



ORIENTIERUNGSRAHMEN GLOBALE ENTWICKLUNG

Bildung für nachhaltige Entwicklung
in der gymnasialen Oberstufe

FACHAUSGABE INFORMATIK

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

OR-Fachausgabe Informatik

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 Informatik

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Verankerung von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) in Informatik | 28 |
| 2 | Kompetenzorientierung | 30 |
| 3 | Didaktisches Konzept | 33 |
| 4 | Beispielthemen | 38 |
| 5 | Unterrichtsbeispiel: Algenfarm – eine Greenfoot-Simulation im Sinn der BNE (für die Klassenstufen 10 – 13) | 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 Grauer¹

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^a). 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^a: 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


¹ 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-Amtscheffkonferenz 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.

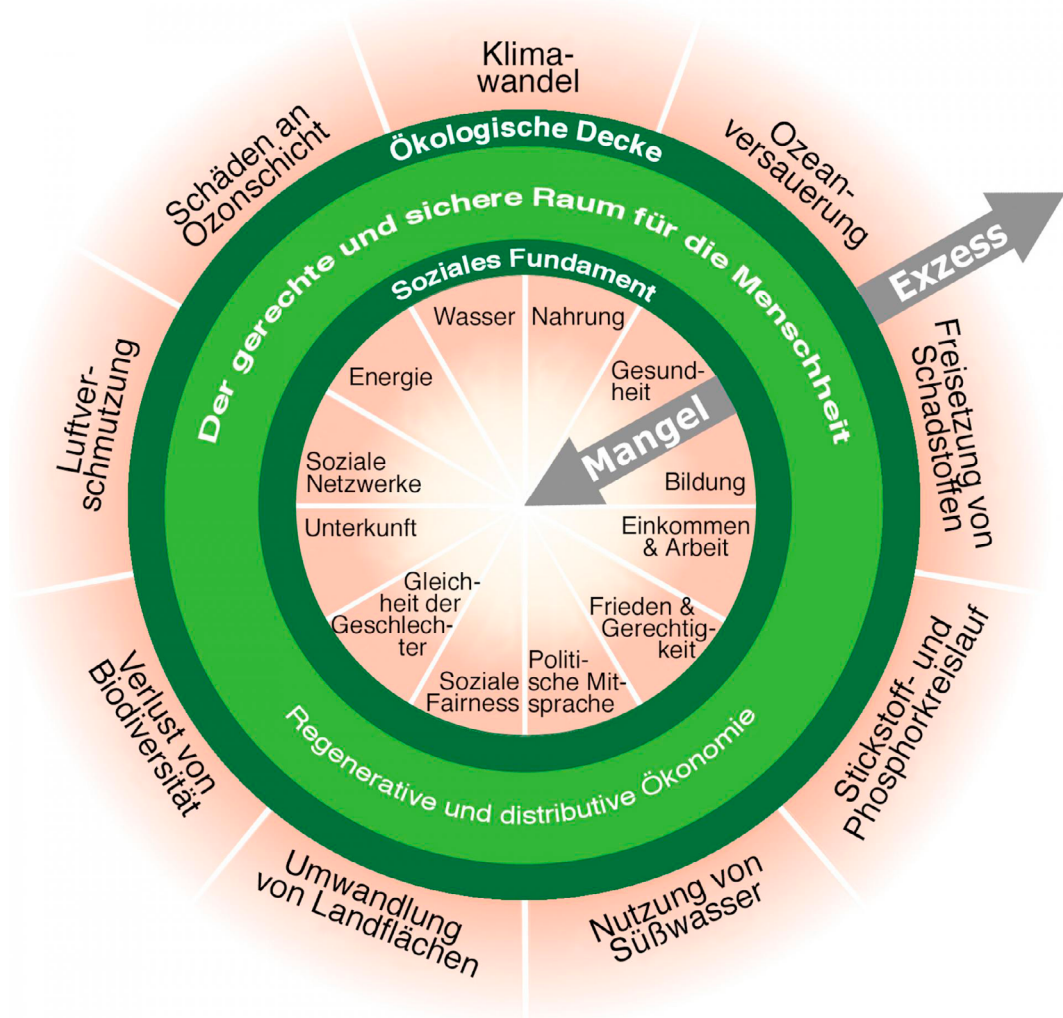
2 Orientierung am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung

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.

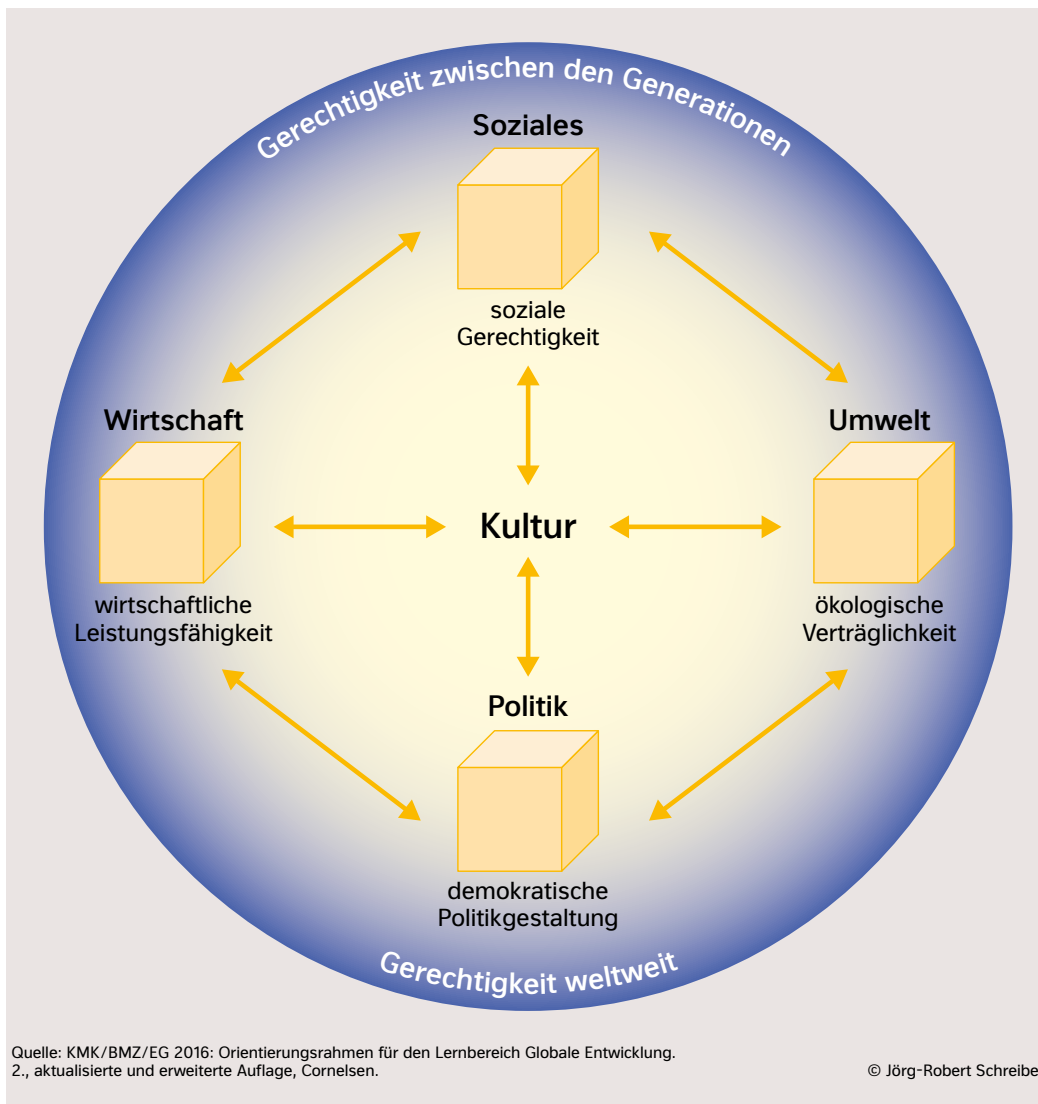
 **Kap. 1**
Langfassung
S. 24–57

| 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)

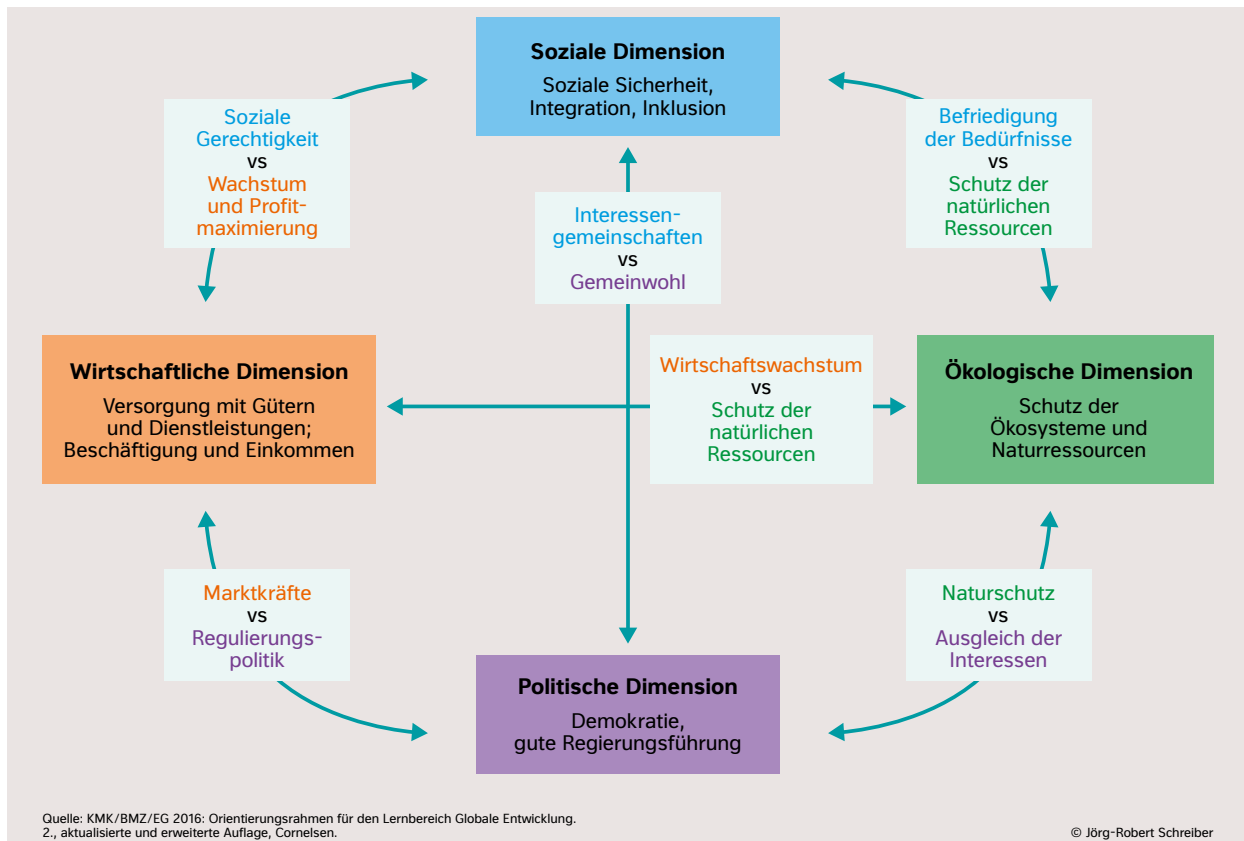


Im Nachhaltigkeitsverständnis des Orientierungsrahmens bewegen sich die jeweiligen Fragen in einem Spannungsfeld der vier Zieldimensionen

- 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^a).

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^a: 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 Digitalität² 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

² 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 „21st 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^b) 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^b: 7).

Für das Themenfeld KI nützlich sind zudem die KI-Kompetenzrahmen für Lehrende (UNESCO 2024^b) und für Lernende (UNESCO 2024^a) 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^c) (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.³ 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.

