

Kempke, Tom

Erste Schritte für einen Chemieunterricht für alle. Planung und Umsetzung zur Differenzierung von Experimenten

Häcker, Thomas [Hrsg.]; Köpfer, Andreas [Hrsg.]; Rühlow, Daniel [Hrsg.]; Granzow, Stefanie [Hrsg.]: *EIN Unterricht für Alle? Zur Planbarkeit des Gemeinsamen und Kooperativen im Inklusiven*. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2024, S. 154-166



Quellenangabe/ Reference:

Kempke, Tom: Erste Schritte für einen Chemieunterricht für alle. Planung und Umsetzung zur Differenzierung von Experimenten - In: Häcker, Thomas [Hrsg.]; Köpfer, Andreas [Hrsg.]; Rühlow, Daniel [Hrsg.]; Granzow, Stefanie [Hrsg.]: EIN Unterricht für Alle? Zur Planbarkeit des Gemeinsamen und Kooperativen im Inklusiven. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2024, S. 154-166 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-291150 - DOI: 10.25656/01:29115; 10.35468/6078-10

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-291150>

<https://doi.org/10.25656/01:29115>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work or its contents. You are not allowed to alter, transform, or change this work in any other way.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Tom Kempke

Erste Schritte für einen Chemieunterricht für alle – Planung und Umsetzung zur Differenzierung von Experimenten

Abstract

Die Entwicklung eines inklusiven Bildungssystems schreitet sukzessive voran, dennoch stellt ein inklusiv zu gestaltender Unterricht Lehrer:innen vor große Herausforderungen diesen zu planen und umzusetzen. In diesem Beitrag soll eine 3D-Planungshilfe vorgestellt werden und die konkrete Umsetzung am Beispiel eines Experimentes im Rahmen der Unterrichtseinheit zur Einführung der chemischen Reaktion. Mithilfe von abgestuften Unterstützungsmaterialien ermöglicht die Anwendung des 3D-Modells es Schüler:innen, chemische Erkenntnisse zu erwerben und dabei dem entwicklungslogischen didaktischen Grundsatz der „Kooperation am Gemeinsamen Gegenstand“ zu folgen.

1 Einleitung

Folgt man der Aussage von Georg Feuser, *„[e]gal, wie ein Kind beschaffen ist, es hat das Recht, alles Wichtige über die Welt zu erfahren, weil es in dieser Welt lebt“* (Feuser 1999), sollte Unterricht so gestaltet sein, dass alle Schüler:innen daran teilhaben können. Unsere Welt ist geprägt von Phänomenen, die der Mensch versucht, sich über verschiedene Modelle zu erschließen. Das Streben nach immer mehr Wissen und der Glaube an den Fortschritt sind für die Entwicklung unserer Gesellschaft essenziell. An diesem Prozess ist die Schule unmittelbar beteiligt und bietet den Lernenden den Raum und die Zeit, sich Wissen anzueignen. Um sich die Phänomene zu erschließen, zu verstehen und zu hinterfragen, bedarf es der Legung von Grundlagen und eines sukzessiven Wissensaufbaus.

Im Rahmen des Chemieunterrichtes setzen sich die Schüler:innen mit unterschiedlichen Stoffen und deren Eigenschaften auseinander, wie z. B. den Aggregatzuständen und deren Änderungen sowie den chemischen Reaktionen. Im Zentrum eines Chemieunterrichts für alle Schüler:innen ab der siebten oder achten Klasse steht die Interessenlage der Lernenden. Lehrkräfte sind dazu aufgefordert diesen so vorzubereiten, dass die Schüler:innen für ihren Wissensaufbau selbst

aktiv sind und sie dabei auf ihrem Weg zu unterstützen. Die zentrale Methode zur Erkenntnisgewinnung in der Chemie ist das Experimentieren und muss für alle Schüler:innen mitgedacht werden. Dies bedeutet allen Schüler:innen einen Zugang zu dieser Methode zu verschaffen.

Für einen gelingenden und inklusiv gestalteten Chemieunterricht müssen dazu entsprechend aufbereitete Unterrichtsmaterialien zur Verfügung gestellt werden, damit sich die Schüler:innen die entsprechenden Sachverhalte nach ihren individuellen Möglichkeiten aneignen können. Bedeutend für Lehrkräfte ist es deswegen die Differenzierung eines Experimentes zu planen und anschließend praktisch und konkret umzusetzen.

2 Die 3D-Planungshilfe

Für die Gestaltung von Unterrichtseinheiten eignen sich z. B. Kompetenzraster und Differenzierungsmatrizen nach Ada Sasse (Sasse & Schulzeck 2021), die eine thematische und kognitive Komplexität erkennen lassen. Ebenso verhält es sich mit Lernstrukturgittern nach Reinhard Kutzer (Kutzer 1998). Diese Strukturen sind allerdings für die Ausgestaltung konkreten Unterrichtsmaterials in Form abgestufter Materialien für eine Unterstützung von Schüler:innen nach einem Scaffolding-Prinzip kaum nutzbar. Wenn es um die Differenzierung eines Experimentes geht, so bedarf es einer anderen Planungshilfe, um Schüler:innen strukturiert zu unterstützen. Aus diesem Grund wurde die **3D-Planungshilfe** als systematisierendes Instrument entwickelt, die sich aus drei Dimensionen zusammensetzt.

