



„DAS SCHWUNGRAD DES GEDANKENS“

Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht

Handreichung mit Praxisbeispielen
für den sprachförderlichen Fachunterricht

Sekundarstufe I und II

Impressum

Herausgeber Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Schule und Berufsbildung
Hamburger Straße 31
22083 Hamburg

Erarbeitet durch:

MINT-Referat Monika Seiffert

Koordination Anneke Vogel

Redaktion Anneke Vogel
Britta Nowak
Daniel Paßon
Maike Krambeer

Fotos und Grafiken Anneke Vogel
Britta Nowak

Layout Matthias Hirsch

Hamburg 2017

Alle Rechte vorbehalten

zum Titel Als "Schwungrad des Gedankens" bezeichnet Ernst Cassirer die Sprache im 3. Teil seiner „Philosophie der symbolischen Formen“ (1929). Sprache erweist sich danach „immer wieder als das mächtige und unentbehrliche Vehikel des Gedankens, als das Schwungrad gleichsam, das ihn in den Kreis ihrer eigenen unablässigen Bewegung aufnimmt und ihn mit sich fortreißt.“ Ein Denken ohne Worte sei möglich, bleibe aber viel mehr im Einzelnen, im Gegenwärtigen verhaftet, als dies beim sprachlichen Denken der Fall ist.

Inhalt

1 Zielsetzung der Handreichung	5
1.1 Sprachbildung im naturwissenschaftlichen Unterricht – Wozu?	5
1.2 Welchen Beitrag leistet die vorliegende Handreichung?	6
2 Wellen im Luftmeer – Experimentieren lernen mit dem Forscherfächer	10
2.1 Der Forscherfächer	10
2.2 Hinweise zum Umgang mit dem Forscherfächer.....	11
2.3 Materialien.....	12
2.4 Wellen im Luftmeer – Überlegungen zum Unterrichtsbeispiel „Schall“	19
2.5 Materialien.....	21
3 Gut definiert ist halb gewonnen – Definieren üben im Natur- und Technikunterricht	28
3.1 Definitionen im naturwissenschaftlichen Unterricht.....	28
3.2 Definieren üben am Beispiel der Wirbeltierklassen.....	29
3.3 Aufgabestellungen und Material	31
4 Ozon in unserer Umwelt. Oder: Müssen Fachtexte schwierig sein?	38
4.1 Vorüberlegungen – Fachtexte verstehen? <i>Gemeinsam</i> schaffen wir das!.....	38
4.2 Unterrichtsskizze und Arbeitsmaterial	39
4.3 Varianten der Unterrichtsdurchführung	41
4.4 Materialien.....	43
5 Wasserflöhe im Weltall – Textkompetenz fördern mit Mapping-Verfahren	52
5.1 Vorüberlegungen: Concept-Mapping als Lesestrategie und Schreibhilfe	52
5.2 Wasserflöhe im Weltall – Hinweise zum Unterrichtsverlauf	53
5.3 Materialien.....	57
5.4 Warum es sich lohnt, im sprachsensiblen Unterricht mit Mapping-Aufgaben zu arbeiten	64
5.5 Concept-Mapping: Aufgabentypen im Unterrichtsverlauf – Eine Übersicht	66
6 Wozu eigentlich Fachsprache? – Diagramme beschreiben geht doch auch so?!	68
6.1 Auch das noch! – Vorüberlegungen	68
6.2 Wie es gehen kann – Unterrichtsskizze.....	69
6.3 Und jetzt nochmal anders! – Ausblick	76
7 Wozu eigentlich Fachsprache? Strukturen und Prozesse beschreiben geht doch auch so?!	78
7.1 Auch schon erlebt? – Vorüberlegungen.....	78
7.2 Wie es gehen kann – Unterrichtsskizze.....	78

8 Molekulares Theater machen ... und die Genregulation sprachlich bewältigen	91
8.1 Lernziele.....	91
8.2 Überblick über das Unterrichtsvorhaben	92
8.3 Materialien.....	94
9 Basisartikel: Bausteine der Unterrichtsplanung im sprachsensiblen naturwissenschaftlichen Unterricht.....	103
9.1 Prinzipien eines sprachförderlichen Fachunterrichts.....	104
9.2 Wie erkenne ich sprachliche Herausforderungen im naturwissenschaftlichen Unterricht?	107
9.3 Welche sprachlichen Kompetenzen sollen im naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert werden?.....	113
9.4 Beispiele für sprachförderliche Aufgaben & Checkliste für die Unterrichtsplanung.....	118
9.5 Sprachlerncoaching – Ein Unterstützungsmodell inklusiver Sprachförderung auch für den Fachunterricht	122
10 Literaturverzeichnis.....	125

1 Zielsetzung der Handreichung

1.1 Sprachbildung im naturwissenschaftlichen Unterricht – Wozu?¹

„Die Schüler¹ haben heute vor allem wieder Schwierigkeiten gehabt, die markanten Aussagen bzw. Schlüsselworte des Textes zu erkennen und zu erschließen. Sie haben große Probleme oder Hemmungen, Sachverhalte aus Texten dann eigenständig zu formulieren. Was lässt sich besser machen? Meine Vorgaben sind oft zu weit ab von ihrem Sprachgebrauch. Wie kann ich Hilfen für Versuchsbeobachtungen geben, ohne selbst zu viel vorzugeben? Ist ein Lückentext die Lösung?“

„Oft fehlt es schlicht an Vokabular („dann pipettiere ich ...“), aber auch am Einteilen eigener sprachlicher Äußerungen in sinnvolle Abschnitte. Welche Hilfen sind sinnvoll?“

„Ganz schwierig wird es bei Präsentationen. Da zeigt sich, dass ich den Schülern nicht in ausreichendem Umfang beigebracht habe, Texte sinnentnehmend zu lesen, diese in eigene Sprache zu übersetzen, wichtig und unwichtig zu trennen.“

(Gedanken von Fachlehrkräften zum Umgang mit Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht)

Die oben zitierten Gedanken von Lehrkräften veranschaulichen, dass einerseits ein hohes Bewusstsein für die sprachlichen Herausforderungen im Fachunterricht vorhanden ist, es andererseits aber an konkreten, praxisorientierten Beispielen zu mangeln scheint, die zeigen, wie sprachlich-kommunikative Kompetenzen im Fachunterricht gezielt und systematisch gefördert werden können. Sie belegen aber auch, dass die gezielte und systematische Schulung der Bildungssprache im Unterricht und somit auch der Fachsprache im naturwissenschaftlichen Unterricht eine zentrale zu erlernende Basiskompetenz darstellt.

Die Ergebnisse von Schulleistungsstudien und Unterrichtsforschung unterstützen diese Feststellung und weisen darauf hin, dass Schüler erhebliche sprachliche Schwierigkeiten im Umgang mit Fachtexten haben, insbesondere bei der Textproduktion. Herkunftsbedingte Leistungsunterschiede in Mathematik und den Naturwissenschaften lassen sich bei genauerer Analyse nicht mit dem Migrationshintergrund an sich, sondern mit der Sprachkompetenz im Deutschen erklären (Prediger/ Wilhelm et al. 2015). Empirische Befunde weisen darauf hin, dass sprachbewusstes Unterrichten die fachlichen Leistungen von Schülern deutlich verbessern kann (vgl. Beese/Benholz 2013). Sprachbildung im Fachunterricht könnte damit einen entscheidenden Beitrag zur Bildungsgerechtigkeit leisten.

Sprachliche Schwierigkeiten im Fachunterricht können durch unterschiedliche Faktoren bedingt sein:

Bildungshintergrund

- Sehr viel stärker als der Migrationshintergrund prägen die sozialen Verhältnisse die sprachlichen Kompetenzen von Schülern. Einige machen im häuslichen Umfeld fast ausschließlich alltagssprachliche Erfahrungen. Diese Schüler müssen die Bildungssprache bei Schuleintritt und mit Beginn des Fachunterrichts neu erlernen.

¹ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beiderlei Geschlecht.

Migrationshintergrund und Seiteneinsteiger

- Jene Schüler, deren Erstsprache nicht Deutsch ist, müssen darin unterstützt werden, sprachliche Kompetenzen zu erwerben, die sie für den Kompetenzerwerb im Fachunterricht brauchen.
- Besondere Herausforderungen ergeben sich in Hamburg durch die wachsende Zahl an Schülern, die erst seit kurzer Zeit in Deutschland sind und eine Internationale Vorbereitungsklasse beendet haben.

Leistungsvermögen

- Sprache ist auch ein Schlüssel zum inklusiven Unterricht. Ein sprachsensibler und sprachlich differenzierender naturwissenschaftlicher Unterricht kann dazu beitragen, allen Schülern, schwachen und starken, ihrem Vermögen entsprechend die Naturwissenschaften nahezubringen.

Schulformwechsel

- Im Interesse einer durchgängigen Sprachbildung ist es wichtig, Schüler besonders an den Übergängen zwischen Schulformen, Bildungseinrichtungen und Schulstufen zu unterstützen.

Fachlernen und Sprachlernen sind untrennbar miteinander verbunden. Daher muss der Gebrauch der Bildungssprache **von allen** Schülern im Sinne einer durchgängigen Sprachbildung auch im Fachunterricht erlernt und geübt werden.

Neben einem gemeinsamen sprachdidaktischen Konzept für den naturwissenschaftlichen Unterricht werden konkrete Unterrichtsbeispiele benötigt, die sprachliches und fachliches Lernen systematisch miteinander verbinden und zeigen, wie sich didaktische Konzepte eines sprachsensiblen Fachunterrichts realisieren lassen.

Die Forderung, Sprachbildung in allen Fächern zu integrieren, wurde in den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss (KMK, 2004) im Kompetenzbereich „Kommunikation“ für die naturwissenschaftlichen Fächer formuliert. Dieser Anspruch ist fester Bestandteil des Hamburger Sprachförderkonzeptes, ebenso wie der Bildungspläne aller Schulfächer in Hamburg. Für die naturwissenschaftlichen Fächer ist die Beschreibung sprachlicher Kompetenzen in Form von Sprachhandlungen bereits in den Operatoren angelegt. Als definierte Handlungsaufforderungen, z. B. Beschreiben, Erklären oder Vergleichen, zielen sie auf die Verwendung von Fachsprache für den Erwerb konkreter fachlicher Kompetenzen ab.

1.2 Welchen Beitrag leistet die vorliegende Handreichung?

Mit dieser Handreichung möchten wir Sie ermutigen und unterstützen, naturwissenschaftlichen Unterricht in sprachlich heterogenen Klassen sprachsensibel zu planen und durchzuführen.

Dabei soll durch die Förderung bildungs- und fachsprachlicher Kompetenzen ein vertieftes Verständnis von Naturwissenschaft vermittelt werden. Die Integration von Sprachbildung in den Fachunterricht ist folglich nicht Selbstzweck, sondern hat zum zentralen Ziel, das fachliche Lernen zu fördern.

Anhand von Praxisbeispielen (Praxisartikel, Kapitel 2-8) werden in der vorliegenden Handreichung konkrete Möglichkeiten der Umsetzung durchgängiger

Sprachbildung im naturwissenschaftlichen Fachunterricht vorgestellt. Der Fokus liegt dabei auf der Förderung von fachlichen und sprachlichen Kompetenzen im Umgang mit konzeptioneller Schriftlichkeit: der Textkompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe I und II (zur Textkompetenz vgl. Kapitel 9: Basisartikel).

1.2.1 Der Basisartikel

Im Anschluss an die Praxisbeispiele werden in einem Basisartikel grundlegende Elemente eines sprachsensiblen Fachunterrichts vorgestellt (Kapitel 9), die Grundlage für die Konzeption der Praxisbeispiele bilden und wichtige Bausteine für die Unterrichtsplanung vorstellen.

Um aufgrund unserer Praxiserfahrungen ganz konkrete Unterstützung für die Unterrichtsplanung geben zu können, haben wir auf ein umfangreiches theoretisches „Grundgerüst“ verzichtet. Erfreulicherweise hat zudem die Auseinandersetzung mit sprachlichen Aspekten im Fachunterricht in den letzten Jahren sowohl auf konzeptueller Ebene als auch in der Lehr-Lernforschung zugenommen, so dass entsprechende Literatur zu theoretischen Grundlagen sowie zur Lernwirksamkeit des sprachsensiblen Fachunterrichts vorliegt. Bei Interesse an einer vertieften Auseinandersetzung mit didaktisch-methodischen Konzepten der Sprachbildung im Fachunterricht bietet die Literaturliste im Anhang Anregungen zum Weiterlesen.







1.2.2 Zum Aufbau der Praxisbeiträge

Die folgenden Unterrichtsmaterialien entstammen der Praxis. Sie haben sich dabei bewährt, Schüler zum (fach)sprachlichen Kommunizieren zu bewegen. Sie lenken die Konzentration der Schüler auf den Gebrauch der (Fach)Sprache und bieten vielfältige Gelegenheiten zum Üben derselben.

Im Rahmen dieser Praxisbeiträge werden konkrete Unterrichtsbeispiele für den Unterricht in allen drei naturwissenschaftlichen Fächern mit Arbeitsblättern und Materialien vorgestellt. Sie folgen den Leitlinien eines kommunikativen, kontext- und problemorientierten naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Sie beinhalten die in Tabelle 1 aufgeführten Bausteine einer systematischen Unterrichtsplanung sprachsensiblen Unterrichts. Die theoretischen Grundlagen zu diesen Bausteinen werden im Basisartikel beschrieben.

Tabelle 1: Bausteine einer systematischen Unterrichtsplanung

	<p>Didaktische Vorüberlegungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kurzbeschreibung des Unterrichts, Vorstellung von Thema und Kontext • Überlegungen zur Relevanz des Lerngegenstandes • zu den sprachlichen und fachlichen Herausforderungen
	<p>Formulierung fachlicher und sprachlicher Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none"> • fachlich: Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung • sprachlich: Kompetenzen im Lesen, Schreiben, Sprechen, Hören, zentrale Sprachhandlungen
	<p>Handlungsschritte und Aktivitäten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung möglicher Unterrichtsverläufe • Handlungsschritte und Aktivitäten
	<p>Arbeitsmaterial</p> <ul style="list-style-type: none"> • differenzierende Aufgabenstellungen • konkrete Arbeitsblätter und Materialien • Hinweise zur Verwendung der Materialien
	<p>Interaktion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hinweise zu Interaktionsformen, die Schüler zu sprachlichem Handeln bewegen • Möglichkeiten der Variation der kommunikativen Situationen ...
	<p>Transfer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anregungen für die Übertragung der Aufgabenstruktur auf andere Kontexte • Anschlussmöglichkeiten und für den nachfolgenden Unterricht

- Die Praxisbeispiele decken den Unterricht in verschiedenen Klassenstufen ab.
- Sie zeigen Möglichkeiten der Sprachbildung im Fach auf Wort-, Satz- und Textebene.
- Die Beiträge stellen durch ihre Differenzierungsangebote in unterschiedlichem Maße auch Bezüge zum Umgang nicht nur mit sprachlicher Heterogenität her.
- Sie gewährleisten Möglichkeiten der Übertragung auf andere Kontexte durch Sichtbarmachen der Aufgabenstruktur und des Erstellungsprozesses (im Basisartikel enthalten).
- Sie geben Anregungen für die Unterrichtsentwicklung.

Die Materialien sind vielfältig adaptierbar: an Niveaustufen, an Altersstufen und unterschiedlichste Themen. Sie verstehen sich als Ideensammlung und Anstoß dazu, bei der Unterrichtsplanung selbst kreativ zu werden.

Die Inhalte und Methoden der Praxisartikel lassen sich zu Beginn jedes Artikels auf einen Blick erfassen:

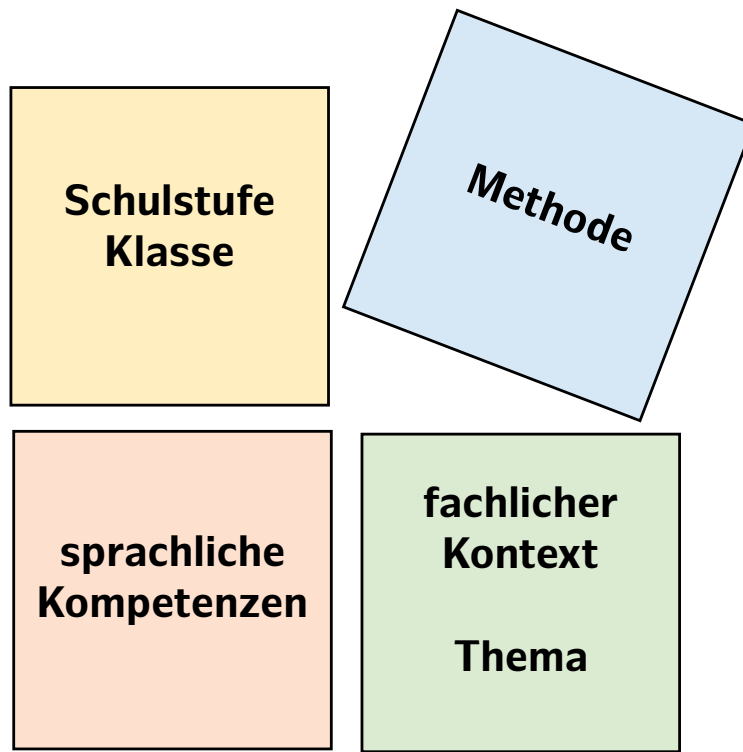


Abbildung 1: FINU Praxisartikel: Auf einen Blick!

1.2.3 Zur Interaktion im Unterricht – Beobachtungen und Denkanstöße

- Fast immer redet der Lehrer zu viel!
- Schaffen Sie bewusst Unterrichtsphasen in denen viele Schüler Gelegenheit haben zum Sprechen (Sprachhandeln).
- Reflektieren Sie diese Phasen und machen Sie deren Funktion den Schülern bewusst.
- Machen Sie den Schülern die verschiedenen Sprachebenen bewusst. Loben Sie richtigen Inhalt, aber werden Sie nicht müde Antworten wiederholen zu lassen, damit sie auch den (fach)sprachlichen Anforderungen genügen.
- Erziehen Sie die Schüler zum aktiven Zuhören. Bestehen Sie darauf, dass sich Beiträge aufeinander beziehen und differenziertes Feedback gegeben wird.
- Und das Wichtigste: Geben Sie nicht auf und bleiben Sie am Ball! Irgendwann schaffen es Ihre Schüler ohne Hilfe.

2 Wellen im Luftmeer – Experimentieren lernen mit dem Forscherfächer



Wie kann das Sprechen und Schreiben durch sprachförderliche Unterstützungsangebote beim Experimentieren im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht gefördert werden? Mit dem Forscherfächer wird den Schülern ein Werkzeug in die Hand gegeben, das ihnen dabei hilft, Experimente zunehmend selbständig zu planen, durchzuführen und auszuwerten. Der Fächer stellt ihnen dabei sprachliche Hilfen und Tipps zur Verfügung.

Zunächst wird der Forscherfächer als Werkzeug für den sprachförderlichen Unterricht in Biologie, Chemie und Physik vorgestellt. Anschließend wird am Beispiel des Themas Schall gezeigt, wie er konkret eingesetzt werden kann.



Abbildung 2: Der Forscherfächer – ein sprachförderliches Werkzeug zum Experimentieren lernen



2.1 Der Forscherfächer

Gründe für Schwierigkeiten von Schülern beim Experimentieren können fachlicher und sprachlicher Natur sein:

- Der Kontext kann nicht erschlossen werden, da es an Vorwissen mangelt.
- Das Vorgehen beim eigenständigen Experimentieren überfordert Schüler oft auch noch, nachdem es geübt wurde.
- Die Struktur der Textsorte „Protokoll“ ist nicht geläufig.
- Den Schülern fällt es schwer, Sachverhalte und Zusammenhänge sprachlich zu fassen.
- Der Forscherfächer ist ein Werkzeug, das die Überwindung dieser Hürden erleichtern soll. Er wird nach einer Kopiervorlage von jedem Schüler selbst hergestellt. Der Fächer erläutert das (idealtypische) Vorgehen bei der Durchführung von Versuchen und Experimenten in einzelnen Schritten knapp und

bietet sprachliche Hilfen sowie Tipps für die Dokumentation oder mündliche Präsentation des Versuchs an. Er besteht aus 9 Karten, aufgeteilt nach den Schritten des Experimentierens, die zusammengeheftet und nacheinander von den Schülern als Hilfe genutzt werden können. Die abschließende Karte stellt eine Aufforderung zum Nachdenken über den Arbeitsprozess dar und ist als Hinführung zur Fehlerbetrachtung in höheren Jahrgängen gedacht.

2.2 Hinweise zum Umgang mit dem Forscherfächer

Das prinzipielle Vorgehen bei der Einführung:

1. Schritt: Einen konkreten Versuch im Unterricht gemeinsam mit Schülern Schritt für Schritt durchführen und jeden Schritt reflektieren, dabei jeweils eine weitere Karte des Forscherfächers zunächst als Hilfekarte einführen. Alternativ können die Schritte des Experimentierens nach dem Versuch auch im Plenum mit Hilfe von Karten (M3) nachvollzogen werden.
2. Schritt: Jeder Schüler erhält einen kompletten Satz Kopiervorlagen (M1: Forscherfächer), den er ausschneidet, evtl. gestaltet, laminiert und mit einer Briefklammer zusammenheftet. Die Schüler haben ihren Forscherfächer immer dabei und können ihn selbständig nutzen.
3. Schritt: Die Arbeitsergebnisse der Versuche können in die dazu passende Protokollvorlage (M2) eingetragen werden.
4. Schritt: Schüler werden angeleitet, einen Versuch mit Hilfe des Forscherfächers zu planen, sich an diese Planung zu halten und die Wirksamkeit des Vorgehens nachzuprüfen. Die Aufgaben zu den Versuchen können zunehmend mehr Selbständigkeit bei der Planung, Durchführung und Auswertung des Versuches erfordern (Prinzip des Scaffolding, vgl. nachfolgende Aufgabenbeispiele zum Thema „Schall“).



Hinweise:

Schüler sollen erkennen, dass sie durch eine zielgerichtete Anwendung des Forscherfächers selbst lernen können Experimente zu planen, durchzuführen und zu dokumentieren. Sie erwerben Experimentierkompetenz. Dabei können sie mit dem Forscherfächer auch einmal einen Schritt zurückgehen und diesen wiederholen.

Die Variablenkontrollstrategie wird noch nicht in das Konzept miteingebunden. Der Forscherfächer unterstützt Schüler bei ersten Erfahrungen in der Durchführung und Auswertung von Versuchen. Ein Experimentierfächer auf erhöhtem Niveau ab Kl. 8 ist in Vorbereitung.

Schüler können nur dann auf Dauer erfolgreich mit Hilfe des Forscherfächers zum selbständigen Experimentieren geführt werden, wenn sie in der Schule nicht nur in einem Lehrgang, z. B. im Physikunterricht, sondern immer wieder in allen 3 naturwissenschaftlichen Fächern angewendet werden. Nur wenn die Anwendung neu erworbener Strategien über einen längeren Zeitraum hinweg zur selbstverständlichen Arbeitsroutine wird, entwickelt sich Experimentierkompetenz.

Zu bedenken ist, dass die Anwendung des Forscherfächers Verstehensprozesse unterstützt, aber seine Verwendung allein die Entwicklung von Experimentierkompetenz nicht garantiert.



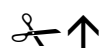
2.3 Materialien

M1 Der Forscherfächer (10 Papierstreifen zum Ausschneiden und Laminieren)

M2 Das Versuchsprotokoll



M3 Puzzle: Schritte beim Experimentieren²

M1 Der Forscherfächer	
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <h3>DER FORSCHERFÄCHER</h3> </div> <p style="text-align: center;">von:</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%; margin: 10px auto;"></div> 	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <h3>1 Das Thema</h3> </div>  <p style="text-align: center;">Um welches Thema geht es?</p> <p>Auftrag:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Schreibe die Überschrift auf! 2) Was weißt du schon über das Thema? 3) Was interessiert dich besonders? 4) Welche Schlüsselwörter kennst du zu dem Thema?
<p>Versuche planen, durchführen und protokollieren</p>	<p>TIPP:</p> <p>Schreibe deine Begriffe und Kenntnisse auf Karten!</p> <p>Erstelle eine Mind-Map zum Thema!</p>
○	○



(10 Papierstreifen zum Ausschneiden und Laminieren)





² Nach einer Idee von Agnes Wrase, Gymnasium Allee, Hamburg

2 Das Problem	3 Die Hypothese
	
<p>Die Frage: Formuliere eine Forschungsfrage!</p>	<p><i>Die Hypothese = Vermutung mit Begründung</i> Was denkst du, was <u>vielleicht</u> die Antwort ist?</p>
<p>Auftrag: Schreibe deine Frage auf!</p>	<p>Auftrag: Schreibe eine Hypothese auf!</p>
<p>HILFE: Wie lange/groß/viel/oft ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kann man ... • Was nimmt Einfluss auf ... • Ist es möglich, dass ... • Wie kommt es, dass ... 	<p>HILFE: Ich vermute, dass ..., weil ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wenn ..., dann ..., weil ... • Je ..., desto ..., weil ... • Ich gehe davon aus, dass ..., da ... • Aufgrund der ... ist zu vermuten, dass ...
<p>TIPP: Überlege, ob du diese Frage auch wirklich untersuchen kannst! Keine Ja/Nein-Frage!</p>	<p>TIPP: Jeder in der Gruppe notiert eine eigene Hypothese. Dann vergleicht ihr die Hypothesen und wählt die passendste aus!</p>
○	○





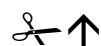
<p style="text-align: center;">4. Die Materialien und Geräte</p>	<p style="text-align: center;">5. Der Versuchsaufbau</p>
	
<p>Welche Dinge brauchst du, um den Versuch durchzuführen?</p>	<p>Wie baust du die Materialien und Geräte auf?</p>
<p>Auftrag:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Benenne die Geräte und Materialien! 2) Stelle die Materialien für den Versuch zusammen! 	<p>Auftrag:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Fertige eine Skizze an! 2) Beschrifte die Skizze!
<p>HILFE:</p> <p>Eine Wörterliste oder eine Materialliste findest du in deinem Lehrbuch!</p>	<p>HILFE:</p> <p>Benutze die Materialliste, um die Skizze richtig zu beschriften!</p>
<p>TIPP: Vergleicht zusammen mit einer anderen Gruppe, ob ihr die richtigen Materialien habt. Miss Mengen ab!</p>	<p>TIPP: Alles richtig vorbereitet? Lasst euch von einer anderen Gruppe überprüfen!</p>
<p>○</p>	<p>○</p>












<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; text-align: center; width: fit-content; margin: auto;"> <h2 style="margin: 0;">6 Die Durchführung</h2> </div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; text-align: center; width: fit-content; margin: auto;"> <h2 style="margin: 0;">7 Die Beobachtung</h2> </div>																														
																															
<p>Was willst du in welcher Reihenfolge machen?</p>	<p>Was siehst du? Was kannst du riechen, hören, fühlen, schmecken?</p>																														
<p>Auftrag: Schreibe die einzelnen Schritte in der richtigen Reihenfolge auf! HILFE:</p> <table border="1" data-bbox="124 869 683 1155"> <thead> <tr> <th>Satzanfänge</th> <th>Satzbausteine</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Man...</td> <td>• nimmt...</td> </tr> <tr> <td>Zuerst ...</td> <td>• gibt ... hinzu</td> </tr> <tr> <td>Dann ...</td> <td>• hält</td> </tr> <tr> <td>Danach ...</td> <td>• erhitzt</td> </tr> <tr> <td>Anschließend ...</td> <td>• ...</td> </tr> <tr> <td>Zum Schluss ...</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Satzanfänge	Satzbausteine	Man...	• nimmt...	Zuerst ...	• gibt ... hinzu	Dann ...	• hält	Danach ...	• erhitzt	Anschließend ...	• ...	Zum Schluss ...		<p>Auftrag: Schreibe deine Beobachtungen genau auf! HILFE:</p> <table border="1" data-bbox="730 869 1289 1189"> <thead> <tr> <th>Satzanfänge</th> <th>Satzbausteine</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Man ...</td> <td>• sieht, dass ...</td> </tr> <tr> <td>Zuerst ...</td> <td>• hört, dass ...</td> </tr> <tr> <td>Dann ...</td> <td>• riecht, dass ...</td> </tr> <tr> <td>Danach ...</td> <td>• fühlt, dass ...</td> </tr> <tr> <td>Anschließend ...</td> <td>• schmeckt, ...</td> </tr> <tr> <td>Zum Schluss ...</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Außerdem ...</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Satzanfänge	Satzbausteine	Man ...	• sieht, dass ...	Zuerst ...	• hört, dass ...	Dann ...	• riecht, dass ...	Danach ...	• fühlt, dass ...	Anschließend ...	• schmeckt, ...	Zum Schluss ...		Außerdem ...	
Satzanfänge	Satzbausteine																														
Man...	• nimmt...																														
Zuerst ...	• gibt ... hinzu																														
Dann ...	• hält																														
Danach ...	• erhitzt																														
Anschließend ...	• ...																														
Zum Schluss ...																															
Satzanfänge	Satzbausteine																														
Man ...	• sieht, dass ...																														
Zuerst ...	• hört, dass ...																														
Dann ...	• riecht, dass ...																														
Danach ...	• fühlt, dass ...																														
Anschließend ...	• schmeckt, ...																														
Zum Schluss ...																															
Außerdem ...																															
<p>TIPP: Wortschatzkarten oder Satzbausteine können dir helfen!</p>	<p>TIPP: Wortschatzkarten oder Satzbausteine können dir helfen!</p>																														
																															



<h2 style="text-align: center;">8 Die Auswertung</h2>	<h2 style="text-align: center;">9 Denke über deine Arbeit nach</h2>
	
<p style="text-align: center;">Habe ich am Anfang richtig oder falsch vermutet? Warum ist das so passiert?</p>	<p style="text-align: center;">Was war leicht/schwierig? Was hat dir geholfen?</p>
<p>Auftrag: Erkläre das Versuchsergebnis!</p> <p>HILFE:</p> <p>Regeln und Gesetzmäßigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Je kleiner/größer/länger... desto kleiner/größer/länger/... • Wenn..., dann ... • Es gilt/es gelten ... • Der/Die/Das ... gibt an ... <p>Der Rückbezug zur Hypothese:</p> <p>Meine Vermutung war</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ richtig, weil ... ○ zum Teil richtig, weil ... ○ falsch, weil ... <p>Der Versuch hat gezeigt, dass ..., weil ...</p> <p>Die Hypothese hat sich (nicht) bestätigt, weil ...</p>	<p>Auftrag:</p> <p>Der Forscherfächer zeigt die Schritte beim Experimentieren.</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Welche waren für dich leicht? b) Welche Schritte waren schwierig? Warum? c) Welche Fehler hast du gemacht? d) Was hat dir geholfen? <p>Was willst du beim nächsten Mal besser machen?</p>
○	○



M2 Das Versuchsprotokoll	
das Thema 	<i>(Worum geht es?)</i>
die Versuchsfrage 	<i>(Welche Frage wollen wir heute erforschen?)</i>
die Hypothese 	<i>(Schreibe hier eine begründete Vermutung über das Ergebnis des Versuchs!)</i>
das Material 	<i>(Schreibe hier alle Materialien auf, die du gebraucht hast.)</i>
der Versuchsaufbau 	<i>(Zeichne den Versuchsaufbau auf.)</i>
die Durchführung 	<i>(Wie bist Du während des Versuchs vorgegangen?)</i>
die Beobachtung 	<i>(Schreibe auf, was du siehst!)</i>
die Auswertung 	<i>(Warum ist das passiert, was du gesehen/ gehört hast?)</i>
Nachdenken über deine Arbeit 	

M3 Puzzle: Schritte beim Experimentieren*

1. Die Karten zeigen die Schritte beim Experimentieren. Welche Karten passen zusammen?
2. Überlege, wie du bei deinem letzten Experiment vorgegangen bist. Bringe die Karten in die richtige Reihenfolge!

<p>die Durchführung</p> 	<p>die Frage</p> 	<p>die Auswertung</p> 
<p>Um welches Thema geht es?</p>	<p>Was beobachte ich? = Was kann ich sehen/ hören/riechen/fühlen/ schmecken?</p>	<p>Wo muss ich den Versuch durchführen? Wie baue ich Geräte auf?</p>
<p>das Thema</p> 	<p>die Beobachtung</p> 	<p>die Hypothese = Vermutung</p> 
<p>Was war leicht/ schwer? Was würde ich beim nächsten Mal anderes machen?</p>	<p>Was will ich wissen / untersuchen?</p>	<p>Warum ist das so passiert? Habe ich am Anfang richtig oder falsch vermutet?</p>
<p>das Material</p> 	<p>der Versuchsaufbau</p> 	<p>Nachdenken über den Versuch</p> 
<p>Was soll ich in welcher Reihenfolge machen?</p>	<p>Was denke ich, was <u>vielleicht</u> die Antwort ist?</p>	<p>Welche Dinge brauche ich, um den Versuch zu machen?</p>

*Die Karten können auch unsortiert an die Tafel geheftet und im Plenum geordnet werden.

2.4 Wellen im Luftmeer – Überlegungen zum Unterrichtsbeispiel „Schall“



Mit unseren Sinnen erleben wir unsere Umwelt. In der Alltagswirklichkeit werden die Schülerinnen und Schüler ständig und überall mit der Thematik des Schalls konfrontiert. Schon von frühesten Kindheit an reagieren Kinder auf Schall, sei es in Form von Musik, Worten oder Lärm. Er kann als angenehm oder unangenehm empfunden werden. Allerdings verfügen sie über keine klare Vorstellung, wie die verschiedenen Erscheinungsformen von Schall einzuordnen sind und worin sie sich unterscheiden. Einfache Aktivitäten und Experimente bieten Möglichkeiten, Beobachtungen und Rückschlüsse zu ziehen, wie Schall entsteht, weitergeleitet wird, wie unser Hörorgan funktioniert und welche Gefahr Lärm für unser Ohr darstellt. Hier werden Beispiele für Versuche zur Schallerzeugung und Schallausbreitung vorgestellt.

2.4.1 Kompetenzen

Fachliche Ziele:

- Wiedergeben, Anwenden und Erklären physikalischer Vorgänge
- Anwenden der Schritte naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung
- Reflektieren des Vorgehens beim Experimentieren



Sprachliche Ziele:

- Fachbegriffe im Kontext verstehen und das Verstandene in eigenen Worten wiedergeben
- sprachliche Darstellung einfacher Sachverhalte in vorgegebenen Formen: Protokollieren von Experimenten, Beobachtetes mündlich und schriftlich beschreiben

Sprachliche Mittel:

- Thematischer Wortschatz rund um das Thema Schall, viele nominalisierte Verben
- Fach- und Strukturwortschatz zum Schreiben von Protokollen
- Schreiben: ein Versuchsprotokoll verfassen

2.4.2 Sprachliche Vorentlastung

Schüler mit Deutsch als Zweitsprache können dem Unterricht besser folgen, wenn sie sich auf das neue Unterrichtsthema vorbereiten können, z. B. mit Hilfe einer Wortschatzliste mit dem thematischen Wortschatz (M4). Das Material kann zur Vorbereitung auf das neue Thema als Hausaufgabe oder mit der DaZ-Förderlehrkraft im additiven Förderunterricht vorab erarbeitet werden. Für alle Schüler: Um Schülervorstellungen abzurufen, können zentrale Begriffe aus der Wortschatzliste vor der Erarbeitung des Themas auf Karten an die Tafel geheftet werden. Die Schüler stellen Vermutungen zum Thema an. Sie formulieren Fragen.



2.4.3 Wo ist es laut, wo ist es leise? (M2)

Über das Anfertigen einer Geräuschlandkarte der Schule kann der Einstieg in das Thema erfolgen (M2). Die Schüler werden für das Thema sensibilisiert und stellen Vermutungen an, wo und wann es auf dem Schulgelände laut oder leise ist. Sie messen die Lautstärke zu einer festgelegten Zeit mit Schallpegelmessgerät und überprüfen so ihre Vermutungen.

Im Rahmen dieses ersten Versuchs wird der Forscherfächer eingeführt: Nachdem der Versuch ausgewertet ist, werden die Karten zu den Schritten des Experimentierens einander zugeordnet. Dies kann im Plenum an der Tafel oder in Partnerarbeit geschehen (M3). Jeder Schüler stellt einen eigenen Forscherfächer her und nutzt ihn bei den folgenden Versuchen.

2.4.4 Schallerzeugung – Wir erforschen Töne und Geräusche (M3 a, b)

Bevor die Schüler die Entstehung von „Schall“ an verschiedenen Materialien untersuchen, werden erste Vermutungen zu der Frage: „Was machen die Gegenstände, von denen ein Ton oder ein Geräusch ausgeht?“ von den Schülern geäußert und an der Tafel oder dem Smartboard festgehalten. Im Anschluss führen die Schüler den Versuch zunächst sehr gelenkt mit dem Lineal durch (M3). Anschließend fahren sie selbständiger mit verschiedenen Gegenständen wie Triangel, Stimmgabeln, Trommeln, etc. fort. Sie können so sehen, hören und spüren, was mit den Gegenständen passiert, wenn von ihnen ein Ton ausgeht.

Schüleräußerungen:

- Die Stimmgabel schwingt, wackelt, zittert, vibriert etc.
- Je stärker etwas wackelt, umso lauter ist der Ton.
- Je schneller etwas wackelt, umso höher ist der Ton.

2.4.5 Schallausbreitung (M4, M5)

1) Ob der Ton durch die Luft geht, erproben die Schüler in Versuch **M4**. Jeder Schüler erlebt die Übertragung der Musik aus einem CD-Player über einen Luftballon. Je weiter man sich von der Schallquelle entfernt, umso weniger ist die Musik im Luftballon zu spüren. Auf erhöhtem Niveau (selbständige Versuchsplanung und Durchführung) können Schüler anschließend untersuchen, ob die Schwingungen auch von anderen Gegenständen übertragen werden können. Hierzu dienen z. B. eine Schallkanone, Trommeln, Lautsprecher usw.

2) Ob die Luft wichtig ist, wird nun durch ein weiteres Experiment überprüft. Ein klingelnder Wecker wird in eine Vakuumpumpe gelegt. Nachdem die Luft entzogen wurde, ist der Klingelton des Weckers kaum hörbar (M5).

Variante: Zur Einführung kann vorab auch das folgende Demonstrationsexperiment durchgeführt werden: Ein Glas wird in Schwingung versetzt und zwingt ein weiteres Glas auch zum Schwingen. Ein darauf liegender Metallstift wird dabei durch das zum Schwingen angeregte Glas vom Glasrand gezwungen. Mit diesem Demonstrationsexperiment wird der Frage nachgegangen, ob die Luft für die Übertragung des Tones eine Rolle spielt. Die Schüler stellen eigene Vermutungen an.

