

NeDiChe:

Merkmale diversitätssensibler Selbstlernbücher anhand eines Umsetzungsbeispiels

10. November 2025, 16:15 Uhr

Christian Owerdieck

8.9. Rebecca Grandrath - Interaktive Selbstlernbücher für den Chemieunterricht




Aufgrund der fortschreitenden Digitalisierung aller Lebensbereiche ist auch die zielführende Integration digitaler Medien in den (Chemie-)Unterricht und Schule allgemein unverzichtbar. In interaktiven – digitalen – Selbstlernbüchern als Begleitmedium einzelner Unterrichtsbausteine oder ganzer Unterrichtseinheiten können verschiedenste digitale Formate vereint werden, sodass ein Arbeiten ohne Medienbruch ermöglicht wird. Im Sinne des SAMR-Modells von Puentedura gewinnt ein digitales Produkt insbesondere dann an didaktischem Mehrwert, wenn Aufgaben so gestellt werden, dass zur Bearbeitung ein digitales Werkzeug benötigt wird (Modification) oder die Aufgaben ohne technische Unterstützung nicht möglich wären (Redefinition).

Beim letzten Mal ...

bestehende digitale Produkte der Versuch einer Begriffklärung unternommen. Der Wert digitaler Formate skizziert. Im Anschluss werden Softwares zur Gestaltung dieser digitalen Medien sowie zur Einbindung von Interaktivität genannt und abschließend die Fortbildung „Interaktive und diversitätssensible Selbstlernbücher für den Chemieunterricht“ vorgestellt.

... von analog zu digital ...

TITEL



1.

2.

„YouTube ist **verständlicher** als die Erklärungen in der Schule“

„Ich kann mir YouTube-Videos **immer, überall und so oft ich möchte** anschauen.“

„Auf YouTube finde ich bildlichen Darstellungen **anschaulicher**.“

„Auf YouTube werden die Themen **cooler und unterhaltsamer** erklärt.“

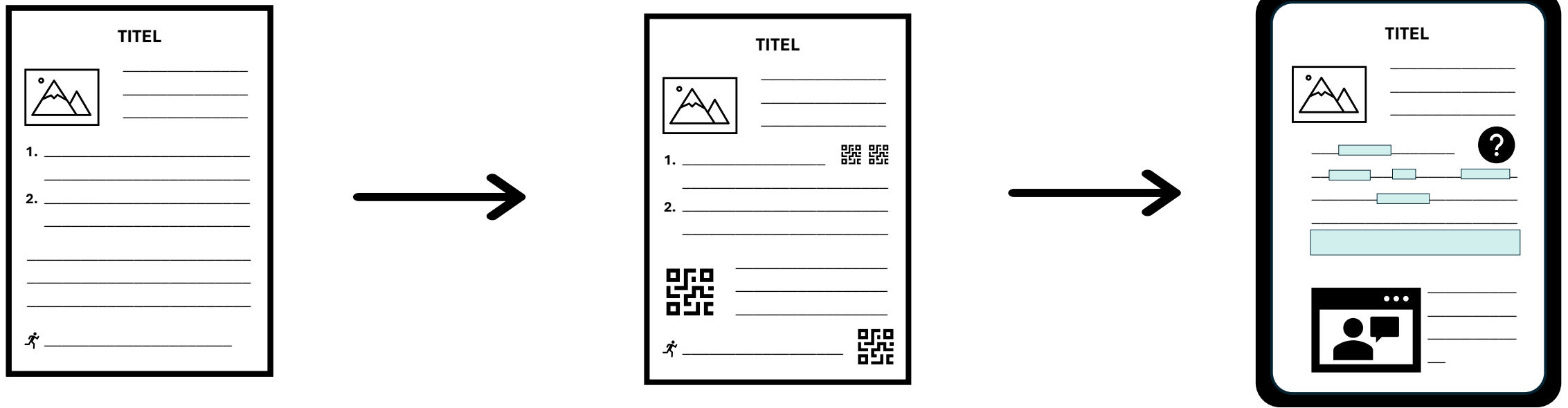
„Ich kann mein **Lerntempo** mit YouTube **selber bestimmen**.“

„Mit YouTube ist Lernen **zeitgemäßer und jugendlicher**.“

„Auf YouTube finde ich die Erklärungen **detaillierter und fundierter**.“

Quellen: i.A: Rat für kulturelle Bildung (2019): Jugend/YouTube/Kulturelle Bildung. Horizont 2019. Studie: eine repräsentative Umfrage unter 12- bis 19-Jährigen zur Nutzung kultureller Bildungsangebote an digitalen Kulturorten. Essen: Rat für Kulturelle Bildung. Online verfügbar unter https://www.bosch-stiftung.de/sites/default/files/publications/pdf/2019-06/Studie_Jugend%20Youtube%20Kulturelle%20Bildung%202019.pdf, abgerufen am 30.03.2025. **Bildquelle:** in Anlehnung an: Zeller, Diana; Bohrmann-Linde, Claudia; Wlotzka, Petra (2024): Selbstgesteuert und selbstorganisiert lernen. Digitale Lernumgebungen für den Chemieunterricht gestalten und einsetzen. In: Naturwissenschaften im Unterricht Chemie (202/203), S. 2–7.

... von analog zu digital ...



Bildquelle: i.A. Zeller, Diana; Bohrmann-Linde, Claudia; Wlotzka, Petra (2024): Selbstgesteuert und selbstorganisiert lernen. Digitale Lernumgebungen für den Chemieunterricht gestalten und einsetzen. In: Naturwissenschaften im Unterricht Chemie (202/203), S. 2–7.

Selbstlernbücher – Welche Qualitätskriterien sollten erfüllt werden?

- geeignete Medien / Materialien, die den Lerngegenstand vielschichtig beleuchten und die Wissenskonstruktion anregen
- Strukturierung durch Aufgaben und „roten Faden“
- Dokumentation des Lernprozesses
- individuelle Hilfen / Möglichkeiten zur Selbstkontrolle
- Möglichkeiten zur Kollaboration / Kommunikation
- Anschlussfähigkeit zum „regulären“ Unterricht

Quellen: Zeller, Diana; Bohrmann-Linde, Claudia; Wlotzka, Petra (2024): Selbstgesteuert und selbstorganisiert lernen. Digitale Lernumgebungen für den Chemieunterricht gestalten und einsetzen. In: Naturwissenschaften im Unterricht Chemie (202/203), S. 2–7.

BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL **DIDAKTIK DER CHEMIE** **COM E MINT**
fortbilden durch verteiltes Lernen durch fortbilden

Das „Verschwinden“ des Brennstoffes – Verbrennung im Straßenverkehr

Es gilt das Massenerhaltungsgesetz, d.h. Jedes Atom in den Edukten ist auch wieder in den Produkten zu finden.

+14 +8 +12 +10

Kohlenstoffdioxid und Kohlenstoffmonoxid, sowie Wasser sind bei der Verbrennungs-temperatur des Motors gasförmig und entweichen in die Luft. Kohlenstoffatome (Ruß) entstehen nur bei Sauerstoffmangel.

Bei Verbrennungen reagieren die Moleküle des Diesels, die zum Großteil aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen bestehen, mit dem Sauerstoff aus der Luft. Dabei entstehen Kohlenstoffdioxid, Kohlenstoffmonoxid und Wasser. Bei Sauerstoffmangel kann auch elementarer Kohlenstoff (Ruß) entstehen. Kohlenstoffdioxid und Kohlenstoffmonoxid sind Gase. Im Motor herrschen Temperaturen von über 500 °C. Der Siedepunkt von Wasser liegt bei etwa 100 °C. Deshalb ist das entstehende Wasser auch gasförmig. Daher lässt sich sagen, dass der Diesel zu gasförmigen Produkten reagiert, die in die Luft entweichen. Somit verschwindet der Treibstoff nicht. Er wird nur zu gasförmigen Stoffen umgewandelt.

Screenshot Umsetzungsbeispiel: „Musterlösung“ zur Selbstkontrolle oder Inspiration der Lernenden

1

Diversität im schulischen Kontext



Diversität im schulischen Kontext – Grundhaltung



Jeder **Mensch** ist
einzigartig und **wertvoll**,
hat seine individuellen
Stärken und **Fähigkeiten**.

Also sollten wir diese in
Gemeinschaft nutzen !

Diversität im schulischen Kontext – Förderung

Förderschwerpunkte

- Lernen
- Sprache
- emotionale und soziale Entwicklung
- Hören und Kommunikation
- Sehen
- geistige Entwicklung
- körperliche und motorische Entwicklung



**sehr unterschiedliche Beeinträchtigungen,
individuelle Betrachtung notwendig**

Alle Lernenden sind individuell

- verschiedene Erlebnisse
- verschiedenes Vorwissen (Präkonzepte)
- verschiedene Beeinträchtigungen
- verschiedene Bedürfnisse

**Es bedarf für jeden Lernenden
individuelle Maßnahmen,
um sie bestmöglich zu fördern !**

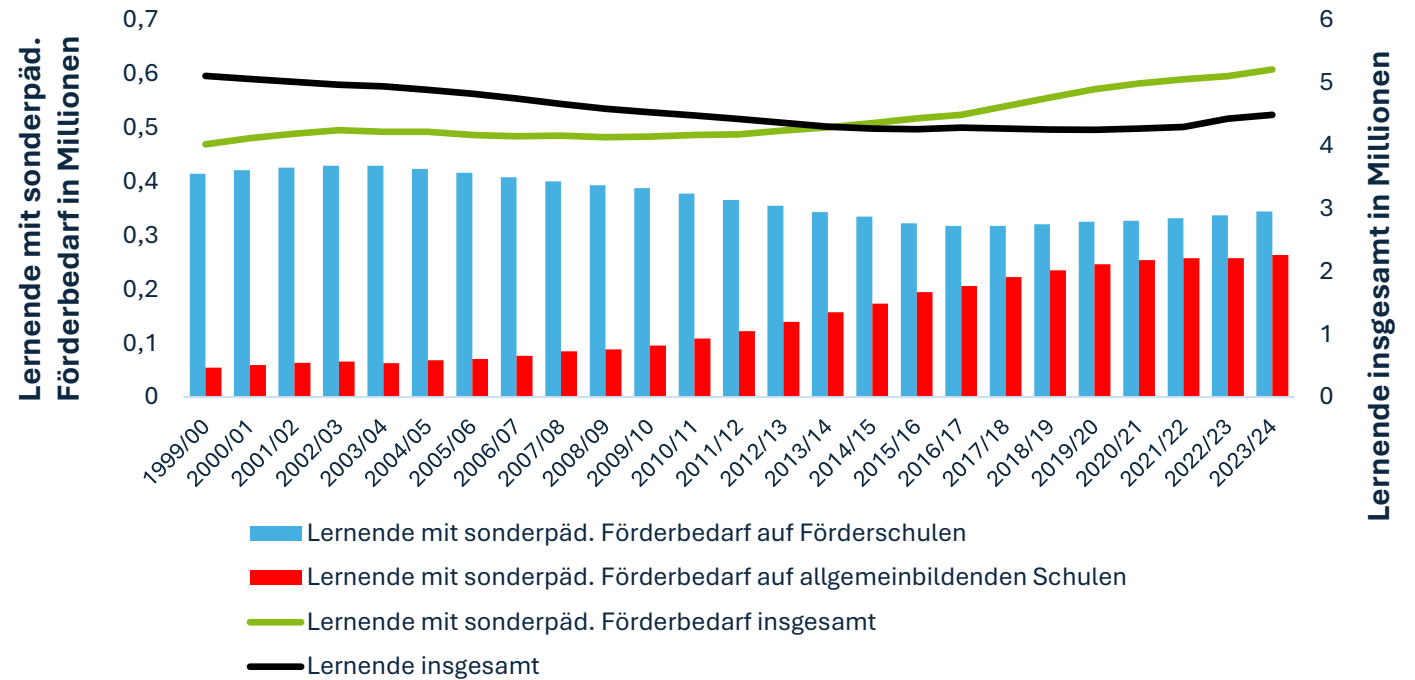
D.h. Ziel, dass **alle Lernenden** gefördert werden,
und nur in Einzelfällen darüberhinausgehende
Maßnahmen

Das bedeutet, dass es
Differenzierung und **Individualisierung**
im Unterricht bedarf !

Zusätzlich müssen die **Lehrkräfte** mit z.B.
sonderpädagogischem Personal bei der **Planung** und
Gestaltung von Unterricht **kooperieren**.