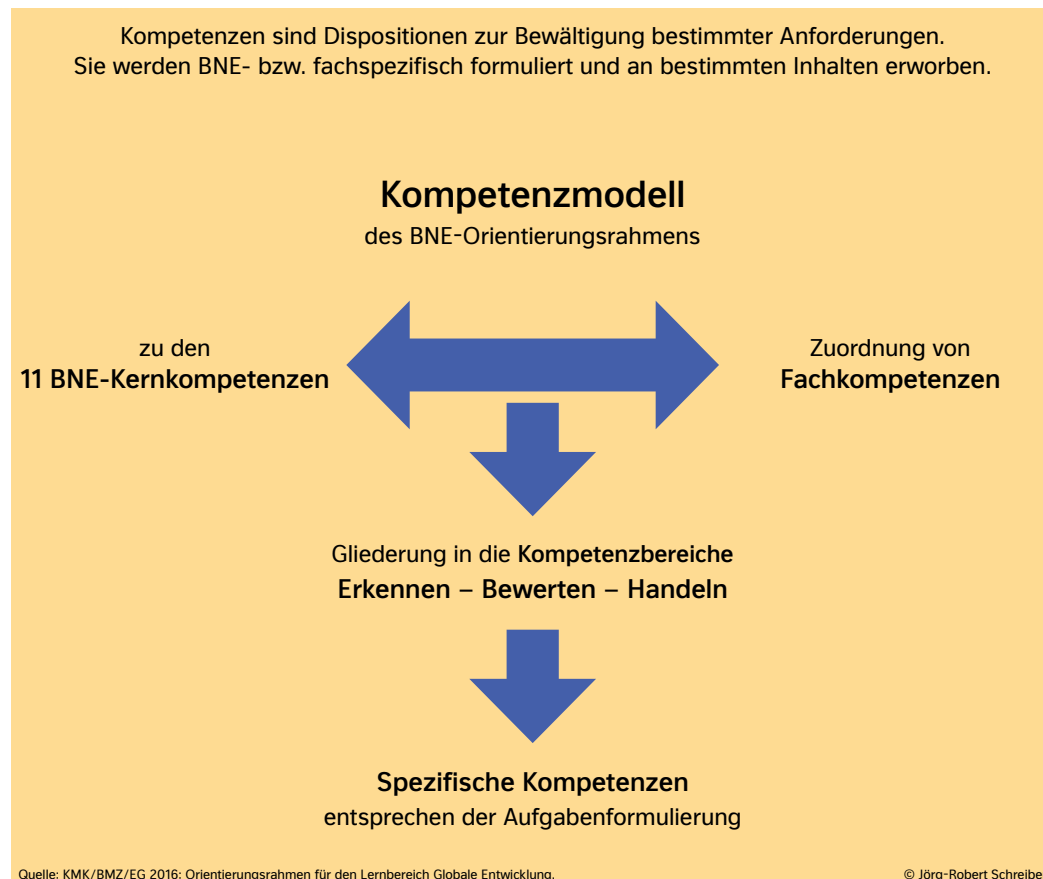
³ Das entspricht i. w. S. den Grundelementen des Konzepts der Gestaltungskompetenz (DE HAAN 2008).

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)

| Die Lernenden können (anhand von Beispielen)⁴ ... | |
|---|--|
| ERKENNEN | 1. Informationsbeschaffung und -verarbeitung ... hilfreiche Informationen zu Fragen der Globalisierung und Entwicklung ⁵ beschaffen und themenbezogen verarbeiten. |
| | 2. Erkennen von Vielfalt ... die soziokulturelle und natürliche Vielfalt erkennen. |
| | 3. Analyse des globalen Wandels ... Globalisierungs- und Entwicklungsprozesse mithilfe des Leitbilds der nachhaltigen Entwicklung analysieren. |
| | 4. Unterscheidung von Handlungsebenen ... Handlungsebenen vom Individuum bis zur Weltebene in ihrer jeweiligen Funktion für Entwicklungsprozesse erkennen und darstellen. |
| BEWERTEN | 5. Perspektivenwechsel und Empathie ... sich unterschiedliche Werteorientierungen in ihrer Bedeutung für Verhaltensweisen und Entscheidungen bewusst machen und reflektieren. |
| | 6. Kritische Reflexion und Stellungnahme ... 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. |
| | 7. Beurteilen von Entwicklungsmaßnahmen ... 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. |
| HANDELN | 8. Solidarität und Mitverantwortung ... Bereiche persönlicher Mitverantwortung für Mensch und Umwelt erkennen und als Herausforderung annehmen. |
| | 9. Verständigung und Konfliktlösung ... zur Überwindung soziokultureller und interessenbestimmter Barrieren in Kommunikation und durch Zusammenarbeit zu Konfliktlösungen beitragen. |
| | 10. Handlungsfähigkeit im globalen Wandel ... 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. |
| | 11. Partizipation und Mitgestaltung ... 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. |

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

⁵ 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-Themenbereiche⁶ und ihr Bezug zu den Nachhaltigkeitszielen der Agenda 2030 (aus OR für die gymnasiale Oberstufe, Kap. 5.5, S. 148)

| BNE-Themenbereiche | Vorrangig zugeordnete Nachhaltigkeitsziele der Agenda 2030 |
|--|--|
| 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 |

⁶ 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.

| BNE-Themenbereiche | Vorrangig zugeordnete Nachhaltigkeitsziele der Agenda 2030 |
|---|--|
| 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 |
|---|--|
| A Gesellschaftswissenschaftliches Aufgabenfeld | |
| 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 Sprachlich-literarisches Aufgabenfeld | |
| 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 |
| C Künstlerisches Aufgabenfeld und Sport | |
| 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 |
| D Mathematisch-informatisch-naturwissenschaftlich-technisches Aufgabenfeld | |
| 6.15 Mathematik | CO ₂ -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)⁷

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

⁷ 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 BNE⁸ 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^a) 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:

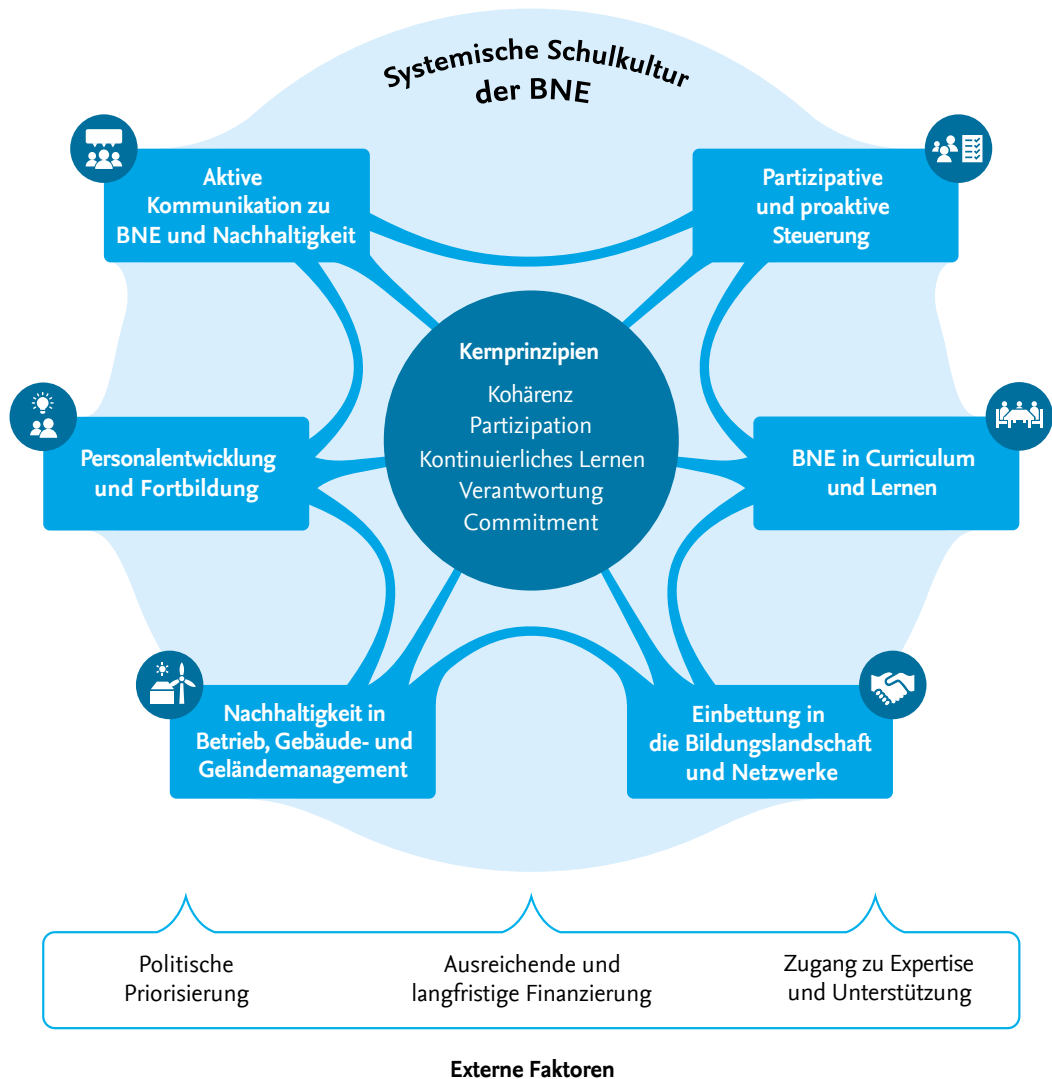
- das Schulmanagement sowie die proaktive und demokratische Steuerung und Qualitätsentwicklung als kontinuierlicher Verbesserungsprozess im Rahmen einer nachhaltigen Schulentwicklung,
- das Lernen und Lehren innerhalb und außerhalb des Unterrichts im gemeinsamen Lebensraum Schule,
- die aktive Einbettung 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

⁸ 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 Global⁹. 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.

⁹ 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.
- 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.
- 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^b): 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.
- KMK – KULTUSMINISTERKONFERENZ (2024^a): 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.
- KMK – KULTUSMINISTERKONFERENZ (2024^b): 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.
- KMK – KULTUSMINISTERKONFERENZ (2024^c): 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.
- 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.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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^a): 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^b): 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 Informatik

Ira Diethelm, Peer Stechert, Eva Kern, Lutz Hellmig, Bernd Fiedler, Jacqueline Anthes, Gerhard Röhner

1 Verankerung von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) in Informatik

Informatik ist die Wissenschaft von der theoretischen Analyse und Konzeption, der organisatorischen und technischen Gestaltung sowie der konkreten Realisierung komplexer Informatiksysteme. Unter einem Informatiksystem wird eine spezifische Zusammenstellung von Hardware-, Software- und Netzwerkkomponenten zur Lösung eines Anwendungsproblems durch die Verarbeitung von Information verstanden – einschließlich nicht technischer Aspekte, die sich durch die Einbettung in gesellschaftliche Kontexte ergeben (GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK 2016^a). Informatik hat daher neben mathematischen und ingenieurwissenschaftlichen auch gesellschafts-, geistes- und naturwissenschaftliche Züge (RÖHNER 2016) und ist prädestiniert, Fragen der BNE in einer digitalen Welt zu thematisieren (STECHERT ET AL. 2023).

Drei notwendige, zusammenwirkende Perspektiven, die für das Verständnis von Phänomenen in der digitalen Welt eingenommen werden müssen, beschreibt das Dagstuhl-Dreieck: die technologische Perspektive, die anwendungsbezogene Perspektive und die gesellschaftlich-kulturelle Perspektive (GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK 2016^b).

| **Abbildung 6:** Dagstuhl-Dreieck¹



Durch den didaktischen Ansatz der Phänomenorientierung, beispielsweise eingebunden in die didaktische Rekonstruktion oder Informatik im Kontext (Kap. 3 OR-FA), können in einer von Informatiksystemen durchzogenen Welt konkrete Phänomene mit BNE-Bezug informatisch analysiert werden. Dabei zeichnet sich ab, dass Informatik sowohl Ursache als auch Lösung für BNE-Problemstellungen sein kann (NIEBERT & GEUCHEN 2019). Beispielsweise trägt Informatik durch das Betreiben energie-

¹ Quelle: <https://charta-digitale-bildung.de/>.

intensiver Cloud-Systeme zur Datenverarbeitung und -speicherung wesentlich zu einem erhöhten Energieverbrauch bei, andererseits helfen informatische Konzepte, z. B. bei Smart Grids, Energieressourcen sparsamer einzusetzen und effizient zu verteilen, sofern Rebound-Effekte vermieden werden.