Impulse:

- Wie kommt eigentlich das Wackeln von dem einen Glas zu dem anderen?
- Was ist zwischen den Gläsern?
- Wie könnte das Wackeln der Luft von einem Glas zu dem anderen kommen?
- Die Schüler notieren die Untersuchungsfrage und ihre Vermutung und zeichnen den Versuchsaufbau auf ein Versuchsprotokoll.

2.5 Materialien

M1 ein Wortspeicher zum Thema „Schall“

M2 Schall – was ist das? Wo ist es laut und wo leise?

M3 Wir erforschen Töne und Geräusche

M4 Musik in der Luft

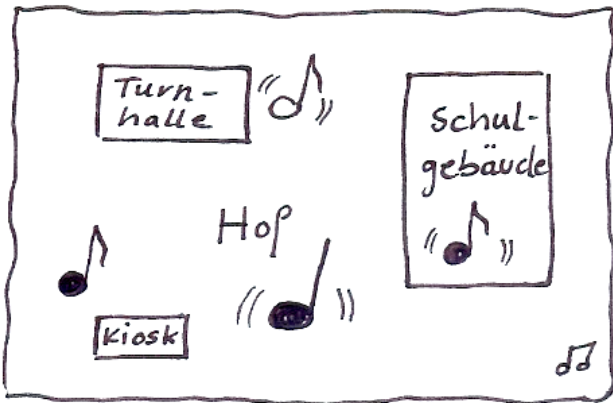
M5 Der Wecker im Vakuum



M1 Wortspeicher zum Thema „Schall“

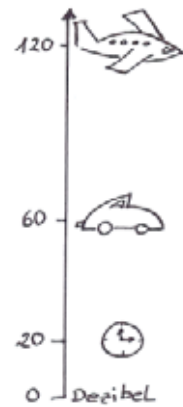
Deutsch	Erklärung/Beispiel	in meinen Worten/ in meiner Sprache
der Schall		
das Echo		
das Geräusch		
der Ton		
der Klang		
vibrieren		
schwingen		
zittern		
die Schallwelle		
die Schallerzeugung		
die Schallausbreitung		
der Schallempfang		
die Schwingung		
die Amplitude		
die Frequenz		
die Tonhöhe		
die Lautstärke		
der Schallpegel		
das Schallpegel- messgerät		
die Stimmgabel		
das Vakuum		
die Vakuumpumpe		

M2 Wo ist es laut, wo ist es leise?



das Schulgelände

die Dezibelskala:



der Geräuschpegel

- Die Frage:** Überall um dich herum gibt es Geräusche. Selten ist es ganz still. Wie ist es auf dem Schulgelände? Wo ist es besonders laut oder leise?
- Die Vermutung:** Stelle 2 Vermutungen auf: Wo ist der leiseste und wo der lauteste Ort auf dem Schulgelände?

- Das Material:** Das brauchst du: 1 Schallpegelmessgerät (oder eine App auf deinem Handy), eine Uhr, eine Karte vom Schulgelände, Protokoll

4. Die Durchführung und die Beobachtung:

Wir messen die Lautstärke um _____ Uhr.

Wir messen die Lautstärke an diesen Orten:

Ort	Lautstärke (in Dezibel)
a)	
b)	
c)	
d)	

5. Die Auswertung: Beantworte die Fragen:

- Wo war es am lautesten? Wo war es besonders leise?
- Zeichne den Geräuschpegel von diesen beiden Orten auf der Dezibelskala ein!
- Hattest du mit deinen Vermutungen Recht? (Wenn nicht: Warum?)

M3a Wir erforschen Töne und Geräusche



das Lineal, die Stimmgabel, die Triangel

A Führe diesen Versuch mit dem Lineal durch:

1. **Die Frage:** Was machen Gegenstände, von denen ein Ton oder ein Geräusch kommt?
2. **Die Vermutung:** Schreibe deine Vermutungen auf! Besprecht die Vermutungen in der Gruppe. Einigt euch auf 2 gemeinsame Vermutungen!
3. **Das Material:** das Lineal, die Stimmgabel, die Triangel
4. **Die Durchführung:** Lege das lange Lineal auf den Tisch. Halte es mit einer Hand fest.
 - a) Schiebe das Lineal sehr weit über den Tischrand.
 - Drücke das Lineal mit einer Hand auf den Tisch. Lege deine Hand nahe an den Tischrand. Biege das Lineal vorsichtig mit einer Hand nach unten und lasse los.
 - **Die Beobachtung:** Was siehst du?
Das Lineal schwingt langsam schnell.
Der Ton ist tief hoch.
 - b) Schiebe das Lineal nur wenig über den Tischrand.
 - Drücke das Lineal mit einer Hand auf den Tisch. Lege deine Hand nahe an den Tischrand. Biege das Lineal vorsichtig mit einer Hand nach unten und lasse los.
 - **Die Beobachtung:** Was siehst du?
Das Lineal schwingt langsam schnell.
Der Ton ist tief hoch.
 - c) Schiebe das Lineal sehr weit über den Tischrand.
 - Drücke das Lineal mit der rechten Hand auf den Tisch. Lege deine Hand nahe an den Tischrand. Biege das Lineal vorsichtig mit der linken Hand nach unten und lasse los.
 - Ziehe das Lineal dann schnell mit der rechten Hand auf den Tisch.
 - **Die Beobachtung:** Was siehst du? Was hörst du?

M3b Wir erforschen Töne und Geräusche**Das kannst du allein!**

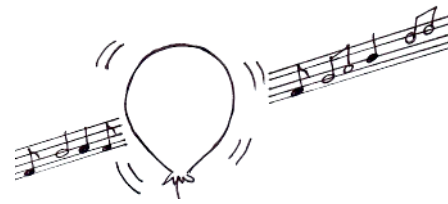
- **Führe nun Versuche mit anderen Gegenständen durch, z.B. Triangel und Stimmgabel.**
- **Arbeite mit dem Forscherfächer!**
- **Schreibe ein Protokoll!**

Diese Fragen helfen dir:

- a) Überlege, was passiert, wenn du die Gegenstände unterschiedlich stark anschlägst. Schreibe es auf!
- b) Schlage nun die Triangel und die Stimmgabel nacheinander unterschiedlich stark an.
- c) Was kannst du nach den Versuchen über die Schallerzeugung sagen? (Auswertung)

Hilfe:

- Je stärker etwas schwingt, umso _____ ? _____ ist der Ton.
- Je schneller etwas wackelt, umso _____ ? _____ ist der Ton.

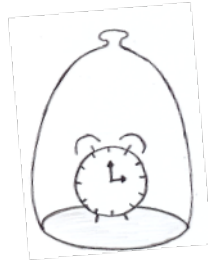
M4 Musik in der Luft**Arbeite mit dem Forscherfächer!****Schreibe ein Protokoll!****1. Lies diese Versuchsdurchführung zuerst genau durch!**

Material: Luftballons, Lautsprecher, CD-Player, Musikbeispiele, Schallkanone, Trommeln, Kerzen, Sandkörner.

Durchführung: Blase einen Luftballon prall auf und knote ihn zu! Schalte den CD-Player mit der Musik gut hörbar ein! Nimm den Ballon in beide Hände. Stelle dich nun mit dem Luftballon

- a) direkt vor den CD-Player
 - b) etwa 2m entfernt
 - c) etwa 5m entfernt
 - d) 10-20m entfernt
- auf.

2. Überlege nun: Welche Frage kannst du mit dem Versuch beantworten?**3 Was glaubst du, was das Ergebnis dieses Versuchs sein könnte? Stelle eine Hypothese auf!****4. Führe nun den Versuch durch und schreibe ein Protokoll!**

M5 Der Wecker im Vakuum**Arbeite mit dem Forscherfächer!****Schreibe ein Protokoll!****1. Lies diese Versuchsdurchführung zuerst genau durch!**

Material: der Wecker, die Vakuumpumpe

Durchführung:

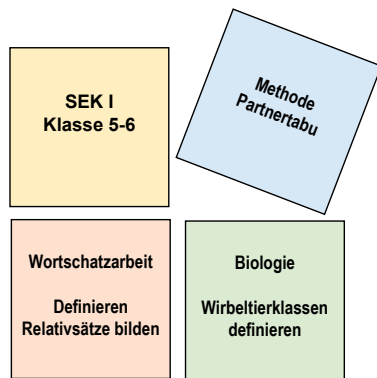
- Stelle den Wecker so ein, dass er zu piepen beginnt.
- Lege den piependen Wecker auf den Schaumstoff in den Vakuumbehälter und verschließe ihn.
- Pumpe die Luft vorsichtig mit der Vakuumpumpe aus dem Vakuumbehälter.

2. Überlege nun: Welche Frage kannst du mit dem Versuch beantworten?**3. Was glaubst du, was das Ergebnis dieses Versuchs sein könnte? Stelle eine Hypothese auf!****4. Führe nun den Versuch durch! Folge den Schritten beim Experimentieren! Der Forscherfächer hilft dir dabei!**

- **TIPP: Nutze für deine Auswertung die Information im Kasten!**

Info: Vakuum im Weltall

In unserer Erdatmosphäre befinden sich viele kleine Teilchen, die Luftmoleküle. Im Weltall sind dagegen so gut wie keine kleinen Teilchen vorhanden. Dort herrscht ein luftleerer Raum: ein Vakuum. Auf der Erde können wir kaum so ein vollkommenes Vakuum erzeugen.



3 Gut definiert ist halb gewonnen – Definieren üben im Natur- und Technikunterricht

Dieser Beitrag stellt eine Möglichkeit vor, wie im Natur- und Technikunterricht das Definieren geübt werden kann. Eingeordnet in den Kontext der Wirbeltierklassen erlernen die Schüler den Aufbau einer Definition mit den dazugehörigen sprachlichen Mitteln und üben das Definieren spielerisch mit der Methode „Partnertabu“.

Fachliche Kompetenzen:

Die Wirbeltierklassen unterscheiden und charakterisieren können.

Sprachliche Kompetenzen:

Kurze, präzise und kohärente Definitionen erstellen.

Methoden:

Partnertabu als eine Möglichkeit spielerisch das Definieren zu üben.



3.1 Definitionen im naturwissenschaftlichen Unterricht

Eine Standardanforderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist das Definieren. Man braucht es, um sich Klarheit darüber zu verschaffen, worüber gesprochen wird (z.B. Was ist ein Reptil?), oder um entscheiden zu können, ob etwas unter einen bestimmten Oberbegriff fällt (z.B. Handelt es sich bei den Reptilien³ um Wirbeltiere?). Damit ist das Definieren eine metasprachliche Handlung, der besondere Bedeutung mit Blick auf die Verständigung zukommt.

3.1.1 Aufbau von Definitionen

Allerdings ist die sprachliche Anforderung des Definierens nicht zu unterschätzen und bedarf einiger Übung. So erfordert jede Definition den Zwischenschritt aus Kategorisieren und Spezifizieren. Bei der Kategorisierung geht es darum, den zu definierenden Begriff einer **Oberkategorie** zuzuordnen (z.B. Reptilien gehören zu den Wirbeltieren.). Daran anschließend wird dann spezifiziert, indem **besondere Merkmale** des Begriffs herangezogen werden, die ihn von anderen abgrenzen, ihn einzigartig machen. Beide Schritte erfordern neben dem inhaltlichen Wissen, das es einem erlaubt, eine solche Zuordnung und nähere Beschreibung vorzunehmen, auch bestimmte sprachliche Strukturen, die geübt werden können.

Für die Zuordnung eines Begriffes zu einer Oberkategorie benötigen die Schüler eine Reihe von Verben wie ‚gehören zu‘ oder ‚zählen zu‘. Die anschließende Spezifizierung des Begriffes erfolgt häufig in Form eines Relativsatzes (z.B. Reptilien sind Wirbeltiere, die über eine trockene, schuppige Haut verfügen.). Befindet sich der Begriff im Singular, so kommt bei Relativsätzen hier das Problem der Verwendung des richtigen Artikels hinzu. Besonderheiten lassen sich jedoch ebenfalls durch die Verwendung von Superlativen (z.B. Reptilien sind die einzigen Wirbeltiere mit trockener, schuppiger Haut.), oder durch Abgrenzung zu verwandten Begriffen ausdrücken (z.B. Reptilien sind Wirbeltiere. Im Gegensatz zu anderen Wirbeltieren haben sie jedoch eine trockene, schuppige Haut.). Häufig wird zum besseren Verständnis in einem anschließenden Satz ein **Beispiel** angeführt (z.B. Ein Beispiel für ein Reptil ist der Alligator.)

³ Genau genommen umfassen die Reptilien nur nach der traditionellen Systematik eine monophyletische Gruppe. Nach neueren Vorstellungen sind die Reptilien eine paraphyletische Gruppe. Auch die Fische werden in diesem Beitrag vereinfacht als eine Wirbeltiergruppe zusammengefasst. Genau genommen lassen sie sich in 2 Klassen unterteilen, Knochen- und Knorpelfische. Auch Gattungen von Lebewesen, wie z.B. die Wale oder Strauße werden hier als „Gruppen“ zusammengefasst.

Schematisch betrachtet sieht dies so aus:

Kategorisieren: Zuordnung zu einer Oberkategorie	Spezifizieren: Nennen von Besonderheiten	Spezifizieren optional: Nennen eines Beispiels	
Reptilien gehören zu den Wirbeltieren.	durch einen Relativsatz	Reptilien sind Wirbeltiere, die ...	Ein Beispiel für ein Reptil ist der Alligator.
Reptilien sind Wirbeltiere.	durch einen Superlativ	Reptilien sind die einzigen Wirbeltiere mit...	
Reptilien zählen zu den Wirbeltieren.	durch einen Gegensatz	Im Gegensatz zu anderen Wirbeltieren ...	
Bei Reptilien handelt es sich um Wirbeltiere.		Reptilien haben jedoch ...	
		Allerdings haben Reptilien ...	
		Reptilien haben aber ...	

3.2 Definieren üben am Beispiel der Wirbeltierklassen

Ein Themenbereich, bei dem das Definieren häufig eine zentrale Rolle einnimmt, sind die Wirbeltierklassen im Natur- und Technikunterricht. Die Schüler lernen hier Gemeinsamkeiten der Tiere einer Wirbeltierklasse kennen und arbeiten gleichzeitig Unterschiede heraus, durch die sich die Wirbeltierklassen voneinander unterscheiden lassen. Am Ende der Jahrgangsstufe 6 sollen die Schüler im Themenbereich *Vielfalt des Lebens* laut Hamburger Bildungsplan (vgl. 2014, 24) die verschiedenen Wirbeltierklassen unterscheiden und charakterisieren können. Dies setzt natürlich voraus, dass entsprechende Definitionen erarbeitet werden. Aus diesem Grund wurde für das folgende Unterrichtsbeispiel das Thema Wirbeltiere als Kontext gewählt. Vor diesem Unterrichtsbeispiel sollten die Schüler die Wirbeltierklassen bereits kennengelernt haben, indem sie zum Beispiel eine tabellarische Übersicht mit Merkmalen der einzelnen Wirbeltierklassen erstellt haben.



3.2.1 Und los geht's: Was ist eigentlich eine gute Definition?

Zu Beginn bietet es sich an, den Schülern zwei unterschiedlich gut gelungene Definitionen zu zeigen und diese miteinander vergleichen zu lassen. Sie sollen begründen, welche der Definitionen sie persönlich für die bessere halten und ihre Entscheidung begründen. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die Begriffe den Schülern ausreichend bekannt sind, damit sich alle Schüler ein Urteil bilden können. Ausgehend von diesem Impuls kann dann die Frage entwickelt werden, was eine gute Definition ausmacht und es können gemeinsam Kriterien für eine gute Definition erarbeitet werden. Ein mögliches Ergebnis wäre hier, dass eine gute Definition eine möglichst genaue oder auch



eindeutige Bestimmung eines Begriffs ist, die einem dabei hilft zu verstehen, was mit diesem Begriff gemeint ist. Darüber hinaus sollte sie möglichst kurz und präzise formuliert sein, damit man schnell informiert ist, und über einen logischen Aufbau verfügen, der die Nachvollziehbarkeit erleichtert.

3.2.2 „Ein Handy ist ein Gerät, mit dem ...“ – Definieren an bekannten Beispielen üben

Anhand mehrerer bekannter Beispiele können die Schüler dann einmal eigene Definitionen erstellen. Zum Beispiel könnte man Definitionen für die Begriffe *Schule*, *Auto* und *Handy* erarbeiten lassen. Damit sichergestellt ist, dass alle Schüler mitarbeiten können, empfiehlt es sich auch hier mit Begriffen zu starten, die allen Schülern bekannt und nicht zu schwierig zu definieren sind. Aus den Beispielen der Schüler kann man dann sehr gut den allgemeinen Aufbau einer Definition herausarbeiten (s. Abb. 1) und den Schülern vor Augen führen.

3.2.3 Gehören zu, sich handeln um, zählen zu – Verben, die man für's Definieren braucht

Nachdem der prinzipielle Aufbau einer Definition verstanden ist, soll es nun darum gehen, die unterschiedlichen Verben kennenzulernen, die man für die Zuordnung eines Begriffes zu einer Oberkategorie benötigt. Sie stellen erfahrungsgemäß ein großes Problem für die Schüler dar. In M1 arbeiten die Schüler die Verben zunächst aus gegebenen Beispielen heraus. Anschließend bilden sie aus vorgegebenen Satzbausteinen richtige Sätze und üben somit die Verwendung der Verben. Hier haben einige Schüler erfahrungsgemäß Schwierigkeiten bei der Satzbildung aufgrund der Verwendung des Dativs bei den Verben ‚gehören zu‘ und ‚zählen zu‘. In diesem Fall bietet sich die Möglichkeit, die Regel im Plenum zu besprechen oder eine Hilfekarte einzusetzen:

zählen zu	} Dativ (Wem?)	Singular:	der Frosch	→	dem Frosch
			die Giraffe	→	der Giraffe
			das Pferd	→	dem Pferd
gehören zu		Plural:	die Frösche	→	den Fröschen
Beispiel:					
Frösche / gehören zu / die Amphibien					
<u>Frösche gehören zu den Amphibien.</u>					

Im letzten Schritt sollen die Schüler dann eigenständig Sätze schreiben, wobei sie jedes Verb genau zweimal verwenden.

3.2.4 Vom Bekannten zum Neuen – Definitionselemente von Wirbeltieren richtig zuordnen

Mit M2 erhalten die Schüler nun eine Zuordnungsaufgabe, bei der sie verschiedenen Tiere sowohl die richtige Wirbeltierklasse als Oberkategorie als auch die entsprechenden Besonderheiten zuordnen müssen, sodass sie am Ende Kurzdefinitionen für jedes Tier erstellt haben. In einer aufbauenden Aufgabe sollen die Schüler dann eigene Definitionen für drei vorgegebene Begriffe formulieren, bevor sie dann Definitionen für Wirbeltiere ihrer Wahl erstellen dürfen.

3.2.5 Gut definiert ist schon halb gewonnen – Definieren üben mit Tabu



Definitionen bieten darüber hinaus eine gute Möglichkeit, sie spielerisch zu üben. Lässt man den zu definierenden Begriff in der Definition aus, so können die anderen Schüler raten, welcher Begriff definiert wurde. Gleichzeitig zeigt sich auf diese Weise schnell, ob die Definition gelungen war, ob sie spezifisch genug war. M3 enthält einige Tabukarten zum Thema Wirbeltiere. Eine schnellere Möglichkeit Tabu zu spielen, die auch gut spontan eingesetzt werden kann, da sie keine Begriffskarten benötigt, ist das Partner-Tabu. Dabei braucht jeder Schüler einen Partner. Einer von beiden dreht sich mit dem Rücken zur Tafel. Die Lehrkraft schreibt 1-3 Begriffe an die Tafel. Diese sollen von demjenigen Schüler, der die Tafel noch sehen kann, definiert werden, ohne den Begriff zu nennen, sodass der Partner den Begriff erraten kann. Anschließend werden im Plenum mögliche Definitionen diskutiert, bevor die Rollen getauscht werden und die Lehrkraft 1-3 neue Begriffe an die Tafel schreibt.

Transfer: Da das Partner-Tabu gleichzeitig ein ideales Instrument darstellt, um Fachbegriffe zu wiederholen, kann es sehr gut zu Beginn einer Stunde als kleines Warm-up eingesetzt werden. Durch die Erklärung des Fachbegriffs wird dann schnell deutlich, ob dieser auch verstanden wurde.

3.2.6 Die Strukturlegetechnik als Möglichkeit das Kategorisieren zu üben

Als Möglichkeit, das Kategorisieren zu üben, welches bei Definitionen ja unumgänglich ist, bietet sich die Arbeit mit der Strukturlegetechnik an (vgl. Wahl 2006, 307). Dazu werden verschiedene Begriffe von der Lehrkraft unsortiert auf kleine Kärtchen geschrieben. Die Schülergruppen erhalten die Aufgabe, die Begriffe so anzuordnen, dass sich eine logische Anordnung ergibt.

Als mögliche vorgeschaltete Übung eignet sich die Netzwerk-Methode nach Wahl (vgl. ebd.: 296). Die Begriffskärtchen werden hier erst einmal gleichmäßig auf alle Schüler der Gruppe verteilt. Dann dürfen Begriffe getauscht werden, sodass jeder Begriffe hat, deren Bedeutung ihm klar sind. Wenn ein Begriff der ganzen Gruppe unklar ist, darf er aussortiert werden. Nacheinander erklären die Schüler je einen ihrer Begriffe und legen ihn in der Mitte ab. Erst im Anschluss daran werden die Karten dann gemeinsam in eine logische Anordnung gebracht. Die Vorübung erhöht hier die individuelle Verantwortung für eine bestimmte Anzahl an Begriffen und die Sicherheit.

Im Anschluss an das Erstellen einer logischen Anordnung kann die Lehrkraft die Schüler dazu auffordern, die erstellte Struktur dazu zu nutzen, einige der Begriffe zu definieren. Es bietet sich dabei an, dies zunächst an einem Beispiel für alle Schüler zu zeigen, damit der Zusammenhang zwischen der erstellten Struktur und dem schematischen Aufbau von Definitionen deutlich wird.

Ein Beispiel für Begriffskarten zum Themenbereich der Wirbeltierklassen bietet M4. Es eignet sich in besonderem Maße für den Abschluss der Arbeit.

3.3 Aufgabestellungen und Material

M1: Verbtraining

M2: Wirbeltierdefinitionen ordnen und erstellen

M3: Tabukarten

M4: Begriffskarten für die Strukturlegetechnik

M1 Verbtraining

Wenn man sagen möchte, zu welcher Kategorie oder Art ein Begriff gehört, hat man dafür verschiedene Möglichkeiten, die alle dasselbe bedeuten. Man verwendet dazu unterschiedliche Verben.

Aufgabe 1: In den vier Beispielen wurden vier verschiedene Verben verwendet. Kannst du sie finden? Dann unterstreiche sie und trage die Grundform der Verben in die Boxen hinter den Sätzen ein.

1. Fische gehören zu den Wirbeltieren.

Verb: _____

2. Fische sind Wirbeltiere.

Verb: _____

3. Fische zählen zu den Wirbeltieren.

Verb: _____

4. Bei Fischen handelt es sich um Wirbeltiere.

Verb: _____

Aufgabe 2: Welche Sätze sind hier versteckt? Schreibe sie auf. Achtung: Die Verben sind noch in der Grundform und auch die Fälle musst du eventuell noch ändern.

1. Schildkröten / zählen zu / die Reptilien.

Tipp:
zählen zu / gehören zu
+ Dativ

2. Bei / Lurche / sich handeln um / die Amphibien.

3. Pinguine / sein / die Vögel.

4. Delphine / nicht / gehören zu / die Fische.

Aufgabe 3: Ordne die folgenden Tiere einer Wirbeltierklasse zu. Schreibe Sätze mit den Verben aus Aufgabe 1. Benutze jedes Verb genau zweimal.

1. Schwalben

2. Schlangen

3. Chamäleons

4. Salamander

5. Tiger

6. Seepferdchen

7. Kängurus

8. Eulen

M2 Wirbeltierdefinitionen ordnen und erstellen

1. Die Definitionen für diese Wirbeltiere sind durcheinandergeraten. Verbinde die Satzteile so miteinander, dass richtige Definitionen entstehen wie im Beispiel schon begonnen.

Delphine gehören zu den	Vögeln.	<p>Im Gegensatz zu den meisten anderen Säugetieren leben sie jedoch im Wasser und zählen damit zu den Meeressäugern.</p> <p>die lange Wanderungen unternehmen. Eigentlich leben sie im Meer. Wenn sie aber Nachwuchs bekommen, dann schwimmen sie über hunderte von Kilometern den Fluss hinauf, damit sich ihre Jungen im Süßwasser des Flusses entwickeln können.</p> <p>Es sind die einzigen Vögel, die riechen können. Fliegen können sie allerdings nicht.</p> <p>die fast überall auf der Welt anzutreffen sind und sich vorwiegend springend oder hüpfend fortbewegen.</p> <p>die den Großteil ihres Lebens in Wasser- und Sumpfgebieten verbringen. Sie gehören zu den ältesten Tieren der Welt. Es gab sie schon zu Zeiten der Dinosaurier.</p>
Frösche sind	Reptilien,	
Kiwis zählen zu den	Fische,	
Lachse sind	Amphibien,	
Alligatoren sind	Säugetieren.	

2. Schreibe drei eigene Definitionen für diese drei Wirbeltiergruppen

Wölfe sind

Wale

Strauße

Wort-Box:

zählen zu den ... /
gehören zu den ... /
sind ... / Bei ... handelt es sich um ...

2. Wähle 3 Wirbeltiere aus den folgenden aus:

Schwalben, Schlangen, Chamäleons, Salamander, Tiger, Seepferdchen, Kängurus, Eulen.

Denke dir nun Definitionen zu diesen Wirbeltieren aus und schreibe sie in dein Heft.

M3 Tabukarten

Aufgabenstellung:

1. Teilt jedem Partner die gleiche Anzahl an Kärtchen zu.
2. Nimm einen Begriff von deinem Stapel und definiere deinen Begriff, ohne ihn deinem Partner zu nennen.

Finde dazu zunächst eine passende **Oberkategorie** für deinen Begriff.

Beispiel: Diese Tiere gehören zu den **Wirbeltieren**.

Nenne dann Merkmale, die deinen Begriff besonders machen, damit man ihn gut erraten kann.

Beispiel: Im Gegensatz zu anderen Wirbeltieren haben diese Tiere hohle Knochen, einen Schnabel, Flügel und Federn.

Du kannst die Merkmale natürlich auch in einem Relativsatz anfügen.

Beispiel: Es sind Wirbeltiere, die hohle Knochen, einen Schnabel, Flügel und Federn haben.

3. Dein Partner soll den Begriff erraten. Danach bist du dran mit Raten.

Vögel	Reptilien	Amphibien
Säugetiere	Fische	Wirbeltiere
Goldfische	Mäuse	Pferde
Elefanten	Papageien	Chamäleons
Schlangen	Pinguine	Füchse
Schweine	Hühner	Salamander
Kröten	Fledermäuse (Tipp: Säugetiere)	Tauben
Meerschweinchen	Kaninchen	Aale
Eisbären	Tiger	Adler

M4 Begriffskarten für die Strukturlegetechnik

Vögel	Reptilien	Amphibien
Säugetiere	Fische	Wirbeltiere
feuchte Haut	trockene, schuppige Haut	lebendgebärend
Eiablage an Land	säugen den Nachwuchs mit Milch	Metamorphose = Gestaltwandlung
Eiablage in feuchten Gebieten	Eiablage an Land	gleichwarm
wechselwarm	gleichwarm	wechselwarm
wechselwarm	Möwe	Krokodil
Frosch	Mensch	Lachs
Eiablage im Wasser	Knochen mit Hohlräumen	Schnabel, Flügel, Federn
Kiemenatmung	langer Schwanz, echsenartige Gestalt	Jungtiere atmen mit Kiemen, erwachsene Tiere mit Lungen

M4 Lösung: Begriffskarten für die Strukturlegetechnik

Vögel	Reptilien	Amphibien
Säugetiere	Fische	Wirbeltiere
feuchte Haut	trockene, schuppige Haut	lebendgebärend
Eiablage an Land	säugen den Nachwuchs mit Milch	Metamorphose = Gestaltwandlung
Eiablage in feuchten Gebieten	Eiablage an Land	gleichwarm
wechselwarm	gleichwarm	wechselwarm
wechselwarm	Möwe	Krokodil
Frosch	Mensch	Lachs
Eiablage im Wasser	Knochen mit Hohlräumen	Schnabel, Flügel, Federn
Kiemenatmung	langer Schwanz, echsenartige Gestalt	Jungtiere atmen mit Kiemen, erwachsene Tiere mit Lungen

3.3.1 Wirbeltiere

- Vögel (Merkmale: Eiablage an Land, gleichwarm, Knochen mit Hohlräumen, Schnabel, Flügel, Federn), (Beispiel: Möwe)
- Reptilien (Merkmale: trockene, schuppige Haut, langer Schwanz, echsenartige Gestalt, Eiablage an Land, wechselwarm), (Beispiel: Krokodil)
- Amphibien (Merkmale: feuchte Haut, Eiablage in feuchten Gebieten, Metamorphose, Jungtiere atmen mit Kiemen, erwachsene Tiere mit Lungen, wechselwarm), (Beispiel: Frosch)
- Säugetiere (Merkmale: lebendgebärend, säugen Nachwuchs mit Milch, gleichwarm), (Beispiel: Mensch)
- Fische (Merkmale: wechselwarm, Kiemenatmung, Eiablage im Wasser), (Beispiel: Lachs)

Die Zuordnung von typischen Merkmalen der Wirbeltiergruppen ist hier vereinfacht. Eine ganze Reihe von Tieren weisen Merkmale und Eigenschaften auf, die nicht mit denen „ihrer“ Wirbeltiergruppe übereinstimmen. Diese lassen sich für Schüler nicht so leicht zuordnen und können für Verwirrung sorgen. Daher sollte anhand konkreter Beispiele im Unterricht auf mögliche Ausnahmen aufmerksam gemacht werden.

So gibt es Schlangen, Amphibien und Fische, die lebende Junge zur Welt bringen (Sie sind ovovivipar). Dazu gehören z.B. die als Aquarienfische beliebten Guppies, die Strumpfbandnattern, die im Alpenraum vorkommenden Waldeidechsen.

Das Axolotl ist ein Beispiel für ein Amphibium, das auch als adultes Tier durch Kiemen atmet.

Das Schnabeltier und der Schnabeligel sind eierlegende Säugetiere (Kloakentiere, *Monotremata*).

M5 Vielfältige Tierwelt – Rechercheaufgabe für Spezialisten

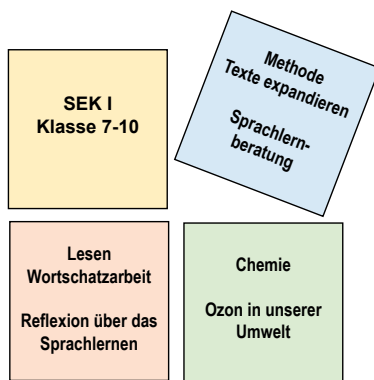
Kannst du diese Tiere zu einer Wirbeltiergruppe zuordnen?

1. Schreibe zuerst deine Vermutungen auf:

Tierart	Wirbeltiergruppe
das Axolotl	
der Schnabeligel	
die Strumpfbandnatter	
die Waldeidechse	

2. Recherchiere im Internet oder in Lexika: Welche typischen Eigenschaften ihrer Wirbeltiergruppe haben diese Tiere?

3. Benenne Eigenschaften der Tiere, die nicht zu ihrer Gruppe passen!



4 Ozon in unserer Umwelt. Oder: Müssen Fachtexte schwierig sein?

Ein Praxisbeispiel zum Einsatz von Sprachlerncoaches im naturwissenschaftlichen Fachunterricht

4.1 Vorüberlegungen – Fachtexte verstehen? *Gemeinsam schaffen wir das!*

Das vorliegende Praxisbeispiel zeigt am Beispiel von „Ozon in unserer Umwelt“ wie die Lesestrategie „Texte expandieren“ mit heterogenen Lerngruppen erarbeitet werden kann. Die Schüler erwerben dabei das notwendige Fachwissen zur Durchführung von Versuchen, in denen Ozon gemessen wird. Sprachlerncoaches⁴ unterstützen Schüler mit Deutsch als Zweitsprache. Das methodische Vorgehen zur Anwendung und Vermittlung leichter Sprache im inklusiven Unterricht wird am konkreten Beispiel beschrieben. Die vorgestellten Materialien sind natürlich von Fachlehrern auch ohne Sprachlerncoaches anwendbar.

In einem naturwissenschaftlichen Fachtext steckt fast hinter jedem Begriff eine komplexe Vorstellung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge. Auch Schülern ohne besondere sprachliche Schwierigkeiten fällt es daher oft schwer, diese Texte zu knacken. Eine große Hilfe für das Leseverständnis bietet in diesen Fällen die Strategie Texte zu expandieren. Das Expandieren geschieht durch Zusätze, Erläuterungen, Erklärungen, Zeichnungen und weitere von der Lehrkraft bereitgestellte Informationen. Daneben wird der Text vereinfacht z.B. durch das Auflösen von Schachtelsätzen und Passivkonstruktionen. Schüler mit Deutsch als Zweitsprache benötigen hierfür besondere Unterstützung. Wenn Schüler mit sprachlichen Schwierigkeiten oder mit Deutsch als Zweitsprache hochverdichtete Fachtexte lesen sollen, scheitern sie häufig bereits am Wortschatz. Der folgende Textausschnitt zeigt beispielhaft wie viele Verständnislücken Schüler, die aus einer Internationalen Vorbereitungsklasse kommen, im Umgang mit Fachtexten haben können.

Die Atmosphäre besteht aus Luft. Sie ist wichtig für das Leben auf der Erde. Menschen schädigen die Luft. Sie denken dabei nur an ihre eigenen Interessen. Die Menschen zerstören vor allem die empfindliche Ozonschicht in der Luft. Die Ozonschicht ist ein Schutzschild für das Leben auf der Erde.

Was ist Ozon?



Ozonmoleküle (O_3) bestehen aus 3 Sauerstoffatomen. Im Gegensatz dazu bestehen Sauerstoffmoleküle (O_2) aus 2 Sauerstoffatomen. Ozonmoleküle sind sehr selten. Nur 10 von 1 Million Luftmolekülen sind Ozonmoleküle. Aber Ozon in der Atmosphäre ist seit einer Milliarde Jahren sehr wichtig für den Schutz des Lebens auf der Erde. Ozon kann das Leben auf der Erde aber auch schädigen. Das hängt davon ab, wo es sich befindet.

Abbildung 3: Text, in dem ein Schüler der 8. Kl. (mit Deutsch als Zweitsprache) unverständliche Wörter markiert hat




⁴ Zu den pädagogischen Intentionen des Sprachlerncoachings sowie Hinweise zur möglichen Ausbildung von Schülerinnen und Schülern zu sog. Sprachlerncoaches bzw. Sprachlernberatern im Basisartikel dieser Handreichung.

4.2 Unterrichtsskizze und Arbeitsmaterial

Im Folgenden wird ein Unterrichtsverlauf skizziert, in dessen Erarbeitungsphase die Sprachlerncoaches als Experten für das Adaptieren des Fachtextes eingesetzt werden. Dieser Vermittlungsprozess wird in spezielle Coaching-Methoden eingebettet. Mit ihrer Hilfe lassen sich der Umgang mit Texten überprüfen und erste Teilerfolge sichtbar machen. Die Beschreibung der Methode „Sprachlerncoaching“ findet sich im Anschluss an die Unterrichtsskizze. Die Methode ist auf andere Lernsituationen im Fachunterricht zur Förderung von Schülern mit DaZ anwendbar.

