

Symbole und Zeichnungen

Einsatzmöglichkeiten, Chancen und Herausforderungen im naturwissenschaftlichen Unterricht

Eine Vielzahl an Informationen im Unterricht wird sprachlich kommuniziert. Beschränkt sich die Sprache auf die Verbalsprache, kann der Unterricht für viele Schülerinnen und Schüler schnell zu kognitiven Überlastungen führen [1]. Gemäß der *Cognitive Load Theory* entstehen Überlastungen immer dann, wenn ein Verarbeitungskanal, zum Beispiel der auditive, zu stark beansprucht wird [2]. Bei Lernenden mit Schwierigkeiten in der Wahrnehmungssteuerung, der selektiven Aufmerksamkeit oder der Regulation von Emotionen kann sich diese kognitive Belastung zusätzlich erhöhen. Eine Entlastung kann durch das Ansprechen eines weiteren Verarbeitungskanals, zum Beispiel des visuellen, erzielt werden [2]. So hat sich zum Beispiel eine Verknüpfung von Sprache und Symbolik für Schülerinnen und Schüler mit Lernschwierigkeiten, Autismusspektrumsstörungen oder Trisomie 21 als lernförderlich erwiesen [3–6].

Gerade vor dem Hintergrund eines inklusiven Unterrichts gewinnt die Unterstützung von Kommunikationsprozessen durch symbolische und zeichnerische Visualisierungen eine besondere Bedeutung, da diese dazu beitragen können, allen Schülerinnen und Schülern eine „Partizipation an individuellen und gemeinschaftlichen fachspezifischen Lehr-Lernprozessen“ [7] zu ermöglichen. Doch nicht nur Lernende mit Förderbedarf oder Kinder, die die deutsche Sprache nur ein-

geschränkt beherrschen, profitieren von deren Einsatz. Visualisierungen können auch genutzt werden, um Unterricht oder Lernmaterialien für alle zu strukturieren oder komplexe Versuchsvorschriften durch Zeichnungen zu veranschaulichen [7, 8].

Der Beitrag zeigt verschiedene Einsatzmöglichkeiten von Symbolen und Zeichnungen auf, die dazu beitragen können, das Wahrnehmen und Erlernen von Sachverhalten zu erleichtern und die Kommunikation im NAWI-Unterricht zu unterstützen.

Symbole – Nutzen und Nachteile

Symbole sind den Schülerinnen und Schülern aus dem Alltag und dem Chemieunterricht vertraut, zum Beispiel aus der Beschilderung von Fluchtwegen, Toilettenräumen oder in Form von Gefahrenpiktogrammen. Solche Symbole sind Bilder, die eine Bedeutung tragen; diese kann sich auf ein Wort, einen Gegenstand oder einen Vorgang beziehen. Die Information wird dabei durch eine vereinfachte grafische Darstellung vermittelt. Eine weitere Variante bilden die ikonischen (abbildenden) Zeichen. Diese unterscheiden sich von den symbolischen Zeichen dadurch, dass sie eine unmittelbare Ähnlichkeit zum realen Objekt aufweisen, wie es etwa bei der Zeichnung eines chemischen Laborgeräts der Fall ist (vgl. **Abb. 1**).

Gut gestaltete Symbole und ikonische Zeichen sind prägnant und einprägsam; sie können Informationen in komprimierter Form repräsentieren und in Sekundenbruchteilen ins Gedächtnis rufen. Im Gegensatz zu Fotos haben symbolische und zeichnerische Darstellungen den Vorteil, dass sie nicht nur einen spezifischen Gegenstand darstellen, sondern eine

ganze Gruppe von Gegenständen repräsentieren können. Sie können Emotionen oder Vorgänge visualisieren und lassen sich zudem leichter miteinander kombinieren als etwa fotografische Abbildungen.

