfrei und unter Nutzung des mentalen Verbs „denken“, das den Grad an Sicherheit ausdrückt, den Sprecher:innen in Bezug auf das Wissen haben (*epistemic stance*); eine für Argumentationsprozesse und die Differenzierung von Meinungen und Argumenten relevante analytische Unterscheidung [32]. S3 schließt an S1 Hypothese der Farbveränderung an und räumt die Möglichkeit der Richtigkeit ein (Z. 008), formuliert aber keine Begründung für diese Behauptung und somit kein vollständiges Argument. S4 begründet daraufhin ihre Gegenposition (sie verändern die Farbe nicht) zu S1 und S3 mit der zu kurzen Lebensdauer der Marienkäfer (Z. 009). S3 greift diese Begründung auf und spekuliert in Form einer Frage, dass Marienkäfer ein Jahr lang leben (Z. 012), gibt also ein Maß für die Länge eines Lebens an, formuliert als zustimmungspflichtige Frage. Daraufhin nimmt sich S2 das Rederecht, das sie schon in Z. 011 versucht hat zu übernehmen, und erzählt eine Anekdote aus dem Alltag – der Marienkäfer, der seit über einem Jahr mit ihnen zuhause lebt und auf dem Zitronenbaum chillt –, die sie alltagssprachlich und dialektal realisiert (Z. 014-016). Die anekdotische Evidenz dieser Geschichte ist funktional für die Entgegnung der Position, Marienkäfer könnten ihre Farbe nicht verändern, da sie gar nicht so lange leben würden, wie es aus der Äußerung von S4 in Z. 007/009 rekonstruierbar ist. Dafür liefert S2 also ein Gegenargument.

Die aufgestellte Hypothese, Marienkäfer ändern ihre Farbe, wird also geprüft und erhält beides, sowohl Zustimmung als auch Nicht-Zustimmung. Die Gegenposition, d. h. Marienkäfer verändern ihre Farbe nicht, wird mit der zu geringen Lebensdauer begründet sowie mit dem Verweis auf die nächste Generation als Erwiderung auf die Alltags-Belegerzählung. Als Argument für die Lebensdauer wird eine Alltagserzählung vorgebracht. Der Verweis von S3 in Z. 018 (und weiter außerhalb des Ausschnitts), es seien vielleicht dessen Kinder, fungiert als Begründung der Richtigkeit ihrer eigenen Position, dass

Marienkäfer nur ein Jahr lang leben, und zielt in widerlegender Absicht genau auf den Kern der Belegerzählung, bei der individuelles Erleben die nicht bestreitbare argumentative Ressource ist. Die Sequenz endet ohne Einigung über den eingangs formulierten Gedanken.

In diesem Fallbeispiel schaffen sich die Schüler:innen im Rahmen des Argumentationsprozesses durch eigene Fragen fachliche Lerngelegenheiten. Die Argumente werden in dieser Sequenz aber nicht modellbasiert – also auf Basis von Evidenzen aus dem Unterrichtsmaterial [25] – sondern auf der Basis von Alltagserfahrung in Form einer „Belegerzählung“ [33] begründet. Die Knappheit der Form ist dabei typisch für argumentatives Erzählen in Interaktion. Als Argumentationsmuster gehört die Belegerzählung zur Klasse der Beispielargumentation, die auf dem Prinzip der Induktion basiert, wofür eine verallgemeinernde Relation aus dem Besonderen und dem Allgemeinen typisch ist [16][17]. Dass diese Argumentation zwar logisch gültig, inhaltlich jedoch unplausibel ist und mit naturwissenschaftlich gültigen Gründen nichts zu tun hat, ist auch den Lernenden klar; das belegt der scherzhafte Interaktionsmodus. Zugleich gelingt den Interagierenden an dieser Stelle eine Verbindung der fachlichen Welt mit der alltäglichen Welt.

Aus fachlicher und sprachlicher Sicht bleiben die Argumente also vage; die Gruppe einigt sich schlussendlich nicht auf eine Antwort zu der Frage, ob Marienkäfer ihre Farbe wechseln können. Dieses Phänomen wird auch in anderen Studien über Gruppeninteraktionen im naturwissenschaftlichen Unterricht beschrieben. So wird die sogenannte *conceptual convergence* in der Fachliteratur zwar als Ziel von Gruppeninteraktionen beschrieben und wie folgt definiert: “*a process wherein students construct shared meanings for science concepts through gradual refinement of ambiguous, partial meanings presented in group space*” [34]. Studien zeigen aber, dass kognitive Konflikte in der Gruppeninteraktion ganz unterschiedlich behandelt werden und, dass Gruppen – so wie auch in diesem Fall – dabei nicht immer eine konzeptuelle Konvergenz erreichen (z. B. [34]). Lernende müssen in Gruppeninteraktionsphasen daher nicht nur aktiv und kritisch, sondern auch konstruktiv und lösungsorientiert sein, damit die Interaktionen schlussendlich konzeptuell produktiv sind und zu einer gemeinsamen Lösung sowie zu einem gemeinsamen Verstehen führen.

Auch wenn sich die Gruppe in diesem Fall also nicht konsensuell einigt, schafft sie es in und durch die Interaktion abschließend eine begründete Hypothese zu formulieren. Diese lautet: „Wir vermuten, wenn es kälter ist, dann gibt es mehr schwarze Marienkäfer, weil schwarz mehr Wärme (durch das Sonnenlicht) speichert u. weniger reflektiert.“ Aus fachlicher Sicht ist diese Hypothese vorerst plausibel, jedoch nicht ganz korrekt (siehe Abschnitt 5).

4.2 Argumentationsprozesse über (fach-)sprachliche Formulierungen

Neben Argumentationsprozessen über fachliche Inhalte finden sich im Material auch zahlreiche Sequenzen, in denen die Lernenden intensiv über konkrete (fach-)sprachliche Formulierungen und die damit verbundenen fachlichen Inhalte diskutieren. Das Fallbeispiel 2 zeigt in den Ausschnitten 1-3 eine längere Sequenz, in der eine Gruppe an der Formulierung der Begründung ihrer Hypothese arbeitet. Ihre Hypothese ist, dass die Anzahl schwarzer Marienkäfer steigt, wenn es kälter wird. Die Lernenden verwenden die vorgegebene Satzstruktur „Wenn ..., dann ..., weil ...“. Der folgende Ausschnitt beginnt an der Stelle, an der die Gruppe versucht, eine mittels des Konektors *weil* eingeleitete Begründung für diese Hypothese zu formulieren. Fachlich geht es um die Frage, warum schwarze Marienkäfer in kälteren Wintern besser überleben. Die Diskussion der Gruppe dreht sich dabei um das Konzept der Absorption von Sonnenlicht, wobei die Lernenden auf der sprachlichen Ebene nach der passenden Kollokation suchen, um zu charakterisieren, was aus fachlicher Sicht mit Sonnenlicht passiert, wenn es auf schwarze Marienkäfer trifft.

Fallbeispiel 2, Ausschnitt 1: Diskussion über die Wahl eines passenden Verbs (Reihe 3; 00:46:51-00:47:46; neu nummeriert)

```

001 S8 weil
002 S7 ja
003 S8 weil schwarz wahrscheinlich
004 S7 weil
005 ((sprechen durcheinander))
006 S6 wahrscheinlich weil die sonne von
schwarzen oberflächen
007 stärker angezogen wird oder halt weil_s
008 S7 na wie habt_es gsogt
009 ((zeigt mit dem stift auf S5))
010 S5 des isch weil schwarz die wärme besser
hält
011 ((schließt eine hand zur faust und zieht
sie zu sich))
012 S7 oke weil die schwarze fa die schwarze
farbe
013 S5 die wärme
014 S7 wärme
015 S? ja oder weil
016 S5 aufnimmt besser aufnimmt
017 S7 ja
018 S? weil
019 S8 na ned lei aufnimmt attirare
020 S? ja eben
021 ((sprechen durcheinander))
022 S5 anzieht
023 S7 beibehält
024 S6 die sonne reagiert
025 S? schon ((fragend))
026 S6 auf schwarz mehr als wia
027 S7 ja aber sie reagiert ja nedda des
((sprechen durcheinander))

```

```

029 S8 trattenere
030 S7 ((zieht beide Hände zu einer Faust zum
Oberkörper))
031 S5 attracts ((fragend))
032 S7 no that_s like anziehen and
033 S7 (zieht beide Hände zu einer Faust zum
Oberkörper))

```

S6 schlägt vor, dass „die Sonne von schwarzen Oberflächen stärker angezogen wird“ (Z. 006-007), woraufhin S5 eine andere Formulierung vorschlägt: „weil schwarz die Wärme besser hält“ (Z. 010). S5 unterstützt diesen Vorschlag mit einer Handbewegung, bei der sie eine Hand zur Faust schließt und zum Oberkörper zieht (Z. 011). Die Gruppe arbeitet nun an diesem Vorschlag weiter und sucht nach einem passenderen Verb, wobei „aufnehmen“ (Z. 016), „attirare“ (Z. 019; also heranlocken, anziehen) als erweiterte Bedeutung, „anziehen“ (Z. 022) und „beibehalten“ (Z. 023) als Alternativen genannt werden. Um die Vorschläge abzuwägen, nutzt die Gruppe andere Sprachen wie Italienisch (Z. 019: attirare, Z. 029: trattenere) oder Englisch (Z. 031). Ein weiterer Vorschlag von S6, „die Sonne reagiert auf schwarz mehr“ (Z. 024, 026) wird hingegen gleich von S7 abgelehnt und fachlich damit begründet, dass die Sonne ja nicht reagiere (Z. 027).

Nach dieser Sequenz setzt sich die Diskussion über die Wahl eines passenden Verbs noch über einen längeren Zeitraum fort, wobei weitere Vorschläge wie „festhalten“, „aufhalten“ und „beibehalten“ genannt, andere Sprachen konsultiert werden und die Lehrperson kurz zu Übersetzungsfragen in die Diskussion einbezogen wird. Die Gruppeninteraktion wird zwischenzeitlich von der Pausenglocke unterbrochen. Nach der Pause erkundigt sich die Lehrperson, ob die Gruppe die begründete Hypothese nun fertig formuliert hat. An dieser Stelle setzt der nächste Ausschnitt ein:

Fallbeispiel 2, Ausschnitt 2: Einigung über die Wahl eines Verbs (Reihe 3; 00:54:02-00:54:17; neu nummeriert)

```

134 S7 uns fehlt dieses eine wort ((zeigt mit
dem finger nach oben))
135 S? dieses eine wort
136 S7 dieses eine wort
137 LP okay
138 ((LP geht wieder weg))
139 S5 uns fehlt ein adjekti:v
140 S7 uh
141 wir kennen wirklich zwoa nehmen
142 wärme besser aufnehmen und beibehalten
143 S5 oder aufnehmen schrägstrich beibehalten
144 S6 jo
145 S? ja

```

Sie konstatieren konsensuell, dass ihnen „dieses eine Wort“ (Z. 134) fehle, das aus ihrer Sicht ein Adjektiv (Z. 139) ist, wobei das aufgerufene grammatische Wissen über die Wortart ungenau ist. Nach dieser Sequenz einigt sich die Gruppe auf

Drängen der Lehrperson schlussendlich auf die folgende Hypothese: „Wir vermuten, dass wenn es kälter wird, steigt die Anzahl der schwarzen Marienkäfer, weil die schwarze Farbe die Wärme besser aufnimmt und beibehält.“ Erst einige Zeit später – beim Lesen des Informationstextes – findet die Gruppe schlussendlich das passende Wort:

Fallbeispiel 2, Ausschnitt 3: Identifizieren der fachlich korrekten Formulierung (Reihe 3; 00:73:11-00:73:18; neu nummeriert)

- | | | |
|-----|----|-------------------------------------|
| 146 | S? | des isch_s wort des wir gsuacht hom |
| 147 | | sonnenlicht teilweise absorbiert |
| 148 | S? | absorbiert ((erstaunt)) |

Dieses Fallbeispiel zeigt, wie die Gruppe über einen längeren Zeitraum die Wahl eines passenden Verbs diskutiert. Aus fachlicher Sicht möchten die Lernenden ausdrücken, dass schwarze Oberflächen *Sonnenlicht* besser *absorbieren*. Sie beurteilen dafür unterschiedliche Kollokationen, die sie interaktiv aber jeweils als nicht passend deklarieren. Die verhältnismäßig lange Dauer dieser Sequenz verweist darauf, dass die Gruppe das zugrundeliegende (fach-)sprachliche Problem erkennt und mit ihren Ressourcen produktiv bearbeitet. Die Schüler:innen zeigen damit spezialisiertes Sprachwissen über Wörter bzw. Kollokationen auf, wenn man Kollokationen definiert als „Verbindungen zweier oder mehrerer Wörter, die häufig und typischerweise miteinander vorkommen“ [35]. Entscheidend dafür, ob eine Kollokation vorliegt oder nicht, ist eben nicht nur die Häufigkeit, sondern die Typizität der Verbindung. Letztere können sie aus ihrer Sicht als Sprachbenutzer:innen auch beurteilen und diese Urteilsfindung steht im Mittelpunkt dieser Sequenz in der Gruppeninteraktion.

Die Diskussion im Fallbeispiel 2 ist vor allem dadurch charakterisiert, dass die Schüler:innen immer wieder neue Verben vorschlagen. Die anderen Gruppenmitglieder reagieren auf diese Vorschläge durch Zustimmung oder Ablehnung. Vorschläge, Zustimmung oder Ablehnung werden aber nicht verbal begründet. Stattdessen nutzen die Lernenden Gesten. So ziehen bspw. mehrere Lernende eine oder beide Hände zur Faust zum Körper (Z. 011, 030), um ihr Verstehen des Konzepts Absorption zu veranschaulichen. Für diese Geste wird das Verb „halten“ (010) und später auch „anziehen“, „festhalten“, „beibehalten“ und „behalten“ vorgeschlagen. Nur an wenigen Stellen äußern Gruppenmitglieder hingegen verbale Begründungen, nämlich vor allem dann, wenn sie einen Vorschlag ablehnen (Z. 027). Das verweist auf einen bedeutenden Aspekt: Der Körper wird von den Lernenden in der Diskussion für unterschiedliche Zwecke eingesetzt. Einerseits im „physical sense of embodiment“ [36], also um das eigene Verstehen eines Konzepts (hier: Absorption) weiterzuentwickeln. Andererseits im „interactionist sense of embodiment“ [36], also für das Vorantreiben der Interaktion. Demnach nutzen die Lernenden in der Gruppeninteraktion ihren Körper dazu, um das Konzept Absorption zu verstehen, dieses Verstehen zu veranschaulichen und ihren Vorschlag bzw. ihre Zustimmung oder Ablehnung zu stützen.

