

Kommunikationskompetenz im Fach Chemie

Bildungsstandards im Fach Chemie für die allgemeine Hochschulreife

Erläuterungen verfasst von: Prof. Dr. Armin Lühken, Prof. Dr. Elke Sumfleth und Prof. Dr. Maik Walpuski

1 Allgemeine Einführung

In der Gemeinschaft naturwissenschaftlich Forschender hat sich wie in jeder sozialen Gruppe eine eigene Form der Kommunikation entwickelt. Dies äußert sich zum einen in der Fachsprache, zum anderen darin, wie welche Informationen erschlossen, aufbereitet, ausgetauscht oder eingeschätzt werden. Kommunikationskompetenz verlangt deshalb auch, dass die Fachsprache der Alltagssprache in ihren Begrifflichkeiten und Wendungen, Bildern und Metaphern gegenübergestellt wird. Dabei müssen insbesondere die Identität und Synonymie von Wortbegriffen reflektiert und deutlich gemacht werden.

Die Fachsprache besteht neben dem Fachvokabular auch aus bestimmten sprachlichen Wendungen, üblichen sprachlichen Bildern und Metaphern und bevorzugten grammatikalischen Konstruktionen. Das Erschließen, Aufbereiten, Austauschen und Einschätzen von Information beinhaltet den Umgang mit Fachsprache (Vokabeln und Wendungen), Darstellungsformen (z. B. Diagrammen, Grafiken, Abbildungen, Texten, Formeln etc.) und Argumentationsmustern. Fachsprache, fachübliche Darstellungsformen und fachtypische Argumentationsmuster lassen sich als *kommunikationsbezogenes Fachwissen* ansehen.

Kommunikationskompetenz zeigt sich darin, dass dieses Fachwissen – also Fachsprache, Darstellungsformen und Argumentationsmuster – bewusst und reflektiert eingesetzt werden kann. Kommunikation hat dabei ein Ziel (z. B. darstellen oder überzeugen), findet in einer bestimmten Situation statt (z. B. im Labor, in einer wissenschaftlichen Veröffentlichung), bezieht sich auf eine Sache (z. B. den naturwissenschaftlichen Inhalt) und adressiert eine bestimmte Person oder Personengruppe (z. B. Experten, Laien etc.). Bewusste und reflektierte Kommunikation ist also immer ziel- bzw. situationsgerecht, sachgerecht und adressatengerecht zu gestalten. Damit ist auch klar, dass nicht jede sprachliche Äußerung im naturwissenschaftlichen Unterricht eine Förderung von Kommunikationskompetenz darstellt. Erwerb und Förderung von Kommunikationskompetenz fokussiert vielmehr darauf, das kommunikationsbezogene Fachwissen (Fachsprache, Darstellungsformen und Argumentationsmuster) der Naturwissenschaften ausdrücklich darzustellen, zu reflektieren und anzuwenden. Anlässe dazu sind das Erschließen, Aufbereiten, Austauschen und Einschätzen von naturwissenschaftlichen Informationen.

Informationen in den Naturwissenschaften sind sprachlich, bildlich, symbolisch und mathematisch kodiert. Diagramme, Gleichungen, Funktionen, andere mathematische Symbole sowie eigene Formel- und Symbolsysteme sind abstrakte Darstellungsformen, die für die Naturwissenschaften insgesamt große Bedeutung haben. Absolventen der allgemeinen Hochschulreife

können mit diesen Darstellungsformen nicht nur umgehen, sondern können auch erklären, welche Bedeutung sie für das Fach haben, welche Vorteile sie für naturwissenschaftliche Arbeitsweisen bieten und wie sie mit (fach-)sprachlichen Beschreibungen verknüpft sind bzw. sich von diesen abgrenzen. Insbesondere Ausdrücke der Mathematik sind grundlegend für die Kommunikation in den Naturwissenschaften und entsprechend bei der Entwicklung von Kommunikationskompetenz besonders zu beachten.

Ziel- und Situationsbezug sind von der Kommunikationsabsicht abhängig, die sich ggf. aus der Aufgabenstellung ergibt. In den Naturwissenschaften geht es meistens um Erläuterungen bzw. Erklärungen eines Sachverhalts. Diese sollten vor allem in ihrem sachlogischen Aufbau kleinschrittig sein und die innere Logik bzw. die inneren Zusammenhänge müssen transparent und kohärent sein. Dabei sind die Zusammenhänge durch verschiedene naturwissenschaftliche Modelle gegeben und die Glaubwürdigkeit und Anschaulichkeit resultiert aus den damit verbundenen Daten und Beobachtungen. Ist mit der Kommunikation eine Überzeugungsabsicht verbunden – beispielsweise im Rahmen einer kontroversen Argumentation – kommt es vor allem auf Gegenargumente, Einschränkungen oder Gegen-Thesen an. Auch hierbei stehen datengestützte Belege und logische Argumentationen im Vordergrund.

