

Chemie in heterogenen Lerngruppen sicher und schüleraktivierend unterrichten

BETTINA MOST, PETRA WLOTZKA

Mit der Umsetzung der Behindertenrechtskonvention der Vereinten Nationen wurde 2014¹ in NRW der Weg zur inklusiven Bildung an allen allgemeinbildenden Schulen geebnet. Seitdem werden an diesen Schulen zunehmend mehr Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf unterrichtet. Somit stellt sich für den Chemieunterricht die Frage: „Wie kann der Unterricht gestaltet werden, dass die Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf im Bereich der kognitiven Entwicklung genauso am Unterricht teilnehmen können wie leistungsstärkere oder sogar hochbegabte Lernende?“ Zusätzlich muss gewährleistet werden, dass sicher experimentiert wird. Zum einen scheint das Experiment besonders geeignet, lernschwachen Lernenden auf Phänomenebene einen Zugang zur Chemie zu ermöglichen, zum anderen muss aber sichergestellt werden, dass alle Schülerinnen und Schüler die Sicherheitsregeln kennen und verstehen und mit Gefahrstoffen und Laborgeräten entsprechend umgehen können. Wie muss eine solche Sicherheitsbelehrung gestaltet sein, die allen Schülerinnen und Schülern die Teilhabe am Experimentalunterricht ermöglicht und die gleichzeitig für die Kolleginnen und Kollegen die nötige Rechtssicherheit gewährleistet?

Um Antworten auf diese Fragen zu geben, arbeiteten Kolleginnen und Kollegen verschiedener Schulformen (Gymnasium, Realschule, Hauptschule und Förderschule) gemeinsam an der Entwicklung von Unterrichtsmaterialien für solche heterogene Lerngruppen. Die Ergebnisse der gemeinsamen Arbeit sind

- ein Methodenkoffer „Sicherheitsbelehrung“ mit vielfältigen Materialien zur Sicherheitsunterweisung mit besonderem Blick auf Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf,
- eine Lernumgebung zur Stofftrennung, die es aufgrund der vielfältigen und unterschiedlichen Differenzierungsmaßnahmen allen Lernenden einer Lerngruppe ermöglicht, nach den eigenen Fähigkeiten zielführend an der gleichen Fragestellung zu arbeiten.

Nach einer kurzen Einführung, die einen Einblick in die didaktischen Grundüberlegungen gewährt, werden im Folgenden die Konzepte, die den beiden Unterrichtsbausteinen zugrunde liegen, vorgestellt. Die einzelnen Materialien sind über die Materialdatenbank von SINUS.NRW zugänglich².

1 Projektbeschreibung und Grundlagen

„Die Verschiedenheit der Köpfe ist das große Hindernis aller Schulbildung. Darauf nicht zu achten ist der Grundfehler aller Schulgesetze, die den Despotis-

1 <https://www.schulministerium.nrw.de/docs/Schulsystem/Inklusion/Lehrkraefte/Recht/NeuntesSchulrechtsaenderungsgesetz.pdf> [30.06.2020] (9. Schulrechtsänderungsgesetz zur Umsetzung der VN-Behindertenrechtskonvention).

2 www.sinus.nrw.de.

mus der Schulmänner begünstigen und alles nach einer Schnur zu hobeln veranlassen.“ (Herbart, 1808)

Motivation und Ausgangslage

Heterogenität im Klassenzimmer ist keine Erfindung des 21. Jahrhunderts. Wie das Zitat zeigt, hat schon Herbart, der Begründer der modernen Pädagogik, im 19. Jahrhundert darauf hingewiesen, wie wichtig es ist, diese Heterogenität wahrzunehmen und entsprechend darauf zu reagieren. Ein Blick in die heutigen Klassenzimmer zeigt, dass wir es mit einer bunten Mischung von Schülerinnen und Schülern aus unterschiedlichen sozialen Schichten mit ebenso unterschiedlichen Begabungen, Interessen, ethnischen Wurzeln, Vorkenntnissen, Arbeitsverhalten usw. zu tun haben, die gemeinsam unterrichtet werden. Besonders der starke Zustrom von Flüchtlingen und die Umsetzung der Behindertenrechtskonvention der Vereinten Nationen (Beauftragte der Bundesregierung für die Belange von Menschen mit Behinderungen, 2017) haben das bunte Bild in den Klassen noch erweitert und stellen die Lehrkräfte vor besondere Herausforderungen. Ziel der Arbeitsgruppe, die sich aus Kolleginnen und Kollegen unterschiedlicher Schulformen zusammensetzt, war es deshalb, besonders die letzte Gruppe, also Schülerinnen und Schüler, die nicht zielgleich unterrichtet werden, in den Fokus zu nehmen und Unterrichtsmaterial zu entwickeln, das so gestaltet ist, dass zum einen Schülerinnen und Schüler mit den Förderschwerpunkten Lernen und geistige Entwicklung gemäß ihren Fähigkeiten am Chemieunterricht teilhaben und chemisches Basiswissen zumindest auf Phänomenebene erwerben können. Dazu gehört auch die Durchführung einfacher Experimente unter Einhaltung der Sicherheitsregeln. Zum anderen soll für Schülerinnen und Schüler ohne speziellen Förderbedarf die Lernumgebung so organisiert sein, dass sowohl leistungsschwache als auch leistungsstarke Lernende gemäß ihren Möglichkeiten individuell gefördert werden.

Ausgehend von dieser Grundidee ist ein Methodenkoffer „Sicherheitsbelehrung“ entwickelt worden. Er soll das sichere Experimentieren in stark heterogenen Lerngruppen unterstützen, indem er differenzierte Materialien zur Einführung von Sicherheitsregeln, Sicherheitseinrichtungen in Fachräumen, Bedeutung der Gefahrstoffpiktogramme und der H- und P-Sätze sowohl für den Anfangsunterricht als auch für fortgeschrittene Klassen bereitstellt (Kapitel 2). Außerdem wurde für heterogene Lerngruppen ein exemplarisches Unterrichtsvorhaben zur Stofftrennung entwickelt, das besonders Kompetenzen der Erkenntnisgewinnung in den Blick nimmt (Kapitel 3). Die Umsetzung des Vorhabens in eine digitale Lernumgebung gewährleistet eine möglichst breite Differenzierung auf unterschiedlichen Niveaus.

Didaktische Leitidee

Bei der Erstellung der Unterrichtsmaterialien wurden die Prinzipien und Richtlinien für die Planung von Gemeinsamem Unterricht gemäß des Universal Design for Learning (UDL) berücksichtigt. Es handelt sich dabei um ein Konzept zur Unterrichtsgestaltung, das allen Lernenden ein erfolgreiches Lernen ermöglichen möchte (CAST, 2011), indem es

- Flexibilität in der Informationsdarstellung, in der Präsentation und Demonstration von Wissen und Fähigkeiten durch die Lernenden und ihrer Aktivierung und Motivation bietet,
- Barrieren im Unterricht reduziert und passende Räume bietet, unterstützt und herausfordert und hohe Leistungserwartungen für alle Schülerinnen

und Schüler einer Lerngruppe aufrechterhält (Schlüter, Melle & Wember, 2016).

Das bedeutet, dass der Unterricht durch flexible Lernstrategien und variable Materialengestaltung so gestaltet ist, dass nicht nur Schülerinnen und Schüler mit Beeinträchtigungen, sondern alle Lernenden einer Lerngruppe davon profitieren und erfolgreich lernen können.

