

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Mathematische Bildung für eine nachhaltige Zukunft:
Materialentwicklung im Kontext der Sustainable
Development Goals“

verfasst von / submitted by

Cathérine Adam, MSc BSc BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Education (MEd)

Wien, 2024 / Vienna 2024

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 199 513 520 02

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Lehramt Sek (AB)
Unterrichtsfach Haushaltsökonomie und
Ernährung Unterrichtsfach Mathematik

Betreut von / Supervisor:

Assoz. Prof. Mag. Mag. Dr. Christoph
Ableitinger, Privatdoz.

Zusammenfassung

Die Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen wurden als universeller Aktionsplan zur Bewältigung globaler Probleme wie Armut, Ungleichheit und Umweltzerstörung entwickelt und dienen als Leitlinien für eine nachhaltige Entwicklung.

Obwohl die Mathematik bereits eine entscheidende Rolle bei der Analyse und Lösung globaler Herausforderungen spielt, werden die SDGs im Bildungswesen aktuell noch vernachlässigt, insbesondere im Mathematikunterricht. Um diese Lücke zu schließen, widmet sich diese Masterarbeit der Entwicklung digitalen Lehrmaterials für den Mathematikunterricht der Sekundarstufe 1 unter besonderer Berücksichtigung der SDGs. Die Integration der SDGs in den Mathematikunterricht leistet einen wichtigen Beitrag zur Bildung für nachhaltige Entwicklung und befähigt die SchülerInnen zu globalen Problemlösungen beizutragen. Das erstellte Material trägt dazu bei, das Bewusstsein für die mathematische Perspektive einer nachhaltigen Entwicklung zu schärfen und die nächste Generation zu befähigen, eine gerechtere, umweltfreundlichere und nachhaltigere Welt aufzubauen.

Abstract

The Sustainable Development Goals of the United Nations were formed as a universal action plan to address global issues such as poverty, inequality, and environmental destruction and to serve as guidelines for sustainable development. Although mathematics already plays a crucial role in analyzing and solving global challenges, the SDGs are currently neglected in education, especially in mathematics.

To close this gap, this master's thesis focuses on the development of digital teaching materials for mathematics education in secondary level 1 with special emphasis on the SDGs. Integrating the SDGs into mathematics education makes a significant contribution to education for sustainable development and empowers students to contribute to global problem-solving. The created material contributes to sharpening awareness of the mathematical perspective of sustainable development and empowering the next generation to build a fairer, more environmentally friendly, and sustainable world.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen.....	i
Abbildungsverzeichnis	i
Tabellenverzeichnis.....	ii
1. Einleitung.....	1
1.1. Motivation der Masterarbeit.....	1
1.2. Zielsetzung der Arbeit.....	3
1.3. Inhaltliche Gliederung.....	4
2. Nachhaltige Entwicklung.....	5
2.1. Nachhaltigkeit – Definition und gesellschaftliche Bedeutung	5
2.2. Sustainable Development Goals der United Nations.....	7
3. Sustainable Development Goals im schulischen Umfeld.....	16
3.1. Aktuelle Situation.....	16
3.2. Neuer Lehrplan Österreich	23
3.3. Nachhaltige Entwicklung im Mathematikunterricht	25
4. Aspekte von Unterrichtsmaterialien.....	29
4.1. Methodenvielfalt	29
4.2. Didaktische Prinzipien	31
4.3. Die Rolle der Lehrkraft	34
5. Methodik dieser Arbeit.....	36
5.1. Planung und kriteriengeleitete Entwicklung der Materialien	37
5.1.1. Orientierung an Kriterien und didaktischen Prinzipien.....	38
5.1.2. Themen- und Methodenwahl.....	41
5.1.3. Aufbau und Struktur	45
6. Materialgenese	46
6.1. Festlegung der Unterrichtsthemen	46
6.2. Didaktische Planung.....	49
6.2.1. Lernziele und Kompetenzen.....	49
6.2.2. Zielgruppe	54
6.2.3. Didaktische Analyse	55
6.3. Inhaltlicher Aufbau und digitale Umsetzung	59

6.4.	Material	64
6.5.	Einsatzmöglichkeiten und Hinweise zur Nutzung	64
6.6.	Didaktische Reflexion.....	66
7.	Diskussion.....	67
7.1.	erste Erfahrungen zum Material	67
7.2.	Einsatz	71
7.3.	Kritische Methodendiskussion	72
7.4.	Verbesserungsvorschläge zum Material.....	73
7.5.	Diskussion der Zielsetzung	74
8.	Fazit und Ausblick	81
9.	Literaturverzeichnis	86
10.	Anhang.....	99
10.1.	Vollständiges Material	99
10.2.	Lösungen	134
10.3.	Hinweise zur Nutzung	142
10.4.	Unterrichtsvorschlag	146

Abkürzungen

BNE	-	Bildung für Nachhaltige Entwicklung
KI	-	Künstliche Intelligenz
MINT	-	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik
SDGs	-	Sustainable Development Goals (d.: Nachhaltigkeitsziele)
UN	-	United Nations (d.: Vereinte Nationen)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Icons der 17 Ziele der Agenda 2030	11
Abbildung 2: Aufbereitung von Daten, hier exemplarisch für Ziel 5	38
Abbildung 3: Aufbereitung von Daten, hier exemplarisch für Ziel 8	38
Abbildung 4: aktives Ausprobieren, hier exemplarisch für Ziel 12.....	39
Abbildung 5: eigenständige Recherche, hier exemplarisch für Ziel 10	40
Abbildung 6: Unterstützung bei der Selbstständigkeit, hier exemplarisch für Ziel 3..	41
Abbildung 7: vor der Abgabe der Teillösung	45
Abbildung 8: nach der Abgabe der Teillösung.....	46
Abbildung 9: Einteilung der Ziele nach den „5 Ps“.....	47
Abbildung 10: Einteilung der Ziele als „wedding cake diagramm“	47
Abbildung 11: Einteilung der Ziele nach den 3 Säulen der Nachhaltigkeit	48
Abbildung 12: Differenzierung / Hilfestellung Beispiel a)	58
Abbildung 13: Differenzierung / Hilfestellung Beispiel b)	59
Abbildung 14: Startseite.....	60
Abbildung 15: Index-Folie	60
Abbildung 16: Übersicht der SDGs.....	61
Abbildung 17: Info-Seite, hier exemplarisch für Ziel 3	62
Abbildung 18: Verknüpfung zu Whiteboard & Taschenrechner	62
Abbildung 19: Beispiel für sofortiges Feedback bei falscher Antwort.....	63
Abbildung 20: Folie mit Materialien für Lehrkraft	63
Abbildung 21: QR-Code für Zugriff zum Material	64
Abbildung 22: Aufgabenkarte, hier exemplarisch für Ziel 16.....	65

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der 17 Ziele der Agenda 2030	12
Tabelle 2: mathematische Lernziele des Materials	51
Tabelle 3: fächerübergreifende Lernziele des Materials	54

1. Einleitung

1.1. Motivation der Masterarbeit

Themen wie „Nachhaltigkeit“ und „Klimawandel“ dominieren die aktuelle Berichterstattung in den Medien, mit täglichen Schlagzeilen über neue Temperaturrekorde, Aktionen von KlimaaktivistInnen oder Fridays For Future-Demonstrationen. Das Interesse an einer nachhaltigen Zukunft für den Planeten ist hoch, in der Politik, in der Gesellschaft, vor allem aber bei den noch heranwachsenden Generationen (Adam et al., 2023).

Der aufwändige Lebensstil der Industrieländer belastet die Lebensgrundlagen der globalen Bevölkerung erheblich, sei es für Menschen, Tiere oder Pflanzen. Natürliche Ressourcen wie Wasser, Luft und Boden sind infolge deren Konsum- und Produktionsmuster bereits heute stark überbeansprucht (IPCC, 2023).

Eine nachhaltige Zukunft betrifft besonders die heranwachsenden Generationen, denn sie sind einerseits die Hoffnungsträger für die Schaffung einer zukünftig besseren Welt. Andererseits werden langfristig spürbare Änderungen und Ergebnisse angestrebt, wie ein ausgewogenes Ökosystem, ein nachhaltiges Wirtschaftswachstum und ein verantwortungsvoller Umgang mit den vorhandenen Ressourcen (Qurratulain et al., 2022). Wie von Briceño und Santos (2019) betont wird, kann nachhaltige Entwicklung nicht über Nacht erreicht werden, sondern erfordert kontinuierliche Arbeit und einen starken Willen der Weltbevölkerung zur Veränderung.

Infolgedessen ist die Integration von Themen wie Nachhaltigkeit und Klimawandel in den Unterricht angesichts der Dringlichkeit und Relevanz dieser Themen von entscheidender Bedeutung. Die Schule kann dazu beitragen, einen nachhaltigen Lebensstil in der Gesellschaft zu fördern und so zu einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen. Durch die Arbeit mit entsprechenden Themen wird es den SchülerInnen ermöglicht, sich aktiv an der Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft zu beteiligen und ein Verständnis für die aktuellen Herausforderungen unserer Zeit zu entwickeln. Die Bildung spielt daher zweifellos eine wesentliche Rolle auf dem Weg zu einer nachhaltigen Welt (BMBWF, o. D.a).

Zusammenhang mit Schulmathematik

Oftmals wird Mathematik von SchülerInnen als unbeliebtes Fach oder sogar als „Angstfach“ betrachtet, was häufig mit der vermeintlichen „Sinnlosigkeit“ des Fachs begründet wird. Die Diskrepanz zwischen dem Mathematikunterricht und dem Leben der SchülerInnen außerhalb der Schule wird als zu groß empfunden (Reiss & Hammer, 2021). Die Verbindung mit der aktuellen Thematik der Nachhaltigkeit könnte sich in Folge positiv auf das schulische Image der Mathematik auswirken. Die Verknüpfung dieser wichtigen und für viele Heranwachsende relevanten Themen kann zugleich das Interesse und die Freude an mathematischer Arbeit fördern und SchülerInnen auf Studiengänge und Berufsfelder vorbereiten, die im Kontext einer nachhaltigen Zukunft relevant sind.

Gleichzeitig können diese Themen im Mathematikunterricht einen wesentlichen Beitrag zur Allgemeinbildung leisten, wie Winter betont. Gemäß seiner Vorstellung soll der Mathematikunterricht nämlich dazu befähigen „Erscheinungen der Welt um uns, die uns alle angehen oder angehen sollten, aus Natur, Gesellschaft und Kultur, in einer spezifischen Art wahrzunehmen und zu verstehen“ (Winter, 1955). Durch die Verknüpfung mit der Mathematik kommt es zu einer Erweiterung der Perspektive und des Wissensstands der SchülerInnen in Bezug auf dieses gesellschaftlich bedeutsame Themenfeld. Dieses Potenzial der Mathematik wird von Winter stark hervorgehoben (Winter, 1975).

Zusammenhang mit Fachmathematik

Die Fachmathematik beschäftigt sich schon seit geraumer Zeit intensiv mit der Thematik der nachhaltigen Entwicklung. Ein Beispiel hierfür ist die Gründung der Initiative „Mathematics on Planet Earth 2013“ am „Internationalen Tag der Mathematik“ im Jahr 2010, mit dem Ziel der Öffentlichkeit den positiven Beitrag der Mathematik zum Klimaschutz aufzuzeigen.

Auch am „Internationalen Tag der Mathematik“ im Jahr 2020 mit dem Motto „Mathematik ist überall“ wurde der umfassende Zusammenhang zwischen Mathematik und der Nachhaltigkeit in den Vordergrund gerückt. Hier haben diverse Anwendungen in der Naturwissenschaft und der Technik sowie die Bedeutung der Mathematik beim Verständnis und bei der Bewältigung planetarer Herausforderungen eine wesentliche Rolle gespielt.

Durch diese Initiativen soll auch das Image der Mathematik in der Gesellschaft verbessert und ihre Bedeutung für die Gesellschaft deutlicher hervorgehoben werden (Vogt & Rousseau, 2020). Mathematik ist bereits heute wesentlicher Bestandteil zahlreicher Lösungsansätze für eine nachhaltige Entwicklung, darunter beispielsweise erneuerbare Energien, Wiederaufforstung, Kohlenstoffbindung, Optimierung der Lebensmittelproduktion und -konsummuster oder Müllvermeidung (Renert, 2011).

SDGs

Die „Sustainable Development Goals“ der Vereinten Nationen, in weiterer Folge auch abgekürzt als „SDGs“, verdeutlichen selbst die enge Verbindung zwischen Mathematik und einer nachhaltigen Entwicklung, da die 17 Ziele unzählige Zusammenhänge der beiden Gebiete beinhalten. Zum Beispiel betont Ziel 4 (Hochwertige Bildung) den Aufbau mathematischer und naturwissenschaftlicher Kompetenzen. Ziel 5 (Geschlechtergleichheit) hebt besonders hervor, Frauen und Mädchen zur Nutzung von Mathematik zu befähigen. Für Ziel 9 (Industrie, Innovation und Infrastruktur) dient Mathematik als Instrument für wirtschaftliche Entwicklung. Mathematik ist auch entscheidend bei der Bewältigung von Katastrophen und Epidemien und daher für das Erreichen von Ziel 11 (Nachhaltige Städte und Gemeinden) (UN, 2015).

Insgesamt ist Mathematik unverzichtbar für die Umsetzung der Ziele der Vereinten Nationen zur nachhaltigen Entwicklung.

1.2. Zielsetzung der Arbeit

Die Integration der SDGs in den Lehrinhalt der Schulen erhält eine immer größere Bedeutung. So sind österreichische Schulen dazu eingeladen, sich mit den Zielen in verschiedenen Lehrgegenständen auseinanderzusetzen und den heranwachsenden Generationen dadurch eine nachhaltige Lebensführung näherzubringen.

Tatsächlich gibt es bereits eine Vielzahl von Unterrichtsmaterialien zu den SDGs, die mit geringem Zeitaufwand der Lehrkräfte direkt eingesetzt werden können. Allerdings konzentrieren sich diese evaluierten Materialien fast ausschließlich auf einzelne Unterrichtsfächer, insbesondere Deutsch und Politische Bildung.

Für den Unterrichtsgegenstand Mathematik haben sich im Zuge der Recherche für diese Masterarbeit kaum Materialien finden lassen, die sich explizit mit den SDGs befassen, wie auch Lechuga et al. (2020) in ihrer Studie bestätigen.

Infolgedessen wird sich diese Masterarbeit auf die inhaltliche und methodische Entwicklung, Beschreibung und Evaluierung von digitalem Unterrichtsmaterial zu den Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen zum Einsatz in der Sekundarstufe 1 fokussieren. Die Materialgenese wird kriteriengeleitet auf Basis fachwissenschaftlicher Erkenntnisse durchgeführt. Das Material soll das Vorwissen der SchülerInnen bestmöglich aufgreifen und basierend darauf Lernmöglichkeiten schaffen, um eine selbstständige, aktive Auseinandersetzung der Lernenden mit der Thematik SDGs zu erlauben und gleichzeitig ihre mathematischen Kompetenzen zu fördern.

1.3. Inhaltliche Gliederung

Nach einleitenden Kapiteln zur Zielsetzung der Masterarbeit, der inhaltlichen Einführung der 17 Nachhaltigkeitsziele der Agenda 2030 sowie zu der Bedeutung der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung folgen die Ergebnisse der Literaturrecherche zur Entwicklung von Unterrichtsmaterial. Daraufhin wird der Arbeitsprozess der Materialerstellung erläutert und mit den Erkenntnissen aus der Literaturrecherche verknüpft. Der Einsatz und die Eignung des Unterrichtsmaterials zum Kompetenzaufbau im Mathematikunterricht werden diskutiert und es werden konkrete Unterrichtsvorschläge vorgestellt. Abschließend folgt ein Fazit zur Arbeit und eine Aussicht auf zukünftige Möglichkeiten des Mathematikunterrichts im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung.

2. Nachhaltige Entwicklung

2.1. Nachhaltigkeit – Definition und gesellschaftliche Bedeutung

Paradigmenwechsel vom Wohlstand zur Nachhaltigkeit

Ende der 80er Jahre hat sich in den Industriestaaten ein neues Verständnis von Wohlstand entwickelt, bei dem vor allem Materialität in den Vordergrund der Gesellschaft gestellt wurde. Dieser Fokus hat sich in den nächsten Jahrzehnten jedoch begonnen zu verändern. Im Mittelpunkt des gesellschaftlichen Bewusstseins steht nun, im 21. Jahrhundert, eine Entwicklung, die nachhaltig und zukunftsfähig sein soll (Von Koerber, 2010).

Die katastrophalen Auswirkungen industrieller Produktion und steigender Konsummuster waren stets offensichtlich, wenn sie abrupt auftraten, wie beispielsweise in Chernobyl, Fukushima oder Bhopal. In Chernobyl kam es im Jahr 1986 zu einem schwerwiegenden Reaktorunfall, Fukushima erlebte 2011 nach einem Erdbeben und einem Tsunami eine nukleare Katastrophe. Bhopal stellt den Ort der weltweit größten industriellen Katastrophe dar, als im Jahr 1984 giftige Chemikalien aus einer Fabrik freigesetzt wurden (Labib, 2015).

Jedoch hat die seit Jahrzehnten stattfindende kontinuierliche Verschmutzung einen eigentlich noch viel verheerenderen Einfluss auf die Umwelt und die Weltbevölkerung. Bisher waren diese stetig herannahenden Konsequenzen aber wenig auf diejenigen gerichtet, die von der Industrie am meisten profitiert haben, nämlich die nordamerikanische und europäische Bevölkerung. Nun ist jedoch ein Zeitpunkt erreicht, an dem dieser verschwenderische Lebensstil nicht länger gewährleistet werden kann. Die endlichen Ressourcen der Natur und die Instabilität fossiler Brennstoffe werden zunehmend erkannt und hängen wie ein Damoklesschwert über uns (Gellert, 2011).

Im Laufe der Zeit entwickelte sich daraufhin zunehmend der Wunsch nach einer globalen Entwicklung, in der Nachhaltigkeit als grundlegendes Prinzip von internationalen Organisationen, Regierungen, privaten Institutionen, zivilgesellschaftlichen Organisationen und Unternehmen anerkannt wird. Dies reflektiert das Verständnis, dass der anhaltende Konsum der Wohlstandsstaaten

nicht nachhaltig ist, insbesondere wenn er die natürlichen Ressourcen überbeansprucht (Hamilton & Pfaff, 2013).

Definition „nachhaltige Entwicklung“

Durch die intensive Beschäftigung zahlreicher Bereiche mit dem Thema haben sich verschiedene Definitionen von Nachhaltigkeit angesammelt. Trotz der Vielfalt an Definitionen und der eventuell fehlenden Möglichkeit einer universell akzeptierten Begriffsbestimmung erscheint es nicht zwingend erforderlich, sich auf eine einzige Definition festzulegen. Vielmehr ist es entscheidend, einen Konsens darüber zu erzielen, welche einheitlichen und ganzheitlichen Aspekte von Nachhaltigkeit angestrebt werden müssen (Hamilton & Pfaff, 2013).

Bereits 1987 hat der Brundtland Bericht der von den Vereinten Nationen gegründeten Weltkommission für Umwelt und Entwicklung den Begriff „nachhaltige Entwicklung“ begründet und wie folgt definiert: „eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“ (Brundlandt, 1987)

Abgesehen von dieser in der Literatur weit verbreiteten Definition existieren, wie bereits erwähnt, zahlreiche andere, die jedoch alle einen gemeinsamen Konsens teilen: Die natürlichen Ressourcen sollen nicht überbeansprucht werden, und der Planet mit seinen Ökosystemen zum Wohl kommender Generationen der Weltbevölkerung bewahrt werden. Die UNESCO hat die nachhaltige Entwicklung als ein sich ständig weiterentwickelndes Konzept beschrieben, das darauf abzielt, die Lebensqualität jedes Einzelnen zu verbessern, einschließlich der zukünftigen Generationen (UNESCO, 2017).

Mit dem steigenden Bewusstsein in den letzten Jahrzehnten hat sich der Begriff „sustainable development“ nicht nur in Politik- und Wissenschaftskreisen, sondern auch in der allgemeinen Bevölkerung etabliert (Loske & Bleischwitz, 1997). Der englische Begriff „sustainable“ kann mit „zukunftsfähig“, das entsprechende Nomen „sustainability“ mit „Zukunftsfähigkeit“ oder „Nachhaltigkeit“, übersetzt werden.

Drei Säulen der Nachhaltigkeit

Der Begriff „Entwicklung“ wird oft ausschließlich mit einem wirtschaftlichen Aspekt in Verbindung gebracht, während die „Nachhaltigkeit“ meist mit der Ökologie assoziiert

wird. Das Konzept einer nachhaltigen Entwicklung berücksichtigt allerdings die drei „Säulen“ der Nachhaltigkeit: Soziales, Umwelt und Wirtschaft (Von Koerber, 2010).

Obwohl die Umwelt von diesen Dimensionen sicherlich am bekanntesten und in den Medien am stärksten präsent ist, sollte Nachhaltigkeit nicht ausschließlich mit Umweltschutz gleichgesetzt werden (Hamilton & Pfaff, 2013). Nachhaltigkeit betrifft zusätzlich ökonomische als auch soziale Aspekte, da die natürlichen Ressourcen begrenzt sind und der Mangel an diesen insbesondere die Schwachen und Verwundbaren zuerst trifft (Roe et al., 2018). Damit eine Gesellschaft sozial agieren kann und ökonomisch stabil ist, benötigt sie wiederum ökologische Faktoren, wie eine saubere Umwelt, klare Luft, reines Wasser und gesunde Böden (Semiz & Baykal, 2020). Diese drei Dimensionen sind eng miteinander verbunden und nicht getrennt voneinander zu betrachten. Eine Entwicklung kann in Folge nur dann nachhaltig sein, wenn die drei Dimensionen gemeinsam betrachtet werden (Von Koerber, 2010).

2.2. Sustainable Development Goals der United Nations

United Nations

Im Jahr 1945 wurde die Organisation der Vereinten Nationen, international als „United Nations“ oder kurz „UN“ bekannt, ins Leben gerufen. Ihre Gründung steht in enger Verbindung mit einem neuen Gefühl der Einheit, das sich nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs auf der Suche nach Frieden entwickelte. Der Zusammenschluss der Vereinten Nationen ist daher nicht nur von gesellschaftlicher, sondern auch von großer historischer Bedeutung (Knapp, 2007).

Erste Programme zur nachhaltigen Entwicklung

Aufgrund des steigenden Bewusstseins für eine nachhaltige Entwicklung fand im Jahr 1992 in Rio de Janeiro die erste Konferenz der Vereinten Nationen zum Thema Umwelt und Entwicklung statt. Dort haben die 178 Teilnehmerstaaten die „Agenda 21“ entwickelt; ein Aktionsprogramm, das die nachhaltige Entwicklung des 21. Jahrhundert gestalten sollte (UN, 2015). Dabei handelt es sich um einen ganzheitlichen und interdisziplinären Ansatz, der das Bewusstsein für die persönliche Verantwortung für unseren Planeten stärken soll. Das Programm zielt darauf ab, die komplexen Zusammenhänge von Problemen wie Armut, Klimawandel und

Ungleichheit zu verstehen und Lösungen für diese Herausforderungen, die unsere Zukunft maßgeblich beeinflussen, zu finden (Semiz & Baykal, 2020).

Die acht Millenniums-Entwicklungsziele (MDGs) könnten als Vorläufer der SDGs angesehen werden. Von 2000 bis 2015 dienten sie als Leitlinie für die Entwicklungspolitik der Vereinten Nationen, mit dem Ziel, das Leben von Millionen von Menschen zu verbessern. Tatsächlich konnte während dieser Zeit die Prävalenz extremer Armut um die Hälfte reduziert werden, mehr als zwei Milliarden Menschen erhielten Zugang zu sauberen Wasserquellen und darüber hinaus konnte die weltweite Müttersterblichkeit um 44 Prozent gesenkt werden (Südwind, 2023).

Trotz der positiven Entwicklungen gibt es weiterhin globale Herausforderungen, die eine enge Zusammenarbeit der UN erfordern. Zum Beispiel lebt immer noch jeder achte Mensch in extremer Armut, jährlich sterben sechs Millionen Kinder unter fünf Jahren an potenziell vermeidbaren Krankheiten, 800 Millionen Menschen leiden an Hunger und zwei Milliarden Menschen haben keinen ausreichenden Zugang zu sauberem Trinkwasser (Südwind, 2023). Die Ungleichheiten innerhalb und zwischen Nationen nehmen zu, insbesondere hinsichtlich der Verteilung von Chancen, Reichtum und Macht, was besonders Frauen negativ betrifft. Hohe Arbeitslosigkeit, insbesondere bei Jugendlichen, stellt ebenfalls ein globales Problem mit weitreichenden Konsequenzen dar. Weltweite Gesundheitsrisiken, darunter zunehmende Naturkatastrophen, Konflikte, Extremismus und Krankheiten wie COVID-19, bedrohen die humanitäre Arbeit der Vereinten Nationen zusätzlich und erschweren den Entwicklungsfortschritt. Die Erschöpfung natürlicher Ressourcen, die fortschreitende Umweltzerstörung sowie jährliche Rekorde in Bezug auf Dürre, Wasserknappheit und den Verlust der Biodiversität verdeutlichen die Dringlichkeit des Klimaschutzes als die vielleicht bedeutendste Herausforderung unserer Zeit (IPCC, 2023).

Aufgrund dieser erheblichen Herausforderungen wurde vielen Menschen auf der Welt bisher die Möglichkeit auf ein menschenwürdiges und erfülltes Leben sowie auf die Ausschöpfung ihres Potenzials verwehrt. In Anbetracht dessen erscheint eine nachhaltige Entwicklung derzeit für viele Länder nicht realisierbar (UN, 2015). Die Hürden wirken oft überwältigend und scheinen kaum zu überwinden zu sein.

Entwicklung der SDGs

Nicht zuletzt als Reaktion auf die weltweiten Missstände kam es zur Begründung der „Sustainable Development Goals“ der Vereinten Nationen. Während des Gipfeltreffens der UN vom 25. bis zum 27. September 2015, dem 70. Jubiläum der Vereinten Nationen, in New York kamen alle 193 Mitgliedsstaaten zusammen, um neue globale Leitlinien und Ziele für eine nachhaltige Entwicklung der Welt zu erarbeiten: die Agenda 2030 mit den 17 Sustainable Development Goals – deutsche Übersetzung: Ziele für eine nachhaltige Entwicklung (SDG Watch Austria, o. D.).

Diese Nachhaltigkeitsziele wurden als Reaktion auf mehr als zwei Jahre weltweiter Konsultationen mit der Zivilgesellschaft und verschiedenen Interessengruppen entwickelt. Diese globalen Ziele verleihen insbesondere den Ärmsten und Schwächsten unserer Gesellschaft, die bisher kaum Gehör gefunden haben, eine Stimme. Die Agenda 2030 bzw. die Umsetzung dieser Ziele, trat am 01.01.2016 in Kraft und soll bis zum Jahr 2030 vollständig realisiert werden (UN, 2015).

Die Vereinten Nationen halten dabei weiterhin an den Werten des Friedens, des Dialogs und der internationalen Zusammenarbeit fest und stellen diese in ihr Zentrum. Das übergeordnete Ziel der Organisation ist es, durch gemeinsame und bewusste Anstrengungen eine bessere Zukunft für alle Menschen zu schaffen. Die Sustainable Development Goals orientieren sich grundlegend an den Zielen und Grundsätzen der Charta der UN. Sie bündeln und bekräftigen Ergebnisse früherer Konferenzen und Gipfeltreffen der Vereinten Nationen, darunter die Rio-Erklärung über Umwelt und Entwicklung sowie der Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung. Die Agenda 2030 basiert auf der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte, internationalen Menschenrechtsverträgen, der Millenniumserklärung und den Ergebnissen des Weltgipfels aus dem Jahr 2005 (UN, 2015). Sie zeichnet sich durch ihre universelle Gültigkeit und den Fokus auf eine ganzheitliche Entwicklung aus. Die drei Säulen der Nachhaltigkeit Wirtschaft, Soziales und Umwelt werden als gleichrangig betrachtet und parallel behandelt (BKA Österreich, o. D.).

Inhalt SDGs

Die SDGs bestehen aus 17 Zielen, die zusätzlich in 169 Unterziele (in der Agenda auch Targets genannt) unterteilt werden. Diese Ziele beinhalten umfassende soziale,

ökologische sowie ökonomische Aspekte und beziehen sich somit auf alle drei Säulen der Nachhaltigkeit (SDG Watch Austria, o. D.). Die Ziele der Vereinten Nationen betonen die Verbindung von ökologischer Nachhaltigkeit, sozialer Gerechtigkeit und wirtschaftlicher Entwicklung. Eine Bewältigung der globalen Herausforderungen wie Armut, Ungleichheit und Klimawandel erfordert daher auch zusammenhängende Lösungsansätze (UN, 2015).

Ökosysteme können nicht gerettet werden, ohne die globale Armut zu überwinden. Wirtschaftswachstum kann nicht inklusiv sein, wenn nicht die weltweite Ungleichheit auf allen Ebenen beseitigt wird. Gleichzeitig ist keines der Ziele zu erreichen, wenn nicht der Klimawandel rapide verlangsamt wird (BKA Österreich, o. D.).

Die Vision der Agenda 2030 ist es, die Welt grundlegend zu verändern. Es handelt sich um einen umfassenden Aktionsplan, der Mensch, Planet und Wohlstand gleichermaßen umfasst. Die Wahrung der Menschenrechte, Rechtsstaatlichkeit, stabile Regierungsführung sowie Frieden und Sicherheit gelten als oberste Prioritäten (UN, 2015). Die Agenda 2030 strebt danach, jedem Individuum die Entfaltung seines Potenzials in Würde, Gleichheit und einer gesunden Umwelt zu ermöglichen.

Amina J. Mohammed, ehemalige UN-Sonderberaterin für die Entwicklungsplanung nach 2015, drückte den Geist der Agenda 2030 treffend aus: „Wir sind die erste Generation, die Armut beenden kann, und die letzte, die den Klimawandel beeinflussen kann, wenn wir jetzt handeln.“ (Südwind, 2023)

Die von der UN entwickelten “Icons“ zu den SDGs sind in *Abbildung 1* dargestellt. Eine Übersicht der Titel und Inhalte der 17 Ziele enthält *Tabelle 1*.



Abbildung 1: Icons der 17 Ziele der Agenda 2030 (Quelle: BKA Österreich, o.D.)

Sustainable Development Goals	
17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung	
Ziel 1	Keine Armut <i>Armut in allen ihren Formen und überall beenden</i>
Ziel 2	Kein Hunger <i>Den Hunger beenden, Ernährungssicherheit und eine bessere Ernährung erreichen und eine nachhaltige Landwirtschaft fördern</i>
Ziel 3	Gesundheit und Wohlergehen <i>Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern</i>
Ziel 4	Hochwertige Bildung <i>Inklusive, gleichberechtigte und hochwertige Bildung gewährleisten und Möglichkeiten lebenslangen Lernens für alle fördern</i>
Ziel 5	Geschlechter-Gleichstellung <i>Geschlechtergleichstellung erreichen und alle Frauen und Mädchen zur Selbstbestimmung befähigen</i>
Ziel 6	Sauberes Wasser und Sanitärversorgung <i>Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten</i>

Ziel 7	Bezahlbare und saubere Energie <i>Zugang zu bezahlbarer, verllässlicher, nachhaltiger und moderner Energie für alle sichern</i>
Ziel 8	Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum <i>Dauerhaftes, inklusives und nachhaltiges Wirtschaftswachstum, produktive Vollbeschäftigung und menschenwürdige Arbeit für alle fördern</i>
Ziel 9	Industrie, Innovation und Infrastruktur <i>Eine widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, inklusive und nachhaltige Industrialisierung fördern und Innovationen unterstützen</i>
Ziel 10	Weniger Ungleichheiten <i>Ungleichheit in und zwischen Ländern verringern</i>
Ziel 11	Nachhaltige Städte und Gemeinden <i>Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten</i>
Ziel 12	Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster <i>Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen</i>
Ziel 13	Maßnahmen zum Klimaschutz <i>Umgehend Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen ergreifen</i>
Ziel 14	Leben unter Wasser <i>Ozeane, Meere und Meeresressourcen im Sinne nachhaltiger Entwicklung erhalten und nachhaltig nutzen</i>
Ziel 15	Leben an Land <i>Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern, Wälder nachhaltig bewirtschaften, Wüstenbildung bekämpfen, Bodendegradation beenden und umkehren und dem Verlust der biologischen Vielfalt ein Ende setzen</i>
Ziel 16	Frieden, Gerechtigkeit und starke Institutionen <i>Friedliche und inklusive Gesellschaften für eine nachhaltige Entwicklung fördern, allen Menschen Zugang zur Justiz ermöglichen und leistungsfähige, rechenschaftspflichtige und inklusive Institutionen auf allen Ebenen aufbauen</i>
Ziel 17	Partnerschaften zur Erreichung der Ziele <i>Umsetzungsmittel stärken und die Globale Partnerschaft für nachhaltige Entwicklung mit neuem Leben erfüllen</i>

Tabelle 1: Übersicht der 17 Ziele der Agenda 2030 (Quelle: Südwind, 2023 & UN, 2015)

Bildung spielt eine Schlüsselrolle bei der Erreichung dieser Ziele, da sie sich positiv auf alle Aspekte der Entwicklung auswirkt. Die Wahrung des Friedens hat ebenfalls direkte Auswirkungen auf das Erreichen der Ziele. Es ist daher von entscheidender Bedeutung, sowohl die Friedensarbeit als auch die Entwicklungsbemühungen fortlaufend zu stärken (Südwind, 2023).

Die Welt steht vor großen Herausforderungen, dennoch bietet die aktuelle Zeit zugleich enorme Chancen für eine nachhaltige Entwicklung. Der Bildungszugang für Kinder hat sich im letzten Jahrzehnt wesentlich verbessert. Die Technologien, z.B. die Informations- und die Kommunikationstechnologien, inklusive der weltweiten Vernetzung werden weltweit ausgebaut. In Wissenschaft und Technik, insbesondere in der Energie- und Medizinversorgung, gibt es zahlreiche wegweisende und weltverbessernde Entdeckungen. Trotz aller Herausforderungen ist das Potenzial für eine positive Entwicklung des Fortschritts, Überwindung diverser Ungleichheiten und dem Erreichen mündiger Wissensgesellschaften heute so groß ist wie nie zuvor (UN, 2015).

Umsetzung der SDGs

Die Ziele der Vereinten Nationen gelten universell und betreffen alle Länder der Welt gleichermaßen. Die Verantwortung für ihre Umsetzung liegt daher sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene (SDG Watch Austria, o. D.). Komplexe, globale Themen wie Armut, Umweltzerstörung oder Ungleichheit sind stark vernetzt und zusammenhängend. Die Problemlösung erfordert daher eine ganzheitliche Herangehensweise. Mit den SDGs muss sich simultan, zu jeder Zeit und auf globaler Ebene beschäftigt werden. Eine Beschränkung auf bestimmte Länder oder Ziele ist nicht sinnvoll und könnte die Umsetzung der Agenda 2030 behindern. Die Mobilisierung der erforderlichen Ressourcen kann nur durch eine globale Partnerschaft bewältigt werden. Die Ziele erfordern eine weltumfassende Solidarität, die sich auf die Bedürfnisse der Ärmsten und Schwächsten in unserer Gesellschaft konzentriert (UN, 2015).

Um die Ziele der Vereinten Nationen zu erreichen, müssen alle Länder Rechenschaft darüber ablegen, welche Maßnahmen sie ergreifen, um z.B. den Klimawandel zu bekämpfen, die Biodiversität zu erhalten oder die Gleichstellung der Geschlechter zu fördern. Dies betrifft nicht nur Entwicklungsländer, sondern auch Industriestaaten, die

besonders bei ihren Konsumgewohnheiten verantwortungsbewusst handeln müssen. Regierungen aller Mitgliedsstaaten der UN müssen in Zusammenarbeit mit der Zivilgesellschaft konkrete Umsetzungspläne erarbeiten, die zu dem Erreichen der Ziele hinführen. Diese benötigte produktive Zusammenarbeit erfordert informierte und engagierte Mitglieder der Zivilgesellschaft, die sich für die Verwirklichung der nachhaltigen Zukunft einsetzen (Südwind, 2023).

Umsetzung in Österreich

Am 12. Januar 2016 wurden beim Ministerratsbeschluss in Österreich alle Bundesministerien zur Umsetzung der „Agenda 2030“ beauftragt. Es kam zur Gründung einer interministeriellen Arbeitsgruppe, die für die Umsetzung der SDGs verantwortlich ist. Die Ministerien werden dabei durch offizielle SDGs-Verantwortliche vertreten. Im März 2017 wurden erste beispielhafte Implementierungsmaßnahmen der Bundesministerien veröffentlicht, um die Umsetzung der Ziele zu gestalten (BKA Österreich, o. D.).

Der „Bericht zur Umsetzung der Agenda 2030 in und durch Österreich 2020 – 2022“ bietet der Öffentlichkeit einen Einblick in die erreichten Fortschritte bei der Umsetzung der Agenda 2030 in Österreich während dieses Zeitraums. Er präsentiert konkrete Beispiele für Umsetzungsmaßnahmen und Initiativen im Rahmen der SDGs sowie statistische Daten zum aktuellen Stand der Fortschritte in Bezug auf die einzelnen Nachhaltigkeitsziele (BKA Österreich et al., 2023).

In Österreich dient zudem das jährlich stattfindende „SDG Dialogforum“ als Plattform für den Austausch von Informationen über den aktuellen Stand und den Fortschritt des Landes bei der Umsetzung der SDGs. Das Dialogforum 3.0, das im Oktober 2023 in den Sofiensälen in Wien stattfand, wurde unter anderem von MinisterInnen, VertreterInnen aus Wissenschaft und Wirtschaft sowie TeilnehmerInnen aus der Zivilgesellschaft besucht. Während dieses Forums werden verschiedene Strategien, Lösungsansätze, Herausforderungen, als auch Erfolge präsentiert und diskutiert (BKA Österreich, o. D.). So wurde beispielsweise vorgestellt, dass durch die Einführung des „Wohnschirms“, einer finanziellen Unterstützung für Personen mit zu hohen Miet- oder Energieschulden, bereits 40.000 Menschen von dieser Hilfe profitiert haben (Ziel 1). Gleichzeitig hat eine neu gegründete Umweltstiftung begonnen, arbeitslose Menschen für zukünftig relevante Arbeitsplätze zu

qualifizieren (Ziel 8). Zudem soll, um Menschen mit Behinderungen bessere Chancen auf dem Arbeitsmarkt zu ermöglichen, ihre Arbeitsfähigkeit erst mit 25 Jahren beurteilt werden (Ziel 10). Handlungsbedarf sieht das Dialogforum 2023 in Österreich insbesondere im Bereich der Pflege (Ziel 3), der gleichberechtigten Teilhabe von Frauen (Ziel 5) und bei der Schaffung hochwertiger Maßnahmen zur Armutsbekämpfung (Ziel 1) (SDG Watch Austria, 2023).

Die Statistik Austria (2023) bestätigt in ihrem dritten „Agenda 2030: SDG-Indikatorenbericht“, dass aktuell die Entwicklung in Österreich für die meisten der 17 Nachhaltigkeitsziele in die richtige Richtung zeigt. Beim Monitoring von insgesamt 83 Indikatoren zu den Nachhaltigkeitszielen wurden nur 16 Indikatoren in den Jahren 2010 bis 2021 als sich negativ entwickelnd bewertet. So ist beispielsweise in diesem Zeitraum der Anteil der Menschen in Österreich, die von Armut betroffen sind und sich keine größeren Ausgaben regelmäßig leisten können, deutlich zurückgegangen und liegt rund 2 % unter dem EU-Schnitt von 6,3 % (Ziel 1). Auch die Einkommensungleichheit geht leicht zurück (Ziel 10). Die biologisch bewirtschafteten Flächen erhöhte sich in den vergangenen Jahren um rund 7% (Ziel 2). Österreich hat mit diesem Wert den mit Abstand größten Anteil an Biobetrieben in der EU. Positive Entwicklungen zeigen sich auch bei Ziel 3, da alkoholbedingte Todesfälle und der Zigarettenkonsum kontinuierlich zurückgehen.

Allerdings bestehen weiterhin Herausforderungen, insbesondere beim Gender Pay Gap, der mit 18,9 % zwar rückläufig ist, jedoch immer noch über dem EU-Durchschnitt von 13 % liegt (Ziel 5). Ebenso gibt es noch erhebliche Defizite beim Umweltschutz (Ziel 13), da hohe Treibhausgasemissionen, hoher Energie- und Materialverbrauch sowie eine zunehmende Flächenversiegelung das Erreichen der Nachhaltigkeitsziele behindern. Auch für Ziel 11 (Nachhaltige Städte und Gemeinden) zeigt sich eine negative Entwicklung, da der Flächenbedarf für Bau-, Verkehrs- und Freizeitflächen um 10,6 % und die versiegelten Flächen um 10,1 % zugenommen haben (Statistik Austria, 2023).

3. Sustainable Development Goals im schulischen Umfeld

3.1. Aktuelle Situation

Jede/r Heranwachsende/r wird regelmäßig mit Fragen zur Nachhaltigkeit, die ihn betreffen, konfrontiert. In einer demokratischen Umgebung ist es unerlässlich, dass möglichst viele Menschen gut informiert sind und sich an Diskussionen und Wahlen beteiligen können. Die Anliegen der Nachhaltigkeit sind zudem zu bedeutend, um sie allein der politischen Führung zu überlassen (Roe et al., 2018).

Bildung für nachhaltige Entwicklung

Die SDGs enthalten selbst die Indikatoren, die für eine Bildung für eine nachhaltige Entwicklung, in weiterer Folge auch abgekürzt mit BNE, notwendig sind. Ziel 4 (Hochwertige Bildung) hat dabei zwei wesentliche Bedeutungen. Einerseits ist hochwertige Bildung ein eigenes Ziel für sich mit grundlegendem Wert. Andererseits dient hochwertige Bildung zusätzlich als Instrument für das Erreichen einer sozialen Transformation, die entscheidend für das Erreichen der übrigen globalen Ziele ist. Dies geschieht in der Gesellschaft durch die Entwicklung von entsprechenden Fähigkeiten, Einstellungen und Verhaltensweisen, die für eine nachhaltige Zukunft unerlässlich sind. So fungiert BNE auch als Katalysator für die Erreichung der weiteren Nachhaltigkeitsziele (Ferrer-Estévez & Chalmeta, 2021).