Der Situations- und Adressatenbezug greift die Frage auf, wer in welcher Situation miteinander kommunizieren soll. Es lassen sich prinzipiell mündliche und schriftliche Kommunikation unterscheiden. Auch kommunizieren naturwissenschaftlich Forschende bei Diskussionen im Labor anders als in wissenschaftlichen Veröffentlichungen und wieder anders als bei Vorträgen. Umfang, Genauigkeit und Rolle von Fachsprache und Darstellungsformen variieren je nach Kommunikationssituation. Ein exakt gestaltetes Diagramm auf einem Schmierzettel bei einer mündlichen Diskussion im Labor wird sicherlich als unnötig präzise erachtet, während ein handskizziert Diagramm zur Darstellung der Messdaten in einem Vortrag als inakzeptabel gelten würde.

Die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife umfassen daher in diesem Kompetenzbereich drei sich überlappende Teilbereiche, die diesen Aspekten Rechnung tragen:

1. Informationen erschließen
2. Informationen aufbereiten
3. Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren

2 Konkretisierung der Kompetenzteilbereiche durch Standards

Die Kommunikationskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von Fachsprache, fachtypischen Darstellungen und Argumentationsstrukturen und in der Fähigkeit, diese zu nutzen, um fachbezogene Informationen zu erschließen, adressaten- und situationsgerecht darzustellen und auszutauschen. Kompetentes Kommunizieren in der Chemie bedingt ein Durchdringen der Teilkompetenzbereiche Erschließen, Aufbereiten und Austauschen. Im Bereich der Kommunikationskompetenz ist es wichtig, sich nicht darauf zu beschränken, fachlich richtige Sätze zu Aufgabenstellungen zu formulieren, sondern auch fachlich und fachsprachlich richtig mit chemiebezogenen analogen und digitalen Informationsmaterialien umzugehen und unterschiedliche Repräsentationsformen adressatengerecht einzusetzen. Fachsprache und andere fachspezifische Repräsentationsformen wie chemische Formeln und Reaktionsgleichungen werden erlernt, um Inhalte aus unterschiedlichen Medien zu erschließen, sie fachgerecht und aufgabenbezogen aufzubereiten und um situationsangemessen agieren zu können. Hierzu zählt der Informationsaustausch im sozialen Umfeld genauso wie die Partizipation in

einer wissenschaftlichen Diskussion auf einem angemessenen Niveau. Dazu müssen Aussagen – auch im historischen Kontext – differenziert wahrgenommen, Missverständnisse und Standpunkte geklärt und Lösungen angestrebt werden.

Teilbereich 1: „Informationen erschließen“

In diesem Teilkompetenzbereich formulieren vier Standards, wie mit Hilfe des kommunikationsbezogenen Fachwissens Informationen gesucht, ausgewählt und geprüft werden:

Die Lernenden ...

- K 1 recherchieren zu chemischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus;
- K 2 wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu chemischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen;
- K 3 prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen;
- K 4 überprüfen die Vertrauenswürdigkeit verwendeter Quellen und Medien (z. B. anhand ihrer Herkunft und Qualität)

Ziel ist es, dass die Lernenden die vielfältigen, analogen und digitalen Medien zur Erschließung von Informationen kennen und charakterisieren können. Medientypen mit ihren jeweiligen Möglichkeiten und Grenzen müssen kritisch und dem Zweck angemessen ausgewählt werden. Dabei muss das Ziel der Recherche definiert sein (**K 1**). Bei der Auswahl von Informationen müssen die Lernenden die Relevanz zum chemischen Sachverhalt beziehungsweise der Fragestellung erkennen und sollen zunehmend komplexe Informationsdarstellungen (Grafiken, Schemata, Tabellen, chemische Formeln, Modelle, Simulationen etc.) erschließen können (**K 2**). Informationen und Daten sollen nach Möglichkeit aus verschiedenen Quellen erschlossen und dabei unbedingt miteinander verglichen werden. Die stets kritische Sicht auf Informationen und Daten und deren Vergleich mit anderen Quellen ist ein wichtiges Ziel der Kompetenzentwicklung. Die Lernenden sollen Quellen hinsichtlich ihrer Eignung (**K 3**), Plausibilität und Glaubwürdigkeit für den chemischen Sachverhalt, beziehungsweise die Fragestellung einschätzen können (**K 4**). Dabei weist der Standard K4 eine enge Verbindung zur Bewertungskompetenz (**B 2**) auf. Der wesentliche Unterschied liegt jedoch darin, dass im Rahmen der Kommunikationskompetenz der Focus auf der Qualität der Quelle liegt, während im Rahmen der Bewertungskompetenz die Inhalte bewertet werden.