Die Grundlage der ersten Dimension stellt der Komplexitätsgrad des von Sascha Bernholt, Michael L. Common und Ilka Parchman entwickelten MHC-Modells (Model of Hierarchical Complexity) (Bernholdt & Parchmann & Commons 2009) dar, indem ein Experiment auf seine elementar zu vermittelnden Bestandteile reduziert wird. Es greift dabei zum Teil auf die Stufentheorie von Jean Piaget zurück, fokussiert jedoch eher das Neo-Piaget-Modell¹. Die Stufen sind als ein Muster zum Aufbau von domänenspezifischen Fähigkeiten zu verstehen, die als Basis Konstruktions- und Koordinationsvorgänge beinhalten. Zu beachten ist, dass höhere Stufen eine Verknüpfung unterer Stufen darstellen, wobei keine beliebige Verknüpfung oder einfache Aneinanderreihung von Inhaltselementen erfolgt.

1 Neo-Piaget-Modell: J. Piagets Entwicklungsstufentheorie zur kognitiven Entwicklung ist aufgrund der starren Stadien nicht aktuell. Forscher:innen wie Case, Fischer, Commons und Demetriou versuchen die individuellen Unterschiede in der kognitiven Entwicklung eines Individuums weiter zu ergründen.

Tab. 1: Hierarchische Stufen des MHC-Modells (nach Bernholt & Parchmann & Commons 2009, 231)

Hierarchische Stufen	Beschreibung
Stufe 1: Unreflektiertes Erfahrungswissen	Beinhaltet außerunterrichtliche Wissensbestände ohne ein fachsystematisches Gefüge.
Stufe 2: Fakten	Beinhaltet die Nennung der isolierten Begriffe.
Stufe 3: Prozessbeschreibung	Beschreibung der Beobachtungen während einer Versuchsdurchführung oder der Mechanismenabfolge.
Stufe 4: Lineare Kausalität	Deutung eines Versuches durch Verknüpfung erster Inhaltselemente im Sinne der Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge.
Stufe 5: Wechselseitige Kausalität	Deutungen der Ursache-Wirkungszusammenhänge mit mehreren Variablen.

Die zweite Dimension enthält die von Josef Leisen (vgl. Leisen 2017, 35-37) angeführten Abstraktionsgrade und schlüsselt die erste Dimension weiter in seine Zugangswege auf. Diese sind Darstellungsformen, die fachliche Sachverhalte verbalisieren.

Tab. 2: Abstraktionsgrade nach Leisen (nach Leisen 2017, 35-36)

Darstellungsebene	Beschreibung
Gegenständliche Ebene	Diese Ebene zeigt die konkrete Handlung innerhalb eines Experimentes und wird durch die aktive Handlung der Lehrperson unterstützt bzw. mittels gegenständlicher Abbildungen oder Videos gezeigt.
Bildliche Ebene	Darstellung von Sachinhalten durch ikonische Abstraktionen
Sprachliche Ebene	Zu dieser Ebene gehören unterschiedliche Formen der Sprache [verbal (schriftlicher und mündlicher Form) und nonverbal]. z. B. Mind-Maps, Texte, Podcasts, Kommunikation mit anderen Teilhaber:innen.
Symbolische Ebene	Abstraktion von Modellen die zur Erklärung eines Phänomens herangezogen werden bzw. Inhalte strukturieren.
Mathematische Ebene	Abstrakte Symbolisierung von Sachverhalten z. B. Formeln.

Um weitere Zugangswege für die Schüler:innen zu eröffnen, werden die Abstraktionsgrade weiter aufgeschlüsselt, indem eine dritte Dimension in das systematisierende Schema aufgenommen (Abb. 1) wird. Es ergibt sich der Grad, inwieweit eine Unterstützung die Schüler:innen zur Lösung lenkt und wie viel eigenständige

kognitive Leistung noch erbracht werden muss. Die drei vorgegebenen Impulse geben einen Richtwert vor und müssen nicht zwangsläufig erfüllt bzw. können auf einem Komplexitätsgrad eines bestimmten Abstraktionsgrades auch aus mehr als drei Impulse entwickelt werden.