Bis 2030 ist das Ziel, dass alle Lernenden über das erforderliche Wissen und die notwendigen Fertigkeiten verfügen, um eine nachhaltige Entwicklung zu unterstützen. Dies umfasst unter anderem eine Bildung für nachhaltige Lebensweisen, Menschenrechte, Geschlechtergleichstellung, die Förderung einer Kultur des Friedens und der Gewaltlosigkeit, eine globale Mitverantwortung sowie die Anerkennung kultureller Vielfalt und des Beitrags der Kultur zur nachhaltigen Entwicklung (UN, 2015).

BNE strebt danach, Nachhaltigkeit in verschiedene Bereiche der Schule zu integrieren, sowohl im pädagogischen als auch im akademischen Kontext, um alle Akteure zu einem nachhaltigen Lebensstil zu führen (Sterling, 2001). Die grundlegende Aufgabe der Schule besteht nach wie vor darin, Lernende dabei zu unterstützen, ein Verständnis der Welt zu entwickeln, sie für vielfältige

Herausforderungen zu qualifizieren und ein Bewusstsein für die Übernahme von Verantwortung zu fördern (UNESCO MGIEP, 2017).

Bildung kann als wirkungsvollstes Mittel angesehen werden, um den Wert und die Bedeutung einer nachhaltigen Entwicklung weiterzutragen (Kioupi & Voulvoulis, 2019). Sie bietet die Möglichkeit, SchülerInnen nicht nur Wertschätzung füreinander zu vermitteln, sondern auch kulturelle und generelle Unterschiede zu akzeptieren und eine größere Offenheit gegenüber Diversität zu entwickeln. Bildung trägt somit nachweislich zu einem Anstieg der gesellschaftlichen Toleranz bei und fördert eine friedliche Koexistenz in einer Umgebung des gegenseitigen Respekts (Weissberg, 2017).

Ähnlich wie beim Begriff der Nachhaltigkeit, gibt es keine eindeutige Definition für eine „Bildung für nachhaltige Entwicklung“, und das Konzept ist ebenfalls nicht präzise festgelegt (Leal Filho et al., 2018). Die UNESCO definiert BNE als ganzheitlich, transformativ, kontextbezogen, sozial, handlungsorientiert, interaktiv und schülerorientiert. Der Fokus sollte von der Lehre auf das Lernen verlagert werden. Lernen kann dabei eigenständiger, aktiver, kollaborativer, problemorientierter und interdisziplinärer gestaltet werden, um die Entwicklung von Kompetenzen zu stärken. Nur durch solche pädagogischen Ansätze können die notwendigen Kompetenzen für eine nachhaltige Entwicklung entsprechend gefördert werden (UNESCO, 2017).

Anpassung des Bildungswesens

Aufgrund der tiefgreifenden und raschen Veränderungen in verschiedenen Feldern wie Ökologie, Technologie und Politik herrscht weitgehend Einigkeit darüber, dass eine Anpassung des Bildungswesens erforderlich ist, um diesen Herausforderungen, aber auch den sich bietenden Chancen angemessen zu begegnen (UNESCO MGIEP, 2017). Wenn das Bildungssystem nicht bereit ist, die Prinzipien der nachhaltigen Entwicklung zu integrieren, wird es äußerst schwierig sein eine Welt zu gestalten, in der ein nachhaltiger Lebensstil geführt wird (UNESCO, 2017).

BNE kann in jeder Lebenssituation und auf jeder Bildungsstufe, angefangen von der frühen Kindheit bis zur höheren Bildung, in verschiedenen Fächern wie Kunst, Geschichte oder Mathematik stattfinden (Semiz & Baykal, 2020). Die aktuellen Lehrpläne sind allerdings bereits so umfangreich, dass die zeitlichen Ressourcen im

Klassenzimmer nicht ausreichen, um zusätzliche Inhalte in den Unterricht zu integrieren. Daher ist es vorteilhaft, dass die BNE in bereits bestehende Fächer und deren Inhalte integriert und so das Konzept der nachhaltigen Entwicklung in den gegenständlichen Lehrplan eingebettet wird (Hamilton & Pfaff, 2013).

BNE wird als grundlegendes Anliegen und Leitprinzip der gesamten Schule angesehen, das ein integratives Verständnis der ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimensionen fördert. Das österreichische Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung betrachtet eine hochwertige Bildung gleichzeitig als Basis, Voraussetzung und integralen Bestandteil einer nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft. Konkret werden als Teilziele dieser nachhaltigen Entwicklung ein zukunftsorientiertes Denken, die Kompetenz zur kritischen Reflexion und zum nachhaltigen Handeln genannt. Besondere Bedeutung kommt dabei dem fächerübergreifenden Unterricht zu, da kein einzelner Unterrichtsgegenstand komplexe Themen wie diese zufriedenstellend und umfassend abbilden kann (BMBWF, o.D.a).

Schulbücher

Bisher sind Schulbücher oft das wichtigste Arbeitsmittel im Unterricht und haben einen maßgeblichen Einfluss auf dessen Gestaltung und die vermittelten Inhalte (Astleitner, 2012). Schulbücher spielen daher eine zentrale Rolle bei der Weitergabe von Wissen an die nächste Generation und geben an, welche Kompetenzen besonders entwickelt und gefördert werden (Noguera-Méndez & Cifuentes-Faura, 2023). Sie können auch als Indikator für aktuelle soziale und politische Themen dienen, und fungieren als Marker welche Bedeutung gewisse Subjekte in der Gesellschaft haben (Schrader & Woptika, 2011). So wurde im Laufe der letzten Jahre beispielsweise ein verstärkter Fokus auf Menschenrechte, Individualität und Umweltthemen festgestellt (Biström & Lundström, 2020).

In einer schwedischen Studie wurden acht Schulbücher für die Fächer Geografie und Biologie, die in der Unterstufe (im Alter von 13 bis 15 Jahren) verwendet werden, untersucht. Schweden hat sich als Vorreiter bei der Integration einer nachhaltigen Zukunft in den Unterricht etabliert. Es wurde festgestellt, dass in sieben der acht untersuchten Schulbücher Themen zur nachhaltigen Entwicklung behandelt wurden. Jedoch offenbarte die Untersuchung, dass die Komplexität und die Zusammenhänge

zwischen den verschiedenen Themen oft verschleiert waren. Die Interdependenzen zwischen ökonomischen, ökologischen und sozialen Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung sowie potenzielle Konflikte und Gegensätze wurden nicht ausreichend dargestellt. Insbesondere in den Biologiebüchern war die ökologische Dimension ausgiebiger vertreten im Vergleich zur ökonomischen und sozialen Dimension. Die Autoren bemerkten zudem, dass Inhalte zur nachhaltigen Entwicklung häufig isoliert in separaten Kapiteln präsentiert wurden und nicht in die restlichen Themen eingebettet wurden. Zugleich wurde in dieser Studie anerkannt, dass es äußerst herausfordernd ist, die Integration der Komplexität, Kontroverse, Diversität der Kontexte, die multidimensionalen Aspekte und Hintergründe der betroffenen Thematik in einem Schulbuch der Unterstufe schülerorientiert und vollständig darzustellen (Biström & Lundström, 2020).

In einer Untersuchung von zwölf Schulbüchern für wirtschaftswissenschaftliche Unterrichtsgegenstände in der spanischen Oberstufe stellten die Autoren einen deutlichen Mangel an Themen einer nachhaltigen Entwicklung fest. Obwohl wissenschaftliche Beweise zeigen, dass die Ökologie, wie der Klimawandel oder die Verschlechterung der Ökosysteme, eng mit der Wirtschaft verbunden ist, schien nachhaltige Entwicklung kein relevanter Bestandteil der ökonomischen Bildung zu sein. Obwohl alle Schulbücher Themen wie „Ökonomie und Umwelt“ behandelten, geschah dies meist isoliert und am Ende des Buches. Kein Buch integrierte die nachhaltige Entwicklung von Anfang an in die ökonomischen Inhalte. Es gab keine ganzheitliche und kritische Analyse der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit. Im Gegenteil wurde die Ökonomie als ein geschlossenes System dargestellt, das keine Auswirkungen nach außen hat. Die Autoren kritisierten die Rolle der Nachhaltigkeit in den untersuchten Schulbüchern als unzureichend, oberflächlich und vernachlässigt. Trotz der Agenda 2030 und ihrer Forderung nach Integration in die Lehrpläne haben sich die Schulbücher in Spanien laut den Autoren nicht signifikant verändert oder an die neuen Bedürfnisse der Bildung angepasst (Noguera-Méndez & Cifuentes-Faura, 2023).

Eine exemplarische Überprüfung eines deutschen Schulbuchs einer Berufsschule ergab, dass die SDGs hier nur eine minimale Rolle spielen. Zu den meisten Zielen wurden keine Problemstellungen gefunden. Nur zum Ziel 8 (Menschenwürdige Arbeit

und Wirtschaftswachstum), dem Ziel 12 (Nachhaltiger Konsum und Produktion) und dem Ziel 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) konnten maximal 2% der untersuchten Aufgaben einen Bezug herstellen (Slopinski et al., 2021).

Eine Studie untersuchte die Prävalenz der SDGs in Mathematikschulbüchern für die Primarstufe in Chile. Es wurde festgestellt, dass nur eine sehr geringe Anzahl von Nachhaltigkeitskontexten in den Schulbüchern vorhanden war. Die Aufgaben in den Schulbüchern waren nicht auf die Arbeit mit den SDGs ausgerichtet, sondern konzentrierten sich verstärkt auf auswendig zu lernende Inhalte. Insgesamt wurden 283 mathematische Aufgabenstellungen analysiert, wobei 65,4 % der Aufgaben Statistik und 34,6 % Wahrscheinlichkeitsrechnung behandelten. Von den statistischen Aufgaben enthielten 52 % einen Nachhaltigkeitskontext, wobei der soziale Bereich mit 28 % am häufigsten vertreten war und Themen wie Transport, Sport und Essen umfasste. Umweltaspekte machten 14 % der Aufgabenstellungen aus, wobei das Thema Recycling am häufigsten vorkam. Die AutorInnen haben als interessant empfunden, dass fast die Hälfte der Aufgaben entweder einen unbedeutenden oder gar keinen Kontext aufwiesen. Im Bereich der Wahrscheinlichkeitsrechnung waren die Ergebnisse noch drastischer: Lediglich 5 % der Aufgaben bezogen sich auf Nachhaltigkeit, während 95 % einen insignifikanten Kontext wie Würfeln, Münzwerfen oder Roulette aufwiesen (Vásquez et al., 2021). Im Rahmen der Literaturrecherche für diese Masterarbeit konnten keine weiteren Studien zur Prävalenz der nachhaltigen Dimensionen in Schulbüchern für den Mathematikunterricht gefunden werden.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die BNE in den Schulbüchern derzeit noch nicht ausreichend verankert ist, obwohl entsprechende Themen bereits im Lehrplan vorgesehen sind. Ebenso spielt die Verknüpfung der drei Säulen der Nachhaltigkeit derzeit eine unzureichende Rolle in den untersuchten Lehrbüchern. Die aktuelle Behandlung solcher Inhalte führt zudem häufig zu einer verstärkten Trennung zwischen den Kollektiven von „uns“ und „ihnen“, insbesondere bei der Behandlung von Themen wie Armut oder Hunger. Dabei wird das kollektive „uns“ durch Begriffe wie Fortschritt oder Konsens geprägt und eine kritische Reflexion dieser offensichtlichen Trennung bleibt in den Lehrmaterialien oft aus (Ideland & Malmberg, 2014).

Es erscheint kaum vorstellbar, dass Lehrkräfte nicht im Sinne einer nachhaltigen Zukunft unterrichten wollen würden. Dennoch scheinen diese wichtigen Themen und Ziele in Schulbüchern regelrecht vermieden zu werden.

In einer qualitativen Studie äußerte der Großteil der sieben befragten SchulbuchautorInnen für die Fächer Mathematik und Naturwissenschaften, dass sie bisher nicht darüber nachgedacht haben, welchen Beitrag ihre Disziplin zur Nachhaltigkeit leisten könnte. Es wurde erkannt, dass die Erstellung von Schulbüchern noch einem sehr konservativen Modell folgt und eine Innovation in diese Richtung erforderlich ist. Dazu gehört die Integration von Problemstellungen, die die Aufmerksamkeit der SchülerInnen auf mehrdimensionale Perspektiven lenken, sowie die Verwendung von Beispielen, die auf Themen der nachhaltigen Entwicklung hinweisen (Kim et al., 2021).

Die Entwicklung von Handlungskompetenz für eine nachhaltige Zukunft hängt jedoch nicht ausschließlich von Schulbüchern ab. Es handelt sich vielmehr um einen vielschichtigen und dynamischen Prozess, der von verschiedenen Unterrichtsaspekten sowie den subjektiven Erfahrungen der Lernenden geprägt ist. Nichtsdestotrotz spielen Schulbücher oft eine wichtige Rolle bei der Unterrichtsgestaltung, da sie weit verbreitet sind und häufig die Rahmenbedingungen des Unterrichts vorgeben (Biström & Lundström, 2020).

Das Konzept einer nachhaltigen Bildung ist bisher nur vage definiert, und es besteht kein definitiver Konsens darüber, wie es praktisch in den Unterricht integriert werden soll. Daher kann die Sichtweise der Lehrkräfte darüber, was und wie sie dies unterrichten sollen, unklar sein (Biström & Lundström, 2020). Wenn Lehrkräfte ein breites Thema wie Nachhaltigkeit im Unterricht behandeln sollen, benötigen sie ein umfassendes Wissensfeld. Die beiden häufigsten Hürden dabei sind der Mangel an inspirierenden Beispielen und das Fehlen an Expertise (Borg et al., 2014). Zudem kommt dazu, dass die Notwendigkeit einer interdisziplinären und vielfältigen Gestaltung einer nachhaltigen Bildung zwar allgemein akzeptiert ist, Lehrkräfte allerdings häufig nicht daran gewöhnt sind, interdisziplinär zu arbeiten, und die Umsetzung in der tatsächlichen Schulumgebung oft nicht realistisch ist (Borg et al., 2012). Für Lehrkräfte stellt die Umsetzung einer BNE daher zweifellos eine große

Herausforderung dar (UNESCO, 2017). In diesem Kontext haben Schulbücher das Potenzial, Lehrkräfte zu unterstützen und neue Perspektiven zu eröffnen.

Größte Unterrichtsstunde der Welt

Ein erfolgreiches Beispiel für die Implementation von nachhaltiger Entwicklung gemäß den SDGs in den Unterricht ist die jährlich stattfindende „Größte Unterrichtsstunde der Welt“. Diese „Unterrichtsstunde“ findet jährlich auf digitaler Basis statt und unterstützt Lehrkräfte mit Materialien zur direkten Verwendung im Unterricht bei der Vermittlung der Sustainable Development Goals. Der Schwerpunkt dieser Veranstaltung wechselt jährlich (Project Everyone, o. D.).

Verankerung der SDGs in Lehrplänen

Bildung dient als Instrument zur Formung und Gestaltung nachhaltiger Gesellschaften und Gemeinschaften. Qualitative Bildung und nachhaltige Entwicklung können weltweit allerdings nur erreicht werden, wenn die Implementierung bereits auf lokaler Ebene stattfindet (Qurratulain et al., 2022). Bereits im Jahr 1992 rief die UN dazu auf, die BNE in alle Unterrichtsfächer zu integrieren. Diese Bildung soll allgemein und umfassend im Lehrplan verankert sein und nicht als eigenständiges Fach behandelt werden (UNESCO MGIEP, 2017).

Die Ideen der nachhaltigen Entwicklung sind mittlerweile in vielen Lehrplänen der Schulen und Bildungseinrichtungen auf der ganzen Welt zu finden und es findet eine intensive Forschung zu diesem Konzept statt (Schneider et al., 2018). Beispielsweise hat Schweden Nachhaltigkeitskonzepte im Lehrplan aller Schulfächer verankert, und Lehrkräfte der Primar- und Sekundarstufe sind verpflichtet, diese zu unterrichten und bei den Lernenden zu fördern (Sund & Gericke, 2020). In Neuseeland werden alle Lehrkräfte ermutigt, Nachhaltigkeit in ihren Unterricht zu integrieren, um gemeinsam mit den SchülerInnen die Vision einer nachhaltigen Zukunft zu entwickeln (Quinn et al., 2015). In vielen Ländern ist es zudem verpflichtend, dass nachhaltige Entwicklung im Hochschulbereich gelehrt wird (Schneider et al., 2018).

Bisher wurden diese Themen in vielen Ländern jedoch aufgrund zeitlicher Beschränkungen eher am Rand des Unterrichts behandelt (UNESCO MGIEP, 2017).

3.2. Neuer Lehrplan Österreich

In Österreich traten ab dem Schuljahr 2023/24 neue Lehrpläne für die Sekundarstufe 1 in Kraft. Die Neuerungen legen besonderen Wert auf die Entwicklung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen wie digitale Kompetenz, Umweltbildung und Nachhaltigkeit. Dabei steht die ganzheitliche Entwicklung der SchülerInnen im Vordergrund, inklusive ihrer persönlichen und sozialen Fähigkeiten. Statt starren Lehrinhalten wird nun darauf geachtet, was bei den SchülerInnen nachhaltig ankommt (BMBWF, o. D.a).

Leitvorstellungen Lehrplan

Die Leitvorstellungen des Lernens legen besonderen Wert auf die aktive Beteiligung der SchülerInnen an der Problemlösung sowie auf die Zusammenarbeit in Gruppen. Es wird betont, dass die SchülerInnen aktiv an der Bewältigung gesellschaftlicher, sozialer, ökonomischer und ökologischer Herausforderungen teilnehmen sollen. Besondere Aufmerksamkeit gilt der Förderung von Kompetenzen für eine nachhaltige Entwicklung, darunter globale Bürgerschaftsbildung, Friedenserziehung und Menschenrechtsbildung. Ein ganzheitliches Verständnis für ökologische, ökonomische und soziale Aspekte der Nachhaltigkeit sowie deren Zusammenhänge ist entscheidend für die Umsetzung der SDGs. Die Schule fungiert hierfür nicht nur als Bildungsort für nachhaltige Entwicklung, sondern auch als sozialer Raum, in dem SchülerInnen diese Dimensionen aktiv erkunden und ihr eigenes Handeln kritisch reflektieren können. Ziel ist es, dass sie sich als aktive Teilnehmer einer Gemeinschaft verstehen, die Verantwortung für eine zukunftsfähige, ganzheitliche Lebensgestaltung auf globaler und lokaler Ebene übernimmt (BMBWF, 2024).

Vergleicht man mit dem Inhalt des Ziels 4 (Hochwertige Bildung), wie in *Kapitel 3.1.* erläutert, wird deutlich, wie viele Gemeinsamkeiten zwischen dem neuen Lehrplan und Ziel 4 bestehen.

Kennzeichen kompetenzorientierten Unterrichts

Gemäß dem neuen Lehrplan zeichnet sich kompetenzorientierter Unterricht durch die Anerkennung des Lernens als aktiven, selbstgesteuerten, reflektiven, situationsbezogenen und konstruktiven Prozess aus. Lehrkräfte übernehmen die Aufgabe, einen unterstützenden Rahmen und eine geeignete Lernumgebung zu schaffen, um diesen Prozess zu fördern und zu begleiten. Dabei werden

Aufgabenstellungen entwickelt, die den Erfahrungen und der Lebenswelt der Lernenden entsprechen und eine aktive Auseinandersetzung mit dem Thema bzw. eine kognitive Aktivierung ermöglichen. Zusätzlich werden überfachliche Kompetenzen wie Methoden- und Sozialkompetenz entwickelt. Der Unterricht zielt darauf ab, das kritische Denken anzuregen und die SchülerInnen zur Reflexion zu motivieren (BMBWF, 2024).

Allgemeine didaktische Grundsätze

Im Folgenden werden lediglich die relevanten didaktischen Grundsätze 1, 2 und 7 des neuen Lehrplans erläutert, die für diese Masterarbeit von Bedeutung sind: Individualität: Jeder Schüler und jede Schülerin wird im individuellen Lernprozess wahrgenommen und unterstützt.

Digital unterstützter Unterricht: Vor dem Hintergrund einer von Medien und digitalen Technologien geprägten Lebenswelt der heutigen Generationen ist es unerlässlich, dass der Unterricht diese Realität aktiv aufgreift und die innovativen didaktischen und methodischen Möglichkeiten konsequent nutzt. Die zeitgemäße Integration von Technologie steht hierbei im Zentrum.

Sprachsensibler Unterricht: Durch einen auf Sprache bedachten Unterricht in allen Gegenständen werden SchülerInnen dazu befähigt, ihre sprachlichen Kompetenzen in diversen Kontexten zu entfalten und ihre Fachsprache in vielen Themengebieten zu stärken (BMBWF, 2024).

Übergreifende Themen

Im neuen Lehrplan sind 13 übergeordnete Themen verankert, die das Lernen über fachspezifische Grenzen hinweg ermöglichen und fächerübergreifende Kompetenzen fördern. Diese dreizehn übergeordneten Themen wurden identifiziert, da sie sowohl für die aktuelle als auch für die zukünftige Lebenswelt der SchülerInnen von entscheidender Bedeutung sind. Beispiele dieser Themen sind: Entrepreneurship Education, Informatische Bildung, Medienbildung, Politische Bildung, Sprachliche Bildung und Lesen, Umweltbildung für nachhaltige Entwicklung sowie Wirtschafts-, Finanz- und Verbraucherbildung (BMBWF, 2024).

Auch diese übergreifenden Themen weisen starke Parallelen zu den Zielen der Agenda 2030 auf.

3.3. Nachhaltige Entwicklung im Mathematikunterricht

SchülerInnen bemängeln häufig die empfundene Sinnlosigkeit der Mathematikaufgaben und die Distanz zur eigenen Lebenswelt (Reiss & Hammer, 2021). Eine Studie von Greefrath et al. (2017) bestätigt diesen Mangel an Authentizität und Relevanz ebenfalls. In dieser wurde der Aufgabenpool des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen für die deutsche Abiturprüfung in Mathematik auf Relevanz und Authentizität überprüft. Von den 50 Aufgaben wurde keine als relevant für die SchülerInnen eingestuft, und lediglich 6 % wiesen einen Realitätsbezug und eine authentische mathematische Verwendung auf.

Traditionell passte sich der Mathematikunterricht und sein Inhalt den Bedürfnissen und Trends der jeweiligen Zeit an. Daher gibt es eine Vielzahl von Textaufgaben zu gesellschaftlichen Themen wie dem Handel oder dem Hausbau. Bis vor kurzem spielten nachhaltige Themen jedoch eine untergeordnete Rolle in der mathematischen Pädagogik (Renert, 2011).

Die Mathematik war bisher darauf ausgerichtet soziale und technologische Gegebenheiten zu verbessern. Mit dem Aufkommen neuer sozialer, technologischer, wirtschaftlicher und ökologischer Probleme wurden neue mathematische Modelle entwickelt, um diese Herausforderungen zu erfassen, zu analysieren und zu bewältigen (Gellert, 2011). Die Wirtschaftswissenschaften nutzen beispielsweise mathematische Modelle, um ökonomisches Verhalten zu verstehen, Markttrends vorherzusagen und Wirtschaftspolitik zu gestalten. Es ist essenziell anzuerkennen, dass das Potenzial der Mathematik nicht ausschließlich auf ökonomische Fragestellungen beschränkt ist. Ebenso dienen mathematische Modelle dazu, soziale Faktoren, wie menschliches Verhalten und soziale Phänomene in Bereichen wie Soziologie oder Psychologie nachzuvollziehen (Karjanto, 2023).

Paradigmenwechsel der Mathematik zur Nachhaltigkeit

In der Gesellschaft wird Mathematik oft als reiner Wissensschatz wahrgenommen, der unabhängig von Umwelt und Werturteilen ist. Daher sind die Verbindungen zwischen den Themen der Nachhaltigkeit und mathematischen Inhalten, wie Brüchen oder Gleichungen oft nicht offensichtlich (Renert, 2011).

Um sich mit Nachhaltigkeitsthemen auseinanderzusetzen, ist es allerdings erforderlich, eine Vielzahl unterschiedlicher Perspektiven zu berücksichtigen,

darunter wissenschaftliche, technologische, politische und ethische Aspekte. Viele dieser Problemstellungen erfordern grundlegende mathematische Kompetenzen wie Messen, ein Verständnis von Zusammenhängen, Änderungen und kritisches Denken (Roe et al., 2018).

Die Mathematik muss die Neutralität der Disziplin nicht weiterhin wahren. Vielmehr sollte sie dem Paradigmenwechsel zur Nachhaltigkeit folgen und bereits im Schulunterricht entsprechende Themen integrieren. Indem im Unterricht mehr Aufmerksamkeit auf diese wichtigen Themen gelegt wird, können die Bedingungen in der Gesellschaft so verändert werden, dass tatsächlich eine Transformation in der Welt stattfinden kann (Renert, 2011).

Verbindung Nachhaltigkeit & Mathematikunterricht

In der Literatur findet man allerdings nur wenige Studien, wie die Nachhaltigkeit im Mathematikunterricht einbegriffen sein kann (Semiz & Baykal, 2020). Eine systematische Übersichtsstudie gibt an, dass das Forschungsfeld dieser Verbindung vergleichsweise jung ist. Die meisten Studien dazu wurden vor allem in Europa durchgeführt. Die AutorInnen dieses Reviews betonen die Notwendigkeit eines spezifischen Rahmens für die systematische Integration von BNE in Mathematiklehrbücher. Dabei sollte der nachhaltige Kontext möglichst vielfältig zur Einbettung mathematischer Inhalte genutzt werden (Vásquez et al., 2023).

Auch ein anderer Artikel schlägt als mögliche Herangehensweise zur Integration der BNE in den Mathematikunterricht vor, diese Themen als Ausgangspunkt für die Einführung mathematischer Inhalte zu verwenden. Zum Beispiel könnten statistische Analysen von extremen Wetterereignissen, Einkommensunterschieden oder der Gletscherschmelze als Einstieg in mathematische Inhalte dienen (Hamilton & Pfaff, 2013). Einige AutorInnen schlagen vor, dass der Mathematikunterricht SchülerInnen dabei unterstützen soll, die sozio-politischen Kontexte des täglichen Lebens zu verstehen. Dazu könnten im Mathematikunterricht Themen wie soziale Gerechtigkeit, Kredite, Eigentum und wirtschaftliche Armut behandelt werden (Gutstein & Peterson, 2005) (Gutstein, 2007) (UNESCO, 2017).

Die SchülerInnen sollen nicht nur über eine nachhaltige Zukunft lernen, sondern auch das Lernen selbst soll nachhaltig sein. Dabei sollen ihre quantitativen Kompetenzen gefördert werden, wobei der Fokus nicht nur auf formalen Inhalten

liegen soll, sondern auf der kontinuierlichen Vertiefung und Verbesserung der mathematischen Fähigkeiten. Ziel ist es, Strategien zu entwickeln, um mit vielfältigen Herausforderungen umzugehen, eigenständig, aber auch in Zusammenarbeit zu arbeiten, sowie selbst aktiv zu werden (Karjanto, 2023). Durch die Integration von Nachhaltigkeit in den Mathematikunterricht können SchülerInnen dazu ermutigt werden, ihr mathematisches Wissen und ihre Kompetenzen auf verschiedene Bereiche auszudehnen. Gleichzeitig wird ihr Bewusstsein für Nachhaltigkeit gestärkt (Serow, 2015).

Durch die Auseinandersetzung mit einer Vielzahl dieser Themen können SchülerInnen die bedeutende Rolle der Mathematik bei der Bewältigung von sozialen, ökonomischen und ökologischen Problemen erkennen (Hauge & Barwell, 2017). Dies bietet den SchülerInnen auch die Möglichkeit zu beobachten, welchen Beitrag die Mathematik in ihrem Leben leisten kann und wie sie mit den Themen der Nachhaltigkeit verbunden ist. Sie zeigt den Lernenden möglicherweise nicht direkt, wie man den Planeten retten kann, trägt jedoch dazu bei, dass sie die aktuelle Situation besser nachvollziehen können (Barwell, 2018). Der Mathematikunterricht hat einen entscheidenden Einfluss darauf, die heranwachsende Generation zu kritischen BürgerInnen zu erziehen, die die Herausforderungen der Gegenwart verstehen. Auch Lehrkräfte sollen erkennen, dass nachhaltige Themen im Mathematikunterricht von großer Bedeutung sind und in der Lage sein, die Verbindungen zwischen globalen Problemen und ihrem Lehrgegenstand herzustellen (Renert, 2011).

Mathematik & SDGs

Für das Erreichen von Ziel 4 der SDGs spielt Mathematik eine besonders prominente Rolle, da sie SchülerInnen mit kritischem Denken, analytischen Fähigkeiten und Problemlösungskompetenzen ausstattet. Der Umgang mit Mathematik fördert daher nicht nur die persönliche Entwicklung, sondern trägt auch zu einem nachhaltigen ökonomischen und sozialen Verhalten bei. Individuen können durch mathematische Kompetenzen bedeutende Beiträge zu ihren Gesellschaften und Gemeinschaften leisten (Karjanto, 2023).

Diese Verknüpfung der Mathematik mit den SDGs ermöglicht es den SchülerInnen, die Vielseitigkeit der Mathematik besser zu verstehen, indem die Inhalte mit ihnen

vertrauten Situationen verknüpft werden. Dies fördert nicht nur das mathematische Verständnis, sondern ermöglicht es auch, sich kritisch mit globalen Problemen auseinanderzusetzen. Diese Relevanz gewährleistet, dass der mathematische Inhalt, durch die Ergänzung der nachhaltigen Themen, nicht an Bedeutung verliert oder „verwässert“ wird. (UNESCO MGIEP, 2017).

neuer Lehrplan Österreich

Im neuen Lehrplan der Sekundarstufe 1 für Mathematik, der in Österreich ab dem Schuljahr 2023/24 eingeführt wurde, finden sich auch einige Aspekte zur nachhaltigen Entwicklung und den SDGs.

In der Bildungs- und Lehraufgabe stehen die drei zentralen Erfahrungen des Mathematikunterrichts, wie von Winter beschrieben, im Fokus:

1. „Erscheinungen der Welt um uns, die uns alle angehen oder angehen sollten, aus Natur, Gesellschaft und Kultur, in einer spezifischen Art wahrzunehmen und zu verstehen,
2. mathematische Gegenstände und Sachverhalte, repräsentiert in Sprache, Symbolen, Bildern und Formeln, als geistige Schöpfungen, als eine deduktiv geordnete Welt eigener Art kennen zu lernen und zu begreifen,
3. in der Auseinandersetzung mit Aufgaben Problemlösefähigkeiten, die über die Mathematik hinausgehen, (heuristische Fähigkeiten) zu erwerben.“
(Winter, 1955) (BMBWF, 2024)

Der neue Lehrplan betont eine Verständnisorientierung, die neben operativen Fertigkeiten auch Interpretation und Argumentation einschließt. Mathematik wird als Werkzeug betrachtet, um Behauptungen aufzustellen und Argumente zu formulieren, was kritisches Denken, Offenheit gegenüber anderen Perspektiven und eigene Mündigkeit fördert. Den SchülerInnen wird ein Bewusstsein vermittelt, dass mathematische Konzepte in verschiedenen Anwendungen, Berufsfeldern und Wissenschaften relevant sind und Mathematik daher nicht isoliert betrachtet werden sollte. Besonderes Augenmerk wird auf die fächerübergreifende und -verbindende Arbeit gelegt (BMBWF, 2024).

Didaktische Grundsätze:

Besonders die folgenden der im Lehrplan angeführten didaktischen Grundsätze

nehmen im Rahmen dieser Masterarbeit eine zentrale Rolle ein und werden näher betrachtet.

Im Mathematikunterricht sollte das Argumentieren nicht allein darauf beschränkt sein, ob eine Aussage richtig oder falsch ist. Vielmehr geht es darum, die Gründe hierfür nachvollziehen und benennen zu können. Mathematik wird nicht als abgeschlossener Lehrstoff betrachtet, der auswendig gelernt werden muss, sondern als ein aktiver Prozess, an dem SchülerInnen aktiv teilnehmen können. Dies geschieht anhand konkreter, exemplarischer Problemstellungen, die das genetische Prinzip widerspiegeln.

Digitale Technologien sind im zeitgemäßen Unterricht unverzichtbar. Dennoch ist es entscheidend, dass manuell-operative Fertigkeiten weiterhin einen hohen Stellenwert einnehmen. Ab dem Beginn der Sekundarstufe 1 werden digitale Werkzeuge aktiv zur Unterrichtsunterstützung herangezogen.

Zudem steht das Fördern der mathematischen Fachsprache und die verbale Beschreibung von Lösungswegen im Zentrum. Der Unterricht setzt auf Eigenständigkeit und Selbsttätigkeit als zentrale Ziele. Die Fehlerkultur wird bewusst wertschätzend und konstruktiv gestaltet, um Diskussionen innerhalb der Lerngruppe zu fördern. Zur Berücksichtigung der Individualisierung, Differenzierung und Vielfalt der Interessen und Fähigkeiten der SchülerInnen werden vielfältige Unterrichtsformen wie Einzelarbeit, Partnerarbeit, Gruppenarbeit, entdeckendes Lernen und projektorientierter Unterricht eingesetzt (BMBWF, 2024).

4. Aspekte von Unterrichtsmaterialien

4.1. Methodenvielfalt

Methodenvielfalt wird häufig als Kennzeichen guten Unterrichts betrachtet (Huber & Hader-Popp, 2008).

Meyer versteht unter der Methodenvielfalt folgende vier Punkte:

1. Die Nutzung des Reichtums an verfügbaren Inszenierungstechniken
2. Der Einsatz verschiedener Handlungsmuster
3. Die variable Gestaltung der Verlaufsformen und

4. die Wahrung des Gleichgewichts der Grundformen des Unterrichts

(Meyer, 2004)

In lehrerzentriertem Unterricht liegen die Aktivität und Verantwortung einseitig bei der Lehrperson, während die SchülerInnen eher passiv sind und hauptsächlich zuhören, aufpassen, aufschreiben und reproduzieren sollen. Es ist jedoch nicht notwendig, den lehrerzentrierten, frontal organisierten Unterricht als gänzlich negativ zu verurteilen. Gleichzeitig ist offener Unterricht nicht in jeder Situation die beste Option. Bisher konnte noch keine Überlegenheit einer Unterrichtsform gegenüber einer anderen nachgewiesen werden. Es kommt vielmehr darauf an, wie die verschiedenen Methoden eingesetzt werden, und ein breiter Einsatz unterschiedlicher Methoden, sozusagen ein „Mischwald“ an Methoden, wirkt sich positiver auf das Lernen aus als eine „Monokultur“, d.h. ein eingeschränkter Methodeneinsatz. (Meyer, 2004) (Töpfer, 1976).

Brophy betont den Wert der Methodenvielfalt wie folgt:

„No single teaching method ... can be the method of choice for all occasions. An optimal programme will feature a mixture of instructional methods and learning activities.“ (Brophy, 2000)

Eine Vielfalt an Lehrmethoden ermöglicht es, der Diversität der Aufgaben und gleichzeitig der Heterogenität der Lerngruppen gerecht zu werden. Obwohl die empirische Forschung nur einen mittleren positiven Nutzen für die Unterrichtsqualität zeigt, glauben einige Forscher wie Meyer, dass zusätzliche Studien diesen Nutzen verstärkt belegen könnten (Meyer, 2004). Die Kombination aus direkter Instruktion und offenem Unterricht stellt eine wertvolle Mischung dar. Die Vielfalt von Lehrmethoden erhöht die Lernchancen, da neben dem inhaltlich-fachlichen Lernen auch methodisch-strategisches, sozial-kommunikatives und affektives Lernen ermöglicht wird (Klippert, 2002).

Diese Punkte können bereits während der Materialerstellung und den anschließend gewählten Methoden berücksichtigt werden.

4.2. Didaktische Prinzipien

Didaktische Prinzipien sind grundlegende Richtlinien für die Gestaltung und Beurteilung von Unterricht, die unabhängig von spezifischen Lehrgegenständen gelten. Sie greifen sowohl auf Erkenntnisse der psychologischen Lerntheorie als auch auf normative und praktische Unterrichtserfahrungen zurück. Diese Prinzipien bieten nicht nur konstruktive Leitlinien und Rahmenbedingungen für den Unterricht, sondern dienen auch als Kriterien zur Analyse und Bewertung desselben (Heitzer & Weigand, 2020).

Die Anzahl an didaktischen Prinzipien und Theorien ist immens. Daher wird sich dieses Kapitel auf jene Prinzipien konzentrieren, die für diese Masterarbeit von zentraler Bedeutung sind. Die Anwendung dieser Unterrichtsprinzipien steht stets in einer Wechselbeziehung mit den Lernzielen, dem Wissenstand und den Fähigkeiten der Lernenden (Heitzer & Weigand, 2020). Moderne Unterrichtskonzepte streben danach, Theorie und Praxis, Handeln und Nachdenken sowie Individualisierung und Sozialisierung miteinander zu verbinden (Helmke, 2014).

Aktivität & Selbstständigkeit:

Das Prinzip des aktiven Lernens von H. Freudenthal legt großen Wert darauf, dass die selbstständige Arbeit der SchülerInnen im Mittelpunkt des Unterrichts steht (Freudenthal, 1980). Dafür ist es entscheidend, ausreichend Freiräume und -zeiten zu schaffen, damit die SchülerInnen eigenständig experimentieren und ihre eigenen Lösungswege entdecken können. Fehler und Irrtümer werden in diesem Prozess als natürlicher Bestandteil des Lernens betrachtet und akzeptiert (Wittmann, 1995). Um die Mündigkeit in der Gesellschaft zu erreichen, ist es entscheidend, dass SchülerInnen selbst- und eigenständig lernen. Dies kann durch die Auswahl und Bereitstellung problemorientierter Aufgabenstellungen ermöglicht werden (Wenzel, 1998). Die Lehrperson agiert als Initiatorin und weckt das Interesse der SchülerInnen (Wiater, 2020).

Untersuchungen zu aktivem Lernen fallen grundsätzlich sehr positiv aus und weisen darauf hin, dass diese Lernmethode ein wirkungsvolles Instrument im Mathematikunterricht darstellen kann (Lugosi & Uribe, 2022). So betonen Freeman et al. (2014), dass das aktive Lernen und die dazugehörigen Diskussionen in der

Klasse SchülerInnen nicht nur motiviert, sondern auch in ihrem Lernprozess fördert. Zudem konnten deren mathematischen Leistungen gestärkt werden.

Eigenständiges Arbeiten im Mathematikunterricht soll zusätzlich dazu beitragen, dass der gelernte Inhalt besser verstanden und eingeprägt wird. Zudem wirkt sich die Eigenaktivität positiv auf die Fähigkeit des kritischen Denkens aus (PCAST, 2012). Eine weitere Studie hebt hervor, dass selbstständiges Lernen und eine höhere Aktivität beim Lernen, im Vergleich zum klassischen Frontalunterricht, die Leistungsunterschiede in einer Klasse maßgeblich reduziert (Theobald et al., 2020). Mehr Zeit für eigenständige Arbeit von SchülerInnen wurde ebenfalls als positiver Faktor für den individuellen Lernprozess identifiziert (Stanberry, 2018). Zusätzlich zeigte diese Unterrichtsmethode positive Auswirkungen auf die Reduzierung von Ängsten und anderen negativen Emotionen gegenüber dem Fach Mathematik (Ramirez et al., 2018).

Mehrperspektivität

Ein weiteres didaktisches Prinzip, welches bei der Materialerstellung in dieser Arbeit eine bedeutende Rolle spielt, stellt das Prinzip der Mehrperspektivität dar. Dieses fördert im Unterricht ein ganzheitliches Verständnis, indem es einen Lehrinhalt nicht auf einzelne Fächer aufteilt, sondern eine integrierte Betrachtung von Lehrinhalten ermöglicht und so das natürliche Lernen unterstützt. Schon von Pestalozzi wurde die gemeinsame Beteiligung von Kopf, Herz und Hand betont, um die mehrdimensionalen kognitiven, emotionalen und praktischen Bereiche des Lernens zu vereinen (Wiater, 2020).

Von Bedeutung ist die Mehrperspektivität bei den SDGs und den enthaltenen drei Säulen der Nachhaltigkeit Ökologie, Ökonomie und Soziales, welche eng miteinander verbunden und nicht getrennt voneinander zu verstehen sind.

Authentizität & Relevanz & Reichhaltigkeit

Ein negativer Aspekt des Mathematikunterrichts, sehen SchülerInnen oft in der empfundenen Sinnlosigkeit der Problemstellungen und der fehlenden Relevanz für den eigenen Alltag (Reiss & Hammer, 2021).

Damit eine Aufgabe als authentisch gilt, sollte die Fragestellung oder die angewandte Methode Teil der realen Forschung oder der Industrie ist. Dabei steht nicht ausschließlich die verwendete Mathematik im Vordergrund. Beim Kontext handelt es

sich um eine tatsächliche Situation oder/und es werden reale Daten verwendet. Um den verschiedenen Altersgruppen und mathematischen Kompetenzen gerecht zu werden, müssen diese authentischen Daten und Modelle jedoch angepasst und aufbereitet werden (Leuders, 2001). Aufgaben in einem nicht-realen Kontext verstärken die Trennung zwischen Schule und der realen Welt der SchülerInnen. Dadurch neigen diese dazu zu glauben, dass das erlernte Wissen nur im schulischen Umfeld nützlich und anwendbar ist, während die Außenwelt einen anderen Wissensschatz erfordert (Zapata-Cardona, 2019).

Auch der Einsatz von Computern oder digitalem Material gilt als authentisch, da digitale Hilfsmittel auch in der Forschung und in vielen beruflichen Umfeldern als legitime Werkzeuge genutzt werden, um beispielsweise Zeit und Kapazität zu sparen.

Die mathematischen Aufgaben und Ziele sind für die SchülerInnen relevant, wenn sie die Inhalte der Aufgaben in ihrem eigenen Leben wiedererkennen können. Relevante Fragestellungen bauen einen direkten Bezug zur Lebenswelt der SchülerInnen auf und stellen eine Verbindung zwischen ihrem Alltag und der Mathematik her. Diese Verbindung ist, wie von Winter betont, ein wesentlicher Bestandteil der mathematischen Bildung (Winter, 1995).

Guter Unterricht zeichnet sich dadurch aus, dass er auf die Bedürfnisse der SchülerInnen, der Lehrkraft sowie auf deren Lebenswelt eingeht. Die Handlungen sollten in den gesellschaftlichen Kontext eingebettet sein und die Mitbestimmung im Unterricht gewährleistet sein (Wenzel, 1998). Eine Verbindung des Unterrichts mit aktuellen gesellschaftlichen Ereignissen und globalen Entwicklungen ist hilfreich, um den SchülerInnen die Relevanz des Inhalts darzulegen (Wiater, 2020).