Das Phänomen, dass Lernende in Argumentationsprozessen vor allem Vorschläge und Behauptungen bzw. Gegenbehauptungen präsentieren, diese aber selten explizit verbal erläutern, stützen oder einschränken, ist einerseits ein typisches Zeichen von Argumentieren in der Interaktion, da fehlende Elemente erschlossen werden können [17]. Andererseits kann auch eine fachliche Erklärung gegeben werden, wie Studien zum Argumentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht (für einen Überblick siehe [9]) nahelegen. In diesem Fallbeispiel dürfte dies am mangelnden konzeptuellen Verstehen der Lernenden zum Thema Absorption liegen. Die Gruppe schafft sich durch die Formulierungsarbeit hier zwar eine fachliche Lerngelegenheit über dieses Thema und kommt – unter Zeitdruck – auch zu einer Einigung (*conceptual convergence*, [34]). Diese ist aus fachsprachlicher Sicht aber nicht korrekt. Aus physikalischer Sicht wird nämlich nicht Wärme, sondern Sonnenlicht absorbiert. Für die Diskussion in der Gruppe wäre es also hilfreich gewesen, sich nicht nur auf das (fehlende) Verb zu konzentrieren, sondern auf die Kollokation und deren gesamte Bedeutung bzw. den Prozess, der ausgedrückt werden soll.

4.3 Reflexion über Argumentationsprozesse

Über Argumentationsprozesse reflektieren zu können sowie die Güte von Argumenten qualitativ einschätzen zu können, sind zwei wesentliche Bestandteile von Argumentationskompetenz. Ihre Förderung sollte daher vom Material intendiert und in die Unterrichtsarbeit integriert sein (z. B. [9][19]). In den zugrundeliegenden Daten sind von der Lehrperson abschließend, d. h. am Ende der Doppelstunde, reflexionsanregende Fragen gestellt und mit der Klasse plenar diskutiert worden. Dabei wurden die Lernenden von der Lehrperson aufgefordert, mündlich Feedback zur sensiMINT-Unterrichtsreihe zu geben. Neben konkretem Feedback zum Material an sich, reflektierten einige Lernende über die intra- und interpersonellen Argumentationsprozesse der Stunde, wie die beiden folgenden Transkriptausschnitte belegen.

Fallbeispiel 3: Reflexion über intra- und interpersonelles Argumentieren (Plenum; 01:33:13 - 01:33:39; neu nummeriert)

- | | | |
|-----|----|---|
| 001 | S9 | also mir hat das auch sehr gut gefallen vor allem dass man sich |
| 002 | | ah zuerst ganz kurz alleine mit dem thema marienkäfer |
| 003 | | auseinandergesetzt hat und das danach in den gruppen in die |
| 004 | | gruppen hineingegangen ist weil so hat man sich nicht in der |
| 005 | | gruppe direkt eine meinung gebildet sondern jeder ist mit |
| 006 | | seiner eigenen oder mit seinem eigenen bild hineingegangen |
| 007 | | bedeutet man hat alle oder halt mehrere sichtweisen verstanden |
| 008 | | oder aufgreifen können und das hat mir sehr gut gefallen |

Fallbeispiel 4: Reflexion über fachliche Unsicherheiten (Plenum; 01:34:32-01:35:08; neu nummeriert)

001 S10 [...] ich find es wichtig wenn jeder einzelne denkt äh oder
 002 halt so die ganzen gruppen alleine denken ohne wirklich zu
 003 wissen ob das jetzt stimmt ähm sollte man halt gut
 004 kontrollieren nochmal ähm was echt richtig ist weil sonst
 005 LP okay
 006 S10 vielleicht lernt man eher das falsche

In den Fallbeispielen 3 und 4 reflektieren die beiden Schülerinnen über die Stärken von intra- bzw. interpersonellen Argumentationsprozessen (S9) sowie über die fachliche Qualität der Produkte dieser Gruppenargumentationsprozesse (S10). Während S9 die Vielfalt an Sichtweisen, die sich durch die Argumentationsprozesse ergeben, als positiv hervorhebt, thematisiert S10, dass Unklarheiten besprochen werden sollten, um das Erlernen fachlich falscher Inhalte zu vermeiden. Dieser Position stimmen auch andere Schüler:innen zu (nicht im Transkript) und wünschen sich, dass Unklarheiten spätestens am Ende der Einheit ausgeräumt werden.

In diesem sensiMINT-Unterrichtsstundenkonzept hat in Bezug auf das Argumentieren die Prozessorientierung Vorrang vor der Produktorientierung, d. h. der kollaborative, interaktive Argumentationsprozess ist zunächst wichtiger als das Entwerfen von Einzelargumenten. Daher ist eines der Ziele, dass die Schüler:innen nicht – wie sonst oft im Unterricht – direkt eine richtige Lösung finden. Dadurch soll der Umgang mit Ungewissheit geschult werden, die „ein wesentliches Merkmal menschlichen Lebens“ und ein „Kernmerkmal der Wissenschaftsdisziplin Biologie“ darstellt [37]. Vor allem in der Phase der Hypothesenbildung – also beim explorativen Argumentieren – sind verschiedene Lösungen plausibel; ein Umstand, der für das Anregen von Argumentationsprozessen unabdingbar ist [9]. Das Fallbeispiel 3 zeigt, dass S9 diese unterschiedlichen Sichtweisen als positiv wahrnimmt. Trotzdem scheint es den Lernenden ein Anliegen zu sein, am Ende der Stunde die richtige Lösung zu erfahren. Selbstverständlich ist dieses Anliegen insofern berechtigt, als dass die modellbasiert generierten Hypothesen durch den Informationstext verifiziert oder falsifiziert werden sollen.

Durch die metakognitive Reflexion über den Argumentationsprozess, sowie den Argumentationsprozess an sich, eröffnet sich also die Lerngelegenheit, Ungewissheit „im Unterricht als Inspiration zum Weiterdenken, Forschen und Lernen“ [37] zu nutzen, was wiederum „einem positivistischen Bild der Naturwissenschaften“ [9] entgegenwirken kann. Die Lernenden haben hier die Möglichkeit, Ungewissheit als Teil der Natur der Naturwissenschaften (*Nature of Science*) [11] zu akzeptieren; diese Lerngelegenheit wird hier – aus zeitlichen Gründen – jedoch nur zum Teil von den Schüler:innen angenommen bzw. von der Lehrperson aufgegriffen. Zudem bieten die

Reflexionen über Argumentationsprozesse die Chance, die prinzipielle Unabgeschlossenheit praktischen Argumentierens – also die Tatsache, dass jedem Argument widersprochen werden kann – erfahrbar zu machen, zu thematisieren und folglich produktiv zu wenden.

5. Diskussion

Insgesamt zeigen die Ergebnisse dieser explorativen qualitativen Fallstudie, dass das sprachbildend konzipierte Unterrichtsmaterial das Potenzial hat, zahlreiche unterschiedliche fachliche Lerngelegenheiten für das Fach Biologie zu schaffen. Die Schüler:innen haben beim Argumentieren die Möglichkeit, sowohl über konkrete fachliche Themen (hier z. B. Absorption, Farbwechsel) als auch über den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg (hier z. B. Hypothesenbildung) sowie über die Natur der Naturwissenschaften (*Nature of Science*) im Allgemeinen (hier z. B. Umgang mit Ungewissheit) zu lernen. Sie können im Sinne einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (*Scientific Literacy*) also nicht nur „ein Wissen in den Naturwissenschaften, sondern gerade auch ein Wissen über die Naturwissenschaften“ [10] erwerben.

In den vorgestellten Fallbeispielen nutzen die Lernenden die ihnen durch das sprachbildende Material zur Verfügung gestellten zeitlichen Ressourcen vor allem für intensive fachliche Diskussionen über konkrete fachliche Inhalte. Die Mikroanalyse der Gesprächsprozesse in den einzelnen Gruppen zeigt, dass es von der jeweiligen Gruppe, der Unterstützung der Lehrperson, dem Unterrichtsmaterial und anderen Faktoren abhängt, inwiefern diese fachlichen Lerngelegenheiten tatsächlich von der jeweiligen Gruppe genutzt werden, um konzeptuell produktiv zu sein (siehe Abschnitt 5.1), aus normativer Sicht zu fachlich korrekten Ergebnissen führen (siehe Abschnitt 5.2) und eine Verwendung (fach-)sprachlicher Mittel anregen (siehe Abschnitt 5.3).

5.1 Konzeptuelle Konvergenz

Konzeptuell produktiv sind Lerngelegenheiten dann, wenn die Gruppe konzeptuelle Konvergenz erreicht [34]; [8] spricht von *socially shared cognition*. Wenn durch den Gruppeninteraktionsprozess also eine Einigung über eine fachliche Frage erreicht wird, kann das als Zeichen für konzeptuelle Konvergenz angesehen werden. Im analysierten Ausschnitt im Fallbeispiel 1 erreicht die Gruppe keine konzeptuelle Konvergenz; die Schülerinnen driften stattdessen in scherhaftem Kommentare über die argumentative Erzählung von S2 über den Marienkäfer, der am Zitronenbaum chillt, ab. Im analysierten Ausschnitt im Fallbeispiel 2 wird hingegen eine konzeptuelle Konvergenz erreicht; diese scheint aber – in Hinblick auf zeitliche Ressourcen – eine eher pragmatische Entscheidung zu sein.

Voraussetzungen für mehr konzeptuelle Produktivität dieser Lerngelegenheiten wären, dass sich die Gruppenmitglieder

gegenseitig (besser) zuhören, um das Verstehen des anderen bemüht sind, die Äußerungen der anderen kritisch hinterfragen und gleichzeitig um einen Konsens bemüht sind, anstatt die anderen von der eigenen Position überzeugen zu wollen [8,9]. Die Materialien setzen den Schwerpunkt auf Argumentieren als exploratives Argumentieren mit dem Ziel des Erkenntnisgewinns, nicht auf persuasives Argumentieren. Letzteres findet sich in der Argumentationsdidaktik jedoch weitaus stärker verbreitet. Hier ist die Lehrperson gefordert, den Unterschied vorab deutlich zu machen.

Um konzeptuelle Produktivität in den Gruppeninteraktionsphasen zu fördern, bedarf es einiger weniger expliziter Schritte zur Strukturierung dieser Phase sowie zur Reflexion und Evaluation der Argumente, wie die Erkenntnisse aus der Analyse der Gespräche zeigen. Es würde sich anbieten, die (zu) langen Gruppeninteraktionsphasen durch externe Reflexionsanlässe sowie strukturierte Zwischenfazits zu organisieren, ohne aber den Charakter des freien Gruppengesprächs aufzugeben und trotzdem noch den Prozess des Argumentierens zu priorisieren.

5.2 Fachliche Korrektheit von Ergebnissen

Die finalen Hypothesen der Lernenden sind aus fachlicher Sicht nicht korrekt, vielmehr wäre es korrekt zu sagen „Wenn die Winterstarre durch einen kalten Winter lange andauert, dann sterben mehr schwarze Marienkäfer, weil sie durch die höhere Lichtabsorption aktiver sind, eine höhere Stoffwechselrate haben, jedoch noch zu wenig Nahrung finden“. Dass die z. T. sehr langen und ausführlichen Diskussionen in den Gruppen nicht zu fachlich korrekten Ergebnissen führen, mag aus normativer Perspektive vorerst ernüchternd erscheinen. Aus argumentationsdidaktischer Perspektive ist es das nicht, weil sich argumentative Vielfalt zeigt. Aus sozial-konstruktivistischer Perspektive sind diese Lerngelegenheiten für die (Weiter-) Entwicklung der Vorstellungen der Schüler:innen essentiell und somit äußerst wertvoll für den Lernprozess. Die Mikroanalyse der Diskussionen zeigt, dass die Schüler:innen tatsächlich daran interessiert und motiviert sind, sich auf fachliche Aushandlungsprozesse einzulassen und außerdem bereit dazu sind, dabei eigene Vorstellungen zu revidieren, was eine Grundvoraussetzung für Lernen und Argumentieren darstellt [9][38][39]. Wie in der Analyse der Fallbeispiele 3 und 4 angesprochen, sind fachliche Offenheit und Ungewissheit als Charakteristika der Wissenschaftsdisziplin Biologie ein wichtiger Teil des Argumentationsprozesses [9][37]. Zugleich zeigt sich eine Verschränkung von Fachlichkeit und Diskursivität, die produktiv ist, denn fachliche Kompetenzen „können nur zum Tragen kommen und weiterentwickelt werden, wenn diese im Rahmen eigenständiger diskursiver Aktivitäten von Schülerinnen und Schülern produktiv eingesetzt werden müssen“ [24].

Die gesprächsanalytischen Mikroanalysen erlauben einen Einblick in *argumentation-in-action*, also in Prozesse, die der Lehrperson meist verborgen bleiben bzw. von den kontingenten

Anforderungen im Unterricht überdeckt werden. Das Nachzeichnen der schrittweisen Herstellung von Wissen und Argumentation erlaubt für die Lehrperson zugleich Diagnostik in Bezug auf den Diskurserwerb sowie fachliche Wissensbestände der Schüler:innen.