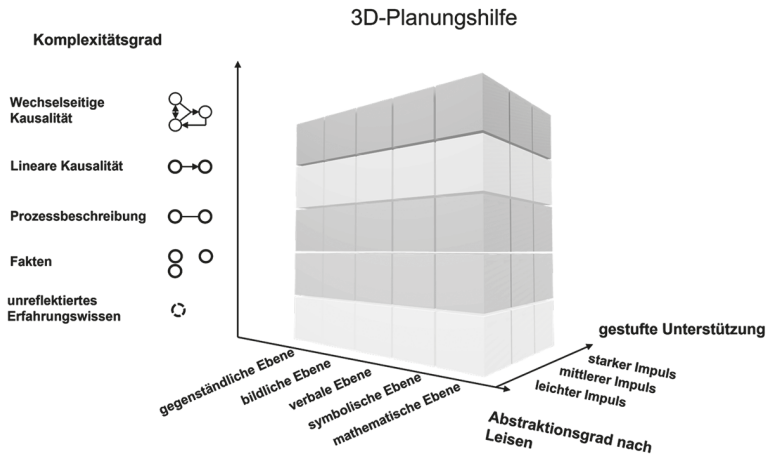


Abb. 1: Die dreidimensionale Planungshilfe zur Differenzierung eines Experimentes unter Berücksichtigung der Impulsstärke

Insgesamt ergibt sich damit eine Pluralität an Zugängen und keine Hierarchisierung der Kognition, um bestimmte Aufgaben zu lösen. Zum Beispiel beim Experimentieren einer bestimmten Handlungsabfolge zu folgen oder eine Beobachtung fachlich richtig zu beschreiben. Schüler:innen gelangen in Konfrontation mit ihrem Selbst (**Subjektseite**) und einer Aufgabe (**Objektseite**) und wirken auf der **Tätigkeitsebene** mit ihren individuellen Kompetenzen (vgl. Feuser 2023, 1-5). Resultat ist ein Prozess der Äquilibration im Sinne der Assimilation und Akkommodation. Die Auswahl an Zugängen und die Menge an Unterstützungsmaßnahmen wird mit dem Potenzial des Lernenden in Einklang gebracht, wenn es um Folgendes geht:

- sprachliche Schwierigkeiten z. B.:
 - Formulierung einer Beobachtung oder Auswertung: erhöhter Bedarf an Scaffolding zur Förderung der Sprachkompetenzen (vgl. Krämer 2009, 30)
- Handlungsschwierigkeiten z. B.:
 - Verstehen einer Durchführungsanleitung und Handlung nach dieser: erhöhter Bedarf an gegenständlichen, bildlichen oder verbalen Unterstützungsangeboten

- oder weniger sprachliche Defizite z. B.:
 - Deuten eines Phänomens auf der submikroskopischen Ebene und damit auf einer abstrakten Ebene: erhöhter Bedarf an Unterstützungsangeboten z. B. auf der symbolischen Ebene

Je nach Zielstellung muss abgewogen werden, welche Maßnahmen zu treffen sind, um die betroffenen Schüler:innen effektiv in ihrem Prozess zu unterstützen. Wichtig dabei ist, dass ihnen keine Hilfen aufoktroiert werden, sondern, dass sie die Wahlmöglichkeit haben. Beratend steht die Lehrperson den Schüler:innen zur Seite.

Die dreidimensionale Planungshilfe verfolgt durch ihren Aufbau einen ganzheitlichen Ansatz und keine Hierarchisierung, die das MHC-Modell suggeriert. Die Struktur wird als systematische Darstellung genutzt, um Optionen zu prüfen, die nach einem Scaffolding-Prinzip erwogen werden können, um unterstützend zu wirken, aber auch zu beobachten, einzuordnen bzw. lernprozessbezogen zu evaluieren. Somit werden unterschiedliche Zugangswege berücksichtigt, damit allen Schüler:innen die Möglichkeit eröffnet wird von ihrer aktuellen Zone der Entwicklung ihre nächste(n) Zone(n) der Entwicklung (vgl. Vygotskiy 1987, 298ff.) zu erreichen.

Durch die Kooperation am gemeinsamen Gegenstand (vgl. Feuser 2016, 14) sollen die Schüler:innen sich die Erkenntnisse aus einem Experiment erschließen können. Grundlage dafür bietet das mannigfaltige Angebot an Zugangswegen. Leisen beschreibt dazu im Sinne der Kompetenzvermögen von Schüler:innen, wie Lehrer:innen eine folgenreiche Entscheidung bezüglich der Aufgabenstellung treffen können. Erfolgt von der Lehrkraft eine Orientierung an leistungsstarken Schüler:innen werden leistungsschwache Schüler:innen überfordert oder es findet eine Orientierung an den leistungsschwachen Schüler:innen statt und die leistungsstarken Schüler:innen werden unterfordert. Dieses Verfahren zur Realisierung des Unterrichts birgt die Gefahr einer Tendenz zur Niveauabsenkung. Anstelle einer „*Homogenisierung nach unten*“, schlägt Leisen eine „*Heterogenisierung nach oben*“ vor, sodass die Schüler:innen an ihren Aufgaben wachsen und mit Hilfe von für sie passenden Unterstützungen die nächsten Komplexitätsgrade nach dem Scaffolding-Prinzip verstehen können (vgl. Leisen 2019, 11).