Überblick über das Unterrichtsvorhaben zum Thema: „Wie der Mensch das Klima auf unserem Planeten beeinflusst“	
Kontext	Ozonschicht, Ozonloch und Ozonsmog – welche Bedeutung hat Ozon für uns?
fachliche Lernziele 	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammensetzung, Vorkommen von Ozon benennen • die Wirkung der Ozonschicht mit der von bodennahem Ozon vergleichen und unterscheiden • Ursachen für die Entstehung von Umweltproblemen und Maßnahmen zur Bekämpfung nennen (erhöhtes Niveau: Maßnahmen beurteilen)
Sprachhandlungen	Benennen, Beschreiben, Vergleichen, Bewerten
sprachliche Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Lesen: <ul style="list-style-type: none"> ○ gezieltes und detailliertes Leseverstehen: einem Text Informationen entnehmen ○ fachsprachliche Ausdrucksweisen in Texten identifizieren und allgemeinsprachlich erklären • Sprechen: <ul style="list-style-type: none"> ○ in der mündlichen oder schriftlichen Anschlusskommunikation – Die Schüler verfügen über einen Mitteilungswortschatz, der u.a. die folgenden sprachlichen Äußerungen im Fachunterricht möglich macht: ... • Sprachreflexion mittels Coachingmethoden: <ul style="list-style-type: none"> ○ die eigene Lesekompetenz und Hürden reflektieren ○ gemeinsam mit dem Sprachlerncoach Lernziele/Leseziele setzen
sprachliche Mittel	Sprachmittel: Themenspezifischer Wortschatz, Fachbegriffe aus der Chemie, Redewendungen des Vergleichens, Beschreibens und Bewertens
Handlungsschritte, Interaktionsformen 	<ul style="list-style-type: none"> • Inhaltliche und sprachliche Vorentlastung: Die Schüler notieren in Gruppen ihre Vorstellungen und ihr Vorwissen zu den Begriffen „Ozonschicht, Ozonloch und Ozonsmog“ auf Platzdeckchen. • Im Plenum werden die Vorstellungen ausgetauscht. (Die Vorstellungen werden am Ende des Unterrichts wieder hervorgeholt und entsprechend der neuen Kenntnisse verbessert.) • Vor der Textarbeit: Schüler mit sprachlichen Schwierigkeiten schätzen gemeinsam mit den Sprachlerncoaches oder der Lehrkraft ihre Lesekompetenz im Umgang mit Fachtexten ein. (M1: Skalierungsbogen + didaktische Hinweise) • Die Schüler lesen den Text ein erstes Mal und unterstreichen sprachliche Stolpersteine. (M2) • Fachbegriffe klären: Die Schüler suchen im Text isolierte Einzelinformationen und klären den Aufbau der Atmosphäre. (M3) • Lesestrategie anwenden: Starke Schüler expandieren den Fachtext weitgehend selbstständig (M4), Schüler mit sprachlichen Schwierigkeiten erhalten Unterstützung durch die Sprachlerncoaches. • Verständnissicherung: Die Schüler vergleichen Ozon in der Stratos- und Troposphäre. • Überprüfung des Vorwissens und Reflexion des Lernerfolgs

**Überblick über das Unterrichtsvorhaben zum Thema:
„Wie der Mensch das Klima auf unserem Planeten beeinflusst“**

<p>Handlungsschritte, Interaktionsformen</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Schüler ohne besondere sprachliche Schwierigkeiten: Die Platzdeckchen werden wieder hervorgeholt und in Kleingruppen erweitert/korrigiert. Im Plenum (Blitzlicht) reflektieren die Schüler ihre Lernfortschritte. • Schüler, die durch Sprachlerncoaches betreut werden, schätzen ihre Lesekompetenzen mit dem Skalierungsbogen erneut ein und reflektieren, welche Schritte ihnen beim Lernen geholfen haben, setzen sich neue Ziele (M1 + didaktische Hinweise auf Seite 5/6). • Schülerversuch: Messung von Ozon im Umfeld der Schule – In diesem Versuch stellen Schüler ein Indikatorpapier für Ozon her, um qualitativ zu überprüfen, wo Ozonkonzentrationen am höchsten sind. Da Ozon ein schädlicher Bestandteil von Smog ist, können die Schüler selbst entscheiden, wo eventuell Quellen für bodennahes Ozon zu finden sind.
<p>Aufgabenstellungen und Arbeitsmaterial</p> 	<p>M1 Mich einschätzen – Na klar! Skalierungsbogen für das Sprachlerncoaching</p> <p>M2 Lesetext: Ozon in unserer Atmosphäre</p> <p>M3 Aufgaben zum Lesetext</p> <p>M4, M5 Aufgaben für Sprachexperten und Sprachlerncoaches: Texte expandieren / vereinfachen</p> <p>M6 Gutes Ozon und schlechtes Ozon: Vergleichen und Bewerten</p> <p>M7 Lösungsbeispiel: vereinfachter Lesetext Ozon in unserer Atmosphäre</p> <p>M8 Schülerversuch: Wo entsteht Ozon? (fakultativ)</p>
<p>Anschluss / Transfer</p> 	<p>Anschluss: Die Schüler können recherchieren, welche Ozonmesswerte und Maßnahmen zu ihrer eigenen Stadt bei Sommersmog vorliegen und mit ihren Ergebnissen vergleichen.</p> <p>Transfer: Die Lesestrategie des Expandierens von Texten kann auf andere Texte im naturwissenschaftlichen Unterricht übertragen werden. Das Sprachlerncoaching kann in anderen Lernsituationen im Fachunterricht ebenfalls zur Anwendung kommen.</p>

4.3 Varianten der Unterrichtsdurchführung

4.3.1 Das Lesen vorbereiten

Die Lernenden erhalten einen Text über die Ozonschicht. Gemeinsam wird das Leseziel geklärt und an die Tafel geschrieben (vgl. Lernziele). Die kurze sprachliche und inhaltliche Vorentlastung kann die Klärung von Schlüsselwörtern im Text beinhalten oder das Sortieren von Wörtern aus dem Text in einer Wortliste. Anhand der Schlüsselwörter können Vermutungen zum Textinhalt angestellt und notiert werden. Vor der Lektüre kann auch an Lesestrategien erinnert oder über passende Lesestrategien reflektiert werden. Dann erst erfolgt die Einführung der Lesestrategie „Texte expandieren“.

4.3.2 Durchführung des Sprachlerncoachings integrativ im Fachunterricht

Ein Sprachlerncoach oder alternativ eine Förderlehrkraft ist zusätzlich neben dem Fachlehrer im Unterricht anwesend. Sollte dies nicht möglich sein, so können entsprechende Coachingaufgaben auch von Fachlehrern übernommen werden.

- Schüler mit sprachlichem Unterstützungsbedarf werden vor dem Lesen von den Sprachlerncoaches begleitet und geben ihre Texte nach dem ersten Lesen mit den Markierungen unverständlicher Textstellen an die Sprachlerncoaches oder Sprachexperten in der Klasse weiter und füllen erst dann den Skalierungsbogen aus.
- Sie besprechen diesen mit dem Sprachlerncoach oder alternativ mit der Fachlehrkraft. Sie erarbeiten nur den unbekanntem Wortschatz aus dem Text zusammen mit dem Sprachlerncoach (erstellen eine Wortliste mit Erklärung, Beispiel und Übersetzung in die Herkunftssprache). Dafür benötigen sie ein Wörterbuch.
- Später lesen sie die von den Mitschülern vereinfachten Texte und sind dann auch in der Lage, selbständig M5, M6 zu bearbeiten.
- Auf diese Weise haben sie ein Erfolgserlebnis: Sie sind aufgrund der einfachen Texte besser in der Lage, Aufgaben selbständig zu lösen, was sich bei der erneuten Reflexion mit Hilfe des Skalierungsbogens (M1) bemerkbar machen sollte. Die starken Schüler erleben die Sinnhaftigkeit ihrer Arbeit auch dadurch, dass sie den DaZ-Schülern helfen können und werden so evtl. an die Arbeit als zukünftiger Sprachlerncoach herangeführt.

4.3.3 Unterstützung der Schüler mit Deutsch als Fremdsprache in additiver Förderzeit

Das Sprachlerncoaching mit Hilfe der Skalierungsfragebögen findet in der additiven Förderzeit statt.

Schüler mit sprachlichem Förderbedarf erhalten den Text sowie die zugehörigen Aufgaben bereits vor der Behandlung des Themas im Unterricht.

- Die Schüler schätzen ihre Lesekompetenz vorab mit Hilfe des Skalierungsbogens ein und führen ein erstes Beratungsgespräch mit dem Sprachlerncoach oder dem Lehrer.
- Die Sprachlerncoaches und/oder Förderlehrer passen den Text mit den von den Lernenden markierten schwierigen Textstellen sprachlich an.

- Die Schüler mit sprachlichen Schwierigkeiten bearbeiten den vereinfachten Text und sind nun hoffentlich besser in der Lage, gemeinsam mit den anderen Schülern dem Fachunterricht zu folgen und die Textaufgaben zu lösen.
- Nach dem Unterrichtsvorhaben werden in der Förderzeit die Skalierungsbogen nochmals eingesetzt, die Lernzuwächse reflektiert, neue Ziele gesetzt.

4.3.4 Didaktische Hinweise zur Nutzung des Skalierungsbogens (M1)

Handlungsschritt 3 – der Einstieg ins Coaching (s. Unterrichtsskizze in 2.1):

Je nach Bedarf und Leistungsstand können die Sprachlerncoaches im Unterricht entsprechenden Kleingruppen zugeordnet werden. Im Idealfall eines optimal individualisierten Unterrichts können auch nur einzelne Schüler mit den Sprachlerncoaches arbeiten.

Der Sprachlerncoach stellt die Skalierungsaufgaben mit Hilfe des Arbeitsblattes und unterstützt die Schüler mit geschickter Gesprächsführung in ihren Bewusstmachungsprozessen. Die folgenden Fragen können darüber hinaus helfen, gemeinsame Handlungsoptionen zur Veränderung der Lernsituation zu erarbeiten:

- Bei Extremwerten: „Oh, das ist ja ein sehr hoher/niedriger Wert. Bitte begründe mir deine Entscheidung.“
- „Warum genau hast du Dich für die gesetzten Markierungen in den Skalen entschieden?“
- „Was hast Du bereits getan, um auf diese Werte zu kommen?“
- „Stell dir vor, wir sind eine Woche weiter. Auf welchem Skalenwert möchtest Du dann gerne sein?“
- „Wie möchtest du dieses Ziel erreichen?“
- „Wie könnte ein erster Schritt sein, um genau einen Wert höher zu kommen?“

Auch ohne Sprachlerncoaches lässt sich die Methode „Skalieren“ einfach durch den Fachlehrer durchführen. Geschieht die Skalierung durch eine Linie auf dem Boden im Fachraum, können auch größere Gruppen aktiviert werden. Auch auf Plakaten aufgezeichnete „Dartscheiben“, auf welchen Schüler ihre Einschätzungen mit Klebepunkten markieren können, eignen sich für Gruppen und haben einen besonderen Aufforderungscharakter.

Handlungsschritt 8 – fachliche und überfachliche Sicherung (s. Unterrichtsskizze in 2.1):

Nach der Bearbeitung des Fachtextes regen die Sprachlerncoaches an, sich erneut mit den Skalierungsfragen auseinanderzusetzen. Die Lernenden schätzen sich erneut ein und überprüfen, ob durch die Übung mit dem Fachtext erste Veränderungsschritte – eventuell bereits messbar auf den Skalen – eingeleitet wurden. Sind Erfolge aus der Sicht der Lernenden erzielt worden, stellt der Sprachlerncoach diese lobend und positiv bestärkend heraus. Auch (oder insbesondere) kleine Fortschritte werden dem Lernenden noch einmal bewusst gemacht und durch die Außenwahrnehmung des Sprachlerncoaches gespiegelt.

Die folgenden möglichen 3 Fragestellungen zum fachlichen Erkenntnisgewinn im Anschluss können das abschließende Coachinggespräch einleiten und somit eine fachliche und überfachliche Sicherung erzielen:

- „Was hast du heute genau gelernt?“
- „Wie ist es dir konkret gelungen, die Fragen zum Text zu beantworten?“
- „Worauf bist du dabei besonders stolz?“

Rückbezug auf die Skalen:

- „Wenn wir uns nun die Einschätzungen vom Beginn der Stunde anschauen. Wo würdest Du dich auf den Skalen jetzt einstufen?“
- „Wie begründest du die Veränderung genau?“ oder „Warum genau glaubst du, dass sich nichts verändert hat?“
- „Welche Schritte zum Erreichen deines Ziels (Beginn der Stunde) auf der Skala möchtest Du nun gehen?“

4.3.5 Pädagogische Hinweise zur Nutzung des Skalierungsbogens

Das Konstrukt der Selbstwirksamkeit bezieht sich auf die Einschätzung eigener Kompetenzen, aufgabenbezogene Handlungen in Zukunft erfolgreich ausführen zu können. Skalierungsfragen eignen sich dabei besonders, wenn Lernende zu sehr in Schwarz-Weiß-Kategorien denken. Nicht selten hört man von Schülern: „Das werde ich einfach nicht können!“. Ein Problem scheint in der Erlebenswelt von Lernenden dann entweder vorhanden oder eben nicht. Der nicht wahrgenommene Bereich dazwischen ist für den Lernerfolg jedoch ganz entscheidend. Die Einschätzung über Skalen öffnen Schülern den Horizont dafür, dass die Lösung eines Problems sich in mehreren Einzelschritten vollziehen kann und sich bereits auf dem Weg dorthin viele kleine Erfolgserlebnisse einstellen können. Es lassen sich also folgende Ziele benennen:

- Bewusstmachung einer aktuell wahrgenommenen Einschätzung bezüglich der eigenen Fähigkeit, Fachtexte bewältigen zu können.
- konkrete Festlegung eines realistischen Ziels – Welcher Wert auf der Skala soll erreicht werden? Wie kann dies geschehen?
- Sichtbarmachen von Zwischenschritten bzw. Teilerfolgen.
- Förderung der Selbstwirksamkeit und der Zuversicht.

4.4 Materialien

- M1 Mich einschätzen – Na klar! Skalierungsbogen für das Sprachlerncoaching
- M2 Lesetext: Ozon in unserer Atmosphäre
- M3 Aufgaben zum Lesetext
- M4, M5 Aufgaben für Sprachexperten und Sprachlerncoaches: Texte expandieren / vereinfachen
- M6 Gutes Ozon und schlechtes Ozon: Vergleichen und Bewerten
- M7 Lösungsbeispiel: vereinfachter Lesetext Ozon in unserer Atmosphäre
- M8 Schülerversuch: Wo entsteht Ozon? (fakultativ)

M1 Skalierungsbogen**MICH EINSCHÄTZEN? NA KLAR!**

1. Bitte schätze dich unten ein, indem Du einen Wert auf der Skala markierst.
(1 = Ich stimme der Aussage überhaupt nicht zu; 10 = Ich stimme der Aussage voll zu)

A) „Bei der Bearbeitung von schwierigen Fachtexten kann ich mich meistens auf meine Fähigkeiten verlassen.“

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



B) „Die meisten schwierigen Textstellen kann ich ohne fremde Hilfe gut meistern und verstehen.“

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



C) „Auch anstrengende und komplizierte Textaufgaben kann ich in der Regel gut lösen.“

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



D) „Es fällt mir leicht biologische Zusammenhänge zu verstehen, wenn ich die Sprache im Text verstehe.“

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



M2 Ozon in unserer Atmosphäre⁵

Die **Atmosphäre** ist ein Ozean aus Luft und eine wertvolle natürliche Ressource für die Erhaltung des Lebens auf der Erde. Leider schädigen menschliche Aktivitäten, die auf nationalen oder persönlichen Interessen beruhen, diese gemeinsame Ressource vor allem dadurch, dass sie die empfindliche **Ozonschicht** zerstören, die als Schutzschild für das Leben auf der Erde dient.

Ozonmoleküle bestehen aus drei Sauerstoffatomen im Gegensatz zu Sauerstoffmolekülen, die aus zwei Sauerstoffatomen bestehen. Ozonmoleküle sind äußerst selten: Auf eine Million Moleküle in der Luft kommen weniger als zehn Ozonmoleküle. Dennoch spielt ihr Vorhandensein in der Atmosphäre seit nahezu einer Milliarde Jahren eine entscheidende Rolle für den Schutz des Lebens auf der Erde. Je nachdem, wo das Ozon sich befindet, kann es das Leben auf der Erde schützen oder schädigen. Das Ozon in der **Troposphäre** (bis zu 10 km über der Erdoberfläche) ist „schlechtes“ Ozon, das das Lungengewebe und die Pflanzen schädigen kann. Es entsteht vor allem im Sommer z.B. durch den Ausstoß von Autoabgasen unter Einwirkung von hoher Sonneneinstrahlung und gehört zu den Luftschadstoffen. Bei verstärktem Auftreten im Sommer in einer Stadt spricht man von „Ozonsmog“. Aber rund 90 Prozent des Ozons sind in der **Stratosphäre** (10 bis 40 km über der Erdoberfläche) Es handelt sich um „gutes“ Ozon, das bei der Absorption der gefährlichen **ultravioletten Strahlung** der Sonne (UV-B) eine sehr nützliche Rolle spielt. Ohne diese nützliche Ozonschicht wären die Menschen wegen des verstärkten Einwirkens der **ultravioletten Sonneneinstrahlung** viel anfälliger für bestimmte Krankheiten. In den letzten Jahrzehnten nahm der Ozongehalt in der Stratosphäre stetig ab. Man spricht von dem „Ozonloch“. 1974 wurde die Hypothese aufgestellt, dass Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) eine Ursache dafür sein könnten. Bis 1987 war die wissenschaftliche Beurteilung von Ursache und Wirkung nicht überzeugend genug, um FCKW verantwortlich zu machen. Im September 1987 trafen sich jedoch Diplomaten aus der ganzen Welt in Montreal (Kanada) und vereinbarten eine strenge Begrenzung der Verwendung von FCKW. Inzwischen ist die Bedeutung von FCKW als eine Ursache der Verringerung von Ozon wissenschaftlich nachgewiesen.

Bearbeite die Aufgaben allein:

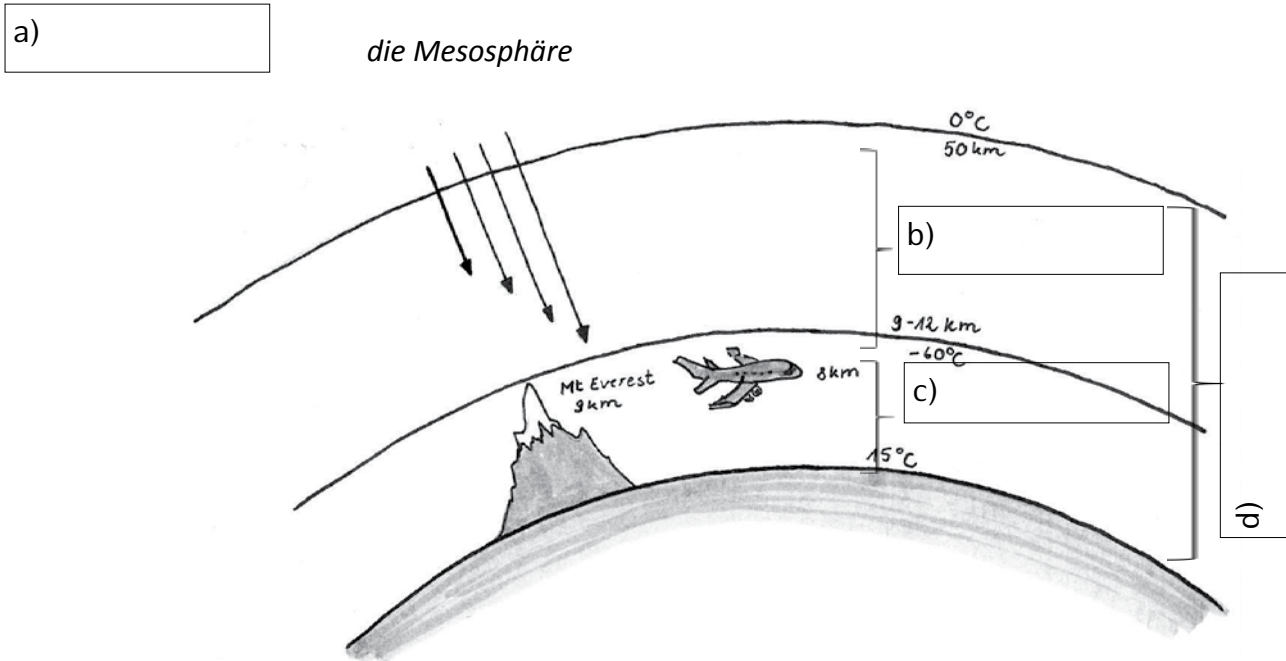
1. Lies den Text.
2. Markiere alle Aussagen, die du verstehst, am Rand grün!
3. Unterstreiche ALLE Wörter, die du nicht kennst, rot!

⁵ Text verändert nach einem Text aus den Beispielaufgaben für den Naturwissenschaftstest, PISA 2000.

M3 Aufgaben zum Textverstehen: Gutes oder schlechtes Ozon?

- 1) Ordne die 4 Begriffe der Abbildung richtig zu: die Atmosphäre, die Stratosphäre, die Troposphäre, das Sonnenlicht/das UV-Licht.
- 2) Markiere auf dem Bild, wo sich in der Atmosphäre Ozon befindet.

Der Aufbau der Atmosphäre



M4 Lesestrategie: Texte expandieren – Wie geht das?

Der Text zum Thema Ozon ist ein Fachtext für Experten. Er enthält sehr viele Informationen. Wenn du naturwissenschaftliche Texte besser verstehen willst, kann es dir helfen, den Text zu vereinfachen und schwierige Wörter zu erklären. Damit kannst du auch Schülern helfen, die Deutsch als Zweitsprache lernen.

Gestalte den Text für dich selbst und für deine Mitschüler verständlicher, indem du den Text

- übersichtlicher gestaltest.
- einfachere Sprache verwendest (das kann den Text auch länger machen).
- die einzelnen Sätze durch zusätzliche Informationen und Erläuterungen anreicherst, wenn nötig.

Bei der Vereinfachung des Textes hilft dir die Checkliste (M5) mit Regeln und Beispielen.

M5 Checkliste für die Vereinfachung von naturwissenschaftlichen Texten

Aufgabe: Wähle mindestens drei Regeln aus, die du anwenden willst, um deinen Text zu vereinfachen. (Kreuze an!)

<input checked="" type="checkbox"/>	Regel zur Textvereinfachung	Beispiele aus dem Text mit Verbesserungsvorschlag
betrifft: einzelne Wörter im Text		
<input type="checkbox"/>	Ersetze wenig gebräuchliche oder fremde Verben, Adjektive und Nomen durch bekannte Wörter aus der Alltagssprache.	anfälliger für bestimmte Krankheiten sein → leichter krank werden
<input type="checkbox"/>	Erkläre unverzichtbare neue Fachbegriffe, schwierige Wörter und Symbole. (Artikel und Pluralform nennen!). Visualisiere die Begriffe (Bilder einfügen).	FCKW → das Fluorchlorkohlenwasserstoff, -e. Stoffgruppe, die als Treibmittel genutzt wird und zur Zerstörung der Ozonschicht beiträgt
<input type="checkbox"/>	Ersetze Nominalisierungen.	das Einwirken → beeinflussen, eine Wirkung haben
<input type="checkbox"/>	Verwende gebräuchliche Internationalismen statt langer deutscher Wörter.	Herstellung → Produktion Stoff → Element
<input type="checkbox"/>	Vermeide trennbare Verben.	... in den letzten Jahrzehnten nahm der Ozongehalt stetig ab. → ... wurde geringer...
<input type="checkbox"/>	Verwende möglichst kurze Wörter oder trenne lange Wörter durch Bindestriche.	Sauerstoff-moleküle, Sonnen-einstrahlung
<input type="checkbox"/>	Nutze statt schwieriger deutscher Bezeichnungen (oder zusätzlich) internationale Symbolsprache.	Kohlenstoffdioxid (CO ₂) Sauerstoff (O ₂)
<input type="checkbox"/>	Schreibe Zahlen nicht aus.	drei Sauerstoffatome → 3 Sauerstoffatome
betrifft: Sätze im Text		
<input type="checkbox"/>	Vermeide Passiv.	1974 wurde die Hypothese aufgestellt, ... → Forscher stellten 1974 die Hypothese auf...
<input type="checkbox"/>	Mache aus einem verschachtelten Satz mehrere kurze Hauptsätze.	zu lang: ... menschliche Aktivitäten, die auf persönlichen Interessen beruhen, diese gemeinsame Ressource vor allem dadurch, dass sie die empfindliche Ozonschicht zerstören, die als Schutzschild ...
<input type="checkbox"/>	Vermeide den Genitiv, wenn möglich.	... wegen des verstärkten Einwirkens der ultravioletten Sonneneinstrahlung ... → Starke Sonneneinstrahlung bewirkt bei den Menschen...
betrifft: den ganzen Text		
<input type="checkbox"/>	Teile den Text in Abschnitte ein.	
<input type="checkbox"/>	Finde eine Überschrift für jeden Abschnitt.	
<input type="checkbox"/>	Hebe Wichtiges hervor: durch Unterstreichen oder Fettdruck.	

M6 Gutes und schlechtes Ozon – Vergleichen und Bewerten

- 1) Vergleiche „gutes“ und „schlechtes“ Ozon! Nutze dazu die Informationen aus dem Text! Übertrage die Tabelle in dein Heft:

Kriterien	„gutes“ Ozon	„schlechtes“ Ozon
das Vorkommen		
die Entstehung		
die Zusammensetzung		
die Wirkung		
das Umweltproblem/ die Gefahr für den Menschen		
Maßnahmen zur Lösung des Problems		

- 2) Im Text gibt es keine Informationen darüber, was man tun kann, wenn in der Stadt viel bodennahes Ozon („Ozonsmog“) gemessen wird. Überlege welche Maßnahmen bei „Sommermog-Alarm“ sinnvoll sein könnten und notiere deine Vermutungen.
- 3) Recherchiere im Internet, welche Maßnahmen in deutschen Städten bei Sommermog durchgeführt werden.
- 4) Bewerte (erhöhtes Niveau): Welche Maßnahmen sind deiner Meinung nach besonders wirksam? Begründe deine Meinung! Schreibe einen Text (eine Stellungnahme)!

M7 Lösungsbeispiel: Expandierter Text**Ozon in unserer Atmosphäre**

Die Atmosphäre besteht aus Luft. Sie ist wichtig für das Leben auf der Erde. Menschen schädigen die Luft. Sie denken dabei nur an ihre eigenen Interessen. Die Menschen zerstören vor allem die empfindliche Ozonschicht in der Luft. Die **Ozonschicht** schützt das Leben auf der Erde.

Was ist Ozon?

Ozonmoleküle (O_3) bestehen aus 3 Sauerstoffatomen. Sauerstoffmoleküle (O_2) bestehen aber aus 2 Sauerstoffatomen. Ozonmoleküle sind sehr selten. Nur 10 von 1 Million Molekülen in der Luft sind Ozonmoleküle. Aber Ozon in der Atmosphäre ist seit einer Milliarde Jahren sehr wichtig für den Schutz des Lebens auf der Erde. Ozon kann das Leben auf der Erde aber auch schädigen. Das hängt davon ab, wo es sich befindet.

Schlechtes Ozon










Es gibt Ozon in der Troposphäre. Die Troposphäre ist ein Teil der Atmosphäre. Sie ist bis zu 10 km über der Erde. Ozon in der Troposphäre ist „schlechtes Ozon“, weil es unsere Lunge und die Pflanzen schädigen kann. Dieses ungesunde Ozon am Boden wird aus Autoabgasen gebildet, wenn die Sonne scheint. Wenn viel Ozon am Boden entsteht, nennt man das „**Ozonsmog**“.

Gutes Ozon

Es gibt auch Ozon in der Stratosphäre. Die Stratosphäre ist ein Teil der Atmosphäre. Sie ist 10-40 km über der Erde. Dieses gute Ozon ist wichtig für den Schutz vor der gefährlichen ultravioletten Strahlung der Sonne (UV-B). Ohne die nützliche **Ozonschicht** können Menschen durch die hohe UV-Strahlung leichter krank werden. In den letzten Jahrzehnten ist die Ozonschicht in der Stratosphäre dünner geworden. Man spricht von dem „**Ozonloch**“.

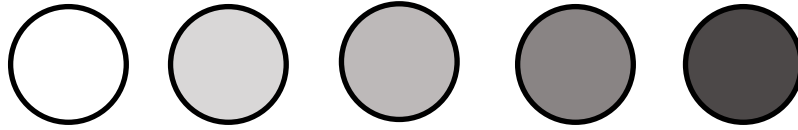
1974 haben Forscher zum ersten Mal gesagt, dass Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) das Ozon zerstören könnten. Bis 1987 waren sich die Forscher noch nicht sicher, weil die Beweise nicht überzeugend waren. 1987 trafen sich Diplomaten aus der ganzen Welt in Montreal. Das ist eine Stadt in Kanada. Sie haben entschieden, dass man FCKW nicht mehr einfach so verwenden darf.

M8 Schülerversuch zur Messung der Ozonkonzentration in Bodennähe

Gruppenmitglieder:	
Worum geht es? 	Bei diesem Versuch stellst du ein Filterpapier her, mit dem du das Vorhandensein von Ozon messen kannst. Du findest heraus, wo in deiner Umgebung Ozon auftritt. Lies zuerst die ganze Versuchsanleitung durch. Bearbeite dann die Aufgaben.
die Frage: 	Wo entsteht Ozon und wie kann man es messen?
die Hypothese: 	<ul style="list-style-type: none"> • Besonders viel Ozon entsteht ... • Weniger Ozon entsteht ... • Kein Ozon ...
die Materialien und Chemikalien: 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 Petrischalen, 5 Filterpapiere, Erlenmeyerkolben (100 ml), Trockenschrank, • Stärke, Kaliumiodid, Kaliumcarbonat, destilliertes Wasser
die Durchführung: die Herstellung des Ozonmesspapiers: 	<ul style="list-style-type: none"> • Man gibt 50 ml destilliertes Wasser in einen Erlenmeyerkolben. • Dann löst man 2,5 g Stärke, 0,5g Kaliumcarbonat und 5 g Kaliumiodid in dem destillierten Wasser. • Dann tränkt man alle 5 Filterpapiere in der Lösung in einer Petrischale. • Zuletzt werden die Filterpapiere im Trockenschrank bei 60°C getrocknet.
der Versuchsaufbau: 	Skizziere den Versuchsaufbau zur Herstellung von Ozonmesspapier.
die Messung: 	Die Filterpapiere werden an fünf verschiedenen Orten verteilt (1. draußen in der Sonne, 2. draußen im Schatten, 3. neben einem Kopierer, 4. im Labor, im Chemieraum). Die Filterpapiere werden für 24 Stunden ausgelegt. Achte darauf, dass du die Papiere so auslegst, dass sie am gleichen Ort bleiben! Die Beobachtungen protokollierst du einen Tag später.
die Beobachtung: 	
die Auswertung: 	

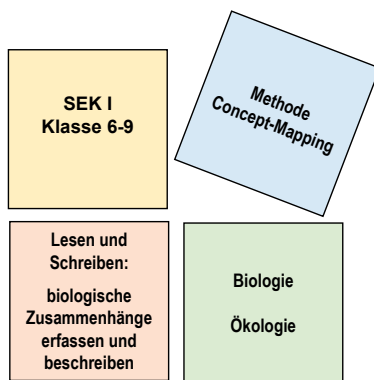
Hinweise zum Versuch

Es kann beobachtet werden, dass sich die Ozonpapiere nach 24 Stunden in unterschiedlichem Maße braun verfärbt haben. Folgendes Ergebnis ist zu erwarten (von links nach rechts): im Schatten, im Fachraum Chemie, im Lampenlicht, neben dem Kopierer, im Sonnenlicht. Es können natürlich auch andere Orte der Messung vereinbart werden.



Je dunkler die Verfärbung des Ozonpapiers, desto höher die Ozonkonzentration an der Stelle. Die Ozonkonzentration im Lampenlicht ist höher als im Schatten, da bodennahes Ozon durch Wärme gebildet wird. Neben dem Kopierer ist die Ozonkonzentration noch höher, da beim Kopieren Ozon entsteht. Am höchsten ist die Konzentration im Sonnenlicht, da es die Ozonproduktion verstärkt. Die Lösung zur Herstellung von Ozonpapieren kann in den Abfluss gegeben werden. Die Ozonpapiere lassen sich mit dem Hausabfall entsorgen.

Mit älteren Schülern können nach der Messung auch die Reaktionen unter dem Einfluss von UV-Strahlung genauer besprochen werden. Weitere Informationen zu Versuchen mit Ozon, auf die sich der vorliegende Unterrichtsvorschlag bezieht, sind bei Erbar (2017) und Parchmann (2000) zu finden.



5 Wasserflöhe im Weltall – Textkompetenz fördern mit Mapping-Verfahren

Der Umgang mit naturwissenschaftlichen Fachtexten bereitet vielen Schülern Schwierigkeiten. Dieser Beitrag zeigt an einem konkreten Unterrichtsbeispiel, wie Schüler mit Hilfe von differenzierenden Concept-Mapping-Aufgaben beim Lesen und Verfassen eigener Sachtexte unterstützt werden können.

Die Schüler erschließen einen journalistischen Text zu Nahrungsketten im Weltall, erlernen schrittweise das Erstellen einer Begriffslandkarte und beschreiben ökologische Zusammenhänge in einem eigenen Text. Dabei soll das besondere Potenzial von Concept-Mapping-Aufgaben als Lesestrategie- und Schreibhilfe genutzt werden, denn ...

- Mapping-Verfahren sind besonders geeignet als Lesestrategie zur Erarbeitung von Textzusammenhängen, da die Leseaufgabe im naturwissenschaftlichen Unterricht häufig darin besteht, komplexe Zusammenhänge in der Natur darzustellen.
- Mapping-Aufgaben mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad lassen sich zur Differenzierung nutzen und führen die Schüler schrittweise zur eigenständigen Erstellung einer Concept-Map.
- sie helfen bei der Textproduktion. Die Concept-Map kann dann als Grundlage für das Schreiben eigener Texte dienen.

Im 2. Teil des vorliegenden Beitrags wird näher erläutert, warum der Einsatz gerade dieses Concept-Mapping-Verfahren sich im sprachförderlichen Fachunterricht lohnt. In einer Übersichtstabelle werden weitere Einsatzmöglichkeiten von Mapping-Verfahren in den verschiedenen Phasen des Unterrichts vorgestellt.



5.1 Vorüberlegungen: Concept-Mapping als Lesestrategie und Schreibhilfe

Was macht das Lesen von Fachtexten – auch aus Lehrbüchern – schwierig?

Insbesondere Schüler, deren Erstsprache nicht Deutsch ist, haben Schwierigkeiten Textzusammenhänge mit unbekanntem Informationen selbstständig zu erschließen und den Textinhalt zu strukturieren, da ihnen oft der Wortschatz fehlt und sie die Satzkonstruktion in Fachtexten (unpersönliche Formulierungen, Nominalphrasen, Passivsätze) nicht erfassen. Darüber hinaus haben einige Schüler Schwierigkeiten zentrale Konzepte und Schlüsselbegriffe von weniger wichtigen Informationen zu unterscheiden. Mit freien Aufgabenstellungen, wie z.B. „Fasse die wichtigsten Aussagen des Textes zusammen!“ oder „Erstelle eine Begriffslandkarte zum Text!“ überfordert. Sie benötigen sprachliche Unterstützungsangebote beim Lesen und schriftlichen Zusammenfassen von Texten.

Das im Folgenden dargestellte Vorgehen zeigt eine Möglichkeit wie mit Hilfe eines Concept-Mapping-Verfahrens Texte erschlossen und von Schülern produziert werden können. Insbesondere die unten vorgestellten „Lücken-Maps“ (analog zu Lückentexten, vgl. Material 2-6) sind geeignet zur Einführung in die Nutzung von Concept-Maps als Strukturierungshilfe sowie als Lese- und Schreibstrategie.

Gründe für Vorstrukturierung:

- Überforderung vermeiden
- auf das Wesentliche konzentrieren
- Vergleichbarkeit schaffen
- Zeitersparnis bei der Texterarbeitung im Unterricht

Die „Mapping-Aufgaben“ haben unterschiedliche Anforderungsniveaus und können parallel in einer Stunde zur Differenzierung eingesetzt werden. Das Verfahren bietet sich an für Schülerinnen und Schüler

- ohne Vorerfahrungen im Concept-Mapping,
- mit sprachlichen Schwierigkeiten, insbesondere mit Deutsch als Zweitsprache,
- mit sonderpädagogischem Förderbedarf.

Die Concept-Map (oder Begriffslandkarte, Begriffsnetz)

... ist eine Netzstruktur, die Begriffe (Knoten) und Beziehungen (Relationen) ordnet und verknüpft.

Aufbau einer Concept-Map

- Die Elemente des Netzes sollten möglichst aus einzelnen Begriffen (Substantive, Adjektive) bestehen (Es sind auch Kombinationen erlaubt)
- Begriffe werden durch Pfeile (Relationen) verbunden, um Zusammenhänge zwischen den Begriffen zu verdeutlichen. Dabei wird jeweils in Pfeilrichtung „gelesen“.
- Pfeile werden mit Verben bzw. Präpositionen beschriftet.
- Die einfachste Concept-Map besteht aus zwei Begriffen und einer Pfeilverbindung.

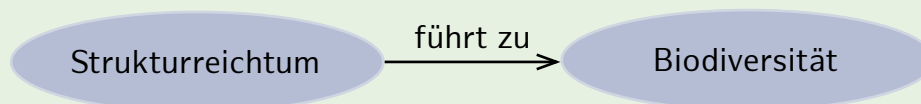


Abbildung 4: Einfache Concept-Map

5.2 Wasserflöhe im Weltall – Hinweise zum Unterrichtsverlauf

Der Lesetext „Wasserflöhe im Weltall“ (M1) entstammt einer Pressemeldung auf der Internetpräsenz des Fernsehsenders 3Sat und wurde hier für die betreffenden Zwecke angepasst. Journalistische Texte lassen sich gut in eine andere Darstellungsform übersetzen, gerade weil sie nicht nur biologisch relevante Informationen enthalten: hier zunächst in eine Concept-Map. Die Concept-Map wird danach in einen Sachtext übersetzt (alternativ in einen Lexikonartikel oder einen verallgemeinernden Lehrbuchtext). Dazu müssen Schüler dem journalistischen Text die fachlich relevanten Konzepte lesend entnehmen. In diesem Beispiel haben die Schüler die Aufgabe, wichtige biologische Zusammenhänge aus einem journalistischen Text zu erschließen und am Ende einen eigenen verallgemeinernden Sachtext (Lehrbuchtext) zu produzieren. Die besondere Herausforderung für Deutschlerner besteht hier darin, die für Fachtexte typischen Passivsätze zu verstehen und zunehmend auch selbst zu verwenden. Die Concept-Mapping-Aufgaben unterstützen sie dabei.



5.2.1 Lernziele

Fachliche Kompetenzen:

- ökologische Zusammenhänge in unterschiedliche Darstellungsformen übersetzen und in einem Text beschreiben
- die ökologische Funktion von Produzenten, Konsumenten und Destruenten beschreiben
- Methodenkompetenz: Concept-Maps als Lese- und Schreibstrategie für Sachtexte nutzen

Sprachliche Kompetenzen

Lesen:

- Fachbegriffe zur Beschreibung ökologischer Zusammenhänge erklären und im Rahmen einer eigenen Beschreibung anwenden
- einem Sachtext gezielt Informationen entnehmen und in einem Begriffsnetz strukturieren
- primär textinterne Informationen nutzen, sich dabei auf bestimmte Textteile konzentrieren, Einzelinformationen ermitteln und Beziehungen zwischen den Informationen verstehen

Schreiben:

- Sätze im Passiv verstehen und schreiben
- den Aufbau eines einfachen Gewässerökosystems in einem eigenen Text beschreiben



5.2.2 Einstieg: lexikalische und inhaltliche Vorentlastung

Zur Vorentlastung der Leseaufgabe gibt es verschiedene Möglichkeiten. Sie sind auch miteinander kombinierbar:

- Die Lehrkraft zeigt Daphnien im Original (werden im Aquarienhhandel als lebendes Fischfutter angeboten) oder als Modell (stummer Impuls). Die Lernenden äußern ihr Vorwissen, ihre Erfahrungen und erste Fragen.
- Das Leseziel wird benannt: Es soll mit Hilfe von den Leseprozess begleitenden Aufgaben eine Antwort zu folgender Frage gefunden werden:
„Welche Bedeutung haben die Wasserflöhe für die Astronauten im All?“
 Vermutungen der Lernenden können an der Tafel gesammelt und nach der Lektüre bestätigt oder verworfen werden (hypothesengeleitetes Vorgehen).
- Die Lernenden erhalten nur den Titel des Lesetextes: „Wasserflöhe im Weltall“ (M1) formulieren ihre Erwartungen an den Text und stellen Vermutungen zum Textinhalt an.
- unbekannte Begriffe klären/Schlüsselbegriffe einführen:
 - Zentrale oder schwierige Begriffe aus dem Text werden auf Kärtchen ungeordnet an die Tafel geheftet.
 - Unbekannte Begriffe werden gemeinsam an der Tafel erklärt.
 - Die Lernenden werden gebeten anhand der Begriffe Vermutungen anzustellen, worum es in dem Text gehen könnte.