Der Beitrag des Fachs Informatik zu BNE in der gymnasialen Oberstufe kann u. a. aus den EPA für das Fach Informatik (KMK 2004) und den Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik „Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II“ (GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK 2016^a) abgeleitet werden. Aus Aktualitätsgründen wird sich im Folgenden auf die GI-Bildungsstandards Informatik bezogen, die sich in jeweils fünf Prozess- und Inhaltsbereiche gliedern: (1) Modellieren und Implementieren, (2) Darstellen und Interpretieren, (3) Kommunizieren und Kooperieren, (4) Strukturieren und Vernetzen sowie (5) Begründen und Bewerten beschreiben grundlegende Methoden des informatischen Denkens und Handelns. Diese werden durch die Verknüpfung mit den Inhaltsbereichen (1) Daten und Information, (2) Algorithmen, (3) Informatiksysteme, (4) Sprachen und Automaten und nicht zuletzt (5) Informatik, Mensch und Gesellschaft konkretisiert. In der gymnasialen Oberstufe wird insbesondere der Aspekt der Wissenschaftspropädeutik – auch im fachübergreifenden und profilbildenden Unterricht – berücksichtigt.

Die Inhalts- und Prozessbereiche der GI-Bildungsstandards benennen eine Reihe naheliegender Verbindungen zu BNE². Zum Beispiel lassen sich im Inhaltsbereich Algorithmen diese u. a. hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Teilhabe am gesellschaftlichen Diskurs (z. B. Filterblasen in sozialen Netzwerken und dadurch Bezüge zu Unterrichtsinhalten der Philosophie und Ethik) wie auch ihrer Energieeffizienz untersuchen. So sind heuristische Algorithmen oftmals besonders energieeffizient. Der Inhaltsbereich Informatiksysteme kann für Rohstoffbedarf, Lieferketten und die Notwendigkeit des Recyclings sensibilisieren, wodurch eine Zusammenarbeit mit Unterricht der Geisteswissenschaften möglich ist. Der Prozessbereich Modellieren und Implementieren in Kombination mit dem Prozessbereich Strukturieren und Vernetzen erlaubt durch die Gestaltung von Modellen und Simulationen die Veranschaulichung bedeutender Zusammenhänge und Vorhersagen über das Verhalten komplexer Systeme, deren Möglichkeiten sowie deren Grenzen. In den Inhaltsbereichen Information und Daten sowie Informatiksysteme können Fragen der IT-Sicherheit, z. B. Verschlüsselung und Netzwerksicherheit, betrachtet werden, die für eine demokratische Politikgestaltung wichtig sind und damit Anknüpfungsmöglichkeiten zu den Fächern Soziologie/Politik, Wirtschaft/Recht bieten. In diesen Bereichen können anhand aktueller Trends wie Big Data der Energiebedarf und die CO₂-Bilanz für die Speicherung und Verarbeitung von Daten in Rechenzentren thematisiert werden. Gewinnung, Verarbeitung, Auswertung und Darstellung von Daten tangieren ebenfalls Fragen der nachhaltigen Entwicklung und sind essenziell für die Sicherung der Datensouveränität mündiger Bürgerinnen und Bürger. Künstliche Intelligenz – als Querschnittsthema – hat neben einem hohen Bedarf an Daten und Energie sowie erwartbar weitreichenden Auswirkungen auf gesellschaftliche Diskurse auch ethische

² BNE orientiert sich im OR für die gymnasiale Oberstufe grundlegend an dem Konzept der starken Nachhaltigkeit (siehe Kap. 1.1 des OR). Hierbei bezieht sich der neue OR auf unterschiedliche Modelle und Leitbilder aus Nachhaltigkeitsdiskursen, darunter das vierdimensionale Leitbild der nachhaltigen Entwicklung (siehe Kap. 5.2 des OR), das Wedding-Cake-Modell (siehe Kap. 1.4.2 des OR) und das Modell der Donut-Ökonomie (siehe Kap. 1.4.2 des OR). Ersteres schließt auch die Bedeutung demokratischer Politikgestaltung (Good Governance) für die Erreichung von Nachhaltigkeitszielen ein. Die grafischen Darstellungen der Modelle heben unterschiedliche Aspekte und Prozesse nachhaltiger Entwicklung hervor. Sie werden in ihrer Aussagekraft und didaktischen Bedeutung für BNE in den einzelnen Kapiteln des OR für die gymnasiale Oberstufe als Orientierungshilfe beschrieben und eingesetzt.

und rechtliche Implikationen, sodass mit entsprechenden Fächern zusammengearbeitet werden kann (u. a. Naturwissenschaften, Politik, Wirtschaft, Ethik). So sind bei Entwurf, Herstellung, Betrieb und Verwendung von Informatiksystemen die unterschiedlichen Bedürfnisse und die Diversität der Menschen zu berücksichtigen (GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK 2018).

Der Inhaltsbereich Informatik, Mensch und Gesellschaft berührt in besonderer Weise Fragen der BNE: Hier werden – ausgehend von gesellschaftlich relevanten Fragestellungen oder eigenen Erfahrungen im Umgang mit Informatiksystemen – Wechselwirkungen zwischen Informatiksystemen und ihrer gesellschaftlichen Einbettung analysiert, z. B. positive Auswirkungen wie die einer verbesserten Gesundheitsversorgung in Afrika durch KI, aber auch ökologische Risiken durch Tiefseemineralien mit Hilfe von Unterwasser-Robotern. Eine Zusammenarbeit bspw. mit den Fächern Wirtschaft und Naturwissenschaften ist denkbar. Die Lernenden werden sich ihrer Verantwortung bei der Nutzung, Beschaffung, Administration und Entwicklung von Informatiksystemen bewusst. In Auseinandersetzung mit normativen, rechtlichen, ethischen und sozialen Aspekten entwickeln die Lernenden einen individuellen Orientierungsrahmen sowie Verantwortungsbewusstsein im Umgang mit moderner Informationstechnik. Sie reflektieren Entscheidungsfreiheiten im Umgang mit Informatiksystemen (Bezug zu Ethik), handeln in Übereinstimmung mit gesellschaftlichen Normen und reagieren angemessen auf Risiken bei der Nutzung von Informatiksystemen.

Damit korrespondiert dieser Inhaltsbereich mit der gesellschaftlich-kulturellen Perspektive des Dagstuhl-Dreiecks (siehe Abbildung 6, S. 28), das die Anforderungen an die (auch und vor allem informatische) Bildung in der digitalisierten Welt beschreibt.

2 Kompetenzorientierung

Die im Folgenden dargestellten fachbezogenen Teilkompetenzen nehmen Bezug auf die Bildungsstandards Informatik für die Sek II der Gesellschaft für Informatik und auf den Gemeinsamen Referenzrahmen Informatik (GeRRI) (MNU & GI 2020) als Koproduktion der Gesellschaft für Informatik und des MNU – Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts. Sie stellen eine Brücke dar zwischen den Kernkompetenzen des Lernbereichs Globale Entwicklung (KMK 2016) und den GI-Bildungsstandards bzw. dem GeRRI. Zusätzlich wurde das von Engagement Global herausgegebene Diskussionspapier zur wechselseitigen Ergänzung von BNE und digitaler Bildung im Bereich Schule berücksichtigt (ENGAGEMENT GLOBAL 2018).

Das Fach Informatik kann durch informatische Kompetenzen zu allen Kernkompetenzen des OR einen Beitrag leisten. Da dies für alle Unterrichtsfächer gleichermaßen gilt, können die elf Kernkompetenzen durch das Zusammenwirken aller Unterrichtsfächer in der schulischen Bildung erreicht werden.

Dies gilt für den BNE-Kompetenzbereich **Handeln** in besonderer Weise: Guter Informatikunterricht über die Gestaltung von Informatiksystemen für die Lösung von Problemen beinhaltet notwendigerweise eine kreative und konstruktive Komponente. Mit der informatischen Gestaltungs- und Handlungsfähigkeit ist eine wichtige Voraussetzung erfüllt, um Probleme der nachhaltigen Entwicklung in der digital geprägten Welt mit Mitteln der Informatik lösen zu können. Datensparsamkeit, effizient und ressourcenschonend arbeitende Algorithmen, Wiederverwendbarkeit und freie Verfügbarkeit informatischer Ressourcen (Stichwort: Open Source) oder das

automatisierte Monitoring relevanter Parameter der nachhaltigen Entwicklung seien hierfür als ausgewählte Handlungsfelder genannt. In Bezug auf autoritäre Regime kann sich zudem mit den Chancen und Risiken digitaler Technologien auseinandergesetzt werden.

| **Tabelle 5:** Fachbezogene Teilkompetenzen

| Kernkompetenzen | Fachbezogene Teilkompetenzen (Die Lernenden können ...) |
|---|---|
| Erkennen – Die Lernenden können ... | |
| 1. Informationsbeschaffung und -verarbeitung ... hilfreiche Informationen zu Fragen der Globalisierung und Entwicklung beschaffen und themenbezogen verarbeiten. | 1.1 ... Suchstrategien für die Internetrecherche zu einer informatischen Fragestellung anwenden und die Suchergebnisse organisieren. 1.2 ... in öffentlich zugänglichen Datenbanken auch unter Zuhilfenahme einer Datenbanksprache zielgerichtet recherchieren und die Ergebnisse automatisiert weiterverarbeiten. (ID-GEA-7) 1.3 ... Rechercheergebnisse überprüfen, nach Relevanz und Eignung auswerten und mit geeigneten Werkzeugen problemorientiert visualisieren. (DI-II-5) |
| 2. Erkennen von Vielfalt ... die soziokulturelle und natürliche Vielfalt erkennen. | 2.1 ... die Eignung informatischer Standards (z. B. Unicode, TCP, ODF) für den weltweiten Austausch erkennen und sie für digitale Kommunikation und Kooperation nutzen. (KK-II-2) 2.2 ... erkennen, dass KI Algorithmen verwendet, um komplexe Muster in Daten zu erkennen und zu analysieren. 2.3 ... Veränderungen in der soziokulturellen Entwicklung durch die Digitalisierung erkennen sowie Chancen und Risiken digitaler Systeme für Bereiche der Nachhaltigkeit und globaler Gerechtigkeit beschreiben. (IMG-GEA-1) |
| 3. Analyse des globalen Wandels ... Globalisierungs- und Entwicklungsprozesse mithilfe des Leitbilds der nachhaltigen Entwicklung analysieren. | 3.1 ... die Wechselwirkung zwischen Digitalisierung sowie Globalisierungs- und Entwicklungsprozessen analysieren und reflektieren, auch hinsichtlich Internetsensur und Desinformation. (IMG-GEA-4) 3.2 ... ein Simulationsprogramm zu einem ökologischen, sozialen, ökonomischen oder politischen Problem analysieren, modellieren, implementieren oder erweitern, um damit eine nachhaltige Fragestellung zu untersuchen. (MI-II-2) 3.3 ... Algorithmen und verwendete Informatiksysteme hinsichtlich ihres Ressourcenbedarfs analysieren. (MI-III-2) |
| 4. Unterscheidung von Handlungsebenen ... Handlungsebenen vom Individuum bis zur Weltebene in ihrer jeweiligen Funktion für Entwicklungsprozesse erkennen und darstellen. | 4.1 ... individuelle Möglichkeiten zur Gestaltung eines Informatiksystems erkennen und beschreiben. (IS-GEA-2) 4.2 ... Anwendungsszenarien regionaler, nationaler und globaler Informatiksysteme analysieren und darin informatische Wirkprinzipien erkennen. (IS-GEA-5) 4.3 ... die Auswirkung digitaler Entwicklungsprozesse auf lokaler, nationaler und globaler Ebene erkennen und deren informatische Grundlagen beschreiben. |