5.3 Verwendung (fach-)sprachlicher Mittel

In den analysierten Daten zeigt sich, dass die Lernenden in ihren Argumentationsprozessen unterschiedliche Sprachen (Deutsch, Italienisch, Englisch), Modi (Verbalsprache, Gestik, Scherzen, ...) und Varietäten (Fachsprache, Alltagssprache) verwenden. So nutzen sie alltagssprachliche Formulierungen (z. B. „am Zitronenbaum chillen“), um Alltagserfahrungen in die Argumentation einzubinden, und nonverbale Mittel wie Gesten (z. B. Faust zum Oberkörper ziehen), um ihr Verstehen fachlicher Konzepte zu veranschaulichen bzw. auch um ihren Standpunkt zu stützen (Multimodalität für Gruppeninteraktionen im naturwissenschaftlichen Unterricht typisch nach [40]). Spätestens in den schriftlichen Produkten (Hypothesen) nutzen die Schüler:innen auch verbale fach-sprachliche Mittel für die Begründung ihres Standpunkts.

Das sensiMINT-Unterrichtsmaterial unterstützt die Lernenden in dem Prozess, die unterschiedlichen sprachlichen Ressourcen schlussendlich in eine fachsprachliche Ausdrucksweise zu überführen; einerseits durch fachliche Hilfestellungen (Modelle, Informationstext) und andererseits durch sprachliche Hilfestellungen (*wenn-dann-weiß*-Satzstruktur). Dieser Prozess wird in der Fachliteratur als *transduction* bezeichnet und ist mehr als eine simple Übersetzung: “[T]his process entails students achieving both complementarity as well as coherence or consistency of meanings across modes, but is not reducible to mono-modal ‘translation’ of a singular meaning” [41]. Die Komplexität dieses Prozesses zeigt sich v. a. in den Ausschnitten des Fallbeispiels 2, in denen die Gruppe über einen sehr langen Zeitraum versucht, ein passendes fachsprachliches Verb für ihr Verstehen des Konzepts Absorption zu finden. Um diesen Prozess zu unterstützen ist es wichtig, dass Lernenden im Sinne einer fachspezifischen sprachlichen Bildung ein sprachlich reichhaltiges Angebot gemacht wird.

6. Fazit

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Analysen der Gruppeninteraktionsphasen die von Hägi-Mead und Kolleginnen [5] vorgeschlagenen Qualitätskriterien für sprachbildendes Unterrichtsmaterial illustrieren. Für eine sprachbildende Unterrichtspraxis ist es in dieser Hinsicht zentral, dass die Lernenden viel Zeit für ihr sprachliches Handeln bekommen und eine Aufgabe, bei der sie ein konkretes fachsprachliches Produkt erarbeiten sollen. Für dessen Erarbeitung erhalten sie im Prozess fachliche und sprachliche Hilfestellungen und ein reichhaltiges sprachliches Angebot zur Verfügung gestellt bekommen. Der mikroanalytische Ansatz dieser Studie zeigt, dass die Lernenden dieses Angebot – also Zeit und Material –

auch tatsächlich für intensives fachliches Argumentieren in der Gruppe nutzen. Sprachbildung ist hier also keineswegs Zusatz- oder Fremdleistung, sondern schafft einen produktiven Rahmen für fachliches Lernen. Somit können wir für die Evaluation dieser sensiMINT-Unterrichtsreihe ein positives Fazit ziehen und zu deren Nutzung in der Praxis ermutigen, wobei wir auch zu einer fächerübergreifenden Nutzung anregen [42].

Für die Weiterentwicklung des Materials bzw. in der selbstständigen Nutzung des Materials durch Lehrpersonen wäre laut aktueller Studienlage eine explizite Erarbeitung und Reflexion von Argumentationsstrukturen (z. B. [16][9]) und das explizite Adressieren des Themas Ungewissheit als Teil der Natur der Naturwissenschaften (*Nature of Science*) hilfreich [37], wobei vor allem ein Fokus auf das Einfordern von fachlichen Begründungen für die Behauptungen einzelner Schüler:innen gelegt werden sollte. Die explorative qualitative Fallstudie liefert

erste Evidenzen, die in weitere systematische fachdidaktische Forschung ausgebaut werden sollten.

Insgesamt bilanzieren auch wir in einem ersten Schritt positiv und schließen uns aus argumentations- und fachdidaktischer Perspektive dem abschließenden Feedback einer Schülerin an: „*Also mir hat's gefallen, ich find' die Stunde eigentlich sehr schön organisiert!*“

Cordula Schwarze Philipps-Universität Marburg,

Germanistik und Kunstwissenschaften,

Institut für Germanistische Sprachwissenschaft

Christian Sandner Schulamt der Stadt Nürnberg

Erika Wolter Marie-Therese-Gymnasium Erlangen

Johanna Taglieber Universität Innsbruck, Arbeitsbereich

Didaktik der Biologie, Institut für Fachdidaktik,

Bereich Mathematik und Naturwissenschaften

Literatur

- [1] Taglieber, J., Pieber, C., Kapelari, S., Dür, W., Hinger, B., Identifying language requirements of pre-scientific writing for learners in science education using a task-based needs analysis. *Pedagogical Linguistics*, 2023, 30 S.
- [2] Cho, S., McDonough, J. T., Meeting the Needs of High School Science Teachers in English Language Learner Instruction. *Journal of Science Teacher Education*, 2009, 20(4), S. 385-402.
- [3] Tajmel, T., DaZ-Förderung im naturwissenschaftlichen Fachunterricht. In: Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache. Ahrenholz, B. (Hrsg.), 2010, Narr Francke Attempto Verlag: Tübingen, S. 167-184.
- [4] Heine, L., Theoretische Überlegungen zur Modellierung und Erforschung von integrativem Fach- und Sprachenlernen. In: Zweite „Tagung der Fachdidaktik“ 2015. Sprachsensibler Sach-Fach-Unterricht – Sprachen im Sprachunterricht. Hinger, B. (Hrsg.), 2016, Innsbruck University Press: Innsbruck, S. 75-93.
- [5] Hägi-Mead, S., Peschel, C., Pliska-Halilovic, E., Qualitätssiegel. Kriterienraster zur Zertifizierung erfolgreicher sprachsensibler Unterrichtsstundenkonzepte. 2023, <https://www.sensimint.eu/outputs/kopie-sensimint-qualit%C3%A4tssiegel>.
- [6] Haller, R., Jamshidpour, A., Sandner, C., Satzinger, V., Schwarze, C., Steger, M., Taglieber, J., Wolter, E., „Heute trag' ich rot, morgen schwarz“, sagt sich der Marienkäfer 1/4. Begründete Hypothesen zur Angepasstheit von Marienkäfern formulieren. 2023. <https://www.sensimint.eu/unterrichtsmaterialien>.
- [7] Sandner, C., Haller, R., Jamshidpour, A., Satzinger, V., Schwarze, C., Steger, M., Taglieber, J., Wolter, E., „Heute trag' ich rot, morgen schwarz“, sagt sich der Marienkäfer 2/4. Begründete Hypothesen zur Angepasstheit von Marienkäfern fachlich und sprachlich überprüfen. 2023, <https://www.sensimint.eu/unterrichtsmaterialien>.
- [8] Harren, I., Fachliche Inhalte sprachlich ausdrücken lernen. Sprachliche Hürden und interaktive Vermittlungsverfahren im naturwissenschaftlichen Unterrichtsgespräch in der Mittel- und Oberstufe. 2015, Mannheim: Verlag für Gesprächsforschung.
- [9] Gresch, H., Schwanewedel, J., Argumentieren als naturwissenschaftliche Praktik. In: Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis. Groß, J., Hammann, M., Schmiemann, P., Zabel, J. (Hrsg.), 2019, Berlin Heidelberg: Springer, S. 167-185.
- [10] Heering, P., Kremer, K., Nature of Science. In: Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Krüger, D., Parchmann, I., Schecker, H. (Hrsg.), 2018, Berlin Heidelberg: Springer, S. 105-119.
- [11] McComas, W. F., Principal Elements of Nature of Science. Informing Science Teaching while Dispelling Myths. In: *Nature of Science in Science Instruction. Rationales and Strategies*. McComas, W. F. (Hrsg.), 2020, Springer, S. 35-65.
- [12] Schicker, S., Schmöller-Eibinger, S. (Hrsg.). 2021, ar|gu|men|tie|ren. Eine zentrale Sprachhandlung im Fach- und Sprachunterricht. Weinheim: Beltz; Beltz Juventa.
- [13] Schwarz, B. B., Argumentation and Learning. In: *Argumentation and Education. Theoretical Foundations and Practices*. Muller Mirza, N., Perret-Clermont, A.-N. (Hrsg.), 2009, Springer US: Boston, MA, S. 91-126.
- [14] Ehlich, K., Argumentieren als sprachliche Ressource des diskursiven Lernens. In: *Diskursive und textuelle Strukturen in der Hochschuldidaktik*. Hornung, A., Carrobio, G., Sorrentino, D. (Hrsg.), 2014, Waxmann: Münster, New York, S. 41-54.
- [15] Budke, A., Meyer, M., Fachlich argumentieren lernen – Die Bedeutung der Argumentation in den unterschiedlichen Schulfächern. In: *Fachlich argumentieren lernen. Didaktische Forschungen zur Argumentation in den Unterrichtsfächern*. Budke, A., Kuckuck, M., Meyer, M., Schäbitz, F., Schlüter, K., Weiss, G. (Hrsg.), 2015, Waxmann: Münster, New York, S. 9-28.
- [16] Toulmin, S. E., Der Gebrauch von Argumenten. 1975, Kronberg/Ts.: Scriptor-Verlag.
- [17] Schwarze, C., Formen und Funktionen von Topoi im Gespräch. 2010, Frankfurt, M.: Peter Lang.
- [18] Kienpointner, M., Alltagslogik. Struktur und Funktion von Argumentationsmustern. 1992, Stuttgart: Frommann-Holzboog.
- [19] Schwarze, C., Was ist ein gutes Argument? – Zu Analyse, Reflexion und Beurteilung mündlichen Argumentierens. In: Zweite „Tagung der Fachdidaktik“ 2015. Sprachsensibler Sach-Fach-Unterricht – Sprachen im Sprachunterricht. Hinger, B. (Hrsg.), 2016, Innsbruck University Press: Innsbruck, S. 161-190.
- [20] Grundler, E., Kompetent argumentieren. Ein gesprächsanalytisch fundiertes Modell. 2011, Tübingen: Stauffenburg.
- [21] Aufschnaiter, C. von, Precht, H., Argumentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Krüger, D., Parchmann, I., Schecker, H. (Hrsg.), 2018, Berlin Heidelberg: Springer, S. 87-104.

- [22] Schicker, S., Schmölzer-Eibinger, S., Niederdorfer, L., Zuerst mündlich, dann schriftlich? Theoretische Verortung und empirische Evidenzen zur schulischen Förderung schriftlicher Argumentationsfähigkeiten durch vorgelegtes mündliches Argumentieren – ein Blick auf den internationalen Forschungsdiskurs. In: ar|gul|men|tie|ren. Eine zentrale Sprachhandlung im Fach- und Sprachunterricht. Schicker, S., Schmölzer-Eibinger, S. (Hrsg.), 2021, Beltz Juventa: Weinheim, S. 12-27.
- [23] Quasthoff, U. M., Heller, V., Morek, M., Diskurserwerb in Familie, Peergroup und Unterricht. Passungen und Teilhabechancen. 2021, Berlin, Boston: De Gruyter.
- [24] Heller, V., Morek, M., Unterrichtsgespräche als Erwerbskontext: Kommunikative Gelegenheiten für bildungssprachliche Praktiken erkennen und nutzen. leseforum.ch. 2015, 3, S. 1-23.
- [25] Böttcher, F., Meisert, A., Modellbasiertes naturwissenschaftliches Argumentieren im Biologieunterricht. In: Fachlich argumentieren lernen. Didaktische Forschungen zur Argumentation in den Unterrichtsfächern. Budke, A., Kuckuck, M., Meyer, M., Schäbitz, F., Schlüter, K., Weiss, G. (Hrsg.), 2015, Waxmann: Münster, New York, S. 248-269.
- [26] Deppermann, A., Gespräche analysieren. Eine Einführung. 2008, Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss.
- [27] Heller, V., Morek, M., Gesprächsanalyse. Mikroanalytische Beschreibung sprachlicher Interaktion in Bildungs- und Lernzusammenhängen. In: Empirische Bildungsforschung in der Deutschdidaktik – Erhebungs- und Auswertungsverfahren in ihrer Anwendung. Boelman, J. (Hrsg.), 2016, Schneider Hohengehren: Baltmannsweiler, S. 221-244.
- [28] Deppermann, A., Hartung, M. (Hrsg.). 2006, Argumentieren in Gesprächen. Gesprächsanalytische Studien. Tübingen: Stauffenburg.
- [29] Mayring, P., Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 2022, Weinheim: Beltz.
- [30] Schmidt, T., Wörner, K., EXMARaLDA. In: The Oxford handbook of corpus phonology. 1. Aufl. Durand, J., Gut, U., Kristoffersen, G. (Hrsg.), 2014, Oxford University Press: Oxford, S. 402-419. online verfügbar unter exmaralda.org
- [31] Selting, M., Auer, P., Barth-Weingarten, Dagmar, et al., Gesprächsanalytisches Transkriptionssystem 2 (GAT 2). Gesprächsforschung – Online-Zeitschrift zur verbalen Interaktion, 2009, 10), S. 353-402.
- [32] Deppermann, A., Wissen im Gespräch. In: Handbuch Text und Gespräch. Birkner, K., Janich, N. (Hrsg.), 2018, De Gruyter: Berlin/Boston, S. 104-142.
- [33] Deppermann, A., Lucius-Hoene, G., Argumentatives Erzählen. In: Argumentieren in Gesprächen. Gesprächsanalytische Studien. Deppermann, A., Hartung, M. (Hrsg.), 2006, Stauffenburg: Tübingen, S. 130-144.
- [34] Oliveira, A. W., Sadler, T. D., Interactive patterns and conceptual convergence during student collaborations in science. Journal of Research in Science Teaching, 2008, 45(5), S. 634-658.
- [35] Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache. Eintrag „Kollokation“, 2024, <https://www.dwds.de/wb/Kollokation> (letzter Zugriff am 27.1.2024).
- [36] Kersting, M., Haglund, J., Steier, R., A Growing Body of Knowledge. On Four Different Senses of Embodiment in Science Education. Science & Education, 2021, 30(5), S. 1183-1210.
- [37] Schwanewedel, J., Lübke, B., Ohlhoff, D., Ungewissheit und Biologie? Ungewissheit als Wesensmerkmal der Biologie denken lernen. Unterricht Biologie, 2023, 487, S. 2-9.
- [38] Riemeier, T., Moderater Konstruktivismus. In: Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden. Krüger, D., Vogt, H. (Hrsg.), 2007, Springer: Berlin, Heidelberg, S. 69-79.
- [39] Gropengießer, H., Marohn, A., Schülervorstellungen und Conceptual Change. In: Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Krüger, D., Parchmann, I., Schecker, H. (Hrsg.), 2018, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, S. 49-67.
- [40] Siry, C., Gorges, A., Young students' diverse resources for meaning making in science: learning from multilingual contexts. International Journal of Science Education, 2020, 42(14), S. 2364-2386.
- [41] Prain, V., Tytler, R., Theorising Learning in Science Through Integrating Multimodal Representations. Research in Science Education, 2021, 1(2), S. 805-817.
- [42] Schwarze, C., Wolter, E., Haller, R., Jamshidpour, A., Sandner, C., Satzinger, V., Steger, M., Taglieber, J., „Heute trag' ich rot, morgen schwarz“, sagt sich der Marienkäfer 4/4. Forschungsisierte Reflexion über Sprache anhand der Frage „Warum heißt der Marienkäfer Marienkäfer und wird er überall so genannt?, 2023, <https://www.sensimint.eu/unterrichtsmaterialien>.