Die Reichhaltigkeit eines mathematischen Inhalts wird von der Fachdidaktik anhand mehrerer Kriterien definiert. Zum einen weckt das Problem das Interesse der Lernenden, insbesondere durch die Authentizität und Relevanz des Inhalts, und regt sie zum Entdecken und Ausprobieren an. Des Weiteren gilt eine Aufgabe als reichhaltig, wenn sie verschiedene Lösungswege ermöglicht, eine Weiterentwicklung des Inhalts zulässt und interdisziplinär ist, da verschiedene mathematische Gebiete verbunden werden (Wohak et al., 2021).

Eine praxisnahe mathematische Bildung, die sich auf reale Probleme bezieht, kann dazu beitragen, den Sinn von Mathematik zu für SchülerInnen zu verdeutlichen und sie von der Anwendungssinnhaftigkeit zu überzeugen. Dies motiviert die Lernenden und stattet sie gleichzeitig mit Fähigkeiten aus, die sie auf ihrem Weg zu einer nachhaltigen Zukunft unterstützen. Dazu gehören insbesondere Problemlösungskompetenz, kritisches Denken und analytisches Argumentieren (Maaß et al., 2018).

4.3. Die Rolle der Lehrkraft

In seiner umfangreichen Metastudie hat Hattie herausgefunden, dass neben den Merkmalen des Lernenden selbst, die Lehrkraft als der stärkste Faktor für den Lernerfolg gilt. Der Beitrag der Lehrperson und des Unterrichts kann bis zu 30 % der Unterschiede zwischen individuellen Lernergebnissen erklären und ist somit von erheblicher Bedeutung (Hattie, 2009). Die Aktivitäten der Lehrkraft spielen eine entscheidende Rolle dabei, die SchülerInnen in einem Fach zu motivieren und ihr volles Potenzial auszuschöpfen (Masingila, 2002).

Unterstützung bei selbstständiger Arbeit

Die Selbstständigkeit der SchülerInnen kann in verschiedenen Unterrichtsphasen wie der Erarbeitungs-, Übungs- oder Wiederholungsphase ermöglicht werden (Heintz, 2018). In diesen Situationen wird das gemeinsame Tempo der Lerngruppe aufgelöst, und der Unterricht kann individuell an die Bedürfnisse der Lernenden angepasst werden. Diese Flexibilität und Anpassungsfähigkeit erfordern von der Lehrkraft jedoch ein hohes Maß an diagnostischer und organisatorischer Kompetenz. Gleichzeitig ist die Förderung der Selbstständigkeit der SchülerInnen ein zentrales Anliegen im Lehrplan (BMBWF, 2024).

Der Prozess des selbstständigen Lernens ist dynamisch. Durch die soziale Interaktion mit der Lerngruppe wird der aktuelle Lernstand ermittelt, was von der Lehrkraft erfordert, den Unterricht kontinuierlich anzupassen und auf die Bedürfnisse der SchülerInnen einzugehen (Blanc et al., 2023). Im Verlauf dieses Prozesses kann die Kontrolle schrittweise von der Lehrkraft auf die Lernenden übertragen werden, wenn diese Aufgaben übernehmen können, die sie zuvor noch nicht bewältigen

konnten. Der größte Kompetenzzuwachs entsteht, wenn die Unterstützung der Lehrperson auf ein Minimum beschränkt werden kann (Corno & Snow, 1989)

Zone der nächsten Entwicklung

Die Aufgaben der Lehrkraft erstrecken sich vor allem auf die Unterstützung der Lernprozesse sowie die Anpassung des Unterrichts an die Bedürfnisse der Lernenden oder der Lerngruppe (Leiss, 2007). Dabei ist es entscheidend, dass die Lehrkraft ein Feingefühl für den angemessenen Anforderungsgrad zeigt, um den Unterricht auf die „Zone der nächsten Entwicklung“ auszurichten und SchülerInnen so zum Denken und Lernen anzuregen.

Für einen Lernzuwachs ist eine angemessene Herausforderung erforderlich. Im Bereich zwischen seiner aktuellen Entwicklungsstufe und dem Auftreten von Überforderung besteht für den Lernenden die Möglichkeit zur Weiterentwicklung. Dieses Konzept entspricht der Theorie der „Zone der nächsten Entwicklung“. Dieser Prozess der „nächsten Entwicklung“ kann von den Lernenden nicht allein bewältigt werden; sie benötigen dabei Hilfe von außen, beispielsweise von Seiten der Lehrkraft. In dieser Phase ist der soziale und fachliche Austausch zwischen Lehrperson und SchülerIn unverzichtbar. Eine zu niedrige Anforderung führt zu Unterforderung, während eine zu hohe Anforderung zu Überforderung führt, wodurch der Lernende keinen oder nur geringen Lernzuwachs verzeichnet (Vygotsky, 1978).

Intervention der Lehrkraft

Diese Anforderungen an die Lehrkraft während des Lernprozesses sind anspruchsvoll. Von ihr wird gefordert die erforderlichen Maßnahmen zur optimalen Unterstützung des Lernens adäquat einzuschätzen und entsprechend um- und einzusetzen (Perkhofer-Czapek & Potzmann, 2016). Diese Entscheidungen erfordern eine genaue Abwägung, ob und inwieweit Interventionen erforderlich sind, und ob auf Gruppenebene oder individuell. Dabei muss berücksichtigt werden, dass jede Intervention auch eine Unterbrechung des Arbeitsflusses mit sich zieht (Leiss, 2007).

Allerdings ist eine angemessene „Diagnose“ der Schwierigkeiten im Unterricht oft nur vereinzelt vorhanden, was zu häufigen Interventionen führt, die den Lernprozess stören können (Leiss, 2007). Oft drängen die Aktionen der Lehrkraft die SchülerInnen in eine gewünschte Richtung, ohne sich an deren eigenem Lösungsprozess zu orientieren, was negative Auswirkungen auf den Lernprozess mit sich ziehen kann

(Klock 2020). Einige Autoren empfehlen daher, möglichst wenig in den Lernfluss einzugreifen (Leiss & Tropper, 2014) (Meyer, 2007) (Beck, 1997).

Alternativ können SchülerInnen sich gegenseitig unterstützen, wodurch zusätzlich soziale Kompetenzen gefördert werden. Die Lehrkraft kann dafür die passenden Rahmenbedingungen im Unterricht schaffen. In diesem Fall kann sich die Lehrkraft mit ihren Hilfestellungen zurücknehmen und als passive Begleitung agieren, was besonders bei heterogenen Lerngruppen zu einer Entlastung der Lehrperson führt (Campana Schleusener, 2014).

Rolle der Lehrkraft bei der Bildung für nachhaltige Entwicklung

Lehrkräfte spielen eine entscheidende Rolle bei der Umgestaltung des Unterrichts hin zu einer Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (UNESCO, 2005). Sie haben die Möglichkeit, maßgeblich die Weltanschauung, das Wissen, die Einstellungen und die Fähigkeiten ihrer SchülerInnen im Sinne der Nachhaltigkeit mitzugestalten (McKeown, 2012).

Alle Lehrkräfte sollten daher mit den erforderlichen Fähigkeiten ausgestattet sein, um Nachhaltigkeit in ihren Unterricht zu integrieren und somit das Bewusstsein dafür bei den SchülerInnen zu fördern (UNESCO, 2005). Gemäß der UNESCO (2017) können Kompetenzen nicht direkt gelehrt werden, sondern müssen vom Lernenden selbst entwickelt werden. Sie entstehen durch aktives Handeln, basierend auf Erfahrungen und Reflexion. Die Hauptrolle der Lehrkraft bei der Entwicklung der erforderlichen Kompetenzen für eine nachhaltige Zukunft besteht daher darin, als Moderator oder Unterstützer zu fungieren.

Die erfolgreiche Implementierung einer nachhaltigen Bildung hängt natürlich auch von den individuellen Ansichten und Einstellungen der einzelnen Lehrkräfte ab, insbesondere davon, wie sie selbst der Idee einer nachhaltigen Zukunft gegenüberstehen und wie, sowie in welchem Ausmaß sie dieses Konzept in ihre pädagogische Arbeit integrieren (Birdsall, 2015).

5. Methodik dieser Arbeit

Der neue Lehrplan in Österreich sowie viele andere Lehrpläne weltweit fordern die Integration der Nachhaltigkeitsziele in den schulischen Alltag. Um diese Lücke im

Materialangebot für den Mathematikunterricht zu schließen, wird in dieser Masterarbeit digitales Unterrichtsmaterial entwickelt, das flexibel im Mathematikunterricht der Sekundarstufe 1 eingesetzt werden kann, um einen breiten Einsatz in verschiedenen Schulen zu ermöglichen.

Das erstellte Material verbindet mathematische Themen aus dem Lehrplan der Sekundarstufe 1 mit den 17 Nachhaltigkeitsziele der Agenda 2030. Zusätzlich wird die Agenda 2030 der UN und ihre Bedeutung für die Welt vorgestellt sowie ihre Entstehung erläutert. Um interdisziplinäre Kompetenzen wie kritisches Denken, Selbstreflexion und Argumentationsfähigkeit zu stärken, konzentrieren sich die Aufgabenstellungen nicht nur auf mathematische Fragen, sondern regen auch fächerübergreifende Diskussionen an.

Zielsetzung der Materialgenese ist das Bewusstsein für die SDGs in der Sekundarstufe 1 zu stärken, so dass jede/r Schüler/in mit diesen vertraut ist. Die Verbindung zwischen Mathematik und globaler nachhaltiger Entwicklung soll so für SchülerInnen greifbar und nachvollziehbar werden. Gleichzeitig soll das Material dazu beitragen, die Eigeninitiative und -aktivität der Heranwachsenden zu stärken, sodass sie in der Lage sind, für sie relevante Problemstellungen zu identifizieren und sich aktiv an deren Lösungsfindung zu beteiligen.

Die theoretische Untersuchung der Grundkonzepte des Unterrichts wird im nächsten Schritt als Basis zur Materialgenese genutzt. Das entsprechende Material wird vorgestellt und sowohl didaktisch als auch methodisch reflektiert. Abschließend wird ein Fazit gezogen und ein Ausblick auf das Potenzial der nachhaltigen Bildung im Mathematikunterricht gegeben.

5.1. Planung und kriteriengeleitete Entwicklung der Materialien

Die Entwicklung und Evaluation von spezifischem Unterrichtsmaterial gehören zu den zentralen Aufgaben der Mathematikdidaktik.

Die Entwicklung dieses Unterrichtsmaterials folgt einem zweistufigen Prozess: Zunächst wird das fachliche Ziel definiert, um die entsprechenden Inhalte auszuwählen und aufzubereiten. In einem zweiten Schritt liegt der Fokus auf dem fachdidaktischen Ziel, um sicherzustellen, dass das Material den Anforderungen der Zielgruppe entspricht und gut für den Einsatz im Unterricht geeignet ist. Dabei ist

entscheidend, dass die ausgewählten Inhalte nicht nur fachlich fundiert sind, sondern auch didaktisch und methodisch adäquat aufbereitet werden, um den Lernprozess effektiv zu unterstützen.

5.1.1. Orientierung an Kriterien und didaktischen Prinzipien

Bei der Entwicklung des Unterrichtsmaterials wird besonderes Augenmerk auf drei Leitkriterien gelegt: Authentizität, Relevanz und Reichhaltigkeit. Durch diese Kriterien wird den SchülerInnen der Zusammenhang zwischen der tatsächlichen Situation, also der Realität, und dem Einsatz der Mathematik nähergebracht. Dies entspricht der Anwendungsorientierung im Mathematikunterricht (Jahnke, 2016). Die Problemstellungen sollen authentisch und realitätsnah sein, um einen direkten Bezug zur Lebenswelt der SchülerInnen zu schaffen. Gleichzeitig sollen sie die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten der Mathematik in unserer Gesellschaft verdeutlichen. Für die erstellten Aufgaben werden vereinfachte und ausgewählte, aber stets realistische oder authentische Daten sowie Statistiken verwendet. Diese Daten werden so aufbereitet und gestaltet, dass sie auch für SchülerInnen der Sekundarstufe 1 zugänglich sind, wie in *Abbildung 2* und *Abbildung 3* exemplarisch ersichtlich.

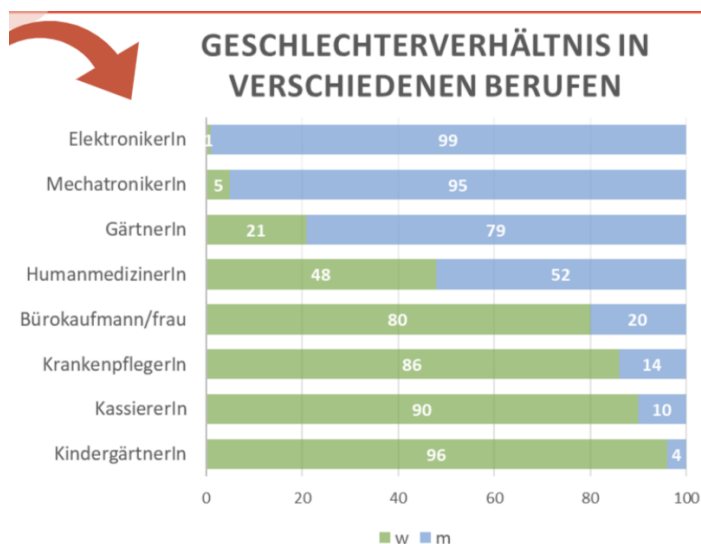


Abbildung 2: Aufbereitung von Daten, hier exemplarisch für Ziel 5

Jahr	Arbeitslosenquote in %
2014	8,4
2015	9,1
2016	9,1
2017	8,5
2018	7,7
2019	7,4
2020	9,9
2021	8,0
2022	6,3
2023	6,5

Abbildung 3: Aufbereitung von Daten, hier exemplarisch für Ziel 8

Diese „echten“ Daten werden z.B. aus Datenbanken extrahiert und übersichtlich dargestellt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Anwendung der Mathematik für die SchülerInnen nachvollziehbar, sowie verständlich ist und das fachliche Ziel erreicht werden kann (Jahnke, 2016).

Die Problemstellungen sollen das Interesse der Lernenden wecken und sie zum Entdecken und Ausprobieren anregen. Beispielhaft zeigt *Abbildung 4* das aktive Entdecken des Zusammenhangs der Oberfläche mit dem Volumen eines Prismas im Kontext von Verpackungsmaterial.

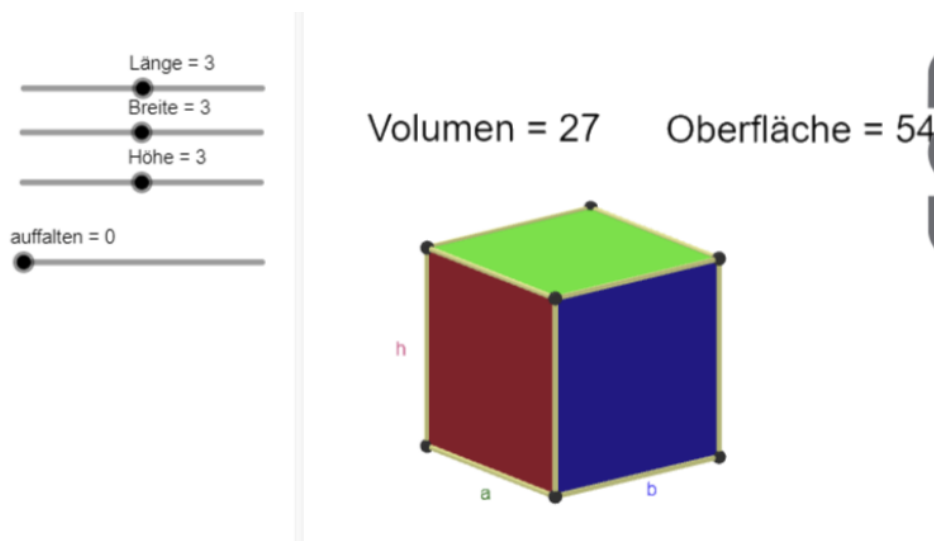


Abbildung 4: aktives Ausprobieren, hier exemplarisch für Ziel 12

Diese Anregung geschieht insbesondere durch die Authentizität und Relevanz des Inhalts. Zum anderen werden die Kontexte der Aufgabenstellungen so ausgewählt, dass die SchülerInnen die Situationen darin wiedererkennen. So wird sichergestellt, dass im Material die Lebenswelt der SchülerInnen der Sekundarstufe 1 mit der Mathematik verbunden ist und sowohl die mathematischen Inhalte als auch der Nachhaltigkeitskontext für sie relevant sind. Für Lernende besonders interessant ist beispielsweise das Gehalt von für sie zukünftig möglichen Berufsfeldern, was im Material als Kontext für Ziel 10 genutzt wird, wie in *Abbildung 5* ersichtlich.

1. Recherche

Recherchiere das **unterste Einstiegsgehalt** folgender Berufe in Österreich. Verwende dazu folgenden Link: 

Verschiebe die Punkte so, dass sie auf dem entsprechenden Platz auf der Zahlengerade liegen!

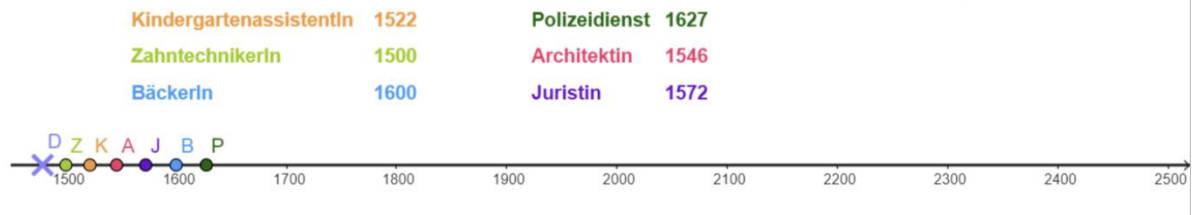


Abbildung 5: eigenständige Recherche, hier exemplarisch für Ziel 10

Die fächerübergreifende Komplexität der Aufgabenstellungen unterstützt die Reichhaltigkeit der Thematik zusätzlich. Diese Interdisziplinarität nutzt biologisches, informatisches und mathematisches Wissen und verbindet unterschiedliche mathematische Gebiete wie Algebra, Analysis und Stochastik.

Aktive, selbstständige Arbeit

Das Material soll die Lernenden zur aktiven Arbeit motivieren. Diese Selbsttätigkeit entspricht der „selbst organisierten Verarbeitung äußerer Anregungen und innerer Impulse“ (Jank und Meyer, 2014). Um den SchülerInnen eine weitgehend aktive und selbstständige Arbeitsweise zu ermöglichen, werden die Aufgaben nach dem Prinzip der Problemorientierung gestaltet, d.h. sowohl die Aufgabenstellung als auch der Lösungsweg sind eng mit dem Kontext verbunden. Die Fokussierung auf das Problem soll sicherstellen, dass die Fragestellung und dessen Kontext bei den SchülerInnen im Zentrum steht und dadurch die Motivation und die Arbeitsprozesse während der Lösungsfindung unterstützt werden (Heinrich et al., 2015).

Zur Förderung des aktiven Lernprozesses wurden für den konkreten Unterrichtsvorschlag im Anhang Arbeitskarten entwickelt. Diese Karten dienen dazu, den Lernenden schrittweise dabei zu helfen, die Problemstellungen eigenständig zu erarbeiten, wie in *Abbildung 6* ersichtlich.

ZIEL 3 – GESUNDHEIT & WOHLERGEHEN

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Gesundheit & Wohlergehen“ erhalten!
 Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:



- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button + Info) genau durch.
 Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
 Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button: 
 Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
- Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin!**
 Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
 Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

Abbildung 6: Unterstützung bei der Selbstständigkeit, hier exemplarisch für Ziel 3

Im Rahmen dieser Arbeit sollen die erstellten Materialien ein gewisses Maß an Innovation besitzen. Das Arbeitsmaterial gilt als innovativ, wenn es für den Lernprozess neuartig ist und eine Veränderung dieses Prozesses mit sich zieht. In der Didaktik entspricht das einer Änderung auf organisatorischer, inhaltlicher oder methodischer Lehrart (Reinmann-Rothmeier, 2003).

Viele Schülerinnen betrachten Mathematik als isoliertes Set an Prozessen, die im echten Leben nicht anwendbar sind (Çelik, 2018). Das innovative Material, bei dem die Sinnhaftigkeit nachvollziehbar ist, kann bei den SchülerInnen zu einer positiven Erfahrung führen und so dazu beitragen, das Image der Mathematik zu verbessern und ihr Interesse an dem Fach zu steigern (Riley et al., 2017).

5.1.2. Themen- und Methodenwahl

Die Methodik ist ein integraler Bestandteil der Didaktik. Bereits Klafki argumentierte, dass methodische Überlegungen stets auf didaktischen Voraussetzungen basieren. Das bedeutet, dass die Auswahl der Unterrichtsmethode von der didaktischen und inhaltlichen Begründung abhängt (Klafki, 1971).

Themenauswahl

Die Auswahl der Kontexte für die Fragestellungen im zu erstellenden Material konzentriert sich auf die 17 SDGs der Agenda 2030. Die Aufgaben sind darauf ausgerichtet, Probleme im Zusammenhang mit diesen Zielen zu behandeln. Die Lösungswege und Handlungen, die von den SchülerInnen während der Bearbeitung gefordert werden, sind somit in den Kontext der nachhaltigen Entwicklung eingebettet.

Methode & Sozialform

Methoden sind kein Selbstzweck im Unterricht, sondern dienen als Werkzeuge zur Erreichung der Lernziele (Weinert, 1998). Um die fächerübergreifenden Kompetenzen im Rahmen der SDGs und des Lehrplans neben den mathematischen Fähigkeiten bestmöglich zu stärken, sollten die verwendeten Unterrichtsmethoden darauf abzielen, die kritische Handlungsfähigkeit der SchülerInnen zu fördern und sie auf ein demokratisches und soziales Umfeld vorzubereiten. Die Arbeit mit dem Material erfolgt grundsätzlich selbstständig. Die Lehrkraft fungiert dabei als Unterstützerin bei Schwierigkeiten, als Begleiterin des Lernprozesses und als Moderatorin bei Diskussionen.

Im Unterrichtsmaterial werden diverse Medien eingesetzt, darunter Lernvideos mit Informationen zu den einzelnen SDGs, interaktive Elemente zur Erkundung der Inhalte der Agenda 2030, interaktive Antwortformate und Umfragen sowie die Dynamische-Geometrie-Software GeoGebra. Zusätzlich umfasst das Material eigenständige Recherchen und fächerübergreifende Diskussionen im Plenum.

Das Material bietet zahlreiche Impulse für Diskussionen in Kleingruppen oder im Plenum, um die Sprachkompetenz im Mathematikunterricht zu fördern. Dabei ist eine Kombination aus offeneren Methoden und klassischem Unterrichtsgespräch möglich. Die Einführung der Sustainable Development Goals und die Diskussion der wichtigsten Informationen hierzu, welche das Material bietet, finden im Plenum als Unterrichtsgespräch statt. Der konkrete Unterrichtsvorschlag, im Anhang und ebenfalls exemplarisch in *Abbildung 6* einsehbar, beinhaltet Präsentationen der Arbeitsergebnisse der SchülerInnen, um ein ausgewogenes Verhältnis der Sozialformen aus direkter Instruktion und offenem Unterricht zu gewährleisten.

Durch eine intensive Kommunikation zwischen Lehrkraft und SchülerInnen, sowie die Präsentation ihrer mathematischen Arbeit und die Diskussion über die Nachhaltigkeitsziele erhält der Unterricht eine starke individuelle Note und kann schnell an die Bedürfnisse der Lerngruppe angepasst werden. Sowohl die Produkte als auch die Lernprozesse sind dabei selbstdifferenziert (Gallin, 2006). Eine Zusammenarbeit der SchülerInnen unterstützt nicht nur die Sozialkompetenz, sondern ist auch für das Lösen komplexer mathematischer Problemstellungen wünschenswert bzw. notwendig.

Digitalität & Tool

Digitale Kompetenzen sind heute von entscheidender Bedeutung für eine erfolgreiche Teilnahme am Berufs- und Privatleben (Eickelmann, 2020). Auch in der Didaktik gewinnen Interaktivität und Digitalität zunehmend an Bedeutung, während herkömmliche Methoden wie der Frontalunterricht eher an Bedeutung verlieren (Heimlich, 2015). Ein Auszug aus dem Lehrplan der Sekundarstufe 1 betont ebenfalls, dass der Einsatz digitaler Technologien eine unverzichtbare Voraussetzung für zeitgemäßes Lernen ist (BMBWF, 2024).

Pandemiebedingt kam es in den letzten Jahren zu einem verstärkten Einsatz digitaler Unterrichtsmaterialien. Auch der 8-Punkte-Plan für die Digitalisierung des österreichischen Bildungssystems, der im Jahr 2020 eingeführt wurde, und dazu führt, dass alle SchülerInnen zu Beginn der Sekundarstufe mit einem digitalen Endgerät ausgestattet sind, verstärkt diese Entwicklung in Österreich (BMBWF, 2020).

Auch im Mathematikunterricht ist der Einsatz digitaler Medien, wie beispielsweise Dynamischer-Geometrie-Softwares, unerlässlich für einen modernen, kompetenzorientierten Unterricht (Egger, 2022). Die Digitalisierung und der Einsatz von Technologie bieten das Potenzial, mathematische Inhalte für SchülerInnen zugänglicher zu machen und den Aufbau entsprechender Grundvorstellungen zu fördern.

Vor allem selbstständige und kooperative Arbeiten eignen sich, um die digitalen Technologien sinnvoll im Unterricht einzusetzen (Babnik et al., 2013). Zudem wirkt sich die Partnerarbeit und die gegenseitige Unterstützung, z.B. bei technischen Hindernissen, beim digitalen Lernprozess in Studien besonders positiv auf den Lernerfolg aus (Hillmayr et al., 2017).

Aus diesem Grund wurde das Material in dieser Arbeit ausschließlich in digitaler Form erstellt. Dies ermöglicht eine realistische und authentische Darstellung der Relevanz der Digitalisierung, insbesondere im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung und in den entsprechenden Berufsfeldern. Dennoch wurden zusätzlich zum digitalen Material Aufgabenkarten erstellt, die den SchülerInnen ausgehändigt werden sollen. Somit verbindet das Material die Vorteile digitaler Arbeit mit traditionelleren Lehrmethoden. Die SchülerInnen werden ermutigt, sowohl digital als auch auf herkömmliche Weise aktiv zu arbeiten. So werden sie beispielsweise konkret dazu aufgefordert, ihren Lösungsprozess zum digitalen Material schriftlich festzuhalten.

Tool

Für die Erstellung des digitalen Materials in der vorliegenden Arbeit wurde das Tool „Genial.ly“ genutzt. Diese webbasierte Plattform ermöglicht es BenutzerInnen, interaktive und multimediale Inhalte zu erstellen, wie z.B. Präsentationen, Infografiken und Lernmaterialien. Darüber hinaus ermöglicht die nahtlose Integration von Bildern, Videos, Audio und anderen Inhalten den Lehrinhalt zu bereichern und den Lernprozess für die SchülerInnen interaktiver und ansprechender zu gestalten.

Das Tool ermöglicht eine Einbettung in verschiedene Lernmanagementsysteme und digitale Plattformen, um einen einfachen Einsatz im Schulunterricht zu gewährleisten. Alternativ besteht die Möglichkeit, den SchülerInnen die Materialien über einen bereitgestellten Link zugänglich zu machen. Zudem kann der HTML-Code des Materials, der von der Plattform zur Verfügung gestellt wird, auf einem separaten Server hochgeladen werden, um den SchülerInnen den Zugriff auf das Material auch ohne Internetverbindung zu ermöglichen.

Die Datenschutzeinstellungen für die erstellten Inhalte können flexibel festgelegt werden. Dadurch bietet das Tool Optionen zum Teilen von Inhalten nur mit bestimmten BenutzerInnen, beispielsweise nur mit Lehrkräften oder Lerngruppen, sowie zur Einschränkung des Zugriffs auf die Inhalte. In Bezug auf Datenschutz legt Genial.ly Wert auf die Sicherheit und den Schutz der persönlichen Daten seiner BenutzerInnen. Alle geltenden Datenschutzbestimmungen wie die Datenschutz-Grundverordnung der EU werden erfüllt und das Tool bietet Sicherheitsfunktionen wie verschlüsselte Verbindungen und eine sichere Speicherung von Daten.

Für ein individuelles Feedback bietet das Tool Analysefunktionen, mit denen Lehrkräfte den Zugriff auf ihre Inhalte verfolgen und das Engagement der SchülerInnen überwachen können. Allerdings ist hierfür ein kostenpflichtiges Premium-Abonnement erforderlich.

5.1.3. Aufbau und Struktur

Es ist entscheidend, dass die Inhalte der einzelnen Nachhaltigkeitsziele klar und verständlich vermittelt werden und gleichzeitig die mathematischen Problemstellungen in diesem Kontext sinnvoll und authentisch dargestellt werden. Es wird wiederholt Bezug zur Fragestellung genommen, was die Problemorientierung unterstützt, das Problem konkretisiert und in den Vordergrund stellt. Zudem sollen die Aufgaben so strukturiert sein, dass sie unabhängig voneinander bearbeitet werden können. Auf diese Weise haben Fehlleistungen bei einer Teilaufgabe keine negativen Auswirkungen auf folgende Teilaufgaben. Besonders bei komplexeren Aufgaben kann es sinnvoll sein, Zwischenergebnisse anzugeben, damit jeder Lernende darauf aufbauen und weiterarbeiten kann.

Dieser Aspekt wurde auch im erstellten Material berücksichtigt, indem einige Teilaufgaben erst dann erscheinen, wenn die vorhergehende bereits gelöst wurde, wie in *Abbildungen 7* und *Abbildung 8* ersichtlich. Selbst wenn die erste Aufgabe falsch gelöst wurde, ermöglicht dies, mit den angegebenen Zwischenlösungen weiterzuarbeiten.

2. Verwandele!

Wie viele m^2 pro Kopf entsprechen diese 0,2 ha Ackerfläche die jeder Person zur Verfügung stehen? ➤



So würde der sogenannte 'Wellacker' aussehen. In diesem Verhältnis werden die Pflanzen auch auf der Erde angepflanzt

NÄCHSTE AUFGABE

Abbildung 7: vor der Abgabe der Teillösung

2. Verwandle!

Wie viele m² pro Kopf entsprechen diese 0,2 ha Ackerfläche die jeder Person zur Verfügung stehen? >



So würde der sogenannte 'Weltacker' aussehen. In diesem Verhältnis werden die Pflanzen auch auf der Erde angepflanzt

3. Umkehraufgabe

Bei dem globalen Acker handelt es sich um eine quadratische Ackerfläche mit einem Flächeninhalt von 2000 m². Wie lang ist eine Seite dieses Quadrats? >

NÄCHSTE AU

Abbildung 8: nach der Abgabe der Teillösung

Struktur

Das umfangreiche Material folgt einer einheitlichen Struktur. So ist die Aufgabenstellung zu jedem Ziel gleich aufgebaut und kann separat und unabhängig betrachtet werden. Diese übersichtliche Strukturierung der digitalen Arbeitsmaterialien, die intuitive Interaktivität und die bereitgestellten Hilfestellungen sind entscheidend, um den SchülerInnen die offene und selbstständige Arbeitsweise in relativ kurzer Zeit zugänglich zu machen.

6. Materialgenese

6.1. Festlegung der Unterrichtsthemen

Strukturierung der Ziele

Zwischen den 17 Zielen bestehen enge und komplexe Zusammenhänge sowie gegenseitige Einflüsse. Ein Beispiel hierfür ist die Verringerung der Armut, die eng mit der Geschlechtergerechtigkeit oder der Bekämpfung des Hungers verbunden ist. Ziele wie menschenwürdige Arbeit und sanitäre Hygiene wirken sich hingegen positiv auf das Ziel der umfassenden Gesundheit aus.

Die 17 Ziele umfassen fünf Kernbotschaften als handlungsleitende Prinzipien: Menschheit, Planet, Wohlstand, Frieden und Partnerschaft (im Englischen als die „5

Ps“ bezeichnet: people, planet, prosperity, peace, partnership) (Lekagul, 2022). Die Einteilung wird in *Abbildung 9* dargestellt.

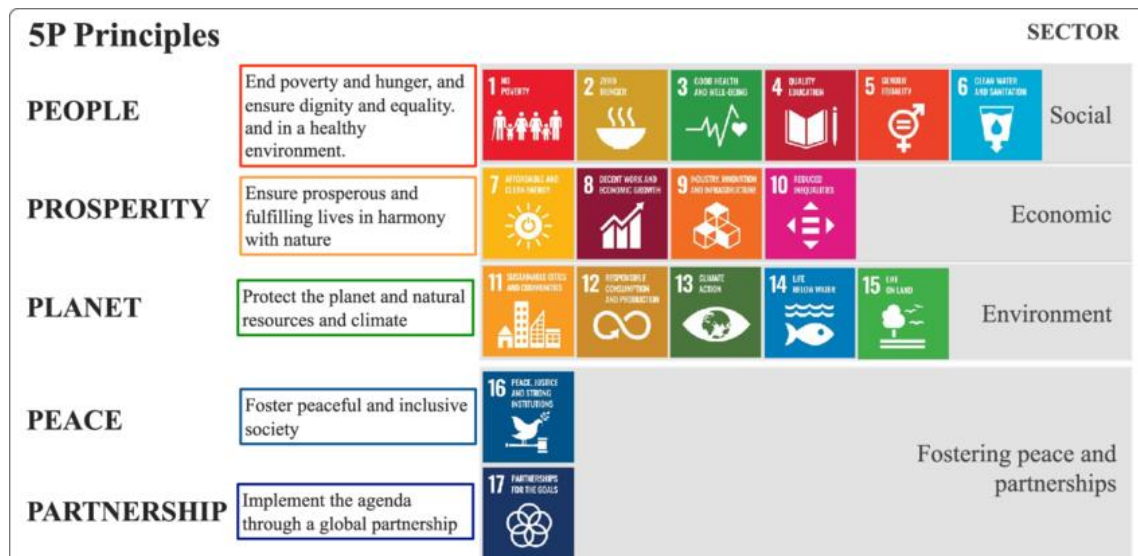


Abbildung 9: Einteilung der Ziele nach den „5 Ps“ (Lekagul, 2022)

Die Ziele können auch entsprechend dem dreischichtigen „wedding cake diagramm“ unterteilt werden: Die Basis stellen hier die Umwelt- und Biosphärenziele dar, die mittlere Schicht entspricht den sozialen Zielen, und in der obersten, kleinsten Schicht befinden sich die wirtschaftlichen Ziele (Obrecht et al., 2021).



Abbildung 10: Einteilung der Ziele als „wedding cake diagramm“ (Obrecht et al., 2021)

Diese Einteilung, wie im Diagramm in *Abbildung 10* ersichtlich, stellt keine Bewertung oder eine Priorisierung der Ziele dar, sondern verdeutlicht, dass ohne die Basis die höher liegenden Ziele nicht erreicht werden können (Obrecht et al., 2021).

Die Ziele der Agenda 2030 könnte man auch grob in die drei Säulen der Nachhaltigkeit Soziales, Ökonomie und Ökologie unterteilen, wie in *Abbildung 11* dargestellt (Paoli & Addeo, 2019).

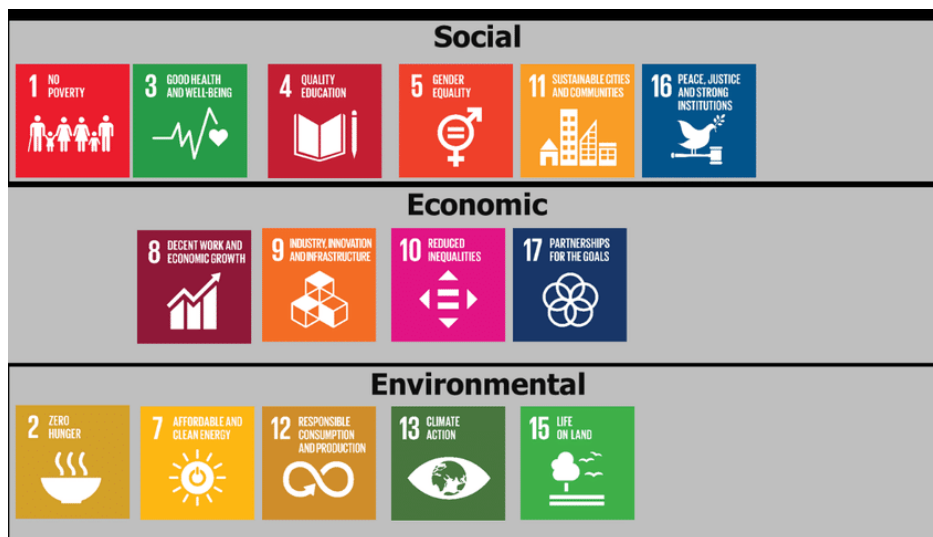


Abbildung 11: Einteilung der Ziele nach den 3 Säulen der Nachhaltigkeit (Paoli & Addeo, 2019)

Dennoch wurde entschieden, für diese Arbeit und das erstellte Material die 17 Ziele nicht in Kategorien einzuteilen, sondern sie als separate Einheiten zu behandeln. Dies soll eine bessere Nachvollziehbarkeit der Vielseitigkeit und Komplexität der Agenda 2030 ermöglichen und sicherstellen, dass keine Priorisierung einzelner Ziele oder Kategorien stattfindet. Jedes Ziel soll im Material als gleichrangig und von besonderer Bedeutung betrachtet werden. Auf diese Weise spiegelt das umfangreiche Material die umfassende Bedeutung der Sustainable Development Goals für unsere Gesellschaft angemessen wider.

Auswahl der Kontexte

Die konkreten Kontexte der Problemstellungen für jedes SDG wurden nach den Kriterien der Authentizität, der Relevanz und der Reichhaltigkeit, wie in *Kapitel 5.1.1.* angeführt, ausgewählt. Exemplarische Problemstellungen aus der Lebenswelt oder dem Umfeld der SchülerInnen der Sekundarstufe 1 sollen im Material dazu dienen, mathematische Kompetenzen realitätsnah anzuwenden. Gemäß dem Kriterium der

Authentizität sind diese Problemstellungen realistisch und beinhalten echte Daten, die jeweils auf eines der 17 Ziele der Agenda 2030 abzielen.

6.2. Didaktische Planung

6.2.1. Lernziele und Kompetenzen

Die im Material enthaltenen mathematischen Inhalte, aber auch die Kenntnisse einer nachhaltigen Entwicklung sind integrale Bestandteile des neuen Lehrplans der Sekundarstufe 1. Das übergeordnete Ziel besteht darin, ein Bewusstsein für Nachhaltigkeit zu schaffen und gleichzeitig die theoretischen Inhalte der Agenda 2030 zu vermitteln. Die Mathematik dient dabei als Werkzeug zur Lösung dieser Problemstellungen.

Mathematische Ziele

Der mathematische Inhalt orientiert sich an der ausgewählten Problemstellung zu den einzelnen SDGs, um die Authentizität der Aufgabe nicht negativ zu beeinflussen. Die mathematischen Inhalte in diesem Material werden nicht isoliert und separat behandelt, wie es oft in Schulbüchern der Fall ist. Stattdessen werden sie als Teil eines zusammenhängenden mathematischen Systems betrachtet, das zur Problemlösung genutzt wird. Bereits erlernte Konzepte müssen je nach Kenntnisstand der Lernenden entweder mit neuen mathematischen Inhalten oder mit Inhalten aus anderen Bereichen wie Ökonomie oder Ökologie verknüpft werden.

In folgender *Tabelle 2* werden die mathematischen Lernziele im Material zu den einzelnen SDGs dargestellt.

SDG	Schüler und Schülerinnen sollen...
1 – Keine Armut	• Daten aus Diagrammen ablesen & interpretieren • Prozentrechnung anwenden (Anteil)
2 – Kein Hunger	• Flächenmaße ordnen & umformen • Umkehraufgabe für Flächeninhalt & Seitenlänge anwenden • Daten aus Diagrammen ablesen • Prozentrechnung anwenden (Prozentsatz)

3 – Gesundheit & Wohlergehen	• Zahlen runden • Multiplikation & Division erkennen & anwenden • Massen- & Hohlmaße umformen
4 – Hochwertige Bildung	• mit großen Zahlen umgehen • Diagramme mit Hilfe von Technologie erstellen & interpretieren • statistische Kennwerte kennen & interpretieren
5 – Geschlechtergleichheit	• Brüche kürzen • Verhältnisse erkennen & interpretieren
6 – Sauberes Wasser & Sanitäreinrichtungen	• Raum- & Hohlmaße umwandeln • Rechnungen zu komplexem Text aufstellen • Grundrechnungsarten anwenden
7 – Bezahlbare & saubere Energie	• mit Einheit Wh umgehen • Rechnungen zu komplexem Text aufstellen • Grundrechnungsarten anwenden • mit Formeln arbeiten & interpretieren
8 – Menschenwürdige Arbeit & Wirtschaftswachstum	• mittlere Änderungsrate berechnen • Daten in Diagrammen darstellen • statistische Kennwerte kennen & interpretieren • Prozentrechnung anwenden (Anteil)
9 – Industrie, Innovation & Infrastruktur	• einfaches exponentielles Wachstum für Berechnungen nutzen • Verhältnisse interpretieren • Binär- & Dezimalzahlen ineinander umwandeln
10 – Weniger Ungleichheiten	• Daten auf Zahlenstrahl korrekt eintragen • Durchschnitt einer Datenreihe berechnen & interpretieren • Prozentrechnung anwenden (Anteil & Prozentsatz) • Prozent & Bruch ineinander umwandeln
11 – Nachhaltige Städte & Gemeinden	• zusammengesetzte Fläche berechnen (Kreis, Rechteck)
12 – Nachhaltiger Konsum & Produktion	• Volumen & Oberfläche eines Quaders interpretieren & optimieren • Netz eines Quaders erkennen

13 – Maßnahmen zum Klimaschutz	• Daten aus Diagrammen ablesen & interpretieren • einfache Formeln aufstellen • Rechnungen zu komplexem Text aufstellen
14 – Leben unter Wasser	• Daten aus Diagramm ablesen & interpretieren • Prozentrechnung anwenden (Anteil) • Längenmaße kennen & umwandeln • Anteile von Brüchen berechnen
15 – Leben an Land	• Bevölkerungsdichte berechnen & interpretieren • Prozentrechnung anwenden (Anteil) • Fläche von Rechteck berechnen • Rechnungen zu komplexem Text aufstellen
16 – Frieden, Gerechtigkeit & starke Institutionen	• Prozentrechnung anwenden • Umfang & Durchmesser eines Kreises berechnen
17 – Partnerschaften zur Erreichung der Ziele	• mittlere Änderungsrate berechnen & interpretieren • Vorzeichen einer Änderung interpretieren

Tabelle 2: mathematische Lernziele des Materials

fächerübergreifende Ziele

Es wird zunehmend anerkannt, dass neben den inhaltlichen und prozessbezogenen Kompetenzen der Unterrichtsgegenstände, auf die sich in der Schule meist fokussiert wird, persönliche und soziale Fähigkeiten eine besonders wichtige Rolle spielen sollten. Hierzu zählen beispielsweise die Übernahme von Eigenverantwortung, die Fähigkeit zur Zusammenarbeit und das kritische Denken bei der Lösungsfindung (Pepin & Roesken-Winter, 2014). In der Mathematikdidaktik wird seit langem über die Rolle dieses kritischen mathematischen Denkens diskutiert, insbesondere im Hinblick auf die Förderung von emanzipatorischen Bildungszielen (Jablonka, 2014).