Der Leitgedanke des UDL ist die Flexibilität und konkretisiert sich in den folgenden drei Prinzipien (Meyer, Rose & Gordon, 2014):

1. Biete multiple Mittel der Repräsentationen von Informationen, um Lernen durch Wahrnehmung und Erkennen zu unterstützen (z. B. durch Bereitstellen von Texten, Bildern, auditiven Medien).
2. Biete multiple Optionen zur Verarbeitung von Informationen und zur Darstellung von Lernergebnissen, um strategisches Lernen zu unterstützen (z. B. aktivierende Methoden).
3. Biete multiple Hilfen zur Förderung von Lernengagement und Lernmotivation (z. B. durch attraktive Kontexte).

Bei der Entwicklung des Methodenkoffers „Sicherheitsbelehrung“ wurden diese Prinzipien z. B. dadurch berücksichtigt, dass zu den verschiedenen Aspekten der Sicherheitsbelehrung Materialien auf unterschiedlichen Niveaustufen erstellt wurden. Im Sinne der Barrierefreiheit wurde darauf geachtet, dass die Informationen bezüglich des Umgangs mit den Gefahrstoffen, den Sicherheitseinrichtungen und den Regeln für sicheres Experimentieren sowohl durch Bilder, unterschiedlich anspruchsvolle Texte, auditive Medien (z. B. durch Vorlesestifte) und multimediale Tools den Lernenden zur Verfügung gestellt werden. Zur Verarbeitung der Informationen können die Lernenden z. B. zwischen niveaudifferenzierten Arbeitsmaterialien, analogen Spielen (z. B. Memory, Bandolino), interaktiven und multimedialen Lernbausteinen (z. B. Auswahlaufgaben, Zuordnungsaufgaben) sowie einer digitalen Laborralley wählen.

Die Lernumgebung zur Stofftrennung („Jana in den Everglades – Trennverfahren für unterwegs“) wurde so konzipiert, dass alle Schülerinnen und Schüler einer Lerngruppe am gleichen Unterrichtsgegenstand arbeiten. Ziel ist jeweils die erfolgreiche Trennung eines Stoffgemischs durch die Anwendung eines passenden Trennverfahrens (Sortieren, Sieben, Sedimentieren, Extrahieren, Dekantieren, Destillieren). Alle Aufgaben haben den gleichen Grundaufbau. Die Differenzierung erfolgt z. B. durch die Bereitstellung des Experimentiermaterials in unterschiedlich bestückten Interaktionsboxen (zielgerichtete Ausstattung, variable Ausstattung) und durch vielfältige Hilfen wie z. B. gestufte Planungstipps bis hin zu Durchführungsvorschlägen mit und ohne Aufbauskizzen.

Die Umsetzung des Unterrichtsvorhabens in eine digitale Lernumgebung bietet darüber hinaus weitere Möglichkeiten der Individualisierung. Sie ermöglicht den Lernenden in besonderem Maße, nötige Hilfen durch eine entsprechende Verlinkung passgenau in Anspruch zu nehmen. Außerdem können die Schülerinnen und Schüler noch selbstständiger und selbstregulierter arbeiten und das Lerntempo an die eigenen Bedürfnisse anpassen.

Im Folgenden werden der Methodenkoffer „Sicherheitsbelehrung“ und die Lernumgebung zur Stofftrennung anhand exemplarisch ausgewählter Materialbeispiele, die die differenzierenden Elemente besonders verdeutlichen, vorgestellt. Dabei werden auch Lernmaterialien präsentiert, die erst an wenigen

Regelschulen zur Ausstattung gehören und deren Beschaffung mit Kosten verbunden ist, z. B. Vorlesestifte und Logico-Rahmen. Auch wenn die Unterrichtsarrangements im Wesentlichen ohne diese Lernmaterialien umgesetzt werden können, sollen die Fachschaften zur Überprüfung ermutigt werden, ob eine längerfristig angelegte Beschaffung sinnvoll und realisierbar ist.

2 Vorstellung des Methodenkoffers „Sicherheitsbelehrung“

Vorüberlegungen

Warum ein Methodenkoffer „Sicherheitsbelehrung“?

Was macht Chemieunterricht zu einem spannenden, motivierenden und nachhaltig prägenden Erlebnis für Schülerinnen und Schüler? – Die Antwort kennt jeder, der Chemie unterrichtet: natürlich ein Experiment. Doch um Experimente durchzuführen, egal ob als Schüler- oder als Lehrerexperiment, werden häufig Gefahrstoffe eingesetzt. Um Unfälle beim Experimentieren zu vermeiden, gibt es in Nordrhein-Westfalen die sogenannten Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht an allgemeinbildenden Schulen, kurz RISU-NRW (MSB, 2020). In der RISU-NRW 2020 ist u. a. festgelegt, dass jeder Unterrichtende, der im Unterricht mit Gefahrstoffen umgeht, dazu verpflichtet ist, zweimal jährlich eine Sicherheitsbelehrung in den entsprechenden Lerngruppen durchzuführen (vgl. MSB, 2020, S. 45). Eine anschließende Dokumentation im Klassen- bzw. Kursbuch muss ebenfalls vorgenommen werden (vgl. MSB, 2020, S. 45).

Sind die Inhalte der Sicherheitsbelehrung verstanden worden und sind die Lernenden von der Notwendigkeit des Einhaltens der Sicherheitsmaßnahmen überzeugt? Werden in heterogenen Lerngruppen auch die Schülerinnen und Schüler mit dem Förderschwerpunkt Lernen oder geistige Entwicklung erreicht? Diese Fragen waren der Anlass, methodisch vielseitige Vorgehensweisen zur Sicherheitsunterweisung zu entwickeln.

Jeder Lernende, der am Unterricht mit Gefahrstoffen teilnimmt, wird im Laufe seiner Schulzeit, je nach Schulform, 8 bis 16 Sicherheitsunterweisungen erleben. Aufgrund dieser Annahme haben wir ein breites Repertoire an Materialien entwickelt, welches von der jeweiligen Lehrkraft auf die Lerngruppe und die räumlichen Gegebenheiten abgestimmt und eingesetzt werden kann. Ein Großteil der auf den folgenden Seiten vorgestellten Materialien sind kostenlos verfügbar bzw. selber zu erstellen.

Folgende Bausteine sollen im Rahmen einer Sicherheitsbelehrung vermittelt werden:

- die Gefahrenpiktogramme und deren Bedeutung,
- H- und P-Sätze und deren Bedeutung,
- Sicherheitseinrichtungen in einem Fachraum und deren Funktionsweise,
- richtiges Verhalten beim Experimentieren.

Die Mitglieder der SINUS-Gruppe sind bei der Erarbeitung der Materialien von Fachräumen ausgegangen, in denen sie selbst Chemie unterrichten. Beim Einsetzen der Materialien des Methodenkoffers müssen etwaige Besonderheiten der eigenen Räumlichkeiten beachtet werden.

Übersicht über alle erstellten Materialien

Bei der Entwicklung der Materialien sind besonders Schülerinnen und Schüler mit den Förderschwerpunkten Lernen, geistige Entwicklung und Sprache berücksichtigt worden. Grundsätzliche Hinweise zum Experimentieren in heterogenen Lerngruppen sind in der Broschüre „Gemeinsames Lernen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I“, herausgegeben von der Unfallkasse NRW und dem Ministerium für Schule und Bildung NRW, zu finden (Unfallkasse NRW, 2018).

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Materialien, die zur Sicherheitsunterweisung erstellt wurden. Eine Kennzeichnung mit den Buchstaben GL (Gemeinsames Lernen) zeigt an, dass das Material besonders für Lernende mit Förderschwerpunkt Lernen, geistige Entwicklung und/oder Sprache geeignet ist.