Teilbereich 2: „Informationen aufbereiten“

Vier Standards in diesem Teilbereich geben an, welche Kompetenzen zur Vorbereitung einer chemiebezogenen und situationsbezogenen Kommunikation notwendig sind:

Die Lernenden ...

- K 5 wählen chemische Sachverhalte und Informationen sach-, adressaten- und situationsgerecht aus;
- K 6 unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache;
- K 7 nutzen geeignete Darstellungsformen für chemische Sachverhalte und überführen diese ineinander;

K 8 strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab.

In diesem Teilbereich geht es um die Vorbereitung eines Kommunikationsprozesses durch die Lernenden, bei dem die erschlossenen Informationen vermittelt werden sollen. Die als relevant und aussagekräftig ausgewählten Informationen und Daten zu chemischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen (vgl. **K 2**) müssen nun entsprechend dem Kommunikationsanlass sach-, adressaten- und situationsgerecht weiter ausgewählt werden (**K 5**). Hierbei ist bei Informationsaufbereitung insbesondere eine genaue Reflexion der Alltags- und Fachsprache in den Quellenmaterialien einerseits und der (fach-)sprachlichen Darstellung im Rahmen des Kommunikationsanlasses andererseits vorzunehmen (**K 6**). Insbesondere sollen verschiedene Darstellungsformen in Betracht genommen werden und ggf. in eine für den Kommunikationsanlass geeignete Form überführt werden (**K 7**). Wesentlich für die Vorbereitung ist die Strukturierung und Interpretation der Informationen sowie die Formulierung von Schlussfolgerungen. Das bedeutet zunächst eine klare Gliederung und mögliche Zusammenfassung von Informationen. Dabei muss den Lernenden bewusst sein, dass immer eine subjektive Sicht auf Informationen besteht und diese zumindest teilweise bewusst oder unbewusst der eigenen Interpretation unterliegen (**K 8**).

Teilbereich 3: „Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren“

In diesem Teilbereich wird mit fünf Standards die Kommunikationskompetenz im engeren Sinne, also der Informationsaustausch und die Diskussion der Lernenden formuliert:

Die Lernenden ...

K 9 verwenden Fachbegriffe und -sprache korrekt;

K 10 erklären chemische Sachverhalte und argumentieren fachlich schlüssig;

K 11 präsentieren chemische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien;

K 12 prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate;

K 13 tauschen sich mit anderen konstruktiv über chemische Sachverhalte aus, vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt.

Nach Reflexion und Aufbereitung der Informationen in Hinblick auf Alltags- und Fachsprache (vgl. **K 6**) sollen im Verlauf des Kommunikationsanlasses Fachbegriffe und die Fachsprache korrekt eingeführt und konsistent weiterverwendet werden. Insbesondere sollen die Lernenden auf eine Abgrenzung der Alltagssprache von der Fachsprache achten. Bestehende bzw. falsche Identität und Synonymie von Wortbegriffen muss den Lernenden bewusst sein. Besonderes Augenmerk ist auf die korrekte Verwendung der chemischen Formelsprache und die bewusste Differenzierung bei sprachlichen Formulierungen auf Stoff- und Teilchenebene zu legen (**K 9**). Die fachtypischen Denk- und Arbeitsweisen der Chemie (vgl. Erkenntnisgewinnungskompetenz) zeigen sich auch in der Kommunikationsstruktur, insbesondere bei Verwendung der chemischen Formelsprache und von Modellen bzw. Modellvorstellungen. Diese müssen sinnvoll eingesetzt werden und zu schlüssigen Darstellungen bzw. Aussagen der chemischen Sachverhalte führen (**K 10**). Die Auswahl der Präsentations- bzw. Kommunikationsmedien richtet sich dem Anlass entsprechend nach dem Sachgegenstand bzw. Sachverhalt, den Adressaten und den Rahmenbedingungen der Kommunikationssituation. Die Lernenden sollen die vielfältigen analogen und digitalen Präsentations- bzw. Kommunikationsmedien kennen, eine reflektierte Auswahl geeigneter Medien treffen und diese sinnvoll und angemessen einsetzen (**K 11**). Bei der Präsentation bzw. Verwendung von Informationen gehört es

unbedingt zur Kommunikationskompetenz, Quellen und Zitate korrekt und vollständig anzugeben und die Urheberschaft ggf. kritisch zu erläutern bzw. zu hinterfragen. Dies ist eine Voraussetzung für den Bereich der Bewertungskompetenz (siehe dort B2, B4) (**K 12**). In der Zusammenfassung fokussiert der Teilbereich auf den fachkompetenten Austausch und die Diskussion mit dem Ziel eines konstruktiven Lernfortschritts der Lernenden zu chemischen Sachverhalten (**K 13**).

