

**Experimentieren-Verstehen-Verhalten ändern:  
Naturwissenschaftliche Grundlagen zur  
Ernährungsbildung in Schule, Schülerlabor und  
Museen“**

**Abschlussbericht**

für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt

(Az 34539/01-44)

Projektleitung: Prof. Dr. Petra Mischnick

Projektdurchführung: Dr. Ilka Deusing-Gottschalk

Technische Universität Braunschweig

Institut für Lebensmittelchemie

Agnes-Pockels-SchülerInnen-Labor

Projektpartner: Schülerlabor FreiEx

Projektdurchführung: Dr. Antje Siol

Universität Bremen

Institut für Didaktik der Naturwissenschaften (Abt. Chemiedidaktik)

Braunschweig, 01. März 2019 – 31. Mai 2022

**Projektkennblatt**

der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**

Az **34539/01**Referat **44**

Fördersumme

**212.900€**

**Antragstitel** Experimentieren-Verstehen-Verhalten verändern: Naturwissenschaftliche Grundlagen zur Ernährungsbildung in Schule, Schülerlabor und Museen

**Stichworte**

Laufzeit

Projektbeginn

Projektende

Projektphase(n)

**36 Monate****12.12.2018**

Zwischenberichte

**Bewilligungsempfängerin**

Prof. Dr. Petra Mischnick  
TU Braunschweig  
Institut f. Lebensmittelchemie /  
Agnes-Pockels-SchülerInnen-Labor  
38106 Braunschweig

Tel 0531 / 391 - 7201

Fax 0531 / 391 - 7230

Projektleitung

Prof. Dr. Petra Mischnick

Bearbeiterin

Dr. Ilka Deusing-Gottschalk

**Kooperationspartner**

Schülerlabor FreiEx, Dr. Antje Siol, Tel.: 0421 218-62833  
Universität Bremen, Institut f. Didaktik der Naturwissenschaften,  
Abt. Chemiedidaktik (Prof. Dr. Ingo Eilks)  
Leobener Strasse, NW 2, 28359 Bremen

**Zielsetzung und Anlass des Vorhabens**

Ca. 60% aller Lebensmittelabfälle in Deutschland stammen aus Privathaushalten. Gut die Hälfte davon wäre vermeidbar. In Haushalten mit Kindern werden überdurchschnittlich viele Lebensmittel weggeworfen. Dort findet sich also ein großes Potenzial zur Verringerung von Lebensmittelverschwendung. Wahrscheinliche Ursachen dafür, dass genusstaugliche Lebensmittel im Müll landen, sind u.a. falsche Aufbewahrung und Unwissen bezüglich der Haltbarkeit. In vielen Haushalten sind unzureichende Kenntnisse über Eigenschaften und geeignete Lagerung von Lebensmitteln vorhanden. Die Vermittlung grundlegender Kenntnisse über die dabei ablaufenden naturwissenschaftlichen Prozesse eröffnet Schüler\*innen Entscheidungs- und Handlungskompetenzen im nachhaltigen Umgang mit Lebensmitteln. Naturwissenschaftliches Wissen wird mit der Lebenswirklichkeit von Kindern und Jugendlichen unmittelbar verknüpft.

**Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden**

Die grundlegenden und für Veränderungsprozesse von Lebensmitteln besonders relevanten Themen finden sich in den Bildungsplänen für den naturwissenschaftlichen Schulunterricht der Sekundarstufe I unter Oberbegriffen wie Stoffeigenschaften, Wasser oder Stoffumwandlungen. Dazu gehören Wasser, osmotisch wirksame Stoffe, Temperatur, Säure/Base, Licht, Redox-Reaktionen sowie Stoffmigration. In der ersten Projektphase wurde ein dreistufiges Konzept entwickelt, in dem Unterrichtsinhalte in der Schule mit praktischer Arbeit im Schülerlabor verknüpft wurden. In einer einführenden Schulunterrichtseinheit werden auch die Vorstellungen und Erfahrungen der Schüler\*innen in Hinsicht auf Ursachen für Lebensmittelverluste sowie Präkonzepte erfasst. Darauf aufbauend untersuchen die Schüler\*innen im Schülerlabor experimentell die mit der Veränderung einhergehenden physikalischen, chemischen und/oder biologischen Prozesse modellhaft unter dem Blickwinkel von Produktionsbedingungen, Lagerung und Haltbarmachung an ausgewählten Lebensmitteln. Dies wird in dem didaktischen Konzept „Lernen an Stationen“ umgesetzt, sodass jede Einheit abhängig u.a. vom Wissensstand der teilnehmenden Schulklassen individuell angepasst werden kann. In der dritten Stufe diskutieren und bewerten die Schüler\*innen im Schulunterricht die im ersten Teil erfassten Vorstellungen und Erfahrungen aus naturwissenschaftlicher Sicht und prüfen, welche Veränderungen erforderlich sind, um Lebensmittelverluste verringern zu können. Hier soll den Schüler\*innen ihre eigene Gestaltungsmacht bewusst werden. Um weitere Zielgruppen im außerschulischen Bereich erreichen zu können, wurden dann auf Basis der entwickelten Einheiten geeignete Angebote für den museumpädagogischen Bereich konzipiert. Drei Partner aus dem Museumsbereich haben diese in ihrem Haus angeboten bzw. werden dies zukünftig tun. Die ausgearbeiteten Experimente mit begleitenden Informationen und Erklärungen wurden abschließend in einer Broschüre veröffentlicht.

## **Ergebnisse und Diskussion**

Das Konzept wurde wie geplant umgesetzt, alle zur Durchführung erforderlichen Arbeitsmaterialien liegen vor. Die Lerneinheiten wurden im Schuljahr 2018/19 mit den Partnerschulen durchgeführt und evaluiert. Zusätzlich wurden bildbasierte Versuchsanleitungen entwickelt, die auch leseschwache Schüler\*innen die selbständige Durchführung ermöglichen. Prä-/Posttests zeigten, dass die Schüler\*innen durch die Lerneinheiten zu einem achtsameren Umgang mit Lebensmitteln angeregt wurden. Aufgrund der Nachfrage wurde eine verkürzte Version erarbeitet, die an einem Vormittag im Schülerlabor durchgeführt werden kann. Diese wird von Lehrkräften sehr gut angenommen. Bis zum Beginn der Corona-Pandemie wurden die geplanten Besuchszahlen erreicht.

Zusätzlich erarbeitete Angebote sollten Schüler\*innen weiterhin das Experimentieren ermöglichen und so die Corona-bedingte Schließung des Schülerlabors von März 2020 bis April 2022 ansatzweise kompensieren. Beim Angebot des „Experiment der Woche“ handelt es sich um Experimente für zu Hause, die seit Mai 2020 auf der Laborhomepage zu finden sind. Experimentierkisten, die ursprünglich für den Einsatz in der Schule konzipiert wurden, konnten von Lehrkräften für den Online-Unterricht ausgeliehen werden. Videoclips, in denen die Experimente vorgeführt, erklärt und in den Kontext „Umgang mit Lebensmitteln“ gesetzt werden, ergänzen das Angebot. Diese Angebote bleiben dauerhaft erhalten. Außerschulische Angebote in der Museumspädagogik sind erarbeitet. Einige Veranstaltungen wurden von den Museumspartnern bereits durchgeführt, weitere sollen folgen. Das Partner-Schülerlabor an der Universität Bremen hat die geplanten Veranstaltungen mittlerweile durchgeführt.

Im November 2021 wurden die Inhalte des Projekts in einer Broschüre veröffentlicht. Neben Informationen zur Lebensmittelverschwendung wird der Ansatz dargelegt, mit naturwissenschaftlichem Verständnis einen bewussten Umgang mit Lebensmitteln zu fördern und so Lebensmittelverschwendung zu verringern. Den Hauptteil bilden die Experimente, ihre Erklärung und die Übertragung der Erkenntnisse auf den alltäglichen Umgang mit Lebensmitteln. Die Broschüre hat einen Umfang von 84 Seiten und steht als Druckexemplar und als pdf-Version zur Verfügung.

Die Angebote werden verstetigt und stehen künftig allen interessierten Schulen offen. Auch die zusätzlich erarbeiteten alternativen Formate bleiben dauerhaft erhalten. Die Arbeitsmaterialien, die Videoclips sowie die Broschüre stehen auf der Homepage des Agnes-Pockels-Labors zum Download zur Verfügung.

## **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

Das Projekt wurde am 02.05.2019 auf der Wissenschaftsveranstaltung *Campus in Motion* an der Technischen Universität Braunschweig mit einem Poster und einigen Experimenten erstmals öffentlich präsentiert.

Am 29.06.19 wurde das Projekt auf der TU NIGHT, der Wissenschaftsnacht der Technischen Universität Braunschweig, der breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Es wurde auf einem Poster allgemein erläutert, außerdem konnten insgesamt 15 Experimente von den Besuchern durchgeführt werden.

Am 24. und 31.08.19 wurden im AHA-Erlebnismuseum in Wolfenbüttel Experimentiernachmittage für Kinder ab 8 Jahren angeboten, bei denen die Kinder an acht Stationen ausgewählte Experimente durchführen konnten.

Am 05.03.2020 fand der 3. MINT-Fachtag der TU Braunschweig statt, der sich bundesweit (Schwerpunkt Niedersachsen) an alle Lehrkräfte für MINT-Fächer richtet. Das Projekt wurde in einem Vortrag einem breiten Publikum ausführlich vorgestellt. Interessierte Lehrkräfte lernten in einem Workshop im Schülerlabor Inhalte und Materialien kennen und führten 16 Experimente praktisch aus.

Auf der Jahrestagung des Bundesverbands der Schülerlabore vom 08.-10.03.2020 wurde das Projekt auf einem Poster und zusätzlich in einem Kurzvortrag präsentiert.

Für Werbemaßnahmen wurde ein Projektflyer mit einer Auflage von 1000 Stück erstellt, der an Lehrkräfte und andere Interessenten verteilt wird.

Ab Mai 2020 wurden ausgewählte Inhalte unter der Rubrik „Experimente der Woche“ auf der Homepage des Schülerlabors veröffentlicht. Sie bleiben dort dauerhaft abrufbar. Es handelt sich um Experimente, die mit haushaltsüblichen Materialien in der Küche durchführbar sind. Das Angebot wurde zusätzlich von der Stadt Braunschweig beworben.

Am 26.09.20 fand im Rahmen einer bundesweiten Aktionswoche „Zu gut für die Tonne“ ein Aktionstag gegen Lebensmittelverschwendung in der Innenstadt Braunschweigs statt, an dem das Projekt an einem Infostand mit Demoexperimenten vorgestellt wurde. Am 02.10.2020 wurde auf dem Sender TV 38 über diesen Aktionstag berichtet (<https://www.tv38.de/2020/10/03/tv38-kompakt-vom-02-10-2020/>).

In einem Pressebericht aus Anlass des Leitungswechsels im Agnes-Pockels-SchülerInnen-Labor wurde auch über das Projekt gegen Lebensmittelverschwendung berichtet (Braunschweiger Zeitung vom 01.10.2020). Auf zwei Online-Tagungen wurden Videos über das Agnes-Pockels-SchülerInnen-Labor gezeigt, darin wurden auch die Angebote gegen Lebensmittelverschwendung angeführt (Jahrestagung

Bundesverband der Schülerlabore am 08.03.21, Wissenschaftsforum Chemie am 29.08.21).

Am 25.09.21 fand unter dem Motto „Braunschweig rettet Lebensmittel“ wieder ein Aktionstag mit verschiedenen Akteuren in der Innenstadt Braunschweigs statt, an dem das Agnes-Pockels-Labor das Projekt an einem Infostand mit Demoexperimenten vorstellte. In der Lokalpresse und weiteren Medien wurde darüber berichtet (Braunschweiger Zeitung vom 23. und 27.09.2021, Pressemitteilung Thünen-Institut vom 22.09.21).

Am 13.11.21 haben wir das Projekt im Naturhistorischen Museum Braunschweig in einem Experimentalvortrag mit anschließender lebhafter Diskussion der interessierten Öffentlichkeit erläutern können.

Im Februar 2022 erschien eine Veröffentlichung in *ChemistryViews*, einer Online-Zeitschrift der European Chemical Society im Wiley-Verlag.

[https://www.chemistryviews.org/details/ezone/11335719/With\\_Science\\_against\\_Food\\_Waste/](https://www.chemistryviews.org/details/ezone/11335719/With_Science_against_Food_Waste/)

Für Lehrkräfte und andere als Multiplikator fungierende Personen wurde eine Projektbroschüre erstellt und an Kultusministerien, Lehrerfortbildungszentren, verschiedene Schülerlabore, alle weiterführenden Schulen in Braunschweig und weitere Multiplikatoren verschickt. Die Broschüre wird künftig auf Veranstaltungen verbreitet wird und ist auch online verfügbar.

Am 03.05.2022 wurde im Rahmen einer Abschlussveranstaltung unter dem Motto „Auftakt zur Weiterführung“ die Broschüre an die Projektpartner überreicht. Die TU Braunschweig berichtete auf ihren Kanälen in den sozialen Medien darüber.

### **Fazit**

Das Projekt konnte inhaltlich vollständig umgesetzt werden. In der Schließungszeit während der Corona-Pandemie wurden zusätzliche Angebote in alternativen Formaten entwickelt. Die geplanten Besuchszahlen wurden bis zum Beginn der Corona-Pandemie erreicht. Die Resonanz war sowohl bei Schüler\*innen als auch bei Lehrkräften durchgängig positiv, ebenso bei öffentlichen Veranstaltungen. Die vorgestellten Experimente stießen bei allen Altersgruppen auf großes Interesse. Die während der Corona-bedingten Schließung des Schülerlabors zusätzlich erstellten digitalen Angebote wurden von zahlreichen Lehrkräften genutzt, von denen sie wie auch von Schüler\*innen positiv bewertet wurden. Sämtliche Angebote werden nach Projektende dauerhaft in das Programm des Agnes-Pockels-Labors übernommen.

**Inhalt**

Projektkennblatt	2
Inhaltsverzeichnis	5
Zusammenfassung	7
1 Hintergrund und Stand des Wissens	9
2 Vorgehensweise	10
3 Aufbau des Angebots	12
3.1 Einführung in der Schule	12
3.2 Experimentiereinheit im Schülerlabor	14
3.2.1 Auswahl und Entwicklung der Versuche	14
3.2.2 Kurzfassung	21
3.2.3 Schwerpunktthema 1: Wasserverfügbarkeit	21
3.2.4 Schwerpunktthema 2: Temperatur und pH-Wert	23
3.2.5 Schwerpunktthema 3: Licht und Luft	24
3.2.6 Schwerpunktthema 4: Verpackungen	24
3.2.7 Lebensmittellagerung	25
3.3 Nachbereitung in der Schule	27
4 Mobile und Online-Angebote	29
4.1 Experimente der Woche	29
4.2 Videoclips	29
4.3 Experimentierkisten	30
5 Praktische Durchführung im Agnes-Pockels-SchülerInnenlabor	32
5.1 Erprobung mit Partnerschulen	32
5.2 Andere Gruppen	33
5.3 Schulungen	35
5.4 Evaluation	37
6 Bericht des Kooperationspartners FreiEx-Schülerlabor, Universität Bremen	40
7 Angebote der Partner aus dem Museumsbereich	46
8 Projektbroschüre	49
8.1 Aufbau und Inhalt	49
8.2 Verbreitung der Broschüre	50
9 Dissemination der Projektinhalte	51
9.1 Fachtagungen	51
9.2 Veröffentlichungen und Soziale Medien	53
9.2.1 Projektflyer	53
9.2.2 ChemistryViews	54
9.2.3 Abschluss und Auftakt zur Fortführung	54
9.3 Öffentliche Veranstaltungen	55
10 Fazit	58
10.1 Inhaltliches Fazit	58
10.2 Auswirkungen der Corona-Pandemie	59
10.3 Ausblick	60
11 Quellenverzeichnis	61

**Anhang: Projektbroschüre****Abbildungsverzeichnis**

- Abb. 1: Die Einflussfaktoren Temperatur und Wasser
- Abb. 2: Die Einflussfaktoren pH-Wert, Luft und Licht
- Abb. 3: Versuchsaufbau zur Messung der Gleichgewichtsfeuchte
- Abb. 4: Arbeitsblatt zur Lebensmittellagerung
- Abb. 5: Vergleich des Handelns vor und nach Durchführung der Gesamteinheit
- Abb. 6: Vergleich der Einstellung vor und nach Durchführung der Gesamteinheit
- Abb. 7: Gründe für Lebensmittelverluste
- Abb. 8: Umschlaggestaltung der Projektbroschüre
- Abb. 9: Projektflyer

**Tabellenverzeichnis**

- Tab. 1: Übersicht über die Versuche
- Tab. 2: Beispiele aus dem Alltag: „Kann ich das essen oder muss das weg?“
- Tab. 3: Abgleich geplante und erreichte Besuche der Partnerschulen
- Tab. 4: Abgleich geplante und erreichte Besuche weiterer Schulklassen
- Tab. 5: Abgleich geplante und tatsächlich stattgefunden interne Veranstaltungen
- Tab. 6: Auswahlhilfe
- Tab. 7: Geplante Schülerzahlen im Projektzeitraum pro Schuljahr
- Tab. 8: Tatsächlich durchgeführte Veranstaltungen und erreichte Teilnehmerzahlen
- Tab. 9: Veranstaltungen (Präsenzveranstaltungen mit Laborpraktikum detailliert)
- Tab. 10: Abgleich Soll/Ist durchgeführte Veranstaltungen und erreichte Teilnehmerzahlen

**Abkürzungsverzeichnis**

- AG     Arbeitsgemeinschaft
- GS     Grundschule
- RS     Realschule
- IGS    Integrierte Gesamtschule
- SuS    Schülerinnen und Schüler
- WS     Wintersemester
- SS     Sommersemester
- GK/LK  Grundkurs/Leistungskurs

## Zusammenfassung

Ursachen für Lebensmittelverschwendung und die Entsorgung noch genusstauglicher Lebensmittel als Abfall sind u.a. falsche Aufbewahrung und Unwissen bezüglich der Haltbarkeit aufgrund unzureichender Kenntnisse über Eigenschaften und geeignete Lagerung von Lebensmitteln. Haushalte mit Kindern sind daran überdurchschnittlich beteiligt, dort liegt ein großes Potenzial zur Verringerung von Lebensmittelverschwendung. An dieser Stelle setzt dieses Projekt an.

Zu Beginn des Projekts ist zunächst ein dreistufiges Konzept umgesetzt worden, gemäß dem Unterrichtsinhalte in der Schule mit praktischer Arbeit im Schülerlabor verknüpft werden. Dabei werden im Schülerlabor grundlegende physikalische und (bio-)chemische Vorgänge, die bei Lagerung oder Zubereitung von Lebensmitteln ablaufen, erarbeitet, die dann auf den Umgang mit Lebensmitteln im Alltag angewandt werden sollen. In den vor- und nachbereitenden Einheiten im Schulunterricht werden die Schüler\*innen zunächst auf das Thema vorbereitet, eigene Verhaltensweise werden bewusst gemacht. Später sollen sie ihre neu gewonnenen Ergebnisse aus der Experimentier-einheit auf den eigenen Umgang mit Lebensmitteln übertragen. So soll die unnötige Vernichtung von Lebensmitteln langfristig reduziert werden.

Zu den Themenschwerpunkten Wasserverfügbarkeit, Temperatur-, pH-Wert-, Sauerstoff- und Lichteinfluss sowie Stoffmigration wurden eine Auswahl an Experimenten zur Durchführung im Schülerlabor konzipiert und bildbasierte Versuchsanleitungen erstellt, ergänzt durch weitere Materialien zur Durchführung der Unterrichtseinheiten. Die entwickelten Einheiten wurden mit Schulklassen aus drei Partnerschulen getestet, weitere Schulklassen haben die Gesamteinheit oder eine verkürzte Einheit durchgeführt. Von März 2020 bis April 2022 war das Schülerlabor für Gruppenbesuche geschlossen. Inzwischen laufen die Gruppenbesuche weiter. Das Schülerlabor FreiEx der Universität Bremen als Kooperationspartner hat die Versuche ebenfalls mit Studierenden für Lehramt Chemie sowie Schulklassen durchgeführt.

Ausgelöst durch die Corona-bedingten Einschränkungen sind zusätzlich Angebote erstellt worden, die ohne den Besuch eines Schülerlabors genutzt werden können. Dies sind Experimentierboxen zum Einsatz in der Schule, Experimente für Schüler\*innen zur Durchführung zu Hause sowie Videoclips. Alle Angebote stehen dauerhaft auf der Homepage zur Verfügung.

Die in diesem Projekt entwickelten Materialien sollen auch im museumspädagogischen Bereich eingesetzt werden. Als Projektpartner standen drei Museen mit unter-

schiedlichen Konzepten und Zielgruppen bereit. Auch hier konnten die Veranstaltungen coronabedingt nicht so umgesetzt werden wie geplant. Im Naturhistorischen Museum Braunschweig wurden anstelle der geplanten Aktionstage in einem kleineren Umfang Kinderexperimentierangebote durchgeführt. Ferner konnte ein Experimentalvortrag durchgeführt werden. Die im Phaeno in Wolfsburg geplanten Workshops sind fertig konzipiert und können durchgeführt werden, sobald die vorgesehenen Räumlichkeiten wieder im vollen Umfang zur Verfügung stehen. Im AHA-Museum in Wolfenbüttel wurden zwei Veranstaltungen durchgeführt, die Zusammenarbeit soll auch künftig fortgeführt werden.

