

# **Nachhaltigkeitsbewertung von Demonstrationsprojekten zur Reduzierung von Lebensmittelverlusten und -abfällen in den Sektoren Primärproduktion und Verarbeitung**

**Friederike Lehn, Yanne Goossens, Manuela Kuntscher**

## **Thünen Working Paper 211**

Die vorliegende Studie entstand im Rahmen der beiden Projekte Dialogforum Primärproduktion und Dialogforum Verarbeitung, die Teil der Nationalen Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung sind. Die Projekte wurden durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert (Förderkennzeichen: 2820SRL007 und 2820SRL005). Projektträger war die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Dr. Friederike Lehn, Dr. Yanne Goossens, Manuela Kuntscher  
Johann Heinrich von Thünen-Institut  
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei  
Institut für Marktanalyse  
Bundesallee 63  
D-38116 Braunschweig

**Thünen Working Paper 211**

Braunschweig/Germany, Juni 2023

## Danksagung

Ein herzlicher Dank geht an die Betriebe und Unternehmen, die Teil der Demonstrationsprojekte waren. Erst durch diese gute Zusammenarbeit konnten die Demonstrationsprojekte umgesetzt werden.

Zudem bedanken wir uns bei unserem Projektpartner der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG), welche die Kontakte zu den Demonstrationsbetrieben vermittelte und uns im konstruktiven Austausch unterstützte.

Darüber hinaus geht unser Dank an das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft sowie an die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, die mit ihrer Förderung die beiden Projekte und damit die vorliegende Studie erst möglich machten.

## Zusammenfassung

Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) hat im Jahr 2019 die Nationale Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung veröffentlicht, um die Reduzierung der Lebensmittelverluste und -abfälle auf nationaler Ebene voranzubringen. In diesem Zuge wurden in den Sektoren (Primärproduktion, Verarbeitung, Handel, Außer-Haus-Verpflegung, private Haushalte) entlang der Lebensmittelkette sogenannte Dialogforen eingerichtet, um das Thema gemeinsam mit Akteur\*innen aus der Wirtschaft, Politik, Wissenschaft, Verbänden und Zivilgesellschaft zu diskutieren und Reduzierungsstrategien sowie -maßnahmen zu entwickeln.

Die vorliegende Studie fand im Rahmen der beiden Dialogforen Primärproduktion und Verarbeitung statt. Beide Dialogforen wurden von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) koordiniert und gemeinsam mit dem Thünen-Institut inhaltlich ausgestaltet.

In Demonstrationsprojekten setzten Unternehmen Maßnahmen zur Reduzierung von Lebensmittelverlusten und -abfällen (LMV/LMA) um. Ein Teil der Maßnahmen hatte zum Ziel, Lebensmittelverluste einer höherwertigeren Verwertung zuzuführen. Die Maßnahmen wurden anschließend auf Basis der Nachhaltigkeit (ökonomisch, ökologisch, sozial) bewertet. Um die Ergebnisse der Maßnahmen vergleichbar zu machen, fand zudem eine Berechnung von Effizienzkennzahlen statt, welche die Einsparungen, z. B. reduzierte Menge pro investiertem Euro ausdrücken.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Maßnahmen effizient LMV/LMA reduzieren bzw. effizient Lebensmittel einer höherwertigen Verwertung zuführen, wobei die Spannweite zwischen Null und 50 kg pro investiertem Euro liegt. Darüber hinaus reduzieren die Maßnahmen den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck um bis zu 214 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro investiertem Euro. Der Umwelt-Fußabdruck, der 13 Umweltkategorien zu einem Single-Score zusammenfasst, kann meist ebenso reduziert werden. Nur zwei Maßnahmen führen zu einem Anstieg des Umwelt-Fußabdrucks. Darüber hinaus können finanzielle Einsparungen realisiert werden. Lediglich bei einer Maßnahme liegen die Kosten über den Einsparungen.

Bei einem Teil der Projekte beruhen die Berechnungen auf theoretischen Daten und Annahmen, da die jeweiligen Maßnahmen derzeit noch nicht umgesetzt werden können, z. B. aufgrund von rechtlichen Rahmenbedingungen. Andere Maßnahmen sind sehr innovativ, z. B. die Produktion von Insektenprotein, und sind erst dabei, sich am Markt zu etablieren. Solche Maßnahmen bieten ein großes Potenzial für die Zukunft.

Des Weiteren befasste sich ein Demonstrationsprojekt mit der Sensibilisierung von Schüler\*innen im Rahmen eines Schulprojektes zur Reduzierung der LMA in einer Lehrmolkerei. Das Projekt zeigte deutlich, wie LMA-Reduzierung in die Aus- und Fortbildung integriert werden kann, um das zukünftige Personal im Verarbeitungssektor diesbezüglich zu schulen. Das Projekt lässt sich sehr gut auf weitere Bildungseinrichtungen in der Lebensmittelproduktion und -verarbeitung übertragen.

Insgesamt wurde die Übertragbarkeit der Maßnahmen auf ähnlich aufgestellte Betriebe und Unternehmen überwiegend mit hoch eingestuft. Somit bieten die Demonstrationsprojekte weiteren Betrieben und Unternehmen erfolgreich erprobte Ansätze, um die Nutzung von Lebensmitteln zu optimieren.

JEL: L66, Q13

Keywords: Lebensmittelabfälle, Primärproduktion, Verarbeitung, Deutschland, Demonstrationsprojekte.

## Abstract

In 2019, the German Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) published the National Strategy for Food Waste Reduction in order to promote the reduction of food waste on a national level. In this context, so-called Dialogue Forums were founded in the sectors along the food chain (primary production, processing, trade, away-from-home consumption, private households) to discuss the topic together with actors from industry, politics, science and associations in order to develop reduction strategies.

The present study took place within the framework of the two Dialog Forums 'Primary Production and Processing'. The two projects were coordinated by the German Agricultural Society (DLG) and conducted jointly with the Thünen-Institute.

In demonstration projects, farms and companies implemented measures to reduce food waste. Some of the measures however, were aimed at converting food to higher-value products. The measures were evaluated on the basis of sustainability (economic, ecological, social). To allow inter-comparison of the measures, efficiency ratios were calculated, expressing the savings, such as reduced food waste quantities, per euro invested. The results show that the measures are efficient in reducing or valorizing food waste, whereby the obtained savings range from 0.03 to 48.79 kg per invested Euro. Furthermore, the measures reduced the CO<sub>2</sub> footprint by 0.005 to 214 kg CO<sub>2</sub> equivalents per invested Euro. The environmental footprint, which currently combines 13 environmental categories into a single score, was also reduced. However, two measures led to an increase in the environmental footprint and thus have a negative overall impact on the environment. In addition, the measures lead to financial savings. For only one measure, the savings per euro invested were less than one euro.

For some of the projects, the calculations are based on theoretical data and assumptions, as the respective measures at this moment cannot be implemented due to, for example, legal framework conditions. Other measures such as the production of insect protein are very innovative and are still in the process of establishing themselves on the market. Such measures offer great potential for the future.

Furthermore, one demonstration project dealt with raising awareness among students of an educational center for training in the field of the dairy industry as part of a school project to reduce food waste. The project clearly showed how food waste reduction can be integrated into education and training in order to train future staff for the processing sector. The project can easily be transferred to other educational institutions in the food production and processing chains.

The overall transferability of the measures to similar farms and companies was rated as high. Thus, the demonstration projects offer other farms and companies successfully tested approaches to optimize the use of food.

JEL: L66, Q13

Keywords: food waste, primary production, processing, Germany, demonstration projects.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Danksagung</b>	<b>i</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>ii</b>
<b>Abstract</b>	<b>iii</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>1</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>1</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>2 Material und Methode</b>	<b>3</b>
2.1 Definitionen	3
2.2 Demonstrationsprojekte	4
2.3 Nachhaltigkeitsbewertung	5
2.3.1 Quantitative Bewertung	5
2.3.2 Qualitative Bewertung	9
2.4 Datenerhebung	9
2.4.1 Datensammlung und Datenverfügbarkeit	9
2.4.2 Fragebogen	10
<b>3 Ergebnisse</b>	<b>12</b>
3.1 Primärproduktion	12
3.1.1 Quantitative Bewertung	12
3.1.2 Qualitative Bewertung	16
3.2 Verarbeitung	17
3.2.1 Quantitative Bewertung	17
3.2.2 Qualitative Bewertung	19
3.2.3 Demonstrationsprojekt Nr. 6: Fragebogen Auswertung	20
<b>4 Diskussion</b>	<b>25</b>
4.1 Methodischer Ansatz	25
4.2 Demonstrationsprojekte	26
<b>5 Fazit</b>	<b>28</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>29</b>
<b>Anhang 1 Grobstruktur des verwendeten Fragebogens</b>	<b>33</b>
<b>Anhang 2 Datenblätter zu den Demonstrationsprojekten in der Primärproduktion</b>	<b>35</b>
<b>Anhang 3 Datenblätter zu den Demonstrationsprojekten in der Verarbeitung</b>	<b>62</b>
<b>Anhang 4 Demonstrationsprojekt Nr. 6 (Verarbeitung): Fragebogen</b>	<b>89</b>
<b>Anhang 5 Demonstrationsprojekt Nr. 6 (Verarbeitung): Fragebogen Ergebnisse im Detail</b>	<b>93</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ressourceneffizienz.....	7
Abbildung 2: Motivation der Schüler*innen .....	20
Abbildung 3: Einfluss des Projektes auf die Sensibilisierung der Schüler*innen .....	21
Abbildung 4: Einfluss des Projektes auf die Wahrnehmung von LMA der Schüler*innen .....	21
Abbildung 5: Einfluss des Projektes auf das Entsorgungs- und das Einkaufsverhalten der Schüler*innen .....	22
Abbildung 6: Einfluss des Projektes auf das spätere berufliche Verhalten der Schüler*innen.....	23
Abbildung 7: Lerneffekt der Schüler*innen durch das Projekt .....	23

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zu den Demonstrationsprojekten in der Primärproduktion	4
Tabelle 2: Übersicht zu den Demonstrationsprojekten in der Verarbeitung	5
Tabelle 3: Netto-Nutzen der Maßnahmen in der Primärproduktion	13
Tabelle 4: Effizienzkennzahlen (Nutzen-Kosten-Verhältnisse) der Nutzen-Kosten-Analyse sowie qualitative Indikatoren für die Maßnahmen in der Primärproduktion	15
Tabelle 5: Netto-Nutzen der Maßnahmen in der Verarbeitung	18
Tabelle 6: Effizienzkennzahlen (Nutzen-Kosten-Verhältnisse) der Nutzen-Kosten-Analyse sowie qualitative Indikatoren für die Maßnahmen in der Verarbeitung	19
Tabelle 7: Grobstruktur des verwendeten Fragebogens für die Datenerhebung im Rahmen der Nachhaltigkeitsbewertung	33

## 1 Einleitung

Zur Herstellung von Lebensmitteln werden ökologische und ökonomische Ressourcen benötigt. Es werden beispielsweise Anbauflächen, Wasser, Saatgut, Maschinen, Pestizide und Düngemittel eingesetzt. Zudem entstehen entlang der Lebensmittelkette Treibhausgase, z. B. durch Transport, Verarbeitung und Kühlung. Demnach sind Lebensmittel eine wertvolle Ware für deren Produktion viele Ressourcen notwendig sind und deren Herstellung die Umwelt belastet.

Dennoch entstanden allein in Deutschland im Jahr 2020 knapp 11 Millionen Tonnen Lebensmittelabfälle (LMA), wobei 2 % davon aus der Primärerzeugung und 15 % davon aus dem Verarbeitungssektor stammen (Destatis 2022a). Athai et al. (2023) fanden in einer Umfrage heraus, dass in Deutschland von den produzierten<sup>1</sup> Lebensmitteln in der Primärproduktion 2 % als LMA entsorgt werden, weitere 22 % die Lebensmittelkette verlassen und außerhalb dieser weiterverwendet werden. Im Verarbeitungssektor enden 5 % der eingesetzten Rohstoffe als LMA und weitere 12 % werden außerhalb der Lebensmittelkette weiterverwendet (ebd.). Dies zeigt, dass neben den LMA weitere Lebensmittel die Lebensmittelkette verlassen und somit der Humanernährung nicht weiter zur Verfügung stehen. Die Definition von Lebensmittelabfällen ist im Kapitel 2.1 zu finden.

Mit der Agenda 2030 verabschiedeten die Vereinten Nationen im Jahr 2015 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs – Sustainable Development Goals). Dabei wurde im SDG 12.3 die Reduzierung von LMA verankert. Ziel ist die Halbierung der LMA auf Einzelhandels- und Verbraucherebene bis 2030. Darüber hinaus sollen LMA entlang der gesamten Wertschöpfungskette reduziert werden (Martens und Obenland 2017). Daraufhin wurde im Jahr 2018 das SDG 12.3 in die europäische Abfallrichtlinie (EU Richtlinie 2018/851) aufgenommen. Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) hat im Jahr 2019 die Nationale Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung (kurz: Nationale Strategie) veröffentlicht (BMEL 2019), um das SDG 12.3 auf nationaler Ebene umzusetzen. Im Zuge der Nationalen Strategie wurden in allen Sektoren entlang der Lebensmittelkette (Primärproduktion, Verarbeitung, Handel, Außer-Haus-Verpflegung und private Haushalte) Dialogforen ins Leben gerufen, um die Reduzierung von LMA voranzubringen. Darüber hinaus wurden Lebensmittelverluste (LMV), also landwirtschaftliche Produkte, die bereits vor und während der Ernte verloren gehen, berücksichtigt.