Das Differenzierungsvorgehen zur Gestaltung eines Chemieunterrichts für **alle** Schüler:innen basiert zunächst auf den folgenden zentralen Bestandteilen:

- „*Kooperation am gemeinsamen Gegenstand*“ nach Feuser (2023 und i. d. B.) im Sinne eines handlungsorientierten Chemieunterrichts nach dem Konzept „*Chemie fürs Leben*“ nach Flint (Freienberg 2001; Freienberg 2002) unter weitestgehender Anwendung des „*forschend-entwickelnden Unterrichtsverfahrens*“ nach Schmidkunz und Lindemann (2003).

- Formulierung von Aufgabenstellungen unter dem Aspekt der „*Heterogenisierung nach oben*“ nach Leisen (2019).
- Systematisches Vorgehen in der Entwicklung und Bereitstellung von unterschiedlichen Zugangswegen/Unterstützungsangeboten.

Mithilfe dieses Vorgehens sollen die Schüler:innen innerhalb des „*roten Fadens*“ (curricularen Verlauf durch den Chemieunterricht) so viel Wissen aufbauen, wie es ihnen unter Anstrengung und pädagogischen Unterstützungsangeboten möglich ist und sich unterschiedliche Zugänge zur Chemie erarbeiten. Dadurch erlangen die Schüler:innen ein Basiswissen, das notwendig ist, um sich weitere Phänomene erklären und dem „*roten Faden*“ im Chemieunterricht folgen zu können. Zudem wird durch diese Vorgehensweise eine Kategorisierung der Schüler:innen vermieden, indem nicht nach Leveln der Niveauabstufung unterschieden wird. Außerdem erfolgt keine Aufsplitterung innerhalb des Klassenverbandes insofern, dass für die Schüler:innen individuelle Lernwege entstehen und nur eine maladaptive Kommunikation und Kooperation untereinander stattfindet. Im Zentrum des kontinuierlichen Wissensaufbaus im Chemieunterrichts steht die experimentelle Tätigkeit und das Beobachten von Phänomenen mit der anschließenden Interpretation, unter der Verwendung von geeigneten Modellen. Dieser Prozess stellt den „*Gemeinsamen Gegenstand*“ in einem Chemieunterricht dar, um so „[...] (a) die erkenntnisrelevante Seite eines bestimmten Ausschnittes der Welt und (b) die Erkenntnis bildende Seite der erlebensrelevanten tätigen Auseinandersetzung eines handelnden Subjekts mit einem bestimmten Ausschnitt der Welt [...]“ (Feuser 2023, 4) zu verknüpfen.

Den Schüler:innen sollen anspruchsvolle Aufgaben gestellt werden, die sie mit den angebotenen Hilfen die Aufgaben lösen, um sich einen Zugang zum Wissen zu verschaffen.

Innerhalb des Chemieunterrichts sind vor allem zwei Säulen wirksam, die des **Experimentierens** und die der **Arbeit mit Modellen** (Stork 1979). Letztere Säule dient der Deutung von beobachteten Phänomenen auf der submikroskopischen Ebene und der Voraussage von Phänomenen. Das Experimentieren ist Ausgangspunkt und „*Gemeinsamer Gegenstand*“. Dies kann im Chemieunterricht in unterschiedlichen Kontexten geschehen z. B. als Einstieg und Motivation in eine Unterrichtsstunde, als Einführung in ein neues Stoffgebiet, zur Verifizierung oder Falsifizierung von Hypothesen, zur Erkundung, zur Übung und Wiederholung oder zur Bewertung.

Aus diesen essenziellen tätigkeitsorientierten Anwendungsfeldern leiten sich folgende Fragen zur Beschaffenheit eines Chemieunterrichts für alle ab:

- Wie kann Chemieunterricht praktisch und konkret für alle Schüler:innen umgesetzt werden?
- Wie sieht die Umsetzung eines Experimentes aus, das diversitätssensibel gestaltet ist?

3 Experimentieren im Chemieunterricht

Eines der zentralen Themen im Chemie-Anfangsunterricht ist die chemischen Reaktion. Im Rahmen des Konzepts „Chemie fürs Leben“ (Leisen 2019; Freienberg 2001), dessen Anliegen es ist, die Verknüpfung von Alltag und Lebenswelt der Schüler:innen mit der Chemie immer wieder deutlich zu machen. Dieses Anliegen ist ein Beispiel der dialektischen Verknüpfung von *„Mensch und Welt“* nach Feuser (i. d. B., 82).

Die Vor- und Zubereitung von Lebensmitteln ist bei fast allen gesellschaftlichen Anlässen ein wichtiger Bestandteil. Innerhalb des Unterrichts soll aus diesem Zusammenhang zunächst überprüft werden, welche Auswirkungen das Erhitzen auf verschiedene Stoffe, wie Zucker, Wasser, Salz und Milch hat. Die Schlussfolgerung, die aus der Beobachtung gezogen werden kann, führt zur Abgrenzung der Aggregatzustandsänderung von der Stoffumwandlung und ist ein kennzeichnendes Merkmal der chemischen Reaktion. Anschließend untersuchen die Schüler:innen weitere chemische Reaktionen in diesem Kontext, mittels geeigneter Methoden. Ein Aspekt der Lebenspraxis mit Lebensweltbezug der Schüler:innen ist die Zubereitung von Lebensmitteln mithilfe des Grills. Innerhalb des Unterrichts soll dieser durch problembasiertes Lernen als Problemgrund dienen, z. B. kann folgendermaßen eine Situation formuliert werden:

„Der Grillabend ist geplant, alle Vorbereitungen sind getroffen, es beginnt zu regnen und ein Unterstand ist nicht vorhanden.“

Ein Vorschlag von Schüler:innen ist es nach drinnen zu gehen und den Grill dort in Betrieb zu nehmen. Andere Schüler:innen dementieren den Vorschlag, da es zu gefährlich sei oder eine Person im Raum bringt den Einwand, dass die Feuerwehr die Regel aufgestellt hat:

„Nicht in geschlossenen Räumen grillen und den Grill niemals zum Auskühlen ins Haus stellen.“

Aus diesem Problemgrund lassen sich weitere Fragen im Sinne der Problemerkennung entwickeln: Warum hat die Feuerwehr diese Regel aufgestellt? Woraus eine neue Problemformulierung erwachsen kann:

„Entstehen beim Grillen neben der Wärme, die für die Zubereitung von Lebensmitteln nötig ist, noch andere Stoffe?“

Nachfolgend sind die Schüler:innen aufgefordert Überlegungen zu der Problemlösung anzustellen, indem sie es weiter analysieren, Lösungsvorschläge unterbreiten und sich für einen davon entscheiden, ehe sie zur Phase der Durchführung übergehen.

Betrachtet man an dieser Stelle die dreidimensionale didaktische Struktur der Allgemeinen Pädagogik, erfolgt auf der Subjektseite eine Tätigkeitsstrukturanalyse.

Die Schüler:innen befinden sich in ihren Zonen der aktuellen Entwicklung und können die nächsten Zone(n) der Entwicklung auf unterschiedlichen Ebenen des eigenen Seins erreichen, indem sie sich der Objektseite entsprechend ihrer derzeitigen Möglichkeiten nähern. Dabei eruieren die Schüler:innen ihre aktuellen Denk- und Handlungskompetenzen, die sie zur Problemlösung antreiben. Lehrpersonen haben nun die Aufgabe, als sachkundige Andere oder Lernbegleiter, die Schüler:innen bei diesem Prozess aktiv zu unterstützen. Dabei erfolgt, über die Analyse der Handlungsstruktur, die Sachstrukturanalyse, wie neue Denk- und Handlungskompetenzen erlangt werden können.

An dieser Stelle der Erkenntnisgewinnung setzt die dreidimensionale Planungshilfe an, um den Schüler:innen, bezogen auf ihre Zone der aktuellen Entwicklung und im Hinblick auf die Zonen der nächsten Entwicklung, zu begegnen und ihnen für entsprechende entwicklungslogische Lernschritte methodische und mediale Strukturhilfen anzubieten. Je nach Impulsstärke können den Schüler:innen verschiedene Zugänge offeriert werden.

- Für die Lösungsvorschläge können die Schüler:innen aus einem Pool an Geräten und Chemikalien wählen, sodass sie bereits eine Auswahl haben, bzw. können sie alternativ anderes Material zum Experimentieren anfordern.
- Ein weiterer Impuls kann die Diskussion über die Sinnhaftigkeit der vorgesehenen Versuchsanordnung und ausgewählten Materialien der Schüler:innen untereinander oder im Beisein der Lehrperson darstellen.
- Ein letzter Impuls in diesem Sinne kann ein prozessanstoßender Lösungsvorschlag zu den einzusetzenden Materialien sein, um den Versuch durchführen zu können.

Im Anschluss soll die Durchführung verschriftlicht werden, um sich an die Durchführungsschritte zu halten. Diese muss von der Lehrperson gesichtet und abgenommen werden, sodass keine Gefahren bestehen. Änderungen, die die Schüler:innen vornehmen wollen, müssen erneut mit der Lehrperson besprochen werden. Basis des Vorgehens im Unterrichts ist die Sprache mit denen sich die Akteur:innen verständigen und bedarf eines Fachwortschatzes.

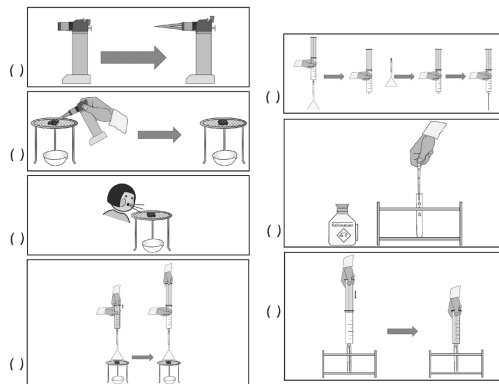
Wagner und Voß analysierten die Quantität von Fach- und Grundbegriffen im Chemieunterricht, wobei sie 7700 Fachbegriffe und 108 Grundbegriffe herausarbeiteten (vgl. Voß & Wagner 2023, 30). Unter Betrachtung der Lernschwierigkeiten bei Schüler:innen und der Auseinandersetzung der Begrifflichkeiten im Chemieunterricht, bedarf es vor allem in der Sprachförderung ein abwechslungsreiches Angebot an sprachbildenden Maßnahmen, um innerhalb des Chemieunterrichts adäquat Prozessbeschreibungen (Handlungsabfolgen und Beobachtungen) oder Deutungen von Phänomenen zu verstehen und in die Schriftlichkeit zu überführen. Dafür müssen die Schüler:innen sich für eine allgemeine Verständlichkeit in der Welt einen Zugang zur Fachsprache aneignen. Diese Aneignung