Die Projektinhalte wurden in einer 84-seitigen Broschüre veröffentlicht, die Auflage beträgt 1000 Stück. Sie enthält neben Daten und Fakten einen Überblick über die erarbeiteten Experimente und die naturwissenschaftlichen Hintergründe. Dabei wird immer ein Bezug zum Umgang mit Lebensmitteln im Alltag hergestellt, ergänzt durch Tipps für den Alltag. Ergänzt wird die Broschüre durch die detaillierten Versuchsvorschriften, die im Internet abrufbar sind. Ein Werbeflyer wurde ebenfalls erstellt.

Das Projekt wurde in einer Fachzeitschrift und auf Fachtagungen vorgestellt, die sowohl in Präsenz als auch online stattfanden. Innerhalb der Projektlaufzeit fanden auch mehrere Veranstaltungen statt, bei denen das Projekt der Öffentlichkeit vorgestellt wurde. Dabei wurden immer auch Experimente gezeigt. Diese praktischen Beispiele stießen bei allen Altersgruppen auf großes Interesse.

Die Resonanz der Besucher\*innen war stets positiv, sowohl bei Schüler\*innen und Lehrkräften als auch bei öffentlichen Veranstaltungen. Dies zeigt, dass das Thema Lebensmittelverschwendung als wichtig wahrgenommen wird. Die Herangehensweise, praktische Experimente mit Alltagssituationen zu verknüpfen, wurde als positiv eingeschätzt.

## 1 Hintergrund und Stand des Wissens

In Deutschland werden jedes Jahr mehrere Millionen Tonnen Lebensmittel entsorgt, etwa die Hälfte davon wäre vermeidbar [1, 2]. Wahrscheinliche Ursachen dafür sind neben mangelnder Wertschätzung u.a. falsche Aufbewahrung und Unwissen bezüglich der Haltbarkeit infolge unzureichender Kenntnisse über Eigenschaften und geeignete Lagerung von Lebensmitteln. Es ist zu vermuten, dass das Wissen über Lebensmittel und dem Umgang auch im Zuge der gesellschaftlichen Veränderungen über die letzten Jahre abgenommen hat und der sich daraus ergebende Verlust der Unterscheidungsfähigkeit von Qualitätseinbußen und Verderb in Verbindung mit Angst vor Gesundheitsschädigung unnötige Vernichtung von Lebensmitteln fördert. In Haushalten mit Kindern werden überdurchschnittlich viele Lebensmittel weggeworfen [1, 3], dort liegt ein großes Potenzial zur Verringerung von Lebensmittelverschwendung.

Üblicherweise setzen sich Schülerinnen und Schüler im Rahmen der Ernährungslehre und Gesundheitserziehung mit Lebensmitteln und ihren Inhaltsstoffen auseinander, teils schon in der Grundschule. Im weiteren Verlauf wird ggf. noch die Lebensmittelproduktion im Erdkunde- oder Biologieunterricht thematisiert, z.B. wenn Nutztierhaltung und Agrarwirtschaft behandelt werden. Für Lebensmittel typische und/oder relevante Prozesse werden in der Schule i.d.R. nicht tiefergehend behandelt. Im außerschulischen Bereich gibt es verschiedene Initiativen, die das Ziel der Vermeidung von Lebensmittelverschwendung propagieren [4, 5]. Auch im Bereich des Einzelhandels sind mittlerweile Ansätze von Kampagnen zu erkennen, die in die gleiche Richtung zielen. Diese Initiativen sind überwiegend handlungsorientiert konzipiert, d.h. sie geben Handlungsempfehlungen, vermitteln aber nicht unbedingt das Verständnis dafür.

Dieses Projekt soll dazu beitragen, dass Schüler\*innen sich naturwissenschaftlichen Erkenntnisse am Beispiel von Lebensmitteln aneignen und auf andere ähnliche Produkte übertragen können. Der Erwerb grundlegender Kenntnisse der ablaufenden physikalischen, chemischen oder biologischen Prozesse eröffnet EndverbraucherInnen, speziell SchülerInnen, Entscheidungs- und Handlungskompetenzen bei der Ernährung und im nachhaltigen Umgang mit Lebensmitteln. Gleichzeitig besteht auch die Möglichkeit, über die SchülerInnen deren Eltern zu erreichen und diese ebenfalls zu sensibilisieren. Beide Effekte können längerfristig zu einer Reduzierung der weggeworfenen Menge an Lebensmitteln beitragen.

## 2 Vorgehensweise

Ziel des Projekts ist die Verknüpfung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse mit Aspekten der Nachhaltigkeit mit direktem Bezug zur Lebenswelt. Die Schüler\*innen sollen ein grundsätzliches Verständnis für die physikalischen und chemischen Vorgänge entwickeln, die in Lebensmitteln bei der Lagerung und Zubereitung ablaufen. Die Schüler\*innen werden in die Lage versetzt, das Erlernte auf neue Sachverhalte und Situationen, die ihnen in ihrem Alltag begegnen, zu übertragen. Sie erwerben damit Entscheidungs- und Handlungskompetenzen bei der Ernährung und im nachhaltigen Umgang mit Lebensmitteln. Dies soll zu stärker reflektierten Verhaltensmustern und einer höheren Wertschätzung für Lebensmittel führen. So ergibt sich im Idealfall langfristig durch bewusst veränderte Handlungsweisen eine konkrete Umweltentlastung.

Zur Umsetzung dieser Ziele wurde ein dreistufiges Konzept entwickelt, in dem Unterrichtsinhalte in der Schule mit praktischer Arbeit im Schülerlabor verknüpft werden. Der experimentelle Ansatz eröffnet handwerklichen und beobachtenden Zugang und ergänzt so die theoretische Behandlung. So sollen die SchülerInnen zu eigenen und dadurch besser haftenden Erkenntnissen gelangen. So erhöht sich die Chance auf ein tieferes Verständnis und bessere Festigung des Erlernten. Zudem ist die praktische Auseinandersetzung näher am Alltagshandeln und kann so die Umsetzung erleichtern.

Konkret wird zur Einführung eine Vorbereitungseinheit in der Schule durchgeführt, in der die Schüler\*innen an das Thema herangeführt und über Hintergründe und Fakten informiert werden. Weiterhin sollen sie sich ihre eigenen Erfahrungen und Präkonzepte bewusst machen und so für Lebensmittelverschwendung sensibilisiert werden. Als nächstes folgt eine praktische Unterrichtseinheit im Schülerlabor, in der sowohl Lebensmittel als auch Modellproben von den Schüler\*innen unter verschiedenen Aspekten und mit unterschiedlichen Methoden untersucht werden, um die physikalischen, chemischen und (mikro-)biologischen Prozesse und Phänomene kennenzulernen, die relevante Veränderungen in Lebensmitteln bewirken. Dazu gehören Wasserverfügbarkeit, der Einfluss von Temperatur, pH-Wert, Licht oder Luft sowie die Migration von Stoffen. Daran schließt sich eine Unterrichtseinheit zur Nachbereitung in der Schule an, in der die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse aus der Experimentiereinheit ausgewertet und auf das alltägliche Umfeld und den eigenen Umgang der SchülerInnen mit Lebensmitteln übertragen werden.

Bereits in einem sehr frühen Stadium des Projekts hatten sich auch Lehrkräfte für Thema Lebensmittelverschwendung interessiert, die keine zusätzlichen Unterrichtsein-

heiten in der Schule durchführen können. Um dieser Nachfrage gerecht werden zu können, wurde für diese Gruppen eine Kurzfassung ausgearbeitet, die an einen Labor- tag, also ohne zusätzliche Einheiten in der Schule, durchgeführt werden kann. Inhalte, die im ursprünglichen Konzept in den Einführungs- und Nachbereitungseinheiten in der Schule behandelt werden sollen, wurden teilweise in die Laboreinheit integriert. Besonders die Versuchsauswertung im Anschluss an die Laboreinheit wird mit der Übertragung der Erkenntnisse auf den Alltag verknüpft. So kann das Thema der Lebensmittelverschwendung möglichst vielen Schüler\*innen nahegebracht werden.

Um auch Kinder und Jugendliche erreichen zu können, deren Schulklassen nicht das Schülerlabor besuchen, wurden die Projektinhalte in Zusammenarbeit mit den Mitarbeiter\*innen der Partnerinstitutionen aus dem Museumsbereich für die Museumspädagogik adaptiert und von diesen übernommen.

Aufgrund der Corona-Pandemie durften ab März 2020 keine Schülergruppen mehr im Labor arbeiten. Die geplante Vorgehensweise war damit auf unbestimmte Zeit nicht mehr realisierbar. Darum wurde die ursprüngliche Planung modifiziert. Ausgewählte Experimente wurden an die aktuellen Gegebenheiten angepasst, so dass experimentelle Untersuchungen entweder in der Schule oder auch zu Hause durchgeführt werden können.

Im Hinblick auf die Schulschließungen und Kontaktbeschränkungen zu Beginn der Pandemie wurden zunächst vereinfachte Angebote konzipiert, die sich mit haushaltsüblichen Materialien von Kindern und Jugendlichen allein zu Hause durchführen lassen. Das Schülerlabor stellte die entsprechenden Versuchsanleitungen online zur Verfügung. Diese Experimente konnten sowohl im Online-Unterricht als auch als Hausaufgabe oder im Rahmen des Wechselunterrichts von den Schüler\*innen zu Hause durchgeführt werden. Auf der Homepage des Schülerlabors stehen zusätzliche Informationen zur Verfügung, auch zur Übertragung der neu gewonnenen Erkenntnisse in die eigene Lebenswelt.

Außerdem wurden für viele Experimente spezielle Versionen erarbeitet, die sich direkt im Schulunterricht durchführen lassen. Die dafür erforderlichen Materialien wurden in Verleihkisten zusammengestellt und können von Lehrkräften kostenfrei entliehen werden. Diese Experimente können von den Lehrkräften auch im Online-Unterricht vorgeführt werden. So sollten die Projektinhalte trotz der vorübergehenden Schließung des Labors verbreitet und für Schüler\*innen zugänglich gemacht werden, um die Ausfälle bestmöglich zu kompensieren.

### **3 Aufbau des Angebots**

#### **3.1 Einführung in der Schule**

Im dreistufigen Konzept ist vorgesehen, dass die Schüler\*innen vorab eine thematische Einführung in der Schule erhalten. Zum Einstieg wird den Schüler\*innen ein Bild einer Mülltonne gezeigt, die mit unterschiedlichen Lebensmitteln gefüllt ist. Diese zeigen z.B. beginnenden Verderb oder erscheinen eher eingetrocknet oder welk, andere lassen nicht erkennen, warum sie im Müll liegen. Die Schüler\*innen sollen darauf frei reagieren. Dadurch kann die Lehrkraft bereits zu Beginn gut erkennen, inwieweit das Problem Lebensmittelverschwendung den Schüler\*innen bewusst ist. Sollten keine spontanen Reaktionen aus der Klasse kommen, kann die Lehrkraft mit der Impulsfrage „Habt ihr Ideen, was hier falsch läuft?“ Äußerungen anregen. Nach kurzer Diskussion sollen die Schüler\*innen dann das Problem möglichst in eigene Worte fassen. Am Ende soll eine Problemfrage wie „Was kann jeder tun, damit weniger Lebensmittel als Abfall enden?“ stehen.

Im nächsten Schritt werden die Schüler\*innen für das Thema sensibilisiert, in dem sie sich ihre persönliche Haltung zum Thema Lebensmittelverschwendung und die Häufigkeit und persönlichen Gründe, selbst Lebensmittel in den Abfall zu werfen, bewusst machen. Dabei sollen eigene Vorerfahrungen und Präkonzepte der Schüler\*innen erfasst werden. Dies erfolgt in kleinen Gruppen mit einem dreistufigen Verfahren mittels der Placemat-Methode. Die Placemat-Methode trägt ihren Namen, weil jede Gruppe ein großes Blatt ähnlich einem Platzdeckchen erhält. Diese Methode hat den Vorteil, dass jeder Einzelne eigene Vorerfahrungen bzw. Vorwissen aus dem Alltag einbringen kann, die dann in der Gruppe gefiltert werden. So ist sichergestellt, dass einerseits jeder einen Beitrag leisten kann und andererseits gängige Vorerfahrungen oder Präkonzepte erfasst werden.

Dazu erhalten die Schüler\*innen konkrete Fragestellungen zum Thema, die sie in Kleingruppen (ca. 4 Personen) bearbeiten. Jede Gruppe erhält ein großes Blatt, das so aufgeteilt ist, dass jede\*r ein eigenes Feld mit einer Frage vor sich hat und in der Mitte ein Feld für die Gruppenergebnisse frei bleibt.

Jedes der vier Felder enthält eine eigene Fragestellung:

1. Wann und warum landen Lebensmittel im Abfall?
2. In welchen Fällen ist es tatsächlich nötig, dass ein Lebensmittel in den Müll kommt?
3. Was bedeutet: „Ein Lebensmittel ist schlecht.“?

#### 4. Was wäre passiert, wenn man ein Lebensmittel, das „schlecht“ ist, noch gegessen hätte?

In der ersten Phase der Gruppenarbeit soll sich jede Person zunächst ihrer eigenen Vorerfahrungen und Prägungen bewusst werden. Dann notiert jede\*r ihre/seine Gedanken, Erfahrungen oder Vorstellungen zu der konkreten Fragestellung in das vorgesehene Individualfeld.

Die zweite Phase dient dem Austausch innerhalb der Kleingruppe. Die individuellen Ergebnisse werden innerhalb der Gruppe ausgetauscht und verglichen. Dazu wird der Bogen so reihum gedreht, dass alle Gruppenmitglieder am Ende alle Fragen und Ergebnisse gesehen haben. Die Schüler\*innen erörtern die Ergebnisse gemeinsam, besprechen auftretende Probleme oder Widersprüche und erarbeiten ein Gruppenergebnis, das in das zentrale Feld in der Mitte eingetragen wird.

In der dritten, abschließenden Phase werden die Gruppenergebnisse präsentiert. Die Gruppen stellen ihre Ergebnisse entsprechend dem Eintrag im mittleren Feld der Klasse vor und diskutieren diese anschließend gemeinsam. Die Lehrkraft sollte die Diskussion steuern und ggf. auf ganz bestimmte Einzelergebnisse hinweisen.

Ziel ist es, dass die Schüler\*innen inhaltlich erfassen, dass Lebensmittel aus unterschiedlichen Gründen weggeworfen werden. So gibt es einerseits qualitätsorientierte Gründe für das Wegwerfen von Lebensmitteln. Beispiele hierfür sind Druckstellen oder braune Flecken bei Obst, pappige Kekse bzw. Snackartikel oder altbackene Backwaren. Hier kommt es oftmals auf individuelle Einschätzung oder Prägung an, ob eine Person dies noch essen mag. Andererseits gibt es aber auch gesundheitsrelevante Gründe, nämlich z.B. die Gefahr durch Mikroorganismen oder gesundheitsschädigende Stoffe, die entweder von außen in das Lebensmittel gelangen oder in ihm gebildet werden, also des tatsächlichen Verderbs eines Lebensmittels, bei dem das Wegwerfen auf jeden Fall geboten ist.

Zum Abschluss der Einheit setzen sich die Schüler\*innen mit Fakten und Sachinformationen zum Thema Lebensmittelverschwendung auseinander. Auch hierbei sollen persönliche Einschätzungen reflektiert werden. Konkret erfolgt dies nach Art eines Quiz über kurze Sachfragen, zu denen den Schüler\*innen mehrere Antwortmöglichkeiten geliefert werden, von denen genau eine richtig ist. So können in kurzer Zeit viele Informationen in die Klasse getragen werden, die Schüler\*innen sind aber trotzdem aktiv eingebunden und müssen sich mit den Fakten auseinandersetzen, um eine Entscheidung treffen zu können.

Um eine zügige Durchführung zu ermöglichen, wird die Befragung folgendermaßen offen im Klassenverband durchgeführt: Zuerst liest die Lehrkraft die Frage bzw. Aussage und die Antwortoptionen dazu vor, im nächsten Schritt entscheiden sich die Schüler\*innen nach Abfrage durch Handzeichen für die Antwort, die sie persönlich für richtig halten. Die Stimmen pro Antwort werden gezählt und notiert. Anschließend werden die richtigen Antworten vorgestellt und ggf. durch weitere Informationen ergänzt. Die Lehrkräfte erhalten dazu entsprechende Materialien wie z.B. Übersichtsdiagramme, die sie der Klasse präsentieren können. Dadurch soll den Schüler\*innen das Ausmaß der Lebensmittelverschwendung aufgezeigt werden, um ihnen bewusst zu machen, welche große gesellschaftliche Bedeutung das Thema Lebensmittelverschwendung hat.

Alle Materialien, die die Lehrkräfte zur Durchführung dieser Einführungseinheit benötigen, stehen den Lehrkräften vorab digital zur Verfügung.

## **3.2 Experimentiereinheit im Schülerlabor**

### **3.2.1 Auswahl und Entwicklung der Versuche**

Folgende Themen sind für Veränderungsprozesse von Lebensmitteln besonders relevant:

- Wassergehalt, speziell das verfügbare Wasser
- osmotisch wirksame Stoffe
- Temperatur
- pH-Wert (Säuren/Basen)
- Licht
- Luftsauerstoff (Redox-Reaktionen)
- Metalle (Katalyse)
- Verpackung und Migration
- Eigenschaften von Barrieren

Diese Themen finden sich auch in den Curricula für den naturwissenschaftlichen Schulunterricht unter verschiedenen Oberthemen. Es handelt sich bei den genannten Begriffen um Stoffe und Stoffeigenschaften, um physikalische Parameter und auch um physikalische und chemische Prozesse. Entscheidend für die Auswahl war also weniger die Kategorie als der grundlegende Charakter, der die Auseinandersetzung mit diesen Themen nicht zu einem nur für sich stehenden Spezialfall macht, sondern eine breite Anwendung bzw. Übertragung auf andere Lebensmittel erlaubt. All diese Einflüsse

sollen am Beispiel konkreter Lebensmittel oder auch modellhaft experimentell untersucht werden.

Zu jedem dieser Themen wurden Versuchsanordnungen erarbeitet, um die jeweiligen Einflussfaktoren untersuchen zu können. Die Versuchsanordnungen mussten folgende Kriterien erfüllen:

- auf Lebensmittel bzw. den speziellen Zweck anwendbar
- gut zu beobachtende oder einfach messbare Phänomene
- zügig ablaufende Veränderungen, kurze Durchführung
- Verwendung von für Schüler\*innen geeigneten Geräten und Materialien
- Einsatz von Chemikalien, die Schüler\*innen der Sek. I verwenden dürfen
- angemessene Robustheit, damit auch unerfahrene Schüler\*innen den Versuch durchführen können

Für alle Versuche wurden Anleitungen in bebilderten Fassungen erstellt. Tests hatten gezeigt, dass so Sprach- und Verständnisschwierigkeiten verringert werden, so dass auch lernschwächere Schüler\*innen die Versuche weitgehend eigenständig durchführen können.

Die Versuchsanleitungen sind unter Berücksichtigung der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise nach folgendem Schema aufgebaut:

- Titel
- Rubrik „Gut zu wissen!“ (Schlüsselinformationen zum Verständnis für dieses Experiment in ein bis zwei Sätzen)
- Geräte und Materialien inklusive Gefahrenpiktogrammen
- Sicherheits- und Entsorgungshinweise
- Durchführung
- Beobachtungen
- Auswertung
- Fragen zum Thema
- Anwendung im Alltag

Die Version für Lehrkräfte enthält zusätzlich Konzentrationsangaben und eventuelle Hinweise zum Ansetzen der Lösungen. Weitere Zusatzmaterialien ergänzen die Unterlagen zur Versuchsdurchführung und dienen zur Unterrichtsunterstützung

sowie zur weiteren Information der Lehrkräfte. Dazu gehören vollständig ausgefüllte Versuchsanleitungen, also ergänzt um die Beobachtungen bei der Durchführung, ggf. erforderliche Berechnungen o.ä., sowie die Auswertung der Versuche mit Antworten auf die darin enthaltenen Fragen. Weiterhin werden weitergehende Erklärungen zur Methodik, zur untersuchten Stoffklasse, Diagramme oder Schemata zur Erläuterung eines Prozesses und andere Hintergrundinformationen, die über den im Unterricht behandelten Stoff hinausgehen, zur Verfügung gestellt.

Die Versuche wurden vier grundlegenden Schwerpunktthemen zugeordnet, die im Folgenden noch genauer vorgestellt werden. Die erarbeiteten Versuchsanleitungen weisen unterschiedliche Schwierigkeitsgrade sowohl hinsichtlich des erforderlichen Vorwissens als auch in der Durchführung auf und richten sich jeweils an bestimmte Klassenstufen. Für einige Versuche existieren unterschiedliche Varianten hinsichtlich Zeitbedarf und notwendigem Vorwissen. Auch die Auswertung kann an den Wissensstand der Schüler\*innen angepasst werden, z.B. im Hinblick auf die Verwendung von Reaktionsgleichungen oder Strukturformeln. So ist es möglich, die Versuche für eine große Bandbreite von Schuljahrgängen und Schultypen anzubieten. Eine Übersicht über die erarbeiteten Versuche gibt Tabelle 1.