Die vorliegende Studie entstand im Rahmen der Arbeit in den Dialogforen Primärproduktion und Verarbeitung. Die beiden Dialogforen wurden von der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) koordiniert und gemeinsam mit dem Thünen-Institut bearbeitet. Die Projekte wurden aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages durch das BMEL gefördert<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> bezogen auf die die Menge nach dem Ernten, Schlachten, Melken

<sup>2</sup> Förderkennzeichen: 2820SRL007 und 2820SRL005

## 2 Material und Methode

### 2.1 Definitionen

Der Begriff Lebensmittel ist wie folgt definiert (EG Verordnung 178/2002):

*„Im Sinne dieser Verordnung sind „Lebensmittel“ alle Stoffe oder Erzeugnisse, die dazu bestimmt sind oder von denen nach vernünftigem Ermessen erwartet werden kann, dass sie in verarbeitetem, teilweise verarbeitetem oder unverarbeitetem Zustand von Menschen aufgenommen werden.“*

Darüber hinaus wird ein Lebensmittel als Ganzes verstanden und beinhaltet somit auch nichtessbare Bestandteile (EU Delegierter Beschluss 2019/1597). Auch alle Stoffe (einschließlich Wasser), die bei der Produktion den Lebensmitteln absichtlich zugeführt werden, gehören zu den Lebensmitteln. Nicht zu den Lebensmitteln zählen dagegen Futtermittel, lebende Tiere und Pflanzen vor der Ernte. Folglich gelten Tiere erst nach dem Schlachten und Pflanzen nach der Ernte als Lebensmittel (EG Verordnung 178/2002).

Der Begriff Abfall ist wie folgt definiert (EG Richtlinie 2008/98):

*„Jeder Stoff oder Gegenstand, dessen sich sein Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss.“*

Der Begriff Lebensmittelabfall (LMA) ist wie folgt definiert (EU Richtlinie 2018/851):

*„Lebensmittelabfall“ alle Lebensmittel gemäß Artikel 2 der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates<sup>3</sup>), die zu Abfall geworden sind.“*

Dabei zählen gasförmige Ableitungen in die Atmosphäre, z. B. Atmungsverluste, nicht zu den LMA (EG Richtlinie 2008/98). Auch die Verwendung von Lebensmitteln als landwirtschaftliches Material wird nicht als LMA erfasst (EG Richtlinie 2008/98, EU Delegierter Beschluss 2019/1597). Lebensmittel, die als oder im Abwasser entsorgt werden, zählen dagegen zwar zu den LMA, werden als solche allerdings nicht erfasst, da eine geeignete Methode zu deren Messung fehlt (EU Delegierter Beschluss 2019/1597). Da Nebenprodukte weiterverwendet werden, zählen diese nicht zu den LMA (EG Richtlinie 2008/98).

Für detailliertere Informationen zu den Definitionen (auch zu LMV) und zu den Sektoren Primärproduktion und Verarbeitung siehe Athai et al. (2023). Athai et al. (2023) haben im Rahmen der Dialogforen Primärproduktion und Verarbeitung jeweils eine Online-Umfrage in den jeweiligen Sektoren durchgeführt, um Daten zu Lebensmittelabfällen und -verlusten, Vorernte- und Nachernteverlusten sowie zu Ursachen und Maßnahmen zu erheben.

---

<sup>3</sup> Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit (ABl. L 31 vom 01.02.2002, S. 1).

## 2.2 Demonstrationsprojekte

Die Demonstrationsprojekte wurden zusammen mit dem Projektpartner (DLG) ausgesucht. Im Sektor Primärproduktion konnten insgesamt 10 Demonstrationsprojekte in folgenden Branchen durchgeführt werden: Obstanbau, Gemüseanbau, Getreideanbau und Erzeugung tierischer Produkte. Die Kurzbeschreibungen dieser Demonstrationsprojekte sind in Tabelle 1 dargestellt, eine detaillierte Beschreibung ist im Anhang 2 einzusehen.

**Tabelle 1: Übersicht zu den Demonstrationsprojekten in der Primärproduktion**

Produktionsbereich	Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung
<b>Obst</b>	1	Apfelsortierung	Sortierverluste bei Bio-Äpfeln aufgrund steigender optischer Qualitätsanforderungen
<b>Obst</b>	2	Apfellagerung	Reduzierung von Lagerverlusten bei Äpfeln durch alternative Behandlung
<b>Obst</b>	3	Herstellung Erdbeerchips	Veredelung von nicht mehr vermarktungsfähigen Erdbeeren zu Erdbeerchips
<b>Gemüse</b>	4	Herstellung Insektenprotein	Veredelung von nicht vermarktungsfähigem Gemüse zu proteinreichem Futtermittel mit Hilfe der Insektenzucht
<b>Gemüse</b>	5	Änderung Qualitätsstandards	Lockerung der Qualitätsstandards im Handel
<b>Gemüse</b>	6	Vermarktung von B-Ware	Erschließung alternativer Vermarktungswege für Gemüse in B-Qualität
<b>Getreide</b>	7	Lagerbetriebe – Interviews	Befragung von Betrieben, die Getreide lagern, hinsichtlich Aufkommen, Ursachen und Reduzierungsmaßnahmen von Lebensmittelabfällen
<b>Getreide</b>	8	Lagerbetrieb - Lagerversuch	Auswirkung unterschiedlicher Behandlungen (Lüftung & Trocknung) während der Getreidelagerung auf die Substanzverluste
<b>Tierische Produkte</b>	9	Vakzinierung von Forellen	Reduzierung von Aufzuchtverlusten in der Forellenproduktion mittels Vakzinierung
<b>Tierische Produkte</b>	10	Alternative Behandlung von Euterkrankheiten	Reduzierung von Sperrmilch durch eine alternative Behandlung von Euterentzündungen

Quelle: Eigene Erhebung.

Im Sektor Verarbeitung konnten insgesamt 12 Demonstrationsprojekte in folgenden Branchen durchgeführt werden: Back- und Teigwarenindustrie, Fleischverarbeitung, Molkereiwirtschaft, Obst- und Gemüseverarbeitung inkl. Getränkeherstellung, Feinkosterzeugung und Fischverarbeitung. Die Kurzbeschreibungen dieser Demonstrationsprojekte sind in Tabelle 2 dargestellt, eine detaillierte Beschreibung ist im Anhang 3 einzusehen.

**Tabelle 2: Übersicht zu den Demonstrationsprojekten in der Verarbeitung**

Produktionsbereich	Nr.	Maßnahme	Kurzbeschreibung
Back- und Teigwaren	1	Veredelung von Backwarenresten	Veredelung von Backwarenresten zu Insektenprotein
Back- und Teigwaren	2	Bestellzentralisierung und Einsatz einer Optimierungssoftware (KI)	Zentralisierung der Bestellungen und Einsatz einer Optimierungssoftware zur Mengen-/Lieferplanung
Fleischverarbeitung	3	Rework 1	Rework bei Wiener Würstchen und Bockwürstchen
Fleischverarbeitung	4	Rework 2	Rework von Kochpökel- und Brühwurstbruch in Brühwurst
Molkereiprodukte	5	Task-Force	Einrichtung einer Taskforce auf Commercial-Ebene
Molkereiwirtschaft	6	Fragebogen	Sensibilisierung von Schüler*innen einer Technikerschule im Rahmen eines Projekts zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen in einer Lehrmolkerei
Obst- und Gemüseverarbeitung & Getränke	7	Kreislaufwirtschaftsnetzwerk	Aufbau eines regionalen Kreislaufwirtschaftsnetzwerkes für überschüssiges Obst und Gemüse
Obst- und Gemüseverarbeitung & Getränke	8	Mobile Pressstation	Mobile Pressstation zur Versaftung von nicht vermarktungsfähigem Obst und Gemüse
Obst- und Gemüseverarbeitung & Getränke	9	Veredelung von Brotresten	Veredelung von Brotresten zu Bier
Erzeugung von Tiefkühlkost, Feinkost, Fisch & Süßwaren	10	Veredelung von Fischresten	Veredelung von Fischresten zu Fischöl in Lebensmittelqualität
Erzeugung von Tiefkühlkost, Feinkost, Fisch & Süßwaren	11	Rework 3	Rework von Frischkäse-Cremefüllung bei der Herstellung von gefüllten Peperoni
übergeordnet	12	Digitale Überschussbörse	Digitale Überschussbörse als „Online-Marktplatz“ für Überschüsse und Rohstoffe exemplarisch für einen Anbieter

Quelle: Eigene Erhebung.

## 2.3 Nachhaltigkeitsbewertung

Die angewandte Bewertungsmethode basiert auf der Methodik des EU Joint Research Centers der Europäischen Kommission (Caldeira et al. 2019; Laurentiis et al. 2020). Für die Maßnahmenbewertung wurde der Bewertungsrahmen angepasst und optimiert.

### 2.3.1 Quantitative Bewertung

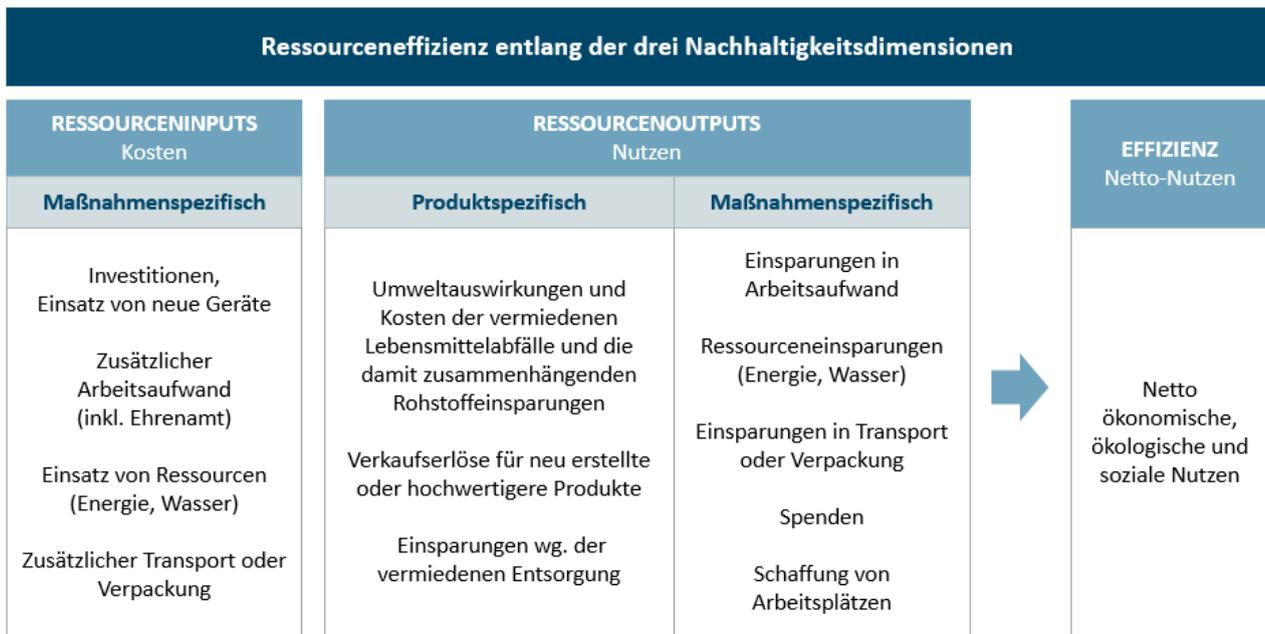
Die Nachhaltigkeitsbewertung erfolgte auf der Basis eines Vorher-Nachher-Vergleiches. Dazu wurde die Situation vor der Maßnahmenumsetzung der Situation nach der Maßnahmenumsetzung gegenübergestellt. Die mit der

Maßnahme verbundenen Änderungen wurden in Anlehnung an Goossens et al. (2021) in folgenden vier Schritten ermittelt:

Im ersten Schritt wurde die **Effektivität** einer Maßnahme berechnet, d. h. die eingesparte LMA/LMV-Menge wurde ermittelt. Statt auf eine LMA/LMV-Reduktion zielte ein Teil der Maßnahmen auf eine höhere Verwertung von Produkten und Nebenprodukten ab. Dann wurde die Menge berechnet, die einer höheren Wertschöpfung zugeführt werden konnte.

Im zweiten Schritt wurde eine Kosten-Nutzen-Analyse auf Basis der Nachhaltigkeit (ökonomisch, ökologisch, sozial) durchgeführt, um die **Ressourceneffizienz** der jeweiligen Maßnahmen zu beurteilen. Hierbei wurden die produktspezifischen Einsparungen und die maßnahmenspezifischen In- und Outputs berücksichtigt (siehe Abbildung 1). Als produktspezifische Nutzen oder Einsparungen wurden die Umweltauswirkungen und Kosten berücksichtigt, die mit dem Lebensmittel verbunden sind, das durch die Maßnahme nicht mehr entsorgt wird und dementsprechend nicht mehr (als Rohstoff) produziert oder eingekauft werden muss. Auch die mit der Entsorgung verbundenen Umweltauswirkungen und Kosten können eingespart werden. Dies wurde bei den vermiedenen Entsorgungswegen berücksichtigt. Maßnahmenspezifische Kosten und Nutzen (In- und Outputs) können, je nach Maßnahme, sehr unterschiedlich sein und umfassen u. a. Änderungen in Logistik und Transport, Änderungen im Energie- und Wasserverbrauch oder zusätzlicher/reduzierter Arbeitszeitbedarf. Diese Änderungen können dann entweder zu zusätzlichen Umweltauswirkungen und Kosten führen oder entsprechende Einsparungen bewirken (Goossens et al. 2019). Darüber hinaus kann sozialer Nutzen beispielsweise durch Spenden oder durch die Schaffung neuer Arbeitsplätze erzielt werden. Durch die Abwägung von Kosten und Nutzen kann die Effizienz bzw. der Gesamtnettonutzen entlang der drei Nachhaltigkeitsdimensionen berechnet werden.

