



# ORIENTIERUNGSRAHMEN GLOBALE ENTWICKLUNG

Bildung für nachhaltige Entwicklung  
in der gymnasialen Oberstufe

**FACHAUSGABE CHEMIE**

westermann



Bundesministerium für  
wirtschaftliche Zusammenarbeit  
und Entwicklung

Eine Kooperation von



**KULTUSMINISTER  
KONFERENZ**



## **ORIENTIERUNGSRAHMEN GLOBALE ENTWICKLUNG**

### **Der „Orientierungsrahmen Globale Entwicklung – Bildung für nachhaltige Entwicklung in der gymnasialen Oberstufe“**

Der neue Orientierungsrahmen Globale Entwicklung vereint Perspektiven aus Schule, Bildungsverwaltung, Wissenschaft und Zivilgesellschaft für die Verankerung von Bildung für nachhaltige Entwicklung im Bildungssystem. Bei der Berücksichtigung im Unterricht und in der Schule, in der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften oder für die Entwicklung von Bildungsplänen und deren Umsetzung wird die besondere Bedeutung zukunftsorientierter Bildung mit globaler Perspektive deutlich.

Der Orientierungsrahmen (OR) für die gymnasiale Oberstufe (Sek. II) wurde am 16. Oktober 2025 von der Bildungsministerkonferenz der KMK verabschiedet. Er ist eine Kooperation der Kultusministerkonferenz (KMK) und des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) und wird durchgeführt und koordiniert von Engagement Global.

### **Weitere Informationen und Angebote zum OR von Engagement Global**

Zum Orientierungsrahmen Globale Entwicklung finden sich auf den Seiten von Engagement Global eine Vielzahl weiterer Informationen, wie

- Download der Langfassung und der Kurzfassung des neuen OR für die gymnasiale Oberstufe,
- OR-Fachausgaben für die verschiedenen abiturrelevanten Fächer,
- weitere Unterrichtsmaterialien und -beispiele für die Sekundarstufe I und II,
- Hinweise zu Fortbildungen zum OR (Sekundarstufe I und II),
- Handreichungen zu Lehr- und Lernmaterialien, Hinweise auf Konferenzen, Fachtagungen und andere Vernetzungsmöglichkeiten
- weitere Materialien zum OR für die Sekundarstufe I (von 2016).

Das Angebot von Engagement Global wird stetig erweitert.

Weitere Informationen finden Sie hier:



oder [www.engagement-global.de/de/orientierungsrahmen](http://www.engagement-global.de/de/orientierungsrahmen)

# OR-Fachausgabe Chemie

## KMK/BMZ-Orientierungsrahmen Globale Entwicklung für die gymnasiale Oberstufe

### Inhaltsverzeichnis

#### Kurzfassung KMK/BMZ-Orientierungsrahmen Globale Entwicklung für die gymnasiale Oberstufe

1	Einführung	3
2	Orientierung am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung	5
3	Einführung in das Verständnis einer Bildung für nachhaltige Entwicklung	8
4	Gesellschaftliche Relevanz von BNE: Lebenswelten junger Menschen	9
5	Didaktische Ansätze und der Kompetenzansatz des Orientierungsrahmens	13
6	Rahmenbedingungen: Umsetzung von BNE in Lehrkräftebildung und Schulentwicklung	22
7	Fazit	25
8	Literatur	25

#### Fachkapitel Chemie

1	Verankerung von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) in Chemie	28
2	Kompetenzorientierung	31
3	Didaktisches Konzept	34
4	Beispielthemen	38
5	Unterrichtsbeispiel: Gutes Plastik – schlechtes Plastik	43
6	Literatur	49

In den Texten finden sich an einzelnen Stellen Querverweise auf die Kapitel der Langfassung (z. B. Kap. X des OR), bzw. auf andere Kapitel innerhalb derselben Fachausgabe (z. B. Kap. X OR-FA). Aus Platzgründen wurde hier auf die Einfügung eines Abkürzungs-, Tabellen- und Abbildungsverzeichnis verzichtet. Diese finden sich in der OR-Langfassung, ebenso wie ein Autorinnen- und Autorenverzeichnis und ein Glossar.

## Vorbemerkungen zu den OR-Fachausgaben

### Vorbemerkungen

Die OR-Fachausgaben bestehen aus den jeweiligen fächerbezogenen Kapiteln des „Orientierungsrahmens globale Entwicklung – Bildung für nachhaltige Entwicklung in der gymnasialen Oberstufe“ (2025) und einer Kurzfassung des Orientierungsrahmens, in der die zentralen Gedanken der übergeordneten Kapitel des Orientierungsrahmens kompakt dargestellt werden.

Die 17 Fachbeiträge des neuen Orientierungsrahmens treffen Aussagen zur Verankerung von BNE im jeweiligen Fach und der jeweiligen Fächergruppe, zu Kompetenzen sowie zu didaktischen Konzepten. In Unterrichtsskizzen und ausführlicheren Unterrichtsbeispielen wird zudem jeweils exemplarisch vorgestellt, wie BNE im Unterricht praktisch integriert werden kann.

Insgesamt gibt es OR-Fachausgaben zu folgenden Fächern:

### Gesellschaftliches Aufgabenfeld

- Sozialwissenschaften/Politische Bildung
- Geographie
- Wirtschaft
- Geschichte
- Religion
- Philosophie und Ethik

### Sprachlich-literarisches Aufgabenfeld

- Deutsch
- Neue Sprachen
- Alte Sprachen

### Künstlerisches Aufgabenfeld und Sport

- Musik und Theater
- Bildende Kunst
- Sport

### Mathematisch-naturwissenschaftlich-technisches Aufgabenfeld

- Mathematik
- Biologie
- Chemie
- Physik
- Informatik

Ein Überblick zu den Unterrichtsbeispielen der verschiedenen Fächer findet sich in Tabelle 4, S. 21.

# Kurzfassung

## KMK/BMZ-Orientierungsrahmen Globale Entwicklung für die gymnasiale Oberstufe

Claire Grauer<sup>1</sup>

### 1 Einführung

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) möchte Lernende und Lehrende zu einer vertieften Auseinandersetzung mit den aktuellen nachhaltigkeitsbezogenen Fragen, Kontroversen und Problemstellungen anregen und ihnen dadurch Handlungsoptionen eröffnen. Dem liegt die Auffassung zugrunde, dass die Herausforderungen und Krisen unserer Zeit historisch verwurzelt sowie lokal und global miteinander verwoben sind. BNE fördert Werte und Kompetenzen wie Perspektivenwechsel und Empathie, vernetztes Denken und Urteilsfähigkeit. Dadurch können Lernende Handlungsfähigkeit für eine nachhaltige Zukunftsgestaltung entwickeln und somit zu dem Ziel beitragen, ein Leben in Würde für alle Menschen heutiger und zukünftiger Generationen zu ermöglichen. BNE orientiert sich an den 17 globalen Nachhaltigkeitszielen (*Sustainable Development Goals* – SDGs), deren Unterziel 4.7 Bildung als wesentlichen Faktor zur Umsetzung der Ziele benennt. Entsprechend beinhaltet das UNESCO-Programm BNE 2030 nachhaltige Entwicklung als inhaltlichen Kernbestandteil aller Bildungsbereiche.

Eine Grundlage des Orientierungsrahmens Globale Entwicklung für die gymnasiale Oberstufe (im Folgenden OR für die gymnasiale Oberstufe) ist die Empfehlung der Kultusministerkonferenz (KMK) zur *Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Schule* (KMK 2024<sup>a</sup>). Diese versteht BNE explizit als integratives, emanzipatorisches und wertebasiertes Bildungsprinzip mit hoher Anschlussfähigkeit an übergeordnete Bildungsaufgaben, wie politische Bildung und Demokratiebildung, kulturelle und interkulturelle Bildung, ökonomische Bildung und Verbraucherbildung. Dies erfordert eine didaktische Ausrichtung, die „neben kognitiven Lernprozessen auch das sozial-emotionale Lernen“ fördert, „das angesichts von Zukunftsängsten von Kindern und Jugendlichen [...] für den Aufbau positiver Selbstkonzepte“ (KMK 2024<sup>a</sup>: 11) notwendig ist.

Der OR für die gymnasiale Oberstufe leistet einen Beitrag zur Umsetzung von BNE mit globaler Perspektive im Fachunterricht in fachübergreifenden und fächerverbindenden Bezügen in der gymnasialen Oberstufe, entsprechend den KMK-Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife und den Einheitlichen Prüfungsanforderungen für die Abiturprüfung der KMK (EPA). Mit Bezug auf Leistungsfeststellungen bis hin zum Abitur bietet er Anregungen zu einer innovativen Prüfungskultur, u. a. mit Fokus auf Autonomie und Eigenverantwortung der Lernenden. Darüber hinaus setzt er Impulse für die Schulentwicklung (*Whole School Approach* – WSA). Er baut auf den Strukturen des Orientierungsrahmens Globale Entwicklung für die Sekundarstufe I (KMK ET AL. 2016) auf und versteht sich als

---


<sup>1</sup> Unter Mitwirkung des Redaktionsteams des neuen Orientierungsrahmens Globale Entwicklung für die gymnasiale Oberstufe: Gerd Vetter, Till Winkelmann, Ralf Heinrich, Jan Hinze-Baden, Christina Berndt und Marcus Römer. Kommentiert wurde die Kurzfassung von Silke Bell, Sonja Hellig, Nicola Pape und Wiebke Schwinger.

Beitrag für schulische Bildung und Verwaltung auf allen Ebenen. Er bietet Grundlagen und Anregungen für den Kompetenzaufbau von Lehrenden und Lernenden, die sie dabei unterstützen, sich für eine lebenswerte Zukunft auf der Basis eines werteorientierten und demokratischen Grundverständnisses einzusetzen.

In dieser Kurzfassung werden die zentralen Gedanken der übergeordneten Kapitel des OR für die gymnasiale Oberstufe kompakt dargestellt (siehe Tabelle 1 für eine Übersicht zu den Kapiteln sowie ihren Autorinnen und Autoren).

| Tabelle 1: Übersicht zu den übergeordneten Kapiteln des Orientierungsrahmens Globale Entwicklung für die gymnasiale Oberstufe und ihre Autorinnen und Autoren

Kapitel	Titel der rahmenden Kapitel	Autorinnen und Autoren
1	Einführung in den Orientierungsrahmen – Konzeptionelle und theoretische Grundlagen	Prof. Dr. Annette Scheunpflug, Dr. Dorothea Taube
2	Wie kann motivierende und effektive BNE gelingen?	Dr. Antje Brock, Julius Grund, Jorrit Holst
3	Lebensweltperspektiven der Jugendlichen	Matthias Scholliers, Dr. Claire Grauer
4	Bildung für nachhaltige Entwicklung in einer digitalisierten Welt	Ralf Heinrich, Jan Hinze-Baden, Matthias Scholliers, Eike Völker, Dr. Till Winkelmann
5	Leitbilder, Kompetenzen und didaktische Konzepte	Jörg-Robert Schreiber
6	Umsetzung von BNE im Fachunterricht mit 17 fachbezogenen Beiträgen:  A Gesellschaftswissenschaftliches Aufgabenfeld (Fachkapitel Sozialwissenschaften / Politische Bildung, Geographie, Wirtschaft, Religion, Philosophie / Ethik)  B Sprachlich-literarisches Aufgabenfeld (Vorkapitel Sprachen, Fachkapitel Deutsch, Neue Sprachen, Alte Sprachen)  C Künstlerisches Aufgabenfeld und Sport (Fachkapitel Musik und Theater, Bildende Kunst, Sport)  D Mathematisch-informatisch-naturwissenschaftlich-technisches Aufgabenfeld (Fachkapitel Mathematik, Biologie, Chemie, Physik, Informatik)	Jörg-Robert Schreiber (Kap. 6.1)  anschließend folgen die Beiträge von den 17 Facharbeitskreisen
7	BNE mit globaler Perspektive in der Lehrkräftebildung	Prof. Dr. Claudia Bergmüller-Hauptmann, Alexander Brämer, Jens Kühne
8	BNE als Aufgabe für die ganze Schule – der Whole School Approach	Claudia Schanz

 In dieser Kurzfassung finden Sie am Rand Querverweise zu den Kapiteln der Langfassung des Orientierungsrahmens Globale Entwicklung, jeweils markiert mit einem Buchsymbol in der zugeordneten Farbe des Kapitels in der Langfassung.

Die in Tabelle 1 genannten Beiträge des OR für die gymnasiale Oberstufe führen in das Verständnis von BNE ein und stellen Verbindungen mit Demokratie- und Wertebildung her (Kapitel 1). Sie behandeln Rahmenbedingungen, die für eine BNE von zentraler Bedeutung sind. Hierzu zählen neben einer aktivierenden, partizipativen und kollaborativen Lern- und Prüfungskultur die Emotionen (Kapitel 2) und Lebenswelten von Jugendlichen (Kapitel 3) sowie eine Kultur der Digitalität (Kapitel 4). Nachdem Kapitel 5 in das Kompetenzmodell des Orientierungsrahmens eingeführt hat, gehen die 17 fachbezogenen Beiträge in Kapitel 6 ausführlich auf die Verankerung von BNE in den jeweiligen Fächern ein und stellen fachbezogene Teilkompetenzen, Unterrichtsthemen und -beispiele vor. Schließlich werden zentrale Ansätze der Umsetzung von BNE in der Lehrkräftebildung (Kapitel 7) sowie in der Schulentwicklung (Kapitel 8) dargestellt.

*Der Orientierungsrahmen wurde erstmalig als gemeinsames Projekt 2004 von der Kultusministerkonferenz (KMK) und dem Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) beschlossen. 2007 wurde der erste Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung verabschiedet. Die zweite und aktualisierte Auflage mit dem erweiterten Fokus auf die Fächer der Sekundarstufe I wurde 2016 veröffentlicht. Seiner Erweiterung auf die Sekundarstufe II in einer eigenen Ausgabe wurde in der KMK-Amtschefkonferenz 2019 zugestimmt. Diese wurde am 16.10.2025 von der 5. Bildungsministerkonferenz der KMK als „Orientierungsrahmen Globale Entwicklung – Bildung für nachhaltige Entwicklung in der gymnasialen Oberstufe“ verabschiedet.*

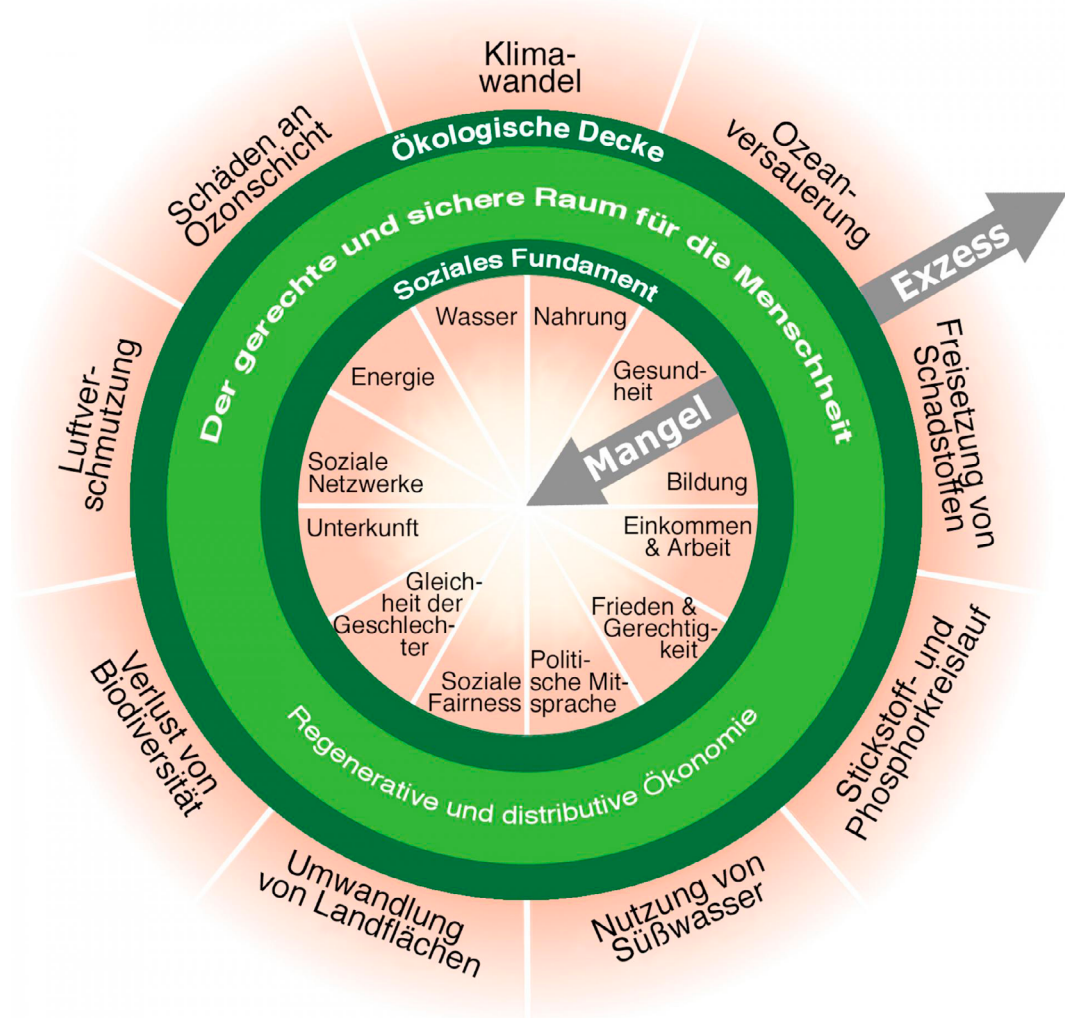
## 2 Orientierung am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung

Nachhaltigkeit ist ein interdisziplinäres Wissenschaftsfeld und ein grundlegendes Prinzip von Zukunftsorientierung. Nachhaltigkeitsbezogene Fragen sind daher von Relevanz für alle Schulfächer, Fachwissenschaften und ihre Fachdidaktiken (siehe Kap. 1 des OR: *Einführung in den Orientierungsrahmen – Konzeptionelle und theoretische Grundlagen*, Annette Scheunpflug und Dorothea Taube).

Die konzeptionellen Grundlagen des Orientierungsrahmens Globale Entwicklung basieren auf dem Leitbild der nachhaltigen Entwicklung. Nachhaltige Entwicklung umfasst danach Multidimensionalität und Multiperspektivität unter maßgeblicher Berücksichtigung nicht zu überschreitender planetarer Grenzen, zentraler menschlicher Bedürfnisse und der Generationengerechtigkeit weltweit. Dies wird zum Beispiel durch das Modell der Donut-Ökonomie von Kate RAWORTH (2018) deutlich, das die Grenzen wirtschaftlichen Handelns abbildet: die planetaren Grenzen (ökologische Decke; äußere Grenze) sowie das soziale Fundament des Wohlstands (innere Grenze). Da die Überschreitung der planetaren Grenzen das gesamte Leben auf der Erde auf Dauer bedroht, ist die ökologische Dimension in diesem Modell von zentraler Bedeutung.

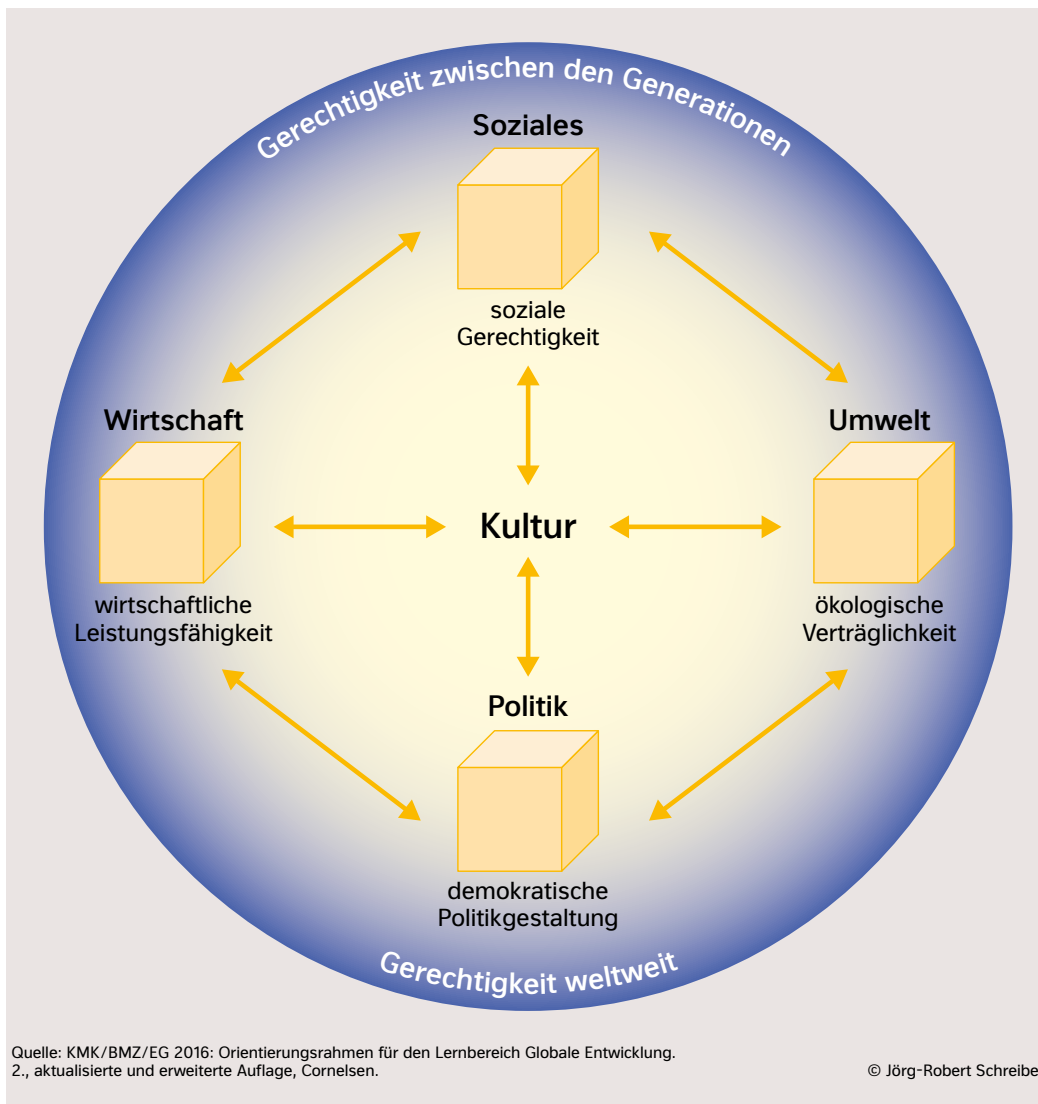
 **Kap. 1**  
Langfassung  
S. 24–57

| Abbildung 1: Modell der Donut-Ökonomie (RAWORTH 2018)



Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung adressiert globale Entwicklungszusammenhänge und -dimensionen. Ihr Zusammenspiel ist komplex und von vielen verschiedenen Interessen bestimmt. Zu treffende Entscheidungen sind daher häufig durch daraus resultierende Zielkonflikte determiniert. BNE hat daher zum Ziel, das Verständnis Lernender dafür zu fördern, dass es diese Zielkonflikte gibt und nachhaltigkeitsbezogenes Handeln entsprechend bedeutet, stets bewusst zwischen bestehenden Konflikten abzuwägen, um entstehende Nachteile möglichst gering zu halten. Der Orientierungsrahmen mit seinem Kompetenzansatz der drei Schritte **Erkennen**, **Bewerten** und **Handeln** möchte Lernende entsprechend darin unterstützen, diesen Herausforderungen lösungsorientiert zu begegnen.

| Abbildung 2: Leitbild der nachhaltigen Entwicklung (SCHREIBER 2016)