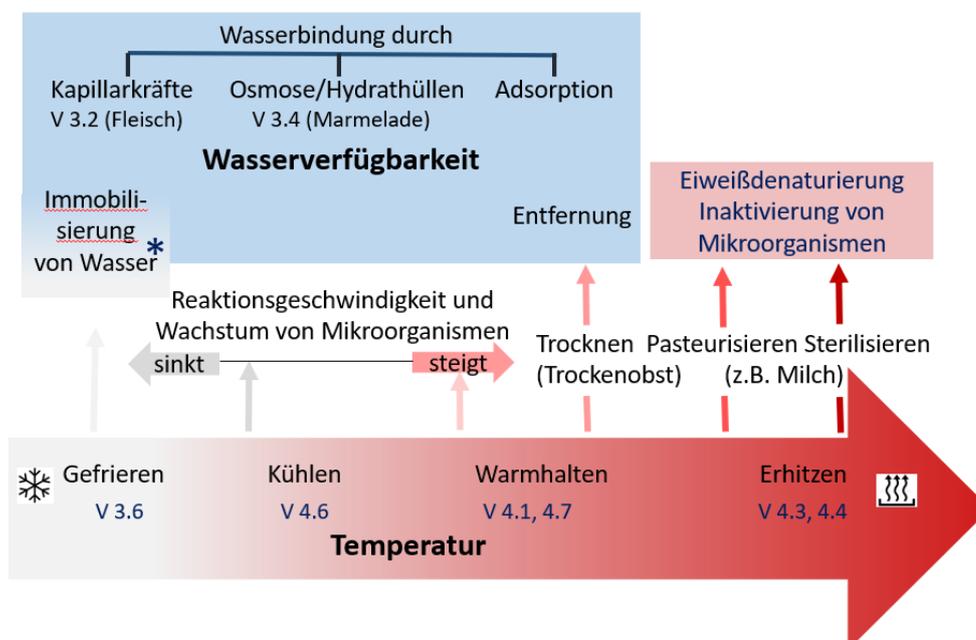


Abb. 1: Die Einflussfaktoren Temperatur und Wasser (MO = Mikroorganismen)

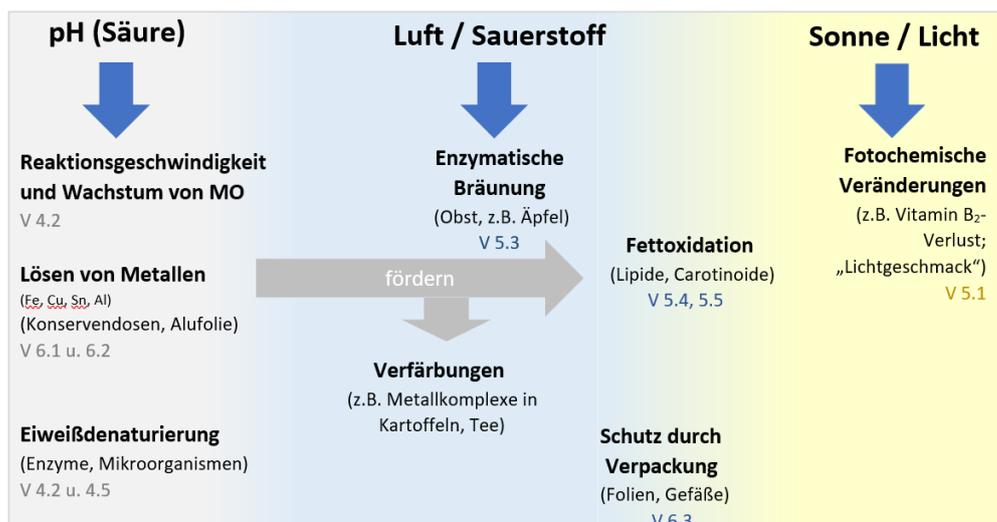


Abb. 2: Die Einflussfaktoren pH-Wert, Luft und Licht (MO = Mikroorganismen)

Die Experimente sind grundsätzlich frei kombinierbar, es besteht ein mehrdimensionaler Zusammenhang. Einen Überblick geben die Abbildungen 1 und 2. Welche Aspekte erarbeitet werden sollen, kann mit den Lehrkräften im Vorfeld abgesprochen werden.

Da die Zusammenstellung der Experimente für jede Schulklasse von der jeweiligen Lehrkraft aus dem Gesamtangebot ausgewählt werden kann, sind viele Variationen unter jeweils ausgewählten Aspekten möglich. Unabhängig von den durchzuführenden Versuchen ist aber jede Experimentiereinheit im Schülerlabor gleich aufgebaut. Den Schüler\*innen wird zunächst ein Warenkorb mit den Lebensmitteln präsentiert, anhand derer im späteren Verlauf die ausgewählten Parameter tatsächlich im Labor untersucht werden. Dann wird das Ziel der Experimentiereinheit erläutert. Die Schüler\*innen sollen in Experimenten erarbeiten, welche physikalisch-chemischen Vorgänge in Lebensmitteln der Zubereitung oder bei der Lagerung ablaufen.

Tab. 1: Übersicht über die Versuche

	Nr.*	Titel	Inhalt	geeignet für
<b>Wasserverfügbarkeit</b>	3.1	Feuchte	Gleichgewichtsfeuchten von unterschiedlichen Lebensmitteln kennenlernen, Einfluss der Umgebungsfeuchte	Klassenstufen 7/8, 9/10, Sek. II
	3.2	Kapillarkräfte	Was ist das? Wie können wir Kapillarkräfte nutzen? In welchen Lebensmitteln wirken sie?	Klassenstufen 7/8, 9/10, Sek. II
	3.3	Zerkleinerungsgrad	Warum sind Gurken fest, obwohl sie sehr viel Wasser enthalten? Wie wirkt sich der Zerkleinerungsgrad aus?	Klassenstufen 5/6, 7/8, 9/10, Sek. II
	3.4	Osmose	Wie zeigt sich Osmose? Was passiert beim Salzen? Welche Stoffe wirken osmotisch?	Klassenstufen 5/6, 7/8, 9/10
	3.5	Stärkeverkleisterung	Warum kann Stärke Wasser binden? Warum werden Backwaren trocken und hart?	Klassenstufen 5/6, 7/8, 9/10
	3.6	Kristallisation	Wie hängen Kristallisationsgeschwindigkeit und Kristallgröße zusammen? Was bedeutet das für Einfrieren?	Klassenstufen 7/8, 9/10, Sek. II
<b>Temperatur und pH-Wert</b>	4.1	Karamellisierung	Einfluss der Temperatur auf die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen	Klassenstufen 9/10, Sek. II
	4.2	Spaltung von Saccharose	Einfluss des pH-Werts auf die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen	Klassenstufen 9/10, Sek. II
	4.3	Eiweißgerinnung	Eiweißgerinnung durch Säuren, Schwermetalle, Alkohol und Temperatur	Klassenstufen 7/8, 9/10, Sek. II
	4.4	Enzymaktivität und Temperatur	Abhängigkeit der Enzymaktivität von der Temperatur am Beispiel einer Kiwi, Haltbarmachen von Lebensmitteln durch Kochen, Braten, Einkochen	Klassenstufen 9/10, Sek. II
	4.5	Enzymaktivität und pH-Wert	Abhängigkeit der Enzymaktivität vom pH-Wert am Beispiel einer Kartoffel, Haltbarmachen von Lebensmitteln durch Säuerung	Klassenstufen 9/10, Sek. II
	4.6	Obstreifung	Reifegeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur: Enzymatischer Abbau der Stärke zu Zucker, Nachweise von Stärke und Zucker in unreifen und reifen Bananen	Klassenstufen 7/8, 9/10, Sek. II
	4.7	Hefeaktivität	Einfluss von Temperatur bzw. pH-Wert auf die Aktivität von Mikroorganismen am Beispiel der Hefegärung, Haltbarmachen von Lebensmitteln durch Einkochen und Säuern	Klassenstufen 7/8, 9/10, Sek. II

	Nr.*	Titel	Inhalt	geeignet für
<b>Licht und Luft</b>	5.1	Riboflavin (Vitamin B <sub>2</sub> )	Nachweis von Riboflavin, Zersetzung im Licht, Lichtgeschmack von Milch	Klassenstufen 7/8, 9/10, Sek. II
	5.2	Wurst	Vergrauung durch Licht, verschiedene Folien im Vergleich	Klassenstufen 7/8, 9/10, Sek. II
	5.3	Obstbräunung	Reaktion mit Luftsauerstoff, Vitamin C als Antioxidans	Klassenstufen 5/, 7/8, 9/10, Sek. II
	5.4	Carotin	Abbau im Licht, Einfluss von Eisenionen auf die Abbaugeschwindigkeit, Lichtschutz durch Carotin	Klassenstufen 9/10, Sek. II
	5.5	Fettoxidation	Reaktivität ungesättigter Fettsäuren, Lagerung von Ölen	Klassenstufen 9/10, Sek. II
<b>Verpackungen u. Stoffmigration</b>	6.1	Eisen	Einfluss von Säuren und Salz auf metallisches Eisen, Umgang mit Konservendosen	Klassenstufen 7/8, 9/10, Se k. II
	6.2	Aluminium	Einfluss von Säuren, Salz u. Lauge auf metallisches Aluminium, Verwendung von Alufolie	Klassenstufen 9/10, Sek. II
	6.3	O <sub>2</sub> -Durchlässigkeit	Vergleich unterschiedlicher Verpackungsfolien: Zellglas, Frischhaltefolie, Gefrierbeutel	Klassenstufen 9/10, Sek. II
	6.4	Wasserdurchlässigkeit	Vergleich unterschiedlicher Verpackungsfolien: Zellglas, Frischhaltefolie, Gefrierbeutel	Klassenstufen 9/10, Sek. II

\*Die Nummerierung entspricht der Zuordnung in der Broschüre.

Die zu untersuchenden Inhaltsstoffe werden den Schüler\*innen vorgestellt, ebenso die zu untersuchenden Einflussfaktoren. Dies können z.B. Wasserverfügbarkeit, Temperatur, Säure (pH-Wert), Sauerstoff oder Licht sein. Anschließend werden die verschiedenen Versuchsstationen, die die Schüler\*innen durchlaufen sollen, kurz vorgestellt. Eine Übersicht zeigt, welche Versuche durchgeführt und welche Einflussfaktoren jeweils dabei behandelt werden. Diese Übersicht hilft den Schüler\*innen, sich anschließend im Labor zwischen den unterschiedlichen Arbeitsplätzen zu orientieren. Nach einer kurzen Sicherheitsbelehrung und einer Einführung in die allgemeine Arbeitsweise im Labor erhalten die Schüler\*innen ihre Schutzausrüstung, bevor sie im Labor in Zweiertteams selbstständig die Versuchsstationen durchlaufen. Abhängig von der zur Verfügung stehenden Zeit werden etwa 6-8 Versuchsstationen angeboten. Die Schüler\*innen arbeiten in ihrem eigenen Tempo, die Versuche sollen sorgfältig durchgeführt werden. Leistungsstarke Teams können alle Stationen schaffen, in der Regel bleibt bei den meisten Teams eine Station unbearbeitet, manchmal auch zwei. Am Ende sind trotzdem alle Stationen von mehreren Teams bearbeitet worden, sodass genügend Beobachtungen und Ergebnisse für die Auswertung vorliegen.

Bei den sich direkt an die Auswertung der Versuchsbeobachtungen anschließenden Fragen zum Thema müssen die Schüler\*innen die aus dem Experiment gewonnenen Erkenntnisse einbringen. So ist der Zusammenhang unmittelbar erkennbar. Diese sollten die Schüler\*innen möglichst bereits nach Abschluss des jeweiligen Versuchs beantworten. Eine abschließende Frage stellt einen direkten Alltagsbezug her. Sie bezieht sich auf konkrete Lebensmittel, auf die sich die Erkenntnisse aus dem jeweiligen Versuch anwenden lassen. So übertragen die Schüler\*innen ihre neu erworbenen Erkenntnisse auf typische Handlungen oder Beobachtungen im Alltag.

An die Durchführung der Experimente schließt sich die Auswertung im Klassenverband an. Die Versuche werden einzeln besprochen. Die Schüler\*innen beschreiben ihre Beobachtungen und geben ggf. auch schon Erklärungsversuche. Die physikalisch-chemischen Grundlagen der Versuche werden möglichst mit den Schüler\*innen gemeinsam herausgearbeitet und dabei mit Modellen, Schemata oder Diagrammen veranschaulicht.

Für Grundschulklassen bietet es sich an, zum Abschluss anhand eines kleinen Modellkühlschranks die elementaren Grundregeln der Kühlung zu behandeln, sofern ausreichend Zeit ist. Ältere Schüler\*innen erhalten ein Faltblatt mit zusammengefassten Informationen zur Lagerung von Lebensmitteln und zur Kühlung selbst.

### 3.2.2 Kurzfassung

Bereits in einem sehr frühen Stadium des Projekts hatten sich auch Lehrkräfte für das Thema Lebensmittelverschwendung interessiert, die keine zusätzlichen Unterrichtseinheiten in der Schule durchführen können. Um dieser Nachfrage gerecht werden zu können, wurde für eine Kurzfassung ausgearbeitet, die an einem Vormittag im Labor, also ohne zusätzliche Einheiten in der Schule, durchgeführt werden kann. Inhalte, die im ursprünglichen Konzept in den Einführungs- und Nachbereitungseinheiten in der Schule behandelt werden sollen, wurden teilweise in die Laboreinheit integriert. Besonders die Versuchsauswertung im Anschluss an die Laboreinheit wird mit der Übertragung der Erkenntnisse auf den Alltag verknüpft. So kann das Thema der Lebensmittelverschwendung möglichst vielen Schüler\*innen nahegebracht werden.

Wird die verkürzte Fassung durchgeführt, also ohne Einführungseinheit in der Schule, wird der eigentlichen Experimentiereinheit eine kurze Einführungsphase vorangestellt, in der sowohl die eigenen Erfahrungen als auch grundlegende Fakten in Kurzform behandelt werden. Ausgehend vom Bild der Lebensmittel in der Mülltonne sollen die Schüler\*innen zur Einführung einige Situationen beschreiben, in denen typischerweise Lebensmittel im Müll landen, und die Gründe dafür nennen. Ausgewählte Beispiele werden dann kurz diskutiert. Ziel ist auch hier, dass ein Unterschied zwischen Lebensmittelverderb, also der Möglichkeit einer Gesundheitsbeeinträchtigung, und Qualitätsminderung bzw. Abweichungen von Gewohnheiten erkannt wird. Dann wird der Faktencheck in Quizform durchgeführt, ohne dass die Meldungen gezählt werden. So erhalten die SchülerInnen schnell grundlegende Informationen über den Umfang von Lebensmittelverlusten im Alltag.

Die Experimentiereinheit selbst läuft dann auf die gleiche Weise ab wie im dreistufigen Konzept vorgesehen, ebenso die Versuchsauswertung. Anschließend wird der konkrete Bezug zum Alltagshandeln besonders vertieft.

### 3.2.3 Schwerpunktthema 1: Wasserverfügbarkeit

Wasser ist von großer Bedeutung für die Stabilität von Lebensmitteln. Trockene Lebensmittel wie Nudeln, Knäckebrot oder Mehl können lange gelagert werden, sie eignen sich für die Vorratshaltung. Wasserreiche Lebensmittel wie frisches Obst oder Fleisch müssen dagegen bald verbraucht werden. Entscheidend ist aber nicht der absolute Wassergehalt, sondern, ob das Wasser „frei“ oder aber im Lebensmittel „gebunden“ ist. Dann steht es für chemische Reaktionen oder das Wachstum von Pilzen

und Bakterien nicht zur Verfügung. Die Arten der Wasserbindung und die Verfügbarkeit von Wasser im Lebensmittel und wie man diese beeinflussen kann, sind daher ein Schwerpunktthema für eine Experimentiereinheit.

Das in einem Lebensmittel enthaltene Wasser ist zum Teil physikalisch oder physikochemisch gebunden, teils in Zellen eingeschlossen. Auf Oberflächen wird Wasser durch Adsorption gebunden. Von Bedeutung sind v.a. die inneren Oberflächen (Versuch 3.1). Poröse, pulverförmige oder stark strukturierte Lebensmittel besitzen eine große Oberfläche. Das so gebundene Wasser entspricht oft der restlichen Feuchte in scheinbar völlig trockenen Lebensmitteln, z.B. bei Mehl. Ein entscheidender Parameter für die Lagerfähigkeit ist die Gleichgewichtsfeuchte bzw. die Wasseraktivität ( $a_w$ -Wert), da Lebensmittel mit niedrigem  $a_w$ -Wert stabiler gegen Veränderungen sind. Diese lässt sich mit einem Feuchtigkeitssensor bestimmen. Im Agnes-Pockels-Labor kommt dafür ein modulares Messgerät aus Eigenbau zum Einsatz, das aus einem Raspberry Pi Mini-Computer mit Bildschirm und Feuchtigkeitssensor besteht (Abbildung 3).

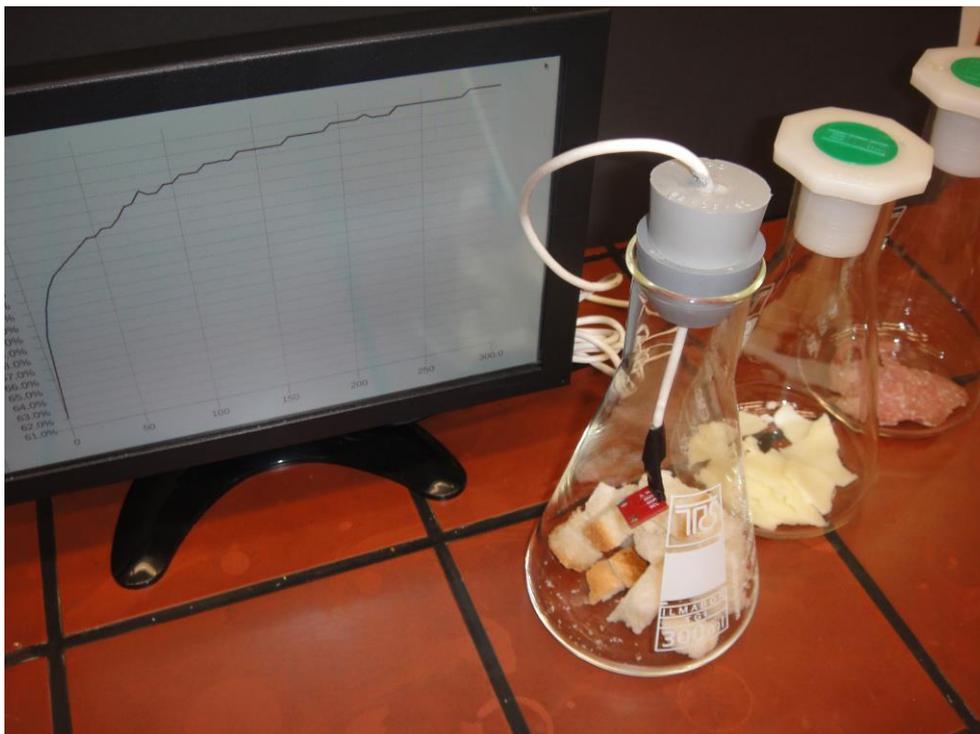


Abb. 3: Versuchsaufbau zur Messung der Gleichgewichtsfeuchte

Neben der inneren Oberfläche wirkt sich auch die innere Struktur eines Lebensmittels auf das Wasserbindungsvermögen aus. Eine besondere Rückhaltekraft haben enge Hohlräume, wie sie sich in Pflanzen(stängeln) oder auch Muskelfleisch finden. Diese Kapillarkraft (Versuch 3.2) sorgt u.a. auch dafür, dass Bäume über ihre

Wurzeln bis in die Spitzen mit Feuchtigkeit aus dem Boden versorgt werden. Natürlich gewachsene Lebensmittel wie Obst, Gemüse, Fleisch oder Fisch sind aus Zellen aufgebaut, die mit Flüssigkeit gefüllt sind. Werden Zellen oder Kapillaren beschädigt, wird Flüssigkeit freigesetzt, der Zerkleinerungsgrad eines Lebensmittels spielt also eine wichtige Rolle (Versuch 3.3).

Neben diesen rein physikalischen Effekten tragen auch gelöste Inhaltsstoffe zum Wasserbindevermögen bei. Insbesondere Zucker- und Salzteilchen sind von fest gebundenen Hüllen aus Wassermolekülen umgeben (Versuch 3.4). Polysaccharide wie Stärke oder Pektin können ein gelartiges Netzwerk ausbilden, in das große Mengen Wasser eingelagert werden kann (Versuch 3.5). In gefrorenen Lebensmitteln ist das Wasser zusätzlich durch den Phasenübergang immobilisiert. Durch reversible Sublimation können die Kristalle jedoch während der Lagerung Größe und Ort verändern (Versuch 3.6).

### **3.2.4 Schwerpunktthema 2: Temperatur und pH-Wert**

Die Temperatur zieht sich als elementarer Parameter durch viele Versuche, da sie die Reaktionsgeschwindigkeit maßgeblich beeinflusst. Dies gilt sowohl für chemische als auch für enzymatische Reaktionen, folglich auch für mikrobielles Wachstum.