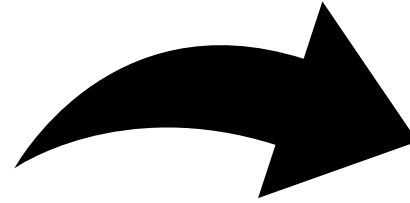
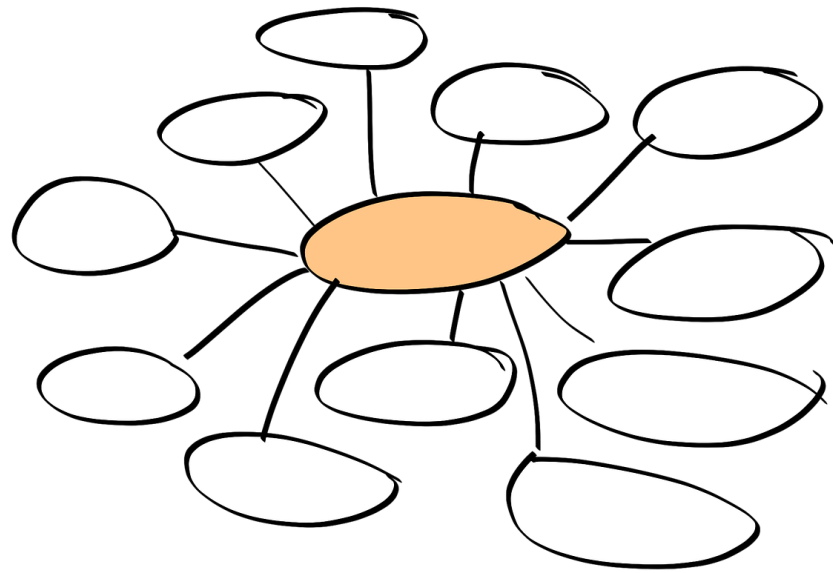
Diversität im schulischen Kontext – Veränderungen

- Defizitfokussierung sollte sich zu einer Fokussierung der individuellen Fähigkeiten und Stärken der Lernenden hin wandeln
- Selbstwirksamkeitserwartung aller Lernender sollte gestärkt werden
- Haltung pro Diversität von allen an Schule beteiligten Personen notwendig



Entwicklung der absoluten Anzahl der Lernenden mit und ohne Förderbedarf an allgemeinbildenden und Förderschulen in Deutschland.

Quellen: Statistisches Bundesamt (2025): Schüler, Schulanfänger, Absolventen und Abgänger: Deutschland, Schuljahr, Geschlecht. GENESIS. Code: 21111-0001. abgerufen von <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/table/21111-0001/>. Abgerufen am 30.06.2025.; Statistisches Bundesamt (2025): Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischer Förderung. GENESIS. Code: 21111-0007. abgerufen von <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/table/21111-0007/>. Abgerufen am 30.06.2025.; Vanier, Dietlinde H. (2021): Kooperation als Basis inklusiven Unterrichts - Von der Absichtserklärung zur professionellen Lerngemeinschaft. In: Inklusiver Unterricht planen, gestalten und reflektieren, S. 78-90.



2 Planung diversitätssensiblen Unterrichts

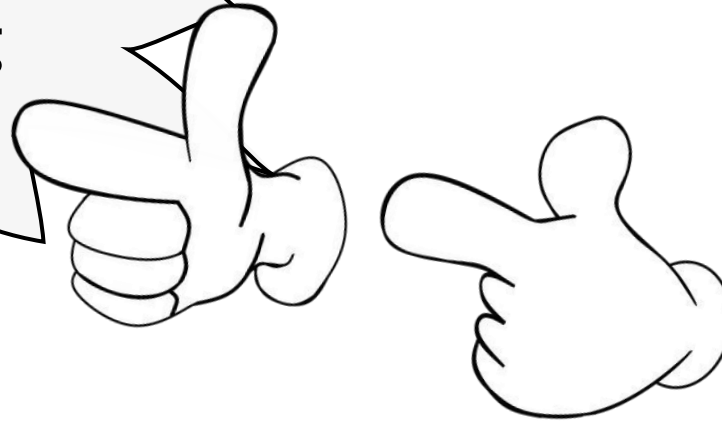
Bildquelle: sandra_schoen (o.J.):Mindmap Overview Free Pictures Free Photo. Needpix.com. Abgerufen von: <https://www.needpix.com/photo/658929/mindmap-overview-free-pictures-free-photos-free-images-royalty-free>. abgerufen am: 29.09.2025.

NeDiChe: Merkmale diversitätssensibler Selbstlernbücher anhand eines Umsetzungsbeispiels

Christian Owerdieck | 10. November 2025

Planung eines diversitätssensiblen Unterrichts – Arbeitsaufwand

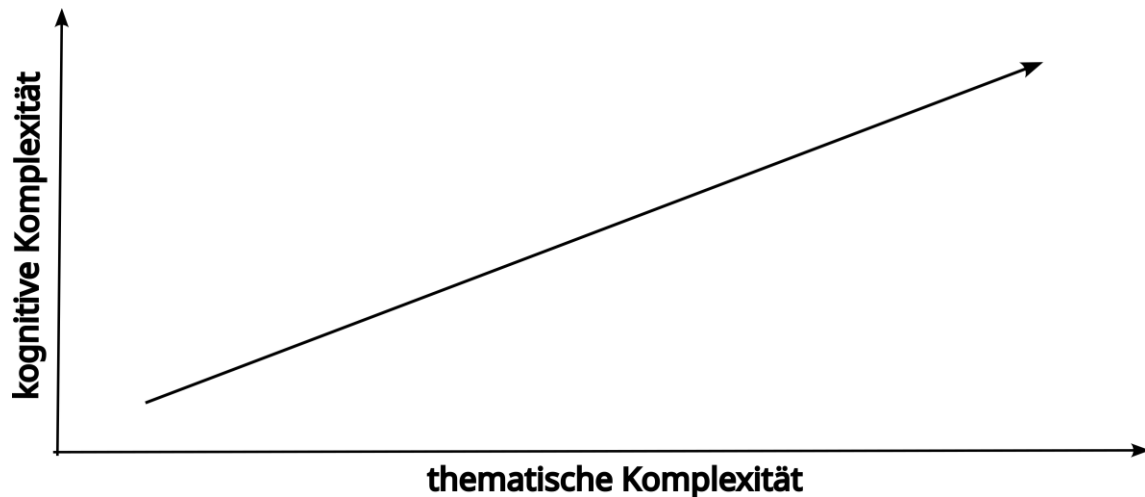
Zusammenarbeit
kann die
Arbeitsbelastung
aller **reduzieren!**



Planung eines diversitätssensiblen Unterrichts – Differenzierungsmatrix

Also für heterogene Lerngruppen: Individualisierung, um individuelle differenzierte Lernwege zu ermöglichen !

Eine Möglichkeit dazu ist die sogenannte Differenzierungsmatrix.



Die Grundstruktur der Differenzierungsmatrix,
angelehnt an (Sasse & Schulzeck, 2021).

Vorteile der Nutzung von Differenzierungsmatrizen:

- ✓ Eine Planung für zahlreiche mögliche Lernwege
- ✓ Differenzierung nach kognitiver und thematischer Kompetenz, nach Methoden, Zugangswegen, Repräsentationsformen, etc. möglich.
- ✓ Durch die Nutzung digitaler Medien recht geringer materieller Aufwand
- ✓ Lehrkräfte können individuell auf die Lernenden eingehen und diese passgenau fördern

Quelle: Sasse, Ada, Schulzeck, Ursula (2021): Die Differenzierungsmatrix als Rahmen für Planung und Reflexion inklusiven Unterrichts. In: Inklusiver Unterricht planen, gestalten und reflektieren, S. 11-34.

Planung eines diversitätssensiblen Unterrichts – Planung

Lernausgangslage 1

Eigenes Fachwissen strukturieren 2

Elementarisierung und mögliche Zugänge 3

Oberthemen & Stufen der kognitiven Komplexität 4

Einzelne Lernbausteine 5

Quellen: Sasse, Ada, Schulzeck, Ursula (2021): Die Differenzierungsmatrix als Rahmen für Planung und Reflexion inklusiven Unterrichts. In: Inklusiver Unterricht planen, gestalten und reflektieren, S. 11-34.; Weirauch, Katja; Schenk, Claudia (2022): Chemie all-inclusive – Ein Methodenkompendium für die Planung inklusiv angelegter naturwissenschaftlicher Experimentier-Stationen. In: Digitale NAWI-gation von Inklusion. S. 91-111.

NeDiChe: Merkmale diversitätssensibler Selbstlernbücher anhand eines Umsetzungsbeispiels

Christian Owerdieck | 10. November 2025

Planung eines diversitätssensiblen Unterrichts – Planung

Lernausgangslage 1

2

- Welche Interessen haben die Lernenden?
- Welche Vorstellungen existieren bei den Lernenden?
- Welche Beeinträchtigungen der Lernenden müssen bei der Planung berücksichtigt werden?

3

4

5

Quellen: Sasse, Ada, Schulzeck, Ursula (2021): Die Differenzierungsmatrix als Rahmen für Planung und Reflexion inklusiven Unterrichts. In: Inklusiver Unterricht planen, gestalten und reflektieren, S. 11-34.; Weirauch, Katja; Schenk, Claudia (2022): Chemie all-inclusive – Ein Methodenkompendium für die Planung inklusiv angelegter naturwissenschaftlicher Experimentier-Stationen. In: Digitale NAWI-gation von Inklusion. S. 91-111.

NeDiChe: Merkmale diversitätssensibler Selbstlernbücher anhand eines Umsetzungsbeispiels

Christian Owerdieck | 10. November 2025

Planung eines diversitätssensiblen Unterrichts – Planung

1

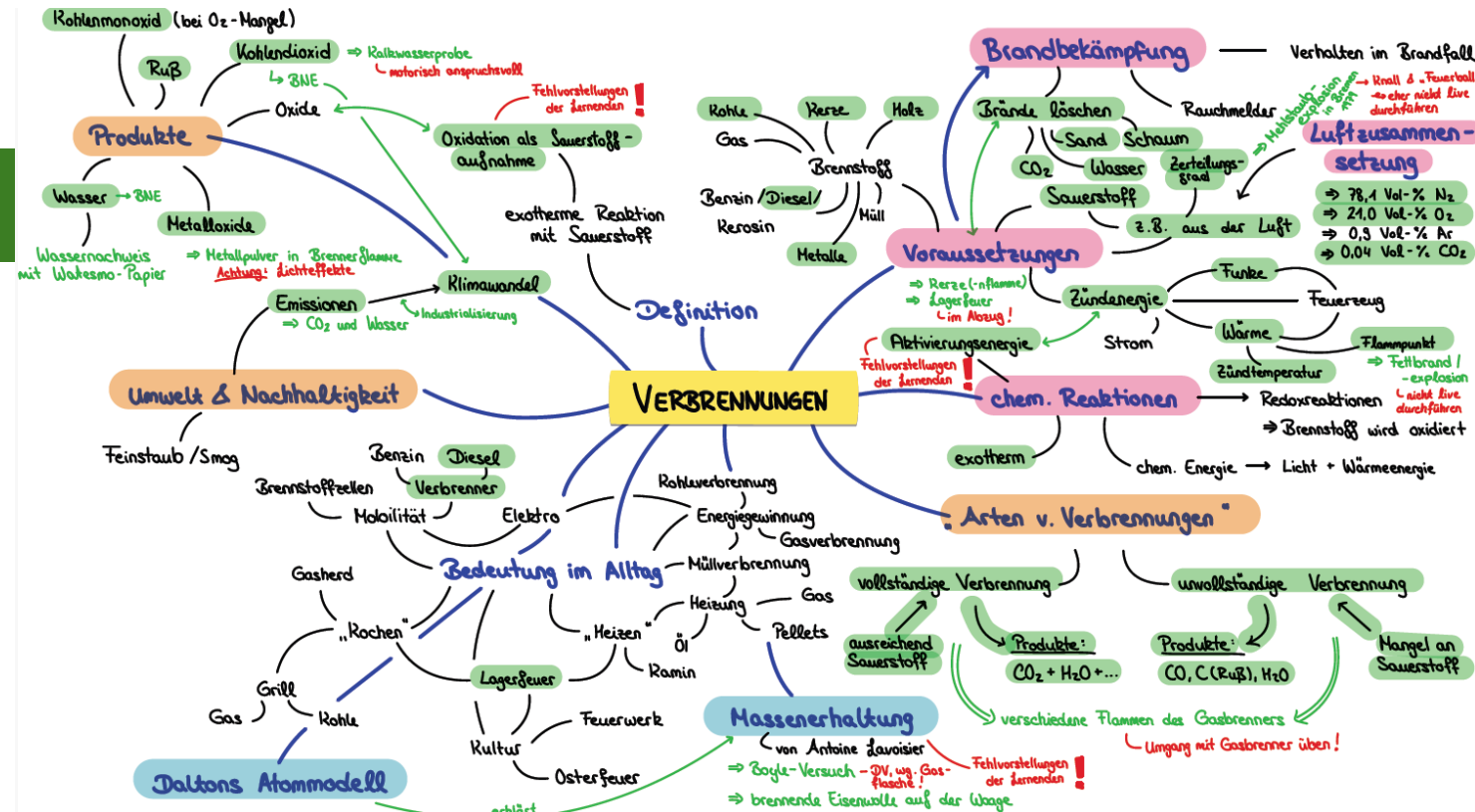
Eigenes Fachwissen strukturieren 2

3

- durch z.B. eine kooperativ erstellte Mindmap
- Was weiß ich über den Lerninhalt und die theoretischen Hintergründe?

4

5



Quellen: Sasse, Ada, Schulzeck, Ursula (2021): Die Differenzierungsmatrix als Rahmen für Planung und Reflexion inklusiven Unterrichts. In: Inklusiver Unterricht planen, gestalten und reflektieren, S. 11-34.; Weirauch, Katja; Schenk, Claudia (2022): Chemie all-inclusive – Ein Methodenkompendium für die Planung inklusiv angelegter naturwissenschaftlicher Experimentier-Stationen. In: Digitale NAWI-gation von Inklusion. S. 91-111.