- Die Schüler erhalten den Auftrag die Begriffe miteinander in Beziehung zu setzen und Sätze zu bilden, evtl. sogar einen kleinen mit den Begriffen Text zu schreiben.
- Anschließend überprüfen sie ihre Vorstellungen durch das Lesen des Textes.

5.2.3 Den Text (M1) lesen und mit Hilfe von Mapping-Aufgaben strukturieren



Die folgenden Aufgaben zur Texterschließung sind geordnet nach dem Grad der sprachlichen und inhaltlichen Unterstützung (steigende Anforderungen!), die sie den Lernenden bieten. Sie können miteinander kombiniert und zur Differenzierung in der Lerngruppe unterschiedlich eingesetzt werden. Nach der Bearbeitung der Aufgabe kann die Übergeordnete Leseaufgabe im Plenum beantwortet werden: Die Schüler beschreiben mündlich die Rolle des Wasserflohs in dem kleinen Ökosystem im Weltall. Dabei hilft ihnen die beschriftete Concept-Map.

- **M1:** Die Lernenden erhalten den Lesetext und die übergeordnete Leseaufgabe.
- **M2:** Für Schüler mit sprachlichen Schwierigkeiten/Leseschwierigkeiten: Schlüsselbegriffe aus dem Text werden z. B. auf Kärtchen vorgegeben. Beim ersten Lesen des Textes unterstreichen die Lernenden die Begriffe im Text. Das erleichtert das Lesen und erhöht die Lesegeschwindigkeit.

Es folgen 3 Concept-Mapping-Aufgaben auf unterschiedlichen Niveaus zur Differenzierung:

- **M3a:** Unterstützung für Schüler mit Deutsch als Fremdsprache, die oft Schwierigkeiten mit den Passivkonstruktionen in den Fachtexten haben. Mit dieser Aufgabe können die Lernenden an die Verwendung des Passivs in der Fachsprache langsam herangeführt werden.
Die Lernenden ergänzen eine sogenannte „Lücken-Map“: Die Struktur der Concept-Map ist durch die räumliche Anordnung der Begriffe vorgegeben. Die Concept-Map enthält bereits die Schlüsselbegriffe. Nur die Pfeile müssen mit Redewendungen im Passiv beschriftet werden: Mögliche Pfeilbeschriftungen werden vorgegeben.
- **M3b:** Die Aufgabe ist anspruchsvoller: Die Begriffe sind vorgegeben und sinnvoll angeordnet. Die Concept-Map muss mit Pfeilen selbst erstellt und strukturiert werden. Das Verfahren fällt den Schülern leichter, wenn sie die Begriffe zunächst auf Kärtchen schreiben, da diese dann beim Leseprozess geordnet werden können und nach der Lektüre noch verschiebbar sind. Mögliche Hilfe: Eine Auswahl an Pfeilbedeutungen können vorgegeben werden (M3).
- **M3c:** Die Schüler erstellen eine freie Concept-Map aus dem Text, indem sie zunächst die Schlüsselbegriffe notieren und dann die Zusammenhänge mit beschrifteten Pfeilen darstellen. Nur eine Auswahl an Begriffen kann vorgegeben werden. Das Verfahren fällt den Schülern leichter, wenn sie die Begriffe zunächst auf Kärtchen schreiben, da diese dann beim Leseprozess geordnet werden können und nach der Lektüre noch verschiebbar sind. So können sich die Schüler abschließend in der Gruppe auf eine gemeinsame Lösung einigen und diese Concept-Map dann auf Packpapier kleben.

- **M4:** Die Lösung. Eine mögliche beschriftete Concept-Map. Alternative Lösungen (z. B. erweiterte Concept-Maps) sind anzuerkennen.



5.2.4 Vom Lesen über das Sprechen zum Schreiben

Die Schüler vergleichen ihre Ergebnisse zunächst untereinander (in Partner- oder Gruppenarbeit) und ergänzen oder verbessern ihre Concept-Maps. Sie einigen sich dabei auf eine gemeinsame Lösung. Die Gruppen können ihre Arbeitsergebnisse dann im Plenum vorstellen und besprechen oder mit einer Experten-Map (Lösungsvorgabe des Lehrers) vergleichen. Anschließend erhalten die Schüler eine Schreibaufgabe:

M5: Vom Lesen zum (gelenkten) Schreiben: Die Lösung (M7) zeigt, dass man mit dieser fertigen Concept-Map problemlos Sätze zum Miniökosystem im Weltall bilden kann. Beispiel: LICHT und MINERALSTOFFE → werden benötigt von → ALGEN... Die Pfeilbeschriftungen mit Verben und Präpositionen enthalten bereits wichtige Elemente zur Satzbildung. Um eine logische Reihenfolge der Prozessbeschreibung beim Schreiben der Texte zu unterstützen, kann der Startbegriff den Schülern, die Hilfe benötigen, auch vorgegeben werden.

M6: Anwendungsaufgabe auf erhöhtem Niveau. Die Schüler erfassen an einem ungewöhnlichen Beispiel den Einfluss, den der Mensch auf ein Nahrungsnetz haben kann.

5.3 Materialien

M1 Welche Rolle spielen Wasserflöhe im Weltall?

Das Leseziel heißt: Finde heraus, welche Rolle die Wasserflöhe für die Astronauten im Weltall spielen!

Dazu muss du zunächst folgende Aufgabe lösen:

- Lies den Text allein. Unterstreiche die Schlüsselbegriffe im Text!

Wasserflöhe im Weltall⁶

Kleine Krebstiere helfen bei der Versorgung von Astronauten

Münchener Forscher untersuchen, wie Astronauten bei langen Raumfahrten zum Mars mit Nahrung versorgt werden können. Außerdem suchen sie nach Möglichkeiten die Fäkalien und den Bioabfall, also die Nahrungsreste und abgestorbene Tiere und Pflanzen, wieder zu nutzen. „Es ist unwahrscheinlich teuer, die ganze Nahrung und die Versorgung in den Weltraum zu schicken“, sagt die Biologin Kathrin Schoppmann von der Uni München. „Deshalb will man kleine künstliche Ökosysteme aufbauen, um zum einen die Fäkalien, den Biomüll, den die Menschen produzieren, gleich wieder abzubauen. – Und eben auch Nahrung zu erhalten.“ Die Idee der Münchner Wissenschaftler: Wasserflöhe mit ins All zu senden. Wie aber können diese kleinen Krebstiere bei der Versorgung der Astronauten helfen?



Daphnien, wie Wasserflöhe auch genannt werden, sind winzig. Sie sind 1-2mm groß und spielen eine große Rolle als Nahrung für andere Tiere in Gewässern. Auch nach vielen Jahren lassen sich aus ihren Eiern noch neue Tiere züchten. Ihre Nahrung sind Algen, die Energie durch Licht aufnehmen, indem sie Photosynthese betreiben. Algen brauchen Mineralstoffe aus biologischen Abfällen und können sehr schnell wachsen, wenn sie gut mit diesen Mineralstoffen versorgt werden. Die Algen können die Mineralstoffe aber nicht direkt aus den biologischen Abfällen aufnehmen. Man braucht im All also auch Bakterien, die die Abfallstoffe zersetzen, damit die Mineralstoffe im Wasser wieder von den Algen aufgenommen werden können. Mit Algen und Wasserflöhen könnten etwa auf dem Mars Fische gezüchtet werden. Denn viele Fischarten ernähren sich wiederum von kleinen Krebstieren wie Wasserflöhen. Die Fische könnten dann vom Menschen als Nahrung genutzt werden.

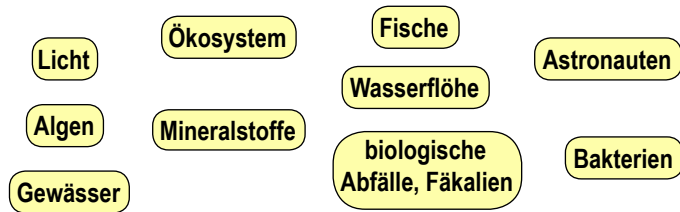
Die Münchner Forscher haben bei einem Testflug untersucht, wie sich die Tiere in der Schwerelosigkeit verhalten. „Mit den Testflügen wollten man herausfinden, ob die Daphnien sich genauso verhalten, wie in einem normalen See“, sagt der Biologe Laforsch. Die Wasserflöhe könnten die Schwerelosigkeit zwar wahrnehmen, aber es gibt keine Anzeichen dafür, dass sie ihnen schaden wird. Der winzige Wasserfloh hat eine sehr gute Anpassungsfähigkeit an schwierige Umweltbedingungen, so das Team. Die wenige Millimeter großen Wasserflöhe sind Nahrungsgrundlage für viele Tiere und spielen damit eine große Rolle im Süßwassersee. Sie können als Schutz vor Feinden eine Art Dornenkrone ausbilden und auf verschiedene Chemikalien im Wasser reagieren.

⁶ Quelle: Teile des Textes gehen auf eine Sendungsankündigung von Julia Schmidt bei 3Sat zurück, abgerufen unter: <http://www.3sat.de/page/?source=/nano/natwiss/158122/index.html>, [Stand: 10.10.2015]. Inzwischen ist die Webseite nicht mehr verfügbar.

M2 Welche Rolle spielen Wasserflöhe im Weltall? Wichtige Begriffe im Text finden

Aufgabe:

Suche die Wörter im Text und markiere sie.



Tipp:

- Unterstreiche Wörter, die du nicht kennst. (rot)
- Suche die Wörter im Lexikon oder im Wörterbuch heraus.
- Erstelle ein Glossar:

Wort	Erklärung/Beispiel	in meiner Sprache
...
...
...

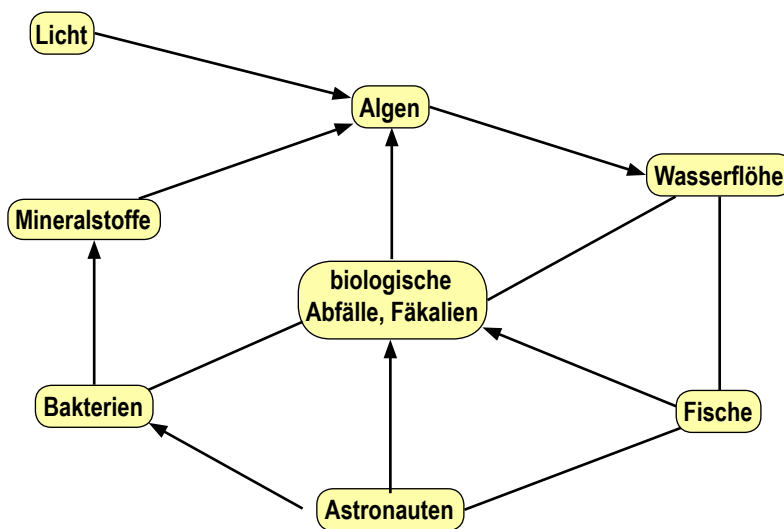
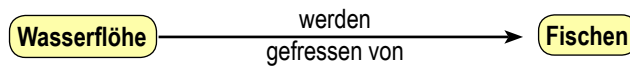
M3a Welche Rolle spielen Wasserflöhe im Weltall?

Ein Begriffsnetz (eine Concept-Map) ergänzen

Aufgabe:

- Ergänze das Begriffsnetz (die Concept-Map)!
 - Wie hängen die Begriffe zusammen? Beschrifte die Pfeile!
 - Tipp: Lies nochmal den Text. Die Verben zeigen den Zusammenhang zwischen den Begriffen!

Beispiel:



Hilfe: Verben zum Beschriften von Pfeilen im Begriffsnetz

Zur Beschriftung der Pfeile kannst du diese Redewendungen benutzen. Wähle die richtigen aus!

- werden gefressen von
- werden produziert von
- produzieren
- wird aufgenommen von
- werden zersetzt von
- wird benötigt von
- führen zu

Hast du das Leseziel erreicht?

→ Erkläre deinem Nachbarn, welche Rolle die Wasserflöhe im Weltall spielen. Das Begriffsnetz hilft dir dabei!

M3b Welche Rolle spielen Wasserflöhe im Weltall?

Ein Begriffsnetz (eine Concept-Map) ergänzen

Die Zusammenhänge zwischen Lebewesen und verschiedenen Stoffen können in einem Begriffsnetz mit Hilfe von Pfeilen zwischen den Begriffen dargestellt werden.

- Aufgabe: Ergänze das Begriffsnetz (die Concept-Map) passend zum Text, indem du die Pfeile zwischen den Begriffen sinnvoll benennst und beschriftest!

Tipp: Beachte die Pfeilrichtung! Die Pfeile zeigen immer in die Richtung, in die die Energie fließt oder in die die Stoffe weitergegeben werden.

Die Begriffe:

Licht

Algen

Wasserflöhe

Mineralstoffe

biologische
Abfälle, Fäkalien

Bakterien

Fische

Astronauten

Hilfe: Wenn du Schwierigkeiten mit dem Beschriften der Pfeile hast, hole die eine Wortschatzkarte (M3) von der Lehrkraft.

Hast du das Leseziel erreicht?

- **Erkläre deinem Nachbarn, welche Rolle die Wasserflöhe im Weltall spielen. Das Begriffsnetz hilft dir dabei!**

M3c Welche Rolle spielen Wasserflöhe im Weltall?

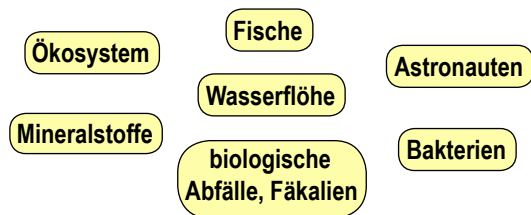
Ein Begriffsnetz (eine Concept-Map) ergänzen

In dem Text werden die Zusammenhänge zwischen Lebewesen und verschiedenen Stoffen beschrieben. Diese Zusammenhänge können in einem Begriffsnetz mit Hilfe von Pfeilen zwischen den Begriffen dargestellt werden.

Aufgabe: Erstelle ein Begriffsnetz passend zum Text!

- Schreibe die wichtigsten Begriffe auf Kärtchen.
- Verbinde sie sinnvoll miteinander durch Pfeile.
- Beschrifte die Pfeile. Informationen zur Bedeutung der Pfeile findest du im Lesetext.
- Vergleiche deine Lösungen mit 2 anderen Schülern! Einigt euch auf die beste Lösung!
- *Tipp: Beachte die Pfeilrichtung! Die Pfeile zeigen immer in die Richtung, in die die Energie fließt oder in die die Stoffe weitergegeben werden.*
- *Hilfe: Wenn du Schwierigkeiten mit dem Beschriften der Pfeile hast, hole die eine Wortschatzkarte (M3) von der Lehrkraft.*

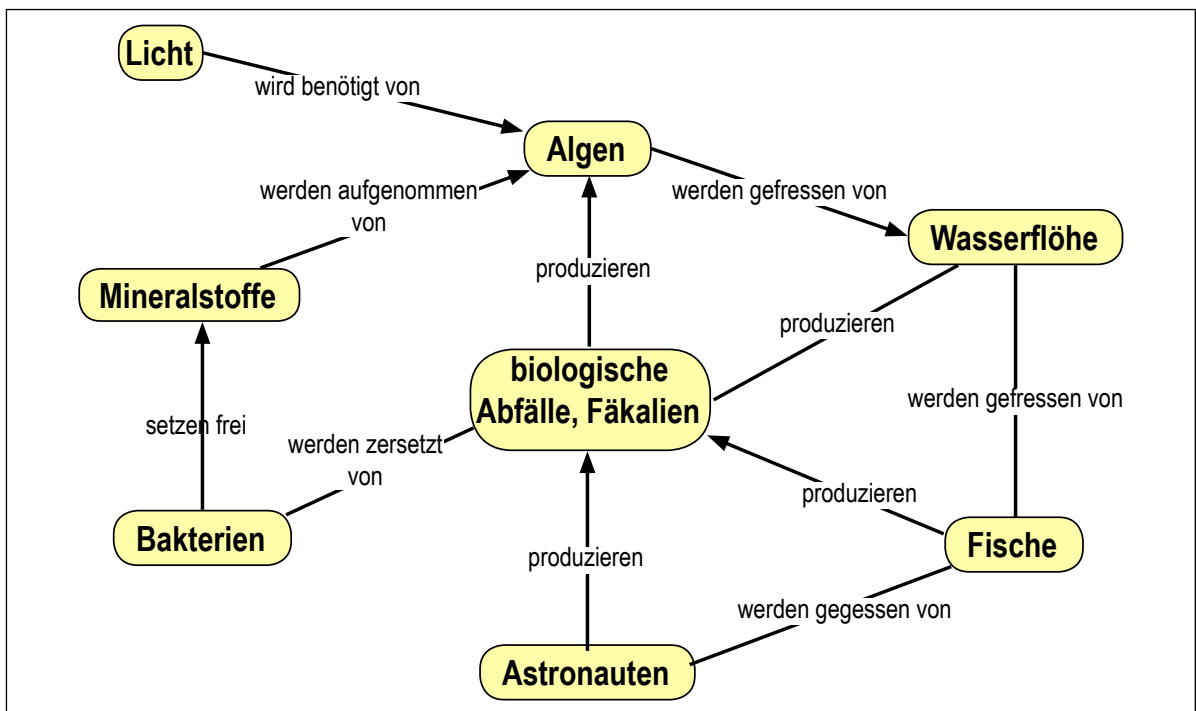
einige Begriffe als Hilfe – Bitte ergänze!



Hast du das Leseziel erreicht?

- **Erkläre deinem Nachbarn, welche Rolle die Wasserflöhe im Weltall spielen. Das Begriffsnetz hilft dir dabei!**

M4 Die Lösung



M5 Die Wasserflöhe im Miniökosystem

Die Rolle von Lebewesen im Ökosystem beschreiben

Algen, Wasserflöhe, Fische und Bakterien leben in vielen Gewässern zusammen. Immer hat auch der Mensch eine Bedeutung.

Aufgabe:

Beschreibe in einem Lexikontext (in ganzen Sätzen) das Miniökosystem, das du in dem Begriffsnetz festgehalten hast. Das Begriffsnetz (die Concept-Map) hilft die dabei.

M6 Die Wasserflöhe im Miniökosystem

Welchen Einfluss hat der Mensch auf das Ökosystem im Wasser?

Anwendungsaufgabe (erhöhtes Niveau)

Sonnencreme schadet dem Wasserfloh! Stimmt das?¹

Wer mit Sonnencreme auf der Haut ins Wasser geht, schadet dem Wasserfloh, so wurde es in einigen Zeitungen gemeldet. Schuld daran sollen die Nanopartikel in den Cremes sein. Sie werden heute vielfältig genutzt. Sie sind zum Beispiel in Sonnencremes, Kleidung und in Lebensmitteln zu finden. Die Nanomaterialien sollen desinfizieren, bleichen, oder gegen schädliche UV-Strahlung schützen. Wissenschaftliche Untersuchungen sollen gezeigt haben, dass Nanotitandioxid, das verbreitetste Nanomaterial, giftig wirkt und auch Wasserflöhe bedroht. Dabei werden vor allem die Nachkommen und Jungtiere der Wasserflöhe geschädigt. Sie sind zum Beispiel in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt und können nicht schnell genug vor Fressfeinden fliehen. Es wird angenommen, dass die Wasserflöhe auch langsamer wachsen. Wasserflöhe wachsen, indem sie sich häuten. Sie sind erst nach 4 Häutungen geschlechtsreif. Wenn sich das Wachstum verlangsamt, produzieren die Wasserflöhe auch weniger Eier und die Zahl der Wasserflöhe verringert sich. So können die Nanoteilchen das ökologische Gleichgewicht von Flüssen und Seen stören. Die Wasserflöhe spielen eine wichtige Rolle im Wasserökosystem. Sie ernähren sich von Algen und sind die Beute von Fischen. Für viele sind sie sogar Hauptnahrungsquelle.

Aufgaben

1. Ergänze deine Conceptmap mit den Informationen aus dem Text.
 - Die folgenden Begriffe sollen vorkommen: Nanopartikel, Creme, Alge, Wasserfloh, Fisch.
 - Beschrifte die Pfeile.
2. Erkläre, warum der Wasserfloh durch Sonnencreme gefährdet wird!
3. Erkläre mit Hilfe der Concept Map, welche Folgen die Sonnencreme im Wasser für die Lebewesen im Gewässer hat!

⁷ Literatur: <http://www.zeit.de/wissen/umwelt/2012-11/Nanopartikel-schaden-Wasserfloehen>
[Stand: 27.02.2017]

5.4 Warum es sich lohnt, im sprachsensiblen Unterricht mit Mapping-Aufgaben zu arbeiten ...

5.4.1 Ergebnisse aus der Lehr-Lernforschung:

Eine Mehrzahl an Befunden aus der Lehr-Lernforschung weist darauf hin, dass das Anfertigen von Concept-Maps (im Folgenden CM) den Lernerfolg im Vergleich mit anderen Lerntechniken erhöht (z. B. Amer 1994; Jegede et al. 1990; Chang et al. 2002) und positive Effekte auch auf die Fähigkeit zum Textverstehen sowie zur Textproduktion aufweist. Besonders scheinen Lernende mit vergleichsweise geringen sprachlichen Fähigkeiten zu profitieren (O'Donnel/Danserau 2002). **Dabei kommt es darauf an, in welcher Weise das Concept-Mapping eingeführt wird. So sind lernförderliche Effekte nur bei der Vermeidung von Überforderung nachzuweisen.** Bei der Erarbeitung von Texten mit unbekanntem Informationen sind Mapping-Aufgaben mit vorstrukturierten Lücken-Maps lernwirksamer als Aufgaben, bei denen die Schüler dazu aufgefordert sind eigenständig ohne Vorgaben eine Concept-Map zu entwickeln. Dabei wird eine sogenannte Lücken-Map vorgegeben, die nur noch ergänzt werden muss.

5.4.2 Einsatzmöglichkeiten von Concept-Maps

Mapping-Techniken sind vielseitig einsetzbar. Unter anderem können sie eingesetzt werden ...

- als **Lernstrategie** für ein vertiefendes Erfassen von Zusammenhängen, auch in Gruppenarbeit.
- als **Modell für Zusammenhänge** und **Prozesse** in biologischen Systemen.
- zur **Überprüfung**, als **Leistungskontrolle**.
- als **Lehrstrategie** zur Darstellung und Zusammenfassung von Zusammenhängen, aber auch zum Sichtbarmachen von Schülervorstellungen.

Im sprachsensiblen Fachunterricht werden sie verwendet ...

- zum **Aufbau, Üben, Festigen, Wiederholen** von Wortschatz und Satzbildung im Kontext.
- zur **Diagnose** von Begriffsverständnis zu Beginn eines neuen Themas oder nach einer Unterrichtseinheit.
- als Grundlage für die Produktion eigener Texte, insbesondere zur Unterstützung der Formulierung fachlich korrekter und vollständiger Sätze. Dabei sollte der von den Schülern zu produzierende Text eine andere Textsorte darstellen als der Ausgangstext.
- zur Diagnose von Begriffsverständnis zu Beginn eines neuen Themas oder zur **Überprüfung**, als Entwicklung von Concept-Maps mit Hilfe von Software.

5.4.3 Geeignete Medien für den Einsatz von Mapping-Verfahren im Unterricht

Die Concept-Maps für den vorliegenden Unterrichtsvorschlag wurden mit Cmap Tools: erstellt. Es handelt sich dabei um ein hochwertiges, kostenloses Tool, das auch in einer deutschen Version heruntergeladen werden kann. Weitere Medien sind:

Für PC und Notebook:

- MaNET (Marescom): Mapping und Diagnoseinstrument, einfach zu bedienen, wenig Variation möglich, kostenlose Testversion
- EDRAW MAX: Trial Version kostenlos, Vielzahl an CM-Typen möglich
- Consideo Modeler software: Concept Maps und komplexe Flussdiagramme zur Modellierung komplexer dynamischer Systeme; Quantifizierung möglich
- Xmind: kostenfreie Mind Mapping Software

Kostenlose Apps sind zum Beispiel:

- Mindomo
- Mindmeister
- SimpleMind free
- Sharp Mind

5.4.4 Stolpersteine

Nicht alle Texte lassen sich mit einer Concept-Map strukturieren. Gut geeignet sind journalistische Texte, in denen ökologische Zusammenhänge dargestellt werden. Texte, in denen Ursache-Folge-Beziehungen und biologische Prozesse dargestellt werden, lassen sich z. B. besser in einem Flussdiagramm visualisieren. Das Erstellen der vorstrukturierten Concept-Maps (Lücken-Maps) muss erprobt werden.

5.5 Concept-Mapping: Aufgabentypen im Unterrichtsverlauf – Eine Übersicht

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über weitere Möglichkeiten, wie Concept-Mapping in den einzelnen Unterrichtsphasen sprachfördernd zum Aufbau von Textkompetenz eingesetzt werden kann.

Unterrichtsphase	Mapping-Aufgaben
1. Vorentlastung, Erhebung von Präkonzepten	<p>sprachliche und inhaltliche Vorentlastung, Erheben von Schülervorstellungen:</p> <ol style="list-style-type: none"> vorgegebene Begriffskarten ebenfalls vorgegebenen Definitionen zuordnen vorgegebene Begriffe auf Karten sortieren und clustern Karten einander zuordnen und in Beziehung (Relationen definieren) zueinander setzen, Begriffsnetz aus vorgegebenen Begriffen bilden – Kärtchenmethode aufgrund der Begriffe begründete Vermutungen zum Thema des Textes oder zu thematischen Zusammenhängen formulieren die Relationen vorgegebener CM beschriften. <p>Beim ersten Lesen des Textes können die eigenen CM mit den Textinhalten verglichen werden.</p>
2. Texterarbeitung: Übungen zum Leseverstehen	<p>beim Lesen oder kurz nach dem Lesen. Lücken-Maps können durch Vorgabe unterschiedlicher Elemente verschiedene kognitive Aktivitäten fordern:</p> <ol style="list-style-type: none"> Begriffe vorgeben räumliche Anordnung der Begriffe vorgeben Relationen mit oder ohne Pfeilrichtung vorgeben (Auswahl an) Bezeichnungen für die Relationen vorgeben keine Vorgaben, Schülerinnen und Schüler konstruieren frei eine Concept-Map nach den von ihnen wahrgenommenen Textzusammenhängen
3. nach dem Text	<p>Erweiterung/Veränderung der Concept-Maps durch</p> <ol style="list-style-type: none"> Integration neuer Informationen z. B. aus Lehrbuchtexten, Zeitungsartikeln ... Vergleich und Einigung auf eine Struktur in Partner-, Gruppenarbeit oder gemeinsam im Plenum Präsentation und Diskussion der Schüler-Maps und Diskussion der Ergebnisse im Plenum
4. Textproduktion	<p>unter Vorgabe der Textsorte, Textfunktion (des kommunikativen Ziels) mit Hilfe der Concept-Map</p> <ol style="list-style-type: none"> einen kurzen Sachtext verfassen, die wichtigsten Zusammenhänge verbalisieren eine Reportage/ fiktive Geschichte/ einen Bericht zu einem aktuellen Fallbeispiel verfassen, das Thema durch das produktive Schreiben erweitern

Unterrichtsphase	Mapping-Aufgaben
5. Phasen Wiederholung, Übung	im Plenum, als Unterrichtseinstieg: eine kleine Auswahl an Begriffen vorgeben, a) Schülerinnen und Schüler bitten diese zu erklären, b) zu sortieren oder eine kleine Map zu erstellen, c) die wahrgenommenen Zusammenhänge in ganzen Sätzen zu verbalisieren Kärtchenmethode: a) Schülerinnen und Schüler erhalten Kärtchenstapel und sortieren bekannte und unbekannte Begriffe, lernen Vokabeln b) Schülerinnen und Schüler ordnen Kärtchen um, strukturieren ihre Concept-Map zum Thema nach ihrem neuen Wissenstand um c) Schülerinnen und Schüler erklären sich gegenseitig die Zusammenhänge in ihren Concept-Maps
6. möglicher Abschluss	eine Concept-Map zum Unterrichtsthema frei erstellen

SEK II Klasse 11-13	Blind Date Gruppenarbeit zu dritt
Sprechen und Schreiben: Diagramme beschreiben Wortschatzarbeit	Biologie Ökologie Toleranzkurven be- schreiben

6 Wozu eigentlich Fachsprache? – Diagramme beschreiben geht doch auch so?!

Ein Praxisbeispiel zur sprachsensiblen Einführung von Fachvokabular zur Beschreibung von Diagrammen

Zentrale sprachliche und fachliche Kompetenzen: Informationen aus graphischen Darstellungen kommunizieren; Alltagssprache und Fachsprache abgrenzen

Aktivitäten: Gruppenarbeit zu konkreten Sprechanlässen

6.1 Auch das noch! – Vorüberlegungen



Zerfallskurven radioaktiver Stoffe im Physikunterricht, Titrationskurven in der Chemie oder Toleranzkurven im Fach Biologie – überall müssen sich Schüler mit graphischen Darstellungsformen auseinandersetzen. Das Beschreiben von Diagrammen gehört dabei zu den Standardanforderungen, die Schüler in allen naturwissenschaftlichen Fächern sprachlich bewältigen müssen.

Sie stellt einen Teilaspekt einer zentralen im naturwissenschaftlichen Unterricht zu schulenden Fachkompetenz dar: der Kompetenz fachgerecht zu kommunizieren.

So weit, so unumstritten: Das Ziel ist klar definiert, der Weg zum Ziel erfahrungsgemäß jedoch erstaunlich steinig. Auch Einigkeit über die beste Streckenführung besteht nicht zwingend, wie die folgende Situation zeigen soll.



Neulich in der Bio-Sammlung:

Lehrer A: „Was?! Du willst Unterrichtszeit darauf verschwenden deine Schüler ‚nur‘ dafür zu sensibilisieren, dass Fachsprache wichtig ist?! Das ist doch wohl klar! Fang lieber gleich mit den ‚richtigen Fachbegriffen‘ an!“

Lehrer B: „Ja, Unterrichtszeit ist knapp, aber diese Phase ist total wichtig und dafür nehme ich mir jetzt am Anfang die Zeit. Auf lange Sicht zahlt sich die Investition aus. Probier's doch einfach mal aus.“

Vorbehalte wie in diesem fiktiven Dialog geäußert, sind sicher nicht selten. Keine Frage: Jede Minute Unterrichtszeit ist wertvoll. Genauso wertvoll jedoch ist die Botschaft, die hinter diesem Sinnspruch steht:

» Sage es mir, und ich werde es vergessen.
Zeige es mir, und ich werde mich daran erinnern.
Beteilige mich, und ich werde es verstehen. «

Lao Tse (6. Jh. v. Chr.)

Da Lernen nachhaltig sein soll, macht es Sinn besondere Anstrengungen zu unternehmen, Schüler zu selbst erworbenen Einsichten zu verhelfen, statt ihnen diese einfach vorzugeben. Das allgemeine didaktische Prinzip der Selbsttätigkeit gilt also im sprachsensiblen Unterricht.

6.2 Wie es gehen kann – Unterrichtsskizze

Die folgende Unterrichtsidee ist ein Beispiel dafür, wie die Beschreibung von Diagrammen (und anderen Abbildungen) im Biologieunterricht sprachsensibel unterrichtet werden kann.



Die Erarbeitung erfolgt schrittweise. Die erste Phase (6.2.1) dient der Sensibilisierung der Schüler für die Notwendigkeit von Fachsprache. Erst in den folgenden Phasen (6.2.2 und 6.2.3) werden die Zielbegriffe sowie thematischer Strukturwortschatz vermittelt. Weitere Phasen der Übung (6.2.4) und Anwendung (6.2.5) schließen sich an.

Die Unterrichtsskizze versteht sich exemplarisch. Sie stellt einen möglichen Unterrichtsgang im Themenbereich Ökologie (Sek. II) dar, bei dem das für die Beschreibung von Toleranzkurven notwendige Fachvokabular erarbeitet wird. Die Grundidee und der vorgeschlagene Ablaufplan sind auf andere Diagrammtypen oder Arten von Abbildungen übertragbar und auch in anderer Hinsicht vielfältig adaptierbar (z. B. für andere naturwissenschaftliche Fächer).

6.2.1 Wozu das Ganze? – Sensibilisierung der Schüler

Der Lehrer orientiert die Schüler darauf, dass sie sich heute mit Diagrammen beschäftigen werden. Im Sinne der Motivation und Lerneffektivität sinnvoll ist hier eine ganz knappe Orientierung hinsichtlich der Frage „Welche Bedeutung haben Diagramme im Biologieunterricht (im Themenbereich Ökologie)?“

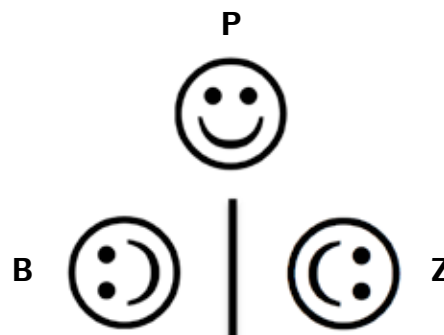
Der Einstieg ist jedoch kurz zu halten und den Schülern zügig zu erläutern, dass sie einen Selbstversuch in Kleingruppen durchführen. Auch diese Instruktion allein hat in der Regel Motivationscharakter. Die Schüler werden informiert, dass sie zu dritt arbeiten und drei verschiedene Rollen übernehmen. Der Lehrer gibt die folgende Arbeitsanweisung:

M1 allgemeiner Arbeitsauftrag (visualisiert an Smartboard/Tafel)

Bildet Kleingruppen aus drei Personen.

Verteilt die folgenden Rollen und setzt euch wie in der Skizze gezeigt zusammen.

- Beschreibender (B)
- Zeichner (Z)
- Protokollant (P)



Holt nun die Arbeitsaufträge für eure Rolle ab – jeder seinen.

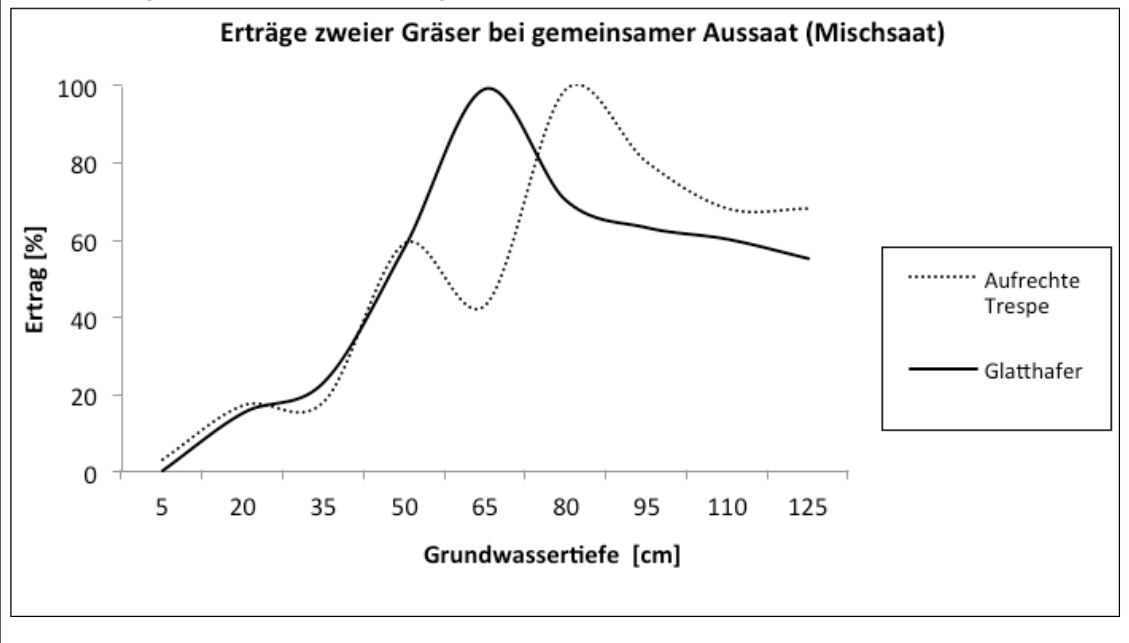
6.2.2 Rollenkarten



M2 Arbeitsauftrag **Beschreibender (B):**

Nur du kennst die Abbildung. Zeige sie niemandem. Beschreibe sie dem Zeichner so genau wie möglich.

Abbildung (in einem Umschlag)⁸



M3 Arbeitsauftrag **Zeichner (Z):**

Zeichne die Abbildung, die dir beschrieben wird. Wenn du fertig bist, stecke deine Zeichnung in den Umschlag und gib diesen dem Protokollanten.

M4 Arbeitsauftrag **Protokollant (P):**

Beobachte die Kommunikation zwischen Beschreibendem und Zeichner.

Notiere Probleme, die auftreten. Wann klappt die Verständigung, wann nicht? Wie werden Verständigungsprobleme gelöst? Protokolliere Begriffe, die verwendet werden. Werden bestimmte Vokabeln, die typisch für die Beschreibung eines Diagramms sind, verwendet? Notiere sie.

Samle die Umschläge vom Beschreibenden und Zeichner ein.

Nach dieser Gruppenarbeitsphase leitet der Lehrer die Auswertung ein, die anschließend auch wieder in der Gruppe stattfindet.

⁸ Hinweis: Die Umschläge haben eine wichtige Funktion. Sie gewährleisten, dass die Spannung erhalten bleibt, bis die Auswertungsphase durch den Lehrer eingeleitet wurde.

Arbeitsauftrag Auswertung:

1. B und Z: Öffnet die Umschläge und vergleicht Original und Kopie. Beurteilt, wie ähnlich sie einander sind. Erklärt, wie die Unterschiede zustande kommen.
2. P: Berichte von deinen Beobachtungen.
3. Formuliert gemeinsam, was ihr bei dieser Übung gelernt habt.

Die Beobachtungen der Gruppen werden anschließend im Plenum zusammengetragen. Als gemeinsames Ergebnis ergibt sich die Erkenntnis, dass eine Fachsprache die Kommunikation erleichtert. Sie ist notwendig für präzise Beschreibungen. Nur wenn verabredete Begriffe verwendet werden, weiß jeder ganz genau, was gemeint ist. In dieser Phase sollte auch darauf orientiert werden, dass nicht nur die Kurve selbst relevant ist, sondern auch die Achsenbeschriftungen (inklusive Einheiten) sowie der Titel der Grafik und eventuelle Zusatzinformationen.