3 Konkretisierung der Standards in Lernaufgaben

Die erste Gruppe von Standards (**K 1 – K 4**) bildet den Kompetenzteilbereich *Informationen erschließen* und wird in allen Lernaufgaben adressiert, da dort den Lernenden Informationsmaterialien zur Verfügung gestellt werden, mit denen sie arbeiten sollen. Der Standard **K 1** (Die Lernenden recherchieren zu chemischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus.) wird beispielsweise in der Lernaufgabe *Was treibt Raketen an?* in der Weise angesprochen, dass die Lernenden die Bedeutungen und Zusammenhänge der Größen Entropie, Reaktionsenthalpie und freier Enthalpie systematisch erarbeiten. Dazu werden verschiedene Informationen in einem Simple Club YouTube-Film und alternativ auch im Schulbuch und im Internet recherchiert. Gemäß dem Standard **K 2** (Die Lernenden wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu chemischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen.) systematisieren die Lernenden in dieser Aufgabe durch Auswahl der Informationen ihnen bereits bekannte Begriffe der Thermodynamik (Reaktionsenthalpie, exotherm/endotherm) mit noch unbekanntem (Entropie, exergonisch/endergonisch) gemeinsam neu, um anwendungsbezogen (Raketentreibstoffe) verschiedene chemisch-thermodynamische Sachverhalte zu erarbeiten. Der Standard **K 3** (Die Lernenden prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussage.) kann beispielhaft in der Lernaufgabe *Carbon Capture and Storage: eine vielversprechende Strategie?* illustriert werden. Die Lernenden entnehmen einer digitalen Informationsquelle ein Diagramm zur Entwicklung des Kohlenstoffdioxid-Gehaltes der Atmosphäre, wobei sie hierbei eine Zeitspanne auswählen, die sie für interessant halten. Differenzierend soll der gewählte Diagrammausschnitt mit den Aussagen aus einer zweiten Quelle verglichen werden, sodass die Aussage des Diagramms weiter erläutert und geprüft werden kann. Die Lernaufgabe beschäftigt sich mit dem ökonomisch, ökologisch und politisch sehr kontrovers diskutierten Thema „Klimawandel“, zu dem es unzählige seriöse aber auch unseriöse und unwissenschaftliche Informationsquellen gibt. Die Lernenden können in der Aufgabe entsprechend dem Standard **K 4** (Die Lernenden überprüfen die Vertrauenswürdigkeit verwendeter Quellen und Medien (z. B. anhand ihrer Herkunft und Qualität.) die Quellen prüfen und als seriös bewerten. Die Quellen sind Regierungs- oder Forschungsinstitute, die die Daten gewissenhaft, wertfrei und ohne kommerzielle Interessen veröffentlichen, und die daher als vertrauenswürdig eingestuft werden können. Dies gilt auch für die dritte Quelle, in der eine Gegendarstellung zur Klimadebatte vorgenommen wird.

Die zweite Gruppe von Standards (**K 5 – K 8**) bilden den Kompetenzteilbereich *Informationen aufbereiten* und zielen auf die Vorbereitung eines adressaten- und situationsbezogenen Kommunikationsprozesses. Beispielhaft wird hier die Lernaufgabe „Nanosilber“ – *Winzlinge im Alltag!* angeführt. In der ersten Teilaufgabe sollen die Lernenden Informationen zur Nanotechnologie hinsichtlich Teilchengröße, Anwendungsgebiete und Auswirkungen in einer Mindmap zur Präsentation in der Lerngruppe zusammenstellen. Damit ist zunächst der Standard **K 5**