NeDiChe: Merkmale diversitätssensibler Selbstlernbücher anhand eines Umsetzungsbeispiels

Planung eines diversitätssensiblen Unterrichts – Planung

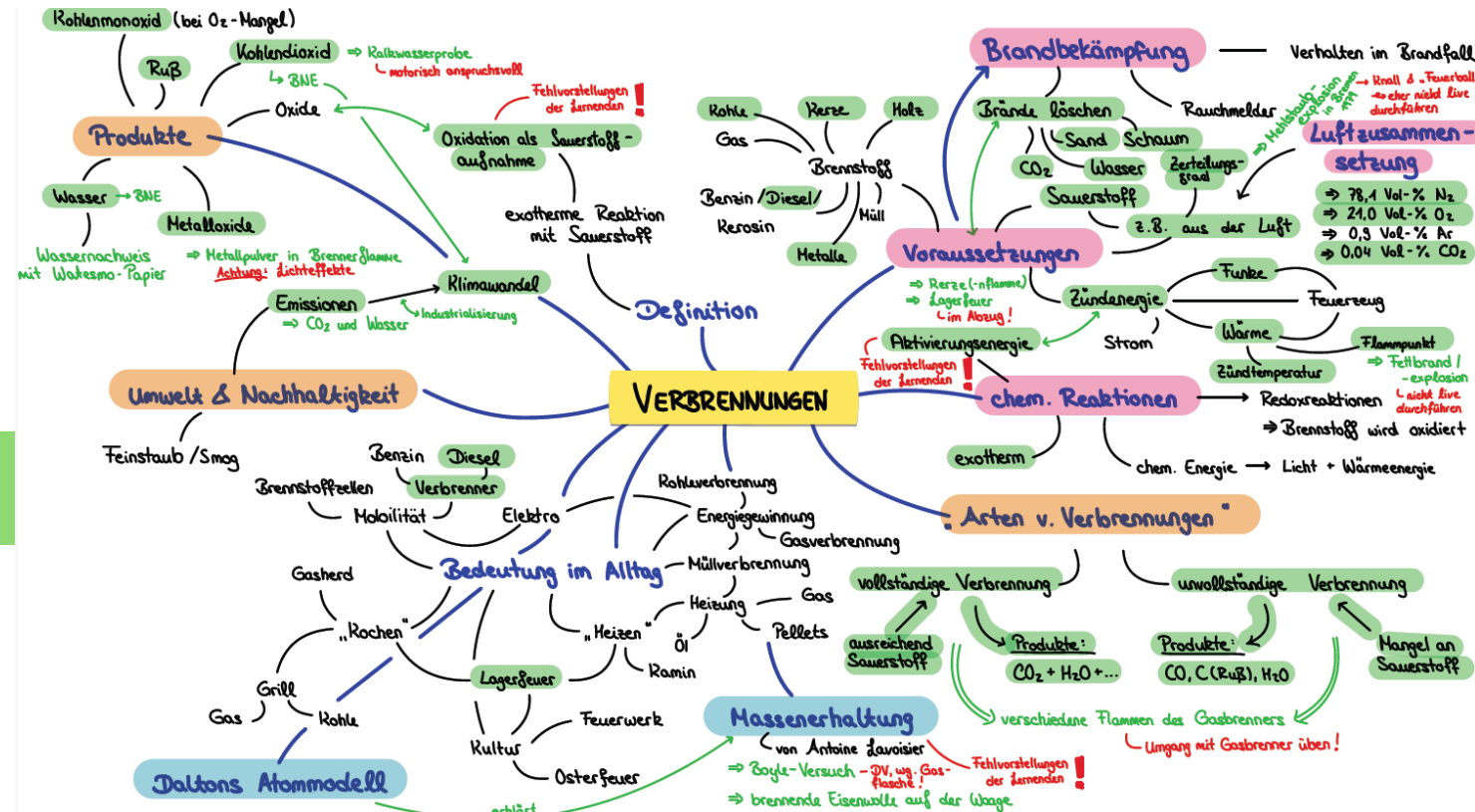
1

2

3

Oberthemen & Stufen der kognitiven Komplexität 4

5



Quellen: Sasse, Ada, Schulzeck, Ursula (2021): Die Differenzierungsmatrix als Rahmen für Planung und Reflexion inklusiven Unterrichts. In: Inklusiver Unterricht planen, gestalten und reflektieren, S. 11-34.; Weirauch, Katja; Schenk, Claudia (2022): Chemie all-inclusive – Ein Methodenkompendium für die Planung inklusiv angelegter naturwissenschaftlicher Experimentier-Stationen. In: Digitale NAWI-gation von Inklusion. S. 91-111.

NeDiChe: Merkmale diversitätssensibler Selbstlernbücher anhand eines Umsetzungsbeispiels

Planung eines diversitätssensiblen Unterrichts – Planung





























1

2

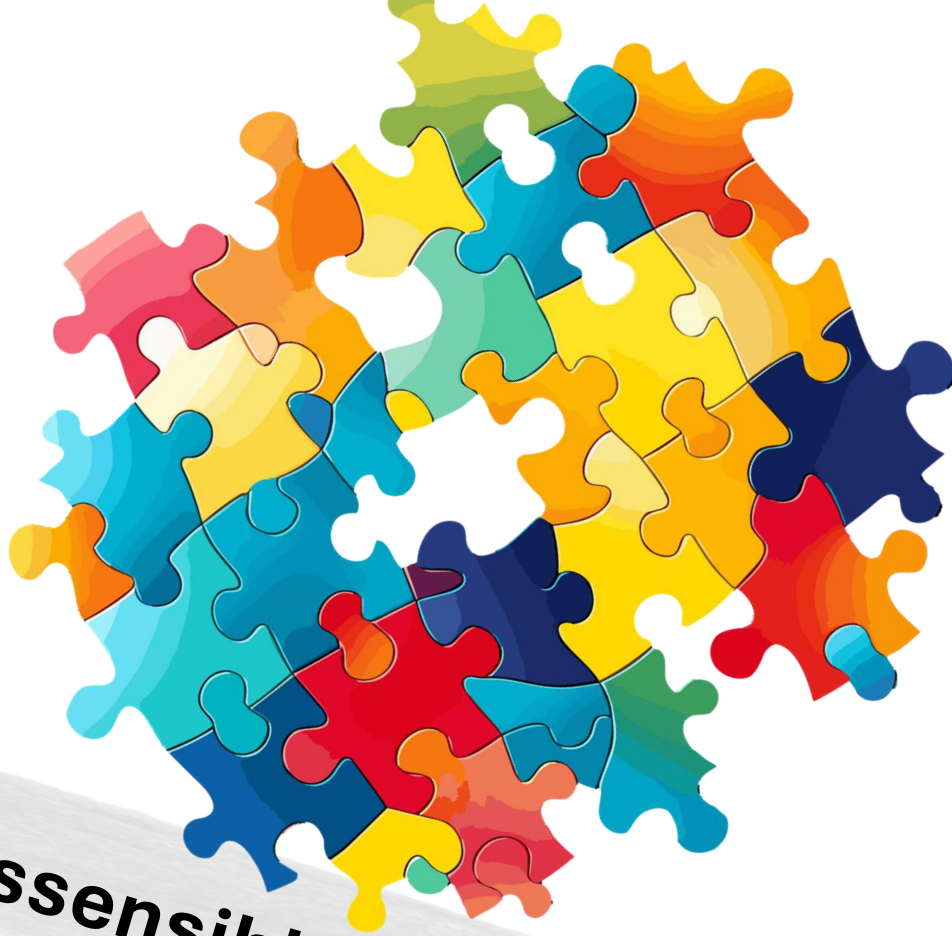
3

4

Einzelne Lernbausteine 5

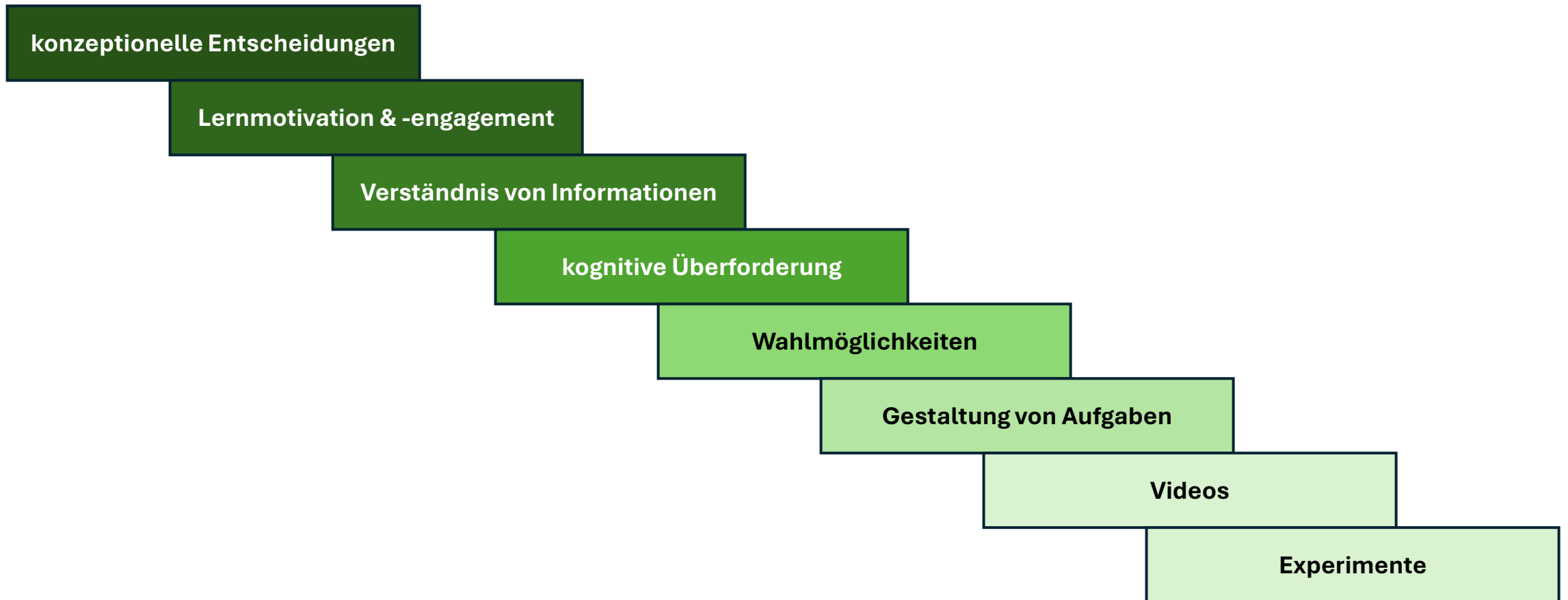
Analysieren/ Kreieren	Mehlstaubexplosionen und Fettbrände: Warum brennt Mehl nicht, explodiert aber als Staub?!   +  ⏰ 50 min.	Antoine Lavoisier: Das brennende Eisen auf der Waage   ⏰ 40 min.	Wasser: Ein Produkt von Verbrennungen?!   ⏰ 30 min.
Anwenden	Hilfe, es brennt!: Wie kann das Feuer gelöscht werden?!   ⏰ 50 min.	Verbrennungen im Straßenverkehr: Wohin verschwindet der Diesel?   ⏰ 40 min.	Die verschiedenen Flammen des Gasbrenners   ⏰ 30 min.
Verstehen	Was braucht die Kerze zum Brennen?    ⏰ 50 min.	Der Boyle-Versuch: Wohin verschwindet die Kohle?!    ⏰ 40 min.	Metalloxide: Wenn Metalle anfangen zu brennen...   ⏰ 30 min.
Wissen	Lagerfeuer: Aber wie?!   ⏰ 50 min.	John Dalton und die Erkenntnisse Lavoisiers   ⏰ 40 min.	Kohlenstoffdioxid: farb- und geruchslos, aber keinesfalls wirkungslos    ⏰ 30 min.
Themen	Grundlagen einer Verbrennung	Das „Verschwinden“ des Brennstoffes	Produkte von Verbrennungen

Quellen: Sasse, Ada, Schulzeck, Ursula (2021): Die Differenzierungsmatrix als Rahmen für Planung und Reflexion inklusiven Unterrichts. In: Inklusiver Unterricht planen, gestalten und reflektieren, S. 11-34.; Weirauch, Katja; Schenk, Claudia (2022): Chemie all-inclusive – Ein Methodenkompendium für die Planung inklusiv angelegter naturwissenschaftlicher Experimentier-Stationen. In: Digitale NAWI-gation von Inklusion. S. 91-111.



3 Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien

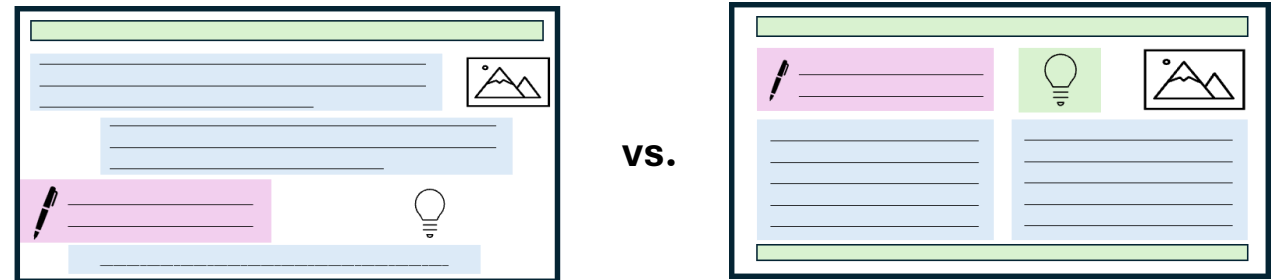
Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien



Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – konzeptionelle Entscheidungen

Ablenkung minimieren

- strukturiertes Erscheinungsbild
 - Im Querformat eignen sich auch zwei- oder dreispaltige Layouts
- einheitliches Layout



Lesbarkeit erhöhen

- serifenlose Schriftart
- Verzicht auf Worttrennungen
- einheitlicher Hintergrund, der hohen Kontrast zur verwendeten Schrift bietet

Dies ist ein Satz in Arial.
Dies ist ein Satz in Aptos.
Dies ist ein Satz in Calibri.