6.2.3 Hinweise zum Material

Geeignete Abbildungen: Verschiedene Toleranzkurven aus gängigen Lehrbüchern oder Arbeitsmaterialien.

Die Abbildungen sollten einen Titel haben und vollständige Achsenbeschriftungen enthalten. Der Kurvenverlauf sollte nicht zu idealisiert sein, damit die Beschreibung kleine Herausforderungen bietet, aber auch nicht so komplex, dass eine genaue Beschreibung unmöglich ist.

**6.2.4 Wie heißt das eigentlich? – Einführung des Fachvokabulars zur Beschreibung von Toleranzkurven**

Nachdem sich die Schüler der Bedeutung des Fehlens präziser Fachsprache bewusstgeworden sind, wird ihnen durch den Lehrer vermittelt, dass es sich bei den verwendeten Kurven um Toleranzkurven handelt, die sich mit ganz bestimmten Begriffen eindeutig beschreiben lassen.

Die Schüler erhalten ein schematisches Diagramm (oder zeichnen es ab) inklusive Fachwortliste (M 5). Die Fachbegriffe sollen der idealisierten Toleranzkurve zugeordnet werden. Die Lösung kann in der Regel in allen gängigen Lehrbüchern selbständig kontrolliert werden.

Wichtig: Im Sinne der Sensibilisierung für Sprache sollten die Schüler explizit ermutigt werden, die Fachbegriffe zu analysieren. Fast alle Begriffe können durch Erschließen ihrer Bedeutung den entsprechenden Abschnitten der Kurve zugeordnet werden. Fremdwörterbücher bzw. Duden können in dieser Phase hilfreich sein, ebenso Fragen in Form von (abgestuften) Hilfekarten (M 6 und 7). Da die Schüler die Lösung selbständig im Lehrbuch kontrollieren können, kann die Auswertungsphase auch auf Sprache fokussiert werden: Die Schüler sollen erläutern, welche Überlegungen ihnen bei der Lösung geholfen haben, wo ihnen das Wort im Alltag schon einmal begegnet ist etc.



In dieser Phase sollte auch nicht versäumt werden, die korrekten Pluralformen zu notieren.

M5 Toleranzkurve

Toleranzkurve

Aufgabe: Beschrifte die Toleranzkurve mit den folgenden Fachbegriffen:
 Messpunkte⁹: *Optimum, Minimum, Maximum*
 Messbereiche¹⁰: *Toleranzbereich, Präferendum, Pessimum*

Versuche die korrekte Zuordnung von der allgemeinen Bedeutung der Wörter abzuleiten!

Wenn du nicht weiterkommst, nutze die Hilfekarten.
 Überprüfe deine Lösung mit Hilfe des Lehrbuches.

M6 Hilfekarte 1 (Wenn du nur ein bisschen Hilfe brauchst.)

Überlege, welche Synonyme oder ähnlichen Wörter du kennst.
 Bedenke, dass es Wortfamilien gibt und man andere Wortarten mit dem gleichen Stamm bilden kann.

M7 Hilfekarte 2 (Wenn du etwas mehr Hilfe brauchst.)

Bilde die Adjektive, die zu den Substantiven gehören.
 Beispiel: Maximum – maximal.
 Überlege Situationen, in denen man etwas als „minimal“ etc. bezeichnen würde.

⁹ Hier bietet sich eine weitere Differenzierungsmöglichkeit: Der Hinweis kann weggelassen werden.

¹⁰ s. o.

6.2.5 Wie sag ich's am besten? – Einführung von Strukturwortschatz

Zwar helfen Fachwörter bereits erheblich bei einer präzisen Beschreibung, aber ohne Strukturwortschatz bleiben viele Zusammenhänge weiterhin vage. Dies kann den Schülern mithilfe von Material 8 verdeutlicht werden.

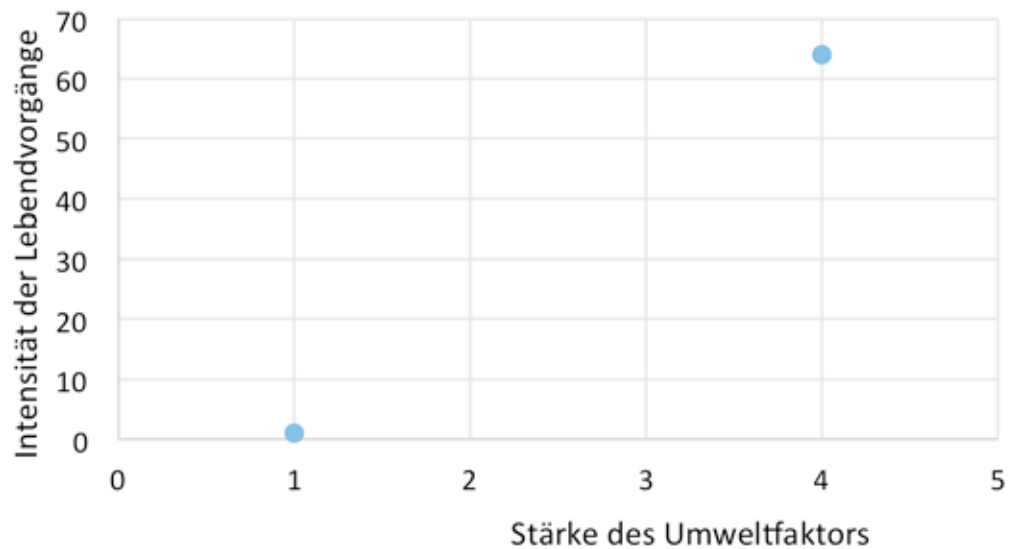
Das Diagramm (M 8a) zeigt einzelne Messwerte. Man sieht, dass die Intensität der Lebensvorgänge bei einem Umweltfaktor der Stärke 4 viel höher ist als bei 1. In welchem mathematischen Zusammenhang die beiden Werte stehen, sieht man nicht.

Darauf sollte die Aufmerksamkeit der Schüler gelenkt werden: Sie sollen erkennen, dass beide Punkte theoretisch durch völlig unterschiedliche Trendlinien (M 8b) verbunden werden können, je nachdem wie stark die Intensität der Lebensvorgänge ist, wenn der Umweltfaktor eine mittlere Stärke (z. B. 2,5) aufweist. Sie könnte z. B. ca. 32, aber auch ca. 8 oder ca. 45 betragen. Dies kann am besten „live“ mithilfe des Programms Excel verdeutlichen, indem man unterschiedliche Werte und entsprechende Trendlinien nach und nach einfügt. Aber auch analoge Abbildungen, in die die Schüler die möglichen Kurvenverläufe per Hand einzeichnen, tun ihren Dienst. M 8b gibt exemplarisch drei Möglichkeiten an. An dieser Stelle sollten typische biologische Beispiele für die unterschiedlichen theoretischen Kurvenverläufe zwischen den zwei Messpunkten gefunden werden. Die Wachstumsphase bei Bakterienkulturen z. B. folgt einem exponentiellen Verlauf. Sie vermehren sich entsprechend rasant. Durch die oben beschriebene Auseinandersetzung sollen die Schüler erkennen, dass es häufig nicht ausreicht zu sagen, eine Kurve „steigt“ bzw. „fällt“. Es ist wichtig den mathematischen Zusammenhang genauer zu erfassen und den Verlauf eines Graphen entsprechend exakt zu verbalisieren, indem man sagt: „Der Graph steigt linear“ oder „Die Kurve zeigt einen exponentiellen Verlauf“.



M8a Verbindungen zwischen Messwerten

M8a Verbindungen zwischen Messwerten



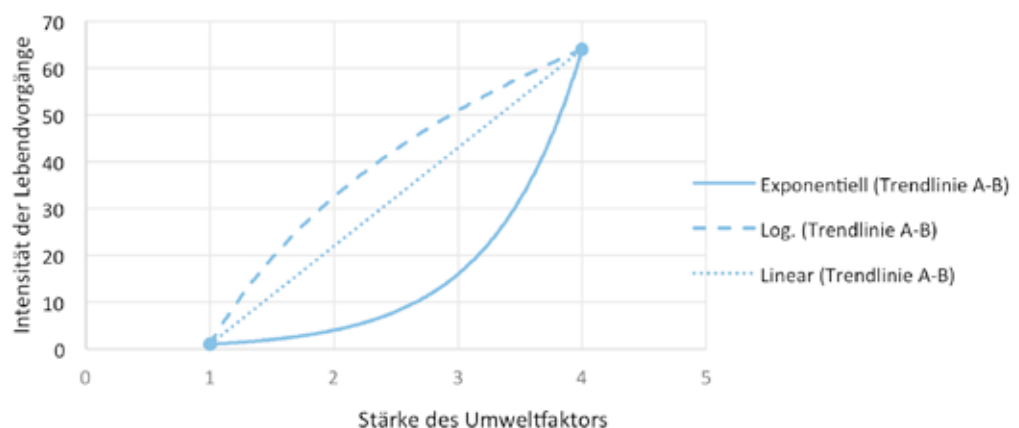
Aufgabenstellung:

In der Abbildung M8a ist die Intensität der Lebensvorgänge bezüglich eines Umweltfaktors (alles relative Werte) dargestellt. Beträgt die Stärke des Umweltfaktors 1, so ist die Intensität der Lebensvorgänge 0. Bei einer Stärke von 4 hingegen beträgt sie 65. Über die Intensität der Lebensvorgänge bei mittlerer Stärke des Umweltfaktors (z. B. 2,5) gibt es keine Angaben. Dieser Wert beeinflusst aber maßgeblich, wie die Toleranzkurve zwischen den beiden gegebenen Punkten verläuft.

Zeichne drei mögliche, idealisierte Kurvenverläufe ein.

M8b mögliche Verbindungen zwischen Messwerten

M8b Mögliche Verbindungen zwischen Messwerten



6.2.6 Übung – ... macht den Meister!

Die Übungsphase folgt der grundlegenden Struktur der ersten Phase (Sensibilisierung).



Im Unterschied zu dieser darf der Beschreibende jedoch Wortlisten benutzen (Fachwörter oder Strukturwortschatz oder beides). Der Protokollant hat diese – am besten tabellarisch sortiert – auch vorliegen und hakt ab, welche Begriffe korrekt verwendet wurden. Vorschläge für nützliche Wörter stellen M9 und M10 dar. Sie bieten auch Ansätze zur Differenzierung (hervorgehobener Basiswortschatz in M9, 10 als Beispiel für die komplexere Herausforderung des Vergleichens mehrerer Abbildungen).

Die Auswertung erfolgt direkt in der Kleingruppe. Original und Kopie werden verglichen und auch die Notizen des Protokollanten herangezogen. Es wird geklärt, inwieweit Diskrepanzen auf nicht oder nicht korrekt verwendete Begriffe/Formulierungen zurückzuführen sind.

Motivierend kann es in dieser Phase sein, wenn das Diagramm aus der 1. Phase erneut verwendet wurde und die Gruppe den Lernerfolg direkt beurteilen kann.

Damit alle die Gelegenheit zum Üben bekommen, sollten die Rollen anschließend getauscht werden. Dafür müssen weitere Diagramme bereitgehalten werden.

Auch eine Phase, in der im Plenum präsentiert wird, kann sich anschließen, um offene Fragen zu klären und eine gemeinsame Ergebnissicherung zu gewährleisten.

Als Hausaufgabe bietet sich eine Verschriftlichung der Beschreibung eines der verwendeten Diagramme an.

M9 Formulierungshilfen für Diagrammbeschreibungen

Die Abbildung stellt ... (in Abhängigkeit von ...) dar.

Die Werte sind in ... angegeben.

Es sind Werte (für den Zeitraum) von ... bis ... aufgeführt.

Die Skaleneinteilung der ...-Achse ist ...

Man sieht ...

Die Werte zeigen ...

Die Säule/der Bereich xy gibt ... wieder.

Der Grafik ist zu entnehmen, dass ...

Die Messwerte ... wurden im Rahmen einer ... /im Zeitraum von ... bis ... gesammelt.
... basieren auf ...

**Die Kurve/der Graph ... steigt/fällt linear/exponentiell/stetig/kontinuierlich (an/ab).
... schwankt periodisch (um ...).**

... verläuft regelmäßig/unregelmäßig.

... stagniert ab ...

... oszilliert.

Als Standard/Vergleichsbasis wurde ... herangezogen/definiert.

Die **fett** gedruckten Formulierungen **musst** du sicher beherrschen! Profis wenden auch die anderen Formulierungen an.

M10 Formulierungshilfen für vergleichende Beschreibungen



Die Werte am ... sind im Vergleich zu ... um ... (Prozent) erhöht/angewachsen/ gesunken/zurückgegangen.

Verglichen mit/im Gegensatz zu/im Unterschied zu ... zeigen die Werte am/ vom ...

Während ... noch ... sind es ... nur noch/schon ...

Der Anteil von ... beträgt/liegt bei ...

Auf ... entfallen ... (Prozent).

Der/die/das Gesamt... verteilt sich zu ... (Prozent) auf.



6.3 Und jetzt nochmal anders! – Ausblick

Diagrammbeschreibungen, aber auch die Beschreibung von anderen Abbildungstypen müssen immer wieder geübt werden. Die folgende Minimethode „Unterrichtseinstiege für Naturwissenschaftler“ stellt eine Möglichkeit dar, wie man den Stundeneinstieg dazu nutzen kann.

Vorbereitung:

Benötigtes Material: Abbildungen von Diagrammen, Schemata, Kreisläufen etc.
Anzahl: so viele wie möglich (mindestens halbe Klassenstärke)

Jedes Blatt wird einmal (auf buntes Papier) kopiert (und laminiert) sowie einmal als Folie kopiert bzw. als digitale Abbildung für das Smartboard aufbereitet.

Hinweis: Die Suche nach geeigneten Abbildungen und deren Aufbereitung kostet Zeit. Es lohnt sich aber diese Zeit zu investieren und in dieser Phase bereits einen ganzen Themenbereich in Blick zu haben, da die Abbildungen immer wieder verwendet werden können (s. unten).

Durchführung:

Jeder Teilnehmer zieht eine der (verdeckten) laminierten Karten mit einer Abbildung. Die Schüler haben kurz Zeit (5-8 min) zur Verfügung, sich mit dem Diagramm zu befassen (M11).

Anschließend wird eine Abbildung ausgewählt und auf Folie bzw. am Smartboard gezeigt. Der Kandidat, dessen Abbildung dieser entspricht, beschreibt sie.

Hinweis: Bei kleinen Lerngruppen entspricht die Anzahl der Abbildungen der Schülerzahl. Ist dies bei größeren Gruppen nicht möglich, kommt ein Pool an Kandidaten zur Beschreibung in Frage. Hier könnte nun bestimmt werden, wer beginnt, ergänzt, Feedback gibt. Bei der Beschreibung wird darauf natürlich geachtet, das zuvor Gelernte zu Diagrammbeschreibungen umzusetzen. Je nach Zielstellung können Wortlisten als Hilfe für einige oder alle Schüler erlaubt sein.

Es empfiehlt sich diese Minimethode nicht nur einmalig einzusetzen, sondern sie immer wieder als Einstieg zu nutzen. Übung macht bekanntlich den Meister. Wird die Auswahl der Abbildungen zu Beginn einer Einheit genau überlegt, so kann die Methode eine doppelte Funktion erfüllen. Steuert der Lehrer zu Beginn gezielt die Auswahl der zu beschreibenden Abbildung, dient diese nicht

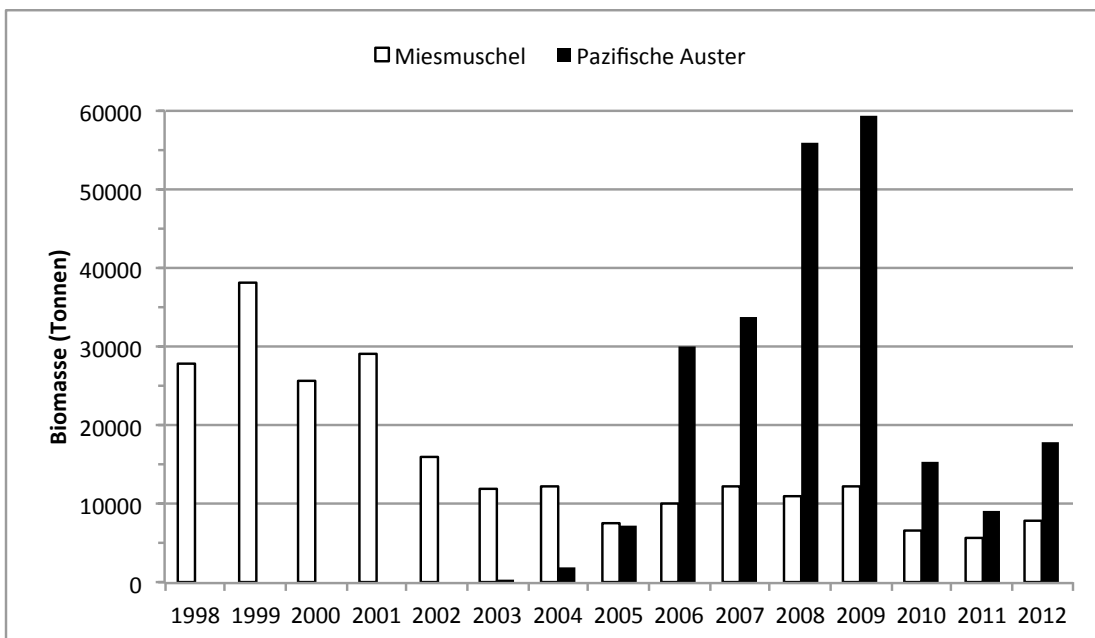
nur dazu, die Kompetenz „Abbildungen beschreiben“ zu schulen, sondern fungiert gleichzeitig auch als inhaltlicher Anker für den weiteren Stundenverlauf.

Andere Einsatzmöglichkeiten:

Diese Methode eignet sich auch sehr gut für die Wiederholung von Unterrichtsinhalten größerer Themenbereiche, z. B. im Rahmen der Vorbereitung auf Klausuren oder das Abitur. Voraussetzung dafür ist, dass bei der Vorbereitung darauf geachtet wurde, solche Abbildungen zusammenzustellen, die Kerninhalte bzw. grundlegende Zusammenhänge repräsentieren. Die Auswahl der zu beschreibenden Abbildung kann dann per Zufall erfolgen.

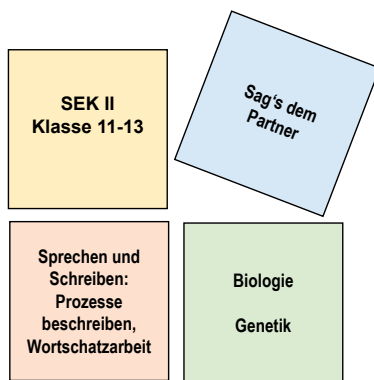
M11

Aufgabe: Beschreibe die Abbildung. Benutze dafür das Fachvokabular, das du zur fachgerechten und vollständigen Beschreibung von Diagrammen gelernt hast.



Entwicklung der Gesamtbiomasse der Pazifischen Auster und der Miesmuschel im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer. Der Winter 2009/10 war ein sogenannter Eiswinter, in dem das Wattenmeer über mehrere Monate durch starken Eisgang und Dauerfrost geprägt wurde. Auch im Winter 2010/11 kam es für einige Wochen zu verschärften Winterbedingungen.

Quelle: Büttger, H./Witte, S./Nehls, G. (2014): Miesmuschelmonitoring 2012 im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. Ein Projekt im Rahmen des Trilateral Monitoring and Assessment Program (TMAP). Im Auftrag des Landesbetriebs für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN).



7 Wozu eigentlich Fachsprache? Strukturen und Prozesse beschreiben geht doch auch so?!

Ein Praxisbeispiel zum sprachsensiblen Üben von Fach- und Strukturwortschatz für das Beschreiben biologischer Strukturen und Prozesse

- **zentrale sprachliche und fachliche Kompetenzen:** fachgerechtes Beschreiben von Strukturen und Prozessen
- **Aktivitäten:** Partnerarbeit zu konkreten Sprechansätzen



7.1 Auch schon erlebt? – Vorüberlegungen

Das Beschreiben von Strukturen und Prozessen gehört zu den Standardanforderungen, die Schüler in allen drei naturwissenschaftlichen Fächern sprachlich bewältigen müssen. Solche Beschreibungen stellen einen Teilaspekt einer zentralen, im naturwissenschaftlichen Unterricht zu schulenden, Fachkompetenz dar: der Kompetenz fachgerecht zu kommunizieren.



Die folgenden Unterrichtsideen sind Beispiele dafür, wie die Beschreibung von Strukturen und Prozessen im naturwissenschaftlichen Unterricht sprachsensibel unterrichtet werden kann.

7.2 Wie es gehen kann – Unterrichtsskizze

Das Material ist in mehrere Abschnitte gegliedert, die verschiedene sprachliche Schwerpunkte deutlich machen. Im ersten Teil (7.2.1) geht es zunächst darum konkret aufzuzeigen, wie die Benutzung von Fachbegriffen an sich geübt werden kann. Die in diesem Abschnitt vorgestellten sprachsensiblen Ansätze sind auch geeignet, grundsätzlich für den Gebrauch von naturwissenschaftlicher Fachsprache zu sensibilisieren.

Der zweite Abschnitt (7.2.2) widmet sich dem Strukturwortschatz. Auch solcher muss erworben und geübt werden, da er, neben dem Fachwortschatz, für erfolgreiches Beschreiben notwendig ist. Auch hier sind die vorgestellten Ideen dazu geeignet, Schüler für die Tatsache zu sensibilisieren, dass Beschreibungen unpräzise bleiben (müssen), wenn Fachbegriffe vorhanden sind, aber Zusammenhänge zwischen diesen sprachlich nicht treffend deutlich gemacht werden können.

Schließlich wird die im ersten Teil vorgestellte Spracharbeit auf die Beschreibung von Prozessen ausgeweitet (7.2.3). Auch in diesem letzten Abschnitt geht es wieder sowohl um Fach- als auch um Strukturwortschatz, jedoch nun am Beispiel dynamischer Zusammenhänge.

Die Unterrichtsskizzen werden jeweils von einer kurzen Unterrichtssituation eingeleitet, die der Problemorientierung dient.

Alle vorgestellten Unterrichtsideen bzw. methodischen Ansätze verstehen sich exemplarisch. Sie stellen Ausschnitte aus einer möglichen Unterrichtseinheit im Fach Biologie im Themenbereich Molekulargenetik (Sek. II) dar. Inhaltlich im Zentrum des Unterrichts stehen der Bau der DNA und die Proteinbiosynthese. Die Grundideen sind vielfältig adaptierbar und auf andere biologische Themenbereiche, Jahrgangsstufen und alle naturwissenschaftlichen Fächer übertragbar.



7.2.1 So kann's gehen – Fachvokabular üben

Neulich im Biounterricht – Teil 1

Biologieunterricht in der Oberstufe. Genetik, genauer der Bau der DNA, steht auf dem Plan. Die Schüler haben diesen bereits erarbeitet. Nun fordert die Biologielehrerin auf, den Bau am Modell vor der Klasse zu erläutern. „Natürlich fachsprachlich korrekt!“, schiebt sie noch hinterher. Niemand meldet sich. Dann doch noch zwei zögerliche Hände: Sofia, die leistungsstärkste Schülerin im Kurs, meldet sich und Max, der sich sowieso immer alles zutraut. Frau Meier seufzt, also doch wieder Unterrichtsgespräch? Dann melden sich vielleicht ein paar mehr Schüler, denkt sie. „Ok, also dann tragen wir eben gemeinsam zusammen.“ Jetzt sind es immerhin fünf Schüler, die durchaus richtige, aber isolierte Einzelbeiträge geben. Eine fachsprachlich überzeugende, zusammenhängende Beschreibung, wie von Frau Meier geplant, kommt so nicht zustande.

Den Schülern ist der Detailbau der DNA bereits grundsätzlich bekannt. Die Struktur der DNA wurde z. B. mit Hilfe von Abbildungen und einem entsprechenden Fachtext erarbeitet. Frau Meier hatte sich bei der Einführung des neuen Fachvokabulars sogar besondere Mühe gegeben und den Fachtext mit Hilfe des Concept-Mappings (vgl. Praxisartikel 5 in diesem Band: „Vom Lesen zum Schreiben mit Concept-Mapping-Verfahren“) erarbeiten lassen. Und nun die Enttäuschung: Die Strukturbeschreibung am Modell können viele Schüler einfach nicht bewältigen.



Sicher kann es in der oben geschilderten Unterrichtssituation viele Gründe für die spärliche Beteiligung geben. Möglicherweise hat in der 9. Stunde einfach keiner mehr Lust auf Molekulargenetik.

Vielleicht ist es aber auch so, dass viele Schüler von der Fülle der neuen, eben erarbeiteten Fachbegriffe schier überfordert sind. Sie brauchen zunächst noch die Gelegenheit, die neuen Begriffe einzuüben, bevor sie sich im Unterrichtsgespräch beteiligen können bzw. wie im Szenario ursprünglich geplant, sich zutrauen, etwas ganz allein vor der Klasse zu präsentieren.

Frau Meiers Unterricht könnte also von einer Übungsphase profitieren, die bewusst Raum für das Einüben von Fachwortschatz schafft. Dies kann wie folgt gestaltet werden:



Der Lehrer orientiert die Schüler darauf, dass sie in die Lage versetzt werden sollen, die Struktur der DNA vor der Klasse am Modell fachsprachlich korrekt und vollständig zu beschreiben. Da das jedoch aufgrund der Vielzahl der neuen Fachbegriffe nicht ganz einfach ist, erhalten sie die Gelegenheit, die Minipräsentation zunächst in Partnerarbeit zu üben. Diese Chance nimmt die Angst und motiviert.

Neben diesem sachlich-informierenden Einstieg ist es auch möglich, ein kleines Szenario zu entwerfen. Zum Beispiel so:

„Stellen Sie sich vor, Ihre Präsentation findet im Rahmen eines Expertenkongresses statt. Sie sind Nachwuchswissenschaftler und wollen sich vor Ihren Fachkollegen auf keinen Fall blamieren, also muss jeder Begriff sitzen und korrekt sein.“

Auch dieser Einstieg kann motivieren und ist geeignet, auf den Aspekt „Fachsprache“ zu fokussieren.

**M1 Aufgabenstellung:
Arbeite mit einem Partner. Beschreibt abwechselnd den Bau der DNA**



A – Beschreibt den Bau der DNA (an einem Modell bzw. einer Abbildung) unter Benutzung folgender Fachbegriffe.

B – Markiert auf der Begriffsliste, wie der Partner die Begriffe verwendet:

- ✓ korrekt
- verwendet, aber nicht ganz richtig
- ✗ nicht verwendet

→ Gebt dem Partner Feedback zur Qualität seiner Beschreibung. Zum Beispiel so: „Du hast gesagt, dass Das stimmt nicht ganz. Wie kannst du das genauer/treffender formulieren?“

	Mein Partner	Präsentation 1 (Plenum)	Präsentation 2 (Plenum)
Doppelhelix			
antiparallel			
Purinbasen			
Pyrimidinbasen			
Cytosin			
Guanin			
Adenin			
Thymin			
Wasserstoffbrücken- bindung			
Desoxyribose			
Phosphatrest			
3' Ende			
5' Ende			
komplementäre			
Basenpaarung			

Tauscht nun die Rollen. Bereitet euch anschließend darauf vor, vor der Klasse zu präsentieren.

7.2.1.1 Was bringt die Übungsphase? – Potenzial

Die Liste der zu benutzenden Fachbegriffe lenkt den **Fokus** der Übung bewusst auf die korrekte Verwendung der Fachsprache und fungiert als sprachliches (und zugleich auch inhaltliches) *Scaffold* (Gerüst) für die Schülerantwort. Die Begriffsliste ist eine Gedächtnis- sowie Formulierungsstütze und das „Abarbeiten“ der vorgegebenen Liste gibt dem Schüler ein Gefühl von Sicherheit: „Ich habe alle Begriffe verwendet und die Aufgabe erfüllt.“ Das wirkt motivierend.

Gleichzeitig ist die Reihenfolge der Begriffe beliebig wählbar und die Aufgabe bietet so eine gewisse **Offenheit** hinsichtlich Strukturierung und Ausgestaltung der Beschreibung. Auch leistungsstärkere Schüler können sich hier entfalten.

Die Aufgabenstellung zwingt den Partner zum genauen Zuhören, schließlich soll er die Begriffe identifizieren und deren Verwendung bewerten. Die Aufforderung zum Feedback-Geben zwingt zum **aktiven Zuhören**. Beim Feedback-Geben durch den Partner wird dieser zur **Re-Kodierung** aufgerufen. Das übt und löst Lerneffekte aus.

Die Partnerarbeit führt zu hoher **Schüleraktivierung**: Anders als beim Unterrichtsgespräch, haben alle Schüler Gelegenheit zum ausführlichen Beschreiben. Die Beiträge sind also nicht auf wenige Schüler bzw. kurze Einzelaussagen beschränkt, wie es in der eingangs geschilderten Unterrichtssituation der Fall gewesen wäre. Auch schafft das Üben zunächst mit dem Partner einen geschützten Raum. Wenn hier etwas noch nicht so klappt, kein Problem. Es ist ja eine Übungs- und noch keine Präsentationsphase.

7.2.1.2 Was muss man bedenken? – Voraussetzungen für das Gelingen

Die Schüler sollten mit der Methode der Partnerarbeit gut vertraut sein. Genauso müssen sie auch in der Lage sein, einem Partner lernförderliches Feedback zu geben. Dies wird unterstützt, wenn auch für diese Phase sprachliche Hilfen angeboten werden, wie es in der Aufgabe der Fall ist, und sie auf allgemeine Regeln für das Geben konstruktiver Kritik orientiert werden. Hier einige Beispiele (für Details sei auf die einschlägige Literatur verwiesen): Feedback soll so formuliert werden, dass es motiviert. Das kann gelingen, wenn Verbesserungen als Ideen formuliert und statt zu kritisieren, Möglichkeiten zur Veränderung aufgezeigt werden.

Die Partnerarbeitsphase eröffnet den Schülern zwar, wie oben erwähnt, einen geschützten Raum, in dem sie üben können. Dies kann jedoch auch eine Herausforderung darstellen. Der Lehrer hat seine Schüler im Rahmen des *Monitoring* der Übungsphase zwar immer im Blick, kann jedoch nicht überall gleichzeitig zuhören und gegebenenfalls korrigieren. Die Fachwortliste fungiert hier als ein Element der Sicherung eines Minimums an korrekt zu benennenden Aspekten.

Auch die Präsentationsphase im Plenum dient der inhaltlichen und (fach) sprachlichen Sicherung. Darüber hinaus schafft die Orientierung der Schüler auf diese Phase gleich zu Beginn im Rahmen des Arbeitsauftrages einen Grad an Verbindlichkeit: Jeder kann drankommen und es macht Sinn, die Zeit zum Üben zu nutzen. Die Motivation zum intensiven Üben steigt erfahrungsgemäß auch dadurch, dass den Schülern der Sinn dieser Phase transparent gemacht wird: „Ihr habt jetzt Zeit die Begriffe einzuüben. Dadurch, dass ihr das in Partnerarbeit tut, hat jeder Einzelne von euch Gelegenheit zu sprechen und jeder bekommt persönliches Feedback. Für die Präsentation später seid ihr dann alle gut vorbereitet.“

7.2.1.3 Geht's auch anders? – Variationen



Das vorgestellte Beispiel ist problemlos **adaptierbar** für alle Themen (und Klassenstufen), bei denen Schüler eine große Zahl an Fachbegriffen kennen und anwenden müssen, um eine Struktur (oder ein biologisches Phänomen) zu beschreiben. Hier ein Beispiel aus dem Bereich der Neurobiologie mit dem Ziel der Wiederholung:

Aufgabenstellung: Erläutere, wie Erregungen im Nervensystem entstehen und geleitet werden.

Mögliche Begriffe: Reiz, Reizschwelle, Erregung, Reaktion, Aktionspotenzial, Ruhepotenzial, ZNS, sensorische Nerven, motorische Nerven, Rezeptor, Effektor, + 30mV, - 70mV, Kaliumionen, Natriumionen, Anionen, Kationen, Axon, Neuron, saltatorisch, Erregungsleitung

Die hier vorgestellten Ideen können auch auf die Beschreibung von Strukturen (oder Phänomenen) in der Chemie oder Physik übertragen werden.

Scaffolds in der Form von Fachwortlisten sind an jedem beliebigen Schulbuchtext **leicht erstellbar**. Als Varianten können die Begriffe auch gemeinsam mit den Schülern gesammelt werden: Sei es bei der Erarbeitung neuen Inhaltes aus einem Fachtext (gemeinsames Sammeln an der Tafel im Anschluss ans Lesen) oder aus dem Gedächtnis zur Wiederholung: Sammeln in Einzelarbeit im Heft mit anschließendem Vergleich und Einigen auf eine verbindliche (Minimal-)Liste, die Grundlage der Übungsphase wird.

Der Einsatz der Fachwortlisten bietet auch Möglichkeiten zur **Leistungsdifferenzierung**. Die Anzahl der vorgegebenen Begriffe kann variieren. Dabei könnte die Liste im Beispiel oben für leistungsstarke Schüler um weitere Begriffe erweitert werden. Alternativ können diese Schüler auch aufgefordert werden, es zunächst mit weniger Begriffen oder ganz ohne Liste zu versuchen (nur der Partner schaut auf die Liste und gibt Feedback). Wenn es um die Darstellung von prozesshaften biologischen Zusammenhängen geht, kann als Differenzierungsmaßnahme auch die Reihenfolge der Begriffe vorgegeben werden (leistungsschwache Schüler) oder eben nicht (leistungsstarke Schüler).

7.2.2 So kann's gehen – Strukturwortschatz einführen und üben

Neulich im Biologieunterricht – Teil 2

Frau Meier hat die Fachwortliste zur Übung eingesetzt und es hat auch ganz gut geklappt. Plötzlich wollten viele Schüler präsentieren und den Bau der DNA beschreiben. Alle waren eifrig bemüht, die Fachwörter zu verwenden, aber trotzdem gelang die Beschreibung nicht völlig problemlos. Frau Meier fällt auf, was ihr auch schon bei der letzten Klausur aufgefallen ist: Die Fachbegriffe kommen vor, aber irgendwie stimmen die Beziehungen nicht. Kurz, die Schüler formulieren seltsam.

Um sich fachsprachlich überzeugend im Zusammenhang zu artikulieren, reicht es nicht, dass die Schüler bestimmte Fachwörter, oft in Form von Nomen lernen. Sie benötigen auch (fachspezifischen) Strukturwortschatz. Das sind im Fach Biologie bei Strukturbeschreibungen zum Beispiel passivische Konstruktionen.

Auch bei der Einführung von Strukturwortschatz sollten die Schüler wie bei der oben beschriebenen Einführung zum Fachwortschatz (2.1) auf das Ziel orientiert werden.

Dann besteht die Möglichkeit, die folgende Wortliste (M2) in Partnerarbeit verwenden zu lassen sowie die Wörter aus M3 zusätzlich zur Verfügung zu stellen. Man kann sie in dieser Phase aber auch schon als bekannt voraussetzen. Im Sinne der Leistungsdifferenzierung können sie ebenso einigen Lernenden als zusätzliche Hilfe an die Hand gegeben werden.



M2 Aufgabenstellung:



Beschreiben Sie den Bau der DNA, indem Sie die folgenden Formulierungen nutzen, um räumliche Beziehungen auszudrücken:

besteht aus ...

sind schraubig um ... gewunden

sind verbunden durch ...

sind ... angeordnet

ist gepaart mit ...

ist durch ... gekennzeichnet

... wird von ... gebildet/getragen

sind nach ... ausgerichtet

... sind ausgebildet

...

M3 Begriffskarten

Doppelhelix

antiparallel

Purinbase

Pyrimidinbase

Cytosin

Guanin

Adenin

Thymin

Wasserstoff-
brückenbindung

Desoxyribose

Phosphatrest

3' Ende

5' Ende

komplementär

Basenpaarung

...

7.2.2.1 Was bringt die Übung? – Potenzial

Das Potenzial dieser Aufgabe als lernförderliches Element in einem sprachsensiblen Fachunterricht gestaltet sich ähnlich wie in Abschnitt A (1.1.) beschrieben: Der Fokus wird bewusst auf Sprachhandeln gelenkt, nur liegt hier der Fokus des *Scaffolds* auf dem Strukturwortschatz.

Wieder ist **Offenheit** gegeben: Es gibt nicht nur eine richtige Lösung. Die Formulierungshilfen können dabei auf unterschiedliche Art und Weise eingesetzt werden. Zentral projiziert an der Tafel oder auf Folie können sie als Grundlage für eine Partnerarbeit nach dem oben beschriebenen Schema fungieren. Als Arbeitsblatt (eventuell mehrfach kopiert und in Kombination mit den Nomen) können die Pfeile und Kästen auch ausgeschnitten, als Begriffsnetz gelegt und erweitert werden. Die Eröffnung dieser Möglichkeit ist eine kleine Maßnahme zum Umgang mit **Heterogenität** bzw. mit den Lerntypen. Zum Umgang mit **Leistungsheterogenität** kann, wie oben schon erwähnt, das Begriffsraster selbst modifiziert werden: Es kann leer (oder unterschiedlich vollständig gefüllt) ausgegeben werden mit der Aufforderung, es selbst auszufüllen bzw. zu vervollständigen. Es bietet sich an, ein Lösungsblatt für die Selbstkontrolle zur Verfügung zu stellen.

7.2.2.2 Was muss man bedenken? – Voraussetzungen für das Gelingen

Hier gilt das unter 7.2.1.2. Beschriebene.

7.2.2.3 Geht's auch anders? – Variationen

Die Arbeit mit den Wortlisten (und *Scaffolds* im Allgemeinen) kann auch in Einzelarbeit erfolgen und so eine wertvolle Phase der schriftlichen Textproduktion darstellen, in denen es ja besonders auf die Verfügbarkeit von Strukturwortschatz ankommt.



7.2.3 Jetzt hab' ich's! – Beschreiben biologischer Prozesse

Frau Meier weiß, dass die Beschreibung molekulargenetischer Abläufe die Schüler vor besondere Herausforderungen stellt. Sie sind dynamisch, komplex und nicht immer leicht visualisierbar. Da Frau Meier aber mittlerweile Methoden kennt, wie sie ihren Biologieunterricht sprachsensibler gestalten kann, kann sie ihren Schülern zumindest diese Hürde erleichtern. Sie wählt die Methode des *Scaffoldings*.