**Abbildung 1: Ressourceneffizienz**



Quelle: Eigene Darstellung nach Goossens et al. (2021).

Eine beispielhafte Beschreibung des Vorher-Nachher-Vergleichs mit Auflistung der Kosten und Nutzen ist für das Demonstrationsprojekt Nr. 2 (Verarbeitung) in Box 1 dargestellt. Die Vorher-Nachher-Vergleiche aller Demonstrationsprojekte sind im Anhang 2 (Primärproduktion) und Anhang 3 (Verarbeitung) einzusehen.

**Box 1 - Demonstrationsprojekt 2, Verarbeitung: Bestellzentralisierung und Einsatz einer Optimierungssoftware (KI) in Bäckerei Heitzmann**

**Vorher-Nachher-Vergleich**

VORHER:

In einer Bäckerei mit 114 Filialen werden die Bestellungen dezentral durchgeführt: Die Bestellmengen werden in jeder Filiale durch das Verkaufspersonal auf Erfahrungsbasis eingetragen, wonach die Zentrale die Bestellungen überprüft. Durch Personalwechsel in den Filialen werden dabei oft nicht fundierte Entscheidungen getroffen. Auch werden manche Entscheidungen auf subjektiver Basis getroffen. Darüber hinaus kann das Personal nur auf einen begrenzten Datenpool zurückgreifen (Erinnerungen und eigene Erfahrungswerte).

NACHHER:

Die Mengen-/Lieferplanung wurde Anfang 2021 für mehr als 100 Filialen zentralisiert. Darüber hinaus wird die KI (Künstliche Intelligenz) gesteuerte Optimierungssoftware „Foodtracks“ eingesetzt. Foodtracks ist ein hybrides System, bei dem sowohl menschliche als auch künstliche Intelligenz angewendet werden, um

Bestellmengen zu optimieren. Hierbei werden 2/3 der in den Filialen verkauften Artikel über das zentrale System bestellt und das Verkaufspersonal in den Filialen nicht mehr in erster Linie an den Bestellungen beteiligt. Hierzu gibt Foodtracks einen Bestellvorschlag vor, basierend auf historischen Verkaufsdaten und unter Berücksichtigung von Schulferien, Saison und Feiertagen. Die Zentrale bleibt aber weiterhin im Austausch mit den Filialen. Auf diese Weise können weitere Effekte, wie z. B. lokale Baustellen, in der Entscheidung mit berücksichtigt werden. Foodtracks wird daher als Tool genutzt, um den Bestellprozess zu optimieren und bei der Senkung der Retouren zu unterstützen.

**Berücksichtigte Kosten:**

- Software Foodtracks (monatliches Abo-Modell)
- Aufgaben in der Zentrale wurden umstrukturiert; kein zusätzlicher Zeitaufwand und kein zusätzliches Personal werden benötigt

**Berücksichtigte Nutzen:**

- Weniger Retouren, also weniger Produkte zu produzieren und zu entsorgen
- Zeitersparnisse in den Filialen

Die ökologische Bewertung wurde als CO<sub>2</sub>-Fußabdruck (Einheit: CO<sub>2</sub>-Äquivalente) und als Umweltfußabdruck (Einheit: Milli-Umweltpunkte: mPt) ausgedrückt. Für diese Berechnungen wurden die Datenbanken Agribalyse (ADEME-INRAE 2020; Asselin-Balençon et al. 2020) und Ecoinvent (Wernet et al. 2016) herangezogen. Der Umweltfußabdruck (Englisch PEF: Product Environmental Footprint) aggregiert zurzeit die Wirkungsindikatoren von 13 Umweltkategorien zu einem Single-Score (EU 2018); beispielweise fließt der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu ca. 21 % in den Umweltfußabdruck ein. Weitere Kategorien sind u. a. ionisierende Strahlung, Versauerung und Eutrophierung. Dementsprechend kann es vorkommen, dass durch eine Maßnahme zwar der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck verringert wird, der Umweltfußabdruck aber steigt.

Im dritten Schritt wurden die Einsparungen aus Schritt eins unter Verwendung der Datenbank CIQUAL (Anses 2020) in **Nährwerteinsparungen** (kcal) umgerechnet. Dies erfolgte allerdings nur, wenn die Lebensmittel in der Vorher-Situation nicht der Humanernährung zur Verfügung standen und die Maßnahme dazu führte, dass die Lebensmittel in der Nachher-Situation der Humanernährung direkt zur Verfügung stehen.

Im vierten Schritt wurden die Ergebnisse in **Effizienzkennzahlen** umgerechnet. Diese Effizienzkennzahlen geben das Nutzen-Kosten-Verhältnis einer Maßnahme an, d. h. wie viel Einsparungen (LMA/LMV, CO<sub>2</sub>, mPt, kcal oder Euro) pro investiertem Euro erzielt wurden. Die Effizienzkennzahlen ermöglichen den Vergleich sehr unterschiedlicher Maßnahmen miteinander. Zudem wird ersichtlich, welche Maßnahmen besonders effektiv und effizient sind.

### 2.3.2 Qualitative Bewertung

Da soziale Aspekte nicht immer mittels quantitativer Indikatoren bewertet werden konnten, wurden diese vor allem auf der Basis qualitativer Indikatoren bewertet. Diese umfassen den Umsetzungsaufwand und die Motivation. Zudem wurden die Maßnahmen hinsichtlich der Zukunftsperspektive (Langfristigkeit und Übertragbarkeit) bewertet. Diese qualitativen Indikatoren sind wie folgt definiert (Wegner et al. 2020):

- **Umsetzungsaufwand:** Ausmaß an verfahrenstechnischen Verbesserungen, Personalschulungen und Systemen, welche für die Umsetzung der Maßnahme notwendig sind.
- **Motivation:** Bereitschaft der Beteiligten, eine Maßnahme umzusetzen.
- **Langfristigkeit:** Potential, eine Maßnahme über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten.
- **Übertragbarkeit:** Möglichkeit, die Maßnahme innerhalb eines anderen Kontexts oder an einem anderen Ort umzusetzen (z. B. in einem anderen vergleichbaren Betrieb).

## 2.4 Datenerhebung

### 2.4.1 Datensammlung und Datenverfügbarkeit

In einem ersten Schritt wurde mit jedem Demonstrationsbetrieb ein Termin für eine Videokonferenz vereinbart. Im Vorfeld dieses Termins wurde ein Fragebogen individuell auf die jeweilige Maßnahme abgestimmt. Dieser diente als Leitfaden im ersten Gespräch, wodurch bereits ein Teil der notwendigen Daten abgefragt werden konnte. Eine allgemeine Übersicht der abgefragten Informationen ist in Anhang 1 dargestellt. Im Anschluss an das Erstgespräch wurden weitere Daten telefonisch, per E-Mail oder in einer Videokonferenz abgefragt.

Vier Demonstrationsprojekte in der Verarbeitung (Nr. 7, 8, 10 und 12; siehe Tabelle 2) konnten aufgrund unvollständiger Daten nur beschreibend dargestellt werden. Darüber hinaus wurden in zwei Demonstrationsprojekten ausschließlich qualitative Daten erhoben. In der Primärproduktion wurden von der DLG Interviews bezüglich der Lagerung von Getreide geführt (Nr. 7; siehe Tabelle 1). In der Verarbeitung wurde die Sensibilisierung von Schüler\*innen einer Technikerschule im Rahmen eines Projektes zur Reduzierung von LMA in einer Lehrmolkerei mittels Fragebogen erfasst (Nr. 6; siehe Tabelle 2; für weitere Details zum Fragebogen siehe Kapitel 2.4.2). Für diese Projekte konnten dementsprechend keine Effizienzkennzahlen berechnet werden.

Nach Fertigstellung der Bewertung wurde den Demonstrationsbetrieben, bei denen eine vollständige Bewertung möglich war, ein Termin angeboten, um in einer Videokonferenz die Ergebnisse vorzustellen und gemeinsam zu diskutieren. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse wurden in der Nachhaltigkeitsbewertung ergänzt. Nach Fertigstellung aller Maßnahmenbewertungen wurde den Demonstrationsbetrieben das entsprechende Datenblatt (siehe Anhang 2 und Anhang 3) zu ihrer Maßnahmenbewertung per E-Mail zugeschickt, um die Freigabe für die Veröffentlichung einzuholen.

## 2.4.2 Fragebogen

Im Verarbeitungssektor wurde im Demonstrationsprojekt Nr. 6 die Sensibilisierung von Schüler\*innen fokussiert (siehe Tabelle 2). Dabei setzten Schüler\*innen einer Technikerschule im Rahmen eines Projektes in Gruppen verschiedene Maßnahmen um, um „nicht perfekte“ Produkte sowie Nebenprodukte in der Molkereibranche weiterzuverwenden und somit LMA zu reduzieren. Ziel des Demonstrationsprojektes war es, die Effekte des Schulprojektes auf die Schüler\*innen zu erfassen. Dabei sollte der Effekt auf die Wertschätzung von Lebensmitteln, die Wahrnehmung von LMA und die Relevanz der LMA-Reduktion ermittelt werden. Zudem sollte geprüft werden, ob das Projekt eine Verhaltensänderung der Schüler\*innen in ihrem Alltag hervorruft. Ein weiterer wichtiger Aspekt war der Beitrag zur Nachwuchsförderung, der das voraussichtliche zukünftige Verhalten der Schüler\*innen in ihrer beruflichen Laufbahn bezüglich Lebensmittelwertschätzung und LMA-Reduktion fokussiert. Darüber hinaus sollte ermittelt werden, welchen Lerneffekt die Schüler\*innen aus dem Projekt zogen.

Das Projekt fand in einer staatlichen Technikerschule für Agrarwirtschaft in der Fachrichtung Milchwirtschaft und Molkereiwesen statt. In der Bildungseinrichtung werden verschiedene Produkte wie Käse, Butter, Frischmilch und Dauermilch hergestellt und im Werksverkauf vermarktet. Start des Projektes war der 09.12.2021 mit der Einführung in die Thematik durch die Schulleitung sowie Gastvorträgen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) und des Thünen-Instituts für Marktanalyse. Das Projekt endete am 17.12.2021; zudem folgten zwei weitere Tage für Nachbesprechungen und Ausarbeitungen. Die Ergebnisse der einzelnen Gruppen wurden im Januar 2022 präsentiert und diskutiert; die DLG und das Thünen-Institut nahmen an diesem Termin ebenfalls teil.

Folgende Gruppen wurden für das Projekt erstellt:

- **Datenerfassung und Controlling**

Diese Gruppe befasste sich mit der aktuellen Situation bezüglich LMA in der Bildungseinrichtung und erfasste die anfallenden Mengen an Buttermilch und Molke. Darüber hinaus berechnete die Gruppe den ökonomischen Wert dieser Mengen und die damit verbundenen Treibhausgasmengen.

- **Buttermilch Verarbeitung**

Diese Gruppe testete Lösungen, um Buttermilch weiter zu verwerten und entwickelte Buttermilchdrinks in verschiedenen Geschmacksrichtungen. Ihre neuen Produkte unterzogen sie einem Sensoriktest. Die Gruppe berechnete zudem die Kosten sowie die Treibhausgasemissionen für die Buttermilchdrinks.

- **Molke Verarbeitung**

Diese Gruppe befasste sich mit der Herstellung von Ricotta aus dem Nebenprodukt Molke. Zudem wurden mit dem hergestellten Ricotta zwei verschiedene Speisen in der Kantine angeboten (Tomaten-Ricotta-Soße und Ricotta-Vanille-Kuchen).

- **Verarbeitung von Camembert**

Die Gruppe widmete sich der Herstellung von Backcamembert aus jungem nicht gereiftem Camembert und aus fertig gereiftem, aber (z. B. aufgrund von Verformungen) nicht verkaufsfähigem Camembert.

- **Herstellung von Reibekäse**

Die Gruppe befasste sich mit der Herstellung von Reibekäse aus Käse, der übriggeblieben ist oder sensorisch nicht optimal war. Darüber hinaus wurde eine Amortisationsberechnung durchgeführt, bei der der Einkauf einer gebrauchten sowie einer neuen Käsereibe betrachtet wurde.

Für die Datenerhebung wurde ein Fragebogen entworfen, der im Anhang 4 einzusehen ist. Dieser wurde nach Abschluss des Projektes an die Bildungseinrichtung versendet, dort von einer Lehrkraft ausgedruckt und an die Schüler\*innen zum sofortigen handschriftlichen Ausfüllen verteilt. Die anonym ausgefüllten Fragebögen wurden anschließend postalisch an das Thünen-Institut übermittelt. Die Auswertung der Daten erfolgte mittels deskriptiver Statistik und Anwendung von Microsoft Excel.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Primärproduktion

#### 3.1.1 Quantitative Bewertung

Tabelle 3 stellt den Netto-Nutzen der Maßnahmen in der Primärproduktion dar. In Spalte 3 (Masse) sind die Mengen an LMA/LMV angegeben, die durch die Maßnahmen eingespart wurden (bzw. die Mengen an Lebensmitteln, die einer höherwertigen Verwertung zugeführt wurden). Spalte 4 (Nährwerte) zeigt, wie viele Kilokalorien durch die Maßnahmen eingespart wurden und nun der Humanernährung direkt zur Verfügung stehen.