Perspektiven von Lehrpersonen auf sprachsensibles Unterrichtsmaterial

Rosi Ritter, Christian Sandner und Johanna Taglieber

1. Die Rolle und das Konzept von Lehrpersonen im und von sprachsensiblem Fachunterricht

Die Notwendigkeit einer durchgängigen Sprachbildung wird seit einigen Jahren sowohl in der Forschung als auch der Unterrichtspraxis deutlich [1]. Lehrpersonen, die dieser Forderung nachkommen möchten, stehen jedoch vor vielseitigen Herausforderungen [2][3][4][5]; nicht zuletzt, da das Konzept des sprachsensiblen Fachunterrichts (SFU) [6] und die Rollen und Aufgaben der einzelnen Fachlehrpersonen im Kontext einer durchgängigen Sprachbildung immer noch nicht klar definiert und damit für viele Lehrpersonen schwer greifbar sind [7][8][9]. Dies führt zu unterschiedlichen Vorstellungen bzgl. der Rolle der Sprache und der Lehrpersonen, wobei der SFU Gefahr läuft, als Zusatzaufgabe oder sogar „als eine Fremdleistung betrachtet zu werden“, der angesichts sowieso schon begrenzter Ressourcen nur wenig Aufmerksamkeit gewidmet werden kann [3] (S. 76).

In der Fachliteratur finden sich ebenso unterschiedliche Begrifflichkeiten und damit unterschiedliche Konzeptualisierungen von SFU, die wiederum nicht einheitlich verwendet werden. Allgemein wird u. a. zwischen *Sprachbildung* und *Sprachförderung* unterschieden. Während *Sprachförderung* eher defizitorientiert ist und „gezielte Fördermaßnahmen [umfasst], die sich an Kinder und Jugendliche mit besonderen Schwierigkeiten oder Entwicklungsverzögerungen richten“, ist die Zielgruppe von *Sprachbildung* allgemeiner und umfasst „alle durch das Bildungssystem systematisch angeregten Sprachentwicklungsprozesse“ und somit auch alle Schüler:innen ([6] S. 91). Der SFU ordnet sich in diesem Kontext – in vielen Definitionen – als fachspezifische Sprachbildung für alle Schüler:innen ein [10][11][12] (für eine ausführliche Darstellung siehe auch Peschel & Pliska-Halilović in diesem Heft).

Angesichts dieser uneinheitlichen Konzeptualisierungen von SFU und den jeweiligen Rollen ist es nicht verwunderlich, dass Riebling [2] durch eine Fragebogenuntersuchung mit 229 Hamburger Lehrpersonen auch unterschiedliche Handlungstypen von Lehrpersonen im Umgang mit sprachlicher Heterogenität von Lernenden identifiziert: (A) einen explizit sprachorientierten Typ, (B1) einen entlastenden sprachorientierten Typ, (B2) einen weniger entlastenden sprachorientierten Typ, (C) einen ausschließlich entlastenden Typ und (D) einen wenig sprachorientierten Typ. Diese Typen unterscheiden sich vor allem in der Ausprägung der sprachlichen Entlastung und sprachlichen Bildung und deuten auf unterschiedliche Konzepte von SFU hin. Ein gemeinsames Konzept von SFU wäre für

die Entwicklung fachspezifischer Sprachbildungsangebote aber dringend notwendig und ist auch eine Voraussetzung für das Gelingen des SFU, sowohl auf individueller als auch institutioneller und bildungspolitischer Ebene.

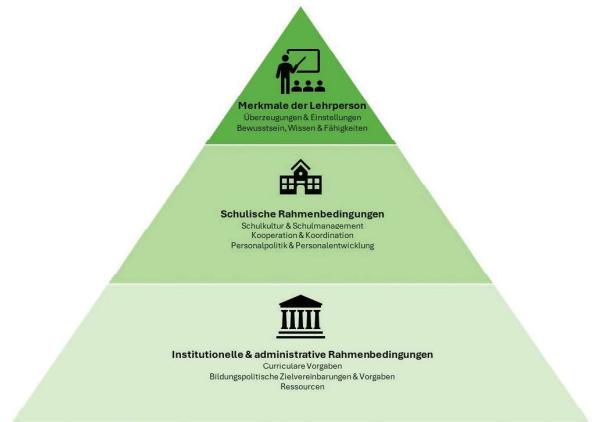


Abbildung 1: Gelingensbedingungen des SFU (eigene Abbildung in Anlehnung an Riebling 2013)

Wie Abbildung 1 zeigt, sind die Gelingensbedingungen des SFU vielschichtig. Der Lehrperson kommt darin – neben schulischen, institutionellen und administrativen Rahmenbedingungen – eine zentrale Rolle zu [2][4][13]. Für die erfolgreiche Entwicklung und Umsetzung eines SFU sind somit die folgenden Professionalitätsmerkmale von Lehrpersonen wichtig: Überzeugungen und Einstellungen der Lehrpersonen gegenüber dem SFU sowie Bewusstsein, Wissen und Fähigkeiten in Hinblick auf die Sprache des eigenen Fachs. Dazu zählen [14][2][13]:

- ein **Bewusstsein**, bspw. für sprachliche Anforderungen des eigenen Fachs (z. B. Fachbegriffe, die im Alltag eine andere Bedeutung haben als im Fach),
- **Wissen**, bspw. über Register (z. B. Alltags-, Bildungs-, Fachsprache) des Fachunterrichts, Methoden (z. B. zur Förderung von Lesen, Schreiben und Sprachreflexion) und
- **Fähigkeiten**, bspw. pädagogisch-didaktische Fähigkeiten zur Integration sprachlicher Bildung in den eigenen Unterricht (z. B. Fähigkeit zur Diagnose sprachlicher Lernvoraussetzungen, Gestaltung von sprachbildenden Lernumgebungen).

Lehrpersonen brauchen also spezifische Professionalitätsmerkmale, um sprachsensiblen Unterricht im jeweiligen Fach anbieten zu können. Für die (Weiter-)Entwicklung dieser Professionalitätsmerkmale ist eine entsprechende Sensibilisierung und Professionalisierung der Lehrpersonen notwendig, wobei die Bereitschaft dazu häufig auf Eigeninitiative beruht

und somit u. a. von den Überzeugungen und Einstellungen der jeweiligen Lehrperson abhängt [2]. Zusätzlich zeigt die Erfahrung im Projekt sensiMINT¹, dass punktuelle Fortbildungen häufig nicht ausreichend sind. Stattdessen ist ein kontinuierlicher und ko-konstruktiver Professionalisierungsprozess im Kollegium und darüber hinaus zielführender. So wurde im Projekt sensiMINT ein Coaching-Curriculum vorgestellt, das modular-kumulativ Begleit- und Betreuungsangebote sowie Fortbildungskonzepte für Mentor:innen-Tandems und Schulkollegien in einem lokalen bzw. regionalen Netzwerk vorhält (siehe auch Ritter & Fussangel in diesem Heft sowie [15]).

2. Forschungsfragen

In diesem Beitrag arbeiten wir Perspektiven von Lehrpersonen für Deutsch und naturwissenschaftliche Fächer auf sprachsensibles Unterrichtsmaterial heraus. Dabei fokussieren wir uns auf das Konzept der Lehrpersonen von SFU, also auf die in Abbildung 1 an der Spitze dargestellte individuelle Ebene. Dazu untersuchen wir die folgenden Forschungsfragen:

F1 Was verstehen die Lehrpersonen unter SFU?

F2 Welche Perspektiven haben die Lehrpersonen auf die sensiMINT-Materialien?

3. Material und Methodik

3.1 Stichprobe und Methodik

Zur Beantwortung von F1 wurden Ergebnisse aus einer Interviewstudie (problemzentriertes Interview, [16]) herangezogen, in der insgesamt sieben Lehrpersonen aus dem Erasmus+ Projekt sensiMINT (<https://www.sensimint.eu>) zu ihrem Konzept von SFU befragt wurden (für eine ausführliche Darstellung siehe [9]). Die befragten Lehrpersonen unterrichten alle an Gymnasien im deutschsprachigen Raum (Deutschland, Österreich, Schweiz, Südtirol). Zum Zeitpunkt der Befragung waren die Lehrpersonen bereits 2,5 Jahre im Projekt tätig, haben sich also intensiv mit dem Konzept des SFU auseinandergesetzt. Tabelle 1 zeigt Details der Stichprobe:

Tabelle 1: Stichprobe1; Interview Definition SFU

LP	Geschlecht	Fach
A	m	Biologie und Chemie
B	w	Biologie und Chemie
C	m	Chemie
D	w	Biologie und Chemie,
E	w	Deutsch und Französisch
F	w	Biologie und Chemie
G	w	Biologie

¹ Erasmus+ Projekt sensiMINT: Sprachsensibler Biologie- und Chemieunterricht – Kontext und Materialien Interdisziplinär reflektiert. Fördernummer: 2020-1-AT01-KA201-078144. Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung tragen allein die Verfasser:innen; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Zur Beantwortung von F2 wurden fünf Lehrpersonen gebeten, ein im Projekt sensiMINT entstandenes Unterrichtsstundenkonzept zu sichten, dabei ihre Gedanken laut zu äußern (Lautes Denken, [17]) und an einem semi-strukturierten Leitfadeninterview teilzunehmen [18]. Die befragten Lehrpersonen waren weder am Projekt beteiligt noch kannten sie die Materialien. Die Lehrpersonen unterrichten alle an Realschulen oder Gymnasien in Deutschland (Bayern). Tabelle 2 zeigt Details der Stichprobe.

Tabelle 2: Stichprobe 2; Proband:innen Materialsichtung und -beurteilung

LP	Geschlecht	Fach
1	w	Deutsch/Geographie
2	m	Englisch/Deutsch
3	w	Biologie/Französisch
4	w	Biologie/Chemie
5	m	Biologie/Chemie

3.2 Datenerhebung

Während eines Projekt-Arbeitstreffen wurden die projekt-internen Lehrpersonen (Stichprobe 1) je einzeln zu ihren subjektiven Definitionen von SFU befragt. Die Interviewfrage lautete: „Was verstehst du unter sprachsensiblem Unterricht?“, die Lehrpersonen waren aufgefordert, ihre subjektive Definition möglichst präzise zu äußern. Im Sinne der Methodik des problemzentrierten Interviews wurden weitergehende Fragen gestellt, z. B. „Was braucht es, um Unterricht sprachsensibel zu gestalten?“. Die Aussagen der Lehrpersonen erlauben Rückschlüsse auf deren subjektiven Konzepte von sprachsensiblem Unterricht und deren Rollen darin als Lehrpersonen.

Den Lehrpersonen der Stichprobe 2 wurde ein Beispiel des sensiMINT-Unterrichtsstundenkonzeptes „Der ewige Kreis“ (siehe auch Taglieber & Wolter in diesem Heft) zur Ansicht vorgelegt und sie wurden gebeten, bei der Ansicht ihre Gedanken zu verbalisieren. Darauf folgte ein Interview mit fünf Leitfragen, die sich auf das Material, dessen zugeschriebene Sprachsensibilität sowie die Einsetzbarkeit beziehen. Diese Datengrundlage erlaubt Rückschlüsse auf das Wissen und die Einstellungen der Lehrpersonen bzgl. der sprachsensiblen Gestaltung von Aufgaben und den Einbezug des Sprachlernens in das Fachlernen. So kann aus den Daten extrahiert werden, inwieweit nach Überzeugung der Lehrpersonen Sprache als add-on bzw. als integraler Teil des Fachlernens interpretiert wird.

Die Laut-Denk-Protokolle und die Interviews wurden mittels eines Audio-Aufnahmegerätes aufgezeichnet. Die interviewenden und interviewten Personen waren einander bekannt. Die Datenerhebung fand im März 2023 (Stichprobe 1) bzw. Juli/August 2023 (Stichprobe 2) statt.

3.3 Datenauswertung

Die audiographierten Interviews und Laut-Denk-Protokolle wurden nach dem einfachen Transkriptionssystem nach [19] transkribiert und mithilfe der Software MAXQDA2022 analysiert. Für die Interviews zu F1 wurde eine qualitative, kategorienbildende Inhaltsanalyse mithilfe eines deduktiv-induktivem Mischvorgehens [20] gewählt, für F2 wurde eine strukturierende Inhaltsanalyse [21] durchgeführt.