Tabelle 1: Überblick über die Materialien zur Sicherheitsunterweisung

| Material | Kurzbeschreibung |
|--|---|
| Gefahrenpiktogramme und deren Bedeutung (Phrasen) | |
| Memorykarten GL* | Nach den Regeln des Spiels Memory wird den Gefahrenpiktogrammen die entsprechende Bedeutung zugeordnet. Nach der Übungsphase bietet es sich an, die Karten zum Abfragen zu nutzen. |
| Arbeitsblatt | Auf einem Arbeitsblatt sind die Piktogramme abgebildet; Bedeutung, Wirkbeispiele und Hinweise zur Sicherheit und Ersten Hilfe müssen zugeordnet werden. Sind alle Zuordnungen richtig, ergibt sich ein Lösungswort. |
| Learning-App GL* | Nach den Regeln des Memoryspiels wird auf der Internetseite „LearningApps.org“ Gefahrenpiktogrammen die jeweilige Bedeutung zugeordnet ³ . |
| Logico GL* | Gefahrenpiktogramme und deren Bedeutung (speziell für das Logico Piccolo erstellt) werden mit bunten Schiebeknöpfen miteinander verbunden (siehe exemplarische Vorstellung der Materialien). |
| Bandolino GL* | Es handelt sich um ein Wickelspiel, bei dem durch eine Kordel ein Gefahrenpiktogramm mit der jeweiligen Bedeutung verbunden wird. Die Richtigkeit der Aussagen kann durch Selbstkontrolle auf der Rückseite überprüft werden. |
| Vorlesestift GL* | Die Gefahrenpiktogramme sind mit Markierungspunkten versehen und der Vorlesestift gibt die jeweilige Bedeutung der Gefahrenpiktogramme wieder (siehe exemplarische Vorstellung der Materialien). |
| H- und P-Sätze | |
| Alltagsprodukte | Auf den Verpackungen von Alltagsprodukten (z. B. Stifte, Spülmittel, Abflussreiniger) sind H- und P-Sätze angegeben. Deren Bedeutung bzw. deren Nummerncode werden mithilfe eines Posters ermittelt (baur, 2008). |
| Memory | Bestimmten Berufen können Chemikalien zugeordnet werden (z. B. Kfz-Mechatroniker/in – Schmieröl). Im Vorfeld können die Lernenden sich in einer Lernumgebung über Berufe mit Chemiebezug informieren (Krause, Stuckey & Eilks, 2014). ⁴ |

3 Das Memory kann unter dem folgenden Link abgerufen werden: <https://learningapps.org/watch?v=p1kx65goc18> [30.06.2020].

4 Die Lernumgebung zu „Chemie und Berufe“ ist unter dem folgenden Link abrufbar: <http://www.digitale-medien.schule/berufe.html> [30.06.2020].

(Fortsetzung Tabelle 1)

| Material | Kurzbeschreibung |
|---|---|
| Learning App | Auf der Internetseite „LearningApps.org“ ist ein Spiel erstellt, in dem Berufe einer Chemikalie zugeordnet werden können ⁵ . Im Vorfeld können die Lernenden sich in einer Lernumgebung über Berufe mit Chemiebezug informieren (Krause, Stuckey & Eilks, 2014). |
| Regeln zum Sicherem Experimentieren | |
| Abbildung Chemieraum GL* | Mehrere Schülerinnen und Schüler experimentieren. Manche verhalten sich beim Experimentieren richtig, manche machen Fehler. Die Fehler sollen benannt und korrigiert werden (in Anlehnung an Eisner et al., 2008). |
| Kahoot! | Kahoot! ist ein Abfragespiel mit starkem Wettbewerbscharakter, welches online gespielt wird. Eine Abbildung zeigt mehrere Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren. Manche verhalten sich beim Experimentieren richtig, manche machen Fehler. Eingebunden in ein Kahoot! beantworten die Schülerinnen und Schüler Fragen zur guten Experimentierpraxis (in Anlehnung an Eisner et al., 2008). |
| Sketchnotes | Abbildungen zeigen Lernende, die sich beim Experimentieren falsch verhalten. Es folgt eine Erläuterung, wie es richtig zu sein hat und dann die entsprechende Abbildung. Die Karten müssen in die richtige Reihenfolge gebracht werden. |
| Video mit eingebliedeten Fragen | Das Video zeigt Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren, z. T. werden Sicherheitsregeln nicht eingehalten. Das Video stoppt an verschiedenen Stellen und läuft erst weiter, wenn von den Lernenden Fragen zum sicheren Experimentieren beantwortet werden. |
| Lesetext ggf. GL* | Eine Geschichte mit fehlerhaftem Verhalten beim Experimentieren im Chemieraum muss von den Lernenden korrigiert und berichtigt werden (Lauer). |
| Logico GL* | Regeln zum Experimentieren sollen vervollständigt werden. Mit bunten Schiebeknöpfen werden die richtigen Aussagen miteinander verbunden (siehe exemplarische Vorstellung der Materialien). |
| Sicherheitseinrichtungen im Chemieraum | |
| Vorlesestift GL* | Eine Abbildung (Unfallkasse „Sichere Schule“) ⁶ zeigt die Sicherheitseinrichtungen des Fachraums. Markierungspunkte, die an den Sicherheitseinrichtungen angebracht sind, können mit dem Vorlesestift berührt werden. Nun wird die gespeicherte Information vom Vorlesestift wiedergegeben. |
| Interaktive Abbildung GL* | Auf der Abbildung (Unfallkasse „Sichere Schule“) sind die Sicherheitseinrichtungen mit Markierungen versehen. Klickt man auf die Markierungen, so wird die Funktion der Einrichtung mit einem Text oder Video erklärt. |
| Logico GL* | Den Sicherheitseinrichtungen eines Chemieraums werden über bunte Schiebeknöpfe die passenden Begriffe zugeordnet. |
| Abbildungen | Augennotdusche, Feuerlöscher und z. B. Löschsand sind auf Abbildungen zu sehen. Beschreibungen geben deren Funktionsweise wieder. Nach dem Lesen sollen Fragen beantwortet werden. |

5 Das Memory kann unter folgendem Link abgerufen werden: <https://learningapps.org/view8583935> [30.06.2020].

6 <https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/rms-web-storage/chemie/public/startseiten/chemie-home.jpg> [30.06.2020].

(Fortsetzung Tabelle 1)

| Material | Kurzbeschreibung |
|--|--|
| Mehrere Elemente einer Sicherheitsbelehrung | |
| Lernen an Stationen | An verschiedenen Stationen werden Sicherheitsaspekte vermittelt. Ausschneiden, Aufkleben und das Lösen von Rätseln sorgen für Abwechslung. |
| Lernen an Stationen | An verschiedenen Stationen werden Sicherheitsaspekte vermittelt. Das Material wird von der Unfallkasse NRW kostenlos zur Verfügung gestellt (DGUV). ⁷ |
| Biparcours | Mit der App Biparcours wird eine interaktive Sicherheitsbelehrung durchgeführt (siehe auch exemplarische Vorstellung einiger Materialien). |
| Kahoot! | Mehrere Aspekte einer Sicherheitsbelehrung werden spielerisch abgefragt (siehe auch exemplarische Vorstellung einiger Materialien). |
| (GL*: Unterrichtsmaterialien, die besonders für Lernende mit dem Förderschwerpunkt Lernen, geistige Entwicklung und/oder Sprache geeignet sind.) | |

Exemplarische Vorstellung einiger Materialien

Ein Anliegen der SINUS-Gruppe war es, auch Material für Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf Lernen, geistige Entwicklung und Sprache zu erstellen. Exemplarisch sollen hier zwei Möglichkeiten vorgestellt werden, die es möglich machen, eine Sicherheitsbelehrung in stark heterogenen Lerngruppen durchzuführen und besonders Lernenden mit den oben genannten Förderbedarfen zu einem Lernzuwachs zu verhelfen. Eine Möglichkeit stellt die Arbeit mit dem Logico-Rahmen dar, eine andere Möglichkeit bietet der Vorlesestift.