Moleküle besitzen bei höheren Temperaturen mehr Energie und bewegen sich schneller. Dies erhöht die Geschwindigkeit, mit der Reaktionen ablaufen (Versuch 4.1). Auch der pH-Wert kann die Reaktionsgeschwindigkeit beeinflussen. Bestimmte Reaktionen werden z.B. durch Säure, genauer gesagt durch  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionen katalysiert, z.B. die Spaltung (Hydrolyse) von Saccharose, unserem Haushaltszucker (Versuch 4.2). Am Beispiel dieser beiden Reaktionen wird der Einfluss von Temperatur und pH-Wert auf chemischen Reaktionen modellhaft untersucht.

Durch Hitze und Säure werden Eiweiße denaturiert (Versuch 4.3). Erhitzen und Säuern gehören zu den klassischen Konservierungsverfahren, also Maßnahmen zur Haltbarmachung von Lebensmitteln. Wie man durch Erhitzen pasteurisieren und sterilisieren kann, ist ebenfalls Gegenstand von Experimenten (Versuche 4.4 und 4.7). Dabei wird auch untersucht, warum sich Lebensmittel gekühlt deutlich länger halten als bei Raumtemperatur (Versuch 4.6). Auch die pH-Abhängigkeit enzymatischer Reaktionen und somit auch des Stoffwechsels von Schimmelpilzen und Bakterien wird untersucht (Versuche 4.5 und 4.7).

### 3.2.5 Schwerpunktthema 3: Licht und Luft

Die Parameter Licht und Luft werden gemeinsam behandelt. Was offen an der Luft steht, ist normalerweise auch dem Licht ausgesetzt. Zudem gehen Licht- und Sauerstoffempfindlichkeit oft miteinander einher. Licht einschließlich der nicht sichtbaren Strahlung (UV-) ist wie Wärme (IR-Strahlung) eine Form der Energie. Manche Reaktionen nutzen Licht als Energiequelle, diese nennt man fotochemische Reaktionen. Sie führen bei bestimmten Molekülen zu Veränderungen von Farbe und Geruch/Geschmack (Versuche 5.1 und 5.2).

Diese Veränderungen gehen meist mit Oxidationen als Reaktion mit Luftsauerstoff einher. Bei Redoxreaktionen werden Elektronen übertragen, bestimmte Metallionen, z.B. Eisen (Fe II/III) und Kupfer (Cu I/II), können dabei als Katalysator wirken. Aber auch in Lebensmitteln enthaltene Enzyme können solche Oxidationen unterstützen (Versuch 5.3). Sie enthalten i.d.R. auch Metallionen wie Eisen und Kupfer u.a.

Oxidative Prozesse sind typisch für Abbaureaktionen von Stoffen, insbesondere von ungesättigten Fettsäuren bzw. Fetten und Carotinoiden. Bei letzteren geht dies mit Verlust oder Veränderung der Farbe einher, so dass solche Reaktionen gut visuell verfolgt werden können (Versuch 5.4). Oft entstehen auch Geruchsstoffe wie z.B. bei ranzigem Öl. Wie empfindlich pflanzliche Öle gegenüber Oxidation sind, wird daher ebenfalls untersucht (Versuch 5.5).

### 3.2.6 Schwerpunktthema 4: Verpackungen

Wichtig zur Vermeidung von Lebensmittelverlusten im Alltag ist, diese vor negativen Einflüssen zu schützen. Daher wird auch der Einfluss von Verpackungen und Behältnissen auf die Haltbarkeit von Lebensmitteln behandelt. Neben reinen Barriere-Effekten wie Wasser-, Sauerstoff- oder Licht(un)durchlässigkeit eines Verpackungsmaterials können auch sogenannte Migrationseffekte auftreten, bei denen Stoffe aus dem Material in das Lebensmittel wandern. Viele Lebensmittel sind so verpackt, dass sie vor Licht und Luft geschützt sind. Dabei haben verschiedene Verpackungsmaterialien auch unterschiedliche Eigenschaften, z.B. hinsichtlich ihrer Durchlässigkeit für Feuchtigkeit und verschiedene Gase (Versuche 6.3 und 6.4).

Andererseits können Lebensmittelinhaltsstoffe auch mit Kontaktmaterialien reagieren. In Abhängigkeit vom pH-Wert können Lebensmittel Spuren aus metallischen Materialien herauslösen, sowohl während der Herstellung als auch im Haushalt (Versuche 6.1

und 6.2). In Hinblick auf Erhaltung der Qualität eines Lebensmittels gilt es, eine geeignete Aufbewahrungsform zu wählen.

### **3.2.7 Lebensmittellagerung**

Neben einer geeigneten Verpackung sind auch die Umgebungsbedingungen entscheidend für die Haltbarkeit eines Lebensmittels. Dazu gehören in erster Linie die Temperatur, aber auch die Luftfeuchtigkeit oder das Licht. Von jüngeren Kindern lässt sich dieses Thema gut mit Spielzeuglebensmitteln und einem Modellkühlschrank bearbeiten. Sie müssen entscheiden, welche Lebensmittel besser im Kühlschrank gelagert werden und welche nicht. Dabei werden auch die Temperaturzonen im Kühlschrank einbezogen.

Für ältere Schüler\*innen wurde ein Arbeitsblatt mit einer Aufgabe zur Sortierung von Lebensmitteln im Kühlschrank erstellt, in dem zusätzlich auf unterschiedliche Art und Weise viele wichtige Informationen zur Lagerung von Lebensmitteln aufgeführt sind. Dieses Faltblatt wird den Schüler\*innen bzw. der Lehrkraft mitgegeben, damit der so entscheidende Aspekt der Lagerungsbedingungen im Unterricht noch vertieft werden kann. Das Arbeitsblatt ist als dreiteiliges Faltblatt gestaltet, so dass es zu Hause z.B. am Kühlschrank aufgehängt werden kann. So sind die Informationen später im Alltag immer im Blick (Abbildung 4).



Technische Universität Braunschweig



Agnes-Pockels-SchülerInnen-Labor

### Die goldenen Kühlschranksregeln

**Lebensmittel richtig sortieren:** Es gibt unterschiedliche, jeweils für bestimmte Produkte optimale Temperaturzonen.

**Alte Lebensmittel nach vorn:** Neu gekaufte Produkte nach hinten einräumen und ältere oder angebrochene nach vorn, damit sie nicht übersehen werden.

**Lebensmittel nicht feucht einräumen:** Bei Feuchtigkeit können sich Keime besser vermehren. Anhaftendes Wasser abwischen, Produkte im Gemüsefach besser unverpackt lagern, um Feuchtigkeitsansammlungen zu vermeiden!

**Lebensmittel nicht warm einräumen:** Sonst muss der Kühlschrank stärker kühlen. Das braucht mehr Energie, ist also schlecht für's Klima, und kostet mehr Geld.

**Falsche Kühlschrank-Temperatur:** Lebensmittel werden im Haushalt meist nicht sehr lange gelagert. Darum muss der Kühlschrank nicht auf niedrigster Stufe laufen. Bereits ein Grad weniger bedeutet etwa sechs Prozent mehr Stromverbrauch! Eine Einstellung von 7°C gilt als optimal.

**Empfindliche Lebensmittel nicht in der Seitentür lagern:** Durch ständiges Öffnen schwankt die Temperatur in den Türfächern am stärksten. Hier gehören gut verpackte Lebensmittel mit längerer Haltbarkeit hin wie Getränke, Eier, Butter, Senf ...

**Regelmäßig abtauen:** Eis an der Rückwand vermindert die Kühlwirkung erheblich. Die offene Lagerung feuchter Lebensmittel und häufiges Öffnen der Tür beschleunigen die Eisbildung. Am besten 2x jährlich abtauen!

**Regelmäßig reinigen:** Um Gerüchen und Keimen vorzubeugen, sollte man den Kühlschrank alle vier bis sechs Wochen reinigen, vor allem, wenn unverpackte oder offene Lebensmittel darin gelagert werden. Dazu eignen sich Essig- oder Zitronenwasser. Aufgrund ihres pH-Werts hemmen sie die Vermehrung von Keimen.

### Ist das noch gut oder kann das weg?

Auch wenn das **Mindesthaltbarkeitsdatum** überschritten ist, sollte man das Produkt nicht einfach wegwerfen, sondern immer erst prüfen!

So kann man Lebensmittel selbst einschätzen:



Schauen!  
Sieht das Produkt normal aus?



Schnuppern!  
Riecht das Produkt normal?



Schmecken!  
Schmeckt das Produkt normal?



3 x Ja  
Das Produkt kann verwendet werden!

**Auflösung:**



Agnes-Pockels-SchülerInnen-Labor  
E-Mail: [agnespockelslabor@tu-braunschweig.de](mailto:agnespockelslabor@tu-braunschweig.de)  
[www.tu-braunschweig.de/agnes-pockels-labor](http://www.tu-braunschweig.de/agnes-pockels-labor)

Abbildungen: Burghardt & Tank, Braunschweig (but-design)

Das Projekt wurde gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (Az 34539-44)





Verwenden - nicht verschwenden!

Agnes-Pockels-SchülerInnen-Labor für Chemie

Gewusst wie – Lebensmittel richtig lagern!

## Lebensmittel richtig lagern: Was gehört wohin?

### Was **nicht** in den Kühlschrank gehört...

Kühl gelagerte Produkte halten meist länger. Aber manche Produkte sind auch bei Raumtemperatur sehr lange lagerfähig. Anderen schadet die Kühlung sogar!

**Brot** lagert man am besten in einem sauberen und trockenen Brotkasten bei 12-18 °C. Die Luft muss zirkulieren können, sonst kann sich durch die vom Brot abgegebene Feuchtigkeit schneller Schimmel bilden.

**Speiseöle** wie zum Beispiel Olivenöl verändern bei Kälte ihre Konsistenz. Höher schmelzende Anteile können ausfallen, bei Raumtemperatur werden sie wieder flüssig. Am besten im Vorratsschrank lagern!

Der im Honig gelöste Zucker kristallisiert im Kühlschrank aus, der Honig ist dann nicht mehr streichfähig. Honig ist auch bei Raumtemperatur lange haltbar.

**Nudeln, Reis** und andere trockene Lebensmittel wie Mehl, Zucker, Salz oder Gewürze werden vor Feuchtigkeit geschützt bei Raumtemperatur im Vorratsschrank gelagert.

### Im Kühlschrank gibt es für jedes der abgebildeten Produkte einen optimalen Platz!

Sortiere die Lebensmittel durch Pfeile an ihren Platz:



### Was **nicht** in den Kühlschrank gehört...

Manche Obst- und Gemüsesorten wie...

**Kartoffeln** sind kälteempfindlich. Unterhalb von 4 °C wird die in den Kartoffeln enthaltene Stärke teilweise zu Zucker abgebaut. Kartoffeln dunkel, trocken und kühl lagern, z.B. im Keller oder in einer Speisekammer.

**Zwiebeln und Knoblauch** treiben im Kühlschrank schnell aus und fangen an zu faulen. Unbedingt trocken lagern! Zwiebeln und Kartoffeln beschleunigen gegenseitig ihren Entwicklungsprozess.

**Südfrüchte** wie z.B. Zitrusfrüchte vertragen keine Kälte, darum wachsen sie nur in warmen Ländern. Im Kühlschrank verschwindet ihr Aroma. Bananen bilden braune Flecken auf der Schale, verderben aber nicht.

**Tomaten** lagert man am besten bei Zimmertemperatur an einem luftigen trockenen Ort, sonst verlieren sie ihr Aroma!

**Avocados** werden unreif verkauft und müssen nachreifen, am besten bei Raumtemperatur.

Abb. 4: Arbeitsblatt zur Lebensmittellagerung (dreiteiliges Falblatt)

### 3.3 Nachbereitung in der Schule

In einer Nachbereitungseinheit im Schulunterricht sollen die neu erworbenen Erkenntnisse dann gefestigt und auf den eigenen Umgang mit Lebensmitteln im Alltag übertragen werden.

Dazu werden zunächst die im Labor durchgeführten Experimente noch einmal thematisiert, um nachträglich aufgetretene Fragen zu klären bzw. einen Bezug zum eigenen Unterricht zu erstellen. Inwieweit die naturwissenschaftlichen Grundlagen weiter im Unterricht vertieft werden, liegt im Ermessen der Lehrkräfte. Zur Unterstützung erhalten die Lehrkräfte die Beschreibungen der durchgeführten Versuche mitsamt den Beobachtungen, die die Schüler\*innen bei der Durchführung machen sollen, und den Auswertungen sowie weitere Hintergrundinformationen. Darin werden, falls erforderlich noch einmal die Methodik der Untersuchung, vor allem aber die zu erarbeitenden naturwissenschaftlichen Erkenntnisse erläutert. Außerdem wird der Bezug zu Lebensmitteln hergestellt, also zu konkreten Produkten, in denen vergleichbare Prozesse ablaufen. Fragen zum Alltagsbezug der Versuchsinhalte, die Teil der Versuchsauswertung sind, können mit den in den Arbeitsblättern zur Verfügung gestellten Informationen beantwortet werden.

Anhand typischer Beispiele aus dem Alltag für Situationen, in denen Lebensmittel in den Müll geworfen werden (Tabelle 2), sollen dann die im Experiment erworbenen Erkenntnisse auf das alltägliche Umfeld und den eigenen Umgang mit Lebensmitteln übertragen werden. Die Schüler\*innen sollen jeweils nennen, welche Vorgänge in dem Produkt aus naturwissenschaftlicher Sicht abgelaufen sind, und bewerten, ob es sich um eine Qualitätseinschränkung handelt oder dieses Produkt tatsächlich verworfen werden sollte. Außerdem sollen sie Handlungsalternativen nennen, mit denen sich eine negative Veränderung des Produkts verzögern bzw. vermeiden ließe. Diese Arbeitsblätter können in Einzelarbeit oder in Kleingruppen bearbeitet und abschließend im Klassenverband zusammengefasst und diskutiert werden.

Da die korrekte Lagerung von Lebensmitteln einen großen Einfluss auf mögliche Veränderungen im Produkt und somit auf die Haltbarkeit hat, sollen sich die Schüler\*innen zum Abschluss mit der Kühlschranklagerung und den dabei geltenden Regeln auseinandersetzen. Durch deren Einhaltung kann mit relativ wenig Aufwand eine große Wirkung erzielt werden. Die Übertragung auf die eigenen Lebenswelt wird unterstützt durch ein Faltblatt mit vielfältigen Informationen, das die Schüler\*innen z.B. zuhause an den Kühlschrank heften können. Die Lehrkräfte erhalten dies bei ihrem Besuch im Labor als Klassensatz.

Tab. 2: Beispiele aus dem Alltag: „Kann ich das essen oder muss das weg?“

Was ist passiert?	Was soll ich tun?	Handlungsalternative
Bei der <b>Quarkspeise</b> ist das <b>Mindesthaltbarkeitsdatum</b> überschritten.	Anschauen, riechen, probieren! Wenn nichts auffällig ist: essbar!	Planen und nach Bedarf einkaufen
Auf dem Stück <b>Käse</b> ist grüner Schimmel.	Schimmel ist gesundheitsgefährlich. Wegwerfen! (dies gilt nicht für käseeigenen Edelschimmel)	Käse immer sauber verpacken und kühl lagern.
Die <b>Wurst</b> sieht grünlich aus und riecht streng.	Die Wurst ist vermutlich verdorben. Wegwerfen!	Wurst immer kühl lagern und bald verzehren. Nicht offen stehen lassen.
Der <b>Joghurt</b> hat Wasser gesammelt.	Das im Joghurt verteilte Wasser tritt langsam aus (Änderung der Wasserbindungsfähigkeit). Kein Problem: umrühren, essen!	
Die <b>Banane</b> ist braun.	Das ist normale Reifung: essen! (Vielleicht als Smoothie oder in Quark einrühren, Bananenbrot backen)	Bananen möglichst getrennt von anderem Obst aufbewahren. Luftaustausch muss gewährleistet sein
, Die <b>Kartoffeln</b> haben viele Keime.	Keime entfernen, dann essbar.	Dunkel und trocken lagern.
Die <b>Kekse</b> sind nicht mehr knusprig.	Sie haben Feuchtigkeit aus der Luft aufgenommen: essbar!	Immer verschlossen lagern.
Der <b>Fleischsalat</b> hat Blasen in der Mayonnaise und riecht ungewöhnlich.	Der Salat kann verdorben sein. Wegwerfen!	Immer kühl lagern
Das <b>Salatöl</b> riecht muffig.	Das Öl kann ranzig sein. Vorsichtig probieren! Wenn anders schmeckt als sonst: wegwerfen!	Lichtgeschützt und verschlossen lagern
Bei der <b>Sahne</b> hat sich eine dicke Fettschicht oben abgesetzt.	Wasser und Fett trennen sich langsam. Schütteln und normal verwenden!	
Bei dem vorgeschnittenen <b>Salat</b> ist das <b>Verbrauchsdatum</b> überschritten.	Der Salat kann verdorben sein. Wegwerfen!	Planen und nach Bedarf einkaufen, besser selbst schneiden
Das <b>Brot</b> ist trocken und hart.	Die Stärke gibt langsam Wasser ab. Anfeuchten und aufbacken oder kurz in die Mikrowelle	Nicht im Kühlschrank, sondern im Brotkasten lagern. Noch besser: einfrieren und portionsweise auftauen.

## **4 Mobile und Online-Angebote**

### **4.1 Experimente der Woche**

Ausgelöst durch die Schulschließungen und Kontaktbeschränkungen im März 2020 wurden zunächst vereinfachte Angebote als Onlineversionen konzipiert, so dass sich die Experimente zu Hause durchführen lassen. Damit sollte es den Lehrkräften ermöglicht werden, auch während der Schulschließungen naturwissenschaftliches Experimentieren in den Unterricht einzufügen.

Dazu wurde auf der Homepage des Agnes-Pockels-Labors eine Rubrik mit dem Titel „Experimente der Woche“ eröffnet. Von Mai bis zu den Sommerferien 2020 wurden wöchentlich zwei bis drei einschlägige Experimente zum Thema Lebensmittelverschwendung sowie weitere Informationen zum Umgang mit Lebensmitteln auf der Homepage des Labors veröffentlicht. Dieses neue Angebot wurde nach dem Start auch von weiteren Institutionen beworben. Ein Praxistest der erarbeiteten Experimente erfolgte ab September 2020 in Arbeitsgemeinschaften für Viertklässler, die nachmittags als Online-Veranstaltungen stattfanden.

Dieses zusätzlich erstellte Angebot bleibt dauerhaft auf unserer Homepage abrufbar (<https://www.tu-braunschweig.de/agnes-pockels-labor/experimente-der-woche>). Mittlerweile ist hier eine Vielzahl von Experimenten zu ganz unterschiedlichen Themen zu finden.

### **4.2 Videoclips**

Bereits zu Projektbeginn war geplant, von den im Rahmen dieses Projekts erarbeiteten Versuchen Videoclips zu erstellen. Ursprünglich sollte in diesen Clips die Durchführung der Experimente im Labor gezeigt werden, inklusive Erklärung der naturwissenschaftlichen Grundlagen. Diese sollten den Lehrkräften, die Möglichkeit geben, weitere Experimente im Unterricht zu behandeln.

Aufgrund der andauernden Einschränkungen des Schulunterrichts durch Schließungen oder Quarantänemaßnahmen wurde das Konzept für die Videoclips erweitert. Es wird nicht nur die Versuchsdurchführung gezeigt, sondern der Versuch wird thematisch eingebettet, auch ein Bezug zum Umgang mit Lebensmitteln im Alltag wird hergestellt.

Die Videos beginnen mit einem Aspekt oder einer Frage aus dem alltäglichen Umgang mit Lebensmitteln, damit die Schüler\*innen sofort einen Bezug zu ihrer Lebenswelt herstellen können. Der Versuch selbst ist entsprechend der naturwissenschaftlichen Vorgehensweise in die Abschnitte Materialien und Aufbau, Durchführung, Beobachtung

und Erklärung gegliedert. Zur Erklärung werden u.a. auch Modelle herangezogen. Die neu gewonnenen Erkenntnisse werden zum Abschluss auf den Umgang mit Lebensmitteln im Alltag übertragen, z.B. mit Tipps oder speziellen Hinweisen. Die Videos haben eine Länge von fünf bis sieben Minuten, lassen sich also gut in den Unterricht integrieren. Sie stehen über die Homepage deutschlandweit Lehrkräften zur Verfügung.

### 4.3 Experimentierkisten

Das Agnes-Pockels-SchülerInnen-Labor hat von Beginn an Experimentierkisten zur Ausleihe angeboten, um die Themen der Laborbesuche weiter zu unterfüttern. Diese enthalten jeweils das vollständige Material zur Durchführung im Klassensatz und sind kostenlos.

Nicht alle für das Arbeiten im Schülerlabor entwickelten Experimente eignen sich auch zur Durchführung unter den Rahmenbedingungen des Schulunterrichts. Daher wurden für einige Experimente spezielle Schulversionen erarbeitet. Für drei verschiedene Versuchsreihen wurden Experimentierkisten für den Verleih zusammengestellt. Diese Kisten sind so konzipiert und bestückt, dass je Kiste für drei bis vier verschiedene Experimente insgesamt mindestens 15 Experimentierstationen aufgebaut werden können. Lehrkräfte können sich vorab auf unserer Homepage über die Kistenangebote und die jeweiligen Inhalte informieren oder sich bei der Auswahl beraten lassen.