kann durch sogenanntes Scaffolding auf unterschiedlichen Ebenen des Abstraktions- und Komplexitätsgrades unterstützt werden.

Die **Planung** eines Versuches hinsichtlich des Aufbaus und der Durchführung ist eine kognitive Herausforderung, die Schüler:innen zur Kreativität anstiftet, sie aber auch überfordern kann. In erster Linie sollen die Schüler:innen in Kommunikation mit ihren Mitschüler:innen oder Lehrperson(en) treten. Dennoch kann es zu einer Überforderung mit der Aufgabe kommen, sodass die Handlungsschritte nicht entwickelt oder beschrieben werden können und die Schüler:innen eine strukturierte Hilfe benötigen. Beispiele für die Beschreibung der Durchführung sind eine Bildabfolge mit einem Wortgeländer (siehe Abb. 2).

Durchführung

1. Notiere in die Klammern vor den Bildern die Reihenfolge.
2. Schreibe die richtige Reihenfolge der Bilder in die Klammern des Wortgeländers.
3. Beschreibe den Versuch mit Hilfe des Wortgeländers.



Wortgeländer:

- () wechseln - Trichter und Silikonschlauch - dünnen Silikonschlauch
- () anpusten - Kohle- weiter glühen
(Du kannst eine Luftpumpe zur Hilfe nehmen.)
- () geben - 5 mL Kalkwasser - Reagenzglas
- () erhitzen - Kohle - Brenner
(Beende diesen Schritt, sobald die Grillkohle glüht.)
- () düsen - aufgefangene Gas - Reagenzglas mit Kalkwasser
- () halten -Trichter mit Schlauch und Spritze - über glühende Kohle
(Ziehe den Spritzenstempel nach oben.)
- () entzünden - Brenner

Abb. 2: Ikonische Abstraktion der Durchführung mit Wortgeländer

Rechts in der Abbildung befindet sich ein Wortgeländer, das als Gerüst zur Formulierung eines Textes, wie z. B. eine Versuchsdurchführung mithilfe von vorgegebenen Wortelementen dient. Ziel dieser Methode ist die Anwendung der Fachsprache und die Unterstützung der Schüler:innen bei Satzstrukturen, um sprachliche Fehler beim Sprechen und Schreiben zu reduzieren (vgl. Leisen 2017, 14). Zusätzlich wird die Beschreibung der vorgesehenen Handlungen durch die ikonischen Abstraktionen unterstützt. Eine andere Form des Unterstützungsangebotes auf der verbalen Ebene sind vorgegebene Satzstrukturen aus denen eine Durchführung zu formulieren ist. Eine letzte Variante ist die Vorgabe der Durchführungsanleitung in einfacher Sprache, die in analoger und digitaler Form vorliegen, bis hin zu einem Video, die die Schritte, ohne die Beobachtungen vorwegzunehmen, zeigen. Nicht zu vernachlässigen ist die enaktive Ebene, indem die Schritte mit der Lehrperson gegenständlich vorgezeigt werden. Auch bei dieser Methode sollen keine Beobachtungen vorweggenommen werden.

Während und nach dem Experimentieren ist die **Dokumentierung** der Beobachtungen unabdingbar, um Schlussfolgerungen aus diesen zu ziehen. Dieser Schritt der Verbalisierung in mündlicher oder schriftlicher Form stellt eine weitere Herausforderung für alle Schüler:innen dar, sodass den Schüler:innen unterstützend beizustehen ist.

Neben dem bereits beschriebenen Wortgeländer stellt das Wortfeld eine weitere Methode der sprachlichen Unterstützung dar. Es dient den Zweck, die Fachsprache und das fachliche Denken zu üben sowie Fachtexte zu formulieren. Wortfelder sollen den Schüler:innen einen Impuls geben, sich an bereits bekannte Begriffe zu erinnern. In der mündlichen Interaktion können sie darüber hinaus Ankerhilfen darstellen, die das Sprechen unterstützen (vgl. Leisen 2017, 20). Das in Abbildung 3 dargestellte Wortfeld enthält zunächst drei Aggregatzustände, die Farben der eingesetzten und entstehenden Komponenten sowie die bei der Nachweismethode beobachteten Änderungen und wichtigen Fakten zur Energieumwandlung, die zur Formulierung der Beschreibung der Beobachtung verwendet werden können. Innerhalb der dreidimensionalen Planungshilfe stellen Wortfelder einen leichten Impuls dar, da sie keine Satzstruktur vorgeben, sondern die Schüler:innen auffordern selbstständig eine fachliche Äußerung zu konstruieren.