| Bewerten – Die Lernenden können ... | |
|---|---|
| <p>5. Perspektivenwechsel und Empathie</p> <p>... sich unterschiedliche Werteorientierungen in ihrer Bedeutung für Verhaltensweisen und Entscheidungen bewusst machen und reflektieren.</p> | <p>5.1 ... ihre eigene digitale Lebensgestaltung reflektieren und hinsichtlich der damit verbundenen Ressourcennutzung auf lokaler und globaler Ebene bewusst machen. (IMG-GEA-6)</p> <p>5.2 ... Informatiksysteme unter fachlichen, ethischen, ökologischen, ökonomischen und rechtlichen Aspekten aus eigener und fremder Perspektive unter besonderer Berücksichtigung der zugrunde liegenden Daten bei KI bewerten. (BB-II-4)</p> <p>5.3 ... aus einem gemeinsamen Arbeitsprozess und dessen Ergebnissen Schlussfolgerungen für das eigene zukünftige Handeln ziehen. (BB-III-3)</p> |
| <p>6. Kritische Reflexion und Stellungnahme</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 ... anhand von Darstellungen (z.B. Simulationen, Grafiken, Videos, Texten) den Einfluss der Digitalisierung auf Globalisierungs-, Gerechtigkeits- und Entwicklungsfragen kritisch reflektieren und begründen.</p> <p>6.2 ... digitale Entwicklungsprozesse im Hinblick auf Datenschutz, Datensicherheit, Menschenrechte und informationelle Selbstbestimmung beurteilen. (IS-GEA-5)</p> <p>6.3 ... die Struktur sozialer Netzwerke und algorithmischer Entscheidungsprozesse (z.B. Ranking von Suchergebnissen, Werbung) analysieren, verstehen und zu deren Chancen, Risiken und Auswirkungen kritisch Stellung beziehen. (BB-III-2 oder SV-II-2)</p> |
| <p>7. Beurteilen von Entwicklungsmaßnahmen</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 ... unterschiedliche Digitalisierungsansätze (z. B. Internetzugang, mobile Bezahlssysteme, Kommunikation, Gesundheit, Internet der Dinge, Industrie 4.0, Big Data) vergleichen und kriterienbezogen beurteilen.</p> <p>7.2 ... Darstellungen konkreter digitaler Entwicklungsmaßnahmen interpretieren und nach fachlichen und nutzungsrelevanten Kriterien bewerten. (DI-III-2)</p> <p>7.3 ... die Bedeutung digitaler Technologien für die nachhaltige Entwicklung darstellen und bewerten. (IMG-GEA-4)</p> |
| Handeln – Die Lernenden können ... | |
| <p>8. Solidarität und Mitverantwortung</p> <p>... Bereiche persönlicher Mitverantwortung für Mensch und Umwelt erkennen und als Herausforderung annehmen.</p> | <p>8.1 ... eigene Handlungsoptionen einer ressourcenschonenden digitalen Lebensweise im Sinn der Nachhaltigkeit wahrnehmen, entwickeln und vertreten. (IMG-GEA-6)</p> <p>8.2 ... beim Entwurf und der Implementierung von Algorithmen und Informatiksystemen auf Energieeffizienz und Wiederverwendbarkeit sowie auf die eigene Verantwortung hinsichtlich Fairness und Diskriminierungssensibilität des Algorithmus und Bias achten. (MI-III-2)</p> <p>8.3 ... Potenziale von Digitalisierung zur Lösung globaler und ökologischer Herausforderungen erkennen, auch vor dem Hintergrund von Datenschutz und IT-Sicherheit. (IMG-GEA-3)</p> |

| | |
|---|---|
| <p>9. Verständigung und Konfliktlösung</p> <p>... zur Überwindung sozio-kultureller und interessenbestimmter Barrieren in Kommunikation und durch Zusammenarbeit zu Konfliktlösungen beitragen.</p> | <p>9.1 ... Verschwörungsmythen und Fake News als Mittel der Manipulation sowie Chatbots und zwischengeschaltete KI-Systeme als Mittel der Filterung erkennen und Gegenmaßnahmen entwickeln.</p> <p>9.2 ... Internetprotokolle und -dienste verstehen und diese mit Kommunikations- und Kooperationssystemen zur Zusammenarbeit und Konfliktlösung einsetzen. (IS-GEA-2, KK-II-2)</p> <p>9.3 ... Verfahren zur Sicherung von Vertraulichkeit, Authentizität und Integrität in der Kommunikation und Zusammenarbeit einsetzen und bewerten. (IMG-GEA-5)</p> |
| <p>10. Handlungsfähigkeit im globalen Wandel</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 Abhängigkeit algorithmischer Entscheidungen und Vorschläge von persönlichen Gegebenheiten erkennen und darauf geeignet reagieren. (IMG-GEA-2 und 6)</p> <p>10.2 ... Potenziale der Digitalisierung im globalen Wandel durch Offenheit und Innovationsbereitschaft wahrnehmen, in Simulationen verdeutlichen und in gesellschaftliche Handlungsfähigkeit umsetzen. (IMG-GEA-4)</p> <p>10.3 ... Wirkung und Missbrauch digitaler Medien erkennen und in neuartigen Situationen angemessen reagieren.</p> |
| <p>11. Partizipation und Mitgestaltung</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 ... sich im Rahmen informatischer Projekte für Ziele der nachhaltigen Entwicklung einsetzen.</p> <p>11.2 ... sich mit der Modellierung und Implementierung von Informatiksystemen an der Umsetzung nachhaltiger Entwicklung beteiligen. (MI-II-2)</p> <p>11.3 ... sich mit informatischen Methoden für die Umsetzung nachhaltiger Entwicklung auf gesellschaftlicher und politischer Ebene einsetzen. (ID-GEA-5 oder IS-GEA-1)</p> |

3 Didaktisches Konzept

Die Informatik verbindet die Charakteristik einer Grundlagen- und Strukturwissenschaft mit der einer Ingenieurwissenschaft unter Einbeziehung experimenteller Elemente (GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK, 2006). Dies bezieht sich auf die Gegenstände der Wissenschaft, die Art der wissenschaftlichen Fragestellungen und auf die Methoden und Arbeitsweisen, die zu deren Beantwortung führen. Ähnlich wie die Mathematik erstellt die Informatik Modelle von Ausschnitten der realen Welt zur Beantwortung einer bestimmten Fragestellung. Besonderheit der Informatik ist die Implementierung dieses Modells für die Ausführung auf einem Informatiksystem. Die wiederholte Ausführung, gegebenenfalls mit verschiedenen Eingangsdaten und Regeln, bildet die Grundlage für eine systematische Simulation eines Sachverhalts mit einer experimentellen Methodik. Mit Blick auf die Wissenschaftsorientierung bzw. den wissenschaftspropädeutischen Anspruch der gymnasialen Oberstufe kön-

nen diese Aspekte im Unterricht vertieft betrachtet werden. Die im Folgenden beschriebenen didaktische Prinzipien bieten sich in diesem Kontext an.

Computational Action

Die universelle Gestaltbarkeit von Informatiksystemen erlaubt eine handelnde und schöpferische Auseinandersetzung mit den Inhalten, für die Seymour Papert den Begriff des Konstruktivismus geprägt hat. Informatische Kompetenzen leisten einen – vor allem auch im BNE-Kontext – wichtigen Beitrag zu Selbstwirksamkeitserfahrungen und zur Handlungsfähigkeit der Lernenden, damit sie die informatische Welt nicht nur erkennen, sondern auch unter BNE-Perspektiven reflektieren und gestalten können (TISSENBAUM ET AL. 2019).

Zur Ausprägung dieser Kompetenzen einschließlich der damit verbundenen Überzeugungen werden im Computational-Action-Ansatz die folgenden Ziele und Prinzipien beschrieben, die durch eine fundierte informatische Bildung erreichbar sind. Die ersten beiden Prinzipien charakterisieren eine „Computational Identity“:

- Die Lernenden erkennen, dass sie für die Formulierung und den Entwurf ihrer Lösungen verantwortlich sind, anstatt auf vorgegebene „richtige“ Antworten hinzuarbeiten.
- Die Lernenden arbeiten mit authentischen Methoden und Produkten der Informatik-Community.
- Die letzten beiden Punkte beschreiben das „Digital Empowerment“.
- Die Lernenden müssen das Gefühl haben, dass ihre Arbeit einen Einfluss auf ihr eigenes Leben oder ihre Gemeinschaft haben kann.
- Die Lernenden müssen das Gefühl haben, aufgrund ihrer aktuellen Tätigkeit zukünftigen informatischen Herausforderungen erfolgreich begegnen zu können.

Beispiele für Projekte nach dem Computational-Action-Ansatz sind z. B.

1. eine App, die bei einem Überblick über Lebensmittel im eigenen Kühlschrank und der Aufstellung einer Einkaufsliste unterstützt, um Lebensmittelverschwendung zu vermeiden (SDG 12: Nachhaltige/r Konsum und Produktion, Kompetenzen z. B. 7.3, 8.1, 8.2, 10.2, 11),
2. eine App, die mittels KI und Computervision Gegenstände für Personen mit Sehbeeinträchtigung klassifiziert (SDG 10: Weniger Ungleichheiten, Kompetenzen z. B. 2.1, 2.3, 8.1, 8.4, 11.3), oder
3. eine App, die mittels Chatbot und Gamification Belohnungen für kurze Bewegungspausen während langer Phasen am Schreibtisch vergibt (SDG 3: Gesundheit und Wohlergehen, Kompetenzen z. B. 2.4, 5.3).

Mit diesen Projekten sind je nach Schwerpunktsetzung zahlreiche der oben genannten fachbezogenen Teilkompetenzen adressierbar.³

Phänomenorientierung

Zur Erreichung dieser Ziele sollte eine große Anzahl von Aktivitäten und Entwicklungen in authentischen und persönlich relevanten Kontexten stattfinden. Die Notwendigkeit solcher Kontexte liefert eine Begründung für den fachdidaktischen Ansatz „Informatik im Kontext“, der informatische Phänomene, d. h. Erscheinungen und Konsequenzen von Informatik, die im alltäglichen Leben auftreten, in den Mittelpunkt stellt. HUMBERT & PUHLMANN (2004) unterscheiden drei Arten:

³ Siehe Abschnitt „Student Projects“ unter <https://raise.mit.edu/resources/computational-action/>.

- P1: Phänomene, die direkt mit Informatiksystemen verbunden sind. Sie treten auf, wenn ein Informatiksystem bewusst genutzt wird. Mit Blick auf BNE können dies die Gewinnung von Materialien zur Herstellung von Informatiksystemen, wie bspw. Coltan-Abbau und dessen soziale Auswirkungen, sein (Stichworte Lieferkette, Sozialstandards, Arbeitsbedingungen, Elektroschrott durch Informatiksysteme, der häufig in Länder des globalen Südens verschifft wird). Ein weiteres Beispiel könnte die Nutzung von Apps zur Erreichung der 17 globalen Nachhaltigkeitsziele sein.
- P2: Phänomene, die indirekt mit Informatiksystemen verbunden sind. Sie treten in Alltagssituationen auf, die mit Informatiksystemen einhergehen, ohne direkt wahrgenommen zu werden. Die Verbindung tritt erst deutlich hervor, wenn das Phänomen analysiert wird, z. B. der hohe Energieverbrauch bei der Erstellung von Kryptowährungen wie Bitcoin.
- P3: Phänomene, die nicht mit Informatiksystemen verbunden sind, aber eine inhärente informatische Struktur beinhalten oder informatisches Folgern (Computational Thinking) bzw. informatische Modellierung nahelegen. Im Kontext von BNE können dies u. a. Optimierungsprobleme wie z. B. die Ressourcen-Effizienz von Software sein oder die objektorientierte Modellierung (Modellierungskreislauf) einer Situation mit BNE-Bezug, mit der ggf. anschließend eine Simulation programmiert werden kann, z. B. Algensimulation.

