

Erläuterung: Erkenntnisgewinnungskompetenz im Fach Chemie

Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss

Erläuterungen überarbeitet von: Prof. Dr. David-S. Di Fuccia und
Prof. Dr. Maik Walpuski (auf der Grundlage des Erläuterungstextes AHR)

1 Einleitung

Die für den Mittleren Schulabschluss beschriebenen Kompetenzbereiche Sach-, Erkenntnisgewinnungs-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz durchdringen einander und bilden insgesamt die Fachkompetenz im Fach Chemie. Fachkompetenz zeigt sich in der Verbindung von Wissen und Können und wird durch den Umgang mit Inhalten aufgebaut. Die einzelnen Kompetenzbereiche erfordern ein großes Spektrum an Kenntnissen über Konzepte, Theorien, Modelle, Verfahren, Denk- und Arbeitsweisen, Fachsprache, fachtypische Darstellungen und Argumentationsstrukturen, fachliche wie überfachliche Perspektiven und Bewertungsverfahren.

Kompetenzen im Bereich Erkenntnisgewinnungskompetenz werden unter Einbezug von quer zu den Kompetenzbereichen liegenden Basiskonzepten und verbindlichen inhaltlichen Aspekten erworben, über die die Lernenden zum Zeitpunkt des Erwerbs des Mittleren Schulabschlusses verfügen sollen.

Die Kompetenzbereiche sind in Teilbereiche untergliedert.

2 Allgemeine Einführung

Während die Kenntnisse über naturwissenschaftliche Fachinhalte und ihre Anwendung durch den Kompetenzbereich der Sachkompetenz beschrieben werden, umfasst der Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung vor allem methodische Kompetenzen, die sich auf das Verständnis, die Anwendung und die Reflexion naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen und das Wissenschaftsverständnis aus naturwissenschaftlicher Perspektive beziehen. „Die Erkenntnisgewinnungskompetenz der Lernenden zeigt sich in der Kenntnis von naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen und in der Fähigkeit, diese zu beschreiben, zu erklären und zu verknüpfen, um Erkenntnisprozesse nachvollziehen oder gestalten zu können und deren Möglichkeiten und Grenzen zu reflektieren“ (KMK, 2020).

Bei der Untersuchung naturwissenschaftlicher Phänomene besteht der erste Schritt darin, die für das Phänomen bedeutsamen und durch chemische Betrachtungen überhaupt beantwortbaren Fragestellungen zu identifizieren. Um solche Fragestellungen zu bearbeiten, sind in der

Regel verschiedene Vorgehensweisen denkbar. Diese können z. B. die Recherche in Fachliteratur, die Befragung von Expertinnen oder Experten, die Bildung und/oder Nutzung von Modellen und die Bearbeitung der Fragestellung im theoretischen Rahmen, die deduktive Ableitung einer Hypothese auf Basis des Vorwissens mit anschließendem Bestätigungs-/ Falsifikationsexperiment und/oder die Durchführung von Experimenten mit dem Ziel einer induktiven Wissensgenerierung sein.

Die begründete Auswahl, kundige Durchführung und fachangemessene Auswertung und Dokumentation der zur Klärung der Fragestellungen angewendeten Methoden ist dabei ebenso wichtiger Bestandteil der Erkenntnisgewinnungskompetenz im Fach Chemie wie die Reflexion der Angemessenheit, Aussagekraft und der Grenzen der angewandten konkreten Methoden einerseits wie andererseits chemisch-fachlicher Untersuchungsmethoden und Aussagen allgemein.

3 Konkretisierung der Kompetenzteilbereiche durch Standards

Für die Betrachtung der Chemie auf den drei im Johnstone-Dreieck unterschiedenen Ebenen sind das chemische Experimentieren und die Nutzung von Modellen zentral. Demgemäß werden diese beiden Aspekte jeweils in einem der Kompetenzteilbereiche der Erkenntnisgewinnungskompetenz näher operationalisiert. Gerade die für gesellschaftlich bedeutsame Zusammenhänge wichtige Frage nach den Grenzen chemischen Wissens verlangt aber neben der kritischen Reflexion der konkret gewählten Untersuchungsmethoden nach einer Reflexion der Besonderheiten der Wissenschaft Chemie, ihrer Charakteristika sowie ihrer Grenzen auf einer vom Einzelfall abstrahierten Ebene. Im dritten Kompetenzteilbereich zur Erkenntnisgewinnungskompetenz werden daher Aspekte angesprochen, die dem national wie international fachdidaktisch wichtigen Bereich der „Natur der Naturwissenschaften“ bzw. „Nature of Science“ zuzuordnen sind.

E 1: Erkenntnisse mithilfe von Experimenten gewinnen

Dieser Kompetenzteilbereich enthält Standards, die im Zusammenhang mit der Erkenntnisgewinnung anhand von chemischen Experimenten bedeutsam sind. Im Zentrum steht dabei das selbst durchgeführte Experiment, die Standards lenken den Blick aber auch darauf, dass die Nutzung von bereits vorhandenen experimentellen Daten ein wichtiger und gerade für die wissenschaftliche Praxis oft genutzter Weg der Erkenntnisgewinnung ist. Der in diesem Zusammenhang oft angesprochene Punkt der Dokumentation der Untersuchungsmethode, beispielsweise in Form eines Protokolls, wird von Standard **K 3.1** erfasst.