4. Ergebnisse

4.1 F1 Was verstehen Lehrpersonen unter SFU?

Zur Beantwortung von F1 wurde das Datenmaterial im Hinblick auf Aussagen der befragten Lehrpersonen zur Rolle der Lehrperson im SFU analysiert, insbesondere im Abgleich mit den von Riebling [2] beschriebenen Typen (s. o.)².

Dabei wird die Rolle der Lehrpersonen weitgehend übereinstimmend darin gesehen, dass sie im sprachsensiblen Unterricht sprachliches Vorbild sein sollten:

„Sprachsensibler Unterricht bedeutet für mich, dass ich selber als Sprachmodell diene“ (LPD).

Darüber hinaus besteht unter den befragten Lehrpersonen weitestgehend Einigkeit, dass sie im SFU als sprachliche Begleiter:innen und Unterstützer:innen fungieren sollten. So betont eine Lehrperson, dass es wichtig sei

„die Alltagssprache in die Vorbereitung mit einzubinden der Schülerinnen und Schüler, und dann den Weg mit ihnen bewusster zu bestreiten zur Fachsprache“ (LPC).

Dieses Konzept von SFU entspricht dem Typ A, explizit sprachorientiert. Eine andere Lehrperson sieht ihre Aufgabe darin, dass

„ich versuche auf die Klasse zu hören, ob sie verstehen, was ich mache, indem ich ihnen versuche Sprachhilfen zu bieten und ehm, ja Sprechanlässe generiere“ (LPF).

Dies könnte dem weniger entlastenden sprachorientierten Typ B2 zugeordnet werden. Ebenso wird angemerkt, dass eine Lehrperson im SFU

„einfach auf Sprache ganz bewusst achte[n sollte] und diese nicht als einfach nur so nebenbei und eh, das läuft eh so [...]“ (LPA)

betrachten sollte, was dem Typ B1 zugeordnet werden könnte (sprachentlastend und sprachbildend). Allerdings wird z. T. auch die Notwendigkeit der anfänglichen sprachlichen Vereinfachung zugunsten des fachlichen Lernens betont. So beschreibt eine Lehrperson, dass es wichtig sei, zunächst

[...] ein sehr geringes sprachliches Niveau, das ggf. nicht die Altersgruppe widerspiegelt oder das Anforderungsniveau, man ermöglicht aber dadurch, dass der Inhalt leichter verstanden wird.“ (LPE)

notwendig sei. Diese Auffassung entspricht dem ausschließlich sprachentlastendem Typ C.

Mit Ausnahme des Typus D, wenig sprachorientiert, lassen sich also die Typen, wie sie von Riebling [2] beschrieben wurden, in den Daten wiederfinden. Dass Typus D nicht vertreten ist, liegt vermutlich daran, dass die befragten Personen freiwillig in dem Projekt sensiMINT teilnahmen und ihnen damit die Rolle der Sprache beim Fachlernen ohnehin sehr bewusst ist.

4.2 F2 Welche Perspektiven haben Lehrpersonen auf die sensiMINT-Materialien?

Zur Beantwortung von F2 wurden die Laut-Denk-Protokolle der Lehrpersonen analysiert, wobei die Perspektiven der Lehrpersonen auf das Material in zwei Kategorien eingeteilt wurden: Anmerkungen und Fragen zur Gestaltung des Materials einerseits und Anmerkungen und Fragen zur konkreten Durchführung im Unterricht andererseits.

Gestaltung des Materials:

Mehrheitlich achten die befragten Lehrpersonen bei der Durchsicht des Unterrichtsmaterials auf dessen äußere Gestaltung und die Aufgabenformulierung, wie die folgende Anmerkung von LP1 zeigt: „Also die Tabelle finde ich unübersichtlich und vom Text her zu klein geschrieben“. Aspekte des SFU werden hingegen seltener angesprochen. Dabei zeigt sich u. a., dass selbst Unterrichtsmaterial, das explizit sprachsensibel gestaltet ist, aus der Sicht der Lehrperson zu einer sprachlichen Überforderung der Schüler:innen führen könnte. Eine Lehrperson äußert bei der Durchsicht die Feststellung „... ich weiß, dass das einerseits gewünscht ist – aber es ist schon sehr sehr textlastig“ (LP4). Ebenso äußert diese Lehrperson: „ich denke, dass von unseren Schülern viele sprachlich zu schwach wären, um das zu leisten“ (LP4). Positiv werden daher sprachliche Hilfestellungen im Material hervorgehoben, wobei auch hier z. T. hinterfragt wird, ob das Niveau der jeweiligen Hilfestellung für die eigenen Schüler:innen passend wäre: „Puhuh. Also das weiß ich jetzt nicht inwiefern diese Hilfskarten wirklich hilfreich sind für Schüler, weil das ist viel zu viel Text.“ (LP1) Hinsichtlich der Auswahl an Fachbegriffen wäre es daher einigen der befragten Lehrpersonen ein Anliegen, das Material noch weiter sprachlich zu vereinfachen und bspw. weniger Fachbegriffe zu verwenden: „Ich frage mich auch gerade, ob das nötig ist so viele äußerst fachliche Fachbegriffe [...] einzuflechten. Ob man den Sachverhalt nicht auch gut beschreiben und verstehen könnte, ohne – ähm – ohne so ins Detail zu gehen.“ (LP4)

Konkrete Durchführung im Unterricht

Hinsichtlich der konkreten Durchführung im Unterricht merken die befragten Lehrpersonen bei der Materialdurchsicht allgemeine methodische bzw. didaktische Aspekte wie die

² Obschon die von Riebling identifizierten Typen personengebunden und damit nicht an einzelnen Aussagen von Personen festgemacht werden können, legen wir diese Typisierung hier zu Grunde. Die Darstellung hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll lediglich der Orientierung dienen.

Sozialform oder Modalität der Durchführung an, wie die folgende Frage von LP2 zeigt: „*Festhalten müssen die da gar nichts? Das ist nur mündlich?*“ Auch hier werden Aspekte des SFU seltener angesprochen, wobei vor allem die fächerübergreifende Zusammenarbeit mit dem Deutschunterricht thematisiert wird. Hier deuten die Daten darauf hin, dass die befragten Lehrpersonen ein eher isoliertes Konzept der einzelnen Fächer haben und klar zwischen Fachexpertisen trennen: „*Komplex, aber die werden das schon\ also die Deutsch-Lehrer werden wissen, ob die Kinder das checken. Deswegen, das ist mir jetzt egal.*“ (LP3) bzw. „*also aus biologischer Sicht kann ich es ja nicht sagen. Ich bin ja kein Bio-Lehrer.*“ (LP1)

Konzept von SFU

Explizit danach gefragt, was das Sprachsensible am Material sei, äußert eine Lehrperson: „*Sprachsensibel? Ja ... Ich finde es ist bis auf wenige Ausnahmen relativ schülerfreundlich, was die Satzlänge angeht. Es ist prägnant. Es sind keine Schachtelsätze*“ (LP2). Auch hier wird also deutlich, dass die Lehrperson mit ‚sprachsensibel‘ das Konzept einer sprachlichen Vereinfachung verbindet, ein Konzept, das sich auch unter den anderen befragten Lehrpersonen wiederfinden lässt. Zusätzlich wird deutlich, dass die Lehrpersonen ihr Konzept von SFU in diesem Kontext häufig inspiriert vom vorliegenden Material erklären: „*Das heißt, dass man eigentlich – so hätte ich das jetzt verstanden – mit der Aufgabe, versucht Deutsch als Sprache zu verbinden mit einer Naturwissenschaft, wie zum Beispiel Biologie.*“ (LP3)

5. Diskussion

Insgesamt lässt sich durch die vorliegenden Daten der Eingangsbefund – nämlich, dass die Konzeptualisierung von SFU unter Lehrpersonen heterogen ist – bestätigen. Dabei scheinen vor allem der Erfahrungsschatz der Lehrpersonen sowie deren Einstellungen und Überzeugungen die subjektiven Definitionen von SFU zu prägen. Auch der schulische Kontext dürfte eine wichtige Rolle spielen. Dass viele der projektexternalen Lehrpersonen aus der Stichprobe 2 SFU als sprachliche Vereinfachung sehen und somit eher im Sinne einer Sprachförderung definieren (siehe oben, [6]), lässt sich bspw. sehr wahrscheinlich damit erklären, dass diese Lehrpersonen in Schulen unterrichten, in denen viele Schüler:innen nicht Deutsch als Erstsprache sprechen. Den projektierten Lehrpersonen scheint es hingegen eher ein Anliegen zu sein, als Sprachvorbilder zu fungieren und im Unterricht Sprechansätze

zu schaffen, sodass die Schüler:innen sprachliches und fachliches Lernen verbinden können. Ein Bewusstsein für Sprachbildung im Fachunterricht ist hier eher erkennbar. Für diesen Unterschied zwischen den beiden Stichproben gibt es mehrere Erklärungen: Die projektierten Lehrpersonen hatten im Projekt sensiMINT sicherlich die Möglichkeit, sich intensiver mit dem Konzept des SFU auseinanderzusetzen und so die notwendigen Professionsmerkmale weiterzuentwickeln. Es muss jedoch mitbedacht werden, dass die projektexternalen Lehrpersonen methodisch anders befragt wurden. Explizit nach dem Konzept von SFU gefragt, lässt sich in der Auswertung leichter ein Konzept von SFU ableiten als beim Lauten Denken zum konkreten Material. Zudem wurden die projektexternalen Lehrpersonen nach ihrer Meinung zu einem noch unfertigen Material befragt; dieser Umstand triggert vielleicht verstärkt Kommentare zur äußeren Gestaltung. Ebenso waren die Stichproben für die Fragestellung sehr klein, sodass die Kontexte, aus denen heraus die Fragen beantwortet wurden (z. B. jeweiliges Schüler:innen-Klientel) einen höheren Einfluss hatten.

Um das Desiderat der durchgängigen Sprachbildung – anstelle einer eher defizitorientierten Sprachförderung – zu bedienen, scheint es daher notwendig, dass Lehrpersonen umfangreiche Fortbildungen erhalten, um die o. g. Professionalitätsmerkmale zu entwickeln. Dabei wäre es von großem Vorteil, die Fortbildungen sowohl auf theoretischer als auch auf praktischer Ebene zu gestalten, sodass die Konzeptualisierung von und die Rolle der Lehrperson im sprachsensiblen Unterricht adressiert werden können. Gleichzeitig scheint es angezeigt, kollegiumsinterne Kooperationen, auch fächerverbindend, anzustreben, sodass sprachliches und fachliches Lernen verbunden werden können. Die im Projekt sensiMINT erstellten Materialien könnten sich dafür besonders eignen, sind sie doch sprach- und sachfach-verbindend konzipiert und explizit für den sprachsensiblen Unterricht entwickelt worden.

Rosi Ritter *Bergische Universität Wuppertal,*

Empirische Schulforschung, Institut für

Bildungsforschung in der School of Education

Christian Sandner *Schulamt der Stadt Nürnberg*

Johanna Taglieber *Universität Innsbruck, Arbeitsbereich*

Didaktik der Biologie, Institut für Fachdidaktik,

Bereich Mathematik und Naturwissenschaften

Literatur

Die vollständige Literaturliste finden Sie auf unserer Homepage unter www.pluslucis.org.

Wo steckt die Säure in der Salzsäure?

Wie ein sprachbildender* Zugang im Chemieunterricht der Sekundarstufe beim Lernen eines sprachlich und fachlich komplexen Themas unterstützen kann

Stefan Dolder, Rita Krebs und Anja Lembens

*) Wie von Taglieber und Wolter in diesem Heft diskutiert, kursieren zum Thema Sprache und Fachunterricht viele verschiedene Begrifflichkeiten. Wir haben uns hier – wie von [10] empfohlen, für den Begriff der Sprachbildung entschieden. Im Vergleich zur Sprachbewusstheit und Sprachsensibilität zielt die Sprachbildung auf eine Bildung für alle ab.

1. Einleitung

Kaum ein Thema in der Chemie hat in der Fachwissenschaft, Didaktik und im Chemieunterricht so viel Aufmerksamkeit erlangt wie Säure-Base-Reaktionen. Das Entwickeln von Säure-Base-Konzepten geht zurück bis ins Altertum [1]. Inzwischen existieren unzählige verschiedene Konzepte, die in jeweils spezifischen Kontexten gelten. Boyles Säure-Base-Konzept beschreibt zum Beispiel das Verhalten des aus Flechten gewonnenen Farbstoffs Lackmus bei Kontakt mit sauren und basischen Lösungen, wobei saure Lösungen eine rote und basische eine blaue Färbung verursachen. Die Vielzahl an Konzepten und Modellen zum Thema hat in der Chemie und im Alltag in vielerlei Hinsicht Spuren hinterlassen: Der Name „Sauerstoff“ geht zurück auf das Säure-Base-Konzept nach Lavoisier, nach dem Sauerstoff das Prinzip acidifiant ist, also der Stoff, der eine Säure „ausmacht“. Das irreführende Gleichsetzen von Säure-Base-Reaktion nach moderneren Vorstellungen (z. B. Brønsted, Lewis) mit einer Neutralisationsreaktion – also dem Reagieren von Hydroxid-Ionen und Oxonium-Ionen zu Wasser-Molekülen – hat ihren Ursprung in der Säure-Base-Theorie nach Arrhenius.

De Vos und Pilot [2] bezeichnen das Säure-Base-Kapitel im Chemieunterricht als „Sedimentgestein“, denn anstatt zu entschlacken, sich auf ein Konzept (historisch oder modern) zu konzentrieren und den Alltag der Lernenden sinnvoll miteinzubeziehen, werden verschiedene historische Konzepte vorgestellt und oftmals miteinander vermischt [3][4][5]. Um fachliche und sprachliche Verwirrung sowie die Entwicklung alternativer Konzepte zu vermeiden ist es ratsam, einen einheitlichen und anschlussfähigen Zugang zu wählen, der Säure-Base-Reaktionen als einen Subtyp chemischer Reaktionen vorstellt und auf chemischen Basiskonzepten wie dem Donator-Akzeptor-Konzept aufbaut [6].