Die drei Themenkisten, die von Lehrkräften ausgeliehen werden können, enthalten folgende Experimente:

- **Wasserverfügbarkeit in festen Lebensmitteln:** Experimente zur Stärkeverkleisterung, Osmose, Kapillarität und Barrieren in Lebensmitteln
  - **Stärkeverkleisterung:** Was ist Stärke? Warum kann Stärke Wasser binden? Was passiert beim Trockenwerden von Backwaren? (Altbackenwerden durch Retrogradation)
  - **Barrieren:** Warum ist Gemüse fest, obwohl es i.d.R. mehr als 90% Wasser enthält? Wie viel Wasser enthalten Gurken und Zucchini? (Schutzwirkung von Barrieren, Verderbsanfälligkeit bei Beschädigung)
  - **Osmose:** Wie zeigt sich Osmose? Welche Substanzen wirken osmotisch? Was passiert in einer Zwiebel, wenn ich sie salze? (Salzen, Zuckern zur Lebensmittelkonservierung)

- **Kapillarkräfte:** Was ist das? Wie können wir Kapillarkräfte nutzen? In welchen Lebensmitteln wirken sie? (Gefahr von Austrocknung und Verderb von zerkleinerten Produkten)
- **Reifung und Verderb:** Einfluss von Temperatur und Säuren auf Eiweiße und Mikroorganismen
  - **Eiweißgerinnung:** Wie zeigt sich Eiweißgerinnung? Wodurch gerinnt Eiweiß? Wie wird das Eiweiß dabei verändert? (Funktion von Eiweißen in pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln)
  - **Aktivität von Mikroorganismen:** Wie wirken sich Veränderungen der Temperatur und die Zugabe von Säure auf die Aktivität von Hefe aus? (Haltbarmachen durch Säuern und/oder Erhitzen)
  - **Aktivität von Enzymen:** Wie wirken sich Veränderungen beim pH-Wert auf die Aktivität von Kartoffelenzymen aus? Wie verhalten sich gekochte Kartoffeln? (Haltbarmachen durch Säuern und/oder Erhitzen)
  - **Obstreifung:** Wieso muss Obst reifen? Was passiert, wenn eine unreife, grün-gelbe Banane langsam braun wird? (Reife versus Verderb)
- **Veränderungen durch äußere Einflüsse/ Lagerbedingungen:** Licht, Luft und Verpackungsmaterialien
  - **Wirkung von Licht:** Kann man Riboflavin im Lebensmittel sehen? Wie verändert sich Riboflavin im Licht? Was bedeutet das? Was hat das mit Milch zu tun? (Abbau von Inhaltsstoffen, Lichtgeschmack)
  - **Obstbräunung:** Warum wird angeschnittenes Obst braun? Wie kann man das verhindern? (Oxidation von Inhaltsstoffen, Antioxidationswirkung von Ascorbinsäure)
  - **Eisenhaltige Gegenstände im Haushalt:** Wie kann man Eisen nachweisen? Wie wirken Säuren oder Salz auf Eisen? Was muss man bei Konservendosen beachten? (Stoffmigration, Katalysatorwirkung von Metallionen in Redoxreaktionen)

Das Angebot zum Kistenverleih in diesem Themenbereich besteht seit Herbst 2020. Aufgrund der Einschränkungen im Schulbetrieb durch Schließungen, Quarantäne einzelner Schüler\*innen bzw. ganzer Klassen bzw. der Lehrkräfte sowie Wechselunterricht wurde dieses Angebot allerdings bisher kaum genutzt. Die Corona-bedingten Ein-

schränkungen im Schulbetrieb haben über einen langen Zeitraum einen praktischen naturwissenschaftlichen Unterricht in der Schule quasi unmöglich gemacht. Erst zum Projektende ist eine spürbare Belebung festzustellen. Einige Lehrkräfte haben Versuche aus den Experimentierkästen im Online-Unterricht vorgeführt. Auch dieses Angebot wird verstetigt.

## **5 Praktische Durchführung im Agnes-Pockels-SchülerInnenlabor**

### **5.1 Erprobung mit Partnerschulen**

Für dieses Projekt konnten drei Schulen als Partner gewonnen werden:

- Henriette-Breymann-Gesamtschule Wolfenbüttel (fünfzügig)
- Gunzelin-Realschule Peine (dreizügig)
- Fritz-Reuter-Realschule Gifhorn (zweizügig)

Die Partnerschulen hatten sich bereit erklärt, jeweils mit einer Jahrgangsstufe pro Schuljahr die in diesem Projekt entwickelten Unterrichtseinheiten gekoppelt mit einer Experimentiereinheit im Schülerlabor durchzuführen. Die Gunzelin-RS nahm mit den 10. Klassen teil, die Fritz-Reuter-RS hatte zunächst die 9. und 10. Klassen eingeplant, musste dies dann jedoch aus schulinternen Gründen auf die 9. Klassen einschränken. Die Henriette-Breymann-IGS hatte im ersten Durchlauf mit dem 9. Jahrgang teilgenommen, für die Folgejahre war der 7. Jahrgang eingeplant.

Das Projekt startete im zweiten Halbjahr des Schuljahres 2018/19. Da bereits nach kurzer Zeit erste Versionen für Experimente und die Unterrichtseinheiten erarbeitet worden waren, konnten noch im gleichen Schuljahr mit allen drei Schulen die ersten Teststunden durchgeführt werden (Tab. 3).

Die Lehrkraft der Gunzelin-RS entschied aufgrund der hochaktuellen Thematik und der guten Resonanz bei den Schüler\*innen pro Schuljahr mit jeder Klasse pro Schuljahr sogar zwei Besuche im Schülerlabor zum Thema Lebensmittelverschwendung durchzuführen. So konnten die Schüler\*innen die gesamte Bandbreite der Experimente kennenlernen. Der nächste Besuch fand im ersten Halbjahr des Schuljahres 2019/20 statt. Ab März 2020 mussten weitere geplante Besuche infolge der Schließung abgesagt werden.

Im November 2021 waren kurzfristig wieder Besuche von Schulklassen zulässig, danach waren sie wieder bis April 2022 verboten. Das kurze Zeitfenster im November 2021 nutzte die Gunzelin-RS für einen Laborbesuch zum Thema Lebensmittelverschwendung mit dem 10. Jahrgang, im Mai 2022 konnte der zweite Besuch für diesen

Jahrgang stattfinden. In dieser Schule sind Besuche im Schülerlabor in schuleigenen Lehrplan fest eingeplant. Sie müssen also nicht speziell beantragt werden und sind daher organisatorisch recht einfach durchzuführen.

Die Henriette-Breyman-IGS hatte einen Besuch des 7. Jahrgang zum Ende des Schuljahres 2021/22 geplant, der jedoch aus terminlichen Gründen nicht stattfinden konnte. Die Fritz-Reuter-RS kann in diesem Schuljahr aus organisatorischen Gründen keine Termine mehr wahrnehmen. Insbesondere die Henriette-Breyman-IGS möchte die Kooperation mit dem Agnes-Pockels-Labor aber aufrechterhalten.

Tab. 3: Abgleich geplante und erreichte Besuche der Partnerschulen

<b>Partnerschulen</b>	<b>geplant pro Schuljahr</b>	<b>2. Halbjahr 18/19</b>	<b>Schuljahr 19/20</b>	<b>Schuljahr 20/21</b>	<b>Schuljahr 21/22</b>
<i>Besuche im Schülerlabor möglich?</i>		<i>ja</i>	<i>bis März 20</i>	<i>nein</i>	<i>3 Wochen im November 2021 und ab 20.04.22</i>
IGS Wolfenbüttel	5 Klassen	4 Klassen	ausgefallen	---	geplant zum Schuljahresende
Realschule Peine	3 Klassen	3 Klassen	3 Klassen, 2. Durchgang ausgefallen	---	6 Klassen
Realschule Gifhorn	2 Klassen	2 Klassen	ausgefallen	---	--

## 5.2 Andere Gruppen

Schon kurz nach dem Projektstart hatten weitere Schulen Interesse an Experimentiereinheiten zum Thema Lebensmittelverschwendung gezeigt. Daher wurde eine Kurzfassung konzipiert (siehe Kap. 3.2.2), die neben dem experimentellen Arbeiten auch eine thematische Einführung inklusive Sensibilisierung und die Anwendung der Erkenntnisse im Alltag umfasst. Dieses verkürzte Programm wurde mit etlichen Gruppen unterschiedlicher Klassenstufen und Schultypen durchgeführt.

Folgende Besuche konnten bis zur pandemiebedingten Schließung stattfinden:

- eine Berufsschulklasse der Fachoberschule Ernährung und Hauswirtschaft aus Hildesheim
- eine Schülergruppe 9./10. Klasse aus Salzgitter mit dem Ziel der Berufsorientierung (Bona SZ)
- eine 9. Klasse vom Lessing-Gymnasium aus Uelzen.

- eine Schülergruppe der Leibniz-Realschule aus Wolfenbüttel mit dem Ziel der Berufsorientierung (KoPra Wolfenbüttel)
- eine 10. Klasse sowie ein Wahlpflichtkurs des 11. Jahrgangs der IGS Volkmarode aus Braunschweig
- eine 3. Klasse der Grundschule OGS Altmühlstraße, Braunschweig, der geplante Besuch der Parallelklasse musste aus schulinternen Gründen kurzfristig abgesagt werden
- eine gemischte Gruppe aus Erst- bis Viertklässlern der Freien Schule Braunschweig
- zwei Gruppen 10-14jähriger SchülerInnen, die das Thema aus dem Kinderwissenschaftlichen Ferienprogramm der TU Braunschweig (kurz „KIWI“) ausgewählt hatten.

Nach Wiederöffnung fanden folgende Besuche statt:

- zwei 8. Klassen aus Braunschweig und Wolfenbüttel mit dem Ziel der Berufsorientierung (BOBS, KoPra Wolfenbüttel)
- vier 8. Klassen der Hoffmann-von-Fallersleben-Realschule Wolfsburg

Auch in diesem Bereich konnten bis zum Beginn der Coronapandemie die Besuche wie geplant durchgeführt werden. Neun bereits gebuchte Termine mussten abgesagt werden. Nach der Wiedereröffnung Ende April 2022 fanden die ersten Termine bereits statt, weitere sind geplant (Tab. 4).

Tab. 4: Abgleich geplante und erreichte Besuche weiterer Schulklassen

<b>weitere Schulen</b>	Einheiten geplant pro Schuljahr	erreicht bis März 2020	Termine seit der Wiederöffnung
Grundschulen	4-6	2 + 4 AGs*	2 AGs
Sekundarstufe I	6-8	8	4
Sek. II, Berufsschulen	2-3	2	-

\* = regelmäßig im Labor stattfindende Viertklässler-AGs

### **Experimentelle Facharbeiten im Schülerlabor**

In den Sommerferien 2020 haben zwei Schülerinnen des 12. Jahrgangs vom Gymnasium Martino-Katharineum in Braunschweig über zwei Wochen den experimentellen Teil ihrer Facharbeit zu Themen aus dem Arbeitsfeld dieses Projekts im Agnes-Pockels-Schülerlabor durchgeführt. Eine Arbeit beschäftigte sich mit dem Stoffübergang

bei der Verwendung von Alufolie im Kontakt mit Lebensmitteln. Qualitativ und halbquantitativ wurde untersucht, unter welchen Bedingungen Aluminium sich löst und in das Kontaktmaterial übergeht. Dabei wurden verschiedene säurehaltige Lebensmittel eingesetzt sowie Temperaturen und Lagerzeiten variiert.

In der zweiten Arbeit untersuchte die Schülerin dem Wasserverlust bei der Lagerung von Brot in Abhängigkeit von Umgebungsbedingungen. Dazu wurden Brotstücke systematisch bei Raum- sowie Kühlschranktemperatur bei unterschiedlichen Luftfeuchtigkeiten gelagert, der auftretende Wasserverlust wurde gravimetrisch bestimmt. Die Arbeiten wurden im Oktober 2020 schulintern veröffentlicht.

## **Online-AGs**

Seit 2007 bietet das Agnes-Pockels-SchülerInnen-Labor wöchentlich stattfindende Chemie-AGs an, in denen interessierte Schüler\*innen über Jahre experimentieren können. Von Oktober 2020 bis April 2022 wurden die AG-Teilnehmer\*innen online betreut. Sie erhielten im Vorfeld der AG-Termine Materiallisten in Anlehnung an die „Experimente der Woche“, die auf diesem Weg gleichzeitig getestet wurden. Während der AG-Zeit wurde dann gemeinsam experimentiert. Die Ergebnisse wurden danach gemeinsam diskutiert und thematisch eingebettet. Ergänzend wurden ausgewählte Experimente während der Videokonferenz live im Labor vorgeführt, sodass die Kinder auch aufwendigere Versuche kennenlernen konnten. In diesem Rahmen wurden verschiedene Experimente aus diesem Projekt durchgeführt, z.B. zu Milch, Fetten, Eiweiß, Barrieren, Kapillarität und Osmose.

## **5.3 Schulungen**

### **Schulungen für die Kooperationspartner**

Die ersten Schulungen zum Thema Lebensmittelverschwendung richteten sich an die Mitarbeiterinnen der Kooperationspartner.

Im Dezember 2019 wurden Frau Dr. Mareike Wilms, Leiterin der Bildungsangebote sowie einer weiteren Mitarbeiterin des Phaeno Science Centers Wolfsburg die Projekthinhalte und die entwickelten Experimente im Agnes-Pockels-Schülerlabor vorgestellt.

Im Januar 2020 haben sieben Mitarbeiter\*innen der Museumspädagogik des Naturhistorischen Museums Braunschweig eine Einführung in die Projekthinhalte erhalten und konnten anschließend die entwickelten Experimente im Agnes-Pockels-Labor selbst

durchführen. Im Zuge dieser Schulung wurde diskutiert, wie einzelne Experimentierstationen an die Belange des Museums angepasst werden können. Zum einen sind es die praktischen Bedingungen hinsichtlich Räumlichkeiten und Ausstattung an Geräten, zum anderen die spezifischen Zielgruppen des Museums, die eine Anpassung erforderlich machen. Die Versuchsunterlagen sowie weitere Materialien, die sich zur Umsetzung des Themas Lebensmittelverschwendung im Museum eignen, wurden den Mitarbeiter\*innen zur Verfügung gestellt. Auf dieser Grundlage entwickelten sie ein Experimentierprogramm für ein Aktionswochenende im Museum.

Im August 2020 sowie im Februar 2021 wurden Schulungen für die Mitarbeiterinnen des Bremer Schülerlabors FreiEx durchgeführt. Die erste Schulung fand in Braunschweig statt. Die Leiterin des FreiEx, Frau Dr. Antje Siol, sowie zwei Mitarbeiterinnen lernten vor Ort im Agnes-Pockels-Labor die Versuchsinhalte, den jeweiligen Aufbau und die dafür erforderlichen Gerätschaften kennen. Dabei konnten sie alle Versuche selbst durchführen. Die Unterlagen zu den Versuchen und Vor- und Nachbereitungseinheiten sowie alle weiteren notwendigen Materialien wurden dem FreiEx zur Verfügung gestellt, damit die Inhalte an die dortigen Bedingungen adaptiert werden konnten. Im Februar 2021 fand die zweite Schulung statt, diesmal im Schülerlabor in Bremen. Es wurden grundsätzliche Fragestellungen zur Umsetzung der Projektinhalte im Schülerlabor FreiEx besprochen. Außerdem wurden die Mitarbeiter\*innen in die Messungen mit den Feuchtigkeitssensoren und dem gekoppelten Minicomputer eingeführt, die in zwei Experimenten zur Feuchtigkeit eingesetzt werden. Diese werden vom Agnes-Pockels-Labor vorübergehend dem FreiEx für die im Rahmen des Projekts stattfindenden Schulklassenbesuche zur Verfügung gestellt.

### **Weitere Schulungen**

In einem Workshop im Rahmen des MINT-Fachtags im März 2020 der TU Braunschweig (siehe Kap. 9.1) konnten interessierte Lehrkräfte das Konzept detailliert kennenlernen und einen Großteil der entwickelten Experimente praktisch durchführen. Insgesamt nahmen vierzehn Lehrkräfte von Realschulen, Gesamtschulen sowie Gymnasien teil.

Im September 2019 fand eine Fortbildung für acht Ökotropholog\*innen statt. Diese konnten an insgesamt acht Stationen zu verschiedenen Themen wie Physisorption, Reifungsprozessen, Fettoxidation und Fotoxidation sowie dem Einfluss von Verpackungsmaterialien experimentieren. Es handelte sich um eine offizielle anerkannte

Fortbildungsveranstaltung der Ortsgruppe Braunschweig des Verbands Deutscher Ökotrophologen.

### **Lehramtanwärter\*innen**

Auch die Seminargruppen für Lehramtsanwärter\*innen, von denen üblicherweise ca. 1-3 Gruppen pro Jahr das Schülerlabor besuchen, durften ab März 2020 nicht mehr ins Labor kommen. Sobald diese Gruppen wieder in das Schülerlabor kommen, werden ihnen die Projektinhalte vorgestellt.

### **Weitere geplante Schulungen**

Bei einer Veranstaltung des Lehrerfortbildungszentrums Leipzig wird das Agnes-Pockels-Labor am 30.09.2022 einen Workshop zum Thema Lebensmittelverschwendung durchführen.

Eine Übersicht über geplante und tatsächlich stattgefundene interne Veranstaltungen zeigt Tabelle 5.

Tab. 5: Abgleich geplante und tatsächlich stattgefundene interne Veranstaltungen

	<b>geplant Einheiten</b>	<b>tatsächlich stattgefunden</b>
Seminarbesuche Lehramtsanwärter*innen	8	--
Schulungen für Kooperationspartner		<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA Museumspädagogik: 2</li> <li>• MA Schülerlabor FreiEx Bremen: 2</li> </ul>
Schulungen für Lehrkräfte und andere Multiplikatoren	1-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrkräfte: 1</li> <li>• andere: 1</li> <li>• geplant: Lehrkräfte 1</li> </ul>

## **5.4 Evaluation**

Um bewerten zu können, ob die Durchführung der im Rahmen dieses Projekts konzipierten dreistufigen Gesamteinheit, also Einführungseinheit in der Schule, experimentelle Einheit im Labor und Nachbereitungseinheit in der Schule (s. Kapitel 3.1 -3.3), einen Einfluss auf Einstellung und Handeln der Schüler\*innen hat, wurden bei den Testdurchläufen in den Schulklassen der teilnehmenden Partnerschulen Fragebögen als Pre-Post-Tests eingesetzt. Die Schüler\*innen füllten zu Beginn der Einführungseinheit, also bevor sie sich im Unterricht mit dem Thema beschäftigt hatten, sowie am Ende der Nachbereitungseinheit jeweils einen Fragebogen aus. Dabei handelte es sich überwiegend um Entscheidungsfragen. Die Befragung erfolgte anonym.

Bereits vor der ersten Unterrichtseinheit war das Interesse am Thema Lebensmittelverschwendung groß. Zwei Drittel der Schüler\*innen (191) gaben schon im Pretest

an, sich dafür zu interessieren, ein Drittel (94) hatte kein Interesse an dem Thema. Die Abschlussbefragung ergab, dass das Interesse bei der Mehrheit der Schüler\*innen (161, entspricht 56 %) durch die Inhalte der Lerneinheiten stieg, also geweckt bzw. noch weiter gesteigert werden konnte.

Auch das persönliche Handeln einzelner Schüler\*innen hatte sich nach Abschluss der Gesamteinheit verändert. Bei der Frage, ob die Person in den letzten Tagen Lebensmittel in den Müll geworfen habe, sank der Anteil der Schüler\*innen, die mehrfach Lebensmittel weggeworfen hatten, von 31 % auf 24%, der Anteil der Schüler\*innen, die einmal Lebensmittel weggeworfen hatten, stieg von 30 % auf 35 %. Vorher hatten 40 % der Schüler\*innen keine Lebensmittel in den Müll geworfen, nach der Durchführung 42 % (s. Abb. 5). Hierbei handelt es sich natürlich um einen kurzfristigen Trend, inwieweit die SchülerInnen dieses Handeln künftig beibehalten wird, lässt sich so nicht klären.

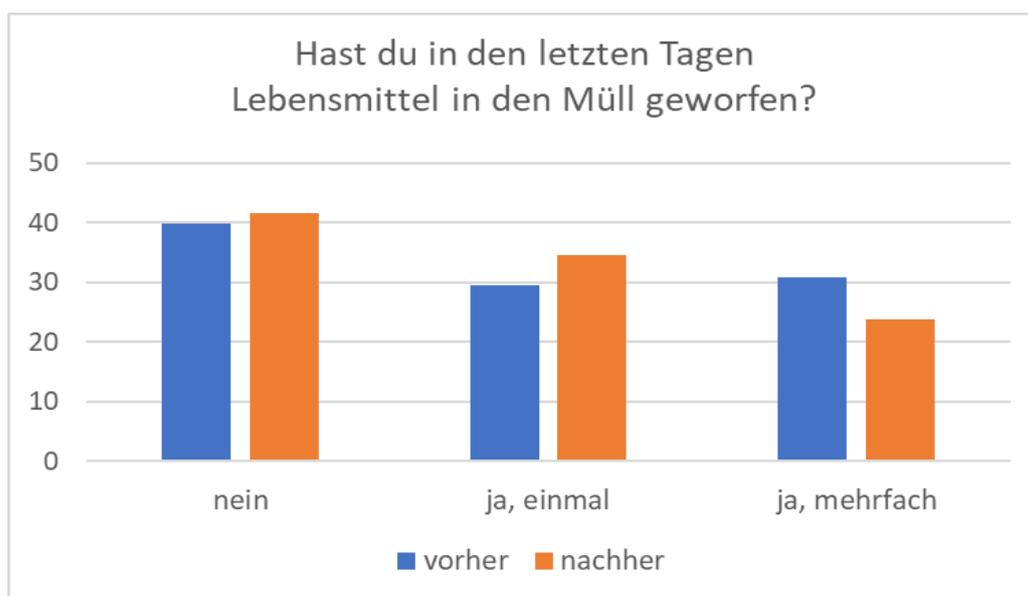


Abb. 5: Vergleich des Handelns vor und nach Durchführung der Gesamteinheit (Angaben in %, insgesamt 289 SuS, 9./10. Klassen RS und IGS)

Auch bei der Einstellung zum eigenen Beitrag bei der Lebensmittelverschwendung zeigte sich nach Durchführung der Gesamteinheit eine Veränderung (s. Abb. 6). Während vorher knapp 23 % der Schüler\*innen für sich keine Möglichkeit erkennen konnten, einen Beitrag zur Verringerung von Lebensmittelabfällen zu leisten, waren es nach Abschluss der Gesamteinheit nur noch 5 %.