Dies ist ein Satz in Cookie.
Dies ist ein Satz in STCaigun.
Dies ist ein Satz in Times New Roman.
Dies ist ein Satz in Yellowtail.

Beispieltext

Beispieltext

Übersichtlichkeit erhöhen

- digitale Umsetzung: Navigationshilfen



Quellen: Bühler, Peter; Schlaich, Patrick; Sinner, Dominik (2017): Visuelle Kommunikation. Wahrnehmung - Perspektive - Gestaltung. Berlin. Springer.; Eikenbusch, Gerhard; Brand, Tilman (2024): Digitales Lesen – eine neue Herausforderung für die Schule?. In: Pädagogik. S.34-37.; Kiel, Ewald; Weiß, Sabine (2024): Zusammenschau. Inklusive Didaktik für die Regelschule - eine Zusammenschau. In: Inklusive Didaktik für die Regelschule. S.149-156.;Zeller, Diana; Grandrath, Rebecca (2024): Eigene interaktive Selbstlernbücher gestalten. Ein Überblick für die Produktion mit Book Creator und Pages. In: Naturwissenschaften im Unterricht Chemie (202/203), S. 8-13.

Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – konzeptionelle Entscheidungen

2.4 Alleine oder gemeinsam – Elemente und Verbindungen

Ablenkung minimieren

Lesbarkeit erhöhen

Übersichtlichkeit erhöhen



M1 Diiodpentaoxid vor dem Erhitzen, während des Erhitzens und nach dem Erhitzen

Quelle: Kraft, L. (Hrsg.), Ratermann, M. (Hrsg.), Stoppel, F. (Hrsg.) (2015): NEO Chemie. Gesamtband: Schulbuch. Sekundarstufe I. Niedersachsen. Braunschweig. Schroedel. S. 68.

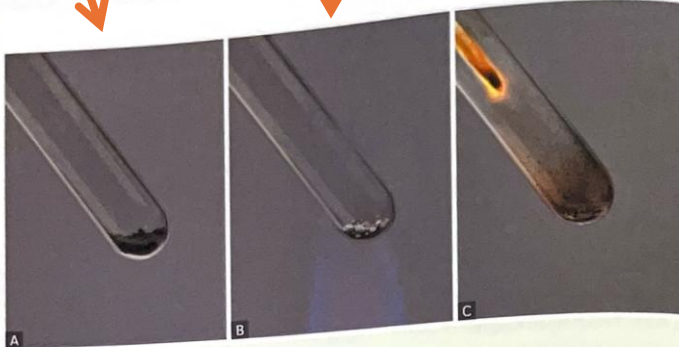
Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – konzeptionelle Entscheidungen

Ablenkung minimieren

Lesbarkeit erhöhen

Übersichtlichkeit erhöhen

Schritt 1 **Schritt 2** **Schritt 3**



D Silberoxid $\xrightarrow{\text{Reduktion}}$ Silber + Sauerstoff


1 A Silberoxid wird erhitzt, B Es entsteht ein fester Stoff und C ein Gas, D Wortgleichung

Die Redoxreaktion

Sauerstoffaufnahme

Edukte **Produkte**

Die Verbrennung als chemische Reaktion



A **B**

C

4 A Eisen reagiert mit Kupferoxid, B Kupfer und Eisenoxid entsteht, C Wortgleichung

Sauerstoff wird übertragen
Erhitzt du eine Mischung aus Eisen und Kupferoxid in einem Reagenzglas, glüht diese hell auf. Mit einem Reagenzglasglas kannst du die Reaktion beobachten.

Die Redoxreaktion
Das Kupferoxid wird zu Kupfer reduziert. Das Eisen wird zu Eisenoxid oxidiert. Eine

Quelle: Carl, H.M., Claaßen, H., Dietrich, H., Fischl, M., Heinlein, T., Keil, T., Roß, A. (2022): Erlebnis Chemie - Ausgabe 2022 für Nordrhein-Westfalen und Hessen. Schulbuch 1. Westermann Bildungsmedien Verlag GmbH. 978-3-14-117124-2. S. 138-139.


NeDiChe: Merkmale diversitätssensibler Selbstlernbücher anhand eines Umsetzungsbeispiels

Christian Owerdieck | 10. November 2025


Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – konzeptionelle Entscheidungen

am Umsetzungsbeispiel....


- zwei bis drei spaltiger Folienaufbau
- Schriftart Aptos (Musterlösungen und Vorstrukturierungen von Aufgaben: *Cavolini*)
- Schriftgröße 12 (Überschriften 18)
- Hervorhebungen: **fett**
- weißer Hintergrund / schwarze Schrift (Musterlösungen dunkelblau, Hervorhebungen grün)
- schwarze Piktogramme für Lösungen, Hilfen, etc.
- Links zur Verdeutlichung grün unterlegt
- Bedienzeile mit *Vor*, *Zurück* und *Home* (*Differenzierungsmatrix*)



BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL



DIDAKTIK
DER
CHEMIE



Grundlagen der Verbrennung – Mehlstaubexplosionen und Fettbrände

In euren Vermutungen, solltet ihr auf den **Flammpunkt** eingegangen sein. Denn wenn eine Pfanne mit Öl auf einem eingeschalteten Herd stehen gelassen wird, dann erhitzt sich das Öl immer weiter. Nachdem das Öl begonnen hat zu rauchen, also der Rauchpunkt (bei Sonnenblumenöl: ca. 210 °C) überschritten ist, und es weiter erhitzt wird der Flammpunkt des Öls (bei Sonnenblumenöl: ca. 320 °C) erreicht. Bei dieser Temperatur entzündet sich das Öl selbst, ohne dass es einer Zündquelle bedarf.

Aber wie bekommt denn jetzt Fettbrände wieder gelöscht?


Da gibt es verschiedene Möglichkeiten...

Löschen mit Wasser	Löschen mit Feuerlöschern	Löschen mit Löschdecken & Deckeln
--------------------	---------------------------	-----------------------------------



Aufgabe 3b
Bearbeitet alle drei mögliche Löschmethoden. Überlegt euch, welche der Löschmethoden am geeignetsten und welche am ungeeignetsten für Fettbrände in der Küche ist. Notiert eure Lösung unten und begründet sie kurz.

Am geeignetsten zum Löschen eines Fettbrandes in der Küche ist _____, weil _____.

Am ungeeignetsten zum Löschen eines Fettbrandes in der Küche ist _____, weil _____.



Quelle: Feil, Sylvia; Engelmann, Philipp; Wilke, Timm; Wolf, Kai (2024): Brückenkurs Chemie. Springer Spektrum Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-69351-3>.





Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – Lernmotivation & -engagement

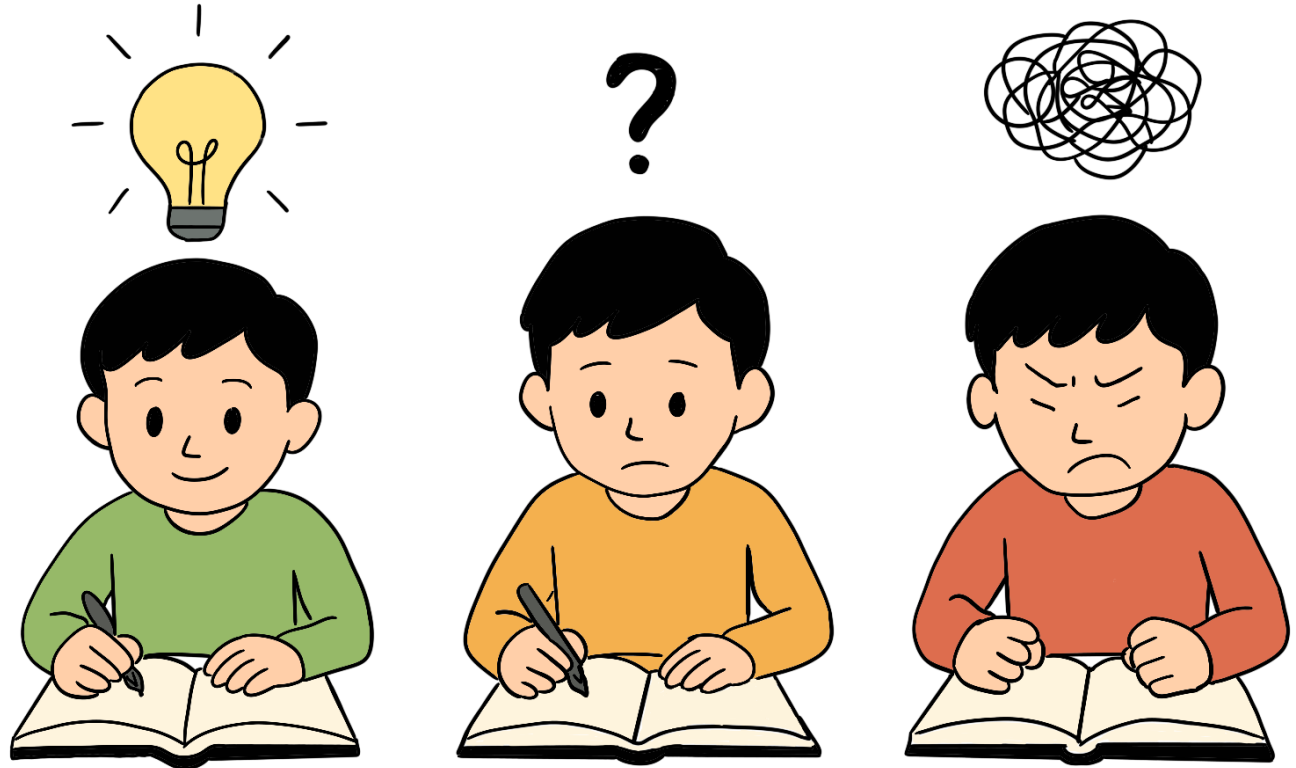
Lernhindernisse erkennen

- Lernschwierigkeiten mindern
Lernmotivation, sind also zu vermeiden

Motivation steigern

- Kontextualisierung der Lerninhalte
- Berücksichtigung der Interessen und Fähigkeiten der Lernenden
- Abwechslungsreiche Zugangswege
- Bereitstellung von Selbstkontrollmöglichkeiten

Spielerische Elemente (*Gamification*)




Quellen: Hruska, Anna; Rabbow, Christoph; Sieve, Bernhard F.; Waitz, Thomas (2024): Mit Medien Lernprozesse gestalten. In: Fachdidaktik Chemie in Theorie und Praxis. S.225-281.; Kerres, Michael (2024): Mediendidaktik. Lernen in der digitalen Welt. Berlin/Boston. DOI: 10.1515/9783111201078.; Melle, Insa; Wember, Franz B.; Michna, Dagmar (2016): Gestaltung von Unterrichtsmaterialien auf Basis des Universal Design for Learning am Beispiel des Chemieanfangsunterrichts in der Sekundarstufe I. In: Sonderpädagogische Förderung heute 2016 (61), 3, S.286-302.; Weirauch, Katja; Schenk, Claudia (2022): Chemie all-inclusive – Ein Methodenkompendium für die Planung inklusiv angelegter naturwissenschaftlicher Experimentier-Stationen. In: Digitale NAWI-gation von Inklusion. S.91-111.


Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – Lernmotivation & -engagement

am Umsetzungsbeispiel....


- Verbrennungen als alltagsnahes Phänomen der Lernenden aufgefasst (Verbrennung einer Kerze, Verbrennermotoren, Kohlenstoffdioxid, Wasser, ...)
- Verschiedene Abstraktionsgrade und Zugangswege (theoretisch, alltagsorientiert, experimentell, abstrakt, ...)
- Spielerische Gestaltung der Aufgaben zur Sicherheitsbelehrung (Kreuzworträtsel, Wimmelbild, Quiz)
- Quiz zur Sicherung im Lernbaustein „Mehlstaubexplosionen und Fettbrände: Warum brennt Mehl nicht, explodiert aber als Staub?“




BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL



DIDAKTIK
DER
CHEMIE




COMeMINT
fortbilden durch  durch fortbilden

Produkte von Verbrennungen – Wasser

Wir möchten nun ein kleines Experiment durchführen und überprüfen, ob bei der Verbrennung wirklich Wasser entstehen kann. Dazu müssen wir uns aber wie immer nochmal die Regeln zum sicheren Experimentieren ins Gedächtnis rufen.

Aufgabe 3
Ihr findet rechts ein Bild, wo die Personen gegen einige Regeln des sicheren Experimentierens verstoßen.
Umkreist alle Fehler (*bitte nicht in rot!*) und **begründet** in eurer Gruppe, warum und gegen welche Regel verstoßen wird.
Im Anschluss **bittet** eure Lehrkraft euch die Lösung freizuschalten. Habt ihr alle Fehler gefunden, dürft ihr mit dem Experimentieren beginnen.



<

Quelle: Knaack, Malte (2022): Wimmelbild Labor. In: LEiFischemie (Online), abgerufen von: <https://www.leifischemie.de/einfuehrung-die-chemie/laborwissen-und-sicherheit/aufgabe/labor-wimmelbild>.
lizenziert nach CC BY-NC 4.0. abgerufen am 26.05.2025.