Bei der Maßnahme Nr. 1 ist keine Nährwerteinsparung gemessen in Kilokalorien festzustellen, da diese Maßnahme nicht die Reduktion von LMA/LMV zum Ziel hat, sondern eine höherwertige Verwendung. Dementsprechend stehen die Nahrungsmittel (hier die Äpfel) sowohl in der Vorher-Situation als auch in der Nachher-Situation der Humanernährung zur Verfügung. Bei der Maßnahme Nr. 4 ist die Nährwerteinsparung ebenfalls null, da die Lebensmittel als Tierfutter (Insekten) dienen und nicht direkt der Humanernährung zur Verfügung stehen. Spalte 5 (CO<sub>2</sub>-Fußabdruck) stellt dar, wie viel CO<sub>2</sub>-Äquivalente (CO<sub>2</sub>-eq) durch die Maßnahmen eingespart werden konnten und Spalte 6 (Umweltfußabdruck) zeigt den Effekt, den die Maßnahmen auf den Umweltfußabdruck haben. Für die Maßnahme Nr. 4 konnte kein Umweltfußabdruck berechnet werden, da für die ökologischen Effekte der Insektenproteinproduktion zurzeit in den gängigen Datenbanken keine Daten vorliegen. Dementsprechend wurde auf Daten aus der Literatur zurückgegriffen, die für diesen Prozess allerdings keinen Umweltfußabdruck ausweisen. Zwei der Maßnahmen (Nr. 3 und 6) steigern allerdings den Umweltfußabdruck, folglich belasten diese Maßnahmen trotz der Reduzierung der LMA/LMV die Umwelt. Darüber hinaus führen die Maßnahmen zu finanziellen Einsparungen (Spalte 7); lediglich die Maßnahme Nr. 6 verursacht Kosten.

**Tabelle 3: Netto-Nutzen der Maßnahmen in der Primärproduktion**

Maßnahme	Nr.*	Masse	Nährwert (Humanernährung)	CO <sub>2</sub> - Fußabdruck	Umwelt- Fußabdruck	Kosten
	<i>Einheit</i>	<i>kg</i>	<i>kcal</i>	<i>kg CO<sub>2</sub>eq</i>	<i>mPt</i>	<i>EUR</i>
Apfelsortierung	1	331 (1.735)**	0	33 (171)**	12 (62)**	357 (1.874)**
Apfellagerung	2	3.000	342.600	204	29	4.982
Herstellung Erdbeerchips	3	1.500	579.000	52	-154	1.582
Herstellung Insektenprotein	4	1.275.000	0	305.065	n.q.	193.019
Änderung Qualitätsstandards	5a	3.854	462.528	1.207	306	3.020
Änderung Qualitätsstandards	5b	6.346	1.586.500	556	281	2.358
Änderung Qualitätsstandards	5c	11.195	4.500.370	1.547	192	9.180
Vermarktung von B-Ware	6	707	618.176	201	-45	-20
Lagerbetrieb - Lagerversuch	8	13.543	45.640.305	3.785	485	3.479
Vakzinierung von Forellen	9	2.948	3.891.520	9.360	3.387	38.204
Alternative Behandlung von Euterkrankheiten	10	2.867	1.628.513	4.749	407	964

\*Maßnahme 7 ist eine beschreibende Bewertung und wird deshalb in der Tabelle nicht aufgeführt

\*\* Werte in Klammern zeigen die Ergebnisse pro Hektar unter der Annahme eines Ertrags von 25 t/ha.

5a: Kopfsalat, 5b: Kohlrabi, 5c: Möhren

n.q.= nicht quantifizierbar; k.A. = keine Aussage möglich

Quelle: Eigene Erhebung.

Tabelle 4 stellt die Effizienzkennzahlen jeder Maßnahme dar, also die Einsparungen pro investiertem Euro. Entstehen bei der Durchführung einer Maßnahme keine maßnahmenspezifischen Kosten, können folglich für diese Maßnahme keine Effizienzkennzahlen berechnet werden. Dies ist bei den Maßnahmen Nr. 1 und Nr. 5c der Fall.

In Spalte 3 der Tabelle 4 sind die Mengen an LMA/LMV angegeben, die pro investiertem Euro durch die jeweilige Maßnahme eingespart wurden (bzw. die Mengen an Lebensmitteln, die einer höherwertigen Verwertung zugeführt wurden). Alle Maßnahmen reduzieren LMA/LMV effektiv, wobei die Einsparungen zwischen 0,21 und 42,59 kg/€ liegen. Je höher die LMA/LMV-Einsparungen, desto effizienter ist die Maßnahme bezogen auf die finanzielle

Investition. Gleiches gilt ebenso für die Menge an eingesparten Kilokalorien. Die Maßnahmen reduzieren zudem den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck effektiv, wobei hier die Reduzierung zwischen 0,01 und 11,9 kg CO<sub>2</sub>eq/€ liegt. Je höher die Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks, desto effizienter ist die Maßnahme bezogen auf die finanzielle Investition zu beurteilen. Der Umweltfußabdruck wird ebenfalls von den meisten Maßnahmen reduziert. Hier liegen die Einsparungen zwischen 0,04 und 1,53 mPt/€. Zwei der Maßnahmen (Nr. 3 und 6) steigern allerdings den Umweltfußabdruck, folglich belasten diese Maßnahmen trotz der Reduzierung der LMA/LMV die Umwelt. Für die Maßnahme Nr. 4 konnte, wie bereits erwähnt, kein Umweltfußabdruck berechnet werden. Zudem führen die Maßnahmen zu finanziellen Einsparungen. Lediglich bei einer Maßnahme liegt die Einsparung pro investiertem Euro knapp unter einem Euro (99 ct).

**Tabelle 4: Effizienzkennzahlen (Nutzen-Kosten-Verhältnisse) der Nutzen-Kosten-Analyse sowie qualitative Indikatoren für die Maßnahmen in der Primärproduktion**

Maßnahme	Nr.*	Masse	Nährwert**	CO <sub>2</sub> -Fußabdruck	Umwelt-Fußabdruck	Kosten	Soziales		Zukunftsperspektive	
							Umsetzungsaufwand	Motivation	Langfristigkeit	Übertragbarkeit
		kg/€	kcal/€	kg CO <sub>2</sub> eq/€	mPt/€	€/€				
Apfelsortierung	1	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	gering	hoch	hoch	hoch
Apfel-lagerung	2	3,61	412	0,25	0,04	6,99	gering	hoch	hoch	hoch
Herstellung Erdbeerchips	3	0,30	107	0,01	-0,28	1,29	hoch	hoch	hoch	mittel
Herstellung Insektenprotein	4	7,51	n.q.	1,80	n.q.	2,14	k.A.	k.A.	k.A.	hoch
Änderung Qualitätsstandards	5a	7,46	895	2,33	0,59	6,84	gering	hoch	hoch	hoch
Änderung Qualitätsstandards	5b	5,52	1.379	0,48	0,24	3,05	gering	hoch	hoch	hoch
Änderung Qualitätsstandards	5c	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	gering	hoch	hoch	hoch
Vermarktung von B-Ware	6	0,43	380	0,12	-0,03	0,99	hoch	hoch	gering	hoch
Lagerbetrieb-Lagerversuch	8	42,6	143.514	11,9	1,53	11,94	gering	hoch	hoch	hoch
Vakzinierung von Forellen	9	0,21	271	0,65	0,24	3,66	hoch	hoch	hoch	gering
Alternative Behandlung Euterkrankheiten	10	1,68	957	2,79	0,24	1,21	gering	hoch	hoch	hoch

\*Maßnahme 7 ist eine beschreibende Bewertung und wird deshalb in der Tabelle nicht aufgeführt

\*\*Nährwert: Humanernährung

5a: Kopfsalat, 5b: Kohlrabi, 5c: Möhren

n.q.= nicht quantifizierbar; k.A. = keine Aussage möglich

Quelle: Eigene Erhebung.

### 3.1.2 Qualitative Bewertung

Tabelle 4 zeigt den Umsetzungsaufwand der Maßnahmen für den Betrieb (Spalte 8) und die Auswirkung der Maßnahmen auf die Mitarbeitermotivation (Spalte 9) sowie die Langfristigkeit (Spalte 10) und Übertragbarkeit (Spalte 11) der Maßnahmen. Der überwiegende Anteil der Maßnahmen ist mit einem geringen Umsetzungsaufwand verbunden. Lediglich bei drei Maßnahmen (Nr. 3, 6 und 9) ist der Umsetzungsaufwand als hoch einzustufen. Bei den Maßnahmen Nr. 3 und 6 ist dies auf einen hohen Arbeitszeitaufwand während der Maßnahmenumsetzung zurückzuführen. Bei Maßnahme Nr. 9 dagegen war der Zeitaufwand der Vorbereitung der Maßnahmenumsetzung besonders hoch, da das Verfahren innerhalb Deutschlands noch nicht weit verbreitet ist und dementsprechend wenig Informationen dazu zur Verfügung stehen. Alle Maßnahmen wirken sich hoch motivierend auf die Mitarbeiter\*innen aus. Die Maßnahmen können zudem hinsichtlich ihrer Zukunftsperspektive eingeordnet werden. Spalte 10 zeigt, dass die Langfristigkeit aller Maßnahmen (ausgenommen Nr. 6) als hoch eingestuft werden kann. Dies bedeutet, dass die Maßnahmen mit hoher Wahrscheinlichkeit auch über den Zeitraum des Projekts hinaus im Betrieb umgesetzt werden. Maßnahme Nr. 6 wurde von Student\*innen ins Leben gerufen und während ihrer Studienzeit umgesetzt. Die Langfristigkeit wurde als gering eingestuft, da die Maßnahme nicht weitergeführt wurde nachdem die Student\*innen ihr Studium absolviert hatten. Zudem war die benötigte Logistik (Lagerraum und Transport) an der Hochschule schwierig umzusetzen. Bei Maßnahme Nr. 2 ist anzumerken, dass die Langfristigkeit abhängig davon ist, ob die Zulassung des verwendeten Wirkstoffes verlängert wird. Sollte dies nicht der Fall sein, ist die Langfristigkeit nicht gegeben und somit als gering einzustufen. Der Großteil der Maßnahmen ist zudem sehr gut auf andere Betriebe der jeweiligen Produktionsrichtung übertragbar (Spalte 11). Die Übertragbarkeit von Maßnahme Nr. 3 wird als mittel eingestuft, da bei der Maßnahmenumsetzung auf bereits vorhandene Betriebsmittel zurückgegriffen wurde (Trocknungsöfen). Bei vergleichbaren Betrieben sind diese i. d. R. nicht vorhanden und müssten dementsprechend erst noch angeschafft werden. Maßnahme Nr. 9 wird hinsichtlich der Übertragbarkeit als gering eingestuft, da das eingesetzte Verfahren sehr innovativ ist und die Möglichkeit einer Umsetzung in anderen Betrieben stark von deren betrieblicher Produktionsausrichtung abhängt.

Im Demonstrationsprojekt Nr. 7 wurden Interviews mit Betrieben durchgeführt, die Getreide lagern. In den Interviews wurden folgende Punkte thematisiert (Details siehe Datenblatt Anhang 2):

- Verlustarten
- Erfassung der Verluste
- Entsorgung
- Reduzierungsmaßnahmen – bestehend
- Reduzierungsmaßnahmen – nicht umgesetzt
- Erfolgsfaktoren

## 3.2 Verarbeitung

### 3.2.1 Quantitative Bewertung

Tabelle 5 stellt den Netto-Nutzen der Maßnahmen in der Verarbeitung dar. In Spalte 3 (Masse) sind die Mengen an LMA/LMV angegeben, die durch die Maßnahmen eingespart wurden (bzw. die Mengen an Lebensmitteln, die einer höherwertigen Verwertung zugeführt wurden). In Spalte 4 (Nährwert) sind die Kilokalorien aufgeführt, die durch die Maßnahme eingespart wurden und nun der Humanernährung direkt zur Verfügung stehen. Bei der Maßnahme Nr. 1 ist die Nährwertersparung null, da die Lebensmittel als Tierfutter (Insekten) dienen und nicht direkt der Humanernährung zur Verfügung stehen. Spalte 5 (CO<sub>2</sub>-Fußabdruck) und Spalte 6 (Umweltfußabdruck) zeigen die Effekte der Maßnahmen auf die Umwelt an. Für die Maßnahmen Nr. 1 und 9 konnte kein Umweltfußabdruck berechnet werden. Für die Berechnung der ökologischen Effekte der Insektenproteinproduktion (Maßnahme Nr. 1) und der Malzherstellung (Maßnahme Nr. 9) musste auf Literatur zurückgegriffen werden, da es in den gängigen Datenbanken hierzu noch keine Datensätze gibt. Für die beiden Prozesse sind in der Literatur zurzeit allerdings keine Berechnungen zum Umweltfußabdruck vorhanden. Darüber hinaus führen die Maßnahmen zu finanziellen Einsparungen (Spalte 7). Bei Maßnahme Nr. 1 beziehen sich die Berechnungen auf die Verkaufserlöse des Insektenproteins und der Nebenprodukte (Dünger und Öl). Der größte Erlös stammt dabei aus dem Verkauf des Düngers (ca. 5 €/kg). Zudem können mit dem derzeitigen Einstiegspreis für Insektenprotein ca. 8 €/kg erzielt werden. Langfristig wird ein Verkaufspreis angestrebt, der ähnlich dem vergleichbarer Produkte, z. B. Fischmehl, ist und bei ca. 1,50 €/kg entspricht.