Die Arbeit mit dem Material fördert diese Schlüsselkompetenzen, wie kritisches und vernetztes Denken, Kooperationsfähigkeit und Selbstkompetenz, wie auch im Lehrplan gefordert. Dies wird unter anderem durch die enthaltenen Diskurse angeregt, die zu Partner- oder Gruppendiskussionen führen, sowie durch eine reflektierte Auseinandersetzung mit den komplexen Zusammenhängen der SDGs. Die Zusammenarbeit zwischen den SchülerInnen und die Präsentation eigener mathematischer Ergebnisse stärkt nicht nur soziale Kompetenzen, sondern auch die individuelle Handlungsfähigkeit der Lernenden.

Um diese fächerübergreifenden Lernziele zu erreichen, wird im erstellten Material und dem dazugehörigen Unterrichtsvorschlag dem Prinzip des aktiven und selbstständigen Lernens viel Raum und zeitliche Ressourcen eingeräumt. Die Autorin dieser Arbeit möchte diesen Ansatz mit den positiven Auswirkungen auf die Lernergebnisse und auf die Einstellung der SchülerInnen gegenüber Mathematik begründen, wie in *Abschnitt 4.2.* ausführlich erläutert wird.

Das Material fördert zudem weitere Lernziele in Bezug auf die SDGs, darunter insbesondere die Bildung für nachhaltige Entwicklung. Dazu gehören beispielsweise die Förderung einer geschlechtersensiblen Bildung sowie die Vermittlung von politischer Bildung und Demokratieerziehung.

In folgender *Tabelle 3* werden die Lernziele im Material zu den einzelnen SDGs dargestellt.

SDG	Schüler und Schülerinnen sollen...
1 – Keine Armut	• Sensibilisierung für Armut in verschiedenen Teilen der Welt entwickeln • Armut mit Empathie und Solidarität begegnen
2 – Kein Hunger	• Zusammenhang zwischen Ernährungssicherheit und nachhaltiger Landwirtschaft nachvollziehen • eigene Rolle bei der Bekämpfung von Hunger kritisch betrachten
3 – Gesundheit & Wohlergehen	• Bedeutung von Gesundheit verstehen • unterschiedliche Faktoren, die zu Wohlergehen beitragen, kennen • gesundheitsförderndes bzw. -schädliches Verhalten kritisch reflektieren
4 – Hochwertige Bildung	• Bildungschancen und Zugang zu Bildung reflektieren • Rolle von Bildung für nachhaltige Entwicklung verstehen
5 – Geschlechtergleichheit	• geschlechtsspezifische Ungleichheiten erkennen & reflektieren • traditionelle Geschlechterrollen in der Gesellschaft erkennen & hinterfragen

6 – Sauberes Wasser & Sanitäreinrichtungen	• Verständnis für globale Bedeutung von sauberem Wasser & sanitären Einrichtungen entwickeln • Wichtigkeit von Qualität & Quantität von Wasser kennen
7 – Bezahlbare & saubere Energie	• Bedeutung von Energie für menschliches Leben kennen • Auswirkungen verschiedener Energiearten begreifen • Energiebedarf analysieren & bewerten
8 – Menschenwürdige Arbeit & Wirtschaftswachstum	• Zusammenhänge zwischen Arbeit, Armut & sozioökonomischer Entwicklung begreifen • inklusives & nachhaltiges Wirtschaftswachstum, sowie Berücksichtigung der Gleichheit verstehen
9 – Industrie, Innovation & Infrastruktur	• Bedeutung von Infrastruktur & Innovation für wirtschaftliche Entwicklung erkennen • Chancen & Grenzen moderner Entwicklung reflektieren
10 – Weniger Ungleichheiten	• soziale Ungleichheiten & Diskriminierung analysieren • Ungleichheit als Ursache für gesellschaftliche Probleme erkennen
11 – Nachhaltige Städte & Gemeinden	• Herausforderungen der städtischen Entwicklung erläutern • Nachhaltigkeit verschiedener Orte bewerten & vergleichen
12 – Nachhaltiger Konsum & Produktion	• Bewusstsein für Konsumverhalten & Auswirkungen entwickeln • Produktionsmöglichkeiten reflektieren
13 – Maßnahmen zum Klimaschutz	• Klimawandel als ein von Menschen gemachtes Phänomen verstehen • eigene Rolle beim Klimaschutz erkennen
14 – Leben unter Wasser	• Bedeutung von ökologischem Gleichgewicht in den Ozeanen verstehen • Gefährdung der Meeressysteme durch Verschmutzung & Überfischung kennen • nachhaltige Methoden zum Schutz der Gewässer erörtern

15 – Leben an Land	• mit Gefahren des Verlusts von Lebensräumen & Abholzung vertraut sein • gegen zerstörerische Umweltpraktiken argumentieren
16 – Frieden, Gerechtigkeit & starke Institutionen	• Werte der Gesellschaft analysieren • Bedeutung von Freiheit der Gesellschaft, bzw. Probleme von Konfliktgebieten kennen
17 – Partnerschaften zur Erreichung der Ziele	• Bedeutung globaler Partnerschaften und gemeinsamer Verantwortung nachvollziehen • Kooperationen und Institutionen erkennen & kritisch reflektieren

Tabelle 3: fächerübergreifende Lernziele des Materials

6.2.2. Zielgruppe

Aktuelle Studien und Artikel befassen sich vor allem mit der Schlüsselrolle der Universitäten bei der Etablierung der SDGs in der Gesellschaft. Laut einer Studie haben bereits 90,3% der Studierenden von den SDGs gehört, sei es im Rahmen ihres Bildungswegs, durch Informationsmedien oder soziale Medien (Lechuga et al., 2020).

Um BürgerInnen zu mündigen Individuen zu entwickeln, die in der Lage sind, quantitative Daten zu verstehen, zu interpretieren und kritisch zu bewerten, ist es unerlässlich, diese Fähigkeiten bereits in jungen Jahren zu fördern. Gleichzeitig sollten die heranwachsenden Generationen befähigt werden, Argumentationen auf der Grundlage realer Daten zu entwickeln, sowie Zusammenhänge und Risiken zu berücksichtigen. Auf diese Weise können sie angemessene und informierte Entscheidungen für eine nachhaltigere Welt treffen (Vásquez et al., 2021).

Es wurde belegt, dass eine MINT-Bildung in frühen Kindheitsjahren dazu anregt, kritisches und problemorientiertes Denken zu fördern sowie Kreativität zu entwickeln (Lin et al., 2021). Gleichzeitig ist die Bedeutung einer frühen MINT-Bildung auch in den SDGs verankert, beispielsweise in Ziel 4 (Hochwertige Bildung), Ziel 5 (Geschlechtergleichheit) und Ziel 13 (Klimaschutz) (Lechuga et al., 2020). Die UNESCO hat die Wichtigkeit betont, besonders Mädchen im MINT-Bereich zu fördern, um eine nachhaltige Entwicklung auf globaler Ebene zu unterstützen. UNICEF unterstreicht zusätzlich, dass eine hochwertige und frühe MINT-Bildung

unerlässlich ist, um die heranwachsende Generation mit den erforderlichen digitalen Kompetenzen auszustatten, die für ein zukunftsfähiges und mündiges Leben notwendig sind. Darüber hinaus weckt diese Bildung das Interesse an MINT-orientierten Karrieren und trägt gleichzeitig dazu bei, ethisch und moralisch verantwortungsbewusst in der Gesellschaft teilzuhaben (Lechuga et al., 2020).

In dieser Masterarbeit wird die Bedeutung der BNE und der SDGs im schulischen Umfeld als besonders wichtig erachtet. Infolgedessen befasst sich diese Arbeit mit der Konzeption von Materialien für die Sekundarstufe 1, damit der Zusammenhang der nachhaltigen Entwicklung und der Mathematik bereits früh in der schulischen Bildung erkannt wird. Die Inhalte sollten möglichst frühzeitig in den Unterricht, und somit in den Alltag der heranwachsenden Generation, integriert werden, denn je früher SchülerInnen mit den Nachhaltigkeitszielen in Berührung kommen, desto effektiver können sie diese in ihren eigenen Lebensstil integrieren. Die entwickelten Aufgaben sind entsprechend den erforderlichen Kompetenzen des Lehrplans grundsätzlich geeignet für die Zielgruppe. Die Bearbeitung des Materials erfordert die Entwicklung prozessbezogener Kompetenzen wie das Argumentieren bei Diskussionsfragen, das Beschreiben von Lösungswegen, die Auswahl geeigneter Lösungsmethoden, das Reflektieren von Ergebnissen, den Umgang mit mathematischen Symbolen und formalen Elementen, sowie die Fähigkeit zur Kommunikation in Partner- und Gruppenarbeit und bei der Präsentation der Ergebnisse.

6.2.3. Didaktische Analyse

Wintersche Grunderfahrungen

Wie auch im Lehrplan gefordert, kann das erstellte Material zwei der drei Winterschen Grunderfahrungen im Mathematikunterricht ermöglichen und so zur Allgemeinbildung beitragen.

Einerseits ermöglicht die Verbindung der Mathematik und den authentischen Situationen im Material „Erscheinungen der Welt um uns, die uns alle angehen oder angehen sollten, aus Natur, Gesellschaft und Kultur, in einer spezifischen Art wahrzunehmen und zu verstehen“ (Winter, 1995). Durch den Einsatz von echten Daten, was zur Authentizität des Materials beiträgt, wird ein direkter Bezug zur

Realität aufgestellt. Dies ermöglicht es den SchülerInnen, die mathematischen Inhalte nicht nur zu verstehen, sondern sie auch in ihrem tatsächlichen Leben anzuwenden und ihnen so näher zu bringen (Winter, 1995). Die Motivation der SchülerInnen im Mathematikunterricht kann dadurch positiv beeinflusst werden (Maaß, 2020).

Die zweite Grunderfahrung nach Winter „mathematische Gegenstände und Sachverhalte, repräsentiert in Sprache, Symbolen, Bildern und Formeln, als geistige Schöpfungen, als eine deduktiv geordnete Welt eigener Art kennen zu lernen und zu begreifen“ spielt für dieses Material eine eher untergeordnete Rolle, da der Fokus auf authentischen, wenig abstrakten Problemstellungen im Kontext der SDGs steht. Nichtsdestotrotz ermöglicht das Material eine selbstständige Arbeit mit mathematischen Konzepten, wie der Prozentrechnung, der Anwendung von Formeln und visuellen Darstellungsformen, wie Diagrammen um komplexe Situationen zu veranschaulichen. So wird auch die Erfahrung „die Mathematik als deduktive Welt zu verstehen“ unterstützt (Winter, 1995).

Eine dritte Grunderfahrung des Mathematikunterrichts nach Winter ist „in der Auseinandersetzung mit Aufgaben Problemlösefähigkeiten, die über die Mathematik hinaus gehen, zu erwerben.“ (Winter, 1995). Die Anwendung mathematischer Fähigkeiten in interdisziplinären Problemstellungen aus der realen Lebenswelt der SchülerInnen fördert fächerübergreifende Kompetenzen, darunter beispielsweise die Kompetenz des kritischen Denkens als auch soziale und demokratische Fähigkeiten.

Kognitive Aktivierung

Die Fachmathematik hat sich aus konkreten Problemen entwickelt, ist also durch menschliches Handeln entstanden (Wagenschein, 1992). Analog dazu, sollte gemäß dem genetischen Prinzip Unterricht nicht starr und deduktiv gestaltet sein, sondern ist dann erfolgreich, wenn das Wissen sich während eines Entstehungsprozesses entwickelt. Dazu sind gegenständliche und herausfordernde Problemstellungen erforderlich, die reale Situationen beinhalten.

In dieser Arbeit erfolgt der Entwicklungsprozess ähnlich einem psychologisch-genetischen Ansatz. Die SchülerInnen agieren selbst als „Entdecker“ der Aufgabenstellungen, wobei ihre Erkenntnistätigkeit im Vordergrund steht (Schubring, 1978). Durch Anwendung und Transfer ihrer mathematischen Kenntnisse sollen

SchülerInnen befähigt werden, die im Material geforderten Inhalte zu erarbeiten. Das bloße Reproduzieren von Wissen allein reicht hier nicht für die Problemlösung und ist generell nicht ausreichend für den Aufbau neuer mathematischer Fähigkeiten und neuen Wissens. Durch Aktivität und Interaktion mit dem Material, bzw. im sozialen Austausch mit anderen SchülerInnen oder der Lehrkraft, können sich die mathematischen Kompetenzen erweitern. Die kognitive Aktivierung und die Schülerzentrierung des Materials wirkt sich zusätzlich positiv auf das mathematische Verständnis aus (Leuders & Holzäpfel, 2011).

Um diesen Prozess zu unterstützen, wurden für das digitale Material ergänzende Aufgabenkarten entwickelt, die den SchülerInnen vor ihrer Aktivität ausgehändigt werden können. Sie enthalten klare Schritt-für-Schritt-Anleitungen, die es den Lernenden erleichtern, eigenständig mit dem Material zu arbeiten. Diese Aufgabenkarten sind exemplarisch in *Unterkapitel 6.5.* bzw. im Anhang zu finden. In diesen Aufgabenkarten werden die SchülerInnen zum Verschriftlichen ihres Lösungsprozesses und ihrer Arbeit aufgefordert. Während des Verschriftlichens reflektieren Lernende ihren Lösungsprozess und ordnen ihre Gedanken. Das schriftliche Produkt fordert sie zur Stellungnahme heraus und verlangt eine Verantwortlichkeit für das entwickelte Ergebnis (Barzel & Ehret, 2009).

Sprechen im Mathematikunterricht

Empirische Untersuchungen haben gezeigt, dass eine starke Sprachkompetenz eng mit der Leistung in Mathematik verbunden ist (Schlager, 2020). Der positive Einfluss der Sprachkompetenz ist sogar größer als die Einflüsse der Lesekompetenz, der Bildungsnähe oder des sozioökonomischen Hintergrunds. Daher soll die Entwicklung der Sprachkompetenz auch im Mathematikunterricht seinen Platz finden. Um SchülerInnen zur Äußerung und Formulierung eigener Gedanken zu motivieren, ist es wichtig, dass der Unterricht ausreichend Raum und Möglichkeit für einen mündlichen Austausch enthält (Meyer & Tiedemann, 2017). Im Mathematikunterricht gestaltet sich der Versuch einer klassenweiten Diskussion allerdings oft schwierig, wie auch von Ruthven und Hofmann (2013) aufgezeigt wurde. Oft beschränkt sich die Mitarbeit auf nur wenige SchülerInnen (Ufer et al., 2015). Das Unterrichtsgespräch sollte sich allerdings nicht nur auf die

leistungsstarken SchülerInnen fokussieren, sondern jedem Lernenden die Möglichkeit zur Partizipation bieten (Brunner, 2017).

Dafür zielt der erstellte Unterrichtsvorschlag in dieser Arbeit auf die mündliche Präsentation der Ergebnisse der SchülerInnen ab, wodurch verschiedene Lösungswege und komplexe mathematische Zusammenhänge innerhalb der Klasse beleuchtet und hinterfragt werden können. Auch die interdisziplinären Diskussionsfragen, die grundlegender Bestandteil der Aufgabenstellungen im Material sind, stärken diese Kommunikation im Plenum. Die Phase der Diskussion und Zusammenfassung erfordert eine Moderation der Lehrkraft, die die Lösungen der SchülerInnen integriert, sie allerdings auch zu den angestrebten mathematischen Lernzielen führt und die erforderlichen sozialen Rahmenbedingungen schafft (Wittmann, 1981).

Differenzierung

Die unterschiedlichen Leistungsniveaus innerhalb einer Klasse stellen oft eine Herausforderung für den Unterricht und die Lehrkraft dar. Die Möglichkeit der inneren Differenzierung wirkt dieser Schwierigkeit einer heterogenen Lerngruppe entgegen. Durch differenzierte Ansätze kann das individuelle Lernen an die jeweiligen Bedürfnisse und Fähigkeiten der Lernenden angepasst werden (Scholz, 2010)

Im erstellten Material befinden sich zu jeder Aufgabenstellung eine oder mehrere Hilfestellungen, die von den SchülerInnen in Anspruch genommen werden können, aber nicht müssen. Die SchülerInnen haben die Möglichkeit, eigenständig auf diese Hilfestellungen zuzugreifen, wie in den beiden Screenshot dargestellt.

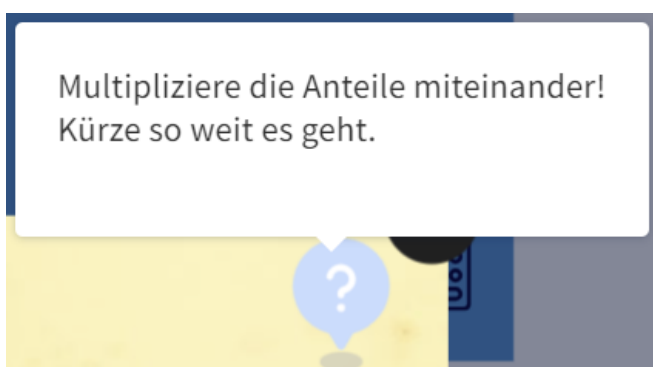


Abbildung 12: Differenzierung / Hilfestellung Beispiel a)

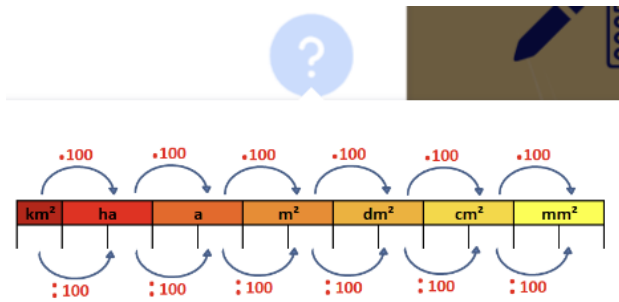


Abbildung 13: Differenzierung / Hilfestellung Beispiel b)

Darüber hinaus kann die Lehrkraft einzelne SchülerInnen bei Schwierigkeiten zusätzlich unterstützen. Während der selbstständigen Arbeit soll die Lehrkraft grundsätzlich entlastet sein und daher über Ressourcen verfügen, um leistungsschwächere SchülerInnen verstärkt zu unterstützen.

Die Aufgaben umfassen grundsätzlich mehrere Problemstellungen mit unterschiedlichen Anforderungsbereichen, wodurch das Anstreben eines höheren Leistungsniveaus ermöglicht wird.

Freie Wahl an Aufgaben

Die freie Auswahl an Aufgaben kann dazu führen, dass Lernende entweder aus Angst vor Überforderung oder Bequemlichkeit nur leichte Aufgaben wählen. Dadurch verbleiben sie möglicherweise weiterhin in der „Zone der Unterforderung“, was den Wissensaufbau behindern kann (Vygotsky, 1978).

Um dennoch die Selbstbestimmung für die SchülerInnen zu ermöglichen, besteht die Möglichkeit, dass sie sich aus den 17 SDGs einzelne Themen auszusuchen, die sie besonders interessieren und mit denen sie sich intensiv auseinandersetzen möchten.

6.3. Inhaltlicher Aufbau und digitale Umsetzung

Das Material bietet nicht nur mathematische Aufgabenstellungen zu den 17 SDGs, sondern auch allgemeine Informationen zu den SDGs.



Abbildung 14: Startseite

Nach dem Start des digitalen Materials gelangt der Nutzer auf die „Index“-Seite, von der aus er zu den verschiedenen Rubriken des Materials navigieren kann. Diese Index-Seite ist von jeder anderen Folie aus erreichbar.



Abbildung 15: Index-Folie

Das Material wurde so gestaltet, dass die Navigation möglichst selbsterklärend ist. In der Rubrik „Entstehung der SDGs“ erhält der Lernende kurze Informationen zur

Entstehung der Nachhaltigkeitsziele. Unter „Info zu den Zielen“ erfährt er, worum es sich bei den Zielen handelt und was der grundlegende Inhalt der Agenda 2030 ist. Die Rubrik „SDGs & Mathematik“ befasst sich mit der Rolle der Mathematik für eine nachhaltige Entwicklung. Unter der Rubrik „17 Ziele & Aufgaben“ gelangt der Schüler/die Schülerin zu den verschiedenen mathematischen Aufgabenstellungen, die spezifisch zu den einzelnen Zielen erstellt wurden.



Abbildung 16: Übersicht der Ziele Quelle: BKA Österreich, o. D., verändert durch die Autorin

Grundsätzlich folgt jede Aufgabenstellung zu den einzelnen Zielen einem einheitlichen Aufbau. Nach der Auswahl eines SDG gelangt der Lernende auf die entsprechende Folie. Dort findet er unter dem Abschnitt „Info“ die wichtigsten Informationen zu dem jeweiligen Nachhaltigkeitsziel, unabhängig vom mathematischen Inhalt. Dies umfasst einen kurzen Text zur aktuellen Situation, konkrete Teilziele und ein kurzes Video mit den grundlegenden Inhalten des jeweiligen SDGs. Die Ergebnisse der Literaturrecherche im Rahmen dieser Arbeit werden für das Verfassen der „Infos“ zu den einzelnen Zielen im digitalen Material genutzt.

Gesundheit & Wohlergehen

für alle Menschen jeden Alters

Während in **Entwicklungsländer** nur die **Hälfte** **aller Frauen** Zugang zu Gesundheitsfürsorge hat, jährlich mehr als **sechs Millionen Kinder** vor ihrem fünften Geburtstag sterben und sich Infektionskrankheiten **rasch ausbreiten** , gibt es in Industrieländern ganz andere Probleme.

"Wohlstands"risiken wie ungesunde Ernährung und mangelnde Bewegung führen ebenfalls zu schweren Krankheiten.

Auch die Gefährdung der **psychischen Gesundheit** spielt eine immer größere Rolle.

Kinder-Uni-Erklärvideo: Ziel 3 – Gesundheit...
3 GESUNDHEIT UND WOHLERGEHEN

17 Ziele der UN für nachhaltige Entwicklung
3. Gesundheit und Wohlergehen
Kinder-Uni Braunschweig

© Technische Universität Braunschweig

- Verhinderung von Millionen Todesfällen durch **Impfungen & Therapien**
- **Ziele bis 2030**, u.a.:
 - **Mütter- & Kindersterblichkeit** senken
 - **psychische Gesundheit** fördern

Abbildung 17: Info-Seite, hier exemplarisch für Ziel 3

Auf den darauffolgenden Folien sind die mathematischen Aufgabenstellungen zum SDG zu finden, die vom Lernenden gelöst werden sollen. Die Folien enthalten diverse Einbindungen anderer Programme wie beispielsweise „GeoGebra“ und „Excel“, sowie Inhalte anderer Plattformen wie der Seite „LearningApps“. Auf jeder Folie befindet sich eine Verknüpfung zu einem einfachen Taschenrechner sowie zu einem Whiteboard, auf dem Notizen oder Zeichnungen möglich sind. Diese Verknüpfungen eignen sich besonders für den Einsatz auf einem Smartboard.



Abbildung 18: Verknüpfung zu Whiteboard & Taschenrechner

Die Lösungen können auf verschiedene Weise angegeben werden, darunter Single-Choice- oder Multiple-Choice-Auswahl, Zuordnungen, durch Eintragen erhaltener Werte oder durch Ausfüllen eines Lückentexts. Nachdem der Lernende seine Lösung eingetragen hat, erhält er sofortiges Feedback über die Richtigkeit seiner Lösung, wie in *Abbildung 19* ersichtlich.



Abbildung 19: Beispiel für sofortiges Feedback bei falscher Antwort

Zusätzlich hat die Lehrperson die Möglichkeit, mithilfe eines Passworts (zum Zeitpunkt der Erstellung lautet das Passwort „United Nations“), auf geschützte Lösungen zu den Aufgaben, konkrete Unterrichtsvorschläge, eine inhaltliche Übersicht sowie Hinweise zum verwendeten Tool zuzugreifen. Dies kann über die Index-Seite oder die Folie mit der Übersicht der 17 Ziele geschehen.



Abbildung 20: Folie mit Materialien für Lehrkraft

Zusätzlich zu den mathematischen Inhalten enthalten die Problemstellungen der einzelnen Ziele auch mindestens eine „Diskussionsfrage“. Diese Fragen beziehen sich meist auf interdisziplinäre Herausforderungen und fördern so fächerübergreifende Kompetenzen, wie das kritische Denken und die Selbstreflexion.

Diese Fragen sollen zu einem klassenumfassenden Diskurs anregen. Die Moderation dieser Diskussionen übernimmt der Schüler oder die Schülerin bei der Vorstellung der eigenen Lernergebnisse oder gegebenenfalls die Lehrkraft.

6.4. Material

Auf das Material kann über den Link:

<https://view.genial.ly/6533d593fd07b10011952063>

oder über diesen QR-Code zugegriffen werden.

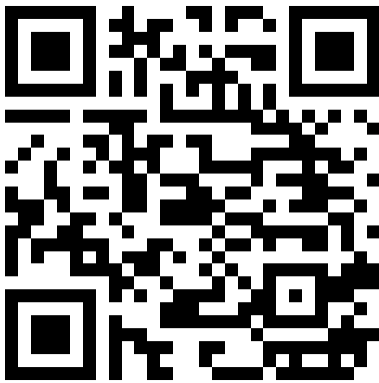


Abbildung 21: QR-Code für Zugriff zum Material

Das Material, sowie die Handreichungen für die Lehrkraft, werden zudem im Anhang dieser Arbeit angeführt, allerdings ist hier die Interaktivität nicht mehr gegeben.

6.5. Einsatzmöglichkeiten und Hinweise zur Nutzung

Unterrichtsvorschlag

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurde passend zum digitalen Material ein konkreter Unterrichtseinsatz entworfen, welcher in Folge zusammengefasst erläutert wird. Der detaillierte Unterrichtsentwurf ist im Anhang dieser Arbeit einsehbar.

In diesem Unterrichtsvorschlag werden die ersten Folien des Materials, welche die Entstehung und die allgemeinen Inhalte der SDGs behandeln, im Plenum besprochen.

Mit den mathematischen Inhalten arbeiten die Lernenden eigenständig in Einzel- oder Partnerarbeit an einzelnen SDGs. Jeder Schüler bzw. jede Schülerin setzt sich, abhängig von der Klassengröße, intensiv mit einem oder zwei Zielen auseinander.

Die Auswahl der Ziele kann entweder durch Auslosung oder durch Selbstbestimmung der SchülerInnen erfolgen, je nach Ermessen der Lehrperson. Nach der Auswahl der Ziele erhalten die SchülerInnen von der Lehrkraft die entsprechende Aufgabenkarte, wie beispielhaft in *Abbildung 22* für Ziel 16 dargestellt, mit präzisen Anweisungen zu der Aufgabenstellung.

ZIEL 16 – FRIEDEN, GERECHTIGKEIT & STARKE INSTITUTIONEN

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Frieden, Gerechtigkeit & starke Institutionen“ erhalten!

Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:

+ Info

- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button genau durch.
Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen
Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button:
Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
- Gibt es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin!**
Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.



Abbildung 22: Aufgabenkarte, hier exemplarisch für Ziel 16

Im Verlauf der Auseinandersetzung mit dem konkreten Ziel werden die Informationen des SDG, sowie die Lösungswege der SchülerInnen schriftlich und strukturiert ausgearbeitet. Anschließend präsentieren die Lernenden ihre Arbeit der Klasse, wobei sie in die Rolle des Lehrenden schlüpfen.

Arbeitszeit

Die individuelle Arbeitszeit wird je nach Ziel und Komplexität der Aufgaben pro SDG auf etwa 20-40 Minuten geschätzt, abhängig vom Leistungsstand und Vorwissen der SchülerInnen. Die Präsentation der Lösungswege für jedes Ziel wird zusätzliche 20-30 Minuten in Anspruch nehmen. Somit ergibt sich ein geschätzter Gesamtaufwand für die Umsetzung des umfassenden Unterrichtsvorschlags von etwa 7-11

Unterrichtseinheiten à 50 Minuten. Um das Projekt erfolgreich umzusetzen, bietet sich infolge ein längeres Zeitfenster an, wie beispielsweise ein Semester oder ein Schuljahr. Es eignet sich auch für ein fächerübergreifendes Projekt zu den SDGs oder zu der Thematik Nachhaltigkeit.

Digitale Hinweise

Für die Navigation des digitalen Materials sind grundlegende Kenntnisse im Umgang mit digitalen Medien erforderlich. Personen, die mit digitalen Medien vertraut sind, sollten keine Schwierigkeiten haben, das Material eigenständig zu nutzen. Eine ausführliche Erklärung zur Navigation und Nutzung des digitalen Materials ist ebenfalls im Anhang dieser Arbeit enthalten.

6.6. Didaktische Reflexion

Vorwissen & Differenzierung

Der Einsatz des Materials ist grundsätzlich unabhängig von vorangegangenen Unterrichtseinheiten, da für die Thematik der nachhaltigen Entwicklung das vorhandene Alltagswissen und die bisherigen Schulerfahrungen der Sekundarstufe 1 ausreichen. Ein grundlegendes Verständnis mathematischer Inhalte ist zwar erforderlich, kann aber auch im Verlauf des Einsatzes aufgebaut werden. Eine Herausforderung im Klassenraum stellt häufig die Heterogenität der Lerngruppen dar. Durch das direkte Feedback auf die Lösungseingabe, der mögliche Einsatz der Hilfestellung und die konkreten Angaben auf den Aufgabenkarten bietet das Material diverse Differenzierungsmöglichkeiten für heterogene Zielgruppen. Die Geschwindigkeit, mit der SchülerInnen arbeiten, variiert innerhalb einer heterogenen Lerngruppe stark, was in Studien wie denen von Vollrath & Roth (2012) dokumentiert ist. Wenn im Unterricht längere und eigenständige Arbeitsphasen vorgesehen sind, sollte die unterschiedliche Bearbeitungszeit berücksichtigt werden. Eine Möglichkeit, diese Unterschiede in diesem Material zu berücksichtigen, ist die Anwendung der Lerntempoduetts-Methode, die es bereits fertigen Lernenden erlaubt, sich untereinander bezüglich ihrer Arbeitsstellung und erhaltenen Lösungswegs auszutauschen.

Vorstellung der eigenen Arbeit & Leistungsfeststellung

Die eigenständige Arbeit der SchülerInnen erfordert, dass sie ihre eigenen Lernprozesse gestalten, regulieren und bei Bedarf die erforderlichen Hilfestellungen einzuholen. Oftmals sind SchülerInnen nicht daran gewöhnt, über ihre mathematische Arbeit zu sprechen, sowie diese zu präsentieren und fürchten sich vor fehlerhaften Äußerungen. Die Lehrkraft hat daher die wichtige Aufgabe, diese Zurückhaltung gemeinsam mit den Lernenden zu überwinden. Bei der Präsentation des Lösungswegs der einzelnen SchülerInnen, ist es wichtig, dass die restliche Lerngruppe die Lösungen nicht bloß gedankenlos abschreibt. Stattdessen sollten sie durch logische Schlussfolgerungen einzelner Schritte gemeinsam erarbeitet werden. Das Präsentieren der eigenen Arbeit und die Auseinandersetzung mit anderen Vorstellungen bietet das Potenzial gleichzeitig das Verständnis des mathematischen Inhalts, das kritische Denken und die Sozialkompetenz der Lerngruppe zu fördern (Roscoe & Chi, 2008).

Um den Lernprozess zu unterstützen, können die SchülerInnen zunächst ermutigt werden, ihre Gedanken schriftlich festzuhalten. Das Verschriftlichen hilft die Gedanken zu ordnen, zu strukturieren und reflektiert über den Lösungsprozess nachzudenken. Das schriftliche Festhalten ermöglicht der Lehrkraft zudem eine einfachere Rückmeldung, da nun individuelles, direktes Feedback zum Lösungs- und Lernprozess der Lernenden möglich ist (Barzel und Ehret, 2009).

7. Diskussion

7.1. Erste Erfahrungen zum Material

Aufgrund des Umfangs des Materials und dessen Fertigstellung während dem Schuljahr konnten von der Autorin nur einzelne Ziele und die entsprechenden Aufgabenstellungen im eigenen Unterricht ausprobiert werden. Die Versuche fanden in einer dritten Klasse einer Mittelschule im städtischen Umfeld statt, deren Leistungsniveau als durchschnittlich eingestuft wurde, basierend auf den Ergebnissen einer vorangegangenen IKMplus-Testung.

Einführung der SDGs

Über einen Beamer wurden die Folien zu den Themen „Entstehung der SDGs“ und „Zielsetzung der SDGs“ für alle SchülerInnen sichtbar eingeblendet. Die Lehrkraft präsentierte die Informationen frontal und integrierte Rückmeldungen von den SchülerInnen, wie Fragen oder Kommentare, in den Gesprächsverlauf.

Überraschenderweise hatte kein/e Schüler/in zuvor von den SDGs der Vereinten Nationen gehört, weder in der Freizeit noch im schulischen Umfeld. Dies war in dem Sinne unvermutet, da diese Themen in den Medien präsent sind und die Klasse bereits an einer Fridays-for-Future-Demonstration teilgenommen hatte. Auch in anderen Bereichen der Schule, wie beispielsweise an den ökologischen Tagen, wurde bereits intensiv zu den Themen der Nachhaltigkeit unterrichtet. Dabei lag der Fokus jedoch hauptsächlich auf der ökologischen Dimension der Nachhaltigkeit.

Während der Materialerprobung wurde schnell deutlich, dass die SchülerInnen großes Interesse an der Thematik der Agenda 2030 hatten und mehr darüber erfahren wollten. Es wurden zahlreiche Fragen gestellt, wie die Ziele erreicht werden können, wer hierfür verantwortlich ist und welcher Fortschritt bereits erzielt wurde. Einige SchülerInnen interessierten sich besonders dafür, welche Konsequenzen es für die Menschheit geben wird, wenn die SDGs, insbesondere im Bereich des Klimaschutzes, nicht bis zum Jahr 2030 erreicht werden. Für die Autorin der Arbeit war insbesondere die Frage nach den negativen Konsequenzen schwer zu beantworten. Sie wollte den SchülerInnen ein optimistisches und hoffnungsvolles Bild der Nachhaltigkeitsziele vermitteln und empfand es zudem als herausfordernd, eindeutige und altersgerechte Antworten auf die unklaren und hochkomplexen Auswirkungen der SDGs zu geben.

Im weiteren Schritt forderte die Lehrkraft die SchülerInnen zunächst auf, Ideen zu sammeln, wie Mathematik mit den SDGs in Verbindung stehen könnte. Die Rückmeldungen blieben jedoch spärlich. Eine Schülerin schlug vor, dass man bestimmte Parameter zählen oder messen könnte, wie zum Beispiel die Anzahl armutsgefährdeter Menschen. Ein anderer Vorschlag war, dass man berechnen könnte, wie schnell und in welchem Ausmaß der Klimawandel weltweit stattfindet und wie stark sich die Temperaturen jedes Jahr erhöhen.

Den SchülerInnen war nicht bewusst, wie Mathematik im Zusammenhang mit den SDGs eingesetzt werden könnte. Die Präsentation der Folie zu der Verbindung der „SDGs & Mathematik“ und die Vorstellung der zahlreichen Berufsfelder, die diese Assoziation aufzeigen, war für viele überraschend. Der Großteil dieser Berufsfelder war auch für diejenigen, die sich im Unterricht eher für Mathematik interessierten, bisher unbekannt.

Die Präsentation und anschließende Diskussion dieser thematischen Einführung im Lehrer-Schüler-Gespräch erstreckten sich über etwa eine Unterrichtsstunde.

Selbstständige Arbeit mit dem Material

Der Zweck des probenhaften Einsatzes bestand nicht nur darin, den SchülerInnen eine Einführung zu den SDGs und deren Bedeutung zu geben, sondern auch darin, das digitale Material auf seine Verständlichkeit und Benutzerfreundlichkeit für die Zielgruppe der Sekundarstufe 1 zu überprüfen. Zusätzlich sollte die Selbstständigkeit der mathematischen Arbeit der SchülerInnen mit dem erstellten Material evaluiert werden. Für diese Arbeit hatten die Gruppen eine Unterrichtsstunde Zeit.

Die SchülerInnen wurden in Zweierteams aufgeteilt und durften jeweils eines der drei Ziele frei auswählen: „Ziel 2: Kein Hunger“, „Ziel 4: Hochwertige Bildung“ und „Ziel 7: Bezahlbare & saubere Energie“. Die Verteilung der Ziele war relativ gleichmäßig, wobei die meisten Gruppen sich für Ziel 2 entschieden haben.

Die Partnergruppen haben sich zunächst auf einem Endgerät grob mit den Folien vertraut gemacht. Sie wurden aufgefordert, sich zuerst mit den allgemeinen Informationen zu den Zielen zu befassen, bevor sie sich den mathematischen Problemstellungen zuwandten. Allerdings wurde beobachtet, dass einige Gruppen sofort mit den mathematischen Aufgaben begannen, ohne sich vorher die zusätzlichen Informationen zum ausgewählten Ziel anzusehen. Hier wäre eine klarere und deutlichere Anweisung seitens der Lehrkraft von Vorteil gewesen. Der Hinweis, dass die Informationen zum SDG in einem separaten Fenster zu Beginn der Aktivität anzusehen sind, wurde später in den erstellten Aufgabenkarten, welche im *Kapitel 7.4.* des Unterrichtsvorschlags zu finden sind, aufgeführt.

Die meisten Gruppen schienen gut mit den Fragestellungen und dem Format zurechtzukommen. Das Beantworten der Fragen und das Navigieren zwischen den einzelnen Folien bereitete keine Probleme, und es war keine technische

Unterstützung der Lehrkraft erforderlich.

Während es bei Ziel 2 und Ziel 4 keine Fragen zum mathematischen Inhalt gab, traten bei Ziel 7 einige Probleme auf, insbesondere bei den leistungsschwächeren Gruppen. Die SchülerInnen hatten Schwierigkeiten beim Umgang mit den Einheiten Wh und kWh, da diese im bisherigen Unterricht eine untergeordnete Rolle gespielt hatten. Um die Fragen zu beantworten, waren zusätzliche Hilfestellungen der Lehrkraft erforderlich, was für die betroffenen SchülerInnen enttäuschend war, da sie sehen konnten, dass die anderen Gruppen ihre Aufgaben eigenständig lösen konnten.

Erkenntnisse zum Einsatz

Die Autorin konnte feststellen, dass das Material für eine selbstständige Arbeit in der Sekundarstufe 1 grundsätzlich geeignet ist, jedoch eine überlegtere Zuteilung der einzelnen Ziele erforderlich ist. Ein Lösungsansatz könnte sein, die SchülerInnen bewusst für die Partnergruppen zu durchmischen, um eine ausgewogenere Verteilung der Leistungsstände in jeder Gruppe zu erreichen. Eine alternative Möglichkeit wäre die Zuteilung der Nachhaltigkeitsziele entsprechend dem mathematischen Anforderungsgrad auf leistungsstärkere und leistungsschwächere Gruppen. Dafür ist jedoch ein weiterer Einsatz des Materials und eine entsprechende Evaluierung der Schwierigkeitsgrade der einzelnen Aufgabenstellungen notwendig.

Die Reaktionen der Klasse auf das Material waren durchweg positiv. Die SchülerInnen zeigten Gefallen am digitalen Format, an der eigenständigen Arbeit mit Mathematik, an der Zusammenarbeit mit den MitschülerInnen sowie an den realitätsnahen Kontexten der Nachhaltigkeit. Sie äußerten den Wunsch, auch zukünftig weitere Ziele auf diese Weise zu bearbeiten und sich häufiger mit Themen der Nachhaltigkeit im Mathematikunterricht zu beschäftigen. Die Verwendung des Materials wurde als angenehme Abwechslung im Vergleich zu den klassischen Themen des Schulbuchs empfunden. Die Lehrkraft kann die positive Stimmung ebenfalls bestätigen. Die eigenständige Arbeit der SchülerInnen wirkte entlastend, da sie sich auf einzelne, individuelle Schwierigkeiten konzentrieren konnte. Sie hatte das Gefühl, dass sowohl die Nachhaltigkeitsziele als auch die mathematischen Inhalte bei den SchülerInnen gut angekommen sind und dass diese von dem Material profitiert haben.

Die Autorin möchte jedoch anmerken, dass es sich bei dieser exemplarischen Klasse um eine sozial sehr starke Gemeinschaft handelt, in der die SchülerInnen gut zusammenarbeiten und es relativ wenige Konflikte und Ausgrenzungen gibt. In Klassen, in denen das Gemeinschaftsgefühl weniger ausgeprägt ist oder soziale Herausforderungen bestehen, bedarf es möglicherweise weiterer Erprobungen und ggf. Adaptierungen des Materials sowie seines Einsatzes im Unterricht.

7.2. Einsatz

Im Vergleich zu traditionellen Unterrichtsmethoden wie dem Frontalunterricht bieten digitale Elemente eine offenere und aktivere Lernumgebung, die eine größere Selbstständigkeit des Lernenden ermöglicht. Die Arbeit mit dem digitalen Material, insbesondere auf den persönlichen Endgeräten der SchülerInnen, könnte sich positiv auf die Motivation der Lernenden auswirken, sich mit den mathematischen Inhalten auseinanderzusetzen und sich das erforderliche Wissen zu den SDGs eigenständig und aktiv anzueignen bzw. dieses zu vertiefen.

Der Lernprozess ist eine höchst individuelle Konstruktion des Verständnisses von Inhalten und dem Aufbau entsprechender Kompetenzen. Er kann entweder selbstgesteuert oder im Rahmen eines sozialen Austauschs stattfinden (Heintz, 2018). Das erstellte Material bietet die Möglichkeit, diese Individualität des Lernprozesses zu unterstützen. Es ist flexibel einsetzbar und ermöglicht in einer Lerngruppe den gleichzeitigen Einsatz unterschiedlicher Sozialformen, je nach den Bedürfnissen der SchülerInnen. Das Material eignet sich sowohl für eigenständiges als auch für gemeinsames, soziales Lernen. Die Entscheidung über die Art der Anwendung liegt im Ermessen der Lehrkraft und kann entsprechend den Bedürfnissen der Klasse adaptiert werden. Es besteht die Möglichkeit, die Anwendungsmethode auch während des Lernprozesses flexibel anzupassen und zu verändern.