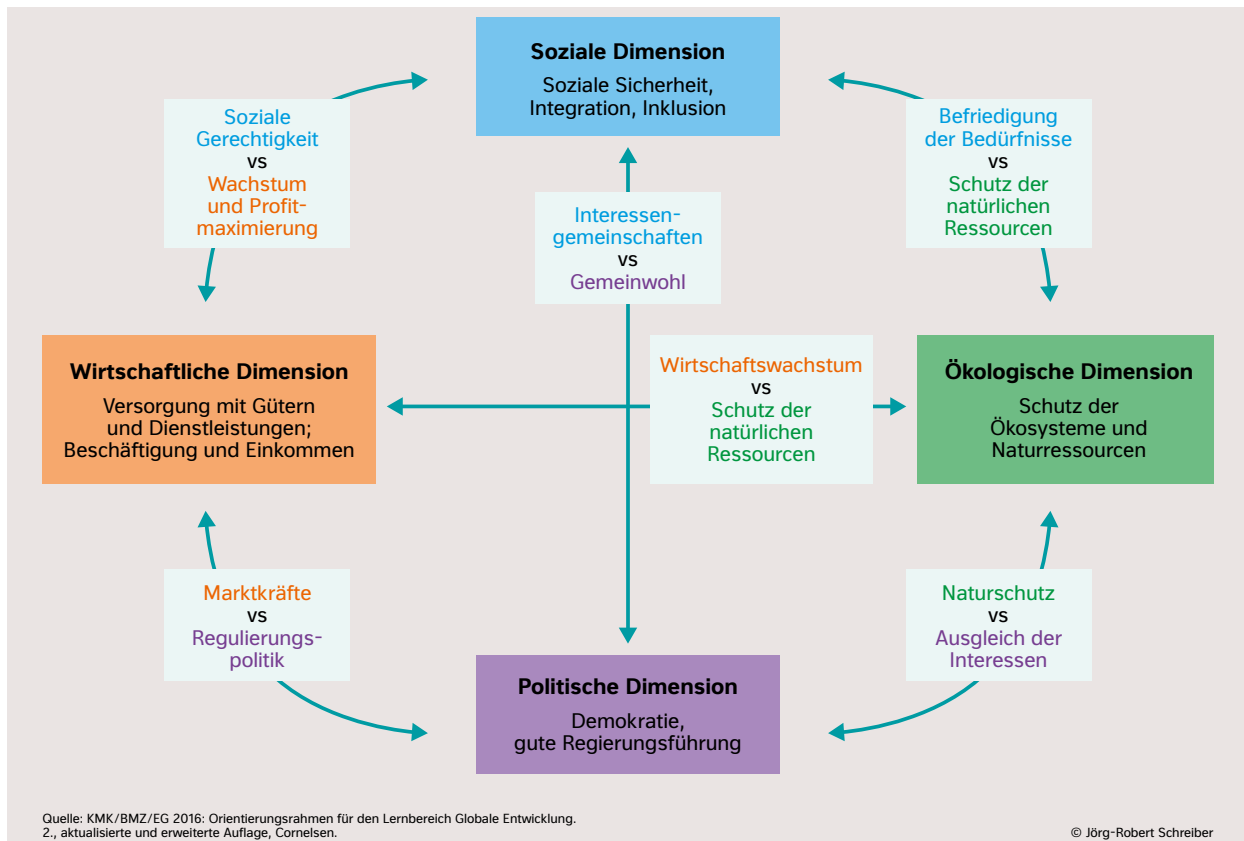


Im Nachhaltigkeitsverständnis des Orientierungsrahmens bewegen sich die jeweiligen Fragen in einem Spannungsfeld der vier Zieldimensionen

- soziale Gerechtigkeit,
- ökologische Verträglichkeit,
- demokratische Politikgestaltung,
- wirtschaftliche Leistungsfähigkeit.

Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung bietet Lernenden und Lehrenden Orientierung zum Verständnis und zur Analyse von Zielkonflikten zwischen den einzelnen Dimensionen. Da sich dieses Spannungsfeld nicht auflösen lässt, unterstützt BNE Lernende dabei, solche Zielkonflikte und Dilemmata zu erkennen und abzuwägen, was dies jeweils für individuelles und gesellschaftliches Handeln im Sinn der Nachhaltigkeit bedeutet. Das Ziel besteht darin, dass sich Lernende wie Lehrende entsprechende Handlungskompetenzen erarbeiten.

| Abbildung 3: Entwicklungsdimensionen und Zielkonflikte (SCHREIBER 2016)



### 3 Einführung in das Verständnis einer Bildung für nachhaltige Entwicklung

**Kap. 1**  
Langfassung  
S. 24 – 57

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) ist ein Bildungsprinzip, das sich aus einer Vielzahl historischer Entwicklungslinien und Bildungsansätzen speist (siehe für weitergehende Ausführungen Kap. 1 des OR für die gymnasiale Oberstufe). Sie versteht sich als gleichermaßen relevant für alle Bildungsbereiche (von der Kita bis zur Schule und Hochschule, in der außerschulischen Bildung und somit für das lebenslange Lernen). Die Umsetzung von BNE wird durch internationale und nationale Rahmenwerke gefördert, etwa das UNESCO-Programm *ESD for 2030* (UNESCO 2021), die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie (DEUTSCHE BUNDESREGIERUNG 2025) oder die BNE-Empfehlung der Kultusministerkonferenz (KMK 2024<sup>a</sup>).

Unter anderem in der UNESCO-Strategie „Bildung für nachhaltige Entwicklung: eine Roadmap“ (UNESCO 2021) werden fünf prioritäre Handlungsfelder konkretisiert:

1. politische Unterstützung,
2. ganzheitliche Transformation von Lern- und Lehrumgebungen (*Whole School Approach*),
3. Kompetenzentwicklung von Lehrenden,
4. Stärkung und Mobilisierung der Jugend und
5. Förderung nachhaltiger Entwicklung auf lokaler Ebene.

Dabei steht die Perspektive der Lernenden im Vordergrund:

*„Für die Schule bietet Bildung für nachhaltige Entwicklung Chancen einer Neuausrichtung schulischen Lernens. Eine an BNE ausgerichtete Unterrichts- und Schulentwicklung sollte insbesondere aus dem Blickwinkel der Schülerinnen und Schüler, anhand ihrer Bedürfnisse und Interessen entwickelt werden. Damit wird zukunftsfähiges und transformatives Denken und Handeln zu einem bedeutenden Aspekt schulischer Prozesse.“ (KMK 2024<sup>a</sup>: S. 2)*

Der Orientierungsrahmen möchte in diesem Sinn zur Gestaltung einer hochwertigen Unterrichts- und Schulentwicklung beitragen. Dazu passen insbesondere Ansätze transformativer Bildung bzw. transformativen Lernens, wobei Transformation in diesem Kontext bedeutet, dass BNE zu positiven gesellschaftlichen Veränderungen hin zu stärkerer sozialer Gerechtigkeit und planetarer Nachhaltigkeit beitragen möchte (weiterführend UMWELTBUNDESAMT 2021: insbesondere 15 ff.).

Durch das Berufen auf global geteilte Werte und in Bezug auf die 17 SDGs stellt BNE einen wichtigen Beitrag zur demokratiebezogenen Bildung dar. Insbesondere die Förderung von Reflexionskompetenz und der Fähigkeit, mit Unsicherheit umzugehen, ermöglicht Lernenden, sich an gesellschaftlichen Diskursen und Entscheidungsprozessen zu beteiligen. Ebenso entwickeln Lernende dadurch ein Verständnis von Vielfalt und Komplexität als Chancen gesellschaftlicher Entwicklung. Zum besseren Verständnis, was Lernende der gymnasialen Oberstufe aktuell bewegt, bietet das folgende Kapitel Einblicke in ausgewählte aktuelle Studien zu den Lebenswelten junger Menschen.


## 4 Gesellschaftliche Relevanz von BNE: Lebenswelten junger Menschen

Junge Menschen erleben ihre Gegenwart und Zukunft oft als unsicher angesichts der sich schnell ändernden Rahmenbedingungen, des Klimawandels und der Vielzahl globaler Krisen (siehe weitergehend Kap. 3 des OR: *Lebenswelten der Jugendlichen*, Matthias Scholliers und Claire Grauer). Zugleich berichten viele jedoch auch, positiv auf ihre persönliche Zukunft zu blicken. Der für BNE zentrale Umgang mit Ambivalenz ist also bereits Realität der Lernenden. Im Folgenden werden einige Hauptkenntnisse aktueller Studien vorgestellt, die illustrieren, wie junge Menschen ihre gegenwärtigen Lebenswelten wahrnehmen. Daran anschließend werden Schlussfolgerungen für die Umsetzung von BNE in der gymnasialen Oberstufe gezogen.

 **Kap. 3**  
Langfassung  
S. 68–96

### 4.1 Lebensweltperspektiven der Jugendlichen

Junge Menschen wünschen sich, besser für die gegenwärtigen gesellschaftlichen Herausforderungen, deren Auswirkungen sie spüren, vorbereitet zu werden (für eine tabellarische Übersicht der im Folgenden zitierten Studien und ihrer zentralen Inhalte siehe Kap. 3.2 des OR). Von Bedeutung sind dabei vor allem drei Gesichtspunkte.

 **Kap. 3.2**  
Langfassung  
S. 74 f.

**Zufriedenheit mit dem eigenen Leben und Vorstellungen von der Zukunft:** Jugendliche erleben ihren Alltag als ambivalent. Einerseits sind die Folgen der Corona-Pandemie weiterhin präsent und in der „Trendstudie Jugend in Deutschland.

Verantwortung für die Zukunft? Ja, Aber“ (SCHNETZER ET AL. 2024) geben viele junge Menschen an, mentale Belastungen zu erleben. Laut jüngster Shell-Jugendstudie (ALBERT & QUENZEL 2024) sorgen sie sich vor Krieg in Europa, steigender Armut und Arbeitslosigkeit, vor Umweltverschmutzung und Klimawandel sowie zunehmender Feindseligkeit zwischen Menschen. Zugleich sieht eine Mehrheit die Gesellschaft in der Lage dazu, die aktuellen Herausforderungen zu bewältigen, und glaubt, dass sich ihre persönliche Zukunft positiv entfalten wird – so die Studie „Einstellungen und Sorgen der jungen Generation Deutschlands“ (LIZ MOHN CENTER 2023).


**Was ihnen wichtig ist:** Viele junge Menschen beschäftigen Fragen des Klimawandels und des Umweltschutzes oft verbunden mit Gefühlen von Ohnmacht, Trauer und Wut angesichts der erlebten globalen Nachhaltigkeitsprobleme, wie das „Greenpeace Nachhaltigkeitsbarometer 2021“ (KRESS 2021) feststellt. Dies wiederum nehmen laut der Studie „Zukunft? Jugend fragen! – 2021. Umwelt, Klima, Wandel – was junge Menschen erwarten und wie sie sich engagieren“ viele von ihnen zum Anlass, sich gesellschaftlich zu engagieren (BMUV & UMWELTBUNDESAMT 2021). Von Politikerinnen und Politikern erwarten sie, dass diese Entscheidungen treffen, die die Zukunftsfähigkeit der Erde und damit auch den gesellschaftlichen Zusammenhalt erhalten.

**Einstellungen zur Politik:** Jugendliche fühlen sich von der Politik allein gelassen und nicht ausreichend vertreten (KRESS 2021). Während Interesse und Bereitschaft, sich in politischen Parteien zu engagieren, sinken, gibt die Mehrheit junger Menschen an, an Politik interessiert zu sein und sich gesellschaftlich engagieren zu wollen. Dabei lässt sich ein Gefälle zwischen jenen aus einkommensstarken und einkommensschwachen Schichten beobachten (LIZ MOHN CENTER 2023).

## 4.2 Was bedeutet dies für Bildung für nachhaltige Entwicklung in der gymnasialen Oberstufe?

Die erlebten Herausforderungen zeigen einen hohen Bedarf, Bildung stärker an den Zielen der nachhaltigen Entwicklung auszurichten. Gefördert werden sollten insbesondere übergreifende Kompetenzen, die Lernende befähigen, Herausforderungen einer noch unbekannteren Zukunft zu bewältigen. Dazu gehören u. a., Kreativität, kritisches Denken, interkulturelle Kommunikation sowie eine Kultur der Digitalität (siehe auch Kap. 4 des OR). Ferner beinhaltet dies die Umsetzung selbstregulierten Lernens zur Ausbildung von Selbstwirksamkeit und die stärkere Anpassung von Bildungsprozessen an individuelle Bedürfnisse und Lerntypen.

Von Relevanz sind auch Fragen nach der beruflichen Orientierung. Viele Jugendliche empfinden bestehende diesbezügliche Angebote wie Berufspraktika, Bildungspartnerschaften und Bildungspläne als unzureichend, da ihnen häufig eine klare Vorstellung über ihren beruflichen Weg fehlt, wie es die Studie zur „Berufsorientierung Jugendlicher in Deutschland“ (SCHLEER & CALMBACH 2022) herausarbeitet. Angesichts der geschilderten Auseinandersetzung Jugendlicher mit gesellschaftlichen Themen gewinnen Fragen der nachhaltigen Entwicklung in Bezug auf die Berufswahl zunehmend an Stellenwert. BNE-bezogene Angebote in der gymnasialen Oberstufe können hier ansetzen und thematisieren, wie sich dies hinsichtlich der Ausbildungs- oder Studienwahl berücksichtigen lässt. Dies setzt ein inhaltliches Verständnis nachhaltiger Entwicklung voraus sowie das Wissen um die Bedeutung fachübergreifenden, interdisziplinären Lernens und Denkens. Hier sind insbeson-

 **Kap. 4**  
Langfassung  
S. 97 – 136

dere die Konzepte der berufsbezogenen BNE (BBNE) anschlussfähig, da sie BNE mit berufsbezogenem Handeln verknüpfen.

### 4.3 Wie kann motivierende und effektive BNE gelingen?

Schule kommt die Aufgabe zu, angemessen auf die Gestaltung der Zukunft vorzubereiten. Hierzu gehört auch, „epochaltypische Schlüsselprobleme“ (KLAFFKI 1996) zu (er)kennen und ihre Lösungen mitgestalten zu können. Vor diesem Hintergrund befindet sich BNE im Zentrum schulischer Lern- und Bildungsaufgaben und es stellt sich die Frage, wie es gelingen kann, dass BNE motivierend wirkt und sich effektiv vollzieht (siehe weiterführend Kap. 2 des OR: *Wie kann motivierende und effektive BNE gelingen? Rahmenbedingungen und Wege erfolgreicher Umsetzung*, Antje Brock, Julius Grund und Jorrit Holst).

 **Kap. 2**  
Langfassung  
S. 58 – 67

Solch eine gelingende BNE beginnt mit dem grundlegenden Verständnis der Ziele schulischer Bildung und deren Gewichtung: Was sollte angesichts des hohen Problem- und Nachhaltigkeitsbewusstseins in der breiten Bevölkerung und bei Jugendlichen an Gewohntem und Bewährtem weitergegeben werden? Wie viel Neues gehört, angesichts der großen Transformationsherausforderungen, zu angemessener Zukunftsvorbereitung? Konkret können auf verschiedenen Ebenen die Weichen für motivierende und effektive BNE gestellt werden. Dazu zählt, dass neben Wissensvermittlung die Rolle von Emotionen zentral für BNE ist. Dies gilt nicht nur für den Kontext BNE, hier jedoch besonders, da sich Jugendliche in ihrer Lebens- und Zukunftsgestaltung häufig bereits durch Nachhaltigkeitskrisen betroffen fühlen. Hierbei empfehlen Brock, Grund und Holst, von der Lebenswelt der Lernenden auszugehen und dabei auch den emotionalen Umgang mit Nachhaltigkeitskrisen zu thematisieren. Es gilt, Austauschformate zu schaffen, Emotionswissen zu vermitteln oder Perspektivenwechsel vorzunehmen. Zudem sind kollektive Lernerfahrungen ebenso wichtige Bestandteile wie das Wissen darum, welche Handlungen, auch über den eigenen Fußabdruck hinaus, wirklich große Effekte haben.

Zu wirksamer BNE zählt zudem, über die Wissensvermittlung hinaus die gesamten Abläufe an Schulen auf ihren Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung hin zu überprüfen und daran zu orientieren (*Whole School Approach*; HOLST ET AL. 2024). Dabei ist nachhaltigkeitsorientierte Schulentwicklung geprägt von der gemeinsamen Gestaltung durch verschiedene Personengruppen – neben Lernenden und Lehrenden auch Eltern, technisches Personal, außerschulische Kooperationspartner sowie die Kommunen als Schulträger. Die Schulleitungen nehmen hier eine besonders prägende Rolle ein, indem sie Prioritäten setzen und bestimmte Werte in Schulen stärken. Verschiedenste Studien belegen, dass eine kohärente institutionelle Ausrichtung an Nachhaltigkeit nicht nur den Zielen der Vereinten Nationen und den KMK-Empfehlungen entspricht, sondern auch dem Interesse von Lernenden, Lehrenden und Schulleitungen (u. a. GRUND & BROCK 2022).

BNE gelingt zudem durch fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht. Dadurch kann stärker vom Alltag von Lernenden sowie der realen Welt ausgegangen werden, um zu ergründen, wie sich Nachhaltigkeitsprobleme manifestieren und wie zu ihren Lösungen beigetragen werden kann. Dies reicht über einzelne Fachdisziplinen hinaus und somit hat fächerübergreifende, lösungsorientierte BNE das Potenzial, die Überzeugung zu stärken, selbst einen positiven Unterschied machen zu können. Zudem ist eine tiefgreifende Verankerung von BNE in den Strukturen des Bildungsbereichs, etwa in Form einer weiteren Verstetigung in Schulgesetzen,

Curricula, sowie in der Aus- und Fortbildung von Lehrenden wesentlich. Konsequenterweise würde eine Ausrichtung an BNE und den damit verbundenen Kompetenzen zu einem zentralen Bestandteil des Verständnisses hochwertiger Bildung werden. All diese Ebenen tragen zu der Erfahrung bei, dass Schule als zentraler Ort für Zukunftsvorbereitung fungiert und zur aktiven Mitgestaltung befähigt.

#### 4.4 BNE in einer digitalisierten Welt

Digitalisierung beeinflusst Gegenwart und Zukunft der Lernenden tiefgreifend. Aktuell erleben wir diesbezüglich fundamentale gesellschaftliche und politische Umbrüche, deren Auswirkungen teilweise bereits deutlich werden, aber in ihrer Reichweite (noch) nicht absehbar sind. Sie betreffen gleichermaßen das Selbstverständnis des Menschen und unser Verständnis von Gesellschaft. BNE in einer digitalisierten Welt möchte Lernende deswegen zu einer Auseinandersetzung damit anregen, wie Digitalisierung und nachhaltige Entwicklung zusammenhängen (siehe weitergehend Kap. 4 des OR: *Bildung für nachhaltige Entwicklung in einer digitalisierten Welt*, Ralf Heinrich, Jan Hinze-Baden, Matthias Scholliers, Eike Völker, Till Winkelmann).

**Kap. 4**  
Langfassung  
S. 97 – 136

Zwar nutzen Lernende in allen Lebensbereichen digitale Medien, der Umgang damit muss aber pädagogisch eingebettet werden, da eine autonome und souveräne Routine nicht vorausgesetzt werden kann (KMK 2021: 7). Sie benötigen daher Handlungskompetenzen, mit denen sie sich an einer nachhaltigen Gestaltung einer digitalisierten Welt beteiligen und sich hinsichtlich einer globalen Kultur der Digitalität<sup>2</sup> und einer digitalen Resilienz positionieren können.

Hier sind die grundlegenden Analysen des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2019) von Bedeutung, die in ihrer Perspektive zeitlich über die Agenda 2030 hinausweisen und die Zusammenhänge zwischen Digitalisierung und nachhaltiger Entwicklung in Form von drei Dynamiken aufzeigen: Neben der zentralen Frage nach Chancen und Risiken der Digitalisierung für Nachhaltigkeit (erste Dynamik) geht es darum, den fundamentalen gesellschaftlichen Systemrisiken der digitalen Revolution begegnen zu können. Persönlichkeitsbildung, Selbstregulationskompetenzen und Mitgefühl können beim konstruktiven Umgang mit der Wucht der Veränderungen helfen (zweite Dynamik). Und schließlich hat die Digitalisierung auch Auswirkungen auf das Selbstverständnis des Menschen in seinem Verhältnis zur Mitwelt und Technik (dritte Dynamik).

Bezogen auf Bildung bedeutet dies, dass mittels digitaler Technologien z.B. der Zugang zu Bildungsangeboten verbessert und neue Möglichkeiten im Bereich der Individualisierung geschaffen werden können. So kann etwa das Verständnis Lernender für komplexe und globale Herausforderungen nachhaltiger Entwicklung wie Klimawandel oder Biodiversitätsverlust angeregt werden, indem diese Prozesse durch den Einsatz von Modellierungstools simuliert werden. Dabei sollte immer auch mitgedacht werden, dass Lernende Risiken der Digitalisierung erkennen und bewerten. Beispielsweise könnten Arbeitsstandards und der Ressourcenbedarf bei

<sup>2</sup> Diese Kultur der Digitalität – der Begriff wurde erstmals von Felix STALDER (2016) geprägt – wird hier bewusst normativ, im Sinn nachhaltiger Entwicklung definiert: Pädagogisches Ziel ist eine reflektierte, aktiv-gestalterische Haltung in analogen wie digitalen Räumen, also ein verantwortlicher, kommunikativer, ebenso kreativ-mutiger wie kollaborativer Umgang mit digitalen Medien, nicht nur in der Schule. Siehe dazu u. a. DEUTSCHER ETHIKRAT (2023: 41): „Digitalisierung ist kein Selbstzweck. Der Einsatz sollte nicht von technologischen Visionen, sondern von grundlegenden Vorstellungen von Bildung, die auch die Bildung der Persönlichkeit umfassen, geleitet sein“.

der Herstellung und dem Einsatz von IT-Hard- und Software, die Verstärkung bestehender Ungleichheiten und Machtkonzentrationen durch die Ausgrenzung ärmerer Menschen von digitaler Teilhabe oder der Ausbau der Marktmacht einzelner IT-Unternehmen thematisiert und kritisch bewertet werden.

Relevant für Lernende in diesem Kontext ist hier insbesondere auch die Fähigkeit, digitale Technologien und Tools kritisch zu reflektieren. Derzeit erleben wir etwa einen rasanten Fortschritt der KI, die von jungen Menschen offensiv genutzt wird, während bestehende Strukturen, auch im Bildungssystem, kaum Schritt halten können. Ein hilfreicher, weltweit rezipierter Ansatz dazu ist die „21<sup>st</sup> Century Education“, die 2024 auf das Themenfeld KI (künstliche Intelligenz) erweitert wurde (FADEL ET AL. 2024). Auch die „Handlungsempfehlung für die Bildungsverwaltung zum Umgang mit künstlicher Intelligenz in schulischen Bildungsprozessen“ (KMK 2024<sup>b</sup>) nimmt Bezug auf die Zukunftskompetenzen (4 K) und betont entsprechend, dass es neben stärkerer Unterstützung der Lehrkräfte auch einer Veränderung der Prüfungskultur in dem Sinn bedürfe, dass „hilfsmittelunterstützte, längerfristig vorbereitete, kollaborative sowie dialogische [...] Leistungen [...] im Rahmen einer Präsentation erbracht werden“ (KMK 2024<sup>b</sup>: 7).