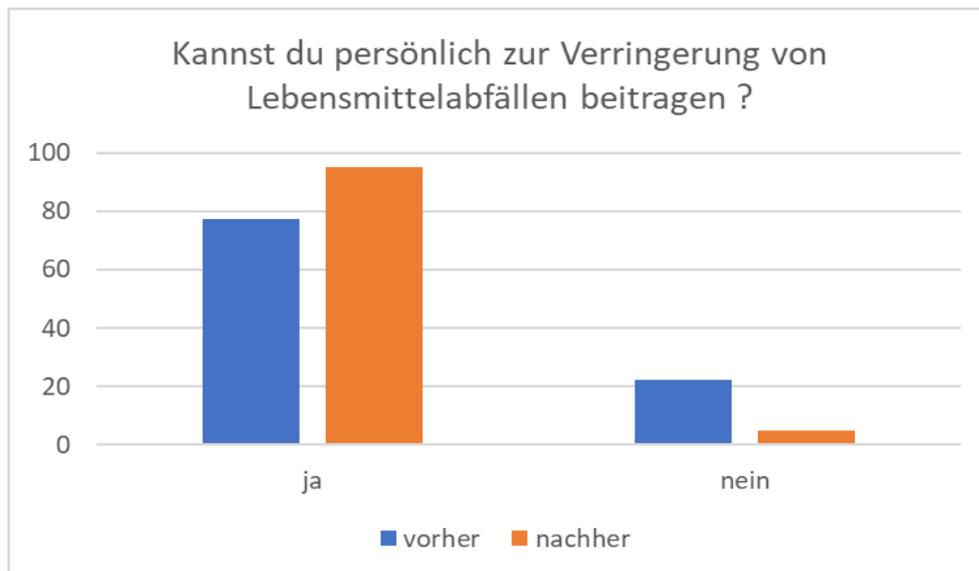


Abb. 6: Vergleich der Einstellung vor und nach Durchführung der Gesamteinheit (Angaben in %, 285 SuS, 9./10. Klassen RS und IGS)

Wie notwendig es ist, den Unterschied zwischen leichten Qualitätseinbußen und dem echten Verderb eines Lebensmittels bewusst zu machen, und natürlich auch Erkenntnisse darüber zu vermitteln, wie Verderb verhindert oder zumindest verzögert werden kann, zeigt Abbildung 7.

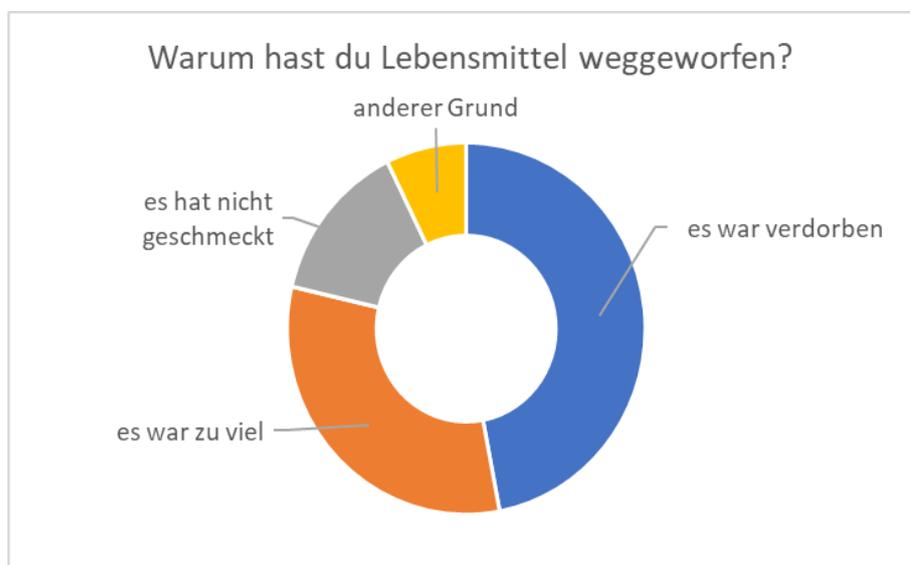


Abb. 7: Gründe für Lebensmittelverluste (234 Antworten, 9./10. Klassen RS und IGS)

Niemand möchte und sollte verdorbene Lebensmittel essen. Fast die Hälfte der Schüler\*innen (47%) gab an, Lebensmittel weggeworfen zu haben, weil diese verdorben gewesen seien. In Diskussionen während der Laboreinheiten über diese Situationen

zeigte sich jedoch oft, dass jegliche Veränderung von Lebensmitteln, egal ob Farbe, Konsistenz, Geruch oder Geschmack von den Schüler\*innen als Verderb angesehen wurde. Die Mehrzahl dieser Veränderungen war jedoch objektiv nicht als Verderb, sondern als Qualitätseinbuße einzustufen. Wird das Bewusstsein dafür geweckt, dass Veränderungen von Lebensmitteln während der Lagerung, z.B. Reifung und sogar Überreife, nicht sofort mit Verderb gleichzusetzen sind, kann dies ein Teil der Lebensmittelverluste verhindern.

## **6 Bericht des Kooperationspartners FreiEx-Schülerlabor, Universität Bremen**

Autorin: Dr. Antje Siol

### **Zielsetzung und Anlass des Vorhabens**

Im „FreiEx-Schülerlabor“ gibt es seit vielen Jahren experimentelle Angebote für Schulklassen aller Altersstufen und Schulformen zum Thema Nachhaltigkeit (Umwelt, Stoffkreisläufe, Synthesen). Zu nennen sind die ebenfalls von der DBU geförderten Projekte „Chemie und Nachhaltigkeit“ (Az. 28349), „Chemie, Umwelt, Nachhaltigkeit“ (Az. 31861), „Phosphorrückgewinnung“ (Az. 33729) „Life Cycle Assessment“ (Az. 34574). Viele Teile dieser Angebote fließen zudem in die Lehramtsausbildung der Studierenden des Unterrichtsfaches Chemie mit ein, um neben der Vermittlung chemisch-fachlichen Grundwissens und didaktischer Methodik auch einen Bezug zum aktuellen Forschungsgeschehen darzustellen.

Es fehlten im „FreiEx“-Portfolio fundierte und robuste Experimentier-Angebote zum Themenkomplex Ernährung, Lebensmittel, Einflussgrößen des Verderbs und dessen Prophylaxe. In der Lehramtsausbildung wurden und werden zwar die üblichen Lehrbuchversuche zu Inhaltsstoffen von Lebensmitteln durchgeführt, die dabei ablaufenden physikalischen oder chemischen Prozesse, die zum Verderb dieser führen, blieben jedoch seltsam vage. Diese Wissenslücke sollte mit diesem Angebot geschlossen werden. Lernenden sollte es damit gelingen, grundlegende Kenntnisse über die Eigenschaften der Inhaltsstoffe von Lebensmitteln zu verstehen und diese in Zusammenhang zu Einflussgrößen zu bringen, die deren Haltbarkeit beeinflussen. Somit sollte die Voraussetzung für Entscheidungs- und Handlungskompetenzen im nachhaltigen Umgang mit Lebensmitteln nicht nur für Schülerinnen und Schüler, sondern auch für ihre zukünftigen Lehrkräfte geschaffen werden. Aus diesem Grund war die Kooperation mit dem Agnes-Pockels-Labor (APL) sehr willkommen. Die Zusammenarbeit mit den beiden Braunschweiger Lebensmittelchemikerinnen Prof. Dr. Petra

Mischnick und Dr. Ilka Deusing-Gottschalk gestaltete sich über den gesamten Projektzeitraum außerordentlich freundlich, pragmatisch und unkompliziert.

### **Adaption und Umsetzung**

Im Oktober 2019 erhielt das „FreiEx“ die Versuchsvorschriften aus Braunschweig. Sie umfassten neben den Experimentierprotokollen umfangreiche Hintergrundinformationen sowie Erwartungshorizonte mit Lösungen. Die Versuchsvorschriften mussten für den Einsatz im FreiEx auf die besonderen Belange der **Zielgruppe Sek. I** des Bremer Raums angepasst werden. Sinnerfassendes Lesen längerer und speziell naturwissenschaftlicher Textpassagen stellt für einen nicht unerheblichen Teil Bremer Schülerinnen und Schüler der Sek. I ein Problem dar. Eine textliche und somit auch inhaltliche Entfrachtung der Versuchsvorschriften war unerlässlich. Diese didaktische Reduktion wurde maßgeblich von Frau Chantal Lathwesen (M.Sc.Educ.) geleistet. Frau Alexandra Streeb (TA-Auszubildende) war für die experimentelle Adaption die Laborgeräte, Lösungen, Chemikalien und Verbrauchsmaterialien betreffend verantwortlich. Ein für die **Oberstufe** geeignetes Angebot wurde ebenfalls zusammengestellt.

Als Auswahlhilfe wurde für Lehrkräfte eine Übersicht erstellt, die auf der Website des „FreiEx“ [<https://www.uni-bremen.de/freix> → Projekte → Reiter: Gegen Lebensmittelverschwendung] abrufbar war und ist (Tab. 6). Die Paketangebote für die Oberstufe und die Sek. I haben eine Dauer von 3 Zeitstunden. Darin enthalten sind die Einführung ins Thema (20 min), eine Pause (15 min) sowie die Nachbesprechung (10 min). Natürlich konnten und können nach Absprache die Angebote variiert werden. Das Angebot wurde gezielt in den Kooperationsschulen beworben. Bereits im Dezember lagen 10 Buchungen für das 1. bzw. 2. Quartal 2020 vor.

Mit einem Besuch des APL in Braunschweig am 12.02.2020 konnten Chantal Lathwesen, Alexandra Streeb und Antje Siol das dortige Team kennenlernen und sich viele hilfreiche Tipps, Anregungen und Empfehlungen zur Organisation und besonders zur praktischen Umsetzung des Angebots von den Fachfrauen holen.

Tab. 6: Auswahlhilfe

Übersicht über die Versuche sortiert nach Inhaltsstoffen \*Level 0= einfach, 1= mittel, 2= schwierig

Inhaltsstoffe	Nr.	Versuch	Level *	Zeit (min)	Best-Off in Bremen für die Sek. I	Best-Off in Bremen für die Sek. II
Wasser	1	Gleichgewichtsfeuchtigkeit	0	10	X	
	2	Oberflächenfeuchtigkeit ( <del>Physorption</del> )	0	10	X	
	3	Barrieren	0	20	X	
	4	Kapillareffekt	1	15		
	5	Osmose [5A Emulsionen, 5B Kristallbildung]	1	Je 15		
Kohlenhydrate	6	<del>Karamellisierung</del>	1	15		
	7	Hydrolyse von Saccharose [7.1 T, 7.2 pH]	1-2	20		X
	8	Stärkeabbau (4 Varianten)	0-2	5-20	X (Variante 1)	X
	9	Stärkeverkleisterung	0	10		
Eiweiß	10	Eiweißgerinnung	0	10	X	X
	11.1+2	Hefeaktivität [11.1 T, 11.2 pH]	1	20		X
	11.3+4	Enzymaktivität [11.3 T, 11.4 pH]	1	20		X
		Nachweise: <del>Ninhydrin, Xanthoprotein, Biuret</del>	1	Je 5-10		X
		Trenntechnik: DC ausgewählter Aminosäuren	2	15+30		X
Fette	12	Fettoxidation	2	20		X
	13	Fettspaltung	2	15		X
Vitamine	14	Einfluss von Licht auf Riboflavin	1	10		
	15	Carotin-Abbau im Licht	1	10		(X)
	16	Lichtsenschutz durch Carotin	2	10		(X)
	17	Vitamin C und Sauerstoff	0	15	X	
Verpackung	18.1+2	Lebensmittel und Metalle: Eisen + Alu	0+1	5+10		
	19	Wasserdurchlässigkeit	1	15		
	20	Sauerstoffdurchlässigkeit	1	10	X (Vergleich)	X (Vergleich)

### Auswirkungen der Corona-Pandemie auf den Betrieb des FreiEx-Schülerlabors

Die Corona-Pandemie hat dieses Projekt genauso wie die gesamte Bildungslandschaft getroffen. Einerseits wurden die Universität in Bremen wie auch Bremer Schulen zeitweise geschlossen und andererseits blieben selbst nach den Schulöffnungen einige Hürden: So fand an den Hochschulen Bremens das Sommersemester 2020 fast ausschließlich virtuell statt, Studierende erhielten streng geregelte Zutrittsgenehmigungen zu Laboren, um ihren Studienaufträgen nachzukommen; Schulklassen waren gar nicht erwünscht. Ein Schülerlaborbetrieb war an der Bremer Universität daher nicht möglich, denn das FreiEx ist innerhalb eines universitären Instituts (NW 2, A-Block, des Fachbereichs 2 Biologie / Chemie) verortet und musste sich den universitären Zugangsbeschränkungen unterordnen. Erst mit Beginn des WS 2021/2022 traten Lockerungen in Kraft. Das FreiEx konnte ab März 2022 langsam wieder den Regelbetrieb aufnehmen.

Auch war es den Bremer Schulen nach den Schulöffnungen zunächst untersagt, außerschulische Exkursionen in Schülerlabore zu unternehmen. Parallel waren Be-

suche Externer nur eingeschränkt möglich. Dementsprechend musste das Projektteam entsprechende Anpassungen vornehmen, um das Bildungsangebot den Schülerinnen und Schüler anbieten zu können. Jedoch wurden die dazu präparierten Boxenlieferungen nicht abgerufen.

### **Veranstaltungen im FreiEx-Schülerlabor**

Das Angebot wurde gezielt in den Kooperationsschulen beworben. Von den seit Dezember 2019 vorliegenden 10 Buchungen für das 1. bzw. 2. Quartal 2020 konnten fünf durchgeführt werden. Ab Mitte März 2020 bis Ende Februar 2022 war der Schülerlaborbetrieb eingestellt. In Tabelle 7 sind die laut Antrag prognostizierten Veranstaltungs- und Besucherzahlen aufgeführt, die auf durchschnittlichen Auslastungen des Schülerlabors im Regelbetrieb beruhen. Die jährlich verzeichneten Besucherzahlen des FreiEx betragen zwischen 1.000 und 1.200 SuS und etwa 50-60 Lehramtsstudierende, Referendare und Lehrkräfte. Pandemiebedingt war diese Prognose nicht zu halten.

Tab. 7: Geplante Schülerzahlen im Projektzeitraum pro Schuljahr (laut Antrag, s. S. 19)

<b>Zielgruppe</b>	<b>Anzahl der Einheiten pro Jahr</b>	<b>Anzahl der SuS bzw. TN pro Jahr</b>
Schulklassen Sek. I	8-12	200-300
Veranstaltungen mit Lehrkräften	1-2	12-24
	Summe:	212-324

In Tabelle 8 sind die erzielten Veranstaltungs- und Besucherzahlen aufgeführt. Nach einem guten Auftakt 2020 mussten die Schülerlaboraktivitäten eingestellt werden. Im Rahmen der EVC-Veranstaltung für Lehramtler (EVC = Experimentelle Vermittlung von Chemie) im WS 2020/21 und WS 21/22 konnte das Angebot theoretisch (via Zoom) vermittelt und mit ausgewählten Laborversuchen praktisch unter strengen Corona-Auflagen von den Studierenden nachvollzogen werden. Für angehende Grundschullehrkräfte (ISSU = Interdisziplinäre Sachbildung/Sachunterricht) wurde im den beiden SS 21 und 22 ebenso verfahren. Im Jahr 2021 konnte nur eine einzige Veranstaltung online im Rahmen des MINTforums 14 Schülerinnen und Schüler erreichen. Dabei wurden die Experimente des Monats des APL präsentiert.

Tab. 8: Tatsächlich durchgeführte Veranstaltungen und erreichte Teilnehmerzahlen

Zielgruppe	2020		2021		2022	
	Veranstaltungen	Erreichte SuS/TN	Veranstaltungen	Erreichte SuS/TN	Veranstaltungen	Erreichte SuS/TN
Schulklassen Sek. I	5	99				
Schulklassen Sek. II					4	63
Fachtage/Aktionen			1	14 <sup>#</sup>		
Erreichte Lehrkräfte		4				3
Studierende (EVC/ISSU)	1	15 <sup>*</sup>	2	32 <sup>*</sup>	2	27
Lehrerfortbildungen						
Summe:	6	118	3	46	6	93

\*= ab SS 2020 unter Corona-bedingten Einschränkungen; #= online, Experimente des Monats

Seit April 2022 arbeitet das FreiEx wieder regulär. Vier Veranstaltungen zum Lebensmittelangebot haben bisher stattgefunden. Allerdings hat sich die Bremer Zielgruppe geändert. Angefragt hatten ausschließlich Oberstufenkurse (GK und LK gemischt), da Lebensmittelinhaltsstoffe – speziell Fette – in den kommenden beiden Jahren abiturrelevant sein werden. In Tabelle 9 sind die durchgeführten Veranstaltungen detailliert aufgelistet.

Tab. 9: Veranstaltungen (Präsenzveranstaltungen mit Laborpraktikum detailliert)

Datum	Uhrzeit	Lehrkraft	Schule	Anzahl SuS	Jahrgang
10.01.2020	9 bis 12	Fiona Affeldt	SZ Ronzelenstraße, HB	19	10
17.01.2020	9 bis 12	Jonte Kinner	SZ Rockwinkel, HB	24	10
24.01.2020	10 bis 13	Johanna Dittmer	SZ Bördestraße, HB	16	10
07.02.2020	9 bis 12	Anke Schnibbe	IGS Osterholz	18	10
25.02.2020	10 bis 13	Fiona Affeldt	SZ Ronzelenstraße, HB	22	8
WS 20/21		Antje Siol	EVC, Didaktik, Uni HB	15	Lehrämter
SS 2021		Chantal Lathwesen	ISSU, Grundschule MINTforum Uni HB	16	Lehrämter
08.12.2021	15-17:30	Antje Siol		14	9/10
WS 21/22		Antje Siol	EVC, Didaktik, Uni HB	16	Lehrämter
06.05.2022	10 bis 13	Fiona Affeldt	SZ Ronzelenstraße, HB	14	Q1
18.05.2022	9 bis 13	Yannik Tolstorff	Gym. Osnabrück	19	Q1
27.06.2022	9 bis 13	Kolja Krause	SZ LDW, Obervieland, HB	17	Q1
28.06.2022	9 bis 13	Marc Stuckey	Gym. Wilhelmshaven	13	Q1 + 2
SS 2022		Chantal Lathwesen	ISSU, Grundschule	15	Lehrämter
15.07.2022	14-17:30	Nicole Wolf	Universität Würzburg	12	Lehrämter

Um die laut Antrag prognostizierten Minimalzahlen zu erreichen, stehen noch 20 Veranstaltungen mit Schulklassen sowie eine Lehrerfortbildung aus. Tabelle 10 stellt den Abgleich der Soll- und Ist-Zahlen für das Bremer FreiEx-Schülerlabor dar.

Tab. 10: Abgleich Soll/Ist durchgeführte Veranstaltungen und erreichte Teilnehmerzahlen

Zielgruppe	2020		2021		2022	
	Veranstaltungen	Erreichte SuS/TN	Veranstaltungen	Erreichte SuS/TN	Veranstaltungen	Erreichte SuS/TN
SOLL Schulklassen	8-12	200-300	8-12	200-300	8-12	200-300
IST	5	99	1	14 <sup>#</sup>	4	63
Ausstehend	3	100	7	180	10	140
SOLL Lehrerfortbildungen	1-2	12-24	1-2	12-24	1-2	12-24
IST	1	15* (+5)	2	32*	2	27 (+3)
Ausstehend	1					

\*= ab SS 2020 unter corona-bedingten Einschränkungen; <sup>#</sup>= online, Experimente des Monats

Geplant sind am Standort Bremen ab Ende August hierzu verstärkt die bewährten Kooperationen zu den OS Waller Ring, Rockwinkel, Ronzelenstraße, GSO, Bördestraße sowie die IGS in OHZ und neu Hambergen einzubinden, um die noch vakanten Teilnehmerzahlen zu generieren. 7 Buchungen für den Herbst liegen bereits vor. Parallel wird dieses Angebot für die Q1- bzw. Q2-Phasen der Bremer Oberstufen-Kurse angepasst, da es hier pandemiebedingt erheblichen Nachholbedarf gibt und Teile dieses Schülerlaborangebots in den nächsten beiden Jahren sowohl in Bremen als auch in Niedersachsen abiturrelevant sein werden. Die Verstetigung der Projektangebote wird somit gewährleistet. 6 Buchungen für den Herbst liegen vor.