>

Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – Verständnis von Informationen

Texte anpassen

- Texte durch Abschnitte und Absätze strukturieren
- Schwierigkeitsgrad der Texte an Lesekompetenz der Lernenden anpassen
- *Einfache Sprache* kann für Lernende mit geringer Lesekompetenz hilfreich sein

Wichtiges hervorheben

Vorlesefunktion


- Vorlesefunktion kann zum Leseverständnis beitragen
(Achtung: keine Redundanz zwischen Gelesenem und Gehörtem zulassen!)

Quellen: Kerres, Michael (2024): Mediendidaktik. Lernen in der digitalen Welt. Berlin/Boston. DOI: 10.1515/9783111201078. ; Melle, Insa; Wember, Franz B.; Michna, Dagmar (2016): Gestaltung von Unterrichtsmaterialien auf Basis des Universal Design for Learning am Beispiel des Chemieanfangsunterrichts in der Sekundarstufe I. In: Sonderpädagogische Förderung heute 2016 (61), 3, S.286-302.; Pantiri, Giulia; Burkhardt, Lea Mareike; Wilhelm, Thomas; Wenzel, Volker; Lühken, Arnim; Katzenbach, Dieter (2024): Forscherboxen und Unterrichtsmaterial zum Thema „Farben“ im inklusiven NaWi-Unterricht. In: PhyDid B - Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung, 2024 (1), 1. S.159-166.


Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – Verständnis von Informationen

am Umsetzungsbeispiel....


- Möglichst einfache Formulierung in kurzen Texten, ohne Verwendung der *Einfachen Sprache*
 - v.a. um Unterforderung vorzubeugen; kann bei Bedarf adaptiert werden
- Wichtiges in Texten grün hervorgehoben
- Einzelne Texte eingesprochen als „Vorlesefunktion“; Transkript ist immer für Lernende einsehbar.




BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL



DIDAKTIK
DER
CHEMIE



COMeMINT
fortbilden durch  fortbilden

Produkte von Verbrennungen – Metalloxide

Aufgabe 6
Lest M52, um notwendige Hintergrundinformationen zur Auswertung des Versuchs zu erlangen.

M52: Energie bei exothermen chemischen Reaktionen
Wir haben bereits gesehen, dass Verbrennungen chemische Reaktionen sind, die neben den Ausgangsstoffen auch Aktivierungsenergie benötigen, damit sie ablaufen. Doch weißt du auch aus deiner Erfahrung heraus, dass bei Verbrennungsreaktionen auch Energie frei wird, weil es bei Verbrennungen heiß wird. Man sagt auch, dass Verbrennungsreaktionen **exotherme** chemische Reaktionen sind. Doch sehen wir auch, dass es, wenn wir etwas verbrennen, meist leuchtet. Auch Licht ist eine Form von Energie. Das bedeutet wir können von der Helligkeit des entstandenen Lichts auch auf die Energie schließen, die bei der Reaktion frei wird. Es gilt also **je heller eine Flamme ist, desto mehr Energie wird in Form von Licht frei.**

Versuchsauswertung
Kreuzt die Antwortmöglichkeit(en) an, die in die Lücke der darüberstehenden Aussage passt.
Kontrolliert euch anschließend selbstständig.

Bei der Verbrennung von ... wird keine Energie frei.

<input type="checkbox"/> keinem Metall	<input type="checkbox"/> Kupfer
<input type="checkbox"/> Eisen	<input type="checkbox"/> Magnesium

Bei der Verbrennung von ... wird Energie frei.


<input type="checkbox"/> keinem Metall	<input type="checkbox"/> Kupfer
<input type="checkbox"/> Eisen	<input type="checkbox"/> Magnesium

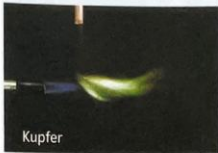
Bei der Verbrennung von ... wird am wenigsten Energie frei.

<input type="checkbox"/> keinem Metall	<input type="checkbox"/> Kupfer
<input type="checkbox"/> Eisen	<input type="checkbox"/> Magnesium

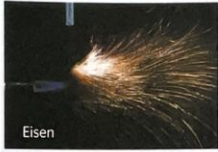
Bei der Verbrennung von ... wird am meisten Energie frei.

<input type="checkbox"/> keinem Metall	<input type="checkbox"/> Kupfer
<input type="checkbox"/> Eisen	<input type="checkbox"/> Magnesium

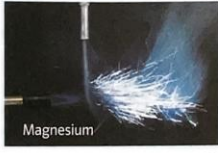
 **Kontrolliert euch hier**



Kupfer



Eisen



Magnesium

Bildquelle: Eisner, Werner; Gietz, Paul; Justus, Axel; Schierle, Werner; Schmidt, Bärbel; Zippe, Thorsten (2009): Elemente chemie. Cotta Verlag, S. 81.

Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – kognitive Überforderung

Unwichtiges vermeiden

- unwichtige Informationen und Darstellungen vermeiden
- rein dekorative Elemente vermeiden

Bilder und Texte einsetzen

- Texte durch Bilder und Bilder durch Texte ergänzen
- räumlich nahe Darstellung
- vollständige Redundanz vermeiden
- Dynamische Darstellungen reflektieren und ggfs. ersetzen

Struktur gewährleisten

- klar erkennbare und einheitliche Struktur gewährleisten

Quellen: Hruska, Anna; Rabbow, Christoph; Sieve, Bernhard F.; Waitz, Thomas (2024): Mit Medien Lernprozesse gestalten. In: Fachdidaktik Chemie in Theorie und Praxis. S.225-281.; Kerres, Michael (2024): Mediendidaktik. Lernen in der digitalen Welt. Berlin/Boston. DOI: 10.1515/9783111201078.; Melle, Insa; Wember, Franz B.; Michna, Dagmar (2016): Gestaltung von Unterrichtsmaterialien auf Basis des Universal Design for Learning am Beispiel des Chemieanfangsunterrichts in der Sekundarstufe I. In: Sonderpädagogische Förderung heute 2016 (61), 3, S.286-302.; Scheiter, Katharina; Nieaus, Manuel; Moeller, Korbinian (2022): Psychologische Perspektiven auf die Gestaltung digitaler Medien für das Lehren und Lernen von Mathematik. In: Digitales Lehren und Lernen von Mathematik in der Schule. S. 37-58.

Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – kognitive Überforderung

Unwichtiges vermeiden

Bilder und Texte einsetzen

Struktur gewährleisten

Quelle: Arnold, K., Peters, J., Fischedick, A. (2021): Fokus Chemie-Neubearbeitung-Gymnasium Nordrhein-Westfalen-Gesamtband SI. Berlin. Cornelsen Verlag GmbH. ISBN: 978-3-06-012636-1. S. 100-101.

Verbrennung – eine Oxidbildung

Auf der Suche nach dem Reaktionspartner Stellt man ein umgedrehtes Becherglas auf ein brennendes Teelicht, erlischt die Flamme nach kurzer Zeit (• Exp. 10, S. 98). Unter dem Becherglas ist nur eine begrenzte Menge an Luft vorhanden.

Luft ist ein Stoffgemisch, dessen Bestandteile unterschiedliche Eigenschaften haben. Bei einer Verbrennung könnte die gesamte Luft oder nur ein Bestandteil mit dem Kerzenwachs reagieren.

Für eine genauere Untersuchung wird ein Stück Eisenwolle in genau 100 mL Luft verbrannt (• Exp. 15). Es wird dabei deutlich, dass nur ein Teil der Luft reagiert. Die Reaktion lässt sich nicht weiterführen, obwohl noch „Luft“ in den Kolbenproben vorhanden ist. Von den 100 mL Luft werden 21 mL verbraucht. Das entspricht 21 % und damit dem Anteil des Sauerstoffs in der Luft (• S. 92–93).

Eine Verbrennung ist eine chemische Reaktion zwischen einem Stoff und Sauerstoff.

Reaktionsprodukte der Verbrennung Das Produkt der chemischen Reaktion von Eisen und Sauerstoff heißt Eisenoxid. Die Endung -oxid leitet sich vom lateinischen Namen für Sauerstoff ab: *oxygenium*. Für die Reaktion kann das Reaktionsschema geschrieben werden.

Eisen (s) + Sauerstoff (g) → Eisenoxid (s) | exotherm

Neben Eisen bilden auch andere Metalle Oxide. Sie werden allgemein als **Metalloxide** bezeichnet. Erhitzt man z.B. ein gefaltetes Kupferblech (Kupferbrief) in der Brennerflamme, ändert das Kupfer nur dort sein Aussehen, wo es mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung kommt (• Exp. 12, S. 98). An den Außenseiten des Kupferbriefs ist bläulich schwarzes Kupferoxid entstanden.

Kupfer (s) + Sauerstoff (g) → Kupferoxid (s) | exotherm

Metalle reagieren mit Sauerstoff zu festen Metalloxiden.

Metal (s) + Sauerstoff (g) → Metalloxid (s) | exotherm

Verbrennung von Nichtmetallen Verbrennt man Holzkohle (Kohlenstoff), so kann man mit Kalkwasser Kohlenstoffdioxid nachweisen (• Exp. 13, S. 98). Kohlenstoff reagiert mit Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid.

Kohlenstoff (s) + Sauerstoff (g) → Kohlenstoffdioxid (g) | exotherm

Auch Schwefel reagiert mit Sauerstoff. Er verbrennt mit blauer Flamme zu Schwefeldioxid (• Exp. 14).

Schwefel (s) + Sauerstoff (g) → Schwefeldioxid (g) | exotherm

Schwefel und Kohlenstoff werden als **Nichtmetalle** bezeichnet, da sie nicht die typischen Eigenschaften der Metalle haben. Zu den Nichtmetallen gehören auch Stickstoff, Wasserstoff und sogar Sauerstoff selbst.

Die Reaktionsprodukte der Verbrennung von Nichtmetallen mit Sauerstoff werden **Nichtmetalloxide** genannt. Im Gegensatz zu den festen Oxiden der Metalle sind viele Nichtmetalloxide gasförmig.

Nichtmetalle reagieren mit Sauerstoff zu Nichtmetalloxiden.

Nichtmetall (s) + Sauerstoff (g) → Nichtmetalloxid (g) | exotherm

Oxidbildung Nicht nur bei Verbrennungen bilden sich Oxide. Auch das Rosten einer Autokarosserie ist eine Reaktion von Eisen mit dem Luftsauerstoff. Sie läuft viel langsamer ab als das Durchglühen von Eisenwolle. Flammen oder Lichterscheinungen können nicht beobachtet werden, obwohl die gleichen Stoffe beteiligt sind. Das Reaktionsprodukt ist Eisenoxid. Allgemein bezeichnet man deshalb alle Reaktionen mit Sauerstoff als **Oxidbildung**.

Oxidbildungen sind chemische Reaktionen, in denen ein Stoff mit Sauerstoff zu einem Oxid reagiert. Verbrennungen sind Oxidbildungen.

Oxidbildung als Energielieferant Bei der Verbrennung von Holz, Kohle, Erdöl oder Erdgas werden große Mengen an Wärme frei. Die Brennstoffe werden deshalb als **Energieträger** bezeichnet. Die freigesetzte Wärme wird zum Heizen oder für die Umwandlung in elektrische Energie genutzt. Dabei entsteht unter anderem Kohlenstoffdioxid.

Auch in unserem Körper laufen Oxidbildungen ab, die zur Energiegewinnung dienen. Sie sind ein wichtiger Bestandteil unseres Stoffwechsels. Den benötigten Sauerstoff atmen wir über die Lungen ein.

Aufgaben

1. Begründe, warum man bei Feueralarm in der Schule die Fenster schließen soll, bevor das Klassenzimmer geräumt wird.
2. Zeichne das Energiediagramm für die Verbrennung von Kohlenstoff.
3. Ausgetretete Luft enthält Kohlenstoffdioxid.
 - a. Erläutere die Schlussfolgerungen, die du aus der Aussage ziehen kannst.
 - b. Entwickle einen Versuch, mit dem du die Aussage überprüfen kannst.




100

101

Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – kognitive Überforderung

am Umsetzungsbeispiel....

- Texte möglichst einfach formuliert
- Räumlich nahe Platzierung von Texten und dazugehörigen Bildern
- Steps-and-Parts-Abbildungen zur Visualisierung des Boyle-Versuchs mithilfe Dalton's Atommodell, anstelle von Animationen
- Einheitliche Struktur

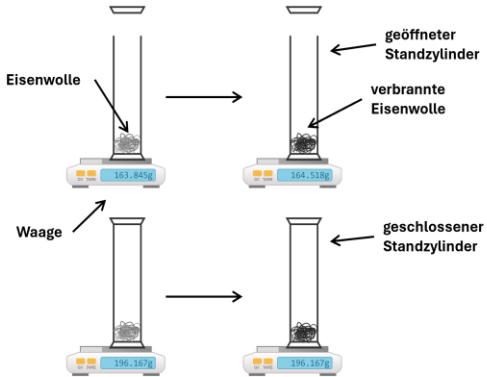
BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTALDIDAKTIK
DER
CHEMIECOMeMINT
fortbilden durch vernetzen durch fortbilden

Das „Verschwinden“ des Brennstoffes – Verbrennung im Straßenverkehr

Aufgabe 3

- Lest M30 und schaut euch die Versuchsskizze M31 an.
- Formuliert anschließend den Unterschied zwischen einem offenem und einem geschlossenen System.
- Diskutiert auf Grundlage Daltons Atommodell, warum das Massenerhaltungsgesetz gelten muss.