Für die Arbeit mit dem Logico-Rahmen (Abbildung 1a) werden speziell erstellte Einlegekarten benötigt. Für die Sicherheitsbelehrung sind drei Einlegekarten angefertigt worden, eine zum Lerninhalt „Sicheres Experimentieren“, eine zu „Sicherheitseinrichtungen im Fachraum“ und eine zum Lerninhalt „Gefahrenpiktogramme“. Die Einlegekarte wird in den Logico-Rahmen geschoben. Dann erfolgt eine Zuordnung farbiger Schiebepunkte zu den Antwortmöglichkeiten (Abbildung 1b). Eine Selbstkontrolle der Antwortmöglichkeiten erfolgt durch Umdrehen der Einlegekarte (Abbildung 1c). Die Einlegekarten können mit dem Programm „Word“ erstellt werden. Auch ein Bearbeiten der Einlegekarte, um eine stärkere Differenzierung zu erreichen, ist möglich. Die Einlegekarte „Sicheres Experimentieren“ kann z. B. durch das Entfernen des Anfangsbuchstabens der Lösung (Abbildung 1b) für ein anderes Lernniveau bereitgestellt werden. Die Lernenden im Anfangsunterricht Chemie aller Lernniveaus arbeiten gerne mit dem Logico-Rahmen, da er aufgrund seiner Gestaltung einen hohen Aufforderungscharakter hat.

Der Einsatz des Vorlesestifts bietet eine weitere Möglichkeit, Sicherheitsbelehrungen in stark heterogenen Lerngruppen durchzuführen. Markierungspunkte, die bei der Bestellung des Vorlesestifts mitgeliefert werden, markieren den Startpunkt der Tonwiedergabe. Wird ein Markierungspunkt z. B. an ein Gefahrenpiktogramm geklebt, kann der Vorlesestift das Aussehen und die Bedeutung des Piktogramms wiedergeben. Der Vorlesestift muss hierzu vorher besprochen werden. Der Einsatz des Vorlesestifts stellt besonders für Lernende

⁷ Die Materialien der Unfallkasse können unter dem folgenden Link abgerufen werden: <https://www.dguv.de/sekundarstufe-i/sicherheit-in-der-schule/gefahrstoffe-im-unterricht/#lehrrmaterialien> [30.06.2020].

mit dem Förderschwerpunkt Sprache eine Hilfe dar. Aber auch für die Förderschwerpunkte Lernen und geistige Entwicklung ist der Vorlesestift eine Lernhilfe.



Abbildung 1: Arbeit mit dem Logico-Rahmen a) Rahmen „Logico Piccolo“, b) Einlegekarte „Sicheres Experimentieren“, c) Selbstkontrolle der Zuordnungen

Ein weiterer Entwicklungsschwerpunkt für die Komplettierung des Methodenkoffers Sicherheitsunterweisung war das Erstellen digitaler Elemente. Als besonders geeignet haben sich die App Biparcours und die spielebasierte Lernplattform Kahoot! erwiesen.



Abbildung 2: App Biparcours

Die App Biparcours (Abbildung 2) wird Schulen kostenlos vom Bildungspartner NRW zur Verfügung gestellt (Bildungspartner NRW). Mit dem Parcours-Creator lassen sich spannende Themenrallyes erstellen.⁸ Die mit der App Biparcours erstellte Labor-Rallye thematisiert Fluchtwege, Verhalten bei Feueralarm, Gefahrenpiktogramme auf Chemikalien, Funktionsweise eines Not-Aus-Schalters, Verhalten beim Experimentieren und Entsorgung von Chemikalien. Aussagen müssen in die richtige Reihenfolge gebracht und Multiple-Choice-Fragen beantwortet werden, eine kurze Videosequenz muss erstellt und anschließend hochgeladen werden. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten im Team und lösen gemeinsam die Aufgaben. Das beste Team kann am Ende zum Sieger gekürt werden und einen kleinen Preis erhalten. Die Lehrkraft hat die Möglichkeit, im Login-Bereich von Biparcours die Antworten der Schülerinnen und Schüler zu prüfen. Gibt es Antworten, die von vielen falsch gelöst wurden? Dann besteht die Möglichkeit, den Lerninhalt im Unterricht noch einmal aufzugreifen und für Klarheit zu sorgen.

Auf der spielebasierten Lernplattform Kahoot! können Fragen und Antworten von der Spielleitung programmiert werden.⁹ Von Vorteil ist es, dass nur die Spielleitung im Login-Bereich von Kahoot! angemeldet sein muss. Die Lernenden erhalten einen Zugangscode und loggen sich mithilfe dieses Codes in der App oder auf kahoot.it mit einem Benutzernamen ein. Ein Kahoot! eignet sich besonders zum Abfragen von bereits erworbenem Wissen. Es kann im Einzel- oder Teammodus gespielt werden. Besonders für heterogene Lerngruppen bietet sich der Teammodus an, da sonst langsamere Lerner kaum eine Chance haben zu gewinnen. Das Kahoot! „Sicher ist sicher –

⁸ <https://biparcours.de/> [30.06.2020].

⁹ <https://kahoot.com/> [30.06.2020].

SINUS“ fragt die Bedeutung der Gefahrenpiktogramme, die Sicherheitseinrichtungen und deren korrekte Benutzung und die Regeln zum Experimentieren ab. Gewinnerinnen und Gewinner stehen am Ende fest und bekommen symbolisch eine Gold-, Silber- oder Bronzemedaille verliehen. Von Vorteil ist es, dass die Lernenden motiviert sind, sich mit den Fachinhalten auseinanderzusetzen, da jeder später bei der Kahoot!-Abfrage gewinnen möchte.

3 Vorstellung des Unterrichtsvorhabens „Jana in den Everglades – Trennverfahren für unterwegs“

Überblick über das Unterrichtsvorhaben

„Jana in den Everglades – Trennverfahren für unterwegs“ ist eine Unterrichtseinheit, die für den Anfangsunterricht Chemie entwickelt wurde und mit der alle relevanten Trennmethoden erarbeitet werden können (siehe Tabelle 2). Sie deckt alle in den Kernlehrplänen für Hauptschule (MSW, 2011a), Realschule (MSW, 2011b), Gesamtschule (MSW, 2011c) und Gymnasium (MSB, 2019) geforderten Kompetenzerwartungen zum inhaltlichen Schwerpunkt Trennverfahren ab und ist durch ein umfassendes Angebot an Differenzierungsmaßnahmen auch für Schülerinnen und Schüler mit Förderschwerpunkt Lernen geeignet. Der besondere Fokus des Vorhabens liegt auf der Entwicklung von Kompetenzen aus dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung, denn alle Experimente werden, nachdem die Lernenden das Problem erkannt und eine geeignete Problemfrage entwickelt haben, von den Lernenden selbstständig geplant, durchgeführt und ausgewertet.

Das Vorhaben umfasst sechs Unterrichtsstunden. Zunächst werden die verschiedenen Trennverfahren nach zunehmender Komplexität erarbeitet. Abschließend müssen die Lernenden ihr Wissen nutzen, um ein Mehrstoffgemisch zielgerecht zu trennen. Dabei sind verschiedene Vorgehensweisen möglich. Erfahrungen in der Praxis zeigen, dass tatsächlich die verschiedenen Schülergruppen auch unterschiedliche Lösungen entwickeln.