E 2: Modelle im Rahmen der Erkenntnisgewinnung nutzen

Die Wissenschaft Chemie ist dadurch gekennzeichnet, dass viele Phänomene nur modellhaft auf der nicht sichtbaren, submikroskopischen Ebene erklärt werden können. Für die Betrachtung und Erklärung solcher Phänomene ist die Nutzung von Modellen daher wesentlich. Allerdings sind Modelle nicht nur Mittel zum Zweck, sondern die Nutzung von Modellen an sich muss ebenfalls erlernt und daher im Unterricht thematisiert werden. Viele Verständnisschwierigkeiten im Chemieunterricht resultieren aus einem mangelhaften Modellverständnis, wenn wesentliche Aspekte von Modellen, wie z. B. ihre Grenzen oder Modellwechsel nicht explizit thematisiert und verstanden wurden. Daher wird die Nutzung von Modellen im Rahmen der Weiterentwicklung der Bildungsstandards in einem eigenen Kompetenzteilbereich der Erkenntnisgewinnung in der Chemie gegenüber den bisherigen Bildungsstandards detaillierter operationalisiert. Grundlegend wird dabei zunächst Unterschied von Sach- und Denkmodellen (**E 2.1**) in den Blick

genommen, wobei Sachmodelle sich dadurch auszeichnen, dass sie eine (ggf. weniger detailreiche oder nicht funktionsfähige) Skalierung der Realität darstellen. Das Modell eines Hochofens wäre in diesem Sinne ein Sachmodell. Denkmodelle hingegen sind (mehr oder weniger) spekulative, theoretische Interpretationen der Realität, z. B. Atommodelle (Sommer et al., 2018). Die im Chemieunterricht häufig genutzten, materiellen Modelle z. B. von Atommodellen oder vom Ionengitter sind in diesem Verständnis sächliche Darstellungen von Denkmodellen, aber keine Sachmodelle, da es sich nicht um eine Skalierung der Realität handelt – besonders deutlich erkennbar an den Verbindungsstäben zwischen den Kugeln, die im Modell des Ionengitters die Ionen darstellen sollen. Diese Unterschiede deutlich klar zu benennen und die Bedeutung von Modellbetrachtungen bei der Betrachtung chemischer Vorgänge explizit einzusehen ist Gegenstand der ersten beiden Standards dieses Kompetenzteilbereiches. Die Auswahl und Nutzung von Modellen zur Erklärung chemischer Sachverhalte wird in den Standards **E 2.3** und **E 2.5** thematisiert, mit Blick auf die oben genannte Bedeutsamkeit des bewusst reflektierten Umgangs mit Modellen tritt in Standard **E 2.6** die Frage nach der Angemessenheit der gewählten Modelle und der Grenzen ihrer Aussagekraft hinzu. Dabei ist das aktive Modellieren im Sinne der Standards auf die Anwendung bekannter Modelle auf relevante Sachverhalte begrenzt. Im Rahmen des Standards **E 2.4** wird der Blick auf mathematische Modelle gelenkt, die einen zusätzlichen Zugang zum Verständnis chemischer Vorgänge liefern können. Mathematischen Modelle können dabei einerseits Terme, Gleichungen, Ungleichungen, Funktionen, oder Graphen sein, andererseits aber auch geometrische Figuren, Koordinaten oder Diagramme, die quantitative Zusammenhänge darstellen (Goldhausen, 2015).

E 3: über Erkenntnisgewinnung reflektieren

Zum kundigen Umgang mit chemischem Wissen gehört neben der reflektierten Nutzung der konkreten Untersuchungsmethoden und/oder Modelle auch, sich den Charakteristika der Wissenschaft Chemie als solcher bewusst zu sein. Dies umfasst sowohl die von ihr typischerweise genutzten und in ihr akzeptierten Erkenntnismethoden (**E 3.1** und **E 3.2**), die Stellung der Chemie im Gefüge der anderen (Natur-)Wissenschaften als auch den Einfluss, den gesellschaftlich-soziale Rahmenbedingungen auf das wissenschaftliche Arbeiten haben können (**E 3.4**). Schließlich ist die Erkenntnis der relativen Vorläufigkeit chemischen Aussagen gerade mit Blick auf die Nutzung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse in gesellschaftlichen Kontexten besonders bedeutsam (**E 3.5**).

4 Literatur zum Weiterlesen

- ◆ Goldhausen, I. (2015). *Mathematische Modelle im Chemieunterricht*. uni-edition, Berlin.
- ◆ KMK (2020). *Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Chemie.pdf
- ◆ Sommer, K., Wambach-Laicher, J., & Pfeifer, P. (2018). *Konkrete Fachdidaktik Chemie. Grundlagen für das Lernen und Lehren im Chemieunterricht*, Kapitel 14.