### **Zusammenfassung und Fazit zur Umsetzung der Projektinhalte im FreiEx-Schülerlabor**

Die Zusammenarbeit zwischen den beiden beteiligten Schülerlaboren gestaltete sich von Beginn an sehr angenehm, zielorientiert und pragmatisch. Die Schülerlaborangebote an allen beiden Standorten wurden und werden gut angenommen und es konnten trotz massiver pandemiebedingter Einschränkungen gute Ergebnisse erzielt werden. Die Versuchsvorschriften sind nach Adaption an die Bremer Bedingungen in das Angebotsportfolio des FreiEx-Schülerlabors übernommen worden und haben da-

rüber hinaus Eingang in die universitäre Lehramtsausbildung gefunden, das Schülerlaborangebot wird somit verstetigt.

Die im Rahmen des Projektes ausgearbeiteten Experimente und die für den Kontext „nachhaltiger Umgang mit Lebensmitteln“ wichtigen begleitenden Informationen und Erklärungen einschließlich einer Erläuterung der naturwissenschaftlichen Phänomene sind in einer sehr schönen Broschüre vom APL zusammengestellt worden. Rund 25 Exemplare sind bereits an Bremer Lehrkräfte ausgehändigt worden, die davon begeistert sind. Auf der Homepage des FreiEx-Schülerlabors steht sie neben den Versuchen des Monats zum Download bereit.

Somit ist der eingangs erwähnte Wunsch des FreiEx-Schülerlabors, durch die Kooperation ein fachlich fundiertes und robustes Schülerlaborangebot zum Themenkomplex Ernährung, Lebensmittel, Einflussgrößen des Verderbs und dessen Prophylaxe zu erhalten, vollumfänglich erfüllt worden. Dafür und für das sehr angenehme Arbeitsklima bedanken wir uns bei den beiden verantwortlichen Lebensmittelchemikerinnen Prof. Dr. Petra Mischnick und Dr. Ilka Deusing-Gottschalk ausdrücklich.

## **7 Angebote der Partner aus dem Museumsbereich**

Im museumspädagogischen Bereich standen drei Partner zur Verfügung. Das Phaeno in Wolfsburg als überregional bekannter Science Center bietet eine breite Palette an Workshops für Schulklassen an. Das Naturhistorische Museum in Braunschweig bietet verschiedene Formate an, bei denen die Besucher\*innen aktiv mitwirken können. Kleinster Partner war das AHA-Museum in Wolfenbüttel, das sich als Mitmach-Museum speziell an Kinder richtet.

### **Phaeno Wolfsburg**

Das Phaeno Wolfsburg hat als Science Center ein überregionales Publikum. Im Phaeno befindet sich eine etwa 9000 Quadratmeter große Ausstellung mit verschiedenen Leitthemen aus naturwissenschaftlichen und technischen Bereichen und wechselnden Sonderausstellungen mit interaktiven Experimentierstationen. Zusätzlich werden Workshops zu vielfältigen Themen aus Bereichen der Naturwissenschaften und Technik für die Klassenstufen von 1 bis 10 angeboten. Das Phaeno ist ein anerkannter außerschulischer Lernort (<https://www.phaeno.de>).

Im Phaeno wird grundsätzlich mit einem Phänomen-orientierten Ansatz gearbeitet, daher passte unser Projekt gut in das hauseigene Programm. Da das Phaeno selbst experimentelle Workshops für Schulklassen im Bereich Naturwissenschaften anbietet, sind Räumlichkeiten vorhanden, deren Ausstattung auch chemische Experimente erlaubt. Nach der im Dezember 2019 durchgeführten Schulung (s. Kap. 5.3) wurde damit begonnen, die Projektinhalte für die eigenen Rahmenbedingungen zu adaptieren. Die Workshops im Phaeno laufen normalerweise nur eine Stunde, weil die Klassen auch die Ausstellung besuchen. Die Versuchsauswahl wurde dementsprechend angepasst. Der Workshop zum Thema Lebensmittelverschwendung ist fertig konzipiert. Aufgrund der Corona-Pandemie wurden lange Zeit keine Workshops angeboten. Aktuell können aufgrund von räumlichen Einschränkungen nur ausgewählte Workshops angeboten werden.

Während des Projekts gab es im Phaeno einen Leitungswechsel im Bereich Bildungsangebote. Die Zusammenarbeit mit dem Agnes-Pockels-Labor wurde weitergeführt, es ist weiterhin geplant, einen Workshop zum Thema Lebensmittelverschwendung im hauseigenen Programm anzubieten.

### **Naturhistorisches Museum Braunschweig**

Das museumspädagogische Angebot des Naturhistorischen Museums umfasst diverse Veranstaltungen (<https://3landesmuseen-braunschweig.de/staatliches-naturhistorisches-museum>). Es werden regelmäßig Experimentierkurse für Kinder und auch für Familien und für Schulklassen angeboten, in denen u.a. einfache chemische Experimente durchgeführt werden. An mehrmals im Jahr durchgeführten Aktionstagen werden außerdem Experimentierstationen angeboten. Im Rahmen einer etablierten Vortragsreihe können Experimentalvorträge angeboten werden. Das Thema Lebensmittelverschwendung und die dazu gehörigen Experimente sollten in den unterschiedlichen Formaten präsentiert werden.

Zunächst war geplant, zum Thema Lebensmittelverschwendung Aktionstage im Museum durchzuführen. Zu diesen Tagen kann man mit ca. 400 Besucher\*innen rechnen. Durch Aktionstage werden erfahrungsgemäß auch Personen über die regelmäßigen Besucherkreise hinaus angesprochen. Während der Coronazeit konnten leider keine Aktionstage stattfinden.

Um während der Coronapandemie überhaupt ein Experimentierangebot zur Lebensmittelverschwendung im Familienbereich machen zu können, wurden dann Expe-

rimentiernachmittage konzipiert, die sich an Kinder im Altersbereich 8-12 in Begleitung eines Elternteils richteten. Diese Angebote (drei Nachmittage) waren ausgebucht. Das Agnes-Pockels-Labor hat für diese Experimentiertage alle Materialien und Gerätschaften bereitgestellt, die im Museum nicht bzw. nicht in ausreichender Zahl vorhanden sind. Diese Unterstützung ist auch weiterhin möglich.

Nach wiederholten Verschiebungen konnte im November 2021 auch der Experimentalvortrag mit Diskussion stattfinden. Der Vortrag war gut besucht (ca. 30 Personen, eine für die Vortragsreihe normale Größenordnung).

Im Naturhistorischen Museum steht ein Leitungswechsel im Bereich Museumspädagogik an. Inwieweit die Kooperation hinsichtlich der Angebote zum Thema Lebensmittelverschwendung künftig fortgeführt wird, insbesondere was den bereits geplanten Aktionstag betrifft, kann erst danach geklärt werden.

### **AHA-Museum Wolfenbüttel**

Das AHA-Museum konzipiert seine Ausstellungen unter Mitwirkung von Kindern und Jugendlichen. Aus Anlass der Kooperation mit dem Agnes-Pockels-Labor für dieses Projekt wurde 2019 eine Ausstellung mit dem Titel „Tür auf in der (P)UPPS-Fabrik - Kaufen, schmatzen, ver(sch)wenden“ konzipiert. Die Ausstellung behandelt auch den Aspekt der Lebensmittelverschwendung.

Im Rahmen dieser Ausstellung hat das Agnes-Pockels-Labor im August 2019 zwei Experimentiernachmittage für Kinder angeboten. Die Angebote wurden vorher auf den üblichen Kommunikationswegen des Museums verbreitet. An acht Stationen konnten die Kinder in einfachen, altersgemäßen Experimenten typische Vorgänge in und an Lebensmitteln untersuchen und auch Erkenntnisse zur Lagerung erwerben.

Das Museum ist jährlich von März bis November geöffnet. 2020 war es komplett geschlossen, 2021 nur eingeschränkt und unter besonderen Bedingungen geöffnet. Experimentiernachmittage konnten daher nicht durchgeführt werden. Seit April 2022 ist das Museum wieder geöffnet, allerdings sind die Besucherzahlen noch beschränkt. Das AHA-Museum wird weiterhin mit dem Agnes-Pockels-Labor zusammenarbeiten.

## **8 Projektbroschüre**

### **8.1 Aufbau und Inhalt**

Die Projektinhalte sollten in einer Broschüre zusammengestellt werden, die dem ursprünglichen Zeitplan nach zum Abschluss des Projekts veröffentlicht werden sollte. Aufgrund der Pandemie-bedingten Einschränkungen im Schülerlabor wurde diese Arbeit jedoch vorgezogen. Dies war möglich, weil die Arbeitsunterlagen und zusätzlichen Informationsmaterialien überwiegend bereits fertiggestellt waren. Im Vorfeld waren die Versuchsanleitungen bereits bebildert worden. Für die Broschüre wurden daraus Abbildungen zur Veranschaulichung der Versuchsdurchführungen übernommen. Texte und Grafiken wurden auf Basis der bereits vorhandenen Arbeitsmaterialien erstellt. Layout und Grafikgestaltung führte Tobias Tank, Burghardt & Tank Kommunikationsdesign, Braunschweig, aus (siehe Abb. 8).

In der Broschüre wird zunächst der aktuelle Stand der Lebensmittelverschwendung in Deutschland mit einigen Daten und Fakten dargestellt und der Bezug zu Kindern und Jugendlichen hergestellt. Die weiteren Kapitel enthalten die im Rahmen des Projektes ausgearbeiteten Experimente in Kurzform und die für den Kontext „Nachhaltiger Umgang mit Lebensmitteln“ wichtigen begleitenden Informationen und Erklärungen einschließlich einer Erläuterung der zugrunde liegenden naturwissenschaftlichen Phänomene. Die Broschüre schließt mit Tipps für den Alltag, wie jede\*r einzelne durch einen bewussteren Umgang verhindern kann, dass Lebensmittel im Müll landen.

Die Broschüre hat einen Umfang von 84 Seiten und umfasst folgende Abschnitte:

- Das Projekt Verwenden, nicht verschwenden!
- Kapitel 1: Lebensmittelverschwendung: Wo liegt das Problem?
- Kapitel 2: Naturwissenschaften im Alltag
- Kapitel 3: Frei oder gebunden? - Wasser und seine Verfügbarkeit in Lebensmitteln
- Kapitel 4: Wer macht das Tempo? – Temperatur und pH
- Kapitel 5: Tut das immer gut? - Licht und Luft
- Kapitel 6: Ist gut verpackt auch gut geschützt? - Verpackung u. Stoffmigration
- Kapitel 7: Tipps für den Alltag
- Quellenverzeichnis



Abb. 8: Umschlaggestaltung der Projektbroschüre

Die genauen Anleitungen zur Versuchsdurchführung stehen für alle Experimente auf der Homepage zur Verfügung, auf die in der Broschüre verwiesen wird. Diese werden durch Videoclips der Experimente ergänzt (siehe Kap. 4.2).

## 8.2 Verbreitung der Broschüre

Die Broschüre wurde in einer Auflage von 1000 Stück gedruckt und steht zusätzlich auf der Homepage des Agnes-Pockels-Labors zum Download im pdf-Format zur Verfügung (<https://www.tu-braunschweig.de/agnes-pockels-labor>).

Jeweils zwei Druckexemplare wurden an

- die Projektpartner
- alle weiterführenden Braunschweiger Schulen
- alle Kultusministerien in Deutschland
- alle Lehrfortbildungszentren in Deutschland
- ausgewählte Schülerlabore
- weitere Multiplikatoren mit Bezug zur Lebensmittelverschwendung

geschickt mit der Bitte, die Informationen über das Projekt und die Broschüre weiterzuverbreiten. Die Verbraucherzentralen wurden per Email mit einem Link zur Projektbroschüre über das Projekt informiert. Außerdem haben wir von verschiedenen Seiten Anfragen nach Druckexemplaren erhalten, denen wir nachgekommen sind. Daraus ergab sich in vier Fällen eine Rückmeldung:

- Die Landeskoordinatorin für Bildung für nachhaltige Entwicklung in Bremen hat Printexemplare erbeten, um sie an alle Schulen mit entsprechendem Schwerpunkt zu verteilen. Außerdem hat sie bereits mit Frau Dr. Siol vom Bremer Schülerlabor FreiEx Kontakt aufgenommen. Zusätzlich wurde in der Mai-Ausgabe des MINT-BNE-Newsletter des Landesinstituts für Schule über das Projekt berichtet und auf die Broschüre verwiesen.
- Der zuständige Fachreferent aus dem Thüringer Ministerium für Bildung, Jugend und Sport regte an, dass wir mit dem Institut für Lehrerfortbildung, Lehrplanentwicklung und Medien Kontakt aufnehmen, um zu klären, ob ein Verweis in der hauseigenen Mediothek auf Projekt und Broschüre erfolgen kann. Die Kontaktaufnahme ist erfolgt, die Klärung steht noch aus.
- Der zuständige Ministerialrat aus dem Bayerische Staatsministerium für Unterricht und Kultus bedankte sich für die Broschüre und berichtete, dass die Fachlehrkräfte der betreffenden Fächer auf diese Broschüre aufmerksam gemacht werden.
- Das Lehrerfortbildungszentrum in Leipzig hat das Agnes-Pockels-Labor eingeladen, einen Workshop auf dem Lehrerkongress im September 2022, der den Titel „Lebensmittel - gesund und nachhaltig?“ trägt, durchzuführen.

Bis Mai 2022 sind ca. 250 Exemplare verteilt worden. Die noch vorhanden gedruckten Exemplare werden künftig an Lehrkräfte und Lehramtsanwärter\*innen, die unser Labor besuchen, sowie bei Fachtagungen und öffentlichen Veranstaltungen an interessierte Besucher\*innen verteilt.

## **9 Dissemination der Projektinhalte**

### **9.1 Fachtagungen**

Auch auf Veranstaltungen außerhalb des Schülerlabors wie Tagungen sollte das Projekt präsentiert werden. Dazu eignen sich in erster Linie Fachtagungen, weil auf diesen Veranstaltungen Lehrkräfte und andere Multiplikatoren deutschlandweit erreicht werden können. Bis zum Beginn der Coronapandemie fanden die im Folgenden

genannten Veranstaltungen planmäßig statt, danach entfielen die meisten bzw. wurden teilweise eingeschränkt als Online-Veranstaltungen durchgeführt.

### **MINT-Fachtag**

Am 04.03.2020 fand der MINT-Fachtag an der TU Braunschweig statt. Dieser wird von der TU Braunschweig in Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum für Lehrkräftefortbildung (KLBS) ausgerichtet und richtet sich an Lehrkräfte der MINT-Fächer in Niedersachsen. Auch Lehrkräfte aus anderen Bundesländern können teilnehmen. Frau Prof. Petra Mischnick stellte den Teilnehmer\*innen in einen Vortrag mit dem Titel „MINT-Bildung im Alltag: Mit Naturwissenschaften gegen Lebensmittelverschwendung“ Motivation und Hintergründe dar, die zur Entwicklung dieses Projekts geführt haben. Anschließend stellte sie beispielhaft Experimente sowie deren naturwissenschaftlichen Hintergründe und Möglichkeiten für den Schulunterricht vor. Die Teilnehmenden erhielten die in Kapitel 9.2.1 vorgestellten Projektflyer, um andere Lehrkräfte in ihren Schulen darüber informieren zu können. Im Schülerlabor fand anschließend ein zweistündiger Workshop für interessierte Lehrkräfte mit 20 Teilnehmenden statt. Weitere MINT-Fachtage fanden während der Projektlaufzeit nicht statt.

### **Bundesverband der Schülerlabore - Jahrestagungen**

Der Bundesverband der Schülerlabore *LernortLabor e.V.* richtet einmal jährlich eine Tagung für Mitarbeiter\*innen von Schülerlaboren mit meist ca. 100 – 150 Teilnehmer\*innen aus. Auf dieser Veranstaltung können unterschiedliche Angebote von Schülerlaboren einem breiten Fachpublikum vorgestellt werden. Sie hat darüber hinaus das erklärte Ziel, die Vernetzung von Schülerlaboren zu fördern. Vom 08. bis 10. März 2020 fand diese Jahrestagung in Dresden noch planmäßig in Präsenz statt, allerdings bereits mit spürbar weniger Teilnehmer\*innen als sonst. Während der gesamten Veranstaltung wurde unser Projekt auf einem Poster präsentiert, es lagen Projektflyer zur Mitnahme aus. Zusätzlich bestand an zwei Tagen in Poster-Sessions die Möglichkeit zur Diskussion, die von etlichen Teilnehmenden auch genutzt wurde. Außerdem wurden das Konzept und der Aufbau als Baukastensystem sowie Themen und Inhalte der Versuchsinhalte erläutert.

Im März 2022 fand die Jahrestagung als Onlineveranstaltung statt. Dabei wurden die Ergebnisse und Inhalte des Projekts in einer Postersession mit der Möglichkeit zur Diskussion vorgestellt.

## 9.2 Veröffentlichungen und Soziale Medien

### 9.2.1 Projektflyer

Um das Projektangebot sowohl auf Veranstaltungen als auch im täglichen Betrieb attraktiv bewerben zu können, wurde ein Projektflyer erstellt (Abb. 9). In diesem werden die Motivation und das Konzept vorgestellt sowie Umfang des Angebots und Zielgruppen erläutert.

**Experimentelles Angebot für einen nachhaltigen Umgang mit Lebensmittel**

- Zielgruppe sind insbesondere SchülerInnen der Sek I, weil diese bereits eigenständig Lebensmittel kaufen und verwenden.
- Anzahl und inhaltliche Anforderung der Stationen können an den Wissensstand der teilnehmenden Schulklassen angepasst werden.
- Ein vereinfachtes Angebot richtet sich an jüngere Kinder (ab Klasse 3), um frühzeitig nachhaltiges Denken und Handeln zu fördern.

„Das, was wir heute im Chemieunterricht gerracht haben, können wir direkt im Alltag anwenden.“  
(Aussage eines Schülers aus der 10. Klasse nach dem Laborbesuch)

Das Projekt wird gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt ( Az. 34539-44)

DBU

Entdecke Wissenschaft! **CHECK-IN**  
Weitere Angebote der TU Braunschweig für Schülerinnen und Schüler unter [www.tu-braunschweig.de/checkin](http://www.tu-braunschweig.de/checkin)

**Kontakt**  
Hier finden Sie uns:

Technische Universität Braunschweig  
Institut für Lebensmittelchemie  
Agnes-Pockels-SchülerInnen-Labor  
Postadresse: Schleinitzstr. 20  
38100 Braunschweig  
Tel. +49 531 391 -7234 / -7201  
Fax +49 531 391 -7230  
E-Mail: [agnes.pockelslabor@tu-braunschweig.de](mailto:agnes.pockelslabor@tu-braunschweig.de)  
[www.tu-braunschweig.de/agnes-pockels-labor](http://www.tu-braunschweig.de/agnes-pockels-labor)

Telefonische Anmeldung und Beratung in der Schulzeit:  
Petra Schille  
MO und MI: 14 – 16 Uhr

**Agnes-Pockels-SchülerInnen-Labor für Chemie**

**Mit Naturwissenschaften gegen Lebensmittel - verschwendung**

**Motivation**

Laut einer Studie der Universität Stuttgart (2012) entsorgen die Haushalte in Deutschland pro Jahr etwa 6,7 Millionen Tonnen Lebensmittel (LM), das sind etwa 82 kg pro Person. Gut die Hälfte davon wäre vermeidbar. Nicht nur in Deutschland ist dies ein aktuelles gesellschaftliches politisches Thema.

In Haushalten mit Kindern werden überdurchschnittlich viele LM weggeworfen. Gerade dort liegt ein großes Potenzial zur Verringerung von Lebensmittelverschwendung.

Ursachen dafür sind u.a. Unsicherheit bezüglich der Haltbarkeit und falsche Aufbewahrung. Oft fehlt ein grundlegendes naturwissenschaftliches Verständnis für die typischen Veränderungen in LM wie z.B. Reifungsprozess(s.u.).

**Konzept**

Die SchülerInnen sollen ein grundsätzliches Verständnis für die physikalisch-chemischen und mikrobiologischen Veränderungen in LM entwickeln. Es soll ein reflektierter Umgang mit LM erreicht und so langfristig die Menge der weggeworfenen LM verringert werden.

**Einflussfaktoren Temperatur und Wasserverfügbarkeit**

Temperatur	Einflussfaktoren	
	Temperatur	Wasserverfügbarkeit
< 0 °C	0 - 20 °C	> 40 °C
Gefrieren	Kühlen	Erhitzen
Erkältung	Reaktionsgeschwindigkeit sinkt (Milch, Fleisch)	Reaktionsgeschwindigkeit steigt (Pasteurisation 60 °C, Sterilisation 120 °C)

Die Experimente werden passend zu einem naturwissenschaftlichen Thema ausgewählt

- Wasser und seine Verfügbarkeit
- Temperatur und Reaktionsgeschwindigkeit
- Säure/Base/pH
- Oxidationsprozesse/Licht
- Migration von Stoffen

Die zwischen den verschiedenen Einflussfaktoren bestehenden Wechselwirkungen lassen vielfältige Kombinationen an Experimenten zu.