Tabelle 2: Übersicht über die verschiedenen Trennverfahren

| Einheit | Inhalt | Trennverfahren |
|---------|--|--|
| 1. UE | Das Abenteuer beginnt – Jana und ihre Erbsen! – eigenständige Erarbeitung der Trennverfahren Sortieren und Sieben anhand eines Sand-Zucker-Erbsen-Gemenges | Sortieren/Sieben |
| 2. UE | Augen auf beim Kaffeekauf! – eigenständige Erarbeitung der Trennverfahren Filtrieren, Sedimentieren, Dekantieren | Sedimentieren/ Dekantieren/Filtrieren |
| 3. UE | Invasion der Mücken! – eigenständige Erarbeitung des Trennverfahrens Extraktion am Beispiel der Gewinnung von Orangenöl | Extrahieren |
| 4. UE | Das versalzte Nudelwasser – eigenständige Erarbeitung des Trennverfahrens Eindampfen | Eindampfen |
| 5. UE | Durst! – eigenständige Erarbeitung des Trennverfahrens Destillation | Destillation |
| 6. UE | Missgeschick weitab vom nächsten Supermarkt! – Entwicklung eines Trennungsgangs für ein Salz-Kandiszucker-Sand-Gemisches als Anwendung der bisher erlernten Trennverfahren | Trennung eines komplexen Stoffgemisches |

Die verschiedenen Bausteine des Vorhabens wurden in verschiedenen Lerngruppen erprobt. Die dabei gewonnenen Erfahrungen sind in die Weiterentwicklung der Reihe eingeflossen. Die digitale Version befindet sich zurzeit in der Erprobung.

Darstellung der Grundkonzeption des Unterrichtsvorhabens am Beispiel der Einheit „Das Abenteuer beginnt – Jana und ihre Erbsen“

Alle Einheiten des Unterrichtsvorhabens sind nach dem gleichen Muster aufgebaut und drehen sich um Jana, die in den Everglades unterwegs ist und der ständig Missgeschicke passieren, die sich mithilfe von Trennmethode beheb lassen. Im Folgenden wird die Grundkonzeption des Vorhabens einschließlich der integrierten Differenzierungsmaßnahmen exemplarisch am Beispiel der ersten Unterrichtseinheit „Das Abenteuer beginnt – Jana und ihre Erbsen“ vorgestellt.



Abbildung 3: Janas Rucksack mit ihrer Ausrüstung

Jede Stunde beginnt mit einem Ausschnitt eines Chat-Verlaufs zwischen Jana und ihrer Freundin bzw. ihrem Freund (Abbildung 4), in dem sie von ihrem Missgeschick berichtet und um Hilfe bittet. Anhand dieser Nachricht werden die Lernenden in die Problemstellung eingeführt. Gemeinsam mit der Lerngruppe wird eine Forscherfrage formuliert, deren Lösung Jana helfen soll, ihr Problem zu lösen. Dazu sollen die Schülerinnen und Schüler selbstständig in Gruppen ein Experiment zur entsprechenden Stofftrennung planen. Um sicherzustellen, dass die Lernenden auch zielgerichtet planen, muss vor der Durchführung des Experiments ein Flussdiagramm, das die nötigen Trennschritte

und die daraus resultierenden Ergebnisse enthält, ausgefüllt werden. Als weitere Planungshilfen stehen den Schülerinnen und Schülern unterschiedliche Materialboxen (Profibox oder mitwachsende Box, Tabelle 2) zur Verfügung. Anschließend wird das Experiment nach den eigenen Planungen durchgeführt und ausgewertet. Zum Schluss verfassen die Lernenden in ihren Gruppen eine Antwort an Jana und geben ihr einen Tipp, wie sie ihr Problem lösen kann (Abbildung 5). Da Jana aber kein Chemielabor bei ihrem Ausflug in die Everglades dabei hat, muss der Vorschlag zur Problemlösung mit Materialien aus Janas Rucksack durchführbar sein. Dazu haben die Schülerinnen und Schüler eine Abbildung vom Inhalt des Rucksacks und eine Liste der Dinge, die sie mit sich führt, bekommen (Abbildung 3, Tabelle 3).

Zur Sicherung des Gelernten füllen die Lernenden am Ende jeder Stunde bzw. als Hausaufgabe eine Seite eines Buddy-Books aus, sodass am Ende des Vorhabens jede Schülerin und jeder Schüler einen Überblick über alle Trennmethode in schriftlicher Form vorliegen hat.

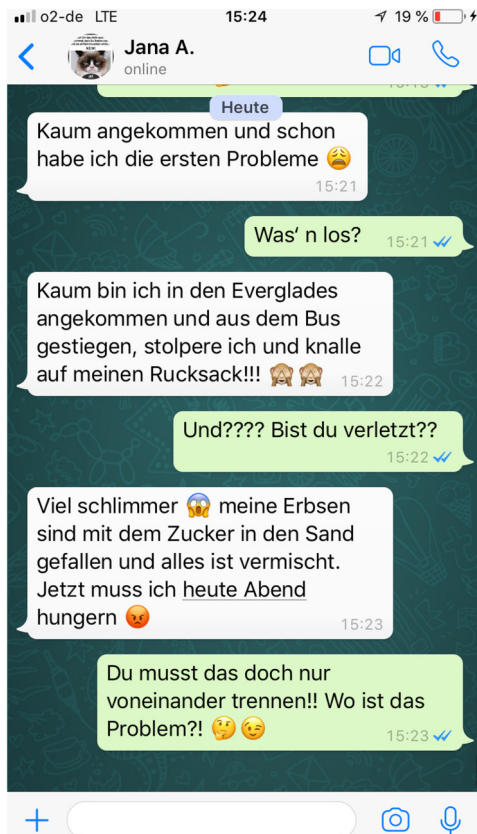


Abbildung 4: Chatverlauf zwischen Jana und ihrer Freundin (Trennverfahren „Sortieren und Sieben“)

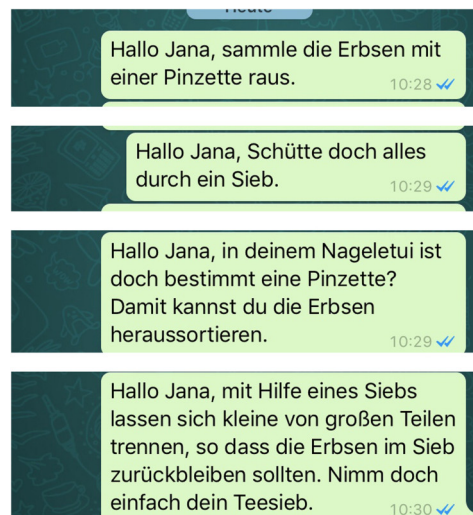


Abbildung 5: Schülerantworten an Jana (Trennverfahren „Sortieren“, „Sieben“)

Differenzierungsbausteine

Damit möglichst alle Lernenden einer heterogenen Lerngruppe selbstständig die Aufgabenstellung erfolgreich bearbeiten können, wurden verschiedene Differenzierungsbausteine für die Planung und Durchführung der Trennungsexperimente entwickelt.

Für die Planung des Experiments stehen den Schülerinnen und Schülern unterschiedliche Materialboxen zur Verfügung. Sie dienen als Strukturierungshilfe und erleichtern die Selbst- und Arbeitsorganisation. Für leistungsschwache Schülerinnen und Schüler und solche mit dem Förderschwerpunkt Lernen sind nur solche Materialien in der Box, die für eine sinnvolle Problemlösung benötigt werden, d. h. diese Schülerinnen und Schüler bekommen zu jeder Trennaufgabe eine eigene Materialbox. Alternativ dazu kann die Box mitwachsen, d. h. es werden jeweils die Materialien, die für die Lösung des neuen Problems gebraucht werden, ergänzt. Leistungsstärkere Lernende dagegen bekommen von Anfang an die sog. Profibox, die schon die Geräte und Chemikalien für alle sechs Trennungsaufgaben enthält (Tabelle 3) und aus denen sie jeweils für ihre Planungen die passenden Materialien auswählen müssen.