Darüber hinaus kann der Zeitpunkt der Nutzung variabel gestaltet werden. Beispielsweise kann das Material je nach mathematischem Inhalt und Vorwissen der Lernenden als Einführung, zur Wiederholung oder als Abschluss eines Themas im Mathematikunterricht genutzt werden. Es eignet sich auch dazu, das Wissen der SchülerInnen in einem ungezwungenen Unterrichtsklima zu überprüfen.

7.3. Kritische Methodendiskussion

Grenzen des digitalen Materials

Das digitale Material bezeugt einerseits das Potenzial der Digitalisierung im Bildungsbereich, offenbart jedoch gleichzeitig deutliche Grenzen. Die fachlichen Inhalte des Materials müssen teilweise den Einschränkungen des digitalen Tools untergeordnet werden. Eine der Grenzen des verwendeten Tools genial.ly liegt in der begrenzten Möglichkeit, verschiedene Fragetypen einzusetzen. Ein Beispiel hierfür ist der erschwerte Einsatz offener Fragen, da eine präzise Auswertung und individuelle Rückmeldung der Lehrkraft an die Lernenden nicht realisierbar sind. Dadurch war es notwendig, andere Apps einzubinden, um die erforderlichen Lösungseingaben zu ermöglichen. Allerdings sind viele dieser Apps kostenpflichtig, was für Lehrkräfte eine zusätzliche Hürde darstellt. Ein weiterer zu kritisierender Aspekt betrifft den Fokus auf operative Kompetenzen, wie beispielsweise Prozentrechnungen, während Konstruktionsmöglichkeiten begrenzt sind.

Der allgemeine und flexible Einsatz des Materials bietet zweifellos große Vorteile. Jedoch kann die kompliziertere Anpassung an spezifische Bedürfnisse einer Lerngruppe als Nachteil empfunden werden, insbesondere wenn es um kleinere Änderungen und Anpassungen am digitalen Material geht.

In Anbetracht dieser Überlegungen stellt sich die Frage, ob die Vorteile der Digitalisierung den potenziellen Verlust an Qualität im Lernprozess überwiegen. Eine Beeinträchtigung der Lernqualität würde dem erklärten Ziel der Digitalisierung im Bildungsbereich eindeutig entgegenstehen.

Erforderliche Kompetenzen

Um die Selbstständigkeit mit dem Material zu ermöglichen, müssen die SchülerInnen über die entsprechenden digitalen Kompetenzen verfügen. Wenn den Lernenden die Vertrautheit mit digitalen Endgeräten fehlt oder sie nur über geringe digitale Fertigkeiten verfügen, beispielsweise keine selbstständige Recherche durchführen können, fehlt ihnen die Basis für die eigenständige Nutzung des Materials. In diesem Fall erfordert der Einsatz des Materials einen erheblichen Zeitaufwand. Mit regelmäßiger Übung und Erfahrung im Umgang mit digitalen Arbeitsweisen kann dieser Zeitaufwand jedoch reduziert werden (Pecher et al., 2022).

Für den Einsatz des digitalen Materials sowie für die Arbeit im Unterricht zur nachhaltigen Entwicklung sind neben fachwissenschaftlichem Wissen über die SDGs und entsprechenden fachdidaktischen Kompetenzen auch digitale Kenntnisse der Lehrkraft erforderlich. Vielen Lehrkräften fehlt es jedoch an Fertigkeiten im Bereich Digitalisierung und der Erstellung, sowie Anpassung digitaler Unterrichtsmaterialien, was unter anderem auf mangelnde Aus- und Fortbildungsmöglichkeiten in diesem Bereich zurückzuführen ist (Domingo et al., 2013).

So geben rund 30 % der im Rahmen des Schul-Barometers befragten Lehrkräfte aus Deutschland, Österreich und der Schweiz an, dass sie Schwierigkeiten dabei haben ihren Unterricht mittels digitaler Medien zu gestalten. Von diesen TeilnehmerInnen gewünscht werden Lernplattformen, technische Unterstützung und entsprechende Fort- und Weiterbildungsangebote für die digitale Arbeit (Huber et al., 2020). Auch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung in Österreich gibt an, dass es im Bereich der Digitalisierung Verbesserungspotenzial bei der Aus- und Fortbildung der Lehrkräfte gibt. Dafür wurde der „Masterplan Digitalisierung“ begründet, welcher sich auf die Verbesserung der Aus-, Fort und Weiterbildung der digitalen Kompetenzen von Lehrkräften konzentriert (BMBWF, o.D.-c).

7.4. Verbesserungsvorschläge zum Material

Differenzierung & Zeitrahmen

Bei der Erprobung des Materials könnten zukünftig die Arbeitszeiten der SchülerInnen mit bekannter Leistungsstärke erfasst werden. Auf dieser Grundlage können die Materialien entsprechend der Leistungsstärke der Lernenden bewusster verteilt, bzw. für Klassen mit unterschiedlichen Leistungsniveaus angepasst werden. Eine präzisere Einschätzung des Zeitrahmens je nach Leistungsstärke kann zudem die Planung der Lehrkräfte erleichtern.

Umfang mit Fehlern & Fragetypen

In vielen mathematischen Problemstellungen, einschließlich denen in diesem Material, wird primär auf eine einzige korrekte Antwort hingearbeitet, was die Bewertung erleichtert, da die richtige Antwort im Voraus bekannt ist. Dies beschränkt jedoch die Kreativität der SchülerInnen, da sie lediglich diese Antwort reproduzieren sollen. Im Gegensatz dazu sind die Lösungen vieler nachhaltigkeitsbezogener

Problemstellungen häufig nicht im Voraus bekannt oder es ist unklar, ob diese überhaupt lösbar sind.

Offenere Problemstellungen sind nicht nur authentischer, sondern erfordern Einfallsreichtum, Kreativität und vor allem die Zusammenarbeit des gesamten Klassenkollektivs. Gleichzeitig wird die Verantwortung stärker von der Lehrkraft auf die Lernenden übertragen. Darüber hinaus fördern offene Aufgabenstellungen die politische Aktivität der SchülerInnen. Die Lernenden werden so bestärkt, eigenständig in der Gesellschaft zu handeln und aktiv zu werden (Renert, 2011).

Eine differenzierte Fehleranalyse ist in diesem digitalen Material nicht möglich, und eine Reduzierung der Lösung einer mathematischen Aufgabe auf richtig oder falsch erscheint sehr oberflächlich. Um den Einsatz zu optimieren, könnte das Material entsprechend weiterentwickelt werden, sodass schriftliche Arbeiten in Ergänzung zur digitalen Arbeit von der Lehrkraft gesammelt und analysiert werden können. Auf diese Weise können Fehlerquellen oder Fehlvorstellungen der SchülerInnen leichter identifiziert und behandelt werden und eine vom digitalen Material getrennte Rückmeldung, beispielsweise mündlich oder im schriftlichen Lösungsweg, wäre denkbar. Eine Alternative wäre auch die Weiterentwicklung der digitalen Plattformen zur Materialerstellung, um Funktionen zur individuellen Korrektur und Rückmeldung durch die Lehrkraft zu integrieren. Durch diese Verbesserungen wäre es ebenfalls möglich, offene Aufgabenstellungen in das Unterrichtsmaterial zu integrieren.

7.5. Diskussion der Zielsetzung

Popularität & Sinnhaftigkeit von Mathematik

Während lehrerzentrierter Unterricht als effektiver in der Wissensvermittlung angesehen wird, zielt schülerzentrierter Unterricht darauf ab, SchülerInnen zu motivieren und ihnen mehr Selbstbestimmung zu ermöglichen (Kunter, 2005). Studien zeigen, dass kognitive und motivationale Entwicklungen eng miteinander verbunden sind und sich positiv beeinflussen können. Eine verstärkte Entwicklung von Interessen, beispielsweise durch individualisierten Unterricht oder eine erhöhte Beteiligung der Lernenden, könnte sich daher positiv auf das fachliche Lernen auswirken (Leuders, 2012).

In einer spanischen Studie wurde beispielsweise festgestellt, dass das Interesse an Mathematik und dem Inhalt der Agenda 2030 stark zunahm, nachdem sich die TeilnehmerInnen mit exemplarischen Problemstellungen der SDGs beschäftigt hatten. In einem Mathematikkurs haben etwa 160 Studierende der Wirtschaftswissenschaften im Alter zwischen 19 und 22 Jahren praktische Fragen zu realistischen mathematischen Problemstellungen im Kontext einzelner SDGs bearbeitet. Vor und nach dieser Übung wurden sie gebeten, Fragebögen auszufüllen, um ihren Kenntnisstand zu den SDGs zu bewerten und ihre Meinung zur Bedeutung der Mathematik für das Erreichen der SDGs darzulegen.

Die Ergebnisse zeigen, dass 90,3 % der Studierenden bereits von den SDGs gehört hatten. Allerdings gaben nur 72 % der männlichen und 62,2 % der weiblichen TeilnehmerInnen an, Mathematik als Disziplin zu mögen. Vor der Aktivität mit den mathematischen Problemstellungen zu den SDGs betrachteten lediglich 15,75 % die Mathematik als sinnvoll oder sehr sinnvoll für das Erreichen der Agenda 2030. Nach der Aktivität mit den exemplarischen Aufgaben stieg dieser Wert sehr stark an auf 70,6 %. Zusätzlich gaben 75 % der Teilnehmer an, bei dieser Art von Problemstellung besonders motiviert zu sein, darunter sogar 60 % derjenigen Studierenden, die angegeben hatten, Mathematik normalerweise nicht zu mögen (Lechuga et al., 2020).

Analog zu dieser Studie an einer Universität, könnten durch die enge Verbindung der SDGs mit der Mathematik auch das Interesse der SchülerInnen der Sekundarstufe 1 für die mathematische Disziplin und die empfundene Sinnhaftigkeit der Mathematik positiv beeinflusst werden.

Reduktion auf ökologische Themen

Teilnehmende angehende Lehrkräfte in einer Studie in Chile haben vor allem ökologische Themen und Klimaschutz mit nachhaltiger Entwicklung assoziiert. Lediglich 4,6% der befragten Teilnehmer haben nachhaltige Entwicklung mit einer Kombination aus ökologischen, sozialen und ökonomischen Herausforderungen verbunden (Vásquez et al., 2020).

In einer weiteren Studie in der Türkei zeigte sich, dass 50 % der befragten angehenden Mittelschullehrkräfte im Mathematik-Lehramtsstudium ebenfalls hauptsächlich die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit in Betracht zogen,

darunter Themen wie Recycling, Umweltschutz und Konsummuster. Acht der zehn TeilnehmerInnen verstanden unter BNE primär die Förderung von Umweltbewusstsein. Vier Studierende nannten sowohl ökologische als auch ökonomische Aspekte, wie lokale Produktion und die Schonung natürlicher Ressourcen. Die Ergebnisse der Studie bestätigen ein grundlegendes Interesse und Basiswissen über Nachhaltigkeit bei angehenden Lehrkräften, allerdings offenbarte sich bei den TeilnehmerInnen keine ganzheitliche Perspektive, welche auch die sozialen Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung einschließt. Der Schwerpunkt auf die ökologische Dimension lässt sich durch das Fehlen eines umfassenden Verständnisses einer interdisziplinären Sichtweise der Nachhaltigkeit erklären (Semiz & Baykal, 2020).

Es ist daher von Bedeutung, neben den ökologischen Aspekten auch den sozialen und ökonomischen Zielen der Agenda 2030 besondere und umfassende Aufmerksamkeit zu schenken. Diese parallele Mehrdimensionalität ist auch beim Einsatz des erstellten Materials zu berücksichtigen. Die 17 Ziele sollen nicht als einzelne Aufgabenstellungen, sondern als ganzheitliche Maßnahme der Agenda 2030 betrachtet werden. Die fächerübergreifenden Diskussionen sind hier besonders wichtig, um diese komplexen Zusammenhänge zu verdeutlichen. Dies ermöglicht es, SchülerInnen, aber auch die Lehrkräfte gleichermaßen, für den Umfang der globalen Ziele zu sensibilisieren.

Vereinfachte Darstellung des Zusammenhangs

Das Interesse an der Thematik der nachhaltigen Entwicklung ist in der Sekundarstufe 1 bei vielen SchülerInnen bereits vorhanden (Thieroff et al., 2021). Dennoch haben sich die wenigsten Kinder in diesem Alter vertieft mit dem Thema auseinandergesetzt (Adam et al., 2023). Daher ist es besonders wichtig, einen Realitätsbezug mit den Inhalten, z.B. über die Lebenswelt der SchülerInnen, herzustellen, was das in dieser Arbeit erstellte Material ermöglicht.

Zwar wurden die Problemstellungen im Material authentisch gewählt, der Komplexität der Realsituation können diese aber nicht gerecht werden. Außerdem ist es während der Materialgenese nicht immer einfach gewesen, die mathematischen Aufgaben in einen realistischen Problemkontext einzubetten, der natürlich erscheint und die angestrebten Lernziele unterstützt. Im Unterricht kann allerdings authentisch

aufgezeigt werden, dass der reale Kontext vereinfacht wurde, um ihn im schulischen Umfeld behandeln zu können (UNESCO MGIEP, 2017).

Das Wirtschaftswachstum und die industrielle Entwicklung, zusammen mit dem damit verbundenen Bevölkerungs- und Konsumwachstum sowie der steigenden Nachfrage nach natürlichen Ressourcen, sind Hauptursachen für die ökologische Instabilität. Diese Kontroverse spiegelt sich aktuell auch im Unterricht häufig verstärkt wider. Oft wird das ökonomische Wachstum und der soziale Fortschritt priorisiert, ohne dabei ausreichend die ökologischen Auswirkungen zu berücksichtigen (Kopnina, 2020).

Die Themen der nachhaltigen Entwicklung umfassen komplexe, multiskalare Probleme, die nicht isoliert betrachtet werden können. Sie sind miteinander verknüpft und beeinflussen sich gegenseitig (Hamilton & Pfaff, 2013). Die scheinbar ökologische Dimension des Klimawandels hat parallele Auswirkungen auf humane, soziale, politische und ökonomische Systeme. Diese Effekte beeinflussen wiederum erneut ökologische Faktoren, wie Wasserverfügbarkeit, Lebensmittelproduktion und Landnutzung. Diese Verflechtungen und Rückwirkungen verdeutlichen die Bedeutung der Betrachtung eines ganzheitlichen Systems (Hamilton & Pfaff, 2013). Das erstellte Material betrachtet die 17 Ziele als eine zusammenhängende Einheit und ermöglicht, trotz einer vereinfachten Darstellung, im Vergleich zu herkömmlichen Schulbüchern eine ganzheitlichere Aufarbeitung und Behandlung dieser komplexen Assoziationen und Zusammenhänge.

Fokus auf einzelne mathematische Inhalte

In einer Studie wurde ermittelt, dass nahezu alle befragten Lehramtsstudierende der Mathematik konkrete Ideen hatten, wie Nachhaltigkeit in den Mathematikunterricht integriert werden könnte. Als mögliche mathematische Inhalte wurden alle Bereiche des Curriculums genannt, mit Ausnahme der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Die am häufigsten genannten Inhalte waren Prozentrechnungen, Verhältnisse und Proportionen, Berechnungen von Umfang und Fläche, Geometrie und Datenanalyse (Semiz & Baykal, 2020). Ähnlich hat auch Serow (2015) angemerkt, dass vor allem die mathematischen Inhalte der Geometrie, der Datenanalyse und der Zahlenmengen interdisziplinär mit Themen der Nachhaltigkeit in Verbindung gebracht werden können (Serow, 2015).

Auch im erstellten Material überwiegen die mathematischen Inhalte der Datenanalyse, der Statistik und der Prozentrechnung. Vor allem die Statistik spielt in der mathematischen Bildung für eine nachhaltige Entwicklung eine wichtige Rolle. Die aktuellen globalen Herausforderungen betonen nämlich die zunehmende Bedeutung grundlegender statistischer Kenntnisse. Es ist entscheidend, dass SchülerInnen die Fähigkeit entwickeln, relevante Informationen aus Daten zu extrahieren, diese zu lesen, zu analysieren und zu interpretieren. Dies schließt auch die kompetente Interpretation von Diagrammen ein, um fundierte Schlussfolgerungen zu ziehen (OCDE, 2019).

Trotz der zunehmenden Bedeutung der statistischen Bildung haben Studien eine grundlegend negative Einstellung und ein geringes Interesse von SchülerInnen und Lehrkräften gegenüber der Statistik festgestellt. Lehrkräfte gaben an, dass sie Statistik als schwierig empfinden und sich nicht wohl dabei fühlen, sie zu unterrichten (Vásquez et al., 2023).

Aus- & Fortbildung der Lehrkraft

Erschwerend kommt hinzu, dass Lehrkräften oft das fachliche und fachdidaktische Wissen im naturwissenschaftlichen Bereich, insbesondere zu den SDGs, fehlt. So hat eine Studie aus Spanien ermittelt, dass Master-Studierende des Lehramts Mathematik geringere Kenntnisse zu Nachhaltigkeitsthemen haben als angehende Lehrkräfte in Biologie oder Geographie (Domingo et al., 2013). In einer Studie gaben 97,9 % der angehenden Mathematiklehrkräfte an, dass sie nicht über die erforderlichen Instrumente verfügen, um BNE in ihren Mathematikunterricht zu integrieren. Es fehlt an Erfahrung, Kenntnissen zu den Themen und den erforderlichen pädagogischen Werkzeugen (Vásquez & García-Alonso, 2020).

In einer Umfrage wurden 417 italienische Lehrkräfte mittels Fragebogen zu ihrem Wissen, ihren Informationsquellen und ihren Einstellungen zu den SDGs befragt. Der durchschnittlich ermittelte Wissensstand bei Fragen zu den SDGs betrug 42,9 %. Besonders gut schnitten die Lehrkräfte bei bestimmten Themen ab, wie dem Treibhauseffekt (64 %), dem ökologischen Fußabdruck (55,9 %) oder der Resilienz von Ökosystemen (53,2 %). Dies wurde von den AutorInnen auf die verstärkte Medienpräsenz dieser Themen zurückgeführt. Als Hauptquellen für Informationen zu

den SDGs diene den italienischen Lehrkräften das Internet (66,7 %). 92,4 % der befragten Lehrkräfte gaben an, dass Nachhaltigkeit Teil des Unterrichts sein sollte, wobei 43,6 % angaben, dass dies in bestimmten, separaten Unterrichtsstunden geschehen sollte. Die befragten Lehrkräfte betrachten Nachhaltigkeit möglicherweise als etwas, das sich von der übrigen Didaktik unterscheidet und daher als eigenständiges Thema betrachtet werden sollte. Von ihnen wird angenommen, dass das Thema in isolierten Unterrichtsstunden am besten von externen Experten vermittelt wird. Während nur 32,8 % der TeilnehmerInnen angaben, dass die Themen in andere Unterrichtsgegenstände eingebettet werden sollten, gaben mehr Personen, nämlich 47,2 % an, dass die Agenda 2030 Teil des eigenen Unterrichts sein sollte.

Die Studie zeigt, dass das Wissen zu den SDGs unter italienischen Lehrkräften nur mittelmäßig ist. Dies wirft bei den AutorInnen Zweifel darüber auf, inwieweit die Nachhaltigkeit bereits in den Schulen integriert ist und wie hochwertig die Qualität dieser Aufnahme ist. Sie stellen sich daher die Frage, wie Nachhaltigkeit unterrichtet werden soll, wenn den Lehrkräften das Verständnis und die Informationen zur nachhaltigen Entwicklung fehlen. Darüber hinaus äußerten die TeilnehmerInnen, aufgrund der vorhandenen zeitlichen Ressourcen, vermehrt Zweifel ob die Nachhaltigkeit angemessen in den Unterricht integriert werden kann. Sie haben den Eindruck, dass dafür nicht genügend Unterrichtsstunden zur Verfügung stehen (Smaniotto et al., 2022).

Ob eine Mathematik Lehrkraft, die sich zudem nicht ausreichend vorbereitet fühlt, ein hochkomplexes Thema wie die Agenda 2030 angemessen unterrichten kann, bleibt in dieser Arbeit als offene Fragestellung bestehen.

Die TeilnehmerInnen einer anderen qualitativen Studie äußerten nachfolgend, dass sie bisher nicht darüber nachgedacht hatten, dass der Mathematikunterricht mit dem Konzept der Nachhaltigkeit in Verbindung gebracht werden könnte. Sie erkannten jedoch Verbindungen von Nachhaltigkeitsgebieten zu vielen mathematischen Inhalten. Alle gaben zudem an, dass sie sich in diesem Bereich weiterentwickeln möchten, beispielsweise durch Workshops oder andere Fortbildungen, die diese Verbindung von Nachhaltigkeit und Mathematikunterricht behandeln (Semiz & Baykal, 2020).

Eine Möglichkeit rasch dieser Schwierigkeit an mangelnden Kenntnissen der Lehrkräfte zu begegnen, besteht darin, Experten auf dem Gebiet der nachhaltigen Entwicklung in den Unterricht einzubeziehen. Eine kooperative Zusammenarbeit von MathematikerInnen, WissenschaftlerInnen und SozialwissenschaftlerInnen könnte die transdisziplinäre Unterrichtsgestaltung erleichtern. Darüber hinaus könnte der Einsatz des Internets und anderer Technologien, die den Zugang zu einer Vielzahl von Informationen und Expertisen ermöglichen, diese erforderliche Vielseitigkeit unterstützen (Renert, 2011).

Zusätzlich und langfristig ist eine entsprechende Aus- oder Weiterbildung der Lehrkräfte zu den Themen SDGs und Agenda 2030 unerlässlich, um die komplexen Themen in den Unterricht zu integrieren und die Unterrichtsqualität in diesem Bereich zu verbessern. Eine positive Korrelation zwischen einem höheren Wissensstand zu den SDGs, besuchten Fortbildungen zu diesem Thema und der Bereitschaft, diese Themen im eigenen Unterricht zu unterrichten wird von den AutorInnen einer Studie angenommen (Smaniotto et al., 2022).

Viele Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen für Lehrkräfte konzentrieren sich jedoch auf spezifische, fachwissenschaftliche oder -didaktische Bereiche innerhalb ihrer Disziplin. Dies kann dazu führen, dass Lehrpersonen in anderen Fächern wenig versiert sind und somit Schwierigkeiten haben, interdisziplinär zu agieren. Angesichts der aktuellen hochkomplexen Themen und Modelle ist jedoch gerade diese Interdisziplinarität von großer Bedeutung (Renert, 2011).

Eine Weiterentwicklung an Fortbildungs- und Weiterbildungsprogrammen würde Lehrkräfte zusätzlich dabei unterstützen, die BNE in ihren Mathematikunterricht zu integrieren und ihr Selbstbewusstsein und ihren Wissensschatz hierbei zu stärken.

Anforderung an die SchülerInnen

Aber auch bei den SchülerInnen muss eine Änderung ihrer Einstellung gegenüber ihrer Aktivität im Unterricht erreicht werden. Dies kann durch den Einsatz von authentischen, realistischen, offenen und kognitiv herausfordernden Fragestellungen gefördert werden, die eine Verbindung zwischen Mathematik und der Lebenswelt der SchülerInnen herstellen und zur aktiven Teilhabe ermutigen (Vásquez et al., 2023).

8. Fazit und Ausblick

Erstelltes Material

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass im Verlauf dieser Masterarbeit umfassendes Material zu den SDGs für den direkten Einsatz im Mathematikunterricht entwickelt wurde. Die Problemstellungen wurden entsprechend den Leitkriterien der Authentizität, Relevanz und Reichhaltigkeit gestaltet und sind geeignet, das Bewusstsein für die Thematik der SDGs zu schärfen und parallel die Entwicklung des mathematischen Verständnisses zu fördern.

Der Umfang des Materials und der benötigte zeitliche Aufwand entsprechen dem thematischen Ausmaß der Sustainable Development Goals und der Bedeutung der Nachhaltigkeit für die Zukunft unserer Gesellschaft. Gleichzeitig ermöglicht der umfassende Einsatz des Materials einen breiten Einblick in die Agenda 2030 und die komplexe Verbindung der Mathematik mit einer nachhaltigen Entwicklung.

Die Vielfalt der enthaltenen Aufgaben und mathematischen Inhalte ermöglicht eine realitätsnahe Darstellung der Mathematik, die im Unterricht oft nicht in diesem Umfang erreicht wird. Dies könnte die SchülerInnen dazu ermutigen, ihre mathematischen Denkfähigkeiten weiterzuentwickeln, insbesondere im Bereich der Problemlösung, wie es auch im österreichischen Lehrplan gefordert wird.

Anforderung an die Lehrkraft

Bei der Entwicklung des Unterrichtsmaterials in dieser Arbeit wurde bewusst darauf geachtet, den Bedarf an Fachwissen der Mathematiklehrkraft im Zusammenhang mit den SDGs und nachhaltigen Themen angemessen im Rahmen zu halten. Nichtsdestotrotz sind für einen erfolgreichen Einsatz digitaler Materialien und die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in den Unterricht ein gewisses fachwissenschaftliches Know-how zu den SDGs, fachdidaktische Fähigkeiten und digitale Kompetenzen notwendig. Viele Lehrkräfte sind jedoch in der Digitalisierung, der Erstellung digitaler Unterrichtsmaterialien sowie zu der Agenda 2030 unzureichend geschult, was auf fehlende Aus- und Fortbildungsmöglichkeiten zurückzuführen ist.

Eine Lösung könnte darin bestehen, ExpertInnen für nachhaltige Entwicklung einzubeziehen oder Lehrkräfte gezielt zu den Themen SDGs, Agenda 2030 und

Digitalisierung weiterzubilden, um diese angemessen in den Unterricht zu integrieren und die Unterrichtsqualität so zu verbessern. Es ist wichtig, konkrete Ansätze zu entwickeln, um Nachhaltigkeit effektiv in den Unterricht zu integrieren, da dies von den meisten Lehrkräften als besonders herausfordernd empfunden wird (Waltner et al., 2020). Bereits während der Ausbildung sollte Wert auf den ganzheitlichen Aspekt gelegt werden, der alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit einschließt, anstatt diese voneinander zu isolieren. Auch eine Verankerung der SDGs in Schulbüchern diverser Unterrichtsfächer könnte hilfreich sein, um das Bewusstsein für die Nachhaltigkeitsziele zu fördern.

Positiver Effekt auf die Schulmathematik

Die intensive Auseinandersetzung mit interdisziplinären Problemstellungen der Naturwissenschaft, globalen Themen und Mathematik könnte das Interesse der SchülerInnen am Fach Mathematik wecken. Gleichzeitig könnte dies dazu beitragen, die oft als „Angst“ empfundene negative Wahrnehmung von Mathematik positiv zu beeinflussen.

Die Integration des realen Umfelds der Lernenden in den mathematischen Unterricht zeigt zudem die Möglichkeit einer „echteren“ Mathematikbildung, die weniger Wert auf die isolierte Entwicklung einzelner mathematischer Kompetenzen legt, sondern vielmehr auf das Erkennen der Welt aus einer mathematischen Perspektive. Diese Art der Bildung betont das Argumentieren, das Herstellen von Verbindungen und eine erhöhte Aufmerksamkeit für den Kontext, in dem Mathematik angewendet wird (Renert, 2011). Durch weitere fachdidaktische Arbeiten könnten die komplexen Themen der Nachhaltigkeit sowie der SDGs noch stärker mit dem Mathematikunterricht verknüpft und den SchülerInnen auf diese Weise zugänglicher gemacht werden.

Die Integration der SDGs in die Sekundarstufe 1 eröffnet jedem Schüler und jeder Schülerin die Möglichkeit, sich grundlegend mit wichtigen Konzepten zur nachhaltigen Entwicklung auseinanderzusetzen.

In der Sekundarstufe 2 sind dann anspruchsvollere und praxisnähere Projekte realisierbar, wie etwa die Analyse von Klimasimulationen oder die Arbeit mit komplexen Modellierungen. Dabei können ebenfalls reale Daten aus Datenbanken, beispielsweise atmosphärische Werte, genutzt werden, und es ist möglich,

fortgeschrittenere mathematische Modelle und Systeme anzuwenden. Datensätze können umfangreicher sein, Tabellenkalkulationen komplexer, und es bietet sich die Gelegenheit zur interdisziplinären Zusammenarbeit mit anderen Fachbereichen (Hamilton & Pfaff, 2013). Auch die Selbstständigkeit im Rahmen größerer Projekte wäre hier noch weiter ausbaufähig.

Zukünftige Entwicklung des Mathematikunterrichts

Um die Arbeit mit den SDGs angemessen und realitätsgetreu im Unterricht umzusetzen, ist auch eine Weiterentwicklung der digitalen Tools notwendig. Dadurch könnten beispielsweise offene Aufgabenstellungen ermöglicht werden, ohne dass die inhaltlichen Lernziele den digitalen Möglichkeiten untergeordnet werden müssen.

Nicht zuletzt bietet der Fortschritt der Künstlichen Intelligenz (KI) viel Potenzial, diese geforderte Veränderung in den kommenden Jahren oder Jahrzehnten im Klassenzimmer umzusetzen. Im Zuge der fortschreitenden Entwicklung von KI wird ihre Bedeutung für die Bevölkerung, insbesondere auch für das Bildungswesen, zunehmen. Dabei wird es entscheidend sein, dass SchülerInnen die Kompetenz entwickeln, mit KI angemessen umzugehen und zu ihrem Nutzen zu verwenden. Für das schulische Umfeld könnte KI die Möglichkeit bieten, Problemstellungen individuell an Klassen bzw. sogar an einzelne Lernende anzupassen. Konkrete Beispiele für den Einsatz von KI im Mathematikunterricht im Kontext der SDGs wären beispielsweise umfangreiche Datensätze im Zusammenhang mit den Zielen der Agenda 2030 zu analysieren und zu interpretieren. Durch die Auswertung dieser Daten können Trends identifiziert und Fortschritte in Bezug auf nachhaltige Entwicklung verfolgt werden. Durch die Nutzung von KI können mathematische Modelle erstellt werden, die helfen, hochkomplexe Prozesse, wie den Klimawandel, zu verstehen und zukünftige Entwicklungen vorherzusagen. So könnte der gezielte Einsatz von KI helfen, herausfordernde mathematische Konzepte zu veranschaulichen und ein tieferes Verständnis der Lernenden für nachhaltige Entwicklung zu schaffen.

Der Beitrag des Mathematikunterrichts zur nachhaltigen Bildung erfordert eine grundlegende Neuausrichtung hin zu umweltbewussten und nachhaltigen Praktiken. Ähnlich wie bei der Chaostheorie kann argumentiert werden, dass Veränderungen nicht immer von oben gesteuert werden müssen, sondern auch von der Basis aus

wirksam sein können. Dies bedeutet, dass jede einzelne Lehrkraft und jeder einzelne Schüler, jede einzelne Schülerin selbst bei sich, mit kleinen Veränderungen, ansetzen kann, um zu erkennen, welche wichtige und aktive Rolle die Mathematik in einer nachhaltigen Zukunft für die Welt spielen kann (Renert, 2011).

Mathematik als Schlüsselrolle

Nachhaltige Bildung geht über den traditionellen Unterricht hinaus und konzentriert sich auf die Bedeutung informierter Entscheidungsfindung, aktiven Engagements und verantwortungsbewusster Bürgerschaft. Dadurch werden die Lernenden zu Katalysatoren für Veränderungen in der Welt, die zu einer insgesamt nachhaltigeren Gesellschaft und einer besseren Zukunft führen (Redman & Larson, 2011). Es ist wichtig, dass die Bevölkerung über das Wissen verfügt, um informierte Entscheidungen bei Wahlen und ihrem Konsumverhalten zu treffen, da diese beiden Aspekte entscheidend für die Zukunft einer Nation sind (Hamilton & Pfaff, 2013). Die Verbindung der mathematischen Bildung und der Nachhaltigkeit eröffnet vielfältige Möglichkeiten ein umfassendes Verständnis für komplexe Zusammenhänge wie Ressourcenverbrauch, Energieproduktion, Umweltverschmutzung und Nachhaltigkeit zu vermitteln. Durch den Einsatz mathematischer Modelle und Analysetechniken können SchülerInnen lernen, die Auswirkungen ihres Handelns auf die Umwelt zu erfassen und fundierte Entscheidungen für eine nachhaltigere Zukunft zu treffen. Die mathematische Perspektive ermöglicht es, quantitative Daten zu interpretieren, Trends zu identifizieren und Lösungsansätze für drängende Umweltprobleme zu entwickeln. Ein Verständnis für die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten der Mathematik und die Vielzahl an mathematischen Werkzeugen ist unerlässlich, um so vielfältige und komplexe Herausforderungen, wie die der Agenda 2030, zu bewältigen. In diesem Zusammenhang spielt die mathematische Bildung eine entscheidende Rolle bei der Vorbereitung der nächsten Generation auf die Herausforderungen und Chancen einer nachhaltigen Entwicklung (Barwell, 2018).

Mathematik spielt bereits Schlüsselrolle in der Forschung, in der Industrie und infolgedessen auch bei der Bewältigung zahlreicher globaler Herausforderungen. Es ist unerlässlich, dass die Gesellschaft versteht, dass Mathematik ein hilfreiches Werkzeug ist, um Probleme in unserem Alltag und unserer Lebenswelt zu lösen, und

ein wichtiges Instrument zur Bewältigung der Herausforderungen unserer Zeit darstellt.

Der Mathematikunterricht besitzt somit eine große Verantwortung, da er mitbestimmt, wie die heranwachsende Generation über Mathematik denkt und wie sie die Möglichkeiten der Mathematik nutzt. Diese Vision und Bedeutung der Mathematik sowie ihre Interdisziplinarität soll auch von SchülerInnen im Unterricht begriffen und geschätzt werden. Lehrkräfte sowie politische Führungskräfte tragen die Verantwortung sicherzustellen, dass die heranwachsenden Generationen mit dem notwendigen Wissen, den Fähigkeiten, den Einstellungen und den Werten ausgestattet werden, die für die Förderung einer nachhaltigen Entwicklung unerlässlich sind (Hamilton & Pfaff, 2013).

Während viele Texte und Prognosen über die ökologische Zukunft unserer Gesellschaft sehr pessimistisch sind (die wissenschaftlichen Befunde geben dazu reichlich Anlass), ist ein solch pessimistischer Ton im Mathematikunterricht weder hilfreich noch konstruktiv. Die Schule als soziale Institution an der Schnittstelle zwischen der aktuellen und der zukünftigen Gesellschaft sollte einen hoffnungsvollen Unterricht fördern, der die positiven Möglichkeiten für eine nachhaltige Zukunft aufzeigt (Renert, 2011).

Nichtsdestotrotz sind weitere Maßnahmen erforderlich, um Lehrkräfte und Schulen individuell dabei zu unterstützen, Nachhaltigkeit in den schulischen Alltag zu integrieren und SchülerInnen darin zu stärken, nachhaltig zu handeln. Es ist entscheidend, dass Bildung für eine nachhaltige Entwicklung als eine gemeinsame Verantwortung betrachtet wird, bei der jede beteiligte Person ihre Rolle übernimmt.

9. Literaturverzeichnis

1. Adam, R., Kogler, M. L., & Scholger, M. (2023). Aufwind in der Berichterstattung zum Klimaschutz. Langfristige Entwicklung von Themen und Stimmungsbildern in österreichischen Zeitungen. Zeitschrift Für Digitale Geisteswissenschaften, 8.
2. Astleitner, H. (2012). Schulbuch und neue Medien im Unterricht: Theorie und empirische For-schung zur Hybridisierung und Komplementarität. In J. Doll, K. Frank, D. Fickermann & K. Schwippert (Hrsg.), Schulbücher im Fokus. Nutzungen, Wirkungen und Evaluation (S. 101–112). Münster: Waxmann.
3. Babnik, P., Dorfinger, J., Meschede, K., Waba, S., Widmer, M., & Mulley, U. (2013). Technologieeinsatz in der Schule. Zum Lernen und Lehren in der Sekundarstufe. In M. Ebner & S. Schön (Hrsg.), L3T Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien. epubli GmbH.7
4. Barwell, R. (2018). Some thoughts on a mathematics education for environmental sustainability. In P. Ernest (Ed.), The Philosophy of Mathematics Education Today (pp.145-160). ICME-13 Monographs. UK: Springer
5. Barzel, B., Ehret, C. (2009): Mathematische Sprache entwickeln. In: Mathematik lehren, Heft 156, S. 4-9.
6. Beck, H. (1997). Schlüsselqualifikationen (3. Aufl.). Darmstadt: Winkler.
7. Birdsall, S. (2014). Measuring student teachers' understandings and self-awareness of sustainability, Environmental Education Research, 20 (6), 814-835,
8. Biström, B., & Lundström, R. (2021) Textbooks and action competence for sustainable development: an analysis of Swedish lower secondary level textbooks in geography and biology, Environmental Education Research, 27:2, 279-294.
9. BKA Österreich. (o. D.). Nachhaltige Entwicklung – Agenda 2030 / SDGs. Abgerufen am 5. Februar 2024, von <https://www.bundestkanzleramt.gv.at/themen/nachhaltige-entwicklung-agenda-2030.html>
10. BKA, BMEIA, BMAW, BMBWF, BMF, BMI, BMJ, BMKÖS, BMK, BMLV, BML, BMSGPK, Nachhaltigkeitskoordinator:innen aller Bundesländer, Städte- und Gemeindebund, Statistik Austria. (2023). Umsetzung der Agenda 2030 in und durch Österreich 2020–2022. Bundeskanzleramt.

11. Blanc, B., Reichow, I. & Paaßen, B. (2023). Was wirkt? Eine Literaturstudie zur Wirksamkeit von Systemeigenschaften in Mathematik-Lernumgebungen. 21. Fachtagung Bildungstechnologien, 293–294.
12. BMBWF. (2020). 8-Punkte-Plan. Digitale Schule. Abgerufen am 5. Februar 2024 von <https://digitaleschule.gv.at>
13. BMBWF. (2024). Lehrplan der Mittelschule. Abgerufen am 5. Februar 2024 unter <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007850>
14. BMBWF. (o. D.a). Bildung für Nachhaltige Entwicklung. Abgerufen am 5. Februar 2024, von <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulpraxis/ba/bine.html>
15. BMBWF. (o. D.-b). Lehrpläne NEU - Ausgangslage und Zielsetzung. Abgerufen am 5. Februar 2024, von <https://www.paedagogikpaket.at/massnahmen/lehrplaene-neu.html>
16. BMBWF. (o.D.-c). Masterplan Digitalisierung. Abgerufen am 8. März 2024 von https://www.bmbwf.gv.at/dam/jcr:dbc3a630-8034-47aa-9e9d-4db35e58867c/masterplan_digitalisierung_pi.pdf
17. Borg, C., N. Gericke, H.-O. Höglund, and E. Bergman. (2014). "Subject- and Experience-Bound Differences in Teachers' Conceptual Understanding of Sustainable Development." *Environmental Education Research* 20 (4): 526–551.
18. Borg, C., N. Gericke, H.-O. Höglund, and E. Bergman. 2012. "The Barriers Encountered by Teachers Implementing Education for Sustainable Development: Discipline Bound Differences and Teaching Traditions." *Research in Science & Technological Education* 30 (2): 185–207.
19. Briceño, C. E. B., & Santos, F. C. A. (2019). Knowledge management, the missing piece in the 2030 agenda and SDGs puzzle. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 20(5), 901-916.
20. Brophy, J. (2000). Teaching. International Bureau of Education.
21. Brundtland, G.H. (1987) Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. Geneva, UN-Dokument A/42/427.
22. Brunner, E. (2017). Vor der Klasse stehen: Frontalunterricht neu denken. *Mathematik lehren*, 205, 14–17.
23. Campana S, S. (2014). Wenn Lernen und Lehren zusammentreffen: gegenseitiges Helfen in heterogenen Klassen. In B. Kopp, S. Martschinke, M.

- Munser-Kiefer, M. Haider, E. Kirschhock, G. Ranger & G. Renner (Hrsg.), Individuelle Förderung und Lernen in der Gemeinschaft (Jahrbuch Grundschulforschung, Band 17)(2014. Aufl., S. 166–169). Springer VS.
24. Çelik, H. C. (2018). The Effects of Activity Based Learning on Sixth Grade Students' Achievement and Attitudes towards Mathematics Activities. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(5).
 25. Corno, L. & Snow, R. E. (1986). Adapting teaching to individual differences among learners. In M. C. Wittrock (Hrsg.), *Handbook of research on teaching* (S. 605–629). New York:
 26. Domingo, J. M. C., Azcárate, P., & Martínez, J. M. O. (2013). La inclusión de la sostenibilidad en la formación inicial del profesorado de Secundaria de Ciencias y Matemáticas. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 10(extra), 780–796.
 27. Egger, G. (2022). Kompetenzaufbau mit Mathematik-Software. *R&E-SOURCE Open Online Journal for Research and Education*, 23.
 28. Eickelmann, B. & Drossel, K. (2020). Lehrer*innenbildung und Digitalisierung – Konzepte und Entwicklungsperspektiven. *Bewegungen*.
 29. Ferrer-Estévez, M., & Chalmeta, R. (2021). Integrating Sustainable Development Goals in educational institutions. *The International Journal of Management Education*.
 30. Freeman, S., Eddy, S., McDonough, M., Smith, M., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415.
 31. Freudenthal, H. (1980). IOWO - Mathematik für alle und jedermann. In: *Neue*
 32. Gallin P. (2006): Schreiben - Lesen – Rückmelden. Dialogischer Unterricht. In: *Praxis der Mathematik in der Schule* 7, S. 1-13. Gesellschaft für Erziehungswissenschaft (S. 349-362). Käpnick, F., & Benölken, R. (2020).
 33. Gellert, U. (2011). Now it concerns us! A reaction to Sustainable Mathematics Education. *For the Learning of Mathematics*, 31(2), 19–20.
 34. Greefrath, G., Siller, H., & Ludwig, M. (2017). Modelling problems in German grammar school leaving examinations (Abitur) - Theory and practice.