**Angebot**

Wahlweise

- dreistufiges Konzept: Unterrichtsinhalte in der Schule werden mit praktischer Arbeit im Schülerlabor verknüpft
- 1. Einführungseinheit in der Schule: u. a. werden eigene Erfahrungen erfasst
- 2. Experimentelle Einheit im Labor: die Einflussfaktoren werden an LM und Modellproben untersucht, die Ergebnisse gemeinsam ausgewertet
- 3. Nachbereitungseinheit in der Schule: die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse werden auf die Lebenswelt der SchülerInnen übertragen (Unterrichtsmaterialien werden gestellt)
- halbtägiges Angebot im Schülerlabor inklusiv kurzer Einführung und abschließender Auswertung

Wasserverfügbarkeit: Bestimmung der Gleichgewichtsfeuchte von Lebensmitteln mittels Feuchtigkeitssensor und automatisierter Datenerfassung

Abb. 9: Projektflyer

Der Flyer wurde als 6-seitiges Faltblatt mit einer Auflage von 1000 Exemplaren gedruckt und wird für Werbezwecke bei Veranstaltungen eingesetzt. Auch alle weiterführenden Schulen in Braunschweig haben diesen Flyer erhalten. Bei Veranstaltungen wird er ausgelegt

### 9.2.2 ChemistryViews

Wir konnten auch einen Artikel in der Online-Wissenschaftszeitschrift *ChemistryViews* im Verlag Wiley-VCH GmbH platzieren (01.02.2022 online) ([https://www.chemistryviews.org/details/ezone/11335719/With\\_Science\\_against\\_Food\\_Waste.html](https://www.chemistryviews.org/details/ezone/11335719/With_Science_against_Food_Waste.html)) *ChemistryViews* wird von Chemistry Europe herausgegeben, einer Organisation von 16 Europäischen Chemischen Fachgesellschaften, und soll die globale Chemie-Community über aktuelle Entwicklungen informieren. Der Artikel erschien in der Rubrik Spotlights unter dem Titel „*With Science against Food Waste*“ und hatte einem Umfang von ca. 12.000 Zeichen, was etwa sechs DIN A4-Seiten entspricht (DOI: 10.1002/chemv.202200002).

### 9.2.3 Abschluss und Auftakt zur Fortführung

Im Verlauf des Projektes war angeregt worden, das Projekt mit einer Abschlussveranstaltung zu beenden. Dabei sollten unterschiedliche Player aus der Region zusammengebracht werden, die das Thema Lebensmittelverschwendung betrifft bzw. die als Multiplikatoren zur Verbreitung des Themas fungieren können. Dabei sollten sowohl psychologische Aspekte und Instrumente im Bildungsbereich als auch unterschiedliche Vermeidungsstrategien, die sich an Endverbraucher richten, beleuchtet werden. Aufgrund der andauernden Coronabeschränkungen bis zum geplanten Projektende konnte dieser Plan nicht umgesetzt werden.

Als abzusehen war, dass zeitgleich mit dem geplanten Projektende Ende April im Agnes-Pockels-Labor wieder Gruppenbesuche stattfinden konnten, wurde stattdessen unter dem Motto „*Auftakt zur Fortführung*“ am 03.05.2022 eine Veranstaltung im kleineren Rahmen durchgeführt. Mit Frau Verena Exner von der DBU (online zugeschaltet) und Vertreterinnen einiger Projektpartner, nämlich vom Schülerlabor FreiEx in Bremen (online zugeschaltet), vom Naturhistorischen Museum Braunschweig, vom Phaeno Wolfsburg und von der Gunzelin-Realschule Peine wurden geplante und bereits durchgeführte Angebote im Hinblick auf die angestrebten Ziele sowie die Weiterführung

der Angebote diskutiert. Daraus entwickelten sich neue Ideen und Kontakte für künftige Projekte. Beendet wurde die Veranstaltung mit der offiziellen Übergabe der Broschüre „*Verwenden, nicht verschwenden*“ an die Projektpartnerinnen.

Parallel dazu begann eine Gruppe von Viertklässlern im Labor, ausgewählte Experimente aus unserem Programm durchzuführen. Außerdem führten in jener Woche drei Schulklassen vormittags Experimente aus dem Themenbereich Temperatur und pH-Wert durch. Damit wurde das Motto „*Auftakt zur Fortführung*“ in die Tat umgesetzt.

Die Pressestelle der TU Braunschweig begleitete die Abschlussveranstaltung und berichtete am nächsten Tag in verschiedenen sozialen Medien auf den offiziellen Kanälen der TU Braunschweig über das Projekt und über die Wiedereröffnung des Labors:

- Im Magazin-Notizblog wurde ein kurzer Text veröffentlicht: <https://magazin.tu-braunschweig.de/notizen/#news-49317>
- Post auf Facebook:  
<https://www.facebook.com/tubraunschweig/posts/5398051980227401>
- Post auf Instagram:  
[https://www.instagram.com/p/CdJLU0ql0Ns/?utm\\_source=ig\\_web\\_copy\\_link](https://www.instagram.com/p/CdJLU0ql0Ns/?utm_source=ig_web_copy_link)
- Post auf Twitter: <https://twitter.com/tuBraunschweig/status/1521896176718688256>
- Im wöchentlich an alle Mitarbeiter\*innen verschickten Newsletter:  
<https://magazin.tu-braunschweig.de/m-post/die-woche-an-der-tu-braunschweig-06-05-2022/>

Auch auf der Facebookseite der DBU wurde über die Veranstaltung und die Broschüre berichtet, die Posts der TU Braunschweig sowie die Broschüre waren über Links erreichbar.

### 9.3 Öffentliche Veranstaltungen

Um das Bewusstsein für das Ausmaß der Lebensmittelverschwendung auch in der Öffentlichkeit zu schärfen, war geplant, verschiedene zum Teil auch öffentliche Veranstaltungen zu nutzen, um neben den Lehrkräften weitere Multiplikatoren über das Projekt und seine Inhalte zu informieren. Da das Agnes-Pockels-Labor einen gewissen Bekanntheitsgrad hat, ergeben sich dafür in der Regel verschiedene Möglichkeiten z.B. im Rahmen größerer Veranstaltungen in Braunschweig.

So war in Braunschweig für den 30.06.2020 eine Aktionsveranstaltung zum Thema Klima, Umwelt, Nachhaltigkeit aus Anlass des Jubiläums des Braunschweiger Freibads Bürgerpark geplant. Dabei wollten wir unter dem Motto „Picknick und Lebens-

mittelverschwendung“ Mitmachexperimente für alle Altersgruppen anbieten. Diese Veranstaltung wurde jedoch wegen der Coronaeinschränkungen kurzfristig abgesagt.

### **Campus in Motion**

Aus Anlass der Begutachtung der TU Braunschweig zur Bewerbung als Exzellenzuniversität durch ein internationales Gutachtergremium fand am 02. Mai 2019 erstmalig die öffentliche Veranstaltung „*Campus in Motion*“ statt, die die Vielfältigkeit der TU Braunschweig aufzeigen sollte. Zu dieser Veranstaltung waren als spezielle Zielgruppen alle Angehörigen der Universität, also Studierende sowie Mitarbeiter\*innen, und ihre Projektpartner eingeladen, um den Austausch untereinander zu fördern. Es handelte sich um eine Tagesveranstaltung (11-17 Uhr) im Zentrum des Universitätsviertels, die über den gesamten Verlauf rege besucht war. Die Angebote standen auch der interessierten Öffentlichkeit offen.

Mittels einiger Experimente zum Mitmachen wurden der Alltagsbezug und die Relevanz für jeden einzelnen verdeutlicht. Ein kleines Quiz zu Fakten rund um das Thema Lebensmittelverschwendung wurde von den Besucher\*innen besonders gut angenommen. Dieser Aspekt wurde durch das Foodsharing-Projekt aus dem Universitätsbereich als Nachbar verstärkt.

Besondere Aktualität erfuhren diese beiden Projekte durch das Datum: Der 02.Mai ist der Tag der Lebensmittelverschwendung. Dieser Termin markiert den Zeitpunkt, bis zu dem rechnerisch alle von Jahresbeginn an produzierten Lebensmittel im Müll landen. Dieses Problem wurde an dem Tag in vielen Medien thematisiert.

### **TU-Night/TU-Day**

Die Veranstaltungsreihe TU-Day/TU-Night, in deren Rahmen einmal jährlich die Öffentlichkeit viele Bereiche der TU Braunschweig besuchen und kennenlernen kann, ist in Braunschweig ein fester Begriff. Erfahrungsgemäß besuchen unterschiedliche Personenkreise das Labor: Eltern und Kinder, um gemeinsam Experimente durchzuführen, Schüler\*innen höherer Klassen, aber auch zufällige Besucher sowie Lehrkräfte aller Schultypen und aller Klassenstufen, um sich über das Schülerlabor allgemein und seine neuen Angebote zu informieren. Bei der TU-Night 2019 wurde das Projekt gegen Lebensmittelverschwendung im Agnes-Pockels-Labor umfassend präsentiert. Insgesamt 15 verschiedene Experimente mit unterschiedlichen Schwierigkeitsstufen sowohl in Hinsicht der praktischen Durchführung als auch auf das Verständnis waren als

Experimentierstationen aufgebaut. Die Mitarbeiter\*innen des Labors standen jederzeit für Betreuung und Diskussion zur Verfügung. Um auch Besucher\*innen, die sich die Experimente nur ansehen wollten, an das Thema heranzuführen und für ihr eigenes Handeln zu sensibilisieren, wurde an jeder Station zusätzlich zu den Informationen zur Versuchsdurchführung auch der jeweilige Alltagsbezug zum Umgang mit Lebensmitteln hergestellt.

Zwei weitere Angebote auch für nicht an naturwissenschaftlicher Arbeit Interessierte rundeten das Thema ab. So wurde das schon zuvor eingesetzte Quiz zu Fakten rund um das Thema Lebensmittelverschwendung wieder präsentiert. Außerdem wurde ein kleiner Modellkühlschrank präsentiert, in den viele unterschiedliche Produkte möglichst optimal einsortiert werden sollten. Die Lösung mit Angabe der verschiedenen Kühlzonen in einem Kühlschrank stand als Bild zur Verfügung. Dieses konnten die Besucher\*innen als praktisches Faltblatt, das an den Kühlschrank geheftet werden kann, mit nach Hause nehmen. Ergänzend waren dort weitere Informationen zur Lagerung von Lebensmitteln und zu typischen Fehlern bei der Kühlschranknutzung aufgeführt.

Von 2020 bis 2022 konnten keine Veranstaltungen in dieser Reihe stattfinden.

### **Aktionstage gegen Lebensmittelverschwendung**

Im September 2020 lief die erste bundesweite Aktionswoche für mehr Lebensmittelwertschätzung. Im Rahmen dieser Aktionswoche fand in Braunschweig am 26.09.20 unter dem Motto „Zu gut für die Tonne“ ein Aktionstag gegen Lebensmittelverschwendung mit verschiedenen Partnern statt (<https://www.zugut fuer dietonne.de/ueber-uns/aktionswoche/alle-aktionen/alle-aktionen/braunschweig-rettet-lebensmittel/>), bei der das Agnes-Pockels-Labor mit einem eigenen Stand teilnahm. Anstelle von Mitmachexperimenten wurden vier Demoexperimente präsentiert, anhand derer die Besucher typische bzw. wichtige Veränderungen in Lebensmitteln beobachten konnten. Dies waren Obstbräunung, Reifeprozesse in Obst, Einfluss von Zucker und Salz auf die Wasserverfügbarkeit in Lebensmitteln sowie der Einfluss von Salz und Säuren auf eisenhaltige Gegenstände. Das Angebot wurde durch ein Quiz sowie Informationen zur Lebensmittelverschwendung und zum Angebot des Agnes-Pockels-Labor ergänzt. Über die Veranstaltung produzierte der lokale Sender TV 38, der auf Kabelkanälen und im Internet sendet, einen Bericht, der am 02.10.2020 gesendet wurde und weiterhin im Internet abrufbar ist (<https://www.tv38.de/2020/10/03/tv38-kompakt-vom-02-10-2020/>). In diesem ca. fünfminütigem Bericht werden das Agnes-Pockels-Labor und sein Angebot

vorgestellt, ergänzt mit einem kurzen Interview zum Projekt gegen Lebensmittelverschwendung.

Am 25.09.2021 fand die Veranstaltung zum zweiten Mal statt. Wieder konnten nur Demo-Experimente gezeigt werden, diesmal zu den Themen Obstreifung, Einfluss von Licht auf das Aroma von Milch und die Konsistenz von Leinöl sowie Bräunungsreaktionen von Obst. Zusätzlich wurde das Kühlschranksmodell eingesetzt (s.o.) sowie zwei Videos gezeigt. Diese behandelten den Einfluss von sauren Lebensmitteln auf eisenhaltige Materialien wie z.B. eine Konservendose sowie die Gerinnung von Eiweiß durch äußere Einflüsse.

Die Aktionswoche gegen Lebensmittelverschwendung soll künftig regelmäßig einmal im Jahr stattfinden, das Agnes-Pockels-Labor plant, weiterhin teilzunehmen.

## **10 Fazit**

### **10.1 Inhaltliches Fazit**

Wie vorgesehen wurden zunächst Experimentiereinheiten ausgearbeitet und in praktischen Tests erprobt. Es stehen 22 verschiedene Experimente zur Verfügung. Es wurde ein Gesamtkonzept erarbeitet, das auch die Vorbereitungs- und Nachbereitungseinheiten im Schulunterricht umfasst, das mit den Partnerschulen getestet wurde. Anstelle der geplanten Einbettung von Teilen der in diesem Projekt entwickelten Inhalte als Ergänzung in bestehende Angebote wurde eine Kurzversion des Gesamtkonzepts entwickelt, die an einem Vormittag im Labor durchlaufen werden kann. Dieses Angebot wurde bereits in einem frühen Stadium des Projekts regelmäßig nachgefragt und wird auch weiterhin angeboten.

Sowohl von Seiten der Schüler\*innen als auch der Lehrkräfte bestand großes Interesse an der Thematik, die SchülerInnen zeigten überwiegend eine hohe Motivation bei der praktischen Arbeit im Labor. Die Auswertungen der Schülerfragebögen weisen auf Verhaltensänderungen nach Durchlaufen der Projekteinheiten hin.

Im Partnerschülerlabor FreiEx wurden inzwischen ebenfalls geplante Einheiten durchgeführt. Sie richteten sich an Schulklassen sowie an Studierende des Lehramts Chemie.

Zur Erstellung der museumspädagogischen Angebote wurden die Experimente und Materialien den Kooperationspartnern in Schulungen vorgestellt und anschließend an deren Bedürfnisse adaptiert. Zwei Museumspartner haben bereits Veranstaltungen

zum Thema Lebensmittelverschwendung durchgeführt, der dritte Partner plant dies, wenn die vorgesehenen Räumlichkeiten wieder zur Verfügung stehen.

Insgesamt verlief das Projekt erfolgreich. Lehrkräfte zeigen ein großes Interesse an der Thematik. Die geplanten Besuchszahlen wurden bis zum Beginn der Corona-Pandemie erreicht. Nicht nur die drei Partnerschulen, sondern auch viele weitere Schulklassen haben das Angebot schon durchgeführt bzw. wollten es durchführen.

Die Resonanz war sowohl bei SchülerInnen als auch bei Lehrkräften immer sehr positiv. Auch bei öffentlichen Veranstaltungen zeigte sich, dass das Thema Lebensmittelverschwendung als wichtig wahrgenommen wird. Die vorgestellten Experimente stießen bei allen Altersgruppen auf großes Interesse. Die Herangehensweise, praktische Experimente mit Alltagssituationen zu verknüpfen, wurde positiv bewertet. Dieser Aspekt wurde insbesondere von den Schüler\*innen häufig angeführt.

## **10.2 Auswirkungen der Corona-Pandemie**

Aufgrund der zur Eindämmung der Corona-Pandemie erlassenen Vorschriften war der Betrieb im Agnes-Pockels-SchülerInnen-Labor von März 2020 bis April 2022 stark eingeschränkt. Der Umfang der Einschränkungen wechselte in Abhängigkeit vom Ausmaß der Pandemie und den rechtlichen Vorgaben im Berichtszeitraum mehrfach. Jedoch war es in der gesamten Zeit untersagt, Gruppen zum Experimentieren im Labor zu empfangen. Lediglich in einem kurzen Zeitfenster im November 2021 konnten einige Gruppen das Labor besuchen. Demzufolge entfielen ab März 2020 alle geplanten Termine, auch in den kooperierenden Museen sowie im Partnerschülerlabor bzw. die Planungen dafür wurden gestoppt. Erst im Mai 2022 startete der reguläre Betrieb im Schülerlabor wieder, seitdem steht das Angebot allen interessierten Schulen zur Verfügung. Mehrere Schulklassen haben das Labor bereits zum Thema Lebensmittelverschwendung besucht, weitere sind geplant.

Zu Beginn der Pandemie 2020 war das Labor vollständig geschlossen, die Mitarbeiterinnen arbeiteten im Homeoffice. Ab Mai 2020 war praktisches Arbeiten für die Mitarbeiterinnen unter Einhaltung des Hygieneplans der TU Braunschweig zulässig, d.h. mit begrenzten Personenzahlen und daraus resultierend nur in bestimmten Zeitfenstern. Daher fand das Erarbeiten neuer Angebote unter erschwerten Bedingungen statt.

Wegen der Schulschließungen und dem anschließenden Online- und Wechselunterricht gab es für die Schüler\*innen lange Zeit keinen experimentellen naturwissenschaftlichen Unterricht mehr. Um dies zu kompensieren, wurden im Agnes-Pockels-

Labor ab April 2020 neue Angebote erarbeitet. Dazu wurden im Laborprogramm vorhandene Experimente so umgestaltet, dass sie zu Hause mit haushaltstypischen Materialien durchgeführt werden konnten. Diese wurden in der Rubrik „Experimente der Woche“ online gestellt (siehe Kap. 4.1). Experimente zum Thema Lebensmittelverschwendung waren ab Mai 2020 online.

Einige Arbeiten wurden vorgezogen. Im Juli 2021 begann die Erstellung der Videoclips. Am Beispiel von zwei Experimenten wurde ein Standard entwickelt. Da der Schulunterricht weiterhin unter Einschränkungen lief, wurde das Konzept erweitert (siehe Kapitel 4.2), so dass die Gestaltung der einzelnen Videos wesentlich aufwendiger wurde. Die daraufhin entstandenen Videoclips wurden im September 2020 mit einer Schulklasse im Onlineunterricht getestet. In den Folgemonaten wurden für alle Versuche Videoclips erstellt.

Im Oktober 2020 startete die inhaltliche Planung für die Projektbroschüre, anschließend wurden Texte und Grafiken erstellt. Im Oktober 2021 ging die Broschüre in Druck.

Zusammenfassend war die Umsetzung des Projektplans aufgrund der Coronapandemie zwar nicht vollumfänglich möglich. So konnten aufgrund der langen Schließung die geplanten Besucherzahlen nicht erreicht werden. Die inhaltlichen Ziele ließen sich jedoch umsetzen, indem Inhalte zum Teil an die veränderten Umstände angepasst wurden.

### **10.3 Ausblick**

Alle im Rahmen des Projekts entwickelten Angebote werden dauerhaft in das Programm des Agnes-Pockels-Labors übernommen und stehen weiterhin allen interessierten Schulen offen. Die Broschüre steht zum Download auf der Homepage zur Verfügung, ebenso die Versuchsanleitungen, die Videoclips und weitere Materialien. Sie sind somit deutschlandweit einsetzbar. Eine Übernahme durch andere Schülerlabore ist möglich.

Im Agnes-Pockels-Labor liegen seit der Wiedereröffnung Ende April 2022 bereits mehrere Anmeldungen von Schulklassen vor. Broschüre und Projektflyer werden an alle Lehrkräfte, die das Labor besuchen, sowie bei weiteren Gelegenheiten verteilt, um über das Projekt zu informieren. Im September 2022 wird das Agnes-Pockels-Labor aus Anlass seines 20-jähriges Jubiläums eine Veranstaltung mit Lehrkräften und vielen

weiteren Multiplikatoren durchführen. Auch dort soll über das Projekt informiert werden, ausgewählte Experimente werden gezeigt.

## 11 Quellenverzeichnis

- [1] Johann Heinrich von Thünen-Institut (Hrsg.): Wege zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen - Pathways to reduce food waste (REFOWAS), Thünen Report 73, Vol. 1, Braunschweig, Oktober 2019.  
[https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen-Report\\_73\\_Vol1.pdf](https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen-Report_73_Vol1.pdf)
- [2] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Ermittlung der Mengen weggeworfener Lebensmittel und Hauptursachen für die Entstehung von Lebensmittelabfällen in Deutschland Zusammenfassung einer Studie der Universität Stuttgart, März 2012  
[https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/WvL/Studie\\_Lebensmittelabfaelle\\_Faktenblatt.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/WvL/Studie_Lebensmittelabfaelle_Faktenblatt.pdf?__blob=publicationFile) (letzter Zugriff: 27.04.18)
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) / Umweltbundesamt (UBA): Umweltbewusstsein in Deutschland 2016 - Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage  
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umweltbewusstsein-in-deutschland-2016> (letzter Zugriff: 30.04.18)
- [4] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Initiative "Zu gut für die Tonne"  
<https://www.zugutfuerdietonne.de/warum-werfen-wir-lebensmittel-weg/> (letzter Zugriff: 27.04.18)
- [5] <https://www.verbraucherbildung.de/artikel/die-grosse-lebensmittelverschwendung> (letzter Zugriff: 27.04.18)