Wortfeld

Formuliere mit den Begriffen die Beobachtungen zu dem Versuch.

Aggregatzustände:
fest, gasförmig

Farbe:
schwarz, farblos, weiß, grau

Reaktionsprodukte:
weißer Stoff, pulverförmig, farbloses Gas

Nachweis:
Kalkwasser trübt sich

Stoffumwandlung

Energieumwandlung
Glühen, Anpusten, Wärme (Thermische Energie)

Wortfeld

Scanne den QR-Code.

Formuliere mit den Begriffen die Beobachtung und Schlussfolgerung zu dem Versuch.



Abb. 3: Wortfeld zur Beobachtung

Mithilfe des QR-Codes steht den Schüler:innen neben der analogen auch in der digitalen Form das Wortfeld zur Verfügung. Dabei wird insbesondere der Förderschwerpunkt Sehen berücksichtigt, da hier eine Vergrößerung der Darstellung möglich ist. Öffnen die Anwender:innen die Website durch Scannen des QR-Codes, erscheint zunächst die Titelschrift „Wortfeld“. Scrollen die Anwender:innen nach unten, werden die Begriffe angezeigt. Darüber hinaus lassen sich die Begriffe mit vorinstallierten Programmen auf Tablets und Smartphones vorlesen. Mit diesen und weiteren Methoden ist es den Schüler:innen möglich ihre Zone der nächsten Entwicklung zu erreichen.

4 Fazit und weitere Schritte

Feusers These, den bisherigen Unterricht nicht einfach zu differenzieren, sondern den Unterricht im Inklusionsgedanken vom Subjekt aus zu gestalten, ist für die Fachdidaktiken ein zentraler Punkt. Sie gießt nach Feusers didaktischen Dimensionen Unterricht in eine andere Form. Um Inklusion zu ermöglichen sind Reformen unabdingbar, weil sie in der jetzt vorliegenden Form nicht gelingen kann. Feuser beschreibt bereits das „[...] selektierende, ausgrenzende, und segregierende, hierarchisch gegliedert und ständisch organisierte Erziehungs-, Bildungs- und Unterrichtssystem“ (i. d. B., 79). Für alle Schüler:innen gilt es, die optimalen Bedingungen zu schaffen. Das bedeutet u. a. die Klassenstärken zu reduzieren, damit Lehrkräfte sich auf die Förderung ihrer Schüler:innen konzentrieren und die Ideen

und Interessen der Lernenden zum Experimentieren aufgreifen. Anschließend sind Lehrpersonen dazu angehalten, entsprechende Formen und Methoden des Unterrichts anzuwenden. Schüler:innen bringen zu Beginn des Chemieunterrichts sehr viel Begeisterung mit, die sich durch die Theoretisierung von Phänomen, den ansetzenden Erklärungen sowie dem Zeitmangel, in Anbetracht der zu vermittelnden Inhalte, verliert. Begründet ist dies durch die Vorgehensweise im Unterricht, die objekt- und nicht subjektzentriert ist. Erfolgreiches Lernen findet nur in einem Umfeld statt, das Kindern und Jugendlichen ermöglicht ihre Interessen ernsthaft in Lernsettings zu verfolgen, in denen sie gefördert und gefordert werden. Die Individualität eines Menschen kann nur durch Zuwendung gelingen, die in Klassenstärken von 25 Lernenden in einem Zeitfenster von 45-90 Minuten nicht gewährleistet werden kann.

Mit den bis jetzt entwickelten und inklusiv gedachten Unterrichtskonzepten nach dem „Konzept für Leben“ ist es möglich, dass sich die Schüler:innen ein grundlegendes Wissen zu den Themenfeldern der Teilchenvorstellung und der chemischen Reaktion aneignen können, indem sie ähnliche Versuche durchführen, beobachten und auswerten. Während des Experimentierens können die Schüler:innen unter der Hilfenahme unterschiedlicher Unterstützungsangebote ihre Arbeitsweise im Umgang mit Geräten und Chemikalien, ihre Fein- und Grobmotorik sowie ihre Beobachtungsgabe intensiv schulen. Um die Beobachtungen sprachlich festzuhalten und anschließend die Auswertung zu formulieren, ist vor allem die Methode des Scaffoldings anzuwenden und bietet durch die verschiedenen Phasen die Aneignung der Fachsprache. Mit Hilfe der dreidimensionalen Planungshilfe gelingt es momentan lernstrukturierende Hilfen zu entwickeln und zu systematisieren. Sie stellt den ersten Schritt zur Gestaltung eines inklusiv gestalteten Chemieunterrichts dar. Dennoch erfordert dieser Prozess weitere Entwicklungs- und Konzeptarbeit. Schüler:innen werden im schulischen Raum Fenster zur Chemie geöffnet, diese sind aber erst „[...] *interessant, wenn man auch genügend Zeit bekommt, durch diese Fenster hinauszuschauen*“ (van Reybrouck 2022, 22). Beispielsweise indem Phasenweise ausgewählte Probleme unter Anleitung betrachtet werden, damit die Schüler:innen sich Grundlagen aneignen und sie in einer weiteren Phase unabhängig vom Curriculum forschend-entwickelnd wirken, bis so viele neue Problemgründe beim Lernen entstehen, die systematisch aufgegriffen werden müssen, um die Schüler:innen strukturiert in ihrem Prozess zu unterstützen. Dieses Vorgehen ist entlang der Determinanten der Problemschwierigkeit nach Walter Hussey zu denken (vgl. Hussy 1991, 208-220).