Unabhängig von diesen drei Phänomenen impliziert der Computational-Action-Ansatz, dass Lernende selbst informatische Phänomene erschaffen. Dies führt zu einer möglichen vierten Phänomenart:

- P4: Phänomene, die scheinbar nichts mit Informatik zu tun haben, aber durch informatische Werkzeuge und Methoden erschlossen werden können. Dabei soll die Nutzung informatischer Methoden plausibel und zweckmäßig sein. Beispiele mit Blick auf BNE könnten die Entwicklung einer App sein, um regional die Lebensmittelreste eines Restaurants an Bedürftige zu vermitteln, oder die Simulation eines biologischen Systems, um beispielsweise Algenwachstum einschätzen zu können.

Viele informatische Phänomene berühren mindestens einen der folgenden Punkte und besitzen einen für BNE relevanten Bildungswert:

- Informatiksysteme verbrauchen natürliche Ressourcen durch exzessive Nutzung von Technik (Beispiel KI-Generierung wie -Nutzung).
- Methoden der Informatik können genutzt werden, um Abläufe zu optimieren und Ressourcen sparsamer einzusetzen.
- Informatik verändert unsere Gesellschaft (gesellschaftliche und individuelle Meinungsbildungsprozesse (Beispiel Wahl-O-Mat), Wahlen, Medien, soziale Beziehungen, ökonomische Strukturen und Prozesse, ...).
- Informatik liefert Werkzeuge und Techniken zur Simulation komplexer Systeme durch eine Unmenge an Daten und für (nicht immer zuverlässige) Folgenabschätzungen einschließlich einer Modellkritik.

Exemplarische didaktische Ansätze zur Vermittlung fachlicher BNE-Prinzipien

Für die Realisierung des Prinzips der Phänomenorientierung haben sich insbesondere die didaktischen Ansätze der Kontextorientierung und der didaktischen Rekonstruktion als wertvoll erwiesen.

Informatik im Kontext

Das Konzept des kontextorientierten Unterrichts wurde in den Naturwissenschaften ab 2003 infolge des „PISA-Schocks“ entwickelt, zunächst in Chemie, später auch für Physik, Biologie und Informatik. Es folgt der Idee, Unterricht in sinnstiftenden Kontexten zu organisieren, darin Bezug zu Basiskonzepten der jeweiligen Bezugswissenschaft herzustellen und eine große Methodenvielfalt im Unterricht zu nutzen.

Der kontextorientierte Ansatz ist gut mit der didaktischen Rekonstruktion (siehe unten) vereinbar. Er beginnt mit der Begegnungsphase, die in der Regel ein Phänomen nutzt, um Interesse zu wecken. In der anschließenden Neugier- und Planungsphase werden die Lernenden motiviert, eigene Fragen zu dem Phänomen oder dem ganzen Kontext zu entwickeln und deren Beantwortung gemeinsam zu planen. In der meist in Gruppen durchgeführten Erarbeitungsphase werden die dem Phänomen zugrunde liegenden Prinzipien herausgearbeitet. Die Vernetzungsphase dient dem Zusammentragen, Verknüpfen, Dekontextualisieren und anschließenden Bewerten der Gruppenarbeit. Die Lernenden formulieren allgemeingültige Prinzipien, Gesetzmäßigkeiten und Ideen, können diese anschließend auf andere Kontexte übertragen (Rekontextualisierung) und ihre Urteilskompetenz auf Basis der neu erlangten Sachkompetenz ausbauen.

Als Beispiel für einen guten Kontext, der eine Vielzahl der genannten Eigenschaften aufweist, kann das Thema „Kryptowährung“ gelten.

| **Tabelle 6:** Kontext „Kryptowährungen“ im Überblick

| | |
|----------------------------|--|
| Mehrdimensionalität | Kryptowährungen haben sowohl informatische Aspekte als auch eine mathematische, ökonomische, ökologische, politische und auch eine moralische Dimension. |
| Breite | Sie sind für eine breite Masse an Personen relevant und darin unterschiedlich: Privatpersonen können selbst schürfen, am Aktienmarkt handeln, Geld in andere Länder transferieren, legale oder illegale Geschäfte damit tätigen. Sie sind für unterschiedlich gebildete oder situierte Personenkreise, für Männer und Frauen gleichermaßen relevant. |
| Tiefe | Kryptowährungen haben einen großen Bezug zu informatischen Themen (Verschlüsselung, Vernetzung) und können unterschiedlich komplex erklärt werden. |
| Lebensweltbezug | In der Lebenswelt der Jugendlichen spielen Kryptowährungen zwar meist keine aktive Rolle (die wenigsten werden welche besitzen), sind aber in den Medien stark präsent. |
| Stabilität | Das Thema „Kryptowährungen und ihre Funktionsweise“ ist stabil und wird voraussichtlich noch viele Jahre relevant bleiben. |

In Anlehnung an DIETHELM ET AL. (2011) können einem idealen Kontext folgende Merkmale zugeschrieben werden:

- **Mehrdimensionalität:** Ein Kontext hat neben der informatischen immer mehrere Dimensionen, z. B. eine rechtliche, soziale, ökonomische, ökologische, historische oder ethische Dimension.

- **Breite:** Der Kontext muss von vielen Menschen als persönlich und gesellschaftlich relevant empfunden werden.
- **Tiefe:** Der Kontext muss informatisch relevant sein, d. h., es bedarf soliden Hintergrundwissens aus der Informatik, um die den Kontext ausmachenden Phänomene zu verstehen.
- **Lebenswelt:** Ein Kontext soll direkten Bezug zur heterogenen Lebenswelt der Lernenden aufweisen. Dies zeigt sich u. a. in seiner Eignung als Thema für Schulhofgespräche zwischen Lernenden oder für Abendbrotgespräche mit den Eltern.
- **Stabilität:** Der Kontext, die ihm innewohnenden informatischen Prinzipien und die mit ihm vermittelten Kompetenzen sollen über einen längeren Zeitraum Bestand haben. (siehe Tabelle 6)

Als weiteres Beispiel für einen guten Kontext mit einer Vielzahl der genannten Eigenschaften kann das Unterrichtsbeispiel „Simulation des Algenwachstums“ gelten.

| **Tabelle 7:** Kontext „Simulation des Algenwachstums“ im Überblick

| | |
|----------------------------|---|
| Mehrdimensionalität | Die Simulation des Algenwachstums hat neben den informatischen Aspekten auch ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Dimensionen. |
| Breite | Wachstumsprozesse – für die die Algensimulation exemplarisch steht – sind für verschiedene Personengruppen in einer Vielzahl von Kontexten relevant. Algen als Nahrungsmittel werden Einfluss auf die Ernährung vieler Menschen gewinnen. |
| Tiefe | Die Implementation erfordert vertiefte Kenntnisse in der Objektorientierung und in der iterativen Modellierung von Abläufen sowie Fähigkeiten bei der Planung und Durchführung des Softwareentwicklungsprozesses. |
| Lebensweltbezug | Jugendlichen sind Simulationen vor allem aus dem spielerischen Bereich vertraut. Eine Übertragung auf seriöse Anwendungsfälle fällt den Lernenden nicht schwer. |
| Stabilität | Das Thema Simulation von Wachstumsprozessen ist zeitlos. |

Nicht alle curricular bedeutsamen Inhalte sind gleichermaßen mit dem Konzept des kontextorientierten Unterrichts zu vermitteln. Wann immer anwendbar ist das Konzept „Informatik im Kontext“ aber eine Bereicherung des didaktischen Instrumentariums, um die Lernmotivation, die Verankerung der gelernten Inhalte im semantischen Netz der Lernenden und damit auch die Lernergebnisse zu verbessern.

Didaktische Rekonstruktion

Die didaktische Rekonstruktion (TU KAISERSLAUTERN o. J.; KATTMANN ET AL. 1997) ist ein iteratives Verfahren zur Unterrichtskonzeption, mit dem fachwissenschaftliche Vorstellungen und Methoden in Unterrichtsinhalte transformiert werden können. In besonderem Maß werden die Lernvoraussetzungen der Lernenden, ihre Lernbedingungen und ihre Vorstellungswelt berücksichtigt. Die so erlebte persönliche Relevanz der Unterrichtsinhalte wirkt sich förderlich auf die Erwartungen der Lernenden an den Unterricht und an das eigene Verhalten im Unterricht, z. B. bezüglich der Selbstwirksamkeitserwartung und des fachbezogenen Selbstkonzepts, aus.











DIETHELM ET AL. (2011) fügen diesem Modell für die Informatik-Erweiterung den Bereich „Perspektive der Lehrkräfte“ hinzu, da betont werden sollte, dass gerade in der Informatik häufig Personen unterrichten, die selbst keinen oder keinen guten Informatikunterricht erlebt und auch kein Informatik-Lehramtsstudium absolviert haben. Daher sind auch ihre Kenntnisse und Einstellungen zur Sachstruktur ganz unterschiedlich, ebenso wie ihre Vorstellungen guten Informatikunterrichts oder die von ihnen selbst wahrgenommene Unterrichtskompetenz in Informatik. Im Modell wurde außerdem die „Klärung gesellschaftlicher Ansprüche an das Fach bzw. Thema“ ergänzt, da die Informatik und spezielle Themen immer noch einer breiten Begründung bedürfen.




4 Beispielthemen

Die für Unterrichtseinheiten bzw. Unterrichtsprojekte formulierten Beispielthemen nehmen nicht in Anspruch, inhaltliche Prioritäten darzustellen. Es handelt sich um naheliegende bzw. in der Praxis sowie in Lehrwerken und Unterrichtsmaterialien vorgeschlagene bewährte Themen, die die Möglichkeiten verdeutlichen, im Informatikunterricht (aber auch fachübergreifend oder fächerverbindend) Kompetenzen des Lernbereichs globale Entwicklung zu stärken und zu entwickeln.

| **Tabelle 8:** Beispielthemen (Exemplarische Vorschläge für Beispielthemen zu den OR-Themenbereichen, die in Kap. 5.5 des OR ausführlicher beschrieben werden)

| Themenbereiche | Beispielthemen |
|---|--|
| <p>1 Vielfalt der Werte, Kulturen und Lebensverhältnisse: Diversität und Inklusion</p>  | <p>Datenmodelle und Algorithmen in Social Media und ihr Verhältnis zur nachhaltigen Entwicklung</p> <p>Barrierefreiheit von Informatiksystemen</p> |
| <p>4 Waren aus aller Welt: Produktion, Lieferketten, Handel und Konsum</p>   | <p>Lebenszyklusanalyse, ökologischer Fußabdruck und Green IT</p> <p>Datengewinnung für KI im globalen Süden</p> |
| <p>7 Bildung und Wissenschaft</p>  | <p>Künstliche Intelligenz mit neuronalen Netzen</p> |

| Themenbereiche | Beispielthemen |
|--|---|
| <p>8 Globalisierte Freizeit, Umwelt und Tourismus</p>  | <p>Umweltauswirkungen des Internets – nachhaltige Internetnutzung</p> |
| <p>9 Schutz und Nutzung natürlicher Ressourcen: Böden, Wasser und Weltmeere</p>  | <p>Energieeffizienz von Algorithmen Elektroschrott/Open Hardware</p> |
| <p>10 Chancen und Gefahren technologischen Fortschritts, Energiegewinnung, KI und Digitalisierung</p>   | <p>Datenschutz bei Mobilfunkdaten Smart Home – technischer Nutzen vs. Gimmick vs. Angreifbarkeit vs. Abhängigkeit</p> |
| <p>11 Klimawandel, Verschmutzung und Biodiversitätsverlust</p>   | <p>CO₂-Emissionen und Stromverbrauch von IT-Diensten Simulation ökologischer Prozesse</p> |
| <p>12 Mobilität, Stadtentwicklung und Verkehr</p>   | <p>Assistenzsysteme und autonomes Fahren Smart City – Datenschutz vs. intelligente Steuerungen</p> |
| <p>13 Globalisierung von Wirtschaft und Arbeit</p>   | <p>Prozessabläufe in Onlineshops und Industrie 4.0 Kryptowährungen als Zahlungsmittel</p> |

| Themenbereiche | Beispielthemen |
|---|--|
| 18 Politik, Demokratie und Menschenrechte   | Big Data – Auswertung öffentlich zugänglicher Daten Aufklärung über und Abwägung von Einschränkung und Kontrolle der persönlichen Freiheit durch verpflichtende Nutzung digitaler Systeme (Zahlungsmittel, Kommunikationswege, ...) |
| 21 Kommunikation im globalen Kontext  | Weltweite Kommunikation mit E-Mail und anderen digitalen Kommunikationstechnologien Schaffung von Bewusstsein für die Kontrolle der Kommunikation durch monopolistische Dienste |

4.1 Umsetzung ausgewählter Beispielthemen

Unterrichtsskizze 1

**Erstellung einer KI-App anhand des Computational-Action-Prozesses
Apps zur nachhaltigen Entwicklung**

Nachhaltige Entwicklungsziele (SDGs): 9 (speziell Aufbau einer nachhaltigen Infrastruktur), weitere nach Wahl, je nach Projekt

OR-Themenbereich: 10 Chancen und Gefahren des technologischen Fortschritts

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

Die Lernenden können ...