Für das Themenfeld KI nützlich sind zudem die KI-Kompetenzrahmen für Lehrende (UNESCO 2024<sup>b</sup>) und für Lernende (UNESCO 2024<sup>a</sup>) der UNESCO, die beide auf der UNESCO-Empfehlung zur Ethik der KI (DEUTSCHE UNESCO-KOMMISSION 2023) basieren. Die Empfehlung stellt menschliche Fähigkeiten und Bedürfnisse ins Zentrum und betont, dass Menschenrechte und Grundfreiheiten während des gesamten Lebenszyklus von KI-Systemen geachtet, geschützt und gefördert werden müssen. Zugleich sollen Umwelt und Ökosysteme geschützt und gefördert werden, denn sie sind die existenzielle Voraussetzung dafür, dass die Menschheit und andere Lebewesen Nutzen aus dem KI-Fortschritt ziehen können.

Im Sinn einer hochwertigen „Bildung in der digitalen Welt“ (SDG 4; KMK 2021, 2024) können und sollten die Lernenden in diesen Diskurs einbezogen werden und ihn mitgestalten können, gerade in der Oberstufe – ebenso wie Eltern, Bildungspartnerinnen und -partner sowie alle anderen am Schulleben Beteiligten.

## 5 Didaktische Ansätze und der Kompetenzansatz des Orientierungsrahmens

Der didaktische Ansatz des Orientierungsrahmens beruht auf fünf Leitideen:

1. Orientierung an Leitbildern der nachhaltigen Entwicklung,
2. Analyse von Entwicklungsprozessen auf unterschiedlichen Handlungsebenen,
3. BNE-Prinzipien, Lernformate und Methoden,
4. lebensweltorientierter Umgang mit Vielfalt und Fähigkeiten zum Perspektivenwechsel,
5. Wissenschaftspropädeutik in der gymnasialen Oberstufe.

Er verfolgt damit das Kernanliegen, komplexere Verständnisse von Entwicklung zu fördern, die bestehenden Spannungen zwischen Wissen und Handeln und die oben erwähnten Zielkonflikte der verschiedenen Dimensionen nachhaltiger Entwicklung zu thematisieren. Der Orientierungsrahmen verwendet dazu ein **Kompetenzmodell im Dreischritt Erkennen – Bewerten – Handeln**. Bevor dies erläutert wird, erfolgt eine kurze Übersicht über empirische Befunde zur Didaktik der BNE.

## 5.1 Empirische Befunde und Didaktik einer BNE mit globaler Perspektive

■ Kap. 1.2.1  
Langfassung  
S. 38 f.

Es gibt einen wachsenden Forschungszweig zur Ausdifferenzierung von Nachhaltigkeitskompetenzen und zu den dazu geeigneten Lehr-Lern-Settings (siehe weiterführend Kap. 1.2.1 des OR). Als zentral gilt hier die Reflexionskompetenz als Voraussetzung für den Umgang mit Komplexität und Unsicherheit. Ebenso bedeutsam ist die kontinuierliche Erfahrung von Selbstwirksamkeit der Lernenden (siehe z. B. TAUBE 2022). Schulen kommt hier auch insofern eine wichtige Rolle zu, als junge Menschen einen Großteil ihres Alltags dort verbringen. Schule wird dadurch zum Erprobungsraum der Aneignung von Handlungswissen. Sie kann und sollte das Herstellen lebensweltlicher Bezüge zum Alltag der Lernenden leisten, da das Vermitteln von Faktenwissen allein nicht ausreicht, um Menschen zu nachhaltigkeitsorientiertem Handeln zu motivieren (BERGMÜLLER ET AL. 2019).

■ Kap. 7  
Langfassung  
S. 721 – 748

Neben der methodisch-didaktischen Kompetenz ist die Haltung der Lehrenden von Bedeutung. Neigen sie dazu, stark vereinfachende Perspektiven einzunehmen oder moralisierende Appelle zu nutzen und Fragen nach Komplexität und Uneindeutigkeit auszuklammern, führt dies oft zu einer vereinfachten Darstellung vermeintlich richtigen oder falschen Verhaltens im Kontext von Nachhaltigkeit. Dies wiederum erreicht viele der Lernenden nicht, da sie ihren Alltag vielfach als von Widersprüchen gekennzeichnet erleben. Als wirkungsvoll haben sich hier didaktische Ansätze gezeigt, die die Reflexionsfähigkeit Lernender fördern, indem sie den Umgang mit kontroversen Themen und Unsicherheit in den Mittelpunkt von Lehr-Lern-Settings stellen, wie z. B. Dilemmatadiskussionen (siehe die jeweiligen fachbezogenen Kapitel für weitergehende methodische Anregungen). Dies wiederum bedeutet, dass Lehrende entsprechende Fähigkeiten während ihrer Aus- und Weiterbildung erlernen müssen (siehe auch Kap. 7 des OR).

## 5.2 Das Kompetenzmodell des Orientierungsrahmens: Erkennen – Bewerten – Handeln

■ Kap. 5  
Langfassung  
S. 137 – 166

Das integrative Kompetenzmodell des OR für die gymnasiale Oberstufe ist angelehnt an die Definition der Schlüsselkompetenzen der OECD (RYCHEN & SALGANIK 2003), die bundesweit geltenden KMK-Bildungsstandards für einzelne Fächer sowie die für die Abiturprüfung verbindlichen EPA (KMK 2018, 2024<sup>c</sup>) (weitergehend siehe dazu Kap. 5 des OR: *Leitbilder, Kompetenzen und didaktische Konzepte*, Jörg-Robert Schreiber). Damit ist das Ziel verbunden, kognitive und emotionale Fähigkeiten am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung wertorientiert auszurichten. Der Orientierungsrahmen Globale Entwicklung basiert auf diesem Kompetenzmodell, das 2007 etabliert wurde (KMK, BMZ & ENGAGEMENT GLOBAL 2007) und seitdem erweitert und aktualisiert wird.<sup>3</sup> Der hier verwendete Ansatz beinhaltet elf Kernkompetenzen der Bereiche **Erkennen**, **Bewerten** und **Handeln**. Er gliedert nachhaltigkeitsrelevante Themen kriteriengeleitet in 21 Bereiche, die sich den Nachhaltigkeitszielen der Agenda 2030 zuordnen lassen.

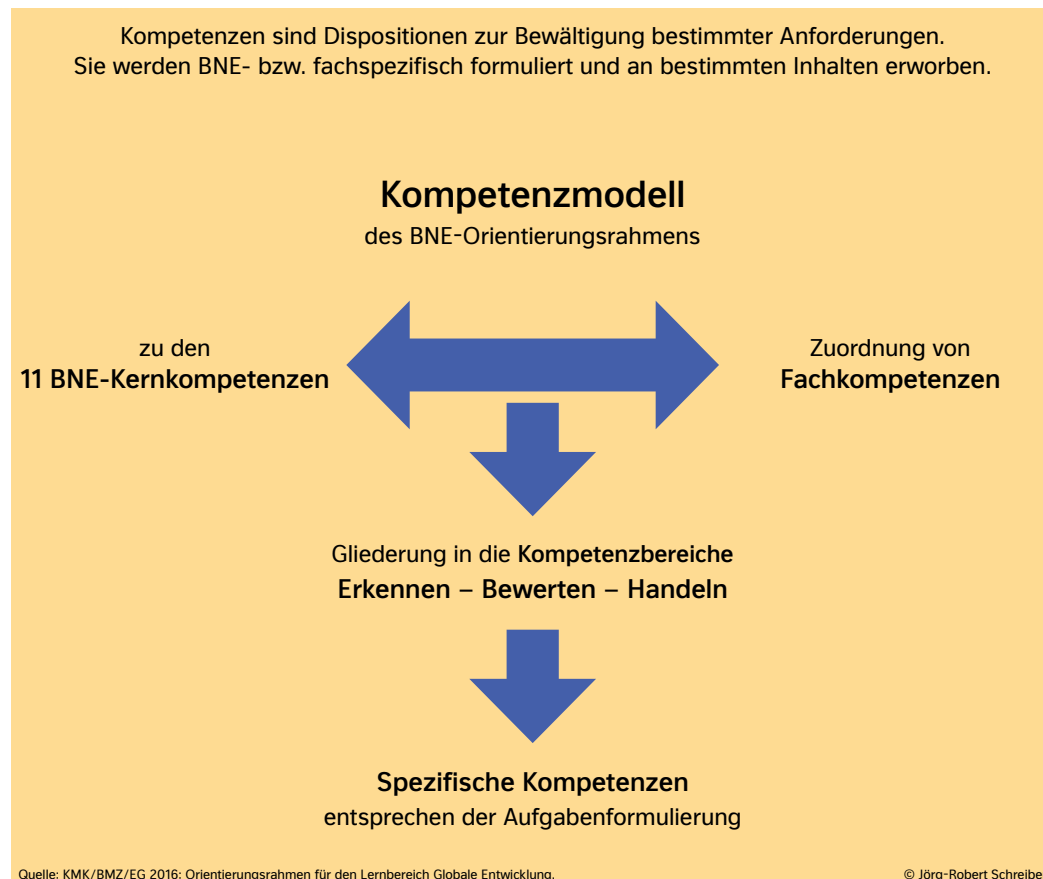
<sup>3</sup> Das entspricht i. w. S. den Grundelementen des Konzepts der Gestaltungskompetenz (DE HAAN 2008).

### 5.3 Grundlagen des Kompetenzmodells: Kompetenzbereiche und Kernkompetenzen

Die elf Kernkompetenzen stellen den Ausgangspunkt für ein Kompetenzmodell dar, das durch zugeordnete Fachkompetenzen und – auf der Unterrichtsebene – durch spezifische Kompetenzen mit Bezug zu konkreten Inhalten ergänzt wird (siehe weiterführend Kap. 5.7 in dieser Kurzfassung sowie die fachbezogenen Abschnitte in Kap. 6 des OR).

**Kap. 6**  
Langfassung  
S. 167 – 720

| Abbildung 4: Das Kompetenzmodell des Orientierungsrahmens (nach SCHREIBER 2016, 2025)



Die Gliederung in die drei Kompetenzbereiche **Erkennen**, **Bewerten** und **Handeln** verdeutlicht komplementäre Elemente eines ganzheitlichen Kompetenzbegriffs. Die drei Bereiche entsprechen erwünschten Lernschritten, sollen allerdings kein konsequentes didaktisches Nacheinander in der Konzeption des Unterrichts nahelegen. Vielmehr sind sie miteinander verbunden und Lernschritte erfolgen zirkulär, indem entsprechende Kompetenzen immer weiter aus- und aufgebaut werden.

Im Kompetenzbereich **Erkennen** wird die zielgerichtete Erarbeitung von Wissen besonders hervorgehoben, da es aufgrund der exponentiellen Zunahme von Wissen in den relevanten Disziplinen immer schwieriger wird, Grundwissensbestände zu definieren und fortlaufend zu aktualisieren. Erforderliches fachübergreifendes Orientierungswissen macht sich an den vorgeschlagenen Themen von BNE fest (siehe Tabelle 8, Kap. 5 des OR). Wissenserarbeitung umfasst auch die Fähigkeit, Fakten zu prüfen und hinsichtlich ihrer Aussage zu analysieren sowie auf dieser Grundlage Wissen zu einer Vielzahl von Themen zu konstruieren und zu vernetzen.


**Kap. 5**  
Langfassung  
S. 149f.


In der unterrichtlichen Praxis sollte dies stets mit dem Erwerb digitaler Anwendungs- und Kommunikationskompetenzen verbunden werden.

Der Kompetenzbereich **Bewerten** schließt hier an, indem er Fähigkeiten wie den kritischen Einsatz von Medien und digitalen Anwendungen, z. B. KI, sowie die Kompetenz, Eignung und Wert bestimmter Informationen und ihrer Quellen zu erkennen, beinhaltet. Der Kompetenzbereich **Bewerten** bezieht sich in der BNE einerseits auf den allgemeinen und teils grundlegenden Diskurs über Entwicklungs- und Globalisierungsfragen, ist aber andererseits auch auf die Beurteilung konkreter Entwicklungsmaßnahmen ausgerichtet. In beiden Fällen ist ein Bezug auf Grund- und Völkerrechte, auf Normen, Werte, politische Vereinbarungen und Leitbilder erforderlich. Ganz grundlegend geht es im Kompetenzbereich Bewerten um kritische Reflexion sowie das Erkennen und Abwägen unterschiedlicher Werte durch Förderung der Fähigkeit Lernender zum Perspektivenwechsel. Beides ist Voraussetzung für „Solidarität und Mitverantwortung für Mensch und Umwelt“, die den Übergang zum Kompetenzbereich **Handeln** markieren.

Der Kompetenzbereich **Handeln** fördert solche Kompetenzen, die reflektiv an Werte gebunden sind. Lernende sollen die Fähigkeit erwerben, das eigene Verhalten im Kontext nachhaltiger Entwicklung kritisch zu reflektieren und schon im Lernprozess an der zukunftsfähigen Gestaltung ihrer Schule oder anderer Teilbereiche der Gesellschaft mitzuwirken. Dies beinhaltet etwa die Entwicklung von Fähigkeiten zu Konfliktlösung und Verständigung, Ambiguitätstoleranz, Kreativität und Innovationsbereitschaft sowie Fähigkeiten zur Partizipation und Mitgestaltung von Entwicklungsprozessen. Dazu gehört insbesondere auch der bewusste Umgang mit Zielkonflikten im Kontext nachhaltiger Entwicklung. Hier gibt es in vielen Fällen nicht die „richtige“ Lösung. Vielmehr müssen Entscheidungen anhand einer Abwägung von Alternativen getroffen werden.

Komplexe Situationen und ein als immer schneller empfundener gesellschaftlicher Wandel erfordern zudem, mit Ungewissheit und widersprüchlichen Ansprüchen umgehen zu können. Schulische Bildung sollte dabei nicht nur den Erwerb der Fähigkeit zu nachhaltigem Handeln fördern, sondern auch die im Kompetenzbegriff nach WEINERT (2001) enthaltenen motivationalen und volitionalen Komponenten in Gestalt von Handlungsbereitschaft berücksichtigen. Für das Handeln sind motivationale Faktoren oft entscheidender als Wissen. Diese wiederum werden durch eigenverantwortliches Lernen und Partizipation Lernender im gesamten schulischen Alltag gefördert.

 **Kap. 5.9**  
Langfassung  
S. 169 f.

 **Kap. 8**  
Langfassung  
S. 749 – 786

Die Einbindung des Kompetenzmodells in den schulischen Unterricht unterstützt die Gestaltung schulinterner Curricula in diesem Sinn (siehe weitergehend Kap. 5.9 des OR). Während die Schulen einerseits an Vorgaben durch Bildungspläne und EPA gebunden sind, verfügen sie auch über eigene Gestaltungsmöglichkeiten im Rahmen der schuleigenen Profile und Schwerpunkte. Im Kontext der BNE geschieht dies sinnvollerweise im Lauf eines Schulentwicklungsprozesses im Sinn des *Whole School Approach* (siehe auch Kap. 6.2 dieser Kurzfassung sowie Kap. 8 des OR).

| Tabelle 2: BNE-Kernkompetenzen (aus OR für die gymnasiale Oberstufe, Kap. 5.4, S. 147)

<b>Die Lernenden können (anhand von Beispielen)<sup>4</sup> ...</b>	
<b>ERKENNEN</b>	<b>1. Informationsbeschaffung und -verarbeitung</b> ... hilfreiche Informationen zu Fragen der Globalisierung und Entwicklung <sup>5</sup> beschaffen und themenbezogen verarbeiten.
	<b>2. Erkennen von Vielfalt</b> ... die soziokulturelle und natürliche Vielfalt erkennen.
	<b>3. Analyse des globalen Wandels</b> ... Globalisierungs- und Entwicklungsprozesse mithilfe des Leitbilds der nachhaltigen Entwicklung analysieren.
	<b>4. Unterscheidung von Handlungsebenen</b> ... Handlungsebenen vom Individuum bis zur Weltebene in ihrer jeweiligen Funktion für Entwicklungsprozesse erkennen und darstellen.
<b>BEWERTEN</b>	<b>5. Perspektivenwechsel und Empathie</b> ... sich unterschiedliche Werteorientierungen in ihrer Bedeutung für Verhaltensweisen und Entscheidungen bewusst machen und reflektieren.
	<b>6. Kritische Reflexion und Stellungnahme</b> ... auf der Grundlage kritischer Reflexion zu Globalisierungs- und Entwicklungsfragen Stellung beziehen und sich dabei an der internationalen Konsensbildung, am Leitbild nachhaltiger Entwicklung und an den Menschenrechten orientieren.
	<b>7. Beurteilen von Entwicklungsmaßnahmen</b> ... Ansätze zur Beurteilung von Maßnahmen zur Förderung nachhaltiger Entwicklung (bei uns und in anderen Teilen der Welt) unter Berücksichtigung unterschiedlicher Interessen und Rahmenbedingungen erarbeiten und zu eigenständigen Bewertungen kommen.
<b>HANDELN</b>	<b>8. Solidarität und Mitverantwortung</b> ... Bereiche persönlicher Mitverantwortung für Mensch und Umwelt erkennen und als Herausforderung annehmen.
	<b>9. Verständigung und Konfliktlösung</b> ... zur Überwindung soziokultureller und interessenbestimmter Barrieren in Kommunikation und durch Zusammenarbeit zu Konfliktlösungen beitragen.
	<b>10. Handlungsfähigkeit im globalen Wandel</b> ... die gesellschaftliche Handlungsfähigkeit im globalen Wandel vor allem im persönlichen und beruflichen Bereich durch Offenheit und Innovationsbereitschaft sowie durch eine angemessene Reduktion von Komplexität sichern und die Ungewissheit offener Situationen aushalten.
	<b>11. Partizipation und Mitgestaltung</b> ... und sind aufgrund ihrer mündigen Entscheidung bereit, Ziele der nachhaltigen Entwicklung im privaten, schulischen, öffentlichen und beruflichen Bereich zu verfolgen und sich an deren Umsetzung auf gesellschaftlicher und politischer Ebene zu beteiligen.

<sup>4</sup> „Die Lernenden können ...“ bedeutet hier, dass sie über die jeweilige Kompetenz verfügen, aber frei darüber entscheiden, ob sie diese in einer gegebenen Situation einsetzen.

<sup>5</sup> Der Begriff ‚Entwicklung‘ ist in der Übersicht der Kompetenzen weder entwicklungspolitisch konnotiert noch ein verkürztes Synonym für nachhaltige Entwicklung. Er verweist allgemein auf einen Entwicklungsprozess, der keineswegs grundsätzlich nachhaltig ist.

| Tabelle 3: BNE-Themenbereiche<sup>6</sup> und ihr Bezug zu den Nachhaltigkeitszielen der Agenda 2030 (aus OR für die gymnasiale Oberstufe, Kap. 5.5, S. 148)

<b>BNE-Themenbereiche</b>	<b>Vorrangig zugeordnete Nachhaltigkeitsziele der Agenda 2030</b>
1 Vielfalt der Werte, Kulturen und Lebensverhältnisse: Diversität und Inklusion	Ziel 4: Hochwertige Bildung Ziel 10: Weniger Ungleichheiten
2 Globalisierung religiöser und ethischer Leitbilder	Ziel 17: Partnerschaften zur Erreichung der Ziele
3 Geschichte der Globalisierung: vom Kolonialismus zum Postkolonialismus	Ziel 10: Weniger Ungleichheiten Ziel 17: Partnerschaften zur Erreichung der Ziele
4 Waren aus aller Welt: Produktion, Lieferketten, Handel und Konsum	Ziel 2: Kein Hunger Ziel 12: Nachhaltiger Konsum und nachhaltige Produktion
5 Landwirtschaft und Ernährung	Ziel 2: Kein Hunger Ziel 12: Nachhaltiger Konsum und nachhaltige Produktion
6 Gesundheit, Krankheit, Pandemien und One Health	Ziel 3: Gesundheit und Wohlergehen Ziel 6: Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen
7 Bildung und Wissenschaft	Ziel 4: Hochwertige Bildung
8 Globalisierte Freizeit, Umwelt und Tourismus	Ziel 12: Nachhaltiger Konsum und nachhaltige Produktion Ziel 14: Leben unter Wasser Ziel 15: Leben an Land
9 Schutz und Nutzung natürlicher Ressourcen: Böden, Wasser und Weltmeere	Ziel 6: Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen Ziel 14: Leben unter Wasser Ziel 15: Leben an Land
10 Chancen und Gefahren technologischen Fortschritts, von Energiegewinnung, KI und Digitalisierung	Ziel 7: Bezahlbare und saubere Energie Ziel 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
11 Klimawandel, Verschmutzung und Biodiversitätsverlust	Ziel 13: Maßnahmen zum Klimaschutz

<sup>6</sup> Die Bildung von Themenbereichen entspricht dem Kontextverfahren politischer Diskussionen und weist Parallelen zu den 17 Nachhaltigkeitszielen der Agenda 2030 der Vereinten Nationen auf. Um die weitgespannte inhaltliche Zielsetzung der Agenda 2030 für die eigene Themenfindung zu nutzen, empfiehlt es sich, auch die zahlreichen Unterziele der Agenda 2030 zu Hilfe zu nehmen.

<b>BNE-Themenbereiche</b>	<b>Vorrangig zugeordnete Nachhaltigkeitsziele der Agenda 2030</b>
12 Mobilität, Stadtentwicklung und Verkehr	Ziel 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden
13 Globalisierung von Wirtschaft und Arbeit	Ziel 1: Keine Armut Ziel 8: Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum
14 Demografische und soziale Strukturen und Entwicklungen	Ziel 5: Geschlechtergleichheit Ziel 10: Weniger Ungleichheiten
15 Armut und soziale Sicherheit	Ziel 1: Keine Armut
16 Frieden und Konflikt	Ziel 16: Frieden, Gerechtigkeit und starke Institutionen
17 Migration und Integration	Ziel 10: Weniger Ungleichheiten Ziel 16: Frieden, Gerechtigkeit und starke Institutionen
18 Politik, Demokratie und Menschenrechte	Ziel 4: Hochwertige Bildung Ziel 5: Geschlechtergleichheit Ziel 17: Partnerschaften zur Erreichung der Ziele
19 Entwicklungszusammenarbeit und ihre Institutionen	Ziel 17: Partnerschaften zur Erreichung der Ziele
20 Global Governance – Weltordnungspolitik	Ziel 17: Partnerschaften zur Erreichung der Ziele
21 Kommunikation im globalen Kontext	Ziel 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur Ziel 17: Partnerschaften zur Erreichung der Ziele
* Die Nummerierung der Themenbereiche dient lediglich der Orientierung und sagt nichts aus über ihre jeweilige Bedeutung. Mit ihrer neutralen Formulierung wurde bewusst auf eine Problematisierung oder auf gezielte Umsetzungsimpulse im Sinn der BNE verzichtet.	

#### 5.4 Umsetzung von Bildung für nachhaltige Entwicklung im Fachunterricht

Eine Ausrichtung von Bildung auf Kompetenzen hat Folgen für die didaktische Gestaltung von Lernprozessen im Unterricht (weitergehend siehe fachbezogene Abschnitte ab Kap. 6.2 des OR). Neuere Kompetenzmodelle sind i. d. R. mit dem Ziel verknüpft, Lernende dabei zu unterstützen, variable Lebenssituationen selbstorganisiert zu bewältigen. Für Lernarrangements einer BNE gelten diese Merkmale selbstbestimmten Lernens und handlungsorientierten Unterrichts als grundlegende Lernkonzepte. Methodisch zielt handlungsorientiertes Lernen auf selbstständige Wissensentwicklung sowie Problemlösungs- und Gestaltungsfähigkeit ab. Dies bedarf Lernsettings, die selbstgesteuertes, eigenständiges und kooperatives Arbeiten fördern, ebenso wie forschendes Lernen mit lösungsorientiertem Handeln. Zu diesem Zweck werden außerschulische Lernorte und Kooperationspartner einbezogen und die Lehrenden begreifen sich vermehrt in der Rolle als Lernbegleitung statt als rein Wissensvermittelnde. Wissenschaftspropädeutische Ansätze der Ober-

 **Kap. 6.2**  
Langfassung  
S. 173f.

**Kap. 5.6**  
Langfassung  
S. 153 f.

stufe versuchen zudem, vermehrt interdisziplinäres Verständnis zu wecken, indem Wissensbestände unterschiedlicher Disziplinen und Perspektiven einbezogen werden (siehe für eine Übersicht didaktischer Konzepte der BNE in der Oberstufe Kap. 5.6 des OR sowie die fachbezogenen Abschnitte in Kap. 6).