**Tabelle 5: Netto-Nutzen der Maßnahmen in der Verarbeitung**

Maßnahme	Nr.*	Masse	Nährwert (Humanernährung)	CO <sub>2</sub> - Fußab- druck	Umwelt- Fußab- druck	Kosten
	<i>Einheit</i>	<i>kg</i>	<i>kcal</i>	<i>kg CO<sub>2</sub>eq</i>	<i>mPt</i>	<i>EUR</i>
Veredelung von Backwarenresten	1	245.600	0	301.356	n.q.	341.545 ** (501.788)***
Bestellzentralisierung und Einsatz einer Optimierungs-software (KI)	2	121.570	328.661.576	239.480	26.201	465.498
Rework 1	3	97.016	264.304.818	618.612	89.210	136.451
Rework 2	4	354.000	480.897.012	2.169.441	307.504	853.102
Task-Force	5	2.107.207	915.620.875	2.501.735	219.366	2.637.988
Veredelung von Brotresten	9	340	886.267	49	n.q.	25.963
Rework 3	11	21.158	32.989.301	92.892	8.443	82.579

\* Maßnahmen 6-8 sowie 10 und 12 sind beschreibende Bewertungen und werden deshalb in der Tabelle nicht aufgeführt

\*\*Bezogen auf den Verkaufserlös (Insektenprotein, Dünger und Öl); Berechnung basiert auf langfristig angestrebten Verkaufspreis für Insektenprotein von 1,50 €/kg.

\*\*\*Bezogen auf den Verkaufserlös (für Insektenprotein, Dünger und Öl); Berechnung basiert dem derzeitigen Einstiegspreis für Insektenprotein von 8 €/kg.

n.q.= nicht quantifizierbar; k.A. = keine Aussage möglich

Quelle: Eigene Erhebung.

In Spalte 3 der Tabelle 6 sind die Mengen an LMA/LMV dargestellt, die pro investiertem Euro durch die jeweilige Maßnahme eingespart werden konnten (bzw. die Mengen an Lebensmitteln, die einer höherwertigen Verwertung zugeführt wurden). Alle Maßnahmen reduzieren LMA/LMV effektiv, wobei die Einsparungen zwischen 0,03 und 48,79 kg/€ liegen. Je höher die LMA/LMV-Einsparungen, desto effizienter ist die Maßnahme bezogen auf die finanzielle Investition. Gleiches gilt ebenso für die Menge an eingesparten Kilokalorien. Die Maßnahmen reduzieren zudem den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck effektiv, wobei hier die Reduzierung zwischen 0,005 und 214,22 kg CO<sub>2</sub>eq/€ liegt. Je höher die Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks, desto effizienter ist die Maßnahme bezogen auf die finanzielle Investition. Der Umweltfußabdruck wird ebenfalls von den Maßnahmen reduziert. Hier liegen die Einsparungen zwischen 0,66 und 22,61 mPt/€. Für die Maßnahmen Nr. 1 und 9 konnte, wie bereits erläutert, kein Umweltfußabdruck berechnet werden. Zudem führen alle Maßnahmen zu finanziellen Einsparungen bei den Betrieben, sodass pro investiertem Euro zwischen 2,46 und 191,44 Euro eingespart werden konnten.

**Tabelle 6: Effizienzkennzahlen (Nutzen-Kosten-Verhältnisse) der Nutzen-Kosten-Analyse sowie qualitative Indikatoren für die Maßnahmen in der Verarbeitung**

Maßnahme	Nr.*	Masse	Nährwert**	CO <sub>2</sub> -Fußabdruck	Umwelt-Fußabdruck	Kosten	Soziales		Zukunftsperspektive	
							Umsetzungsaufwand	Motivation	Langfristigkeit	Übertragbarkeit
	Einheit	kg/€	Kcal/€	kg CO <sub>2</sub> eq/€	mPt/€	€/€				
Spalte: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Veredelung Backwarenreste	1	1,05	n.q.	1,29	n.q.	2,46	gering/hoch	hoch	k.A.	hoch
Bestellzentralisierung und Einsatz einer Optimierungssoftware (KI)	2	3,05	8.237	6,00	0,66	12,67	gering	mittel	hoch	hoch
Rework 1	3	10,8	29.293	68,6	9,89	16,12	hoch	hoch	k.A.	hoch
Rework 2	4	26,0	35.360	159,5	22,61	63,73	mittel	hoch	k.A.	hoch
Task-Force	5	15,7	6.830	18,7	1,64	20,68	mittel	hoch	hoch	hoch
Veredelung Brotreste	9	0,03	83	0,005	n.q.	3,43	hoch	hoch	hoch	hoch
Rework 3	11	48,8	76.079	214,2	19,47	191,4	gering	hoch	hoch	hoch

\* Maßnahmen 6-8 sowie 10 und 12 sind beschreibende Bewertungen und werden deshalb in der Tabelle nicht aufgeführt

\*\* Nährwert: Humanernährung

n.q.= nicht quantifizierbar; k.A. = keine Aussage möglich

Quelle: Eigene Erhebung.

### 3.2.2 Qualitative Bewertung

Darüber hinaus zeigt Tabelle 6 den Umsetzungsaufwand der Maßnahmen im Betrieb (Spalte 8) und die Auswirkung der Maßnahmen auf die Mitarbeitermotivation (Spalte 9) sowie die Langfristigkeit (Spalte 10) und die Übertragbarkeit (Spalte 11) der Maßnahmen. Der Umsetzungsaufwand variiert je nach Maßnahme von gering bis hoch. Bei Maßnahme Nr. 1 muss hierbei zwischen den beteiligten Akteuren unterschieden werden. Während der Umsetzungsaufwand für die Bäckerei gering ist, ist die Weiterverwertung der Lebensmittelabfälle mit hohem Aufwand verbunden. Fast alle Maßnahmen wirken sich hoch motivierend auf die Mitarbeiter\*innen aus. Lediglich bei Maßnahme Nr. 2 war ein Teil des Personals zu Beginn nicht von der Maßnahme überzeugt, sodass die Motivation insgesamt als mittel eingestuft wurde. Die Maßnahmen können zudem hinsichtlich ihrer Zukunftsperspektive eingeordnet werden. Hierfür wurde die Langfristigkeit (Spalte 10) der Maßnahmen bewertet, die bei allen als hoch eingestuft werden konnte. Dies bedeutet, dass die Maßnahmen mit hoher Wahrscheinlichkeit auch über den Projektzeitraum hinaus im Betrieb umgesetzt werden. Da es sich bei den Maßnahmen Nr. 1, 3 und 4 um theoretische Berechnungen handelt (d. h. die Maßnahmen

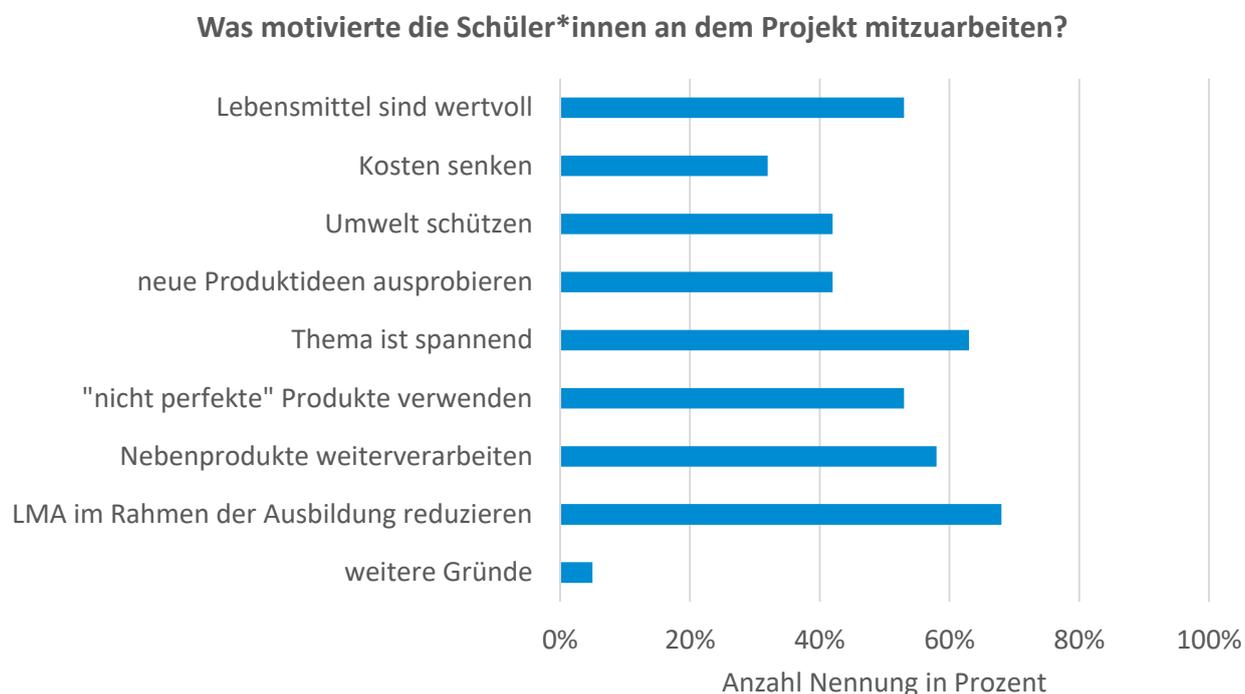
werden noch nicht in der Praxis umgesetzt), konnte hier keine Aussage zur Langfristigkeit getroffen werden. Alle Maßnahmen sind sehr gut auf andere Betriebe der jeweiligen Produktionsrichtung übertragbar (Spalte 11), vorausgesetzt, die Betriebe sind ähnlich aufgebaut, d. h. Prozesse und Gegebenheiten überwiegend identisch sind.

### 3.2.3 Demonstrationsprojekt Nr. 6: Fragebogen Auswertung

#### 3.2.3.1 Motivation der Schüler\*innen

Die Motivation für das Projekt entstand aus vielfältigen Gründen, die in Abbildung 2 dargestellt sind. Ein Großteil der Schüler\*innen nannte als motivierende Faktoren, dass sie die LMA im Rahmen ihrer Ausbildung reduzieren wollten und das Thema spannend fanden. Gefolgt von dem Wunsch, Nebenprodukte weiterzuverarbeiten und „nicht perfekte“ Produkte zu verwenden sowie der Überzeugung, dass Lebensmittel wertvoll sind.

**Abbildung 2: Motivation der Schüler\*innen**



LMA = Lebensmittelabfälle; n = 19

Quelle: Eigene Erhebung.

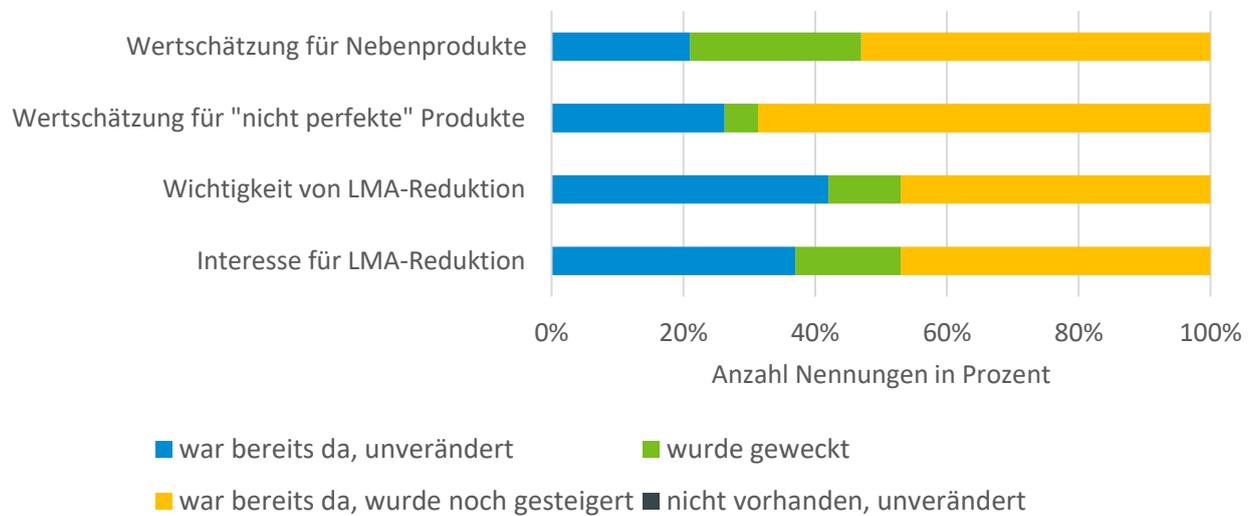
#### 3.2.3.2 Sensibilisierung

Das Projekt trug dazu bei, die Schüler\*innen für die Reduzierung und die Wertschätzung von Lebensmitteln zu sensibilisieren. Beim Großteil der Schüler\*innen war bereits vor dem Projekt die Wertschätzung für Nebenprodukte und für „nicht perfekte“<sup>4</sup> Produkte vorhanden, das Projekt konnte diese teils sogar noch steigern. Bei weiteren

<sup>4</sup> Nicht perfekte Produkte umfassen beispielsweise Camembert mit äußeren Schönheitsfehlern

Schüler\*innen wurde diese Wertschätzung erst durch das Projekt geweckt. Keiner der Schüler\*innen stufte Nebenprodukte und „nicht perfekte“ Produkte als nicht wertvoll ein. Zudem weckte das Projekt bei denjenigen Schüler\*innen, die zu Beginn noch kein Interesse gezeigt haben, das Interesse sowie die Erkenntnis der Wichtigkeit der Reduktion von LMA. Die Ergebnisse sind in Abbildung 3 dargestellt.