Scaffolds haben sich auch zur fachgerechten Beschreibung von Prozessen bewährt und die Methode wird hier am Beispiel der Proteinbiosynthese gezeigt:



M4

Verben zur fachgerechten Beschreibung molekulargenetischer Prozesse

sich anlagern	nachweisen	einfügen
sich verbinden	etw. akzeptieren	komplementär paaren
einen Komplex bilden	exprimieren	eine Basenpaarung eingehen
assemblieren	entwinden	anliefern
sich ausbilden	verdrillen	katalysieren
verknüpfen	synthetisieren	enzymatisch beladen
fixieren	transkribieren	etwas freigeben
fixiert sein	anfügen	

7.2.3.1 Was bringt die Übung? – Potenzial

Eine solche Verbliste kann vom Lehrer zusammengestellt und ausgeteilt werden. Zusätzlich kann man sie im Fachraum in Posterformat aushängen. Dies ist sinnvoll, weil die Verben dann, ähnlich einer grundlegenden Grammatikregel im Sprachunterricht, immer wieder bewusstgemacht und als *Scaffold* herangezogen werden können.

Es ist auch denkbar, sie bei einer Klausur als *Scaffold* zuzulassen. Besonders zu Beginn der Oberstufe, wenn die Lernenden sich noch damit zurechtfinden müssen, in Klausuren lange zusammenhängende Text zu formulieren, sind sie ein von Schülern geschätztes Gerüst. Es ersetzt keineswegs das Lernen von Fachinhalten und ist also kein „Spickzettel“, wohl aber eine Strukturhilfe, die die Qualität der produzierten Texte steigert. Mit zunehmender Kompetenz der Schüler wird diese Hilfe dann im Sinne des *fading* eines *Scaffolds* zurückgefahren.

7.2.3.2 Was muss man bedenken? – Voraussetzungen für das Gelingen

Hier gilt das unter 7.2.1.2. Beschriebene.

7.2.3.3 Geht's auch anders? – Varianten

Die Listen können selbst erstellt werden. Als Grundlage kann ein (bekannter) Fachtext dienen, der einen Prozess beschreibt. Die Schüler werden aufgefordert, sich auf die verwendeten Fachverben zu konzentrieren, diese zu notieren und ggf. die Bedeutung nachzuschlagen. Hilfreich kann es auch sein, Synonyme/Antonyme finden zu lassen.



Das folgende Unterrichtsmaterial (M5) ist ein weiteres Beispiel für den Einsatz eines *Scaffolds*. Fachinhalt und sprachliche Formulierungen sind hier miteinander verzahnt, da Formulierungen vorgegeben sind.

Zur Vorbereitung sollten die Karten ausgeschnitten und am besten laminiert werden.

Die Aufgabe kann in Einzelarbeit oder Partnerarbeit erfolgen. Das richtige Ergebnis wird anhand des Lösungssatzes selbst kontrolliert. Dieser ist dabei so gewählt, dass er nicht zu offensichtlich ist.

Nun schließt sich die eigentliche Übungsphase an, bei der das *Scaffold* abgebaut wird (M6).

Auch diese Art des *Scaffolds* hat viel Potenzial: Dieser Einsatz der Karten schafft Motivation. Es entsteht schnell ein Wettbewerbscharakter: Wer schafft es den kompletten Ablauf zu beschreiben, wenn alle Karten umgedreht sind? Das *Fading* des *Scaffolds* ergibt sich dabei von ganz allein.

Noch ein Hinweis zur Durchführung: Zur visuellen Unterstützung (besonders, wenn sehr viele Karten verdeckt werden) kann eine Abbildung, z. B. aus dem Lehrbuch dabei betrachtet werden.

Die Partnerarbeit sorgt für Schüleraktivierung – alle können üben und für Ergebnissicherung bei dieser Sozialform ist gesorgt, da die Karten als Lösungsmuster vorliegen.

Die Aufgabe kann dem individuellen Leistungsvermögen angepasst bewältigt werden. Die Schüler entscheiden selbst, wie viele verdeckte Karten sie sich zutrauen.

Zum Abschluss der Übungsphase sollte auch noch einmal vor der gesamten Klasse präsentiert werden. Hier können, wenn vorhanden, die Karten am Smartboard verdeckt oder alternativ mit Tafelanschrieb/Applikationen gearbeitet werden. In dieser Phase kann auch noch einmal die Liste der Verben zum Einsatz kommen, um Formulierungsalternativen herauszustellen und zur Reflexion der Übungsphase überzuleiten. Den Schülern sollte die Übertragungsmöglichkeit der Methodik bewusstgemacht werden. Sie haben durch diese Vorgehensweise eine Methode kennengelernt, die sie zu Hause selbständig zum Üben anderer Prozesse einsetzen können: Sie erstellen ein Ablaufschema auf Karten, jene dann, wie hier beschrieben, zum Üben einsetzbar sind.

M5 Aufgabenstellung:

Ordne die Teilschritte der Translation so, dass sie den Prozess in der korrekten Reihenfolge darstellen.



✂	mRNA bindet an kleine Untereinheit des Ribosoms	G
✂	kleine Untereinheit (UE) bewegt sich zum Startcodon (AUG)	U
✂	Methionin beladene tRNA mit komplementärem Anticodon (UAG) bindet an kleine UE	T
✂	große Untereinheit des Ribosoms lagert sich an	-
✂	* eine weitere mit einer Aminosäure beladene tRNA, deren Anticodon zum Codon der mRNA komplementär ist, bindet in der A-Stelle	G
✂	Enzym Peptidyltransferase verbindet die Aminosäuren	E
✂	Ribosom rutscht ein Basentriplett weiter	M
✂	wachsende Peptidkette liegt an der P-Stelle u. die entladene tRNA hat das Ribosom verlassen	A
✂	an der freien A-Stelle bindet eine weitere mit einer Aminosäure beladene tRNA	C
✂	der Vorgang wiederholt sich ab*, bis das Ribosom ein Stoppcodon erreicht	H
✂	das Ribosom zerfällt und die Translation ist beendet	T

M6 Aufgabenstellung:

Die Translation ist ein komplexer Vorgang aus vielen Teilschritten. Ihr habt nun Gelegenheit, den Ablauf zu üben, um ihn euch einzuprägen.

Arbeitet mit einem Partner:

A – Dreht eine bestimmte Anzahl von Karten um (ihr könnt euch auf eine realistische Zahl einigen und diese langsam steigern).

B – Beschreibt den kompletten Prozess.

A – Kontrolliert die Beschreibung anhand der verdeckten Karten.

Tauscht die Rollen und führt mindestens 3 Durchgänge durch.

Hinweis: Ihr müsst nicht wortwörtlich wie auf den Karten formulieren, aber fachsprachlich angemessen und inhaltlich korrekt. Ihr könnt unsere Liste der Verben (s. oben) zur Hilfe nehmen.

7.2.3.4 Es geht auch noch anders – Variante 2.0

Die Biologie steckt – zum Schrecken vieler Schüler – voller Fachbegriffe und das Lernen dieser erscheint nicht wenigen fast wie das Lernen einer neuen Sprache. So sei zum Schluss noch eine Methode aus dem Sprachunterricht vorgestellt, die auch im sprachsensiblen Fachunterricht gut eingesetzt werden kann. Es handelt sich um sogenannte Tandembögen (M7), die mündlich in Partnerarbeit zum Einsatz kommen.

Das Beispiel zielt darauf ab, Fachbegriffe zu trainieren, indem diese definiert werden. Dieses Übungsformat ist relativ geschlossen. Bezüglich der korrekten Definition gibt es nur wenige Variationen. Der Fokus liegt somit darauf, die Begrifflichkeiten in einer präzisen Form bei den Lernenden zu verankern.

„Auswendig lernen“ ist für die meisten Schüler wenig motivierend und genau hier kommt der Vorteil des Tandembogens ins Spiel. Die Partnerarbeit sorgt zunächst für einen hohen Grad an Schüleraktivierung. Sie schafft gleichzeitig Verbindlichkeit und Verantwortung dem Partner gegenüber – man soll sich gegenseitig überprüfen. Genau daraus entsteht häufig dann auch Motivation: Der Partner hat einen Wissensvorsprung – er kennt die korrekte Lösung, aber weiß der andere sie auch? Die Schüler arbeiten selbständig. Das Element der Kontrolle durch „Abfragen“ seitens des Lehrers kann entfallen.

Voraussetzungen:

Die Begriffe müssen den Schülern bekannt sein. Außerdem sollten sie wissen, dass eine Definition einem bestimmten Muster folgt: Der Begriff wird einem Oberbegriff zugeordnet, bevor anschließend die qualifizierenden Kennzeichen genannt werden.

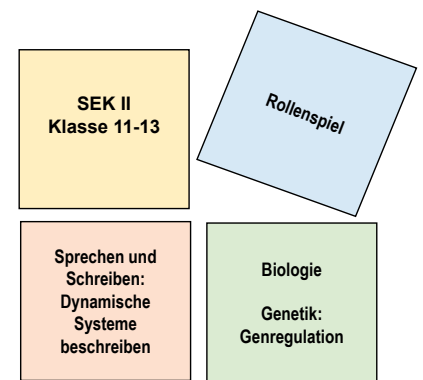
M7 Tandembogen:



Definieren Sie die fett gedruckten Begriffe.	Definieren Sie die fett gedruckten Begriffe.
1. Prozess, bei dem an der DNA eine Genkopie in Form mRNA synthetisiert wird.	1. Transkription
2. Translation	2. Prozess, bei dem am Ribosom ein Polypeptid entsprechend der Information der mRNA synthetisiert wird.
3. Molekularer Prozess, bei dem die DNA identisch verdoppelt wird.	3. Replikation
4. Operon	4. Genetische Funktionseinheit bei Phagen und Bakterien aus Kontrollregion und benachbarten Strukturgenen.
5. Veränderung der genetischen Information.	5. Mutation
6. Rekombination	6. Teilsystem eines vielzelligen Lebewesens mit einer bestimmten Funktion, das aus verschiedenen Geweben besteht.
7. Kurzes DNA-Stück, das mit RNA-Nucleotiden beginnt und bei der diskontinuierlichen Replikation der DNA entsteht.	7. OKAZAKI-Fragment
8. Meiose	8. Prozess der Bildung von haploiden Gameten aus diploiden Zellen durch zwei Reifeteilungen.
9. Baustein der Nucleinsäuren bestehend aus einer Pentose, die kovalent an eine Stickstoffbase und eine Phosphatgruppe gebunden ist.	9. Nucleotid
10. mRNA-Prozessierung	10. Vorgänge im Zellkern, die eine prä-RNA in eine reife mRNA überführen.
<p>Fertig? Blatt wenden und nochmal üben. (Ja, wirklich!)</p> <p><i>Schon wieder fertig? Super!</i></p> <p><i>Diese Definitionen mit denen im Hefter bzw. im Buch vergleichen.</i></p>	<p>Fertig? Blatt wenden und nochmal üben. (Ja, wirklich!)</p> <p><i>Schon wieder fertig? Super!</i></p> <p><i>Diese Definitionen mit denen im Hefter bzw. im Buch vergleichen.</i></p>

8 Molekulares Theater machen ... und die Genregulation sprachlich bewältigen

Schüler der Sekundarstufe II erarbeiten molekularbiologische Prozesse der Genregulation fachlich und sprachlich, indem sie diese in einer szenischen Darstellung umsetzen und in einer Fotostory dokumentieren. Das Vorgehen kann auf den Chemie- und Physikunterricht übertragen sowie in der SEK I durchgeführt werden.



Schülern in der Oberstufe fällt es oft schwer komplexe naturwissenschaftliche Zusammenhänge aus Lehrbuchtexten zu erschließen (dazu mehr im Basisartikel dieser Handreichung). Eine schüleraktivierende Methode zur Erarbeitung der Genregulation ist die Übersetzung des Textes in eine andere Darstellungsform. Im Unterricht hat sich die Übersetzung von molekularbiologischen Prozessen in ein Rollenspiel bewährt, da es gleichzeitig ein räumliches dynamisches Modell der Genregulation darstellt. Das vorliegende Praxisbeispiel zeigt Möglichkeiten der Erarbeitung der Substratinduktion durch die Entwicklung eines Drehbuches und die Umsetzung in eine szenische Darstellung. Die Art der Aufgabenstellung zur Beschreibung der molekularen Strukturen garantiert eine sehr sprachintensive und detaillierte Auseinandersetzung mit dem Textmaterial. Das Entwickeln von Rollenbeschreibungen fordert von den Schülern eine sehr präzise Wortwahl. Daher werden in den Arbeitsmaterialien sprachliche Hilfen für die Schüler angeboten.

Als Textgrundlage für dieses Unterrichtsbeispiel können Lehrbuchtexte aus gängigen Oberstufenlehrwerken verwendet werden (vgl. Hafner 1995, Markl 2010). Der folgende Vorschlag zur Durchführung des Unterrichtsvorhabens ist sehr ausführlich. Der Umfang kann z. B. gekürzt werden, indem man die Materialien M1 und M2 weglässt oder die Schüler bereits fertige Rollenbeschreibungen für das Rollenspiel als Vorlage erhalten (M6: Lösungen). Die Schüler müssen dann nur noch die Handlungsschritte nachvollziehen und das Rollenspiel durchführen. Erhöhtes Niveau (M5): Haben die Schüler bereits Erfahrungen in der Übersetzung eines Textes in eine szenische Darstellung gesammelt, erhalten sie nur Material 5 statt 4a, b und entwickeln ihr Drehbuch selbständig.

Als Textgrundlage für dieses Unterrichtsbeispiel können Lehrbuchtexte aus gängigen Oberstufenlehrwerken verwendet werden (vgl. Hafner 1995, Markl 2010). Der folgende Vorschlag zur Durchführung des Unterrichtsvorhabens ist sehr ausführlich. Der Umfang kann z. B. gekürzt werden, indem man die Materialien M1 und M2 weglässt oder die Schüler bereits fertige Rollenbeschreibungen für das Rollenspiel als Vorlage erhalten (M6: Lösungen). Die Schüler müssen dann nur noch die Handlungsschritte nachvollziehen und das Rollenspiel durchführen. Erhöhtes Niveau (M5): Haben die Schüler bereits Erfahrungen in der Übersetzung eines Textes in eine szenische Darstellung gesammelt, erhalten sie nur Material 5 statt 4a, b und entwickeln ihr Drehbuch selbständig.

8.1 Lernziele

Fachliche Lernziele

- den Aufbau des Lac-Operons beschreiben
- Prinzipien der Genregulation von Prokaryoten am Beispiel des Operon-Modells beschreiben und erklären
- Modelle zur Erklärung biologischer Phänomene anwenden, hinsichtlich ihres Zwecks und ihrer Aussagekraft prüfen

Sprachhandlungen:

- Beschreiben, Hypothesen bilden, Erklären



Sprachliche Lernziele

- detailliertes Lesen: Informationen aus Texten entnehmen, komplexe biologische Zusammenhänge in eine andere Darstellungsform übersetzen
- molekularbiologische Prozesse unter Anwendung der Fachbegriffe und fachspezifischer Redewendungen präzise beschreiben und erklären

Sprachliche Mittel

- Fachbegriffe zum Aufbau eines Operons und zur Substratinduktion
- Redewendungen: fachspezifische Verben und Wortverbindungen zur Beschreibung molekularbiologischer Prozesse



8.2 Überblick über das Unterrichtsvorhaben

8.2.1 Vor der Textarbeit: Problemorientierung und inhaltliche Vorentlastung

Material 1: Die Schüler gelangen in Auseinandersetzung mit dem Material zur Fragestellung, wie das An- und Abschalten von Genen vor sich geht. Sie stellen erste Hypothesen auf, die am Ende des Unterrichtsvorhabens überprüft werden können.

8.2.2 Texterarbeitung – erstes Lesen

Material 2a: Schüler überprüfen Aussagen zum Thema Genregulation mit Hilfe des Vortests. Am Ende des Unterrichtsvorhabens wiederholen die Schüler diesen Test, um ihr Wissen zu überprüfen.

Material 2b: Alternativ kann ein Glossar erstellt werden.

Beide Arbeitsblätter bereiten das Schreiben eines Drehbuchs zur Darstellung des Lac-Operons vor. Wird die Leseaufgabe als Hausaufgabe erteilt, können alle folgenden Unterrichtsabschnitte im Rahmen einer Doppelstunde stattfinden. Das Erstellen der Fotostory erfolgt am Ende als Hausaufgabe zur Festigung.

8.2.3 Aufgaben während der Textarbeit

Die Schüler erhalten den Auftrag, ein Drehbuch zum Lac-Operon zu schreiben und in einer szenischen Darstellung zu realisieren (M3, M4a und b). Differenzierung: Leistungsstarke und erfahrene Gruppen erhalten **nur** M5 statt M3 und 4! Jeder Schüler eine Rollenkarte (M3) oder eine Regie-, Fotografen- oder Sprecherkarte. Je nach Schülerzahl werden einige Rollenkarten mehrfach vergeben.

M4a, b: Die meisten Schüler bearbeiten M4a. Sie verfassen eine Rollenbeschreibung zu ihrer Rollenkarte und korrigieren sich gegenseitig. Schüler, die eine Fotografen- oder Regiekarte gezogen haben, erhalten M4b und bilden die Regiegruppe. Diese Schüler bleiben in der Kleingruppe zusammen und verfassen einen groben Ablaufplan für das Rollenspiel.

8.2.4 Nach der Textarbeit: Übersetzen des Textes in eine andere Darstellungsform



Die Schüler führen die szenische Darstellung des Operon-Modells durch:

- Die Regiegruppe beschreibt den Schauplatz und sorgt dafür, dass die Schüler die richtige Ausgangsposition einnehmen und stellt den Mitschülern den groben Ablauf vor.
- Jeder Schüler stellt seine Rolle in der Ich-Form kurz vor. (Aufnahme als Handyvideo)
- Während das Rollenspiel durchgeführt wird, machen die Fotografen Fotos von jedem Handlungsschritt und sorgen dafür, dass alle Schüler die Fotos in digitaler Form erhalten.
- Hausaufgabe für jeden Schüler (oder die Kleingruppe) ist das Verfassen einer Fotostory.
- Zu Beginn der Folgestunde stellt ein Schüler oder eine Gruppe ihre Fotostory vor. Sie wird als Poster ausgedruckt in die Klasse gehängt.

8.2.5 Anschlussübungen: Wiederholung, Festigung

- Nach der szenischen Darstellung kann der Test (M2) wiederholt werden und die Schüler verbessern in Partnerarbeit die Lösungen. Sie erkennen ihren Lernzuwachs.
- Alternativ kann jeder Schüler abschließend ein Glossar zur Substratinduktion erstellen.
- Material 6 bietet weitere Anwendungsaufgaben zum Thema, zur Wiederholung und Vertiefung.

8.2.6 Anregungen für die Weiterarbeit

Das Vorgehen zur Umsetzung eines Textes in eine szenische Darstellungsform kann auf weitere Themen in allen drei naturwissenschaftlichen Fächern übertragen werden. Beispiele:



Biologie

- Endproduktsuppression
- Folgen der Eutrophierung auf Nahrungsketten im See
- Proteinbiosynthese
- Signalübertragung im Neuron
- Immunreaktion

Chemie

- Redoxreaktionen
- Säure-Base-Reaktionen
- Kettenreaktionen unterschiedlicher Art

Physik

- Schaltkreise (Elektrizitätslehre)
- Teilchen- und Atommodelle
- Das Sonnensystem



8.3 Materialien

M1 Problemorientierung: Experiment zur Genregulation bei *E. coli*

M2a Vortest Lesen: Aussagen zur Genregulation bewerten

M2b (alternativ zu M2a oder M7) Ein Glossar zur Substratinduktion anlegen

M3 Kopiervorlage Rollenkarten zum Ausfüllen

M4a, 4b grundlegendes Niveau: Aufgaben zum Drehbuchschreiben

M5 (alternativ zu M4) erhöhtes Niveau: Aufgaben zum Drehbuchschreiben

M6 Lösungen: Rollenbeschreibungen

M7 Anwendungsaufgaben zur Reflexion (Modellkritik) und Festigung

M1 Experiment zur Genregulation bei *Escherichia coli*¹¹

Das Coli-Bakterium *Escherichia coli*, kurz *E. coli* genannt, besiedelt den Darm des Menschen und vieler anderer Säugetiere. Coli-Bakterien können in kurzer Zeit große Mengen von Nachkommen hervorbringen. Zur Klärung der Frage, wie die Bakterien ihre Genaktivität regulieren, um auf unterschiedliche Nahrungsangebote zu reagieren, wurde folgendes Experiment mit Coli-Bakterien durchgeführt: Bakterien wurden in eine Nährlösung mit 0,4 mg Glucose (Traubenzucker) gegeben. Nach 45 Minuten gab man 2 mg Lactose (Milchzucker) hinzu. Während des Experiments wurden in der Nährlösung die Bakteriendichte sowie die Menge der Lactose abbauenden Enzyme in Abhängigkeit von der Zeit gemessen (Abb. 2).

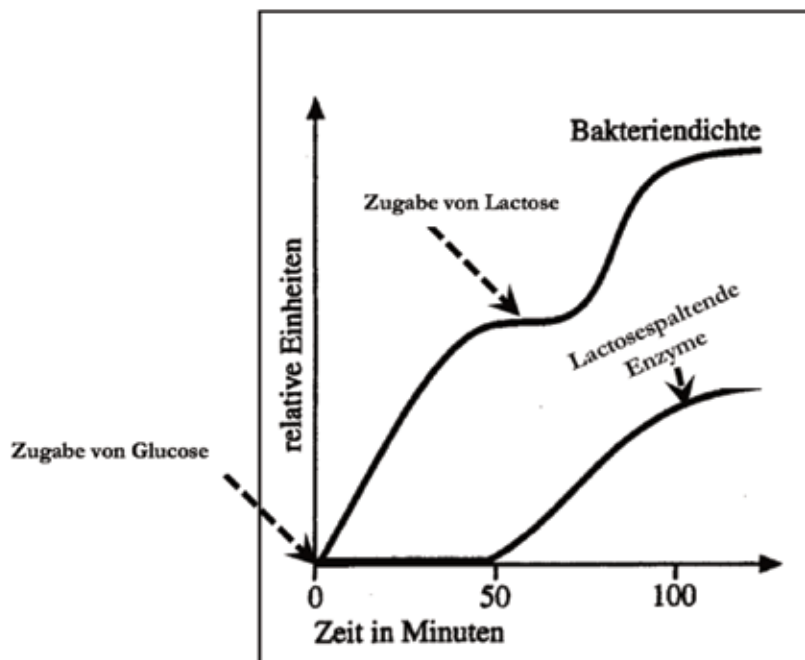


Abb. 2: Bakteriendichte und Menge der Galactosidase in Abhängigkeit von der Zeit

1. Beschreiben Sie das Diagramm!
2. Entwickeln Sie 2 Hypothesen dazu, wie die Genaktivität gesteuert werden könnte, so dass Lactose mit Hilfe der entsprechenden Enzyme verarbeitet werden kann!

¹¹ verändert nach: Abituraufgabe Hamburg, 2007, Genregulation-Gen-GK

M2a Aussagen zur Genregulation bewerten – detailliert lesen

Lesen Sie den Lehrbuchtext zur Genregulation (das Lac-Operon bei *E. coli*). Entscheiden Sie dann, ob die folgenden Aussagen falsch oder richtig sind. Arbeiten Sie zunächst allein! Korrigieren Sie die Aussagen, die Sie als falsch identifiziert haben!

Behauptung	r	f
(1) Nicht alle Zellen in unserem Körper enthalten die gleichen Gene.		x
(2) Bakterien können durch Genregulation flexibel auf die Umweltbedingungen reagieren.	x	
(3) Das Operonmodell beschreibt die Genregulation aller Zelltypen.		x
(4) Das Modell erklärt, ob und wann Enzyme für einen Stoffwechselweg abgebaut werden.	x	
(5) Gene eines Stoffwechselweges sind in Funktionseinheiten organisiert, denn sie werden gemeinsam reguliert und abgelesen.	x	
(6) Eine Funktionseinheit von Genen eines Stoffwechselweges besteht aus Promotor, Operon, und Strukturgenen. Man nennt es Operator.		x
(7) Die Strukturgene codieren für eine Enzymkette, die ein Substrat (hier: Lactose) in ein Endprodukt (hier: Glucose und Galaktose) übersetzt.	x	
(8) Die Strukturgene eines Operons erstellen einen gemeinsamen Promotor, also eine Bindungsstelle für die RNA-Polymerase.		x
(9) Der Operator entscheidet als „An-Aus-Schalter“ darüber, ob die Transkription startet.	x	
(10) Gelangt Laktose in die Bakterienzelle, so bindet sie an den Operator.		x
(11) Wenn der Repressor aktiv ist, kann die RNA-Polymerase Strukturgene ablesen.		x
(12) Wenn der Repressor nicht aktiv ist, kann die RNA-Polymerase Strukturgene ablesen.	x	
(13) Im abbauenden Stoffwechsel inaktiviert die Anwesenheit des Substrats den Repressor, so dass die Enzymsynthese angeschaltet wird.	x	
(14) Aktiviert das Endprodukt den Repressor und stoppt so die Enzymsynthese, so spricht man von Endproduktrepression.	x	

Abschlusstest: Überprüfen Sie Ihr Wissen!

Sie haben die Funktion des Lac-Operons szenisch dargestellt. Überprüfen Sie Ihr Wissen, indem Sie den Lehrbuchtext noch einmal lesen und Ihre Bewertungen, die Sie vor dem szenischen Spiel vorgenommen haben, überarbeiten.

1. Markieren Sie Änderungen an Ihren Bewertungen mit einem Stift in einer anderen Farbe.
2. Erklären Sie sich mit einem Gruppenmitglied gegenseitig die Lösungen. Besprechen Sie unterschiedliche Lösungen!

M2b Die Strukturen des Lac-Operons verstehen – ein Glossar anlegen

1. Lesen Sie den Lehrbuchtext und erklären Sie die folgenden Fachbegriffe:
 - a) Tragen Sie die Erklärungen, die Sie NICHT nachschlagen müssen, mit rotem Stift ein!
 - b) Suchen Sie im Lehrbuchtext nach Erklärungen für die Fachbegriffe, tragen Sie diese Erklärungen mit anderer Farbe ein!
 - c) Tauschen Sie Ihr Glossar mit einem Mitschüler. Überprüfen Sie die Lösungen Ihres Partners!

Begriff	Erklärung
das Operon	
der Promotor	
der Operator	
das Strukturgen	
der Terminator	
der Repressor	
der Regulator	
das Substrat	
die Laktose	
die β-Galactosidase	
das Endprodukt	
inaktivieren	
synthetisieren	
die Enzymsynthese	
die Substratinduktion	
die Endproduktrepression	
der Katabolismus	
der Anabolismus	

M3 Rollenkarten (Kopiervorlage)

das Strukturgen	der Operator
der Promotor	der Repressor
das Regulatorgen	die RNA-Polymerase
die Lactose	die mRNA
die β-Galactosidase	der Terminator
Regie	Sprecher
Fotograf	

M4a Klären Sie Ihre Rolle auf molekularer Ebene! (grundlegendes Niveau)

1. Sie haben eine Rollenkarte gezogen. Sie sind eine molekulare Struktur! Übersetzen Sie die Beschreibung der Struktur und ihrer Funktion mit Hilfe des Lehrbuchtextes in eine Rollenbeschreibung. Notieren Sie die Rollenbeschreibung auf der Rollenkarte!
2. Folgende Fragen helfen dabei:
 - Wie ist die Struktur (die Rolle) aufgebaut und wo in der Zelle befindet sie sich?
 - Zu welchen anderen Rollen des Lac-Operons tritt die Rolle in Kontakt?
 - Welche Handlungen soll die Rolle ausführen?

Beispiel für eine Rollenbeschreibung: die DNA-Helicase

Du bist ein Enzym, das in den Zellen aller Lebewesen vorkommt. Du wirst bei der Replikation der DNA gebraucht. Du veränderst die Struktur doppelsträngiger DNA, indem du die Basenpaarung der DNA auflöst.

Formulierungshilfe: Verwenden Sie für die Rollenbeschreibung folgende Redewendungen!

Redewendungen für die Beschreibung von molekularbiologischen Prozessen:

Codieren für, kontrollieren/kontrolliert werden durch, die Tätigkeit oder Aktivität regulieren, reguliert werden, binden an, sich anheften an, sich anlagern an, spalten/gespalten werden, abgebaut werden, gelangen zu, blockieren/blockiert werden, bewirken, spezifisch sein für, transkribieren/transkribiert werden, synthetisieren/synthetisiert werden, überführt werden in, zur Verfügung stehen.

3. Tauschen Sie Ihre Ergebnisse mit dem Nachbarn aus.
4. Korrigieren Sie die Rollenbeschreibung Ihres Nachbarn mit Hilfe des Lehrbuchtextes zum Lac-Operon!
5. Bereiten Sie sich darauf vor, die Rollenbeschreibung im Rollenspiel vorzustellen und zu spielen!



Ich bin der Operator ...
 Ich befinde mich ...
 Ich werde vom Repressor
 blockiert, solange keine Lak-
 tose in der Zelle auftaucht ...

M4b Sie leiten die szenische Darstellung des Lac-Operons!**Den Ablauf des Rollenspiels skizzieren**

1. Sie haben eine Regiekarte, Sprecherkarte oder Fotografenkarte gezogen. Bilden Sie eine Gruppe mit den anderen Fotografen und Regisseuren.
2. Ergänzen Sie die Beschreibung des Schauplatzes (s.u.)!
3. Skizzieren Sie in welcher Ausgangsposition die Schauspieler zu Beginn des Rollenspiels stehen sollen! Eine Liste mit den Rollen steht Ihnen zur Verfügung (M3).
4. Skizzieren Sie die einzelnen Handlungsschritte stichpunktartig! Dabei helfen Ihnen die folgenden Formulierungshilfen:

Redewendungen für die Beschreibung von molekularbiologischen Prozessen:

Codieren für, kontrollieren/kontrolliert werden durch, die Tätigkeit oder Aktivität regulieren, reguliert werden, binden an, sich anheften an, sich anlagern an, spalten/gespalten werden, abgebaut werden, gelangen zu, blockieren/blockiert werden, bewirken, spezifisch sein für, transkribieren/transkribiert werden, synthetisieren/synthetisiert werden, überführt werden in, zur Verfügung stehen.

Der Schauplatz: In der Zelle eines Bakteriums (*E. coli*). Außerhalb der Zelle im Nährmedium sind nur Lactosemoleküle zu sehen. Das Lac-Operon steht ...

Die Ausgangssituation: Die Laktose ist noch nicht in der Zelle. Der Repressor bindet an den Operator ...

Die Handlungsschritte:

1. Die Laktosemoleküle gelangen in die Bakterienzelle.
2. ...

Die Durchführung des Rollenspiels leiten

1. Sie stellen den Schauspielern den Schauplatz vor, beschreiben die Ausgangssituation und sorgen dafür, dass die Schauspieler in der richtigen Ausgangsposition stehen.
2. Sie gehen mit den Schauspielern kurz die Handlungsschritte durch.
3. Der Sprecher stellt den Titel und das Thema des Rollenspiels kurz vor.
4. Jeder Schauspieler stellt sich kurz vor. Die Fotografen porträtieren jede Rolle.
5. Sie geben den Startschuss für das Rollenspiel. Die Fotografen machen ein Foto von jedem Handlungsschritt.
6. Am Ende entscheiden Sie, ob das Spiel nochmal wiederholt werden soll.
7. Nach dem Spiel stellen die Fotografen ihre Fotos allen Schülern in digitaler Form zur Verfügung.

M5 Ein Drehbuch schreiben (erhöhtes Niveau)

1. Arbeiten Sie in der Gruppe zu viert. Verteilen Sie die Aufgaben selbständig untereinander!
2. Schreiben Sie ein Drehbuch zur Darstellung der Genregulation als szenisches Spiel. Die Rollen sind die beteiligten Strukturen und Stoffe.
 - Jede Rolle benötigt eine kurze Rollenbeschreibung und eine Regieanweisung, was sie zu tun hat!
 - Erschließen Sie die Rollenbeschreibungen sowie die Regieanweisungen aus dem Lehrbuchtext!
 - Ordnen Sie den Rollen Schüler als Schauspieler zu!
 - Führen Sie das Drehbuch als szenisches Spiel auf.
 - Nehmen Sie die Aufführung mit der Videokamera auf!
 - Machen Sie ein Foto von jedem Teilschritt der Genregulation. Kopieren Sie die Fotos in ein Textdokument und schreiben Sie eine Fotostory zur Genregulation.

Der Schauplatz: Gene eines Stoffwechselwegs werden gemeinsam reguliert und abgelesen. Eine solche Funktionseinheit, bestehend aus Strukturgenen, Operator und Promotor, nennt man Operon. Das Operon liegt frei im Cytoplasma der Bakterienzelle. Die Lactosemoleküle befinden sich zunächst im Nährmedium, also außerhalb der Zelle.

„Rollen“ und Anzahl der Schüler

- 3 Strukturgene (3 Schüler)
- der Promotor (1 Schüler)
- der Operator (1 Schüler)
- der Terminator (1 Schüler)
- der Repressor (mindestens 1 Schüler)
- das Regulatorgen (1 Schüler)
- die RNA-Polymerase (1-2 Schüler)
- Substrat: Lactose aus je 1 Galactose- und 1 Glucosemolekül (1-3 Schülerpaare)
- die mRNA (1-4 Schüler)
- die β -Galactosidase (Enzym) (1-3 Schüler)
- Regisseur (1 Schüler)
- Sprecher (1 Schüler)
- Fotografen (1-2 Schüler)

Formulierungshilfen:

Redewendungen für die Beschreibung von molekularbiologischen Prozessen:
 Codieren für, kontrollieren/kontrolliert werden durch, die Tätigkeit oder Aktivität regulieren, reguliert werden, binden an, sich anheften an, sich anlagern an, spalten/gespalten werden, abgebaut werden, gelangen zu, blockieren/blockiert werden, bewirken, spezifisch sein für, transkribieren/transkribiert werden, synthetisieren/synthetisiert werden, überführt werden in, zur Verfügung stehen.

M6 Rollenbeschreibungen für die Substratinduktion – Lösungen

<p style="text-align: center;">das Strukturgen</p> <p>Du bist ein Gen, d.h. ein DNA-Abschnitt und codierst gemeinsam mit zwei anderen Genen für Enzyme, die Lactose abbauen. Du liegst neben den anderen Strukturgenen. Du kannst von der RNA-Polymerase nur abgelesen werden, wenn der Operator „angeschaltet“ ist.</p>	<p style="text-align: center;">der Operator</p> <p>Du bist eine DNA-Sequenz und liegst zwischen Promotor und Strukturgenen. Du entscheidest, ob die Transkription startet. Du bist der An-Aus-Schalter für die Strukturgene. Bedient wirst du durch einen Repressor, der sich an dich legt und damit blockiert, wenn er aktiv ist.</p>
<p style="text-align: center;">der Promotor</p> <p>Du bist eine DNA-Sequenz neben dem Operator; eine Bindungsstelle für die RNA-Polymerase, die die drei Strukturgene abliest.</p>	<p style="text-align: center;">der Repressor</p> <p>Du bist ein vom Regulatorgen codiertes Protein. Als aktiver Repressor blockierst du den Operator (Schalterstellung „aus“). Wenn Laktose an dich bindet, wirst du inaktiv. Dann steht die Schalterstellung auf „an“ und die RNA-Polymerase kann die Strukturgene ablesen.</p>
<p style="text-align: center;">das Regulatorgen</p> <p>Du bist ein Gen, das die Herstellung eines Repressors bewirkt. Du bist eine DNA-Sequenz, die außerhalb des Operons liegt.</p>	<p style="text-align: center;">die RNA-Polymerase</p> <p>Du bist ein Enzym. Du erkennst den Promotor als Startsequenz der DNA, liest die Strukturgene ab und übersetzt sie in mRNA. Wenn der Operator, der neben dem Promotor liegt, blockiert ist, kannst du nicht mit deiner Arbeit beginnen.</p>
<p style="text-align: center;">die Lactose</p> <p>Du bist das Substrat, das aus einem Nährmedium von <i>E. coli</i> aufgenommen wird. Du deaktivierst den Repressor, indem du dich an ihn anlagerst. Du wirst später in der Zelle durch das Enzym β-Galactosidase in Galactose und Glucose aufgespalten.</p>	<p style="text-align: center;">die mRNA</p> <p>Du entstehst bei der Transkription. Du wirst von der RNA-Polymerase erzeugt, wobei der DNA-Strang (die Strukturgene bzw. das Regulatorgen) kopiert wird. Deine Information wird bei der Translation in Enzyme übersetzt (hier β-Galactosidase oder der Repressor).</p>
<p style="text-align: center;">die β-Galactosidase</p> <p>Du bist ein Enzym, für das ein Strukturgen codiert. Du entstehst bei der Proteinbiosynthese, nachdem die Strukturgene von der Polymerase abgelesen werden können. Du spaltest Lactose in Galactose und Glucose.</p>	<p style="text-align: center;">der Terminator</p> <p>Du bist eine DNA-Sequenz, die hinter den Strukturgenen liegt. Bei dir stoppt die RNA-Polymerase mit der Transkription.</p>
<p style="text-align: center;">der Regisseur/die Regisseurin</p> <p>Du sorgst dafür, dass alle Personen mit ihren Rollen zu Beginn des Spiels an der richtigen Stelle stehen und beendest das Spiel.</p> <p>Du gibst das Startsignal für das Rollenspiel.</p> <p>Du achtest darauf, dass die Spieler die Prozesse in der richtigen Reihenfolge darstellen.</p>	<p style="text-align: center;">der Fotograf/die Fotografin</p> <p>Du fotografierst jede Rolle, zu Beginn des Spiels das gesamte Lac-Operon und jeden wichtigen Handlungsschritt. Du kopierst die Fotos in eine Textverarbeitungsdatei und sorgst dafür, dass alle Schüler/ jede Gruppe die Fotos haben/hat.</p>
<p style="text-align: center;">der Sprecher/die Sprecherin</p> <p>Du benennst den Titel des Rollenspiels und kommentierst die dargestellten Prozesse wie der Reporter bei einem Fußballspiel.</p> <p>Du beendest das Rollenspiel mit einem Satzsatz.</p>	

M7 Das Operon-Modell: Anwendungsaufgaben



1. Modellkritik

Ihr Rollenspiel ist ein dynamisches Modell eines biologischen Prozesses. Modelle geben immer nur einen Ausschnitt der Wirklichkeit wieder. In diesem konkreten Fall ist es sogar das Modell von einem dargestellten Modell.