**Kap. 6**  
Langfassung  
S. 167 – 720

Gleichzeitig können auch die fachspezifischen Kompetenzen mittels eines BNE-basierten Unterrichts gefördert werden. Dies gelingt etwa durch das Aufgreifen exemplarischer Fragestellungen, die sich sowohl inhaltlich als auch didaktisch an den fachspezifischen Kompetenzanforderungen der Oberstufe orientieren. Die 17 fachbezogenen Kapitel des OR für die gymnasiale Oberstufe bieten dazu neben einer Einführung zum Bezug des jeweiligen Fachs zu BNE methodisch-didaktische Überlegungen, Anregungen für Prüfungsformate, Themenvorschläge sowie ausgearbeitete Unterrichtsvorschläge.

Ergänzend zu den in Tabelle 2 genannten Themenbereichen enthält jeder der Fachbeiträge kurze Unterrichtsskizzen und ausführliche Unterrichtsbeispiele (zu Letzteren siehe Tabelle 3) zu ausgewählten fachspezifischen Themen, die exemplarisch darstellen, wie Oberstufenunterricht im Sinn einer BNE gemeinsam gestaltet werden kann.

Ein besonderes Merkmal von BNE-Kompetenzen und -Inhalten ist zumeist, dass sie sich nicht ausschließlich fachsystematisch erschließen bzw. erarbeiten lassen. Sie greifen Wechselwirkungen auf und beleuchten Phänomene aus fachübergreifender, interdisziplinärer Perspektive mit dem Ziel, die Komplexität globaler Prozesse erfahrbar zu machen. Die Bedeutung des projektorientierten Lernens wird in diesem Zusammenhang immer wieder hervorgehoben, da es in besonderem Maß Kommunikation in heterogenen Gruppen sowie Eigen- und Mitverantwortung in unterschiedlichen Situationen über einen längeren zusammenhängenden Zeitraum ermöglicht.

Diese didaktische Herangehensweise macht Um- bzw. Neudenken der Feedbackkultur und der Leistungsbewertung notwendig, denn selbstbestimmtes Lernen beinhaltet, dass Lernende die Verantwortung dafür einnehmen, ihre Lernfortschritte selbst einzuschätzen. Wechselnde Lernarrangements und Arbeitsformen (z. B. Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit, Plenumsdiskussionen) und eine klare Produktorientierung (z. B. Recherchedokumentationen, Interviews, Portfolios, Vorträge, Rollenspiele, mediale Produkte) bieten den Lehrenden vielfältige Beobachtungsmöglichkeiten sowie Anlässe und Informationen für Lernentwicklungsgespräche und Bewertungen. Wird der Selbsteinschätzung der Lernenden und dem Gespräch darüber sowie den individuellen Lernvereinbarungen hinreichend Raum gegeben, können die jungen Menschen lernen, ihre Leistungen hinsichtlich der angestrebten Ziele realistisch einzuschätzen. Ebenso erwerben sie die Fähigkeit, eigene Lernbedarfe zu erkennen und dadurch den eigenen Lernprozess in die Hand zu nehmen. Das erfordert Zeit und häufig eine Neujustierung der Lernziele und didaktischen Konzepte.

| Tabelle 4: Übersicht der Unterrichtsbeispiele (aus OR für die gymnasiale Oberstufe, Zusammenfassung der Kapitel, Seite 19)

Fachkapitel	Unterrichtsbeispiele
<b>A Gesellschaftswissenschaftliches Aufgabenfeld</b>	
6.2 Sozialwissenschaften und Politische Bildung	Möglichkeiten und Grenzen transnationaler Gerechtigkeit im Spannungsverhältnis mit nationalen Institutionen
6.3 Geographie	Städte im 21. Jahrhundert
6.4 Wirtschaft	Wie kann eine zukunftsorientierte Transformation der Ökonomie zu mehr Nachhaltigkeit gelingen?
6.5 Geschichte	Die Epoche des Ost-West-Konflikts im Blick der globalen Umweltgeschichte: Die „Große Beschleunigung“ und das Anthropozän
6.6 Religion	„Future is now/Recht auf Zukunft“ oder: Welche Zukunft erwarten wir? Welche Zukunft wollen wir? Wie können wir Zukunft gestalten?
6.7 Philosophie und Ethik	Was schulden wir zukünftigen Generationen?
<b>B Sprachlich-literarisches Aufgabenfeld</b>	
6.9 Deutsch	Die Macht der Worte! Welchen Anteil an den Gräueltaten dieser Welt hat Propaganda? Mit welchen Mitteln lässt sich Propaganda enttarnen und vielleicht sogar auch verhindern?
6.10 Neue Sprachen	Nachhaltigkeit auf Rädern? Der Foodtruck der Zukunft: Ideenentwicklung für ein Start-up-Unternehmen im Zielsprachenland
6.11 Alte Sprachen	Diversität und Zugehörigkeit
<b>C Künstlerisches Aufgabenfeld und Sport</b>	
6.12 Musik und Theater	Künstlerische Interventionen im öffentlichen Raum
6.13 Bildende Kunst	Weltbilder. Wege ins globale Sehen
6.14 Sport	Meine Stadt – mein Bewegungsraum
<b>D Mathematisch-informatisch-naturwissenschaftlich-technisches Aufgabenfeld</b>	
6.15 Mathematik	CO <sub>2</sub> -Budget
6.16 Biologie	One Health – Gesundheit ganzheitlich für Menschen, Tiere und Ökosysteme betrachten
6.17 Chemie	Gutes Plastik – schlechtes Plastik
6.18 Physik	Der Klimawandel durch die Brille der Physik
6.19 Informatik	Algenfarm – eine Greenfoot-Simulation im Sinn der BNE

**Kap. 5.5**  
Langfassung  
S. 148 f.

Solche Konzepte beinhalten etwa partizipative und kooperative Lernformen sowie methodische Ansätze, die systemisches und interdisziplinäres Denken und Handeln fördern. Dazu gehören z. B. analytische Methoden wie Concept Maps, Mysteries, computergestützte Modellierungen oder visionsorientierte Methoden wie Planspiele oder Szenario-Technik (für weiterführende Anregungen zur Konstruktion von Aufgaben sowie zur didaktisch-methodischen Gestaltung von Lernsituationen siehe Kap. 5.5. des OR sowie die jeweiligen Fachkapitel für fachbezogene sowie fachübergreifende und fächerverbindende Themen- und Unterrichtsvorschläge)<sup>7</sup>

## 6 Rahmenbedingungen: Umsetzung von BNE in Lehrkräftebildung und Schulentwicklung

Neben der Prüfungskultur gibt es zwei weitere entscheidende Stellschrauben, um BNE dauerhaft strukturell in der Schule und auf anderen Ebenen des Bildungssystems zu etablieren: die curriculare Verankerung in allen drei Phasen der Lehrkräftebildung sowie die ganzheitliche Schulentwicklung im Sinn eines Whole School Approach (WSA).

### 6.1 Verankerung von BNE in der Lehrkräftebildung

Lehrkräfte gelten als Schlüsselpersonen für die Umsetzung von BNE. Doch obwohl politische und curriculare Rahmenbedingungen in den letzten Jahren gestärkt wurden, fühlen sich gleichzeitig viele auf diese Aufgabe noch unzureichend vorbereitet (BROCK & HOLST 2022). Im Kontext der wissenschaftlichen Aus- und Weiterbildung von Lehrenden sind mittlerweile eine Reihe von Kompetenzmodellen entstanden, die die Notwendigkeit eines entsprechenden Fachwissens zu globalen Prozessen, Reflexionsfähigkeit, Empathie, didaktischer Gestaltungskompetenz sowie die Fähigkeit zur Mitwirkung an schulischen Entwicklungsprozessen betonen. In diesen Modellen wird die Qualifikation von Lehrkräften im Kontext der BNE zudem als ganzheitlicher Prozess verstanden, der sowohl die personbezogenen, individuellen Nachhaltigkeitskompetenzen der Lehrkräfte als auch ihre funktionsbezogenen, didaktischen Kompetenzen in den Blick nimmt (siehe auch BERGMÜLLER & QUIRING 2019).

Ein Blick in die aktuelle Lehrkräftebildung zu BNE zeigt allerdings bereits interessante Entwicklungen, aber auch noch deutliche Herausforderungen in der Umsetzung dieses Anspruchs (siehe dazu Kap. 7 des OR: *BNE mit globaler Perspektive in der Lehrkräftebildung*, Claudia Bergmüller-Hauptmann, Alexander Brämer, Jens Kühne): In der ersten Phase der Lehrkräftebildung (Studium) eröffnen hochschulpolitische Initiativen, Zertifikate und Professuren neue Ansätze, doch BNE bleibt im Curriculum noch meist randständig. Der Vorbereitungsdienst (Phase 2) bietet erfolgreiche Projekte, ist jedoch durch fachspezifische Prüfungslogik, fehlende Zuständigkeiten und geringe BNE-Expertise der Auszubildenden eingeschränkt. In der

**Kap. 7**  
Langfassung  
S. 721 – 748

<sup>7</sup> Die 17 Fachbeiträge des OR für die gymnasiale Oberstufe befassen sich mit der Verankerung von BNE mit globaler Perspektive im jeweiligen Fach und in der jeweiligen Fächergruppe, mit Kompetenzorientierung, Inhalten sowie didaktischen Konzepten. In Unterrichtsskizzen und ausführlicheren Unterrichtsbeispielen wird zudem jeweils exemplarisch vorgestellt, wie BNE im Oberstufenunterricht gemeinsam gestaltet werden kann. Sie sind gruppiert nach Fächergruppen: Gesellschaftswissenschaftliches Aufgabenfeld, Sprachlich-literarisches Aufgabenfeld, Künstlerisches Aufgabenfeld und Sport, Mathematisch-informatisch-naturwissenschaftlich-technisches Aufgabenfeld.

Fort- und Weiterbildung (Phase 3) existiert ein breites, aber oft punktuelles Angebot; nachhaltige Wirkung entfalten allerdings insbesondere langfristige, kooperative Lernformate. Für eine wirksame Integration von BNE in die schulische Praxis ist daher ein kumulativer Lernprozess über alle drei Phasen der Lehrkräftebildung hinweg notwendig, unterstützt durch die Qualifizierung der Auszubildenden und Kooperation mit externen Partnern. So kann BNE als fächerübergreifende Schulentwicklungsaufgabe verankert werden, etwa im Rahmen des WSA.

## 6.2 Bildung für nachhaltige Entwicklung als Aufgabe für die ganze Schule – der Whole School Approach

Schulen fungieren als Mikrokosmen für nachhaltige Werte und demokratische Prinzipien und die Schulentwicklung gehört zum Alltag von Schulleitungen und ihren Schulgemeinschaften. Der Whole School Approach (WSA) mit Bezug zu BNE<sup>8</sup> stellt den zentralen Ansatz für die Gestaltung einer ganzheitlichen Schulentwicklung dar, bei der Lerninhalte, Schulkultur, Schulmanagement und physische Umgebung gleichermaßen an den Prinzipien nachhaltiger und demokratischer Entwicklung ausgerichtet sind (siehe dazu Kap. 8 des OR: *BNE als Aufgabe für die ganze Schule – der Whole School Approach*, Claudia Schanz).

Entsprechend empfiehlt auch die KMK (2024<sup>a</sup>) die Umsetzung des WSA als Mittel, um die gesamte Institution Schule nachhaltiger zu gestalten. Aus Erhebungen ist bekannt, dass Lernende und Lehrkräfte, in deren Institutionen der WSA bereits umgesetzt wird, ihr Handeln stärker an den Prinzipien der Nachhaltigkeit orientieren (HOLST ET AL. 2024).

Die Umsetzung des WSA kann an alle bereits laufenden Prozesse der Schulentwicklung anknüpfen und ist daher keinesfalls als zusätzliches „Extra“ zu verstehen. Vielmehr liegt in der Umsetzung das Potenzial, alle Bereiche des Schullebens in den Blick zu nehmen und miteinander in Beziehung zu setzen:

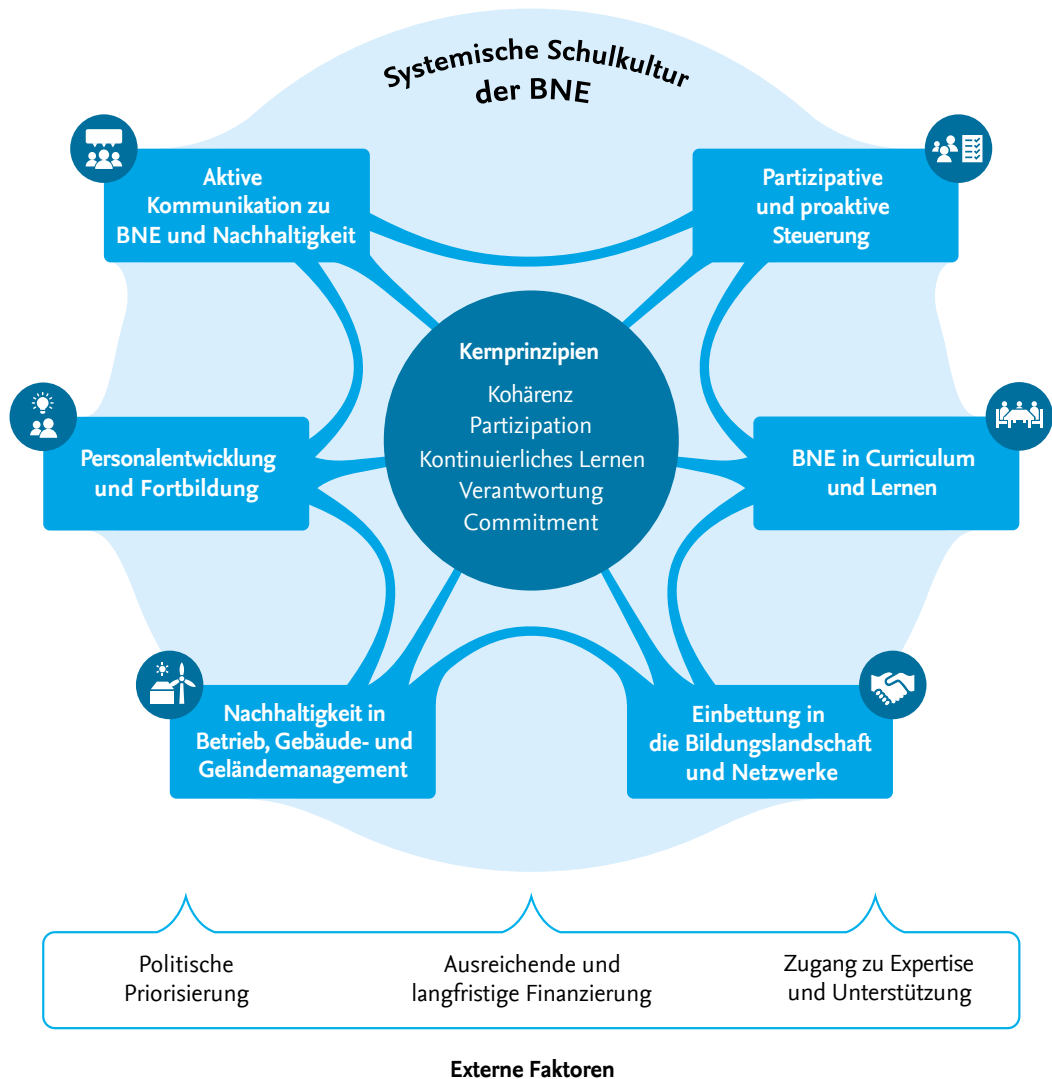
- das Schulmanagement sowie die proaktive und demokratische Steuerung und Qualitätsentwicklung als kontinuierlicher Verbesserungsprozess im Rahmen einer nachhaltigen Schulentwicklung,
- das Lernen und Lehren innerhalb und außerhalb des Unterrichts im gemeinsamen Lebensraum Schule,
- die aktive Einbettung der Schule in lokale und globale Netzwerke, regionale Bildungslandschaften und weitere Kooperationen,
- die erlebbare und mitgestaltbare Nachhaltigkeit im Betrieb, in der Bewirtschaftung sowie in der Gestaltung der Schulgebäude und des Schulgeländes,
- die Einbindung, Fortbildung und Unterstützung aller Mitarbeitenden zur Realisierung eines WSA,
- die schulische Kommunikation zu Nachhaltigkeit nach innen und außen sowie
- die Etablierung von Nachhaltigkeit als Teil der Schulkultur.

**Kap. 8**  
Langfassung  
S. 749–786

<sup>8</sup> Die Art und Weise, wie die Einrichtungen organisiert und ausgestaltet sind sowie Entscheidungen getroffen werden, muss mit den Lerninhalten und den pädagogischen Methoden übereinstimmen. Dieser über die verschiedenen Bildungsbereiche hinweg als Whole Institution Approach (WIA) bezeichnete Ansatz beschreibt einen Prozess, bei dem Bildungseinrichtungen selbst zu Lern-, Experimentier- und Erfahrungsräumen für die Gestaltung nachhaltiger Zukunft werden. Bezogen auf die einzelne Schule wird hier der Begriff des Whole School Approach (WSA) verwendet.

| Abbildung 5: Übersicht des Whole School Approaches (auf Basis von HOLST (2023), übersetzt und leicht adaptiert nach HOLST ET AL. 2024)

## Whole School Approach BNE in der gesamten Schule verankern



Zunehmend begünstigen die bildungspolitischen Rahmenbedingungen die Umsetzung des WSA. Diese breiter werdende institutionelle Basis wird außerdem durch ein wachsendes Angebot an Unterstützungsmechanismen gefördert. Dazu gehören z. B. der Aufbau von Koordinierungsstellen, Fachberatungssystemen, Unterstützungsagenturen, wie z. B. die Landeskoordinationsstellen und das Fachpromotorinnenprogramm von Engagement Global<sup>9</sup>. Ferner umfasst dies eine Reihe BNE-bezogener Schullabels sowie Programme für Vorreiterschulen, die ihre Schulentwicklung an den Nachhaltigkeitszielen orientieren, außerschulische Bildungsakteurinnen und -akteure einbeziehen sowie in Netzwerken miteinander kooperieren.

<sup>9</sup> Die Landeskoordinationsstellen BNE in Ministerien und Landesinstituten vieler Bundesländer sind vom BMZ geförderte und Engagement Global umgesetzte Einrichtungen zur Unterstützung der strukturellen Implementierung von BNE. Das Fachpromotorinnenprogramm für Globales Lernen ist ebenfalls bei Engagement Global angesiedelt, in den meisten Bundesländern aktiv und zuständig für die Unterstützung der schulischen Bildungsarbeit auf Ebene der Zivilgesellschaft.

## 7 Fazit

Die Weiterentwicklung einer zukunftsfähigen, an Nachhaltigkeit und Demokratieförderung orientierten schulischen Bildung hat die Umsetzung der 17 Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen zum Ziel und trägt zu einer hochwertigen Bildung für alle bei, wie sie in SDG 4.7 (Agenda 2030 der Vereinten Nationen) und im Programm BNE 2030 der UNESCO gefordert wird. In der Ausrichtung auf zukunftsrelevante Kompetenzen, wie z. B. problemlösungsorientiertes und systemisch vernetztes Denken, Solidarität und Empathie, unterstützt der *„Orientierungsrahmen Globale Entwicklung – Bildung für nachhaltige Entwicklung in der gymnasialen Oberstufe“* alle an schulischer Bildung beteiligten Akteurinnen und Akteure dabei, die Verankerung von BNE als ein grundlegendes und integratives Bildungsprinzip fachbezogen und überfachlich voranzubringen. Es geht dabei insbesondere um die Erfahrung von Selbstwirksamkeit und Handlungsfähigkeit der Lernenden in entsprechend partizipativ angelegten Lehr-Lern-Settings und auch um Kompetenzen für Lehrende.

Der Orientierungsrahmen für die gymnasiale Oberstufe bietet dazu acht konzeptionelle Beiträge sowie 17 fachbezogene Kapitel mit zahlreichen methodisch-didaktischen Anregungen und konkreten Praxisbeispielen zur Umsetzung von Bildung für nachhaltige Entwicklung in Schulentwicklung und Unterricht. Er richtet sich somit an Seminar-, Fach- und Schulleitungen sowie Lehrkräfte, Bildungsverwaltung, Schulbuchverlage und außerschulische Stakeholderinnen und Stakeholder – mithin an alle, die an der Umsetzung von Bildung für nachhaltige Entwicklung mitwirken können.

## 8 Literatur

- ALBERT, M. & QUENZEL, G. (Hrsg.) (2024): Jugend 2024: Pragmatisch zwischen Verdrossenheit und gelebter Vielfalt. Shell Deutschland GmbH. Beltz. <https://www.shell.de/ueber-uns/initiativen/shell-jugendstudie-2024.html>.
- BERGMÜLLER, C., CAUSEMANN, B., HÖCK, S., KRIER, J.-M. & QUIRING, E. (2019): Wirkungsorientierung in der entwicklungspolitischen Inlandsarbeit. Waxmann.
- BERGMÜLLER, C. & QUIRING, E. (2019): Wirkungszusammenhänge bei Multiplikator/inn/en-Schulungen in der entwicklungspolitischen Bildungs- und Informationsarbeit. In: BERGMÜLLER, C., CAUSEMANN, B., HÖCK, S., KRIER, J.-M. & QUIRING, E. (Hrsg.), Wirkungsorientierung in der entwicklungspolitischen Inlandsarbeit (S. 161 – 186). Waxmann.
- BMUV & UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.) (2021): Zukunft? Jugend fragen! – 2021. Umwelt, Klima, Wandel – was junge Menschen erwarten und wie sie sich engagieren. BMUV. [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/zukunft\\_jugend\\_fragen\\_2021\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/zukunft_jugend_fragen_2021_bf.pdf).
- KULTUSMINISTERKONFERENZ, BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG & ENGAGEMENT GLOBAL (Hrsg.) (2007): Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung.
- BROCK, A. & HOLST, J. (2022): Schlüssel zu Nachhaltigkeit und BNE in der Schule: Ausbildung von Lehrenden, Verankerung in der Breite des Fächerkanons und jenseits der Vorworte. Kurzbericht des Nationalen Monitorings zu Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE). Freie Universität Berlin.