Als Ausfüllhilfe für das Flussdiagramm gibt es eine Vorlage (Abbildung 6). Außerdem steht ein Erklärvideo zur Verfügung, in dem am Beispiel der Trennung eines Gemisches aus Eisen und Sand Schritt für Schritt gezeigt wird, wie das Flussdiagramm auszufüllen ist. Zusätzlich können vor allem lernschwache Lernende auf ein fertig ausgefülltes Beispiel zurückgreifen (Abbildung 7).

Tabelle 3: Inhalt der Materialboxen und von Janas Rucksack

| Inhalt der Boxen bzw. Janas Rucksack | | |
|--------------------------------------|---|------------------------------|
| Profibox | Wachsende Box (UE 1) | Janas Rucksack |
| Filterpapier | Sieb | Kaffeefiltertüte |
| Trichter | Pinzette | Kaffeefilteraufsatz |
| Pinzette | Löffelspatel | Nageletui |
| Löffelspatel | mehrere Bechergläser | Löffel |
| Messer | Schutzbrillen | Messer |
| Magnet | Flussdiagramm | Gabel |
| mehrere Bechergläser | Hilfekarten zur Stofftrennung (Sortieren, Sieben) | Magnetverschluss |
| Teclubrenner | | Topf mit Deckel |
| Erlenmeyerkolben | | Teller |
| Sieb | | Tassen |
| Glasstab | | Taschentücher |
| Glasplatte | | Teesieb |
| Dreibein | | Spiegel |
| Drahtnetz | | Trinkflasche |
| Streichhölzer | | Taschenmesser |
| Tiegelzange | | Grillgestell |
| Schutzbrillen | | Grillrost |
| Behälter mit Wasser (25 ml) | | Feuerstein |
| Öl | | Grillzange |
| Alkohol | | Öl |
| Flussdiagramm | | Alkohol zur Wunddesinfektion |
| Hilfekarten zur Stofftrennung | | |

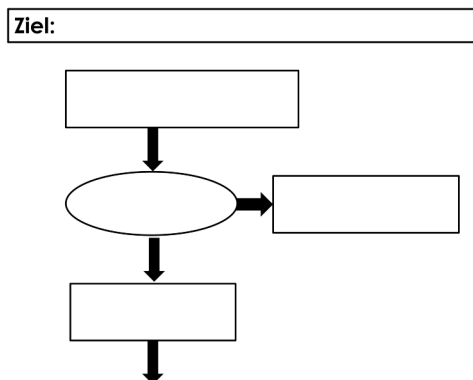


Abbildung 6: Flussdiagramm zur Planung der Stofftrennung

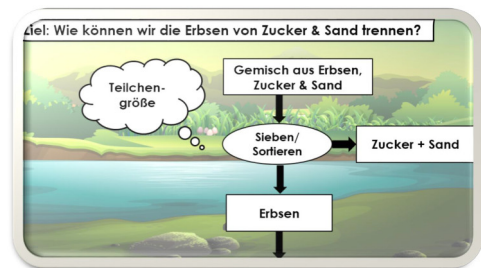


Abbildung 7: Tippkarte bzw. Lösung zum Ausfüllen des Flussdiagramms

Zusätzlich können die Lernenden gestufte Hilfen für die Planung und Durchführung ihres Experiments in Anspruch nehmen. Bei der ersten Hilfe („Überlege dir, welche Materialien du benötigst und welche nicht.“) handelt es sich um eine strategische Hilfe, die vor allem die Lernenden, die die Profibox gewählt haben, anregen soll, sich noch einmal eingehend mit den zur Verfügung gestellten Geräten und Chemikalien zu beschäftigen.

Bei der zweiten Hilfe handelt es sich um einen Satz von Karteikarten, auf denen die verschiedenen Trennverfahren beschrieben sind und die angeben,

welche Stoffeigenschaft ihnen zugrunde liegt (Abbildung 8). Diese Karten helfen, das geeignete Verfahren auszuwählen. Aufbauskizzen zu den verschiedenen Trennverfahren dienen der visuellen Unterstützung und erleichtern die Handlungsplanung beim Experimentieren. Die dritte Hilfe geht noch einen Schritt weiter und macht einen Vorschlag zu den benötigten Materialien (Abbildung 9). Damit ist auch für lernschwache Schülerinnen und Schüler ein möglicher Weg implizit vorgegeben. Für Lernende mit großem Förderbedarf im Bereich der kognitiven Entwicklung steht als letzte mögliche Hilfe eine komplette Versuchsvorschrift, die durch eine Aufbauskizze ergänzt werden kann, zur Verfügung (Abbildung 10).

Die Stoffe bestehen aus unterschiedlich großen Teilchen. Im Sieb befinden sich kleine Löcher. Kleine Teilchen können diese passieren, große bleiben im Sieb zurück.

Sieb,
Becherglas

Abbildung 8: 2. Hilfe (Karteikarte) zum Trennverfahren „Sieden“

Abbildung 9: 3. Hilfe: Materialvorschlag zum Trennverfahren „Sieden“

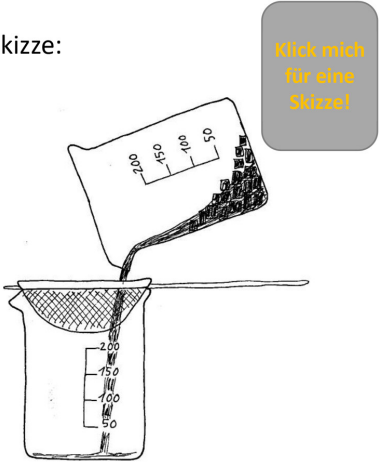
Trennverfahren: *Sieben*

Genutzte Eigenschaft: *Teilchengröße*

Versuchsanleitung:

Setzt das Sieb auf das leere Becherglas. Schüttet euer Gemisch durch das Sieb.

Skizze:



Klick mich für eine Skizze!

Abbildung 10: 4. Hilfe: Versuchsvorschrift mit Aufbauskitze (Beispiel: Trennverfahren „Sieden“)

Die bereitgestellten Materialien lassen sich nach dem Baukastenprinzip für Lernende mit den unterschiedlichsten Lernvoraussetzungen individuell zusammenstellen.

Digitalisierungsmöglichkeiten

Aufgrund der vielfältigen Differenzierungsmöglichkeiten ist der Aufwand zur Vorbereitung des Unterrichtsvorhabens (unterschiedliche Materialkisten, unterschiedliche Sets mit gestuften Hilfen bzw. Hilfen zum Ausfüllen des Fluss-

diagramms, Möglichkeit zum Abspielen des Erklärvideos) für die Lehrkraft sehr groß. Außerdem hat sich bei der praktischen Durchführung gezeigt, dass viele Schülerinnen und Schüler mit kognitiven Beeinträchtigungen gerade bei einer solchen Vielfalt von Hilfsmöglichkeiten mit der Auswahl der geeigneten Hilfen überfordert sind. Deshalb wurde das Unterrichtsvorhaben in Form einer digitalen Lernumgebung mit PowerPoint umgesetzt. Alle Arbeitsmaterialien zur Planung und Durchführung der Experimente, einschließlich der Einstiege in die verschiedenen Trennverfahren, werden den Lernenden digital zur Verfügung gestellt und sind durch Verlinkungen zugänglich. Zentrales Element der Lernumgebung ist eine Checkliste, mit der der Ablauf des Vorgehens transparent dargestellt wird und auf die alle Hilfen immer wieder zurückführen (Abbildung 11). Die Kombination aus digitaler Lernumgebung, Experimentierboxen und gestuften Hilfekarten unterstützt ein mehrkanaliges Lernen, denn diese verbindet visuelle und verbale Informationen und ermöglicht ein handelndes Lernen. Weitere Vorteile der Lernumgebung sind, dass die Lernhilfen von den Schülerinnen und Schülern nach Bedarf über Links einzeln eingesehen werden können (Abbildung 12).