- Rechercheergebnisse überprüfen, nach Relevanz und Eignung auswerten und mit geeigneten Werkzeugen problemorientiert visualisieren. (1.3)
- Informatiksysteme unter fachlichen, ethischen, ökologischen, ökonomischen und rechtlichen Aspekten aus eigener und fremder Perspektive unter besonderer Berücksichtigung der zugrunde liegenden Daten bei KI bewerten. (5.2)
- sich mit der Modellierung und Implementierung von Informatiksystemen an der Umsetzung nachhaltiger Entwicklung beteiligen. (11.2)

Ziel dieser Unterrichtsskizze ist die Entwicklung einer Nachhaltigkeits-App, beispielsweise mit KI, um Softwareentwicklung für ein persönlich relevantes Problem der Lernenden zu ermöglichen, z.B. eine App zur Vermeidung von Nahrungsmittelverschwendung oder die Unterstützung von Personen mit Sehbeeinträchtigungen durch Computervision. Konkrete Aufgabenstellung ist die Entwicklung einer App mit dem MIT App Inventor unter Nutzung von Machine-Learning-Technologie, z.B. Bilderklassifikation mit der Look-Extension. Die Unterrichtsreihe ist am Anfang der Oberstufe angesiedelt.

Die App-Entwicklung folgt den für den Computational-Action-Prozess vorgeschlagenen Phasen bzw. Schritten. Der Prozess ist prinzipiell auch in der Sek I anwendbar. Die vorliegende Skizze nutzt den MIT App Inventor, aber auch eine textuelle Programmiersprache kann eingesetzt werden.

1. Definition eines realen Problems

Zu Beginn werden die Lernenden mit den 17 Zielen für nachhaltige Entwicklung vertraut gemacht. Die Lernenden finden Problemstellungen und definieren ein Thema, das sie motiviert. Ziel ist es, eine erste Idee für eine Nachhaltigkeits-App mit KI zu entwickeln. Begleitet wird diese Phase durch eine Mindmap-Brainstorming-Aktivität.

2. Zielgruppenanalyse

Das Ziel des zweiten Schritts ist es, dass die Lernenden die Bedürfnisse und Probleme der Zielgruppe verstehen. Die Lernenden sammeln Daten und fassen sie u. a. in Personas zusammen.

3. Gestaltung einer verantwortungsvollen Lösung mit und für Nutzerinnen und Nutzer

In diesem Schritt werden die gewünschten positiven Auswirkungen und die potenziellen negativen Folgen der angestrebten Lösung in den Blick genommen (Technikfolgenabschätzung). Hilfreiche Konzepte wie Paper Prototyping oder Rapid Prototyping können aufgegriffen werden. Erste Umsetzungen im MIT App Inventor erfolgen.

4. Teamarbeit, Projektmanagement und Implementierung

Ein Schlüsselprinzip im Computational-Action-Prozess ist, dass die Lernenden das Gefühl haben, mit authentischen Informatik-Methoden zu arbeiten. Zur Unterstützung der Projektarbeit sollen deshalb agile Methoden wie Scrum, Kanban o. Ä. genutzt werden.

5. Einführung der App und Erzielen langfristiger Wirkung

Um einen langfristigen positiven Effekt der erstellten App wahrscheinlich zu machen, endet das Projekt nicht mit der Fertigstellung. Vielmehr folgen nun – idealerweise iterativ – die Berücksichtigung von User-Feedback und die Verbesserung der App.

Weiterführende Quellen und Literatur

- <https://raise.mit.edu/resources/computational-action/>.
- Introduction to Machine Learning: Image Classification: <https://appinventor.mit.edu/explore/resources/ai/image-classification-look-extension>.
- PANG, H.H. (2022): Computational Action in Action: Process and Tools that Empower Students to Make a Real-world Impact Using Technology. <https://hdl.handle.net/1721.1/144881>.

Unterrichtsskizze 2

Kryptowährung – Der Zielkonflikt zwischen hohem Energieverbrauch und besserem Finanzsystem im globalen Süden

Nachhaltige Entwicklungsziele (SDGs): 8, 9

OR-Themenbereich: 13 Globalisierung von Wirtschaft und Arbeit

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

Die Lernenden können ...

- ein Simulationsprogramm zu einem ökologischen, sozialen, ökonomischen oder politischen Problem analysieren, modellieren, implementieren oder erweitern, um damit eine nachhaltige Fragestellung zu untersuchen. (3.2)

- die Bedeutung digitaler Technologien für die nachhaltige Entwicklung darstellen und bewerten. (7.3)
- Verfahren zur Sicherung von Vertraulichkeit, Authentizität und Integrität in der Kommunikation und Zusammenarbeit einsetzen und bewerten. (9.3)

Das Thema Kryptowährung ist in den Medien und damit auch in der Lebenswelt der Lernenden präsent, digitalen Zahlssystemen und digitalem Euro gehören die Zukunft. Zur Einführung in die Unterrichtseinheit lässt man sie in einem Brainstorming von ihren Eindrücken zum Thema Kryptowährung berichten. Relevante offene Fragen werden notiert, um sie später bearbeiten und beantworten zu können.

In der nächsten Phase der Unterrichtseinheit modellieren und implementieren die Lernenden Bausteine einer Kryptowährung. Im projektartigen Informatikunterricht werden von Arbeitsgruppen zunächst einzelne Bausteine der Blockchain-Technologie, wie z. B. Hashfunktion SHA256, Block, Mining, Blockchain, Wallet und kryptografische Signatur, entwickelt. Diese Bausteine werden zum Erstellen eines Simulationsprogramms benutzt. Die dafür benötigten Informationen recherchieren die Lernenden im Internet. Der Arbeitsstand und die Ergebnisse werden in einem Blog oder Wiki dokumentiert.

Im zweiten Teil des Projekts erhalten die Arbeitsgruppen den Auftrag, sich unter einer bestimmten Fragestellung mit politischen, wirtschaftlichen, umweltbezogenen und sozialen Auswirkungen von Kryptowährungen auseinanderzusetzen und diese Fragestellung mit den 17 Zielen für nachhaltige Entwicklung in Beziehung zu setzen. Impuls gebend kann die Lehrkraft exemplarisch Fragestellungen als Orientierung zur Verfügung stellen, darunter:

- Welchen Beitrag können Kryptowährungen im globalen Süden zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen liefern?
- Zu den 17 Nachhaltigkeitszielen gehören umgehende Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen. Untersucht die Klimaauswirkungen der Bitcoin-Technologie und mögliche klimafreundlichere Alternativen!

Die Lernenden recherchieren zu ihrer Fragestellung relevante Informationen und stellen diese in digitaler Form dar. Da sie in der ersten Projektphase grundlegendes technisches Verständnis einer Kryptowährung erworben haben, können sie fundierte Schlussfolgerungen ziehen und Bewertungen vornehmen. Dabei beachten Sie die Entwicklungsdimensionen und Handlungsebenen im Prozess nachhaltiger Entwicklung und beziehen ihre Ergebnisse auf die Nachhaltigkeitsziele. Auf diese Weise beteiligen sie sich engagiert an der Auseinandersetzung mit globalen Herausforderungen.

Weiterführende Quellen und Literatur

- BROWNORTH A. (o.J.): Blockchain Demo. <https://andersbrownworth.com/blockchain/>.

5 Unterrichtsbeispiel: Algenfarm – eine Greenfoot-Simulation im Sinn der BNE (für die Klassenstufen 10 – 13)

Zum Thema: Simulation und informatisches Modellieren

Simulation in der Informatik bezeichnet die Nachbildung von Prozessen auf einem Informatiksystem, basierend auf Modellen (DUDEN INFORMATIK 2006, S. 615 f). Simulationen werden häufig genutzt, um Abläufe zu untersuchen, die aus Zeit-, Kosten-, Sicherheits- oder anderen Gründen in der Realität nicht durchführbar sind. Sie können komplexe Zusammenhänge anschaulich und verständlich darstellen. Ausgangspunkt jeder Simulation ist die Erstellung eines Modells, das die wesentlichen Eigenschaften der zu simulierenden Prozesse und deren Wechselwirkungen abbildet. Die Ergebnisse einer Simulation beziehen sich ausschließlich auf das zugrunde liegende Modell. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Realität hängt erheblich davon ab, wie genau das Modell die Realität abbildet. In diesem Zusammenhang können Chancen und Grenzen von Modellen und Simulationen diskutiert werden. Es wird zwischen deterministischen (alle Größen im Modell sind exakt definiert und berechenbar) und stochastischen (berücksichtigt auch zufallsabhängige Größen) Simulationen unterschieden. Die Simulation kann diskret oder kontinuierlich durchgeführt werden und entweder in regelmäßigen Intervallen erfolgen oder durch Ereignisse ausgelöst werden.

Modellieren und Implementieren sind die Hauptkomponenten des informatischen Modellierungskreislaufs (GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK 2016^a, S. 3). Hierbei wird ein Problem analysiert und darauf aufbauend ein informatisches Modell entworfen, implementiert, getestet und bewertet. Das Modellieren umfasst das Abbilden eines Realitätsausschnitts oder eines geplanten Systems durch Abstraktion zu einem bestimmten Zweck. Die Modellierungsschritte auf informatischer Ebene, z. B. die objektorientierte Modellierung einer Simulation und die Modellierung eines Realitätsausschnitts sind eng miteinander verzahnt. Dazu müssen Sachverhalte und Abläufe unter informatischer Perspektive analysiert werden. Das Implementieren ist das Umsetzen des Modells auf einem Informatiksystem, um das Ergebnis des Modellierungsprozesses ausführbar zu machen, einschließlich des Testens. Anschließende Auswertung und Reflexion dienen der Bewertung der Qualität, der Einsatzmöglichkeiten und der Grenzen des entwickelten Produkts, was möglicherweise zu einer Modifikation des Modells führen kann.

Informatische Problemlösestrategien, Modellierungsmethoden und Computersimulationen bieten eine wichtige Möglichkeit, um die verschiedenen Dimensionen der Nachhaltigkeit (politische, soziale, ökologische und ökonomische) sowie die Zielkonflikte zwischen ihnen zu beschreiben, besser zu verstehen und Handlungsoptionen zu entwickeln. Beispielsweise können Divide-and-Conquer-Strategien verwendet werden, um Auswirkungen politischer Entscheidungen auf ökologische, soziale und ökonomische Aspekte im Detail zu analysieren und Zielkonflikte zu identifizieren. Mittels objektorientierter Modellierung können Akteurinnen und Akteure mit wichtigen Eigenschaften und Aktionsmöglichkeiten dargestellt und in eine Simulation überführt werden. Zudem können Szenarien virtuell durchgespielt und die Auswirkungen von Veränderungen in einer oder mehreren Dimensionen der Nachhaltigkeit untersucht sowie Entscheidungen zielgerichteter im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung getroffen werden.