- DE HAAN, G. (2008): Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: BORMANN, I. & DE HAAN, G. (Hrsg.), Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde (S. 23 – 43). VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-90832-8>.
- DEUTSCHE BUNDESREGIERUNG (Hrsg.) (2025). Transformation gemeinsam gerecht gestalten. Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie Weiterentwicklung 2025.
- DEUTSCHE UNESCO-KOMMISSION (2023): Empfehlung zur Ethik der Künstlichen Intelligenz. UNESCO. [https://www.unesco.de/assets/dokumente/Deutsche\\_UNESCO-Kommission/02\\_Publikationen/Publikation\\_UNESCO-Empfehlung\\_zur\\_Ethik\\_der\\_K%C3%BCnstlichen\\_Intelligenz.pdf](https://www.unesco.de/assets/dokumente/Deutsche_UNESCO-Kommission/02_Publikationen/Publikation_UNESCO-Empfehlung_zur_Ethik_der_K%C3%BCnstlichen_Intelligenz.pdf).
- DEUTSCHER ETHIKRAT (2023): Mensch und Maschine – Herausforderungen durch Künstliche Intelligenz. <https://www.ethikrat.org/fileadmin/Publikationen/Stellungnahmen/deutsch/stellungnahme-mensch-und-maschine.pdf>.
- FADEL, C., BLACK, A., TAYLOR, R., SLESINSKI, J. & DUNN, K. (2024): Bildung für das Zeitalter von KI. ZLL21 e.V. – Zentralstelle für Lehren und Lernen im 21. Jahrhundert.
- GRUND, J. & BROCK, A. (2022): Formale Bildung in Zeiten von Krisen – die Rolle von Nachhaltigkeit in Schule, Ausbildung und Hochschule. Kurzbericht des Nationalen Monitorings zu Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) auf Basis einer Befragung von > 3.000 jungen Menschen und Lehrkräften.
- HOLST, J., GRUND, J. & BROCK, A. (2024): Whole Institution Approach: Measurable and highly effective in empowering learners and educators for sustainability. Sustainability Science, 19, 1359 – 1376. <https://doi.org/10.1007/s11625-024-01506-5>.
- HOLST, J. (2023<sup>b</sup>): Towards Coherence on Sustainability in Education: A Systematic Review of Whole Institution Approaches. In: Sustainability Science, 18 (2), 1015 – 1030. <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01226-8>.
- KLAFKI, W. (1996): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Beltz Verlagsgruppe. <https://content-select.com/de/portal/media/view/519cc17f-bc44-4907-8439-253d5dbbeaba>.
- KMK – KULTUSMINISTERKONFERENZ (2018): Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung – EPA. <https://www.kmk.org/dokumentation-statistik/beschluesse-und-veroeffentlichungen/bildung-schule/allgemeine-bildung.html#%c1284>.
- KMK – KULTUSMINISTERKONFERENZ (2021): Lehren und Lernen in der digitalen Welt. [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2021/2021\\_12\\_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf).
- KMK – KULTUSMINISTERKONFERENZ (2024<sup>a</sup>): Empfehlung der Kultusministerkonferenz zur Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Schule. (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 13.06.2024). [https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2024/2024\\_06\\_13-BNE-Empfehlung.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_06_13-BNE-Empfehlung.pdf).
- KMK – KULTUSMINISTERKONFERENZ (2024<sup>b</sup>): Handlungsempfehlung für die Bildungsverwaltung zum Umgang mit Künstlicher Intelligenz in schulischen Bildungsprozessen (Beschluss der Bildungsministerkonferenz vom 10.10.2024). [https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2024/2024\\_10\\_10-Handlungsempfehlung-KI.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_10_10-Handlungsempfehlung-KI.pdf).
- KMK – KULTUSMINISTERKONFERENZ (2024<sup>c</sup>): Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe und Abiturprüfung (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.07.1972 i. d. F. vom 06.06.2024). [https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/1972/1972\\_07\\_07-VB-gymnasiale-Oberstufe-Abiturpruefung.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1972/1972_07_07-VB-gymnasiale-Oberstufe-Abiturpruefung.pdf).
- KMK – KULTUSMINISTERKONFERENZ, BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG & ENGAGEMENT GLOBAL (Hrsg.) (2016): Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. 2. Auflage, Cornelsen. [https://www.globaleslernen.de/sites/default/files/files/link-elements/orientierungsrahmen\\_fuer\\_den\\_lernbereich\\_globale\\_entwicklung\\_barrierefrei.pdf](https://www.globaleslernen.de/sites/default/files/files/link-elements/orientierungsrahmen_fuer_den_lernbereich_globale_entwicklung_barrierefrei.pdf).

- KRESS, D. (2021): Greenpeace Nachhaltigkeitsbarometer 2021 – Wir sind bereit und wollen endlich eine nachhaltige Zukunft! Greenpeace. [https://www.greenpeace.de/publikationen/20220513\\_GP\\_Nachhaltigkeitsbarometer\\_0.pdf](https://www.greenpeace.de/publikationen/20220513_GP_Nachhaltigkeitsbarometer_0.pdf).
- Liz Mohn Center (2023): Einstellungen und Sorgen der jungen Generation Deutschlands. <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/einstellungen-und-sorgen-der-jungen-generation-deutschlands-2023>.
- RAWORTH, K. (2018): Donut-Ökonomie. Hanser.
- RYCHEN, D.S. & SALGANIK, L.H. (Hrsg.) (2003): Key competencies for a successful life and a well-functioning society. Hogrefe & Huber.
- SCHLEER, C. & CALMBACH, M. (2022): Berufsorientierung Jugendlicher in Deutschland: Erwartungen, Sorgen und Bedarfe. Springer Fachmedien.
- SCHNETZER, S., HAMPEL, K. & HURRELMANN, K. (2024): Trendstudie Jugend in Deutschland. Verantwortung für die Zukunft? Ja Aber. Datajockey Verlag.
- SCHREIBER, J.-R. (2016): Kompetenzen, Themen, Anforderungen, Unterrichtsgestaltung und Curricula. In: KULTUSMINISTERKONFERENZ, BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG & ENGAGEMENT GLOBAL (Hrsg.), Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (S. 84 – 110). 2. Auflage, Cornelsen. [https://www.globaleslernen.de/sites/default/files/files/link-elements/orientierungsrahmen\\_fuer\\_den\\_lernbereich\\_globale\\_entwicklung\\_barrierefrei.pdf](https://www.globaleslernen.de/sites/default/files/files/link-elements/orientierungsrahmen_fuer_den_lernbereich_globale_entwicklung_barrierefrei.pdf).
- SCHREIBER, J.-R. (2025): Leitbilder, Kompetenzen und didaktische Konzepte. Cornelsen.
- STALDER, F. (2016): Kultur der Digitalität. Suhrkamp.
- TAUBE, D. (2022): Globalität lehren. Eine empirische Studie zu den handlungsleitenden Orientierungen von Lehrkräften im Umgang mit der sozialen Komplexität Weltgesellschaftlicher Themen. Waxmann.
- UMWELTBUNDESAMT (2021): Transformatives Lernen durch Engagement. Ein Handbuch für Kooperationsprojekte zwischen Schulen und außerschulischen Akteur\*innen im Kontext von Bildung für nachhaltige Entwicklung. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/final\\_hauptdok\\_uba\\_handbuch\\_transformatives\\_lernen\\_bfrei.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/final_hauptdok_uba_handbuch_transformatives_lernen_bfrei.pdf).
- UNESCO – UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (2021): Bildung für nachhaltige Entwicklung: Eine Roadmap. Deutsche UNESCO Kommission. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379488>.
- UNESCO – UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (2024<sup>a</sup>): AI competency framework for students. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-students>.
- UNESCO – UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (2024<sup>b</sup>): AI competency framework for teachers. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-teachers>.
- WEINERT, F.E. (2001): Concept of competence: A conceptual clarification. In: RYCHEN, D.S. & SALGANIK, L.H. (Hrsg.), Defining and selecting key competencies (S. 45 – 65). Hogrefe & Huber.

## Fachkapitel Chemie

Claudia Bohrmann-Linde, Ingo Eilks, Marco Hoffmann, Michael Linkwitz,  
Rebecca Grandrath

### 1 Verankerung von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) in Chemie

Der 2019 vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (VN) herausgegebene Global Chemicals Outlook II (UNEP 2019) zeigt, dass die Chemie direkt oder indirekt mit nahezu allen Nachhaltigkeitszielen der VN in der Agenda 2030 verbunden ist. Das Dokument betont in den Abschnitten 4.1 und 4.2 die Bedeutung einer grünen und nachhaltigen Chemie für mehr nachhaltige Entwicklung und den Umstand, dass sich chemiebezogene Bildung auf allen Ebenen dieses Themas annehmen soll – von der frühkindlichen Bildung und Primarstufe bis zum Life Long Learning –, darunter auch die gymnasiale Oberstufe. BNE und die Konzepte einer grünen und nachhaltigen Chemie sollten daher im Unterrichtsfach Chemie der gymnasialen Oberstufe als Leitlinie eine bedeutende Rolle spielen.

Zur Umsetzung von BNE in der Schule kann das Fach Chemie weit über die Betrachtung industrieller Prozesse hinaus einen spezifischen Beitrag durch seinen direkten Bezug zu Phänomenen und Prozessen in der natürlichen Umwelt leisten, z. B. den anthropogenen Einfluss auf den Klimawandel. BNE im Chemieunterricht soll auf die Entwicklung von Kompetenzen zur aktiven Gestaltung einer nachhaltigen Entwicklung unserer Welt abzielen. Dazu kann der Chemieunterricht zum einen grundlegendes Orientierungswissen liefern. So kann u. a. der Fokus auf die stofflichen Aspekte von Umweltsystemen (z. B. der Kohlenstoffkreislauf im Zusammenhang mit dem Klimawandel etc.) und auf durch Menschen steuerbare Stoffumwandlungen gerichtet werden. Damit wird z. B. ein fachlicher Beitrag zum Verständnis bzw. zur Planung von Recyclingprozessen oder Ressourcen- und Energieeinsparpotenzialen geleistet. Zum anderen wird die Entwicklung überfachlicher Schlüsselkompetenzen für nachhaltige Entwicklung bei den Lernenden durch den Chemieunterricht gefördert. Dies geschieht durch die Förderung der in den KMK-Bildungsstandards (KMK 2020) ausgewiesenen Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz, wenn konkrete Untersuchungen unter Nutzung von Experimenten und Modellen durchgeführt und diese Erkenntnisse kommuniziert sowie reflektiert werden. Dies erfolgt aber auch und teilweise darüber hinausgehend mit Bezug auf die drei Kompetenzbereiche des OR **Erkennen**, **Bewerten** und **Handeln** (Kap. 2 OR-FA), wenn aktuelle Entwicklungen in Chemie, Technik oder Umwelt über Medien erschlossen sowie individuelle und gesellschaftliche Handlungsoptionen mithilfe des Fachwissens werteorientiert analysiert werden. In diesem Zusammenhang sollten auch, wenn möglich, fachübergreifende Kooperationen, etwa mit der Biologie oder der Geographie, angestrebt werden, soweit das Kurssystem in der gymnasialen Oberstufe dies zulässt.

Das Fach Chemie wird an allgemeinbildenden Schulen, je nach Bundesland und Fächerzuschnitt, über etwa drei Schuljahre in der Sek I in der Regel als eigenständiges Schulfach unterrichtet. Auf der Basis der dort erworbenen Kompetenzen und in dem Verständnis von BNE als Leitlinie für den Unterricht können in der gymnasialen Oberstufe vertiefte und vernetzte Betrachtungen chemischer Sachverhalte, Prozesse und Interdependenzen vorgenommen werden. Im Sinn von Scientific Literacy sollen den Lernenden mündige Entscheidungsprozesse, sachgerechte Bewertungen

und das Erkennen von Handlungsoptionen mit dem Ziel einer nachhaltigen Lebensweise vertiefter ermöglicht werden, als dies in der Sek I möglich ist.

Dafür stellen die in den KMK-Standards im Fach Chemie für die allgemeine Hochschulreife und die in den darauf aufbauenden Bildungsplänen ausgewiesenen Inhalte und Kompetenzen das Grundgerüst dar. In dieses Gerüst müssen BNE-relevante Fragestellungen, Handlungs- und Aneignungsmuster eingebettet werden. Sie dienen dabei als Kontexte für das fachliche Lernen. In ihrer häufig nicht einseitig entscheidbaren Natur führen BNE-bezogene Lernsituationen zur Förderung von Kommunikations- und Bewertungskompetenz. Schließlich geht es dabei auch um die Frage, was die Chemie für eine nachhaltige Entwicklung leisten kann. Dabei sollen Interdependenzen zwischen technischen Entwicklungen, Verfahren und Anwendungsprodukten mit ökologischen, ökonomischen, sozialen und politischen Dimensionen verknüpft werden, wie im später vorgestellten Unterrichtsbeispiel zu Kunststoffen (Kap. 5 OR-FA) ersichtlich ist. Konkret benennt dies der Standard B13: „Die Lernenden beurteilen und bewerten Auswirkungen chemischer Produkte, Methoden, Verfahren und Erkenntnisse sowie des eigenen Handelns im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive.“ (KMK 2020; siehe auch das Leitbild nachhaltiger Entwicklung des OR in Kap. 3 OR-FA).

Über die KMK-Bildungsstandards sind insgesamt vier verpflichtende Inhaltsbereiche für den Chemieunterricht der Einführungs- und der Qualifikationsphase ausgewiesen. Diese bieten hervorragende Anknüpfungspunkte für BNE-Prozesse (Kap. 4 OR-FA). So kann z. B. im Inhaltsbereich 2.6.4 „Lebenswelt und Gesellschaft“ ein Verständnis für Zusammenhänge technischer Prozesse zur Rohstoffgewinnung und -verarbeitung gefördert werden. Gleiches gilt für deren mögliches Wechselwirken sowie für Möglichkeiten der Beeinflussung von Prozessen durch menschliches Handeln, z. B. mit Bezug zum Recycling.

Der Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung erfolgt im Chemieunterricht v. a. über Experimente. Durch das Experimentieren ist dem Chemieunterricht eine ausgesprochen handlungsorientierte Methodik immanent. Das eigene praktische Handeln kann das Selbstwirksamkeitserleben und die Bereitschaft zum eigenen Handeln stärken. Organisationsbedingt notwendige oder gezielt intendierte Gruppenarbeit fördert das soziale Miteinander, die Teamarbeit und die Aushandlung von Gruppenprozessen der Lernenden untereinander, was eine Basis für gelingende Partizipation bei der Bearbeitung gemeinsamer Herausforderungen schafft. Beim Experimentieren sind zudem reflektierte Entscheidungen bezüglich der Stoffauswahl, der eingesetzten Mengen an Substanzen, des Gefahrenpotenzials, der Entsorgung und Wiederverwertbarkeit von Stoffen notwendig, was ein Verständnis fördern kann, wie sich die Disziplin aktuell hin zu einer grünen und nachhaltigen Chemie verändert (LINKWITZ & EILKS 2019).

Der Weg der Erkenntnisgewinnung und insbesondere dessen Reflexion schaffen Verständnis für die Genese naturwissenschaftlich-technischer Theorien und Erkenntnisse und deren mögliche – bisweilen erst zeitversetzt antizipierbare – Folgen. Eine kritische Auseinandersetzung mit den Parametern, die den Erkenntnisweg bestimmen, kann Bewertungskompetenz im Sinn einer kritischen Reflexion und Stellungnahme bzw. der Beurteilung von Entwicklungsmaßnahmen fördern und damit die Basis für eine kritische Überprüfung von Informationen sowie die Formulierung kritischer Nachfragen zur Belastbarkeit von Aussagen in den Medien und im öffentlichen Diskurs schaffen (KMK 2020, S. 17 f.).

Ein besonderer Aspekt im Zusammenhang mit Chemieunterricht ist die Tatsache, dass hinter der Bezugsdisziplin Chemie eine für Deutschland bedeutsame, global vernetzte Industrie steht. Im Chemieunterricht können im Sinn der Förderung von BNE Informationen und entsprechende Zielkonflikte z. B. zu Arbeitsbedingungen, Rohstoffen, deren Gewinnung und Verkehrswegen, Produktionsprozessen und weltweit gespannten Lieferketten, zum Eintrag von Emissionen in die Umwelt und Recyclingverfahren sowie zur Öffentlichkeitsarbeit von Firmen eingeholt werden. Solche Betrachtungen fördern eine für BNE notwendige vielperspektivische Sichtweise und können zu einem kritischen Verbraucherverhalten beitragen. Teil dieser kritischen Betrachtung sollten auch Überlegungen sein, dass bzw. wie Innovationen in der chemischen Industrie bei der Verwirklichung von SDGs, z. B. bei Verfahren wie Carbon Capture and Storage zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Gehalts der Atmosphäre, eine wichtige Rolle spielen können (HOPF ET AL. 2016).

Konkret und systematisierend greifen neuere, mit BNE im Chemieunterricht assoziierte pädagogische Ansätze diese Gedanken auf. Hierzu haben BURMEISTER ET AL. (2012) vier Basismodelle einer Verbindung von Chemieunterricht und BNE identifiziert, die folgende Aspekte umfassen:

- die Veränderung experimenteller Praxis im Chemieunterricht angelehnt an die Ideen einer grünen und nachhaltigen Chemie, etwa durch Microscale-Versuche oder Versuche mit nicht toxischen oder weniger umweltgefährdenden Substanzen,
- die Erweiterung oder Neuausrichtung der fachlichen Inhalte hin zum Einbezug von Strategien einer grünen und nachhaltigen Chemie, etwa eine stärkere Berücksichtigung katalytischer und biotechnologischer Reaktionen oder Reaktionen initiiert durch Mikrowellen und Ultraschall,
- die Nutzung naturwissenschaftlich-gesellschaftlicher Herausforderungen zur Motivation des Lernens von Chemie, etwa Unterricht zu den planetaren Belastungsgrenzen, den Plastik- und Recyclingproblematiken oder einer zunehmend kritischen Rohstoffversorgung, und
- Aktivitäten des Chemieunterrichts als Teil der Schulentwicklung verstehen, etwa indem zu Aspekten der organisatorischen und infrastrukturellen Entwicklung im Rahmen eines Whole School Approach (WSA) beigetragen wird.

Die wissenschaftspropädeutische Zielsetzung des Unterrichts der gymnasialen Oberstufe und die Integration von BNE in das Fach Chemie lassen sich synergistisch verknüpfen, da sich auch die moderne Wissenschaft in interdisziplinären Zusammenhängen und in der Regel mit globalen Perspektiven in kooperativen Verbänden vollzieht. Multiperspektivische Sichtweisen begünstigen fachübergreifendes bzw. fächerverbindendes Arbeiten.

Lernende sollen im Zusammenhang mit der Förderung wissenschaftspropädeutischen Arbeitens u. a. eigenständig Recherchen zu (eingegrenzten) Themen mithilfe selbst zu wählender Quellen durchführen und ihre Rechercheergebnisse in einer wissenschaftlich adäquaten Form präsentieren. BNE führt dabei zu einem systemischen Erschließen von Themen. Dies setzt das Identifizieren interessengeleiteter Informationen und das Erkennen fachlich belastbarer und verkürzter, wenn nicht bewusst verfälschter Informationen voraus. Der Chemieunterricht leistet einen wesentlichen Beitrag zu einer kritischen Medienbildung hinsichtlich der Kommunikation chemiebezogener Sachverhalte, wenn etwa Informationen und deren Mittlerinnen bzw. Mittler in klassischen, digitalen und sozialen Medien hinterfragt werden. BNE im Chemieunterricht kann den Fokus auf Risikoabschätzungen bei der Nutzung bestimmter Stoffe, Umgang mit Unsicherheit bei chemisch-technischen Entwicklungen,

chemisch-ökologische Bewertungsmetriken oder Lebenszyklusanalysen bezogen auf chemische Produkte und Prozesse sowie deren Betrachtung und Nutzung in den Medien und der Öffentlichkeit richten. Derlei methodische Grundlagen sind bedeutende Voraussetzungen für Handlungsfähigkeit und das konkrete Handeln im Alltag, aber auch in vielen Berufen.

Der Einsatz digitaler Medien kann bei der Verknüpfung wissenschaftspropädeutischer Arbeitsweisen und der Integration von BNE einen substanziellen Beitrag leisten, sei es zur schnellen Daten- und Informationsbeschaffung, für die Fachkommunikation oder weltweit mögliche kooperative Arbeitsformen. Dies erleichtert auch den Zugang zu möglichen außerschulischen Kooperationspartnerinnen und -partnern, u. a. aus der Zivilgesellschaft. So lassen sich Vertreterinnen und Vertreter von Umweltverbänden, Politik oder der Industrie als Impulsgebende oder Informationsträgerinnen bzw. -träger für Einblicke in industrielle Verarbeitungsprozesse oder zu rechtlichen Rahmenbedingungen gewinnen. Es können lokale Partnerinnen und Partner einbezogen werden, etwa aus der lokalen Ver- und Entsorgungswirtschaft sowie kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). Für BNE im Chemieunterricht auch gut geeignet sind Projekte mit außerschulischen Bildungspartnerinnen bzw. -partnern, regionalen Umweltzentren und Nachhaltigkeitsinitiativen sowie Schülerlaboren.

## 2 Kompetenzorientierung

Der Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung (OR) formuliert die drei Kompetenzbereiche **Erkennen**, **Bewerten** und **Handeln** mit insgesamt elf Kernkompetenzen, die für alle Fächer maßgeblich sind. Erläuterungen zum zugrunde liegenden Kompetenzbegriff und Kompetenzmodell liefert Kapitel 5 des OR.

BNE-Kernkompetenzen, fachbezogene Teilkompetenzen und spezifische Unterrichtskompetenzen befinden sich auf unterschiedlichen didaktischen Ebenen, sind zunehmend konkret und beziehen sich aufeinander. Spezifische Unterrichtskompetenzen sind sehr konkrete, kontextgebundene Kompetenzen, die der Formulierung der Aufgabenstellung einer Unterrichtseinheit entsprechen und für die Lernenden gut erfassbar sind (sie formulieren sie mit). Sie spielen bei der Selbstbewertung der Lernenden eine wichtige Rolle. In den Folgekapiteln wird auf die spezifischen Unterrichtskompetenzen im Kontext des didaktischen Konzepts, der Beispielthemen, der Bewertung und des Unterrichtsbeispiels eingegangen.