(Die Lernenden wählen chemische Sachverhalte und Informationen sach-, adressaten- und situationsgerecht aus.) adressiert. Bei der Erstellung der Mindmap auf Grundlage der unterschiedlichen Informationsquellen werden auch bereits die übrigen drei Standards (**K 6 – K 8**) insbesondere **K 7** (Die Lernenden nutzen geeignete Darstellungsformen für chemische Sachverhalte und überführen diese ineinander.) bedient. **K 8** (Die Lernenden strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab.) wird in der zweiten Teilaufgabe fokussiert, indem die Lernenden die Vorteile von Nanoteilchen für den Einsatz in Produkten benennen und vorstellen sollen. **K 8** wird in Teilaufgabe 4 der Lernaufgabe noch einmal adressiert, wenn die Lernenden Argumente für den sorgsamsten Umgang mit Nanosilber zusammenfassen sollen. In Teilaufgabe 2 wird auch die bewusste Unterscheidung von Alltags- und Fachsprache, entsprechend dem Standard **K 6** (Die Lernenden unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache.) gefordert. Die Lernenden interpretieren und übersetzen hierbei unter anderem den Begriff „Umwandlung“ von Silber-Atomen, wie er in der Filmquelle genannt wird, mit dem Fachbegriff „Oxidation“.

Die Standards (**K 9 – K 13**) bilden den dritten Kompetenzteilbereich *Informationen austauschen und wissenschaftlich diskutieren*. Der Standard **K 9** (Die Lernenden verwenden Fachbegriffe und -sprache korrekt.) lässt sich beispielhaft mit der Lernaufgabe *Aluminium – ein Leichtmetall mit schweren Folgen?* erläutern. Die Lernenden sollen in der Teilaufgabe 2 die Vorgänge an den Elektroden bei der Schmelzflusselektrolyse unter Verwendung der chemischen Symbolsprache erklären. Dabei ist eine Niveaudifferenzierung der Fachbegriffe vorgesehen. Im Weiteren der Teilaufgabe soll der chemische Sachverhalt der Anodenkorrosion und deren Folge im komplexeren Zusammenhang der Schmelzelektrolyse erläutert werden. Damit wird der Standard **K 10** (Die Lernenden erklären chemische Sachverhalte und argumentieren fachlich schlüssig.) adressiert. Ein Beispiel der Umsetzung des Standards **K 11** (Die Lernenden präsentieren chemische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien.) ist in der zweiten Teilaufgabe der Lernaufgabe *Carbon Capture and Storage: eine vielversprechende Strategie?* zu sehen. Arbeitsteilig in Gruppen präsentieren die Lernenden verschiedene Möglichkeiten zur Verringerung der Emission von Kohlenstoffdioxid aus Kohlekraftwerken („Post-combustion-Verfahren“; „Precombustion-Verfahren“; „Oxyfuel-Verfahren“). Dabei sollen sowohl analoge als auch digitale Medien verwendet werden. Der Standard **K 12** (Die Lernenden prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate.) ist bei diesen Präsentationen (wie in allen anderen Lernaufgaben) selbstverständlich und verpflichtend. Der letzte Standard **K 13** (Die Lernenden tauschen sich mit anderen konstruktiv über chemische Sachverhalte aus, vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt.) soll noch einmal an der Lernaufgabe *Was treibt Raketen an?* exemplarisch dargestellt werden. In der Teilaufgabe 2 sollen die Lernenden im Plenum ihre Reaktionsgleichungen, Rechenwege und Ergebnisse für die chemischen und thermodynamischen Vorgänge im Haupt- und Oberstufentriebwerk einer Rakete vorstellen und reflektieren. Mögliche Fehlerquellen sollen gemeinsam diskutiert und korrigiert werden.

4 Literatur zum Weiterlesen

- ◆ KMK (2020). Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Chemie.pdf (Zugriff am 18.06.2020)

- ◆ KMK (2020). Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Chemie.pdf (Zugriff am 18.06.2020)
- ◆ H. A. Pant, P. Stanat, U. Schroeders, A. Roppelt, T. Siegle & C. Pöhlmann (Hrsg.). (2013). IQB-Ländervergleich 2012 - Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I. Münster: Waxmann
- ◆ P. Stanat, S. Schipolowski, N. Mahler, S. Weirich & S. Henschel (Hrsg.). (2019). IQB-Bildungstrend 2018 – Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich. Münster: Waxmann
- ◆ K. Sommer, J. Wambach-Laicher & P. Pfeifer (Hrsg.). (2018). Konkrete Fachdidaktik Chemie. (S. 109-117). Seelze: Aulis Verlag in Friedrich Verlag (Kapitel 5: Bildungsstandards – Kompetenzen – Lehrpläne)
- ◆ S. Streller, C. Bolte & D. Dietz (2019). Chemiedidaktik an Fallbeispielen: Anregungen für die Unterrichtspraxis. Berlin: Springer (Kapitel 1: Kompetenzorientierung und Basiskonzepte)