Ein Beispiel für den Einsatz von Computersimulationen im Bereich der Nachhaltigkeit ist die Simulation des Algenwachstums in Algenfarmen zur Bekämpfung des Welthungers. Dabei hat das ausgearbeitete Unterrichtsbeispiel durchaus exemplarischen Charakter – ähnliche Modellierungen können für diverse andere Anwendungsszenarien bzw. Simulationen verwendet werden.

Unterrichtsbeispiel Algensimulation: Chancen für die Welternährung oder Risiko für Gewässer? Gleichgewichte und Kippunkte objektorientiert simulieren

Mikro-Algen sind den Lernenden einerseits als Indiz für einen eutrophierten See bekannt, andererseits gelten sie als Hoffnungsträger, z. B. als Superfood und als nachwachsender Rohstoff. Sie nehmen CO₂ im gesunden Gewässer auf oder geben es bei Ungleichgewicht an die Atmosphäre ab. Während in Asien auf Algenfarmen zur Gewinnung von Lebensmitteln gesetzt wird, werden Algen in Europa vor allem natürlichen Ökosystemen entnommen. Der Bezug zu den Nachhaltigkeitszielen liegt in:

- SDG 2: Kein Hunger,
- SDG 3: Gesundheit und Wohlbefinden,
- SDG 6: Saubere/s Wasser und Sanitäreinrichtungen,
- SDG 12: Nachhaltige/r Konsum und Produktion.

An der Alge werden darüber hinaus ökonomische und ökologische Zielkonflikte und die Notwendigkeit sichtbar, Konsequenzen menschlichen Handelns kritisch zu reflektieren. Durch Analyse, Bewertung, eigenständige Optimierung und Erweiterung einer objektorientierten Algenfarm-Simulation eignen sich die Lernenden den kompetenten Umgang mit Simulationen an. Zudem sollte der Ansatz einer Computersimulation selbst auch aus Nachhaltigkeitssicht diskutiert werden, indem z. B. die Frage der Energie- und Ressourcenverbräuche einer Simulation betrachtet wird.

Algenfarm – eine Greenfoot-Simulation im Sinn der BNE

Unterrichtsbeispiel für die Klassenstufen 10–13

Inhalt des Unterrichtsbeispiels ist die systematische Analyse einer von der Lehrkraft bereitgestellten Simulation zu Algenwachstum unter informatischen Aspekten. Mit den durch die Analyse erworbenen Kompetenzen erweitern die Lernenden die Simulation und bearbeiten dabei BNE-relevante Fragestellungen, bspw. nach einer ertragreichen Algenernte und nach Folgen für das Ökosystem sowie nach der Bedeutung für Ernährung und Gesundheit der Weltbevölkerung.

Im Folgenden werden exemplarisch vier Lernschritte dargestellt sowie eine Vorbereitungs- und eine Projektphase und ihr jeweiliger Verlauf beschrieben. Durch die Aufteilung in Lernschritte kann die Unterrichtseinheit – je nach Lernausgangssituation – in verschiedenen Stunden zusammengefasst oder über mehrere verteilt werden. Wir gehen davon aus, dass, bei einem dreistündigen Grundkurs, die Unterrichtseinheit ca. vier Wochen in Anspruch nimmt.

Das Unterrichtsbeispiel beginnt mit dem Prinzip des Reverse Engineering, d. h., die Lernenden rekonstruieren die Implementierung Stück für Stück: vom systematischen Beobachten über das Ausprobieren von Methoden bis zum Lesen und Erstellen von UML-Diagrammen. Danach gehen sie über zum Erweitern von Methoden etc. im Code. Am Ende des Prozesses sind sie idealerweise in der Lage, eigene Simulationen zu weiteren BNE-relevanten Fragestellungen und -hypothesen zu erstellen. Über informatische Konzepte hinaus werden dadurch Kompetenzen im Bereich der Scientific Literacy gefördert.

Grundannahmen und Module der Algensimulation

Das Greenfoot-Szenario zur Simulation einer Algenfarm zeigt, wie sich die Erhöhung der Anzahl von CO₂-Objekten auf Anzahl und Größe von Algen-Objekten auswirkt. Die Erarbeitung der informatischen Konzepte wird unterstützt durch eine Modularisierung:

- In Modul 1 wird zunächst die Simulation von Wachstum und Photosynthese einer einzelnen Alge analysiert.
- Modul 2 ist um die Einflussfaktoren Licht und Platz erweitert, sodass Algen-Objekte in Interaktion mit einem Lebensraum und der Entwicklung einer Algenpopulation treten. Weitere Einflussfaktoren können in einer anschließenden Projektphase von Lernenden selbst modelliert und implementiert werden. Das Modul zeigt Algen-Objekte in Interaktion mit umliegenden Objekten anderer Klassen. Im Gegensatz zu Modul 1 kann sich ein Algen-Objekt in Modul 2 mehr als einmal vermehren.

Folgende Materialien und Arbeitsblätter werden für die entsprechenden Lernschritte jeweils zur Verfügung gestellt.

| **Tabelle 9:** Materialien für die einzelnen Einheiten

| Einheit | Thema | Bereitgestelltes Material |
|---------------|--|--|
| Vorbereitung | Können Algen die Welt retten? Motivation und Kontext erarbeiten | <ul style="list-style-type: none"> • AB Vorbereitung.docx • Linkliste.docx • Hinweise für LuL_Vorbereitung.docx • Grundannahmen.docx |
| Lernschritt 1 | Vorwissen strukturieren und auf Beobachtung anwenden | <ul style="list-style-type: none"> • AB Lernschritt 1.docx • Prototyp Modul 1 (Greenfoot-Projekt, zip-Archiv) • Hinweise für LuL_Lernschritt 1.docx |
| Lernschritt 2 | Simulation und Realität – das Fachkonzept | <ul style="list-style-type: none"> • AB Lernschritt 2.docx • Prototyp Modul 1 (Greenfoot-Projekt, zip-Archiv) • Hinweise für LuL_Lernschritt 2.docx • Klassendiagramm Lernschritt 2 (svg- und odt-Datei) |
| Lernschritt 3 | Unbegrenzt Wachstum oder Game Over: Kipppunkte ermitteln | <ul style="list-style-type: none"> • AB Lernschritt 3.docx • Prototyp Modul 2 (Greenfoot-Projekt, zip-Archiv) • Hinweise für LuL_Lernschritt 3.docx • Klassendiagramm Lernschritt 3 (svg- und odt-Datei) • Tabelle und Diagramm Auswirkung CO2.xlsx |
| Lernschritt 4 | Die Algenernte | <ul style="list-style-type: none"> • AB Lernschritt 4.docx • Prototyp Modul 2 (Greenfoot-Projekt, zip-Archiv) • Hinweise für LuL_Lernschritt 4.docx |
| Projektphase | Erweiterung der Simulation | <ul style="list-style-type: none"> • Prototypen Module 1 + 2 (Greenfoot-Projekt, zip-Archiv) |

Vorbereitung:**Können Algen die Welt retten?** Motivation und Kontext erarbeiten**Voraussetzungen:** eventuell Kenntnisse zu Algen, Eutrophierung, Gewässern aus der Mittelstufe**Ziele:** Die Lernenden können Rechercheergebnisse überprüfen, nach Relevanz und Eignung auswerten und mit geeigneten Werkzeugen problemorientiert visualisieren, indem sie ihr Wissen zu Algen reaktivieren und mit Grundannahmen und Modellierungsentscheidungen einer Computersimulation in einer Mindmap vernetzen.

Im Sinn des fächerübergreifenden Verständnisses im globalen Lernen fließen in das Unterrichtsbeispiel Themen der naturwissenschaftlichen und gesellschaftswissenschaftlichen Fächer ein. Um sich inhaltlich in das Thema einzuarbeiten, setzen sich die Lernenden in einer Phase des selbstgesteuerten Lernens mit dem Thema „Algen“ auseinander und wiederholen so Themen dieser Fächer aus der Mittelstufe. Diese Phase findet außerhalb des Informatik-Unterrichts statt: entweder im eigenverantwortlichen Lernen oder in Kooperation mit anderen Fächern. Die Lernenden sammeln mögliche relevante Faktoren für eine computergestützte Simulation von Algenwachstum und vergleichen sie mit den Modellierungsentscheidungen der vorliegenden Simulation, wodurch eine spätere kritische Reflexion der Simulation und Ideen zur eigenen Optimierung in der Projektarbeitsphase vorbereitet werden. Das zugehörige Arbeitsblatt „AB Vorbereitung“ umfasst folgende Arbeitsaufträge:

1. Mindmap zum subjektiven Vorwissen/Thema Algen erstellen,
2. Beantwortung relevanter Fragen zu Algen mittels bereitgestellter Quellen,
3. Überarbeitung und Erweiterung der Mindmap auf Basis der Ergebnisse aus 2.,
4. Hypothesenbildung bezüglich notwendiger Faktoren zur Simulation von Algenwachstum,
5. Quiz (mit weiteren Quellen als Hilfestellung).

Das individuelle Ergebnis der Vorbereitungsphase kann beispielsweise ein Lerntagebuch oder Visualisierungen wie Mindmaps, Concept Maps o. Ä. sein. Als Quellen steht ein Pool verschiedener textueller sowie Audio- und Videobeiträge zu den Themen Algen, Fotosynthese, Eutrophierung und Simulation geschlossener Gewässer bereit.

Lernschritt 1:**Vorwissen strukturieren und auf Beobachtung anwenden****Voraussetzungen:** AB Vorbereitung, Kenntnisse in objektorientierter Modellierung und Programmierung, Erfahrungen mit Greenfoot**Ziele:** Die Lernenden können Informatiksysteme unter fachlichen, ethischen, ökologischen, ökonomischen und rechtlichen Aspekten aus eigener und fremder Perspektive unter besonderer Berücksichtigung der zugrunde liegenden Daten bei KI bewerten, indem sie die Simulation der Fotosynthese einer Alge analysieren und deren Chancen und Grenzen diskutieren.

Im ersten Lernschritt untersuchen die Lernenden eine bereitgestellte Simulation. Diese enthält ein einzelnes Algen-Objekt, das Fotosynthese betreibt, wächst und sich vermehrt (Modul 1). In Einzelarbeit beschreiben sie natürlichsprachlich, welche Objekte sie identifizieren und welche Vorgänge sie beobachten können (Think-Phase). Die Eindrücke werden mit Vorwissen über reale Prozesse aus der Vorbereitungsphase verknüpft.

Im zweiten Schritt tauschen die Lernenden ihre Beobachtungen in einer Pair-Phase aus. Die im Arbeitsblatt 1 mitgegebenen Fragen dienen als Hilfestellung und Orientierung.

In einer anschließenden Share-Phase vergleichen die Lernenden ihre Ergebnisse und vervollständigen sie im gegenseitigen Austausch. Gemeinsam diskutieren sie die Chancen und Grenzen der Simulation aus Modul 1 trotz bzw. wegen der Reduktion der Realität auf wenige Aspekte, indem sie Pro- und Contra-Argumente für computergestützte Simulationen im Kontext der Nachhaltigkeit sammeln.

Lernschritt 2: Simulation und Realität – das Fachkonzept

Voraussetzungen: Lernschritt 1

Ziele: Die Lernenden können Informatiksysteme unter fachlichen, ethischen, ökologischen, ökonomischen und rechtlichen Aspekten aus eigener und fremder Perspektive unter besonderer Berücksichtigung der zugrunde liegenden Daten bei KI bewerten, indem sie für das gegebene Simulationsprogramm ein Klassendiagramm erstellen.