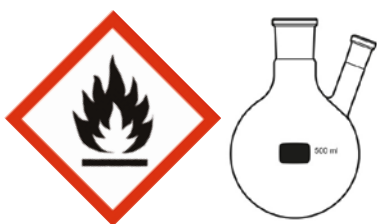
Allerdings erfordert die Verwendung von Zeichnungen oder Symbolen, im Gegensatz zu Fotos, immer eine Übertragungsleistung. Die Bedeutung eines Symbols muss – ähnlich einer Vokabel – erlernt werden. Bei einem Einsatz von Symbolen im Unterricht muss daher darauf geachtet werden, die Schülerinnen und Schüler nicht mit einer zu großen Fülle zu überfordern. Ein einmal verwendetes Symbol sollte zudem nur mit einer einzigen Bedeutung belegt werden. Nutzt man zum Beispiel die Darstellung eines Erlenmeyerkolbens als Symbol für die Beobachtungsebene (s. u.), dann sollte dieser nicht zugleich als Symbol für den Materialwächter in Schülerexperimenten verwendet werden (s. u.). Ideal ist es, wenn sich Fachkonferenzen auf ein Symbolsystem einigen, oder wenn dieses sogar in sämtlichen naturwissenschaftlichen Fächern einheitlich verwendet wird. Darüber hinaus sollten die verwendeten Symbole altersangemessen sein; hier bedarf es im Bereich der Sekundarstufe der Entwicklung adäquater Symbolsysteme (vgl. „Picto.Science. Münster“).

Einsatzmöglichkeiten

Kasten 1 gibt einen Überblick über Einsatzmöglichkeiten von symbolischen und ikonischen Darstellungen im (NAWI-)Unterricht. Einige werden im Folgenden beispielhaft ausgeführt.

Regeln und Sicherheit

Abbildung 2 zeigt exemplarisch symbolische Darstellungen auf Basis



1 | Symbolisches und ikonisches Zeichen

INFORMATION **1****Einsatzmöglichkeiten
von symbolischen
Visualisierungen im
NAWI-Unterricht****Classroom Management**

Regeln und Sicherheit

Unterrichtsphasen

Sozialformen

Orientierung im Raum

Lernmaterialien/**Experimentierphasen**

Aufgaben und Operatoren

Versuchsbeschreibungen

Geräte- und Materiallisten

Wächterkarten

Plenumsphasen

Visualisierung von Beobachtungen

Wortspeicher

Systematik der**Naturwissenschaft**

Sprachebenen der Chemie



Ich trage meine Schutzbrille.

Ich binde lange Haare
zusammen.

Ich esse und trinke nicht.

2 | Regelkarten aus der Unterrichtskonzeption choice2explore [9, 11]; Symbole: METACOM [10]

Zentrales Merkmal der symbolischen Darstellung einer Unterrichtsphase sollte sein, dass diese den Kern, also die zentrale Handlung oder das Ziel der jeweiligen Phase visualisiert.

Abbildung 3 zeigt dies am Beispiel der Unterrichtskonzeption **choice2learn** [8, 14]: Die drei Denkblasen veranschaulichen zum Beispiel, dass die Schülerinnen und Schüler in einer Gruppenarbeit verschiedene Vermutungen (A, B, C, ...) zu einem Phänomen überprüfen und ggf. ausschließen. Das Modell des Wassermoleküls symbolisiert, dass das behandelte Phänomen mit Hilfe eines Modells erklärt werden soll.

Aufgabentypen

Symbole können zudem dazu genutzt werden, um Aufgabentypen zu kennzeichnen, sodass diese von den Schülerinnen und Schülern auf den ersten Blick erkannt und voneinander unterschieden werden können. Ein Beispiel für diese Art der Symbolnutzung bil-

det das Projekt choice²interact, in dem interaktive digitale Lernumgebungen für den Chemieunterricht entwickelt werden [14]. Diese Lernumgebungen beinhalten eine Vielzahl unterschiedlicher Aufgaben (z. B. Experimentieren, Recherchieren, Produzieren eines Erklärvideos etc.), die zum Teil in frei gewählter Reihenfolge bearbeitet werden können. Damit die Lernenden bereits vor dem Hinein-Zoomen in die einzelnen Aufgaben erkennen können, welcher Aufgabentyp sie hier erwartet, sind diese jeweils durch ein farbiges Symbol gekennzeichnet (vgl. **Abb. 4**). Die Symbole dienen somit der Orientierung und Navigation in der Lernumgebung. Sie können jedoch ebenso zur übersichtlichen Strukturierung von Arbeitsblättern verwendet werden.