35. Gutstein, E. (2007). Connecting community, critical and classical knowledge in teaching mathematics for social justice. *The Montana Mathematics Enthusiast*, ISSN 1551-3440, Monograph 1, pp. 109- 118
36. Gutstein, E., & Peterson, B. (2005). *Rethinking mathematics: Teaching social justice by the numbers* (2nd ed.). Milwaukee, WI: Rethinking Schools
37. Hamilton, J. & Pfaff T. (2014): *Sustainability Education: The What and How for Mathematics*, PRIMUS, 24:1, 61-80.
38. Hattie, J. (2009): *Visible Learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement* – Routledge, New York, 378 S.
39. Hauge, K. H., & Barwell, R. (2017). Post-normal science and mathematics education in uncertain times: Educating future citizens for extended peer communities. *Futures*, 91, 25-34.
40. Heimlich, U. (2015): *Einführung in die Spielpädagogik*, 3. Aufl., Bad Heilbrunn, Deutschland: Verlag J. Klinkhardt.
41. Heinrich F., Bruder R. und Bauer C. (2015). „Problemlösen lernen“. In: *Handbuch der Mathematikdidaktik*. Hrsg. von Regina Bruder u. a. Springer Spektrum, S. 279–301.
42. Heintz, G. (2018). *Selbstständiges Lernen in einer medialen Lernumgebung*.
43. Heitzer, J. & Weigand, H. G. (2020). *Didaktische Prinzipien. mathematik lehren*, 223/2020.
44. Helmke, A. (2014). Was wissen wir über guten Unterricht? *Padua*, 9(2), 66–74.
45. Hillmayr, D., Reinhold, F., Ziernwald, L., & Reiss, K. (2017). *Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe. Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit*. Waxmann.
46. Huber, S. G. & Hader-Popp, S. (2008). *Unterrichtsentwicklung durch Methodenvielfalt im Unterricht fördern: das Methodenatelier als schulinterne Fortbildung*. PraxisWissen SchulLeitung.
47. Huber, S. G., Günther, P. S., Schneider, N., Helm, C., Schwander, M., Schneider, J. A. & Pruitt, J. (2020). *COVID-19 und aktuelle Herausforderungen in Schule und Bildung. Erste Befunde des Schul-Barometers in Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Münster: Waxmann.

48. Ideland, M., and C. Malmberg. 2014. "Our Common World' Belongs to 'Us': Constructions of Otherness in Education for Sustainable Development." *Critical Studies in Education* 55 (3): 369–386.
49. IPCC [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC.
50. Jablonka, E. (2014). Critical thinking in mathematics education. In S. Lerman, B. Sriraman, E. Jablonka, Y. Shimizu, M. Artigue, ... M. Graven (Eds.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 121-125). Dordrecht: Springer
51. Jahnke, T. (2016). Ein nüchterner Blick auf die Anwendungsorientierung des Mathematikunterrichts. In: *Der Mathematikunterricht* 62.1, S. 55–62.
52. Jank, W. und Meyer, H. (2014). *Didaktische Modelle*. 11. Auflage. Cornelsen.
53. Karjanto, N. (2023). Mathematical modeling for sustainability: How can it promote sustainable learning in mathematics education?
54. Kim, M., Wagner, D. & Jin, Q. (2021). Tensions and Hopes for Embedding Peace and Sustainability in Science Education: Stories from Science Textbook Authors. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*.
55. Kioupi, V., & Voulvoulis, N. (2019). Education for sustainable development: A systemic framework for connecting the SDGs to educational outcomes. *Sustainability*, 11(21), 6104.
56. Klafki, W. (1971): Erziehungswissenschaft als kritisch-konstruktive Theorie: Hermeneutik — Empirie — Ideologiekritik. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 17(3), S. 351–385.
57. Klippert, H. (2002) *Teamentwicklung im Klassenraum. Übungsbausteine für den Unterricht*. Weinheim und Basel: Beltz praxis.
58. Klock, H. (2020). *Adaptive Interventionskompetenz in mathematischen Modellierungsprozessen: Konzeptualisierung, Operationalisierung und Förderung*. Springer Spektrum.
59. Knapp, M. (2007). Vereinte Nationen. In: Schmidt, S., Hellmann, G., Wolf, R. (eds) *Handbuch zur deutschen Außenpolitik*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
60. Kopnina, H., (2020). Education for the future? Critical evaluation of education for sustainable development goals, *The Journal of Environmental Education*, 51:4, 280-291.

61. Kunter, M. (2005). Multiple Ziele im Mathematikunterricht. Münster: Waxmann.
62. Labib, A.W. (2015). Learning (and unlearning) from failures: 30 years on from Bhopal to Fukushima an analysis through reliability engineering techniques. *Process Safety and Environmental Protection*, 97, 80-90.
63. Leal Filho, W., Raath, S., Lazzarini, B., Vargas, V. R., de Souza, L., Anholon, R., Quelhas, O.L.G., Haddad, R., Klavins, M., & Orlovic, V. L. (2018). The role of transformation in learning and education for sustainability. *Journal of cleaner production*, 199, 286-295.
64. Lechuga, M. L., Cifuentes-Faura, J. & Faura-Martínez, Ú. (2020). Mathematics applied to the economy and sustainable development goals: a necessary relationship of dependence. *Education Sciences*, 10(11), 339.
65. Leiss, D. & Tropper, N. (2014). Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht: Adaptives Lehrerhandeln beim Modellieren (Mathematik im Fokus) (2014. Aufl.). Springer.
66. Leiss, D. (2007). „Hilf mir, es selbst zu tun“. Lehrerinterventionen beim mathematischen Modellieren. Franzbecker, Hildesheim.
67. Lekagul, A., Chattong, A., Rueangsom, P., Waleewong, O., & Tangcharoensathien, V. (2022). Multi-dimensional impacts of Coronavirus disease 2019 pandemic on Sustainable Development Goal achievement. *Globalization and Health*, 18(1).
68. Leuders, T. (2001). Qualität im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I und II. Berlin: Cornelsen Scriptor.
69. Leuders, T. (2012). „Einüben oder Ausüben?“ – Übekonzepte im Mathematikunterricht. *Pädagogik*, 64(12), 17–21
70. Leuders, T. & Holzäpfel, L. (2011): Kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft* 39, S.213-230
71. Lin, X., Yang, W., Wu, L., Zhu, L., Wu, D., & Li, H. (2021). Using an inquiry-based science and engineering program to promote science knowledge, problem-solving skills and approaches to learning in preschool children. *Early Education and Development*, 32(5), 695–713
72. Loske, R. & Bleischwitz, R. (1997). Zukunftsfähiges Deutschland: Ein Beitrag zu einer global nachhaltigen Entwicklung (BUND MISEREOR, Hrsg.; 4. Aufl.). Birkhäuser Basel

73. Lugosi, E. & Uribe, G. (2022) Active learning strategies with positive effects on students' achievements in undergraduate mathematics education, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53:2, 403-424
74. Maaß, J. (2020). Was ist „realitätsbezogener Mathematikunterricht“?. In: *Realitätsbezogen Mathematik unterrichten. essentials*. Springer Spektrum, Wiesbaden.
75. Maaß, J., O'Meara, N., Johnson, P. & O'Donoghue, J. (2018). *Mathematical Modelling for Teachers: A Practical Guide to Applicable Mathematics Education*. Cham, Switzerland: Springer Nature.
76. Masingila, J. O. (2002). Chapter 3: Examining students' perceptions of their everyday mathematics practice. *Journal for Research in Mathematics Education*, 11, 30.
77. McKeown, R. (2012). Teacher education 1992 and 2012: Reflecting on 20 years. *Journal of Education for Sustainable Development*, 6(1), 37-41.
78. Meyer, H. (2004). *Was ist guter Unterricht?* Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG.
79. Meyer, H. (2007). *Unterrichtsmethoden. II: Praxisband (12. Aufl.)*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
80. Meyer, M., Tiedemann, K. (2017). Empirische Studien zur Sprache im Fach Mathematik. In: *Sprache im Fach Mathematik. Mathematik im Fokus*. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg
81. Noguera-Méndez, P., & Cifuentes-Faura, J. (2023) Environmental sustainability in economics teaching: analysing Spanish upper secondary economics textbooks, *Environmental Education Research*, 29:9, 1221-1238.
82. Obrecht, A., Pham-Truffert, M., Spehn, E., Payne, D., Altermatt, F., Fischer, M., Passarello, C., Moersberger, H., Schelske, O., Guntern, J., Prescott, G., Geschke, J., & de Bremond, A. (2021). Achieving the SDGs with Biodiversity. In *Achieving the SDGs with Biodiversity* (Bd. 16, Nummer 1). Zenodo.
83. OCDE. *OCDE Future of Education and Skills 2030: OCDE Learning Compass 2030*; OCDE: Paris, France, 2019
84. Paoli, A. D., & Addeo, F. (2019). Assessing SDGs: A methodology to measure Sustainability. *Athens Journal of Social Sciences*, 6(3), 229–250.

85. PCAST (President's Council of Advisors on Science and Technology). (2012). Engage to excel: Producing one million additional college graduates with degrees in science, technology, engineering, and mathematics. White House Office of Science and Technology Policy.
86. Pecher, H., Gabriel, S., Wallner, J., & Überacker, G. (2022). Digitale Endgeräte in Mittelschulen–Bremsklötze und Gelingensbedingungen. Teilauswertung einer Mixedmethods-Fallstudie zur Einführung von digitalen Endgeräten in der 5. Und 6. Schulstufe. *Medienimpulse*, 60(3).
87. Pepin, B. & Roesken-Winter, B. (2014). From beliefs to dynamic affect systems in mathematics education: Exploring a mosaic of relationships and interactions. Berlin: Springer
88. Perkhofer-Czapek, M. & Potzmann, R. (2016). Begleiten, Beraten und Coachen: Der Lehrberuf im Wandel. Springer VS.
89. Project Everyone. (o. D.). World's largest lesson. Abgerufen am 5. Februar 2024, von <https://worldslargestlesson.globalgoals.org/>
90. Quinn, F., Littledyke, M., & Taylor, N. (2015). Issues and dimensions of sustainability. In: N. Taylor, F. Quinn. & C. Eames (Eds.), *Education for sustainability in primary schools* (pp. 15-31). Rotterdam: Sense Publishers.
91. Qurratulain, E., Iffrah, H., Dur-a-, N. (2022). Exploring Sustainable Development Goals and Moral Values in the Oxford Social Studies Textbooks for Primary Classes. *Academic journal of social sciences*, 6(4):069-087.
92. Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2018). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational Psychologist*, 53(3), 145–164.
93. Redman, E., & Larson, K. (2011). Educating for sustainability: Competencies & practices for transformative action. *Journal of Sustainability Education*, 2, 1–20.
94. Reinmann-Rothmeier, Gabi (2003). Didaktische Innovation durch Blended Learning. Leitlinien anhand eines Beispiels aus der Hochschule. Huber
95. Reiss, K., Hammer, C. (2021). Mathematik und Anwendungen im Alltag. In: *Grundlagen der Mathematikdidaktik. Mathematik Kompakt*. Birkhäuser, Cham.
96. Renert, M. (2011). Mathematics For Life: Sustainable Mathematics Education. *For the Learning of Mathematics*, 31(1), 20–26.

97. Riley, N., Lubans, D. R., Holmes, K., Hansen, V., Gore, J., & Morgan, P. J. (2017). Movement-based Mathematics: Enjoyment and Engagement without Compromising Learning through the EASY Minds Program. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6).
98. Roe, J., deForest, R. & Jamshidi S. (2018). *Mathematics for Sustainability: Texts for Quantitative Critical Thinking*. Springer International Publishing AG, 1.
99. Roscoe, R. D. & Chi, M. T. H. (2007). Tutor learning: the role of explaining and responding to questions. *Instructional Science*, 36(4), 321–350.
100. Ruthven, K. & Hofmann, R. (2013). Chance by design: devising an introductory probability module for implementation at scale in English early-secondary education. *ZDM Mathematics Education*, 45(3), 409–423.
101. Schlager, S. (2020). Zusammenhang zwischen Sprachkompetenz und Mathematikleistung. In: *Zur Erforschung des Zusammenhangs zwischen Sprachkompetenz und Mathematikleistung*. Essener Beiträge zur Mathematikdidaktik. Springer Spektrum, Wiesbaden.
102. Schneider, P., Folkens, L., & Busch, M. (2018). The teaching-research-practice nexus as framework for the implementation of sustainability in curricula in higher education. In *Implementing Sustainability in the Curriculum of Universities* (pp. 113-136). Springer, Cham.
103. Scholz, I. (2010). *Pädagogische Differenzierung*. Vandenhoeck & Ruprecht GmbH & Co. KG.
104. Schrader, C. E., and C. M. Wotipka. 2011. "History Transformed? Gender in World War II Narratives in US History Textbooks, 1956-2007." *Feminist Formations* 23 (3): 68–88. " 2011: doi:10.1353/ff.2011.0037.
105. Schubring, Gert (1978): *Das genetische Prinzip in der Mathematik-Didaktik*. Stuttgart: KlettCotta.
106. SDG Watch Austria. (2023). *Veranstaltungsbericht: SDG DialogForum 3.0*. https://sdgwatch.at/files/1370/veranstaltungsbericht_sdg_dialogforum_2023.pdf
107. SDG Watch Austria. (o. D.). *Über die Sustainable Development Goals*. Abgerufen am 2. Februar 2024, von <https://www.sdgwatch.at/de/ueber-sdgs/>
108. Semiz, G. K., & Baykal, I. I. (2020). Middle school pre-service mathematics teachers' opinions related to mathematics education for sustainability. *Eurasian Journal of Educational Research*, 20(89), 111-136.

109. Serow, P. (2015). Education for sustainability in primary mathematics education. In: N.Taylor, F. Quinn. & C. Eames (Eds.), Education for sustainability in primary schools (pp. 177-193). Rotterdam: Sense Publishers.
110. Slopinski, A., Berding, F., Mohr, L. & Heinen, M. (2021). Zur Rolle der nachhaltigen Entwicklung im Schulbuch. AG BFN-Forums „Zum Konzept der Nachhaltigkeit in Arbeit, Beruf und Bildung - Stand in Forschung und Praxis“.
111. Smaniotto, C.; Brunelli, L.; Miotto, E.; Del Pin, M.; Ruscio, E.; Parpinel, M. (2022). Sustainable Development Goals and 2030 Agenda—Survey on Awareness, Knowledge and Attitudes of Italian Teachers of Public Mandatory Schools, 2021. Sustainability 2022, 14, 7469.
112. Stanberry, M. L. (2018). Active learning: A case study of student engagement in college calculus. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology.
113. Statistik Austria. (2023). Nachhaltige Entwicklung in Österreich: größtenteils positiv, Probleme insbesondere im Umweltbereich [Pressemeldung].
114. Sterling, S. Sustainable Education—Re-Visioning Learning and Change; Schumacher Society Briefing No. 6; UIT Cambridge Ltd.: Cambridge, UK, 2001.
115. Südwind, in Kooperation mit Baobab, Klimabündnis Österreich, Zentrum polis, Globale Verantwortung, UNIS. (2023). 17 Ziele für eine bessere Welt.
116. Sund, P., & Gericke, N. (2020). Teaching contributions from secondary school subject areas to education for sustainable development- a comparative study of science, social science and language teachers. Environmental Education Research, 26 (6), 772-794.
117. Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E. N., Behling, S., Chambwe, N., Cintrón, D. L., Cooper, J. D., Dunster, G., Grummer, J. A., Hennessey, K., Hsiao, J., Iranon, N., Jones, L., Jordt, H., Keller, M., Lacey, M. E., Littlefield, C. E., ... Freeman, S. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. Proceedings of the National Academy of Sciences, 117(12), 6476–6483.
118. Thieroff, B., Schubert, J.C. & Göllitz, D. (2021). Entwicklung und empirische Validierung eines kontextorientierten Skalenmodells zur Erfassung des Interesses von Schüler*innen am Klimawandel. ZfDN 27, 45–57.

119. Töpfer, B. (1976). *Methodik des Physikunterrichts*. Heidelberg: Quelle & Meyer.
120. Ufer, S., Heinze, A. & Lipowsky, F. (2015). Unterrichtsmethoden und Instruktionsstrategien. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme & H. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (2015. Aufl., S. 411–434). Springer Spektrum.
121. UN (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Resolution Adopted by the General Assembly on 25 September 2015, 42809, 1-13.
122. UNESCO (2005). *United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005- 2014): International Implementation Scheme*. Paris, UNESCO.
123. UNESCO (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. Paris: UNESCO.
124. UNESCO MGIEP (Hrsg.) (2017): *Schulbücher für nachhaltige Entwicklung. Handbuch für die Verankerung von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)*. New Delhi.
125. Vásquez, C., & García-Alonso, I. (2020). La educación estadística para el desarrollo sostenible en la formación del profesorado [Statistical education for sustainable development in teacher training]. *Profesorado. Revista de Currículum y formación de profesorado*, 24(3), 125-147.
126. Vásquez, C., Alsina, Á., Seckel, M. J., & García-Alonso, I. (2023). Integrating sustainability in mathematics education and statistics education: A systematic review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(11), em2357.
127. Vásquez, C., Seckel, M. J., & Pastells, À. a. I. (2020). Belief system of future teachers on Education for Sustainable Development in math classes. *Uniciencia*, 34(2), 1–30.
128. Vásquez, C.; García-Alonso, I.; Seckel, M.J.; Alsina, Á. (2021). Education for Sustainable Development in Primary Education Textbooks—An Educational Approach from Statistical and Probabilistic Literacy. *Sustainability* 2021, 13, 3115.

129. Vogt, T. & Rousseau, C. (2020). „Mathematik ist unerlässlich, um die UN-Ziele für nachhaltige Entwicklung zu erreichen“. Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, 28(1), 26-29.
130. Vollrath, H. & Roth, J. (2012). Grundlagen des Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe (Mathematik Primarstufe und Sekundarstufe I + II) (2. Aufl.). Spektrum Akademischer
131. Von Koerber, K. (2010). Fünf Dimensionen der Nachhaltigen Ernährung und weiterentwickelte Grundsätze – Ein Update. Ernährung im Fokus, 14, 260–268.
132. Vygotsky, L. S. (1978). Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes (Revised ed.). Harvard University Press.
133. Wagenschein, M. (1992). Verstehen lehren. Genetisch – Sokratisch – Exemplarisch. Weinheim: Beltz.
134. Waltner, E. M., Scharenberg, K., Hörsch, C., & Riess, W. (2020). What teachers think and know about education for sustainable development and how they implement it in class? Sustainability, 12, 1690.
135. Weinert, F.E. (1998). Guter Unterricht ist ein Unterricht, in dem mehr gelernt wird als gelehrt wird. In J. Freund, H. Gruber & W. Weidinger (Hrsg.), Guter Unterricht - Was ist das? Aspekte von Unterrichtsqualität (S. 7–18).
136. Weissberg, R. (2017). Pernicious tolerance: How teaching to “accept differences” undermines civil society. Routledge.
137. Wenzel, Hartmut (1998): Die methodische Kompetenz des Lehrers als Bedingung für guten Unterricht. IN: Freund, Josef, et al. (Hg) (1998): Guter Unterricht – was ist das? Aspekte von Unterrichtsqualität. – Wien: ÖBV, S. 135 – 146.
138. Wiater, W. (2020). Unterrichtsprinzipien (8. Aufl.). Augsburg : Auer Verlag.
139. Winter, H. (1955). Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik, 61, S. 37–46.
140. Winter, H. (1975) Allgemeine Lernziele für den Mathematikunterricht? In: Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 3, S. 106-116
141. Wittmann, E. C. (1981). Grundfragen des Mathematikunterrichts (6. Aufl.). Vieweg Verlag, Braunschweig.
142. Wittmann, E.C. (1995). Aktiv-entdeckendes und soziales Lernen im Arithmetikunterricht.

143. Wohak, K., Sube, M., Schönbrodt, S., Roeckerath, C., & Frank, M. (2021). Authentische und relevante Modellierung mit Schülerinnen und Schülern an nur einem Tag?! In *Realitätsbezüge im Mathematikunterricht* (pp. 37–50)
144. Zapata-Cardona, L.; Marrugo Escobar, L.M. (2019). Critical Citizenship in Colombian Statistics Textbooks. In *Topics and Trends in Current Statistics Educations Research*; Burrill, G., Ben-Zvi, D., Eds.; ICME-13, Monographs; Springer: Cham, Szwitzerland. 373–389.

10. Anhang

10.1. Vollständiges Material

Sustainable Development Goals

17 Ziele für eine bessere Welt



Nutze die
Mathematik!



START >



 Lehrkräfte hier klicken

Index

Hier erhältst du eine Übersicht & kannst direkt zur gewünschten Rubrik navigieren!

Entstehung der SDGs



KLICKE HIER >

Info zu den Zielen



KLICKE HIER >

SDGs & Mathematik



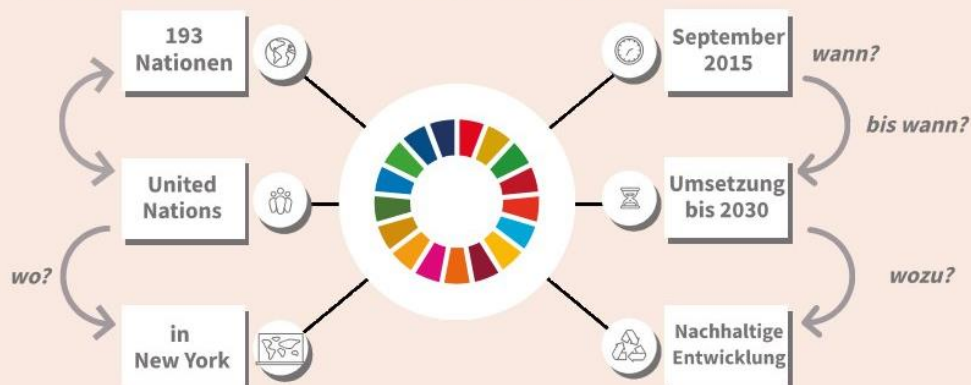
KLICKE HIER >

17 Ziele & Aufgaben



KLICKE HIER >

Entstehung der 17 Nachhaltigkeitsziele

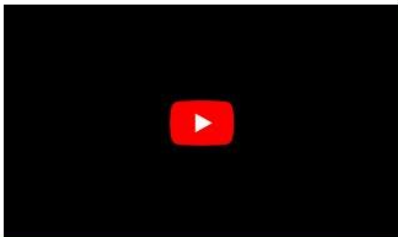


Infos zu den 17 Zielen

- befassen sich mit **globalen Herausforderungen**, z.B. Armut, Klimaschutz, Bildung, Gleichheit & Frieden
- schaffen ein **Bild der Zukunft**, das bis 2030 weltweit & **für alle Menschen** erreicht werden soll
- **nachhaltige** Entwicklung auf **ökonomischer, ökologischer & sozialer** Ebene

Handeln, um eine Welt zu schaffen, in der niemand zurückbleibt!

Sieh dir dieses Video an, um mehr zu erfahren!



Mathematik & SDGs

Du fragst dich bestimmt...
Was haben die Nachhaltigkeitsziele denn mit Mathematik zu tun?!

Die Mathematik trägt ganz wesentlich dazu bei, die Herausforderungen auf der Welt zu **verstehen**! Indem z.B. Modelle dieser Probleme gebildet werden, kann so direkt an Lösungen gearbeitet werden.

Bei Durchbrüchen in der **Technologie**, die uns helfen die Nachhaltigkeitsziele zu erreichen, spielt die Mathematik fast immer eine ganz **wichtige Rolle**!

Hier einige mathematische (Berufs-)Felder, die für unsere Ziele eine Rolle spielen:

weiterklicken...

Geoökologie

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Lehrkräfte hier klicken

1 KEINE ARMUT	2 KEIN HUNGER	3 GESUNDHEIT UND WOHLERGEHEN	4 HOCHWERTIGE BILDUNG	5 GESCHLECHTER-GLEICHHEIT	6 SAUBERES WASSER UND SANITÄR-EINRICHTUNGEN
7 BEZAHLBARE UND SAUBERE ENERGIE	8 MENSCHENWÜRDIGE ARBEIT UND WIRTSCHAFTS-WACHSTUM	9 INDUSTRIE, INNOVATION UND INFRASTRUKTUR	10 WENIGER UNGLEICHHEITEN	11 NACHHALTIGE STÄDTE UND GEMEINDEN	12 NACHHALTIGER KONSUM UND PRODUKTION
13 MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ	14 LEBEN UNTER WASSER	15 LEBEN AN LAND	16 FRIEDEN, GERECHTIGKEIT UND STARKE INSTITUTIONEN	17 PARTNER-SCHAFTEN ZUR ERREICHUNG DER ZIELE	

← zu den Zielen

Handreichung Lehrkraft

Um auf die **Lösungen, eine inhaltliche Übersicht und konkrete Unterrichtsvorschläge** zugreifen zu können, bitte ich um eine kurze Nachricht an adam.catherine92@gmail.com.

Mit dem zurückgesendeten Passwort kann dann unter folgender Seite auf alle zusätzlichen Materialien für Lehrkräfte zugegriffen werden!



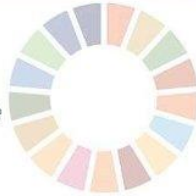

↑
 ↻
 ↓

← zu den Zielen

Handreichung Lehrkraft

Hier gibt es Informationen zum Einsatz der Materialien im Unterricht, eine Übersicht über die mathematischen Inhalte, Erklärungen zum Tool, sowie die Lösungen zu den Mathematik-Aufgaben.

- *Einsatz im Unterricht:* 
- *inhaltliche Übersicht & Hinweise zum Tool:* 
- *Lösungen:* 



↑
 ↻
 ↓



KEINE ARMUT

1

← zu den Zielen

+ Info




Vorkommen extremer Armut

(unter \$2,15 am Tag)



Jahr	Anteil in %	Weltbevölkerung in Mrd.
1981	~45	~5.0
1991	~38	~5.5
2000	~30	~6.0
2010	~15	~6.8
2019	~10	~7.8

Quelle: worldbank.org

Fragen

- Beurteile anhand des Diagramms!**
Extreme Armut ist in den letzten Jahrzehnten deutlich zurückgegangen.
- Berechne!**
Berechne wie viele Menschen im Jahr 1981 von extremer Armut betroffen waren.
- Berechne!**
Berechne wie viele Menschen im Jahr 2019 von extremer Armut betroffen waren.
- Diskutiere!**
Aus welchen Gründen gibt es heute weniger Hungernde auf der Welt?

↑
 ↻
 ↓

Keine Armut

Armut in allen Formen & überall beenden

Armut ist nicht nur ein Thema in den „Entwicklungsländern“. Derzeit sind **14,2%** der ÖsterreicherInnen **armutsgefährdet**. Deren **Teilhabe an der Gesellschaft** ist nur eingeschränkt möglich.

Ob diese relative Armut tatsächlich als „Armut“ bezeichnet werden kann, wird heftig diskutiert. Vielleicht ist Armut in einem reichen Land **anders zu messen** und zu bewerten als in „extrem armen Ländern“.



© Technische Universität Braunschweig

- Armut in der Welt bereits deutlich **zurückgegangen**
- **Ziele bis 2030:**
 - **extreme** Armut gänzlich verhindern
 - Armut um mindestens **50% vermindern**

Extreme Armut ist in den letzten Jahrzehnten deutlich zurückgegangen.

Wahr

Falsch

SEND

Berechne wie viele Menschen im Jahr 1981 von extremer Armut betroffen waren!

ca. 4,3 Mrd.

ca. 0,4 Mrd.

ca. 2 Mrd.

Vorkommen extremer Armut

(unter \$2,15 am Tag)



SEND

Berechne wie viele Menschen in Mrd. im Jahr 2019 von extremer Armut betroffen waren!

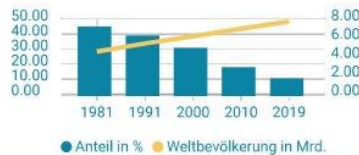
8,6 Mrd.

0,7 Mrd.

1,7 Mrd.

Vorkommen extremer Armut

(unter \$2,15 am Tag)



Quelle: worldbank.org

SEND



KEIN HUNGER

+ Info

← zu den Zielen



Aktuell sind wir rund **8 Milliarden Menschen** auf dem Planeten.

Zur Verfügung stehen uns ca. **1.6 Milliarden Hektar Ackerfläche**.

Jedem Menschen stehen somit also $1,6 \text{ Mrd. ha} : 8 \text{ Mrd. Menschen} \approx 0,2 \text{ ha pro Kopf}$ zur Verfügung!

1. Ordne der Größe nach!

Ziehe die Flächenmaße in das passende Kästchen! Beginne mit dem größten.

dm² a mm² km² ha cm² m²

Flächenmaße

Lösung

NÄCHSTE AUFGABE →

Kein Hunger

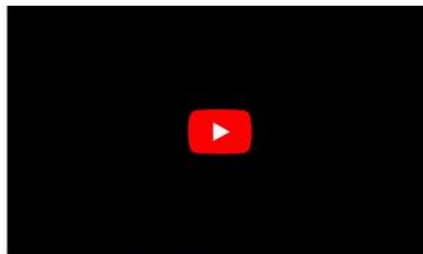
Hunger beenden & Ernährungssicherheit erreichen

Obwohl es weltweit fast 2 Milliarden **Übergewichtige** gibt, ist der Hunger auf der Welt gleichzeitig ein großes Problem.

Rund **800 Millionen** Menschen leiden immer noch an **Hunger** und knapp **2 Milliarden** an **Mangelernährung**.

Und das, obwohl eigentlich genug Nahrung für jeden zur Verfügung steht!

Sowohl Unter- als auch Übergewicht stellen ein hohes **Risiko für die Gesundheit** dar.

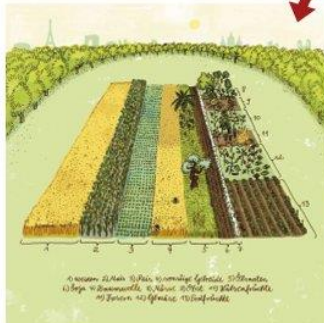


© Technische Universität Braunschweig

- Zahl der Hungernden zuletzt **gestiegen**
- **Ziele bis 2030**, u.a.:
 - alle Formen der **Fehlernährung** beenden
 - **Nachhaltigkeit** der Nahrungsmittelproduktion sicherstellen

2. Verwandle!

Wie viele m² pro Kopf entsprechen diese 0,2 ha Ackerfläche die jeder Person zur Verfügung stehen?



So würde der sogenannte **'Wellacker'** aussehen. In diesem Verhältnis werden die Pflanzen auch auf der Erde angepflanzt

NÄCHSTE AUFGABE →

0,2 ha entsprechen ...

20 m²

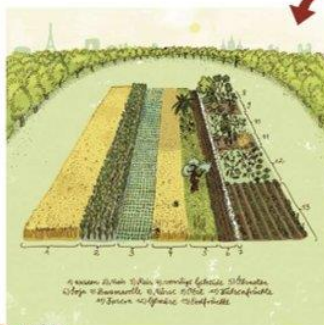
2 m²

2000 m²

SEND

2. Verwandle!

Wie viele m² pro Kopf entsprechen diese 0,2 ha Ackerfläche die jeder Person zur Verfügung stehen?



So würde der sogenannte **'Wellacker'** aussehen. In diesem Verhältnis werden die Pflanzen auch auf der Erde angepflanzt

3. Umkehraufgabe

Bei dem globalen Acker handelt es sich um eine quadratische Ackerfläche mit einem Flächeninhalt von 2000 m². Wie lang ist eine Seite dieses Quadrats?

NÄCHSTE AUFGABE →

Wenn der Flächeninhalt des Quadrats 2000 m^2 ist, dann beträgt die Länge einer Seite ungefähr...

20 m

10 m

45 m

SEND



KEIN HUNGER

+ Info

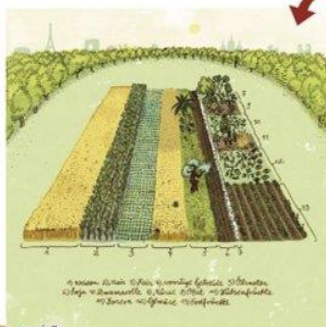
2

← zu den Zielen



2. Verwandle!

Wie viele m^2 pro Kopf entsprechen diese 0,2 ha Ackerfläche die jeder Person zur Verfügung stehen?



So würde der sogenannte **'Wellacker'** aussehen. In diesem Verhältnis werden die Pflanzen auch auf der Erde angepflanzt

3. Umkehraufgabe

Bei dem globalen Acker handelt es sich um eine quadratische Ackerfläche mit einem Flächeninhalt von 2000 m^2 . Wie lang ist eine Seite dieses Quadrats?

4. Sieh dir das **Bild** des globalen Ackers genau an. Allein 4 Nutzpflanzen machen über die Hälfte des Anbaus aus. Welche wird weltweit am häufigsten angebaut?



NÄCHSTE AUFGABE

Weltweit wird diese Nutzpflanze am häufigsten angebaut.

Soja

Weizen

Mais

Reis

SEND

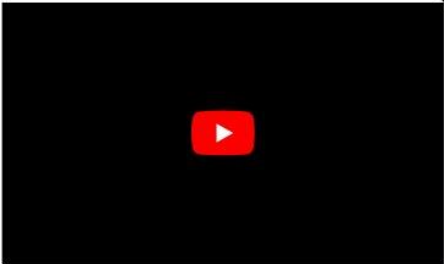
Gesundheit & Wohlergehen

für alle Menschen jeden Alters

Während in **Entwicklungsländer** nur die **Hälfte** **aller Frauen** Zugang zu Gesundheitsfürsorge hat, jährlich mehr als **sechs Millionen Kinder** vor ihrem fünften Geburtstag sterben und sich Infektionskrankheiten **rasch ausbreiten** , gibt es in Industrieländern ganz andere Probleme.

"Wohlstands"risiken wie ungesunde Ernährung und mangelnde Bewegung führen ebenfalls zu schweren Krankheiten.

Auch die Gefährdung der **psychischen Gesundheit** spielt eine immer größere Rolle.



© Technische Universität Braunschweig

- Verhinderung von Millionen Todesfällen durch **Impfungen & Therapien**
- **Ziele bis 2030, u.a.:**
 - **Mütter- & Kindersterblichkeit** senken
 - **psychische Gesundheit** fördern

Was bedeutet Gesundheit für dich?

You can select more than one answer

körperliche Gesundheit

seelisches Wohlbefinden

nicht krank zu sein

soziale Zufriedenheit

SEND

GEW

Runde auf ganze Zahlen (ohne Komma)!

Lebensmittel	Zucker pro 100 g	Menge	enthaltener Zucker in g	Stück Würfelzucker
Nutella	55,9 g	400 g Glas		
Chips	3 g	150 g Pkg.		
Schokolade	55 g	90 g Tafel		
Gummibärchen	46 g	200 g Pkg.		
Cola	10,6 g	0,5 l Flasche		
Eistee	7,5 g	0,33 l Dose		

4 HOCHWERTIGE BILDUNG

+ Info



← zu den Zielen



In **vielen europäischen Ländern**, wie Österreich, Deutschland oder Frankreich, gibt es **keine Studiengebühren** mehr, d.h. wenn du später studieren möchtest (und in der vorgesehenen Studiendauer bleibst), kannst du hier die **staatliche Universität** kostenlos besuchen!

1. Diskutiere!

Welche Vorteile und auch Nachteile hat eine kostenlose Universität für ein Land?

2. Recherchiere!

Finde heraus, wie hoch die jährlichen Studiengebühren sind in: ➔

- den USA
- Großbritannien
- Australien

Du kannst dafür folgenden Link benutzen:

[INFO KOSTEN](#)

NÄCHSTE AUFGABE ➔

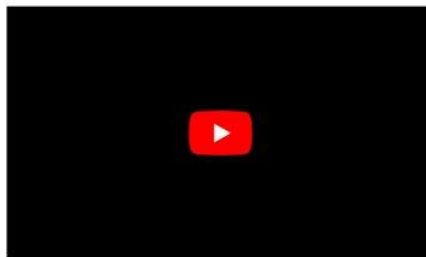
Hochwertige Bildung

**inklusiv, gleichberechtigt & hochwertig
Förderung lebenslangen Lernens**

Bildung ermöglicht den Menschen **gute Jobs** und ein **besseres Einkommen**. Bildung ist daher beim **Kampf gegen die Armut** sehr wichtig.

Die Zahl der Kinder, die eine Schule besuchen, steigt zwar, allerdings gehen immer noch **58 Millionen Kinder nie zur Schule**. **55 %** aller Kinder können **weder lesen noch rechnen**.

In Österreich werden Bildungschancen **stark vererbt**, d.h. dass nicht alle Kinder die gleichen Chancen auf die gleiche Ausbildung haben.



© Technische Universität Braunschweig

- Zahl **eingeschulter** Kinder steigt ständig
- **Ziele bis 2030**, u.a.:
 - Bildung **gleichberechtigt & kostenlos**
 - alle Menschen können **lesen, schreiben & rechnen**

Sortiere die Länder nach der Höhe der Studiengebühren. Beginne mit dem teuersten Land!

Australien

USA

Großbritannien

Österreich

SEND

4

HOCHWERTIGE BILDUNG

+ Info

← zu den Zielen

Die durchschnittlichen jährlichen Kosten in den genannten Ländern lauten wie folgt:

USA → 25 500 €
 Großbritannien → 17 500 €
 Australien → 19 500 €

3. Diagramm
 Trage die obigen Durchschnittswerte in das Diagramm ein!

4. Fragen
 Beantworte mit den erhaltenen Informationen folgende Fragen!

	A	B	C
1	Land	Kosten pro Jahr	
2	Österreich	10000	
3	USA	10000	
4	Großbritannien	10000	
5	Australien	10000	
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

4

HOCHWERTIGE

← zu den Zielen

Die durchschnittlichen jährlichen Kosten in den genannten Ländern lauten wie folgt:

USA → 25 500 €
 Großbritannien → 17 500 €
 Australien → 19 500 €

3. Diagramm
 Trage die obigen Durchschnittswerte in das Diagramm ein!

4. Fragen
 Beantworte mit den erhaltenen Informationen folgende Fragen!

1 / 4

Das Studium in den USA kostet immer mehr als ein Studium in Großbritannien.

☐ wahr

☐ falsch

4

HOCHWERTIGE

← zu den Zielen

Die durchschnittlichen jährlichen Kosten in den genannten Ländern lauten wie folgt:

USA → 25 500 €
 Großbritannien → 17 500 €
 Australien → 19 500 €

3. Diagramm
 Trage die obigen Durchschnittswerte in das Diagramm ein!

4. Fragen
 Beantworte mit den erhaltenen Informationen folgende Fragen!

2 / 4

Im Schnitt bezahlt man für ein Studium in Australien weniger als in den USA.

☐ wahr

☐ falsch

4 HOCHWERTIGE

3 / 4

Ein Studium in Österreich hat im Schnitt die höchsten Studiengebühren.

☐ wahr

☐ falsch

Die durchschnittlichen Studiengebühren in den genannten Ländern:

- USA → 25 500 €
- Großbritannien → 10 000 €
- Australien → 10 000 €

3. Diagramm
Trage die obigen Informationen in das Diagramm ein.

4. Fragen
Beantworte mit den erhaltenen Informationen folgende Fragen!

4 HOCHWERTIGE

4 / 4

Anhand des Diagramms ist erkennbar, dass ein Studium in Großbritannien auf jeden Fall über 15 000 € kosten muss.

☐ wahr

☐ falsch

Die durchschnittlichen Studiengebühren in den genannten Ländern:

- USA → 25 500 €
- Großbritannien → 10 000 €
- Australien → 10 000 €

3. Diagramm
Trage die obigen Informationen in das Diagramm ein.

4. Fragen
Beantworte mit den erhaltenen Informationen folgende Fragen!

5 GESCHLECHTERGLEICHHEIT

In vielen Berufen gibt es heutzutage noch große Unterschiede im Geschlechterverhältnis. Einige Beispiele hierzu siehst du in diesem Diagramm.

1. Verhältnis
Berechne das Verhältnis der Geschlechter für die angegebenen Berufe! Kürze so weit wie möglich!

2. Diskutiert in der Klasse!
Welche Auswirkungen könnten große Geschlechterunterschiede in den Berufen auf die Gesellschaft haben?

GESCHLECHTERVERHÄLTNIS IN VERSCHIEDENEN BERUFEN

Beruf	W (w)	M (m)
ElektronikerIn	1	99
MechatronikerIn	5	95
GärtnerIn	21	79
HumanmedizinerIn	48	52
Bürokaufmann/frau	80	20
KrankenpflegerIn	86	14
KassiererIn	90	10
KindergärtnerIn	96	4

Geschlechtergleichheit

Geschlechtergleichheit & Befähigung zur Selbstbestimmung

Die Hälfte der Weltbevölkerung sind Frauen und Mädchen. In vielen Ländern haben Frauen **geringere Chancen**, z.B. zu Bildung.

Ungefähr jede dritte Frau erlebt in ihrem Leben physische oder/und sexuelle **Gewalt**. 700 Millionen Mädchen unter 18 werden jährlich **zwangsverheiratet**.

In Österreich haben Mädchen und Frauen die durchschnittlich **besseren Schulnoten** und **höhere Bildungsabschlüsse**. Trotzdem arbeiten mehr Männer in Spitzenpositionen und verdienen im Schnitt mehr Geld.



© Technische Universität Braunschweig

- nach wie vor **körperliche & sexuelle Gewalt**
- **Ziele bis 2030**, u.a.:
 - alle Formen der **Diskriminierung** beenden
 - alle Formen von **Gewalt & schädlichen Praktiken** beseitigen

Aufgabe
Ordne den Berufen das passende Geschlechterverhältnis w : m zu!

OK

24 : 1

GärtnerIn

12 : 13

Bürokaufmann/frau

KassiererIn

KrankenpflegerIn

2 : 9

HumanmedizinerIn

1 : 99

ElektronikerIn

1 : 5

MechatronikerIn

79

79

?

zu den Zielen

SAUBERES WASSER & SANITÄREINRICHTUNGEN

+ Info

← zu den Zielen

1. Lückentext

Wenn du Hilfe bei einer Antwort benötigst, klicke auf das Pfeil-Symbol daneben!

Der durchschnittliche Wasserverbrauch in Österreich liegt bei ungefähr 135 l Wasser pro Person pro Tag!

D.h. dass ein Haushalt mit 4 Personen am Tag rund dm³ Wasser verbraucht. ?

Davon werden allerdings nur 3 l pro Person fürs Trinken benötigt. Das meiste Wasser wird für Körperhygiene, Toilettenspülung, Wäsche waschen und ähnliches verbraucht.

Du hast sicher schon mal einen tropfenden Wasserhahn gesehen. Dieser verursacht nicht bloß ein nervenaufreibendes Geräusch, sondern verschwendet auch Wasser!

Angenommen der Wasserhahn tropft jede Sekunde und ein Tropfen enthält 0,25 ml Wasser.

In einer Woche werden dadurch l Wasser verschwendet! ?

Im europäischen Durchschnitt kostet 1 m³ Wasser etwa 2,5 € (Stand Ende 2023).

Der tropfende Wasserhahn würde somit € zusätzliche Kosten am Tag verursachen. ?

In einem Jahr (kein Schaltjahr) würden dadurch sogar Kosten von € entstehen. ?

Sauberes Wasser & Sanitäreinrichtungen

Verfügbarkeit & nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser

Weltweit hat fast ein Drittel aller Menschen keine Möglichkeit **hygienisch und sicher eine Toilette** zu benutzen.

Dies hat schwere Folgen für die Gesundheit, da so Keime im Wasser verbreitet werden. Jährlich sterben rund eine halbe Million Kinder wegen **verschmutztem Wasser**.