Neben der Vermischung unterschiedlicher Konzepte ist der nachlässige Umgang mit fachsprachlichen Bezeichnungen eine unterschätzte Ursache für Lernschwierigkeiten [7]. So hat das

Wort „Säure“ im Brønsted-Konzept eine andere Bedeutung als im Alltag und im Laborjargon (z. B. [8]).

Nachfolgend präsentieren wir einen Unterrichtsvorschlag, der auf dem Säure-Base-Konzept von Brønsted und Lowry beruht. Dem Brønsted-Lowry-Konzept¹ folgend, sind Säuren Teilchen, die im Zuge der Säure-Base-Reaktion (Protolyse) ein Wasserstoff-Ion (Proton) an eine Base abgeben können, während Basen Teilchen sind, die dieses Wasserstoff-Ion (Proton) aufnehmen können [9]. Eine Säure-Base-Reaktion ist demnach eine Protonenübertragungsreaktion, an der immer zwei Partner, Säure-Teilchen und Base-Teilchen, beteiligt sind (vgl. Hägi-Mead, Seibert & Lembens in diesem Heft).

2. Theoretische Hintergrundüberlegungen zu Fachwörtern wie Wasserstoffchlorid² und Salzsäure

Bei der Betrachtung von chemischen Phänomenen und der Erklärung der Ursachen, ist es notwendig, sich der Ecken des Johnstone-Dreiecks bewusst zu sein (Abb. 1). Das Johnstone-Dreieck macht deutlich, dass zur Erklärung eines wahrnehmbaren Phänomens das Eintauchen in die keiner direkten Wahrnehmung zugängliche submikroskopische Welt

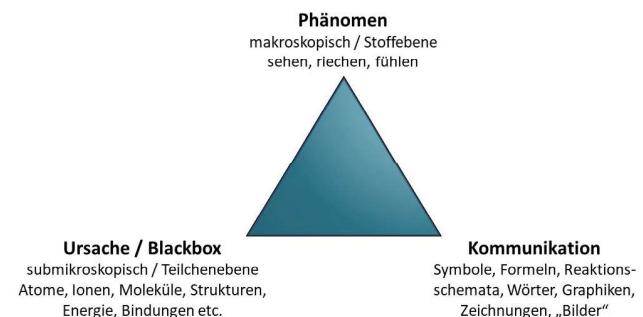


Abbildung 1: Chemisches Dreieck, [11] angelehnt an [12].

¹ Auch wenn Brønsted in seiner Originalpublikation von Säuren und Basen als Stoffen spricht, berufen wir uns hier auf den Kommentar von [2], S. 499, dass sich aufgrund des Bezugs auf Ionen, wie das Ammonium-Ion (NH_4^+), die moderne Interpretation dieses Konzepts von Säuren und Basen als Teilchen ergibt.

² Nach der Definition der IUPAC spricht man bei dieser Verbindung von Hydrogen Chloride. Da im Chemieunterricht eher von Wasserstoff als Hydrogenium gesprochen wird, haben wir uns hier für den Begriff Wasserstoffchlorid entschieden, um möglichst nahe an der vorgegebenen Nomenklatur zu bleiben. Zur Abgrenzung von Salzen bezeichnet man die Verbindung auch als Chlorwasserstoff. Die Bezeichnung Chlorwasserstoff ist in deutschsprachigen Lehr- und Schulbüchern dominierend.

der Teilchen notwendig ist. Um über das Phänomen wie auch dessen Ursache kommunizieren zu können, bedienen wir uns unterschiedlicher Repräsentationen sprachlicher und symbolischer Natur [11].

Ein wahrnehmbares Phänomen bei Säure-Base-Reaktionen ist beispielsweise die Farbänderung von Rotkrautindikator bei Kontakt mit Tafelessig oder einer wässrigen Lösung von Backnatron. Die Ursache für dieses Phänomen kann folgendermaßen erklärt werden: Die erhöhte Konzentration an Oxonium- bzw. Hydroxid-Ionen in der sauren bzw. basischen Lösung führt zur Aufnahme oder Abgabe von Wasserstoff-Ionen (Protonierung/Deprotonierung) bei den Indikator-Teilchen. Diese Veränderung an der Struktur der Indikator-Teilchen führt zu einer Änderung im Lichtabsorptions- und Reflexionsverhalten der Moleküle und somit zu einer sichtbaren Farbänderung. Die Reaktionen und Strukturänderungen auf der Teilchenebene können zum Beispiel mittels Wortgleichungen, Reaktionsgleichung, Strukturformeln oder Modellen visualisiert und kommuniziert werden. Um hier sprachlich und fachlich angemessen zu kommunizieren, sollen nun einige Wörter aus der Fach- und der Alltagssprache vor dem Hintergrund des Johnstone-Dreiecks reflektiert und diskutiert werden.

2.1 „Säure“ – ein unscharfer Terminus

Das Wort „Säure“ ist ein unscharfer Terminus. „Säure“ bezeichnet gleichzeitig Stoff und Teilchen, es handelt sich also bei diesem Wort um ein Homonym [13]. Stoffe, die das Wort „Säure“ im Namen tragen, sind beispielsweise Salzsäure (eine saure Lösung) oder Zitronensäure (ein kristalliner Stoff). In der Alltagssprache sprechen wir davon, dass „Säuren“ den Zahnschmelz im Mund angreifen, sie verursachen Verätzungen im Mund und Rachen bei Reflux und entfernen Verkalkungen am Wasserhahn und in der Kaffeemaschine. Hier ist immer der Stoff gemeint.

Im Gegensatz zu „Säure“ in der Alltagssprache, bezeichnet man in der chemischen Fachsprache Teilchen, die Wasserstoff-Ionen (Protonen) abgeben können, als Säuren. Diese Teilchen existieren nach Brønsted primär im Zuge von Säure-Base-Reaktionen. Hier ist „Säure sein“ die Fähigkeit eines Teilchens, Wasserstoff-Ionen abgeben zu können. Diese Fähigkeit tritt im Zuge einer Säure-Base-Reaktion zu Tage [6]. Es stehen also Eigenschaften von Teilchen im Zentrum, die die Ursache für ein auf der Stoffebene wahrnehmbares Phänomen sind.

2.2 Ist Salzsäure eine Säure?

Nach Betrachtung der verschiedenen Bedeutungen des Wortes „Säure“ in Fach- und Alltagssprache wirkt das Wort „Salzsäure“ umso komplexer. Die Bezeichnungen Salzsäure bzw. *Spiritus salis* stammen aus dem Mittelalter [1]. Es handelt

sich also um den Trivialnamen eines Stoffes und nicht um einen wissenschaftlichen Namen. Nach Römpf [14] sollte Salzsäure als Chlorwasserstoffsäure bezeichnet werden, was bei genauerer Betrachtung jedoch auch irreführend ist. Denn Salzsäure wird durch das Einleiten von Wasserstoffchlorid-Gas in Wasser hergestellt, wobei Wasserstoffchlorid-Moleküle (HCl) mit Wasser-Molekülen (H2O) reagieren und dabei Oxonium-Ionen (H3O+) und Chlorid-Ionen (Cl^-) bilden. Die nach Römpf [14] als Chlorwasserstoffsäure bezeichnete saure Lösung besteht also nicht aus in Wasser gelösten Wasserstoffchlorid-Teilchen (HCl), sondern aus den durch eine chemische Reaktion gebildeten Oxonium-Ionen (H3O+ – den Säure-Teilchen), Wasser-Molekülen und Chlorid-Ionen. Wasserstoffchlorid-Moleküle (HCl) sind starke Säuren, d. h. dass die Wasserstoffchlorid-Teilchen in Wasser fast vollständig ihr Wasserstoff-Ion an Wasser-Moleküle abgeben. Daher liegen in wässriger Lösung nahezu alle Wasserstoffchlorid-Teilchen in protolysierter Form vor.

Das Wort „Salzsäure“ ist folglich mehrfach irreführend:

1. Salzsäure ist nach Brønsted keine Säure, sondern eine saure Lösung. Das Wort Säure bezeichnet Teilchen, welche im Zuge einer Protolyse als Protonendonator agieren können. Das Wort sollte also primär der submikroskopischen Teilchen-Ebene zugeordnet werden.
2. Die saure Lösung Salzsäure entsteht nicht durch Lösen eines Salzes.
3. Der Name Chlorwasserstoffsäure, bzw. das Versehen des Namens mit dem Zusatz HCl als Formel für die Salzsäure, ist problematisch. Tatsächlich enthält diese wässrige Lösung vorrangig Oxonium-Ionen (H3O+) und Chlorid-Ionen (Cl^-) und nicht Wasserstoffchlorid-Moleküle (HCl).

Bei der historisch gewachsenen Bezeichnung „Salzsäure“ werden also die Stoff- und die Teilchenebene vermischt. Die Bezeichnung „Salzsäure“ sagt uns nichts über die Bestandteile dieser sauren Lösung. Aus diesem Grund stellt das Thema einen guten Lernanlass für Schüler:innen dar, um die Komplexität der chemischen Fachsprache in ihren Facetten darzustellen, zu diskutieren und wichtiges Fachwissen daraus abzuleiten.



Abbildung 2: Titelblatt aus der sensiMINT Unterrichtseinheit „Wo steckt die Säure in der Salzsäure“ [15]



Abbildung 3: Bebilderte Versuchsanleitung zur Herstellung von Salzsäure, Nachweis der elektrischen Leitfähigkeit und von Chlorid-Ionen [15]

3. Die Säure in der Salzsäure – eine sprachbildende Lernumgebung aus dem Erasmus+ Projekt sensiMINT³

Bei der Konzeption der Unterrichtseinheit „Wo steckt die Säure in der Salzsäure“ wurde von Anfang an auf eine klare Unterscheidung zwischen Stoff- und Teilchenebene Wert gelegt, um den zuvor dargelegten Schwierigkeiten im Umgang mit den Wörtern Salzsäure und Säure besser begegnen zu können.

Um an Alltagserfahrungen der Schüler:innen und Vorwissen aus dem Unterricht anknüpfen zu können, wird im ersten Teil auf Stoffebene die Herstellung von Salzsäure durch Einleiten von gasförmigem Wasserstoffchlorid in Wasser mittels einfacher Nachweisreaktionen (Universalindikator-Lösung, elektrische Leitfähigkeit und Chlorid-Nachweis mit Silbernitrat) untersucht (Abb. 3).

Bei dieser Aufgabe beschreiben die Lernenden zuerst mündlich ihre Beobachtungen und nehmen diese mit ihren Smartphones in Form einer one-take-Aufnahme auf. Anschließend spielen sie sich gegenseitig ihre Beschreibungen vor und vergleichen diese.

³ Erasmus+ Projekt sensiMINT: Sprachsensibler Biologie- und Chemieunterricht – Kontext und Materialien Interdisziplinär reflektiert. Fördernummer: 2020-1-AT01-KA201-078144. Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung tragen allein die Verfasser:innen; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Danach wird in Kleingruppen anhand der Aufzeichnungen eine beste Version ausgehandelt und verschriftlicht. Auf diese Weise werden alle Schüler:innen sprachlich aktiviert und erhalten die Möglichkeit, ihre sprachliche Ausdruckweise im gegenseitigen Austausch zu präzisieren.

Für die Interpretation der beobachteten Phänomene wird im zweiten Teil auf die Teilchenebene gewechselt. Die Unterrichtseinheit bietet an dieser Stelle drei verschiedene Aufgabenstellungen mit unterschiedlichen fachlichen und sprachlichen Schwierigkeitsgraden.

Bei allen drei Aufgabenstellungen wird mit der Methode Think-Pair-Share gearbeitet. In einer Think-Phase machen sich die Schüler:innen selbstständig mit dem Vorgang der Protolyse und der fachlich korrekten Beschreibung auf Teilchenebene vertraut. Dazu stehen auch digitale Hilfestellungen in Form von H5P-Aufgaben zur Verfügung.

Ziel der Pair-Phase ist es, dass zu zweit ein Text verfasst wird, der einer:m abwesenden Schüler:in den Vorgang der Herstellung von Salzsäure auf Stoff- und Teilchenebene erklärt. Auch für diesen Auftrag stehen gestufte Formulierungshilfen zur Verfügung, die sich mit einem QR-Code abrufen lassen.

Mit der Placemat-Methode oder einem Peer-Review werden in der Share-Phase die gewonnenen Erkenntnisse gesichert. Bei

Aufgabe 5: Benennen der Teilchen (auch als H5P vorhanden)

- Ordne die Bezeichnungen und Formeldarstellungen aus Tabelle 1 den Kugelmodellen der Teilchen in Abbildung 1 so weit wie möglich zu.
- Übersetze die Abbildungen anschließend in Valenzstrichformeln.

Abbildung 1:

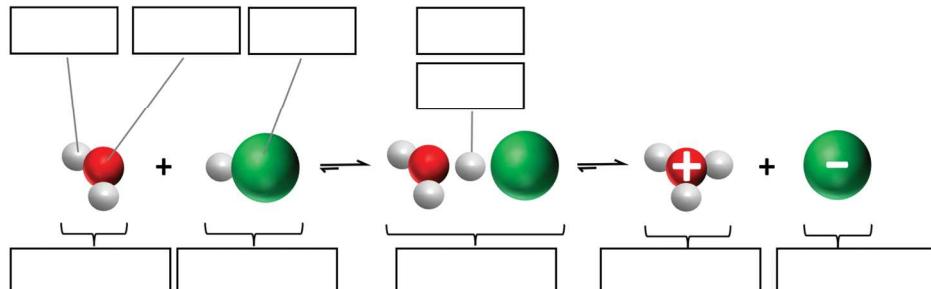


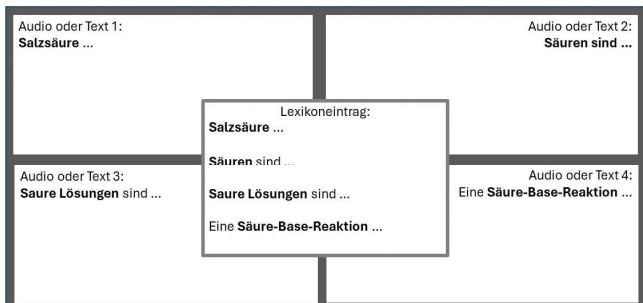
Tabelle 1:

Wasser-Molekül		Übergangszustand	Oxonium-Ion	Salzsäure
Wasserstoff-Kation		Wasserstoffchlorid-Molekül	Wasserstoffchlorid	Wasser
Proton	Sauerstoff-Atom	Wasserstoff-Atom	Chlor-Atom	Chlorid-Ion

Abbildung 4: Aufgabenstellung für die Think-Pair-Share-Phase [15]

beiden Methoden stehen klare Handlungsanweisungen zur Verfügung, da diese Austauschformen in den meisten Fällen eher unbekannt sind.

