



Bio Kompass

Bioökonomie in unserem Leben – warum, für was und für wen?

Ein fächerübergreifendes Unterrichtskonzept
für die Klassenstufen 10 bis 12



Impressum

Herausgeber und Copyright:

Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT) und
Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)

c/o Fraunhofer ICT
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7
76327 Pfinztal
Telefon + 49 721 4640-397
ute.pohsner@ict.fraunhofer.de

Redaktion:

Martina Parrisius, Ute Pohsner, Fraunhofer ICT
Dr. Bärbel Hüsing, Fraunhofer ISI

Autoren:

Lilly Hertz, Antonia Rademacher, Zainab Ahmed,
Liam Geiger, Markgrafen-Gymnasium Karlsruhe-Durlach
Martina Parrisius, Ute Pohsner, Fraunhofer ICT
Dr. Bärbel Hüsing, Fraunhofer ISI

Gestaltung:

Lilly Hertz, Antonia Rademacher, Zainab Ahmed, Liam Geiger,
Markgrafen-Gymnasium Karlsruhe-Durlach
Martina Parrisius, Ute Pohsner, Valentin Lutz, Fraunhofer ICT
Dr. Bärbel Hüsing, Fraunhofer ISI
Iris Dresler, Harry Kleespies, ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung



Dieses Unterrichtskonzept wurde mit Mitteln
des Bundesministeriums für Bildung und Forschung
(BMBF) im Rahmen des Projekts BioKompass
(FKZ 031B0407A) unterstützt.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorwort.....	3
2. Einführung in die Lehreinheit „Bioökonomie“	4
3. Didaktische und methodische Überlegungen	4
3.1 Begründung des Unterrichtsaufbaus	4
3.2 Begründung der gewählten Unterrichtsmethoden.....	5
3.3 Stellungnahme zur Klassen- und Schulfachauswahl	7
3.4 Bezug zum Bildungsplan	8
4. Tabellarischer Überblick der Lehreinheit.....	10
5. Durchführung und Reflexion der einzelnen Stunden	12
5.1 Stunde 1 – Einführung: Umweltverschmutzung durch Kunststoffe.....	12
5.2 Stunde 2 – Rohstoffbereitstellung früher und zukünftig	20
5.3 Stunde 3+4 – vom nachwachsenden Rohstoff zum Biokunststoff.....	22
5.4 Stunde 5 – Vorstellung des Konzeptes „Bioökonomie“	30
5.5 Stunde 6+7 – Bioökonomie: Folgen für Wirtschaft und Gesellschaft.....	36
5.6 Zusatzstunde(n)	39
6. Fazit	40
Quellenverzeichnis.....	42



Hier finden Sie dieses Unterrichtskonzept sowie alle erwähnten Materialien zum Download bereitgestellt.

www.ict.fraunhofer.de/de/komp/ue/biooekonomie.html

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in diesem Konzept auf die gleichzeitige Verwendung geschlechterspezifischer Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für alle Geschlechter.

1. Vorwort

CO₂-Ausstoß, Plastik im Meer, Endlichkeit der fossilen Rohstoffe, Mobilität, Konsum in der Zukunft, Nachhaltigkeit, Fridays for future – unsere Jugend ist wach und besorgt um ihre Zukunft. Sie fordert laut und zu Recht mehr Verantwortung und tatkräftiges Handeln von Politik und Gesellschaft und sucht nach Lösungen. Lösungen könnte die Bioökonomie bieten. Mit ihr wird ein Wandel von einer auf fossilen Rohstoffen basierenden hin zu einer nachhaltigen, biobasierten und an natürlichen Kreisläufen orientierten Wirtschaftsweise angestrebt.

Mit dem vorliegenden Konzept geben wir Ihnen einen Wegweiser an die Hand, mit dem Sie dieses hoch aktuelle Thema – Thema des Wissenschaftsjahrs 2020/21 – aus verschiedenen Perspektiven (interdisziplinär) beleuchten können und damit unsere Jugendlichen unterstützen, proaktiv einen Weg zu möglichen Antworten zu finden. Es besteht aus acht einzeln einsetzbaren Unterrichtsmodulen mit direkt verwendbaren Materialien (im Anhang und zusätzlich im Downloadbereich). Mit unterschiedlichen fachlichen und methodischen Ansätzen werden sowohl eher naturwissenschaftlich als auch eher gesellschaftswissenschaftlich interessierte Schüler angesprochen. Das Konzept eignet sich für unterschiedliche Unterrichtsfächer ab Klassenstufe 10 (Wirtschaft, Chemie, Erdkunde, Biologie, Naturwissenschaft und Technik, Gemeinschaftskunde, Ethik u.a.), für Projektwochen oder auch für außerschulische Lernorte (z.B. Schülerlabore).

Das Unterrichtskonzept wurde von vier Schülern des Markgrafen-Gymnasiums Karlsruhe im Rahmen ihrer Seminararbeit im Schuljahr 2018/2019 ausgearbeitet und praktisch erprobt. Fachliche Betreuung und Beratung erhielt das Schülerteam von Mitarbeiterinnen des Fraunhofer Instituts für System- und Innovationsforschung ISI und des Fraunhofer Instituts für Chemische Technologie ICT.

Die Entwicklung des Unterrichtskonzepts war Teil des Projektes BioKompass – Kommunikation und Partizipation für die gesellschaftliche Transformation zur Bioökonomie –, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wurde. Mehr Informationen zum Projekt und den Projektpartnern finden Sie unter:

<https://museumfrankfurt.senckenberg.de/de/bildungsangebote/projekte/biokompass/>

Das Konzept kann sehr gut mit einem Besuch der Sonderausstellung „Zukunft erleben“ im Senckenberg Naturmuseum in Frankfurt am Main kombiniert werden (<https://museumfrankfurt.senckenberg.de/de/bildungsangebote/projekte/biokompass/projektbausteine/im-museum/>), die ebenfalls im Rahmen von BioKompass entstanden ist und noch bis Ende 2021 gezeigt wird. Einige Module der Ausstellung stehen zudem in einer Online-Version für einen virtuellen Besuch zur Verfügung (<https://zukunftgestalten.senckenberg.de/>).

2. Einführung in die Unterrichtseinheit „Bioökonomie“

Unsere heutige Gesellschaft ist abhängig von der Nutzung fossiler Rohstoffe. Langfristig gesehen ist diese Wirtschaftsweise allerdings mit vielen Problemen verbunden: Fossile Rohstoffe werden immer knapper, der Klimawandel schreitet weiter voran und die Biodiversität geht verloren. Die genannten Punkte sind nur einige Beispiele der Probleme, die durch eine auf fossilen Rohstoffen basierende Wirtschaft verursacht werden. Deshalb sollte zukünftig auf nachhaltige Alternativen umgestellt werden. Eine Möglichkeit hierfür bietet die Bioökonomie, die eine biobasierte, an natürlichen Kreisläufen orientierte Wirtschaft anstrebt.

Unser jetziges Handeln beeinflusst stark, wie unsere Zukunft aussehen wird. Dies beeinträchtigt vor allem die Lebensqualität der nachfolgenden Generationen. Aus diesem Grund ist es von großer Bedeutung, gerade Schülern bzw. jungen Menschen die Wichtigkeit dieses Themas nahe zu bringen und ihnen somit die Möglichkeit zu geben, informierte Entscheidungen zu treffen und verantwortungsbewusst zum Schutz der Umwelt, für eine funktionierende Wirtschaft und eine gerechte Weltgesellschaft zu handeln. Die Schüler sollen nicht nur die derzeit existenten Problemlagen erfassen, sondern vor allem lernen, vorausschauend mit der Zukunft umzugehen sowie an innovativen Lebens- und Gesellschaftskonzepten mitzuwirken.

In dieser Unterrichtseinheit wird das Interesse an den verschiedenen Aspekten der Bioökonomie mit einer spannenden und kreativen Unterrichtsgestaltung geweckt. Die Schüler sollen mit Spaß und Abwechslung von dem Thema gefesselt werden und dadurch motiviert werden, selbst aktiv zur Gestaltung der Bioökonomie beizutragen.

Dieses Unterrichtskonzept wurde von Schülern für Schüler entwickelt und erprobt.

Nicht nur dies macht es zu etwas Besonderem, sondern zudem die Tatsache, dass das Thema noch nicht im Lehrplan verankert ist. Gerade dies könnte dazu führen, dass die Schüler konzentrierter und mit mehr Interesse am Unterricht teilnehmen.

Die Entwickler dieser Unterrichtseinheit sehen es als Motivation und Aufgabe, Jugendlichen zu zeigen, dass auch ihre Generation die Verantwortung für die Zukunft trägt. Die Tatsache, dass dieser Unterricht von Schülern selbst und nicht von Lehrern konzipiert wurde, verstärkt die Aussage des gewünschten Unterrichtsziels und fördert sein Erreichen.

3. Didaktische und methodische Überlegungen

3.1 Begründung des Unterrichtsaufbaus

Als Hinführung zum Thema Bioökonomie werden zunächst die derzeitigen globalen Herausforderungen thematisiert, die durch unser gesellschaftliches und wirtschaftliches Handeln verursacht werden, um das Interesse der Schüler zu wecken. Da Biokunststoffe einen zentralen Aspekt dieser Unterrichtseinheit darstellen, werden bereits in der ersten Stunde die Probleme, die mit herkömmlichen Kunststoffen verbunden sind, angesprochen. Dieses Unterrichtskonzept dient lediglich zur Wiederholung der Kunststofftypen und ihrer Eigenschaften, da davon ausgegangen wird, dass die Klasse bereits Vorkenntnisse zum Thema Kunststoffe hat.

Fossile und nachwachsende Rohstoffe sind die Grundlage für vielerlei Produkte, wie z.B. Kunststoffe bzw. Biokunststoffe sowie auch notwendig für die Energiebereitstellung. Die Nutzung fossiler Rohstoffe ist auf Dauer allerdings mit vielen Problemen verbunden, sodass die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen von zentraler Bedeutung für eine Umstellung auf die Bioökonomie ist. In der folgenden Stunde werden die Rohstoffarten daher gegenübergestellt und genauer betrachtet.

Nachdem den Schülern grundlegende Aspekte zur Theorie der Bioökonomie aufgezeigt wurden, soll im weiteren Verlauf der Unterrichtseinheit auf die Umsetzung der Bioökonomie näher eingegangen werden. Hierzu zählen z.B. Biokunststoffe, die als ein neues nachhaltiges Produkt bereits auf dem Markt erhältlich sind. Im Anschluss an die kurze Theorieeinheit zu Biokunststoffen folgt ein chemisches Schülerexperiment zur Herstellung einer Folie aus nachwachsenden Rohstoffen. Damit wird mit den Schülern auch in der Praxis ein einfaches Beispiel zur Biokunststoffherstellung erarbeitet.

Die fünfte Stunde dieser Unterrichtseinheit ist von zentraler Bedeutung, um das Konzept Bioökonomie als Ganzes vorzustellen. Nachdem bisher nur einzelne Aspekte thematisiert wurden, dient diese Stunde nun dazu, das zuvor erarbeitete Wissen zu wiederholen und den Zusammenhang zwischen Bioökonomie und der Kunststoffthematik herzustellen. Der Begriff Bioökonomie wird umfassend erklärt und in Verbindung zu den bisher thematisierten Unterrichtsinhalten gebracht.

Da eine Transformation hin zur Bioökonomie nicht einfach und problemlos erfolgen kann, geht es in den nächsten Stunden um die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Folgen dieses Wandels. Wie unterschiedlich Wirtschaft und Gesellschaft durch die verschiedenen Aspekte betroffen sind, soll zunächst theoretisch in Hinblick auf die im Versuch verwendeten Rohstoffe und anschließend spielerisch durch ein Rollenspiel verdeutlicht werden.

Zum Abschluss dieser Unterrichtseinheit kann das Wissen, welches die Schüler innerhalb der Unterrichtsstunden erarbeitet und erlernt haben, in einer oder zwei optionalen Zusatzstunden noch einmal überprüft, wiederholt oder in neuen Aufgaben angewendet werden. Es werden verschiedene Vorschläge gemacht, wie dies auf kreative und spielerische Weise erfolgen kann.

3.2 Begründung der gewählten Unterrichtsmethoden

Stunde 1

Da diese Stunde als Einführung in die komplette Unterrichtseinheit dient, sollte das erste Thema „Kunststoffe“ und die damit verbundenen Probleme anhand von mitgebrachten Gegenständen veranschaulicht werden. Diese Methode eignet sich gut, da materielle Dinge im Gegensatz zu Bildern besser erfasst werden und zudem das Interesse der Schüler durch diese Abwechslung automatisch geweckt wird.

Die danach verwendete PowerPoint-Präsentation (PP) dient dazu, die Aufmerksamkeit der Schüler weiterhin zu gewährleisten und sie mit verschiedenen Bildern besser erreichen zu können.

Die bunten Karten zur Erstellung des tabellarischen Tafelbildes sollen Abwechslung und Farbe in den Unterricht bringen. Zudem beschleunigen sie die Zuordnung an der Tafel.

Das eigenständige Einordnen und das damit verbundene Aufstehen aktiviert die Schüler nicht nur körperlich, sondern fördert auch ihre Konzentration und Motivation.

Das anschließend ausgeteilte Arbeitsblatt dient zum einem der Wiederholung des erlernten Wissens und gibt zudem Aufschluss über die zu bearbeitende Aufgabe. Für Klausuren eignet es sich als Lernstoff.

Stunde 2

Das eigenständige Erstellen der Plakate lässt den Schülern Freiraum für ihre eigenen Ideen und kreativen Umsetzungen und fördert somit den Spaß am Lernen. Durch das am Ende vollständig gestaltete Plakat erlangen die Schüler ein übersichtliches Produkt ihrer Arbeit und sehen somit im Überblick, was sie aus dieser Stunde lernen und mitnehmen sollen. Wenn die Plakate im Klassenzimmer aufgehängt werden können, wird den Schülern ermöglicht, den gelernten Stoff jederzeit zu wiederholen. Die für die Erstellung der Plakate ausgeteilten Informationstexte und Grafiken können auch als Lernstoff für Klausuren verwendet werden.

Stunde 3+4

Teil 1

Da in dieser Stunde sehr viele Informationen vermittelt werden, eignet sich ein Arbeitsblatt mit einem Schaubild gut zum Zusammenfassen verschiedener Lehrinhalte. Außerdem sind Schaubilder übersichtlicher, schneller zu wiederholen und Informationen können besser verknüpft werden. Das gemeinsame Erarbeiten unter dem Visualiser bringt Bewegung und Abwechslung in den Unterricht. Zudem bleiben die Schüler durch das Aufstehen aufmerksam und wach.

Teil 2

Im Anschluss an den theoretischen ersten Teil der Stunde wird das Erlernte mit einem Experiment praktisch umgesetzt und somit vertieft. Es soll Freude am Experimentieren wecken und ein einfaches Produkt zur Umsetzung der Bioökonomie zeigen.

Stunde 5

Das Erklärvideo zu Beginn der Stunde dient der Einführung des Begriffes „Bioökonomie“ und liefert zudem viele Informationen rund um das Thema. (Kurze) Videos sind prinzipiell eine gute Methode, um die Aufmerksamkeit der Schüler zu erlangen und Lerninhalte schnell und anschaulich zu vermitteln.

Das selbstständige Erarbeiten einer Definition zu Bioökonomie regt das Verständnis der Schüler an und hilft ihnen, die Thematik selbstständig zu erfassen.

Durch das anschließende Brainstorming zum Thema Bioökonomie können die Schüler ihren Gedanken zunächst unbeeinflusst freien Lauf lassen. Die danach vorgegebenen Überschriften helfen ihnen dann, ihre Ideen zu erweitern und zu strukturieren. Auch hier bringen die bunten Karten Leben in den Unterricht und das zusätzliche Aufstehen lockert das Arbeitsklima auf.

Die in Folge verwendete PowerPoint-Präsentation dient zur Besprechung sowie Ergänzung der von den Schülern erarbeiteten Mindmap und verbildlicht die thematisierten Inhalte nochmals.

Stunde 6+7

Als Einführung in die Thematik dieser Doppelstunde dient das von den Schülern erstellte tabellarische Tafelbild. Es ist eine Wiederholung des erlernten Wissens aus vorherigen Stunden und trägt die erarbeiteten Informationen gut geordnet zusammen, weshalb es sich ebenfalls als Lernstoff für Klausuren eignet.

Das Rollenspiel im zweiten Teil des Unterrichts stellt eine abwechslungsreiche kreative Methode zur spielerischen Auseinandersetzung mit dem Thema dieser Stunde dar. In einer Diskussion können die Schüler ihre eigenen Ideen kreativ einbringen. Die bunten Namenskarten und die aufgestellten Gruppentische dienen der Stärkung des Gemeinschaftsgefühls und bringen Abwechslung in das gewohnte Arbeitsumfeld.

Stunde 8+9

Ein Serious Game, d.h. ein Spiel, das Lernen auf spielerische Weise ermöglicht, oder aber andere kreative Formen der Auseinandersetzung (z.B. Erfinden von Geschichten mit Bezug zur Bioökonomie) mit der Thematik der Bioökonomie eignen sich gut als Abschluss und Wiederholung der bisherigen Stunden.

3.3 Stellungnahme zur Klassen- und Schulfachauswahl

Die Bioökonomie umfasst ein sehr breites Spektrum an Themenbereichen, weshalb sie weder spezifisch einem bestehenden Schulfach noch einer Klassenstufe zuzuordnen ist. Das Konzept Bioökonomie beinhaltet Bereiche wie Biologie, Chemie, Informatik, Geographie sowie Wirtschafts- und Gesellschaftswissenschaften. Aus diesem Grund fiel die Entscheidung zur Erprobung der Unterrichtseinheit auf den NwT-(Naturwissenschaft und Technik) - Unterricht einer 10. Klasse an einem baden-württembergischen Gymnasium, der mehrere der vorgenannten Fächer umfasst. Ein weiterer Punkt, der zu dieser Entscheidung führte, war, dass die NwT-Klasse zuvor schon eine Unterrichtseinheit und somit Vorwissen zu Kunststoffen hatte, welches vorteilhaft in Bezug auf Teile dieser Unterrichtseinheit ist. In Bezug auf den Bildungsplan (von Baden-Württemberg) ist die Unterrichtseinheit allerdings eher einer höheren Klasse zuzuordnen (Klasse 11/12), da Kunststoffe im Chemieunterricht erst in diesen Schuljahren genauer behandelt werden. Auch in Geographie werden Themen, die die Bioökonomie betreffen, ab Klasse 11 detaillierter thematisiert und diskutiert.

Auf Grund der fächerübergreifenden Thematik lässt sich das Konzept sehr gut auf Projekttage oder –Wochen anpassen oder auch in außerschulischen Lernorten wie z.B. Schülerlaboren, Museen oder Wissenschaftsfreizeiten umsetzen.

3.4 Bezug zum Bildungsplan

Das Konzept „Bioökonomie“ als Ganzes ist derzeit noch nicht den Bildungsplänen deutscher Gymnasien enthalten. Dennoch lassen sich bereits verschiedene Aspekte der Bioökonomie wie Nachhaltigkeit bzw. nachhaltige Entwicklung sowie globale Herausforderung und Zukunftssicherung in verschiedenen Unterrichtsfächern vorfinden. Im Bildungsplan baden-württembergischer Gymnasien werden Ansätze der Thematik Bioökonomie bereits in den Jahrgangsstufen 10 bis 12 in Fächern wie: Biologie, Geographie, NWT und Wirtschaft aufgegriffen. Des Weiteren passt diese Unterrichtseinheit in das Unterrichtsfach Chemie, da auch das Thema Kunststoffe bzw. Biokunststoffe thematisiert wird. Im Folgenden sind die im Bildungsplan vorgeschriebenen Lernziele, welche bereits Aspekte der Bioökonomie beinhalten, nach Fächern und Jahrgangsstufen aufgelistet. Die Unterrichtseinheit Bioökonomie lässt sich demnach thematisch in alle diese Fächer integrieren, kann allerdings auch wegen ihrer Aktualität und Wichtigkeit größtenteils fächerunabhängig durchgeführt werden.

Jahrgangsstufe 10

Biologie

Themenbereich: Ökologie

- Den Kohlenstoff- oder Stickstoffkreislauf beschreiben und unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit erläutern (zum Beispiel fossile Brennstoffe, Düngung)
- Konkrete Vorschläge für nachhaltiges Handeln an lokalen oder globalen Beispielen darstellen und auf ihre Umsetzungsmöglichkeit hin untersuchen (zum Beispiel Auswirkungen von Neobiota, Erhalt der Biodiversität, Eingriffe des Menschen in ein Ökosystem, lokale Natur- und Artenschutzmaßnahmen)
- Anwendungen und Folgen biologischer Forschungsergebnisse unter dem Aspekt einer nachhaltigen Entwicklung beschreiben und beurteilen

Geographie

Themenbereich: Teilsystem Wirtschaft, Globale Herausforderung: Ressourcenverfügbarkeit und Ressourcenmanagement

NwT

Themenbereich: Produktentwicklung

- Roh- und Werkstoffe ressourcenschonend auswählen und nutzen (Verschnitt, Ökobilanz)

Jahrgangsstufe 11/12

Biologie

Themenbereich: Evolution und Ökologie

- Die Verantwortung des Menschen zur Erhaltung der Biodiversität und die Notwendigkeit einer nachhaltigen Entwicklung erläutern (zum Beispiel Bevölkerungswachstum, ökologischer Fußabdruck, nachwachsende Rohstoffe)

Chemie

Themenbereich: Kunststoffe

- Kunststoffe anhand ihrer thermischen und mechanischen Eigenschaften in Gruppen klassifizieren (Thermoplaste, Duromere, Elastomere) und den Gruppen entsprechende Molekülstrukturen zuordnen (lineare, eng- und weitmaschig vernetzte Makromoleküle)
- Ein Experiment zur Herstellung eines Kunststoffs planen und durchführen
- Die Verwendung von Massenkunststoffen aus wirtschaftlicher, ökologischer und gesundheitlicher Sicht beurteilen
- Verknüpfungen zwischen persönlich oder gesellschaftlich relevanten Themen und Erkenntnissen der Chemie herstellen, aus unterschiedlichen Perspektiven diskutieren und bewerten
- Trends bei der Entwicklung moderner Kunststoffe beschreiben
- Die unterschiedlichen Verwertungsmöglichkeiten für Kunststoffabfälle bewerten (Werkstoffrecycling, Rohstoffrecycling, energetische Verwertung, Kompostierung)
- Die Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur Herstellung von Kunststoffen erläutern

Geographie

Themenbereich: Globale Herausforderung und Zukunftssicherung

- „Globale Herausforderungen“ charakterisieren (zum Beispiel Klimawandel, Ressourcenknappheit, Stadtentwicklung, Disparitäten)
- Die Leitidee „Nachhaltige Entwicklung“ erläutern (Problemlösungsorientierung, Zukunftsorientierung, nachhaltige Entwicklungsziele / Sustainable Development Goals)

Themenbereich: Globale Herausforderung: Klimawandel

- Ursachen und Dimensionen des Klimawandels auf der Grundlage aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse erläutern (Treibhausgas, Treibhauseffekt, globale Durchschnittstemperatur, Tipping Point / Kipp-Punkt)
- Aktuelle Maßnahmen gegen und Anpassungsstrategien an den Klimawandel unter dem Aspekt einer nachhaltigen Entwicklung bewerten (Klimaziele, Klimaschutz, Reduktion der Treibhausgase, Kohlenstoffdioxid-Senke, Geo-Engineering, Anpassungsstrategie)
- Klimaneutrale Lebens- und Arbeitsweisen auf der lokalen Ebene beschreiben und eigene Handlungsansätze dazu entwickeln (Lokale Agenda 21, Klimaneutralität, ökologischer Fußabdruck)

Wirtschaft

Themenbereich: Grundlagen der Ökonomie

Wirtschaftspolitische Zielsetzungen (unter anderem Preisniveaustabilität, Wirtschaftswachstum und ökologische Nachhaltigkeit (Art. 20a Grundgesetz)) bewerten.

4. Tabellarischer Überblick der Unterrichtseinheit

(EA Einzelarbeit; EH Erwartungshorizont; GA Gruppenarbeit; LSG Lehrer-Schülergespräch; LVo Lehrervortrag)

Thema	Inhalt	Erstelltes Lernprodukt	Sozialform Methode/Medien
Stunde 1			
Umweltverschmutzung durch Kunststoffe Wiederholung Kunststoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Kunststoffe Powerpoint <ul style="list-style-type: none"> ○ Einsatzbereiche ○ Produktion ○ Verschmutzung der Meere • Kunststoffe Wdh.: <ul style="list-style-type: none"> ○ Definition ○ Kunststofftypen ○ Eigenschaften ○ Verwendung ○ Vor-/ Nachteile • Hausaufgabe: <ul style="list-style-type: none"> ○ Arbeitsblatt zu fossilen und nachwachsenden Rohstoffen 	<p>Von Schülern erstelltes, tabellarisches Tafelbild, zur Zuordnung der Kunststofftypen und ihren Eigenschaften</p> <p>Tabelle mit Vor- und Nachteilen von Kunststoffen</p> <p>Hausaufgabe zur Vorbereitung auf die nächste Stunde</p>	<p>LVo, LSG, GA</p> <p>Gegenstände aus Plastik</p> <p>PowerPoint Präsentation</p> <p>Zuordnungskarten</p> <p>Infoblatt mit Zusammenfassung des Tafelbildes</p> <p>Arbeitsblatt als Hausaufgabe</p>
Stunde 2			
Rohstoffbereitstellung: früher und zukünftig Gegenüberstellung von fossilen und nachwachsenden Rohstoffen	<ul style="list-style-type: none"> • Fossile Rohstoffe: <ul style="list-style-type: none"> ○ Fossile Brennstoffe ○ Nutzung ○ Gewinnung ○ Vorteile/Probleme • Nachwachsende Rohstoffe: <ul style="list-style-type: none"> ○ Definition ○ Rohstoffquellen ○ Nutzung ○ Vorteile/ Probleme 	<p>Von Schülern erstellte Gegenüberstellung von fossilen und nachwachsenden Rohstoffen in Form eines selbst gestalteten Plakats</p>	<p>EA, GA, LSG</p> <p>Plakate</p> <p>Infoblatt zu fossilen sowie zu nachwachsenden Rohstoffen</p> <p>Grafiken zu fossilen u. nachwachsenden Rohstoffen</p>
Stunde 3+4			
Vom nachwachsenden Rohstoff zum Biokunststoff	<ul style="list-style-type: none"> • Biokunststoffe <ul style="list-style-type: none"> ○ Biokunststoff- ○ Kreislauf ○ Definitionen + Beispiele 	<p>ausgefüllte Grafik zu Biopolymeren</p>	<p>LVo, GA, LSG</p> <p>Visualiser</p>

Einführung in die Thematik Biokunststoffe	<ul style="list-style-type: none"> ○ natürliche/ synthetische Biopolymere ○ biologische Abbaubarkeit ○ Einsatzbereiche ○ Vor- und Nachteile • zwei Experimente: <ul style="list-style-type: none"> ○ Folie aus Stärke ○ Folie aus Chitosan • Hintergrund der verwendeten Stoffe • Parallele Durchführung der Experimente in geteilten Gruppen • Chemische/ physikalische Vorgänge 	tabellarischer Überblick der Vor- und Nachteile sowie Einsatzbereiche von Biokunststoffen	Arbeitsblatt: Biopolymere
Schülerversuch: Folien aus nachwachsenden Rohstoffen		Aufbau, Durchführung, Beobachtung, Erklärung der Versuche	Schülerversuch
			Informationsblatt zur Durchführung des Versuchs und den verwendeten Rohstoffen
			Informationsblatt mit Versuchserklärung

Stunde 5

Vorstellung des Konzeptes „Bioökonomie“	<ul style="list-style-type: none"> • Was ist Bioökonomie? <ul style="list-style-type: none"> ○ Definition ○ Ziele ○ Branchen ○ Chancen ○ Umsetzung ○ Herausforderungen • Biotechnologie <ul style="list-style-type: none"> ○ Definition ○ Ziel ○ Tätigkeitsfelder: weiße/ rote/ grüne Biotechnologie 	von Schülern aufgestellte Definition der Bioökonomie	PA, LVo, LSG
Exkurs Biotechnologie		von Schülern selbst erstelltes Tafelbild in Form einer Mindmap (wird als Heftaufschrieb übernommen)	Erklärvideo Powerpoint Präsentation Tafelbild

Stunde 6+7

Ein Wandel zur Bioökonomie - Folgen für Wirtschaft und Gesellschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Gegenüberstellung von Stärke und Chitosan <ul style="list-style-type: none"> ○ Vor-/ Nachteile bzw. ○ wirtschaftliche/ gesellschaftliche Folgen • Bioökonomie in unserer Gesellschaft unter Betrachtung von <ul style="list-style-type: none"> ○ Interessensgruppen ○ wirtschaftlichen/ ethischen Aspekten ○ Umsetzungen 	tabellarisches Tafelbild zu den Vor- und Nachteilen der im Praktikum verwendeten Rohstoffe	GA, LVo, LSG
		Von Schülern selbst geleitetes Rollenspiel zur Zukunft der Bioökonomie	Tafelbild
			bunte Karten
			Informationsblatt
			Steckbrief
			Aufgabenblatt

Stunde 8+9

Eine Zukunft in der Bioökonomie	<ul style="list-style-type: none"> • Zwei verschiedene Zukunftsszenarien des Bioökonomiealltags im Jahr 2030 	z.B.	GA, EA, LSG
		• von Schülern selbst erfundene Geschichten zum	Geschichten

	<ul style="list-style-type: none"> • Spielen eines Bioökonomie-Spiels 	Alltag in einer Bioökonomie <ul style="list-style-type: none"> • von Schülern selbst erstelltes Spiel (z.B. Quiz) • Von Schülern selbst erweitertes Rollenspiel zur Zukunft der Bioökonomie 	Bunte Karten Spiel, Spielanleitung
--	--	---	---

5. Durchführung und Reflexion der einzelnen Stunden

5.1 Stunde 1 – Einführung: Umweltverschmutzung durch Kunststoffe

Kompetenzerwerb und Lernziele der Stunde

Ziel dieser Stunde ist es, den Schülern die Problematik unseres jetzigen Wirtschaftssystems näher zu bringen. Dies soll am Beispiel der negativen Folgen unseres enormen Kunststoffkonsums verdeutlicht werden. Zusätzlich dient diese Stunde zur Wiederholung der Kunststofftypen und ihrer Eigenschaften. Die Schüler sollen in dieser Stunde folgende Lernziele und Kompetenzen erreichen:

- Den enormen Konsum von Kunststoff in unserem alltäglichen Leben erfassen und in Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung beurteilen können
- Die daraus folgenden Konsequenzen für Mensch, Tier und Umwelt erläutern können
- Die verschiedenen Kunststofftypen benennen und ihnen Eigenschaften, Struktur, Verwendung und Beispiele zuordnen können

Durchführung/ Umsetzung der Unterrichtsstunde

Diese Stunde dient der Einführung in die Unterrichtseinheit „Bioökonomie“, weshalb es wichtig ist, bereits zu Beginn die Aufmerksamkeit der Schüler zu erlangen und somit ihr Interesse für die folgenden Stunden zu wecken. Zunächst sollte jedoch eine kurze Begrüßung und Vorstellung bzw. Erläuterung dieser Unterrichtseinheit stattfinden, um die Schüler über die groben Inhalte der folgenden sieben bis neun Unterrichtsstunden aufzuklären. Der Begriff „Bioökonomie“ sollte dabei allerdings nur genannt und noch nicht genau definiert werden.

Bereits zu Anfang der Stunde sollte die PowerPoint-Präsentation „Kunststoffe“ (Anh) vorbereitet sein und die erste, noch leere Folie, an die Wand projiziert werden (PP Folie 1). Dadurch wird eine spätere Unterbrechung des Unterrichts verhindert.

Anwendungen, Abfall-aufkommen, Umweltverschmutzung zu vermitteln, werden nun mit Hilfe der PowerPoint-Präsentation Schätzfragen an die Schüler gestellt.

Zur Einführung der ersten Frage wird nochmals auf die mitgebrachten Gegenstände hingewiesen, um erneut zu verdeutlichen, dass der Großteil unserer Gebrauchsgegenstände heutzutage komplett oder teilweise aus Plastik besteht. Anschließend kann die erste Schätzfrage gestellt werden (PP Folie 3 + 4). Beim Stellen der Fragen sollte darauf geachtet werden, dass genügend Schüler die Möglichkeit haben ihre Ideen zu äußern, bevor die Antwort aufgelegt wird. Falls die Beteiligung gering ist, können weitere Schüler durch Aufrufen animiert werden, am Unterricht teilzunehmen.

Um die nächste Folie einzuleiten, wird auf das Problem hingewiesen, dass Kunststoffe ausgesprochen haltbar und langlebig sind und daher nicht so schnell wieder aus unserer Umwelt verschwinden (PP Folie 5 + 6).



Abbildung 5: PP Kunststoffe Folien 5+6



Die nächste Folie wird eingeführt, indem darauf aufmerksam gemacht wird, welche enormen Mengen dieses Materials produziert werden, das so lange auf unserem Planeten verbleibt (PP Folie 8).

Wichtig ist, den Schülern zu vermitteln, dass Plastik sehr sinnvoll, zu einem sehr großen Teil aber auch für unnötige Anwendungen eingesetzt wird. Um das

Interesse der Schüler aufrecht zu erhalten und gleichzeitig zur nächsten Schätzfrage hinzuführen (PP Folie 10 + 11), werden weitere überraschende Fakten genannt (siehe Tabelle unten: Inhaltliche Aspekte der Stunde).



Abbildung 7: PP Kunststoffe Folie 10+11



Abbildung 8: PP Kunststoffe Folie 12

Die nächste Folie soll dazu dienen, den Schülern nochmals bildlich die Folgen unseres jetzigen Umgangs mit Plastik näherzubringen (PP Folie 12). Um ihnen die damit verbundenen Probleme weiter zu erläutern, werden jetzt im Rahmen eines kurzen Lehrervortrags weitere Folgen aufgezählt, die auch auf die projizierten

Bilder bezogen werden können. Hierbei können die Schüler durch selbst gewählte Fragen ebenfalls miteinbezogen werden. Die letzte Folie bildet den Abschluss der PowerPoint-Präsentation und dient zusätzlich als Überleitung zum zweiten Teil der Stunde (PP Folie 12).

Im zweiten Teil der Stunde sollen die Schüler eine genauere Vorstellung davon bekommen, was Kunststoffe eigentlich sind und wie sie aufgebaut sind. Zu beachten ist hier, dass diese Unterrichtseinheit für eine Klasse konzipiert ist, die bereits Vorkenntnisse zum Thema Kunststoffe hat, weshalb die Schüler die Kunststofftypen im Folgenden lediglich kurz wiederholen.

Zur Einleitung bietet es sich an, die Schüler nach ihren Vorkenntnissen zu fragen, in diesem Fall nach der chemischen Definition von Kunststoffen. Eine genaue Definition findet sich ebenfalls auf dem Arbeitsblatt, das am Ende der Stunde verteilt wird.

Als nächstes wird die Aufgabe erklärt, mit der sie die Kunststofftypen noch einmal wiederholen sollen. Zuvor sollten die dafür benötigten Karten vorbereitet werden.

An die Tafel werden zuerst die Karten mit den Begriffen zu den drei großen Gruppen an Kunststoffen – Thermoplast, Duroplast und Elastomer – sowie auch die gelben Karten

	THERMOPLAST	DUROPLAST	ELASTOMER
STRUKTUR	 - linear - kaum vernetzt	 - engmaschig	 - weitmaschig vernetzt
EIGENSCHAFTEN	- weich - formbar / plastisch - schmilzt	- hart und spröde - nicht formbar - nicht schmelzbar - Erwärmung → zersetzt sich	- elastisch / flexibel - nicht schmelzbar - nicht plastisch verformbar - Erwärmung → zersetzt sich
VERWENDUNG	- Plastikbeutel - Joghurt-Behälter - Frischhaltefolie	- PC-Gehäuse - Helme - Isoliermaterial	- Schwämme - Gummibänder - Autoreifen
KUNSTSTOFFE	PE, PP, PET, PS PVC	PF, PUR	PUR, vernetzte Kautschuke

Abbildung 9: Tafelbild Kunststofftabelle (Quelle: Schülerteam MGG)

mit den Begriffen Struktur, Eigenschaften, Verwendung und Kunststoffe angebracht. Die restlichen Karten werden ungeordnet an die Klasse ausgeteilt. Den Schülern sollte die Einordnung der restlichen Karten in die Tabelle mit Hilfe ihrer Vorkenntnisse möglich sein.

Nachdem die Schüler alle Karten in die Tabelle eingeordnet haben, wird sie im Schüler-Lehrer-Gespräch erläutert und, falls erforderlich, verbessert. Dafür kann die Klasse zunächst nochmal gefragt werden, ob ihnen selbst irgendwelche Fehler auffallen, damit sie die Zuordnung bestenfalls eigenständig korrigieren können.

Nach der Berichtigung der Tabelle werden die drei meist verwendeten Kunststoffarten Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), und Polyethylenterephthalat (PET) genauer thematisiert. Die Schüler können dafür zunächst aufgefordert werden, Gegenstände aus den jeweiligen Kunststoffarten genauer zu betrachten, um die Kennzeichnungen der Kunststoffe zu entdecken. Zur kurzen Vorstellung der am weitesten verbreiteten Kunststoffarten folgen im weiteren Verlauf einige Informationen zu den jeweiligen Kunststoffen (siehe Tabelle: Inhaltliche Aspekte der Stunde).

Nach den zusätzlichen Informationen wird das Arbeitsblatt zu der 1. Stunde (Ahg. AB 1) ausgeteilt. Dort finden die Schüler die zuvor erarbeitete Tabelle sowie auch die allgemeine Definition von Kunststoffen. Sie werden nun dazu aufgefordert, die auf dem Arbeitsblatt stehende Aufgabe zu bearbeiten. Zunächst können sie sich in Einzel- oder auch Partnerarbeit die Vor- und Nachteile von Kunststoffen überlegen. Anschließend werden die Ergebnisse an der Tafel zusammengetragen und besprochen. Dabei kann jeder selbst vorkommen, um seinen Punkt an die Tafel zu schreiben. Dies aktiviert die Schüler und bringt Abwechslung in den Unterricht. Wesentliche Punkte, die unbedingt genannt werden sollten, sind im Erwartungshorizont aufgelistet (Ahg. Eh.1).

Die Schüler sollen fehlende Aspekte anschließend in ihren Aufschrieb übernehmen.

Um die erste Stunde abzuschließen, wird die erste Hausaufgabe ausgeteilt und erklärt. Zunächst sollen die Schüler sich mit einem Partner zusammentun. Von einem Paar bekommt jeweils einer das Arbeitsblatt zu fossilen Rohstoffen (Ahg. AB 2) und der andere das Arbeitsblatt zu nachwachsenden Rohstoffen (Ahg. AB 3). Die Aufgabe der Schüler besteht darin, das jeweilige Arbeitsblatt zu Hause zu lesen und sich zu den unten aufgelisteten Aspekten Notizen zu machen. Da dies als Vorbereitung auf die nächste Stunde dient, ist es wichtig, die Schüler ausdrücklich darauf hinzuweisen, die Aufgabe zu erledigen.

Inhaltliche Aspekte der Stunde 1

PowerPoint „Kunststoffe“	Kommentierungen
Folie 2	Grundinformationen zu Kunststoffen: <ul style="list-style-type: none">• Kunststoffe kommen nicht natürlich auf der Erde vor, sondern müssen industriell hergestellt werden

- Vor ca. 100 Jahren gewannen Kunststoffe an Bedeutung. Kunststoffe werden von natürlichen, organischen Stoffen wie Cellulose, Kohle, Erdgas, Salz und natürlich Erdöl abgeleitet. Letzteres stellt mittlerweile die hauptsächliche Rohstoffquelle für die Herstellung von Kunststoffen dar. Die Herstellung von Kunststoffen beginnt mit der Destillierung von Rohöl in einer Ö raffinerie. Hier wird das schwere Rohöl in Gruppen leichter Komponenten bzw. Fraktionen getrennt. Es werden Grundeinheiten (Monomere) gewonnen, aus denen Kunststoffe aufgebaut werden.
<https://www.plasticseurope.org/de/about-plastics/what-are-plastics/how-plastics-are-made>
- Vorteile:
 - geringes Gewicht
 - Eigenschaften können nach Bedarf angepasst werden
 - Widerstandsfähig (sehr witterungs- und chemikalienbeständig)
 - gut und kostengünstig formbar
 - vielseitig einsetzbar
 - keine zeitintensive manuelle Arbeit → günstig, Massenproduktion
- Nachteile:
 - i.d.R. nicht biologisch abbaubar und damit sehr langer Verbleib in der Umwelt
 - Brennbar
 - Zusatzstoffe wie Weichmacher oder Flammschutzmittel sind z.T. umwelt- und gesundheitsgefährdend
 - Herstellung weitgehend aus fossilen Rohstoffen mit entsprechender CO₂-Problematik
 - Erdöl - eine endliche Rohstoffquelle
 - Hohes Abfallaufkommen

Folie 3/4

Einsatzbereiche von Kunststoffen:

- Die häufigsten Einsatzbereiche für Kunststoffe sind Verpackungen mit 30,5%
- Auch für den Hausbau, für Fahrzeuge, elektrische Geräte, Kleidung, usw. wird Kunststoff häufig verwendet
- Um genauer auf die Problematik einzugehen, gerade in Bezug auf Verpackungen, kann folgendes zusätzlich genannt werden:
- Verpackungen machen den größten Anteil aus und sind zumeist Wegwerfprodukte und werden oft auch nur für sehr kurze Zeit verwendet, d.h. man könnte auch sagen, dass Plastik kommt und geht

	<ul style="list-style-type: none"> • (z.B. durchschnittliche Gebrauchsdauer einer Plastiktüte in Deutschland: 25 Minuten)
Folie 5/6	<p>Verbleib in der Umwelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kunststoffe verbleiben ca. 200-1000 Jahre in unserer Umwelt • die Zersetzungsdauer ist produktabhängig, daher die große Zeitspanne
Folie 7/8	<p>Jährliche Kunststoffproduktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deutschland: 20 Millionen Tonnen • Global: 350 Millionen Tonnen • Vergleich: Gewicht Elefant: 6 Tonnen → 3 Millionen Elefanten allein in DE jährlich • Zudem kann erwähnt werden, dass Plastik ein sehr leichtes Material ist, was die Vorstellung vom enormen Konsum an Plastik nochmals verstärkt
Folie 8/9	<p>Unnötige Plastikverpackung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es sollte mit dem Symbol der in Plastik verpackten Erdkugel erarbeitet werden, dass viele Produkte überflüssig mit Plastik überzogen werden. Vieles ist schon auf natürliche Weise „verpackt“ und benötigt somit nicht zwingend eine weitere Verpackung aus Plastik
Weitere Fakten	<p>Kunststoffproduktion und Recycling:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deutschland produziert EU-weit den meisten Verpackungsmüll • Seit Anfang der 1950er Jahre wurde weltweit ca. 8,3 Milliarden Tonnen Plastik produziert (Vergleich: ca. 1 Mrd. Elefanten) • Davon wurden nur 9% recycelt, 12% verbrannt und die restlichen 79% sind immer noch in unserer Umwelt vorzufinden • Der größte Anteil dieser 79% ist im Meer gelandet
Folie 10/11	<ul style="list-style-type: none"> • 8 Millionen Tonnen Plastik landen jährlich im Meer (Vergleich: eine Million Elefanten)
Folie 12	<p>Mikroplastik: Auswirkung auf Menschen und Tiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sollte sich nichts an unserem Verhalten ändern, schwimmt im Jahr 2050 mehr Plastik im Meer als Fische

- Viele Tiere verwechseln Plastik mit Nahrung und ersticken oder verhungern daran
- Die unsichtbare Form von Plastik, Mikroplastik, ist allerdings in unseren Meeren noch viel verbreiteter und stellt somit ebenfalls eine sehr große Gefahr dar
- Mikroplastik:
 - Plastikteilchen, die kleiner als 5 mm groß sind
 - Entsteht, wenn schwimmendes Plastik durch ständigem Einfluss von UV-Strahlung und Salzwasser in immer kleinere Teile zerfällt
 - wird von allen Meeresbewohnern aufgenommen und reichert sich entlang der Nahrungskette an, weshalb auch Menschen es über die Nahrung zu sich nehmen
 - Sorge: Plastik enthält Giftstoffe, die mit gesundheitlichen Risiken verbunden sind
 - So wird zum Beispiel angenommen, dass es den Hormonhaushalt negativ beeinflusst oder sogar zu Krebs führen kann

Kunststoffarten

PE
(= Polyethylen)

Beispiel:
Plastiktüte

Polyethylen ist einer der am weitesten verbreiteten Kunststoffe und findet seine Anwendung vor allem für Folien bzw. Verpackungen. Durch seine hohe Beständigkeit gegenüber Salzlösungen, Laugen und Säuren ist PE sehr langlebig und nicht natürlich abbaubar, d.h. es kann nicht durch Mikroorganismen zersetzt werden und zerfällt somit in kleine Teile, das zuvor thematisierte Mikroplastik.

PP
(= Polypropylen)

Beispiel:
Plastikbecher

Polypropylen ist chemisch ähnlich wie PE, ist jedoch härter, fester und thermisch höher belastbar. Auch PP findet seine Anwendung größtenteils in Verpackungsfolien aber auch in starren Verpackungen, medizinisch-technischen Artikeln, elektrischen Haushaltsgeräten, Spielzeug, Sportbekleidung und vielem mehr. Genau wie PE ist PP auch nicht biologisch abbaubar und belastet deswegen die Umwelt.

PET
(= Polyethylenterephthalat)

Beispiel:
Plastikflasche

Polyethylenterephthalat wird vor allem für blasgeformte Flaschen, Folien und generell für Verpackungen verwendet. Zu beachten ist, dass PET mit der Zeit erwiesenermaßen das gesundheitsschädliche Acetaldehyd (Ethanal) freisetzt, das als krebserregend eingestuft wurde. Hier ist vor allem bei Einwegflaschen Vorsicht geboten, denn im Gegensatz zu Mehrwegflaschen enthalten diese keinen Acetaldehyd-Blocker.

Reflexion

Die erste Stunde erfüllte ihre Funktion als Einstieg in diese Unterrichtseinheit sehr gut. Die mitgebrachten Gegenstände erwiesen sich als eine gute Einleitung in die Thematik, da ihre Gemeinsamkeit schnell von den Schülern genannt werden konnte. Damit wurde das Thema der Stunde auf interessante Weise eingeführt und die Aufmerksamkeit der Klasse war für den weiteren Verlauf der Stunde geweckt. Bei den anschließenden Schätzfragen beteiligten sich einzelne und meist dieselben Schüler, was wahrscheinlich mit der Unsicherheit der Schüler über die richtige Antwort der Fragen zu begründen ist. Umso mehr waren viele der Schüler über die meisten Fakten überrascht. Als es dann um die Verschmutzung der Meere ging, wurde deutlich, dass die Klasse schon teilweise mit dem Ausmaß der Problematik vertraut war und sich so mit ihrem Wissen gut am Unterricht beteiligen konnte.

Im zweiten Teil der Stunde ging es dann speziell um Aufbau und Eigenschaften der Kunststoffe. Da die Klasse bereits eine kurze Einheit zu diesem Thema hatte, war es überraschend, dass die Beteiligung so gering war, als die Frage nach der chemischen Definition der Kunststoffe gestellt wurde. Manche Schüler wussten allerdings noch einzelne Aspekte, z. B. dass es sich um langkettige Verbindungen handelt. Mit der Definition, welche später nochmals auf dem Arbeitsblatt zu finden war, konnte ihr Wissen hierzu aufgefrischt werden.

Bei der Zuordnung der Struktur, Eigenschaften und Verwendung der verschiedenen Kunststofftypen beteiligte sich die Klasse insgesamt gut. Allerdings schlichen sich auch hier einige Fehler ein, vor allem bei der Unterscheidung zwischen Thermoplasten und Duroplasten. Nachdem einige Hinweise gegeben wurden, konnten die Schüler letztendlich aber doch noch alles richtig zuordnen. Nach dem Kurzvortrag über die Kunststoffbeispiele (PE, PP und PET) hatte die Klasse kurz Zeit, sich über die Vor- und Nachteile von Kunststoffen auszutauschen. Die Besprechung verlief problemlos, da die Schüler viele gute Ideen hatten und sich auch trauten, diese an die Tafel zu schreiben.

Insgesamt lässt sich sagen, dass die erste Stunde und somit der Einstieg in diese Unterrichtseinheit mit der Erprobungsklasse sehr gut funktioniert hat und sich gut eignet, um den Grundstein für die weiteren Unterrichtsstunden zur Vermittlung des Konzeptes „Bioökonomie“ zu legen.

5.2 Stunde 2 – Rohstoffbereitstellung früher und zukünftig

Kompetenzerwerb und Lernziele der Stunde

Ziel dieser Stunde ist es, den Schülern die Probleme der derzeitigen Verwendung von fossilen Rohstoffen zu vermitteln und ihnen die positiven aber auch negativen Aspekte der Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen zu verdeutlichen. Die Schüler sollen in dieser Stunde folgende Lernziele und Kompetenzen erreichen:

- Die Nutzung von fossilen Rohstoffen im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit beurteilen können
- Vorteile von nachwachsenden Rohstoffen als mögliche Alternative zu fossilen Rohstoffen erläutern können

- Herausforderungen der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen erfassen können
- Fossile und nachwachsende Rohstoffe vergleichen und deren Vor- und Nachteile gegeneinander abwägen können

Durchführung/Umsetzung der Unterrichtsstunde

Diese Stunde soll als Überleitung zum Thema Bioökonomie dienen. Da in der letzten Stunde ausschließlich die Probleme von herkömmlichen Kunststoffen thematisiert wurden und gar nicht auf Aspekte einer Bioökonomie eingegangen wurde, sollen nachwachsende Rohstoffe in dieser Stunde als mögliche Alternative für fossile Rohstoffe erläutert werden. Die Schüler sollen die Vor- und Nachteile von nachwachsenden Rohstoffen denen der fossilen Rohstoffe gegenüberstellen und somit die neuen Möglichkeiten, aber auch die Herausforderungen der Verwendung erfassen können.

Zu Beginn wird direkt die Aufgabe für diese Stunde erklärt. Die in der vorigen Stunde gebildeten Paare schließen sich jeweils mit einem anderen Paar zusammen. Somit haben die Schüler jetzt Vierergruppen gebildet, in denen sich optimaler Weise jeweils zwei zu nachwachsenden und zwei zu fossilen Rohstoffen informiert haben. An dieser Stelle ist es von Vorteil, Gruppentische zu stellen, um ein besseres Arbeitsklima für die Schüler zu schaffen.



Abbildung 10: Plakate: Gegenüberstellung von fossilen und nachwachsenden Rohstoffen (Quelle: Schülerteam MGG)

Die Aufgabe besteht nun darin, in den Vierergruppen gemeinsam ein großes Plakat mit einer Gegenüberstellung von fossilen und nachwachsenden Rohstoffen zu gestalten. Dabei sollten ausschließlich die wichtigsten Informationen auf den Punkt gebracht werden. Die Schüler können sich hierfür an den zuhause erarbeiteten Notizen orientieren. Somit dienen die in der letzten Stunde verteilten Informationstexte als Hauptinformationsquelle. Zusätzlich erhalten die Schüler jedoch auch noch weitere Arbeitsblätter mit Grafiken (Ahg. AB 4+5).

Die Fragen auf diesen Arbeitsblättern müssen nicht direkt beantwortet werden, sondern sollen lediglich als Leitfragen zum Verständnis der Abbildungen dienen. Die Plakate sollen kreativ und interessant gestaltet sein. Dafür können die Schüler etwas malen, die Grafiken ausschneiden und aufkleben oder die Plakate anderweitig ansprechend gestalten. Empfehlenswert ist es, einen Moderationskoffer mitzubringen, in dem Kleber, Stifte, Scheren und auch Karten enthalten sind. Es ist wichtig, dass die Lehrkraft zu den Gruppen geht und sie unterstützt sowie Anregungen gibt. Zum Abschluss der Stunde kann jeweils eine oder zwei Personen aus der Gruppe nach vorne kommen, um das Plakat kurz vorzustellen. Dabei sollte zum einen gezeigt werden, auf welche Weise die Gruppe die Gegenüberstellung gestaltet hat und zum anderen sollten auch wesentliche fachliche Aspekte zum Thema kurz erläutert werden.

Reflexion

Diese Stunde kam bei den Schülern gut an und am Ende wurden auch gute Ergebnisse erzielt. Jedoch ist darauf zu achten, dass die Schüler, wie bei den meisten Gruppenarbeiten, wirklich arbeiten und konzentriert bleiben, da Gruppen teilweise nicht direkt zu arbeiten begannen und somit nicht richtig vorankamen. Wichtig ist, dass der Lehrer durch die Klasse geht und die Arbeit der Schüler im Auge behält sowie auch Anregungen und Verbesserungsvorschläge gibt, um die Schüler zu motivieren und voranzubringen.

Da diese Stunde eigentlich für eine Einzelstunde vorgesehen ist, müssen die Schüler direkt anfangen, um schnell zu einem Ergebnis zu kommen. Allerdings ist es empfehlenswert, die Plakat-Arbeit, wenn möglich, in einer Doppelstunde durchzuführen, um noch kreativere, aber vor allem auch inhaltlich besser strukturierte Plakate zu erzielen. Somit haben die Schüler mehr Zeit, sich in die Thematik einzuarbeiten und können auch die jeweils nicht als Hausaufgabe erarbeiteten Texte noch einmal durchlesen und besser verstehen. Hinzu kommt, dass in einer Doppelstunde mehr Zeit bleibt, jedes einzelne Plakat vorzustellen und zu besprechen, da die Zeit dafür andernfalls sehr knapp ist.

5.3 Stunde 3+4 – vom nachwachsenden Rohstoff zum Biokunststoff

Kompetenzerwerb und Lernziele der Stunde

Ziel dieser Stunde ist es, den Schülern Biokunststoffe als mögliche Alternative zu herkömmlichen Kunststoffen vorzustellen und somit einen ausgewählten Ansatz der Bioökonomie näher zu erläutern. Zudem stellen die Schüler in dieser Stunde selber einen Biokunststoff her. Die Schüler sollen in dieser Stunde folgende Lernziele und Kompetenzen erreichen:

- Das Grundprinzip von Biokunststoffen erläutern können (CO₂-neutral)
- Die drei Definitionen von Biokunststoffen erläutern können
- Den Unterschied von natürlichen und synthetischen Biopolymeren erfassen
- Vorteile sowie Herausforderungen und Probleme von Biokunststoffen erläutern können
- Ein Experiment zur Herstellung eines Biokunststoffes erläutern können

Stellungnahme zur Versuchsauswahl

Im Anschluss an den Theorieteil zu Biokunststoffen werden Experimente durchgeführt, die den Schülern eine einfache und alltagsbezogene Methode zur Herstellung von Biokunststoffen nahebringen sollen. Es können zwei verschiedene Versuche durchgeführt werden, um den Schülern zu verdeutlichen, dass der Ausgangsstoff, d.h. der nachwachsende Rohstoff, variieren kann und trotzdem in beiden Versuchen eine Folie entsteht.

Die Wahl fiel auf die Rohstoffe Stärke und Chitosan, da man an ihnen weitere Aspekte der Bioökonomie erläutern kann: So wird anhand einer Gegenüberstellung der beiden Stoffe in Stunde 6 und 7 auf die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Auswirkungen eingegangen. Zudem können diese beiden Rohstoffe die vielen Varianten und Möglichkeiten zur Herstellung von Biokunststoffen illustrieren.

Als alternative Variante bietet es sich an, die Folie aus Chitosan ohne Glycerin herzustellen, welche nicht so elastisch ist. Damit kann gezeigt werden, dass durch unterschiedliche Verfahren und Zusatzstoffe Kunststoffe mit unterschiedlichen Eigenschaften entstehen können. Um die Versuche jedoch einheitlicher zu gestalten und besser vergleichen zu können, wurde bei der Erprobung der Unterrichtseinheit lediglich die Variante mit Glycerin durchgeführt.

Durchführung/ Umsetzung der Unterrichtsstunde

Zu Beginn der Stunde wird auf die zuvor erwähnten Kunststoffe PP/ PE und ihre Umweltbelastung eingegangen. Die Schüler können an dieser Stelle gefragt werden, wie man das derzeitige Kunststoffproblem lösen könnte und ob sie schon Alternativen zu herkömmlichen Kunststoffen kennen. Eine mögliche Lösung sind Materialien, die auch bei nicht fachgerechter Entsorgung keine dauerhafte Belastung für Mensch und Tier darstellen. Das heißt Kunststoffe, die biologisch abbaubar sind. Somit wird in das Thema dieser Doppelstunde eingeführt: Biokunststoffe.

Um den Schülern zu zeigen, dass Biokunststoffe bereits industriell hergestellt werden und sich vom Äußeren nicht von herkömmlichen Kunststoffen unterscheiden lassen, werden zwei Plastikbecher, der eine aus PLA (Polymilchsäure) und der andere aus PP, PE oder PET zur Verfügung gestellt.

Im weiteren Verlauf der Stunde wird das Grundprinzip bzw. der Kreislauf von Biokunststoffen erläutert. Das Bild des Kreislaufes wird unter den Visualiser gelegt und die Schüler sollen es zunächst beschreiben und versuchen zu erläutern (Ahg. AB 6).

Um Biokunststoffe nochmals mit herkömmlichen Kunststoffen zu vergleichen, können die Schüler aufgefordert werden, sich Gedanken zum „Kreislauf“ von herkömmlichen Kunststoffen zu machen. Diese kurze Vorstellung dient als Einstieg in die Thematik Biokunststoffe. Im weiteren Verlauf des ersten Teils der Doppelstunde werden Biokunststoffe nun weiter im Detail erläutert.

Dafür wird das Arbeitsblatt zu Biokunststoffen (Ahg. AB 7) ausgeteilt und unter den Visualiser gelegt. Gemeinsam mit den Schülern wird das Blatt jetzt ausgefüllt. Der Erwartungshorizont befindet sich im Anhang und kann mögliche Fragen klären (Ahg. Eh. 2). Um die Klasse mit einzubeziehen, bietet es sich an dieser Stelle an, die Schüler nach vorne kommen zu lassen, um ihre Antwort selbst einzutragen, um die Grafik nach und nach auszufüllen (siehe Tabelle: inhaltliche Aspekte der Stunde).

Zu Beginn werden die drei lila gefärbten Kästchen ausgefüllt, indem ein Schüler die Grafik zunächst beschreibt und erläutert. Im weiteren Verlauf wird der Klasse erläutert, dass auch der Begriff Biopolymere schwierig zu definieren ist. Außerdem sollte der Unterschied von natürlichen und synthetischen Biopolymeren erläutert werden.

Zunächst wird der Begriff bio-abbaubar geklärt. Als zusätzliche Information ist es hier sinnvoll, den Unterschied zwischen abbaubaren und nicht abbaubaren Kunststoffen zu erläutern. Um den Schülern weitere Informationen zu vermitteln, folgt anschließend ein kurzer Lehrervortrag zur Abbaubarkeit im Allgemeinen. Danach werden Beispiele von nachwachsenden Rohstoffen, die für biobasierte Kunststoffe verwendet werden können, über die Pfeile in die Graphik eingetragen. Hierbei können die Schüler nochmals über ihr Wissen aus Stunde 2 abgefragt werden.

Im Folgenden werden Beispiele zu den verschiedenen Definitionen in die Grafik geschrieben und erläutert. Hierbei ist es sinnvoll, nach Nennen der Kunststoffarten kurz auf ihre Bedeutung einzugehen.

Nach Ausfüllen der Grafik ist die Aufgabe der Schüler, in Partnerarbeit Überlegungen zu der Verwendung sowie den Vor- und Nachteilen von Biokunststoffen zu machen. Anschließend werden die Ergebnisse unter dem Visualiser zusammengetragen und besprochen. Zur Besprechung ist es hilfreich, den Erwartungshorizont genauer zu betrachten (Ahg. Eh. 2).

Der theoretische Teil der Stunde wird mit einem Fazit abgeschlossen, welches sich ebenfalls in der Tabelle sowie auf dem Erwartungshorizont befindet.



Abbildung 11: Versuchsmaterialien Stärke (Quelle: Schülerteam MGG)



Abbildung 12: Versuchsmaterialien Chitosan (Quelle: Schülerteam MGG)

Im zweiten Teil der Stunde wird ein Experiment zur Herstellung von Bioplastik durchgeführt. Da zwei verschiedene Versuche durchgeführt werden, ist es sinnvoll, die Klasse zu teilen: Der eine Teil stellt die Folie aus Chitosan her und der andere die aus Stärke. Je nach Klassengröße werden Zweier- bis Vierer-Gruppen gebildet. Sinnvoll ist es zuvor alle benötigten Materialien vorzubereiten und gegebenenfalls schon nach Versuch 1 und 2 zu ordnen. Somit können die Versuche schneller durchgeführt werden und es wird nicht zu viel Zeit verschwendet. Die Materialliste sowie

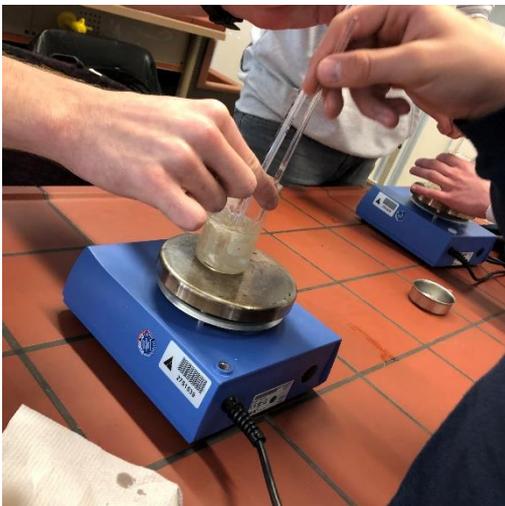


Abbildung 13: Herstellung Chitosanfolie (r.) und Herstellung Stärkefolie (l.) (Quelle: Schülerteam MGG)

die Durchführung sind auf den Versuchsarbeitsblättern zu finden (Ahg. AB 8+9). Für den Chitosanversuch ist ebenfalls von Vorteil, bereits vorab eine konzentrierte Essigsäure (1 mol/l) vorzubereiten.

Bei der Erprobungsklasse wurde die Speisestärke von „Küchenmeister“ und das Chitosan von „Hannes pure Lebenslust“ verwendet. Die Schüler sollen selbstständig mit Hilfe der Versuchsarbeitsblätter die Folien herstellen und währenddessen ihre Beobachtungen notieren. Das auf dem Arbeitsblatt stehende Hintergrundwissen zu dem



Abbildung 14: Folien aus Chitosan (r.), Folien aus Stärke (l.) (Quelle: Schülerteam MGG)

jeweiligen Stoff kann zuvor kurz erläutert werden oder sollte durchgelesen werden, um jeden Schüler über die Stoffe aufzuklären. Zum Ende der Stunde, nachdem die Folien zum Trocknen ausgelegt sind und alles aufgeräumt wurde, wird die Erklärung zu den Versuchen ausgeteilt und kann gegebenenfalls mit den Schülern besprochen und erläutert werden (Ahg. AB 10).

Inhaltliche Aspekte der Stunde 3+4

Kommentare	
Biokunststoff-Kreislauf	<ul style="list-style-type: none"> • Wichtig ist, dass erkannt wird, dass der Biokunststoff-Kreislauf CO₂-neutral ist, d.h. dass das bei der Verbrennung oder Verrottung freiwerdende CO₂ zuvor von (Industrie-) Pflanzen zur Photosynthese genutzt wurde und somit kein zusätzlicher CO₂- Ausstoß stattfindet. • Zudem sollte noch die prinzipiell immer bessere Variante, das Recycling, kurz erläutert werden.
Kreislauf herkömmlicher Kunststoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Dieser Kreislauf ist nicht CO₂-neutral, d.h. die Atmosphäre wird somit mit zusätzlichem CO₂ belastet.
Arbeitsblatt: Biopolymere	
Definitionen	<ul style="list-style-type: none"> • Unterscheidung der Biokunststoffe nach zwei Kriterien: <ul style="list-style-type: none"> ○ Ihrer Abbaubarkeit ○ Dem Rohstoff, aus dem sie bestehen • Drei Definitionen: <ol style="list-style-type: none"> 1. (links oben) Kunststoffe, die auf nachwachsenden Rohstoffen basieren, aber nicht biologisch abbaubar

Biopolymere:
Differenzierung

- sind;
2. (rechts oben)
Kunststoffe, die sowohl auf nachwachsenden Rohstoffen basieren, als auch biologisch abbaubar sind;
3. (rechts unten)
Kunststoffe, die nicht auf nachwachsenden Rohstoffen basieren, aber dennoch biologisch abbaubar sind

- Es gibt zum einen natürliche Biopolymere, wie Stärke, Cellulose, Lignin (aus Holz), Chitin (z.B. aus Krabbenschalen → wird im zweiten Teil der Stunde wichtig) und Proteine. Diese liegen schon in der Natur als langkettige Verbindungen vor
- Des Weiteren werden aber auch Stoffe, wie das zuvor genannte PLA als Biopolymer bezeichnet. Diese werden jedoch synthetische Biopolymere genannt, da sie erst industriell, aus Monomeren synthetisiert werden müssen und nicht in der Natur als langkettige Verbindungen vorliegen.

Abbaubarkeit

- Biologisch abbaubare Kunststoffe haben die Eigenschaft, dass sie unter Einwirkung von Mikroorganismen oder deren Enzyme zu Wasser und CO₂ abgebaut werden können.

(An dieser Stelle sollte „Zersetzung durch Mikroorganismen“ unter dem Begriff „abbaubar“ geschrieben werden)

- Voraussetzungen für biologische Abbaubarkeit:
 1. Es müssen chemische Bindungen vorhanden sein, die enzymatisch spaltbar sein können (z.B. Esterbindungen, Amidbindungen, Acetalbindungen) → diese Stellen ermöglichen den Angriff durch Mikroorganismen bzw. Enzyme
 2. Die bei der Spaltung entstehenden Produkte müssen im Stoffwechsel von Bakterien und Pilzen verwertbar sein → Die Spaltprodukte dienen den Bakterien und Pilzen als Nährstoffe und Energiequelle
- Nicht abbaubar heißt somit, dass solche Bindungen nicht vorhanden sind. (Somit kann unter „nicht abbaubar“ die Erklärung „kein Angriff durch Mikroorganismen“ ergänzt werden)
- Der biologische Abbau unter realen Bedingungen im Boden ist stark von den Umgebungsbedingungen, wie

	<p>der Temperatur, der Feuchtigkeit und dem pH-Wert, abhängig.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beispiel: bei Stärke-basierten Polymeren dauert die vollständige Zersetzung unter guten Bedingungen ca. ein Jahr
Verbreitung	<ul style="list-style-type: none"> • Mittlerweile ist eine relativ größere Anzahl an biobasierten Kunststoffen auf dem Markt erhältlich • In vielen Bereichen können petrochemische Kunststoffe durch biobasierte Kunststoffe ersetzt werden • Im Vergleich zu herkömmlichen Kunststoffen machen sie allerdings immer noch einen sehr geringen Anteil aus (ca.1% der jährlich 350 Millionen produzierten Tonnen Kunststoff)
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> • PE, PP, PET <ul style="list-style-type: none"> ○ (siehe Stunde 1) • Bio-PE, Bio-PA, Bio-PET <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Monomere dieser nicht abbaubaren, biobasierten Kunststoffe werden nicht mehr aus Erdöl, sondern aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt ○ Die Struktur und ihre Eigenschaften dieser biobasierten Kunststoffe sind nicht von fossilen Kunststoffen zu unterscheiden ○ auch wenn sie chemisch identisch sind, basieren sie aber im Gegensatz zu den petrochemischen Kunststoffen entweder teilweise oder 100%ig auf nachwachsenden und eben nicht auf fossilen Rohstoffen ○ Bio-PE/PET werden z.B. aus Zuckerrohr hergestellt→ diese werden häufig zur Produktion von Flaschen eingesetzt • PLA, PHA, Stärke-Blends <ul style="list-style-type: none"> ○ Diese bioabbaubaren und gleichzeitig biobasierten Kunststoffe sind chemisch nicht identisch mit fossilen Kunststoffen ○ So bestehen biobasierte Kunststoffe meistens aus langen Stärkemoleküle-Ketten aus Mais oder Kartoffeln ○ Hingegen müssen bioabbaubare Kunststoffe nicht unbedingt aus biobasierten Rohstoffen bestehen ○ <u>PLA</u> → Polymilchsäure (Polylactide)

→ Milchsäure entsteht durch Fermentation von Stärke
→ als Fermentation bezeichnet man die chemische Umwandlung von Stoffen durch Mikroorganismen und Enzyme

- PHA
 - Polyhydroxyalkanoate
 - natürlich vorkommende Biopolyester, die von Bakterien gebildet werden
- Stärkeblends
 - Mischung aus thermoplastischer Stärke und anderen Kunststoffen
 - Allg. versteht man unter dem Begriff Blends eine Mischung aus Kunststoffen. Sie müssen nicht zwingend komplett auf nachwachsenden Rohstoffen basieren
- allgemein bestehen biobasierte Kunststoffe meistens nicht zu 100% aus nachwachsenden Rohstoffen, da sie wie alle anderen Kunststoffe Hilfsstoffe enthalten, um die geforderten Eigenschaften zu erlangen
- so kann es sein, dass ein Monomer biobasiert ist und das andere nicht
 - diese Zusatzstoffe sind derzeit in vielen Fällen nicht biobasiert
- PBAT, PCL
 - PBAT kann z. B. als Ersatz für PE verwendet werden. Dabei wird es in reiner Form, aber auch als Mischung mit PLA bzw. Stärke eingesetzt

Fazit

Bioplastik scheint zwar eine vergleichbare Alternative zu herkömmlichen Kunststoffen zu sein, ist aber bisher viel zu wenig verbreitet und entwickelt, um Herausforderungen wie Ressourcenknappheit und Klimawandel ausreichend zu bekämpfen. Aber auch für die Verringerung der Umweltverschmutzung ist die derzeit geringe Verwendung von Biokunststoffen noch keine effektive Lösung, vielmehr muss weltweit der Konsum und die Produktion von umweltschädlichen Kunststoffen minimiert werden und vermehrt effektiv gesammelt und recycelt werden.

Reflexion

Der theoretische Teil der Stunde war mit vielen neuen Informationen gefüllt und somit für die Schüler nicht einfach zu folgen und zu verstehen. Dennoch konnten sie sich aufgrund ihres eigenen Wissens und der Lehrinhalte der vorigen Stunden bei der Besprechung des Arbeitsblattes gut einbringen. Das Aufstehen zum Ausfüllen der Grafik lockerte den Unterricht auf und brachte Bewegung in den sonst relativ trockenen Teil der Stunde. Zudem motivierte es die Schüler, dass sich nach dieser theoretischen Stunde ein praktischer Teil anschloss. Das Experiment kam gut bei den Schülern an, und die Durchführung bereitete ihnen Freude. Sie waren bei der Sache und verstanden die gestellte Aufgabenstellung sofort. Da das Experiment nicht zu kompliziert und gut vorbereitet war, wurden auch keine Fehler gemacht und somit gute Ergebnisse erzielt. Als die Schüler in der darauffolgenden Stunde ihre Folien erhielten, waren sie begeistert. Die Besprechung der Erklärung war nicht besonders lang, da nicht mehr so viel Zeit verblieb. Wenn eine ausführlichere Besprechung gewünscht ist, sollte dafür mehr Zeit eingeplant werden.

5.4 Stunde 5 – Vorstellung des Konzeptes „Bioökonomie“

Kompetenzerwerb und Lernziele der Stunde

Ziel dieser Stunde ist es, den Schülern das Konzept „Bioökonomie“ näher zu bringen und ihnen seine Bedeutung für eine nachhaltige Zukunft zu verdeutlichen. Die Schüler sollen in der Stunde folgende Lernziele und Kompetenzen erreichen:

- Den Begriff „Bioökonomie“ erfassen und seine Bedeutung für eine nachhaltige Entwicklung erläutern können
- Verschiedene Branchen, die von der Bioökonomie betroffen sind, nennen und erläutern können
- Chancen, Probleme und Umsetzungsmöglichkeiten der Bioökonomie nennen und erläutern können
- Den Begriff „Biotechnologie“ definieren können und seine Bedeutung für die Entwicklung neuer Verfahren und Produkte in der Bioökonomie erklären können

Durchführung/ Umsetzung der Stunde

Ziel der Stunde ist es, den Schülern eine Vorstellung davon zu vermitteln, was sich hinter dem Konzept „Bioökonomie“ verbirgt. Bioökonomie ist das zentrale Thema dieser Unterrichtseinheit, sodass diese Stunde von großer Bedeutung ist, um den Zusammenhang zu den vorherigen Stunden herzustellen. Aus diesem Grund ist es wichtig, die Schüler so gut wie möglich in den Unterricht einzubeziehen, um ihre Aufmerksamkeit zu gewährleisten.

Zu Beginn der Stunde werden sie deshalb zunächst mit dem Begriff „Bioökonomie“ konfrontiert. Sie sollen durch ihr zuvor erlerntes Wissen oder Allgemeinwissen Ideen und Vorstellungen zur Bedeutung dieses Begriffes äußern. Anschließend dient ein kurzes YouTube-Video zum Thema Bioökonomie als Einführung und Erklärung des Sachverhaltes. Links zu verschiedenen geeigneten Videos sind dem Quellenverzeichnis oder dem Anhang mit den Materialien zu entnehmen. Wichtig ist, dass das Video die Bedeutung der Bioökonomie für unsere Zukunft verdeutlicht und zudem weitere wichtige Informationen rund um dieses Thema liefert. Die Schüler sollen sich bereits während des Anschauens Notizen zu den im Video genannten Inhalten machen, um diese für die weitere Aufgabe nutzen zu können. Nach dem Zeigen des kurzen Videos werden Gruppen (am besten je vier Personen) gebildet. Die Schüler sollen nun eine eigene Definition des Begriffes „Bioökonomie“ aufstellen, um zu überprüfen, ob sie die Grundidee dieses Konzeptes verstanden haben. Als Hilfestellung dient ein Arbeitsblatt, das Begriffe und Verben enthält, die Teile der Definition bilden können (Ahg. AB 11). Anschließend stellen einige der Gruppen ihre Ergebnisse vor, um sie zu vergleichen und gegebenenfalls zu korrigieren. Zusätzlich kann dann noch eine vom Lehrer vorbereitete Definition gezeigt werden, die auch beispielhaft in der späteren PowerPoint-Präsentation zum Thema Bioökonomie enthalten ist (PP Folie 2).

Definition

Bioökonomie ist ein neues Modell für Industrie und Wirtschaft. Sie ist die wissensbasierte Erzeugung und Nutzung nachwachsender Ressourcen, wie Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystem bereitzustellen.

Abbildung 15: PP Bioökonomie, Folie 2

Im weiteren Verlauf der Stunde folgt eine weitere Gruppenarbeit. Zuerst erhält jede Gruppe mehrere bunte Kärtchen sowie ein paar dicke Filzstifte. Die Aufgabe der Schüler besteht nun darin, sich einzelne Begriffe zum Thema Bioökonomie zu überlegen, um diese dann auf die Kärtchen zu schreiben. Hierbei können sie sich an ihren Notizen zum Erklärvideo, an den Definitionen sowie am Wissen aus den vorherigen Stunden orientieren. Die Kärtchen werden dann von einzelnen Gruppenmitgliedern zunächst ungeordnet an die Tafel oder an ein anderes geeignetes Medium geheftet, an dem bereits der Oberbegriff „Bioökonomie“ hängt. Anschließend werden ihnen vier Überschriften (Chancen, Umsetzung, Herausforderungen, Allgemein) vorgegeben, zu denen zwei bis drei Schüler die schon bestehenden Kärtchen Mindmap-artig zuordnen sollen. Die restlichen Gruppenmitglieder sollen sich währenddessen weitere Begriffe zu den gegebenen Überschriften überlegen und diese ebenfalls anheften. Um die Mindmap zu besprechen und gegebenenfalls zu ergänzen, dient eine PowerPoint-Präsentation,

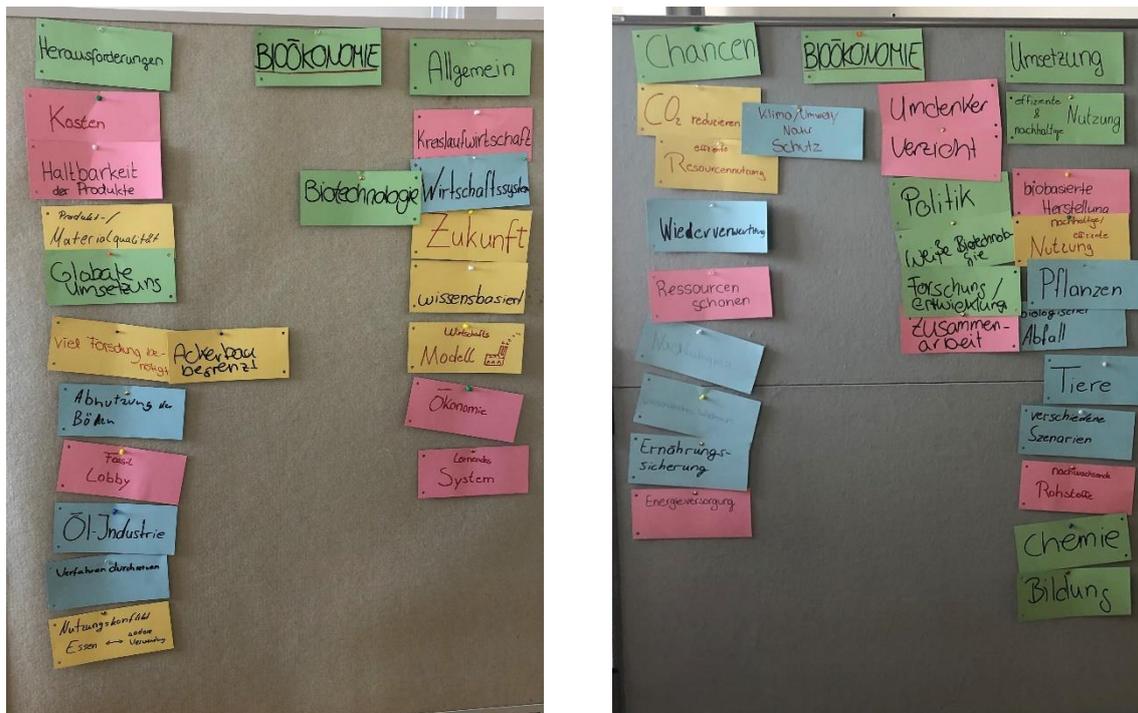


Abbildung 16: Mindmap Bioökonomie (Quelle: Schülerteam MGG)

die die wichtigsten Aspekte nochmals wiederholt (Ahg. Link 4). Die Schüler sollten die Mindmap an der Tafel zuvor als Heftaufschrieb übernehmen und während der Präsentation noch weiter ergänzen.

Zunächst gibt die PowerPoint-Präsentation Aufschluss über das Ziel der Bioökonomie, indem darauf eingegangen wird, was die wichtigsten Themenfelder sind, mit denen sie sich beschäftigt (PP Folie 3). Falls der Begriff „Nachhaltigkeit“ noch nicht an der Tafel hängt, wird ein Schüler gebeten, diesen noch zu ergänzen. Da es keinen exakt vorgegebenen Plan gibt, wie eine Bioökonomie ausgestaltet ist, gibt es verschiedene Vorstellungen und Möglichkeiten, wie eine Zukunft in einem Leben in einer Bioökonomie aussehen könnte. Vier unterschiedliche Zukunfts-szenarien wurden zu dieser Frage vom Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) entwickelt (Kimpeler et al. 2018), auf die im Folgenden kurz eingegangen wird (PP Folie 4).

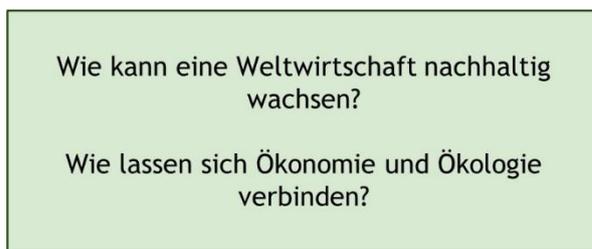


Abbildung 17: PP Bioökonomie, Folie 3

Als nächstes geht es um die Chancen, welche die Bioökonomie bieten soll, um die derzeitigen Herausforderungen zu bewältigen (PP Folie 5). Folgende Begriffe werden unter der Überschrift „Chancen“, falls noch nicht vorhanden, von den Schülern ergänzt:

Ernährungssicherung, Energieversorgung, ressourcenschonend, Klima-, Umwelt- und Naturschutz. Des Weiteren werden die Umsetzungsmöglichkeiten genauer betrachtet. Biomasse wird als Rohstoff für Bioenergie und für nachhaltige Produkte, wie z.B. die bereits thematisierten Biokunststoffe, vorgestellt (PP Folie 6).

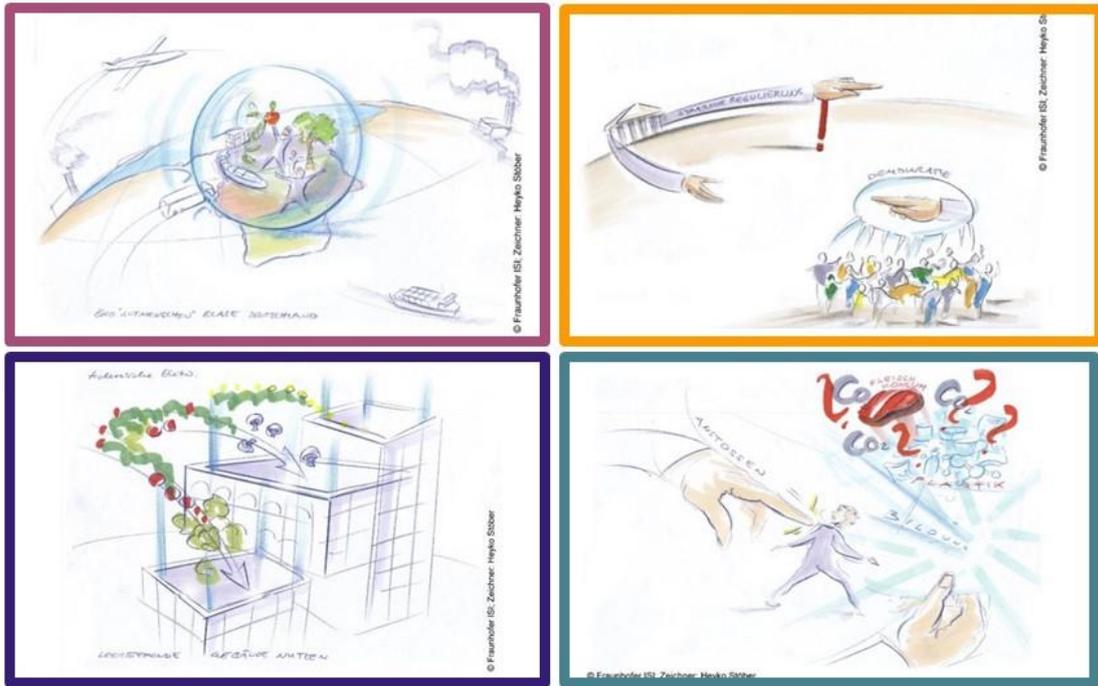


Abbildung 18: PP Bioökonomie Folie 4



Abbildung 19: PP Bioökonomie Folie 5

Zudem wird auf die Wichtigkeit der Forschung und Entwicklung neuer Technologien und Verfahren hingewiesen. Die Überschrift „Umsetzung“ wird mit den ggf. fehlenden Begriffen ergänzt: nachwachsende Rohstoffe, Biomasse (Pflanzen, Tiere, Mikroorganismen, Reststoffe), Bioenergie, nachhaltige Produkte, Biokunststoffe, Forschung und Entwicklung, neue Technologien. Diese PowerPoint-Präsentation enthält des

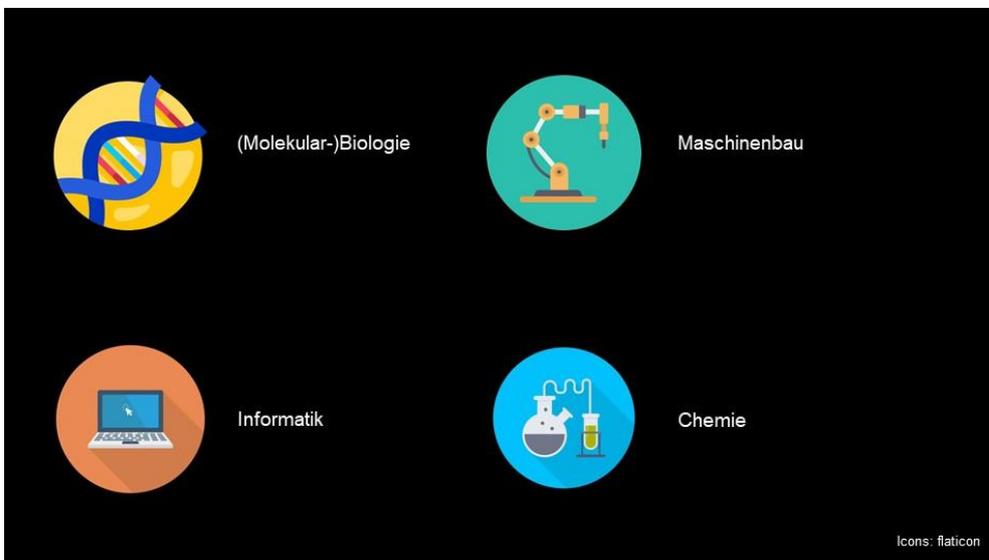


Abbildung 20: PP Bioökonomie Folie 7

Biotechnologie

→ ressourcenschonend, umweltfreundlich

= die Anwendung von Wissenschaft und Technik auf lebende Organismen und Teile von ihnen

Lebende Organismen: Pflanzen, Tiere, Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Hefen)
Teile von lebenden Organismen: z.B. Enzyme, DNA

Bild von Darwin Laganzon auf Pixabay

Abbildung 21: PP Bioökonomie Folie 9

Industrie ressourcenschonende und umweltfreundliche Produktionsprozesse und Produkte zu etablieren, folgt eine kurze Definition des Begriffes „Biotechnologie“ (PP Folie 9). Als nächstes werden die Schüler darauf hingewiesen, dass Biotechnologie genau genommen keine neue Erfindung ist, sondern seit Jahrtausenden bei der Herstellung vieler Lebensmittel genutzt wird. Als Beispiel kann die Gärung mit Hefe genannt werden, die bei der Erzeugung von Bier oder Brot genutzt wird.

Weiteren das Thema „Biotechnologie“, welches den Schülern so ebenfalls nähergebracht werden soll. Sie wird als Verbindung der Fachgebiete (Molekular-) Biologie, Maschinenbau, Chemie und Informatik vorgestellt (PP Folie 7).

Nachdem erwähnt wurde, dass die Biotechnologie dazu beitragen kann, in der

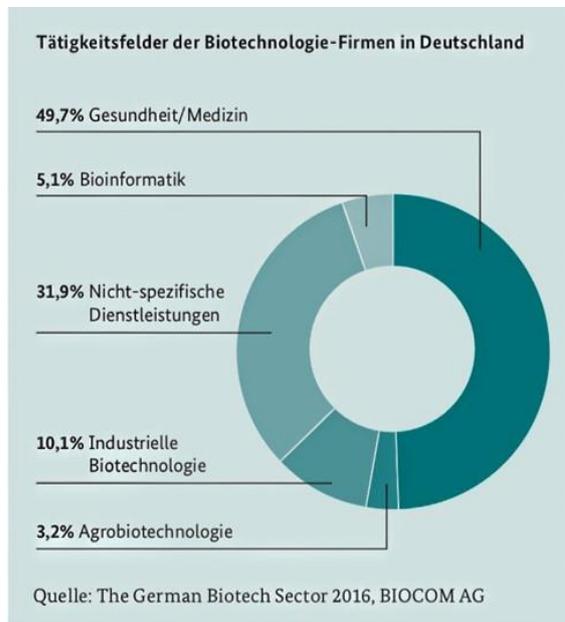


Abbildung 22: PP Bioökonomie Folie 10

Zuletzt werden noch kurz die Begriffe weiße, rote und grüne Biotechnologie differenziert erläutert und auf die Anteile der verschiedenen Tätigkeitsfelder der Biotechnologie-Firmen in Deutschland bezogen (PP Folie 10), um den Schülern eine Vorstellung von der aktuellen Verwendung der Biotechnologie zu geben.

Biotechnologien:

- weiße Biotechnologie
(industrielle Biotechnologie)
- rote Biotechnologie
(Medizinische Biotechnologie)
- grüne Biotechnologie
(Landwirtschaftliche Biotechnologie)

Als weiterer Punkt, der den Umbau der Wirtschaft zu einer Bioökonomie beeinflusst, wird die Gesellschaft betrachtet. Begriffe wie „Umdenken, Verzicht und Zusammenarbeit“ können ergänzt werden. Auch der Begriff „Politik“ kann zur Umsetzung gezählt werden. Beispielhaft kann die Nationale Bioökonomiestrategie der Bundesregierung Deutschland (BMBF und BMEL 2020) genannt und erläutert werden. Des Weiteren spielt die Bildung eine sehr große Rolle, um das Konzept Bioökonomie vor allem auch bei der jüngeren Generation bekannt zu machen und zu verbreiten. Um die Stunde zu beenden und die Bioökonomie von einer kritischen Seite zu betrachten, werden die Herausforderungen thematisiert, die sie mit sich bringt (PP Folie 11). Folgende Begriffe sollten dabei an der



Abbildung 23: PP Bioökonomie Folie 11

Tafel ergänzt und den Schülern erläutert werden: Kosten, Nahrungsmittelkonkurrenz (Tank-Trog-Teller-Diskussion), begrenzte Anbauflächen, Verzicht, Innovationen (Entwicklung neuer Technologien und Verfahren), globale Umsetzung (Verbreitung und Umsetzung des Konzeptes „Bioökonomie“ auf der ganzen Welt).

Reflexion

Zum Einstieg in diese Stunde wurde die Klasse gefragt, ob sie sich bereits etwas unter dem Begriff „Bioökonomie“ vorstellen können. Obwohl die vorherigen Unterrichtsstunden aufgrund einer Praktikumswoche der Erprobungsklasse schon fast zwei Wochen zurücklagen, gab es einige Schüler, die sich zu dieser Frage äußerten. Bioökonomie wurde vor allem mit nachwachsenden Rohstoffen verbunden, was anhand der zuvor thematisierten Inhalte nicht verwunderlich war. Das darauffolgende Erklärvideo stellte sich als eine gute und anschauliche Methode heraus, um das komplexe Thema „Bioökonomie“ zu erläutern. Da sich die Schüler allerdings während des Anschauens Notizen machen sollten, konnten die Inhalte nicht vollständig erfasst werden. Es ist also auf jeden Fall empfehlenswert, das Video noch ein zweites oder vielleicht auch drittes Mal zu zeigen, damit auch wirklich jeder Schüler ausreichend Zeit für seine Notizen hat. Alternativ können verschiedene Videos zum selben Thema gezeigt werden, Vorschläge für Videos sind im Quellenverzeichnis aufgeführt.

Die Definitionsbildung in den Gruppen hat gut funktioniert, allerdings auch mehr Zeit beansprucht als gedacht. Nach ca. zehn Minuten waren die ersten Gruppen fertig und bereit, ihre Definition vorzustellen. Die Schüler waren sich trotzdem merklich unsicher, weshalb ein Besprechen sinnvoll ist, um die Definitionen zu korrigieren und zu ergänzen. Dabei stellte sich allerdings heraus, dass diese Aufgabe ziemlich gut funktioniert hat und die Schüler die Grundidee hinter dem Konzept „Bioökonomie“ erfasst hatten. Es empfiehlt sich aber auf jeden Fall, das Arbeitsblatt mit den vorgefertigten Definitionsteilen zu nutzen, da die Aufgabe sonst kaum umfassend und in der vorgegebenen Zeit zu lösen ist.

Die folgende Phase, in der in Gruppen Begriffe zum Thema Bioökonomie gesammelt wurden, lief anfangs sehr verhalten ab. Die Schüler hatten überraschend wenig eigene

Ideen und nutzten eher ihre Unterlagen, um nach möglichen Begriffen zu suchen. Zudem trauten sich nur wenige von ihnen, nach vorne zu kommen und ihre Kärtchen an die Pinnwand zu heften.

Nachdem den Schülern dann Überschriften vorgegeben wurden, fiel es ihnen deutlich leichter, sich weitere Begriffe zu überlegen und auch nach vorne zu kommen. Auch die Zuordnung der schon vorhandenen Kärtchen lief problemlos ab. Je nachdem wie die Klasse reagiert, könnten die Überschriften also schon früher als Hilfestellung gegeben werden. Des Weiteren wäre es gut, die Schüler frühzeitig darauf hinzuweisen, die Mindmap als Heftaufschrieb zu übernehmen, da sie sonst während der PowerPoint-Präsentation nicht so aufmerksam sind.

Für die gemeinsame Besprechung der Mindmap blieben ca. 10 Minuten, was ausreichend, aber relativ knapp war, weshalb man die Gruppenarbeitsphase vielleicht etwas kürzer halten sollte. Nachdem die Überschriften vorgegeben wurden, hatten die Schüler noch einige gute Ideen, sodass während der PowerPoint-Präsentation nur noch wenige Begriffe ergänzt werden mussten. Es ist dabei wichtig, die Präsentation immer wieder auf die MindMap zu beziehen, da sie sonst isoliert dasteht und die Gefahr besteht, dass die Aufmerksamkeit der Schüler verloren geht. Ebenfalls empfehlenswert ist es, während des Vortrags immer wieder Fragen an die Klasse zu stellen, um sie zum Mitdenken zu animieren.

5.5 Stunde 6+7 – Bioökonomie: Folgen für Wirtschaft und Gesellschaft

Kompetenzerwerb und Lernziele der Stunde

Ziel dieser Stunde ist es, den Wandel zu einer Bioökonomie in Hinblick auf die Folgen für Wirtschaft und Gesellschaft aus verschiedenen Perspektiven genauer zu betrachten. Die Schüler sollen so eine konkretere Vorstellung erhalten, was der Umbau der Wirtschaft zu einer Bioökonomie bedeuten könnte. Folgende Lernziele und Kompetenzen sollen in dieser Stunde erreicht werden:

- Stärke und Chitosan als Beispiele für nachwachsende Rohstoffe auf ihre wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Folgen prüfen
- Die Vor- und Nachteile von Stärke und Chitosan gegenüberstellen und gegeneinander abwägen
- Die Bedeutung eines Wandels zur Bioökonomie aus Sicht verschiedener Interessensgruppen beurteilen
- Die möglichen Auswirkungen eines Wandels zur Bioökonomie auf Wirtschaft und Gesellschaft nennen und erläutern können

Durchführung/ Umsetzung der Stunde

Die Schüler sollen sich durch diese Doppelstunde durch zwei verschiedene Zugänge mit den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Folgen sowie der Umsetzbarkeit der Bioökonomie auseinandersetzen. Im Vordergrund dieser Stunden sollen dabei ihre eigenen Vorstellungen und Ideen bezüglich dieses Themas stehen.



Abbildung 24: Identitätskarten für das Rollenspiel (Quelle: Schülerteam MGG)

Der erste Zugang erfolgt durch Anknüpfen an die in den Stunden 2, 3 und 4 erarbeiteten Inhalte zu nachwachsenden Rohstoffen und Biokunststoffen: Als Einstieg in die Thematik werden die zuvor thematisierten Biokunststoffe als ein Teil der bisherigen Umsetzung der Bioökonomie erwähnt und nochmals auf die bereits herausgearbeiteten Nachteile hingewiesen: Zunächst werden die Schüler nach den im Praxisteil verwendeten Rohstoffen gefragt, um ihre Aufmerksamkeit zu wecken. Nachdem diese genannt wurden, wird ein Tafelbild in Form eines tabellarischen Überblicks zu den Vor- und Nachteilen von Stärke sowie Chitosan vorbereitet. Die Schüler erhalten daraufhin kurz Zeit, um die Tabelle als Heftaufschrieb zu übernehmen und in Partnerarbeit bereits verschiedene Ideen zu sammeln.

Sie werden dazu aufgefordert, sich Folgen für Wirtschaft und Gesellschaft zu überlegen, die die Verwendung des jeweiligen Rohstoffes verursachen würde, und diese als positiv oder negativ einzustufen. Als Hilfestellung können die Arbeitsmaterialien der vergangenen Stunden dienen. Bei der Besprechung dieser Aufgabe kann viel Zeit eingeplant werden, um auf die Aspekte der Schüler einzugehen und diese zu erläutern. Um dem Erwartungshorizont (Ahg. Eh. 4) möglichst genau zu entsprechen und fehlende Punkte zu ergänzen, können die Schüler durch kleine Tipps zum weiteren Nachdenken animiert werden. Die restlichen Aspekte sollten vom Lehrer gemäß dem Erwartungshorizont erläutert und ergänzt werden. Nachdem die Tabelle ausführlich besprochen und von den Schülern als Heftaufschrieb übernommen wurde, kann als Abschluss noch ein allgemeines Fazit gezogen werden (siehe Erwartungshorizont).

Der zweite Zugang erfolgt durch ein Rollenspiel im zweiten Teil der Doppelstunde. In diesem Rollenspiel sollen sich die Schüler in verschiedene Interessensgruppen (Landwirt, Unternehmer, Lehrerin, Hartz-IV-Empfänger) hineinversetzen, um deren Position zu einem Leben in einer Bioökonomie zu vertreten. Diese Methode soll die Schüler spielerisch an eine mögliche Umsetzung der Bioökonomie heranführen und zudem die Distanz zu dieser Vorstellung verringern.

Zu Beginn werden verschiedene Gruppen gebildet. Hierzu dienen bunte Kärtchen, die die Namen der verschiedenen Interessensgruppen und eine Nummerierung (1-4) enthalten. Je nach Schülerzahl variiert die Anzahl der benötigten Karten. Nach dem Austeilen bilden die Schüler mit derselben Kärtchen-Farbe bzw. derselben Identität eine Gruppe, wobei jede Gruppe idealerweise dieselbe Anzahl an Schülern umfassen sollte.

Sobald sie sich in Gruppen zusammengefunden haben, erhält jeder Schüler einen allgemeinen Informationstext zu den Folgen eines Wandels zur Bioökonomie (Ahg. AB 12), sowie gruppenspezifisch eine kurze Beschreibung der jeweiligen Identität und ihrer aktuellen Situation (Ahg. AB 13+14). Auf Ersterem befindet sich ebenfalls eine Aufgabenstellung zur Bearbeitung des Textes, für die die Gruppen nun einige Minuten Zeit bekommen. Nachdem die Gruppen größtenteils mit der Aufgabe fertig sind, geht das Rollenspiel nun in die zweite Phase. Die ursprünglichen Gruppen teilen sich, um sich schließlich in neuen Gruppen, diesmal nach ihrer Nummerierung sortiert, zusammen zu finden.

Nun sollte in jeder Gruppe jede Identität mindestens einmal vertreten sein. Die Schüler erhalten nun innerhalb ihrer Gruppe ein neues Aufgabenblatt (Ahg. AB 15). Dieses stellt die Ausgangssituation der darauffolgenden Gruppendiskussion vor. Die vier Identitäten leben alle zusammen in „Greenland“, einem fiktiven Dorf, welches gerade den Wandel zu einer Bioökonomie durchläuft. Um die Diskussion einzuleiten, stellen sich die verschiedenen Identitäten zunächst kurz nacheinander vor. Dies ist wichtig, um die Verbindungen zwischen den einzelnen Personen zu erkennen und ihre individuellen Situationen nachzuvollziehen und so aufeinander einzugehen. Nun kann gemäß der Aufgabenstellung über das Leben in Greenland diskutiert werden. Dabei ist es sinnvoll, dass die Lehrkraft abwechselnd bei den Diskussionen der einzelnen Gruppen zuhört, um Denkanstöße zu geben oder sie gegebenenfalls zu bremsen, falls zu sehr vom eigentlichen Thema abgewichen wird. Fünf bis zehn Minuten vor Unterrichtsschluss sollten die Gruppen unterbrochen und darauf hingewiesen werden zum Ende zu kommen, um, falls noch nicht erledigt, ihre Ergebnisse aufzuschreiben. Nachdem alle Gruppen fertig sind, werden je nach Zeit die verschiedenen Ergebnisse vorgestellt. Zudem kann Rückmeldung zu dem Verlauf (Probleme, Lösungen) der Diskussion gegeben werden. Dies dient dazu, die verschiedenen Ergebnisse zu vergleichen und gegebenenfalls untereinander bewerten zu lassen, um das Rollenspiel schließlich abzuschließen.

Reflexion

Wie zu erwarten, konnten sich nahezu alle Schüler an die nachwachsenden Rohstoffe erinnern, die im Schülerversuch verwendet worden waren. Nachdem die Meldungen beim Besprechen der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Folgen anfangs noch sehr verhalten waren, kamen nach ein paar Minuten immer mehr gute Ideen. Die meisten wichtigen Aspekte wurden von den Schülern selbst genannt. Überraschenderweise hatten sie die wenigsten Ideen zu den Nachteilen von Stärke, obwohl diese auf dem Erwartungshorizont am meisten vertreten waren. Durch einige Tipps bzw. Hinweise auf die 2. Stunde, bei der bereits Nachteile von nachwachsenden Rohstoffen erarbeitet worden waren, nannten die Schüler dann auch noch die fehlenden Aspekte. Dieser Teil der Stunde dauerte länger als erwartet, war jedoch letztendlich auch sehr ausführlich durch die Mitarbeit vieler verschiedener Schüler gefüllt worden.

Das Rollenspiel lief zu Beginn ziemlich chaotisch ab. Den Schülern war anscheinend nicht von Anfang an klar, was sie mit ihrer Rolle und dem Informationstext anfangen sollten. Es bietet sich daher an, das zweite Arbeitsblatt mit der Aufgabenstellung zu Greenland bereits früher auszuteilen oder zumindest zu erwähnen, inwiefern die

Identitäten bzw. Personengruppen in Verbindung stehen (d.h. zu erklären, dass sie alle zusammen im selben Dorf leben). Die Schüler hatten während der Gruppenarbeit noch einige Fragen, dennoch gingen sie mit Spaß an die Sache heran. Es war merklich zu erkennen, dass ihnen die farbenfrohen Karten sowie die Steckbriefe gefallen haben. Die anschließende Neubildung der Gruppen lief problemlos ab und die Schüler begannen schnell sich untereinander vorzustellen. Dabei wurden die Verbindungen der einzelnen Personen/Identitäten deutlich und die Aufgabenstellung wurde klarer. Es empfiehlt sich trotzdem, die Gruppen vor dem Beginn der Diskussion kurz zu unterbrechen, um die Aufgabenstellung nochmals laut vor der ganzen Klasse zu erläutern, da diese von einigen Schülern oftmals nicht genau gelesen und verstanden wird.

Die Diskussionen gestalteten sich je nach Gruppe sehr unterschiedlich, so waren manche Gruppen in rege Gespräche vertieft, während andere eher zurückhaltend waren. Hier bietet es sich an, dass die Lehrkraft individuelle Denkanstöße und Hilfestellung gibt. Letztendlich kamen die meisten Gruppen dennoch zu einem Ergebnis. Dieses war, wie sich herausstellte, in den Gruppen sehr ähnlich. So stellte eine Gruppe ihr Ergebnis vor, während die anderen gegebenenfalls nur noch ergänzten. Es bietet sich daher an, die Aufgabenstellung dieses Rollenspiels nach Bedarf noch zu ergänzen, oder die Steckbriefe zu überarbeiten, um den Schülern einen größeren Handlungsspielraum zu ermöglichen. Des Weiteren könnte man eine ganz neue Person erfinden, die das Leben in Greenland nochmals auf andere Weise beeinflusst. So ist diese Stunde offen für kreative Ideen und Änderungen, die je nach Bedarf variieren können.

5.6 Zusatzstunde(n)

Kompetenzerwerb und Lernziele der Stunde

Ziel der Zusatzstunde(n) ist es, das zuvor erarbeitete Wissen zu überprüfen und zu wiederholen. Diese Stunde ist allerdings nicht zwingend durchzuführen, da sie keine neuen Themen und somit keinen notwendigen Kompetenzerwerb beinhaltet. Die Lehrinhalte dieser Unterrichtseinheit sollen verwendet und somit wiederholt und vertieft werden.

Bei der Erprobung dieses Unterrichtskonzepts am Markgrafen-Gymnasium wurde in dieser Zusatzstunde das Bioökonomie-Brettspiel EConomy gespielt, das im Rahmen einer parallel durchgeführten Seminararbeit von vier weiteren Schülern des Markgrafen-Gymnasiums in Durlach entworfen, erstellt und erprobt worden war. Bei dem Brettspiel handelt es sich um ein „Serious Game“, d. h. ein Spiel, das nicht ausschließlich der Unterhaltung, sondern gleichermaßen der Informationsvermittlung bzw. der Bildung dient. Es beschäftigt sich mit einem Leben in vier verschiedenen Zukunftsszenarien der Bioökonomie, welche vom Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) im Rahmen des Projektes „Biokompass“ entwickelt wurden (Kimpeler et al. 2018). Leider ist dieses Spiel nicht allgemein verfügbar. Einen Überblick über mögliche Alternativen gibt ein Themendossier zu Serious Games mit Bioökonomieschwerpunkt auf dem Bioökonomie-Portal biooekonomie.de (Reich 2020).

Weitere Möglichkeiten zur Gestaltung dieser Zusatzstunde sind:

- Ausarbeitung von Quizfragen zur Bioökonomie und Spielen des Quiz mit den Mitschülern

- Erweiterung des Rollenspiels aus den Stunden 6+7, beispielsweise durch Ausarbeitung zusätzlicher Steckbriefe (Identitäten), durch Veränderung der Situation in Greenland
- Befassung mit zwei Zukunftsszenarien zum Alltagsleben in einer Bioökonomie auf der Basis der Materialien, die vom Fraunhofer ISI im Rahmen des Projekts BioKompass entwickelt wurden (Kimpeler et al. 2018). Es wird empfohlen, hierfür die beiden Szenarien "Hoch hinaus mit Hightech-Bioökonomie" sowie "Bioökonomie durch nachhaltigen Lebensstil" auszuwählen. Die Charakteristika der jeweiligen Szenarien können zunächst in einer Mindmap zusammengetragen werden. Anschließend sollen die Schüler einzeln oder in Gruppenarbeit eine Alltagsgeschichte für eine fiktive Person erfinden, die in dem jeweiligen Szenario lebt. In den Materialien sind auch Beispielgeschichten enthalten. Falls gewünscht, kann dieses "story telling" auch mit dem Rollenspiel Greenland verbunden werden.

Durchführung/ Umsetzung der Stunde

Die Gestaltung der Stunde richtet sich nach der gewählten Option. Wichtig ist, die jeweiligen Aufgaben bzw. Spielregeln verständlich zu erklären, um genügend Zeit für das Bearbeiten der Aufgabe bzw. das Spielen zu haben.

Reflexion

Bei der Erprobung dieser Unterrichtseinheit hat diese Stunde den Schülern gut gefallen und war ein schöner Abschluss der gesamten Unterrichtseinheit.

6. Fazit

„Bildung ist die mächtigste Waffe, um die Welt zu ändern.“

Nelson Mandela

Wenn es darum geht, für eine bessere und nachhaltigere Zukunft zu sorgen, ist Bildung ein großer Teil des Weges, der zu diesem Ziel führt. Eine nachhaltige Entwicklung, beispielsweise durch eine Transformation zur Bioökonomie, ist ein Prozess, der viel Zeit beansprucht. Bildung ist eine der Waffen, mit der man diesen Prozess anstoßen und beschleunigen kann. Durch Bildung wird das Wissen, welches bisher nur einem Teil der Bevölkerung zur Verfügung steht, an viele Menschen und dabei vor allem an jüngere Generationen, weitergegeben. Auch das Konzept „Bioökonomie“ ist Teil dieses bisher noch zu wenig verbreiteten Wissens. Die Bildung bietet die Möglichkeit, Menschen bzw. Schülern nicht nur in Deutschland, sondern weltweit mit dem Thema vertraut zu machen. Bildung soll sie animieren, aktiv zu werden, sich den aktuellen Herausforderungen zu stellen und sich für eine bessere Zukunft zum Wohle aller Menschen einzusetzen. Denn die Zukunft liegt in der Hand jedes Einzelnen und nur durch ein gesellschaftliches Zusammenwirken kann unsere Welt die gewünschten Veränderungen erfahren.

Dieses Unterrichtskonzept soll dazu beitragen, einen Schritt in diese Richtung machen. Als Vorlage, zur Weitergabe oder auch zur Inspiration kann es zu einer Veränderung

beitragen. Die Schüler sollen durch den Unterricht erfassen, wie essentiell es ist, neue Konzepte und Ideen zu entwickeln, um für eine bessere Zukunft zu sorgen.

Als junge Generation sollen sie das erlernte Wissen dazu nutzen können, selbst einmal Teil dieser Entwicklung zu werden und somit nicht zu zögern, die Zukunft unseres Planeten in die Hand zu nehmen.

Quellenverzeichnis

Stunden 1 und 2

- Fishedick, Aron: Selbstverständlich Chemie. Berlin: Duden Schulbuchverlag, 2010, S. 27.
- Dinge Erklärt - Kurzgesagt: Plastikmüll - So versinkt die Welt im Plastik. <https://www.youtube.com/watch?v=mhmpelyG0uM&t=2s>
- Miller, Leif: Plastikmüll und seine Folgen. <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/meere/muellkippe-meer/muellkippemeer.html> (24.11.2020)
- Knecht, Stefan: Kunststoff. <https://www.chemie.de/lexikon/Kunststoff.html> (24.11.2020)
- Keller-Reddemann, Birgit: Kunststoff. <https://www.planet-wissen.de/technik/werkstoffe/kunststoff/index.html> (24.11.2020)
- Wiechoczek, Dagmar: Versuch: Unterscheiden von Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren. <http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/v127.htm> (24.11.2020)
- Schulz, Christoph: Plastikmüll Zahlen, Fakten & Studien 2017/2018. <https://www.careelite.de/plastik-muell-fakten/> (24.11.2020)
- Mauderli, Claudia: Vor- und Nachteile von Kunststoffen. <https://www.kunststoffpark.ch/umgang-mit-kunststoff/vor-und-nachteile> (25.11.2020)
- Hunold, Mathias: Wie Kunststoffe unser Leben erleichtern – 6 unschlagbare Vorteile auf die wir nicht mehr verzichten wollen. <https://www.hunold-knoop.de/kunststoffwissen/kunststoff-blog/details/6-unschlagbare-vorteile-kunststoffe> (25.11.2020)
- Heinrich, Johann: Nachwachsende Rohstoffe. https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachwachsende-Rohstoffe/nachwachsende-rohstoffe_node.html (25.11.2020)
- Doelling, Robert John: Vorteile und Nutzung nachwachsender Rohstoffe. <https://www.energie-experten.org/erneuerbare-energien/biomasse/nachwachsende-rohstoffe.html> (25.11.2020)
- Hufnagel, Klaus: Fossile Energieträger Kohle, Erdöl und Erdgas - Auslaufmodelle? <https://www.energievergleich.de/energie-lexikon/fossile-energietraeger/> (25.11.2020)
- Heidenfelder, Claudia: Fossile Brennstoffe: Erdöl, Erdgas und Kohle. [https://www.planet-schule.de/mm/die-erde/Barrierefrei/pages/Fossile Brennstoffe Erdoel Erdgas und Kohle.html](https://www.planet-schule.de/mm/die-erde/Barrierefrei/pages/Fossile_Brennstoffe_Erdoel_Erdgas_und_Kohle.html) (25.11.2020)
- Watzel, Ralph: BGR Energiestudie 2017. https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Produkte/energiestudie2017_Zusammenfassung.html (25.11.2020)
- Ittershagen, Martin :„Tüten aus Bioplastik sind keine Alternative“ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/tueten-aus-bioplastik-sind-keine-alternative> <https://www.chids.de/dachs/expvotr/646.pdf> (25.11.2020)

Stunden 3 und 4

- Finger, Heike: Chitin und Chitosan: <https://www.chids.de/dachs/expvotr/646.pdf> (25.11.2020)
- Röttgen, Martin: Thema: Herstellung biologisch abbaubarer Folien aus nachwachsenden Rohstoffen. <https://www.abipur.de/referate/stat/425794060.html#Thema-3> (25.11.2020)
- Haas, Tatjana: Do it yourself Bioplastik. <https://www.lilligreen.de/do-it-yourself-bioplastik/> (25.11.2020)
- Müller, Eva Ursula: 10 Punkte zu biobasierten Kunststoffen. <https://biowerkstoffe.fnr.de/fileadmin/biopolymere/dateien/pdfs/BioKS-10-Punkte-final.pf> (25.11.2020)

Stunden 5 bis 9

- Was ist Bioökonomie? <https://biooekonomie.de/themen/was-ist-biooekonomie> (25.11.2020)
- bioökonomie.de (Hrsg.): (2018): Bioökonomie im Alltag. Innovativ. Nachhaltig. Biobasiert. https://biooekonomie.de/sites/default/files/files/2020-06/biooekonomie-im-alltag_web.pdf
- Bioökonomie-Erklärvideos:
 - bioökonomie.de: Folge 1 - Express - Was ist Bioökonomie? <https://www.youtube.com/watch?v=FQxtTzvmj8Y>
 - Universität Hohenheim: Bioökonomie - Universität Hohenheim <https://www.youtube.com/watch?v=TWA620TZby8>
 - bmbf.de: Bioökonomie im Alltag <https://www.bmbf.de/de/media-video-5002.html>
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2020): Nationale Bioökonomiestrategie. Berlin. https://biooekonomie.de/sites/default/files/files/2020-06/bmbf_nationale_biooekonomiestrategie_langfassung_deutsch.pdf
- Kimpeler, S.; Schirrmeister, E.; Hüsing, B.; Voglhuber-Slavinsky, A. (2018): Zukunftsbilder aus dem Leben in einer Bioökonomie. Karlsruhe: Fraunhofer ISI. https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccv/2018/Zukunftsbilder_BioKompass_Langfassung.pdf
- Reich, Martin (2020): Bioökonomie-Spiele: Ein Überblick. Themendossier. <https://biooekonomie.de/themen/dossiers/biooekonomie-spiele-ein-ueberblick>.
- https://biowerkstoffe.fnr.de/fileadmin/processed/a/1/csm_Grafik_Biokunststoff_Kreislauf_gr%C3%BCn_3_cdd0e98eb2.jpg