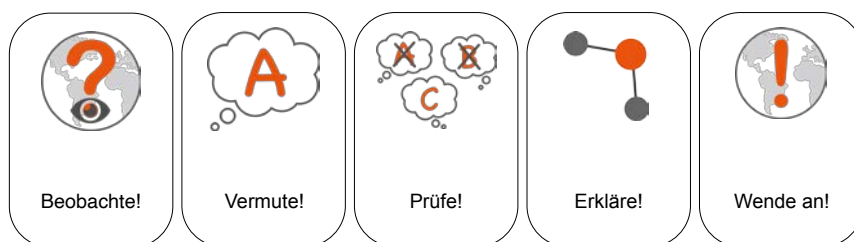
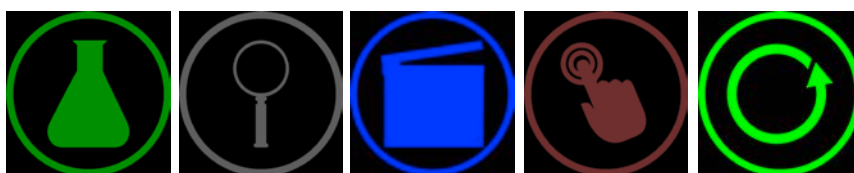
Versuchsbeschreibungen

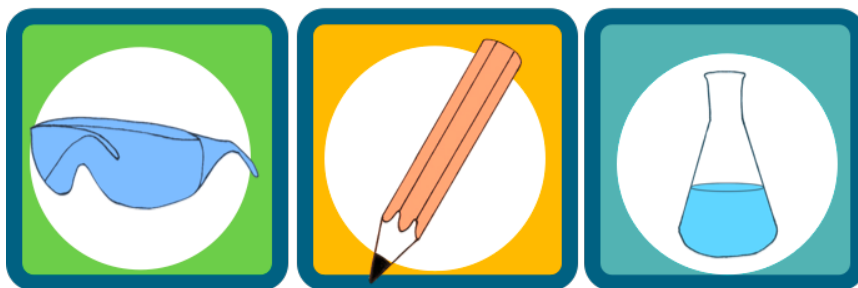
Für Schülerinnen und Schüler mit Unterstützungsbedarf im Bereich Sprache kann es hilfreich sein, Ver-

des METACOM-Systems [10], die als Karten an der Wand angebracht oder auch in Arbeitsblätter integriert werden können. Die Symbole dienen dazu, Verhaltensregeln mit Schülerinnen und Schülern zu erarbeiten oder im Verlauf des Unterrichts auf diese Regeln hinzuweisen.

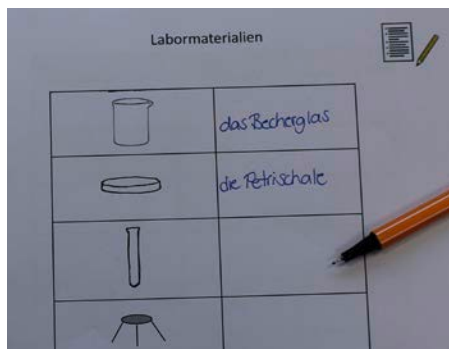
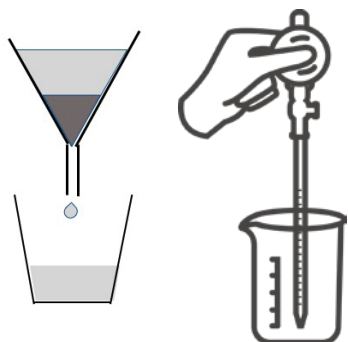
Unterrichtsphasen

Studien zeigen, dass es lernförderlich ist, Unterricht klar zu strukturieren und diese Strukturen gegenüber den Schülerinnen und Schülern transparent zu machen [12]. In Grund- und Förderschulen sind Verlaufstransparenzen an der Tafel bereits seit Jahren ein gängiges Mittel; im Rahmen des inklusiven Unterrichts finden diese zunehmend Einzug in die weiterführenden Schulen. Visualisierungen von Unterrichtsphasen machen vor allem dann Sinn, wenn diese Phasen häufiger im Unterricht vorkommen; etwa wenn ein Unterrichtskonzept (z. B. der forschend-entwickelnde Unterricht [13]) mehrfach eingesetzt wird. In diesem Fall bewirkt die Visualisierung einen Wiedererkennens-Effekt; die Schülerinnen und Schüler wissen sofort, was in der jeweiligen Phase zu tun ist.