Die Tatsache, dass alle Lernenden nach ihrem Lerntempo arbeiten können, hat aber auch zur Folge, dass nicht mehr alle Schülerinnen und Schüler alle Trennverfahren durchführen können. Hier muss im Rahmen einer weiteren Differenzierungsmaßnahme eine Auswahl getroffen werden, welche der Verfahren von allen Schülerinnen und Schülern durchgeführt werden müssen und welche zur freien Wahl stehen. Denkbar wäre hier eine Differenzierung nach zieldifferenten (nur die ersten drei Einheiten müssen praktisch durchgeführt werden) und zielgleichen Lernenden (bis auf die sechste müssen alle Einheiten praktisch durchgeführt werden). Da sich die digitale Version des Unterrichtsvorhabens zurzeit in der praktischen Erprobung befindet, kann hierzu noch keine gesicherte Aussage über die Praktikabilität getroffen werden. Ersten Rückmeldungen zufolge ist jedoch der Motivationscharakter sehr hoch.

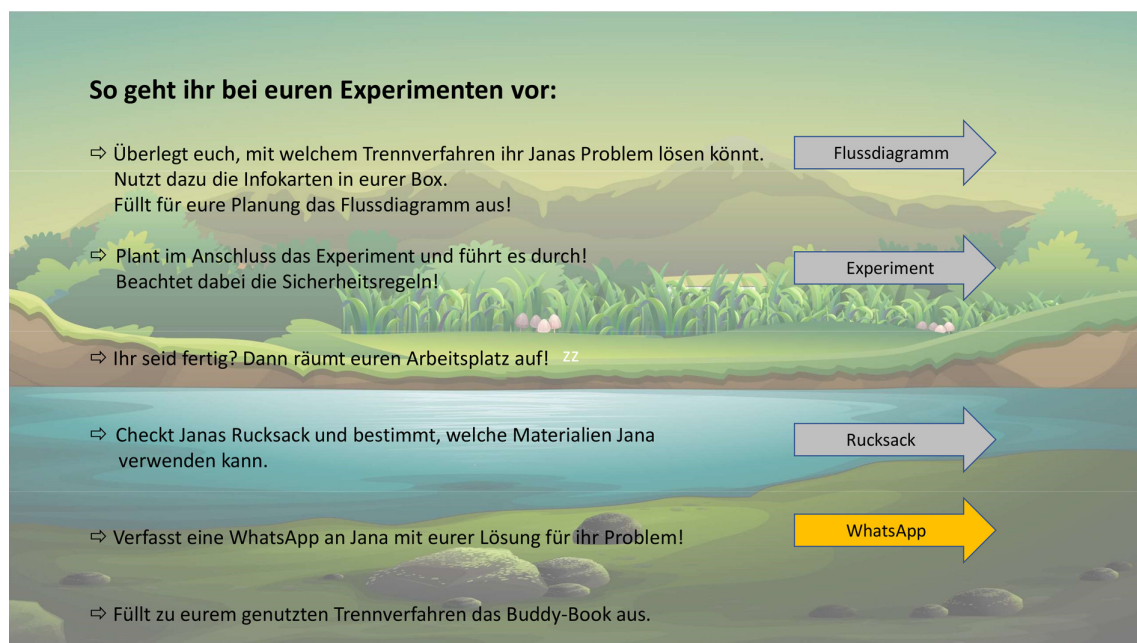


Abbildung 11: Checkliste für das Vorgehen (Grafik mit Ressource von Freepik.com erstellt)



Abbildung 12: Buttons zu den gestuften Hilfen (Grafik mit Ressource von Freepik.com erstellt)

Um alle Möglichkeiten der PowerPoint-Lernumgebung zu nutzen, benötigt man für die erstellte Präsentation eine Vollversion von PowerPoint. An einer abgespeckten Version (ohne Mouseover und bearbeitbaren Textfeldern) wird zurzeit noch gearbeitet. Eine solche Version hat den Vorteil, dass sie sich mit einem PowerPoint-Viewer bedienen lässt. Außerdem lassen sich die Folien dann problemlos als pdf-Datei unter Erhalt aller Links abspeichern und auf Tablets übertragen, sodass die Lernumgebung ähnlich einem interaktiven E-Book auch von iPads oder vergleichbaren Endgeräten für den unterrichtlichen Einsatz genutzt werden kann. Beide Versionen lassen sich jedoch nur offline nutzen. Außerdem ist PowerPoint in seinen Funktionen stark versionsabhängig, sodass bei Updates Funktionen verloren gehen und z. B. Links wieder neu gesetzt werden müssen. Es ist also sinnvoll, perspektivisch nach einer anderen digitalen Umsetzungsmöglichkeit zu suchen, die browserbasiert und somit für alle beliebigen Endgeräte nutzbar ist. Eine vielversprechende Möglichkeit hierzu bietet tet.folio. Dabei handelt es sich um eine interaktive Lehr- und Lernplattform der Freien Universität Berlin.¹⁰

Mit tet.folio lassen sich digitale Lernumgebungen erstellen, bearbeiten und teilen. Die Inhalte sind personalisiert auf dem Server der Freien Universität Berlin gespeichert. Zum Abrufen benötigt man lediglich einen Browser. Die Lernenden können sich auf der Seite von tet.folio anmelden und die Lernumgebung wie eine Art „E-Book“ nutzen und mit eigenen Anmerkungen unter ihrem Namen abspeichern. Zurzeit werden Umsetzungsmöglichkeiten der Lernumgebung in tet.folio geprüft.

¹⁰ <https://tetfolio.fu-berlin.de/> [30.06.2020].

4 Zusammenfassung, Schlussfolgerungen und Perspektiven

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass mithilfe umfassender Differenzierungsmaßnahmen die Teilhabe aller Schülerinnen und Schüler am Chemieunterricht gewährleistet werden kann. Praktische Erfahrungen zeigen, dass insbesondere die digitalen Unterrichtsmaterialien ein hohes Motivationspotenzial besitzen. So nutzen die Lernenden, wenn sie Wahlmöglichkeiten haben, bei der Sicherheitsunterweisung bevorzugt die digitalen Unterrichtsbausteine.

Die Umsetzung des Unterrichtsvorhabens zur Stofftrennung in eine digitale Lernumgebung ermöglicht durch die starke Individualisierung des Lernprozesses eine Förderung aller Lernenden auf einem für sie angemessenen Niveau. In Kombination mit den Experimenten unterstützt sie ein mehrkanaliges Lernen und fördert in besonderem Maße das selbstständige und selbstorganisierte Arbeiten.

Wünschenswert wäre die Fortführung des Projekts mit dem Fokus auf der Entwicklung von Unterrichtsbausteinen für höhere Jahrgangsstufen. Spätestens mit der Einführung eines differenzierten Teilchenmodells und darauffolgend der chemischen Bindungen nimmt der Abstraktionsgrad im Chemieunterricht stark zu und stellt vor allem leistungsschwache Lernende vor große Herausforderungen. Um hier für alle Schülerinnen und Schüler die Teilhabe am Unterricht zu gewährleisten, müssen noch weitergehende Möglichkeiten der Individualisierung durchdacht und entwickelt werden, die sich besonders gut durch digitale Lernumgebungen realisieren lassen. Dabei würde die Umsetzung auf browserbasierten Lernplattformen wie z. B. tet.folio die Möglichkeit eröffnen, dass viele Kolleginnen und Kollegen das Material unabhängig von der Art der Endgeräte nutzen und ihren Schülerinnen und Schülern zur individuellen Bearbeitung zur Verfügung stellen könnten.