Placemat



Entwickelt ausgehend von jeweils 3-4 eurer optimierten Texte zu „Salzsäure“ jeweils einen Lexikoneintrag für ein Internet-Lexikon wie z. B. Wikipedia zu den obigen Stichworten.

Abbildung 5: Placemat als Ausgangspunkt für die Entwicklung eines Lexikoneintrages zum Thema Salzsäure [15]

4. Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellte Unterrichtseinheit vereint in den verschiedenen Aufgabenstellungen unterschiedliche Methoden, die die sprachliche Verarbeitung und damit das Verstehen der chemischen Zusammenhänge zum Ziel haben. Um bei diesem komplexen Thema den Übergang von der Alltags- zur Fachsprache zu erleichtern, wird neben der schriftlichen auch Wert auf die mündliche Ausdrucksweise gelegt.

Eine große Schwierigkeit im Kontext von Säure-Base-Reaktionen ist das Wahrnehmen von Säure- und Base-Teilchen als gleichberechtigte Reaktionspartner ist⁴. Eine ähnliche Aufmerksamkeit wie bei der Salzsäure sollte auch ausgewählten basischen Lösungen zuteilwerden. Hierfür würde sich die Natronlauge eignen, da auch diese Bezeichnung irreführend und verwirrend für die Lernenden ist. Auch dieser Trivialname hat historischen Ursprung (Lauge als historische Bezeichnung für alle basischen wässrigen Lösungen, Natron als Bezeichnung für verschiedene Natriumsalze) und wird oftmals fälschlich mit der Formel NaOH versehen. Es handelt sich hierbei aber streng genommen um eine wässrige Lösung von Natriumhydroxid-Salz (NaOH). Zur Herstellung von Natronlauge wird festes Natriumhydroxid in Wasser gelöst, wobei die im Salz vorhandenen Natrium- (Na^+) und Hydroxid-Ionen (OH^-) hydratisiert werden. Die Hydroxid-Ionen können nun als Base-Teilchen reagieren und dabei aufgrund ihres freien Elektronenpaars ein Proton (Wasserstoff-Ion) aufnehmen. Ein möglicher Ansatzpunkt für weitere Entwicklungsprojekte ist also die Erarbeitung eines sprachbildenden Unterrichtskonzeptes, welches dieser Komplexität Rechnung trägt.

Literatur

- [1] Krebs, R. E. & Hofer, E. (2022). Von den „scharfen Wässern“ zu den „harten Säuren“ – Ein Streifzug durch die Geschichte der Säure-Base-Modelle. Plus Lucis, 3(2022), 8-12.
- [2] de Vos, W. & Pilot, A. (2001). Acids and Bases in Layers: The Stratified Structure of an Ancient Topic. Journal of Chemical Education, 78(4), 494-499. <https://doi.org/10.1021/ed078p494>
- [3] Alvarado, C., Cañada, F., Garritz, A. & Mellado, V. (2015). Canonical pedagogical content knowledge by CoRes for teaching acid-base chemistry at high school. CERP, 16(3), 603-618. <https://doi.org/10.1039/C4RP00125G>
- [4] Lembens, A., Hammerschmid, S., Jaklin-Farcher, S., Nosko, C. & Reiter, K. (2019). Textbooks as source for conceptional confusion in teaching and learning 'acids and bases' in lower secondary school. CTI, 1(2). <https://doi.org/10.1515/cti-2018-0029>
- [5] Paik, S.-H. (2019). Understanding the Relationship among Arrhenius, Brønsted-Lowry, and Lewis Theories. Journal of Chemical Education, 92(9), 1484-1489. <https://doi.org/10.1021/ed500891w>
- [6] Krebs, R. E., Hofer, E. & Lembens, A. (2022). „Protons as the main drivers of a chemical reaction?“ Educational Reconstruction of the Brønsted-Lowry Acid-Base Concept for Upper Secondary School. CHEMKON, 29, 1-7. <https://doi.org/10.1002/ckon.202200045>
- [7] Hoe, K. Y. & Subramaniam, R. (2016). On the prevalence of alternative conceptions on acid-base chemistry among secondary students: insights from cognitive and confidence measures. CERP, 17(2), 262-282. <https://doi.org/10.1039/C5RP00146C>
- [8] Barke, H.-D. (2015). Brønsted-Säuren und Brønsted-Basen. Chemie & Schule, 30(1), 10-15.
- [9] Krebs, R. E. & Lembens, A. (2024). "Acids are those dangerous green liquids, and what's a base?" – Evaluating upper secondary students' 'acceptance' of a learner-appropriate approach to teaching about acid-base reactions. PriSE, 7(1), 26-39. <https://doi.org/10.25321/prise.2024.1423>
- [10] Becker-Mrotzek, M. & Roth, H.-J. (2017). Sprachliche Bildung – Grundlagen und Handlungsfelder. Waxmann.
- [11] Hofer, E., Lembens, A. & Müller, A. (2023). Kommentar zu den Fachlehrplänen Chemie. Bundesministerium Bildung, Wissenschaft und Forschung, Wien. <https://www.paedagogikpaket.at/massnahmen/lehrplaene-neu/materialien-zu-den-unterrichtsgegenstaenden.html>
- [12] Johnstone, A. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. Journal of Computer Assisted Learning, 7(2), 75-83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
- [13] Schanze, S. (2016). Säuren und Basen: Der Säure-Base-Begriff im Spannungsfeld der historischen und fachdidaktischen Entwicklung. Naturwissenschaften im Unterricht / Chemie, 155, 2-9.
- [14] Hartmann-Schreier, J. (2004). Salzsäure. In F. Böckler, B. Dill, G. Eisenbrand, F. Faupel, B. Fugmann, T. Gamse, P. Heretsch, R. Matissek, G. Pohnert, A. Rühl, S. Schmidt & G. Sprenger. RÖMPP [Online]. Thieme. <https://roempf-thieme-de/lexicon/RD-19-00260>
- [15] Habelitz-Tkotz, W., Lembens, A., Früchtli, A., Dolder, S., Müller, D., Mettauer, A. & Baschinger, P. (2023). Wo steckt die Säure in der Salzsäure? <https://www.sensimint.eu/unterrichtsmaterialien/>
- [16] Hand, B. & Treagust, D. (1988). Application of a conceptual conflict strategy to enhance student learning of acids and bases. Research in Science Education, 18, 53-63.

„Wo geht denn dieses Wasser durch?“

Eine Versuchsanleitung zur Destillation sprachbildend überarbeiten

Stefan Dolder, Anja Lembens und Adrian Mettauer

1. Einleitung

Das selbstständige Durchführen chemischer Versuche sollte in keinem Chemieunterricht fehlen. Die Schüler:innen können auf diese Weise chemische Phänomene praktisch erfahren und den Prozess naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung kennenlernen und nachvollziehen. In den meisten Fällen wird den Schüler:innen eine Versuchsanleitung ausgehändigt. Diese enthält neben einer Vorgangsbeschreibung auch eine Kontextualisierung, einen Alltagsbezug des Versuchs, Hinweise zu theoretischen Zusammenhängen und Fragen zur Verarbeitung des Beobachteten. Aus der Perspektive eines sprachbildenden Unterrichts [1][2] sind Versuchsanleitungen fachspezifische Textsorten, die auf verschiedene rezeptive und produktive Teiltexträume zurückgreifen (siehe auch Peschel & Pliska-Halilović in diesem Heft). Hierzu zählen unter anderem die Vorgangsbeschreibung (rezeptiv wie produktiv), der Sachtext, die Diagrammbeschreibung und -deutung und das Versuchsprotokoll. Jede dieser Textsorten hat spezielle sprachliche und fachliche Charakteristika, die die Lernenden kennen müssen, um sowohl rezeptiv als auch produktiv mit ihnen umgehen zu können. Eine Versuchsanleitung bietet also auf verschiedenen Ebenen die Möglichkeit, Fach- und Sprachlernen zu verbinden und so Inhalte leichter zugänglich zu machen sowie ein vertieftes Verstehen zu fördern.

Im Folgenden wird anhand eines konkreten Beispiels gezeigt, wie eine von einem Projektmitglied selbst entworfene Versuchsanleitung zur Destillation von Wein sprachbildend überarbeitet wurde, um diese für die Lernenden besser zugänglich zu machen. Es handelt sich dabei um ein Beispiel aus den vielfältigen Unterrichtsmaterialien, welche im Rahmen des Erasmus+ Projekts sensiMINT¹ erarbeitet wurden und über die sensiMINT-Website [3] frei verfügbar sind.

2. Sprachbildende Elemente identifizieren und zur Überarbeitung auswählen

Fachliches Lernen und Sprachbildung zusammenzudenken, war im Projekt sensiMINT ein Leitgedanke bei der Entwicklung sprachbildender Unterrichtsmaterialien. Dabei wurde besonders auf folgende vier Punkte geachtet:

- Anknüpfen an die **Alltagssprache und -konzepte** der Schüler:innen;
- Fokus auf das Erschließen von **Strategien** beim sprachlichen Lernprozess;
- genügend **Zeit und Raum** geben, damit selbst sprachlich gehandelt werden kann;
- bildungs- und fachsprachliche **Anforderungen** explizit erkennbar machen.

Die im Folgenden vorgestellte Versuchsanleitung zur Destillation von Wein setzt sich aus Sachtextabschnitten, Arbeitsanweisungen, Aufgabenstellungen, Abbildungen und Diagrammen zusammen.

In ihrer ursprünglichen Form stellten die Sachtextabschnitte wegen der hohen Dichte an Fachtermini und fachspezifischen Formulierungen hohe fachliche und sprachliche Anforderungen an die Lernenden. Bei der Überarbeitung wurde daher ein Scaffolding-Ansatz [4][5] verfolgt, in dem bei der Erstellung der Versuchsanleitung mögliche sprachliche und fachliche Herausforderungen für die Lernenden antizipiert werden. Die Texte wurden dann entweder hinsichtlich besserer Verständlichkeit überarbeitet oder durch sinnvolle Hilfestellungen bearbeitbar gemacht. Solche Hilfestellungen sind: eine Erläuterung der Fachtermini, das Anknüpfen an Alltagsvorstellungen und der Hinweis auf das Anwenden von Lesestrategien. Auf diese Weise sollen das fachliche und das sprachliche Verstehen gezielt gefördert und miteinander verknüpft werden. Die konsequente Verwendung von Operatoren in den Aufgabenstellungen hilft den Lernenden zudem, schnell und eindeutig zu erkennen, welche Handlungen (sprachliche und fachliche) ausgeführt werden sollen, um die Aufgabenstellung erfolgreich zu bearbeiten.

Eine besondere Hilfestellung bilden die im Projekt entwickelten Leseanleitungen (Toolboxen) für Diagramme und Abbildungen [6]. Im Folgenden wird an ausgewählten Beispielen die Überarbeitung anhand der erwähnten sprachbildenden Elemente aufgezeigt.

3. Einen Sachtext überarbeiten

In der ursprünglichen Version der Versuchsanleitung zur Destillation von Wein, sind die verwendeten Sachtexte durch eine verkürzte Darstellungsweise und eine hohe Informationsdichte gekennzeichnet. Sie setzen dadurch viel fachliches und sprachliches Wissen voraus. Bei der Überarbeitung wurden

¹ Erasmus+ Projekt sensiMINT: Sprachsensibler Biologie- und Chemieunterricht – Kontext und Materialien interdisziplinär reflektiert. Fördernummer: 2020-1-AT01-KA201-078144. Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung tragen allein die Verfasser:innen; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

einerseits Informationen ergänzt, die nicht als selbstverständlich vorausgesetzt werden können, andererseits wurde der Satzbau vereinfacht.

Beispiel 1: Wein ist ein Stoffgemisch

Ursprüngliche Version

Wein ist ein Stoffgemisch, wo man von blossem Auge jedoch nicht erkennt, dass verschiedene Stoffe enthalten sind. Solche Gemische bezeichnet man als **Lösungen**. Als sogenannte **homogene Gemische** weisen sie nur eine **Phase** auf.

Überarbeitete Version

Wein ist ein homogenes Gemisch, das aus Wasser, Ethanol und weiteren gelösten Stoffen, wie z. B. Farbstoffen, Aromastoffen und Methanol, besteht. Bei homogenen Gemischen erkennt man mit bloßem Auge oder mit dem Mikroskop nicht, dass verschiedene Stoffe enthalten sind. Flüssige homogene Gemische werden Lösungen genannt.

Fachtermini, deren Kenntnis nicht als selbstverständlich angesehen werden können, sind in der ursprünglichen Version **fett** hervorgehoben. Die Termini *Lösung* und *homogenes Gemisch* wurden in der überarbeiteten Version erläutert. Der Terminus *Phase* wurde weggelassen und stattdessen beschrieben, dass mit bloßem Auge keine unterschiedlichen Stoffe erkennbar sind (Beispiel 1).

Beispiel 2: Prinzip einer Destillation

Ursprüngliche Version

Diese Gase entweichen aus dem Gemisch und werden mit einem Kühler kondensiert und das flüssige **Kondensat** schließlich aufgefangen. Diese durch Destillation abgetrennte **Fraktion** bezeichnet man auch als **Destillat**.