An dieser Stelle werden tabellarisch Bezüge zwischen den BNE-Kernkompetenzen des OR und den für das Unterrichtsfach Chemie fachbezogenen Teilkompetenzen hergestellt sowie eine Verzahnung mit Kompetenzen der digitalen Bildung (KMK 2016) und Anknüpfungspunkte zu Empfehlungen zur Demokratie- und Menschenrechtsbildung (KMK 2018) abgeleitet. Die fachbezogenen Teilkompetenzen speisen sich aus den „Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife“ (KMK 2020) und umfassen Elemente der Sach-, Erkenntnisgewinnungs-, Kommunikations- und Bewertungskompetenz. Tabelle 5 inkludiert lediglich als zentral erachtete fachbezogene Teilkompetenzen, um Übersichtlichkeit und Zugänglichkeit zu wahren.

| **Tabelle 5:** Fachbezogene Teilkompetenzen

<b>Kernkompetenzen</b>	<b>Fachbezogene Teilkompetenzen</b> (Die Lernenden können ...)
<b>Erkennen – Die Lernenden können ...</b>	
<b>1. Informationsbeschaffung und -verarbeitung</b> ... hilfreiche Informationen zu Fragen der Globalisierung und Entwicklung beschaffen und themenbezogen verarbeiten.	1.1 ... Aussagen aus Presse und Medien zu Produkten der Chemie, z. B. Kosmetik, im Hinblick auf ihren chemischen Sachverhalt analysieren und unzutreffende Aussagen sachlich fundiert korrigieren.** 1.2 ... zu chemischen Sachverhalten, z. B. Pestiziden, zielgerichtet in analogen und digitalen Medien recherchieren und geeignete Quellen auswählen.*
<b>2. Erkennen von Vielfalt</b> ... die soziokulturelle und natürliche Vielfalt erkennen.	2.1 ... die Auswirkungen der Nutzung chemischer Produkte und Prozesse, z. B. bei der Gewinnung kritischer Metalle wie Cobalt, auf verschiedene Gesellschaften und die natürliche Vielfalt erkennen.
<b>3. Analyse des globalen Wandels</b> ... Globalisierungs- und Entwicklungsprozesse mithilfe des Leitbilds der nachhaltigen Entwicklung analysieren.	3.1 ... mithilfe des Leitbilds der nachhaltigen Entwicklung Auswirkungen menschlicher Eingriffe in die globalen Kreisläufe, z. B. den Phosphor- und Stickstoffkreislauf, und Stoffströme analysieren.
<b>4. Unterscheidung von Handlungsebenen</b> ... Handlungsebenen vom Individuum bis zur Weltebene in ihrer jeweiligen Funktion für Entwicklungsprozesse erkennen und darstellen.	4.1 ... in Entscheidungssituationen, z. B. beim Kauf digitaler Endgeräte, mit fachlichem Bezug individuelle und gesellschaftliche Handlungsoptionen erkennen. 4.2 ... wechselseitige Bezüge von lokalem und globalem Handeln im fachlichen Kontext der Chemie darstellen, z. B. beim Fracking.**
* Bezug zu Kompetenzen der Bildung in der digitalen Welt ** Bezug zu Empfehlungen zur Demokratie- und Menschenrechtsbildung	
<b>Bewerten – Die Lernenden können ...</b>	
<b>5. Perspektivenwechsel und Empathie</b> ... sich unterschiedliche Werteorientierungen in ihrer Bedeutung für Verhaltensweisen und Entscheidungen bewusst machen und reflektieren.	5.1 ... Auswirkungen chemischer Produkte, Methoden und Verfahren für sich selbst und für andere in historischen und aktuellen gesellschaftlichen Kontexten beurteilen und bewerten, z. B. bei der Nutzung fossiler Rohstoffe.**

<p><b>6. Kritische Reflexion und Stellungnahme</b></p> <p>... auf der Grundlage kritischer Reflexion zu Globalisierungs- und Entwicklungsfragen Stellung beziehen und sich dabei an der internationalen Konsensbildung, am Leitbild nachhaltiger Entwicklung und an den Menschenrechten orientieren.</p>	<p>6.1 ... Auswirkungen chemischer Produkte, Methoden, Verfahren und Erkenntnisse im Sinn einer nachhaltigen Entwicklung unter Berücksichtigung erkennbarer Zielkonflikte bewerten, z. B. im Zusammenhang mit Elektromobilität.</p>
<p><b>7. Beurteilen von Entwicklungsmaßnahmen</b></p> <p>... Ansätze zur Beurteilung von Maßnahmen zur Förderung nachhaltiger Entwicklung (bei uns und in anderen Teilen der Welt) unter Berücksichtigung unterschiedlicher Interessen und Rahmenbedingungen erarbeiten und zu eigenständigen Bewertungen kommen.</p>	<p>7.1 ... Entwicklungschancen auf der Basis chemischer Produkte und Prozesse unter Berücksichtigung lokaler und globaler Interessen und Rahmenbedingungen beurteilen und bewerten, z. B. im Zusammenhang mit der Ansiedelung chemischer Unternehmen.</p>
<p>* Bezug zu Kompetenzen der Bildung in der digitalen Welt  ** Bezug zu Empfehlungen zur Demokratie- und Menschenrechtsbildung</p>	
<p><b>Handeln – Die Lernenden können ...</b></p>	
<p><b>8. Solidarität und Mitverantwortung</b></p> <p>... Bereiche persönlicher Mitverantwortung für Mensch und Umwelt erkennen und als Herausforderung annehmen.</p>	<p>8.1 ... die Folgen eigenen (Nicht-)Handelns im Kontext des Einsatzes problematischer chemischer Produkte, wie z. B. Inhaltsstoffe in Kosmetika, einschätzen und eigene Handlungsoptionen entwickeln.</p> <p>8.2 ... die Verantwortung für ihren Umgang mit und die Entsorgung von Alltagschemikalien und Konsumgütern im unmittelbaren Lebensumfeld übernehmen sowie damit einhergehende Konsequenzen tragen, z. B. beim Konsum von Einwegplastik.**</p>
<p><b>9. Verständigung und Konfliktlösung</b></p> <p>... zur Überwindung soziokultureller und interessenbestimmter Barrieren in Kommunikation und durch Zusammenarbeit zu Konfliktlösungen beitragen.</p>	<p>9.1 ... chemische Sachverhalte sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien präsentieren.*</p> <p>9.2 ... sich konstruktiv über chemische Technologien/Produkte, wie z. B. Kunststoffe, und weitere Sachverhalte austauschen und gegebenenfalls den eigenen Standpunkt korrigieren.</p> <p>9.3 ... ihre Konfliktfähigkeit entwickeln und andere Meinungen zum Umgang mit chemischen Produkten und Technologien, z. B. im Zusammenhang mit alternativen Mobilitätskonzepten, kritisch hinterfragen und ggf. akzeptieren.**</p>

<p><b>10. Handlungsfähigkeit im globalen Wandel</b></p> <p>... die gesellschaftliche Handlungsfähigkeit im globalen Wandel vor allem im persönlichen und beruflichen Bereich durch Offenheit und Innovationsbereitschaft sowie durch eine angemessene Reduktion von Komplexität sichern und die Ungewissheit offener Situationen aushalten.</p>	<p>10.1 ... die Chancen und Risiken ausgewählter (zukunftsrelevanter) Technologien, z. B. E-Mobilität, Produkte und Verhaltensweisen fachlich beurteilen, Handlungsoptionen erkennen und diese auch hinsichtlich möglicher lokaler und globaler Auswirkungen bewerten.</p>
<p><b>11. Partizipation und Mitgestaltung</b></p> <p>... und sind aufgrund ihrer mündigen Entscheidung bereit, Ziele der nachhaltigen Entwicklung im privaten, schulischen, öffentlichen und beruflichen Bereich zu verfolgen und sich an deren Umsetzung auf gesellschaftlicher und politischer Ebene zu beteiligen.</p>	<p>11.1 ... mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen treffen, beispielsweise zum Konsum von Kosmetik oder zur Nutzung verschiedener Mobilitätskonzepte.</p> <p>11.2 ... sich in geeigneten analogen und digitalen Medien über Möglichkeiten der Teilhabe an chemiebezogenen Projekten (z. B. zur Plastikvermeidung an Schulen) zur nachhaltigen Entwicklung informieren und ihre Überzeugungen begründen.**</p> <p>11.3 ... sich digital vernetzen, um an weltweitem Wissensaustausch aktiv teilzuhaben und diese Erfahrung mit anderen zu teilen (z. B. Datenaustausch zum Klimawandel).*</p>
<p>* Bezug zu Kompetenzen der Bildung in der digitalen Welt  ** Bezug zu Empfehlungen zur Demokratie- und Menschenrechtsbildung</p>	

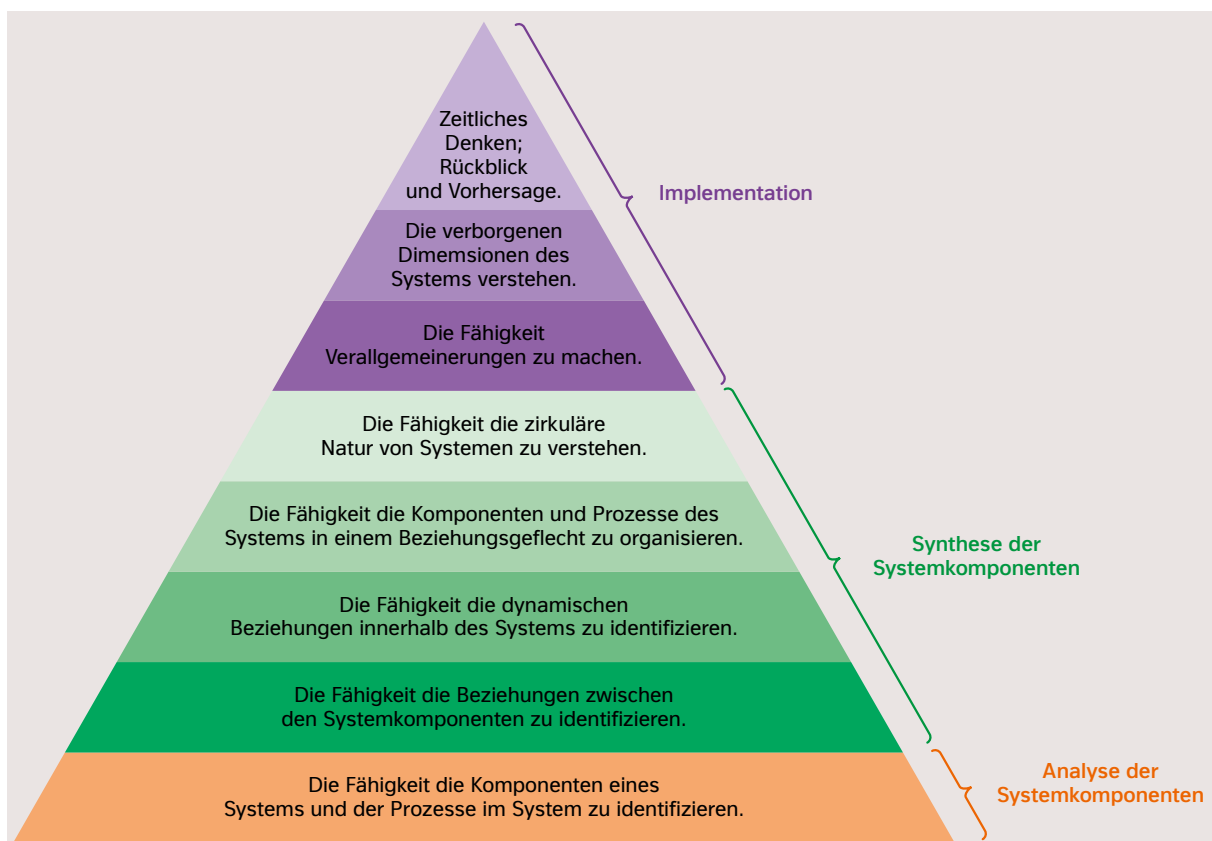
### 3 Didaktisches Konzept

Neben dem Experimentieren als bewährtem Grundelement des Chemieunterrichts weisen BNE-Lernangebote für die Oberstufe bestimmte Charakteristika auf, wie etwa die Analyse chemiebezogener Inhalte mithilfe des Leitbilds nachhaltiger Entwicklung, die Verknüpfung und Bedeutung von nachhaltiger Chemie mit und für Nachhaltigkeitsfragen, Einblicke in systemisches Denken und eine Erweiterung der Unterrichtsmethodik (siehe auch Kap. 5 des OR).

Ein handlungs- und diskussionsorientiertes Lernangebot kann im Chemieunterricht entlang von Experimenten der Lernenden geplant werden, die zur aktiven Teilhabe und zum Kompetenzerwerb anregen, damit das Lernen nicht in der Akkumulation „trägen Wissens“ mündet (DE HAAN ET AL. 2008). Fachliche Inhalte und Bewertungsfragestellungen werden dabei aus motivationalen und sinnstiftenden Gründen mit Bezug zur Alltags- und Lebenswelt der Lernenden und im Idealfall durch forschungsorientiertes Lernen wissenschaftspropädeutisch erschlossen (NERDEL 2017). Medieneinstellungen chemiebezogener Sachverhalte und Entwicklungen sollten in diesem Zusammenhang kritisch hinterfragt werden, was einen Beitrag zur kritischen Medienbildung und damit zur Demokratieerziehung leistet.

Mit der letztgenannten Verknüpfung wird dem Grundgedanken des systemischen Denkens entsprochen. Systemisches Denken bedeutet, komplexe Phänomene, Herausforderungen und Handlungen aus einer ganzheitlichen Perspektive zu betrachten – entgegen der im Chemieunterricht bisher häufigen Betrachtung isolierter Systeme und Reaktionen (ORGILL ET AL. 2019). Systeme als Ganzes sind oft anders zu verstehen, als es sich aus der Untersuchung der einzelnen Komponenten hätte erwarten lassen. Bildlicher für die Chemie gesprochen: Chemische Reaktionen stellen häufig nur einen kleinen Anteil eines gesamten Prozesses dar, sodass die Betrachtung von Abhängigkeiten und Wechselwirkungen mit ökologischen, sozialen, wirtschaftlichen und politischen Systemen für ein fundiertes Verstehen und Bewerten unabdingbar ist. Dieses Vorgehen entspricht der in der BNE grundlegenden Orientierung am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung (KMK ET AL. 2016, S. 87). Die Fähigkeit systemischen Denkens kann iterativ verbessert werden (Abbildung 6). Systemisches Denken und das damit gewonnene tiefere Verständnis ermöglichen Lernenden, den Herausforderungen zur Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft zu begegnen (MAHAFFY ET AL. 2018).

| **Abbildung 6:** Modellhafte Veranschaulichung systemischen Denkens (übersetzt aus ORGILL ET AL. 2019)



Einen praktischen Ansatz, systemisches Denken in den Chemieunterricht zu tragen, bilden eine Diskussion von Lebenszyklusanalysen und die Betrachtung von Entwicklungen in der Chemie hin zu mehr Nachhaltigkeit, etwa dargelegt in den Konzepten der grünen und nachhaltigen Chemie. Hier geht es um die Einschätzungen von Ressourcenverbrauch, aber auch Umweltauswirkungen, Wirtschaftlichkeit und Konsum. Es werden authentische Settings geschaffen, in denen verschiedene Aspekte von Nachhaltigkeit in den Blick kommen und Zielkonflikte offenbar werden (DE HAAN ET AL. 2008).

Die skizzierten Charakteristika führen auch zu einem stärker inklusiven Chemieunterricht, indem die Lernenden ihre unterschiedlichen Kompetenzen und Sichtweisen einbringen können. Der Ansatz eines **gemeinsamen Lernens** setzt auch ein **gemeinsames Experimentieren** voraus. Unter Berücksichtigung (und Förderung) der individuellen lern- und entwicklungsbedingten Potenziale der Lernenden können diese gemeinsam experimentieren, um sich handlungsorientiert mit den Inhalten der Chemie auseinanderzusetzen. So entsteht eine offene und lernendenzentrierte Lernatmosphäre, in der die Lernenden weitgehend selbstgesteuert lernen. Die Lehrkraft passt dabei die Experimentieraufbauten, Geräte oder Chemikalien und/oder die Sicherheitsmaßnahmen eines Experiments an die individuellen Voraussetzungen und Bedürfnisse der Lerngruppe an – etwa wenn motorische Einschränkungen oder nicht altersadäquates Regelverhalten Lernender erwartbar sind. Zum Gelingen des **gemeinsamen Experimentierens** tragen feste Strukturen und Routinen bei, die allen Lernenden Sicherheit geben (PAWLAK & GROSS 2020).

Experimente, z. B. zu BNE- und Umwelt-Themen, deren reale Durchführung aufgrund des Zeitaufwands oder der Gefährdung im Chemieunterricht nicht möglich ist, können durch ein Versuchsvideo ersetzt werden.<sup>1</sup> Werden sie nicht direkt durch die Lehrkraft in den Unterricht eingebunden, stehen diese Videos idealerweise nicht für sich, sondern sind in Lernumgebungen oder E-Books eingebettet. E-Books können durch integrierte Animationen, Videos und Simulationen (und Aufgaben) das interaktive und selbstgesteuerte Lernen der Lernenden fördern. Dabei ist die (modellhafte) Visualisierung von Vorgängen auf Teilchenebene besonders sinnvoll (SOMMER ET AL. 2018). Individuelle Lernprozesse werden dabei durch ein nicht lineares Vorgehen begünstigt (NERDEL 2017). Auditive und audiovisuelle Medien sprechen unterschiedliche Lerntypen an und können so beim Lernen helfen (CORNELIUS & BOHRMANN-LINDE 2022). Zudem kann Chemieunterricht durch Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) angereichert werden. So können mithilfe von AR beispielsweise die realen Experimente zur Lithium-Ionen-Batterie oder zu biologischen Brennstoffzellen mit der digitalen grafischen Information zur Ionenwanderung überblendet werden. VR hingegen bietet ein vollständig digitales Erleben, beispielsweise zur Vermeidung von Gefahren und Umweltbelastungen beim Experimentieren, und kann zur Erkundung chemischer Prozesse auf Teilchenebene genutzt werden (HUWER ET AL. 2022).

BNE sollte auch ein Umdenken hinsichtlich der Feedback- und Bewertungskultur im Chemieunterricht mit sich bringen, bei dem zugleich ein Monitoring von (BNE-) Unterrichtssituationen und die Stärkung der Selbstwirksamkeit von Lernenden als integrale Bestandteile von Unterricht verankert werden: Kontinuierliches, wertungsfreies Feedback, gleich ob zwischen Lernenden oder unter Einbezug einer Lehrkraft, zielt auf die Reflexion individueller Lernstände und Lernprozesse (BASTIAN 2015). Als Bewertungsgrundlage hingegen können zu verschiedenen Zeitpunkten im Unterrichtsgang Selbst- und Partnerevaluationen herangezogen werden (WILKENING 2013). Im Mittelpunkt eines Feedbacks sollten der individuelle Eindruck von (Lern-)Prozessen sowie Erfolge und das Befinden in unterrichtlichen Situationen stehen. Um den Optimismus und die Selbstwirksamkeit zu stärken, konzentriert sich Feedback auf den tatsächlichen Handlungsspielraum einer Person und es werden explizit (Lern-) Erfolge hervorgehoben (KRIEBS 2019). Insbesondere Feedback zwischen den Lernen-

<sup>1</sup> Eine frei zugängliche Videosammlung findet sich auf der Website der Wuppertaler Chemiedidaktik unter <https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/de/digitale-medien/videos-zu-klassischen-schulversuchen/>.

den als systematische Rückmeldung zu einem Lernprozess oder Lernprodukt kann gleichermaßen Reflexion und Partizipation fördern. Angelehnt an die BNE-Kompetenzbereiche **Erkennen**, **Bewerten** und **Handeln** sowie Kommunikation und einen individuellen Fokus könnte ein Fragebogen zur Begleitung einer Unterrichtseinheit „Kunststoffe“ wie in Tabelle 6 dargestellt gestaltet sein (siehe auch Kap. 5 des OR).

| **Tabelle 6:** Beispielhafter Feedbackbogen zum Einsatz im Chemieunterricht







Kompetenz	Merkmal	Ausprägung					
		-	o	+	++		
<b>Erkennen</b>	Ich kann Plastikarten anhand der Label erkennen, die Nutzungsdauer des Gegenstands einschätzen, Entsorgungs- und Recycling-Möglichkeiten zuordnen.						
<b>Bewerten</b>	Ich kann Vor- und Nachteile des Plastikkonsums abhängig von verschiedenen Nutzungsbereichen und Recycling-Möglichkeiten gegeneinander abwägen.						
<b>Handeln</b>	Ich kann Entscheidungen zum Plastikkonsum begründet äußern und dafür einstehen.						
<b>Kommunikation</b>	Ich kann mich konstruktiv an Diskussionen zum Plastikkonsum beteiligen.						
	Ich bin offen und lasse andere Meinungen zu.						
<b>Persönlicher Standpunkt</b>	Ich kann meine eigene Position zum Plastikkonsum argumentativ vertreten und Argumente fachlich fundiert vortragen.						
- trifft nicht zu		o trifft eher nicht zu		+ trifft eher zu		++ trifft zu	

Es geht aber nicht nur um einen veränderten Umgang mit Experimenten. Die Verankerung der Leitperspektive BNE in Lernumgebungen mit einer veränderten Feedbackkultur bedarf auch einer erweiterten Unterrichtsmethodik, um Argumentieren, Diskutieren, Bewerten und Handeln im Hinblick auf nachhaltige Entwicklung zu lernen. Rollen- und Planspiele, strukturierte Kontroversen, die Analyse von Alltagsmedien (auch digitaler Alltagsmedien und Social Media) führen dazu, dass die Lernenden Entscheidungsfindungsprozesse im Alltag und in der Gesellschaft verstehen, um dann auch an diesen teilhaben zu können. Zusätzlich bieten Darstellungen und Erarbeitungen von Lebenszyklusanalysen in vereinfachter Form eine Möglichkeit, nachhaltiges und systemisches Denken zu schulen. Dabei werden verschiedene Auswirkungen chemischer Produkte oder Prozesse gemeinsam dargestellt, gegeneinander abgewogen und reflektiert. Diese Auswirkungen beziehen sich auf die Umwelt, den Menschen, die Wirtschaft und eine zukunftsfähige Politik. So sollte deutlich werden, dass es bei BNE im Chemieunterricht nicht nur um ein Lernen von Chemie, sondern auch um ein Lernen über Chemie, d. h. ihre Möglichkeiten und Folgen, gehen muss. Demgemäß führt ein solcher Unterricht vom **Erkennen** von Fragestellungen im Alltag und den Medien über ein **Bewerten** der fachlichen Aspekte, der gesellschaftlichen Eingebundenheit und der Auswirkungen bis zu Optionen des **Handelns**, etwa beim persönlichen Konsum oder beim Engagement für oder gegen bestimmte Entwicklungen in Alltag und Gesellschaft.