Schauen Sie sich gemeinsam Ihre Fotostory an und diskutieren Sie:

- Welche Strukturen und Prozesse haben Sie besonders gut dargestellt?
- Welche Strukturen oder Funktionen des Lac-Operons kann Ihr Modell veranschaulichen, was wird durch die szenische Darstellung vernachlässigt?
- Was wird in Ihrer Darstellung weniger deutlich, ist aber dennoch wichtig, um die Genregulation zu verstehen.

2. Hypothesenbildung

- Nennen und erklären Sie mögliche Folgen einer Punktmutation an verschiedenen Strukturen des Operons!

3. Weitere Fälle von Genregulation

Experiment zur Genregulation bei *Escherichia coli*

Escherichia coli kann die Aminosäure Histidin selbst synthetisieren. Setzt man aber der Nährlösung Histidin zu, so nimmt die Menge der an der Histidin-Synthese beteiligten Enzyme in den Bakterienzellen schnell ab und schließlich wird in den Zellen kein Histidin mehr gebildet.

- Wenden Sie Ihre Kenntnisse zur Genregulation auf diesen Fall an: Skizzieren Sie die Regulation des Histidin-Operons.



Hilfekarten:

HILFE 1

Befindet sich kein Histidin im Nährmedium, so liegt ein vom Regulator-Gen gebildetes Repressor-Protein in seiner inaktiven Form vor.

HILFE 2

Befindet sich Histidin im Nährmedium, so wird es von der Zelle aufgenommen. Histidin lagert sich am Repressor-Protein an und aktiviert es durch Veränderung der Oberflächenstruktur.

HILFE 3

Das durch die Anwesenheit von Histidin in der Zelle aktivierte Repressor-Protein kann an den Operator des Histidin-Operons binden und verhindert so die weitere Transkription der Strukturgene. Die Proteinbiosynthese zur Herstellung von Histidin findet nicht statt.

9 Basisartikel: Bausteine der Unterrichtsplanung im sprachsensiblen naturwissenschaftlichen Unterricht

Worauf kommt es bei der Planung eines sprachsensiblen naturwissenschaftlichen Unterrichts an? Folgende Bausteine einer sprachförderlichen Unterrichtsplanung werden vorgestellt:

Prinzipien eines sprachförderlichen Fachunterrichts

Wie erkenne ich sprachliche Herausforderungen im naturwissenschaftlichen Unterricht?

Welche sprachlichen Kompetenzen sollen im naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert werden?

Eine Checkliste für die sprachförderliche Unterrichtsplanung

Sprachlerncoaching – Ein Unterstützungsmodell inklusiver Sprachförderung auch für den Fachunterricht

Auf Praxisbeispiele, in denen diese Anregungen und Hinweise beispielhaft umgesetzt werden, wird verwiesen.

Die Bausteine fußen auf aktuellen didaktischen Ansätzen und ermöglichen ein systematisches Vorgehen bei der Sprachförderung im Fachunterricht:

In der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung sind eine Reihe von in der Praxis erprobten didaktischen Ansätzen zur Sprachförderung im Fach entwickelt und z.T. auch empirisch erprobt worden, die eine Orientierung bei der Unterrichtsplanung geben können.

Im deutschen Sprachraum am bekanntesten sind sicher die Methodenwerkzeuge von Joseph Leisen (vgl. z.B. Leisen 2006, 2011). Hinweise für ein *systematisches* Vorgehen bei der Sprachförderung im Fachunterricht geben eine Reihe von neueren didaktischen Ansätzen und Vorgehensweisen.

Viele Ansätze beziehen sich auf das Prinzip des Scaffoldings – ein Unterstützungssystem zum Aufbau von sprachlichen Kompetenzen in Stufen (u.a. Gibbons 2002).

In der Didaktik der naturwissenschaftlichen Fächer spielt die operatoren- und textsortenbasierte Sprachbildung (Beese/Siems 2015; ähnlich auch Tajmel 2012) eine besondere Rolle.

Praxisorientierte Planungshilfen folgen oft den Leitlinien der Fremdsprachendidaktik und orientieren sich an den Phasen der Textarbeit bei der Förderung von Lese- und Schreibkompetenzen (vgl. Nodari 2015).

9.1 Prinzipien eines sprachförderlichen Fachunterrichts

Worauf kommt es im sprachsensiblen naturwissenschaftlichen Unterricht an? Ausgehend von der o.g. Literatur lassen sich 6 Grundprinzipien ableiten, die sich in der Praxis bewährt haben und als Stellschrauben für eine wirksame Unterrichtsgestaltung besonders wichtig sind.

PRINZIP 1	Fachlernen und Sprachlernen unterstützen sich gegenseitig
PRINZIP 2	Sprache fordern statt vermeiden: Eine offensive versus defensive Strategie verfolgen
PRINZIP 3	Sprachliches und fachliches Vorwissen aktivieren
PRINZIP 4	Sprache längerfristig aufbauen: sprachliche Gerüste anbieten, Kompetenzen systematisch aufbauen, Gerüste allmählich wieder abbauen
PRINZIP 5	Sprache differenziert unterstützen: gestufte Hilfen auf unterschiedlichem Niveau anbieten
PRINZIP 6	Interaktionsformen fördern, die Lernende zu zunehmend längeren Sprachhandlungen anregen und herausfordern
PRINZIP 7	Sprachreflexion: Sprache reflektieren und beurteilen – Sprachbewusstsein entwickeln

15 mmPrinzip 1: Fach- und Sprachlernen unterstützen sich gegenseitig.

Fachliches und sprachliches Lernen unterstützen sich gegenseitig, denn das Verständnis der Fachinhalte und deren Anwendung ist untrennbar verbunden mit ihrer (fach)sprachlichen Bewältigung. Zu hohe sprachliche Herausforderungen können die Aneignung der Fachinhalte erschweren und im schlimmsten Fall sogar verhindern. Damit dies nicht geschieht und die Hürden stattdessen überwindbar werden, sind gezielte Hilfestellungen für die Lernenden erforderlich. Gleichzeitig ist sprachliches Lernen dann besonders wirksam, wenn es in einem konkreten fachlichen Kontext geschieht, in dem die sprachlichen Mittel zur Lösung einer Aufgabe eingesetzt und angewendet werden müssen.

Prinzip 2: Offensive versus defensive Strategie: Passe ich die sprachlichen Anforderungen an die Lerner oder passe ich die Lerner an die sprachlichen Anforderungen im Fachunterricht an?

Ein Weg, um den Schülern mit sprachlichen Schwierigkeiten fachliche Inhalte zu vermitteln, besteht darin, die sprachliche Komplexität von naturwissenschaftlichen Texten zu reduzieren und auch im Unterricht eine einfache Sprache zu verwenden. Daneben werden Schüler von dem besonders schwierigen eigenständigen Produzieren von Texten entlastet, indem z. B. Lückentexte eingesetzt oder Fachbegriffe abgefragt werden. Dieses Vorgehen kann zeitweilig sinnvoll sein, um Schüler, deren Erstsprache nicht Deutsch ist, das Verständnis schwieriger Fachtexte zu erleichtern.

- Vgl. dazu Praxisbeitrag 4 in dieser Handreichung: „Müssen Fachtexte schwierig sein?“

Die *dauerhafte* Zurücknahme kognitiv-sprachlicher Anforderungen (Vermeidungsstrategie) sind allerdings kein probates Mittel der Sprachförderung im Fach. Im Gegenteil, sie gefährden den fachlichen Kompetenzerwerb, da Schüler schließlich dazu befähigt werden sollen, selbständig bildungs- und fachsprachliche Texte zu knacken (Vollmer 2013, 51). Bei der Sprachbildung im Fachunterricht wird daher im allgemeinen eine offensive Strategie verfolgt, bei der die sprachlichen Anforderungen ein wenig über dem sprachlichen Niveau der Lernenden liegen. Die Lernenden werden also schrittweise sprachlich herausgefordert, aber möglichst nicht überfordert.

Prinzip 3: Sprachliches und fachliches Vorwissen aktivieren

Zu Beginn eines neuen Themas sollte gemeinsam mit dem fachlichen auch das sprachliche Vorwissen der Schüler aktiviert werden. Dieses sollte dann so strukturiert werden, dass im weiteren Unterrichtsverlauf darauf aufgebaut werden kann und z.B. Fachtexte sprachlich und fachlich vorentlastet oder für Schüler mit besonderem Förderbedarf gezielt Hilfen bereitgestellt werden können.

Prinzip 4: Sprache gestuft unterstützen – Wie wird mithilfe des Scaffolding die Entwicklung sprachlicher Kompetenzen gefördert?

Die Methode des Scaffolding beschreibt die gestufte Unterstützung von Sprachlernprozessen. Dem Schüler werden dabei (fach)sprachliche „Gerüste“ (engl. scaffold) „gebaut“, die ihm bei der Bewältigung der Aufgabe helfen. An den „Gerüsten“ kann er sich „entlanghangeln“. Diese haben temporären Charakter und werden nach und nach wieder abgebaut. Statt also (fach)sprachliche Hürden dauerhaft zu entfernen, z. B. indem Fachtexte oder die Unterrichtssprache beständig vereinfacht werden, besteht das Ziel des Scaffolding darin, den Lernenden systematisch, kleinschrittig und mit Hilfe differenzierender Aufgaben in die Lage zu versetzen, zunächst mit Hilfe und später selbständig, die Hürden zu nehmen. Die Hilfen werden also nach und nach wieder abgebaut (fading). Ein typisches Vorgehen ist die Nutzung von gestuften Hilfen bei der Textbearbeitung. Zumindest phasenweise steht dabei das „Wie“ im Fokus und nicht so sehr das „Was“. Letztendlich jedoch greifen sprachliches und fachliches Lernen ineinander und stützen sich gegenseitig. Als Hilfsmittel beim Scaffolding kommen Elemente direkter Unterstützung z. B. Wortschatzhilfen (Fachwortlisten; Verblisten) oder Satzanfänge bzw. Satzverbindungselemente genauso in Frage, wie für Fachsprache typische grammatische Strukturen (Passivkonstruktionen, Substantivierungen).

Im Rahmen des sprachbildenden Fachunterrichts umfasst Scaffolding folgende Stufen, die zur Textkompetenz führen:

- vom Bild zum Wort zum Satz zum Text ...
- vom Sprechen zum Schreiben
- vom dialogischen zum monologischen Sprechen und Schreiben
- vom alltagssprachlichen Schreiben zum fach- und bildungssprachlichen Schreiben
- vom reproduktiven zum gelenkten, zum freien und eigenständigen Schreiben

Scaffolding (aus dem Englischen „scaffold“ = Gerüst) bezeichnet im sprachförderlichen Fachunterricht die Unterstützung des Lernprozesses durch die Bereitstellung einer zunächst umfassenden Orientierungsgrundlage in Form von Anleitungen, Denkanstößen und anderen Hilfestellungen nach dem Prinzip eines vorübergehenden Baugerüsts, das beim Aufbau von sprachlichen Kompetenzen hilft. Sobald der Lernende fähig ist, eine bestimmte Teilaufgabe eigenständig zu bearbeiten, entfernt man dieses „Gerüst“ schrittweise wieder.

- Eine Form des Scaffoldings, bei dem sprachliche Gerüste als Hilfen zunächst angeboten und dann nach und nach abgebaut werden können, werden im Praxisartikel 5 in dieser Handreichung im sprachsensiblen naturwissenschaftlichen Unterricht“ beispielhaft illustriert.

Prinzip 5: Sprache differenziert unterstützen

Die Hilfen auf unterschiedlichem Niveau können zeitlich parallel zur Differenzierung und individuellen Unterstützung von Schülern in sehr heterogenen Klassen genutzt werden. Typische Unterstützungsangebote sind Hilfekarten, Wortschatzkarten oder ganze Arbeitsblätter auf unterschiedlichem Sprachniveau.

Prinzip 6: Förderung von Interaktionsformen, die Schüler zur Kommunikation und Sprachreflexion anregen

Genauso zentral, wie die Hilfen selbst, ist es, im Unterricht Anlässe für (fach) sprachliches Lernen zu schaffen, bei denen die Scaffolding-Elemente zum Einsatz kommen. Dazu gehört neben vielseitigem und geeignetem Input eine gezielte Auswahl von Methoden und Interaktionsformen, die es möglichst vielen Lernenden ermöglichen, sprachlich aktiv zu werden. Vor allem Partner- aber auch Gruppenarbeitsphasen bieten dazu eine sehr gute Gelegenheit.

Die Schüler sollen sowohl von der Lehrkraft, aber auch bei der sprachlichen Interaktion miteinander zu längeren fachlichen Äußerungen mit zunehmend ermutigt werden. Dabei spielt *Aktives Zuhören*, also eine bewusste verbale und nonverbale Reaktion auf das Gehörte, genauso wie das Geben von differenziertem Feedback eine wichtige Rolle.

Überhaupt müssen Schüler ermutigt werden, sich explizit aufeinander zu beziehen. Auch *Re-Kodierung*, die Wiederholung in anderen eventuell angemesseneren Worten, hat eine wichtige Funktion. Beides sollte den Lernenden erklärt und im Unterrichtsgespräch geübt werden. Ziel ist es dabei, dass schließlich beides von den Schülern selbständig in Partner- und Gruppenarbeitsphasen angewendet werden kann.

Prinzip 7: Sprache reflektieren und beurteilen: Sprachbewusstsein entwickeln


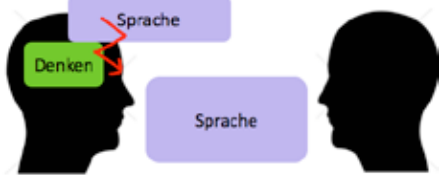
Eine klare Zielorientierung ist gerade in Gruppenarbeitsphasen für die Lernenden wichtig. Ihnen sollte klar sein, dass es (auch) darum geht, sprachlich zu lernen. Daher ist „Sprechen über Sprechen“ bzw. über fachsprachliche Kommunikation im Allgemeinen wichtig. Neben den fachlichen Anforderungen sollten den Lernenden auch die sprachlichen Anforderungen verdeutlicht werden. Sie sollten dazu angeregt werden, ihren eigenen Sprachgebrauch zu reflektieren und anhand der Anforderungen zu beurteilen. Sie sollten in die Lage versetzt werden, verschiedene Sprachebenen zu vergleichen und Fachsprache bewusst zu verwenden.

9.2 Wie erkenne ich sprachliche Herausforderungen im naturwissenschaftlichen Unterricht?

Vor der eigentlichen Unterrichtsplanung müssen zunächst die sprachlichen Anforderungen der Aufgabenstellungen ermittelt werden (Bedarfsanalyse). Voraussetzung dafür ist es, diese Anforderungen – sprachliche Hürden- in Fachtexten und Aufgabenstellungen zu identifizieren. Worin bestehen also die sprachlichen Herausforderungen, denen die Lernenden im naturwissenschaftlichen Fachunterricht begegnen? Für den Fachlehrer ergibt sich im Rahmen des Fachunterrichts kaum die Möglichkeit sprachliche Schwierigkeiten einzelner Schüler individuell zu diagnostizieren. Sinnvoller scheint es folglich einen Überblick über typische sprachliche Herausforderungen im naturwissenschaftlichen Unterricht zu gewinnen, um dann gezielt sprachliche Unterstützungsangebote im Unterricht einzusetzen.

Sprache hat im naturwissenschaftlichen Unterricht neben der kommunikativen auch eine kognitive, d.h. erkenntnisleitende Funktion. Die Probleme sprachlich schwacher Lernender können also zwei Ebenen betreffen (Tabelle 1: Darstellung verändert nach Prediger 2016).

Tabelle 2: 2 Funktionen von Sprache

kommunikative Funktion von Sprache	kognitive Funktion von Sprache
	
<p>Sprachlich schwache Lernende können häufig ihre Kompetenzen und Vorstellungen nicht richtig zeigen.</p>	<p>Sprachlich schwache Lernende können Kompetenzen und Vorstellungen besonders in Verstehensprozessen nicht entwickeln.</p>
<p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufgabenstellungen lesend verstehen • Ergebnisse präsentieren • Fachtexte schreiben 	<p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • (sich selbst) erklären • Zusammenhänge verstehen durch Verbalisieren • Denken durch Schreiben

Der Umgang mit Fachtexten im naturwissenschaftlichen Unterricht bereitet vielen Schülern große Schwierigkeiten. Lernern, deren Erstsprache nicht Deutsch ist, fällt es dabei besonders schwer, Fachtexte zu erschließen. Sie profitieren kaum von der Anwendung bewährter Lesestrategien, da sie bereits im Vorfeld über **unbekannten Wortschatz** und die für **Fachtexte typischen Satzstrukturen** stolpern (vgl. Leisen/ Mentges 2009). Häufig kann nur ein Bruchteil der Informationen mündlich wiedergegeben werden. Eine schriftliche Verarbeitung der Textinhalte bereitet in vielen Fällen so große Schwierigkeiten, dass ohne Unterstützung kein befriedigendes Ergebnis entsteht. Besonders beim Strukturieren der Informationen und dem Schreiben eigener Sachtexte brauchen die Schüler Hilfe. Für Lernende mit Deutsch als Zweitsprache stellt der Erwerb der konzeptionell schriftlichen Sprache, der Bildungssprache, oft eine besondere Herausforderung dar. Die Darstellung in Tabelle 1 veranschaulicht daneben aber auch, dass die Förderung (fach)sprachlicher Kompetenzen auch für starke Lerner auf dem Weg zum Abitur in den naturwissenschaftlichen Fächern von Bedeutung ist.

9.2.1 Drei Sprachebenen unterscheiden

Durch die Verwendung von Alltagssprache im Fachunterricht können sprachliche Hindernisse entstehen. Die folgenden Beispiele für **Alltagssprachlich bedingte Präkonzepte**, die in fachlichen Kontexten zu Fehlvorstellungen führen, veranschaulichen die Notwendigkeit eines bewussten Aufbaus von bildungs- und fachsprachlichen Kompetenzen im naturwissenschaftlichen Fachunterricht (vgl. Barke, H.-D./Harsch, G. 2001; Barke, H.-D. 2006)

Übersicht: Beispiele für Schwierigkeiten durch die Verwendung alltagssprachlicher Begriffe

Hindernisse	Beispiele
Alltagssprachlich bedingte Präkonzepte mit abweichender Bedeutung in der Fachsprache	<ul style="list-style-type: none"> • Redewendungen „Energie sparen“, „Strom verbrauchen“, „ich habe keine Energie mehr“, implizieren die Vorstellung, dass Energie verbraucht werden kann. • „Wasser, das nasse Element“ beinhaltet einen antiken Element-Begriff. • „Die Brausetablette löst sich auf.“ In Wirklichkeit finden chemische Reaktionen statt. <p>In vielen Fällen vermischen sich die Ebenen „rein sprachliche Probleme“ und „wissenschaftliche Fehldeutungen“.</p>
Vieldeutigkeit von Begriffen in der Alltags- und Fachsprache	<ul style="list-style-type: none"> • Alltagsbedeutung: negativ = schlecht bzw. unerfreulich • in der Diagnostik: erfreulich (Krebsuntersuchung) • im Finanzwesen: Schulden, absteigende Aktienkurse • „Minusgrade“: negative Temperaturangaben. Physikalisch betrachtet gibt es keine „negative Temperatur“. Bei $-273,16\text{ °C} = 0\text{ K}$ findet (fast) keine Teilchenbewegung mehr statt. • Positive und negative elektrische Ladung: Willkürliche Festlegung. „Negativ“ ist keinesfalls „weniger“. Ein negativ geladenes Chlorid-Ion hat mehr Masse als ein neutrales Chlor-Atom!
Anthropomorphe/animistische Formulierungen	<ul style="list-style-type: none"> • „Alle Atome <i>wollen</i> eine voll besetzte Außenschale.“ • „Die Natur strebt nach minimaler Energie und maximaler Entropie.“ <p>(Andererseits können Animismen bei sehr hohem Abstraktionsniveau von Sachverhalten eine Verstehensbrücke sein.)</p>

Die Unterrichtssprache umfasst drei verschiedene sprachliche Ebenen, die ineinandergreifen: Alltagssprache – Bildungssprache – Fachsprache. Man spricht auch von unterschiedlichen sprachlichen Registern.

- Alltagssprache:
 - ist ein konzeptionell mündliches Sprachregister, das den Regeln mündlicher Sprache folgt.
 - ist gekennzeichnet durch oft unvollständige Sätze, einen begrenzten Wortschatz.
 - ist die Verstehensbasis für die Entwicklung der Bildungs- und Fachsprache.
 - ist für Schüler mit Deutsch als Zweitsprache relativ leicht zu erwerben.
- Bildungssprache:
 - ist ein konzeptionell schriftliches Sprachregister, das den Regeln der Schriftsprache folgt.
 - unterscheidet sich auch in der mündlichen Kommunikation von der Alltagssprache durch einen stärkeren Bezug zur geschriebenen Sprache.
 - ist gekennzeichnet durch komplexere Strukturen, ein höheres Maß an Informationsdichte und einen differenzierteren Wortschatz.
- Fachsprache:
 - die Fachsprache ist eine Teilmenge von Bildungssprache, baut auf der Alltagssprache auf, trägt aber Merkmale, die man in der Alltagssprache selten oder nicht findet.
 - die Fachsprachen der naturwissenschaftlichen Fächer verfügen jeweils über ihren eigenen Wortschatz (Fachbegriffe), typische Satzstrukturen (z.B. Passivkonstruktionen) und Textsorten (Definitionen, Merksätzen, Textaufgaben, ...)
 - Alltagssprachliche Wendungen können oft nicht einfach in fachwissenschaftlichen Kontexten verwendet werden.

Die Übersicht weist einerseits auf die Notwendigkeit hin, bei den Lernenden ein Bewusstsein für die Unterschiede zwischen den sprachlichen Ebenen zu entwickeln. Andererseits wird deutlich, dass Fachsprache fachspezifisch, d.h. gebunden an Fachkontexte gelernt und angewendet werden muss. Im sprachsensiblen Fachunterricht wird daher die Chance ergriffen, Sprachebenen bewusst zu machen, den Umgang mit fachspezifischen Textsorten zu schulen sowie Gelegenheit gegeben, sich den grundlegenden (Fach)-Wortschatz, (fach) spezifische Wortbildungsmuster, Satzchemata und Argumentationsmuster anzueignen und diese zu üben.

Praxisbeitrag IV: Wozu eigentlich Fachsprache? – Beschreiben geht doch auch so. sensibilisiert Lernende der 10.-12. Jahrgangs für die große Bedeutung des Gebrauches der Fachsprache am Beispiel der Diagrammbeschreibung.

9.2.2 Welche sprachlichen Hürden kennzeichnen die naturwissenschaftliche Fachsprache?

Eine typische Aufgabe im naturwissenschaftlichen Experimentalunterricht lautet: **Beschreibe** den Versuchsaufbau und die Durchführung des Versuchs (...).

Die folgende Abbildung zeigt Schülerantworten zu einem entsprechenden Arbeitsauftrag. Gefordert ist die Sprachhandlung des mündlichen Beschreibens. Die Lernenden zeigen deutliche Schwierigkeiten bei der Bewältigung der Aufgabe, da sie die sprachlichen Anforderungen nicht oder nur teilweise beherrschen und oftmals sprachlos bleiben (Abb. 1). Welches sind die Hürden, die die Lernenden an der Bewältigung der Aufgabe hindern?

Aufgabe: Beschreibe die Durchführung und das Ergebnis des Versuches in eigenen Worten!

Schüler 1: „...?“

Schülerin 2: „Eine Pflanze ist in Wasser gelegt, die Bläschen sollen aufgegangen sein. Die Lampe strahlt den Becher.“

Schüler 3: „Ich mache Elodea da rein. Man tut ein Filter rein. Ich mache das Licht an. Aus der Pflanze kommen Bläschen. Das kleine Glas fängt Bläschen auf.“

Fachbegriffe: Reagenzglas, Photosynthese, Stativ...

Adjektive zur Beschreibung von Phänomenen, Prozessen

Fachspezifische Regeln für die Sprachhandlung „Vorgangsbeschreibung“ müssen bekannt sein oder aus dem Deutschunterricht übertragen werden.

Passivkonstruktionen, zusammengesetzte Verben

Abbildung 5: Sprachlosigkeit bei der Versuchsbeschreibung: Das sind die Hürden.

Ausschnitt aus der Beschreibung der Versuchsdurchführung. – Was ist schwierig?

„... Sprosse der Wasserpest werden in ein mit Wasser gefülltes Becherglas gelegt. Ein Trichter wird so über die Pflanzen gestellt, dass sich die Schnittstellen der Sprosse in der Trichteröffnung befinden. Über das Trichterende wird ein mit Wasser gefülltes Reagenzglas gestülpt und an einem Stativ befestigt. Die Elodeasprosse werden mit hellem Licht einer Pflanzenlampe bestrahlt. Die an den Bruchstellen der Sprosse entstehenden Gasbläschen werden im umgedrehten Reagenzglas aufgefangen ...“

Um Sprachbildung im naturwissenschaftlichen Unterricht einplanen zu können, ist es wichtig, die sprachlichen Besonderheiten und Stolpersteine zu ermitteln, die die Schüler in der geplanten Unterrichtssequenz bewältigen müssen. Die folgende Übersicht (Tabelle 2-4) zeigt eine Auswahl typischer fachsprachlicher Hürden der naturwissenschaftlichen Fachsprache auf Wortebene, Satzebene und Textebene. Die Beispiele (Zusammenstellung nach Beese et al. 2014; Leisen 2006) entstammen den Beiträgen der vorliegenden Handreichung.

Tabelle 3: Beispiele für Herausforderungen der Fachsprache auf Wortebene

Wörter	Beispiele
Adjektive auf -bar, -haltig, -arm, -reich, -...	nährstoffarm, sauerstoffreich, umkehrbar, kohlenhydrathaltig ...
Gehäufte Verwendung von Komposita	Wechselbeziehungen, Stoffaustausch, Stoffkreislauf
Verben mit Suffixen, trennbare Verben	aufbauen, wegfließen, abfließen, durchfließen, ...
nominalisierte Verben	das Umkippen, das Zusammenwirken

Tabelle 4: Herausforderungen der Fachsprache auf Satzebene

Sätze	Beispiele
Verkürzte Nebensatzkonstruktionen	Gelangt der Parasit in die Blutbahn, so ...
Verwendung erweiterter Nominalphrasen	Bei immer besser werdenden Sauerstoffverhältnissen können bachabwärts auch Fische leben ...
Verwendung von Passiv- und Passiver-satzformen (unpersönliche Ausdrucksweisen)	Mithilfe von Teststäbchen kann der Nitratgehalt festgestellt werden. Diese Zahl macht deutlich, warum Wasserflöhe als „Brot“ im See bezeichnet werden.

Tabelle 5: Herausforderungen der Fachsprache auf Textebene

Textebene	Beispiele
Textsorten mit einer klaren Struktur und immer gleicher Abfolge von Rubriken/Ab-schnitten, teilweise stichwortartige Ab-schnitte, aber einer sehr hohen Informa-tionsdichte	Steckbrief, Lexikonartikel, Versuchsproto-koll, darstellender Sachtext, Merksatz
diskontinuierliche Texte/unterschiedliche Repräsentationsformen, die sich aufein-ander beziehen	Diagramme, Tabellen, Grafiken, Stamm-bäume
Einführung von Fachbegriffen im Text oder hoch verdichtete Merksätze im Text	Unter der Eutrophierung versteht man ein ungebremstes Wasserpflanzenwachstum (vor allem Algen, später auch tierisches Plankton) aufgrund eines Überangebots von Nährstoffen.

Fachtypische Textsorten enthalten fachtypische Sprachmittel: Die Textsorten fordern einen spezifischen Wortschatz, zeichnen sich durch wiederkehrende Satzstrukturen und einen schematischen Textaufbau aus, sodass Textkompetenz mit den Lernenden textsortenspezifisch eingeübt werden kann.

Typische Textsorten im naturwissenschaftlichen Unterricht sind:

- Lehrbuchtexte (enthalten Fachinformationen in hochverdichteter Form)
- Versuchsprotokolle
- nicht kontinuierliche Texte (z.B. Vergleichstabellen, dynamisch-logische Schaubilder, Diagramme)
- Lexikonartikel, Definitionen
- argumentierende Texte (journalistische Texte)
- Chemie und Physik: Reaktionsgleichungen und Formeln
- Biologie: Bestimmungsschlüssel

Quellen für o.g. Textsorten sind neben gedruckten Texten aus Fachzeitschriften und Zeitungen zunehmend Onlinedokumente.

Vor allem Lehrbuchtexte (insbesondere in der Sekundarstufe II) stellen naturwissenschaftliche Zusammenhänge in verdichteter Form und auf einem hohen Abstraktionsniveau dar. Die Schüler sind dazu aufgefordert, Vorgänge zu beschreiben und zu erklären, haben aber aufgrund der großen Zahl abstrakter Fachbegriffe und mangelnder Kenntnisse fachspezifischer Redewendungen häufig Probleme, diese Aufgabe sprachlich zu bewältigen. Daneben handelt es sich um Prozesse, die auf einer Systemebene stattfinden, die nicht mehr durch die eigene Wahrnehmung, sondern nur mit Hilfe modellhafter Darstellungen erfasst werden können (chemische Reaktionen, molekularbiologische Prozesse). Um die Schüler beim Kompetenzerwerb sprachlich zu unterstützen, müssen entsprechende sprachliche Hürden in Texten identifiziert werden.

Am Beispiel der Versuchsbeschreibung in Abbildung 1 lässt sich zeigen, welche Schwierigkeiten Schüler haben die Handlungsanweisung zu verstehen und umzusetzen:

- 1) Die Aufgabenstellung wird nicht verstanden: Häufig sind die Regeln für die Sprachhandlung (hier: das Beschreiben) nicht bekannt oder werden nicht aus dem Deutschunterricht übertragen. Ein Verständnis der in Aufgabenstellungen verwendeten Operatoren muss also zunächst im Unterricht erzeugt und an verschiedenen Beispielen geübt werden.
 - 2) Die sprachlichen Mittel zur Ausführung der Handlungsanweisung „Beschreibe“ fehlen: Dazu gehören Fachbegriffe für die zu beschreibenden Gegenstände, Adjektive zur Beschreibung von Phänomenen, Prozessen, typische Satzstrukturen wie unpersönliche Passivsätze (Wort- und Satzebene).
 - 3) Die geforderte Textstruktur (Versuchsprotokoll) ist nicht bekannt (Textebene).
- Konkrete Hinweise dazu, wie sprachliche Hürden im naturwissenschaftlichen Unterricht identifiziert und reduziert werden können, gibt der Praxisbeitrag 4: „Müssen Fachtexte schwierig sein? ...“.

9.3 Welche sprachlichen Kompetenzen sollen im naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert werden?

9.3.1 Die sprachlichen Kompetenzbereiche

Schüler sollen im naturwissenschaftlichen Unterricht sprachlich anspruchsvolle Sachtexte sowie bildungssprachlich formulierte Aufgaben der Lehrkraft im Unterricht **verstehen** (Lesen und Hören). Sie sollen naturwissenschaftliche Sachverhalte präzise und unter Verwendung von Fachbegriffen formulieren und sowohl **mündlich** als auch **schriftlich zur Produktion kohärenter Texte** angeregt werden (vgl. Schmölzer-Eilbinger 2015). Sie sollen über Textkompetenz verfügen.

Um diese Anforderungen zu bewältigen, müssen Lernende über Kompetenzen in den folgenden 5 sprachlichen Kompetenzbereichen verfügen:

Tabelle 6: Fünf sprachliche Kompetenzbereiche (vgl. u.a. Prediger 2016)

	Sprachrezeption	Sprachproduktion	Sprachreflexion
mündlich	Hören	Sprechen	Reflektieren und Beurteilen
schriftlich	Lesen	Schreiben	

Der Förderbedarf bezieht sich weniger auf das verstehende Hören, als vielmehr auf Strategien für das Lesen sowie die Anregung zum Schreiben und Sprechen von ganzen Sätzen und Texten. Insbesondere im Physikunterricht wird zu selten mehr als ein Antwortsatz geschrieben oder mündlich geäußert. Das Reflektieren und Beurteilen sprachlicher Handlungen (eigener und fremder) trägt zur Entwicklung von Textkompetenz bei und sollte diese begleiten.

9.3.2 Textkompetenz

◆ *Was ist eigentlich unter Textkompetenz zu verstehen?*

Textkompetenz bezeichnet die Fähigkeit, Texte lesen, verstehen, verarbeiten, wiedergeben und produzieren zu können. Textkompetenz ist Teil einer naturwissenschaftlichen Sprachkompetenz und ermöglicht mündliches und schriftliches sprachliches Handeln. Sie ist also eine Schlüsselkompetenz (vgl. Schmölzer-Eilbinger 2015; Neugebauer/ Nodari 2015).

Sind die sprachlichen Hürden eines Unterrichtsvorhabens oder auch nur eines Textes für eine Unterrichtsstunde bekannt, werden im nächsten Schritt die sprachlichen Lernziele formuliert sowie Unterstützungsangebote und Hilfen für die Schüler entwickelt, die ihnen bei der Ausführung der geforderten Sprachhandlungen helfen. Diese Angebote sollten sich im Verlauf des Unterrichts auf alle drei Ebenen beziehen, um Textkompetenz zu fördern:

- Wortebene: Wortschatz
- Satzebene: Satzstrukturen, Grammatik und Satzzeichen
- Textebene: Textsortenkenntnis, um die Struktur und Aussageabsicht eines Textes zu erfassen

Die folgende Tabelle zeigt typische Übungen zur Förderung von Textkompetenz in den 5 sprachlichen Kompetenzbereichen, und zwar auf Wort-, Satz-, und Textebene.

Tabelle 7: Beispiele für Tätigkeiten zur Förderung von Textkompetenz in 4 der 5 sprachlichen Kompetenzbereiche

	Wortebene	Satzebene	Textebene
Lesen	Schlüsselwörter identifizieren	korrekte Aussage aus Antwort-Auswahl identifizieren	Überschriften zu Textteilen zuordnen
Schreiben	thematische Wortliste erstellen zur Vorbereitung auf das Schreiben	Satzanfänge oder Wortgeländer ergänzen und zusammenfügen	aus Satz- oder Textbausteinen einen Text erstellen
Sprechen	Wörter zu einem Thema memorieren, Wörter definieren (z.B. Spiel Tabu)	Satzanfänge/Wortgeländer nutzen, um in vollständigen Sätzen zu antworten	vorgegebene Schemata nutzen zur Präsentation von Arbeitsergebnissen
Reflexion	Wortkarten nach Wichtigkeit sortieren, Wörter Themengebieten zuordnen	Satzbau reflektieren: Besonderheiten der Fachsprache erkennen	Textstrukturen erkennen und reflektieren, Selbst- oder Partnerkorrektur

9.3.3 Sprachliche Anforderungen identifizieren – Kompetenzen fördern

Wie lassen sich sprachliche Kompetenzen, die für den Erwerb naturwissenschaftlicher Kompetenzen von **besonderer** Bedeutung sind, **identifizieren und fördern**? Schließlich enthält jeder journalistische Text, aber auch Lehrbuchtexte für Lernende unbekanntes, themenspezifisches Vokabular, das im konkreten Kontext einmalig verstanden werden muss, aber nicht immer für den naturwissenschaftlichen Kompetenzerwerb zentral ist.

Eine Grundlage für die systematische Sprachförderung im Fach bieten die fachspezifischen Operatoren. In den Bildungsplänen der naturwissenschaftlichen Fächer werden die angestrebten naturwissenschaftlichen Kompetenzen mit Hilfe fachspezifischer Operatoren formuliert. Die Operatoren implizieren bildungssprachliche und zum Teil fachtypische sprachliche Handlungen und Routinen, wie die folgende Abbildung (3) zum Operator „Beschreiben“ in der Chemie veranschaulicht. Fachspezifische Operatoren fordern also entsprechende Sprachhandlungen, die das Beherrschen spezifischer Redemittel voraussetzen.

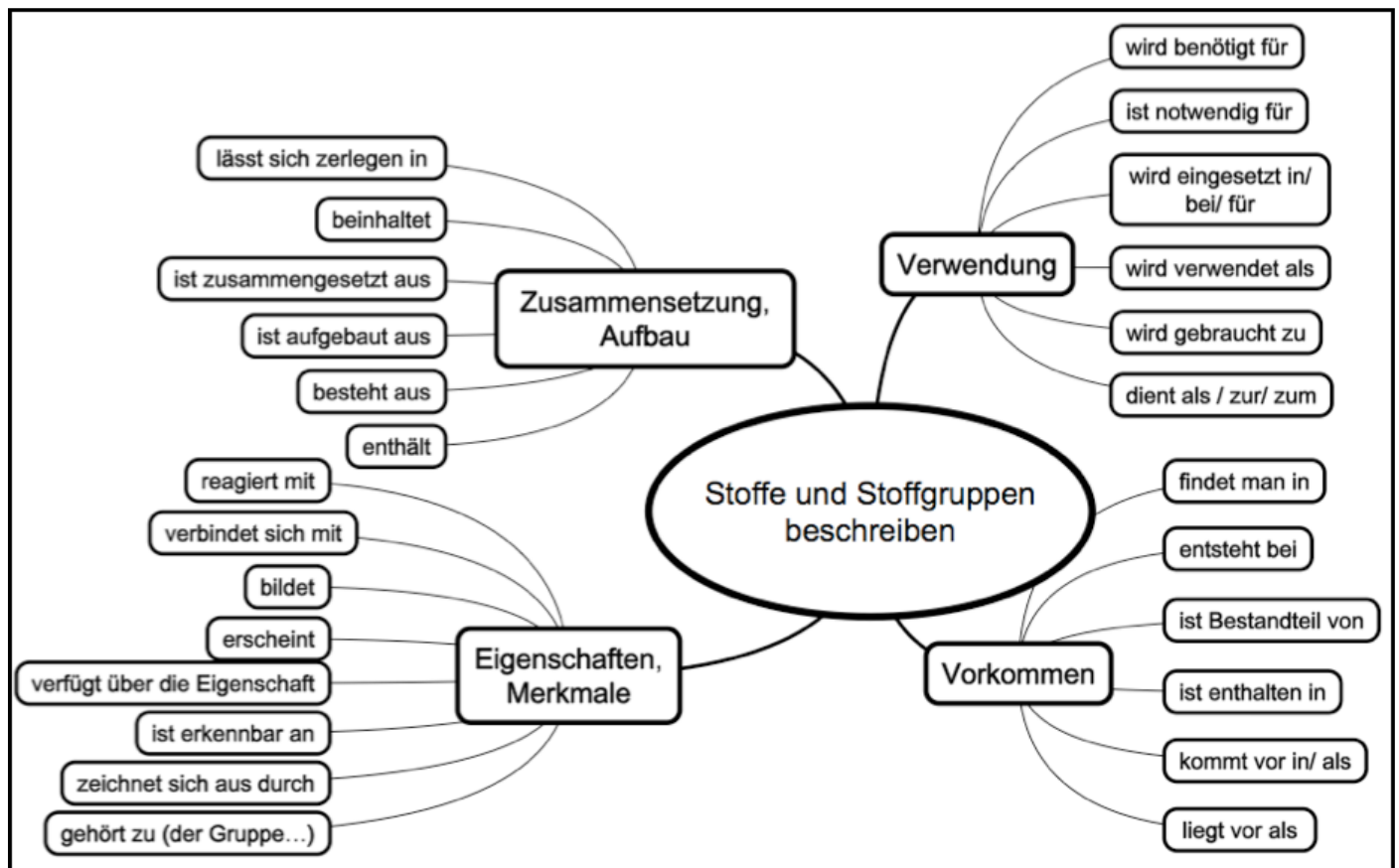


Abbildung 6: Der Operator „Beschreiben“ in der Chemie: Verben und Wortverbindungen

Die Verben und Wortverbindungen zur Beschreibung von Stoffen entstammen Lehrbuchtexten aus gängigen Chemielehrbüchern der SEK I. Diese Übersicht lässt sich in Teilen auch auf die Beschreibung von Molekülen oder Zellgruppen in der Biologie oder von Geräten und Werkzeugen in der Physik übertragen. Die mit Hilfe von Operatoren formulierten Anforderungen in den Bildungsplänen stellen eine Orientierungshilfe zum systematischen Aufbau sprachlicher Kompetenzen dar. Von ihnen können konkrete sprachliche Anforderungen abgeleitet und entsprechende Lernziele formuliert werden (vgl. Tajmel 2012).