**Abbildung 3: Einfluss des Projektes auf die Sensibilisierung der Schüler\*innen**

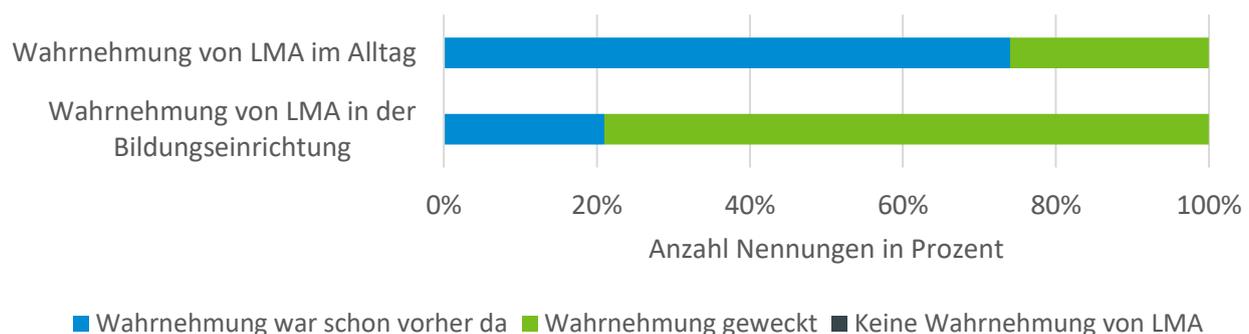


LMA = Lebensmittelabfälle; n = 19

Quelle: Eigene Erhebung.

Das Projekt steigerte die Wahrnehmung der Schüler\*innen in Bezug auf die anfallenden LMA-Mengen im Alltag und in der Bildungseinrichtung. Die Wahrnehmung von LMA im Alltag war bei 74 % der Schüler\*innen bereits vor dem Projekt vorhanden und konnte bei den übrigen 26 % geweckt werden. Bei der Wahrnehmung von LMA in der Bildungseinrichtung, also im Rahmen ihrer Ausbildung, ist die Verteilung genau umgekehrt. Nur knapp über 20 % der Schüler\*innen gaben an, hier bereits vor dem Projekt drauf geachtet zu haben, bei den übrigen Schüler\*innen wurde die Wahrnehmung erst durch das Projekt geweckt (Abbildung 4).

**Abbildung 4: Einfluss des Projektes auf die Wahrnehmung von LMA der Schüler\*innen**



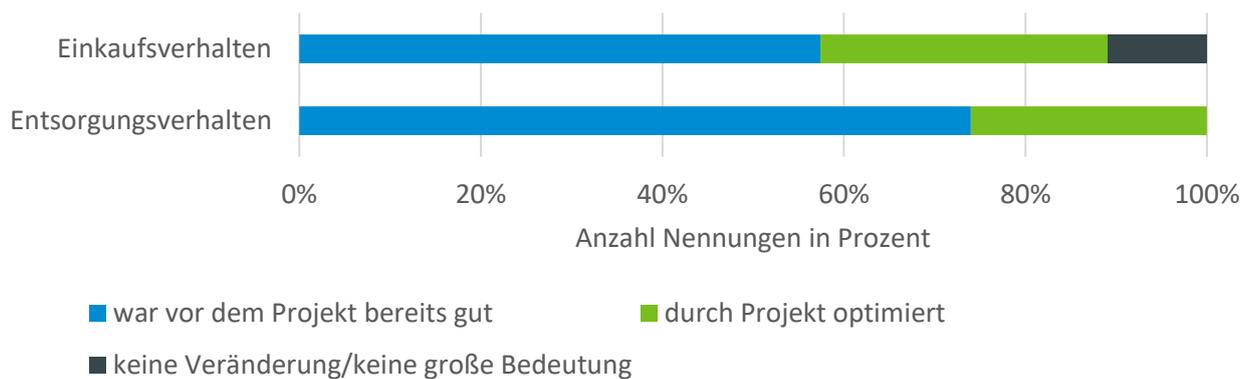
LMA = Lebensmittelabfälle; n = 19

Quelle: Eigene Erhebung.

### 3.2.3.3 Verhaltensänderung im Alltag

In Abbildung 4 ist bereits dargestellt worden, wie das Projekt die Wahrnehmung der Schüler\*innen in Bezug auf die LMA-Mengen im Alltag verändern konnte. Darüber hinaus führte das Projekt bei einem Teil der Schüler\*innen zu einer Optimierung des Einkaufs- sowie Entsorgungsverhaltens (Abbildung 5). Die Schüler\*innen versuchen nun, nur noch so viel einzukaufen, wie auch tatsächlich benötigt wird (Einkaufsverhalten), und weniger Lebensmittel zu entsorgen (Entsorgungsverhalten). Bei einem Großteil der Schüler\*innen waren diese Verhaltensweise bereits vor dem Projekt vorhanden.

**Abbildung 5: Einfluss des Projektes auf das Entsorgungs- und das Einkaufsverhalten der Schüler\*innen**



n = 19

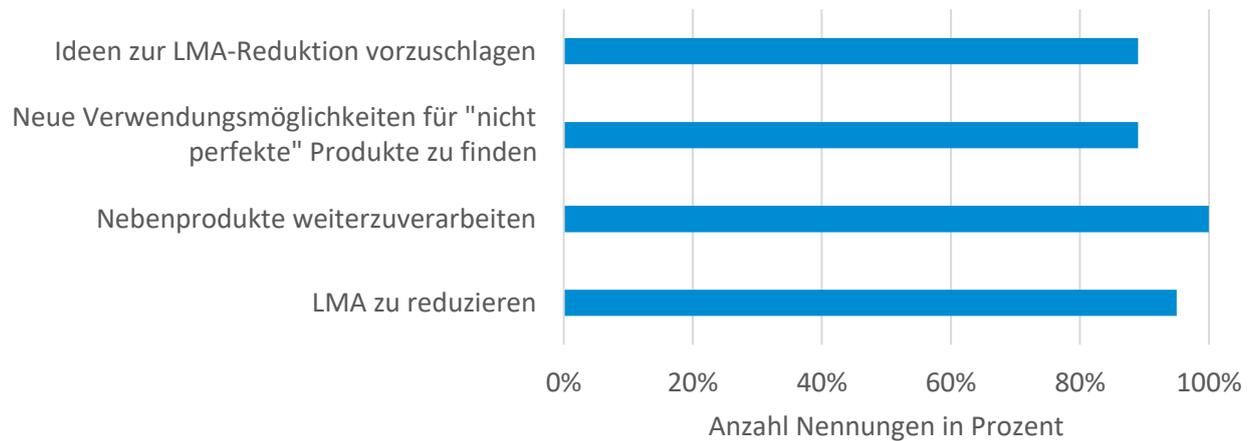
Quelle: Eigene Erhebung.

Darüber hinaus wurden die Schüler\*innen gefragt, ob sie Tipps oder Lösungen aus dem Projekt in ihren Alltag übernommen haben. 16 % der Schüler\*innen bejahte dies. Hierbei wurden folgende Punkte genannt:

- Einkaufslisten erstellen
- Nur so viel kaufen wie notwendig
- Käsereste verwerten
- Verwertung von Nebenprodukten und Resten
- Weniger wegwerfen

### 3.2.3.4 Nachwuchsförderung

Die Schüler\*innen wurden nach ihrem voraussichtlichen zukünftigen Verhalten in ihrer beruflichen Laufbahn befragt. Abbildung 6 zeigt, dass die Schüler\*innen versuchen werden, in ihrer zukünftigen beruflichen Laufbahn Ideen zur LMA-Reduktion vorzuschlagen, neue Verwendungsmöglichkeiten für „nicht perfekte“ Produkte zu finden, Nebenprodukte weiterzuverarbeiten und LMA zu reduzieren.

**Abbildung 6: Einfluss des Projektes auf das spätere berufliche Verhalten der Schüler\*innen****Die Schüler\*innen werden versuchen, in ihrer beruflichen Laufbahn...**

LMA =

Lebensmittelabfälle; n = 19

Quelle: Eigene Erhebung.

**3.2.3.5 Lerneffekt**

In Abbildung 7 ist dargestellt, was die Schüler\*innen im Projekt lernten. Die Schüler\*innen lernten Lösungen zur Nutzung von Nebenprodukten und „nicht perfekten“ Produkten. Darüber hinaus zeigte ihnen das Projekt, wie viele Nebenprodukte und LMA in der Bildungseinrichtung entstehen. Ökonomische und ökologische Faktoren konnte das Projekt ebenfalls vermitteln.

**Abbildung 7: Lerneffekt der Schüler\*innen durch das Projekt****Was lernten die Schüler\*innen im Projekt?**

LMA = Lebensmittelabfälle; n = 19

Quelle: Eigene Erhebung.

### 3.2.3.6 Reichweite

Im Projekt waren viele verschiedene Personen der Bildungseinrichtung beteiligt. Darunter die Schulleitung, Betriebsleitung, Verwaltungspersonal, technische Leitung, Lehrkräfte für verschiedene Fächer, z. B. Betriebswirtschaftslehre und Qualitätsmanagement, Versuchsleitungen, Küchen- und Servicekräfte der Kantine sowie das Verkaufspersonal im Werksverkauf. Somit hat das Projekt Personen aus unterschiedlichen Bereichen der Bildungseinrichtung erreicht. Darüber hinaus hat das Projekt durch die Sensibilisierung (Kapitel 3.2.3.2) und der ausgelösten Verhaltensänderungen (Kapitel 3.2.3.3) eine Reichweite bis in den Alltag und in zukünftige berufliche Tätigkeiten der Schüler\*innen (Kapitel 3.2.3.4).

### 3.2.3.7 Verbesserungsvorschläge der Schüler\*innen

Die Schüler\*innen wurden nach Verbesserungsvorschlägen für das Projekt gefragt; folgende Vorschläge wurden erfasst:

- Bessere Absprachen im Vorfeld über zu leistende Arbeiten
- Schwerpunkte legen
- Detailliertere Datenanalyse
- Projekt langfristig anlegen (über 1 Jahr)
- Kollektivnoten einführen, um das Projekt sowie die Zusammenarbeit zu bewerten
- Bessere Organisation
- Mehr Kommunikation mit dem Handel und den Produzenten
- Schulen und Universitäten einbeziehen
- Kinder bereits früher in das Thema einführen
- Reduzierung von Lebensmittelabfällen in Wohngemeinschaften sowie Single-Haushalten thematisieren

## 4 Diskussion

### 4.1 Methodischer Ansatz

Die Nachhaltigkeitsbewertung umfasst einen quantitativen und einen qualitativen Teil. Für die quantitative Bewertung wurde die französische Datenbank Agribalyse mit Datensätzen für 2.500 Agrarprodukte und Lebensmittel angewendet. Die daraus resultierenden Umweltauswirkungen sind repräsentativ für Frankreich. Somit basiert der gesamte zugrundeliegende Stromverbrauch auf dem französischen Strommix mit einem hohen Anteil an Kernkraft, der sich vom deutschen oder europäischen Strommix unterscheidet. Ebenso sind andere in der Datenbank getroffene Annahmen, z. B. zu Produktionsprozessen, möglicherweise nicht vollständig repräsentativ für die auf dem deutschen Markt erhältlichen Produkte (Asselin-Balençon et al. 2020). Dennoch erwies sich die Datenbank als sehr praktikables Instrument, um detaillierte und glaubwürdige Umweltauswirkungen für eine breite Palette von Produkten zu erhalten.

Die Umsetzung von Maßnahmen kann einen Einfluss auf viele verschiedene Akteure entlang der Wertschöpfungskette haben. Bei der Berechnung der maßnahmenspezifischen Kosten und Nutzen wurde der Fokus vor allem auf die Auswirkungen in einem Betrieb/Unternehmen gelegt. Dies war meistens der/das Betrieb/Unternehmen, der/das die Maßnahme umsetzte. Dennoch können weitere Effekte in anderen Betrieben/Unternehmen auftreten, die außerhalb der betrachteten Systemgrenze liegen. Dies ist besonders dann der Fall, wenn Maßnahmen auf eine große Anzahl weiterer Betriebe übertragen werden. So wurde beispielsweise nicht betrachtet, welchen Effekt das Demonstrationsprojekt Nr. 2 aus der Verarbeitung (siehe Box 1 in Kapitel 2.3.1) auf den Arbeitsaufwand und die Arbeitsplätze bei dem Softwarehersteller hat. Werden Reduzierungsmaßnahmen flächendeckend angewandt und somit zum neuen Standard, sollten auch weitreichende Effekte betrachtet werden.

Bei der qualitativen Bewertung liegt der Fokus in dieser Studie beim Umsetzungsaufwand, der Motivation, der Langfristigkeit und der Übertragbarkeit. Weitere qualitative Faktoren könnten zum Beispiel Reichweite und Auswirkungen auf das Image des Betriebes sein (Goossens et al. 2022). Für die Übertragbarkeit der Maßnahmen wurde geprüft, inwiefern diese auch in andere Betriebe der jeweiligen Produktionsrichtung implementiert werden könnten. Hierbei war die Voraussetzung, dass die Betriebe ähnlich aufgebaut sind, d.h. Prozesse und Gegebenheiten überwiegend identisch sind. Die Übertragbarkeit betrifft allerdings nicht die Ergebnisse selbst, da diese von vielen verschiedenen Faktoren, z. B. der Ausgangssituation, bestimmt werden. Die ökonomischen, ökologischen und sozialen Effekte einer Maßnahme sind dementsprechend abhängig von der Ausgangssituation, die u. a. die Prozessabläufe, die Produktionsmenge und die eingesetzten Maschinen umfasst.