**3** | Symbole zur Visualisierung von Unterrichtsphasen am Beispiel von choice2learn (download unter www.uni-münster.de/chemie.dc)**4** | Ausgewählte Symbole zur Darstellung von Aufgabentypen aus choice2interact (Björn Dellbrügge; Download von Symbolen und digitalen Lernumgebungen unter <http://www.uni-münster.de/chemie.dc>)



5 | Wächterkarten für Schülerexperimente (Rebekka Schillmüller; Download unter www.uni-münster.de/chemie/dc)



6 | Wortspeicher

suchsschritte nicht nur schriftsprachlich darzustellen, sondern zudem ikonisch zu visualisieren vgl. (UC 162, S.16ff.). Aber auch Lernende ohne Unterstützungsbedarf können von zeichnerischen Darstellungen von Versuchen profitieren, zum Beispiel wenn es sich um mehrschrittige Versuchsbeschreibungen handelt, bei denen besondere experimentelle Kniffe zu beachten sind oder bei denen ein höheres Gefahrenpotential besteht.

Darüber hinaus können Symbole zur Darstellung von Aufgabentypen bzw. -operatoren genutzt werden: das Symbol des Erlenmeyerkolbens steht für den Aufgabentyp „Experiment“; das Symbol eines Stiftes macht deutlich, dass an dieser Stelle eine Beobachtung notiert werden soll (vgl.[15]).

Wächterkarten

Schülerexperimente in Gruppen werden im Anfangsunterricht häufig mit expliziten Rollenverteilungen verknüpft. Ein Schüler soll z.B. darauf achten, dass alle Gruppenmitglieder eine Schutzbrille tragen, andere wiederum, dass die Gruppe ihre Beobachtungen dokumentiert oder dass sämtliche Materialien aufgeräumt werden. Die Aufteilung der Rollen in der Gruppe kann durch symbo-

lische „Wächterkarten“ unterstützt werden (vgl. Abb. 5). Die Schülerinnen und Schüler können über die Karten eine Rolle „ziehen“ oder die Karten im Verlauf des Experimentierens nutzen, um eine Einhaltung der Regeln einzufordern.

Wortspeicher

Schülerinnen und Schüler werden im Chemieunterricht mit einer Vielzahl neuer Fachbegriffe konfrontiert, unter anderem mit Begriffen für Laborgeräte und fachspezifische Handlungen (z. B. pipettieren, filtrieren) oder auch mit typischen Satzmustern („Ich habe beobachtet, dass ...“). Zur Sammlung neuer Begriffe und Satzmuster kann – entweder an einer Wand oder auch im Heft – ein Wortspeicher angelegt werden. In diesem werden die erarbeiteten Begriffe visualisiert. Der Wortspeicher dient den Schülerinnen und Schülern als eine Art „Vokabelheft“, wobei die ikonische Visualisierung das Einprägen der Vokabeln unterstützt (vgl. Abb. 6).

Sprachebenen der Chemie

Das „chemische Dreieck“ nach Johnstone [16] systematisiert die Chemie in drei Ebenen: die makroskopische Ebene, die submikroskopische Ebene

sowie die Repräsentationsebene. Im Unterricht finden nicht selten sprachliche Vermischungen dieser Ebenen statt, die dazu führen können, dass Schülerinnen und Schüler fachlich falsche Vorstellungen entwickeln („Kupferoxid besteht aus Kupfer und Sauerstoff“). J.-B. Haas entwickelt in seinem Projekt chem.level daher Lernmaterialien, in denen Schülerinnen und Schüler üben, die drei Ebenen gedanklich und sprachlich klar voneinander zu trennen. Ein wichtiges Hilfsmittel bildet hierbei eine anschauliche Visualisierung des Johnstone-Dreiecks (vgl. Abb. 7). Diese nutzt sowohl vereinfachte Begriffe für die genannten Ebenen, als auch einprägsame Symbole. Die Symbole können auf Lernmaterialien (z. B. Aufgaben oder Versuchsprotokollen) verwendet, aber auch im Chemieraum aufgehängt werden. Sie verdeutlichen, auf welcher Ebene sich die Schülerinnen und Schüler gerade sprachlich bewegen sollen; sie können zum Beispiel dazu beitragen, der häufig auftretenden Vermischung von Versuchsbeobachtung und Versuchsdeutung in Schüleräußerungen entgegenzuwirken.

Zeichnen von Symbolen

Für den schnellen Einsatz von Symbolen im Unterricht bietet es sich an, diese per Hand selbst zu zeichnen. Anregungen zum eigenen Zeichnen von Symbolen finden sich u.a. in den Blöcken von Bikablo [17], die eigentlich zur Gestaltung von Flipchart Präsentationen konzipiert wurden oder in der Veröffentlichung „Sketchnotes in der Schule“ [18]. Insbesondere Regeln, ein Stundenverlauf oder Sozialformen lassen sich mit einfachen Mitteln und ohne künstlerisches Talent darstellen (vgl. Abb. 8).

