



Co-funded by
the European Union

Lebenszyklusanalyse und Bioökonomie



BIO4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





Inhalt

1. Was ist Bioökonomie?.....	3
2. Die Bioökonomie auf europäischer Ebene	4
3. Bioökonomie auf italienischer Ebene	6
4. Bioökonomie im Alltag	9
5. Was ist die Ökobilanz?	11
6. Welche Phasen umfasst der Lebenszyklus eines Produkts?	13
7. Was ist Ökodesign?.....	15
8. Integration von Augmented Reality (AR)	15
10. Fazit: Die Zukunft von AR in der Schwissenschaft	16
9. Referenzen.....	17





Allgemeines Thema des Lernpfads	Big Data, IoT und Smart Cities für nachhaltige Entwicklung
Spezifischer Name der Lerneinheit	Smart Data für Smart Cities: digitale Technologien und SDGs
Alter der Zielgruppe	14–18 Jahre
Anforderungen an die Lernenden	Grundlegende digitale Kompetenzen (Nutzung der Cloud, Datenrecherche, Präsentationstools). Allgemeine Kenntnisse über Umwelt, Energie und globale Bürgerschaft. Fähigkeit, im Team zu arbeiten und effektiv zu kommunizieren. Neugierde für technologische Innovationen und soziale Auswirkungen.
Beschreibung der Lerneinheit	Diese Einheit führt die Schüler in die Welt von Big Data, dem Internet der Dinge (IoT) und Smart Cities ein, wobei ein enger Bezug zu den Zielen für nachhaltige Entwicklung (SDGs) hergestellt wird. Mithilfe von Augmented-Reality-Tools, Simulationen und Gemeinschaftsprojekten analysieren die Schüler Daten, entwerfen Lösungen für Smart Cities und bewerten die Auswirkungen neuer Technologien auf die Lebensqualität in Städten und die Umwelt. Der Kurs ist in drei Phasen unterteilt: Erkunden – Ausführen – Verbessern, wobei immersive Aktivitäten und interaktive formative Bewertungen integriert werden.
Thema: Beteiligte Parteien	Informatik, Technik, Staatsbürgerkunde, Geografie, Naturwissenschaften





Stichworte	Big Data, Internet der Dinge, Smart Cities, Cloud, digitale Kompetenzen, SDGs, städtische Nachhaltigkeit, offene Daten, digitale Bürgerschaft, Augmented Reality, Datenkompetenz.
Wichtige Qualifikationen, Fähigkeiten und Kenntnisse, die erworben werden können	• Verständnis des Datenlebenszyklus: Erfassung, Verarbeitung, Visualisierung. • Fähigkeit, Datensätze zu analysieren und operative Schlussfolgerungen zu ziehen. • Grundkenntnisse über das Internet der Dinge und die digitale Infrastruktur in Städten. • Kollaborative Entwicklung intelligenter Lösungen auf der Grundlage realer Daten. • Bewusstsein für die Rolle der Technologie in Nachhaltigkeitsprozessen. • Entwicklung transversaler Kompetenzen: Problemlösung, kritisches Denken, digitale Kommunikation.
Verwendete Ressourcen und didaktische Hilfsmittel	• AR-Plattformen (z. B. CoSpaces Edu, Merge EDU, Assemblr, ZapWorks). • Öffentliche Datensätze (z. B. Eurostat, Weltbank, regionale Open Data). • Apps und Simulatoren zur Visualisierung von Datenflüssen, IoT-Netzwerken und Cloud-Infrastrukturen. • Online-Tools für die Zusammenarbeit (z. B. Google Workspace, Padlet, Canva). • Lehrvideos, Fallstudien und informative Artikel.
Bewertungskriterien und Bewertung	• Verständnis von Big Data, IoT, Smart Cities und SDGs. • Effektive Nutzung von AR-Plattformen, Cloud-Tools und Datenanalyse. • Qualität, Innovation und Konsistenz des in einer Gruppe entwickelten Projekts. • Fähigkeit, nachhaltige Ziele zu identifizieren und gezielte technologische Maßnahmen vorzuschlagen. • Klarheit der Präsentation, korrekte Verwendung der Fachsprache und multimediale Hilfsmittel. • Quizze und AR-Dashboards zur Fortschrittsüberwachung und kontinuierlichen Rückmeldung durch Lehrkräfte und Mitschüler.





1. Was ist Bioökonomie?

Die Bioökonomie ist ein sozioökonomisches System, das wirtschaftliche Aktivitäten miteinander verbindet und verknüpft, die alle erneuerbaren Bio-Ressourcen aus dem Boden und dem Meer berücksichtigen, um Lebensmittel, Materialien und Energie zu produzieren.

Im Allgemeinen basiert die Bioökonomie auf vier Makrosektoren:

- Agrar- und Ernährungswirtschaft
- Forstwirtschaft
- Bioindustrie
- Meeresbioökonomie
-

Die Bioökonomie umfasst somit den Primärsektor und den Industriesektor. Durch die Verbindung dieser beiden Sektoren wird ein Weg geschaffen, auf dem Gemeinschaften zu einer prosperierenden und umweltfreundlichen Wirtschaft übergehen, in der die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und nicht erneuerbaren Ressourcen verringert wird.

Dieser Prozess zielt darauf ab, den Verlust der biologischen Vielfalt und die Umwandlung des Untergrunds zu verbessern und zu begrenzen.



Gesundheit und die Umwelt niederschlägt.

Darüber hinaus haben das globale Bevölkerungswachstum, der Klimawandel und eine Verringerung der Widerstandsfähigkeit der Ökosysteme zu einem Veränderungsbedarf geführt, der sich in einer verstärkten Nutzung erneuerbarer biologischer Ressourcen, einer Verringerung des Abfallaufkommens und der Treibhausgasemissionen und damit in einem Anstieg der Vorteile für die menschliche





Abbildung 2. Bevölkerungswachstum

2. Die Bioökonomie auf europäischer Ebene



In Europa hat der Bioökonomiesektor bereits einen sehr hohen Stellenwert erreicht und gleichzeitig die Schaffung zahlreicher Arbeitsplätze gefördert. Vor allem der europäische Lebensmittelsektor hat zahlreiche Veränderungen erfahren und boomt auch heute noch.

Die derzeit überarbeitete „Europäische Strategie für die Bioökonomie“ wird das Potenzial der verfügbaren biologischen Ressourcen in den verschiedenen Sektoren der Bioökonomie auf nachhaltige

und sozial verantwortliche Weise erschließen.

Abbildung 3. Europa und die Bioökonomie

Das Paket aus Verordnungen und Richtlinien basiert auf einem breit angelegten Programm konkreter Aktionen und Maßnahmen, die zum sogenannten Lebenszyklus von Produkten beitragen werden, d. h. zu einer stärkeren Fokussierung auf das Recycling und die Wiederverwendung von Produkten, was wiederum sowohl der Umwelt als auch der Wirtschaft zugutekommen wird.

Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf dem Mittelmeerraum, der seit jeher unter hohem Wasserstress leidet, der den Klimawandel kennzeichnet und erhebliche Auswirkungen auf die Landwirtschaft hat.





Abbildung 4. Das bioökonomische System

Dieses Phänomen führt auch zu sozialen und wirtschaftlichen Belastungen, die wiederum geopolitische Instabilität hervorrufen und Migrationsbewegungen sowohl intern, von ländlichen in städtische Gebiete, als auch extern, insbesondere in Richtung Europa, auslösen.

Um diese Probleme zu lösen, wurden auf europäischer Ebene zwei wichtige Initiativen ins Leben gerufen: PRIMA und BLUEMED.

- PRIMA, eine europäische Initiative, bei der Italien eine führende Rolle einnimmt. Diese Initiative zielt darauf ab, die Wasser- und Nahrungsmittelversorgung effizienter, bequemer und nachhaltiger zu gestalten.
- BLUEMED ist eine Reihe von Initiativen, die ebenfalls von Italien geleitet werden und darauf abzielen, neue „blaue“ Arbeitsplätze und nachhaltiges industrielles Wachstum in den maritimen Sektoren der Region zu schaffen. BLUEMED wurde in den EU-Ländern des Mittelmeerraums ins Leben gerufen.

Darüber hinaus hat die jüngste Pandemie durch COVID-19 noch deutlicher gemacht, dass das Modell der wirtschaftlichen Entwicklung überdacht werden muss, um mehr Wert auf Nachhaltigkeit und Umweltschutz zu legen.

Vor diesem Hintergrund wird die Bioökonomie, insbesondere die Kreislaufwirtschaft, für die Transformation des europäischen Entwicklungsmodells wichtig sein und bleiben, um faire und integrative wirtschaftliche und soziale Transaktionen zu ermöglichen.



3. Bioökonomie auf italienischer Ebene



In Italien hat der gesamte Bioökonomiesektor erheblich an Bedeutung gewonnen, erzielt sehr hohe Umsätze und beschäftigt viele Menschen.

Betrachtet man die einzelnen Sektoren der Bioökonomie in Italien genauer, so ist die Landwirtschaft ein sehr wichtiger Sektor. Sie trägt rund 31 Milliarden Euro (2,3 %) zum BIP bei. Darüber hinaus spielt die Entwicklung des ländlichen Raums eine grundlegende Rolle, insbesondere in Randgebieten, die im Vergleich zu Städten und kleineren Ortschaften durch einen schwierigen Zugang zu Dienstleistungen von öffentlichem

Interesse gekennzeichnet sind.

Im italienischen Kontext ist die Diversifizierung des ländlichen Raums sehr wichtig. Dank neuer digitaler und wirtschaftlicher Instrumente können ländliche Gebiete zu neuem Leben erweckt werden und sich wieder erholen. Darüber hinaus verfügt Italien dank der Vielfalt seiner Gebiete und einer reichen, jahrtausendealten Kultur über eine beispiellose Vielfalt und einen einzigartigen Reichtum an Lebensmitteln. Diese Eigenschaft ist die Stärke der italienischen Landwirtschaft, die Italien auf den Agrar- und Lebensmittelmärkten wettbewerbsfähig macht.

In der italienischen biobasierten und Kreislaufwirtschaft spielen die Land- und Forstwirtschaft eine Schlüsselrolle, was die effiziente Ressourcenbewirtschaftung, den Schutz der biologischen Vielfalt und der Böden, die nachhaltige Landbewirtschaftung, die Erbringung ökologischer und sozialer Dienstleistungen, die Verwertung und Wiederverwendung von Reststoffen und Abfällen sowie die Erzeugung von Bioenergie und Bio-Produkten durch die Einführung nachhaltiger Produktionsmodelle und die effiziente Nutzung erneuerbarer Ressourcen betrifft.

Die italienische Lebensmittelindustrie hingegen ist nach Deutschland und Frankreich der zweitgrößte Produktionssektor in Italien und der drittgrößte in Europa. Dieser Sektor, der zwar aus kleinen Familienunternehmen besteht, hat sich dank seiner territorialen Exzellenz als global wettbewerbsfähiger Sektor etablieren können und sich auch in Krisenzeiten auf dem heimischen Markt behauptet.





Abbildung 6. Der Lebensmittelsektor in Italien

Im Allgemeinen bietet der Bioökonomiesektor der Lebensmittelindustrie enorme Chancen in Bezug auf Innovation und Wachstum. In diesem Zusammenhang ist die Arbeit des nationalen Agrar- und Lebensmitteltechnologie-Clusters „CL.A.N.“ hervorzuheben, einem Multi-Stakeholder-Netzwerk, das sich aus den wichtigsten Akteuren des Agrar- und Lebensmittelsektors auf nationaler Ebene zusammensetzt, darunter Industriekonzerne, Forschungszentren und Institutionen. Dieser Cluster leistete einen wichtigen Beitrag zur Ausarbeitung einer gemeinsamen Roadmap für die Technologieentwicklung. Die Ziele dieser Strategie sind:

- Gewinnung neuer Lebensmittel und/oder Futtermittel, Zutaten und/oder bioaktiver Verbindungen mit hohem Nährwert aus Nebenprodukten, die bei der industriellen Verarbeitung im Agrar- und Lebensmittelsektor anfallen;
- Einführung innovativer Verfahren zur Verwertung von Abfallnebenprodukten aus industriellen Umwandlungsprozessen, um diese als neue Produkte für den Lebensmittel-, Futtermittel- und Agrarsektor auf dem Markt zu verkaufen;
- Senkung der Entsorgungskosten durch Erschließung neuer Einnahmequellen mit Nebenprodukten aus der Agrar- und Lebensmittelindustrie;
- Bewertung von Techniken zur Rückgewinnung kostengünstiger Nebenprodukte und ihrer funktionellen Bestandteile mit begrenzten





Auswirkungen auf die Umwelt.

Was die Wälder betrifft, so umfasst die Waldfläche Italiens 11 Millionen Hektar, was 37 % der gesamten Landesfläche entspricht. Diese Fläche muss kontinuierlich verbessert werden. Es ist auch erwähnenswert, dass die Kohlenstoffaufnahme durch bewirtschaftete Wälder 10 % des nationalen Kyoto-Ziels zur Reduzierung der CO₂-Emissionen abdeckt.

Eine wichtige Rolle im Forstsektor spielen die Holz- und holzverarbeitende Industrie, auch wenn 80 % des verwendeten Holzes aus anderen Ländern importiert wird. Daher muss sich der Sektor vor allem das Ziel setzen, den Grad der Selbstversorgung zu erhöhen. Feste Biomassebrennstoffe hingegen stellen die wichtigste Quelle für erneuerbare Energie auf nationaler Ebene dar, wodurch die Bioenergie zu einem sehr dynamischen Segment innerhalb des Forst-/Holzsektors wird.

Neben Holzprodukten muss auch Nicht-Holz-Waldprodukten und forstbezogenen Ökosystemdienstleistungen Aufmerksamkeit geschenkt werden. Erstere, wie Pilze, Trüffel, Kräuter, Kork usw., sind eng mit traditionellem Wissen, lokalen Wirtschaftssystemen und Waldbewirtschaftungspraktiken verbunden. Tatsächlich nehmen die wirtschaftlichen Aktivitäten in diesem Sektor zu, und die Produktion von Wildprodukten ist strukturierter und wichtiger geworden als die Holzproduktion, was direkte und indirekte Einkommensmöglichkeiten, die Schaffung von Arbeitsplätzen, die Sichtbarkeit und das Entwicklungspotenzial für ländliche Gebiete betrifft. Was die Ökosystemdienstleistungen betrifft, so werden diese zwar nicht oder nur am Rande in den offiziellen nationalen Rechnungslegungssystemen berücksichtigt, aber sie werden zunehmend als wichtiger Bestandteil der Waldökosysteme anerkannt.

Die biobasierte Industrie ist der Teil der Bioökonomie, der erneuerbare biologische Ressourcen in innovativen industriellen Prozessen nutzt, um Güter, Produkte und Dienstleistungen aus Biomasse herzustellen. Sie ist in zwei Bereichen tätig: zum einen in Industriezweigen, die traditionell biologische Ressourcen als Hauptmaterial verwenden, und zum anderen in solchen, für die Biomasse Teil des Rohstoffportfolios ist.

Dank der unzähligen Forschungsprojekte in diesem Bereich, der Verwendung grüner Katalysatoren und Mikroben kann Italien heute eine Schlüsselrolle in der Bioindustrie einnehmen. In diesem Sektor gibt es bemerkenswerte Entwicklungen in den Bereichen Biomasse, Biokraftstoffe, Biokunststoffe, organische pharmazeutische und kosmetische Produkte, biologische Materialien für den Wohnungsbau, anaerobe Vergärungsprozesse, Produktion essenzieller Aminosäuren für Tierfutter und vieles





mehr.

Die auf biologischen Ressourcen basierende Chemie ist einer der wenigen Sektoren, in denen unser Land in einem hochtechnologischen Kontext führend ist und in denen große private Investitionen getätigt wurden, bedeutende Projekte zur Umwandlung von von der Krise betroffenen Industriestandorten in Bioraffinerien zur Herstellung biologischer Produkte, insbesondere Biochemikalien, aus nachwachsenden Rohstoffen. Dieser Sektor zeichnet sich auch durch ein Netzwerk von großen, mittleren und kleinen Unternehmen aus.

Fast jede Region Italiens verfügt über eine Küste. Genauer gesagt hat Italien mehr als 8.000 km Küste, die auf vielfältige Meeresressourcen zählen kann.

Bis heute gibt es viele Aktivitäten im Zusammenhang mit dem Meer, die mit der Bioökonomie verbunden sind. Dazu gehören beispielsweise Fischerei und Aquakultur, die Nutzung von Algen, Mikroben, Enzymen, Nebenprodukten und organischen Abfällen aus der Fischerei und der Verarbeitung von Aquakulturprodukten, die biologische Überwachung und die biologische Sanierung von sedimentären Meerwassersystemen. Darüber hinaus wächst die Zahl der Beschäftigten stetig, sodass Italien im Fischereisektor den zweiten Platz in Europa einnimmt.

4. Bioökonomie im Alltag

Auch im Alltag gibt es viele Maßnahmen, mit denen wir die Entwicklung der Bioökonomie initiieren und fördern können.

Nachfolgend sind einige Beispiele aufgeführt:

- **Beutel und Handschuhe für Obst und Gemüse** – Der Wechsel von herkömmlichen Kunststoffprodukten zu biologisch abbaubaren und kompostierbaren Produkten trägt dazu bei, die Produktion von schwer recycelbaren Abfällen zu reduzieren und die Sammlung von organischen Abfällen zu erhöhen.
- **Neue kaltgepresste Öle** – ein Pflanzenöl auf Basis von Oliven und Tomaten, das ausschließlich durch mechanische Verfahren gewonnen wird.
- **Einkaufstüten, Müllbeutel** – biologisch abbaubare Beutel erleichtern dank ihrer doppelten Verwendbarkeit die getrennte Sammlung von Bioabfällen, indem sie das Risiko einer Verbreitung in der Umwelt verringern. Aufgrund ihrer





biologischen Abbaubarkeit, Kompostierbarkeit, Transparenz und Beständigkeit gegen Feuchtigkeit und Krankheitserreger haben sie sich als wichtiges Hilfsmittel für die getrennte Sammlung von Bioabfällen und die Herstellung von hochwertigem Kompost erwiesen.

- **Cateringartikel** – biologisch abbaubare und kompostierbare Cateringartikel vereinfachen die Entsorgung nach dem Verbrauch. Solche Artikel können tatsächlich mit dem organischen Anteil in Kompostieranlagen entsorgt werden.
- **Verpackungsartikel** – diese können mit organischen Abfällen entsorgt werden. Einige davon sind:

- Kompostierbares Papier und Lebensmittelschalen
- Extrudierte und gewebte Netze
- Nicht-Lebensmittelverpackungen wie: Toilettenpapier, Küchenpapier, Servietten, Zeitschriftenfolien usw.
- Kompostierbare Etiketten: Obstetiketten sind einer der Hauptverunreinigungen im Kompost.

- **Kompostierbare Kapseln** – diese können mit dem Bioabfall gesammelt und einem industriellen Kompostierungsprozess zugeführt werden.

Mulchfolie – diese organische, biologisch abbaubare Mulchfolie ist eine agronomisch und ökologisch effiziente Alternative zu herkömmlicher Mulchfolie. Sie zersetzt sich im Boden so, dass sie am Ende der Vegetationsperiode nicht entfernt werden muss und ermöglicht eine effiziente Unkrautbekämpfung sowie gleichwertige agronomische Erträge in Bezug auf Quantität und Qualität.

- **Biogas** – ist ein organisches Gas, das durch anaerobe Vergärung von Biomasse entsteht und als Brennstoff für die Strom- und Wärmeerzeugung oder nach einem Biomethan-Raffinationsprozess als Kraftstoff verwendet werden kann.
- **Gärpellets** – sind ein organischer Dünger, der reich an Nährstoffen wie Stickstoff, Phosphor und Kalium ist und durch anaerobe Vergärung von landwirtschaftlicher Biomasse hergestellt wird.
- **Schmierstoffe** – die ideale Lösung für aktive Maschinen wie Land-, Forst-, Wasser- oder Stadtmaschinen. Diese bieten Vorteile sowohl hinsichtlich der Leistung als auch der Umweltverträglichkeit und Sicherheit.
- **Bioethanol** – sind biochemische Substanzen und erneuerbare Energiequellen, die aus der Fermentation von Zuckerkomponenten und





Stärke-Nebenprodukten hauptsächlich von Zuckerrohrpflanzen gewonnen werden. Biokraftstoffe der neuen Generation aus Lignin oder anderen bio n Biomassen wie Algen.

- **Bio-Innovation in Rezepturen** – die Verwendung natürlicher Produkte als Ersatz für Produkte aus chemischen Syntheseverfahren, um die Diversifizierung von Produkten und Ernährungsweisen zu unterstützen.

Um jedoch zu einer zirkulären Bioökonomie zu gelangen, ist es nicht nur notwendig, Lösungen und Maschinen einzusetzen, die diesen Prozess erleichtern, sondern auch die Gesellschaft über diesen Wandel zu informieren und aufzuklären.

Bewusstsein und Dialog müssen gefördert und Innovationen in sozialen Strukturen unterstützt werden, um ein bewussteres Verhalten zu fördern.

Mehr Wissen darüber, was Menschen konsumieren, würde ihre Gesundheit und ihren Lebensstil verbessern und eine Nachfrage stimulieren, die nachhaltige Innovationen seitens der Unternehmen vorantreibt.

Um diesen Prozess umzusetzen, müssen die Bürger zu Akteuren der Bioökonomie werden.

Wir müssen das Konzept und die Nachfrage nach Produkten, die der Markt verlangt, ändern, indem wir die Bürger dazu ermutigen, Produkte wiederzuverwenden, wiederzuverwerten und zu recyceln.

Die Bioökonomie stellt auch eine Herausforderung dar, Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft wieder miteinander zu verbinden und neben wirtschaftlichem Wert auch neue Werte und einen neuen kulturellen Ansatz zu schaffen.

5. Lebenszyklusanalyse (, LCA) Was ist die LCA?



LCA, Life Cycle Assessment (Lebenszyklusanalyse), ist das Instrument, mit dem der Lebenszyklus und damit das Umweltverhalten eines Produkts oder einer Dienstleistung in allen Phasen analysiert wird. Tatsächlich wird ein Produkt von der Wiege bis zur Bahre analysiert, d. h. von der Gewinnung und Verarbeitung der Rohstoffe über die Produktion, den Transport und die Nutzungsphase bis zum Ende



seiner Lebensdauer.

Der Lebenszyklus ist ein Analyseprozess, der sich aus der Abfolge aller Schritte ergibt, die mit der Herstellung, der Nutzung und der Entsorgung des Produkts verbunden sind. Er zeichnet sich durch die Abwesenheit von Abfall aus.

Abbildung 7. LCA

Konkret wird die Umweltbelastung eines Produkts durch die Input- und Output-Ströme jeder Phase des gesamten Lebenszyklus bestimmt. Unter Input-Strömen verstehen wir die verwendeten Ressourcen wie Energie, Wasser usw., während wir unter Output-Strömen die Emissionen in Luft, Wasser und Boden verstehen. Das LCA-Tool zielt darauf ab, die in diesen Phasen auftretenden Umweltauswirkungen zu quantifizieren. Das Ziel ist es, die Umweltleistung sowohl des Produkts als auch seiner Lebenszyklusphasen zu verbessern.

Im Allgemeinen bestehen Produkte aus unzähligen Teilen, von denen jedes wiederum seinen eigenen Lebenszyklus hat. Das Ziel der LCA ist es, alle Lebenszyklusanalysen der einzelnen Teile zu addieren und den endgültigen Lebenszyklus des gesamten Produkts zu bestimmen.



Abbildung 8. Erneuerbare Ressourcen





Die durchzuführende Ökobilanz muss bestimmten Normen entsprechen. Dabei handelt es sich um die Normen ISO 14040-14044. Diese Normen beschreiben das Verfahren, das bei der Durchführung einer Studie zu befolgen ist, die sich durch vier verschiedene Phasen auszeichnet:

- Ziel und Umfang, in der ein detaillierter Prozessbaum mit allen Inputs (Ressourceneinsatz) und Outputs (Emissionen) entwickelt wird;
- Inventaranalyse, bei der alle Daten zu den einzelnen Prozessen erfasst werden;
- Folgenabschätzung, in der die Umweltauswirkungen auf Gesundheit, Ressourcen und Ökosystemqualität untersucht werden;
- Interpretation, d. h. die Ergebnisse im Verhältnis zu vordefinierten Zielen.

6 . Was sind die Phasen des Lebenszyklus eines Produkts?

Eine Produktlebenszyklusanalyse umfasst 7 Phasen: Design, Rohstoffe, Materialverarbeitung und Produktion, Verpackung, Transport, Nutzungsphase, Ende der Lebensdauer.

- Die erste Phase ist die Designphase. In dieser Phase werden die Eigenschaften des Produkts und damit die Umweltauswirkungen des gesamten Lebenszyklus definiert. Es ist wichtig, sich vor Augen zu halten, dass gerade bei der Konzeption eines Produkts Abfall begrenzt werden kann, beispielsweise durch die Optimierung des Ressourceneinsatzes, die Reduzierung von Verpackungen oder die Demontierbarkeit des Produkts. Ein Qualitätsprodukt hat sicherlich eine geringere Umweltbelastung, da es leicht repariert oder in einem anderen Kontext wiederverwendet werden kann. Darüber hinaus erleichtert ein Produkt, das leicht zerlegt werden kann, die Wiederverwendung und das Recycling verschiedener Teile.
- Die zweite Phase betrifft die Rohstoffe. Alle Gegenstände werden aus Materialien hergestellt, die aus der Natur stammen. In der Natur muss unterschieden werden zwischen erneuerbaren und nicht erneuerbaren Ressourcen. Die Gewinnung oder Ernte dieser Rohstoffe hat aufgrund der eingesetzten Energieressourcen erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt und führt zu ihrer kontinuierlichen Erschöpfung. Die Wiederverwendung von Produkten und Materialien durch Recycling ist eine Möglichkeit, dem Problem der Rohstoffknappheit zu begegnen, aber noch wichtiger ist die Reduzierung ihres Verbrauchs.
- Die dritte Phase umfasst die Materialverarbeitung und -produktion. Dabei handelt es sich





um zwei eng miteinander verbundene Phasen. Im Allgemeinen werden sie je nach Produkt separat oder als eine einzige Stufe im Lebenszyklus betrachtet. Der Prozess der Materialverarbeitung besteht in der Umwandlung von Rohstoffen in Halbfertigprodukte, um Fertigprodukte herzustellen. In der Produktionsphase hingegen wird die Umweltbelastung der Produktrealisierungs- und Konstruktionsphase analysiert.

- Die vierte Phase umfasst die Verpackung des Produkts. Im Allgemeinen ist die Verpackung der Teil der Verpackung, der das Produkt schützt und konserviert. Die Funktion von Verpackung und Umhüllung ist auch viel spezifischer, da sie zahlreiche Spezifikationen zu Eigenschaften und Funktion enthält. Darüber hinaus ist die Verpackung mittlerweile zu einem hervorragenden Marketinginstrument geworden und wird sehr oft bis zur Überflüssigkeit überstrapaziert.
- Die fünfte Phase ist der Transport. In der Lebenszyklusanalyse ist der Transport aus zwei verschiedenen Perspektiven zu betrachten. Tatsächlich muss nicht nur der Transport des fertigen Produkts vom Lager zu den Geschäften berücksichtigt werden, sondern auch der Transport der Rohstoffe, die zur Herstellung des Produkts selbst erforderlich waren. Der Transport wird anhand des verwendeten Fahrzeugs und seines Kraftstoffverbrauchs berechnet.
- Die sechste Phase ist die der Nutzung; diese unterscheidet sich je nach Art des Produkts. Die Auswirkungen des Produkts ergeben sich aus seiner Nutzung, seinem Betrieb, seiner Reinigung und seiner Wartung.
- Die siebte und letzte Phase ist das Ende der Lebensdauer des Produkts. Diese Phase ist mit der ersten Phase, der Konzeption, verbunden, da in der ersten Phase festgelegt wird, ob ein Produkt zerlegt, recycelt usw. werden kann. Ist dies der Fall, kann es mehrmals wiederverwendet werden, sogar in unterschiedlichen Formen und mit unterschiedlichen Funktionen, oder es kann recycelt werden, wodurch Rohstoffe eingespart werden. Im schlimmsten Fall landet das Produkt jedoch auf Deponien oder wird verbrannt.



7. Was ist Ökodesign?



Abbildung 9. Umweltzeichen

Bis heute wurden zahlreiche Verbesserungen im Bereich des Produktdesigns vorgenommen, wobei die möglichen Auswirkungen auf die Umwelt berücksichtigt wurden.

Beispielsweise geben Umweltzeichen oder Ökolabels Auskunft über die Umweltleistung eines Produkts insgesamt oder in Bezug auf einen bestimmten Aspekt. Mehrere Umweltzeichen verwenden die Ökobilanz als Instrument zur Produktbewertung.

Es gibt drei Arten von Umweltzeichen:

Die erste Art sind Umweltzeichen. Das von einer unabhängigen Stelle zertifizierte Produkt oder die Dienstleistung erfüllt eine Reihe von Schwellenwerten für die Umweltleistung. Das bekannteste Umweltzeichen der Art 1 ist das europäische Umweltzeichen, dessen Logo aus einer Margerite besteht. Es gibt auch nationale Umweltzeichen.

Die zweite Art ist die Selbstdeklaration. Bei dieser Art von Label gibt es keine Zertifizierung durch Dritte, aber der Nutzer muss dennoch die internationale Norm ISO 14021 befolgen.

Der dritte Typ ist die Umweltproduktdeklaration (EPD). Dabei handelt es sich um ein Dokument, mit dem das Unternehmen Kunden, Lieferanten und alle interessierten Parteien über die Umweltleistung seiner Produkte informiert. Um dieses Label zu erhalten, muss das antragstellende Unternehmen eine Ökobilanzstudie nach einer Reihe von vorab festgelegten Anforderungen durchführen. Diese Studie wird dann von einer externen Stelle überprüft.

8. Integration von Augmented Reality (AR)

Dies ist der Beginn einer erweiterten Reise in die Welt der Lebenszyklusanalyse (LCA) und der Bioökonomie, einem Bildungsweg, der dank der Möglichkeiten der Augmented Reality (AR) Wissenschaft, Technologie und Nachhaltigkeit miteinander verbindet.

In der Anfangsphase „Explore“ erkunden die Schüler den Lebenszyklus gängiger Produkte in AR: von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis hin zum täglichen Gebrauch und zur Entsorgung. Durch 3D-Animationen, informative Beschriftungen und dynamische Daten wird das reale Objekt in eine interaktive Erzählung verwandelt. Wichtige Elemente wie CO₂-Emissionen, Wasserverbrauch und Energieverbrauch in jeder Phase des Prozesses werden angezeigt. Dieser Ansatz weckt nicht nur die Aufmerksamkeit, sondern regt auch zum kritischen Denken und zum Umweltbewusstsein an.





In der Execute-Phase entwickelt sich die Reise zu einem Designprojekt. Die Schüler werden in Gruppen aufgeteilt und aufgefordert, sich ein alternatives biobasiertes Produkt auszudenken und zu entwickeln, wobei sie natürliche Materialien, erneuerbare Ressourcen und umweltschonende Verfahren auswählen – alles innerhalb einer interaktiven AR-Plattform. So entwerfen sie beispielsweise kompostierbare Verpackungen, die von Fruchtschalen inspiriert sind, oder ein technisches Gewebe, das aus pflanzlichen Abfällen gewonnen wird. Jede Designentscheidung führt zu Echtzeit-Simulationen, die die vergleichbare Umweltbelastung des fossilen Produkts und der neuen bioökonomischen Lösung anzeigen. Dank visueller Dashboards, die in die AR-Umgebung integriert sind, können Lehrer und Mitschüler sofort Feedback geben.

Die Enhance-Phase erweitert die pädagogischen Möglichkeiten noch weiter und verwandelt das Lernen in eine multisensorische und spielerische Erfahrung. Die Schüler tauchen in simulierte AR-Umgebungen wie Bioraffinerien, nachhaltige Wälder oder zirkuläre Städte ein, wo sie mit Material- und Energieflüssen experimentieren können, indem sie Parameter ändern, Szenarien simulieren und Veränderungen notieren. Die Erfahrung wird durch interaktive Rätsel, erweiterte Quizfragen, Nachhaltigkeitsabzeichen und Gruppenherausforderungen bereichert, bei denen das Team, das den effizientesten Kreislauf entwirft, die höchste Punktzahl erhält. Die Bewertungen sind nicht mehr statisch, sondern in die Erfahrung integriert: Jede Entscheidung und jedes AR-Projekt generiert nachvollziehbare Daten, die den Lehrkräften helfen, das Lernen, die Teilnahme und die Entwicklung von Fähigkeiten zu überwachen.

Am Ende des Kurses haben die Schüler nicht nur die Grundlagen der Ökobilanz und der Bioökonomie verstanden, sondern auch fortgeschrittene digitale Kompetenzen, systemisches Denken, Designfähigkeiten und eine klare Vorstellung davon erworben, welche Rolle Technologie – und ihre Kreativität – beim Aufbau einer nachhaltigeren Zukunft spielen können. Mit Augmented Reality ist der Lebenszyklus kein abstraktes Konzept mehr, sondern eine Reise, die man hautnah erleben kann. Und jede Designentscheidung wird zu einem konkreten Schritt hin zu einer bewussteren, zirkulären und fairen Welt.