Überarbeitete Version

Der verdampfte Alkohol kondensiert im Kühler und wird als flüssiges Kondensat aufgefangen. Das durch Destillation gewonnene Kondensat wird Destillat genannt. Häufig wird das Destillat portionenweise gesammelt, da sich die Zusammensetzung des Destillats im Verlauf der Destillation verändert. Diese Portionen nennt man Fraktionen.

In Beispiel 2 wurden eher unspezifische Textteile zum Verhalten von Gasen weggelassen. Die überarbeitete Version bezieht sich dafür stärker auf das vorliegende Phänomen. Ergänzt wurde die relevante Information darüber, dass sich im Verlauf einer Destillation die Zusammensetzung des Destillats ändert.

4. Verwendung von Operatoren für eindeutige Handlungsanweisungen

In der ursprünglichen Form enthielt die Arbeitsanweisung unvollständige Sätze, wenig konkrete Informationen zur Durchführung und viele Abkürzungen. Bei der Überarbeitung wurde darauf geachtet, die Reihenfolge der notwendigen Arbeitsschritte kenntlich zu machen und durch die Verwendung von Operatoren (z. B. sammle, zeichne, beschreibe, ...) die von den Lernenden erwartete Handlung zu präzisieren (Beispiel 3 und 4).

Beispiel 3: Gewinnen der Fraktionen

Ursprüngliche Version

Sobald die ersten Tropfen des Destillats aus dem Kühler fließen, in Reagenzgläsern Fraktionen à 2-3mL bzw. 2-3cm Füllhöhe sammeln. Mit Wasser in einem leeren RG wie viel etwa 2-3mL sind.

Überarbeitete Version

Bereite sechs Reagenzgläser vor. Bringe auf 2 cm Höhe von unten eine Markierung an und stelle die Reagenzgläser in einen Reagenzglasständer.

Temperatur-Zeit-Diagramm:
à Destilliert wird max. 45min.
Welche max. Temp. ist zu erwarten?

Sammle die aus dem Kühler tropfende Flüssigkeit in den bereitgestellten Reagenzgläsern. Fülle ein Reagenzglas nach dem anderen bis zur Markierung auf.

Beispiel 4: Temperatur-Zeitdiagramm

Ursprüngliche Version

Temperatur-Zeit-Diagramm:
à Destilliert wird max. 45min.
Welche max. Temp. ist zu erwarten?

Überarbeitete Version

Wertetabelle für Zeit und Temperatur

Zeit [min]	
Temperatur °C	

Zeit [Min.]	
Temperatur °C	

- Zeichne mit den Werten aus der Tabelle in Aufgabe 5 ein Zeit-Temperatur-Diagramm.
- Beschreibe den Diagrammverlauf und deute ihn anschließend.

5. Elemente für sprachbildende Aufgabenstellungen

Sprachbildende Aufgaben sollten z. B. das sinnentnehmende Lesen von Sachtexten relevant machen. Im folgenden Beispiel wird zunächst das Vorwissen der Lernenden aktiviert. So wird erreicht, dass die Lernenden in einem nächsten Schritt den Text mit Blick auf relevante Informationen durchlesen (Scanning) [6][7][8]. Die Lernenden gleichen die aus dem Text gewonnenen Information schließlich mit den eigenen Vermutungen bzw. dem eigenen Vorwissen ab (Beispiel 5). Durch Angabe von Zeilennummern im Text wird die Zuordnung und die Kontrolle vereinfacht.

Beispiel 5: Vorwissen aktivieren und auf das sinnentnehmende Lesen eines Fachtextes vorbereiten

Kreuze an, ob folgende Aussagen richtig oder falsch sind:

Aussage	richtig	falsch	Beleg
Wein ist eine Lösung.			
Der Bestandteil mit der höchsten Siedetemperatur verdampft zuerst.			

Lies nun den folgenden Text und überprüfe, ob du richtig angekreuzt hast. Notiere die Zeilennummern in der Spalte „Beleg“.

Ein weiteres Beispiel für eine sprachbildende Aufgabenstellung ist das Formulieren von sinnvollen Sätzen anhand eines Wortgeländers (Beispiel 6). Auf diese Weise wird die Verwendung

von Fachtermini in der Bildungs- bzw. Fachsprache geübt. Für die Lernenden und die Lehrpersonen stehen Lösungsvorschläge zur Verfügung.

Beispiel 6: Wortgeländer – mit gegebenen Fachtermini selbstständig sinnvolle Sätze formulieren

Formuliere mit den gegebenen Wörtern einen sinnvollen Satz:

- [homogenes Gemisch – Wein – Bestandteile]
- [Siedetemperatur – trennen – Destillation]
- [Siedetemperatur – dampfen – Bestandteil – Destillation]

Kasten 1: Lösungsvorschlag für die Lehrperson

Lösungsvorschlag:

[homogenes Gemisch / Wein / Bestandteile / erkennen]

«Wein ist ein homogenes Gemisch, weil man die einzelnen Bestandteile nicht erkennen kann; auch nicht unter dem Mikroskop.»

[Siedetemperatur / trennen / Destillation]

«Bei der Destillation werden Bestandteile mit unterschiedlichen Siedetemperaturen voneinander getrennt.»

[Siedetemperatur / verdampfen / Bestandteil / Destillation]

«Der Bestandteil mit der niedrigsten Siedetemperatur verdampft bei der Destillation zuerst.»

Durch das eigenständige Formulieren von sinnvollen Sätzen unter Nutzung von Fachtermini, die in Form eines Wortgeländers zur Verfügung gestellt werden (Beispiel 6), erhalten die Lernenden die Gelegenheit, die im Sachtext enthaltenen Informationen und die durch den selbst durchgeführten

Versuch gewonnenen Erkenntnisse, sprachlich zu verarbeiten und dadurch zu festigen.

Um Fachtermini in gesprochenen und geschriebenen Texten grammatisch richtig zu verwenden, ist es notwendig zu wissen, welcher Artikel der richtige ist. Hier kommt sogenannten Zuordnungsaufgaben eine sprachbildende Funktion zu. Dabei sollen die Lernenden bestimmten Gegenständen die entsprechenden Bezeichnungen zuordnen (Beispiel 7). Wichtig ist es dabei darauf zu achten, dass Fachtermini immer mit dem zugehörigen Artikel genannt werden, da sich diese oft nicht von selbst erschließen lassen. Im Beispiel der vorgestellten Aufgabe steht zudem als Hilfestellung eine mit H5P erstellte digitale Version der Zuordnungsaufgabe zur Verfügung, die es den Schüler:innen ermöglicht, selbstständig die korrekte Zuordnung zu prüfen.

Durch die Zuordnung von Gerätebezeichnungen zu den passenden Bildern und die konsequente Angabe der Artikel für die Bezeichnungen, vertiefen die Lernenden sowohl ihre Kenntnisse über die Teile und den Aufbau einer Destillationsapparatur als auch ihre Fähigkeit, diese Fachtermini sprachlich grammatisch richtig zu verwenden.

6. Zusammenfassung

Versuchsanleitungen sind oft nicht selbsterklärend und bergen verschiedene sprachliche Hürden. Die vorgestellten sprachbewussten Überarbeitungen zeigen auf, dass Versuchs-

Beispiel 7: Fachtermini grammatisch richtig verwenden lernen mit Zuordnungsaufgaben

analoge Form

Teile einer Destillationsapparatur

- der Destillier-Aufsatz
- der Destillier-Vorstoß
- die Doppelmuflie
- die Heizvorrichtung ('Heizpilz')
- der Korkring
- die Labor-Hebebühe ('Labor-Boy')
- der Liebig-Kühler
- das Reagenzglas
- das Reagenzglasgestell
- der Rundkolben
- das Schloff-Fett
- die Schließklammer
- das/die Siedesteinchen
- das Stativ
- die Stativ-Klammer
- das Thermometer mit Schloff
- der Wasserschlauch

Welche Materialien sind nötig, um eine Destillation durchzuführen?



⇒ Hilfestellung
H5P «Bauteile einer Schiff-Destille»

Ordne die folgenden Fachwörter den Abbildungen zu.



digitale Form als H5P Aufgabe

Abbildung 1: Aufgabenstellung für die Zuweisung der Bestandteile der Destillationsapparatur (eigene Abbildung aus dem Projekt sensiMINT, [9])

anleitungen in verschiedenen Bereichen verständlicher gestaltet werden können. Ein besseres Verstehen wird dabei nicht unbedingt durch inhaltliche Vereinfachung oder Reduktion erreicht, sondern durch gezielte sprachliche Hilfestellungen und klare Handlungsanweisungen. Auch wenn ein stärkerer Wert auf sprachliche Handlungen gesetzt wird, erhöht sich der Zeitbedarf für die Bearbeitung der Aufgaben nur geringfügig. Durch den modularen Aufbau der im Projekt sensiMINT ausgearbeiteten Unterrichtseinheiten können zudem je nach Bedarf und Voraussetzungen einzelne Elemente aufgenommen oder weggelassen werden.

Auf der sensiMINT-Webseite [3] finden sich weitere Beispiele für sprachbildend formulerte Versuchsanleitungen und Unterrichtseinheiten. Sie zeigen den Einsatz weiterer sprachbildender Methoden und dienen hoffentlich als Inspiration für die Anpassung eigener Unterrichtsmaterialien.

Stefan Dolder Gymnasium Lerbermatt, Köniz b. Bern

Anja Lembens Universität Wien, Österreichisches

Kompetenzzentrum für Didaktik der Chemie (AECC Chemie)

Adrian Mettauer PHBern und Gymnasium Kirchenfeld, Bern

Literatur

- [1] Wörfel, T. & Giesau, M. (2018). Sprachsensibler Unterricht. <https://www.mercator-institut-sprachförderung.de/de/themenportal/thema/sprachsensibler-unterricht/>
- [2] Leisen, J. (2022). Sprachbildung und sprachsensibler Fachunterricht in den Naturwissenschaften. Kohlhammer.
- [3] sensiMINT-Webseite: <https://www.sensimint.eu>, abgerufen am 28.11.2023
- [4] Gibbons, P. (2002). Scaffolding Language, Scaffolding Learning. Teaching Second Language Learners in the Mainstream Classroom. Portsmouth, NH: Heinemann.
- [5] Gieske, R., Streller, S. & Bolte, C. (2024). Vom Salz zur Ionensubstanz: eine sprachsensible Unterrichtsreihe zur Erkundung von Salzen im Toten Meer. CHEMKON. <https://doi.org/10.1002/ckon.202300053>
- [6] Leisen, J. & Seyfarth, M. (2006). Was macht das Lesen von Fachtexten so schwer? Hilfen zur Beurteilung von Texten. Unterricht Physik, 17(95), 9-11.
- [7] Leisen, J. (2010). Handbuch Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. Varus. (hier: S. 132)
- [8] Koch, G. (2019). Wissen effizient erwerben. In: Roche, Jörg (Hrsg.): Propädeutikum wissenschaftliches Arbeiten. Schwerpunkt DaF/DaZ und Sprachlehr-/Spracherwerbsforschung. Tübingen: Narr Francke Attempto, S. 78-89.
- [9] Habelitz-Tkotz, W., Lembens, A., Früchtl, A., Dolder, S., Müller, D., Mettauer, A. & Baschinger, P. (2023). Weindestillation mit Schliff. <https://www.sensimint.eu/unterrichtsmaterialien/>



inter
pädagogica



7.-9. November 2024
Messe Wien (U2 Krieau)

Wissen färbt ab.

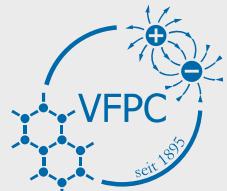
45. Bildungsfachmesse für Lehrmittel, Ausstattung,
Kultur und Sport – von der Kleinkindpädagogik bis
hin zum kreativen, lebensbegleitenden Lernen



Tickets & Information:
interpaedagogica.at



NLV Buchsbaum
präsentiert auf Stand C0723
mit NTL die neuen naturwissen-
schaftlichen Lehrmittel für den
aktuellen Lehrplan



Neues aus dem Verein

Auch dem Abschied wohnt ein Zauber inne!

Wenn Sie diese Zeilen lesen, ist das letzte Heft von Plus Lucis erschienen, in dem ich Verantwortung trage. Es ist passend, dass es wieder das dritte Heft des Jahres ist, da ich die Redaktion für die Vereinszeitschrift mit dem dritten Heft im Jahr 2016 übernommen habe. Seither sind insgesamt 64 Hefte erschienen, die ich redaktionell verantwortet habe und ich bin sehr stolz, dass es mir gemeinsam mit Maria Samek (graphische Gestaltung und Satz), Sarah Zloklikovits (sprachliche Kontinuität) und Brigitte Knaus (Koordination der Hefte in den letzten beiden Jahren) gelungen ist, Plus Lucis zu einer fachdidaktischen Zeitschrift zu entwickeln.

Dies wäre natürlich ohne die konstruktive, spannende und von Wertschätzung geprägte Arbeit mit den vielen Herausgeber:innen nicht möglich gewesen. Sie waren es, die die Ideen für die Hefte hatten und Autor:innen eingeladen und motiviert haben. Ich schaue mit großer Freude auf die vergangenen acht Jahre zurück, bedanke mich bei allen, die inhaltlich an den Heften gearbeitet haben und vor allem bei meinem Redaktionsteam (Maria, Sarah und Brigitte) ohne die es nicht zu schaffen gewesen wäre.

Ein letzter Dank gilt dem Vereinsobmann Martin Hopf, der mir von Beginn an große Gestaltungsfreiheit ermöglicht hat und selbstverständlich Ihnen geschätzte Leser:innen, die Sie die Zeitschrift so wohlwollend gelesen haben.

Thomas Plotz



Österreichische Post AG
SM 17Z041123 S

Verein zur Förderung des physikalischen
und chemischen Unterrichts,
Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien

DVR 0558567
VRN 668472729

Impressum: Medieninhaber (Verleger) und Hrsg.: Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts. Druck: Fa. Wograndl GmbH, Mattersburg

Retouren an: AECC Physik Universität Wien, Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien.