

Abschlussbericht
"DenkNach - Lebensmittel nachhaltig produzieren"
Aktenzeichen AZ 34892/01
Nachbewilligung AZ 34892/02

Prof. Dr. Christian Wiesmüller
Maaïke Katzarow-Hermanns
Dr. Ing. Isabell Sommer

Hochschule Mannheim
Mannheim, 30.09.2020

Band 2



Inhalt

1	Ausgangssituation.....	5
2	Gegenstand und Zielsetzung des Projektes.....	6
3	Projektbausteine zur Umsetzung und Arbeitsschritte.....	7
4	Durchgeführte Maßnahmen.....	8
4.1	AP 1 Planung Projektwoche.....	8
4.2	AP 2 Unterrichtsmodule.....	9
4.2.1	Logo und Arbeitsblattvorlage.....	10
4.2.2	„Experimente“ und praktische Unterrichtseinheiten rund um Gelatine und Stärke....	10
4.3	AP 3 Etikett-Entwicklung.....	13
4.3.1	AP 3.1 Rezeptur.....	13
4.3.2	AP 3.2 Klebstoff (analog zu einer Briefmarke).....	15
4.3.3	AP 3.3 Bedrucken.....	15
4.3.4	AP 3.4 Einkaufszettel und Gestaltung des Experimentierkoffers.....	18
4.4	AP 4 Simulation Projektwoche.....	18
4.5	AP 5 Projektwochen.....	19
4.5.1	„Ferienprogramm“ anstelle einer Projektwoche aufgrund der Corona-Krise.....	19
4.6	AP 6 Workshops und Schülerfirmengründung.....	19
4.7	AP 7 Evaluierung.....	20
5	Erreichte Ziele und Ergebnisse/erstellte Produkte.....	21
5.1	AP 1 Projektwochenplan.....	21
5.2	AP 2 Unterrichtsmodule.....	22
5.2.1	Logo und Arbeitsblattvorlage.....	22
5.2.2	Experimente zur Bestimmung der Eigenschaften von Gelatine und Stärke.....	23
5.2.3	Herstellung von veganen und gelatinehaltigen Gummibärchen („Essbär“).....	26
5.2.4	Unterrichtseinheiten bzw. Stationshäuser.....	26
5.3	AP 3 Etikett-Entwicklung.....	31
5.3.1	AP 3.1 Rezeptur Etikett.....	31
5.3.2	AP 3.2 Klebstoff (analog zu einer Briefmarke).....	36
5.3.3	AP 3.3 Bedrucken und Beschriften.....	38
5.3.4	Ablösbarkeit der Etiketten in einer Spülmaschine.....	40
5.3.5	AP 3.4 Gestaltung des Experimentierkoffers.....	41
5.4	AP 4 Simulation Projektwoche.....	45
5.5	AP 5 Projektwoche in Form einer Ferienwoche.....	45

5.6	AP 6 Workshop und Gründung	48
5.6.1	Workshops im Rahmen der Ferienwoche	48
5.6.2	Workshops „train the trainer“	51
5.6.3	Firmengründung	51
5.7	AP 7 Evaluierung	52
6	Zeit- und Kostenplanung	54
7	Erfüllung von Bewilligungsaufgaben.....	55
8	Zusammenfassung und kritische Reflektion der Gesamtergebnisse	55
9	Öffentlichkeitsarbeit	59
10	Quellen	62
11	Anlagen	62

Projektlaufzeit:

Beantragt (AZ 34892/01): 01.08.2019 - 31.07.2020
Projektlaufzeit-Verlängerung (AZ 34892/02): bis 30.09.2020
Gesamt-Projektlaufzeit: 01.08.2019 - 30.09.2020

Projektkosten

Fördermittel (AZ 34892/01): 79.038 Euro
Nachbewilligung (AZ 34892/02): 8.950 Euro
Projektgesamtkosten: 87.988 Euro

Projektbeteiligte

Bewilligungsempfänger

Pädagogische Hochschule Karlsruhe PHKA
Institut für Physik und Technische Bildung
Bismarckstraße 10
76133 Karlsruhe

Prof. Dr. Christian Wiesmüller
Maaike Katzarow-Hermanns

Kooperationspartner

Hochschule Mannheim HSMA
Institut für Thermische Verfahrenstechnik
Paul-Wittsack-Straße 10
68163 Mannheim

Dr. Isabell Sommer

Unteraufträge:

SIZ Unternehmensentwicklung „Jugend gründet“
Blücherstr. 32,
75177 Pforzheim
Prof. Dr. Barbara Burkhardt-Reich

Franziska Metzbaur

Initiative kikuna e.V. - Zukunft Nachhaltig Gestalten
Wagnerstraße 6
89160 Dornstadt

Karin Wirnsberger

1 Ausgangssituation

Eine kurzatmige, vom technischen Fortschritt gekennzeichnete Zeit steht in der Gefahr, sich selbst zu berauschen an ihren Erfolgen: „immer-schneller“, „kostengünstiger“ und „effektiver“. All das orientiert an einer z.T. gehaltsarmen, vordergründigen Ästhetik, einer ‚Plastikwelt‘, die aber den Alltag prägt. Dabei geht der Blick für das Gesamte verloren. Es werden Lebensmittel kaum noch hinterfragt, wo es doch existenziell ist, was man wie zu sich nimmt. Vielfach wird gedankenlos konsumiert und werden viele wertvolle Ressourcen verschwendet und die Umwelt belastet.

So sind Kunststoff-Folien ein unverzichtbarer Teil des täglichen Lebens geworden. Man findet sie in vielen technischen Bereichen, aber auch nahezu bei allen Konsumgütern, ob in der Elektronik, bei Automobilen, Lebensmitteln, Hygieneprodukten bzw. Hobby- oder Haushaltsgeräten [Rähse, 2010]. In der Landwirtschaft oder bei Mülldeponien werden Kunststoff-Folien ebenfalls in großen Mengen verwendet [Wortberg, Bussmann, 2007]. Inzwischen haben Kunststoff-Folien auch bei Etiketten Einzug gehalten, mit ökologisch bedenklichen Folgen.

Die Wiederverwendung von Einweg-Gläsern oder auch Mehrweg-Pfandgläsern für selbsthergestellte Produkte wie z.B. Honig, Marmeladen, Brotaufstriche, Gurken, Senf, Joghurt, Liköre u.v.a.m. böte für jedermann die Möglichkeit, einen persönlichen Beitrag zum Thema Nachhaltigkeit zu leisten. Doch für die Verwendung dieser gebrauchten Gläser müssten vor der erneuten Befüllung die alten Etiketten rückstandsfrei entfernt werden. Die derzeit handelsüblichen Etiketten lassen sich jedoch nicht in einer herkömmlichen Spülmaschine vom Glas ablösen. Im Gegenteil, die Etiketten verkleben durch die thermische Einwirkung noch fester mit dem Glas (s. Abbildung 1-1). Dies erfordert ein Nacharbeiten von Hand, den Einsatz chemischer Etiketten-Löser und ein Nach-Spülen der Gläser.

An diesem konkreten Beispiel wird deutlich, dass es kreative Ideen für eine praktische Umsetzung hin zu einem nachhaltigeren Umgang mit Ressourcen im eigenen Alltag braucht. Aktuell beobachtet man nur vereinzelt solche kreativen Akteure - vielfach mangelt es an eigenen Ideen, wie man sich persönlich im Sinne nachhaltigen Handelns einbringen kann bzw. es fehlt das erforderliche ökologische Bewusstsein. Paradox ist dabei, dass es nicht wenige Möglichkeiten verantwortungsvollen Konsums gibt, dass es Lösungen gibt, die faszinierend innovativ sind und einen Mehrwert für den einzelnen und die Gemeinschaft darstellen.

Mit dem Projekt sollen sich Kinder schon früh aus der Rolle des passiven Konsumenten emanzipieren und selber zu verantwortlichen, bewussten Akteuren wandeln. Durch die Sensibilisierung der Jugendlichen soll die Eigenkreativität sowie der Nachhaltigkeitsgedanke verbunden mit dem Bewusstsein, selbst etwas bewegen zu können, schon frühzeitig in den Köpfen junger Generationen verankert werden. Denn in unserer Funktion als Bildungsstätte sehen wir die Umwelt- und Nachhaltigkeitsbildung als eine der Schlüsselaufgaben unserer Gesellschaft an.

Daraus entstand die Idee, Projektwochen für Schulen zum Thema Nachhaltigkeit zu entwickeln. Projektwochen gelten als eine moderne Bildungsform und werden vielerorts von Schulen meist in den letzten Wochen vor der Zeugnisvergabe angeboten. Deutsche Bildungspläne sehen diesen Projektunterricht als Bereicherung des Schulunterrichts bzw. als notwendige Ergänzung des Fach- bzw. Klassenunterrichts vor. Hierfür bereiten Lehrende ergänzend zum traditionellen Frontalunterricht ein anspruchsvolles und meist interdisziplinäres Thema auf. Die klassische Rolle der Lehrerenden als Wissensvermittelnde verschiebt sich vom lehrerzentrierten Unterricht hin zur Schülerorientierung. Die Lehrperson hält sich zurück, greift nur ein, wenn es notwendig ist, und gibt didaktische Anregungen (Störing, 2005).

Die Schüler*innen werden durch Projektarbeit in besonderer Form gefordert und gefördert. Die Mitplanung heißt Verantwortung zu tragen (Störing, 2005). Der Aufwand lohnt sich, da sie dabei wertvolle Erfahrungen und merkbare Lernfortschritte machen. Sie werden zu Entdeckern und lösen eine Aufgabe eigenständig und eigenverantwortlich in einer Gruppe. Die Interdisziplinarität des Themas lässt sie Zusammenhänge erkennen, fachlich Einzelaspekte bleiben nicht isoliert. Dabei eignen sich die Schüler*innen Kompetenzen, Methoden, Inhalte und Perspektiven aus den Fächern an. Persönlichkeitsbildend ist, wenn Rückschläge verarbeitet und überwunden werden – wichtige Eigenschaften für ein späteres, erfolgreiches Berufsleben (meinunterricht.de, 2017).

Lehrende, die den Nachhaltigkeitsgedanken anhand eines konkreten Beispiels erlebbar machen wollen, sollen mit entsprechenden Unterrichtsmaterialien zur Durchführung einer Projektwoche zum Thema Nachhaltigkeit mit je ca. 10-20 Schüler*innen 7. bis 9. er Klassen unterstützt werden.

Auf diese Weise sollen sie erstens eine sinnvolle Substitution der herkömmlichen Etiketten durch einen nachwachsenden Rohstoff, der nicht in Konkurrenz zu Lebensmitteln steht, aufzeigen können und zweitens das „Gedanken-Pflänzchen“ eingepflanzt bekommen, dass es sich lohnt, in der Natur „mal nachzuschauen“, ob es Alternativen für einen Gebrauchsgegenstand gibt, den man bisher unhinterfragt genutzt hat.

Als konkretes, haptisch erlebbares Beispiel sollen die Schüler ein mit warmen Wasser abwaschbares Etikett selbst aus einfachen, biologisch abbaubaren Substanzen wie dem tierischen Nebenprodukt „Kollagen“ (Gelatine) herstellen.

Am Institut für Biologische Verfahrenstechnik an der Hochschule Mannheim werden seit 2009 biogene Folien aus Kollagen (mit Unterstützung der DBU: Projekt-Nummer 217050802/ „Biologisch abbaubare Schutzfolien zum Schutz von unlackierten und lackierten Oberflächen“) [Sommer et al., 2011] entwickelt. Bei Kollagen als Rohstoff handelt es sich um ein „tierisches Nebenprodukt“ aus der Lederherstellung bei der Tierhaut-Verarbeitung, das man u.a. für die Herstellung von Wurstdärmen oder aber auch von Gummibärchen nutzt. Doch kaum einer der jungen Schüler und Schülerinnen weiß heute noch, woher die Rohmasse der Gummibärchen stammt und welche besonderen Eigenschaften und Vorzüge diese Rohmasse (Kollagen/Gelatine) hat.



Abb. 1-1: verklebte Etiketten auf Lebensmittelgläsern nach einem Spülgang in der Spülmaschine (links: IBV, rechts: <https://experimentselfversorgung.net/widerspenstige-etiketten/> und [Plastikfolien-Etiketten](#))

2 Gegenstand und Zielsetzung des Projektes

Zielsetzung des Projektes war es, ein fächerübergreifendes Ausbildungs-/ Unterrichts-Tool für den vernetzten Technikunterricht in Form einer Projektwoche mit dem Fokus auf Gesamtschulen und Gymnasien der Klassen 7-9 zu entwickeln, das junge Menschen

- aktiv mit der Natur beschäftigt,
- am Beispiel tierischer Rückstände (alte) Verwertungswege erfahren lässt
- sensibel für die (Umwelt-)Folgen von Massentierhaltung und übermäßigem Fleischkonsum macht
- das Thema Nachhaltigkeit erfahren lässt
- selbst nachhaltige Produkte herstellen lässt
- ethische Fragen rund um Viehhaltung und Fleischkonsum stellt
- selbstständig naturwissenschaftliche Arbeitsweisen (z.B. Versuche) durchführen lässt.

Wichtige Lernziele des Projektes auf dem Weg zu einer umweltverträglichen Wirtschaft sollten dabei die Verringerung des Ressourcenverbrauchs nicht-nachwachsender, fossiler Ressourcen durch die Verwendung von Nebenprodukten (Kollagen) aus der Lebensmittelindustrie und das Vermeiden von schädlichen, nicht abbaubaren Abfallprodukten sein. Die ganzheitliche Verwendung des Tieres spielt dabei eine wesentliche Rolle.

Zur Vermittlung der Lernziele sollten vor allem unterschiedliche Lernarten angesprochen werden, um kognitiv aktivierend zu wirken und konkretes Handeln zu initiieren.

Thema der Projektwoche sollte die Herstellung von umweltfreundlichen Etiketten aus dem tierischen Nebenprodukt Kollagen (und zwar aus Gummibärchen) sein. Hierzu sollte eine Rezeptur und ein Verfahren entwickelt werden, wie die Schüler*innen Folienetiketten durch Aufschmelzen von Gummibärchen im Backofen herstellen können und wie sich diese mit umweltfreundlichen Bio-Tinten beschriften und mit einem rückstandlos ablösbaren Gelatine-Kleber auf Marmeladengläser aufbringen lassen. Die im Projekt zu entwickelnden und dann von den Jugendlichen in der Projektwoche herzustellenden Etiketten sollten folgenden Nachhaltigkeitscharakter aufweisen:

- Wiederverwendung von Einweg-Gläsern für selbst hergestellte Lebensmittelprodukte
- Schonung von Ressourcen durch Wiederverwendung
- Ersetzen bestehender Verpackungen durch ein Mehrwegsystem: Vermeidung von Verpackungsabfällen durch kreative Weiterverwendung
- Nutzung biologischer und nachwachsender Materialien (keine Ausnutzung endlicher, fossiler Ressourcen) zur Etikettenherstellung
- Verwendung eines vollständig biologisch abbaubaren, nicht toxischen Rohstoffs, der nicht in Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion steht
- Umweltfreundliche Herstellungs- und Entsorgungsprozesse (Abwaschen mit heißem Wasser)
- Herstellung ohne Einsatz giftiger Chemikalien
- Verwendung eines Klebstoffs und einer Tinte auf natürlicher Basis

Besonderen Charme besteht dadurch, dass die Schüler*innen dieses alltagsrelevante und in der Erscheinung wandelbare Produkt immer wieder bei Bedarf selbst zu Hause herstellen und ihren Familienangehörigen vorzeigen können.

Um das Unterrichtstool dieser Nachhaltigkeits-Projektwoche über die Projektlaufzeit hinaus nutzbar zu machen, sollten im Anschluss an die Test-Projektwochen 1-2 Schülerfirmen mit max. 5 interessierten Schüler*innen gegründet werden. Hierzu sollten im Anschluss an die Projektwoche jeweils zwei halbtägige Workshops veranstaltet werden, in dem die Lehrenden und die Schüler*innen über die Möglichkeit und Vorgehensweise bei der Gründung einer Schülerfirma informiert werden. Darüber hinaus sollten die Jugendlichen bis zur Gründung der Schülerfirma begleitet werden.

3 Projektbausteine zur Umsetzung und Arbeitsschritte

Zum Erreichen des Projektziels sollten an der HSMA Experimente zum Kennenlernen der typischen Eigenschaften von Gelatine im Vergleich zu pflanzlichen Geliermitteln (Schmelz-, Auflöse-, Gelier- und Klebeverhalten) sowie eine Rezeptur zur eigenen Herstellung von Etiketten aus Gummibärchen bzw. zur Herstellung von Etiketten aus Gelatine entwickelt werden. Dies beinhaltet die Etiketten, den Klebstoff sowie das Beschriften und Zuschneiden der Etiketten und das abschließende Wiederauflösen.

An der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe (PHKA) sollten die zugehörigen Unterrichtsmodule zu den nachfolgenden Themenblöcken entwickelt werden:

Fächer

NaWi: Biologie / Chemie	<ul style="list-style-type: none">• Die SuS untersuchen die Stoffe Gelatine und Stärke. Sie vergleichen deren Herkunft und Stoffeigenschaften. Sie beschreiben die Herstellung von Gelatine und nennen Alltagsprodukte, die mit Hilfe von Gelatine hergestellt werden
Technik	<ul style="list-style-type: none">• Die SuS vergleichen die Stoffeigenschaften von Gelatine, Stärke, Papier und Plastik• Die SuS stellen ein Produkt Kriterien geleitet her und bewerten dieses• Die SuS kennen den Herstellungsprozess von Gelatine
Ethik (Tierethik)	<ul style="list-style-type: none">• Die SuS untersuchen Textpassagen zur Frage „Darf man Tiere schlachten?“, diskutieren diese und nehmen hierzu Stellung

Geschichte	<ul style="list-style-type: none"> Die SuS erläutern die Gelatinenutzung durch den Menschen im Laufe der Zeit Die SuS ordnen die Entwicklung eines Klebstoffes durch den Menschen im Zeitgeschehen ein
Wirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> Die SuS definieren den Begriff Nachhaltigkeit (wirtschaftlich) Die SuS zeigen Vor- und Nachteile von Nachhaltigkeitsprozessen für die Wirtschaft auf
Kunst	<ul style="list-style-type: none"> Die SuS erarbeiten Kriterien eines guten Etikettendesigns Die SuS designen eigene Etiketten <i>Wenn erwünscht: Die SuS planen und setzen eine medial gestützte Dokumentation der Projektwoche um</i>
Deutsch	<ul style="list-style-type: none"> Die SuS verfassen Texte Die SuS sprechen miteinander und führen gezielt Gespräche (z.B. Interview bei der Exkursion) Die SuS entwerfen einen Steckbrief für Gelatine und Stärke
Haushalt und Ernährung	<ul style="list-style-type: none"> Die SuS stellen eigene Gummibärchen her
Kunst / Werken / Technik	<ul style="list-style-type: none"> Die SuS stellen Etiketten aus Gummibärchen her Die SuS gestalten und bewerten diese auf Nachhaltigkeit
Und Fächerübergreifend	<p>a) Bildung für nachhaltige Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die SuS definieren den Begriff Nachhaltigkeit. Sie beschreiben das Nachhaltigkeitsdreieck. Sie wenden beides bei der Beurteilung von Etiketten an <p>b) Verbraucherbildung:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die SuS erklären nachhaltigen Konsum am Beispiel Viehwirtschaft und reflektieren den eigenen Konsum dahingehend Die SuS benennen die Herkunft von Gelatine und Stärke. Sie beschreiben die Herstellung von Gelatine und nennen Alltagsprodukte, die mit Hilfe von Gelatine hergestellt werden

Gemeinsam sollte im Weiteren die Projektwoche ausgestaltet und anhand mehrerer Testläufe mit Schülern verschiedener Schulformen erprobt werden, mit dem Ziel der Gründung von mindestens einer Schülerfirma, die das Unterrichtstool in Form eines Experimentierkoffers vermarkten und vertreiben sollte. Hierzu sollten die Schülerinnen und Schüler in einem Workshop Hilfestellungen zur Generierung eines Geschäftsmodells und zum Gründungsprozess einer Schülerfirma durch die beiden Kooperationspartner „Kikuna“ und „Jugend gründet“ erhalten.

4 Durchgeführte Maßnahmen

Nachfolgend sind die konkret im einzelnen durchgeführten Maßnahmen zum Erreichen des Projektziels aufgeführt.

4.1 AP 1 Planung Projektwoche

Das Unterrichtstool soll es den Schüler*innen ermöglichen ein (nachhaltiges) Produkt herzustellen und dieses umfassend auf Nachhaltigkeit hin zu untersuchen. Hierzu benötigen sie ein breit angelegtes Wissen, welches somit fächerübergreifend sein muss und im besten Fall in einem Format erarbeitet wird, welches die in der Schule üblichen Fächerstrukturen auflöst. Deswegen wurde gleich

zu Beginn festgelegt, das Unterrichtstool so zu konzipieren, dass es als Projektwoche genutzt werden kann. Zugleich sollte es möglichst Modular aufgebaut sein, sodass Lehrende das Material ihren Gegebenheiten und Möglichkeiten anpassen können.

4.2 AP 2 Unterrichtsmodule

An der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe wurden die Unterrichtsmaterialien für die Projektwoche in der Schule konzipiert und umgesetzt. Um das Projekt schultauglich zu gestalten, wurden zunächst die Bildungspläne der Länder gesichtet. Aufgrund deren inhaltlicher Vielfalt und begrenzter zeitlicher Gültigkeit, entschied sich das Team recht schnell an deren Stelle bundesweit gültige Fachdidaktiken zu Rate zu ziehen.

Die Sichtung half allgemeine Zielsetzungen der Fächer und deren inhaltliche Schwerpunkte herauszukristallisieren und somit Fachbezüge und Themenbereiche für das Projekt abzustecken. Sofern gegeben, wurden auch die deutschlandweiten Standards der Kultusministerkonferenz einbezogen. Im Anschluss wurde aus dieser Zusammenstellung ein Netz der inkludierten Fächer und deren Relevanz für das Projekt bzw. die Projektwoche an der Schule erstellt (s. Abb. 4.2-1). Dabei zeigte sich, dass sowohl natur-, geistes- als auch sozialwissenschaftliche Fachbereiche integriert werden können, was die Bandbreite an Lernfeldern des DenkNach-Projektes verdeutlicht. Zugleich untermauert es die zuvor ausersehene Methodenwahl „Projektarbeit“ für die Durchführung in der Schule. Des Weiteren wurden Lernziele sowie methodische, personale, soziale und fachliche Kompetenzen definiert. Die fachlichen Kompetenzen wurden in eine Matrix eingepflegt, welche fachübergreifende Bezüge verdeutlicht.

In der wissenschaftlichen Literatur gibt es unterschiedliche Ansätze, wie die Schülerschaft an Projekte, welche im Idealfall aus der Klasse heraus entstehen und eigenständig von der Schülergruppe durchgeführt werden, herangeführt werden können. Die ausgearbeiteten Materialien orientieren sich an den praxisnahen Vorschlägen von Silke Traub und deren PROGRESS-Methode.



Abb. 4.2-1: In der Grafik sind alle Fächer, die in das DenkNach-Projekt einbezogen werden und zu denen es Materialien geben wird, genannt. Zugleich wurde ihr Bezug zum Projekt auf einer Skala von 0-6 bewertet, wobei 0 für „gar kein Bezug“ und 6 für „sehr hoher Bezug“ steht.

Alle im DenkNach-Projekt erstellten Elemente für die Projektwoche sind möglichst handlungsorientiert aufgebaut und geben der Lehrperson die Möglichkeit, alle Materialien und Vorgehensweisen auf den Kompetenzstand der Schülergruppe anzupassen. So kann sie zwischen stark gelenkten und eher freien Phasen wählen und wechseln. Des Weiteren werden alle Materialien auf unterschiedlichen Niveaustufen angeboten, sodass möglichst viele Schülerinnen und Schüler entsprechend ihres Lernstandes davon profitieren können. Hierfür wurden aus den Kompetenzen grobe Aufgabenstellungen abgeleitet. Die Unterrichtsmaterialien werden durch ein Handbuch für Lehrende komplettiert, welches nicht nur den Umgang mit den Materialien und der Projektidee erläutert, sondern auch Hintergrundwissen zu den Thematiken und den Arbeitsmitteln liefert.

Konkret wurden die folgenden Themenbereiche geplant:

- Nachhaltigkeit: Hier setzen sich die Schüler*innen mit dem Begriff und der Definition von Nachhaltigkeit auseinander. Des Weiteren erhalten sie ein Tool, welches ihnen die Beurteilung von Produkten etc. auf Nachhaltigkeit hin erleichtert. Diese Grundlageninformationen benötigen die Schüler*innen, um die selbsthergestellten Etiketten auf Nachhaltigkeit hin zu überprüfen.
- Nachhaltigkeit und Viehwirtschaft: In dieser Einheit stellen sich die Schüler*innen die Frage, ob Viehwirtschaft eigentlich nachhaltig ist oder sein kann. Dadurch können sie nicht nur das konkrete Endprodukt Etikett bewerten, sondern bereits differenzierte Aussagen zum Ausgangsstoff und dessen Nachhaltigkeit treffen.
- Gelatine und Stärke im Vergleich: Dies ist die Größte Einheit, welche den Schüler*innen ein umfassendes Bild von Gelatine und Stärke, deren Herkunft, Eigenschaften und Unterschieden vermittelt. In diesem Themenfeld lernen die Schüler*innen Gelatine und Stärke kennen und führen Versuche mit den beiden Geliemitteln durch. Sie erfahren wie Gelatine hergestellt wird, seit wann Gelatine bereits durch den Menschen genutzt und wie vielfältig es heute eingesetzt wird.
- Etiketten herstellen, vergleichen und bewerten: Dies ist die eigentliche Kernaufgabe. Die Schüler*innen stellen eigene Etiketten aus Gummibärchen her. Anschließend vergleichen sie diese mit herkömmlichen Etiketten, um so die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Etiketten herauszuarbeiten und diese Erkenntnisse bei der Bewertung auf Nachhaltigkeit hin einfließen lassen zu können.
- Etikettendesign und Etiketten selbst gestalten: Blanko Etiketten müssen bedruckt/beschriftet/bestempelt/... werden, um ihre eigentliche Aufgabe zu erfüllen. Die Schüler*innen sehen sich hierzu handelsübliche Etiketten an und arbeiten Gestaltungskriterien heraus, welche sie im Anschluss auf ihre eigenen Etiketten anwenden können.
- Tierethik: Sollen Etiketten aus Gelatine hergestellt werden, so müssen hierfür immer Tiere sterben. Zuvor stellt sich jedoch die Frage, ob das Halten und Töten von Tieren für menschliche Zwecke ethisch korrekt ist und ob somit gelatinehaltige Etiketten vertretbar sind. Daher setzen sich die Schüler*innen in diesem Themenfeld mit unterschiedlichen philosophischen Meinungen auseinander und diskutieren diese.
- Kleber aus Gelatine herstellen: Die Menschheit stellt seit Jahrtausenden aus Gelatine Klebstoff her. Wie leicht das geht, erfahren die Schüler*innen in diesem Themengebiet.
- Eigene Gummibärchen herstellen: Abgerundet wird das Unterrichtstool durch eine praktische, sensorische Erfahrung, der Herstellung eigener veganer sowie gelatinehaltiger Gummibärchen.

Alle Erkenntnisse münden zum Schluss in eine große Diskussionsrunde, in welcher die Schüler*innen aus verschiedenen Rollen heraus der Frage nachgehen sollen, ob Etiketten aus Gelatine ethisch vertretbar und so nachhaltig wie angepriesen sind.

4.2.1 Logo und Arbeitsblattvorlage

Für die Projekt-Corporate-Identity wurde ein Logo, das das Thema Gummibärchen aufgreift sowie eine anschauliche, klar strukturierte Arbeitsblattvorlage entworfen.

4.2.2 „Experimente“ und praktische Unterrichtseinheiten rund um Gelatine und Stärke

In den klassischen MINT-Fächern bieten sich besonders Prüfexperimente als Lehr- und Lernmethode an, bei denen die Lernenden als Versuchsleiter fungieren.

Da es mittlerweile im Supermarkt sowohl gelatinehaltige als auch vegane, stärkebasierte Gummibärchen zu kaufen gibt, wurden Experimente entwickelt, die aufzeigen, wie unterschiedlich sich die beiden Rohstoffe verhalten und warum dies so ist. Der Fokus bei der Auswahl der Experimente lag auf dem Erkunden und Erforschen der spezifischen Eigenschaften der beiden Geliermittel (Quellverhalten, Klebeverhalten, Auflösbarkeit/Abbaubarkeit), dem Verdeutlichen physikalischer (Erhitzung) und biochemischer Prozesse (enzymatischer Abbau) auf diese beiden Rohstoffe sowie dem Ansprechen der Geschmackssinne durch die gemeinsame Verkostung selbst zubereiteter Fruchtgummis. Hierzu wurden verschiedene Rezepte recherchiert, getestet und so angepasst, dass die Schüler*innen selbst mit einfachen, haushaltsüblichen Mitteln vor Ort in der Schule bzw. zu Hause vegane und gelatinehaltige Gummibärchen mit natürlichen Zutaten herstellen können. Darüber hinaus lernen die Schüler*innen etwas über die Verwendung und Verarbeitung dieser Rohstoffe (Gelieren mit Hilfe von Gelatine, Eindicken mit Hilfe von Stärke, etc.) in Küche und Alltag.

Für die Demonstrations- bzw. Prüfexperimente wurden zunächst die besonders charakteristischen Eigenschaften von Gelatine zusammengestellt. Hierzu gehören, ihre Fähigkeit zur Gelbildung (Quellverhalten) aber auch der Verlust dieser Eigenschaft in Anwesenheit bestimmter Enzyme sowie ihre besonderen Klebeeigenschaften. Zur Demonstration dieser Eigenschaften wurde beispielsweise ein Experiment entwickelt, das das unterschiedliche Quellverhalten von gelatine- bzw. stärkehaltigen Fruchtgummis in verschiedenen haushaltsüblichen Lösungen untersucht. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, dass das Verhalten mit Hilfe von haushaltsüblichen Lösungen und Lebensmitteln demonstriert wird, um die Schüler fachlich in einem ihnen vertrauten Umfeld abzuholen.

Ebenso wurden Experimente erarbeitet, wie sich das Klebeverhalten beim Schmelzen der Bären am einfachsten und sichersten demonstrieren lässt bzw. wie die Fruchtgummis mit pflanzlichen Enzymen bzw. Geschirrspültabs aufgelöst werden können.

Die Experimente sollten die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler in den Unterricht integrieren indem sie mit vertrauten Zutaten aus dem Haushalts- und Lebensmittelbereich arbeiten und dabei durch die zusätzliche Betrachtung des pflanzlichen Geliermittels „Stärke“ unterschiedliche Ernährungsformen und Eigenarten bestimmter Kulturkreise (fleischhaltig - vegetarisch/vegan - kosher/ halāl) kennenlernen.

Bei der Planung und Ausgestaltung der Experimente wurde überdies darauf geachtet, dass diese so klar formuliert sind, dass sie zu jedem Zeitpunkt personenunabhängig zu einem reproduzierbaren Ergebnis führen und dass sie mit den oftmals einfachen Materialien und Geräten einer Schule im Rahmen der zur Verfügung stehenden Zeit durchgeführt werden können.

Alle Experimente entsprechen der klassischen Gliederung in die drei Phasen: Planungs-, Durchführungs- und Auswertungsphase.

In der Planungsphase erhalten die Schüler*innen eine auf ihre Lernausgangslage und auf ihr Lebensalter abgestimmte Fragestellung, zu deren Lösung das eigentliche Experiment dient. Hierzu wurde jeweils eine Frage formuliert, die das konkrete Ziel des Experimentes impliziert und die Neugier der Lernenden/Forschenden weckt und so dazu anregt, mehr erfahren zu wollen. Dabei wurde darauf geachtet, dass das zu untersuchende Phänomen aus der Erlebniswelt der Kinder stammt (z.B. Andicken von Pudding mit Stärke, Auflösen von Gummibärchen im Mund), d.h. dass sie durch die in ihrem Alltag gemachten Erfahrungen zu diesem Thema dazu befähigt werden, bereits erlernte Kenntnisse zur Bildung von Hypothesen bzw. zur Interpretation der Beobachtungen zu nutzen und ihr Wissen auf diese Weise zu erweitern und Kompetenzen zu erwerben.

Neben den naturwissenschaftlichen und kulturellen Anteilen der Ernährung bieten die Themen vielfältige, weitere Anknüpfungspunkte wie geographische, historische und sozialwissenschaftliche Fragestellungen. Aber auch mathematische Elemente beispielsweise bei der Mittelwertbildung fließen mit ein. Auf diese Weise werden die Experimente zum Bindeglied zwischen Lebenswelt und Wissenschaft.

So wurde beispielsweise ein Experiment entwickelt, das über den Geschmacksvergleich zur gleichzeitigen Sinnesschulung bzw. das Aussehen von unbehandelten bzw. in unterschiedlichen Haushaltslösungen gequollenen Gummibärchen das Thema Osmose behandelt und darüber hinaus auf eindrucksvolle Weise den erheblichen Zuckergehalt von Gummibärchen visualisiert. In einem anderen Experiment werden Inhaltsstoffe (Enzyme in Früchten) begreifbar und sinnlich erfahrbar gemacht und überdies ein Anwendungsbezug in Form von Geschirrspültabs hergestellt.

In der nachfolgenden Operationalisierungsphase sollen sich die Schüler*innen überlegen, wie sie die in der Hypothese formulierten Verhaltensweisen beobachten bzw. messen können. Hier können sie ihr bereits vorhandenes Methodenwissen anwenden. Die Experimentieranleitung enthält im Weiteren die notwendigen Hinweise für eine geeignete Versuchssituation zur Erzielung reproduzierbarer Ergebnisse (welche Materialien sind besonders gut geeignet für die Umsetzung des Experiments und welche Voraussetzungen sind darüber hinaus für ein gutes Gelingen notwendig).

Nach der Bereitstellung der Versuchsmaterialien durch den Lehrenden können die Schüler*innen anhand der Experimentieranleitung den Versuchsaufbau vornehmen und das Experiment nach Plan durchführen. Zur Protokollierung der Ergebnisse erhalten die Schüler*innen teils vorgefertigte Messwerttabellen. Die Experimente sind als Gruppenarbeiten angelegt und trainieren so überdies soziale Verhaltensweisen und das eigene Selbstbewusstsein durch Kooperation mit anderen Gruppenmitgliedern, indem sie ihre eigene Meinung und ihre eigenen Interessen durchsetzen wollen.

In der sich anschließenden Auswertungsphase erfolgt die Auswertung und Dokumentation der Daten nach vorgegebenen Regeln. Niveaudifferenzierte Erklärbögen zu den einzelnen Experimenten helfen den Schüler*innen die Ergebnisse zu interpretieren und zu verstehen

Durch die eigene Herstellung von Etiketten aus Gummibärchen lernen die Schüler*innen Selbstwirksamkeit und entwickeln Handlungskompetenzen im Sinne des Nachhaltigkeitsgedankens für die außerschulische Lebenswelt und können die erlernten Fähigkeiten an ihre Familienangehörigen und Freunden weitergeben.

Die Rolle des Lehrenden zeichnet sich vor allem durch seine Zurückhaltung aus. Er bereitet lediglich die Experimente vor, in dem er das benötigte Material anhand der Anleitungen zusammenstellt (hierzu gibt es eine Auflistung aller als Grundausstattung empfohlener Materialien und Geräte) und die Schüler*innen durch eine passende Einleitung in das Thema einführt. Ggf. kann er bei der Gruppenfindung unterstützend wirken. Während der Durchführungsphase steht er als Berater zur Verfügung und beantwortet Fragen bzw. gibt Unterstützung bei Problemen.

Parallel zu den Experimenten sollen die Schüler*innen einen Steckbrief zu Aufbau, Eigenschaften, Vorkommen in Alltagsprodukten und Anwendung von Gelatine bzw. Stärke anfertigen und in Form eines Lapbooks dokumentieren.

Nach [Reich, 2008] [Oepping, 2005]

4.3 AP 3 Etikett-Entwicklung

4.3.1 AP 3.1 Rezeptur

4.3.1.1 Rezeptur zur Herstellung von Etiketten aus Gummibärchen

Im Labor wurde durch sukzessive Optimierungsschritte eine Rezeptur zur Herstellung von Etiketten aus Gummibärchen entwickelt. Sowohl an den Herstellungsprozess (lebensmittelechte Zutaten, einfache und haushaltsübliche Geräte und Materialien, Zeitaufwand) als auch an das fertige Etikett wurden definierte Anforderungen gestellt. So sollte das fertige Etikett weiß, glatt, aufklebbar und bedruck- bzw. beschreibbar sowie in warmem Wasser ab- oder auflösbar sein). Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurde die Rezeptur bzw. die Qualität des fertigen Etiketts hinsichtlich nachfolgender Kriterien optimiert.

Die Variationsparameter sind in Tabelle 4.3-1 aufgelistet.

In Abbildung 4.3-1 sind einige Ergebnisse auf dem Weg der Rezeptentwicklung zu sehen.



Abb. 4.3-1: Ergebnisse auf dem Weg der Rezeptentwicklung

Tabelle 4.3-1 Variationsparameter bei der Entwicklung einer Rezeptur zum Herstellen von Etiketten aus Gummibärchen

Variationsparameter	getestet	Optimum
Art der Gummibärchen	Unterschiedliche Hersteller und Ausführungen: Haribo Goldbären, Haribo Saftbären, Alnatura, Edeka Eigenmarke	Haribo Goldbären, alle Farben möglich
Konzentration der Gummibärchen	3 –10 Gummibärchen / 20 mL	6 / 20 mL
Schmelztemperatur	Bis 180°C getestet → alles über 80°C wird spröde Bei 60°C geschmolzen → zu zähflüssig	70-80°C
Art des Aufschmelzens	Wasserbad, Mikrowelle, Ofen	Mikrowelle (schnellste Variante)
Zusätze zum Einstellen bestimmter Eigenschaften	Glycerin (Elastizität): 1 Tropfen – 1 g / 20 mL Titandioxid (Farbe): 0,1 - 0,5 g / 20 mL Stärke (Enddicke, Trocknungszeit): nicht erfolgreich Tenside (Benetzbarkeit von Teflon): nicht erfolgreich	Glycerin: 1 g / 20 mL Lösung Titandioxid: 0,5 g / 20 mL
Gießvolumen pro Fläche (Einfluss auf Enddicke, Stabilität, Trocknungszeit)	4-6 mL / Kreis mit 8,5 cm Durchmesser	4 mL / Kreis mit 8,5 cm Durchmesser (56,7 cm ²) DIN A4 Folie (977 cm ²): 30 Bären + 5 g Glycerin + 2,5 g Titandioxid + 100 mL Wasser
Trocknungstemperatur	20-60 °C, ab 42°C werden die Folien brüchig (die Gelatine denaturiert), ab 50°C kommt es zur Blasenbildung	Raumtemperatur
Trocknungsdauer (Endklebrigkeit und Ablösbarkeit)	Wenn möglich < 24 h	24 h
Ablösbarkeit von verschiedenen Gießunterlagen	Unterlagen: Silikonmatte und –form, Backpapier, Teflonfolie und –schale, Keks-Ausstecher in Etikettenform, Keramik, Dauerbackfolie, Backblech. In Kombination mit Trennmitteln: mit Stärke bepudert, mit Öl eingepinselt, Back Trennspray, Spülmittel	Silikonformen und –matten in Kombination mit genau abgestimmter Auftragsmenge und Trocknungszeit
Bedruckbarkeit	Lebensmittelstifte, Stempeln oder Tintenstrahldrucker	Alles möglich
Zuschneidbarkeit	Messer, Pizzaschneider, (Konturen-) Schere, Stanzwerkzeug, Keksausstecher, Schablone	Schere
Ablösbarkeit	Warmes Wasser bzw. Spülmaschine	warmes Wasser bzw. Spülmaschine

4.3.1.2 Verfahren zum Herstellen DIN A4-großer Folien

Für die Herstellung DIN A4-großer Folien aus Gummibärchen, die sich in einem Tintenstrahldrucker bedrucken lassen, galt es die in Kapitel 1.3.1.1 entwickelte Rezeptur hinsichtlich der Endklebrigkeit der Etiketten und der Trocknungsdauer sowie der optimalsten Gießunterlage zu optimieren. Hierzu wurden mehrere Versuchsreihen unter Variation von Auftragsmenge (70-100 mL), Gummibärchenkonzentration (20-30/100 mL), Trocknungstemperatur (20-42 °C) in Kombination mit Trocknungszeit (1-3 Tage), Trocknungsbedingungen (mit/ohne Warmluftstrom) und auch zur geeigneten Unterlage (Silikonmatte, Backpapier, Teflonfolie, Keramikform, Dauerbackfolie, Backblech) auf die die Masse gegossen und von der die Folie nach dem Trocknen wieder möglichst einfach abgelöst werden können musste, durchgeführt.

4.3.2 AP 3.2 Klebstoff (analog zu einer Briefmarke)

Als Klebstoffe für herkömmliche Etiketten werden meist wässrige Haftklebstoffe auf Acrylatbasis oder Haftschnelzklebstoffe auf Basis von thermoplastischem Kautschuk ("Hotmelt) oder UV-Acrylat (UV-Hotmelt) eingesetzt. UV-Hotmelts werden auf Grund des höheren Preises heute meist für Spezialanwendungen eingesetzt, bei denen beispielsweise eine Beständigkeit gegen Sonnenlicht, hohe Temperaturen oder Chemikalien gefordert ist. Auch wenn der Einsatz von Gelatine als Klebstoff bereits mehr als 4.000 Jahre alt ist, findet man in Supermärkten kaum ein Glas, bei dem die Etiketten mit einem solchen, nachwachsenden, umweltfreundlichen und wieder gut ablösbaren Klebstoff aufgebracht sind.

Mit Hilfe von Gelatine können Papier- und Gummibärchen-Etiketten auf Glas aufgeklebt werden. Die Verbindung entsteht dabei durch Adhäsion, einer Wechselwirkung zwischen den Molekülen des Glases und der Gelatine. Dies funktioniert besonders gut bei rauen Oberflächen, weil der Klebstoff in die Poren dieser Oberfläche eindringen kann (mechanisch Verbindung). Die Klebstoffmoleküle selber halten mittels Kohäsion zusammen.

Zur Entwicklung einer geeigneten Rezeptur wurden Gummibärchen unterschiedlicher Menge mit und ohne Wasser in der Mikrowelle bzw. im Wasserbad aufgeschmolzen bzw. anstelle der Gummibärchen Blatt- und Pulvergelatine verwendet und den Lösungen teilweise noch Zusätze wie Essig und Vanillezucker zur Geschmacksverbesserung zugesetzt. Ferner wurde untersucht, ob sich die Klebstofflösungen mit einem Pinsel auftragen lassen, ob es besser ist, die Etiketten mit dem noch feuchten Kleber aufzukleben oder ihn zunächst antrocknen zu lassen und dann, analog zu einer Briefmarke wieder vor dem Aufkleben rückzubeefeuchten. Außerdem wurde getestet, ob die Gummibärchen-Etiketten aufgrund ihrer Restklebrigkeit auch ohne zusätzlichen Klebstoff auf Gläsern haften.

4.3.3 AP 3.3 Bedrucken

4.3.3.1 Verfahren zum Bedrucken DIN A4-großer Folien mit einem Lebensmitteldrucker

Zur Überprüfung der Bedruckbarkeit der DIN A4-großen Gelatine-Folien wurden unterschiedliche Vorgehensweisen untersucht:

- a) Bedrucken von Ess- und Fondant-Papier und anschließendes Versiegeln mit Gelatine
- b) Bedrucken von Gelatine-Folien aus Gummibärchen bzw. reiner Gelatine mit einem haushaltsüblichen Tintenstrahldrucker bzw. einem Lebensmitteldrucker

a) Bedrucken von Ess- und Fondant-Papier und anschließendes Versiegeln mit Gelatine

Da zu Beginn der Entwicklungsarbeit unklar war, ob es jemals möglich sein würde, selbst hergestellte Gelatine-Etiketten in einem Tintenstrahldrucker bedrucken zu können, wurde zunächst ein Verfahren erarbeitet, bei dem essbare Papiere (Esspapier, Fondantpapier und Tortenaufleger) mit einem Tintenstrahldrucker bedruckt werden. Der Bezug zur Gelatine sollte dadurch hergestellt werden, dass die Etiketten mit Gelatine beschichtet werden – einerseits zur Versiegelung und Schutz des Drucks und andererseits als Klebeschicht, um die Etiketten auf Gläsern aufkleben zu können.

b) Bedrucken von Gelatine-Folien aus Gummibärchen bzw. reiner Gelatine mit einem haushaltsüblichen Tintenstrahldrucker bzw. einem Lebensmitteldrucker

In einem zweiten Schritt wurde DIN A4 große Folien aus Gummibärchen bzw. haushaltsüblicher Gelatine hergestellt und mit diesen Folien Druckversuche in Tintenstrahldruckern durchgeführt. Hier lag die Hauptentwicklungsarbeit darin, dass sich die Etiketten von der Gießunterlage so leicht ablösen lassen, dass sie sich beim Abziehen nicht verformen oder aber verkleben. Außerdem wurde getestet, ob es einfacher ist, die Gelatinefolie mit Hilfe einer Hilfsfolie in den Drucker einzuziehen, oder aber ob dies auch ohne eine solche Trägerfolie möglich ist.

Da die Verwendung eines Lebensmitteldruckers eine Spezialanschaffung für Schüler*innen und Schulen bedeuten würde, wurde darüber hinaus untersucht, ob sich auch mit einem haushaltsüblichen Tintenstrahldrucker Esspapiere bzw. selbst hergestellte Gelatinefolien bedrucken lassen. Die nachfolgende Abbildung 4.3-2 zeigt eine aus Gummibärchen hergestellte Folie auf einer Trägerfolie, die mit einem herkömmlichen Tintenstrahldrucker bedruckt wurde. Das Bedrucken mit einem haushaltsüblichen Drucker bringt Schwierigkeiten beim Einzug der Folie in den Drucker aufgrund der speziellen auf einer Umlenkrolle basierenden Einzugs-technik und wird daher nicht empfohlen. Besser geeignet sind hierfür spezielle Lebensmitteldrucker, die auf eine solche Umlenkrolle verzichten und speziell für dickere Papiere entwickelt wurden. Außerdem bieten diese Drucker den Vorteil, dass sie mit Tinten, die für den Lebensmittelbereich zugelassen sind, ganz im Sinne eines nachhaltigen Etiketts arbeiten.



Abb. 4.3-2: mit einem herkömmlichen Tintenstrahldrucker bedruckte Gummibärchen-Folie auf einer Träger-Folie

4.3.3.2 Verfahren zum „Bestempeln“ der Etiketten

Um den Schüler*innen die Möglichkeit zu geben, selbst ihre Etiketten mit individuellen Motiven bemalen bzw. bedrucken zu können, wurde verschiedenen Methoden getestet bzw. Verfahren entwickelt. Hierzu wurden u. A. das Beschriften mit (Lebensmittel-) Filzstiften ausgetestet aber auch kommerziell erhältliche Stempel unter Verwendung von Stempelkissen. Darüber hinaus wurden verschiedene einfache Verfahren im Internet recherchiert, mit denen sich selbst zu Hause Stempel herstellen lassen. Getestet wurden u. a. folgende Stempel-Materialien: leere Tetra-Paks, Linoleum, Radiergummis, Gips, Buchstabenstempel, Buchstabennudeln, usw..

Abbildung 4.3-3 zeigt einige Ergebnisse der mit diesen Materialien hergestellten Stempel bzw. entsprechende Stempelergebnisse



Abb. 4.3-3: Obere Reihe: Selbst hergestellte Stempel aus Gips (links), Tetra Pak (Mitte links), Linoleum (Mitte rechts) und Silikon-Buchstaben (rechts)

Besonderen Wert wurde auf die Verwendung haushaltsüblicher Materialien, Abfallmaterialien bzw. essbarer Materialien gelegt. Besonders reizvoll erschien dabei die Verwendung von Buchstabennudeln, da diese aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen, durch die Form der Nudeln ein gleichmäßiges Schriftbild ermöglichen und überdies essbar und biologisch abbaubar sind. Problematisch bei der Verwendung von Buchstabennudeln zum Stempeln war jedoch die geringe Bruchfestigkeit der Nudeln bzw. die produktionsbedingten Unebenheiten. Um diese Nachteile zu umgehen, wurde neben dem direkten Stempeln mit trockenen bzw. feuchten Nudeln auch untersucht, inwieweit sich mit Hilfe der Nudeln Stempel aus Gelatine bzw. Knete herstellen lassen.

Folgende Varianten wurden getestet:

a) Drucken mit in Knetmasse fixierten Nudeln

Hierzu wurden die Nudeln spiegelverkehrt auf ein plattes Stück Modelliermasse gelegt, leicht angedrückt, die Knetmasse anschließend umgedreht und so viel Druck ausgeübt, dass die Nudeloberflächen gleichmäßig auf einer Ebene lagen. Nach 24-stündiger Trocknung wurde mit diesem Stempel ein Druckversuch durchgeführt. Dabei waren die Nudeln noch feucht. Ferner wurde dieser Nudelstempel weiter getrocknet, bis er vollständig ausgehärtet war. Im trockenen Zustand ließen sich die Nudeln jedoch nur schlecht mit Farbe benetzen. Nach einem erneuten Anfeuchten der Nudeln für 10 Minuten war ein Drucken möglich.

b) Drucken mit einem Stempel, der mit Hilfe von Buchstabennudeln hergestellt wurde

Hierzu wurden die Nudeln spiegelverkehrt in Modelliermasse bzw. Knetmasse gedrückt, bzw. seitenrichtig auf ein doppelseitiges Klebeband geklebt, das in einer Gießform lag und anschließend mit Gelatine übergossen (s. Abbildung 4.3-4). Ersteres Verfahren führt zu Druckergebnissen, in denen der Hintergrund farbig und der eigentliche Text ohne Farbe ist, letzteres führt zu Stempeln,

bei denen die Buchstaben erhaben aus dem Gelatinestempel herausragen und die Tinte zum Drucken aufnehmen.



Abb. 4.3-4 Druckversuche mit einem Knetestempel in den der Text mit Buchstabennudeln geprägt wurde

4.3.3.3 Untersuchungen zur Ablösbarkeit der Etiketten in einer Spülmaschine

Schließlich wurde überprüft, ob die Aussage stimmt, dass sich die Gummibärchen-Etiketten rückstandslos mit warmem Wasser oder in der Spülmaschine wieder von den Gläsern ablösen lassen. Hierzu wurde ein mit einem Gummibärchen-Etikett beklebtes Glas bei 60° in ein Schüttelwasserbad bzw. in die Spülmaschine bei einem Standard-Waschprogramm gestellt und der Ablöseprozess in regelmäßigen Zeitabständen visuell beurteilt.

4.3.4 AP 3.4 Einkaufszettel und Gestaltung des Experimentierkoffers

Für das Lehrpersonal wurde eine Material- und Einkaufsliste für die Experimente erstellt.

Außerdem wurde für die Schülerfirma, die den Experimentierkoffer zusammenstellen und vertreiben soll, eine Packanleitung und eine Materialliste incl. Bezugsquellen und Preisen und auch ein Bestellformular erstellt sowie ein Verkaufspreis kalkuliert.

Bei der Gestaltung des Koffers wurde darauf geachtet, einen kostengünstigen Koffer aus nachhaltigen Materialien auszuwählen, der nicht aus Plastik ist, optisch aber höherwertig aussieht und innen Fächer für die einzelnen Materialien enthält, damit diese beim Versand nicht hin- und herfliegen. In den Koffer sollten alle Materialien gepackt werden, die üblicherweise nicht an Schulen zu Verfügung stehen oder aber nicht in einem Supermarkt erhältlich sind.

Außerdem wurde ein Kofferetikett entworfen sowie verschiedene Online-Druckdienste zum Drucken des Lehrerhandouts, der Unterrichtsmaterialien und der Tischvorlagen recherchiert und die Preise verglichen.

4.4 AP 4 Simulation Projektwoche

a) Test der Experimentieranleitungen der HSMA durch die PHKA

Die an der HSMA erarbeiteten Experimente wurden in Zusammenarbeit mit der PHKA als Testlauf durchgeführt. Dabei wurden einzelne Arbeitsschritte fotografiert, der Zeitbedarf gestoppt und alle Anleitungen auf Unstimmigkeiten analysiert und gegebenenfalls noch weiter optimiert, sodass Fehlerquellen bei der Durchführung durch die Schülerschaft bestmöglich vermieden werden. Die Fotos bereichern die Arbeitsblätter und das Material für Lehrende.

b) Test der Experimentieranleitungen durch einen Schülerpraktikanten

Außerdem wurde die Verständlichkeit der Experimentieranleitungen mit Hilfe eines Schülerpraktikanten in einem mehrtägigen Praktikum an der Hochschule Mannheim getestet und die Anleitungen anschließend hinsichtlich kleinerer Fehler und Unstimmigkeiten überarbeitet.

- c) Test der Experimentieranleitungen und der Unterrichtsmaterialien durch Studierende an der PHKA

Bereits sehr früh im Verlauf der Projektlaufzeit wurden einige Unterrichtsmaterialien durch Studierende der PHKA im Zuge eines Seminars getestet. Besonders beeindruckt waren die Studierenden von der Niveaudifferenzierung und der Anschaulichkeit der Materialien. Kleinere Verständnisprobleme bei den Versuchsanleitungen wurden im Anschluss ausgebessert.

4.5 AP 5 Projektwochen

4.5.1 „Ferienprogramm“ anstelle einer Projektwoche aufgrund der Corona-Krise

Eine der beiden Schulen, in denen die Test-Projektwoche und die Workshops zur Schülerfirmengründung am Ende des Schuljahrs stattfinden sollte, hatte aufgrund der Corona-Krise bereits frühzeitig abgesagt, die zweite hatte um eine Verschiebung der Projektwoche auf das Ende des ersten Schuljahres 2020/2021, also auf einen Zeitraum nach Projektende, gebeten. Daher wurde der DBU der Vorschlag unterbreitet, die Projektwoche und die Workshops zur Schülerfirmengründung als kostenfreies Ferienprogramm für interessierte Schüler*innen von Karlsruher Schulen in der Ferienzeit anzubieten. Hierzu wurde ein Werbeflyer entworfen.

4.6 AP 6 Workshops und Schülerfirmengründung

Da es, bedingt durch die Corona-Pandemie, nicht möglich war, in der Projektlaufzeit die angedachten Projektwochen mit den anschließenden Workshops zur Generierung eines Geschäftsmodells bzw. zur Gründung einer Schülerfirma durchzuführen, wurde folgendes, neues Konzept erarbeitet:

- a) Die teilnehmenden Schüler*innen des Ferienprogramms sollten nach einer dreitägigen Projektwoche durch die HSMA und PHKA zwei inhaltlich gekürzte Varianten der geplanten Workshops zur Generierung eines Geschäftsmodells bzw. zur Gründung einer Schülerfirma durch „Jugend gründet“ und „kikuna“ erhalten, in denen Sie darauf aufmerksam gemacht werden, dass auch Schüler*innen schon etwas bewegen können und gezeigt bekommen, wie sie mit ihren eigenen Ideen erfolgreich ein Produkt generieren bzw. sogar eine Firma gründen können. Inhaltlich gekürzt wurden die Workshops, da die Schüler*innen mit 7-11 Jahren deutlich jünger waren als ursprünglich geplant.
- b) Um darüber hinaus auch die zukünftige Weiternutzung der Ergebnisse des Projektes im Sinne des Nachhaltigkeitsgedankens in Form der Verbreitung des Experimentierkoffers mit den Unterrichtsmaterialien für eine Nachhaltigkeits-Projektwoche sicher zu stellen, wurde folgendes beschlossen: An der Hochschule Mannheim gibt es ein Programm, bei dem Studierende bei der Gründung einer eigenen Firma begleitet werden. Viele der Studierenden planen dabei, sich mit eigenen Ideen aus Ihrer Abschlussarbeit selbständig zu machen. Studierende, die keine eigene Idee haben, die sich aber dennoch vorstellen könnten, eine Firma zu gründen, sollen die Aufgabe bekommen, ein Konzept zu entwickeln, wie der Koffer – im besten Fall durch eine Schülerfirma-vermarktet werden könnte. Um diese Studierenden schulen zu können, wie man Schüler an dieses Thema heranzuführen und dafür motivieren kann, wurde ein Workshop (train the trainer) durch die Kooperationspartner „Jugend Gründet“ und „kikuna“ zur Schulung der Projektmitarbeiterinnen an der HSMA und PHKA entworfen, sodass die Projektmitarbeiterinnen im Anschluss in der Lage sind, dieses Wissen an die interessierten Studierenden weiter zu geben.

4.7 AP 7 Evaluierung

Für die Evaluierung der Projektwoche und auch für die Abfrage der Erfahrungen der Lehrkräfte und der Schüler*innen mit dem Unterrichtstool und dem Experimentierkoffer wurde ein Feedbackbogen entworfen. Dieser Feedbackbogen wurde zur Bewertung der Ferienwoche durch die Schüler*innen verwendet.

Der Feedbackbogen für die Schüler*innen wurde kurz gehalten, sodass er recht schnell und vor allem von möglichst allen wahrheitsgemäß ausgefüllt werden kann. Hier wurden vor allem Beurteilungsaufgaben unter Einsatz einer kontinuierlichen Analogskala genutzt. Vorteil dieses Aufgabentyps ist die leichte Handhabung. Weiterhin ist die Bearbeitungsdauer vergleichsweise gering (vgl. Moosbrugger, Brandt, 2020). Auch die Hemmschwelle wird klein gehalten, da die Schüler*innen zunächst „nur“ Kreuze setzen müssen und nicht direkt aufgefordert werden, ihre eigene Meinung schriftlich darzulegen. Ergänzt wird dieses Aufgabenformat um zwei Fragen im Kurzaufsatzformat (vgl. Moosbrugger, Brandt, 2020). Durch diese Aufgabenstellung entsteht die Möglichkeit für die Lehrenden bzw. das DenkNach-Team zu erfahren, welche Aufgaben bei den Schüler*innen am besten und wenigsten gut ankamen.

Der Feedbackbogen für Lehrende ist komplexer und enthält unterschiedlichste Aufgabenformate, um ein möglichst differenziertes Bild bei gleichzeitiger geringer Bearbeitungszeit zu gewährleisten. Die geringe Bearbeitungsdauer senkt die Hemmschwelle den Feedbackbogen freiwillig auszufüllen und an das Projektteam zu senden. Daher wurden hier sowohl Aufgaben mit gebundenen Antwortformaten, darunter unter anderem Dichotome Aufgaben (Ja-Nein), als auch Beurteilungsaufgaben mit Ratingskala verwendet sowie eine Kurzaufsatzfrage. Mit den gebundenen Aufgabenformaten können konkrete Antworten auf bestimmte Fragen erhalten werden. Die Nutzung dichotomer Antwortformate hat vor allem den Vorteil, dass diese Aufgabenstellungen einfach zu verstehen und leicht zu bearbeiten und auszuwerten sind (vgl. Moosbrugger, Brandt, 2020). Durch die Kombination mit Beurteilungsaufgaben und einer Kurzaufsatzfrage entsteht ein recht komplexes Bild der Erfahrungen und Meinungen der Lehrenden bei gleichzeitiger geringer Bearbeitungszeit.

5 Erreichte Ziele und Ergebnisse/erstellte Produkte

5.1 AP 1 Projektwochenplan

Das Unterrichts-Tool DenkNach sollte möglichst modular aufgebaut sein, sodass es an unterschiedliche Zeitkonzepte seitens der Schule/der Lehrenden und Kompetenzen seitens der Schüler*innen angepasst werden kann. Daher kann das Tool vielfältig in den Unterricht eingebunden werden. Die folgenden Möglichkeiten gibt es:

- Nutzung des Materials als Grundlage für oder innerhalb eines Projekts (z.B. Weihnachtsbasar mit selbstgemachten Produkten und Etiketten durchführen, ...) oder für projektartiges Lernen. Dauer 3-5 Tage, je nach Ausgestaltung und zusätzlichen Angeboten (z.B. Exkursion). Hierbei eröffnen sich unterschiedliche Vorgehensweisen:
 - Alle Schüler*innen bearbeiten alle Materialien und das Wissen wird im Anschluss für ein Projekt genutzt.
 - Die Schüler*innen überlegen sich ein eigenes Ziel und bearbeiten nur die Grundlagenstationen und die Stationen, die sie für ihr Ziel benötigen.
 - Es wird nur projektartiges Lernen angestrebt und das Ziel des „Projektes“ ist die Diskussionsrunde. Die Schüler*innen wählen zu Beginn ihre Rollen/Standpunkte und bearbeiten neben den Grundlagenstationen nur jene, die sie für ihre Rolle als relevant erachten. Darüber hinaus recherchieren sie eigenständig in Büchern, Zeitschriften, im Internet etc.
- Nutzung des Materials als Stationen für eine „Projektwoche“. Dauer 3-5 Tage, je nach Ausgestaltung und zusätzlichen Angeboten (z.B. Exkursion).
- Nutzung des Materials im regulären Unterricht. Hier könnten beispielsweise die folgenden zwei Varianten gefahren werden:
 - Variante 1: Es werden nur fachinterne Stationen genutzt, weitere Inhalte fallen weg.
 - Variante 2: Lehrpersonen unterschiedlicher Fächer schließen sich zusammen und bearbeiten im gleichen Zeitraum in ihrem Unterricht jeweils die zu ihrem Fach passenden Stationen, sodass alle Inhalte erarbeitet werden können.

Der erstellte Wegweiser (s. Abb. 5.1-1) dient der Übersicht über alle Stationen und kann als Arbeitsplan für die Schüler*innen genutzt werden. Auf dem Wegweiser sind alle Stationen vermerkt. Dabei fassen die Stationshäuser alle Stationen zu einer Thematik zusammen. Alle Stationen bzw. Stationshäuser können in beliebiger Reihenfolge bearbeitet werden. Wenn die Jugendlichen selbstständig von einer Station zur nächsten wandern, können sie auf diesem Plan erledigte Stationen ebenso markieren wie Stationen, zu denen sie nach einer bestimmten Wartezeit erneut zurückkehren müssen.

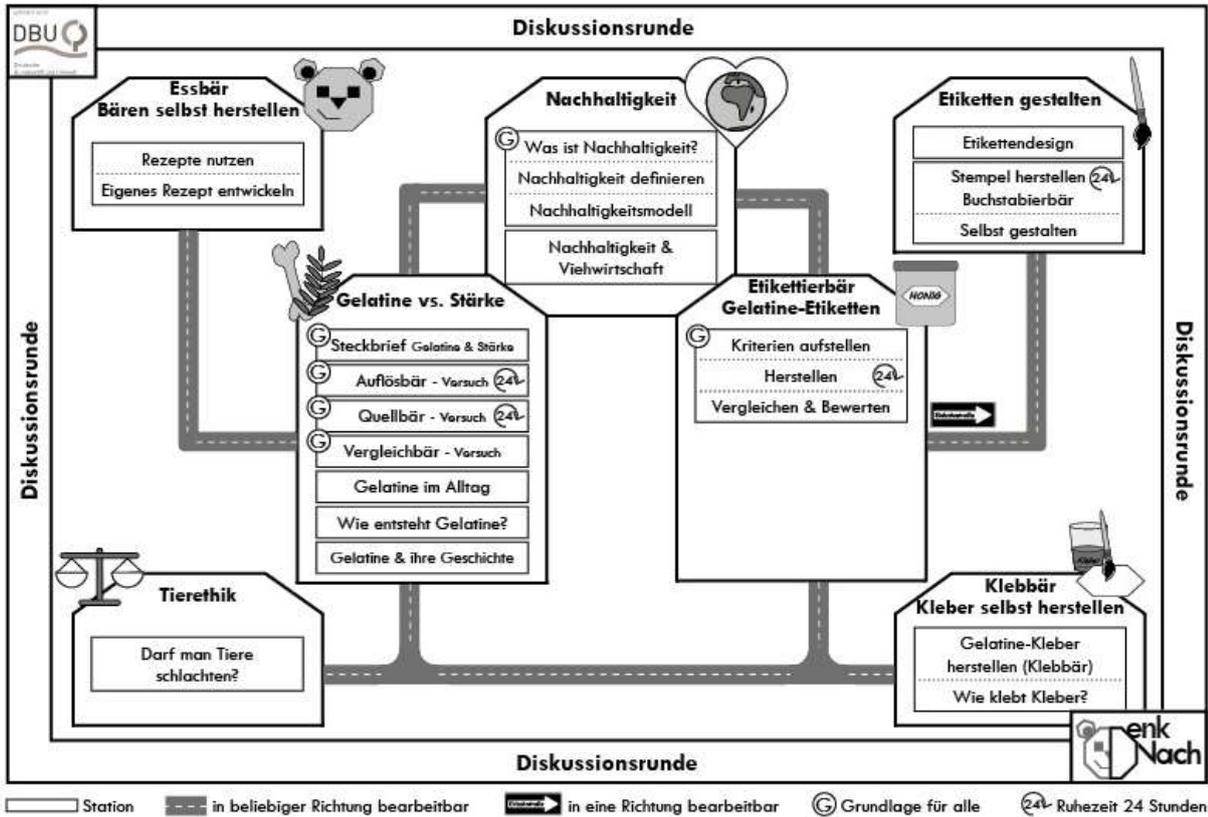


Abb. 5.1.-1: Der Wegweiser

5.2 AP 2 Unterrichtsmodule

5.2.1 Logo und Arbeitsblattvorlage

Für die Unterrichtsmaterialien wurde eine Projektlogo mit Bezug auf das Thema „Gummibärchen“ sowie eine Arbeitsblattvorlage (s. Abbildung 5.2-1) mit einer zeitgemäßen und ansprechenden Optik erstellt. Alle Arbeitsblattvorlagen sind mit einem kleinen „Wortspiel“ rund um den Begriff „Bär“ benannt. Beispiele:

Arbeitsblatt zur Quellbarkeit von Gelatine: **Quellbär**

Arbeitsblatt zur Klebbarkeit: **Klebbär** usw..

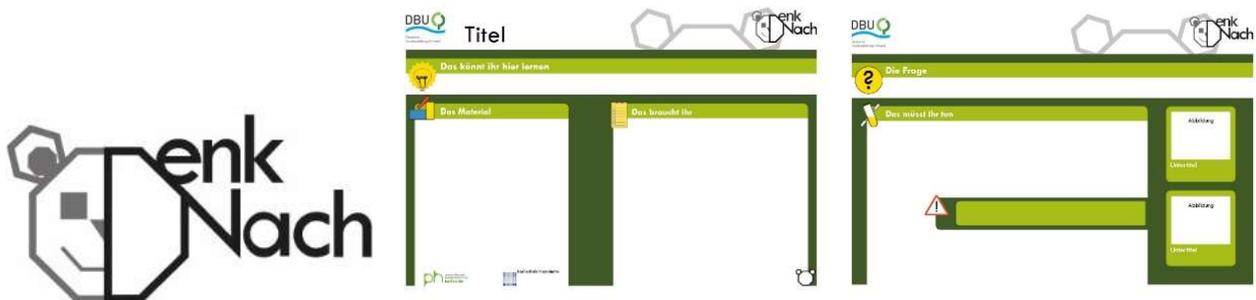


Abb. 5.2.-1: Das Projekt-Logo (links) und die Arbeitsblattvorlage (Mitte: Vorderseite, rechts: Rückseite)

5.2.2 Experimente zur Bestimmung der Eigenschaften von Gelatine und Stärke

Folgende Rezepturen und Experimentieranleitungen wurden erstellt und durch Fotografien von Versuchsmaterialien bzw. Versuchsergebnissen optisch ansprechend gestaltet.

a) Quellverhalten von gelatinehaltigen Gummibärchen und stärkehaltigen Gummibärchen in verschiedenen Haushaltslösungen („Quellbär“)



Abb. 5.2-2 Foto mit Materialien zum Experiment „Quellbär“ (links) und Fotos der in verschiedenen Haushaltslösungen gequollenen gelatinehaltigen Gummibärchen (obere Reihe) im Vergleich zu den stärkehaltigen Gummibärchen (untere Reihe) (rechts)

b) Auflösbarkeit von Gelatine durch Enzyme bspw. in der Spülmaschine („Auflösbär“)



Abb. 5.2-3: Gelatinehaltige Gummibärchen (obere Reihe) im Vergleich zu stärkehaltigen Gummibärchen (untere Reihe) nach Einwirkung unterschiedlicher Enzymlösungen

c) Schmelz- und Klebeeigenschaften von Gelatine und Stärke („Vergleichbär“)

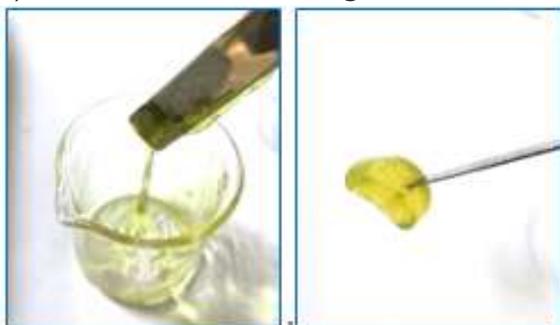


Abb.5.2-4: Gelatinehaltige Gummibärchen nach dem Schmelzen (links) und unverändertes stärkehaltige Gummibärchen im Vergleich (rechts)

Die Anleitung zum Experiment „Auflösbar“ ist in Abbildung 5.2-5 exemplarisch dargestellt. Alle Experimentier-Anleitungen finden sich im Anhang in den entsprechenden Kapiteln.

Das könnt ihr hier lernen

Durch den Versuch erfahrt ihr, wie die Gummibärchen-Etiketten in der Spülmaschine komplett aufgelöst werden und was mit Etiketten aus Stärke-Bären passieren würde.

Das Material



Das braucht ihr

- 4 Gelatine-Bären
- 4 Stärke-Bären
- 8 (Glas-)Behälter (je mind. 50 ml Inhalt)
- 20 ml frischer Ananassaft
- 20 ml Ananassaft aus der Dose
- 2 Spatelspitzen vom Geschirrspültab abkratzen (Schwierig. Schutzbrille und Handschuhe tragen)
- 1 Filzstift/Marker
- 1 Pipette
- 1 Spatel
- 1 Pinzette

Ihr könnt euch auch weitere Badezusätze überlegen!

ph University of Applied Sciences hochschule mannheim

Die Frage

Die Bären werden in den verschiedenen Badezusätzen (Wasser, Ananassaft, Dosen-Ananas-Saft, Geschirrspültab) baden. Was glaubt ihr, wird mit den Gummibären beim Baden passieren? Warum denkt ihr das?

Das müsst ihr tun

- Beschriftet die Gläser (2x Wasser, 2x frische Ananas, 2x Dosen-Ananas, 2x Geschirrspültab). Je ein Glas ist für einen Gelatine- bzw. einen Stärke-Bären.
- Gebt je 20 ml Flüssigkeit (2x Wasser, 2x frischer Ananas-Saft, 2x Dosen-Ananas-Saft, 2x Wasser + 2x 1 Spatelspitze Geschirrspültab) in die entsprechenden Gläser. Der Ansatz mit reinem Wasser dient zur Kontrolle.
- Löst den Geschirrspültab durch Rühren vollständig auf.
- Gebt in jedes Glas 1 Bären.

**Achtet darauf, dass Gelatine-Bären und Stärke-Bären in den gleichen Zusätzen, aber in unterschiedlichen Gläsern baden.**

- Notiert euch die Startzeit. Nun dürfen die Bären zunächst 2, dann weitere 22 Stunden baden.
- NACH DEM BADEN:**
Bewertet das Aussehen der Bären nach 2 und 24 Stunden. Schreibt eure Beobachtungen auf. Ihr könnt auch Fotos machen.



Die Vorbereitung



Beim Baden

Abb. 5.2-5: Experimentieranleitung zur enzymatischen Auflösbarkeit von Gelatine und Stärke

Für die den Experimenten zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien wurden Modelle gezeichnet (siehe beispielhaft die Erklärung für den auf Osmose basierenden Prozess beim Quellen in Abbildung 5.2-6), die Bestandteil der Erklärbögen zu den einzelnen Experimenten sind.



Abb. 5.2-6: Schematische Darstellung der Struktur von Gelatine (links) und Prinzipskizze zum osmotischen Effekt am Beispiel „Gummibärchen“

Zu jedem der Experimente gibt es diese Erklärbögen in unterschiedlichen Niveaustufen (1-3-Stern). Sie vermitteln das notwendige Hintergrundwissen zu den einzelnen Experimenten (s. beispielhaft Abbildung 5.2-7).





Auflösbar - Erklärung



! Warum löst der Ananassaft und der Geschirrspül-Tab die Gelatine auf?

Die Ananas enthält Bromelain, ein Stoff, der aus zwei **Enzymen** besteht. Diese beiden Enzyme können Proteine (Eiweiße) spalten. Daher nennt man diese besonderen Enzyme auch **Proteasen**. Die Enzyme aus der Ananas verdauen das Protein Gelatine. In der Folge verliert die Gelatine ihre Gelierfähigkeit und der Gelatine-Bär zerfällt.



In der Fachsprache:
Die Ananas enthält Enzyme, die eine proteolytische Wirkung haben.

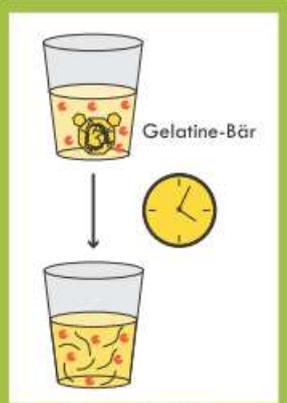
Die Fähigkeit mancher Enzyme, Eiweiße zu spalten, wird auch im Alltag genutzt. Zum Beispiel in Geschirrspül-Tab's oder Waschmitteln. Hier sorgen sie dafür, dass Geschirr und Wäsche wieder sauber werden. In unserem Versuch haben die Enzyme im Geschirrspül-Tab die Gelatine ebenso aufgelöst wie die Enzyme im Ananassaft es getan haben.

! Warum löst der Ananassaft aus der Dose die Gelatine nicht auf?

Um Ananas in der Dose haltbar zu machen, wird sie erhitzt. Diese Hitzeeinwirkung löst die Enzyme **denaturieren**. Das bedeutet, dass die hohen Temperaturen die Bausteine des Enzyms ins Schwingen bringen. Dadurch werden Bindungen und wirkende Kräfte zwischen den Molekülketten aufgelöst. In der Folge verändert sich die Struktur des Enzyms. Diese Veränderung führt dazu, dass die Enzyme ihre Fähigkeit verlieren, Proteine zu spalten, und die Gelatine nicht mehr aufspalten können.

! Warum werden die Stärke-Bären nicht aufgelöst?

Stärke ist ein **Polysaccharid** (Vielfachzucker) und gehört dadurch zu den Kohlenhydraten. Die Enzyme im Ananassaft und in den Geschirrspül-Tab's können jedoch nur Proteine spalten. Deswegen verändern die Stärke-Bären ihre Form nicht.



Proteolyse am Beispiel Gelatine;
Die Enzyme sind in rot dargestellt.




Abb. 5.2-7: 3-Stern Erklärung zur enzymatischen Auflösbarkeit von Gelatine und Stärke

5.2.3 Herstellung von veganen und gelatinehaltigen Gummibärchen („Essbär“)

In der Projektwoche rund um das Thema Gummibärchen und Nachhaltigkeit sollten die Schüler*innen auch die Gelegenheit bekommen, selbst Gummibärchen herstellen und verkosten zu können. Hierzu wurden verschiedene Anleitungen aus dem Internet hinsichtlich ihrer Eignung erprobt und auch eine vegane Rezeptvariante entwickelt (s. Rezeptbuch im Anhang). Zur Formgebung gibt es spezielle Silikonformen. Die entwickelten Rezepturen sind in einem kleinen Rezeptheft zusammengefasst (s. Abbildung 5.2-9 oder im Anhang „Essbär“), das auch Platz für eigene Rezepturen bietet. Allen Rezepten gemein ist, dass sie mit Schul- oder haushaltsüblichen Substanzen und Geräten hergestellt werden können. Abbildung 5.2.8 zeigt nach diesen Rezepturen selbst hergestellte Gummibärchen. Die für die Formgebung benötigte Silikon-Gummibärchenform sowie die Pipettierhilfen sind Bestandteile des Experimentierkoffers.



Abb. 5.2-8: Selbst hergestellte gelatinehaltige und vegane Gummibärchen

The image shows a recipe booklet titled "Essbär" with two columns: "Vegane-Bären" and "Gelatine-Bären".

Vegane-Bären

Das braucht ihr:

Für die Bären: 1,25 g Agar Agar Pulver, 3 Esslöffel Gellierzucker (3:1), 4 g Pektin/Gelfix 3:1, 100 ml Fruchtsaft, 1 Esslöffel Stärke

Für die Herstellung: 1 Topf, 1 Löffel, 1 Pipette, Gummibärchenform

Das müsst ihr tun:

- Mischt Agar Agar, Gellierzucker, Pektin und den Saft.
- Kocht das Saftgemisch unter Rühren auf.
- Mischt die Stärke mit etwas Fruchtsaft und rührt sie glatt.
- Gebt die Stärke zur Saftmischung, wenn diese kocht.
- Lasst die Mischung 2 Minuten köcheln. Rührt dabei gut um.
- Füllt die Masse mit einer Pipette in die Form. Lasst die Bären über Nacht fest werden.
- Löst die Bären aus der Form.

Gelatine-Bären

Das braucht ihr:

Für die Bären: 50 ml Fruchtsaft oder 30 ml Sirup + 20 ml Wasser, 1 Esslöffel Zitronensaft, 30 g Süße (Zucker/Honig)

Für die Herstellung: 1 Becherglas/Schale, 1 Topf, 1 Löffel & 1 Pipette, Gummibärchenform, Gefrierschrank

Das müsst ihr tun:

- Vermischt alle Zutaten in einem Becherglas. Lasst die Mischung 15 Min quellen.
- Erwärmt die Mischung im Wasserbad auf 70°C. Rührt dabei um.

! Die Gelatine darf nicht kochen! Versucht möglichst wenig Luftblasen einzurühren.

- Die Masse ist fertig, wenn sie glatt und glasig ist.
- Lasst die Masse 5 Minuten ruhen.
- Schöpft den Schaum von der Oberfläche ab.
- Füllt die Masse mit einer Pipette in die Form. Stellt die Bären für 30 Minuten in den Gefrierschrank.
- Löst die Bären aus der Form.

! Damit die Bären nicht an der Form festkleben, könnt ihr die Form vor dem Befüllen mit Stärke bestäuben.

Abbildung 5.2-9: Rezeptbuch mit Rezepten zur Herstellung von Gelatine- und Stärke-Gummibärchen

5.2.4 Unterrichtseinheiten bzw. Stationshäuser

Die vollständigen Materialien finden sich im Anhang.

5.2.4.1 Tierethik

Sollen Etiketten aus Gelatine hergestellt werden, so müssen hierfür immer Tiere sterben. Zuvor stellt sich jedoch die Frage, ob das Halten und Töten von Tieren für menschliche Zwecke ethisch korrekt ist und ob somit gelatinehaltige Etiketten vertretbar sind. Daher setzen sich die Schüler*innen in diesem Themenfeld zunächst mit einem Gedankenexperiment von Richard David Precht (2011:

"DenkNach - Lebensmittel nachhaltig produzieren" Aktenzeichen AZ 34892/01 und AZ 34892/02

Warum gibt es alles und nicht nichts? München: Goldmann S. 144-147) auseinander, der die provokante Frage stellt: „Dürfen hochintelligente Aliens Menschen essen?“. Zur graphischen Untermauerung wurde ein passender Comic gezeichnet (siehe Abbildung 5.2-10). Im Anschluss lesen die Schüler*innen in einem Gruppenpuzzle unterschiedliche philosophische Meinungen zur Thematik, tauschen sich aus und diskutieren die Leitfrage.

Zur graphischen Untermauerung wurde ein passender Comic gezeichnet (siehe Abbildung 5.2-9).



Abbildung 5.2-10: Comic zur grafischen Untermauerung des Unterrichtsmaterials

5.2.4.2 Nachhaltigkeit

Zum Stationshaus Nachhaltigkeit gehören die zwei Stationen „Was ist Nachhaltigkeit?“ und „Nachhaltigkeit und Viehwirtschaft“. An der Station „Was ist Nachhaltigkeit?“ bearbeiten die Schüler*innen eine Sortieraufgabe (s. Abb. 5.2-11), bei der sie Bilder einer der drei Kategorien „nachhaltig – nicht nachhaltig – unentschieden“ zuordnen. Im Anschluss setzen sie sich mit dem Begriff und der Definition von Nachhaltigkeit auseinander, je nach gewähltem Niveau auf unterschiedliche Art und Weise. Des Weiteren erhalten sie mit dem Nachhaltigkeitsdreieck ein Tool, welches ihnen die Beurteilung von Produkten etc. auf Nachhaltigkeit hin erleichtert. All diese Grundlageninformationen benötigen die Schüler*innen, um die selbsthergestellten Etiketten auf Nachhaltigkeit hin zu überprüfen.

DBU Was ist Nachhaltigkeit? - Sortieraufgabe

Name: _____ Datum: _____

Nicht nachhaltig	Unentschieden - je nachdem	Nachhaltig

Abb. 5.2-11: Arbeitsblatt zur Sortieraufgabe (links) und die zugehörigen Abbildungen (rechts)

An der zweiten Station „Nachhaltigkeit und Viehwirtschaft“ stellen sich die Schüler*innen die Frage, ob Viehwirtschaft eigentlich nachhaltig ist oder sein kann. Dadurch können sie nicht nur das konkrete Endprodukt Etikett bewerten, sondern bereits differenzierte Aussagen zum Ausgangsstoff und dessen Nachhaltigkeit treffen. Dafür bearbeiten die Schüler*innen ein Mystery (s. Abb. 5.2-12) zu den Leitfragen „Sind Veganer die besseren Klimaschützer? Sind Gelatine-Etiketten nachhaltig?“.

DBU Nachhaltigkeit und Viehwirtschaft - Mystery

Sind Veganer die besseren Klimaschützer? Sind Gelatine-Etiketten nachhaltig?

Samira und Leo diskutieren, ob Etiketten aus Gelatine nachhaltiger sind als herkömmliche. Leo behauptet: „Als Veganer schützt man das Klima. Fleisch essen ist klimaschädlich! Deswegen kann Gelatine nicht nachhaltig sein!“	Das meiste Fleisch, das in Deutschland verbraucht wird, wird in Deutschland produziert. Die Landwirte sind sehr erfolgreich darin, Rinder, Schweine und Geflügel so zu füttern, dass sie schnell ihre Schlachtreife erreichen.
Veganer ernähren sich rein pflanzlich. Sie essen keine tierischen Lebensmittel wie z.B. Fleisch, Milch oder Eier.	Rinder, Schweine oder Hühner wachsen besonders schnell, wenn sie eiweißreiche Zusatzmahrung erhalten.
Der Sojaanbau führt nicht nur zu vermehrten Abholzungen des Regenwaldes. Auf den riesigen Feldern werden Pestizide (Mittel gegen unerwünschte Lebewesen und Pflanzen) mit Flugzeugen ausgestreut. Das Wasser wird durch die Pestizide und den Dünger verschmutzt. Und weil weit und breit nur Soja angebaut wird (Monokultur) und Pestizide genutzt werden, geht die Artenvielfalt zurück, denn die Tiere finden kein Futter mehr oder sterben durch die Pestizide.	Btairo Maggi wird auch der „Soja-König“ genannt. Seine Firma AMAGGI ist der größte private Soja-Produzent der Welt. Maggi war Gouverneur von Mato Grosso, einem Bundesstaat in Brasilien. In dieser Zeit wurde in dem Bundesstaat so viel abgeholzt wie noch nie. Ein Drittel davon illegal in Indigenen- und Naturschutzgebieten. Zwischen 2016 und 2019 war Maggi Brasiliens Landwirtschaftsminister.
Soja ist sehr eiweißreich. Deswegen verfüttern viele deutsche Bauern Soja an ihre Tiere.	In Europa wird kaum Soja angebaut. Deswegen wird sehr viel Soja aus Brasilien nach Europa eingeführt.
Die Nachfrage nach Soja ist groß, deswegen wird in Brasilien immer mehr Soja angebaut. Dafür brauchen die Landwirte neue Anbauflächen.	„Die Deutschen essen heute durchschnittlich 1 kg Fleisch pro Woche und damit doppelt so viel wie vor 100 Jahren. Das ist zu viel!“ warnen Ernährungsexperten.
Ca. 80% der weltweiten Sojaproduktion werden als Tierfutter verwendet.	Für neue Anbauflächen werden häufig auch Regenwälder zerstört, selbst wenn das illegal ist.
Samira ist anderer Meinung: „Jallogen, aus dem Gelatine hergestellt wird, ist ein Nebenprodukt beim Schlachten für das es nur wenig Verwendung gibt. Es ist nachhaltig das ganze Tier zu verwenden, also auch Gelatine zu nutzen.“	Brasilien bildet zusammen mit den USA die Spitze der Soja Produktion. Das Land ist auf die hohen Erträgen aus dem Soja-Anbau angewiesen und profitiert wirtschaftlich stark davon.

CO₂ Ausstoß (in kg) pro kg Lebensmittel

Alle Treibhausgas, die bei der Herstellung eines kg des Lebensmittels entstehen, wurden in CO₂-Äquivalente umgerechnet und berücksichtigt. Quelle der Daten: Ifu, Daitry

Abb. 5.2-12: Das Arbeitsblatt mit den Mystery-Karten

Zur bildlichen Untermalung wurden Grafiken erstellt. Nachfolgend sind einige davon dargestellt:



5.2-13: Beispiele für Grafiken zur bildlichen Untermalung der Unterrichtsmaterialien

5.2.4.3 Gelatine vs. Stärke

Dies ist das größte Stationshaus, welche den Schüler*innen ein umfassendes Bild von Gelatine und Stärke, deren Herkunft, Eigenschaften und Unterschieden vermittelt. In diesem Themenfeld lernen die Schüler*innen Gelatine und Stärke kennen und füllen hierzu einen Steckbrief aus. Sie führen die oben genannten Experimente (Quellbär, Vergleichbär, Auflösbär) mit den beiden Geliermitteln durch. In einem Film erfahren sie, wie Gelatine hergestellt wird und durch eine Internetrecherche lernen sie, seit wann Gelatine bereits durch den Menschen genutzt und wie vielfältig es heute eingesetzt wird. Alle Erkenntnisse dieses Stationshauses dokumentieren die Schüler*innen in einem Lapbook (s. Abb. 5.2-14).

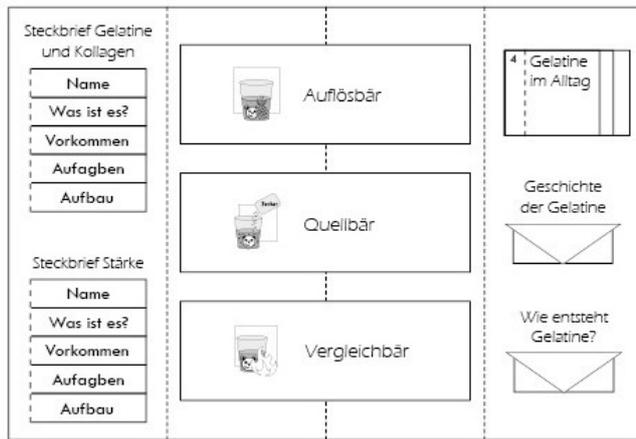


Abb. 5.2-14: Das Lapbook zum Stationshaus „Gelatine vs. Stärke“

5.2.4.4 Etikettierbär – Gelatine-Etiketten

An dieser Station stellen die Schüler*innen nicht nur selbst Etiketten aus Gelatine her, sie überlegen sich zuvor mit Hilfe eines Placemats welche Kriterien ein gutes Etikett erfüllen muss und vergleichen und bewerten im Anschluss die gelatinehaltigen Etiketten mit herkömmlichen. So arbeiten sie die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Etiketten heraus und können diese Erkenntnisse bei der Bewertung auf Nachhaltigkeit hin einfließen lassen.

5.2.4.5 Etiketten gestalten

Blanko Etiketten müssen bedruckt/beschriftet/bestempelt/... werden, um ihre eigentliche Aufgabe zu erfüllen. Die Schüler*innen sehen sich hierzu handelsübliche Etiketten an und arbeiten Gestaltungskriterien heraus, welche sie im Anschluss auf ihre eigenen Etiketten anwenden können (s. Abb. 5.2-15). Des Weiteren erhalten sie drei Anleitungen für die Herstellung eigener Stempel (s. auch Kapitel 5.3.3)



Abb.

5.2-15: Arbeitsblatt zu den Kriterien eines guten Etikettendesigns (links) und die Vorderseite einer Anleitung zur Herstellung eines Stempels mit Buchstabennudeln (rechts)

5.2.4.6 Klebbär – Kleber selbst herstellen

Die Menschheit stellt seit Jahrtausenden aus Gelatine Klebstoff her. Wie leicht das geht, erfahren die Schüler*innen, indem sie eines der drei von der Hochschule Mannheim entwickelten Rezepte (s. Kapitel 5.3.2) zur Herstellung eines Gelatine-Klebers ausprobieren und nutzen. Zusätzlich erfahren sie, niveaudifferenziert, wie der Gelatine-Kleber klebt (s. Abb. 5.2-16).



Abb. 5.2-16: Erklärbogen „Klebbär“

5.2.4.7 Essbär – Bären selbst herstellen

Eine weitere praktische und sensorische Erfahrung wartet an der Station „Essbär“ auf die Schüler*innen: Sie stellen eigene vegane sowie gelatinehaltige Gummibärchen her. Hierzu erhalten sie ein Rezeptheft, in welches sie auch eigene Rezepturen eintragen können (s. auch Kapitel 5.2.3).

5.2.4.8 Diskussionsrunde

Abgerundet wird das Unterrichts-Tool durch eine sich anschließende Diskussionsrunde, wobei die Schüler*innen der Frage nachgehen sollen, ob Etiketten aus Gelatine ethisch vertretbar und so nachhaltig wie angepriesen sind.

Hierfür wird die Klasse in Gruppen aufgeteilt, die jeweils eine bestimmte Rolle übernehmen. Jede Rolle erhält eine eigene Rollenbeschreibung und erste Hinweise, worauf sich Argumente dieser Gruppe stützen könnten (s. Abb. 5.2-17). Anschließend arbeiten die Gruppen rollenentsprechende Argumente aus ihren durch die Bearbeitung der Stationen gewonnenen Erkenntnissen heraus und diskutieren diese mit der gesamten Klasse.

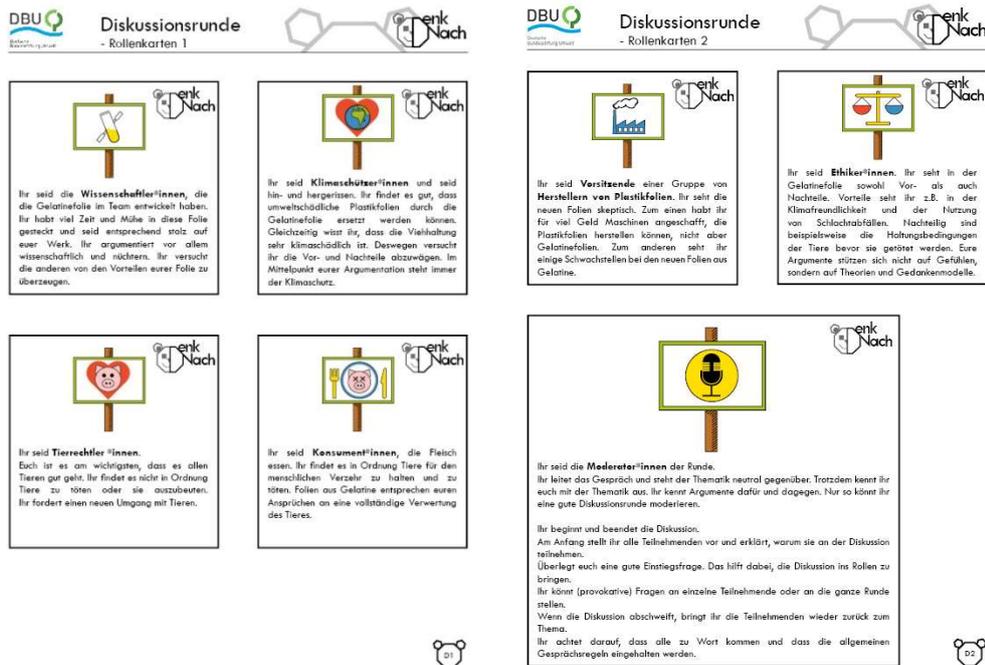


Abb. 5.2-17: Die Rollenbeschreibungen

5.3 AP 3 Etikett-Entwicklung

5.3.1 AP 3.1 Rezeptur Etikett

5.3.1.1 Rezeptur zur Herstellung von Etiketten aus Gummibärchen

S. auch Dokumente im Anhang: *Etiketten aus Gummibärchen herstellen („Etikettierbär“)*

Durch eine gezielte Wahl der Prozessparameter sowie geeigneter, für Lebensmittel zugelassener Zusätze ist es gelungen, eine Rezeptur zur Herstellung verschiedenfarbiger Etiketten durch Gießen einer Lösung aus aufgeschmolzenen Gummibärchen zu entwickeln, mit deren Hilfe die Schüler im Rahmen einer Projektwoche oder aber auch zu Hause nachhaltige Etiketten zur optischen Gestaltung von Geschenken (wie beispielsweise selbstgemachter Marmelade) herstellen können.

Die Rezeptur wurde in einer anschaulichen Anleitung für Schüler*innen und Lehrkräfte umgesetzt. Abbildung 5.3-1 zeigt die fertige Anleitung mit dem endgültigen Rezept zur Herstellung von Etiketten und Abbildung 5.3-2 zeigt auf diese Weise aus Gummibärchen unterschiedlicher Farbe hergestellte Etiketten.



Etikettierbär
kleine Etiketten



Das könnt ihr hier (kennen)lernen

Hier lernt ihr ein Verfahren kennen, mit dem Etiketten aus Gelatine-Bären hergestellt werden können.

Das Ergebnis



Das braucht ihr

- 6 gelatinehaltige Goldbären (am besten weiß)
- 1 g Glycerin
- 0,5 g Titandioxid
- 1 Becherglas (~50 ml)
- 1 Laborwaage
- 2 Einweg-Pasteurpipetten mit Graduierung
- 1 Messzylinder (~50 ml)
- 1 Spatel
- 1 Silikonbackmatte
- 1 Kreisschablone (Durchmesser 8,5 cm)
- Je nach Herstellungsart:
 - Mikrowelle oder
 - Herd-/Heizplatte und Becherglas/Topf und Thermometer








Das müsst ihr tun

1. Wiegt das Titandioxid und das Glycerin ab.
2. Fügt 6 Bären hinzu.
3. Gebt 20 ml möglichst handwarmes Wasser hinzu.

In der Mikrowelle

4. Erhitzt die Mischung in der Mikrowelle für 10 Sekunden. Sollten die Bären noch nicht vollständig geschmolzen sein, weitere 5 Sekunden erhitzen, usw.

Auf der Heizplatte

4. Bereitet ein Wasserbad vor: Füllt einen Topf oder ein großes Becherglas mit wenig Wasser. Stellt es auf die Heizplatte und erhitzt das Wasser. Stellt das Becherglas mit der Masse in das Wasserbad. Lasst die Masse schmelzen, rührt dabei gelegentlich um.



Das Etikett vor dem Zuschnitt



Je nach Farbe der Bären, ändert sich die Farbe des Etiketts

! Die Masse darf nicht kochen! Auf der Heizplatte: Prüft mit dem Thermometer die Temperatur der Masse. Sie darf nicht heißer als 70 °C werden!

5. Zeichnet mit der Schablone und einem Kugelschreiber Kreise auf die Silikonbackmatte.
6. Tragt je 4 ml der geschmolzenen Gummibärenlösung auf die Kreise auf .
7. Malt mit der Pipette die Form komplett mit der Gummibärenlösung aus. Zerdrückt Luftblasen.
8. Das Etikett muss nun mindestens 24 Stunden bei Raumtemperatur (nicht wärmer!) trocknen.
9. Löst das Etikett vorsichtig von der Schablone. Eventuell am Rand mit einem Messer lösen.
10. Ihr könnt das Etikett zuschneiden, bemalen, bedrucken, ...
11. Das Etikett kann direkt, ohne zusätzlichen Kleber auf ein Glas aufgeklebt werden.

Abb. 5.3-1 Anleitung zur Herstellung von Etiketten aus Gummibärchen

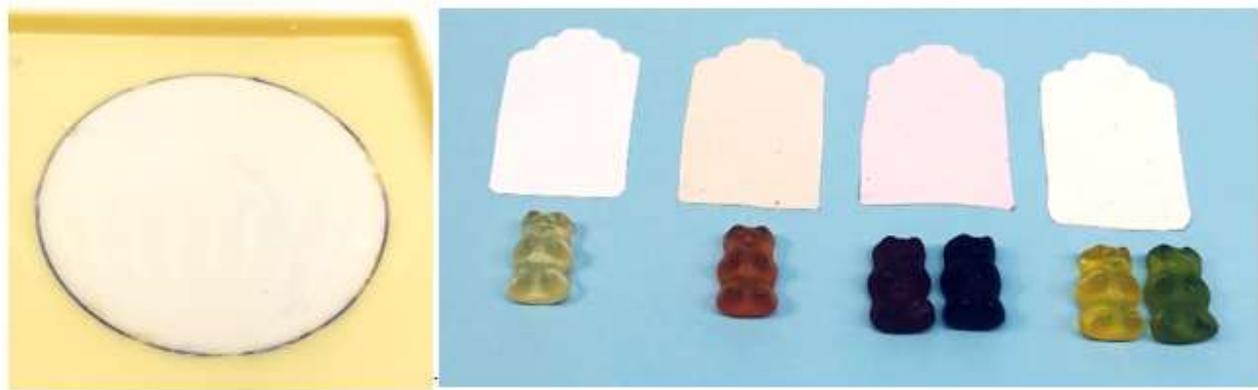


Abb. 5.3-2: Auf Silikon-Backmatte gegossene Gummibärchenlösung (links) und aus Gummibärchen durch Aufschmelzen hergestellte und mit einem Motivstanzer ausgestanzte Etiketten (rechts)

Die Etiketten lassen sich mit einem Motivstanzer oder einer Schere zuschneiden (siehe Abbildung 5.3-2), von Hand mit Lebensmittel-Filzstiften bemalen, „bestempeln“ (s. Kapitel 5.3.4), klebstofffrei auf ein Glas kleben (s. Kapitel 5.3.3) und sind mit warmem Wasser einfach und rückstandslos ab-/auflösbar (s. Kapitel 5.3.5).

Die zur Herstellung benötigte Silikon-Backmatte sowie die beiden Zusätze Glycerin und Titandioxid sind Bestandteil des Experimentierkoffers.

Außerdem wurde eine Berechnungsformel zur Berechnung der benötigten Mengen an Gummibärchen und Zusätzen in Abhängigkeit von der End-Etikettengröße erstellt („Berechenbär“) (s. Abbildung 5.3-3).

Anleitung 6 Berechnung der notwendigen Menge an Gummibärchenmasse zur Herstellung von „Gummibärchen-Etiketten“:

Berechenbär

1 + 1 = 2

Die Berechnungstabelle gilt nur für kleine Etiketten > 100 cm²

Hintergrund:
Für die Herstellung der Gummibärchenetiketten ist es wichtig, das für eine bestimmte Etikettengröße passende Volumen an Gummibärchenmasse zu verwenden.

Berechnung der Rezeptur		Berechnung der Auftragsfläche f	
Größe der zu beschichtenden Fläche [cm]	977	Kantenlänge a [cm]	27
Volumen warmes Wasser [mL]	110	Kantenlänge b [cm]	36
Anzahl Goldbären	33,0	Fläche des Rechtecks [cm ²]	977
Menge Glycerin [g]	5,50	Berechnung der Auftragsfläche f	
Menge Titandioxid [mL]	2,75	Durchmesser [cm]	8,5
Aufzutragende Menge [mL]	68,8	Fläche des Kreises [cm ²]	57
		Berechnung der Auftragsfläche f	
		Lange Seite [cm]	8,6
		Kurze Seite [cm]	8
		Fläche des Ellipsekreises [cm ²]	40

Abb. 5.3-3: Berechnungsgrundlage „Berechenbär“ zur Ermittlung der erforderlichen Zutatenmengen zur Herstellung von Etiketten unterschiedlicher Größe

5.3.1.2 Verfahren zum Herstellen DIN A4-großer Folien aus Gelatine/Gummibärchen

a) Aus Gummibärchen

Für die Herstellung DIN A4-großer Folien aus Gummibärchen musste die Rezeptur aus 5.3.1.1 vor allem hinsichtlich der optimalen Auftragsmenge und Trocknungsdauer optimiert werden, um eine Folie zu erhalten, die sich nach der Trocknung gut von der Gieß-Unterlage ablösen lässt und die nicht brüchig aber auch nicht zu elastisch ist, was zu einer Verformung beim Ablösen führen würde oder ein Bedrucken in einem Drucker unmöglich machen würde. Folgende Rezeptur wurde entwickelt und in einer entsprechenden Anleitung umgesetzt (siehe Anhang). Abbildung 5.3-4 zeigt eine aus den 3 Zutaten Glycerin, Titandioxid und Gummibärchen durch Aufschmelzen letzterer im Backofen hergestellte DIN A4-große Folie.

Materialien:

- 30 bevorzugt weiße gelatinehaltige Goldbären
- 100 mL Wasser
- 5,0 g Glycerin
- 2,5 g Titandioxid
- 1 Becherglas (200 mL)
- 1 Backofen oder Wasserbad mit 70°C oder Mikrowelle (beste Wahl)
- 1 Laborwaage
- 1 Messzylinder (100 mL)
- 1 Spatel
- 1 Silikonbackmatte

Die Mengenangaben gelten für eine Fläche von 977 cm² (etwas größer als DIN A4), für andere Etikettengrößen müssen die einzelnen Mengen mit Hilfe der Berechnungsformel im Dokument „Berechenbär“ umgerechnet werden.

Vorgehensweise:

- Wasserbad bzw. Backofen vorheizen auf 70°C
- Titandioxid und Glycerin abwiegen und 30 (bevorzugt) weiße Goldbären hinzufügen
- 100 mL möglichst handwarmes Wasser hinzugeben
- Ca. 30-60 min bei 70°C im Wasserbad oder Backofen schmelzen, gelegentlich sanft umrühren (keine Luft einrühren!) oder aber in der Mikrowelle für 10 s erhitzen. Sollten die Bären dann noch nicht vollständig geschmolzen sein, weitere 5 s erhitzen (nicht kochen!)
- 100 mL der geschmolzenen Lösung auf die Silikonbackmatte auftragen
- Mit dem Spatel die Backmatte komplett mit der Gummibärenlösung blasenfrei bestreichen
- 3-4 Tage bei Raumtemperatur (nicht wärmer!) trocknen lassen
- Etikett vorsichtig lösen – wenn es noch zu klebrig/elastisch ist, einen weiteren Tag trocknen
- Etikettenpapier mit einer Schere vorsichtig auf DIN A4 Größe zuschneiden (wenn zu kurz getrocknet wurde, klebt das Material evtl. zusammen)
- Das Etikett kann jetzt in einem speziellen Lebensmitteldrucker bedruckt werden. Vorsicht: keine Gewährleistung!
- Etiketten ausschneiden und direkt, ohne weiteren Kleber auf ein Glas aufkleben

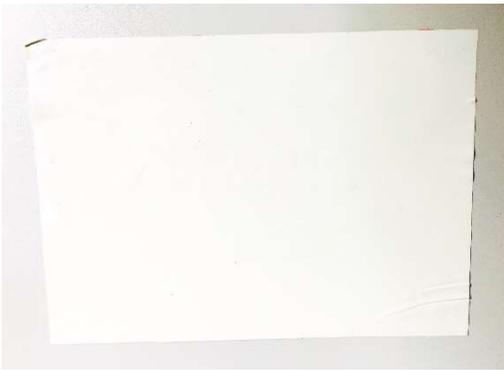


Abb. 5.3-4: Aus den 3 Zutaten Glycerin, Titanoxid und Gummibärchen durch Aufschmelzen letzterer im Backofen hergestellte DIN A4-große Folie

b) Auf Basis von Ess- oder Fondant-Papier und Gummibärchen

Ferner wurden Etiketten auf Basis von Esspapier entwickelt, die in einem Lebensmitteldrucker bedruckt wurden und mit einer Gummibärchen-Schicht zum Schutz des Aufdruckes und zur Erzeugung einer Klebeschicht versehen wurden.

Materialien:

- 9 bevorzugt weiße gelatinehaltige Gummibärchen
- 20 mL Wasser
- 0,1 g Titanoxid
- 0,2 g Glycerin
- Esspapier, z.B.
 - KopyForm Deco Royal® Icing Sheets
 - KopyForm Dekorpapier Plus
 - KopyForm Oblatenpapier Premium
- Lebensmitteldrucker: z.B. Canon Pixma iP7250
- Oder Lebensmittelstifte / normale Filzstifte
- Ein kleines Becherglas
- Backofen (80°C)
- 1 Löffel
- 1 Silikonbackmatte
- Etwas zum „Beschweren“

Vorgehensweise:

- Esspapier mit gewünschtem Motiv mit Lebensmittelstiften oder normalen Filzstiften bemalen bzw. ein Postkarten-großes Stück in einem Lebensmitteldrucker mit dem gewünschten Motiv bedrucken
- Titanoxid, Wasser und Glycerin abwiegen und 9 weiße Gummibärchen hinzufügen
- Ca. 30 min bei 80°C im Backofen schmelzen, gelegentlich sanft umrühren
- Je nach Größe des Etiketts 10 mL der Lösung auf eine Silikonmatte gießen
- Etikett mit der bemalten Seite nach unten in die noch flüssige Gummibärchenlösung legen und fest andrücken
- Etikett mit einem schweren Gegenstand beschweren
- 12 h bei Raumtemperatur trocknen, dann Gewicht entfernen und mindestens weitere 12 h trocknen
- Etikett vorsichtig von der Silikonmatte lösen – ggf. am Rand mit einem Messer lösen
- Etikett mit einer Schere zuschneiden
- Das Etikett mit Gelatinekleber aufkleben (siehe Kapitel 5.3.2)

"DenkNach - Lebensmittel nachhaltig produzieren" Aktenzeichen AZ 34892/01 und AZ 34892/02

Die Abbildungen 5.3-5 und 5.3-6 zeigen solche bedruckten Etiketten auf Basis von Esspapier vor und nach der Beschichtung mit Gelatine



Abb. 5.3-5: Mit einem gewöhnlichen Tintenstrahldrucker bedrucktes Esspapier (links) und Dekorpapier und Icing Sheet (rechts)



Abb. 5.3-6: Etiketten nach dem Bedrucken und nach dem Beschichten mit gelben Gummibärchen (links) bzw. mit weißen Gummibärchen (rechts)

5.3.2 AP 3.2 Klebstoff (analog zu einer Briefmarke)

Es wurden verschiedene Klebstoffe auf Basis von Gelatine bzw. Gummibärchen entwickelt, mit denen sich Etiketten auf Glas aufkleben lassen. Dabei gibt es Klebstoff-Varianten, die durch Anfeuchten aktiviert werden – analog zur Briefmarke - sowie solche, die direkt feucht aufgetragen und aufgeklebt werden können. Die nachfolgende Abbildung 5.3-7 zeigt die entsprechende Anleitung hierzu (s. auch Dokumente im Anhang: Kleber aus Kollagen (Gummibärchen) herstellen („Klebbär“)) incl. ein mit diesem Kleber auf ein Glas aufgeklebtes Papieretikett.

Prinzipiell kommen die Gummibärchen-Etiketten jedoch ohne einen zusätzlichen Klebstoff aus, sie haften auch ohne sehr gut auf Gläsern.

Auch zu diesem Experiment gibt es einen entsprechenden Erklärbogen, der die zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien auf 3 Niveau-Stufen erklärt.



Klebbär





Das könnt ihr hier (kennen)lernen

Bereits im Alten Ägypten wurde Kollagen (Gelatine) zu Kleber verarbeitet. Hier lernt ihr, wie das geht.



Das Ergebnis





Das braucht ihr

- 3 Gelatine-Bären (am besten gleicher Farbe)
- 1 kleines Becherglas
- 1 Löffel
- Je nach Herstellungsart:
 - Mikrowelle oder
 - Herd-/Heizplatte und Becherglas/Topf

Alternative 1

- 1 Blatt Blattgelatine
- 1 EL Essig
- 1 kleines Becherglas
- 1 Löffel

Alternative 2

- 1/2 Päckchen Pulver-Gelatine
- 3 EL Essig
- 1/2 Päckchen Vanillezucker (für den Geschmack)
- 1 kleines Becherglas
- 1 Löffel






Klebbär





Das müsst ihr tun

1. Gebt 3 Gelatine-Bären und 10 ml Wasser in ein Becherglas

In der Mikrowelle

2. Erhitzt die Mischung 5-10 Sekunden in der Mikrowelle. Sollten die Bären noch nicht vollständig geschmolzen sein, wieder kurz erhitzen.

Auf der Heizplatte

2. Bereitet ein Wasserbad vor: Füllt einen Topf oder ein großes Becherglas mit etwas Wasser. Stellt das Becherglas hinein und erhitzt das Wasser. Rührt langsam um, bis die Bären geschmolzen sind.



Die Masse darf nicht kochen!

Alternative 1

1. Schneidet die Blattgelatine in kleine Stücke.
2. Verrührt die Gelatine mit dem Essig.
3. Erhitzt die Masse für circa 3 Sekunden in der Mikrowelle bis sie flüssig ist. Alternativ könnt ihr die Masse im Wasserbad erhitzen.

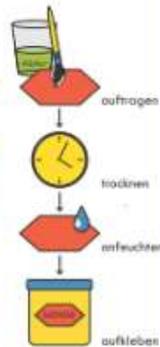
Alternative 2

1. Alle Zutaten im Becherglas mischen.
2. Erhitzt die Masse für circa 3 Sekunden in der Mikrowelle bis sie flüssig ist. Alternativ könnt ihr die Masse im Wasserbad erhitzen.

Variante 1



Variante 2



Anwendungsmöglichkeiten

Abb. 5.3-7: Experimentieranleitung zur Herstellung eines Gelatine-Klebers

5.3.3 AP 3.3 Bedrucken und Beschriften

a) Bedrucken mit einem Lebensmitteldrucker

Vor allem hinsichtlich der End-Klebrigkeit bzw. Trocknungszeit und der Elastizität bzw. Sprödhheit mussten Optimierungen der Gummibärchen-Folie vorgenommen werden, um die Folien in einem Tintenstrahldrucker bedrucken zu können.

Für das Bedrucken der Gelatine-Etiketten sind gewöhnliche Tintenstrahldrucker nur bedingt geeignet, da hier das Papier beim Drucken über eine Umlenkwalze gelenkt wird, während speziell für das Bedrucken von Esspapier oder Tortenauflegern entwickelte Drucker eine andere Einzugtechnik verwenden und darüber hinaus mit für Lebensmittel geeigneten Tinten arbeiten. Von den Projektmitteln wurde ein solcher Lebensmitteldrucker (Canon Pixma iP7250) gekauft. Mit diesem Drucker war es nach einiger Entwicklungsarbeit schließlich möglich, eigens erstellte Motive auf die Gummibärchen-Folien zu drucken. Nach dem Trocknen waren die Motive wischfest und die Etiketten können nach dem Ausschneiden direkt, ohne Verwendung eines Klebstoffes, auf die Gläser aufgeklebt werden. Abbildung 5.3-8 zeigt solche Etiketten.

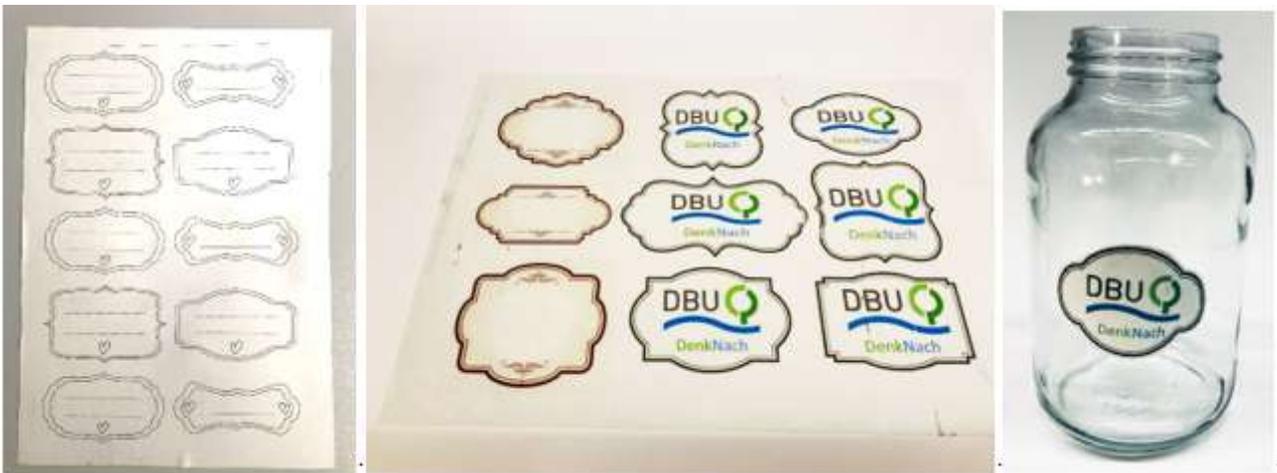


Abb. 5.3-8: Auf eine Gummibärchen-Folie mit einem Lebensmitteldrucker bedruckte Etiketten (links und Mitte) und ein solches Etikett nach dem Ausschneiden und Aufkleben auf ein Glas (rechts)

Überdies sei hier noch angemerkt, dass es möglich ist, auch mit Hilfe von Haushaltsgelatine Etiketten herzustellen bzw. mit Hilfe des Lebensmitteldruckers Esspapiere oder Tortenaufleger aus Fondant zu bedrucken und diese Etiketten anschließend mit Gelatine zu Ihrem Schutz zu beschichten. Entsprechende Vorgehensweisen wurde ebenfalls im Rahmen des Projektes entwickelt.

b) „Bestempeln“ mit einem kommerziell erhältlichen Stempel und Stempelkissen

Steht ein solcher Lebensmitteldrucker nicht zur Verfügung, ist es auch möglich, die fertigen Gummibärchen-Etiketten mit einem herkömmlichen Motiv-Stempel und Stempelkissen zu bedrucken (s. Abbildung 3.5-9).

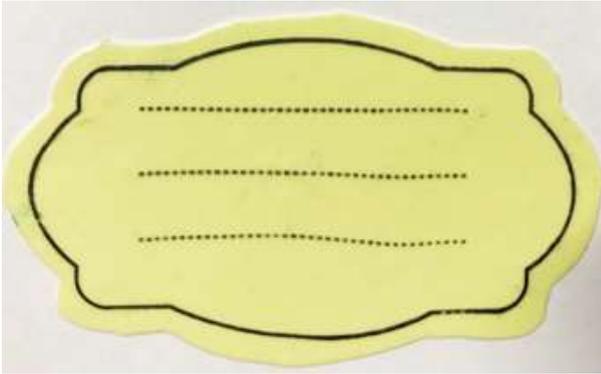


Abb. 5.3-9: Mit einem herkömmlichen Motivstempel und Stempelkissen „bestempeltes“ gelbes Gummibärchen-Etikett

c) „Beschriften und Bemalen mit (Lebensmittel-) Filzstiften

Noch einfacher ist es, die Etiketten von Hand mit (Lebensmittel-) Filzstiften und ggf. mit Schablonen individuell zu bemalen und zu beschriften (s. Abbildung 5.3-10).



Abb. 5.3-10: Von Hand mit (Lebensmittel-)Filzstiften bemalte Gummibärchen-Etiketten

d) „Bestempeln“ mit einem selbst hergestellten Stempel auf Basis von Buchstabennudeln

S. auch Dokumente im Anhang: *Stempel aus Buchstabennudeln herstellen („Buchstabierbär“)*

Für diejenigen Schülerinnen und Schüler, denen kein Lebensmitteldrucker zur Verfügung steht und die eine Serie mehrerer gleichartiger Etiketten herstellen wollen, wurde ein einfaches Druckverfahren auf Basis eines selbst herstellbaren Stempels entwickelt. Im Sinne des Nachhaltigkeitsgedankens schienen Nudeln in Buchstabenform als besonders originell und geeignet. Aufgrund der Unebenheit der Buchstabennudeln wurden verschiedene Vorgehensweisen zur Herstellung eines Stempels erprobt. Die besten Druckergebnisse wurde mit einem Stempel, bei dem die Nudeln spiegelverkehrt in eine Modelliermasse gedrückt werden und direkt zum Stempeln dienen (s. Abbildung 5.3-11) sowie mit einem Stempel, bei dem der Text zunächst mit Hilfe der Nudeln seitenrichtig in Knete geprägt wird und anschließend von diesem ein Gelatine-Gießabdruck hergestellt wird, mit dem schließlich gedruckt werden kann (s. Abbildung 5.3-12), erzielt.



Abb. 5.3-11: Selbst gemachter Stempel auf Basis von Modelliermasse und Buchstabennudeln (links) sowie Druckergebnis auf einem Gummibärchen-Etikett (rechts)



Abb. 5.3-12: Schritte bei der Herstellung eines auf Buchstabennudeln basierenden Stempels: Legen des Textes aus Buchstabennudeln seitenrichtig auf ein Stück Knete (links), in die Knete geprägter Text nach dem Entfernen der Nudeln (Mitte links), Gelatineabdruck (Mitte rechts) sowie mit diesem Stempel bedrucktes Gummibärchen-Etikett (rechts)

Zu beiden Stempel-Herstellungstechniken wurde eine entsprechende Anleitung erstellt (siehe Anhang).

5.3.4 Ablösbarkeit der Etiketten in einer Spülmaschine

Projektziel war es, ein Etikett auf Basis von Gummibärchen zu entwickeln, das sich im Gegensatz zu herkömmlichen Etiketten einfach von einem damit beklebten Glas wieder ablösen lässt, damit der Wiederverwendung des Glases im Sinne der Nachhaltigkeit nichts im Wege steht.

Zur Überprüfung der Ablösbarkeit wurde ein mit einem Gelatine-Etikett beklebtes Glas bei einem Standard-Waschprogramm (55°C) in die Spülmaschine gestellt. Bereits nach 10 Minuten des Waschprogramms war das Etikett vollständig vom Glas abgelöst und sogar restlos aufgelöst (siehe Abbildung 5.3-13).



Abb. 5.3-13: Ein mit Gelatine-Etiketten beklebtes Glas in einer Spülmaschine (links) und das Etiketten-freie Glas nach 10 min Spülgang bei 55 °C (rechts)

5.3.5 AP 3.4 Gestaltung des Experimentierkoffers

Bei der Gestaltung des Koffers wurde darauf geachtet, einen kostengünstigen Koffer aus nachhaltigen Materialien (Holz) auszuwählen, der nicht aus Plastik ist, optisch aber höherwertig aussieht und innen Fächer für die einzelnen Materialien enthält, damit diese beim Versand nicht hin- und herfliegen. In den Koffer sollten alle Materialien gepackt werden, die üblicherweise nicht an Schulen zu Verfügung stehen oder aber nicht in einem Supermarkt erhältlich sind.

Die „Basis“-Version des Experimentierkoffers beinhaltet folgende Materialien (1 Koffer reicht für 7 Projektwochen à 7 Gruppen):

- Handbuch für Lehrende
- Unterrichtsmaterialien und Kopiervorlagen nach Stationen in Mappen sortiert
- Eine Informationsbroschüre zu „Jugend Gründet“ und „Kikuna“
- Eine CD mit dem Handbuch und den Unterrichtsmaterialien im pdf-Format
- Eine Material- und Einkaufsliste
- Alle Experimentiermaterialien, die nicht frei in Supermärkten erhältlich sind, wie:

Anzahl	pro Gruppe	Materialbezeichnung
7 Streifen a		
4 Kreisen	1 Streifen	Biscuitrollenmatten
100 g	0,5 g	Titandioxid
2	2 Reihen	Gummibärchen-Formen
7	1	Flüssigkeitstropfer
50 mL	1 g	Glycerin
3	1	Geschirrspültab
1	1 für alle Gruppen	Dose
1	1 für alle Gruppen	Koffer
1	1 Tüte für alle Gruppen	Gummibärchen

- Eine CD für die Schülerfirma mit
 - o Verkaufspreiskalkulation
 - o Packanleitung für den Koffer
 - o Kopiervorlagen
 - Koffer-Etikett
 - Geschirrspül-Tab-Etikett
 - Titandioxid-Etikett
 - Label CD Unterrichtsmaterialien
 - Vorlage Stationsmappe und Deckblätter für die Stationshäuser
 - Handbuch für Lehrende
 - Unterrichtsmaterialien
 - o Bestellzettel
 - o Evaluationsbögen
 - o Material- und Einkaufsliste für Lehrende

Für das Lehrpersonal wurde eine Material- und Einkaufsliste für die Experimente erstellt (s. Anhang). Diese beinhaltet eine Liste der Materialien, die an der Schule vorausgesetzt werden sowie eine Liste an Materialien, die entweder vom Lehrenden oder aber von den Schüler*innen vor der Projektwoche zu beschaffen sind.

Außerdem wurde für die Schülerfirma, die den Experimentierkoffer zusammenstellen und vertreiben soll, eine Packanleitung (s. Abb. 5.3-14) erstellt.

Diese Packanweisung enthält auch eine Beschaffungsliste incl. Bezugsquellen und Preisen (s. Tabelle 5.3-1) und ein Preisvergleich für verschiedene Online-Druckdienste zum Drucken des Lehrerhandouts, der Unterrichtsmaterialien und der Tischvorlagen sowie eine entsprechende Empfehlung.



Abb. 5.3-14: Auszug aus der Packanleitung für die Schülerfirmen zur Zusammenstellung des Experimentierkoffers

Tabelle 5.3-1: Beschaffungsliste für den Experimentierkoffer durch die Schülerfirma

(1 Koffer reicht für 7 Projektwochen a 7 Gruppen)

Anzahl	reicht für	Material-bezeichnung	Ausführung / Artikelnummer	Hersteller	Anbieter	Preis	Versand	Preis pro Koffer	Versand pro Koffer
2	1 Koffer + 3 Reststreifen	Backunterlagen	MÖNSTRAD 40x30 cm mit 5 Reihen a 4 Kreisen	unbekannt	IKEA	4,99	0,00	6,65	0,00
100 g	1 Koffer	Titandioxid	Lebensmittelqualität	Special Ingredients	Amazon	7,95	3,73	7,95	3,73
4	2 Koffer	Gummibärchen-Formen	Silikon, 53 Loch	IHUIXINHE	Amazon	10,99	3,99	7,49	2,00
10	1 Koffer + 3 Rest	Flüssigkeits-tropfer	5 ml, abgestuft	Bestonzon	Amazon	6,83	0,00	4,78	0,00
50 mL	1 Koffer	Glycerin	99% zum Backen	Wilton	Amazon	4,55	0,00	4,55	0,00
30	10 Koffer	Geschirrspültabs	Spülmaschinen-Tabs nature,	Denkmit	dm	2,85	0,00	0,29	0,00
10	10 Koffer	Dosen (Salbenkruken)	Michael Horlemann	unbekannt	Amazon	12,9	0,00	1,29	0,00
1	1 Koffer	Koffer		Butinette		17,95	4,50	17,95	2,25
1	Tüte	Gummibärchen	75 g für Unterwegs	Haribo	Edeka	0,49	0,00	0,49	0,00

Summe Material: 51,44 Euro
 Summe Versand: 7,98 Euro

Der vom Projektteam empfohlene Verkaufspreis für den fertigen Experimentierkoffer incl. aller Unterrichtsmaterialien liegt bei 91,26 Euro incl. 10% Gewinnmarge (siehe Tabelle 5.3-2). Hierbei handelt es sich um den sogenannten „Basis“-Koffer. Denkbar wäre auch eine erweiterte Version quasi als „Rund-um-Sorglos“-Paket, das über die Basis-Materialien noch alle benötigten Lebensmittel enthält oder aber ein Nachfüll-Set für alle Verbrauchsmaterialien

Tabelle 5.3-2: Verkaufspreiskalkulation

Komponente	Abnahmemenge	Preis / Stück
Koffer	1	17,95 Euro
Materialien im Koffer	Für 1-10 Koffer	33,00 Euro
Versandkosten Beschaffung	Für 1-10 Koffer	7,98 Euro
Bedruckte Mappen mit Sichtfenster (9/Koffer)	100	4,19 Euro
Lehrerhandbuch als geheftete Broschüre	10	5,24 Euro
Unterrichtsmaterialien als Loseblattsammlung	5	10,75 Euro
Kofferetikett	10	2,85 Euro
CD	10	1,00 Euro
Summe		82,96 Euro
+ 10% Gewinn		8,30 Euro
Verkaufspreis incl. Gewinn		91,26 Euro

Außerdem wurde ein Kofferetikett entworfen (s. Abb. 5.3-15).



Abb. 5.3-15: Kofferetikett

Die nachfolgende Abbildung 5.3-16 zeigt den fertigen Experimentierkoffer





Abb. 5.3-16: Experimentierkoffer

Für die Bestellung des Koffers wurde überdies ein Bestellformular entworfen (s. Abb. 5.3-17).



Bestellformular

Experimentierkoffer „DenkNach“



Schullogo

Name der Schülerfirma
 Musterstraße x • 12345 Musterstadt
 Tel.: 01234-12345 • Fax: 01234-12345
 www.musterhomepage.de

Absender/Lieferadresse:	Schul-/Firmenstempel
Schulname: _____	
Ansprechpartner: _____	
Straße und Hausnummer: _____	
Postleitzahl / Stadt: _____	
Telefon-Nr.: _____	
E-Mail: _____	

Hiermit bestellen wir:

Artikelbezeichnung	Artikelnummer	Menge	Einzelpreis <small>Ohne MwSt.</small>	Gesamtpreis <small>Ohne MwSt.</small>
1 Experimentierkoffer „DenkNach“			€	€
2 Nachfüllpack	XYZ		€	€
3				
Summe:				€




Hinweis: Dieser Experimentierkoffer ist im Rahmen eines durch die DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt geförderten Projektes mit dem Titel „DenkNach“ AZ 34892_01 in Zusammenarbeit zwischen der Hochschule Mannheim und der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe entstanden.

Die erhobenen personenbezogenen Daten werden nur zum Zwecke der Zusendung der Materialien verwendet. Eine Weitergabe an Dritte findet nicht statt.

Ort, Datum

Unterschrift

Schülerfirma XYZ
 Bankverbindung: Musterbank, IBAN: 123456, BIC: 12345

Abb. 5.3-17: Bestellformular für den Experimentierkoffer

5.4 AP 4 Simulation Projektwoche

An der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe wurden einige der Materialien bereits im Winter mit drei Studierenden getestet (17.02.2020 - 20.02.2020, s. auch Abb. 5.4.-1). Die Studierenden konnten zu diesem Zeitpunkt Stationen zu Nachhaltigkeit sowie Gelatine und Stärke bearbeiten. Letztere dokumentierten sie in einem Lapbook (s. Abb. 5.4.-2). Des Weiteren stellten sie eigene Gelatine-Etiketten her, gestalteten diese und verglichen sie mit herkömmlichen Etiketten.

Die Materialien und Experimente konnten von den Studierenden erfolgreich durchgeführt werden und kamen sehr gut an.



Abb. 5.4.-1: Die Ausschreibung



Abb. 5.4.-2: Die Stationen (links) sowie das von den Studierenden erstellte Lapbook zu Gelatine und Stärke

5.5 AP 5 Projektwoche in Form einer Ferienwoche

Da es bedingt durch die Corona-Pandemie nicht möglich war, die Projektwoche an Schulen stattfinden zu lassen, wurde ein Sommer-Ferienprogramm für interessierte Schüler mit gleichem Inhalt geplant und mit Hilfe des in Abbildung 5.5-1 abgebildeten Flyers beworben.



Abb. 5.5-1: Flyer zur Bewerbung des Sommer-Ferienprogramms (Ersatz zu einer der geplanten und aufgrund der Corona-Pandemie ausgefallenen Projektwoche)

Dieses Ferienprogramm hat mit 8 Kindern der Jahrgänge 2007-2011 im NCO-Club (Delawarestraße 21, 76149 Karlsruhe) vom 31.08.2020 bis zum 04.09.2020 stattgefunden.

Von Montag bis Mittwoch wurde die im Projekt ausgestaltete Projektwoche in leicht verkürzter Form mit den Schüler*innen durchgeführt. Die Themen und Eindrücke sind in der nachfolgenden Tabelle 5.4-1 festgehalten.

Das ausgearbeitete Unterrichtsmaterial und die Nachhaltigkeitsthemen und Experimente sind sehr gut bei den Schüler*innen angekommen und die Lernziele konnten erfolgreich vermittelt werden.

Tabelle 5.4-1 Programm der Ferienwoche

Montag	Dienstag	Mittwoch
Vorstellungsrunde Einführung Gelatine, Stärke, Gummibärchen/Früchte Verkostung	Begrüßung + Bezug zum Wochenplan Auswertung und Diskussion der Experimentier-Ergebnisse	Begrüßung, Bezug zum Wochenplan Gestaltung der Etiketten
		
Was hat alles mit Gelatine zu tun? Sortieraufgabe	Was ist Nachhaltigkeit - Sortieraufgabe	Bewertung der Nachhaltigkeit der Gelatine Etiketten
		
Experiment zu Gelatine und Stärke: Quellbär	Was ist Nachhaltigkeit - Prüfung von Aussagen	Tierethik: Comic ansehen, Geschichte erfinden
		
		
Herstellung von Etiketten aus Gummibärchen	Basteln mit dem selbst hergestellten Gelatine-Kleber	Gummibärchen selbst herstellen
		
Mittagspause	Mittagspause	Mittagspause
Freies Spiel	Freies Spiel – Flugzeuge bauen	Freies Spiel
Reflexion, Abschluss	Reflexion, Abschluss	Reflexion, Abschluss

5.6 AP 6 Workshop und Gründung

5.6.1 Workshops im Rahmen der Ferienwoche

Im Anschluss an die 3-tägige Projektwoche im Rahmen des Ferienprogramms in der Jugend-Einrichtung fanden ein durch „Jugend Gründet“ geleiteter Workshop zum Thema Geschäftsmodellfindung und ein durch „kikuna“ geleiteter Workshop zur Gründung einer nachhaltigen Firma statt. Nachfolgend sind die beiden Agenden abgebildet (s. Abb. 5.6-1 und 5.6-3).



Exemplarische Workshop-Agenda: Kreativität und Innovation

09:00	Start des Workshops
09:05	Einführung in den Workshop: Was ist Innovation? Warum braucht man sie? Was ist das Ziel des heutigen Tages? Teameinteilung. Erste Kreativaufgabe: Neue Wege gehen.
10:00	Workshop I: Mit einer Geschäftsidee das Problem eines Kunden oder Nutzers lösen. Aufgabe 1: relevante Probleme finden. Aufgabe 2: innovative Lösungen suchen. Arbeit in Kleingruppen.
11:15	Vorstellung erster Ergebnisse Erste Feedbackrunde im Plenum
12:00	Mittagspause
12:30	Workshop II Erarbeitung einer konkreten Geschäftsidee. Kennenlernen von Zusammenspiel und Wechselwirkungen. Spielerische Entwicklung eines nicht-funktionalen Prototypens.
<hr/>	
13:45	Vorbereitung der Präsentationen Tipps für die Präsentationen: Drei Ziele: spannend, informativ, überzeugend.
14:45	Pause
15:00	Pitch Präsentation der erarbeiteten Ideen in jeweils drei Minuten

Abb. 5.6-1: Agenda zur Geschäftsmodellfindung durch „Jugend Gründet“ im Rahmen des Ferienprogramms

Zu Beginn des Workshops zur Generierung eines Geschäftsmodells wurde anhand von Beispielen der Begriff Innovation geklärt. Es folgte im Anschluss die sogenannte Marshmallow-Challenge, bei der die Teilnehmer*innen aus Spaghettis, einem Marshmallow, einem Klebeband und einem Faden einen möglichst hohen Turm bauen müssen (s. Abb. 5.6-2). Untersuchungen haben gezeigt, dass junge Kinder bei dieser Challenge besonders gut abschneiden, da sie sich nicht in endlose Diskussionen verstricken und ihren kreativen Ideen freien Lauf lassen, ohne Bekanntes abkupfern zu wollen. Dies zeigt eindrücklich das ungeheure Potential, das in Kindern steckt. Daraufhin wurden die Kinder in zwei Gruppen geteilt. Sie erhielten Bildkärtchen mit Personen und Situationen und sollten sich ein Problem überlegen, das die abgebildeten Personen in den abgebildeten Situationen haben könnten. Eine Gruppe hat sich dabei beispielsweise überlegt, dass es oftmals ein Problem ist, mit Hunden in einen Biergarten zu gehen, da sich die Hunde hier langweilen und beschäftigt werden wollen. Auf Basis dieses Problems sollten sich die Kinder Lösungsideen überlegen und diese anschließend in einem Prototyp umsetzen. Hierzu wurden unter anderem eine „Leckerli-Ballschleuder“ entworfen und aus einfachen Materialien in einem Prototyp umgesetzt. Die

Problemstellungen und Lösungen wurden in Form eines Werbespots der jeweils anderen Gruppe präsentiert. Die für den Nachmittag eingeplante Einführung in das Business Model Canvas konnte aufgrund der mangelnden Konzentrationsfähigkeit der Kinder nicht mehr durchgeführt werden.



Abb. 5.6-2: Eindrücke aus dem Workshop zur Geschäftsmodell-Generierung durch „Jugend Gründet“ im Rahmen der Ferienwoche von links nach rechts: Mashmallow-Challenge, Problem- und Lösungsfindung, Prototypenbau

Workshop-Ferienprogramm-DenkNach-am-4.9.2020-in-Karlsruhe Impulse für die Gründung einer Nachhaltigen Schülerfirma	
Workshop-Ferienprogramm	
Vormittag	Bildungsziel: Nachhaltigkeit als Haltung stärken Teilnehmer*innen setzen sich spielerisch mit dem Begriff Nachhaltigkeit auseinander und erkennen Optionen für eigenes „weltbewusstes“ Handeln. Hintergrund: Nachhaltigkeit als Haltung ist eine wichtige Basis für die Gründung einer Nachhaltigen Schülerfirma.
09:00 – 10:00	Bewegter Einstieg „Kinderyoga-Morgengruß für Weltbeschützer und Zukunftsgestalter“ mit anschließendem Impulsgespräch: Wie geht es unserem Planeten? Wie fühlt er sich? Welche Probleme hat er aktuell?
10:00 – 10:30	Spiel: Platzwechsel für Weltbeschützer & Zukunftsgestalter Was wissen oder tun wir Kinder bereits als Weltbeschützer für den Planeten Erde...
10:45-11:15	Impuls: Beispiele für Nachhaltige Produkte und für Nachhaltige Schülerfirmen
11:15-11:45	Kreativaufgabe: Handprint & Weltbeschützer-Spiegel oder Weltkugel gestalten
11:45-12:00	Präsentation der Kunstwerke & Feedback
12:00 – 12:30	Mittagspause
Nachmittag	Bildungsziel: Konzept der „Nachhaltigen Schülerfirma“ kennenlernen und erste eigene Ideen entwickeln
12:30 – 13:15	Definition einer „Nachhaltigen Schülerfirma“ / Zentrale Bereiche/Abteilungen in einer Nachhaltigen Schülerfirma am Beispiel „Schokolade“ vorstellen
13:15 – 14:00	Kreative Gruppenarbeit zum Thema Schülerfirma (wird an TN-Zahl angepasst) Variante 1: In 3-Gruppen wird je eine Geschäftsidee vom Vortag „durchleuchtet“ mit der Frage, welche Bereiche nachhaltig gestaltet werden können... Wenn die Zeit bleibt können die Gruppen noch Ideen für einen Werbeslogan/ein Logo/einen Werbespot/die Verpackung entwickeln [WICHTIG: dazu bräuhete ich am Vortag Fotos und Infos zu den Ergebnissen des ersten Workshops] Variante 2: Koffer mit Material-Set zu den DenkNach-Etiketten Gruppe 1: Vertriebskonzept (Verpackung, wo und wie wird das Produkt verkauft) Gruppe 2: Werbeslogan + Logo Gruppe 3: Werbespot
14:00 – 14:30	Präsentation der Gruppen
14:30 – 15:00	Feedback & Abschluss

Abb. 5.6-3: Agenda zur Gründung einer nachhaltigen Schülerfirma durch „kikuna“ im Rahmen des Ferienprogramms

Im zweiten Workshop durch „kikuna“ zur Gründung einer nachhaltigen Schülerfirma wurde nach einem kurzen Yoga-Weltbeschützergruß zunächst geklärt, mit welchen Problemen unsere Welt aktuell zu kämpfen hat. Diese Probleme finden sich in den 17 Zielen (Sustainable Development Goals, SDGs) der Agenda 2030 wieder. Anhand eines Comics wurde die Verantwortung eines jeden angesprochen und verdeutlicht, dass jeder ein Stück zur Erreichung der Ziele beitragen kann. Im Anschluss daran wurde ein Spiel gespielt, bei dem gefragt wurde was jede*r Einzelne bereits persönlich getan hat, um die Welt ein Stück weit nachhaltiger und besser zu gestalten. Darauf folgte eine Kreativphase, in der die Kinder aus nachhaltigen Materialien ein einfaches Spiel selbst basteln konnten. Anhand der Produktionskette bei der Herstellung von Kakao wurden daraufhin Aspekte einer nachhaltigen Firma angesprochen. Zum Abschluss bekamen die Kinder die Gelegenheit, einen Weltbeschützerspiegel zu basteln, auf dessen Rückseite ein ganz persönliches Ziel in Richtung Nachhaltigkeit geklebt wurde, welches die Kinder planen, selbst in naher Zukunft umsetzen zu wollen. Außerdem konnten die Kinder noch eine Spielidee auf Basis einfacher Kronkorken und Wäscheklammern entwickeln.

Die nachfolgende Abbildung 5.6-4 zeigt einige Impressionen aus dem Workshop.



Abb. 5.6-4: Impressionen aus dem Workshop von „Kikuna“ zum Thema „Gründung einer nachhaltigen Firma im Rahmen der Ferienwoche

5.6.2 Workshops „train the trainer“

Vorbereitend zur geplanten Schülerfirmengründung wurden die beiden Projektmitarbeiterinnen der HSMA und PHKA durch Kikuna und Jugend Gründet in die Methoden des Business Model Canvas und der Gründung einer nachhaltigen Schülerfirma in Form eines Seminars „train the trainer“ geschult, um dieses Wissen im Anschluss an Studierende weitergeben zu können, die damit dann selbst interessierte SchülerInnen zur Gründung einer Schülerfirma anleiten können. Diese Schülerfirma soll für die Zusammenstellung und den Vertrieb des Experimentierkoffers verantwortlich sein.

5.6.3 Firmengründung

Da im Rahmen der Ferienwoche keine tatsächliche Gründung einer Schülerfirma möglich war, wurde parallel beschlossen, eine Initiative der HSMA zu nutzen, in der Studierende bei der Gründung einer Firma unterstützt und begleitet werden. Idee ist es hierbei, den Studierenden die Aufgabe zu geben, ein Konzept zur Vermarktung des Experimentierkoffers zu entwickeln - bis hin zur Umsetzung in Form einer gegründeten (Schüler-)Firma. Diese Maßnahme wird jedoch erst zu Beginn des Wintersemesters 2020/21 an der HSMA beginnen, also nach Ende der (verlängerten) Projektlaufzeit.

Weitere Idee ist es, mit „Startup Mannheim“ in Kontakt zu treten. „Startup Mannheim“ ist das Powerhouse für Innovation, Kreativität und Gründerkultur im Mannheimer Innovationsökosystem. Startup Mannheim betreibt acht branchenspezifische Gründungszentren mit mehr als 28.000 Quadratmetern Office Space. Mit allein 300 Startups und knapp 1000 Beschäftigten in den Zentren und einer Vielzahl weiterer jungen Unternehmen ist Mannheim Baden-Württembergs größtes und am schnellsten wachsendes Startup Ökosystem. Neben einer Vielzahl von spezifischen Beratungsmöglichkeiten, Events und Konferenzen verfügt Startup Mannheim über ein breites Netzwerk von regionalen und internationalen Multiplikatoren, Weltmarktführern und Experten, die die Community bei ihrer Mission unterstützen.

5.7 AP 7 Evaluierung

Die nachfolgende Abbildung 5.5-1 zeigt den entwickelten Evaluierungsbogen für die Lehrkräfte.

Feedback-Bogen zum Experimentierkoffer „DenkNach“

Für Lehrkräfte

- In welchem Kontext wurde das Unterrichtsmaterial eingesetzt?**
 Schulform: _____
 Klassenstufe: _____
 Anlass (z.B. Projektwoche): _____
- In welchem Umfang wurde das Unterrichtsmaterial eingesetzt?**
 Gesamte Unterrichtseinheit: Ja Nein
 Nur folgende Module: _____
- Wie beurteilen Sie den zeitlichen Arbeitsaufwand?**
 Anzahl Unterrichtsstunden, die zur Verfügung standen: _____
 Hat die veranschlagte Zeit ausgereicht? Ja Nein
 Falls nein, für welche Module nicht? _____
 Der Arbeitsaufwand für mich war: zu hoch angemessen
- Bitte beurteilen Sie folgende Eigenschaften des Unterrichtsmaterials**
 Übersichtlichkeit: 1 2 3 4 5 6
 Verständlichkeit: 1 2 3 4 5 6
 Aufmachung: 1 2 3 4 5 6
 Motivationscharakter: 1 2 3 4 5 6
 Praktische Umsetzbarkeit: 1 2 3 4 5 6
 Die ausgewählten Themen: 1 2 3 4 5 6
 Dieses Thema hätte ich mir gewünscht: _____
- Wie beurteilen Sie die Unterrichtsmaterialien im Hinblick auf die SchülerInnen?**
 Die Aufgaben waren zu leicht angemessen zu schwierig
 Insbesondere folgende Module: _____
 Die SchülerInnen waren motiviert: ja, alle größtenteils kaum einer
 Der Lerngewinn war: hoch ok zu gering
 Die SchülerInnen hatten Spaß: ja, alle größtenteils kaum einer
- Wie beurteilen Sie das Lehrerhandout?**
 Die Zusatzinformationen waren: zu wenig angemessen zu viel
- Wie beurteilen Sie etwaige Schülerfragen?**
 Es blieben Schülerfragen offen Ja Nein
 Falls ja, welche? _____
- Für den Koffer vergebe ich folgende Note:**
 Inhalt: 1 2 3 4 5 6
 Folgende Materialien wurden vorausgesetzt, die nicht an der Schule vorhanden waren: _____
 Aufmachung: 1 2 3 4 5 6
 Preis: 1 2 3 4 5 6
- Werden Sie Teile des Koffers weiter einsetzen?**
 Im alltägliche Unterricht: ja vielleicht nein
 In einer weiteren Projektwoche: ja vielleicht nein
- Was möchten Sie uns noch mitteilen, gibt es Überarbeitungsvorschläge?**

Abb. 5.5-1: Evaluierungsbogen für Lehrkräfte

Ferner wurde ein Evaluierungsbogen für Schüler*innen entworfen, der für die Bewertung der Ferienwoche durch die teilnehmenden Kinder genutzt wurde (s. Abbildung 5.5-2). Nachfolgend ist die Auswertung der Evaluierungsbögen der Ferienwoche aufgeführt.

Feedback-Bogen zum Experimentierkoffer „DenkNach“

Für Schüler/innen

Ich bin ein Mädchen / Junge und Jahre alt (freiwillige Angabe)

Ich fand die Projektwoche		← →		← →	
Ich fand das Thema / die Experimente	spannend	← →		← →	langweilig
Ich wusste über das Thema vorher	viel	← →		← →	wenig
Ich habe zu Hause von der Projektwoche erzählt	viel	← →		← →	gar nichts
Ich werde zu Hause auch Etiketten herstellen	ja	← →		← →	nein
Ich fand die Aufgaben /Arbeitsanweisungen	leicht	← →		← →	schwer
Die Gruppenarbeit fand ich	gut	← →		← →	blöd
Das hat mir besonders viel Spaß gemacht	_____				
Das fand ich nicht so gut	_____				

Abb. 5.5-2: Evaluierungsbogen für Schüler*innen

Tabelle 5.5-1: Auswertung der Evaluierungsbögen zur Ferienwoche

Frage	 2P	 1 P	 0 P	Mittel x Punkte von max. 16
Ich fand die Projektwoche	5	3	-	13 
Ich fand das Thema / die Experimente	8	-	-	16 
Ich wusste über das Thema vorher	2	3	3	7 
Ich habe zu Hause von der Projektwoche erzählt	3	4	1	10 
Ich werde zu Hause auch Etiketten herstellen	3	3	2	9 
Ich fand die Aufgaben /Arbeitsanweisungen	6	2	-	14 
Die Gruppenarbeit fand ich	3	4	1	10 
Das hat mir besonders viel Spaß gemacht	Bastel-/Klebearbeit Gummibärchen selbst herstellen 3x Die Spiele Alles			
Das fand ich nicht so gut	Wenn Kinder Quatsch gemacht haben			

 = 11-16 Punkte

 = 6-10 Punkte

 = 0-5 Punkte

Die Auswertung der Evaluierungsbögen ergab, dass die Ferienwoche, das Thema und auch die Experimente und Arbeitsanweisungen sehr gut bei den Schüler*innen angekommen sind. Vor allem die Bastel-/Klebearbeit, das selbständige Herstellen von Gummibärchen und die Spiele sind besonders gut angekommen. Die Auswertung zeigt aber auch, dass das Thema nicht bei allen Kindern im Vorfeld präsent war. Viele Kinder haben, wie erhofft, das Thema in Ihre Familien getragen und zu Hause davon berichtet und etliche gaben an, auch zu Hause selbst Etiketten herstellen zu wollen bzw. halten es nicht für ausgeschlossen.

6 Zeit- und Kostenplanung

Im Laufe des Projektes haben sich folgende Änderungen in Bezug auf die ursprüngliche Zeit- und Kosten-Planung bzw. Bewilligung ergeben:

Zum Ende des Projektes war geplant, mit den im Rahmen des Projektes erarbeiteten Unterrichtsmaterialien zum Thema Nachhaltigkeit Projektwochen an zwei Schulen durchzuführen. Für interessierte Schüler sollte es im Anschluss die Möglichkeit geben, an zwei Workshops (durchgeführt durch die beiden Kooperationspartner im Rahmen der Unteraufträge) zu den Themen Geschäftsmodell-Generierung und Gründung einer Schülerfirma teilzunehmen. Diese Schülerfirmen sollten später die Vermarktung des Experimentierkoffers mit den Unterrichtsmaterialien übernehmen und während der Gründungsphase von „kikuna“ begleitet werden. Da das Zeitfenster für die Projektwochen in den Schulen erst unmittelbar vor den Sommerferien vom 22.-24.07. lag und es nicht möglich war, diese Projektwochen vorzuziehen, da hierfür zwei Lehrkräfte benötigt werden (weil die Projektwochen fächerübergreifend und auch altersstufenübergreifend (7.-9. Klassenstufe) ausgelegt sind) und so eine Durchführung nicht im Rahmen des „normalen“ Unterrichtsablaufs möglich gewesen wäre, hätte dies bedeutet, dass die geplanten Workshops erst nach Projektende nach den Sommerferien mit Beginn des neuen Schuljahrs (Mitte September) hätten stattfinden können.

Da die Projektmitarbeiterinnen an der HS Mannheim und der PH Karlsruhe nur einen Vertrag bis 31.07.2020 hatten, und der Abschlussbericht erst nach der Durchführung der beiden Workshops und der etwaigen Schülerfirmengründung hätte erstellt werden können, wurde eine Nachbewilligung über 8950 Euro und Projektlaufzeitverlängerung um 2 Monate bis zum 30.09.2020 beantragt und genehmigt. Dieser nachbewilligte Zeit- bzw. Kostenplan wurde eingehalten.

Neue Gesamt-Projektlaufzeit: 01.08.2019 - 30.09.2020

Neue Projektgesamtkosten: 87.988 Euro

Aufgrund der Corona-Pandemie kam es im weiteren Verlauf zu einer erneuten Änderung im Projekt, da es nicht möglich war, an den Schulen die Projektwochen und die Workshops im angedachten Zeitplan durchzuführen – zunächst aufgrund der Schulschließungen und im späteren Verlauf durch den nicht vollständig wieder eingesetzten Regelbetrieb an den Schulen und der Tatsache, dass an den Schulen sehr viel Unterrichtsstoff durch die Schulschließungen nachgeholt werden musste.

Auch eine Durchführung zu Beginn des neuen Schuljahrs im Zeitraum der Projektverlängerung schien aufgrund der nach wie vor unsicheren Lage aufgrund des aktuellen Infektionsgeschehens sehr ungewiss. Daher wurde ein neues Konzept in Abstimmung mit der DBU und den Kooperationspartnern erarbeitet, um das Projekt bestmöglich zum Abschluss zu bringen und die Unteraufträge noch während des Bewilligungszeitraums zu erfüllen bzw. die zukünftige Vermarktung des Koffers sicher zu stellen.

Daher wurde vom 31.08.2020 bis zum 04.09.2020 ein Ferienprogramm in einem Karlsruher Jugendbüro für Schüler*innen der Jahrgänge 2007-2011 als Ersatz für die geplanten Projektwochen durchgeführt. In den ersten drei Tagen fand die Projektwoche zum Thema Nachhaltigkeit geleitet durch die HSMA und PHKA statt, am Donnerstag folgte ein Workshop durch „Jugend gründet“ zum Thema Geschäftsmodellfindung und am Freitag ein Workshop durch „kikuna“ zum Thema Gründung einer nachhaltigen Schülerfirma.

Da in diesem Rahmen keine tatsächliche Gründung einer Schülerfirma möglich war, wurde parallel beschlossen, eine Initiative der HSMA zu nutzen, in der Studierende bei der Gründung einer Firma unterstützt und begleitet werden. Idee ist es hierbei, den Studierenden die Aufgabe zu geben, ein Konzept zur Vermarktung des Experimentierkoffers zu entwickeln - bis hin zur Umsetzung in Form

einer gegründeten Schülerfirma. Diese Maßnahme wird jedoch erst zu Beginn des Wintersemesters 2020/21 an der HSMA beginnen, also nach Ende der (verlängerten) Projektlaufzeit. Vorbereitend hierfür wurden die beiden Projektmitarbeiterinnen der HSMA und PHKA durch „kikuna“ und „Jugend gründet“ in die Methoden des Business Model Canvas und der Gründung einer nachhaltigen Schülerfirma in Form eines Seminars „train the trainer“ geschult, um dieses Wissen im Anschluss an die Studierenden weitergeben zu können, die damit dann selbst interessierte Schüler*innen anleiten können. Die ursprünglich ausgewählten Schulen haben weiterhin Interesse an diesem Projekt signalisiert.

7 Erfüllung von Bewilligungsaufgaben

Entsprechend der Bewilligungsaufgaben wurden im Projekt Unterrichtseinheiten und Experimente geplant und entwickelt, die den Schüler*innen die Möglichkeit geben, einen Vergleich zwischen tierischer Gelatine und pflanzlichen Geliemitteln anzustellen. Hierzu gehören Experimente zum unterschiedlichen Schmelz- und Klebeverhalten, zum Quellverhalten in unterschiedlichen Haushaltslösungen sowie zur enzymatischen Auflösbarkeit von Gelatine und Stärke bis hin zur Herstellung eigener Gummibärchen aus beiden Materialien. Vertieft werden können die Erfahrungen durch begleitende Hintergrundinformationen zur Ursache des jeweils unterschiedlichen Verhaltens von tierischen und pflanzlichen Geliemitteln.

Der Zwischenbericht und der Abschlussbericht sowie das zugehörige Projektkennblatt wurden fristgerecht übermittelt (Der Abschlussbericht wurde auch als internetfähige pdf-Version mit Bildrechten übermittelt.)

Ferner wurde der Hinweis auf die DBU-Förderung in dem veröffentlichten Artikel in der BIUZ platziert.

8 Zusammenfassung und kritische Reflektion der Gesamtergebnisse

Ziel des Projektes war es, ein fächerübergreifendes und unterschiedliche Lernarten ansprechendes Ausbildungs-/ Unterrichts-Tool für den vernetzten Technikunterricht in Form einer Projektwoche mit dem Fokus auf Gesamtschulen und Gymnasien der Klassen 7-9 zu entwickeln, das jungen Menschen den Nachhaltigkeitsgedanken näher bringt und sie Selbstwirksamkeit erfahren lässt. Hierzu sollte eine Rezeptur und ein Verfahren entwickelt werden, wie die Schüler*innen Folienetiketten durch Aufschmelzen von Gummibärchen im Backofen herstellen können und wie sich diese mit umweltfreundlichen Bio-Tinten beschriften und mit einem rückstandlos ablösbaren Gelatine-Kleber auf Marmeladengläser aufbringen lassen. Diese Etiketten sollten eine nachhaltige Alternative zu herkömmlichen Etiketten darstellen, die sich oftmals nicht rückstandsfrei und nur unter Zuhilfenahme von Chemikalien von gebrauchten Marmeladengläsern ablösen lassen und so einer Wiederverwendung dieser Gläser für selbst hergestellte Lebensmittelprodukte und Geschenke im Wege stehen. Um das Unterrichtstool dieser Nachhaltigkeits-Projektwoche über die Projektlaufzeit hinaus nutzbar zu machen, sollten im Anschluss an die Test-Projektwochen 1-2 Schülerfirmen mit max. 5 interessierten Schüler*innen gegründet werden. Hierzu sollten im Anschluss an die Projektwoche jeweils zwei halbtägige Workshops über die Möglichkeiten und Vorgehensweisen bei der Gründung einer Schülerfirma zur Vermarktung des Experimentierkoffers durchgeführt und die Schüler*innen bis zur Gründung der Schülerfirma begleitet werden.

Auf Basis dieser Zielvorgabe wurden an der Hochschule Mannheim zunächst verschiedene Experimente entwickelt, mit denen sich die Schüler*innen im Rahmen einer Projektwoche mit den unterschiedlichen, charakteristischen Eigenschaften von Gelatine im Vergleich zum pflanzlichen Geliemittel Stärke vertraut machen können und dabei Fachwissen u. a. zu den Themen Osmose und Quellen, Kleben, enzymatischer Verdau und Gelieren erlangen. So kann beispielsweise den

Schülerinnen und Schülern anhand des unterschiedlichen Quellverhaltens von gelatinehaltigen Gummibärchen im Vergleich zu stärkehaltigen Gummibärchen in unterschiedlichen Haushaltslösungen wie Zucker, Essig oder Salzwasser die chemische Struktur und deren Auswirkung auf das Quellverhalten erläutert werden. Bei einem Experiment zum Schmelzverhalten lernen die Schülerinnen und Schüler die Ursache für das Klebeverhalten von Gelatine kennen. Schließlich erfahren sie in einem dritten Experiment, wie und aufgrund welcher Phänomene sich mit Hilfe von Enzymen Gelatine in der Spülmaschine auflösen lässt. Diese Erkenntnisse komplettieren bereits vorhandenes Wissen aus alltäglichen Situationen wie z.B. Fragestellungen, warum das Gummibärchen im Mund schmilzt, wieviel Zucker sich in Gummibärchen versteckt, warum man mit Gelatine keine Ananas oder Kiwi eindicken kann und was das mit den unsichtbaren Helfern in Geschirrspültabs zu tun hat, die die Reinigungsleistung in Spülmaschinen verstärken.

Des Weiteren wurden Untersuchungen durchgeführt, um eine Rezeptur zu entwickeln, mit der die Schülerinnen und Schüler durch Aufschmelzen von Gummibärchen im Backofen mit nur wenigen, einfachen Zutaten und Geräten Etiketten selbst herstellen können, die nicht nur bedruckbar sind, sondern auch auf für die Wiederverwendung von Einweggläsern für „Selbstgemachtes“ im Sinne des Nachhaltigkeitsgedankens genutzt werden können. Für die optisch ansprechende Aufmachung der Etiketten wurden Anleitungen für unterschiedliche Arten der Gestaltung (beispielsweise das Bedrucken mit einem selbstgemachten Stempel aus Buchstabennudeln) entwickelt - neben verschiedenen Klebstoffherstellungstechniken auf Basis von Gelatine. Weiterhin wurde untersucht, wie sich diese Etiketten wieder von den Gläsern ablösen lassen.

Herausforderung bei der Rezept-Entwicklung war es, Etiketten zu generieren, die in ausreichend kurzer Zeit soweit trocknen, dass sie nicht mehr kleben und sich bedrucken sowie zuschneiden lassen. Gelatine verliert ihre Gelierfähigkeit bei Temperaturen über 40 °C, was zu spröden und brüchigen Folien führt und die Trocknungstemperatur auf < 40 °C beschränkt. Viele der auf dem Markt befindlichen Gummibärchen enthalten zu viel Weichmacher, sodass die aus diesen Gummibärchen hergestellten Folien nach 24 Stunden immer noch klebrig waren. Durch die Wahl geeigneter Ausgangsmaterialien (Goldbären von Haribo), Zugabe von für Lebensmittel zugelassenem Titanoxid zum „Weißfärben“ der Folien sowie durch Einstellen einer geeigneten Glycerinkonzentration als Weichmacher konnte eine optimale Rezeptur generiert werden.

Nach Optimierung der Auftragungsmenge sowie Auswahl einer geeigneten Gießunterlage, konnten Etiketten aus Gummibärchen hergestellt werden, die den im Projekt definierten Anforderungen genügen. Im Weiteren wurden mit diesen Etiketten Untersuchungen zum Bemalen, Bedrucken mit einem Stempel sowie mit einem Tintenstrahldrucker, zum Beschneiden mit Scheren, Messern und Stanzwerkzeugen durchgeführt und entsprechende Anleitungen für die Schülerinnen und Schüler bzw. die Lehrpersonen entwickelt. Darüber hinaus wurde ein Kleber aus Gummibärchen entwickelt mit dem sich die fertigen Etiketten auf einem Marmeladenglas aufkleben lassen.

An der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe wurden allgemeine, deutschlandweite Zielsetzungen der Fächer und deren inhaltliche Schwerpunkte in Bezug zum Projekt DenkNach gesetzt. Dadurch konnten relevante Fächer und Themenschwerpunkte erkannt werden. Dabei zeigte sich, dass sowohl natur-, geistes-, als auch sozialwissenschaftliche Fachbereiche integriert werden können. In der DenkNach Projektwoche wird folglich technischen, biologischen, chemischen, ethischen, wirtschaftlichen und geschichtlichen Fragestellungen nachgegangen. Des Weiteren wird die Bildung für nachhaltige Entwicklung gefördert und Verbraucherbildung betrieben, das Fach Kunst integriert und es werden Kompetenzen aus dem Fachbereich Deutsch unterstützt. Im Anschluss wurden Lernziele sowie methodische, soziale und fachliche Kompetenzen definiert. Aus diesen heraus wurden 15 Stationen entwickelt, an denen die Schüler*innen sich aus unterschiedlichen Perspektiven mit Gelatine, Stärke und Etiketten aus Gummibärchen befassen und diese selbst herstellen können. Zum Abschluss der Projektwoche werden alle Inhalte in einer großen

Diskussionsrunde aufgegriffen und die selbst hergestellten Etiketten werden unter der Leitfrage „Sind Gelatinefolien ethisch vertretbar und so nachhaltig wie angepriesen?“ diskutiert. Die im DenkNach-Projekt erstellte Projektwoche ist modular aufgebaut, handlungsorientiert und gibt der Lehrperson die Möglichkeit, alle Materialien und Vorgehensweisen auf den Kompetenzstand der Schülerschaft anzupassen.

Für eine zeitgemäße und ansprechende Optik wurden ein Logo und eine Arbeitsblattvorlage sowie Photographien der Versuchsdurchführungen erstellt.

Sowohl die Unterrichtsmaterialien als auch die Experimentierunterlagen wurden in Testläufen mit „Probanden“ erprobt und anhand der dabei gewonnenen Erkenntnisse ergänzt und optimiert.

Mit Hilfe der entwickelten Materialien wurde ein einwöchiges Ferienprogramm in einer Jugend-Einrichtung in Karlsruhe durchgeführt. Im Anschluss an diese Projektwochen fanden zwei Workshops durch die Initiative kikuna e.V. und der SIZ Unternehmensentwicklung „Jugend gründet“ mit den Themen Geschäftsmodellgenerierung und Gründung einer Schülerfirma statt. Die von den Ferienprogramm-Teilnehmer*innen ausgefüllten Evaluierungsbögen zeigten eindrucksvoll das große Interesse der Schüler*innen an der Thematik.

Da in diesem Rahmen keine tatsächliche Gründung einer Schülerfirma möglich war, wurde parallel beschlossen, eine Initiative der HSMA zu nutzen, in der Studierende bei der Gründung einer Firma unterstützt und begleitet werden. Idee ist es hierbei, den Studierenden die Aufgabe zu geben, ein Konzept zur Vermarktung des Experimentierkoffers zu entwickeln - bis hin zur Umsetzung in Form einer gegründeten Schülerfirma. Diese Maßnahme wird jedoch erst zu Beginn des Wintersemesters 2020/21 an der HSMA beginnen, also nach Ende der (verlängerten) Projektlaufzeit. Vorbereitend hierfür wurden die beiden Projektmitarbeiterinnen der HSMA und PHKA durch „kikuna“ und „Jugend gründet“ in die Methoden des Business Model Canvas und der Gründung einer nachhaltigen Schülerfirma in Form eines Seminars „train the trainer“ geschult, um dieses Wissen im Anschluss an die Studierenden weiter geben zu können, die damit dann selbst interessierte Schüler*innen anleiten können. Die ursprünglich ausgewählten Schulen haben weiterhin Interesse an diesem Projekt signalisiert.

Die geplante Schülerfirma soll für die Zusammenstellung und den Vertrieb des Experimentierkoffers verantwortlich sein. Dieser bietet Lehrenden der 7.-9. Klasse ein komplett ausgearbeitetes, fächerübergreifendes Projektwochen-Tool zum Thema Nachhaltigkeit, Umwelt und verantwortungsvollem Konsum in Form von verschiedenen spannenden Experimenten rund um praxisrelevante Alltagsphänomene aus dem „Leben eines Gummibärchens“ und vielen weiteren Nachhaltigkeits-Themen. In der Projektwoche wird die Idee, wie man rückstandslos abwaschbare Etiketten aus dem tierischen Nebenprodukt Gelatine (in Form von Gummibärchen) herstellen kann, die sich für die umweltfreundliche Etikettierung bei der Wiederverwendung von Einweg-Gläsern für selbstgemachte Produkte im Sinne des Nachhaltigkeitsgedankens nutzen lassen, haptisch erlebbar. So lernen die Schüler*innen Selbstwirksamkeit kennen, entwickeln eigene Handlungskompetenzen und emanzipieren sich schon früh aus der Rolle des passiven Konsumenten hin zu eigenverantwortlichen, bewussten Akteuren im Sinne eines nachhaltigeren Umgangs mit Ressourcen im außerschulischen Lebensalltag.

Durch die Sensibilisierung der Jugendlichen soll die Eigenkreativität sowie der Nachhaltigkeitsgedanke verbunden mit dem Bewusstsein, selbst etwas bewegen zu können, schon frühzeitig in den Köpfen junger Generationen verankert werden. Denn in unserer Funktion als Bildungsstätte sehen wir die Umwelt- und Nachhaltigkeitsbildung als eine der Schlüsselaufgaben unserer Gesellschaft an. Die Themen und Experimente fördern neben dem ökologischen auch das interkulturelle Bewusstsein, indem sie unterschiedliche Ernährungsformen und Eigenarten bestimmter Kulturkreise aufzeigen.

Der im Projekt entwickelte Experimentierkoffer „DenkNach“ enthält über 100 Seiten Basis-Materialien zur Durchführung der Experimente und zur Etikettenherstellung, Unterrichtsmaterialien und Kopiervorlagen sowie das 48-seitige Handbuch für die Lehrenden für die Durchführung einer 5-tägigen Projektwoche sowie eine Packanleitung für die Schülerfirmen, Einkaufslisten, Bestellformulare und Evaluierungsbögen. Der Experimentierkoffer soll zu einem Verkaufspreis knapp unter 100 Euro interessierten Schulen und Lehrpersonen angeboten werden.

Inwieweit das Angebot genutzt wird, ist aktuell schwer abschätzbar. Diverse Lehrpersonen/Schulen haben aber bereits Interesse geäußert.

Es wird darüber nachgedacht, an einen großen Gummibärchen-Hersteller heranzutreten und diesen für eine Werbekampagne zur Bekanntmachung des Experimentierkoffers auf seinen Gummibärchen-Verpackungen zu gewinnen.

9 Öffentlichkeitsarbeit

Um das Projekt in einem weiteren Kreis bekannt zu machen, wurde an verschiedenen Stellen eine Pressemitteilung platziert (Prozesstechnik 04/19, DBU, HS Mannheim, PH Karlsruhe, VBIO Newsletter 01.08.2019, Websites: DBU, HS Mannheim, PH Karlsruhe).

Mit Gummibärchen zu mehr Nachhaltigkeit

Gummibärchen sind nicht nur bunt und süß. Schülerinnen und Schüler können aus den Fruchtgummis auch umweltfreundliche Etiketten herstellen und so aktiv an das Thema Nachhaltigkeit herangeführt werden. Ein fächerübergreifendes Unterrichtstool entwickeln Hochschule Mannheim und Pädagogische Hochschule Karlsruhe im Rahmen des DBU-geförderten Kooperationsprojekts „Denk-Nach“.

Schülerinnen und Schülern das Thema Nachhaltigkeit näher zu bringen, ist Ziel des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Kooperationsprojekts „Denk-Nach“. Start des einjährigen Projekts war am 1. August. Gemeinsam entwickeln die beiden Einrichtungen ein fächerübergreifendes Unterrichtstool, mit dem Lehrpersonen Schülern und Schülerinnen konkrete nachhaltige Handlungsmöglichkeiten aufzeigen können. Im Rahmen einer Projektwoche lernen die Schülerinnen und Schüler, wie sie mit einfachen Mitteln aus Gummibärchen umweltfreundliche Etiketten herstellen können. Denn Rohstoff für die Gummibärchen-Herstellung ist Gelatine, die aus dem tierischen Nebenprodukt Kollagen gewonnen wird. Daraus lassen sich wiederum vollständig biologisch abbaubare Folien fertigen. An deren Entwicklung arbeitet die Hochschule Mannheim seit 2009. „Gelatine hat eine gute Wasserlöslichkeit und diese Eigenschaft wollen wir uns für die Herstellung umweltfreundlicher Etiketten inklusive eines biobasierten Klebstoffes zunutze machen“, erläutert Projektkoordinatorin Dr.-Ing. Isabell Sommer, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Thermische Verfahrenstechnik der Hochschule. Denn die Etiketten sollen sich mit warmem Wasser einfach und umweltfreundlich wieder abspülen lassen. Zudem soll getestet werden, wie die Etiketten mit biologisch abbaubaren Tinten bedruckt werden können.



Projekt-Kickoff mit Dr.-Ing. Isabell Sommer, Prof. Dr. Christian Wiesmüller und Maake Katarow (v. l.).

Durchgeführt wird die Projektwoche in der 8. und 9. Klasse eines Gymnasiums und einer Gesamtschule in Baden-Württemberg. Die Schulen erhalten die entwickelten Unterrichtsmodule sowie eine Handreichung zur Durchführung der Projektwoche samt Einkaufsliste. Während der Projektwoche besuchen die Schülerinnen und Schüler dann beispielsweise einen Metzger, ermitteln den ökologischen Fußabdruck von Gummibärchen und bearbeiten historische Texte zur nachhaltigen Landwirtschaft. Schließlich schmelzen sie Gummibärchen im Backofen auf, gießen sie zu Etiketten und bedrucken die Etiketten mit Biotinte – um sie zum Beispiel auf Gläser mit selbsthergestellten Lebensmittelprodukten zu kleben. Wie das Unterrichtstool über die Projektwoche hinaus nutzbar gemacht werden kann, sollen ein oder zwei Schülerfirmen herausfinden.

Prozesstechnik 04/19

Pressemitteilung

31.7.2019, Nr. 92/2019, AZ 34892



Mit Gummibärchen zu mehr Nachhaltigkeit

Hochschulen Mannheim und Karlsruhe entwickeln innovatives Unterrichtswerkzeug – DBU fördert

Karlsruhe/Mannheim. Gummibärchen sind nicht nur bunt und süß. Schülerinnen und Schüler können aus den Fruchtgummis auch umweltfreundliche Etiketten herstellen und so aktiv an das Thema Nachhaltigkeit herangeführt werden. Ein fächerübergreifendes Unterrichtstool entwickeln jetzt Hochschule Mannheim und Pädagogische Hochschule Karlsruhe im Rahmen des Kooperationsprojekts „DenkNach“. Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) fördert es fachlich und finanziell mit rund 80.000 Euro. Start ist am morgigen 1. August.

Konkrete nachhaltige Handlungsmöglichkeiten aufzeigen

Schülern das Thema Nachhaltigkeit näher zu bringen, ist das Ziel. Gemeinsam wollen die beiden Hochschulen ein fächerübergreifendes innovatives Unterrichtswerkzeug entwickeln, mit dem Lehrpersonen Schülern konkrete nachhaltige Handlungsmöglichkeiten aufzeigen können. Im Rahmen einer Projektwoche lernen die Schüler, wie sie mit einfachen Mitteln aus Gummibärchen umweltfreundliche Etiketten herstellen können. Denn Rohstoff für die Gummibärchen-Herstellung ist Gelatine, die aus dem tierischen Nebenprodukt Kollagen gewonnen wird. Und daraus lassen sich wiederum vollständig biologisch abbaubare Folien fertigen, erläutert Projektkoordinatorin Dr.-Ing. Isabell Sommer, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Thermische Verfahrenstechnik der Hochschule Mannheim.

Etiketten mit warmem Wasser einfach wieder abspülen

An deren Entwicklung arbeitet die Hochschule Mannheim seit 2009. „Gelatine hat eine gute Wasserlöslichkeit. Diese Eigenschaft wollen wir uns für die Herstellung umweltfreundlicher Etiketten inklusive eines biobasierten Klebstoffes zunutze machen“, erläutert Sommer. Denn die Etiketten, die sie im Rahmen von „DenkNach“ entwickelt, sollen sich – im Gegensatz zu den weit verbreiteten Etiketten auf Mehrwegflaschen und -gläsern – mit warmem Wasser einfach und umweltfreundlich wieder abspülen lassen. Außerdem will die Wissenschaftlerin testen, wie die Etiketten mit biologisch abbaubaren

Ansprechpartner
Franz-Gregor Ebers
+ Pressesprecher +
Jessica Bode

Kontakt DBU
An der Bornau 2
49090 Osnabrück
0541/5633-521
0541/5633-521
0171/3812888
presse@dbu.de
www.dbu.de

hochschule mannheim

Kontakt Hochschule Mannheim
Bend Vogelberg
0621/392-9418
presse@hs-mannheim.de

ph
University of Education
Pädagogische Hochschule
karlsruhe

Kontakt PH Karlsruhe
Regina Schneider H. A.
0721/925-4115
regina.schneider@vwi.ph-
karlsruhe.de

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

2

Tinten bedruckt werden können.

Fächerübergreifende Projektwoche in der 8. und 9. Klasse

Durchgeführt wird die fächerübergreifende Projektwoche in der 8. und 9. Klasse eines Gymnasiums und einer Gesamtschule in Baden-Württemberg. Die Schulen erhalten die an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe von Maake Katarow entwickelten Unterrichtsmodule sowie eine Handreichung zur Durchführung der Projektwoche samt Einkaufsliste. Während der Projektwoche besuchen die Schüler dann beispielsweise einen Metzger, ermitteln den ökologischen Fußabdruck von Gummibärchen und bearbeiten historische Texte zur nachhaltigen Landwirtschaft. Schließlich schmelzen sie Gummibärchen im Backofen auf, gießen sie zu Etiketten und bedrucken die Etiketten mit Biotinte – um sie beispielsweise auf Gläser mit selbsthergestellten Lebensmittelprodukten zu kleben. Wie das Unterrichtstool über die Projektwoche hinaus nutzbar gemacht werden kann, sollen ein oder zwei Schülerfirmen herausfinden, die an den Schulen im Anschluss an die Projektwoche gegründet werden.

Nachhaltigkeitswissen anderen weitergeben

„Mit unserem Vorhaben erreichen wir, dass sich junge Menschen aktiv mit Natur und unseren technischen Manipulationen beschäftigen“, sagt Prof. Dr. Wiesmüller, Leiter des Instituts für Physik und Technische Bildung an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe. „In der Projektwoche lernen die Schülerinnen und Schüler zahlreiche Aspekte technischen Handelns kennen und erfahren Selbstwirksamkeit“, so Wiesmüller. Technische Eingriffe in die Natur könnten dabei als gut oder schlecht eingestuft werden, seien einer Bewertung zu unterziehen. Schließlich seien sie individuell oder gesellschaftlich zu verantworten. Die Etiketten können die Schüler auch zu Hause immer wieder herstellen und ihr Nachhaltigkeitswissen anderen weitergeben.

Lesz
Restzeit
518 Zeichen mit Leerzeichen
3.270 Zeichen mit Leerzeichen

Fotos nach IPTC-Standard zur kostenfreien Veröffentlichung unter www.dbu.de
Vor verwenden das generierte Hashtag für eine bessere Lesbarkeit unserer Texte.

https://www.dbu.de/123artikel38358_2442.html

Pressemittlung
31. Juli 2019

Mit Gummibärchen zu mehr Nachhaltigkeit

Hochschule Mannheim und Pädagogische Hochschule Karlsruhe entwickeln innovatives Unterrichtstool



Projekt-Kisloff mit Dr.-Ing. Isabell Sommer, Prof. Dr. Christian Wiesmüller und Maaike Katarow (v.l.). Foto: D. Hantzer / Pädagogische Hochschule Karlsruhe

Gummibärchen sind nicht nur bunt und süß. Schülerinnen und Schüler können aus den Fruchtgummis auch umweltfreundliche Etiketten herstellen und so aktiv an das Thema Nachhaltigkeit herangeführt werden. Ein fächerübergreifendes Unterrichtstool entwickeln jetzt Hochschule Mannheim und Pädagogische Hochschule Karlsruhe im Rahmen des DBU-geförderten Kooperationsprojekts „DenkNach“.

Schülerinnen und Schülern das Thema Nachhaltigkeit näher zu bringen, ist Ziel des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) fachlich und finanziell geförderten Kooperationsprojekts „DenkNach“ (Durchführung eines Bildungsprojektes für Schülerinnen und Schüler zur Vermittlung von biologischen Verfahrenstechniken und Stoffkreisläufen am Beispiel von Kollagen). Start des einjährigen Nachhaltigkeitsprojekts von Hochschule Mannheim und Pädagogischer Hochschule Karlsruhe ist am 1. August. Gemeinsam entwickeln die beiden Einrichtungen ein fächerübergreifendes innovatives Unterrichtstool, mit dem Lehrpersonen Schülern und Schülerinnen konkrete nachhaltige Handlungsmöglichkeiten aufzeigen können. Im

Rahmen einer Projektwoche lernen die Schülerinnen und Schüler, wie sie mit einfachen Mitteln aus Gummibärchen umweltfreundliche Etiketten herstellen können. Denn Rohstoff für die Gummibärchen-Herstellung ist Gelatine, die aus dem tierischen Nebenprodukt Kollagen gewonnen wird. Und daraus lassen sich wiederum vollständig biologisch abbaubare Folien fertigen. An deren Entwicklung arbeitet die Hochschule Mannheim seit 2009. „Gelatine hat eine gute Wasserlöslichkeit und diese Eigenschaft wollen wir uns für die Herstellung umweltfreundlicher Etiketten inklusive eines biobasierenden Klebstoffes zunutze machen“, erläutert Projekttutorin Dr.-Ing. Isabell Sommer, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Thermische Verfahrenstechnik der Hochschule Mannheim. Denn die Etiketten, die sie im Rahmen von „DenkNach“ entwickelt, sollen sich – im Gegensatz zu den weit verbreiteten Etiketten auf Mehrwegflaschen und -gläsern – mit warmem Wasser einfach und umweltfreundlich wieder abspülen lassen. Außerdem will die Wissenschaftlerin testen, wie die Etiketten mit biologisch abbaubaren Tinten bedruckt werden können.

Selbstwirksamkeit erfahren

Durchgeführt wird die fächerübergreifende Projektwoche in der 8. und 9. Klasse eines Gymnasiums und einer Gesamtschule in Baden-Württemberg. Die Schulen erhalten die an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe von Maaike Katarow entwickelten Unterrichtsmodule sowie eine Handreichung zur Durchführung der Projektwoche samt Einkaufsliste. Während der Projektwoche besuchen die Schülerinnen und Schüler dann beispielsweise einen Metzger, ermitteln den ökologischen Fußabdruck von Gummibärchen und bearbeiten historische Texte zur nachhaltigen Landwirtschaft. Schließlich schmelzen sie Gummibärchen im Backofen auf, gießen sie zu Etiketten und bedrucken die Etiketten mit Biotinte – um sie beispielsweise auf Gläser mit selbsthergestellten Lebensmittelprodukten zu kleben. Wie das Unterrichtstool über die Projektwoche hinaus nutzbar gemacht werden kann, sollen ein oder zwei Schülerfirmen herausfinden, die an den Schulen im Anschluss an die Projektwoche gegründet werden.

„Mit unserem Vorhaben erreichen wir, dass sich junge Menschen aktiv mit Natur und unseren technischen Manipulationen beschäftigen“, sagt Prof. Dr. Wiesmüller, Leiter des Instituts für Physik und Technische Bildung an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe. „In der Projektwoche lernen die Schülerinnen und Schüler zahlreiche Aspekte technischen Handelns kennen und erfahren Selbstwirksamkeit“, so Wiesmüller. Technische Eingriffe in die Natur könnten dabei als gut oder schlecht eingestuft werden, seien einer Bewertung zu unterziehen, schließlich seien sie individuell oder gesellschaftlich zu verantworten. Die Etiketten können die Schülerinnen und Schüler auch zu Hause immer wieder herstellen und ihr Nachhaltigkeitswissen anderen weitergeben.

Seite 2 von 3

Über die Hochschule Mannheim

Die Hochschule Mannheim ist eine moderne Campushochschule mit einer lebendigen, über 100-jährigen Tradition. Sie verfügt über eine breite Palette von Studiengängen in den Bereichen Technik, Informatik, Gestaltung und Sozialwesen. Kennzeichen der Hochschule Mannheim ist die hohe Praxisrelevanz der akademischen Ausbildung. Betreut werden die rund 5.300 Studierenden in Kleingruppen. Moderne Institute, praktische Studiensemester, Kooperationen mit der Wirtschaft und die Berufserfahrung der Professoren, Mitarbeiter und Lehrbeauftragten tragen dazu bei, dass sich den Absolventen der Hochschule hervorragende Berufschancen eröffnen. www.hs-mannheim.de

Über die Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) fördert die Kreativität kleiner Unternehmen bei der praktischen Lösung von Umweltproblemen und gibt Anreize für ökologische Innovationen. Sie setzt durch die Förderung umweltfreundlicher Produktionsverfahren auf den vorbeugenden Umweltschutz. Sie unterstützt den Austausch von Wissen über die Umwelt zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und anderen Stellen. Bisher wurden über 9.700 modellhafte, umweltlastende und innovative Projekte mit rund 1,8 Milliarden Euro in Umwelttechnik, -forschung, -kommunikation, Natur- und Kulturgüterschutz gefördert. www.dbu.de

Kontakt für Fachfragen

Dr.-Ing. Isabell Sommer
Hochschule Mannheim
Fakultät für Verfahrens- und Chemietechnik
Institut für Thermische Verfahrenstechnik
T +49 621 292 6471
I.sommer@hs-mannheim.de

Prof. Dr. Christian Wiesmüller
Pädagogische Hochschule Karlsruhe
Institut für Physik und Technische Bildung
T +49 721 925 4601
wiesmueller@ph-karlsruhe.de

Medienkontakt

Pädagogische Hochschule Karlsruhe
Regina Schneider M. A.
Pressereferentin
Bismarckstraße 10
76133 Karlsruhe
T +49 721 925-4115
regina.schneider@ww.ph-karlsruhe.de
www.ph-karlsruhe.de

Hochschule Mannheim
University of Applied Sciences
Bernd Vogelsang
Leiter Abt. Öffentlichkeitsarbeit
Paul-Wittsack-Straße 10
D-68163 Mannheim
Tel.: 0621/292-6418
Fax: 0621/292-6425

Als bildungswissenschaftliche Hochschule mit Promotions- und Habilitationrecht forscht und lehrt die Pädagogische Hochschule Karlsruhe zu schulischen und außerschulischen Bildungsprozessen. Ihr unverwechselbares Profil prägen der Fokus auf MINT, mehrsprachige Bildung und Heterogenität sowie eine aktive Lehr-Lern-Kultur. Das Studienangebot umfasst Lehramtsstudiengänge für Grundschule und Sekundarstufe I, Bachelor- und Masterstudiengänge für andere Bildungsfelder sowie professionelle Weiterbildungsangebote. Rund 100 in der Wissenschaft Tätige betreuen rund 2.600 Studierende.

Seite 3 von 3

10 Quellen

Meinunterricht.de (2017). Für einen inspirierenden Projektunterricht: Beispiele aus der Praxis, abgerufen unter <https://www.meinunterricht.de/blog/projektunterricht-projektarbeit-schule-themen-ideen-beispiele/>, zuletzt abgerufen 09/2017

Moosbrugger H., Brandt H. (2020) Antwortformate und Itemtypen. In: Moosbrugger H., Kelava A. (eds) Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. Springer, Berlin, Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-61532-4_5 letzter Abruf 09/2020

Oepping, A. (2005). Das SchmeXperiment: Ein Konzept zum fachpraktischen Arbeiten im Unterricht im Rahmen der Ernährungs- und Verbraucherbildung, Hrsg. H. Hesecker und K. Schlegel-Mathies Ernährung und Verbraucherbildung, Department Sport und Gesundheit, Fakultät für Naturwissenschaften, Universität Paderborn abrufbar unter http://www.evb-online.de/docs/SchmeXperiment-Druckfassung_280205.pdf, letzter Abruf 05/2020

Rähse, W. (2010). Produktdesign von Kunststoffen für die Waschmittelindustrie, Chemie Ingenieur Technik, 82 (12), 2073-2088.

Reich, K. (2008). Methodenpool: Experimente, abgerufen unter <http://methodenpool.uni-koeln.de>, zuletzt abgerufen 05/2020

Sommer, I., Kunz, P.M., Benra, J., Gokel, F., Ledji-Ngouffo, S., Link, C., Maser, F., Stintzing, T. (2011). DBU Abschlussbericht: „Biologisch abbaubare Schutzfolien zum Schutz von unlackierten und lackierten Oberflächen“, Aktenzeichen 26438-31

Störring, D. (2005). Projektorientierung im Kunstunterricht der Primarstufe. Theoretische und empirische Untersuchungen, Universität Duisburg-Essen, Campus Essen, Fachbereich 04

Traub, Silke: Projektarbeit erfolgreich gestalten. Über individualisiertes, kooperatives Lernen zum selbstgesteuerten Kleingruppenprojekt. 2012. Bad Heilbrunn: Klinkhardt (UTB, 3657)

Wortberg, J., Bussmann, M. (2007). Vielseitige Verpackung, SSC–Essener Unikate 31, Uni Duisburg-Essen, www.unidue.de/~bys007/ressourcen/pdf_dokumente/31/EU_31_10.pdf, 2007

11 Anlagen

Komplette Unterrichtsmaterialien und Handbuch für Lehrende aus dem Experimentierkoffer