## 4.2 Demonstrationsprojekte

Im Produktionsbereich Getreide wurden Interviews mit verschiedenen Betrieben durchgeführt (Demonstrationsprojekt Nr. 7 in der Primärproduktion). Dabei wurde deutlich, dass Schädlingsverluste nur selten auftreten (siehe Datenblatt im Anhang 2). Allerdings trägt die globale Erwärmung dazu bei, dass Schädlinge weiter in den Norden wandern. Dementsprechend kann es zukünftig notwendig werden, den Schutz vor Vorratsschädlingen zu erweitern (Adler et al. 2022). Das Projekt AVoiD<sup>5</sup> (Abwehr von Vorratsschädlingen in Deutschland) befasst sich derzeit mit dieser Problematik und entwickelt, testet und bewertet Strategien zur Optimierung von Lagerstrukturen, um Vorratsschädlinge und damit Verluste zu reduzieren (Thünen-Institut 2023).

Zwei Demonstrationsprojekte (Nr. 5 und 6 in der Primärproduktion) befassten sich mit den Auswirkungen von Qualitätskriterien, die über die gesetzlichen hinausgehen. Diese Qualitätskriterien führen dazu, dass Produkte entsorgt werden, als Futtermittel enden oder gar nicht erst geerntet werden. Die Produkte entsprechen zwar den gesetzlichen Vorgaben und sind qualitativ hochwertig, erfüllen aber nicht die zusätzlichen Kriterien, weil sie beispielsweise von der gewünschten Form, Größe oder Farbe abweichen oder Schönheitsfehler aufweisen. Ebert und Horlitz (2020) nennen zudem den Verkauf von Lebensmitteln mit Blattwerk, das lediglich dekorative Zwecke erfüllt, als ein zusätzliches Kriterium, das zu Verlusten führt. Die Blätter entziehen den Lebensmitteln Feuchtigkeit, was wiederum die Frische und Haltbarkeit reduziert. Darüber hinaus ist es zum Standard des Handels geworden, Kartoffeln i. d. R. nur gewaschen anzubieten. Dies führt ebenfalls zu Verlusten, da die Erdschicht, die der Knolle anhaftet, als natürliche Schutzschicht dient. Zudem führt der Waschvorgang selbst zu Verletzungen an der Kartoffelschale und erleichtert so das Eindringen von Erregern und Schädlingen. Die Feuchtigkeit begünstigt dann noch einen Pilzbefall. (Brendel 2017). Die Lockerung der vom Handel gesetzten Qualitätskriterien kann folglich dazu führen, dass eine größere Menge an Lebensmitteln der menschlichen Ernährung zur Verfügung stehen und LMA/LMV reduziert werden. Dies zeigen auch die theoretischen Berechnungen des Demonstrationsprojektes Nr. 5 (Primärproduktion).

Für suboptimales Gemüse wurden im Demonstrationsprojekt Nr. 6 (Primärproduktion) neue Absatzwege erschlossen. Jahnke et al. (2022) befassten sich ebenfalls mit der Vermarktung von suboptimalen Lebensmitteln und stellten Empfehlungen hierfür auf. Lebensmittel mit geringfügigen optischen Mängeln sollten ohne Preisnachlass mit makelloser Ware verkauft werden. Dagegen sollten Lebensmittel mit starken optischen Mängeln besser anderweitig Verwendung finden, z. B. für die Herstellung von Säften. Darüber hinaus weisen Jahnke et al. (2022) darauf hin, dass ein dauerhaftes Angebot von Lebensmitteln mit Schönheitsfehlern einen Gewohnheitseffekt bei Verbraucher\*innen hervorrufen kann.

Während der Projektlaufzeit wurde zudem in den Sektoren Primärproduktion und Verarbeitung eine Online-Umfrage von Athai et al. (2023) durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die gesetzlichen Vorgaben sowie die

---

<sup>5</sup> <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/marktanalyse/projekte/abwehr-von-vorratsschaedlingen-in-deutschland>

darüberhinausgehenden Qualitätskriterien dazu führen, dass Lebensmittel außerhalb der Lebensmittelkette verwendet werden und dass LMA sowie Vorernte- und Ernteverluste (LMV) entstehen. Des Weiteren befürwortete ein Großteil der Teilnehmer\*innen die Aufklärung von Verbraucher\*innen, z. B. durch Kampagnen. Diese Kampagnen können Verbraucher\*innen für die Reduzierung von LMA sensibilisieren, die Wertschätzung von Lebensmitteln steigern und Informationen bezüglich Ästhetik von Lebensmitteln geben (Athai et al. 2023).

Das Demonstrationsprojekt zur Sensibilisierung von Schüler\*innen (Maßnahme Nr. 6 in der Verarbeitung) zeigt, dass ein praktisches Schulprojekt im Rahmen einer Weiterbildung in der Lebensmittelverarbeitung erfolgreich die Themen Lebensmittelwertschätzung und LMA-Reduktion voranbringen kann. Die Schüler\*innen wurden nicht nur für die Thematik sensibilisiert, sie lernten auch verschiedene Lösungen, um Nebenprodukte und „nicht perfekte“ Produkte zu verwerten und somit LMA vorzubeugen. Besonders erfolgreich konnte das Projekt die Wahrnehmung der Schüler\*innen für LMA in der Bildungseinrichtung steigern, die vor dem Projekt lediglich bei 21 % der Schüler\*innen vorhanden war und nach dem Projekt bei 100 % der Schüler\*innen (Abbildung 4). Darüber hinaus werden fast alle Schüler\*innen versuchen, das Gelernte in ihren späteren beruflichen Tätigkeiten umzusetzen. Das Projekt setzt folglich genau am entscheidenden Punkt an, nämlich genau dort, wo zukünftiges Personal der Verarbeitungsbranche ausgebildet wird und Routinen, Denkweisen und Strategien im Umgang mit Lebensmitteln vermittelt bekommt.

Die Langfristigkeit und die Übertragbarkeit von Veredelung von Brotresten zu Bier (Maßnahme Nr. 9 in der Verarbeitung) wurde jeweils mit hoch eingestuft (siehe Tabelle 6). Die Verwendung von Backwaren zum Bierbrauen wird bereits erfolgreich von ausländischen sowie einheimischen Brauereien durchgeführt. Das daraus entstehende Bier wird von Verbraucher\*innen gut angenommen. Weitere Beispiele hierfür in Deutschland sind das Gruibinger Brotbier (Lammbrauerei Hilsenbeck 2022) und das Rhein-Neckar Brotbier von CraftCell (CraftCell 2021).

Eine Maßnahme setzt bereits früher an, um Überschüsse von Backwaren in Bäckereien zu reduzieren (Maßnahme Nr. 2 in der Verarbeitung). Dabei wurde der Bestellprozess zentralisiert und mit einer intelligenten Software (KI) von FoodTracks<sup>6</sup> ergänzt. Die Software berücksichtigt dabei historische Verkaufsdaten sowie Schulferien, Saison und Feiertage (siehe Datenblatt im Anhang 3). Auch Delicious Data entwickelten ein digitales Prognosetool und setzen dieses in Bäckereien ein, um Bestellprozesse zu automatisieren und Wareneinsätze sowie Retouren zu reduzieren. Mittels KI werden auch hier Faktoren wie Wetter, Ferien und Feiertage mit vergangenen Absatzdaten kombiniert, um bedarfsgerechte Mengen zu produzieren (Delicious Data 2023).

---

<sup>6</sup> <https://www.foodtracks.de/>

## 5 Fazit

Mit den Demonstrationsprojekten konnten für verschiedene Branchen der Sektoren Primärproduktion und Verarbeitung Möglichkeiten aufgezeigt werden, um LMA/LMV zu reduzieren oder Lebensmittel einer höherwertigen Verwertung zuzuführen.

Die quantitative Bewertung zeigte, dass alle Maßnahmen LMA/LMV effektiv reduzierten oder Lebensmittel effektiv einer höherwertigen Verwertung zuführten. Darüber hinaus reduzierten alle Maßnahmen den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und bis auf zwei Maßnahmen reduzierten alle ebenso den Umwelt-Fußabdruck. Zudem führen die Maßnahmen zu finanziellen Einsparungen. Lediglich bei einer Maßnahme liegt die Einsparung pro investiertem Euro unter einem Euro. Die Spannweite der Ergebnisse zeigt, dass einige Maßnahmen einen größeren Effekt als andere bieten. Allerdings bieten einige Maßnahmen weiteres Potenzial an, indem diese auf weitere Produkte im Betrieb/Unternehmen angewandt werden.

Bei fast allen Maßnahmen wurde die Übertragbarkeit als hoch eingestuft, d. h. die Maßnahmen lassen sich gut auf ähnliche Betriebe/Unternehmen übertragen. Somit bieten die Demonstrationsprojekte anderen Betrieben und Unternehmen erfolgreich erprobte Ansätze, um die Nutzung von Lebensmitteln zu optimieren und LMA/LMV zu verringern. Die Ergebnisse sind allerdings nicht 1:1 übertragbar, da die ökonomischen, ökologischen und sozialen Effekte einer Maßnahme von verschiedenen Faktoren, z. B. der Ausgangssituation, abhängen. Darüber hinaus basieren einige Berechnungen auf theoretischen Daten und Annahmen, da eine Umsetzung zuerst Änderungen im Lebensmittelsystem voraussetzt, z. B. im rechtlichen Bereich bezüglich der Nutzung von Rework in Spitzenqualität. Daher wurde auch kein Vergleich oder ein Ranking zwischen den Maßnahmen vorgenommen. Folglich zeigen die Demonstrationsprojekte auch weiteren Handlungsbedarf auf: wie können diese Maßnahmenwirkungen auf andere Betriebe übertragen werden und wie kann das ganze Lebensmittelsystem dadurch effizienter werden. Zudem basieren einige Maßnahmen auf Innovationen, z. B. Insektenproteinproduktion, die bei erfolgreicher Etablierung am Markt ein hohes Potenzial bieten, um Lebensmittel (inkl. der nichtessbaren Bestandteile) optimal zu nutzen, wenn eine direkte Verwendung in der Humanernährung nicht möglich ist.

## Literaturverzeichnis

ADEME-INRAE (2020) Agribalyse 3.0. URL: <https://app.agribalyse.fr> (zitiert am 03.11.2020).

Adler C, Athanassiou C, Carvalho M O, Emekci M, Gvozdenac S, Hamel D, Riudavets J, Stejskal V, Trdan S, Trematerra P (2022) Changes in the distribution and pest risk of stored product insects in Europe due to global warming: Need for pan-European pest monitoring and improves food-safety. In: Journal of Stored Products Research 97. DOI:10.1016/j.jspr.2022.101977.

AMI (Agrarmarkt Informations-Gesellschaft) (2021) Markt Bilanz Gemüse. Plump Druck & Medien GmbH.

Anses (2020) Ciqua French food composition table. URL: <https://ciqua.anses.fr/> (zitiert am 09.11.2022).

Asselin-Balençon AC, Broekema R, Teulon H, Gastaldi G, Houssier J, Moutia A et al. (2020) AGRIBALYSE v3.0: la base de données française d'ICV sur l'Agriculture et l'Alimentation. Methodology for the food products. Ed. ADEME 2020.

Athai J, Kuntscher M, Schmidt T (2023) Lebensmittelabfälle und -verluste in der Primärproduktion und in der Verarbeitung. Thünen Working Paper 209. Braunschweig: Thünen-Institut. DOI: 10.3220/WP1678867614000.

BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2019) Nationale Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung. Berlin: BMEL, Referat 216.

BÖLW (Bundes Ökologische Lebensmittelwirtschaft) (2021) Branchenreport 2021: Ökologische Lebensmittelwirtschaft. Berlin.

Brauwelt (2022) Auf dem Weg zur emissionsfreien Malzproduktion. Zu finden in: <https://brauwelt.com/de/themen/rohstoffe/644336-auf-dem-weg-zur-emissionsfreien-malzproduktion> (zitiert am 15.11.2022).

Brendel F (2017) Kleine Makel – Grosse Folgen. Nahrungsmittelverschwendung am Beispiel Kartoffel. WWF Deutschland.

BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit) (2022) Online-Datenbank Pflanzenschutzmittel. Zu finden in: [https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04\\_Pflanzenschutzmittel/01\\_Aufgaben/02\\_ZulassungPSM/01\\_ZugelPSM/01\\_OnlineDatenbank/psm\\_onlineDB\\_node.html](https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/01_ZugelPSM/01_OnlineDatenbank/psm_onlineDB_node.html) (zitiert am 09.11.2022).

Caldeira C, Laurentiis V de, Sala S (2019) Assessment of food waste prevention actions. Development of an evaluation framework to assess the performance of food waste prevention actions: JRC Technical Reports. EC-JRC, European Commission Joint Research Centre, Ispra, Italy.