Tabelle 8: Das Beschreiben als typische Sprachhandlung im naturwissenschaftlichen Unterricht – Ableitung von sprachlichen Anforderungen aus den Bildungsplänen.

Thema	Stoffeigenschaften beschreiben
Standard: fachliche Kompetenzen ¹²	Die Schüler ... <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Eigenschaften von ausgewählten Stoffen, • stellen Steckbriefe über die Eigenschaften ausgewählter Stoffe her.
sprachliche Kompetenzen (Beispiel)	<ul style="list-style-type: none"> • Die Beschreibung enthält die fachtypischen Verben und Adjektive der Textsorte. • Der Text hat die fachtypische Struktur eines Steckbriefes.
fachtypische Textsorten	<ul style="list-style-type: none"> • beschreibender Sachtext • Steckbrief
sprachliche Mittel	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften: Farbe, Form, Geschmack, Geruch, Siedetemperatur ... • Verben für die Beschreibung von Eigenschaften (vgl. Mind-Map Abb. 3) • Strukturwortschatz für Aufzählungen: daneben, darüber hinaus, im Gegensatz zu ... • ...
sprachliche Hilfen (Beispiele)	<ul style="list-style-type: none"> • Wortebene: themenspezifische Fachbegriffe vorab erklären oder in einer Wortschatzliste vorgeben • Qualitative Begriffe z. B. in Form von Wortschatzkisten: Adjektive (milchig, trüb, klar ...) • Satzebene: Satzanfänge vorgeben: (Man sieht/hört/riecht/fühlt/schmeckt, dass ...) • Textebene: Darstellungsformen anbieten (Flussdiagramm, Mind-Map, Steckbriefvorlage ...)

Entsprechende sprachliche Routinen können im Unterricht im Rahmen von operatorenbasierten Aufgabenstellungen mit Hilfe von sprachlichen Unterstützungsangeboten nach dem Prinzip des Scaffoldings systematisch eingeübt werden. Den Operatoren lassen sich häufig auch typische Textsorten des naturwissenschaftlichen Unterrichts zuordnen, wie in Tabelle 7 dargestellt (vgl. dazu auch Beese & Siem 2015): Beschreibung → beschreibender Sachtext, Steckbrief. Kenntnisse über typische Textstrukturen können gemeinsam mit den Sprachhandlungen vermittelt werden, die durch die Operatoren gefordert werden.

12 (Bildungsplan Chemie Stadteilschule, Hamburg 2014)

9.3.4 Sprachliche Lernziele transparent machen

Wie sprachliche Lernziele aus den in den Bildungsplänen formulierten Standards erschlossen werden können, wurde oben bereits veranschaulicht. Eine klare Zielstruktur ist für „benachteiligte“ Lernende, also insbesondere auch solche mit sprachlichen Schwierigkeiten besonders wichtig (vgl. Dirim et al. 2016). Dazu zählt auch, dass Lehrkräfte deutlich machen, dass es Unterschiede zwischen sprachlichen und inhaltlichen Anforderungen gibt, die inhaltlichen Anforderungen aber auch von den sprachlichen abhängen. Die Lehrkräfte geben den Schülern sprachliche und inhaltliche Lernziele bekannt, z. B. in Form von Checklisten oder Arbeitsplänen, die die Anforderungen zu einem Unterrichtsabschnitt enthalten (vgl. Abb. 3: Checkliste mit sprachlichen und fachlichen Lernzielen).

Experimentieren	Das kann ich!	Das will ich üben!	Blatt-Nr.
1. Die Hypothese			
a) Ich kann zu einer Forschungsfrage eine richtig formulierte, sinnvolle Hypothese aus mehreren vorgegebenen auswählen.			1.1
b) Ich kann mit sprachlichen Hilfen eine Hypothese formulieren			1.2
c) Ich kann zu einer Forschungsfrage eine Hypothese (begründete Vermutung) aufstellen.			1.3
2. Die Durchführung			
a) Ich kann ein Experiment nach einer genauen Anleitung richtig durchführen.			2.1
b) Ich kann die Durchführung eines Experimentes mit sprachlichen Hilfen beschreiben			2.2
c) Ich kann Die Durchführung eines Experimentes selbstständig beschreiben			

Abbildung 7: Checkliste (Ausschnitt) mit differenzierten sprachlichen und fachlichen Lernzielen zum Experimentieren

9.4 Beispiele für sprachförderliche Aufgaben & Checkliste für die Unterrichtsplanung

9.4.1 Beispiele für sprachförderliche Aufgaben und Unterstützungsangebote

Grundsätzlich sind zum Beispiel folgende Hilfen zur Unterstützung des sprachlichen Lernens im naturwissenschaftlichen Unterricht denkbar (Auswahl):

- Vorgabe eines vollständigen Beispieltextes (hier: Experiment) als Muster (Lernen am Beispiel)
- Lückentexte
- Zuordnungsübung: Texte zu den Phasen eines Experiments zu entsprechenden Bildern zuordnen. Satzbausteine oder Wortschatz den Bildern zuordnen.
- Auswahl von Sätzen/Texten zum Ankreuzen vorgeben
- Vorgabe von Textbausteinen
- Wortgeländer
- Satzanfänge/Satzbausteine zum Ergänzen
- Wortschatzkisten: Hilfekarten oder Wortfelder vorgeben

Die Aufgaben stellen unterschiedlich hohe Anforderungen an die Lernenden und können daher gezielt zur Differenzierung genutzt werden. An welcher Stelle diese Aufgaben sinnvoll zu verwenden sind, soll am Beispiel des Experimentierens veranschaulicht werden. In der folgenden Tabelle sind Möglichkeiten für die Entwicklung von Hilfen bzw. Aufgaben für den jeweiligen Teil der Planung eines Experimentes bzw. den Protokollteil aufgeführt. Die Anforderungen der vorgeschlagenen Aufgaben nehmen in jeder Zelle tendenziell von oben nach unten zu (Progressionsreihe).

Phase des Experimentierens/ Protokollteil	Auswahl an Lernaufgaben/mögliche Hilfen (mit steigenden Anforderungen für die Entwicklung gestufter Hilfen)
die Frage	<ol style="list-style-type: none"> 1. Frage vorgeben 2. Auswahl an Fragen zum Ankreuzen formulieren. Mögliche Fragen auf Hilfekarten bereitstellen 3. Frage beginnen, Schüler ergänzen 4. Stichwörter/Fachbegriffe vorgeben
die Hypothese (begründete Vermutung)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Auswahl an Vermutungen vorgeben, Schüler kreuzen ihre Wahl an 2. Satzanfänge oder Satzbausteine vorgeben: <ol style="list-style-type: none"> a. Ich vermute, dass ... weil b. Wenn ..., dann ... weil c. Je ..., desto ... weil 3. Satzanfänge als Hilfekarten bei Bedarf nutzen
die Materialien und Geräte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aufzählung ohne Artikel vorgeben 2. Materialliste vorgeben, nicht benötigte Materialien streichen lassen 3. Materialliste vorgeben, fehlende Materialien ergänzen lassen 4. Wortschatzkisten: Karten mit Geräten und Bezeichnungen als Hilfe
der Versuchsaufbau	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abbildung vorgeben, Beschriftung mit Linien, Schüler ergänzen Begriffe, Auswahl an Begriffen kann ebenfalls vorgegeben werden 2. ganze Beschreibung des Versuchsaufbaus oder Stichworte vorgeben, Schüler zeichnen Versuchsaufbau 3. Regeln zum Beschreiben vorgeben 4. Beispiel aus einem anderen Kontext für eine Beschreibung vorgeben, Schüler arbeiten nach Vorlage
die Durchführung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lückentext mit Wortauswahl/ohne Wortauswahl 2. Stichpunkte zu Sätzen verbinden/Sätze ergänzen 3. Bausteine vorgeben – Filmleiste 4. Fachbegriffe vorgeben 5. Verknüpfungswörter vorgeben: zuerst ... dann ... danach ... anschließend ... Zum Schluss ... abschließend
die Beobachtung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Satzanfänge vorgeben: <i>Man sieht/hört/riecht/fühlt/schmeckt, dass ...</i> 2. Qualitative Begriffe zur Auswahl geben z.B. in Form von Wortschatzkisten <i>Adjektive (milchig, trüb, klar ...)</i> 3. Darstellungsformen für Daten anbieten
die Auswertung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formulierungsbeispiele für Vergleiche von Daten anbieten: <i>Während ...; Im Vergleich zu ...; Im Gegensatz zu ...</i> 2. Kausalzusammenhänge beschreiben: <i>dynamisch – statische (siehe Abb. 1)</i> 3. Antwortauswahl vorgeben: Meine Vermutung war richtig/zum Teil richtig/falsch, weil ...; 4. Die Hypothese hat sich (nicht) bestätigt, weil ...

9.4.2 Checkliste für die Unterrichtsplanung

Planungsraster für den sprachsensiblen naturwissenschaftlichen Unterricht (vgl. auch Tajmel 2016, Beese 2014)

Unterrichtsvorhaben			
<i>Wie lautet das Thema der Unterrichtsstunde/des Unterrichtsvorhabens?</i>			
Kontext	<i>Wie lautet der Kontext?</i>		
fachliche Lernziele	<i>Welche fachlichen Lernziele sollen erreicht werden? (Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung)</i>		
Sprachhandlungen	<i>Welche Operatoren werden als Handlungsanweisung zur Texterarbeitung verwendet?</i>		
sprachliche Lernziele	<i>Antizipation erwartbarer Ergebnisse in Form der Lernziele</i>		
sprachliche Mittel	<table border="1"> <tr> <td><i>fachtypische und operatoren-gebundene sprachliche Mittel (funktionaler Wortschatz) meist: Mitteilungswortschatz</i></td> <td><i>themengebundene sprachliche Mittel (thematischer Wortschatz) häufig: Verstehenswortschatz</i></td> </tr> </table>	<i>fachtypische und operatoren-gebundene sprachliche Mittel (funktionaler Wortschatz) meist: Mitteilungswortschatz</i>	<i>themengebundene sprachliche Mittel (thematischer Wortschatz) häufig: Verstehenswortschatz</i>
<i>fachtypische und operatoren-gebundene sprachliche Mittel (funktionaler Wortschatz) meist: Mitteilungswortschatz</i>	<i>themengebundene sprachliche Mittel (thematischer Wortschatz) häufig: Verstehenswortschatz</i>		
Handlungsschritte	<i>Beschreibung möglicher Unterrichtsverläufe</i> <ul style="list-style-type: none"> <i>sprachliche und inhaltliche Vorentlastung</i> <i>Unterstützung während der Aufgabenbearbeitung</i> <i>Erweiterung, Übung, Festigung nach Aufgabenbearbeitung</i> 		
Interaktionsformen	<ul style="list-style-type: none"> <i>Hinweise zu Interaktionsformen, die Schüler zu sprachlichem Handeln bewegen</i> 		
Aufgabenstellungen und Arbeitsmaterial	<i>differenzierende Aufgabenstellungen</i> <i>konkrete Arbeitsblätter und Materialien</i> <i>Hinweise zur Verwendung der Materialien</i>		
Transfer	<i>Anregungen für Übertragung auf andere Kontexte</i> <i>Anschlussmöglichkeiten für den nachfolgenden Unterricht</i>		

- Ein konkretes Beispiel für die Unterrichtsplanung mit dem Planungsraster findet sich in Praxisbeitrag 4.

9.4.3 Fragen, die bei der Planung sprachförderlichen Fachunterrichts hilfreich sein können

Für die Reihenplanung vorab:

- ◆ Welche naturwissenschaftlichen Kompetenzen sollen in dem Unterrichtsabschnitt gefördert werden?
- ◆ Anhand welches Themas und welches Kontextes plane ich die Förderung der Kompetenzen?

Für die Planung eines Unterrichtsabschnittes:

1. Welche fachlichen Lernziele verfolge ich im Unterrichtsabschnitt?
2. Welche sprachlichen Handlungen (vgl. Operatoren in den Bildungsstandards) sind damit verbunden?
3. Welche sprachlichen Lernziele verfolge ich?
 - Welche der 5 sprachlichen Kompetenzbereiche (Hören, Sprechen, Lesen, Schreiben, Sprachreflexion) sollen besonders gefördert werden?
 - Ich formuliere eine überschaubare Anzahl an sprachlichen Lernzielen transparent für die Schüler.
4. Welche sprachlichen Mittel benötigen die Schüler auf Wort-, Satz und Textebene zur Bewältigung der sprachlichen Anforderungen?

Wortebene:

- Welche Begriffe kommen in meinem Unterricht zur Anwendung, die den Schülern nicht oder mit einer anderen Bedeutung bekannt sein könnten?
- Wie lassen sich diese Begriffe ordnen/kategorisieren/in einem Wortfeld zusammenfassen?
- In welchem Zusammenhang stehen diese Begriffe zueinander?
 - Wie könnten diese Begriffe methodisch vorentlastet werden?
 - Nutzung bei einer Diagnose
 - anregende Forscherfragen
 - Aktivieren des Vorwissens
- Mit Hilfe welcher Aufgabenstellungen können die Begriffe eingeübt, angewendet und wiederholt werden?

Satzebene:

- Welche Redewendungen – fachtypischen Satzmuster müssen die Schüler verstehen/nutzen, die in diesem fachlichen Zusammenhang typisch sind?
- Mit Hilfe welcher Aufgabenstellungen können diese Satzmuster eingeübt, angewendet und wiederholt werden?

Textstrukturebene:

- Welche Textsorte soll gelesen/geschrieben werden?
 - Welche Textstrukturen müssen Schüler (er-)kennen, um den Inhalt besser zu verstehen/verbalisieren zu können?
 - Mit Hilfe welcher Aufgabenstellungen können diese Satzmuster eingeübt, angewendet und wiederholt werden?
5. Welche Handlungsschritte und sprachförderlichen Interaktionsformen wähle ich aus?

9.5 Sprachlerncoaching – Ein Unterstützungsmodell inklusiver Sprachförderung auch für den Fachunterricht

Wie lässt sich nun die Unterstützung von Schülern mit sprachlichen Schwierigkeiten in heterogenen Klassen umsetzen, ohne dabei die Förderung der starken Schüler außer Acht zu lassen?

Mit „Sprachlerncoaching“ wird ein Unterstützungsmodell inklusiver Sprachförderung vorgestellt, welches sich dieser Problematik annimmt und auch für den Fachunterricht geeignet scheint.

Die Unterrichtsplanung im Fachunterricht mit sehr heterogenen Klassen ist eine anspruchsvolle Aufgabe, wenn man möglichst allen Lernenden, den starken und jenen mit Lernschwierigkeiten, gerecht werden will. Besondere Herausforderungen stellen sich dabei im Unterricht mit neu zugewanderten Lernenden, die nach dem Besuch einer internationalen Vorbereitungsklasse in den Regelunterricht integriert werden. Sie haben mit dem Übergang Schwierigkeiten, da sie neben der Fachsprache im naturwissenschaftlichen Unterricht auch die Bildungssprache erwerben müssen. Sie müssen lernen, Fachtexten die Informationen zu entnehmen, die für eine aktive Teilnahme am Unterricht erforderlich sind. Voraussetzung und Bedingung für einen individualisierten Unterricht, der den unterschiedlichen Bedürfnissen der Lernenden gerecht wird, ist gleichzeitig, dass diese über Lernstrategien verfügen, die ihnen die zunehmend selbständige Auseinandersetzung mit den Aufgaben im Unterricht sowie die Reflexion ihrer Kompetenzen und Ziele ermöglichen.

Wie kann man diesem Anspruch bei der nur knapp zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit auch noch gerecht werden? Jetzt auch noch Zeit investieren, um Fachtexte zu didaktisieren und in einfache Sprache zu übersetzen? Und vor allem: Wie genau?

In Praxisbeispiel 2 dieser Handreichung „Ozon in unserer Umwelt. Oder: Müssen Fachtexte schwierig sein?“ werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie man die Förderung des Leseverstehens und der Selbstwirksamkeit im naturwissenschaftlichen Unterricht gleichermaßen realisieren kann.

9.5.1 Das Sprachlerncoaching

Lesen ist Grundlage für den Spracherwerb insbesondere der Bildungssprache. Verständnisschwierigkeiten beim Lesen verhindern oft bereits die Bearbeitung einfacher reproduktiver Aufgabenstellungen, wodurch Unterricht in höheren Anforderungsbereichen geradezu unmöglich erscheint. Zum anderen erzeugen ständige sprachliche Barrieren und Lernhemmnisse eine geringe Frustrationstoleranz und Lernmotivation bei Lernern. Dabei sind sich die Lernenden oft gar nicht bewusst über welche Hindernisse sie beim Lesen von Fachtexten stolpern. Ihnen fehlen Strategien der Reflexion und der gezielten Arbeit am Leseverstehen.

Daher leiten sich für Lehrerinnen und Lehrer zwei entscheidende praktische Implikationen ab:

- Didaktischer Handlungsbedarf:

Ein **gezieltes methodisches Vorgehen**

- zur Entwicklung von Unterstützungsmöglichkeiten zur Bewältigung schwieriger Fachtexte,
- **zur sprachlichen Vereinfachung von Fachtexten**, um schwach ausgeprägtes Leseverstehen zu fördern,

sollte bei der Unterrichtsplanung verstärkt in den Fokus genommen werden.

Konkret: Die Didaktisierung von Fachtexten!

- Pädagogischer Handlungsbedarf:

Die **Selbstwirksamkeitsüberzeugung** („... das verstehe ich nie!“), welche als ein entscheidender Faktor für erfolgreiches Lernen gilt, muss gezielt gestärkt werden.

Konkret: Anwendung individueller **Sprachlerncoaching-Maßnahmen!**

Die Grundidee: Leistungsstarke und sozial engagierte Schüler (der Oberstufe) werden zunächst zu sogenannten **Sprachlerncoaches** ausgebildet. Als „Experten“ im naturwissenschaftlichen Bereich erlernen sie, angelehnt an das Regelwerk der **leichten Sprache**, Fachtexte zu adaptieren und sie somit Lernern der Sekundarstufe I zugänglich zu machen. Darüber hinaus erwerben sie Beratungs- und Vermittlungskompetenzen mit dem Ziel, die Lernenden dazu zu befähigen, eigene Lernprozesse selbstregulierend zu steuern und eine positive Einstellung zu schwierigen Lernsituationen – z. B. im Umgang mit einem Fachtext – aufzubauen. Diese mögliche Zusatzausbildung (z. B. im Rahmen des Seminarfaches eines naturwissenschaftlichen Oberstufenprofils; Lerncoaching-AG; Begabtenförderung) stellt eine Kombination aus *Expertenberatung* (Umgang mit Sprache) und *systemischen Lerncoachings* dar, mit welcher diese Sprachlerncoaches sowohl den Fachlehrer als auch die Schüler im inklusiven Unterricht individuell und gezielt unterstützen können. Der pädagogisch-didaktische Grundgedanke hinter Sprachlerncoaching von Schülern für Schüler ist der Ausbau eines in- und exklusiven Förderkonzepts, welches mit Maßnahmen der Begabtenförderung verbunden wird. Denn auf der entgegengesetzten Seite des Leistungsspektrums finden sich (nicht nur) in der Oberstufe begabte Schüler, die ihrerseits auch der Förderung bedürfen. Letztendlich kann somit ein nachhaltiges Modell entstehen, das Begabungen an Schulen sozial mit einbindet und der Leistungsheterogenität und Individualisierung Rechnung trägt.

9.5.2 Qualifizierung der Sprachlerncoaches

Sprachlerncoaching bedient sich vieler methodischer Elemente und Interventionsmaßnahmen¹³ des systemischen (Lern-)Coachings, wobei aber auch die Vermittlung lernspezifischen Wissens im Kontext schwach ausgeprägter Sprachkompetenzen Platz findet. Sprachlerncoaching ist dabei als ein zukunfts- und lösungsorientierter Beratungsprozess im engen Kontext der Sprachförderung zu sehen, bei dem insbesondere die lernstrategischen Ressourcen des Lernenden im Vordergrund stehen. Diese streng strukturierte Form der individuellen Beratung ist ideal geeignet, um die Passung zwischen dem Lerngegenstand (hier: methodischer Umgang mit schwierigen Fachtexten) und dem Lernenden selbst herzustellen. Im Allgemeinen unterstützen Coachingprozesse Lernende bei der Bewältigung von Aufgaben, Problemsituationen und Herausforderungen mit dem Ziel, Lernstrategien zu erweitern und Probleme selbstregulativ lösen zu können. Im Speziellen werden insbesondere Personalkompetenzen in den Fokus genommen, wie z. B. Motivation, Selbstwirksamkeit, Frustrationstoleranz und Reflexionsfähigkeit. Gerade weil diese Kompetenzen einen großen Einfluss auf erfolgreiches Lernen haben, spielen sie bei der Planung von Unterricht eine entscheidende Rolle und müssen gezielt gestärkt werden. Da begabte Oberstufenschüler in der Regel ein positives Selbstbild im Kontext von Schule und Lernen aufweisen, erscheinen sie als die idealen Lernbegleiter bzw. Sprachlerncoaches mit Vorbildcharakter für Schüler mit sprachlichen Schwierigkeiten.

Die Ausbildung der Oberstufenschüler zu Sprachlerncoaches gliedert sich in zwei thematische Blöcke mit den folgenden Schwerpunkten:

Block 1: Coachingkompetenzen für Schüler:

- Hauptintention des Coachings (Haltung, Grundregeln, Konstruktivismus)
- Ablauf und Struktur von Coachinggesprächen
- Gesprächsführungstechniken (aktives Zuhören, Paraphrasieren, Pacing)
- Interventionsmaßnahmen (Methodenkoffer)
- schulische Anwendungsfelder wie z. B. Hausaufgaben, Klassenarbeiten, Zeitmanagement, Konzentration, Motivation.

Block 2: Sprachsensibler Unterricht in den Naturwissenschaften.

- Welche sprachlichen Schwierigkeiten haben Schüler im Fachunterricht?
- Welche Unterstützungsmaßnahmen sind möglich?
- Adaptieren von Fachtexten mit und für Mittelstufenschüler

Nach erfolgreicher Ausbildung zu Sprachlerncoaches können die Oberstufenschüler je nach Organisationsrahmen der Schule spezifisch eingesetzt werden. In unserem Praxisbeispiel kommen die Sprachlerncoaches – auch zur Unterstützung der Lehrkraft in Kontext individualisierten Unterrichts – in den naturwissenschaftlichen Unterricht und sind fester Bestandteil des Geschehens.

¹³ Unter Interventionsmaßnahmen versteht man im Coaching die Anwendung geeigneter Methoden, um z. B. Bewusstmachungsprozesse in Gang zu setzen. In Praxisbeispiel 4 werden z. B. „Skalierungsfragen“ eingesetzt.

10 Literaturverzeichnis

- Abshagen, Maike (2015): Praxishandbuch Sprachbildung Mathematik – Sprachsensibel unterrichten – Sprache fördern, 1. Aufl., Stuttgart: Klett Sprachen.
- Agel, C., Beese, M./Krämer, S. (2012): „Naturwissenschaftliche Sprachförderung – Eine empirische Studie“, in: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht 65(1), S. 36-44.
- Ahrenholz, Bernt [Hrsg.] (2010): Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache, Tübingen: Narr.
- Barke, H.-D. (2006): Chemiedidaktik – Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen, Berlin: Springer.
- Barke, H.-D./Harsch, G. (2001): Chemiedidaktik heute, Berlin: Springer, S. 163ff.
- Bayrak, Cana/Hoffmann, Ludger/Ralle, Bernd (2015): „Sprachliches und fachliches Lernen im Experimentalunterricht.“, in: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht 68(3), S. 177-182.
- Becker-Mrotzek, Michael [Hrsg.] (2013): Sprache im Fach – Sprachlichkeit und fachliches Lernen, Münster: Waxmann (Fachdidaktische Forschungen, 3).
- Beerenwinkel, Anne/Hefti, Claudia/Lindauer, Thomas/Schmellentin, Claudia (2014): „Informationsdichte Texte. Wie lassen sie sich im naturwissenschaftlichen Unterricht gewinnbringend einsetzen?“, in: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht 67(4), S. 228-234.
- Beese, Melanie / Benholz, Claudia (2013): Sprachförderung im Fachunterricht. Voraussetzungen, Konzepte und empirische Befunde. In Röhner, Charlotte / Hövelbrinks, Britta (Hrsg.): Fachbezogene Sprachförderung in Deutsch als Zweitsprache. Theoretische Konzepte und empirische Befunde zum Erwerb bildungssprachlicher Kompetenzen, Weinheim und Basel: Juventa, S. 37–56.
- Beese, Melanie (2014): Sprachbildung in allen Fächern, 1. Aufl., München: Klett-Langenscheidt.
- Beese, Melanie/Poloczek, Alrun/Rous, Meike/Vermöhlen, Sven (2013): „Steckbriefe und Beschreibungstexte im sprachsensiblen Biologieunterricht – eine Unterrichtsreihe zum Ökosystem Wald.“, in: Biologie 5-10, 4, Themenschwerpunkt „Protokolle und Co. – Fachsprache entwickeln“, S. 18-21.
- Beese, Melanie/Krämer, Silke (2015): Praxishandbuch Sprachbildung in Biologie – Sprachsensibler Biologieunterricht in der Sekundarstufe, Stuttgart: Klett.
- Benholz, Claudia/Frank, Magnus/Gürsoy, Erkan (Hg.) (2015): Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern – Konzepte für Lehrerbildung und Unterricht, Stuttgart: Fillibach bei Klett.
- Brandt, Hanne/Gogolin, Ingrid (2016): Sprachförderlicher Fachunterricht – Erfahrungen und Beispiele, Münster/New York: Waxmann.
- Erath, Kirstin/Prediger, Susanne (2014): „Was wird zum Erklären gelernt? Konstitution eines Lerngegenstands in der Klasseninteraktion.“, in: Beiträge zum Mathematikunterricht 1, S. 345-348. [URL: <http://hdl.handle.net/2003/33111>]
- Erbar, Christina-Maria: Das Thema „Luft“ im Chemieunterricht, http://www.chids.de/dachs/wiss_hausarbeiten/Luft_Erbar.pdf, [Stand: 05.02.17]
- Feldmaier, Alexis/Markov, Stefan (2012): Sprachlerncoaching zur Förderung der Lernerautonomie im DaZ-Unterricht. [URL: <https://www.fremdsprachedeutschdigital.de/fd.46.2012.041>] (Stand 08.01.17)

- Hafner, Lutz et al. [Hrsg.] (1995): Genetik. Materialien für den Sekundarbereich Biologie. Hannover: Schroedel, Grüne Reihe, S. 84ff.
- Härtig, Prechtel et al. (2015): „Unterrichtssprache im Fachunterricht – Stand der Forschung und Forschungsperspektiven am Beispiel des Textverständnisses“, in: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, S. 1-13.
- Hartmann, Stefan (2013): Die Rolle von Leseverständnis und Lesegeschwindigkeit beim Zustandekommen der Leistungen in schriftlichen Tests zur Erfassung naturwissenschaftlicher Kompetenz, Universität Duisburg-Essen, Diss.
- Jäkel, Lissy/Ricart-Brede, Julia (2014): „Fachgemäße Arbeitsweisen im Biologieunterricht mit Seiteneinsteigerinnen. „wir DENken doch in der sprache“ – ein Problemaufriss.“, in: Trumpp, Silke/ Seifried, Stefanie/Franz, Eva-Kristina/Klauß, Theo (Hrsg.): Inklusive Bildung – Erkenntnisse und Konzepte aus Fachdidaktik und Sonderpädagogik, Weinheim u.a.: Beltz Juventa, S. 275-291.
- Kleppin, Karin/Mehlhorn, Grit (2008): „Sprachlernberatung im schulischen Kontext“, in: Fremdsprache Deutsch 38 (Sprechen lernen – Theorien und Modelle), Hueber Verlag.
- Kniffka, Gabriele (2012): „Scaffolding – Möglichkeiten, im Fachunterricht sprachliche Kompetenzen zu vermitteln.“, in: Michalak, Magdalena/Kuchenreuther, Michaela (Hrsg.): Grundlagen der Sprachdidaktik Deutsch als Zweitsprache, Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, S. 208–225.
- Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland: Bildungsstandards im Fach Biologie für den mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004. – München: Wolters Kluwer (2005) [URL: www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Biologie.pdf – Beschlüsse der Kultusministerkonferenz] (Stand: 27.02.2017)
- Krägeloh, Nadine/Prediger, Susanne (2015): „Der Textaufgabenknacker – Ein Beispiel zur Spezifizierung und Förderung fachspezifischer Lese- und Verstehensstrategien“, in: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht 68(3), S. 138-144.
- Langer, Elisabeth (2015): „Sprache(n) im Fachunterricht – die österreichische Perspektive“, in: Fremdsprachen lehren und lernen 44(2), S. 73-86.
- Leisen, Josef (2013): Handbuch Sprachförderung im Fach – Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis, Stuttgart: Klett.
- Leisen, Josef [Hrsg.] (2009): Sachtexte lesen im Fachunterricht der Sekundarstufe, Stuttgart: Klett.
- Maksimova, Nina/Sumfleth, Elke(2011): „Der Einfluss der Sprachkompetenz auf die Chemieleistung“, in: Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie, Höttecke, Dietmar [Hrsg.], Lit-Verlag, S. 608-610.
- Markic, Silvija/Hagenmüller, Katja (2015): „Vokabellernen im NW-Unterricht“, in: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht 68(3), S. 159-165.
- Markl, Jürgen (2010): Biologie. Schülerbuch Oberstufe, Stuttgart: Klett, S. 168f.
- Michalak, Magdalena [Hrsg.] (2014): Sprache als Lernmedium im Fachunterricht – Theorien und Modelle für das sprachbewusste Lehren und Lernen, Baltmannsweiler: Schneider.
- Neugebauer, Claudia/ Nodari, Claudio (2012): Förderung der Schulsprache in allen Fächern – Praxisvorschläge für Schulen in einem mehrsprachigen Umfeld: Kindergarten bis Sekundarstufe I, Bern: Schulverlag plus.

- Nitz, Sandra et al. (2011): „Fachsprache im naturwissenschaftlichen Unterricht – eine empirische Untersuchung zur Einstellung angehender Lehrkräfte“, in: Unterrichtswissenschaft 39(3), S. 245-262.
- Ohm, Udo/Kuhn, Christina/Funk, Hermann (2007): Sprachtraining für Fachunterricht und Beruf. Fachtexte knacken – mit Fachsprache arbeiten, Münster: Waxmann. [URL: www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783830967446.] (Stand: 27.02.2017)
- Özcan, Nermin (2012): Zum Einfluss der Fachsprache auf die Leistung im Fach Chemie. Eine Förderstudie zur Fachsprache im Chemieunterricht. Diss. [URL: duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate32668/Dissertation_Oezcan_2012_Publikation.pdf] (Stand 21.10.16)
- Parchmann, Ilka et al.: Behandlung des Themas Ozon im Chemieunterricht mit Hilfe anschaulicher Experimente, <http://pluslucis.univie.ac.at/PlusLucis/971/ozon.pdf> (Stand: 05.02.17)
- OECD: PISA 2000. Beispielaufgaben aus dem Naturwissenschaftstest, <https://www.tresselt.de/download/pisaNW.pdf> (Stand: 05.02.17)
- Pastille, Reinhard/ Bolte, Claus (2010): „Spracharbeit – die andere Seite des naturwissenschaftlichen Unterricht“, in: Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik. Jahrestagung Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik in Dresden 2009, hrsg. von Dietmar Höttecke, Münster: Lit Verl., S. 131-133.
- Portmann-Tselikas, Paul R./Schmölzer-Eibinger, Sabine (2008): „Textkompetenz“, in: Fremdsprache Deutsch 39, S. 5-16.
- Prediger et al. (2016): Hauptvortrag : Sprachbildung im Mathematik – Neue Herausforderungen für Unterricht, Fortbildung und Multiplikatorenqualifizierung, DZM-Materialien zur Lehrerfortbildung, Sprachsensibles Unterrichten fördern in Mathematik. Vortragsfolien
- Prediger, Susanne/Wilhelm, Nadine/Büchter, Andreas/Gürsoy, Erkan/Benholz, Claudia (2015): „Sprachkompetenz und Mathematikleistung – empirische Untersuchung sprachlich bedingter Hürden in den zentralen Prüfungen 10“, in: Journal für Mathematik-Didaktik 36(1), S. 77-104. [URL: dx.doi.org/10.1007/s13138-015-0074-0] (Stand: 27.02.2017)
- Prediger, Susanne/Wessel, Lena (2012): „Darstellungen vernetzen – Ansatz zur integrierten Entwicklung von Konzepten und Sprachmitteln“, in: Praxis der Mathematik in der Schule 54(45), S. 29–34.
- Ralle, Bernd/Prediger, Susanne/Hammann, Marcus/Rothgangel, Martin [Hrsg.] (2014): Lernaufgaben entwickeln, bearbeiten und überprüfen – Ergebnisse und Perspektiven der fachdidaktischen Forschung, Münster u.a.: Waxmann. [URL: www.ciando.com/ebook/bid-1714690].
- Riebling, Linda (2013): Sprachbildung im naturwissenschaftlichen Unterricht – Eine Studie im Kontext migrationsbedingter sprachlicher Heterogenität, Münster u.a.: Waxmann. [URL: www.ciando.com/ebook/bid-491188.] (Stand: 27.02.2017)
- Röhner, Charlotte/Hövelbrinks, Britta [Hrsg.] (2013): Fachbezogene Sprachförderung in Deutsch als Zweitsprache – Theoretische Konzepte und empirische Befunde zum Erwerb bildungssprachlicher Kompetenzen, Weinheim: Beltz-Juventa.
- Schmölzer-Eibinger, Sabine [Hrsg.] (2013): Sprachförderung im Fachunterricht in sprachlich heterogenen Klassen, 1. Aufl., Stuttgart: Klett.
- Schmölzer-Eibinger, Sabine/Rotter, Daniela (2015), „Schreiben als Medium des Lernens in der Zweitsprache. Förderung literaler Kompetenz im Fachunterricht durch

eine prozedurenorientierte Didaktik und Focus on Form“, in: Schmölder-Eibinger, Sabine/Thürmann, Eike, Hrsg. (Hrsg.), Schreiben als Medium des Lernens. Kompetenzentwicklung durch Schreiben in allen Fächern, Münster: Waxmann, 73–97.

- Schmölder-Eibinger, Sabine [Hrsg.] (2013): Sprachförderung im Fachunterricht in sprachlich heterogenen Klassen, 1. Aufl., Stuttgart: Klett.
- Stäudel, Lutz/ Weber, Brigitte [Hrsg.] (2001): Informationen beschaffen/aufbereiten/präsentieren, Seelze: Friedrich Verlag.
- Tajmel, Tanja (2016): Naturwissenschaftliche Bildung in der Migrationsgesellschaft, Berlin: Springer.
- Tajmel, Tanja/Hägi-Mead, Sara (2016): Sprachbewusste Unterrichtsplanung – Prinzipien, Methoden und Beispiele zur Umsetzung, Münster: Waxmann.
- Tajmel, Tanja/Starl, Klaus [Hrsg.] (2009): Science Education Unlimited – Approaches to Equal Opportunities in Learning Science, Münster: Waxmann.
- Tajmel, Tanja (2011): Sprachliche Lernziele im naturwissenschaftlichen Unterricht, Universität Duisburg-Essen. [URL: www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz] (Stand: 27.02.2017)
- Tajmel, Tanja (2013): „Bildungssprache im Fach Physik“, in: Gogolin, Ingrid/Lange, Imke/Michel, Ute/Reich, Hans H. [Hrsg.]: Herausforderung Bildungssprache – und wie man sie meistert, Münster: Waxmann, S. 239-256.
- Thörne, Karin/Gericke, Niklas M./Hagberg, Mariana (2013): „Linguistic Challenges in Mendelian Genetics: Teachers’ Talk in Action“, in: Science education 97(5), S. 695-722. [URL: [dx.doi.org/10.1002/sce.21075](https://doi.org/10.1002/sce.21075)] (Stand: 27.02.2017)
- Thürmann, E./Vollmer, H. (2011): „Checkliste zu sprachlichen Aspekten des Fachunterrichts“, [URL: www.unterrichtsdiagnostik.info/media/files/Beobachtungsraster_Sprachsensibler_Fachunterricht.pdf] (Stand: 15.10.2016)

Behörde für Schule und Berufsbildung

Hamburger Straße 31
22083 Hamburg

www.hamburg.de/bsb/handreichungen



Hamburg | Behörde für Schule
und Berufsbildung