Darüber hinaus existieren im Bereich der Sonderpädagogik einige Sammlungen von Symbolen, die Schülerinnen und Schüler ohne (verständliche) Lautsprache auf Kommunikationstafeln oder Sprachausgabegeräten, so genannten „Talkern“, nutzen können. Die Symbole können jedoch auch verwendet werden, um

Unterricht zu strukturieren, Lernmaterialien zu gestalten und Orientierung in Räumlichkeiten zu erleichtern. Beispiele bilden die Symbolsysteme Metacom, Boardmaker, Bliss-Symbole, PCS Symbole, Symbolstix oder Widgit Rebus Symbols.

Abbildungen von chemischen Laborgeräten, die wie oben beschrieben zur Visualisierung von Versuchsbeschreibungen genutzt werden können, finden sich unter anderem in *chemdraw* oder *chemsketch*.

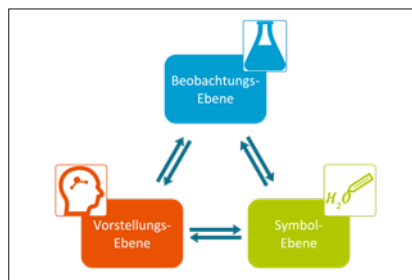
Picto.Science.Münster

Visualisierungen, die über die Abbildung von Laborgeräten hinausgehen und stattdessen *Handlungen* darstellen, lassen sich allerdings mit bestehenden Systemen nur schwer realisieren. Um zu verhindern, dass Lehrkräfte mühsam eigene Zeichnungen erstellen oder Bilder nutzen müssen, deren Nutzungsrechte sie nicht besitzen, entwickelt der Arbeitskreis Marohn das System PICTO.SCIENCE.MÜNSTER. Dieses wird speziell für den NAWI-Unterricht gestaltet; es soll fächerübergreifend nutzbar sein und Lehrkräften kostenfrei zur Verfügung gestellt werden.

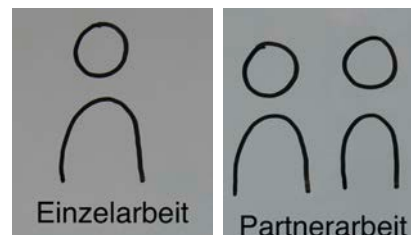
Ein Schwerpunkt liegt auf der Darstellung typischer Handlungsschritte im naturwissenschaftlichen Unterricht (vgl. **Abb. 9**). Das System soll zudem Symbole zu Sozialformen, zu Experimentierregeln, zur Bebilderung von Schränken wie auch zu typischen Unterrichtsphasen enthalten. Weiterhin werden Symbole zu Aufgabentypen und ihren Operatoren erstellt. Die Symbole werden als freigestellte Vektoren eingesetzt, sodass sie miteinander kombiniert oder auch eingefärbt werden können.

Fazit

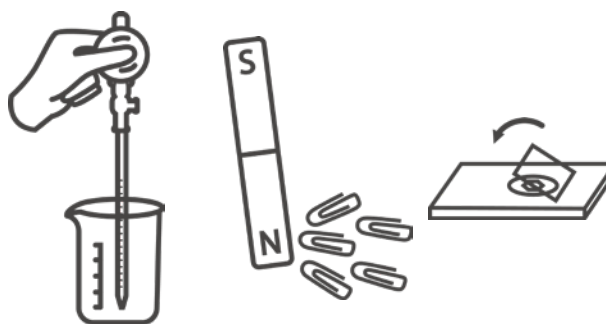
Sinn des Einsatzes von symbolischen und ikonischen Darstellungen ist es nicht, den Schülerinnen und Schülern das Lesen zu „ersparen“. Ziel ist es vielmehr, neben sprachlichen Beschreibungen einen weiteren, anschaulichen Zugang zu Fachbegriffen, Experimenten oder Unterrichtsstrukturen zu eröffnen und damit Lernpro-



7 | Visualisierung der Sprachebenen der Chemie aus dem Projekt chem.level (erhältlich unter jan-bernd.haas@exchange.wvu.de)