M30: Antoine Lavoisier und der Massenerhalt
Ein paar Jahre, bevor John Dalton sein Atommodell veröffentlichte, veröffentlichte der Franzose Antoine Lavoisier seine Erkenntnisse. Er beobachtete, dass einige Brennstoffe (z.B. Kerzen oder Holz) bei Verbrennungen leichter und andere (z.B. Metalle) schwerer werden. Durch zahlreiche Versuche (die ähnlich wie in M31 dargestellt sind durchgeführt wurden) konnte Lavoisier aber nachweisen, dass sie die Gesamtmasse der Edukte und der Produkte nicht während der Reaktion ändert, wenn die Reaktion in einem geschlossenen Raum, d.h. einem Raum, aus dem nichts hinaus und in den nichts hinein gelangen kann. Man sagt auch, dass die Reaktion in einem **geschlossenen System** durchgeführt wurde. Doch hatte Lavoisier Probleme seine Beobachtungen zu erklären. Mit Daltons Atommodell wurde dies möglich.



Eisenwolle

geöffneter Standzylinder

verbrannte Eisenwolle

Waage

geschlossener Standzylinder

M31: Untersuchung des Gewichts von verbrannter Eisenwolle in offenem (oben) und geschlossenem (unten) System

Bildquelle: generiert mit <https://chemix.org/>, abgerufen am 20.05.2025.

Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – Wahlmöglichkeiten

Verschiedene Möglichkeiten zur Gestaltung des Lernprozesses aufzeigen

- Individualisierung des Unterrichts bedeutet die Eröffnung von Wahlmöglichkeiten
- Wahlmöglichkeiten durch verschiedene Darstellungsformen von Lernprodukten möglich
- optionale Hilfestellungen

Unterstützung teils notwendig




- Lernende brauchen teils Unterstützung bei Entscheidungen bzgl. Ihres Lernweges

Quellen: Melle, Insa; Wember, Franz B.; Michna, Dagmar (2016): Gestaltung von Unterrichtsmaterialien auf Basis des Universal Design for Learning am Beispiel des Chemieanfangsunterrichts in der Sekundarstufe I. In: Sonderpädagogische Förderung heute 2016 (61), 3, S.286-302.; Pantiri, Giulia; Burkhardt, Lea Mareike; Wilhelm, Thomas; Wenzel, Volker; Lühken, Arnim; Katzenbach, Dieter (2024): Forscherboxen und Unterrichtsmaterial zum Thema „Farben“ im inklusiven NaWi-Unterricht. In: PhyDid B - Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung, 2024 (1), 1. S.159-166.; Weirauch, Katja; Schenk, Claudia (2022): Chemie all-inclusive – Ein Methodenkompendium für die Planung inklusiv angelegter naturwissenschaftlicher Experimentier-Stationen. In: Digitale NAWI-gation von Inklusion. S.91-111.

Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – Wahlmöglichkeiten

am Umsetzungsbeispiel....

- Differenzierungsmatrix bietet Wahlmöglichkeit bzgl. des eigenen Lernweges
- In den Lernbausteinen immer wieder Hilfsangebote oder Möglichkeiten zur Selbstkontrolle
- z.T. auch thematische Entscheidungen möglich (z.B. als Gruppenpuzzle)
- Lernende sind dazu angehalten ihren eigenen Lernprozess zu gestalten
- Unterstützung durch Lehrkräfte wird z.T. nötig sein!

BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTALDIDAKTIK
DER
CHEMIECOMeMINT
fortbilden durch vernetzen durch fortbilden

Grundlagen der Verbrennung – Mehlstaubexplosionen und Fettbrände

Im Folgenden möchten wir uns mit zwei Phänomenen beschäftigen, um die Voraussetzungen für Verbrennungen hier zu erkennen. Dadurch können wir in Zukunft Gefahren abschätzen verhindern und Brände auf die richtige Art und Weise löschen. Dies möchten wir anhand von zwei Beispielen in einem **Gruppenpuzzle** machen.

Aufgabe 1

- Findet** euch mit einer weiteren Zweiergruppe zusammen.
- Lest** die beiden unten stehenden Texte gemeinsam und entscheidet euch, wer welches Beispiel bearbeiten möchte. Denkt daran, dass jedes Beispiel von **genau zwei Personen** bearbeitet werden soll. Geht in eure **Expertengruppen** und **bearbeitet** euer Thema.

14 Tote und 17 Verletzte: Am 6. Februar 1979 wurde ein Kabelbrand in der Rolandmühle im Bremer Hafen festgestellt. Kurz darauf sind zahlreiche Explosionen zu hören. Die Deckel der Lagersilos wurden hochgerissen, die Wände der Mühle stürzten ein und Fensterscheiben in einem großen Umkreis wurden zertrümmert. Auf einer Fläche von ungefähr 42 Fußballfeldern rieselte Mehl vom Himmel und es begann ein 65-tägiger Einsatz zahlreicher Feuerwehren aus der Umgebung. Wie konnte es nur zu einer derartigen Katastrophe kommen, wobei Mehl doch eigentlich gar nicht schnell brennt und schon gar nicht explodiert. Oder doch?!

→ zum Themenfeld Mehlstaubexplosionen

Stell' dir mal vor: Du hast gerade eine Pfanne mit Öl auf den Herd gestellt, weil du dir nach der Schule schnell etwas zu Essen möchtest. Plötzlich klingelt dein Handy. Du suchst dein Handy und wirst in deinem Schulrucksack fündig. Schnell schaust du nach, wer dich angerufen hat. Es ist dein bester Freund/deine beste Freundin, der/die sich mit dir heute Nachmittag treffen möchte. Ihr redet noch kurz miteinander, doch du erinnerst dich daran, dass du vergessen hast den Herd wieder auszustellen. Du rennst in die Küche und siehst deine Pfanne stark dampfen, schaltest den Herd ab und nimmst die Pfanne von der Herdplatte. „Puh, gerade nochmal gut gegangen!“ Doch was wäre passiert, wenn du dich nicht daran erinnert hättest?

→ zum Themenfeld Fettbrände

Quelle: Moikewehrum, Imke: Februar 1979: Schwerste Detonation seit dem Kriegsende erschüttert Bremen. In: Weserkurier. Abgerufen von <https://www.weser-kurier.de/bremen/6-februar-1979-als-die-explosion-der-rolandmuehle-bremen-erschuetterte-doc7e328n541j11rh28eez>. Abgerufen am: 02.05.2025.
Briding, Reinhard; Munten, Daniel; Schaefer, Mike; Sommer, Elmar; Winkler, Tanja (2003): Quarks & Co: „Vorsicht Explosionsgefahr“. Abgerufen von https://web.archive.org/web/20100705012131/http://www.wdr.de/tv/quarks/global/pdf/Quarks_Explosion_cwdr2003.pdf. Abgerufen am 02.05.2025.

Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – Gestaltung von Aufgaben

Positive Lernatmosphäre

- Aufgaben sollten positive Lernatmosphäre unterstützen

klare Formulierungen

- klare Formulierung mittels hervorgehobener Operatoren
- Kleinschrittig aufeinander aufbauende Aufgaben erleichtern Lernen
- (angepasste) Zeitangaben strukturieren Lernprozess

Erfolgserlebnisse ermöglichen

- Erfolgserlebnisse steigern Lernmotivation
→ bei Erstellung alle zur Bearbeitung notwendigen Denk- und Handlungsoperationen reflektieren

Strukturierung des Lernprozesses

- zu Beginn: Aktivierung des Vorwissens
- später: materialgebundene Aufgaben (fördern Kompetenzzuwachs)

Offenheitsgrade bewusst einsetzen

- geschlossene Aufgabenstellungen steigern Sachkompetenz
- offene Aufgabenstellungen fördern Vernetzung von Wissen und weitere Kompetenzen

Dokumentation sicherstellen

Quellen: Achtermann, Karen; Nehring, Andreas; Sieve, Bernhard F. (2024): Chemie lernen und verstehen mit Aufgaben. In: Fachdidaktik Chemie in Theorie und Praxis. S.199-223.; Hruska, Anna; Rabbow, Christoph; Sieve, Bernhard F.; Waitz, Thomas (2024): Mit Medien Lernprozesse gestalten. In: Fachdidaktik Chemie in Theorie und Praxis. S.225-281.; Kiel, Ewald; Weiß, Sabine (2024): Zusammenschau. Inklusive Didaktik für die Regelschule - eine Zusammenschau. In: Inklusive Didaktik für die Regelschule. S.149-156.; Melle, Insa; Wember, Franz B.; Michna, Dagmar (2016): Gestaltung von Unterrichtsmaterialien auf Basis des Universal Design for Learning am Beispiel des Chemieanfangsunterrichts in der Sekundarstufe I. In: Sonderpädagogische Förderung heute 2016 (61), 3, S.286-302.; Pantiri, Giulia; Burkhardt, Lea Mareike; Wilhelm, Thomas; Wenzel, Volker; Lühken, Arnim; Katzenbach, Dieter (2024): Forscherboxen und Unterrichtsmaterial zum Thema „Farben“ im inklusiven NaWi-Unterricht. In: PhyDid B - Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung, 2024 (1), 1. S.159-166.; Scheiter, Katharina; Nieaus, Manuel; Moeller, Korbinian (2022): Psychologische Perspektiven auf die Gestaltung digitaler Medien für das Lehren und Lernen von Mathematik. In: Digitales Lehren und Lernen von Mathematik in der Schule. S. 37-58.; Weirauch, Katja; Schenk, Claudia (2022): Chemie all-inclusive – Ein Methodenkompendium für die Planung inklusiv angelegter naturwissenschaftlicher Experimentier-Stationen. In: Digitale NAWigation von Inklusion. S.91-111.; Zeller, Diana; Grandrath, Rebecca (2024): Eigene interaktive Selbstlernbücher gestalten. Ein Überblick für die Produktion mit Book Creator und Pages. In: Naturwissenschaften im Unterricht Chemie (202/203), S. 8-13.

Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – Gestaltung von Aufgaben

Positive Lernatmosphäre


klare Formulierungen

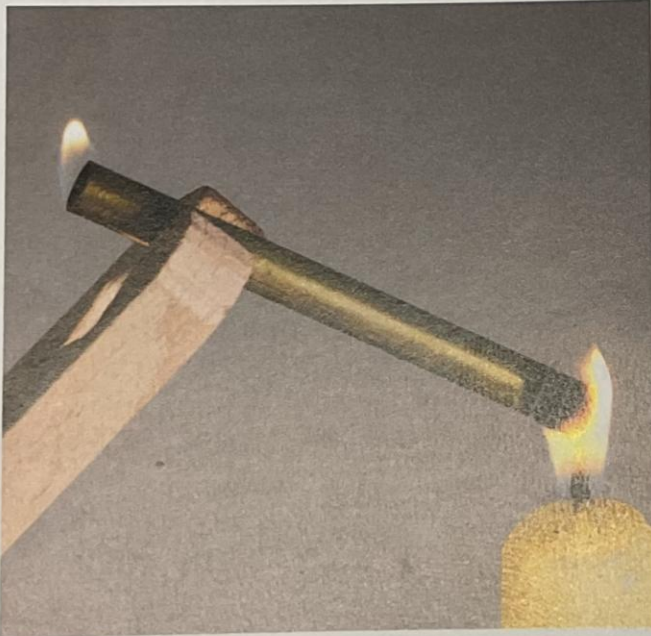
Erfolgserlebnisse ermöglichen

Strukturierung des Lernprozesses

Offenheitsgrade bewusst einsetzen


Dokumentation sicherstellen

B Die Tochterflamme 



Material: Kerze, Anzünder, ca. 5 cm langes Glasrohr oder Metallrohr, Reagenzglashalter

Schritt 1: Entzünde die Kerzenflamme.
Schritt 2: Halte das Rohr, wie in Bild 2, nah an den entflammten Docht.
Schritt 3: Halte ein brennendes Streichholz an das andere Ende des Rohres.

 Notiere deine Beobachtungen.
 Nenne den brennenden Stoff. Gib dessen Aggregatzustand an.
 Erläutere die Funktionsweise eines Teelichts.

2 Aufbau zu Versuch B

Quelle: Carl, H.M., Claaßen, H., Dietrich, H., Fischl, M., Heinlein, T., Keil, T., Roß, A. (2022): Erlebnis Chemie - Ausgabe 2022 für Nordrhein-Westfalen und Hessen. Schulbuch 1. Braunschweig. Westermann Bildungsmedien Verlag GmbH. 978-3-14-117124-2. S. 96.

NeDiChe: Merkmale diversitätssensibler Selbstlernbücher anhand eines Umsetzungsbeispiels

Christian Owerdieck | 10. November 2025

Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – Videos

Überforderung möglich!

- Videos können aufgrund
 - vieler Informationen,
 - parallel verlaufende Prozesse und
 - vieler Eindrückezu Überforderung bei Lernenden führen

Struktur nötig

- Videos sollten strukturiert und für Lernende nachvollziehbar aufgebaut sein

Übung hilft

- Umgang mit Videos muss geübt werden



Rechte anderer beachten!

Quellen: Hruska, Anna; Rabbow, Christoph; Sieve, Bernhard F.; Waitz, Thomas (2024): Mit Medien Lernprozesse gestalten. In: Fachdidaktik Chemie in Theorie und Praxis. S.225-281.; Scheiter, Katharina; Nieaus, Manuel; Moeller, Korbinian (2022): Psychologische Perspektiven auf die Gestaltung digitaler Medien für das Lehren und Lernen von Mathematik. In: Digitales Lehren und Lernen von Mathematik in der Schule. S. 37-58.

Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – Videos

am Umsetzungsbeispiel....

- Einsatz von Videos klassischer Schulversuche des Arbeitskreises Didaktik der Chemie der Bergischen Universität Wuppertal
 - Erfüllen die geforderten Merkmale
- dienen als Ergänzung oder Ersatz für „Live-Versuche“
- bessere Darstellung der Beobachtungen durch Zeitlupen
- ermöglicht Boyle-Versuch zur eigenständigen Erarbeitung durch die Lernenden

BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTALDIDAKTIK
DER
CHEMIECOMeMINT
fortbilden durch
Verknüpfung durch fortbilden

Das „Verschwinden“ des Brennstoffes – Der Boyle-Versuch

M24: Der Boyle-Versuch -
Versuchsvideo



Quelle: Reisewitz-Swertz, Ingrid; Meuter, Nico; Bohrmann-Linde, Claudia (2022): Der Boyle-Versuch. abrufbar unter <https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/de/digital-medien/videos-zu-klassischen-schulversuchen/schulorientiertes-experimentieren-i-anorganische-chemie/der-boyle-versuch/>.

Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – Experimente

Barrieren erkennen und beseitigen

- klare Handlungsanweisungen und differenzierte Aufgabenstellungen formulieren

Reflexion der Einsatzfähigkeit

- für die Durchführung notwendigen kognitiven und motorischen Handlungsschritte auf mögliche Barrieren reflektieren und Hilfestellungen entwickeln

Offenheitsgrade


- verschiedene Offenheitsgrade von Experimenten können zur Differenzierung genutzt werden

Quellen: Menthe, Jürgen; Precht, Markus (2024): Diversität und Inklusion im Chemieunterricht. In: Fachdidaktik Chemie in Theorie und Praxis, S. 431-464.; Pantiri, Giulia; Burkhardt, Lea Mareike; Wilhelm, Thomas; Wenzel, Volker; Lühken, Arnim; Katzenbach, Dieter (2024): Forscherboxen und Unterrichtsmaterial zum Thema „Farben“ im inklusiven NaWi-Unterricht. In: PhyDid B - Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung, 2024 (1), 1. S.159-166.; Weirauch, Katja; Schenk, Claudia (2022): Chemie all-inclusive – Ein Methodenkompendium für die Planung inklusiv angelegter naturwissenschaftlicher Experimentier-Stationen. In: Digitale NAWigation von Inklusion. S.91-111.


Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – Experimente

am Umsetzungsbeispiel....


- Recht offen gestaltete Experimente mit Hilfen und Anregungen zur Versuchsplanung und -auswertung
- Zu jedem Experiment gibt es eine klare Aufgabenstellung oder festformulierte Versuchsdurchführung
- Alle Lernendenexperimente sind einfach durchzuführen und gelingsicher
- Hilfestellungen durch andere Lernende und Lehrkräfte durch Experimentieren in Kleingruppen möglich
- Folien zu Versuchen folgen alle der gleichen Struktur (s. rechts)






BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL



DIDAKTIK
DER
CHEMIE



COMeMINT
fortbilden durch  durch fortbilden




Das „Verschwinden“ des Brennstoffes – Das brennende Eisen auf der Waage

SV 4: Die brennende Eisenwolle auf der Waage

Infotext
Antoine Lavoisier beobachtete, dass Metalle wie etwa Eisen brennen können. Doch er bemerkte schnell, dass sie sich beim Verbrennen anders als andere Brennstoffe wie beispielsweise Kerzen. Darauf hin wog er die Brennstoffe bevor er sie entzündete. Die Produkte der Verbrennungsreaktionen wog er abermals. Doch da ist ihm etwas sehr merkwürdiges aufgefallen...

Eure Experimentieraufgabe
Gestaltet ein Experiment, wie es Lavoisier durchgeführt haben könnte, in dem ihr die Verbrennung von Eisenwolle untersucht. **Beachtet** dabei, dass ihr euch die Eisenwolle vor und nach der Verbrennung genau anschaut und Unterschiede notiert. Ihr solltet auch die Gewichtsänderung der Eisenwolle während des Versuchs ermitteln.
Formuliert dazu die Versuchsdurchführung und **notiert** euch vorher das benötigte Material. **Beachtet** auch notwendige Sicherheitsvorkehrungen.
Besprecht euer geplantes Vorgehen kurz mit eurer Lehrkraft, bevor ihr das Experiment durchführt!

 **Hilfen zur Versuchsplanung**

Material

- _____

- _____

- _____

- _____

- _____

- _____

Durchführung

Beobachtungen
Aussehen der Eisenwolle ...

... vorher: _____

... nachher: _____

Gewicht der Abdampfschale mit Eisenwolle ...

... vorher: _____ g

... nachher: _____ g

Gewichtsdifferenz: _____ g

 Quelle: In Anlehnung an: Eisner, Werner; Gietz, Paul; Justus, Axel; Schierle, Werner; Schmidt, Bärbel; Zippe, Thorsten (2009): Elemente chemie 1. Klett Verlag.  

Merkmale diversitätssensibler Lernmaterialien – Experimente

Barrieren erkennen und beseitigen

Reflexion der Einsatzfähigkeit

Offenheitsgrade

B Synthese von Eisensulfid



Eisenpulver eignet sich gut für die Reaktion mit Schwefel.



2 Eisen- und Schwefelpulver reagieren

1 Lass abkühlen!

Kratze etwas von dem Produkt aus dem Reagenzglas und gib es in eine Porzellanschale. Nenne die Eigenschaften des Stoffs.

Material: Brenner, Spatel, Reagenzglas, Mörser, Porzellanschale, Reagenzglasklammer, Anzünder, 1,0 g Eisenpulver, 0,5 g Schwefelpulver

Durchführung:

Schritt 1: Plane einen Versuch zur Durchführung einer Eisensulfidsynthese. Orientiere dich dabei am vorherigen Versuch.

Schritt 2: Besprich die Planung mit deiner Lehrkraft.

Schritt 3: Führe erst dann den Versuch durch.

2 Stelle die Wortgleichung für die Reaktion in diesem Versuch auf.

3 Begründe, weshalb die beiden Stoffe gut vermischt werden müssen.



Quelle: Carl, H.M., Claaßen, H., Dietrich, H., Fischl, M., Heinlein, T., Keil, T., Roß, A. (2022): Erlebnis Chemie - Ausgabe 2022 für Nordrhein-Westfalen und Hessen. Schulbuch 1. Braunschweig. Westermann Bildungsmedien Verlag GmbH. 978-3-14-117124-2. S. 124.

Das Umsetzungsbeispiel – Übersicht

- Inhaltsfeld 3 (Verbrennungen)

Einsatzszenario

- Fachraum
- vorbereitete Experimentierkisten oder -stationen
- zu Beginn der Unterrichtsreihe zu Verbrennungen
- *zunächst*: Erklärung des Vorgehens
 - individuelle Lernwege der Lernenden
 - Bearbeitung von 5-7 Lernbausteinen
 - Bedienung des Selbstlernbuchs
(s. Hinweise für Lehrkräfte)
- *danach*: Eigenständige kooperative Arbeit
 - Lehrkraft als Lernbegleiter auf „Augenhöhe“
 - Betreuung der Lernenden bei Sicherheitsfragen; fachliche Fragen mit Lernenden diskutieren

BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTALDIDAKTIK
DER
CHEMIECOMeMINT
fortbilden durch ... durch fortbilden

Ein digitales und diversitätssensibles Selbstlernbuch zu

Verbrennungen

für die Sekundarstufe

Über diese Schaltfläche zur vorherigen Seite zurück

Dr. Rebecca Grandrath (NeDiChe am 08.09.2025):

„Wir träumen groß!“

- 148 Folien
(+ 4 Folien zur Erläuterung für Lehrkräfte)
- 8 Lernendenexperimente
- 3 Videoexperimente
- 76 Aufgaben
- 60 Lernmaterialien

Das Umsetzungsbeispiel – Curriculare Einordnung (KLP Chemie Gym., 2019)

Grundlagen einer Verbrennung

Lernbaustein	benötigtes Vorwissen <i>(kursiv gesetztes ist optional, wird im Lernbaustein wiederholt)</i>	Lerninhalte	Kompetenzen (Bezeichnungen aus KLP, 2019)
Mehlstaubexplosionen und Fettbrände: Warum brennt Mehl nicht, explodiert aber als Staub?!	Konzept chemischer Reaktionen, Aktivierungsenergie, Gruppenpuzzle als Erarbeitungsform	Verbrennungen als chemische Reaktion eines Brennstoffes mit Sauerstoff, für die Aktivierungsenergie benötigt wird, Zündtemperatur, Flammpunkt, Zerteilungsgrad, Mehlstaubexplosionen, Fettexplosion, Fettbrände (niemals mit Wasser löschen), verschiedene Methoden Fettbrände zu löschen	UF1, UF4, E2, B3, B4, K3, K4
Hilfe, es brennt!: Wie kann das Feuer gelöscht werden?!	Möglichkeit Brände mit Wasser zu löschen, Konzept chemischer Reaktionen, Aktivierungsenergie, Regeln zum sicheren Experimentieren	Anwendung des Verbrennungsdreiecks, Feuer erlischt wenn eine der drei Voraussetzungen fehlt, verschiedene Löschmethoden	UF1, UF4, E2, E3, E4, B3, B4, K1, K4
Was braucht die Kerze zum Brennen?	Kerze aus Lebensrealität kennen, Konzept chemischer Reaktionen, Aktivierungsenergie, Regeln zum sicheren Experimentieren	Aufbau einer Kerzenflamme, Brennstoff einer Kerze, Zusammensetzung der Luft, Zündtemperatur, Flammpunkt, Verbrennungsdreieck	UF1, UF4, E2, E4, K1
Lagerfeuer: Aber wie?!	Lagerfeuer aus Lebensrealität kennen, Konzept chemischer Reaktionen, Aktivierungsenergie	Verbrennungen als chemische Reaktionen, Verbrennungsdreieck	UF1, E2, E3, K1

Quelle: Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2019): Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen. abgerufen von https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/198/g9_ch_klp_%203415_2019_06_23.pdf. abgerufen am 08.09.2025.

Das Umsetzungsbeispiel – Curriculare Einordnung (KLP Chemie Gym., 2019)

Das „Verschwinden“ des Brennstoffes

Lernbaustein	benötigtes Vorwissen <i>(kursiv gesetztes ist optional, wird im Lernbaustein wiederholt)</i>	Lerninhalte	Kompetenzen (Bezeichnungen aus KLP, 2019)
Antoine Lavoisier: Das brennende Eisen auf der Waage	Konzept chemischer Reaktionen, Verbrennungen als chemische Reaktionen, Zerteilungsgrad, <i>Vorstellung: Verbrennungsreaktionen wird der Brennstoff vernichtet</i> , Regeln zum sicheren Experimentieren	Eisen als Brennstoff, Daltons Atommodell, Massenerhaltungsgesetz	UF3, UF4, E2, E3, E5, E6, K1, K3
Verbrennungen im Straßenverkehr: Wohin verschwindet der Diesel?	Konzept chemischer Reaktionen, Verbrennungen als chemische Reaktionen, Teilchenmodell	vereinfachte Darstellung von Diesel, Daltons Atommodell, insb. Gesetz der konstanten Verhältnisse, Massenerhaltungsgesetz, Einfluss von Sauerstoffüberschuss oder -mangel	UF3, UF4, E3, E6, K3
Der Boyle-Versuch: Wohin verschwindet die Kohle?!	Konzept chemischer Reaktionen, Aktivierungsenergie, Verbrennungen als chemische Reaktionen, Flammpunkt	Boyle-Versuch, Daltons Atommodell, Massenerhaltungsgesetz	UF3, UF4, E2, E2, E5, E6, K3
John Dalton und die Erkenntnisse Lavoisiers	Konzept chemischer Reaktionen, Aktivierungsenergie, <i>Verbrennungen als chemische Reaktionen</i> , <i>Zündtemperatur</i> , <i>Flammpunkt</i> , Regeln zum sicheren Experimentieren	Daltons Atommodell, Massenerhaltungsgesetz	UF1, UF3, E3, E5, E6, K2

Quelle: Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2019): Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen. abgerufen von https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/198/g9_ch_klp_%203415_2019_06_23.pdf. abgerufen am 08.09.2025.