10. Fazit: Die Zukunft von AR in der Sehforschung

Die Integration von Augmented Reality (AR) in die bioinspirierte Sehforschung verändert die Art und Weise, wie Studierende lernen, experimentieren und innovativ sind. Durch immersive 3D-Simulationen, interaktives visuelles Mapping und KI- gestützte Analysen überbrückt AR die Kluft zwischen biologischer Sehwissenschaft und technischen optischen Systemen.

Durch das Erleben von praxisorientiertem, AR-gestütztem Lernen wird die nächste Generation von Wissenschaftlern und Ingenieuren besser dafür gerüstet sein, fortschrittliche bionische Sehtechnologien, KI-gesteuerte Robotersensoren und erweiterte optische Schnittstellen zu entwickeln und so die Zukunft bioinspirierter Innovationen zu gestalten.





Phase	Beschreibung
Entdecken	Einführung in das Konzept von Big Data: Volumen, Vielfalt, Geschwindigkeit. Mithilfe von Augmented Reality (AR) visualisieren die Schüler, wie große Datenströme in der realen Welt gesammelt, analysiert und genutzt werden. Anhand anschaulicher Beispiele untersuchen sie den Unterschied zwischen strukturierten, semistrukturierten und unstrukturierten Daten in AR und simulieren die Umwandlung von Rohdaten in nützliche Informationen. Sie verwenden 3D-Modelle und erweiterte Konzeptkarten, um die wichtigsten Datenquellen (digitale Geräte, soziale Medien, Sensoren, Online-Transaktionen) nachzuvollziehen. Bewertung der digitalen Grundkenntnisse durch AR-Quizze und interaktive Workshops, um den Unterricht an die Vorkenntnisse der Schüler anzupassen.
Ausführen	Entwerfen Sie intelligente Umgebungen in AR (z. B. vernetztes Zuhause, digitale Schule) und simulieren Sie Datenflüsse von Sensoren, Aktoren und Mobilgeräten. Jede Gruppe kann Parameter ändern und die Auswirkungen in Echtzeit messen. Simulieren Sie in AR, wie Daten in der Cloud übertragen, gespeichert und verarbeitet werden. Stellen Sie vereinfachte Cloud-Architekturen in 3D dar, um die Konzepte von SaaS, PaaS und IaaS zu verstehen. Analysieren Sie reale oder simulierte Datensätze im Zusammenhang mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung (z. B. SDG 3 – Gesundheit, SDG 11 – Nachhaltige Städte) und visualisieren Sie diese mithilfe von AR-Diagrammen und Dashboards. Jedes Team schlägt auf der Grundlage der Datenanalyse nachhaltige Maßnahmen vor.
Verbessern	Interaktive virtuelle Umgebungen (z. B. Wälder, Küstenstädte, Kraftwerke), um komplexe Klima- und Energiesysteme zu verstehen. Ändern Sie die Energieparameter in ihren AR-Modellen (z. B. Änderung der Energiequellen oder Baumaterialien) und visualisieren Sie die Auswirkungen auf Emissionen oder thermischen Komfort in Echtzeit. Sie sammeln Punkte, indem sie interaktive Quizfragen zu den Ursachen, Auswirkungen und Lösungen des Klimawandels lösen und Gruppen-Designaufgaben bewältigen, um so höhere Stufen im Design nachhaltiger Energiesysteme zu erreichen. 3D-Modelle mit verbesserter AR, beantworten dynamische Quizfragen und reflektieren über die zukünftige Rolle von Augmented Reality für das Verständnis in Wissenschaft, Umwelt und Technik.

9. Referenzen

Davis L. (2016). *Die globalen Auswirkungen von Klimaanlagen: groß und immer größer werdend*, University of California

EUROSTAT (2020), *Energieverbrauch im Jahr 2018. Primär- und Endenergieverbrauch noch 5 % bzw. 3 % von den Zielen für 2020 entfernt*

IEA (2021), *Global Energy Review 2021*, IEA, Paris

ISPRA (2019), *Indikatoren für die Effizienz und Dekarbonisierung des nationalen Energiesystems und des Elektrizitätssektors*

Mukendi H.K., Adonis M. (2018). *Smart Homes und nachhaltige Städte: die Entwicklung einer kostengünstigen Lösung für eine umfassende Hausautomation*

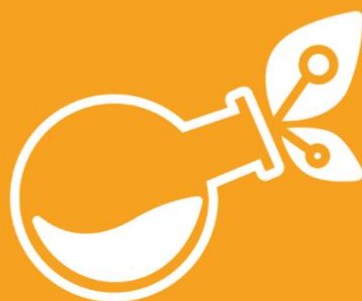
Vereinte Nationen (2016), *UN-Habitat & New Urban Agenda*

Vereinte Nationen (2018), *World's Cities in 2018*





Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

*Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.