## 4 Beispielthemen

Die aufgeführten Beispielthemen sind eine Auswahl unmittelbar an die Standardinhalte der Bildungspläne für das Fach Chemie anknüpfbarer nachhaltigkeitsbezogener Themen. Anhand dieser Beispielthemen lassen sich aktuelle gesellschaftsrelevante Fragen und Herausforderungen ansprechen, sodass sich Lernende damit auseinandersetzen, wie diesen Herausforderungen durch chemische Verfahren sowie Gegenstände chemischer Forschung und Entwicklung stückweise begegnet werden kann. In diesem Kontext können durch die Lernenden zudem entsprechende Handlungsoptionen entwickelt werden. Dabei lassen sich die ökonomische, ökologische, politische und soziale Dimension nachhaltiger Entwicklung mitadressieren. Je nach Ausgestaltung lassen sich die Unterrichtsvorhaben in allen Fällen mit den Kriterien zur Auswahl BNE-bezogener Themen verknüpfen (Kap. 5 des OR).

| **Tabelle 7:** Liste der Beispielthemen (Exemplarische Vorschläge für Beispielthemen zu den OR-Themenbereichen, die in Kap. 5.5 des OR ausführlicher beschrieben werden)

Themenbereiche	Beispielthemen
<p><b>1</b> Vielfalt der Werte, Kulturen und Lebensverhältnisse: Diversität und Inklusion</p>  	<p>Herstellung und Einsatz von Farben bzw. Farbstoffen, Holi-Feste (natürliche und synthetische Farbstoffe, Arten von Farbstoffen, Produktionsstätten und Arbeitsbedingungen bei der Produktion von Holi-Farbpulvern, Farbe und kulturelle Bedeutung, mögliche Einflüsse auf die Gesundheit, Feinstaub)</p> <p>Textilfasern – Textilindustrie (Herstellung und Recycling von Textilien, Transportwege)</p>
<p><b>4</b> Waren aus aller Welt: Produktion, Lieferketten, Handel und Konsum</p>  	<p>Stets erreichbar – Akkus für elektronische Endgeräte (Materialien, Gewinnung der Rohstoffe, Lebensdauern, E-Mobilität, Stromverbrauch individuell, lokal und global) (auch Themenbereich 12)</p> <p>„Der Pencil spart Papier?“ (Ökobilanzen, Herstellung der Materialien: Kunststoffe, elektronische Bauteile, Stromverbrauch, Kunststoffrecycling, Herstellung und Recycling von Papier)</p> <p>Medizinische Masken – woher und wohin (Kunststoffrecycling, Rohstoffe, Verkehrswege)</p> <p>Verantwortungsvoller Umgang mit Plastik (Herstellung, Rohstoffe, „Bio-“Kunststoffe, Abbaubarkeit, Recycling, Mikroplastik)</p> <p>Was macht einen Rohstoff eigentlich kritisch? Unterricht am Beispiel der Seltenerdmetalle</p>
<p><b>5</b> Landwirtschaft und Ernährung</p>  	<p>Zero Hunger – Phosphatrückgewinnung (Bezüge zur Herstellung und Verwendung von Düngemitteln, Kreislaufwirtschaft) (auch Themenbereich 9)</p> <p>Synthetische Pestizide oder pflanzliche Alternativen (Vergleich von Syntheseprodukten und pflanzlichen Stoffen, Gewinnung, Nutzung, Verbleib) (auch Themenbereich 9)</p>

Themenbereiche	Beispielthemen
<p><b>6</b> Gesundheit, Krankheit, Pandemien und One Health</p> 	<p>Wirkstoffe in Medizin und Körperpflege sowie Auswirkungen ihrer Nutzung auf die Umwelt</p> <p>Recycling von Elektroschrott – Auswirkungen nicht sachgerechter Produktentsorgung</p>
<p><b>8</b> Globalisierte Freizeit, Umwelt und Tourismus</p> 	<p>Urlaub dank Erdöl? – Gewinnung von Kraftstoffen aus fossilen oder nachwachsenden Rohstoffen</p> <p>Gewinnung elektrischer Energie für die globale Digitalisierung, z. B. für Online-Gaming, Streaming und die Nutzung sozialer Medien</p>
<p><b>9</b> Schutz und Nutzung natürlicher Ressourcen: Böden, Wasser und Weltmeere</p> 	<p>Wasserstoff: grün, grau, blau – was steckt dahinter? (Power-to-Gas-Verfahren kennenlernen)</p> <p>Fracking zur Gewinnung von Energieträgern? (Vergleich der Förderung verschiedener Energieträger)</p> <p>Künstliche Fotosynthese (Nutzung kostenlos verfügbaren Lichts zur Herstellung von Energieträgern, Speicherung von Energie in Form chemischer Substanzen)</p> <p>Kunststoffmüll und Mikroplastik</p> <p>Moderne Solarzellen durch organische Chemie</p>
<p><b>10</b> Chancen und Gefahren technologischen Fortschritts, Energiegewinnung, KI und Digitalisierung</p> 	<p>Carbon Capture and Storage (Herausforderungen des Einfangens von CO<sub>2</sub> und die verschiedenen Möglichkeiten der Speicherung kennenlernen)</p> <p>Rohstoffe auf CO<sub>2</sub>-Basis (Kreislaufwirtschaft)</p> <p>Was passiert mit dem Schul-iPad nach dem Lernen? (Elektroschrottreycling, Seltenerdmetalle, Gewinnung der Rohstoffe)</p> <p>Hoffnungsträger Energiespeichersysteme und moderne Alternativen in der Energienutzung, z. B. im Bereich der Leuchtmittel</p>
<p><b>11</b> Klimawandel, Verschmutzung und Biodiversitätsverlust</p> 	<p>Gekoppelte Gleichgewichte und die Versauerung der Meere</p> <p>Der Treibhauseffekt</p>
<p><b>12</b> Mobilität, Stadtentwicklung und Verkehr</p> 	<p>Teller oder Tank? Biokraftstoffe (Landnutzung, Synthesemöglichkeiten von Biokraftstoffen, mögliche Rohstoffe: Ölsaaten oder Lebensmittelabfälle, Subventionen) (auch Themenbereich 9)</p> <p>(Biologische) Brennstoffzellen – woher kommen die Brennstoffe? (Vergleich von BZ-Typen, Ökobilanzen, Wasserstoffquellen auch Bezüge zur E-Mobilität) (auch Themenbereich 9)</p>

Themenbereiche	Beispielthemen
<p><b>13</b> Globalisierung von Wirtschaft und Arbeit</p>  	<p>Erdgas als Rohstoff für Synthesen (Abhängigkeit von Förderländern, Transportwege)</p> <p>Gewinnung, Verarbeitung und Recycling von Aluminium (Abhängigkeit von Förderländern, Lieferketten)</p> <p>Gewinnung von Lithium für Batterien und Akkus (Umwelt-aspekte und Arbeitsbedingungen bei der Förderung)</p>
<p><b>15</b> Armut und soziale Sicherheit</p>  	<p>Kohlenhydrate, Proteine und Fette – Bausteine der Ernährung</p> <p>Slow Fashion – Zugang zu nachhaltig produzierter Kleidung</p>
<p><b>16</b> Frieden und Konflikt</p>  	<p>Die Ammoniaksynthese – Forschungsförderung im Angesicht des Kriegs</p> <p>Kritische Rohstoffe (z. B. Cobalt aus der DR Kongo)</p>
<p><b>21</b> Kommunikation im globalen Kontext</p>  	<p>Prestige und Ansehen von Chemie und chemischer Industrie (z. B. „Chemophobie“)</p>

#### 4.1 Umsetzung ausgewählter Beispielthemen

##### Unterrichtsskizze 1

**Titel:** Carbon Capture and Storage (CCS) – Maßnahmen zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Gehalts in der Atmosphäre

**Nachhaltiges Entwicklungsziel (SDGs):** 13

**OR-Themenbereiche:** 9 Schutz und Nutzung natürlicher Ressourcen, 10 Chancen und Gefahren des technologischen Fortschritts, Energiegewinnung, KI und Digitalisierung

**Kompetenzen** (Klammern verweisen auf die fachbezogenen Teilkompetenzen aus Kap. 2 OR-FA)

Die Lernenden können ...

- unter Nutzung ihres Vorwissens über gekoppelte Gleichgewichte den Einfluss der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen auf das globale Klima erläutern. (3.2)
- einen Zusammenhang zwischen den Beobachtungen beim Modellversuch zur Speicherung von CO<sub>2</sub> und dem CCS-Verfahren herstellen und die fachlichen Grundlagen zu CCS erklären. (2.1)

- sich in einem Rollenspiel bezüglich der Etablierung von CCS an bestimmten Standorten in unterschiedlich gelagerte Interessen eindenken, Zielkonflikte erkennen und Interessen gegeneinander abwägen. (7.1, 9.2)
- sich mit technologischen Verfahren zur Beeinflussung des Klimas am Beispiel Direct Air Capture kritisch auseinandersetzen. (1.1, 10.1)
- basierend auf der Nutzung eines CO<sub>2</sub>-Fußabdruckrechners eigene Handlungsoptionen als Beitrag zur Reduktion des anthropogenen CO<sub>2</sub>-Gehalts der Atmosphäre entwickeln und im eigenen Handeln umsetzen. (8.1, 11.1)

### **Zeitbedarf: ca. 6 – 8 Stunden**

Infolge des Klimawandels und extensiver Rodung sind CO<sub>2</sub>-Senken wie die Weltmeere oder der Regenwald weniger in der Lage, CO<sub>2</sub> zu binden. Technische Alternativen wie CCS oder die Nutzung von CO<sub>2</sub> als Rohstoff für chemische Synthesen werden als möglicher Ausweg aus dem Problem diskutiert. Die Unterrichtseinheit fokussiert insbesondere das Einfangen und chemische Binden von Kohlenstoffdioxid durch Einlagern in tiefe Erdschichten wie Kohleflöze.

Die Lernenden erschließen unter Anwendung ihres Vorwissens die klimabedingten Grenzen der Funktion von Meerwasser als CO<sub>2</sub>-Senke. Anhand eines Modellexperiments zu CCS, bei dem Kohlenstoffdioxid unter Druck an Aktivkohle adsorbiert wird, erarbeiten sie, dass CO<sub>2</sub> unter Druck in Kohleflöze eingepresst und dort gelagert werden kann, und setzen sich mit der Prozesskette aus Auffangen, Transport und Speicherung auseinander (KIESLING ET AL. 2023). Die Lernenden erkennen durch eine Recherche zu potenziellen Lagerstätten, dass nur wenige Regionen der Welt als solche geeignet sind. Durch ein Rollenspiel bezogen auf deutsche Lagerstätten verstehen die Lernenden, dass verschiedene Interessensgruppen CCS je unterschiedlich bewerten. Der Umgang mit Zielkonflikten kann daran gut geübt werden. Basierend auf einer Recherche zu CO<sub>2</sub>-Emittenten und zur Menge an CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland bzw. weltweit gelangen sie zu der Einsicht, dass CCS als alleinige Technologie nicht ausreicht. Am Beispiel des direkten Einfangens von CO<sub>2</sub> aus der Luft, des sogenannten Direct-Air-Capture-Verfahrens (DAC), setzen sich die Lernenden mit Climate Engineering auseinander und erkennen anhand eines Beispielprojekts der Firma Clime Works, dass technologische Innovationen allein nicht ausreichen, um den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre zu senken. Politische Steuerung kann den Ansatz zu einer Reduktion der Emissionen bieten. Nach der Ermittlung ihres eigenen CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks entwickeln die Lernenden Handlungsoptionen für ihr eigenes Verbrauchsverhalten und ihre Lebensführung als individuellen Beitrag zur Reduktion der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen (KIESLING ET AL. 2022).

## **Unterrichtsskizze 2**

**Titel: Grüne Chemie – von der Zuckerrübe zu abbaubaren Werkstoffen**

**Nachhaltige Entwicklungsziele (SDGs): 12, 13**

**OR-Themenbereiche: 9 Schutz und Nutzung natürlicher Ressourcen, 10 Chancen und Gefahren des technologischen Fortschritts, Energiegewinnung, KI und Digitalisierung, 11 Klimawandel, Verschmutzung und Biodiversitätsverlust**

**Kompetenzen** (Klammern verweisen auf die fachbezogenen Teilkompetenzen aus Kap. 2 OR-FA)

Die Lernenden können ...

- den Zusammenhang zwischen Nachhaltigkeit und grüner Chemie erläutern. (2.1)
- die zwölf Prinzipien der grünen Chemie und ihre Bedeutung erläutern. (2.1, 3.2)
- Aussagen zu Produkten der Organischen Chemie aus der Werbung und den Medien im Hinblick auf ihren chemischen Sachverhalt analysieren unzutreffende Aussagen sachlich fundiert korrigieren. (1.1)
- neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der biologisch abbaubaren Kunststoffe vorstellen und deren Eigenschaften beschreiben. (2.1, 6.1, 7.1)
- neue Syntheseverfahren und Prozesse vorstellen (z. B. auf dem Gebiet der Enzymatik, Mikrowellen- und Ultraschalltechnik) sowie deren Vor- und Nachteile aufzeigen. (3.2, 4.1, 6.1, 10.1)
- Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags und ihrer Anwendung aufzeigen, gewichten und begründet Stellung zu deren Einsatz beziehen. (4.1, 9.2, 10.1)
- an einem Beispiel Chancen und Risiken biologisch abbaubarer Werkstoffe bewerten. (1.1, 3.2, 4.1, 6.1, 7.1, 8.1)
- petrochemisch hergestellte Werkstoffe mit Biokunststoffen mittels Ökobilanzen und Lebenszyklusanalysen vergleichen und abschließend bewerten. (6.1, 7.1, 9.2)
- eigene Vor- und Einstellungen zu chemischen Produkten reflektieren und beim eigenen Konsumverhalten berücksichtigen. (4.1, 5.1, 6.1, 7.1, 8.1, 11.1)

#### **Zeitbedarf: Module à 2 – 4 Stunden**

Eines der bekanntesten Beispiele zur Umsetzung nachhaltiger Chemie ist das Konzept der Grünen Chemie (Green Chemistry) – ein Forschungszweig, der sich speziell der Erschließung umweltverträglicher, Abfall vermeidender, Material und Energie sparender sowie sicherer industrieller Prozesse und Produkte widmet (LINKWITZ & EILKS 2021). In der hier vorgestellten Unterrichtsreihe (LINKWITZ & EILKS 2019) werden die zwölf Prinzipien der Grünen Chemie an einem chemisch-technischen Prozess der Organischen Chemie verdeutlicht und theoretisch sowie experimentell thematisiert: Ausgehend von der Milchsäure, die aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden kann, wird die Synthese von Polymilchsäure (PLA) im Vergleich zu konventionellen Polymeren aus fossilen Rohstoffen diskutiert. Dabei kommen sowohl „grüne“ Schulversuche mit Enzymen, Mikrowelle und Ultraschall als auch Bewertungsmetriken wie Lebenszyklusanalysen zum Einsatz (ZOWADA ET AL. 2020). Der Biokunststoff PLA erlangt Relevanz vor dem Hintergrund der zunehmenden Bedeutung nachwachsender Rohstoffe. Mit dem Wissen, dass petrochemische Quellen in Zukunft versiegen werden, soll bei den Lernenden das Verantwortungsbewusstsein für Alternativen gefördert werden. Somit leistet die Unterrichtsreihe einen Beitrag zur BNE, nicht nur auf lokaler, sondern auch auf globaler Ebene. So wird die Grüne Chemie z. B. bei der Entwicklung von Biopestiziden in Südamerika genutzt. An dieser Stelle lassen sich aber auch mögliche Zielkonflikte erörtern, denn die Gewinnung nachwachsender Rohstoffe kann auch mit der Konkurrenz von Anbauflächen einhergehen. Insofern sollten auch biotechnologische Verfahren oder Recyclingverfahren zur Gewinnung von Rohstoffen von Biokunststoffen thematisiert werden. Die benannten Themen bieten im Unterricht zudem die Gelegenheit, mit Lernenden verschiedene Handlungsoptionen im Gebrauch und Kauf von Werkstoffen zu diskutieren.

Die Unterrichtsreihe kann modular aufgebaut werden und besteht aus mehreren möglichen Modulen zu den oben genannten Zielsetzungen. Die einzelnen Stunden jedes Moduls können unabhängig voneinander oder kontinuierlich aufeinanderfolgend unterrichtet werden. Dabei sollte die Einführung in die Grüne Chemie notwendigerweise als zentraler Baustein obligatorisch durchgeführt werden. Die folgenden Module können dann wahlweise unterrichtet werden. Viele typische Inhalte der Organischen Chemie aus den Kernlehrplänen werden durch die Reihe abgedeckt, lediglich der Blickwinkel durch den Fokus auf die Grüne Chemie verschiebt sich.

## 5 Unterrichtsbeispiel: Gutes Plastik – schlechtes Plastik

### 5.1 Einleitung

Kunststoffe gelten gemeinhin als Werkstoffe unserer Zeit. Seit der Erfindung der ersten Kunststoffe zu Beginn des 20. Jahrhunderts hat sich ihre Vielfalt und Verbreitung kontinuierlich weiterentwickelt. Aus vielen modernen Produkten und Einsatzbereichen, seien es Bau, Verkehr oder Telekommunikation, sind sie ebenso wenig wegzudenken wie aus unserem täglichen Umgang im Haushalt.

Insgesamt ist weitestgehend unstrittig, dass es gute Einsatzmöglichkeiten bei Kunststoffen gibt, etwa in der Medizin, bei Funktionsmaterialien, oder zur Gewichtsreduzierung im Transportsektor (VETTER & STORSBERG 2014). Auch wenig umstritten ist die langfristige Nutzung von Kunststoffen beispielsweise im Bausektor. Dem stehen die Nutzung von Kunststoffen im kurzlebigen Verbrauch, z. B. im Verpackungssektor, und die Umweltbelastung durch eine nicht sachgerechte Entsorgung oder unkontrollierte Einbringung von Plastik und Mikroplastik in die Umwelt mit ihren Auswirkungen etwa in den Meeren gegenüber (OTTE ET AL. 2020). So sind Herstellung und Nutzung von Kunststoffen auch zunehmend Teil der gesellschaftlichen und politischen Diskussion über unser Konsumverhalten. Kunststoffe bieten in ihrer Vielfalt enorme Vorteile, etwa durch ihre geringe Dichte, die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten und die Eröffnung vollständig neuer technologischer Entwicklungen (KOSMELLA & SCHMÄLZLIN 2007). Dem stehen ein entsprechender Ressourcenverbrauch und die damit einhergehende Umwelt- und ggf. auch Gesundheitsbelastungen gegenüber. So ist das Recycling von Kunststoffen zwar weit entwickelt, wird aber teilweise aus wirtschaftlichen Gründen in verschiedenen Ländern nicht hinreichend umgesetzt.

Daher bieten Kunststoffe vielfältigen Anlass, sich mit chemischen Stoffen, Produkten und Prozessen im Sinn einer BNE vieldimensional zu beschäftigen (BURMEISTER & EILKS 2011). Die Zieldimensionen des Orientierungsrahmens können hier leiten. Dort steht der unbestrittene Nutzen in Wirtschaft und Gesellschaft entsprechenden Beeinträchtigungen von Ressourcen und Umwelt entgegen, die zunehmend von der Politik reguliert werden, wie durch Vorgaben für Pfand- und Rücknahmesysteme, Nutzungseinschränkungen oder die Besteuerung kurzlebig oder nur einmalig genutzter Kunststoffprodukte.

Aber auch die Chemie arbeitet immer weiter an der Verbesserung von Kunststoffen, der Reduzierung möglicher Begleitschäden durch Zusätze und der Entwicklung von Alternativen bzw. alternativen Nutzungskonzepten. Die Entwicklung geht zu effek-

tiveren Technologien beim Recycling, zur Nutzung nachwachsender Rohstoffe für die Produktion oder zur Herstellung biologisch abbaubarer Kunststoffe (IWATA 2015).

Das ausführliche Unterrichtsbeispiel greift all diese Aspekte auf. So werden die Lernenden auf die Produktionsmengen und den dauerhaften Verbleib verschiedener Kunststoffarten aufmerksam gemacht und für damit einhergehende Umweltproblematiken sensibilisiert. Neben der Erarbeitung fachlicher Grundlagen zu Kunststoffen wird auch die spezifische Kompetenz der Lernenden gefördert, Eintragswege von Plastik in die terrestrische und aquatische Umwelt zu erkennen sowie Informationen zum Verbleib des Plastikmülls und mögliche Recyclingmethoden angeleitet zu beschaffen. Ausgehend von verschiedenen Gebrauchsgegenständen aus Kunststoffen werden die Eigenschaften der Kunststoffe erarbeitet, deren Einsatzbereiche (basierend auf den unterschiedlichen Eigenschaften) diskutiert sowie die Produktionsmengen und mögliche Substitutionspotenziale betrachtet. Zentral ist auch die Gegenüberstellung von Kunststoffen aus fossilen und nachwachsenden Rohstoffen. Hierbei werden verschiedene Synthesen von Polyestern aus fossilen wie nachwachsenden Rohstoffen aus dem Blickwinkel einer nachhaltigen Chemie verglichen und danach moderne Entwicklungen von Funktionsmaterialien, die für Hightechprodukte wie moderne, dezentral einsetzbare Energiewandler einsetzbar sind, betrachtet. Schließlich geht es auch um die Bewertung von Kunststoffprodukten und Kunststoffen im Vergleich und die Anregung, einen Aktionsplan zu entwickeln, wie kurzfristig genutzte mineralölbasierte Kunststoffprodukte vermieden oder die Recyclingquote erhöht werden kann.

Mit dem Unterrichtsbeispiel lassen sich je nach Schwerpunktlegung u. a. die folgenden SDGs adressieren: 3 Gesundheit und Wohlergehen, 9 Industrie, Innovation und Infrastruktur, 12 Nachhaltige/r Konsum und Produktion, 14 Leben unter Wasser, 15 Leben an Land. Zugleich bezieht sich das Unterrichtsbeispiel auf die folgenden OR-Themenbereiche: 1 Vielfalt der Werte, Kulturen und Lebensverhältnisse: Diversität und Inklusion, 4 Waren aus aller Welt: Produktion, Lieferketten, Handel und Konsum, 5 Landwirtschaft und Ernährung, 6 Gesundheit, Krankheit, Pandemien und One Health, 9 Schutz und Nutzung natürlicher Ressourcen: Böden, Wasser und Weltmeere, 10 Chancen und Gefahren des technologischen Fortschritts, Energiegewinnung, KI und Digitalisierung.

| **Tabelle 8:** Kompetenzraster

<b>Spezifische Kompetenzen</b> Die Lernenden ...	<b>Fachbezogene Teilkompetenzen (Kap. 2 OR-FA)</b>	<b>Unterrichtsbausteine (UB)</b>
erarbeiten theoretische Grundlagen zur Einteilung und zu Anwendungsbereichen von Kunststoffen anhand eines Informationstexts und begleitender Abbildungen.	1.1	1, 2, 4
dokumentieren den eigenen Umgang mit Einweg- und Mehrweg-Kunststoffen.	1.1	1
recherchieren anhand vorgegebener Leitfragen online zu ausgewählten Aspekten des Verbleibs von Kunststoffmüll und wählen geeignete Quellen aus.	1.2	1

<b>Spezifische Kompetenzen</b> Die Lernenden ...	<b>Fachbezogene Teilkompe- tenzen (Kap. 2 OR-FA)</b>	<b>Unterrichts- bausteine (UB)</b>
bereiten die Recherche-Ergebnisse zum Verbleib von Kunststoffmüll auf und präsentieren diese vor den anderen Lernenden.	9.1	1
recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht.	1.2	2–4
zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz.	4.1, 9.2, 10.1	2
reflektieren eigene Vor- und Einstellungen zur chemischen Industrie.	4.1, 5.2, 6.1, 7.1, 8.1, 11.1	2
formulieren Hypothesen zur Beeinflussung von Stoffkreisläufen (hier: biologischer Abbau von PLA).	3.2	3
stellen neue Materialien vor und beschreiben deren Eigenschaften.	9.1	3, 4
analysieren Aussagen zu Produkten der Organischen Chemie aus der Werbung und den Medien im Hinblick auf ihren chemischen Sachverhalt und korrigieren unzutreffende Aussagen sachlich fundiert.	1.1	3
stellen neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der biologisch abbaubaren Kunststoffe vor und beschreiben deren Eigenschaften.	2.1, 6.1, 7.1	3
zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz.	4.1, 9.2, 10.1	3–5
bewerten Chancen und Risiken biologisch abbaubarer Werkstoffe.	1.1, 3.2, 4.1, 6.1, 7.1, 8.1	3
vergleichen petrochemisch hergestellte Werkstoffe mit Biokunststoffen und bewerten diese abschließend.	6.1, 7.1, 9.2	3, 5
stellen neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der elektrisch leitfähigen Kunststoffe vor und beschreiben deren Eigenschaften.	2.1, 6.1, 7.1	4
erschließen Fachinhalte (hier die Funktionsweise von OPVs und OLEDs) anhand von Modellexperimenten und Animationen.	1.2	4
bewerten Chancen und Risiken von Energiewandlern auf der Basis elektrisch leitfähiger Kunststoffe mit Blick auf eine dezentrale Energieversorgung.	1.1, 3.2, 4.1, 6.1, 7.1, 8.1	4
betrachten Anwendungsprodukte aus Kunststoffen ganzheitlich, z. B. unter Berücksichtigung des Lebenszyklus, technischer Herstellungsprozesse und der Recyclingfähigkeit.	5.1, 6.1, 7.1, 8.2, 9.2	4, 5

Spezifische Kompetenzen Die Lernenden ...	Fachbezogene Teilkompe- tenzen (Kap. 2 OR-FA)	Unterrichts- bausteine (UB)
recherchieren anhand vorgegebener Leitfragen online zu ausgewählten Aspekten der Bewertung verschiedener Kunststoffe im Vergleich unter Berücksichtigung des Lebenszyklus und der Recyclingfähigkeit.	1.2	5
erkennen und bewerten die Bedeutung eines wichtigen Kunststoffprodukts im Rahmen verschiedener gesellschaftlicher Kontexte, lokaler und globaler Interessen und Rahmenbedingungen, tauschen sich über chemische Produkte aus und korrigieren ggf. ihren Standpunkt.	2.1, 5.1, 7.1, 9.2	5
erkennen in Entscheidungssituationen zur Verwendung von Kunststoffen individuelle und gesellschaftliche Handlungsoptionen.	4.1	6
können die Auswirkungen von Kunststoffprodukten im aktuellen gesellschaftlichen Kontext erkennen und Maßnahmen unter Berücksichtigung lokaler und globaler Interessen sowie Rahmenbedingungen beurteilen und bewerten und dabei die Verantwortung für ihren Umgang mit Kunststoffprodukten im unmittelbaren Lebensumfeld übernehmen.	5.1, 7.1, 8.2	6

## 5.2 Unterrichtsverlauf

Das angebotene Unterrichtsbeispiel (Umfang: 15 – 20 Stunden) ist modular aufgebaut und deckt einerseits die in den KMK-Standards formulierten Kompetenzen ab. Andererseits werden die BNE-bezogenen Kompetenzbereiche **Erkennen**, **Bewerten** und **Handeln** gefördert. Die Module können in der angebotenen Reihenfolge oder auch separat im Unterricht eingesetzt werden.