Durch nachhaltige Bewirtschaftung des Wassers können **Ökosysteme, die biologische Vielfalt und das Klima** geschützt werden.



© Technische Universität Braunschweig

- sauberes Wasser & hygienische Einrichtungen sind **Menschenrechte**
- Ziele bis 2030**, u.a.:
 - Zugang zu einwandfreiem & bezahlbarem **Trinkwasser** für alle
 - Wasserqualität** weltweit verbessern

SAUBERES WASSER & SANITÄREINRICHTUNGEN

+ Info

zu den Zielen

1. Lückentext

Wenn du Hilfe bei einer Aufgabe brauchst, klicke hier.

Der durchschnittliche Verbrauch einer Person beträgt 135 l. D.h. dass ein Haushalt mit 4 Personen einen Verbrauch von dm³ hat.

Davon werden allerdings 10 l für die Toilettenspülung, Wäsche waschen und ähnliche Aktivitäten verbraucht.

Du hast sicher schon bemerkt, dass Wasser auch ohne unser Zutun verschwendet wird. Angenommen der Wasserverbrauch in einem Haushalt beträgt 100 dm³ pro Woche.

Im europäischen Durchschnitt kostet 1 m³ Wasser etwa 2,5 € (Stand Ende 2023). Der tropfende Wasserhahn würde somit € zusätzliche Kosten am Tag verursachen. In einem Jahr (kein Schaltjahr) würden dadurch sogar Kosten von € entstehen.

1 l Wasser hat ein Volumen von 1 dm³.

Der durchschnittliche Verbrauch einer Person von 135 l hat somit ein Volumen von dm³.

Wenn 4 Personen in einem Haushalt leben, vervierfacht sich der Verbrauch ungefähr. (Wir setzen hier, der Einfachheit halber, eine Proportionalität voraus. Einige Verbrauchsaktivitäten, wie Wäsche waschen oder Geschirr reinigen, vervierfachen sich ja nicht automatisch.)

Somit hat dieser Haushalt einen Verbrauch von dm³.

SAUBERES WASSER & SANITÄREINRICHTUNGEN

+ Info

zu den Zielen

1. Lückentext

Wenn du Hilfe bei einer Aufgabe brauchst, klicke hier.

Der durchschnittliche Verbrauch einer Person beträgt 135 l. D.h. dass ein Haushalt mit 4 Personen einen Verbrauch von dm³ hat.

Davon werden allerdings 10 l für die Toilettenspülung, Wäsche waschen und ähnliche Aktivitäten verbraucht.

Du hast sicher schon bemerkt, dass Wasser auch ohne unser Zutun verschwendet wird. Angenommen der Wasserverbrauch in einem Haushalt beträgt 100 dm³ pro Woche.

Im europäischen Durchschnitt kostet 1 m³ Wasser etwa 2,5 € (Stand Ende 2023). Der tropfende Wasserhahn würde somit € zusätzliche Kosten am Tag verursachen. In einem Jahr (kein Schaltjahr) würden dadurch sogar Kosten von € entstehen.

Wenn der Wasserhahn jede Sekunde tropft und ein Tropfen 0,25 ml Wasser enthält, dann ergibt das pro Minute eine Menge von ml Wasser, denn eine Minute enthält 60 Sekunden und somit tropft der Hahn 60 mal pro Minute.

Da in einer Stunde 60 Minuten enthalten sind, werden in einer Stunde ml Wasser verschwendet.

Ein Tag hat 24 Stunden, somit gehen pro Tag ml Wasser verloren.

In einer Woche sind 7 Tage. Der Wasserverlust pro Woche entspricht also einer Menge von ml, beziehungsweise l Wasser.

SAUBERES WASSER & SANITÄREINRICHTUNGEN

[+ Info](#) [zu den Zielen](#)

1. Lücke
Wenn d

Wie eben berechnet, führt der tropfende Wasserhahn zu einem Wasserverbrauch von 21600 ml, bzw l pro Tag.

1 l Wasser entspricht einem Volumen von 1 dm³. Da 1 m³ 1000-mal größer ist, passen hier l Wasser hinein.

Der oben angegebene tägliche Verlust von l Wasser, entspricht somit einem Volumen von m³ Wasser.

1 m³ Wasser kostet in vielen europäischen Ländern etwa 2,5 €. Der tropfende Hahn würde somit € zusätzliche Kosten pro Tag verursachen.

Ein Jahr (kein Schaltjahr) hat 365 Tage. Somit entspricht der Wasserverlust zusätzlichen Kosten von € pro Jahr!

In einem Jahr (kein Schaltjahr) würden dadurch sogar Kosten von € entstehen.

genially Education

BEZAHLBARE & SAUBERE ENERGIE

[+ Info](#) [zu den Zielen](#)

Energie, sowie auch der Energieverbrauch, z.B. bei Stromkosten, wird häufig in **Wattstunden Wh** oder **Kilowattstunden kWh** angegeben.

Ein Haushalt verbraucht jährlich etwa **3500 kWh**. Eine einzige Windkraftanlage reicht aus, um ganze **2000 Haushalte** mit Energie zu versorgen!

Wie viel **Energie** in kWh produziert das Windrad **pro Tag**? ➤

Eine volle Ladung eines Laptop-Akkus benötigt im Schnitt ca. 41 Wh, während der Akku eines Smartphones ungefähr 10.640 mWh benötigt

Wie lange könntest du die **beiden Geräte** mit der durchschnittlichen, **täglich gewonnenen Energie eines Windrades** jeden Tag voll aufladen? ➤



Bezahlbare & saubere Energie

bezahlbar, verlässlich, nachhaltig & modern

Zu jeder Zeit genug Energie zur Verfügung zu haben ist ein wichtiger Faktor für **hohe Lebensqualität**. Diese Energie wird im Alltag ständig benötigt, z.B. zum Heizen, zum Kochen oder für Licht.

Zwar hat sich der Zugang zu Elektrizität in ärmeren Ländern verbessert, allerdings haben ca. 2,5 Milliarden Menschen immer noch **keinen ausreichenden Zugang** zur benötigten Energie.

In Österreich kommt die Energie zu 65% aus **fossilen Quellen**, die nicht nachhaltig sind.

© Technische Universität Braunschweig

- fossile Energien sind besonders schädlich für Klima
- Ziele bis 2030**, u.a.:
 - Anteil **erneuerbarer Energie** erhöhen
 - Zugang zu **verlässlichen & sauberen Energiedienstleistungen** sichern

?

×

Wie viel Energie in kWh produziert das Windrad pro Tag ungefähr?

8220 kWh

4,1 kWh

19180 kWh

SEND

?

×

Wie lange ca. könntest du das Handy & den Laptop mit der durchschnittlichen, täglich gewonnenen Energie eines Windrades täglich aufladen?

über 1000 Jahre

280 Tage

2 Tage

SEND

BEZAHLBARE & SAUBERE ENERGIE

+

Info

7

← zu den Zielen

Zur Erinnerung: Die jährliche Energie eines einzigen Windrads reicht für 2000 Haushalte, mit jeweils einem durchschnittlichen Verbrauch von 3500 kWh. Aktuell gibt es rund 4 000 000 Haushalte in Österreich.

Wie viele Windkraftanlagen bräuchte man, um jeden Haushalt in Österreich **ausschließlich mit Windenergie** zu versorgen?

Für die vom Windrad erzeugte Leistung gilt die Formel $P = c \cdot A \cdot v^3$. v steht dabei für die Windgeschwindigkeit, A für die Kreisfläche, die die Rotorblätter bilden und c ist eine Konstante.

Entscheide mittels der **Formel**:

Wie verändert sich die Leistung des Windrads, wenn sich die **Windgeschwindigkeit v verdoppelt**?



?

×

Wie viele Windkraftanlagen bräuchte man, um jeden Haushalt in Österreich ausschließlich mit Windenergie zu versorgen?

1170

1 370 000

2000

SEND

?

×

Wenn die Windgeschwindigkeit sich verdoppelt, dann steigt die Leistung des Windrads auf das ...

2-fache

3-fache

4-fache

5-fache

8-fache

9-fache

SEND

+

 Info

8

MENSCHENWÜRDIGE ARBEIT & WIRTSCHAFTSWACHSTUM

← zu den Zielen

In der Grafik rechts siehst du die Arbeitslosenquote in % in Österreich in den Jahren 2014 – 2023.

1. mittlere Änderung

Berechne die mittlere Änderungsrate der Arbeitslosenquote in den Zeitintervallen [2014; 2023], [2014;2020] und [2020;2023].

2. Diagramm

Suche das entsprechende Diagramm für den Verlauf der Arbeitslosenquote in den Jahren 2014 – 2023.

3. statistische Kennwerte

Ordne dem Boxplot die entsprechenden Kennwerte zu! Wie sind die Kennzahlen aus dem Boxplot zu interpretieren?

4. Anteil

Berechne die Anzahl der Arbeitslosen im Jahr 2020!

Jahr	Arbeitslosenquote in %
2014	8,4
2015	9,1
2016	9,1
2017	8,5
2018	7,7
2019	7,4
2020	9,9
2021	8,0
2022	6,3
2023	6,5

Menschenwürdige Arbeit & Wirtschaftswachstum

Um Arbeitsplätze für alle zu schaffen, benötigt die Welt ein **nachhaltiges und inklusives** Wirtschaftswachstum.

Die **Ungleichheit** auf der Welt ist hoch. Im Jahr 2018 war die **Arbeitslosenquote** z.B. in Nordafrika und Lateinamerika 2,5-mal so hoch wie in Zentral- und Südasien. Vor allem **junge Menschen** sind betroffen.

Gleichzeitig verdienen ca. 700 Millionen Menschen trotz ihres Jobs **nicht genug** um ihre Familie zu ernähren.



© Technische Universität Braunschweig

- Arbeitsverhältnisse in den letzten Jahren verschlechtert
- **Ziele bis 2030**, u.a.:
 - Anteil **junger Menschen** ohne Arbeit oder Ausbildung verringern
 - **Zwangsarbeit** abschaffen

MENSCHENWÜRDIGE ARBEIT &

In der Grafik sind die Arbeitslosenquoten in Prozent für die Jahre 2014 bis 2020 dargestellt. Berechnen Sie die mittlere Änderungsrate der Arbeitslosenquote in der angegebenen Zeitspanne!

Aufgabe

Berechne die (gerundete) mittlere Änderungsrate der Arbeitslosenquote in der angegebenen Zeitspanne!

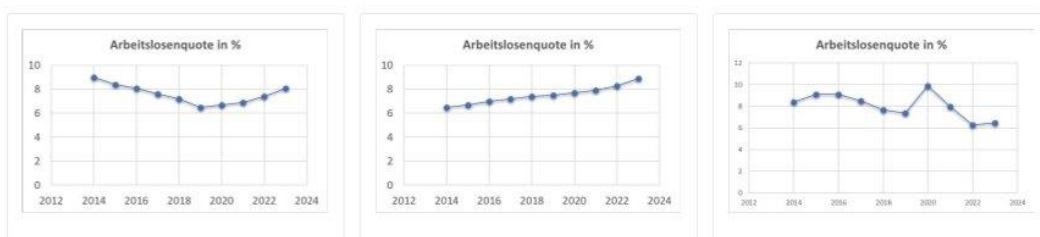
OK

2014: +0,25
2020: -1,13
2023: -1,9
2024: 6,5

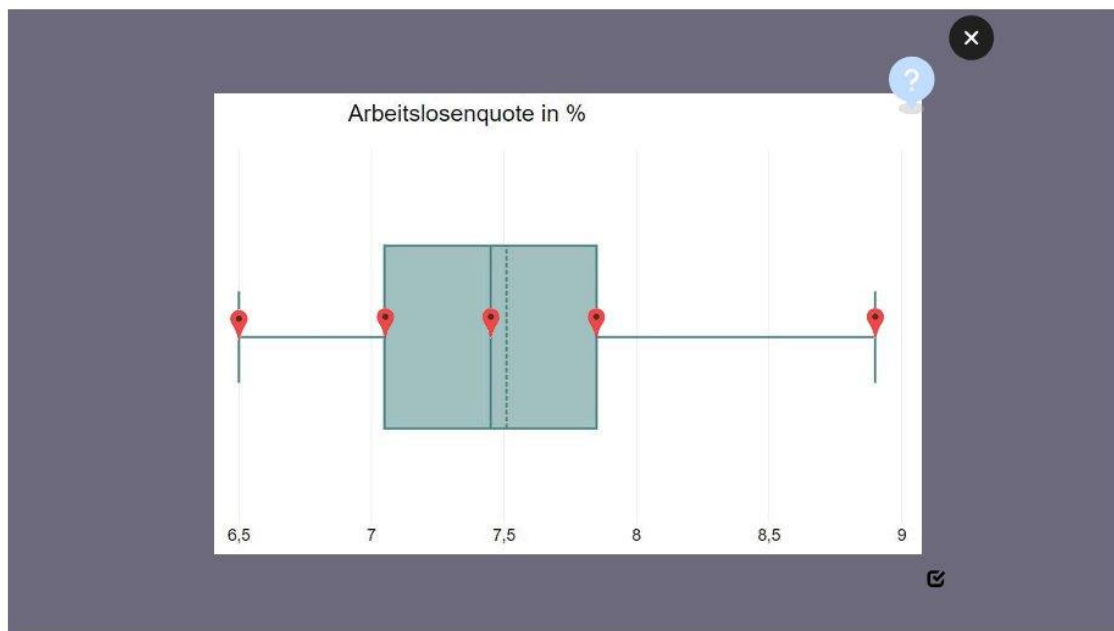
1. mittlere Änderungsrate
2. Diagramm
3. statistische Ordnung
4. Anteil

Berechne die Anzahl der Arbeitslosen im Jahr 2020!

Welches Diagramm entspricht dem Verlauf der Arbeitslosenquote aus der Tabelle?



SEND



Berechne die Anzahl der Arbeitslosen im Jahr 2020, wenn es insgesamt 3 717 164 unselbstständige Erwerbsfähige gab. Runde auf Tausender!

368 000 Arbeitslose

3 680 000 Arbeitslose

375 000 Arbeitslose

9 INDUSTRIE, INNOVATION & INFRASTRUKTUR + Info [← zu den Zielen](#)

In der Technologiebranche heißt es, dass sich die Geschwindigkeit von **Computerprozessoren** alle 18 Monate **verdoppelt**.

1. Verdoppelungszeit

Wie viel mal so schnell wären demnach die Prozessoren im Jahr 2035 verglichen mit dem Jahr 2023? ➔

2. Diskutiere!

Laut einer Statistik gibt es pro **100 Einwohner** der entwickelten Welt im Schnitt **über 120 Handys**. Wie ist das möglich? 💬

Beim Binärsystem werden Zahlen nur mit den **Ziffern 1 und 0** dargestellt. Alle Computer & Smartphones arbeiten mit dem Binärsystem. Es handelt sich also um die "**Sprache der Technik**"!

Wie du eine Binärzahl in die dir bekannten Dezimalzahlen **umwandelst**, erfährst du in diesem Video! ▶

3. Binärsystem

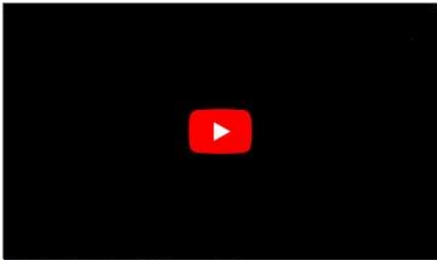
Wandle dann selbst Binärzahlen in Dezimalzahlen um! ➔

Industrie, Innovation & Infrastruktur

widerstandsfähig, breitenwirksam & nachhaltig

Viele Ziele, wie das Wirtschaftswachstum oder der Klimaschutz, sind **abhängig von einer guten Infrastruktur** und den nötigen Technologien. Innovation ist daher **essentiell für Fortschritt** und eine Verbesserung der Lebensqualität.

Bisher war die Industrialisierung in Europa mit klimaschädlichen Faktoren wie Kohle verbunden. Entwicklungsländer haben die Chance diese **ökologischen Schäden** zu vermeiden und **nachhaltige, saubere Technologien** zu nutzen.



© Technische Universität Braunschweig

- Industrialisierung als **Chance für Gesellschaft**
- Ziele bis 2030**, u.a.:
 - einheimische** Technologieentwicklung
 - moderne Infrastruktur & effizienter** Ressourceneinsatz

Wie viel mal so schnell wären die Prozessoren im Jahr 2035 verglichen mit dem Jahr 2023, wenn sich die Geschwindigkeit tatsächlich alle 18 Monate verdoppelt?

24 mal so schnell

12 mal so schnell

256 mal so schnell

andere Lösung

SEND



INDUSTRIE, INNOVATION & INFRASTRUKTUR

+ Info

101101

1001

10111

111

Aufgabe

Wandle die Binärzahlen in Dezimalzahlen um!

OK

Beim Binärsystem werden Zahlen nur mit den **Ziffern 1 und 0** dargestellt. Alle Computer & Smartphones arbeiten mit dem Binärsystem. Es handelt sich also um die "**Sprache der Technik**". Wie du eine Binärzahl in die dir bekannten Dezimalzahlen **umwandelst**, erfährst du in diesem Video

3. Binärsystem

Wandle dann selbst Binärzahlen in Dezimalzahlen um!

WENIGER UNGLEICHHEITEN

+ Info

← zu den Zielen



1. Recherche

Recherchiere das **unterste Einstiegsgehalt** folgender Berufe in Österreich. Verwende dazu folgenden Link: [\[Link\]](#)
Verschiebe die Punkte so, dass sie auf dem entsprechenden Platz auf der Zahlengerade liegen!



Berechne den Durchschnitt dieser Einstiegsgehälter!

Durchschnitt = € falsch

Bewege den Punkt D auf der Zahlengerade so, dass er dem Durchschnitt entspricht.

NÄCHSTE AUFGABE →

Weniger Ungleichheiten

in & zwischen den Ländern

Obwohl die weltweite Armut in den letzten Jahren zurückgegangen ist, ist die Ungleichheit in vielen Ländern gestiegen. Diese Unterschiede gefährden die **soziale Entwicklung** und führen zu mehr **Kriminalität, Krankheit und Umweltzerstörung**.

Die **Kluft zwischen "armen" und "reichen"** Menschen und Ländern wird immer größer. Auch in Österreich besitzen die bestverdienenden 5% der Bevölkerung 50% des Gesamtvermögens, während die untere Hälfte der Haushalte nur 4% dieses Vermögens besitzen!

© Technische Universität Braunschweig

- **größerer Abstand** zwischen arm und reich
- **Ziele bis 2030**, u.a.:
 - **Chancengleichheit** gewährleisten
 - soziale, wirtschaftliche und politische **Inklusion für alle** fördern

WENIGER UNGLEICHHEITEN

+ Info

← zu den Zielen



2. Diskutiere!

Was sagt der Durchschnitt der Einstiegsgehälter hier eigentlich aus?

3. Anteil Wohnausgaben

Familie Putz hat ein monatliches Einkommen von 3510 €. Ein Fünftel davon muss sie für die Wohnungsmiete bezahlen. Die Miete entspricht also €.

Herr Hölzel wohnt mit seiner Tochter ebenfalls in einer Mietwohnung. Er verdient monatlich 1755 €. Die Miete ist bei ihm genau so hoch wie bei Familie Putz. Bei Herrn Hölzel macht das %, beziehungsweise Fünftel seines Einkommens aus.

4. Diskutiere!

Im Schnitt wendet ein Haushalt in Österreich 18% des Einkommens für Wohnkosten auf.
 Ist die Belastung dabei für jeden Haushalt gleich hoch? Wer könnte hier besonders schwer belastet sein?

NACHHALTIGE STÄDTE & GEMEINDEN

+ Info

← zu den Zielen



Weltweit steigt die Anzahl der Menschen, die in Städten wohnen rasant an! Dadurch wird der Wohnraum in der Stadt immer knapper und die Bevölkerungsdichte nimmt immer weiter zu.

1. Diskutiere!

Wie beeinflusst die steigende Bevölkerungszahl die Notwendigkeit von Grünflächen und Parks in der Stadt?

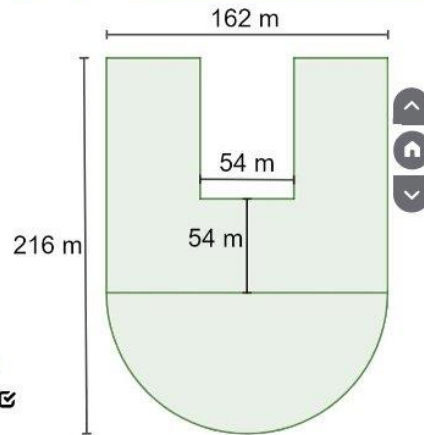
2. zusammengesetzte Fläche

Eine Stadt plant folgende Grünfläche als Erholungsgebiet für Anrainer anzulegen. Wie viel m^2 Grünfläche wird den Bewohnern zur Verfügung gestellt?

Runde auf ganze Zahlen!

Die Grünfläche hat eine Fläche von insgesamt Quadratmetern

Klicke hier wenn du Hilfe brauchst!

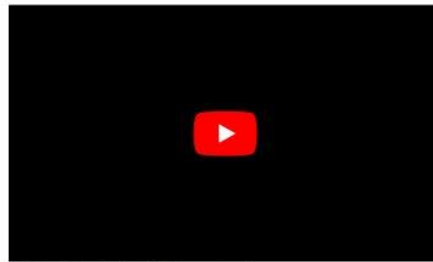


Nachhaltige Städte & Gemeinden

inklusiv, sicher, widerstandsfähig & nachhaltig

Über die Hälfte aller Menschen wohnt mittlerweile in Städten. Mit dieser raschen Entwicklung konnten **Lebensqualität, Sicherheit und Nachhaltigkeit** in vielen Städten nicht mithalten. Über 863 Millionen Menschen wohnen in **Slums**. Hier gibt es zahlreiche Probleme, z.B. **schlechte Straßen, unzuverlässige Energieversorgung und zu wenige Schulen**.

Gleichzeitig sind Städte für über 70% der **CO₂-Emissionen** und für 60% des **Rohstoffverbrauchs** verantwortlich



© Technische Universität Braunschweig

- Armutsrate in Städten geringer als am Land
- Ziele bis 2030, u.a.:
 - Zugang zu angemessenem Wohnraum
 - von Stadt ausgehende **Umweltbelastung** senken

NACHHALTIGE STÄDTE & GEMEINDEN

← zu den Zielen



Weltweit steigt die Anzahl der Menschen, die in Städten wohnen rasant an! Dadurch wird der Wohnraum in der Stadt immer knapper und die Bevölkerungsdichte nimmt immer weiter zu.

1. Diskutiere!

Wie beeinflusst die steigende Bevölkerungszahl die Notwendigkeit von Grünflächen und Parks in der Stadt?

2. zusammengesetzte Fläche

Eine Stadt plant folgende Grünfläche als Erholungsgebiet für Anrainer anzulegen. Wie viel m^2 Grünfläche wird den Bewohnern zur Verfügung gestellt?

Runde auf ganze Zahlen!

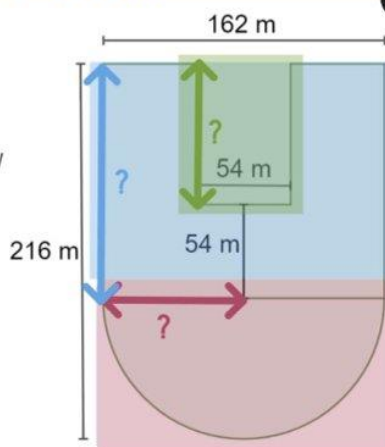
Die Grünfläche hat eine Fläche von insgesamt Quadratmetern



Klicke hier wenn du Hilfe brauchst!

1. Berechne zuerst die Fläche vom Halbkreis. Da die Formel für den Kreis $A = \pi \cdot r^2$ ist, finde zuerst den Radius des Kreises heraus!
2. Berechne nun die Fläche vom oberen Rechteck! Die Länge kannst du direkt ablesen. Die Breite musst du noch (mithilfe des Kreisradius) herausfinden!
3. Jetzt musst du nur noch die Fläche des fehlenden Rechtecks ausrechnen! Finde noch dessen Länge heraus!

Nun bist du bereit für die Gesamtfläche!

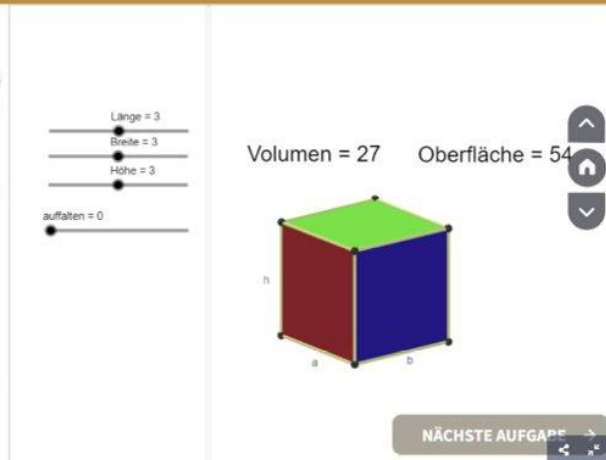


Plastik ist zwar sehr praktisch zur Verpackung von Lebensmitteln und Gebrauchsgegenständen, allerdings stellt die Herstellung und vor allem die Entsorgung von Plastik eine große Belastung für die Umwelt dar!

1. Volumen - Oberfläche

Experimentiere mit diesem Applet, wann das Verhältnis 'Volumen zu Oberfläche' eines Quaders am besten ist.

Wie müsste eine quaderförmige Verpackung also aussehen, damit **möglichst wenig Verpackungsmaterial** benötigt wird für ein **möglichst großes Volumen**?

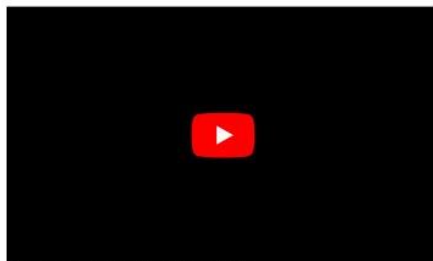


Nachhaltiger Konsum & Produktion

Die aktuellen Produktionsmuster, vor allem in den Industriestaaten, benötigen eine **Unmenge an Ressourcen**. Dies führt zu unumkehrbaren Schäden an der Umwelt.

Unser Konsum kann nur nachhaltig sein, wenn wir alles **verbrauchen**, was wir herstellen. Jedoch wird rund ein Drittel aller hergestellten Lebensmittel wieder **weggeworfen**, während gleichzeitig viele Millionen Menschen an Hunger leiden.

In Österreich werden z.B. rund 40% des Obstes und Gemüses weggeworfen, bevor es überhaupt beim Konsumenten zuhause landet.



© Technische Universität Braunschweig

- aktueller **Konsum** extrem **klimaschädlich**
- **Ziele bis 2030**, u.a.:
 - **effiziente Nutzung** der natürlichen Ressourcen
 - **Nahrungsmittelverschwendung** halbieren

Das Verhältnis Volumen zu Oberfläche der Verpackung ist am besten, bei ...

einem Quader mit rechteckiger Grundfläche und geringer Höhe.

einem Quader mit quadratischer Grundfläche & langer Höhe.

einem Würfel.

SEND

12 NACHHALTIGER KONSUM & PRODUKTION

← zu den Zielen

+ Info

∞

✎

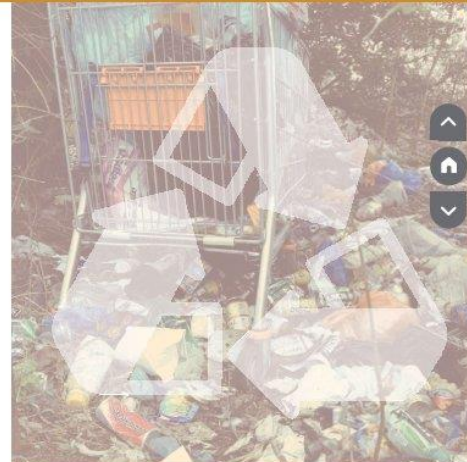
📊

2. Netz

Mit welchem der folgenden **Netze** der Oberfläche wäre eine quaderförmige Verpackung möglich? ➤

3. Diskutiere!

Die **Kugel** ist im Vergleich zu anderen Körpern jener Körper, der für das gleiche Volumen an Inhalt **am wenigsten Verpackungsmaterial** benötigen würde. Überlege, warum es dennoch nur so wenige kugelförmige Verpackungen gibt! 💬



12 NACHHALTIGER KONSUM & PRODUKTION

← zu den Zielen

+ Info

∞

✎

📊

Wähle die möglichen Netze für den Bau einer quaderförmigen Verpackung aus!

Du kannst mehr als eine Antwort auswählen



SENDEN



MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ

← zu den Zielen

+ Info

3

✎

📊

Anbei siehst du eine Grafik der **Keeling-Kurve**. Bei der Keeling-Kurve wird der **Gehalt an CO₂** (Kohlenstoffdioxid) in der Atmosphäre dargestellt. Diese Kurve spielt eine bedeutende Rolle beim Nachweis und der Auswertung des vom Menschen verursachten Klimawandels.

1. Diagramm

Beantworte folgende Fragen zu der Darstellung der Keeling-Kurve! ➤

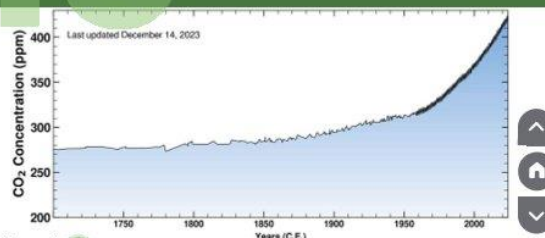
2. ökologischer Fußabdruck

Unter folgendem Link kannst du deinen eigenen ökologischen Fußabdruck berechnen! 📄

Klicke dazu auf "Gleich losgehen" und starte mit dem "Schnellrechner"!

Dieser Fußabdruck gibt an, wie viel **Fläche der Welt notwendig** ist um deinen Lebensstil zu ermöglichen und somit wie sehr du die natürlichen Ressourcen belastest!

Wähle deinen erhaltenen Wert hier aus! ➤



NÄCHSTE AUFGABE ➔

Maßnahmen zum Klimaschutz

Der **Lebensstil** der Menschheit der letzten Jahrzehnte hat den Klimawandel verursacht und die aktuellen Emissionen treiben ihn noch weiter rasant an. **Katastrophale Folgen** der Erderwärmung sind z.B. Wetterextreme und Dürreperioden, die immer häufiger auftreten. Um die verheerendsten Auswirkungen zu verhindern ist ein **sofortiges Handeln** notwendig.

Die Welt muss ihre aktuellen Produktions- und Konsummuster dringend ändern, damit ein **Temperaturanstieg von 1,5 °C** nicht überschritten wird. Leider befinden wir jetzt schon kurz davor!



© Technische Universität Braunschweig

- **Emissionen** steigen aktuell immer noch an
- **Ziele bis 2030**, u.a.:
 - **Klimaschutz** in Politik einbeziehen
 - **Widerstandskraft** und die **Anpassungsfähigkeit** aller Länder stärken

MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ

1 / 5

In der Keeling-Kurve wird der Anstieg der Sauerstoff-Konzentration in der Atmosphäre dargestellt.

☐ wahr ☐ falsch

Anteil der Bevölkerung (Kohlendioxid) Die Ressourcen belastest! Wähle deinen erhaltenen Wert hier aus!

NÄCHSTE AUFGABE

MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ

2 / 5

Die CO₂-Konzentration im Jahr 1800 war höher als im Jahr 1950.

☐ wahr ☐ falsch

Anteil der Bevölkerung (Kohlendioxid) Die Ressourcen belastest! Wähle deinen erhaltenen Wert hier aus!

NÄCHSTE AUFGABE

MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ

3 / 5

Die CO₂-Konzentration im Jahr 2000 betrug ca. 370 ppm.

☐ wahr ☐ falsch

Anteil der Bevölkerung (Kohlendioxid) Die Ressourcen belastest! Wähle deinen erhaltenen Wert hier aus!

NÄCHSTE AUFGABE

MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ

4 / 5

Im Jahr 2023 betrug die CO₂-Konzentration ca. ...

☐ 450 ppm ☐ 420 ppm ☐ 400 ppm

Anteil der Bevölkerung (Kohlendioxid) Die Ressourcen belastest! Wähle deinen erhaltenen Wert hier aus!

NÄCHSTE AUFGABE

MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ

5 / 5

Die Steigung der Keeling-Kurve ist seit 1700 konstant (gleich steil).

☐ wahr ☐ falsch

Anteil der Bevölkerung (Kohlendioxid) Die Ressourcen belastest! Wähle deinen erhaltenen Wert hier aus!

NÄCHSTE AUFGABE

Hätten alle Erdenbürger:innen meinen Fußabdruck, bräuchten wir...

weniger als 1 Planeten

zwischen 1-2 Planeten

zwischen 3-4 Planeten

zwischen 5-6 Planeten

mehr als 7 Planeten

SEND

MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ

+ Info



← zu den Zielen



Ein Auto mit einem Benzinantrieb stößt im Schnitt rund 2,37 kg CO₂ pro Liter Benzin aus.

3. Formeln aufstellen

Angenommen du fährst mit dem Auto eine Strecke von x km mit einem durchschnittlichen Benzinverbrauch von 7,7 Litern pro 100 km.

Stelle eine Formel auf, mit der du den verursachten CO₂-Ausstoß (in kg) pro km berechnest! >

4. Berechne!

Ein Baum bindet während seiner gesamten Lebenszeit etwa 500 kg CO₂.

Berechne die Anzahl der benötigten Bäume, die notwendig sind um den lebenslangen CO₂-Ausstoß > vom durchschnittlichen Verbrauch einer Person in Österreich aufzunehmen.

360 Liter Benzin entspricht dem Durchschnittsverbrauch einer Person in Österreich im Jahr 2021 und eine Person in Österreich wird im Schnitt rund 80 Jahre alt.

Wähle die korrekte Formel!

CO₂-Menge = $7,7/x \cdot 2,37$

CO₂-Menge = $2,37 \cdot x/7,7$

CO₂-Menge = $x \cdot 0,077 \cdot 2,37$

SEND

Um den CO₂-Ausstoß des durchschnittlichen Benzin-Verbrauchs im Leben einer Person in Österreich aufzunehmen, müssten ... Bäume gepflanzt werden.

ca. 137

ca. 2

ca. 607 600

ca. 59

SEND

14


LEBEN UNTER WASSER

+ Info

← zu den Zielen




Regelmäßig Fisch zu essen gilt als sehr gesund für uns Menschen. Doch leider ist die Fischerei oft **nicht nachhaltig** und die Fischbestände dadurch weltweit stark erschöpft. Die **Überfischung der Meere**, d.h. dass mehr Fisch aus dem Meer entnommen wird als natürlich nachkommt, ist aus verschiedenen Gründen ein großes Problem.

1. Prozentrechnung

Exemplarisch sind in diesem Diagramm die **Anzahl der gefangenen Thunfische** im Laufe einer Woche (Tag 1-7) dargestellt. Schätzungen zufolge sind **40% der gefangenen Fische Beifang**, d.h. Fische, die ungewollt mitgefangen und meist wieder (tot) zurück ins Meer geworfen werden.

Wie viele Fische wären mit unseren Daten als Beifang gefangen worden?



NÄCHSTE AUFGABE →

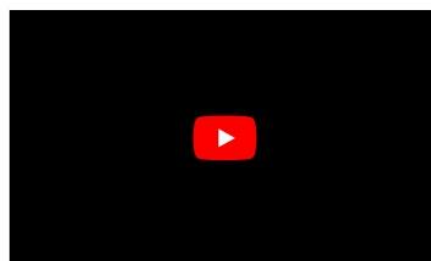
Leben unter Wasser

Gewässer erhalten & nachhaltig nutzen

Pro Jahr werden rund 90 Millionen Tonnen Fisch zum Verzehr aus den Gewässern gefischt. Diese **Überfischung** bedroht die **Artenvielfalt** und die Bestände stark.

Diese negativen Folgen werden durch die steigenden Mengen an **Müll** im Wasser zusätzlich verstärkt. 20% der **Korallenriffe** sind bereits zerstört. Bei den übrigen Riffen ist rund die Hälfte stark gefährdet, ebenfalls zerstört zu werden.

Gleichzeitig bedroht die **industrielle Massenfischerei** mit ihren riesigen Fangnetzen die lokale Fischerei in ihrer Existenz.



© Technische Universität Braunschweig

- negative Folgen durch **industrielle Fischerei**
- **Ziele bis 2030**, u.a.:
 - **Meeresverschmutzung** verringern
 - **Fangtätigkeit** wirksam regeln & **Überfischung** beenden



14

LEBEN UNTER WASSER

[+ Info](#)

[zu den Zielen](#)

Bestimmt hast du schon von dem Problem der Vermüllung der Meere gehört. Dabei ist der sichtbare Plastikmüll an der Wasseroberfläche nur ein Teil des Problems. Mit der Zeit zersetzen sich diese großen Stücke in kleine und kleinste Kunststoffpartikel, die sich im Meer verteilen und von den Lebewesen im Wasser aufgenommen werden.

Sind die Teile kleiner als 5 Millimeter spricht man von Mikroplastik. Zerfallen sie auf eine Größe kleiner als 0,1 Mikrometer werden sie Nanopartikel genannt.

2. kleine Maßeinheiten

Ordne die Längeneinheiten den korrekten Werten zu!

3. Bruchrechnung

Jährlich gelangen etwa 10 Millionen Tonnen Müll ins Meer. $\frac{4}{5}$ dieser Menge sind Plastik.

$\frac{7}{10}$ dieses Plastiks sinkt auf den Meeresboden, während $\frac{3}{20}$ davon an Stränden angespült werden.

Ordne den Begriffen die korrekten Brüche zu!

4. Diskutiere!

Welche Aktionen kannst du selbst vornehmen, um die Meere zu schützen?

Name	Abkürzung	Umrechnung	Dezimalzahl
Meter			
Dezimeter			
Millimeter			
Mikrometer			
Nanometer			

Aufgabe

Ordne die Längeneinheiten der Größe nach! Beginne mit der größten. Fülle dann die Tabelle aus.

OK

1 / 1 000 000 Millimeter μm 0,001 m 0,1 m 1 / 10 Meter

LEBEN UNTER WASSER

[zu den Zielen](#)

Grüne den begründen die korrekten Brüche zu!

4. Diskutiere!
Aktionen kannst du selbst vornehmen, um die Meere zu schützen?

LEBEN AN LAND

[zu den Zielen](#)

[+ Info](#)

1. Bevölkerungsdichte

Die Bevölkerungsdichte eines Landes gibt an, wie viele **Personen im Schnitt pro Quadratmeter** leben!

Anbei findest du die Fläche, sowie die Einwohneranzahl im Jahr 2023 von 5 ausgewählten Ländern.

Berechne deren Bevölkerungsdichte und ordne diese, sowie die entsprechenden Länder auf der Weltkarte zu!

2. Diskutiere!

Inwiefern kann die Bevölkerungsdichte die **Lebensqualität** der Bevölkerung heben oder senken?

3. Lückentext

Täglich werden riesige Flächen **Regenwald abgeholzt**, um Platz für **Plantagen**, z.B. für Palmöl, zu schaffen. Dies **zerstört Lebensraum** vieler Tiere und setzt **große Mengen CO₂ frei**. Beantworte folgende Fragen über die gerodeten Flächen.

Land	Bevölkerung	Fläche in km ²
Frankreich	66 373 000	549 190
Grönland	57 000	2 166 090
Indien	1 443 072 000	3 287 260
Nigeria	225 938 000	923 770
Peru	34 487 000	1 285 220

Leben an Land

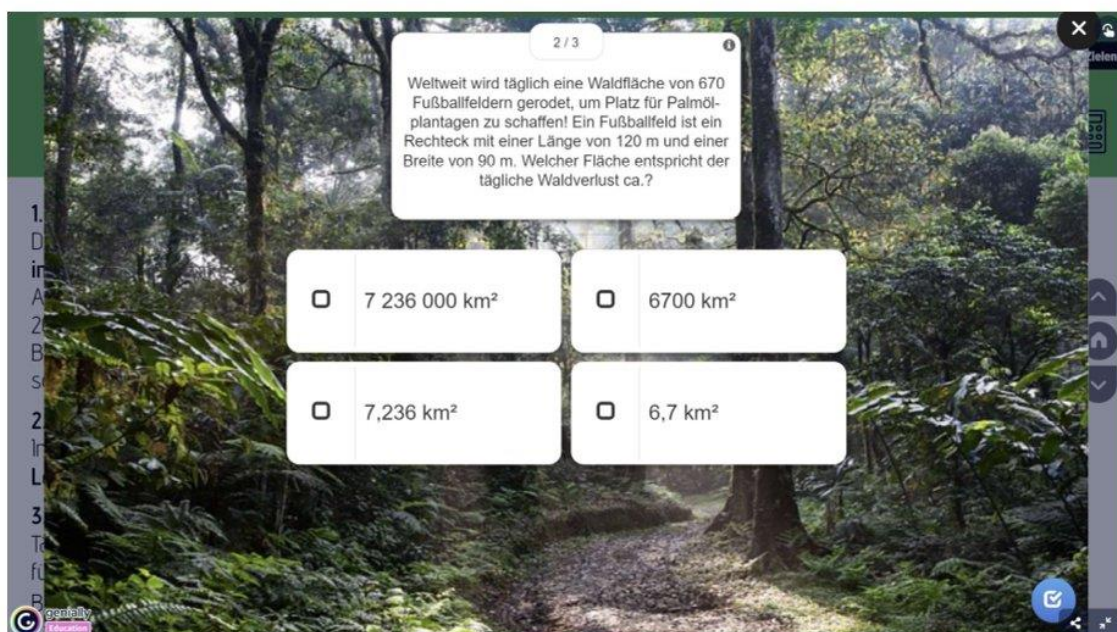
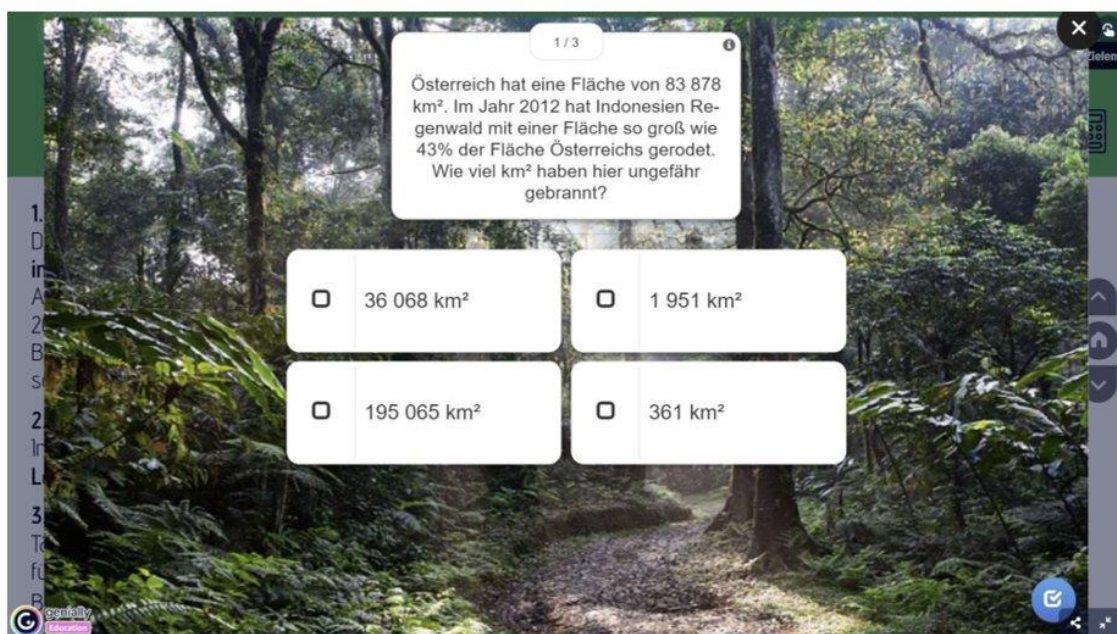
Landökosysteme schützen

Aufgrund **intensiver, nicht nachhaltiger Landwirtschaft** ist bereits ein Drittel aller Böden degradiert, d.h. dort kann nichts mehr wachsen. Dies stellt uns vor große Probleme, die wachsende Weltbevölkerung in Zukunft ernähren zu können.