Aufgrund des exemplarischen Charakters eignen sich die Materialien für den Einsatz in der Lehreraus- und -fortbildung. Besonders der Methodenkoffer „Sicherheitsbelehrung“ stellt auch für erfahrene Lehrkräfte eine Bereicherung dar, da er die Möglichkeit bietet, die immer wiederkehrende Sicherheitsbelehrung abwechslungsreich und dem Leistungsniveau der Lernenden angemessen zu unterrichten.

Literatur

- Beauftragte der Bundesregierung für die Belange von Menschen mit Behinderungen (2017). *Die UN-Behindertenrechtskonvention – Übereinkommen über die Rechte von Menschen mit Behinderungen*. Bonn: Hausdruckerei BMAS. Verfügbar unter https://www.behindertenbeauftragter.de/SharedDocs/Publikationen/UN_Konvention_deutsch.pdf;jsessionid=1DE3497433B5254306FE3C088938BD54.1_cid345?__blob=publicationFile&v=2 [19.01.2020].
- Bildungspartner NRW. *Biparcours – die Bildungs-App*. Verfügbar unter <https://www.bildungspartner.schulministerium.nrw.de/Bildungspartner/BIPARCOURS/> [20.01.2020].
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (baua) (2008). *Die Einstufung und Kennzeichnung nach Verordnung (EG) Nr. 1272/2008*. Verfügbar unter <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Praxis/Poster/GHS-02.html> [20.01.2020].

- Center for Applied Special Technology (CAST) (2011). *Universal Design for Learning Guidelines version 2.0*. Wakefield, Ma. Verfügbar unter http://udlguidelines.cast.org/binaries/content/assets/udlguidelines/udlg-v2-o/udlg_full_text_v2-0.doc [19.01.2020].
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV). *Sichere Schule – Chemie*. Verfügbar unter <https://www.sichere-schule.de/chemie> [20.01.2020].
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV). *Sicherheit in der Schule – Gefahrstoffe im Unterricht*. Verfügbar unter <https://www.dguv-lug.de/sekundarstufe-i/sicherheit-in-der-schule/ Gefahrstoffe-im-unterricht/> [20.01.2020].
- Eisner, W. et. al. (2008). *Elemente Chemie 1A – NRW G8* (Abbildung: Verhalten im Chemieraum, S. 17). Stuttgart: Klett.
- Empfehlung der Kultusministerkonferenz (KMK) (2019). *Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RISU) (Beschluss der KMK vom 09.09.1994 i. d. F. vom 14. Juni 2019)*. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1994/1994_09_09-Sicherheit-im-Unterricht.pdf [19.01.2020].
- Herbart, J.-F. (1808). Allgemeine Pädagogik aus dem Zweck der Erziehung abgeleitet. In H. Nohl, E. Weniger & G. Geissler (Hrsg.) (1960): *Kleine pädagogische Texte Heft 25 – Die Pädagogik Herbarts*. Weinheim: Beltz.
- Krause, M., Stuckey, M. & Eilks, I. (2014). Chemie im Beruf – Spielend und multimedial über Berufe mit Chemiebezug lernen. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie* 25 (140), 13–17.
- Lauer, C. Hanni, der Katastrophenchemiker. Verfügbar unter <http://chemieunterricht.tips/klasse-8.html> [19.01.2020].
- Meyer, A., Rose, D. & Gordon, D. (2014). *Universal design for learning: theory and practice*. Wakefield, MA: CAST Professional Publishing, an imprint of CAST.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (MSW) (2011a). *Kernlehrplan für die Hauptschule*. Lernbereich Naturwissenschaften Biologie, Chemie, Physik (Schule in NRW, Heft 3204, 1. Aufl.). Düsseldorf. Verfügbar unter https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/85/NW_HS_KLP.pdf [31.08.2020].
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (MSW) (2011b). *Kernlehrplan für die Realschule*. Chemie (Schule in NRW, Heft 3308, 1. Aufl.). Düsseldorf. Verfügbar unter https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/lehrplaene_download/realschule/KLP_RS_CH.pdf [19.01.2020].
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (MSW) (2011c). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen*. Lernbereich Naturwissenschaften (Schule in NRW, Heft 3108, 2. Aufl.). Düsseldorf. Verfügbar unter https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/130/KLP_GE_NW.pdf [17.01.2020].
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (MSB) (2019). *Kernlehrplan für die Gymnasium Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen*. Chemie. (Schule in NRW, Heft 3415, 1. Aufl.). Düsseldorf. Verfügbar unter https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/198/g9_ch_klp_%203415_2019_06_23.pdf [19.01.2020].
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (MSB) (2020). *Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht an allgemeinbildenden Schulen in Nordrhein-Westfalen – RISU-NRW (RdErl. des Ministeriums für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen vom 08.05.2020)*. Düsseldorf. Verfügbar unter https://www.schulministerium.nrw.de/system/files/media/document/file/RISU_NRW_2020%20%28002%29%20komplett.pdf [28.08.2020].
- Schlüter, A.-K., Melle, I. & Wember, F. B. (2016). Unterrichtsgestaltung in Klassen des Gemeinsamen Lernens: Universal Design for Learning. *Sonderpädagogische Förderung heute*, 61 (3), 270–285.

Unfallkasse Nordrhein-Westfalen (2018). *Gemeinsames Lernen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. Unterstützungsmaterial für die den Experimentalunterricht*. Düsseldorf: Lichtenfels. Verfügbar unter https://m.unfallkasse-nrw.de/fileadmin/server/download/praevention_in_nrw/praevention_nrw_75.pdf [19.01.2020].

Projektgruppe

Die Projektgruppe setzt sich aus Lehrerinnen und Lehrern unterschiedlicher Schulformen (Gymnasium, Realschule, Hauptschule und Förderschule mit dem Schwerpunkt körperliche und motorische Entwicklung) zusammen:

Annette Bowman, Käthe-Kollwitz-Gymnasium, Dortmund
Eric Daetermann, Theodor-Körner-Schule, Bochum
Bettina Most, Konrad-Adenauer-Realschule, Hamm, ZfsL Dortmund
Alma Muminovic, Carl-Friedrich-Gauß-Gymnasium, Gelsenkirchen
Sven Sebastian, Theodor-Körner-Schule, Bochum
Jaana Thienenkamp, Heinrich-Bußmann-Schule, Lünen
Nadine Thomas, Anne-Frank-Gymnasium, Halver
Martin Trockel, Gymnasium Letmathe, Iserlohn
Katrín Westerfeld, Hedwig-Dransfeld-Schule – LWL Förderschule, Werl
Petra Wlotzka, Max-Planck-Gymnasium, Dortmund, ZfsL Dortmund

Der besondere Dank der Projektgruppe gilt Frau Prof. Dr. Insa Melle und Herrn Dr. Marcus Kirstein.

Frau Prof. Dr. Insa Melle (TU Dortmund) unterstützte die Gruppe mit Hintergrundinformationen zum Universal Design for Learning (UDL).

Herr Dr. Marcus Kirstein (FU Berlin) unterstützte die Gruppe mit einer Einführung und weiterführenden Hilfen in die interaktive Lern- und Lehrplattform tet.folio.