Unterrichtsbaustein 1 (Umfang: 2 Stunden) ist als Einstieg in die Unterrichtsreihe zu verstehen, weswegen zunächst BNE-Kernkompetenzen im Bereich **Erkennen** adressiert werden. Das übergeordnete Ziel des Unterrichtsbausteins besteht darin, die Lernenden auf die Produktionsmengen, den dauerhaften Verbleib verschiedener Kunststoffarten und Eintragswege von Plastik in die terrestrische und aquatische Umwelt aufmerksam zu machen sowie für einhergehende Umweltproblematiken zu sensibilisieren. Damit werden erste Grundlagen zum Aufbau von BNE-Kernkompetenzen im Bereich **Bewerten** und **Handeln** (UB 5 und 6) erworben. Der Einstieg erfolgt mit Bezug auf Verpackungsmüll aus Kunststoffen und auf lokale Unverpacktläden. Anhand einer Recherche zur Kunststoffentsorgung werden Zielkonflikte adressiert: Bislang führen wirtschaftliche Abwägungen dazu, Kunststoffmüll meist nach Transport in andere Länder auf Deponien zu lagern, z.B. in der Türkei oder Malaysia. In Deutschland anfallender Müll belastet demnach Ökosysteme weltweit sowie die Lebensqualität der Menschen vor Ort. Ganze Familien, die mitunter an oder auf Müllkippen leben, versuchen, ihr Überleben durch Sortieren und Verkauf zu sichern, wiederum andere Familien, die z.B. ihr Auskommen über Fischfang zu sichern versuchen, haben mit ausbleibendem Fang infolge der Vermüllung der Meere zu kämpfen. Mit Blick darauf kann auch die internationale soziale Gerechtigkeit adressiert werden.

Unterrichtsbaustein 2 (Umfang: 2 – 4 Stunden) thematisiert die Eigenschaften, Funktionen und die Bedeutung von Kunststoffen in unserer Gesellschaft. Der Einstieg in den UB 2 erfolgt über die Darstellung von Abfall aus Kunststoffen und die Formulierung inhärenter Fragen. Die Analyse des Problemgrunds leitet unmittelbar zur Frage nach den Eigenschaften von Kunststoffen über. Mit Bezug auf die eingeführte Klassifizierung in Thermoplaste, Elastomere und Duroplaste werden mittels Informationstexten sowie experimentell in einem Stationenlernen die Eigenschaften Dichte, Löslichkeit, Brenn- und Schmelzbarkeit erarbeitet und erklärt.

Eine Recherche zu Produktionsmengen und Einsatzgebieten trägt dazu bei, das Ausmaß des Einsatzes von Kunststoffen zu erkennen und die Lernenden für die davon ausgehenden Probleme zu sensibilisieren. In der abschließenden Phase werden die Einsatzgebiete (basierend auf den unterschiedlichen Eigenschaften) verschiedener Kunststoffe diskutiert sowie die Produktionsmengen und mögliche Substitutionspotenziale bewertet. Die Gegenüberstellung von traditionellen und „Bio“-Kunststoffen im Rahmen von BNE sowie die Thematisierung der Produktionsmengen und der Substitutionspotenziale schließen den Baustein schließlich ab.

Unterrichtsbaustein 3 (Umfang: 3–4 Stunden) stellt Kunststoffe aus fossilen und aus nachwachsenden Rohstoffen gegenüber. Mit dem Wissen, dass fossile Rohstoffe in Zukunft nicht mehr zur Verfügung stehen werden, soll bei den Lernenden Verantwortungsbewusstsein für Alternativen gefördert werden, in diesem Fall die Herstellung von Kunststoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. Bei der Suche nach Alternativen müssen auch Synthesewege betrachtet werden. In den Experimentalphasen werden verschiedene Synthesen von Polyestern aus fossilen wie nachwachsenden Rohstoffen durchgeführt und verglichen. Neben der klassischen säurekatalysierten Veresterung wird die Herstellung von PLA, einem Biokunststoff, mit Bezug auf die zwölf Prinzipien der Grünen Chemie in den Fokus genommen, wobei enzymatische und Mikrowellen-Synthesen zum Einsatz kommen. Es wird geklärt, dass PLA aus dem Monomer Milchsäure besteht, die wiederum aus Glucose gewonnen werden kann. Die Lernenden erkennen, dass Kunststoffe organische Werkstoffe sind, die durch chemische Synthese erzeugt oder durch Umwandlung von Naturprodukten gewonnen werden. Mithilfe eines Arbeitsblatts werden die biotechnologische Gewinnung von Milchsäure und die Synthese von PLA erarbeitet.

Die vielfach von Werbung und Presse beschriebene „Umweltfreundlichkeit“ von Produkten wie PLA kann Gegenstand einer kritischen Reflexion werden. Zudem soll den Lernenden bewusst werden, dass auch nachwachsende Rohstoffe integraler Bestandteil technischer Prozesse sein können und damit einen existenziellen Beitrag im Rahmen der Technisierung unserer Lebenswelt leisten.

Unterrichtsbaustein 4 (Umfang: 4–6 Stunden) fokussiert auf den Einsatz von Kunststoffen in innovativen Anwendungsgebieten. Die Lernenden lernen moderne Entwicklungen bei den Kunststoffen mit Bezug auf ihre Rolle bei Umweltschutz, Technik, Energiewende, moderne Mobilität und Wohnen sowie globale Herausforderungen kennen. Dabei wird deutlich, dass Kunststoffe nicht nur in hohen Tonnagen als meist nur kurzzeitig genutzte und oft als Wegwerfprodukte betrachtete Verpackungsmaterialien, sondern in deutlich kleineren, aber wirksamen Mengen in Hightechprodukten als Funktionsmaterialien eingesetzt werden können. Die ausgewählten Anwendungsprodukte OLED und OPV leisten einen Beitrag für energieeffiziente Beleuchtung und für die dezentrale Versorgung von Verbraucherinnen und Verbrauchern mit elektrischer Energie aus Sonnenlicht. OLEDs werden in Displays moderner Smartphones verbaut.

Grundlage für den Einsatz in den genannten Anwendungen ist die Klasse der leitfähigen Polymere, die von den Lernenden am Beispiel von Polypyrrol durch anodische Polymerisation experimentell erschlossen wird. Anschließend werden organische Modell-Leuchtdioden und Modell-Solarzellen zusammengesetzt und getestet. Eine anschließende Reflexions- und Diskussionsphase führt zu einer Berücksichtigung der Lebensdauer, der Reparierbarkeit und der Recyclingfähigkeit technischer Geräte (Stichwort „Elektroschrott“). Hinsichtlich globaler Bezüge bieten sich Recherchen zum Vergleich moderner Leuchtmittel – global verteilter Zugang zu elektrischem Strom –, zu verschiedenen Generationen von Solarzellen (z. B. siliziumbasierte Zellen, farbstoffsensibilisierte Zellen, OPVs), zu notwendigen Rohstoffen, technischen Herstellungsprozessen, lokalen Arbeitsbedingungen, Lieferketten und ebenfalls Lebensdauern und Recyclingmöglichkeiten an.

Mit Unterrichtsbaustein 5 (Umfang: 2 Stunden) wird der Kompetenzbereich **Bewerten** gefördert. Die Bewertung von Produkten und Prozessen ist ein wesentliches Element, um Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit einzuordnen. Im Baustein werden zwei Bewertungsaktivitäten realisiert. Die hier verwendete einfache Methode der Arbeit mit einem Ampelsystem, das entlang bestimmter Kriterien ein Produkt oder einen Prozess als gut, mittelmäßig oder weniger gut charakterisiert, wird konkret auf die Nutzung von Monobloc-Stühlen aus Polypropylen angewendet. Die getätigte Einschätzung wird dann in ein Spinnennetzdiagramm übertragen, wobei über die Ausfüllung des Spinnennetzes ein Eindruck zur Bewertung des Produkts gewonnen werden kann. In diesem Zusammenhang werden auch die Auswahl der Kriterien und ihre Formulierung mit den Lernenden kritisch diskutiert.

Der Einstieg kann über eine Reportage zum Monobloc geschehen. Dieser Beitrag beleuchtet die auch kulturelle und soziale Bedeutung dieses Kunststoffprodukts, das sich bislang weltweit etwa eine Milliarde Mal verkauft hat. Hieraus können verschiedene Fragen abgeleitet werden: Welchen Umwelteinfluss hat die Produktion einer Milliarde solcher Stühle? Welchen Einfluss hat die endgültige Verwertung des Produkts am Ende seiner Nutzung? Oder wie verhält es sich mit verschiedenen Kunststoffen im Vergleich? Es kann aber auch diskutiert werden, welche wirtschaftliche Bedeutung die günstige Verfügbarkeit solcher Kunststoffmöbel etwa für kleine Gastronomiebetriebe hat oder welche gesellschaftliche Bedeutung solche Stühle haben, wenn sie den einzigen bezahlbaren Zugang zu Sitzmöbeln darstellen. Zur anschließenden Bewertung des Einflusses auf Umwelt und Ressourcenverbrauch werden Daten aus einer Lebenszyklusanalyse zu den drei End-of-Life-Szenarien Deponierung, Verbrennung und Recycling angeboten.

Unterrichtsbaustein 6 (Umfang: 2 Stunden) zielt ab auf den Kompetenzbereich **Handeln**. Kunststoffe verantwortungsvoll zu nutzen, bedeutet, weniger verantwortbare Handlungen einzuschränken oder zu unterlassen. Bezogen auf den Konsum von Kunststoffprodukten heißt dies in erster Linie, die Nutzung nur kurzfristig gebrauchter Kunststoffprodukte zu verringern. Dies betrifft insbesondere mineralölbasierte Kunststoffprodukte, die nur einmal oder nur kurze Zeit genutzt werden und für die es umweltverträgliche Alternativen gibt, wenn nicht gänzlich auf sie verzichtet werden kann. Das größte Einsparpotenzial liegt bei Verpackungen und Einweggeschirr.

Am Ende der Unterrichtsreihe kann daher ein Aktionsplan entwickelt werden, wie kurzfristig genutzte mineralölbasierte Kunststoffprodukte vermieden oder die Recyclingquote erhöht werden kann. Maßnahmen hierzu wären u. a. eine dezidierte Analyse des Kunststoffkonsums der Lerngruppe, das Entwickeln einer Verringerungs- und

Vermeidungsstrategie, eine faktenbasierte Aufklärungskampagne in der Schule oder die Planung eines Aktionstags zur Kunststoffnutzung. Vorgeschlagen wird hier ein Vorgehen entlang der 1-2-4-alle-Methode, in der Lernende erst individuell reflektieren, ihre Gedanken dann im Tandem und in einer Vierergruppe teilen und weiter ausarbeiten, bevor die ganze Lerngruppe einen gemeinsamen Aktionsplan erstellt. Die Auseinandersetzung kann entlang von Leitfragen zu den Zielen, zum zeitlichen Verlauf, zu Maßnahmen, Verantwortlichkeiten, Indikatoren und einer Evaluation der Aktion angeleitet werden.

## 6 Literatur

### Wichtige KMK-Schriften zu dem Thema

- KMK – KULTUSMINISTERKONFERENZ (2020): Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.06.2020). [https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2020/2020\\_06\\_18-BildungsstandardsAHR\\_Chemie.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Chemie.pdf).
- KMK – KULTUSMINISTERKONFERENZ (2018): Demokratie als Ziel, Gegenstand und Praxis historisch-politischer Bildung und Erziehung in der Schule (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 06.03.2009 i. d. F. vom 11.10.2018). [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Beschluss\\_Demokratieerziehung.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Beschluss_Demokratieerziehung.pdf).
- KMK – KULTUSMINISTERKONFERENZ (2016): Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“ (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016 i. d. F. vom 07.12.2017). [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2016/2016\\_12\\_08-Bildung-in-der-digitalen-Welt.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2016/2016_12_08-Bildung-in-der-digitalen-Welt.pdf).
- KMK – KULTUSMINISTERKONFERENZ, BMZ – BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFTLICHE ZUSAMMENARBEIT UND ENTWICKLUNG & ENGAGEMENT GLOBAL (Hrsg.) (2016): Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Cornelsen. [https://ges.engagement-global.de/files/2\\_Mediathek/Mediathek\\_Microsites/OR-Schulprogramm/Downloads/Orientierungsrahmen/Orientierungsrahmen\\_fuer\\_den\\_Lernbereich\\_barrierefrei.pdf](https://ges.engagement-global.de/files/2_Mediathek/Mediathek_Microsites/OR-Schulprogramm/Downloads/Orientierungsrahmen/Orientierungsrahmen_fuer_den_Lernbereich_barrierefrei.pdf).

### Allgemeines Literaturverzeichnis

- BASTIAN, J. (2015): Schüler-Schüler-Feedback in der dialogorientierten Feedbackarbeit. In: BUHREN, C. G. (Hrsg.), Handbuch Feedback in der Schule (S. 231 – 248). Beltz.
- BURMEISTER, M., RAUCH, F. & EILKS, I. (2012): Bildung für Nachhaltige Entwicklung durch Chemieunterricht – Theorie und Praxis, Teil 1. In: Chemie & Schule, 27 (2), 17 – 21.
- BURMEISTER, M. & EILKS, I. (2011): Ist ein Bio-Kunststoff immer besser als PVC? Die Warentest-Methode und ein Beispiel aus dem Chemieunterricht. In: Praxis der Naturwissenschaften Chemie in der Schule, 50 (5), 33 – 36.
- CORNELIUS, S. & BOHRMANN-LINDE, C. (2022): Mit einem E-Book in die Organische Chemie starten. In: Nachrichten aus der Chemie, 70 (1), 34 – 36. <https://doi.org/10.1002/nadc.20224117593>.
- DE HAAN, G., KAMP, G., LERCH, A., MARTIGNON, L., MÜLLER-CHRIST, G. & NUTZINGER, H.-G. (2008): Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit. Grundlagen und schulpraktische Konsequenzen (Ethics of Science and Technology Assessment, Bd. 33). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-85492-0>.
- HOPF, H., KRIEF, A., MATLIN, S. A. & METHA, G. (2016): Die globale Verantwortung der Chemie. In: Nachrichten aus der Chemie, 64 (5), 547 – 548. <https://doi.org/10.1002/nadc.20164048006>.

- HUWER, J., SIOL, A. & EILKS, I. (2022): Seltene Erden & Co: Digitales Lernen im Unterricht, Schülerlabor und Lehrer\*innenbildung über die stofflichen Auswirkungen der zunehmenden Nutzung digitaler Medien. In: WESELEK, J., KOHLER, F. & SIEGMUND, A. (Hrsg.), *Bildung für nachhaltige Entwicklung und Digitalisierung – Beitrag für eine zukunftsorientierte Hochschulbildung* (S. 227 – 237). Springer Spektrum. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-65120-9\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-662-65120-9_19).
- IWATA, T. (2015): Biologisch abbaubare und biobasierte Polymere: die Perspektiven umweltfreundlicher Kunststoffe. In: *Angewandte Chemie*, 127 (11), 3254 – 3260. <https://doi.org/10.1002/ange.201410770>.
- KIESLING, E., VENZLAFF, J. & BOHRMANN-LINDE, C. (2023): BNE im Chemieunterricht – BNE als roter Faden durch die Schulchemie und Beispiel einer Lerneinheit zur Klimawirksamkeit von Kohlenstoffdioxid. In: *ChemKon*, 30 (3), 96 – 102. <https://doi.org/10.1002/ckon.202100039>.
- KIESLING, E., VENZLAFF, J. & BOHRMANN-LINDE, C. (2022): BNE im Chemieunterricht – von der Leitlinie BNE NRW zur exemplarischen Unterrichtseinbindung. In: *ChemKon*, 29 (S1), 239 – 245. <https://doi.org/10.1002/ckon.202200002>.
- KRIEBS, S. (2019): Resilienz in der Schule. Wie Kinder stark werden. Junfermann.
- KUSMELLA, H.-J., & SCHMÄLZLIN, K. (2007). Formgedächtniskunststoffe für die Medizin. In: *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule*, 56 (7), 6–10.
- LINKWITZ, M. & EILKS, I. (2021): Einführung in die Grüne Chemie – Von der Zuckerrübe bis zu biologisch abbaubaren Werkstoffen. In: *RAABits Chemie SII, II.C.46*, 1 – 45.
- LINKWITZ, M. & EILKS, I. (2019): Green Chemistry im Chemieunterricht – Umsetzung eines theoretischen Ansatzes in einem Unterrichtsgang zur nachhaltigen Chemie. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, (172), 19 – 23.
- MAHAFFY, P. G., KRIEF, A., HOPF, H., METHA, G. & MATLIN, S. A. (2018): Reorienting chemistry education through systems thinking. In the Classroom. In: *Nature Reviews | Chemistry*, (2), 1 – 3.
- NERDEL, C. (2017): *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53158-7>.
- ORGILL, M., YORK, S. & MACKELLAR, J. (2019): Introduction to Systems Thinking for the Chemistry Education Community. In: *Journal of Chemical Education*, 96 (12), 2720 – 2729. <https://10.1021/acs.jchemed.9b00169>.
- OTTE, L., NROCKHAGE, F., KREIENHOP, N., LUSMÖLLER, J. SCHMIDT, J., & BEEKEN, M. (2022): Eigenschaften, Entstehung und Verwendung von Mikroplastik. In: *Unterricht Chemie*, 31 (179), 20 – 27.
- PAWLAK, F. & GROSS, K. (2020): Das Experimentieren in inklusiven Lerngruppen (An-)Leiten lernen. Inklusive Bildung aus fachdidaktischer und fachwissenschaftlicher Perspektive. In: *k:ON – Kölner Online Journal für Lehrer\*innenbildung*, 2 (2), 214 – 232.
- SOMMER, K., WAMBACH-LAICHER, J. & PFEIFER, P. (2018): *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. Aulis.
- UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (2019): *Global Chemical Outlook II*. <https://www.unep.org/resources/report/global-chemicals-outlook-ii-legacies-innovative-solutions>.
- VETTER, L. & STORSBERG, J. (2014): Kunststoffe in der Medizin. In: *Praxis der Naturwissenschaften Chemie*, 63 (5), 5 – 11.
- WILKENING, M. (2013): *Selbst- und Partnerevaluation unter Schülern. Lernwege individualisieren – Kompetenzen steigern. Mit Online-Materialien*. Beltz.
- ZOWADA, C., LINKWITZ, M., SIOL, A. & EILKS, I. (2020): Nachhaltigkeit bewerten im Chemieunterricht. In: *Chemie konkret*, 27 (8), 365 – 372. <https://doi.org/10.1002/ckon.201900051>.

## Bildrechteverzeichnis

- S. 6    Abbildung 1: Raworth, K. (2018): Donut-Ökonomie (Übersetzung: C. Schrader). Modell der Donut-Ökonomie. Verfügbar unter: <https://www.oekocoaching.at/oeko-blog/donut-oekonomie>, lizenziert unter CC BY SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).
- S. 7:    Abbildung 2: Jörg-Robert Schreiber (2016): Leitbild der nachhaltigen Entwicklung, lizenziert von Engagement Global.
- S. 8:    Abbildung 3: Engagement Global (2025): Entwicklungsdimensionen und Zielkonflikte. Grafisch überarbeitet von Jörg-Robert Schreiber.
- S. 15:   Abbildung 4: Jörg-Robert Schreiber (2025): Kompetenzmodell des Orientierungsrahmen, lizenziert von Engagement Global.
- S. 24    Abbildung 5: Jorrit Holst (2025): Übersicht des Whole School Approach auf Basis von Holst (2023), übersetzt und leicht adaptiert nach Holst, Grund & Brock (2024).
- S. 35    Abbildung 6: MaryKay Orgill, Sarah York und Jennifer MacKellar (2019): Introduction to Systems Thinking for the Chemistry Education Community. In: Journal of Chemical Education 2019 96 (12), 2720 – 2729. DOI: 10.1021/acs.jchemed.9b00169. Modellhafte Veranschaulichung systemischen Denkens. Ins Deutsche übersetzt. Verfügbar unter: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.9b00169>, lizenziert unter ACS AuthorChoice ([https://pubs.acs.org/page/policy/authorchoice\\_termsofuse.html](https://pubs.acs.org/page/policy/authorchoice_termsofuse.html)).
- S. 38 f.    SDG-Icons: United Nations: Sustainable Development Goals icons. Verfügbar unter: <https://www.un.org/sustainabledevelopment>, lizenziert unter CC BY SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>). “The content of this publication has not been approved by the United Nations and does not reflect the views of the United Nations or its officials or Member States”.

## Impressum

Herausgeberin

**ENGAGEMENT  
GLOBAL** 

**ENGAGEMENT GLOBAL gGmbH**

[www.engagement-global.de](http://www.engagement-global.de), E-Mail: [info@engagement-global.de](mailto:info@engagement-global.de)

Friedrich-Ebert-Allee 40, D-53113 Bonn

Tel. +49 (0) 228 20717-0

Verlagsredaktion: Natascha Wendt

Layout: Alexandra Brand

Umschlagsgestaltung: BMZ

Lektorat: Martin Zimmermann

Abbildungen auf dem Umschlag: @ United Nations: Sustainable Development Goals

Im Auftrag von



Bundesministerium für  
wirtschaftliche Zusammenarbeit  
und Entwicklung

**Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit  
und Entwicklung**

[www.bmz.de](http://www.bmz.de), E-Mail: [poststelle@bmz.bund.de](mailto:poststelle@bmz.bund.de)

**Dienstszitz Bonn**

Postfach 12 03 22, D-53045 Bonn

Tel. +49 (0) 228 99 535-0

Fax +49 (0) 228 99 535-2500

**Dienstszitz Berlin**

Stresemannstraße 94, D-10963 Berlin

Tel. +49 (0) 30 18 535-0

Fax +49 (0) 30 18 535-2501



**KULTUSMINISTER  
KONFERENZ**

**Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder  
in der Bundesrepublik Deutschland**

[www.kmk.org](http://www.kmk.org), E-Mail: [poststelle@kmk.org](mailto:poststelle@kmk.org)

Taubenstraße 10, D-10117 Berlin

Postfach 11 03 42, D-10833 Berlin

Tel. +49 (0) 30 254 18-450

Fax +49 (0) 30 254 18-450

Autorinnen und Autoren des OR-Fachkapitels Chemie: Prof. Dr. Claudia Bohrmann-Linde, Prof. Dr. Ingo Eilks (beide Leitung); weitere Mitglieder: Dr. Rebecca Grandrath, Marco Hoffmann, Dr. Michael Linkwitz

Die jeweiligen Autorinnen und Autoren sind für den Inhalt allein verantwortlich. Die in der Publikation dargestellten Positionen geben nicht notwendigerweise den Standpunkt des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung wieder.

Die Webseiten Dritter, deren Internetadressen in diesem Werk angegeben sind, wurden vor Drucklegung sorgfältig geprüft. Der Verlag übernimmt keine Gewähr für die Aktualität und den Inhalt dieser Seiten oder solcher, die mit ihnen verlinkt sind.

Bitte zitieren Sie das Buch wie folgt:

„KMK/BMZ Orientierungsrahmen Globale Entwicklung – Bildung für nachhaltige Entwicklung in der gymnasialen Oberstufe. OR-Fachausgabe Chemie, herausgegeben von Engagement Global gGmbH, Bonn 2025“

© 2025 Engagement Global gGmbH, Bonn

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Es darf mit Zustimmung der Engagement Global gGmbH, Bonn, in ein Netzwerk eingestellt und öffentlich zugänglich gemacht werden.

Druck: Westermann Druck, Zwickau

ISBN 978-3-14-130380-3



Dieses Druckerzeugnis wurde mit dem Blauen Engel ausgezeichnet.