Nachdem die Lernenden den Prototyp der Algensimulation analysiert und beurteilt haben, erarbeiten sie das zugrunde liegende Fachkonzept in Form von UML-Klassendiagrammen. Dadurch vollziehen sie Modellierungsentscheidungen nach, erkennen die Reduktion der biologischen Prozesse auf ein Datenmodell mit einigen Aspekten und stellen sie sachgemäß unter Verwendung geeigneter informatischer Modellierungswerkzeuge dar. Die hier aufgebauten Kompetenzen können im Rahmen von Modul 1 betrachtet und im erweiterten Modul 2 auf komplexere, multifaktorielle Szenarien übertragen werden.

Lernschritt 3: Unbegrenztes Wachstum oder Game Over: Kipppunkte ermitteln

Voraussetzungen: Lernschritt 2, gesicherte UML-Klassendiagramme

Ziele: Die Lernenden können Informatiksysteme unter fachlichen, ethischen, ökologischen, ökonomischen und rechtlichen Aspekten aus eigener und fremder Perspektive unter besonderer Berücksichtigung der zugrunde liegenden Daten bei KI bewerten, indem sie eine um die Einflussfaktoren Licht und Raum erweiterte Simulation analysieren, Simulationsparameter verändern und die sich ergebende Algenpopulation im zeitlichen Verlauf als Diagramm darstellen, das hinsichtlich „Game Over“-Zustands und Kipppunkts interpretiert wird.

Die Lernenden untersuchen in Modul 2 nun eine erweiterte Simulation. In dieser werden Algen im Kontext eines geschlossenen Gewässers simuliert und die Einflussfaktoren auf Wachstum und Vermehrung einer Alge zu einer Algenpopulation um Licht und Größe des Lebensraums ergänzt. Durch Manipulation der Anzahl der CO₂-Objekte in der Simulation setzen sich die Lernenden mit deren Auswirkung auseinander, indem sie zunächst die relevante Methode identifizieren und experimentell den Wert für den Eingabeparameter „int amount“ in der Methode „setCO2Amount(int amount)“ verändern.

Die Lernenden analysieren das resultierende Algenwachstum und unterschiedliche Zustände der Simulation. Insbesondere der „Game Over“-Zustand (Absterben aller Algen) wird betrachtet und zu dessen Entstehung eine Hypothese aufgestellt.

Anschließend protokollieren die Lernenden die Veränderungen in einer Tabelle, in die sie die Anzahl der Algen-Objekte bei Veränderung der CO₂-Objekte eintragen. Eine Darstellung als Kurvendiagramm visualisiert kritische Punkte („Kippunkte“ = Absterben aller Algen in den beiden unteren Schichten), die in einer Gruppenarbeit diskutiert werden. Die Ergebnisse der Gruppendiskussion werden z. B. auf einem Online-Moderationsboard⁴ farblich nach Fragen und Antworten bzw. Vermutungen differenziert festgehalten.

Lernschritt 4: Die Algenernte

Voraussetzungen: Lernschritt 3

Ziele: Die Lernenden können die Bedeutung digitaler Technologien für die nachhaltige Entwicklung darstellen und bewerten sowie Potenziale von Digitalisierung zur Lösung globaler und ökologischer Herausforderungen erkennen, indem sie die Algenernte als nachhaltigen Prozess modellieren und implementieren.

Im nächsten Lernschritt analysieren die Lernenden die Simulation hinsichtlich eines günstigen Zeitpunkts für eine möglichst ertragreiche Algenernte. Sie implementieren die für die Ernte notwendigen Methoden und erweitern so die Simulation.

Dazu stellen die Lernenden in einer Einzelarbeitsphase eine Hypothese über den günstigsten Zeitpunkt einer Algenernte auf. Mithilfe der Tabelle aus Lernschritt 3 ermitteln sie dann den Zeitpunkt, zu dem die meisten Algen-Objekte in der Simulation vorhanden sind. Auf Grundlage der Überlegungen entwickeln sie eine Methode zur Algenernte in Pseudocode. In einer anschließenden Austauschphase diskutieren sie die Ergebnisse. Dann implementieren und testen die Lernenden die Methode zur Algenernte unter den im Arbeitsblatt aufgeworfenen Fragestellungen (Ergänzungen sind möglich). Die Ergebnisse werden dem Plenum präsentiert. Zur Sicherung der Erweiterung der Simulation wird das Klassendiagramm um die implementierten Methoden ergänzt.

Projektphase: Erweiterung der Simulation

Voraussetzungen: Lernschritte 1 – 4

Ziele: Die Lernenden können individuelle Möglichkeiten zur Gestaltung eines Informatiksystems erkennen und beschreiben sowie Potenziale der Digitalisierung im globalen Wandel durch Offenheit und Innovationsbereitschaft wahrnehmen, in Simulationen verdeutlichen und in gesellschaftliche Handlungsfähigkeit umsetzen, indem sie die Simulation nach eigenen Ideen um weitere Einflussfaktoren erweitern und ihr Projekt präsentieren.

Die Lernenden beurteilen die Chancen der Simulation und potenzielle Einsatzbereiche. Mögliche Beispiele für diese Bereiche sind: schuleigener Teich, heimische Gewässer, Algen-Farming etc. Sie ermitteln, welche Aspekte der Simulation hierfür optimiert werden müssten, und entwickeln einen Plan zur Umsetzung ihrer Ideen mittels Scrum- bzw. Kanban-Boards zur Strukturierung der Projektarbeitsphase. Eine Rückkopplung mit Expertinnen und Experten (bspw. Wissenschaftlerinnen oder Wissenschaftler) im Rahmen eines Besuchs eines außerschulischen Lernorts kann ebenfalls stattfinden.

⁴ Zum Beispiel <https://www.oncoo.de>.

Mögliche Aspekte zur Erweiterung der Simulation sind:

- Ausleuchtung des Tanks optimieren,
- Tankformen und Auswirkungen variieren,
- Wachstumsfaktoren durch Nährstoffe, pH-Wert etc. ergänzen.

Auch kann die Funktionsweise der Implementierung auf ein alternatives Szenario aus dem Bereich BNE übertragen werden, zur Simulation von z. B. Ressourcenknappheit, Auswirkungen auf lokale Wetterphänomene durch den Klimawandel, Zugang zu Ressourcen durch Verschieben von Lieferketten etc.. Beispielhaft sei auch die Simulation einer Virus-Epidemie genannt (KÖLLING 2020).

Die Einbettung im Informatik-Unterricht entwickelter Simulationen kann auch in ganzheitliche Bestrebungen der Schule z. B. im Sinn des Whole School Approach erfolgen. Mögliche Themen sind:

- „Müllfreie Pause“: Simulation eines Müllbergs durch Vermeidung von Verpackungen,
- „Chancengleichheit“: Simulation des Fachkräftemangels in der IT-Branche mit gezielter Mädchenförderung im Informatik-Unterricht durch das Einführen eines Tutorinnen-Systems,
- „Gesund und fit durch den Schulweg“: Simulation der eigenen Gesundheit (z. B. Insulinspiegel, Herz-Kreislauf-System) durch Nutzung des Fahrrads für den Schulweg.

Als Formen der Sicherung und Präsentation der entwickelten Projektpläne können die Lernenden Portfolios, Präsentationen für den Tag der offenen Tür, schriftliche Dokumentationen oder Präsentationsvideos erstellen. Die Ergebnisse könnten auf der Schulwebsite veröffentlicht, bei einer öffentlichen Veranstaltung präsentiert oder in Form eines Wettbewerbs vorgestellt werden.

6 Literatur

Wichtige KMK-Schriften zu dem Thema

- 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.
- 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.
- KMK – KULTUSMINISTERKONFERENZ (2004): Einheitliche Prüfungsanforderungen Informatik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i. d. F. vom 05.02.2004). https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01_EPA_Informatik.pdf.

Allgemeines Literaturverzeichnis

- CLAUS, V. & SCHWILL, A. (2006): Duden Informatik A – Z: Fachlexikon für Studium, Ausbildung und Beruf.
- DIETHELM, I., DÖRGE, C., MESAROS, A. & DÜNNEBIER, M. (2011): Die Didaktische Rekonstruktion für den Informatikunterricht. In: THOMAS, M. (Hrsg.), Informatik in Bildung und Beruf – INFOS 2011 (S. 77 – 86).

- DIETHELM, I., KOUBEK, J. & WITTEN, H. (2011): IniK – Informatik im Kontext: Entwicklungen, Merkmale und Perspektiven. In: Log In, 31 (1), 169 – 170. <https://doi.org/10.1007/BF03323736>.
- ENGAGEMENT GLOBAL (2018): Orientierung gefragt – BNE in einer digitalen Welt. https://www.globaleslernen.de/sites/default/files/files/pages/diskussionspapier_orientierung_gefragt_bne_in_einer_digitalen_welt.pdf.
- GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK (2018): Ethische Leitlinien. <https://gi.de/ueber-uns/organisation/unsere-ethischen-leitlinien/>.
- GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK (2016^a): Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II. https://doi.org/10.18420/rec2016_057.
- GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK (2016^b): Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt. <https://dagstuhl.gi.de/dagstuhl-erklaerung>.
- GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK (2006): Was ist Informatik? <https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Themen/was-ist-informatik-lang.pdf>.
- HUMBERT, L. & PUHLMANN, H. (2004): Essential ingredients of literacy in informatics. In: MAGENHEIM, J. & SCHUBERT, S. (Hrsg.), Informatics and Student Assessment. GI-Dagstuhl-Seminar (S. 65 – 76).
- KATTMANN, U., DUIT, R., GROPENGIESSER, H. & KOMOREK, M. (1997): Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 3 – 18. <https://doi.org/10.25656/01:31502>.
- KÖLLING, M. (2020): Java Programming, Episode 1: How to model a virus epidemic. <https://youtu.be/rSHcNpGOGOs?list=PLIWb-FtdAhJjNgdljwkMEQMhwhVliV63>.
- MNU – VERBAND ZUR FÖRDERUNG DES MINT-UNTERRICHTS & GI – Gesellschaft für Informatik (2020): Gemeinsamer Referenzrahmen Informatik (GeRRI). https://www.mnu.de/images/publikationen/Informatik/GeRRI_komplett_WEB.pdf.
- NIEBERT, K. & GEUCHEN, A. (2019): Digitalisierung: neue Hoffnung oder dunkle Bedrohung? In: Movum – Briefe zur Transformation, (25). <https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/182183>.
- RÖHNER, G. (2016): Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II. Gesellschaft für Informatik e. V. https://doi.org/10.18420/rec2016_057.
- STECHERT, P., ANTHES, J., RÖHNER, G., KERN, E. & DIETHELM, I. (2023): Konzept eines Orientierungsrahmens für den Lernbereich Globale Entwicklung im Fach Informatik im Rahmen der Bildung für Nachhaltige Entwicklung. In: GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK e. V. (Hrsg.), INFOS 2023 – Informatikunterricht zwischen Aktualität und Zeitlosigkeit (S. 383 – 392). <https://doi.org/10.18420/infos2023-039>.
- TISSENBAUM, M., SHELDON, J. & ABELSON, H. (2019): From Computational Thinking to Computational Action. In: Communications of the ACM, 62 (3), 34 – 36. <https://doi.org/10.1145/3265747>.
- TU KAISERSLAUTERN (o.J.): Didaktische Rekonstruktion. <https://service.zfl.uni-kl.de/wp/glossar/didaktische-rekonstruktion>.

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. 28 Abbildung 6: Gesellschaft für Informatik e. V.: Dagstuhl-Dreieck. Verfügbar unter: <https://charta-digitale-bildung.de/>.
- S. 38f. 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, E-Mail: 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, E-Mail: 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, E-Mail: 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 Informatik: Dr. Eva Kern, Dr. Peer Stechert (beide Leitung); weitere Mitglieder: Jacqueline Anthes, Prof. Dr. Ira Diethelm, Bernd Fiedler, Dr. Lutz Hellmig, Gerhard Röhner

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 Informatik, 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 978-3-14-130373-5



Dieses Druckerzeugnis wurde mit dem Blauen Engel ausgezeichnet.