8 | Selbst gezeichnete Symbole für Sozialformen



9 | Beispiele aus dem Symbolsystem PICTO.SCIENCE.MÜNSTER: Pipettieren, Magnettestung, Handlungsschritt beim Mikroskopieren

zesse zu unterstützen. Eigene Studien [11, 19] zeigen, dass Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf über Visualisierungen an die chemische Fachsprache herangeführt werden können; die Nutzung von Zeichnungen und Symbolen kann zudem die Kommunikation und das gemeinschaftliche Lernen in leistungsheterogenen Gruppen fördern. In welchem Umfang ein Einsatz von Symbolen im eigenen Unterricht sinnvoll erscheint, kann jedoch nur die Lehrkraft selbst vor dem Hintergrund der jeweiligen Schülvoraussetzungen entscheiden.

Annette Marohn und Lisa Rott

Literatur

- [1] Miller, G. A.: The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review* 63/1956, S. 81–97
- [2] Mayer, R. E.: *Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press 2005
- [3] Frenkel, S.; Bourdin, B.: Verbal, visual, and spatio-sequential short-term memory: Assessment of the storage capacities of children and teenagers with Down's syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research* 53(2/2009), S. 152–160
- [4] Häußler, A.: *Der TEACCH Ansatz zur Förderung von Menschen mit Autismus. Einführung in Theorie und Praxis* (4. Aufl.); Division of Borgmann Holding AG. Basel 2005
- [5] Jones, F. W.; Long, K.; Finlay, W. M. L.; Primary, K.; Trust, C.: Symbols can improve the reading comprehension of adults with learning disabilities, S. 545–550
- [6] Rott, L.; Marohn, A.: Unterstützte Kommunikation im inklusiven Sachunterricht. *Unterstützte Kommunikation* 1/2017
- [7] Menthe, J.; Abels, S.; Blumberg, E.; Fromme, T.; Marohn, A.; Nehring, A.; Rott, L.: Netzwerk Inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht. In C. Maurer (Hrsg.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis*. (S. 800–804). Regensburg: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Zürich 2016. Münster 2017: LIT.
- [8] Schillmüller, R.; Marohn, A.: Warum blubbert's in der Brause? *Choice2learn in der Sekundarstufe I*. UC 28(2017), Nr. 159, S. 13–18
- [9] Rott, L.; Marohn, A.: „Choice2explore – Eine an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtskonzeption für den inklusiven Sachunterricht“. *Sache Wort Zahl* 4(2015) Nr. 154, S. 52–58
- [10] Kitzinger, A. (2018). *Metacom 8*.
- [11] Rott, L.: Schülervorstellungen und gemeinsames Lernen im inklusiven Sachunterricht initiieren: Die Unterrichtskonzeption choice2explore. Logos: Berlin 2018
- [12] Hattie J.; Zierer, K.: *Kenne deinen Einfluss! Visible Learning für die Unterrichtspraxis*. 1. Auflage. Schneider Hohengehren 2016
- [13] Schmidkunz, H.; Lindemann, H.: *Das Forschend-Entwickelnde Unterrichtsverfahren – Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Didaktik, Naturwissenschaften Band 2, Westarp Wissenschaften 1992
- [14] Dellbrügge, B.; Marohn, A.: Choice2interact- interaktiv Lernen mit Tablets im Chemieunterricht. In: MeBinger-Koppelt, J., Schanze, S. & Groß, J. (Hrsg.), *Lernprozesse mit digitalen Werkzeugen unterstützen – Perspektiven aus der Didaktik naturwissenschaftlicher Fächer* (S. 232–245). Hamburg 2017: Joachim Herz Stiftung Verlag.

- [15] Breidel U.; Maaß Ch.: Leichte Sprache. Theoretische Grundlagen, Orientierung für die Praxis. Dudenverlag, Berlin 2016
- [16] Johnstone, A. H.: Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7 (1991), S. 75–83
- [17] Scholz, H.; Haussmann, M.: Bikablo 1. Das Trainingswörterbuch der Bildsprache. Neuland
- [18] Roßa, N.: Sketchnotes in der Schule. Unterrichtsinhalte leicht darstellen und merken. Cornelsen. Berlin 2019
- [19] Marohn, A.; Rott, L.: Naturwissenschaftliches Lernen im inklusiven Unterricht. In: Langner, A. (Hrsg.), *Inklusion im Dialog: Fachdidaktik – Erziehungswissenschaft – Sonderpädagogik* (S. 102–108). Bad Heilbrunn 2018: Verlag Julius Klinkhardt