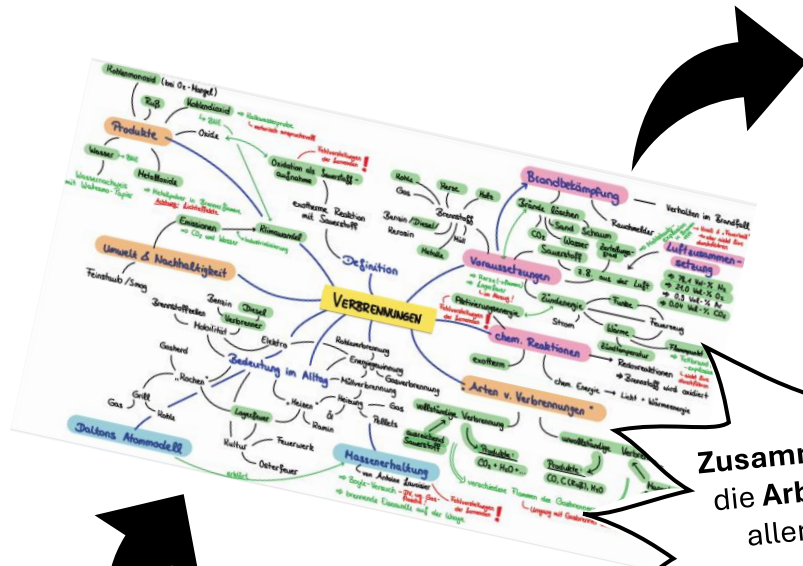
Das Umsetzungsbeispiel – Curriculare Einordnung (KLP Chemie Gym., 2019)

Produkte von Verbrennungen





Lernbaustein	benötigtes Vorwissen <i>(kursiv gesetztes ist optional, wird im Lernbaustein wiederholt)</i>	Lerninhalte	Kompetenzen (Bezeichnungen aus KLP, 2019)
Wasser: Ein Produkt von Verbrennungen?!	Konzept chemischer Reaktionen, Verbrennungen als chemische Reaktionen mit Sauerstoff, Daltons Atommodell	Nachweis mit Watesmo-Papier (Wassernachweis), Wasser als Oxid, Oxide als Verbindungen mit enthaltenen Sauerstoffatomen, Auswirkungen von Wasserdampf auf den Klimawandel	UF1, UF2, UF3, E1, E4, K2, K3, B1, B3, B4
Die verschiedenen Flammen des Gasbrenners	Konzept chemischer Reaktionen, Aktivierungsenergie, Verbrennungen als chemische Reaktionen mit Sauerstoff, Daltons Atommodell bzw. Gesetz der konstanten Verhältnisse	Umgang mit dem Bunsenbrenner, unterschiedliche Reaktionsprodukte (Ruß, Kohlenstoffdioxid) bei verschiedener Luftzufuhr, verschiedene Temperaturen in leuchtender und rauschender Brennerflamme	UF1, UF2, B1
Metalloxide: Wenn Metalle anfangen zu brennen...	Konzept chemischer Reaktionen, Aktivierungsenergie, Verbrennungen als chemische Reaktionen, Zerteilungsgrad, <i>Metalle als Brennstoff</i>	Verbrennungen als Oxidationen (Sauerstoffaufnahme während der Reaktion), Oxide als Reaktionsprodukte von Verbrennungen	UF2, UF3
Kohlenstoffdioxid: farb- und geruchslos, aber keinesfalls wirkungslos	Konzept chemischer Reaktionen, Verbrennungen als chemische Reaktionen, <i>Kohlenstoffdioxid als Reaktionsprodukt von Verbrennungen</i> , Regeln zum sicheren Experimentieren	Kalkwasserprobe (Nachweis von Kohlenstoffdioxid), Entwicklung des Kohlenstoffdioxidgehaltes in der Atmosphäre	UF2, UF4, E1, E4, K1, B1, B3

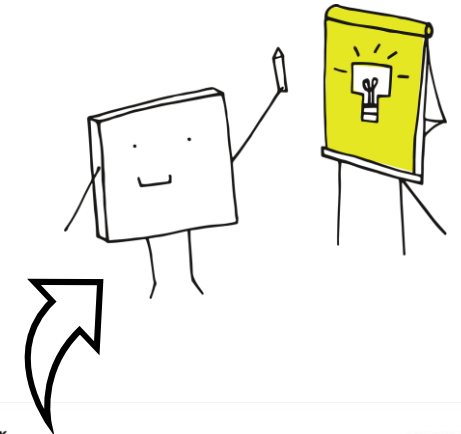
Quelle: Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2019): Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen. abgerufen von https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/198/g9_ch_klp_%203415_2019_06_23.pdf. abgerufen am 08.09.2025.

Take-Home Messages



Zusammenarbeit kann die **Arbeitsbelastung** aller **reduzieren**!

Analysieren/ Kreieren	<p>Mehlstaubexplosionen und Fettbrände: Warum brennt Mehl nicht, explodiert aber als Staub?!</p> <p> +  ⌚ 50 min.</p>	<p>Antoine Lavoisier: Das brennende Eisen auf der Waage</p> <p>  ⌚ 40 min.</p>	<p>Wasser: Ein Produkt von Verbrennungen?!</p> <p>  ⌚ 30 min.</p>
	<p>Hilfe, es brennt! Wie kann das Feuer gelöscht werden?!</p> <p>  ⌚ 50 min.</p>	<p>Verbrennungen im Straßenverkehr: Wohin verschwindet der Diesel?</p> <p>  ⌚ 40 min.</p>	<p>Die verschiedenen Flammen des Gasbrenners</p> <p>  ⌚ 30 min.</p>
Anwenden	<p>Was braucht die Kerze zum Brennen?</p> <p>   ⌚ 50 min.</p>	<p>Der Boyle-Versuch: Wohin verschwindet die Kohle?!</p> <p>   ⌚ 40 min.</p>	<p>Metalloxide: Wenn Metalle anfangen zu brennen...</p> <p>  ⌚ 30 min.</p>
Verstehen	<p>Lagerfeuer: Aber wie?!</p> <p>  ⌚ 50 min.</p>	<p>John Dalton und die Erkenntnisse Lavoisiers</p> <p>  ⌚ 40 min.</p>	<p>Kohlenstoffdioxid: farb- und geruchlos, aber keinesfalls wirkunglos</p> <p>   ⌚ 30 min.</p>
Wissen	<p>Themen</p> <p>Grundlagen einer Verbrennung</p>	<p>Das „Verschwinden“ des Brennstoffes</p>	<p>Produkte von Verbrennungen</p>



Experimente

Videos

Gestaltung von Aufgaben

Wahlmöglichkeiten

kognitive Überforderung

Verständnis von Informationen

Lernmotivation & -engagement

konzeptionelle Entscheidungen



Ein digitales und diversitätssensibles Selbstlernbuch zu

Verbrennungen

für die Sekundarstufe I



Über diese Schaltfläche gelangst du zur Themenübersicht dieses Selbstlernbuches.

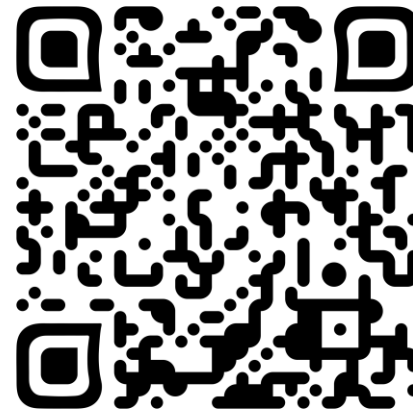
Über diese Schaltfläche gelangst du zur vorherigen Seite zurück.

Über diese Schaltfläche gelangst du zur nächsten Seite. >

Abschließend bleibt mir zu sagen...

VIELEN DANK
für Ihre
AUFMERKSAMKEIT!

Das Umsetzungsbeispiel finden Sie hier:



←
SCAN OR KLICK ME

Nächster NeDiChe-Vortrag:

08. Dezember 2025, 16 Uhr

[mehr zu NeDiChe: hier!](#)

Christian Owerdieck

Kontakt: christian.owerdieck@uni-wuppertal.de

oder über Prof. Dr. Claudia Bohrmann-Linde

Literatur

- Achtermann, Karen; Nehring, Andreas; Sieve, Bernhard F. (2024): Chemie lernen und verstehen mit Aufgaben. In: Fachdidaktik Chemie in Theorie und Praxis. S.199-223.; Hruska, Anna; Rabbow, Christoph; Sieve, Bernhard F.; Waitz, Thomas (2024): Mit Medien Lernprozesse gestalten. In: Fachdidaktik Chemie in Theorie und Praxis. S.225-281 .
- Arnold, K., Peters, J., Fischedick, A. (2021): Fokus Chemie-Neubearbeitung-Gymnasium Nordrhein-Westfalen-Gesamtband SI. Berlin. Cornelsen Verlag GmbH. ISBN: 978-3-06-012636-1 .
- Bühler, Peter; Schlaich, Patrick; Sinner, Dominik (2017): Visuelle Kommunikation. Wahrnehmung - Perspektive – Gestaltung. Berlin. Springer.;
- Carl, H.M., Claaßen, H., Dietrich, H., Fischl, M., Heinlein, T., Keil, T., Roß, A. (2022): Erlebnis Chemie - Ausgabe 2022 für Nordrhein-Westfalen und Hessen. Schulbuch 1. Braunschweig. Westermann Bildungsmedien Verlag GmbH. 978-3-14-117124-2.
- Eikenbusch, Gerhard; Brand, Tilman (2024): Digitales Lesen – eine neue Herausforderung für die Schule?. In: Pädagogik. S.34-37.
- Hruska, Anna; Rabbow, Christoph; Sieve, Bernhard F.; Waitz, Thomas (2024): Mit Medien Lernprozesse gestalten. In: Fachdidaktik Chemie in Theorie und Praxis. S.225-281 .
- Kerres, Michael (2024): Mediendidaktik. Lernen in der digitalen Welt. Berlin/Boston. DOI: 10.1515/9783111201078 .
- Kiel, Ewald; Weiß, Sabine (2024): Zusammenschau. Inklusive Didaktik für die Regelschule - eine Zusammenschau. In: Inklusive Didaktik für die Regelschule. S.149-156.
- Kraft, L. (Hrsg.), Ratermann, M. (Hrsg.), Stoppel, F. (Hrsg.) (2015): NEO Chemie. Gesamtband: Schulbuch. Sekundarstufe I. Niedersachsen. Braunschweig. Schroedel.
- Melle, Insa; Wember, Franz B.; Michna, Dagmar (2016): Gestaltung von Unterrichtsmaterialien auf Basis des Universal Design for Learning am Beispiel des Chemieanfangsunterrichts in der Sekundarstufe I. In: Sonderpädagogische Förderung heute 2016 (61), 3, S.286-302 .
- Menthe, Jürgen; Precht, Markus (2024): Diversität und Inklusion im Chemieunterricht. In: Fachdidaktik Chemie in Theorie und Praxis, S. 431-464 .
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2019): Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen. abgerufen von https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/198/g9_ch_klp_%203415_2019_06_23.pdf. abgerufen am 08.09.2025.
- Pantiri, Giulia; Burkhardt, Lea Mareike; Wilhelm, Thomas; Wenzel, Volker; Lühken, Arnim; Katzenbach, Dieter (2024): Forscherboxen und Unterrichtsmaterial zum Thema „Farben“ im inklusiven NaWi-Unterricht. In: PhyDid B - Didaktik Der Physik - Beiträge Zur DPG-Frühjahrstagung, 2024 (1), 1. S.159-166.
- Rat für kulturelle Bildung (2019): Jugend/YouTube/Kulturelle Bildung. Horizont 2019. Studie: eine repräsentative Umfrage unter 12- bis 19-Jährigen zur Nutzung kultureller Bildungsangebote an digitalen Kulturrorten. Essen: Rat für Kulturelle Bildung. Online verfügbar unter https://www.bosch-stiftung.de/sites/default/files/publications/pdf/2019-06/Studie_Jugend%20Youtube%20Kulturelle%20Bildung%202019.pdf, abgerufen am 30.03.2025.
- sandra_schoen (o.J.): Mindmap Overview Free Pictures Free Photo. Needpix.com. Abgerufen von: <https://www.needpix.com/photo/658929/mindmap-overview-free-pictures-free-photos-free-images-royalty-free>. abgerufen am: 29.09.2025.
- Sasse, Ada, Schulzeck, Ursula (2021): Die Differenzierungsmatrix als Rahmen für Planung und Reflexion inklusiven Unterrichts. In: Inklusiver Unterricht planen, gestalten und reflektieren, S. 11-34.
- Scheiter, Katharina; Nieaus, Manuel; Moeller, Korbinian (2022): Psychologische Perspektiven auf die Gestaltung digitaler Medien für das Lehren und Lernen von Mathematik. In: Digitales Lehren und Lernen von Mathematik in der Schule. S. 37-58.
- Statistisches Bundesamt (2025): Schüler, Schulanfänger, Absolventen und Abgänger: Deutschland, Schuljahr, Geschlecht. GENESIS. Code: 21111-0001. abgerufen von <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/table/21111-0001/>. Abgerufen am 30.06.2025.
- Statistisches Bundesamt (2025): Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischer Förderung. GENESIS. Code: 21111-0007. abgerufen von <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/table/21111-0007/>. Abgerufen am 30.06.2025.;
- Vanier, Dietlinde H. (2021): Kooperation als Basis inklusiven Unterrichts - Von der Absichtserklärung zur professionellen Lerngemeinschaft. In: Inklusiver Unterricht planen, gestalten und reflektieren, S. 78-90.
- Weirauch, Katja; Schenk, Claudia (2022): Chemie all-inclusive – Ein Methodenkompendium für die Planung inklusiv angelegter naturwissenschaftlicher Experimentier-Stationen. In: Digitale NAWI-gation von Inklusion. S. 91-111.
- Zeller, Diana; Bohrmann-Linde, Claudia; Wlotzka, Petra (2024): Selbstgesteuert und selbstorganisiert lernen. Digitale Lernumgebungen für den Chemieunterricht gestalten und einsetzen. In: Naturwissenschaften im Unterricht Chemie (202/203), S. 2–7.
- Zeller, Diana; Grandrath, Rebecca (2024): Eigene interaktive Selbstlernbücher gestalten. Ein Überblick für die Produktion mit Book Creator und Pages. In: Naturwissenschaften im Unterricht Chemie (202/203), S. 8-13.