Literatur

- Bernholt, S., Parchmann, I. & M. L., Commons (2009): Kompetenzmodellierung zwischen Forschung und Unterrichtspraxis. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 15, 219–245.
- Feuser, G. (1999). Integration - eine Frage der Didaktik einer Allgemeinen Pädagogik. Behinderte in Familie, Schule und Gesellschaft 1.

- Feuser, G. (2016): Lernen durch Kooperation am Gemeinsamen Gegenstand. In: A. Behrendt, F. Heyden & Th. Häcker (Hrsg.): „Das Mögliche, das im Wirklichen (noch) nicht sichtbar ist ...“ Planung von Unterricht für heterogene Lerngruppen – im Gespräch mit Georg Feuser, Shaker Verlag, 5–30.
- Feuser, G. (2023): Zur Grundlegung eines Verständnisses des Begriffes „Gemeinsamer Gegenstand“. Online unter: <https://www.georg-feuser.com/zum-begriff-gemeinsamer-gegenstand-und-zur-erkenntnistheorie-und-methodologie-der-sdkt/> (Abrufdatum: 31.07.2023).
- Feuser, G. (2024): Didaktische Analyse und Unterrichtsplanung in Feldern inklusiven Unterrichts Betrachtungen zur Befreiung aus formalen und technokratischen Zwängen und das Wagnis der Pädagogik als Kunst. In: Th. Häcker, A. Köpfer, D. Rühlow & S. Granzow (Hrsg.): EIN Unterricht für Alle?. Zur Planbarkeit des Gemeinsamen und Kooperativen im Inklusiven. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. Druckversion, 78–103.
- Freienberg, J., Krüger, W., Lange, G. & Flint, A. (2001): „Chemie fürs Leben schon in der Sekundarstufe I – geht das?“. In: CHEMKON, 8 (2), 67–75.
- Freienberg, J., Krüger, W., Lange, G. & Flint, A. (2002): „Chemie fürs Leben schon in der Sekundarstufe I – geht das? Teil II. In: CHEMKON, 9 (1), 19–24.
- Hussy, W. (1991): Komplexes Problemlösen und Verarbeitungskapazität. [Complex problem solving and processing capacity.]. Sprache & Kognition, 10 (4), 208–220.
- Krämer, S. (2009): Naturwissenschaften im Unterricht Chemie. Scaffolding – Ein Baugerüst für die Fachsprache. Förderung des Sprachverständnisses von lernschwächeren Schülern. 111/112, 34–45.
- Kutzer, R. (1998): Mathematik entdecken und verstehen. Kommentarband 1. Frankfurt/Main: Verlag Moritz Diesterweg.
- Leisen, J. (2019): Das Prinzip der „*kalkulierten Herausforderung*“. Kompetenzorientierter unterrichten. In: Schulmagazin 5-10, (5), 10–13.
- Leisen, J. (2017): Handbuch Fortbildung Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. 1. Auflage. Stuttgart: Ernst Klett. 35–37.
- Sasse, A. & Schulzeck, U. (Hrsg.) (2021): Inklusiven Unterricht planen, gestalten und reflektieren. Die Differenzierungsmatrix in Theorie und Praxis. (Lernen inklusiv und kooperativ). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Schmidkunz, H. & Lindemann, H. (2003): Das Forschend-Entwickelnde Unterrichtsverfahren, Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht (6. Aufl.). Westarp Wissenschaften-Verlagsgesellschaft, Hohenwarsleben.
- Schmidkunz, H. & Lindemann, H. (2003): Das Forschend-Entwickelnde Unterrichtsverfahren
- Stork, H. (1979): Zum Verhältnis von Theorie und Empirie in der Chemie. In: Der Chemieunterricht, 10 (3), 45–61.
- van Reybrouck, D. (2022): „Revolusi - Indonesien und die Entstehung der modernen Welt“, Berlin: Suhrkamp Verlag.
- Voß, T. & Wagner, W. (2023): Fach- und Grundbegriffe in Schulbüchern der Chemie. In: CHEMKON, 30 (1), 30–36.
- Vygotskij, L. (1987): Ausgewählte Schriften 2. Köln: Pahl Rugenstein.

Autor

Kempke, Tom

Universität Rostock/ Institut für Chemie, Didaktik der Chemie

Romain-Rolland-Gymnasium Berlin.

tom.kempke@gmail.com