Die zunehmende **Bodendegradation** ist auch ein Risiko für Wälder, die etwa 31% der Erdoberfläche bedecken. **Wälder** sind nicht nur Lieferant von **Wasser, Nahrung und Erholung** für den Menschen sondern beherbergen auch 80% der **Tiere, Insekten und Pflanzen** der ganzen Welt.

© Technische Universität Braunschweig

- **Bodenversiegelung** Gefahr für Mensch & Natur
- **Ziele bis 2030**, u.a.:
 - **Wüstenbildung** bekämpfen
 - **Erhaltung, Wiederherstellung und nachhaltige Nutzung** von Land-Ökosysteme



3 / 3

Ein Hektar Regenwald bindet rund 14 Tonnen CO₂. Im Jahr 2022 wurden rund 113 000 km² abgeholzt. Wie viele Tonnen CO₂ können nun nicht mehr gebunden werden?

☐ 8 071 t

☐ 158 200 000 t

☐ 807 143 t

☐ 1 582 000 t

FRIEDEN, GERECHTIGKEIT & STARKE INSTITUTIONEN

zu den Zielen

+ Info

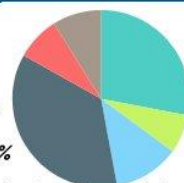
1. Schulsprecherwahl

Am Weltreiter-Gymnasium wurde ein neuer Schulsprecher gewählt!

Das Ergebnis der **425 wahlberechtigten SchülerInnen** siehst du hier:

Beantworte folgende Fragen zur Wahl!

erhaltene Stimmen in %



2. Kreis

"Frieden ist das Wichtigste!" Mit dieser Botschaft haben sich in Dänemark zahlreiche Camper vereint und mit ihren 170 Wohnmobilen ein riesiges Peace-Zeichen formiert.

Beantworte folgende Fragen zum **äußeren Ring des Peace-Zeichens**, wenn im äußeren Ring **40 Wohnmobile** hintereinander stehen, ein Wohnmobil genau **675 cm** lang ist und zwischen den einzelnen Wagen **kein Abstand** ist!

Anzahl der Wagen im äußeren Kreis = Wohnmobile

Umfang vom Kreis = m

Radius vom Kreis = m (gerundet auf Einer)

Durchmesser vom Kreis = m



Frieden, Gerechtigkeit & starke Institutionen

friedliche & inklusive Gesellschaften

Frieden und Gerechtigkeit sind **unabdingbare Voraussetzungen** für die Ziele der Vereinten Nationen.

Länder, die sich im **Krieg** befinden, sind häufig von starker Armut betroffen. Gewalt bedroht Leben und **verschlechtert alle Lebensbedingungen** der Bevölkerung.

Um die SDGs zu erreichen müssen staatliche Institutionen und Bevölkerung **eng und transparent zusammenarbeiten**, um sich für Frieden und Gerechtigkeit in den Nationen stark zu machen.

© Technische Universität Braunschweig

- **Notwendigkeit** für Erreichen der SDGs
- **Ziele bis 2030**, u.a.:
 - alle Formen der **Gewalt** verringern
 - **Rechtsstaatlichkeit** auf nationaler & internationaler Ebene fördern

FRIEDEN, GERECHTIGKEIT & STARKE INSTITUTIONEN

← zu den Zielen
✕

Ja oder Nein? i
Haben Aliyah und Julius gemeinsam mehr als die Hälfte aller Stimmen?

Ja oder Nein? i
Haben Aliyah und

Wie viele Stimmen hat Julius

Wie viele gültige Stimmen wurden abgegeben?

Aufgabe

Insgesamt gibt es an der Schule 425 wahlberechtigte SchülerInnen.

OK



- Aliyah
- Caro
- Julius
- Kerem
- Ungültig
- Enthalten

erhaltene Stimmen in %

genially Education
✕

PARTNERSCHAFT ZUR ERREICHUNG DER ZIELE

← zu den Zielen

+ Info



Die 'Vereinten Nationen', auch die 'UN' (für United Nations) genannt, wurden kurz nach dem Zweiten Weltkrieg gegründet und haben als Ziel den Frieden auf der Erde durch internationale Zusammenarbeit zu erhalten.

Bei der Gründung hatte die UN 51 Mitgliedsstaaten, während heute im Jahr 2023 ganze 193 Staaten, und somit fast alle Staaten der Welt, Teil der UN sind.



UNITED NATIONS

1. Tabelle - Finanzierung UN-Friedensmission

Um die Finanzierung der UN möglichst fair zu halten, gilt das Prinzip: Reichere Staaten zahlen mehr, ärmere Staaten zahlen weniger.

Fülle die folgende Tabelle über die Finanzierung der UN-Friedensmissionen aus! ➔

Nutze dafür die Informationen auf folgender Seite:

2. Sortiere!

Sortiere die Länder nach der Änderung ihrer Beiträge in den Jahren 2022-2024 im Vergleich zu 2020-2021! ➔

3. Diskutiere!

Kann es negative Folgen haben, dass einzelne Länder einen so großen Teil der Finanzierung übernehmen?

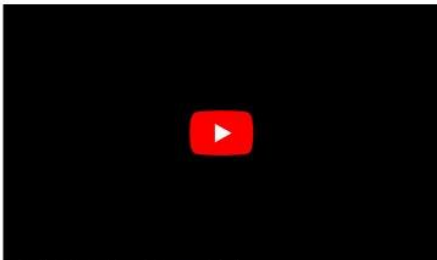
← zu den Zielen
✕

Partnerschaften zur Erreichung der Ziele

Umsetzungsmittel & globale Partnerschaft stärken

Um Herausforderungen wie Armut, Ungleichheit und Umweltzerstörung anzugehen ist eine **starke Zusammenarbeit** zwischen Regierungen, Unternehmen und Zivilgesellschaft notwendig. Zusätzliche Ressourcen müssen mobilisiert werden und jedes Land muss ihre Verpflichtungen zur **Entwicklungszusammenarbeit** erfüllen.

Die SDGs sind **universell** und benötigen das Handeln **aller Länder**, den entwickelten und den entwickelnden, denn die Ziele können nur **gemeinsam** erreicht werden.



© Technische Universität Braunschweig

- **gemeinsame Arbeit** an nachhaltiger Entwicklung
- **Ziele bis 2030**, u.a.:
 - **Mobilisierung Ressourcen** verstärken
 - **Investitionsförderungssysteme** für die am wenigsten entwickelten Länder

Beitragszahlungen für die UN-Friedensmissionen (in %):
 Nutze die Informationen folgender Seite: Denk an das Vorzeichen + oder - !

Mitgliedsstaat	2020-2021 (in %)	2022-2024 (in %)	Änderung
Deutschland			+0,021
USA			
Russland			
China			
Saudi-Arabien			
Frankreich			

Aufgabe
 Gib das Vorzeichen der Änderung an!

OK

Zum Beenden des Vollbildmodus **Esc** drücken

1

2

3

4

5

6

Aufgabe
 Nutze Aufgabe 1 von Ziel 17 für diese Aufgabe! Beginne mit der positivsten Änderung!

OK

10.2. Lösungen

LÖSUNGEN

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS & MATHEMATIK

Link: <https://view.genial.ly/6533d593fd07b10011952063>

ZIEL 1 – KEINE ARMUT

1. **Wahr**
2. $\frac{4,52 \cdot 43,6}{100} = 1,97072 \approx 2 \text{ Mrd}$
3. $\frac{7,74 \cdot 9}{100} = 0,6966 \approx 0,7 \text{ Mrd}$
4. **Beispiele:** wissenschaftlicher & technologischer Fortschritt, weltweiter Wirtschaftswachstum, gestiegene weltweite Nahrungsmittelproduktion, Entwicklungshilfe & Sozialprogramme

ZIEL 2 – KEINE HUNGER

1. $km^2 > ha > a > m^2 > dm^2 > cm^2 > mm^2$
2. $0,2 \text{ ha} = 2000 \text{ m}^2$
3. $\sqrt{2000} = 44,72 \approx 45 \text{ m}$
4. **Weizen**
5. $\frac{3500 \cdot 100}{2000} = 1,75 = 175\% \rightarrow 75\% \text{ zuviel}$
6. **Beispiele:** riesige Ackerflächen für Futter & Weide von Tieren, hoher Flächenverbrauch für Anbau von z.B. Baumwolle für Kleidung

ZIEL 3 – GESUNDHEIT & WOHLERGEHEN

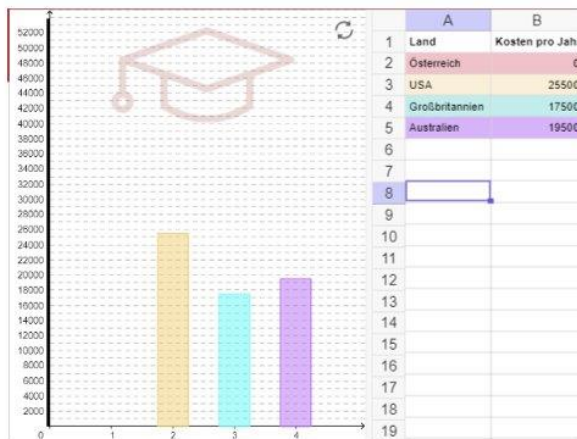
1. Individuell
- 2.

Lebensmittel	Zucker / 100 g	Menge	enthaltener Zucker	Stück Würfelzucker
Nutella	55,9 g	400 g Glas	224 g	75
Chips	3 g	150 g Pkg.	5 g	2
Schokolade	55 g	0,9 g Tafel	50 g	17
Gummibärchen	46 g	200 g Pkg.	92 g	31
Cola	10,6 g	0,5 l Flasche	53 g	18
Eistee	7,5 g	0,33 l Dose	25 g	8

ZIEL 4 – HOCHWERTIGE BILDUNG

1. **Beispiele:**
Vorteile: oft hohe Verschuldung der Studierenden, Abwanderung in andere Gegenden ohne Studiengebühren, soziale Gerechtigkeit
Nachteile: Universität hat weniger Geld zur Verfügung ("nur" Steuergelder), Studierende nehmen Ausbildung evtl. weniger ernst
2. USA $\rightarrow$ 41.000 – 56.000 \$ pro Jahr
Australien $\rightarrow$ 27.000 – 43.000 \$ pro Jahr
UK $\rightarrow$ 20.000 – 41.000 \$ pro Jahr
Österreich $\rightarrow$ keine Studiengebühr

3.



4. Das Studium in den USA kostet immer mehr als ein Studium in Großbritannien. → **falsch**
 Im Schnitt bezahlt man für ein Studium in Australien weniger als in den USA. → **wahr**
 Ein Studium in Österreich hat im Schnitt die höchsten Studiengebühren. → **falsch**
 Anhand des Diagramms ist erkennbar, dass ein Studium in Großbritannien auf jeden Fall über 15 000 € kosten muss. → **falsch**

ZIEL 5 – GESCHLECHTERGLEICHHEIT

- ElektronikerIn **1 : 99**
 MechatronikerIn **5 : 95 → 1 : 19**
 GärtnerIn **21 : 79**
 HumanmedizinerIn **48 : 52 → 12 : 13**
 Bürokaufmann/frau **80 : 20 → 4 : 1**
 KrankenpflegerIn **86 : 14 → 43 : 7**
 KassiererIn **90 : 10 → 9 : 1**
 KindergärtnerIn **96 : 4 → 24 : 1**
- Beispiele:** Lohnabstand zwischen Geschlechtern durch geschlechtsspezifische Berufe, freie Berufswahl eingeschränkt durch klassisches Bild in Gesellschaft, Vorurteile & Erwartungen der Gesellschaft gegenüber gewissen Berufen

ZIEL 6 – SAUBERES WASSER & SANITÄTEINRICHTUNGEN

- Haupttext:
 Der durchschnittliche Wasserverbrauch in Österreich liegt bei ungefähr 135 l Wasser pro Person pro Tag!
 D.h. dass ein Haushalt mit 4 Personen am Tag rund **540 dm³** Wasser verbraucht.
 Davon werden allerdings nur 3 l pro Person fürs Trinken benötigt. Das meiste Wasser wird für Körperhygiene, Toilettenspülung, Wäsche waschen und ähnliches verbraucht.

Du hast sicher schon mal einen tropfenden Wasserhahn gesehen. Dieser verursacht nicht bloß ein nervenaufreibendes Geräusch, sondern verschwendet auch Wasser!

Angenommen der Wasserhahn tropft jede Sekunde und ein Tropfen enthält 0,25 ml Wasser.

In einer Woche werden dadurch **151,2 l** Wasser verschwendet!

Im europäischen Durchschnitt kostet 1 m³ Wasser etwa 2,5 € (Stand Ende 2023).

Der tropfende Wasserhahn würde somit **0,054 €** zusätzliche Kosten am Tag verursachen.

In einem Jahr (kein Schaltjahr) würden dadurch sogar Kosten von **19,71 €** entstehen.

Hilfestellung 1:

1 l Wasser hat ein Volumen von 1 dm³.

Der durchschnittliche Verbrauch einer Person von 135 l hat somit ein Volumen von **135 dm³**.

Wenn 4 Personen in einem Haushalt leben, vervierfacht sich der Verbrauch ungefähr. (Wir setzen hier, der Einfachheit halber, eine Proportionalität voraus. Einige Verbrauchsaktivitäten, wie Wäsche waschen oder Geschirr reinigen, vervierfacht sich ja nicht automatisch.)

Somit hat dieser Haushalt einen Verbrauch von **540 dm³**.

Hilfestellung 2:

Wenn der Wasserhahn jede Sekunde tropft und ein Tropfen 0,25 ml Wasser enthält, dann ergibt das pro Minute eine Menge von **15 ml** Wasser, denn eine Minute enthält 60 Sekunden und somit tropft der Hahn 60 mal pro Minute.

Da in einer Stunde 60 Minuten enthalten sind, werden in einer Stunde **900 ml** Wasser verschwendet.

Ein Tag hat 24 Stunden, somit gehen pro Tag **21600 ml** Wasser verloren.

In einer Woche sind 7 Tage. Der Wasserverlust pro Woche entspricht also einer Menge von **151200 ml**, beziehungsweise **151,2 l** Wasser.

Hilfestellung 3:

Wie eben berechnet, führt der tropfende Wasserhahn zu einem Wasserverbrauch von 21600 ml, bzw. **21,6 l** pro Tag.

1 l Wasser entspricht einem Volumen von 1 dm³. Da 1 m³ 1000-mal größer ist, passen hier **1000 l** Wasser hinein.

Der oben angegebene tägliche Verlust von **21,6 l** Wasser, entspricht somit einem Volumen von **0,0216 m³** Wasser.

1 m³ Wasser kostet in vielen europäischen Ländern etwa 2,5 €. Der tropfende Hahn würde somit **0,054 €** zusätzliche Kosten pro Tag verursachen.

Ein Jahr (kein Schaltjahr) hat 365 Jahre. Somit entspricht der Wasserverlust zusätzlichen Kosten von **19,71 €** pro Jahr!

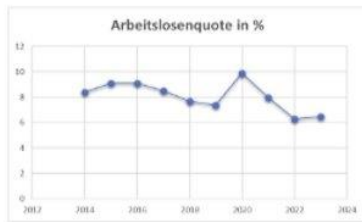
ZIEL 7 – BEZAHLBARE & SAUBERE ENERGIE

1. $\frac{2000 \cdot 3500}{365} = 19178,08 \dots \approx \mathbf{19180 \text{ kWh}}$
2. $\frac{19180 \cdot 1000}{(41+10,64) \cdot 365,25} = 1016,88 \dots \rightarrow \mathbf{\text{über 1000 Jahre}}$
3. $\frac{4\,000\,000}{2\,000} = \mathbf{2000 \text{ Windräder}}$
4. $c \cdot A \cdot (2 \cdot v)^3 = 8 \cdot c \cdot A \cdot v^3 = \mathbf{8 \cdot P}$
Die Leistung beträgt dann das **8-fache!**

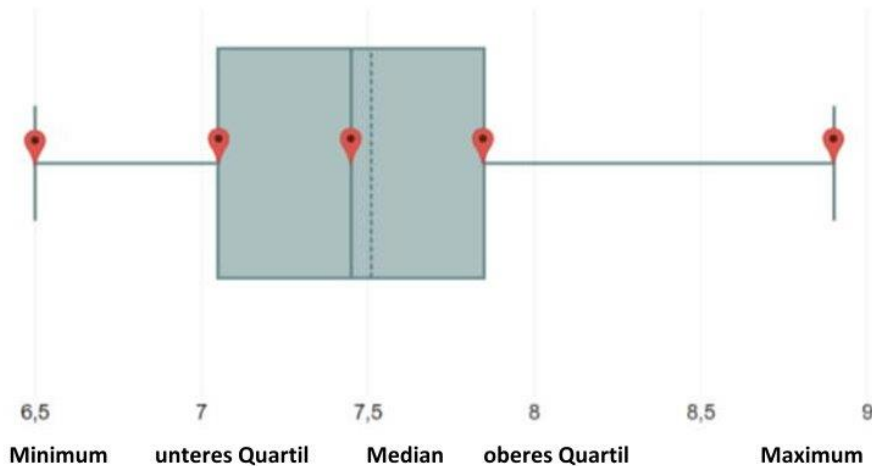
ZIEL 8 – MENSCHENWÜRDIGE ARBEIT & WIRTSCHAFTSWACHSTUM

1. $[2014; 2023] = \frac{6,5-8,4}{2023-2014} = -0,21 \approx \mathbf{-0,21}$
 $[2014; 2020] = \frac{9,9-8,4}{2020-2014} = \mathbf{+0,25}$
 $[2020; 2023] = \frac{6,5-9,9}{2023-2020} = -1,13 \approx \mathbf{-1,13}$

2.



3.



Interpretation:

Minimum: kleinster Wert der Datenreihe

unteres Quartil: 25% der Werte sind kleiner

Median: genau in der Mitte der Daten

oberes Quartil: 25% der Werte sind größer

Maximum: größter Wert der Datenreihe

4. $\frac{3\,717\,164 \cdot 9,9}{100} = 367\,999,236 \approx 368\,000 \text{ Arbeitslose}$

ZIEL 9 – INDUSTRIE, INNOVATION & INFRASTRUKTUR

- $2^{\frac{2035-2023}{1,5}} = 2^8 = 256 \text{ mal schneller}$
- Beispiel:** Viele Menschen haben mehr als nur ein Handy! Viele haben z.B. ein Arbeitshandy oder ein Ersatzhandy.
- | | |
|--------|------|
| 101101 | → 45 |
| 1001 | → 9 |
| 10111 | → 23 |
| 111 | → 7 |

ZIEL 10 – WENIGER UNGLEICHHEITEN

- | | |
|-------------------------|----------|
| Kindergartenassistentin | → 1580 € |
| ZahntechnikerIn | → 1630 € |
| BäckerIn | → 1650 € |
| Polizeidienst | → 2100 € |
| ArchitektIn | → 2320 € |
| Juristin | → 2420 € |

Durchschnitt: $\frac{1580+1630+1650+2100+2320+2420}{6} = 1950 \text{ €}$

2. Beispiel:

Über das einzelne Gehalt sagt der Durchschnitt eigentlich nichts aus. Der Durchschnitt der Einstiegsgehälter gibt an, welches Einkommen den Berufstätigen im Mittel monatlich zur Verfügung steht.

3. Familie Putz hat ein monatliches Einkommen von 3510 €. Ein Fünftel davon müssen sie für die Wohnungsmiete bezahlen. Die Miete entspricht also **702 €**.

Herr Hölzel wohnt mit seiner Tochter ebenfalls in einer Mietwohnung. Er verdient monatlich 1755€. Die Miete ist bei ihm genau so hoch wie bei Familie Putz. Bei Herrn Hölzel macht das **40 %**, beziehungsweise **zwei Fünftel** seines Einkommens aus.

4. Beispiel:

Die Belastung der Wohnkosten ist für verschiedene Haushalte sehr unterschiedlich! Die Belastung ist besonders stark für Alleinerziehende, Arbeitslose und Personen mit niedrigem Einkommen.

ZIEL 11 – NACHHALTIGE STÄDTE & GEMEINDEN

1. Halbkreis: $A = \frac{\pi \cdot (162:2)^2}{2} = \frac{20\,611,98}{2} \dots \approx 10\,306 \text{ cm}^2$
großes Rechteck: $A = 162 \cdot (216 - 81) = 21\,870 \text{ cm}^2$
kleines Rechteck: $A = 54 \cdot (216 - 81 - 54) = 4\,374 \text{ cm}^2$
insgesamt: $A \approx 20\,612 + (21\,870 - 4\,374) = \mathbf{27\,802 \text{ cm}^2}$

ZIEL 12 – NACHHALTIGER KONSUM & PRODUKTION

1. Das Verhältnis Volumen zu Oberfläche der Verpackung ist am besten, bei ... **einem Würfel**.
- 2.



3. Beispiele:

ungeeignet zur Lagerung oder zum Stapeln

Priorität der Industrie liegt zudem nicht bei der Verpackungsreduktion, sondern beim Verkauf.

ZIEL 13 – MAßNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ

1. In der Keeling-Kurve wird der Anstieg der Sauerstoff-Konzentration in der Atmosphäre dargestellt. → **falsch**
Die CO₂-Konzentration im Jahr 1800 war höher als im Jahr 1950. → **falsch**
Die CO₂-Konzentration im Jahr 2000 betrug ca. 370 ppm. → **wahr**
Im Jahr 2023 betrug die CO₂-Konzentration ca. ... → **420 ppm**
Die Steigung der Keeling-Kurve ist seit 1700 konstant (gleich steil). → **falsch**
2. Individuell
3. $CO_2 = x \cdot 0,077 \cdot 2,37$
4. $\frac{360 \cdot 80 \cdot 2,37}{500} = 136,512 \approx \mathbf{137 \text{ Bäume}}$

ZIEL 14 – LEBEN UNTER WASSER

1. Wenn der Beifang 40 % des gesamten Fangs ausmacht, dann muss der Anteil vom Thunfisch **60 %** des Gesamtfangs entsprechen.
Insgesamt wurden in diesem Beispiel in einer Woche **333000** Thunfische gefangen.
Wenn diese Anzahl 60 % des Fangs entspricht, dann entspricht 1 % **5550** Fischen.

Somit erhält man für die 40 % des Beifangs die Anzahl von **222000** Fischen, die meist tot oder sterbend wieder zurück ins Meer geworfen werden.

2.

Name	Kürzel	Umrechnung	Dezimalzahl
Meter	m	1 Meter	1 m
Dezimeter	dm	1/10 Meter	0,1 m
Millimeter	mm	1/1 000 Meter	0,001 m
Mikrometer	μm	1/1 000 Millimeter	0,001 mm
Nanometer	nm	1/1 000 000 Millimeter	0,000 001 mm

3. Plastik: $\frac{4}{5}$ vom Gesamtmüll

Plastik am Meeresboden: $\frac{7}{10} \cdot \frac{4}{5} = \frac{28}{50} = \frac{14}{25}$ vom Gesamtmüll

am Strand: $\frac{3}{20} \cdot \frac{4}{5} = \frac{12}{100} = \frac{3}{25}$ vom Gesamtmüll

4. Beispiele:

Müll richtig entsorgen, weniger Plastikprodukte verwenden, nachhaltig gefangenen Fisch kaufen, Meeresschutzorganisationen unterstützen, Produkte ohne Mikroplastik nutzen

ZIEL 15 – LEBEN AN LAND

1. Frankreich $\rightarrow \frac{66\,373\,000}{549\,190} = 120,85 \dots \approx \mathbf{121 \text{ Einwohner/km}^2}$

Grönland $\rightarrow \frac{57\,000}{2\,166\,090} = 0,02 \dots \approx \mathbf{0,03 \text{ Einwohner/km}^2}$

Indien $\rightarrow \frac{1\,443\,072\,000}{3\,287\,260} = 438,98 \dots \approx \mathbf{439 \text{ Einwohner/km}^2}$

Nigeria $\rightarrow \frac{225\,938\,000}{923\,770} = 245,58 \dots \approx \mathbf{245 \text{ Einwohner/km}^2}$

Peru $\rightarrow \frac{34\,487\,000}{1\,285\,220} = 26,83 \dots \approx \mathbf{27 \text{ Einwohner/km}^2}$

2. Beispiele:

hohe Bevölkerungsdichte $\rightarrow$ meist mehr Arbeitsmöglichkeiten, kürzere Wege, bessere Infrastruktur & Versorgung,

aber weniger Platz, höhere Kosten für Wohnen, höhere Kriminalität, stärkere Verschmutzung

3. Österreich hat eine Fläche von 83 878 km². Im Jahr 2012 hat eine Indonesien Regenwald mit einer Fläche so groß wie 43% von Österreich gerodet. Wie viel km² haben hier ungefähr gebrannt?

$\rightarrow \frac{83\,878 \cdot 43}{100} = 36\,067,54 \approx \mathbf{36\,068 \text{ km}^2}$

Weltweit wird täglich eine Waldfläche in einer Größe von 670 Fußballfeldern gerodet um Platz für Palmölplantagen zu erhalten! Ein Fußballfeld ist ein Rechteck mit einer Länge von 120 m und einer Breite von 90 m. Welcher Fläche entspricht der tägliche Waldverlust ca.?

$\rightarrow \frac{120 \cdot 90 \cdot 670}{1\,000\,000} = \mathbf{7,236 \text{ km}^2}$

Ein Hektar Regenwald bindet rund 14 Tonnen CO₂ aus der Atmosphäre. Im Jahr 2022 wurden rund 113 000 km² abgeholzt. Wie viele Tonnen CO₂ können nun nicht mehr gebunden werden?

$\rightarrow 113\,000 \cdot 100 \cdot 14 = \mathbf{158\,200\,000 \text{ Tonnen CO}_2}$

ZIEL 16 – FRIEDEN, GERECHTIGKEIT & STARKE INSTITUTIONEN

1. Wie viele Stimmen hat Julius erhalten? $\rightarrow \frac{425 \cdot 12}{100} = \mathbf{51 \text{ Stimmen}}$

Wie viele gültige Stimmen wurden abgegeben? $\rightarrow \frac{425 \cdot (100 - 8)}{100} = \mathbf{391 \text{ Stimmen}}$

Wie viele Stimmen fehlen Aliyah noch bis sie gleich viele Stimmen wie Kerem hätte?

$$\rightarrow \frac{425 \cdot (36 - 28)}{100} = \mathbf{34 \text{ Stimmen}}$$

Ja oder Nein? Hätten Aliyah und Kerem gemeinsam mehr als die Hälfte aller Stimmen? → **Ja**

Ja oder Nein? Hätten Aliyah und Julius gemeinsam mehr als die Hälfte aller Stimmen? → **Nein**

2. Anzahl der Wagen = **40 Wohnmobile**

$$\text{Umfang} = 40 \cdot 6,75 = \mathbf{270 \text{ m}}$$

$$\text{Radius} = \frac{270}{2 \cdot \pi} = 42,97 \dots \approx \mathbf{43 \text{ m}}$$

$$\text{Durchmesser} = \mathbf{86 \text{ m}}$$

ZIEL 17 – PARTNERSCHAFT ZUR ERREICHUNG DER ZIELE

- 1.

Mitgliedsstaat	2020 - 2021	2022 - 2024	Änderung
Deutschland	6,09	6,111	+0,021
USA	27,891	26,949	-0,942
Russland	3,049	2,286	-0,763
China	15,213	18,686	+3,473
Saudi-Arabien	1,084	1,095	+0,011
Frankreich	5,612	5,289	-0,323

2. China – Deutschland - Saudi-Arabien – Frankreich – Russland- USA

3. **Beispiel:**

Finanzierung kann zu einem „Instrument“ werden, um mehr Einfluss auf politische Themen auszuüben.
Organisation evtl. abhängig von einzelnen Ländern.

10.3. Hinweise zur Nutzung

HINWEISE ZUM INHALT

Anbei eine Übersicht über die mathematischen Inhalte der einzelnen Ziele.

Ziel	mathematischer Inhalt
1 – Keine Armut	• Ablesen & Interpretieren von Daten aus Diagrammen • Prozentrechnung (Anteil)
2 – Kein Hunger	• Flächenmaße ordnen & umformen • Umkehraufgabe Flächeninhalt & Seitenlänge • Ablesen von Daten aus Diagrammen • Prozentrechnung (Prozentsatz)
3 – Gesundheit & Wohlergehen	• Runden • Multiplikation & Division erkennen & anwenden • Massen- & Hohlmaße umformen
4 – Hochwertige Bildung	• Mit großen Zahlen umgehen • Diagramm mit Hilfe von Technologie erstellen & interpretieren • Statistische Kennwerte kennen & interpretieren
5 – Geschlechtergleichheit	• Brüche kürzen • Verhältnisse erkennen & interpretieren
6 – Sauberes Wasser & Sanitäreinrichtungen	• Umwandlung Raum- & Hohlmaße • Rechnungen zu komplexem Text aufstellen • Grundrechnungsarten
7 – Bezahlbare & saubere Energie	• Mit Wh umgehen • Rechnungen zu komplexem Text aufstellen • Grundrechnungsarten • Mit Formeln arbeiten & interpretieren
8 – Menschenwürdige Arbeit & Wirtschaftswachstum	• mittlere Änderung berechnen • Darstellen von Daten in Diagrammen • Statistische Kennwerte kennen & interpretieren • Prozentrechnung (Anteil)
9 – Industrie, Innovation & Infrastruktur	• Einfaches exponentielles Wachstum • Verhältnis interpretieren • Umwandlung Binär- & Dezimalsystem
10 – Weniger Ungleichheiten	• Daten auf Zahlenstrahl korrekt eintragen • Durchschnitt einer Datenreihe berechnen & interpretieren • Prozentrechnung (Anteil & Prozentsatz) • Umwandlung Prozent & Bruch

11 – Nachhaltige Städte & Gemeinden	• Zusammengesetzte Fläche berechnen (Kreis, Rechteck)
12 – Nachhaltiger Konsum & Produktion	• Volumen & Oberfläche eines Quaders interpretieren & optimieren • Netz eines Quaders erkennen
13 – Maßnahmen zum Klimaschutz	• Ablesen & Interpretieren von Daten aus Diagrammen • Einfache Formel aufstellen • Rechnungen zu komplexem Text aufstellen
14 – Leben unter Wasser	• Daten aus Diagramm ablesen & interpretieren können • Prozentrechnung (Anteil) • Längenmaße kennen & umwandeln • Anteile mit Brüchen berechnen
15 – Leben an Land	• Bevölkerungsdichte berechnen & interpretieren • Prozentrechnung (Anteil) • Fläche von Rechteck berechnen • Rechnungen zu komplexem Text aufstellen
16 – Frieden, Gerechtigkeit & starke Institutionen	• Prozentrechnung • Umfang & Durchmesser vom Kreis berechnen
17 – Partnerschaften zur Erreichung der Ziele	• mittlere Änderung berechnen & interpretieren • Vorzeichen einer Änderung interpretieren

HINWEISE ZUM TOOL

Die Materialien und dessen Interaktivität wurde mit dem Ziel gestaltet, möglichst intuitiv bedienbar zu sein.

Anbei ist zusätzlich eine Übersicht über die wichtigsten Funktionen und Buttons:

	führt zum Index des Materials
	führt zur vorherigen Folie
	führt zur nächsten Folie
 zu den Zielen	führt zur Übersicht aller 17 Ziele
+ Info	führt zu (nicht-mathematischen) Informationen über das Nachhaltigkeitsziel
	führt zum Eingabebereich einer Aufgabe
	Diskussionsfrage
NÄCHSTE AUFGABE 	führt zur Fortsetzung der Aufgaben des selben Ziels (nicht bei allen Zielen)
	führt zu Whiteboard für Notizen (z.B. auf Smartboard einsetzbar)
	kleiner Taschenrechner mit Grundrechnungsarten
 <i>Lehrkräfte hier klicken</i>	passwortgeschützter Bereich mit Lösungen, Hinweisen & Unterrichtsvorschlag für Lehrkraft
	markiert die interaktiven Bereiche der Folie
 bzw. 	Vollbild bzw. Beenden von Vollbild
	Link des Materials

10.4. Unterrichtsvorschlag

UNTERRICHTSVORSCHLAG

Link: <https://view.genial.ly/6533d593fd07b10011952063>

Durch die intuitive Gestaltung des digitalen Materials kann dieses vielseitig, in diversen Unterrichtssituationen, -methoden und verschiedenen Sozialformen eingesetzt werden.

Anbei folgt die Vorstellung einer Möglichkeit zum Einsatz des Materials.

UNTERRICHTSRAHMEN:

Das Material wird im **Laufe eines Semesters oder Schuljahres** regelmäßig und staffelweise im Mathematik-Unterricht eingesetzt. Dies kann beispielsweise im Rahmen eines schulweiten, fächerübergreifenden **Projekts** zu den Thematiken SDGs bzw. Nachhaltigkeit, Umweltschutz, Klima, etc. passieren.

Die mathematischen Inhalte des Materials können so **flexibel** und passend zum Unterrichtsverlauf zur Wiederholung, Vertiefung oder auch Einführung eines Inhalts, eingesetzt werden.

ZIELGRUPPE:

Das Material wurde für SchülerInnen der Sekundarstufe 1 konzipiert.

Während einzelne Ziele und Aufgaben bereits in der 1. und 2. Klasse bearbeitet werden können, ist der Einsatz, unter Anbetracht der Selbstständigkeit der Lernenden und dem entwickelten Vorwissen, in der **3. und 4. Klasse der Sekundarstufe 1** optimal.

EINSATZ:

Die Lernenden bearbeiten die Informationen und Aufgaben zu den einzelnen Zielen in **selbstständiger Arbeit**.

Dazu werden die SchülerInnen in Partnergruppen eingeteilt oder arbeiten, je nach Vorliebe, in Einzelarbeit.

Die **Zuordnung der Ziele** findet zu Beginn des Projekts statt, beispielsweise durch Auslosung. Je nach Klassengröße müssen ein oder zwei Ziele pro Gruppe/Lernenden bearbeitet werden.

Die Gruppen/SchülerInnen erhalten nun die entsprechende **Aufgabenkarte/n** für Ihr/e Ziel/e.

Die Aufgabe der Gruppe/Lernenden besteht nun aus folgenden Punkten:

- Aufarbeitung der **Informationen** zum Ziel
- Bearbeitung & Ausarbeitung der **Aufgaben** zum Ziel
→ Differenzierung durch Hilfestellung möglich
- Erstellen eines **Hefteintrags** (ca. 1 DIN A4 Seite) zu diesem Ziel
- **Präsentation** der Informationen & Aufgaben zum Ziel vor der Klasse
gemeinsames Niederschreiben des vorgefertigten Hefteintrags
→ SchülerInnen in der Rolle der Lehrkraft

DAUER:

Die **gemeinsame Einführung** und Besprechung der "Sustainable Development Goals" und der dazugehörigen Folien (bis zu den mathematischen Aufgaben) wird ca. 1 Unterrichtsstunde benötigen.

Wenn die SuS selbstständig an den Zielen arbeiten, wird die Dauer der **Erarbeitung eines Zieles auf 20-40 min** pro Ziel geschätzt, je nach Ziel, Vorwissen und Leistungsstärke des Schülers/der Schülerin.

Selbstverständlich können die Lernenden parallel an unterschiedlichen Zielen arbeiten, was wiederum zu einer Zeitersparnis führt.

Die **Vorstellung** jedes Ziels vor der Klasse wird ebenfalls 20 – 30 min in Anspruch nehmen. Wenn alle 17 Ziele präsentiert werden, müssten hierfür 340 – 510 min, bzw. **7 – 11 Unterrichtsstunden** eingeplant werden (die über das Semester bzw. Schuljahr verteilt sein könnten).

SOZIALFORM:

Die einzelnen Ziele und deren Aufgaben werden selbstständig in **Einzel- oder Partnerarbeit** erarbeitet.

Im **Plenum** findet die allgemeine Besprechung der Nachhaltigkeitsziele, die Diskussionsfragen der Ziele sowie etwaig vorkommende Unklarheiten und Fragen betreffend die Aufgaben statt.

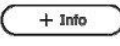
AUFGABENKARTEN:

ZIEL 1 – KEINE ARMUT

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Keine Armut“ erhalten!

Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:



- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch. Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch! Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button:  Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
- Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin**! Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels! Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

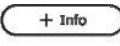
Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

ZIEL 2 – KEIN HUNGER

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Kein Hunger“ erhalten!

Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:



- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch. Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch! Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button:  Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
- Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin**! Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels! Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

ZIEL 3 – GESUNDHEIT & WOHLERGEHEN

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Gesundheit & Wohlergehen“ erhalten!
Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:



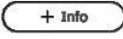
- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch.
Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button: 
Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin**!
Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

ZIEL 4 – HOCHWERTIGE BILDUNG

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Hochwertige Bildung“ erhalten!
Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:



- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch.
Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button: 
Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin**!
Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

ZIEL 5 – GESCHLECHTERGLEICHHEIT

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Geschlechtergleichheit“ erhalten!
Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:



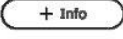
- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch.
Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button: 
Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin**!
Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

ZIEL 6 – SAUBERES WASSER & SANITÄREINRICHTUNGEN

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Sauberes Wasser & Sanitäreinrichtungen“ erhalten!
Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:

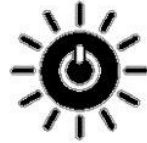


- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch.
Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button: 
Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin**!
Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

ZIEL 7 – BEZAHLBARE & SAUBERE ENERGIE

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Bezahlbare & saubere Energie“ erhalten!
Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:



- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch.
Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button: 
Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin**!
Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

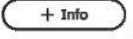
Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

ZIEL 8 – MENSCHENWÜRDIGE ARBEIT & WIRTSCHAFTSWACHSTUM

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Menschenwürdige Arbeit & Wirtschaftswachstum“ erhalten!

Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:

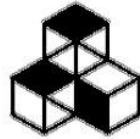


- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch.
Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button: 
Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin**!
Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

ZIEL 9 – INDUSTRIE, INNOVATION & INFRASTRUKTUR

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Industrie, Innovation & Infrastruktur“ erhalten!
Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:

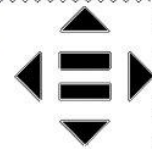


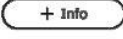
- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch.
Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button: 
Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin**!
Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

ZIEL 10 – WENIGER UNGLEICHHEITEN

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Weniger Ungleichheiten“ erhalten!
Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:



- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch.
Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button: 
Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin**!
Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

ZIEL 11 – NACHHALTIGE STÄDTE & GEMEINDEN

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Nachhaltige Städte & Gemeinden“ erhalten!
Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:



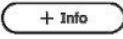
- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch.
Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button: 
Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
- Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin!**
Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

ZIEL 12 – NACHHALTIGER KONSUM & PRODUKTION

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Nachhaltiger Konsum“ erhalten!
Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:



- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch.
Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button: 
Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
- Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin!**
Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

ZIEL 13 – MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Maßnahmen zum Klimaschutz“ erhalten!
Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:

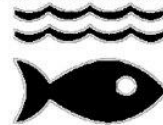


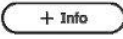
- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch.
Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button: 
Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
- Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin**!
Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

ZIEL 14 – LEBEN UNTER WASSER

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Leben unter Wasser“ erhalten!
Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:



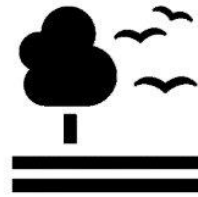
- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch.
Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button: 
Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
- Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin**!
Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

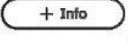
Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

ZIEL 15 – LEBEN AN LAND

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Leben an Land“ erhalten!

Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:



- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch.
Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button: 
Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin!**
Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

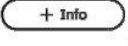
Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

ZIEL 16 – FRIEDEN, GERECHTIGKEIT & STARKE INSTITUTIONEN

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Frieden, Gerechtigkeit & starke Institutionen“ erhalten!

Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:

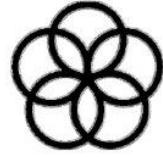


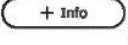
- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch.
Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button: 
Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin!**
Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.

ZIEL 17 – PARTNERSCHAFT ZUR ERREICHUNG DER ZIELE

Gratuliere, du hast das wichtige Ziel „Partnerschaft zur Erreichung der Ziele“ erhalten!
Folgende Aufgaben stehen nun vor dir:



- Gehe auf die Folie zum Ziel und lies dir die **Informationen** (Button ) genau durch.
Welche Informationen hältst du für **besonders wichtig**? Schreibe diese in dein Heft!
- Lies dir die **Aufgaben und Fragen** zu deinem Ziel genau durch!
Versuche erstmal auf einem Notizzettel auf die richtige Lösung zu kommen. Zu besonders schwierigen Fragen findest du eine **Hilfestellung** unter diesem Button: 
Wenn du die richtige Lösung gefunden hast, schreibe den Lösungsweg genau in dein Heft!
- Gibt es eine **Diskussionsfrage**  zu deinem Ziel? Überlege dir **gute Argumente** für diese Diskussion!
- Nun schlüpfst du in die **Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin!**
Stelle dich vor die Klasse und **präsentiere** die Informationen und die Aufgaben deines Ziels!
Schreibe deinen vorgefertigten **Hefteintrag an die Tafel** und kontrolliere, dass deine MitschülerInnen dies ordentlich und genau in ihr eigenes Heft kopieren.

Falls es eine **Diskussionsfrage** zu deinem Ziel gibt, stelle sie der Klasse vor und leite die Diskussion deiner MitschülerInnen! Bringe auch deine eigenen Argumente und Meinungen ein.