- CORDIS (Community Research and Development Information Service) (2022): FOX Projektbeschreibung. Zu finden in: <https://cordis.europa.eu/project/id/817683/de> (zitiert am 09.11.2022).
- CraftCell (2021) Unser Brotbier. Zu finden in: <https://craftcell.de/brotbier/> (zitiert am 07.03.2023).
- Delicious Data (2023) Bäckereien. Umsätze steigern und dabei Retouren reduzieren. Zu finden in: <https://www.delicious-data.com/baecker> (zitiert am 07.03.2023).
- Destatis (2022a) Lebensmittelabfälle in Deutschland. Zu finden in: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Tabellen/lebensmittelabfaelle.html;jsessionid=9A15D50B91158DF1D06FE4BB597E1B16.live722#fussnote-1-615778> (zitiert am 08.03.2023).
- Destatis (2022b) Erntemenge und Anbaufläche (Gemüse und Erdbeeren): Deutschland, Jahre, Gemüsearten auf dem Freiland: Tabellen 41215-001 und 41215-002.
- Dreyer M, Hörtenhuber S, Zollitsch W, Jäger H, Schaden L-M, Gronauer A (2021) Environmental life cycle assessment of yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) production for human consumption in Austria – a comparison of mealworm and broiler as protein source. In: *Int J Life Cycle Assess* 2021;26(11):2232–47. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01980-4>.
- Ebert V, Horlitz T (2020) Umwelt- und klimarelevante Qualitätsstandards im Lebensmitteleinzelhandel. Ursachen und Lösungen. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau-Roßlau.
- EG (Europäische Gemeinschaft) Richtlinie 2008/98 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien.
- EG (Europäische Gemeinschaft) Verordnung 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft: L 31.
- EU (Europäische Union) Delegierter Beschluss 2019/1597 der Kommission vom 03. Mai 2019 zur Ergänzung der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf eine gemeinsame Methodik und Mindestqualitätsanforderungen für die einheitliche Messung des Umfangs von Lebensmittelabfällen. Amtsblatt der Europäischen Union: L 248.
- EU (Europäische Union) European Commission (2018) PEFCR Guidance document, - Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs), version 6.3, May 2018. European Commission, Brussels, Belgium.
- EU (Europäische Union) Richtlinie 2018/851 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle. Amtsblatt der Europäischen Union: L 150.

- Goossens Y, Kuntscher M, Lehn F, Schmidt TG (2021) Nachhaltigkeitsbewertung von Maßnahmen zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen. Braunschweig: Thünen-Institut für Marktanalyse, 2 p, Project Brief Thünen-Institut 2021/2., DOI:10.3220/PB1634130373000.
- Goossens Y, Leverenz D, Kuntscher M (2022) Waste-tracking tools: A business case for more sustainable and resource efficient food services. In: Resources, Conservation & Recycling Advances, 15. Doi:10.1016/j.rcradv.2022.200112.
- Goossens Y, Wegner A, Schmidt TG (2019) Sustainability assessment of food waste prevention measures: review of existing evaluation practices. Front Sustain Food Syst 3(Oct.): Art. 90. DOI:10.3389/fsufs.2019.00090.
- Humpisch G (2014) Getreide und Ölsaaten lagern: Grundlagen, Verfahren, Anwendung. 3rd ed. Clenze: Erling.
- Jahnke B, Kilian D, Hartmann T, Puteri B, Zander K (2022) Praxismerkblatt: Vermarktungspotential von Suboptimal Food im Öko-Handel. Kaufbarrieren identifizieren und Marketingmaßnahmen entwickeln, um Suboptimal Food im Öko-Handel besser zu vermarkten. Empfehlungen für die Praxis. Zu finden in: <https://www.oekolandbau.de/boeln-forschung/forschungsergebnisse/forschungsbereich-oekonomie/vermarktungspotenzial-von-suboptimal-food-im-oeko-handel/> (zitiert am 02.08.2022).
- KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft) (2017) Gemüsebau: Freiland und Gewächshaus. KTBL-Datensammlung. Darmstadt.
- KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft) (2022) Obstbau: Produktionsverfahren planen und kalkulieren. KTBL-Datensammlung. 5th ed. Darmstadt.
- Laurentiis V de, Caldeira C, Sala S (2020) No time to waste: assessing the performance of food waste prevention actions. In: Resources, conservation, and recycling. 161:104946. DOI: <https://doi.org10.1016/j.resconrec.2020.104946>.
- Lammbrauerei Hilsenbeck (2022) Brotbier – Nachhaltige Lecker. Zu finden in: <https://www.gruibinger.de/biere/brotbier/> (zitiert am 07.03.2023).
- LELY (2019) Lely Astronaut A4: Melkroboter. Bedienerhandbuch (Zusatz).
- Manfredi S, Cristobal J (2016) Towards more sustainable management of European food waste: Methodological approach and numerical application. In: Waste management & research the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA 2016;34(9):957–68. DOI: <https://doi.org10.1177/0734242X16652965>.
- Martens J, Obenland W (2017) Die Agenda 2030. Globale Zukunftsziele für nachhaltige Entwicklung. Bonn/Osnabrück: Global Policy Forum.
- Niyonsaba HH, Höhler J, Kooistra J, van der Fels-Klerx HJ, Meuwissen M (2021) Profitability of insect farms. In: Journal of Insects as Food and Feed 2021;7(5):923–34. DOI: <https://doi.org10.3920/JIFF2020.0087>.

- Ökolandbau (2020) Erträge im biologischen und konventionellen Landbau. Zu finden in: <https://www.oekolandbau.de/handel/marktinformationen/der-biomarkt/marktberichte/ertraege-im-biologischen-und-konventionellen-landbau/> (zitiert am 09.11.2022).
- Smetana S, Schmitt E, Mathys A (2019) Sustainable use of *Hermetia illucens* insect biomass for feed and food: Attributional and consequential life cycle assessment. In: *Resources, Conservation and Recycling* 2019;144:285–96. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.042>.
- Statista (2022) Verkaufspreis von Sojaschrot in Deutschland in den Jahren 1995/1996 bis 2020/2021 (in Euro pro 100 Kilogramm). Zu finden in: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/976390/umfrage/verkaufspreis-von-sojaschrot-in-deutschland/> (zitiert am 09.11.2022).
- Thünen-Institut (2023) Abwehr von Vorratsschädlingen in Deutschland. Zu finden in: <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/marktanalyse/projekte/abwehr-von-vorratsschaedlingen-in-deutschland> (zitiert am 07.03.2023).
- Wegner A, Goossens Y, Schmidt T G (2020) Nachhaltigkeitsbewertung von Maßnahmen zur Vermeidung von Lebensmittelabfällen. Thünen Working Paper 158. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut. DOI:10.3220/WP1603713219000.
- Wernet G, Bauer C, Steubing B, Reinhard J, Moreno-Ruiz E, Weidema B (2016) The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. In: *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2016. 21(9):1218–30. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1087-8>.
- WWF (World Wide Fund For Nature) (2018) Unser täglich Brot: Von überschüssigen Brotkranten und wachsenden Brotbergen. Berlin: WWF Deutschland.
- Zdravkovic M, Snoeck ER, Zicari A, Vranken L, Heinz V, Smetana S (2021) Sustainability assessment of mobile juice processing unit: Farmers perspective. In: *Future Foods*. 2021;4:100064. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100064>.

## Anhang 1 Grobstruktur des verwendeten Fragebogens

Folgende Fragen (siehe Tabelle 7) dienten als Leitfaden für die Gespräche mit den Demonstrationsbetrieben. Aufbauend auf dieser Vorlage wurden die Fragen im Vorfeld des Gesprächs für jedes Demonstrationsprojekt individuell angepasst.

**Tabelle 7: Grobstruktur des verwendeten Fragebogens für die Datenerhebung im Rahmen der Nachhaltigkeitsbewertung**

Fokus	Frage [erwartete Antwort]
<b>Beschreibung Maßnahme "Vorher- Nachher"</b>	Können Sie die Maßnahme als „Vorher-Nachher“ beschreiben? Was genau hat sich geändert? [Beschreibend Vorher – Nachher]  <i>Spezifisch Für KI-Maßnahmen oder Einsatz von Software: Was war der Fokus dieser Software (Bestellmengen, Zentralisierung Bestell- und Lieferplanung, Personaleinsatz, Herkunft Rohstoffe oder Zutatentransportwege, ...)?</i>
<b>Gerettete Lebensmittel</b>	<b>Art</b> gerettete Lebensmittel: Welche Lebensmittel wurden durch die Maßnahme gerettet? [Auflistung der Produkte oder Produktgruppen] <b>Menge:</b> Gibt es Daten zu den eingesparten Lebensmittelabfallmengen? (und/oder die Mengen an Nebenprodukten, die eine höhere Wertschöpfung erhalten haben?) [Menge in Gewicht, Volumen oder Prozent (auf Produktebene) oder Fließdiagramme vorher & nachher] <b>Wert:</b> Können Sie uns den Wert der eingesparten Produkte oder Zutaten (oder der Nebenprodukte, die eine höhere Wertschöpfung erhalten haben) geben? [EUR/kg oder EUR/L (auf Produktebene)]
<b>Änderungen in Verwertungs- oder Entsorgungswegen</b>	Gibt es Informationen zu den verschiedenen Verwertungs- oder Entsorgungswegen vor und nach Umsetzung der Maßnahme in Ihrem Betrieb? [Fließdiagramme oder Verarbeitungsprotokolle vorher & nachher; Entsorgungswege vorher & nachher]  Einsparungen aufgrund der Änderungen in Entsorgung/Verwertung; wieviel kostet jeder Entsorgungsweg? [EUR/kg oder EUR/L]
<b>Maßnahmenspezifische FIXE Kosten/Nutzen</b>	Ankauf neuer Geräte, Hardware oder Technologien [Welche? EUR? Abschreibungszeitraum?] Software Lizenzen (einmalige Einkauf) [EUR] Einmalige externe Beratung [EUR] Training bzgl. Einsatz neuer Geräte, Software, ... [Coachingkosten (EUR); Dauer (Anzahl Stunden); Anzahl am involvierten Personal; Personalkosten (EUR/Stunde)]
<b>Maßnahmenspezifische VARIABLE Kosten/Nutzen</b>	Leasing Verträge für Geräte [EUR/Jahr oder EUR/Monat] Software Lizenzen und Support [EUR/Jahr oder EUR/Monat] Externe Beratung [EUR/Jahr oder EUR/Monat]

Fokus	Frage [erwartete Antwort]
	<p>Regelmäßiges Training [Coachingkosten (EUR); Dauer (Anzahl Stunden); Anzahl am involvierten Personal; Personalkosten (EUR/Stunde)]</p> <p>Zeitersparnisse beim Personal [Personalkosten (EUR/Stunde); Anzahl Stunden.; Anzahl am involvierten Personal]</p> <p>Zusätzliche Aufgaben fürs Personal [Personalkosten (EUR/Stunde); Anzahl Stunden.; Anzahl am involvierten Personal]</p> <p>Änderungen im Energieverbrauch [EUR, kWh/Tag]</p> <p>Änderungen im Wasserverbrauch [EUR, L/Tag]</p> <p>Änderungen in Logistik &amp; Transport [EUR, km, Transport Modus]</p> <p>Änderungen bei Verpackungen [EUR, kg, Materialien]</p> <p>Fanden in Ihrem Betrieb weitere quantifizierbare Änderungen statt?</p>
<b>Soziales</b>	<p>Spenden [Anzahl, beschreibend]</p> <p>Arbeitsplätzen geschaffen/gestrichen [Anzahl, beschreibend]</p> <p>Fachkenntnisse oder Qualifikationen benötigt/akquiriert [Qualitativ; beschreibend]</p> <p>Arbeitskräfte gezielter eingesetzt [Qualitativ; beschreibend]</p>
<b>Qualitative Aspekte und Machbarkeit</b>	<p>Umsetzungsaufwand + Zeitinvestition zur Implementierung der neuen Maßnahme (Gespräche mit Externen, Ermittlung Problemstelle und passende Lösungen ...) [Qualitativ; beschreibend]</p> <p>Auswirkungen auf Arbeitsumfeld: Teamgeist, Motivation Bereitschaft zur Umsetzung innerhalb des Betriebes [Qualitativ; beschreibend]</p>
<b>Zukunftsperspektiven</b>	<p>Langfristigkeit [Qualitativ; beschreibend]</p> <p>Übertragbarkeit und Skalierbarkeit [Qualitativ; beschreibend]</p>

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Goossens et al. (2022).

## Anhang 2 Datenblätter zu den Demonstrationsprojekten in der Primärproduktion

### Maßnahme 1: Sortierverluste bei Bio-Äpfeln aufgrund steigender optischer Qualitätsanforderungen

<b>Beschreibung</b>						
VORHER						
Bio-Äpfel werden aufgrund hoher Qualitätsanforderungen des Handels hinsichtlich der Optik nach konventioneller Handelsklasse I sortiert. In dieser Handelsklasse werden keine Schalenfehler toleriert <sup>7</sup> . Dies führt zu einem gewissen Anteil an produzierten Bio-Äpfeln, der nicht als Tafelobst vermarktet werden kann. Die aussortierten Äpfel werden als Verarbeitungsware verwertet.						
NACHHER						
Bio-Äpfel werden nach der üblichen Bio-Handelsklasse sortiert, in der Schalenfehler toleriert werden. Damit erhöht sich der Anteil an produzierten Bio-Äpfeln, der als Tafelobst vermarktet werden kann.						
<b>Akteure</b>	Erzeugerbetrieb: Hof Bentele					
<b>Produkte im Fokus</b>	Äpfel					
<b>Betrachtungszeitraum</b>	1 Erntejahr der Apfelsorte Santana					
<b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse</b>						
	<b>Masse**</b>	<b>Nährwert</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</b>	<b>Umweltfußabdruck</b>	<b>Kosten</b>	<b>Sozial</b>
	Kg	kcal	kg CO <sub>2</sub> eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	331 (1.735)*	0 (0)*	33 (171)*	12 (62)*	357 (1.874)*	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis*** (pro investiertem EUR)</b>	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.
*Werte in Klammern zeigen die Ergebnisse pro Hektar unter der Annahme eines Ertrags von 25 t/ha.						

<sup>7</sup> erst in konventioneller Handelsklasse II werden Schalenfehler toleriert

\*\*Hierbei wird die Menge an Äpfeln ausgewiesen, die einer höheren Wertschöpfung zugeführt wird (Tafelobst anstatt Verarbeitungsware)

\*\*\*Kann nicht berechnet werden, da keine maßnahmenspezifischen Kosten entstehen.

Annahmen: siehe qualitative Bewertung

**Berücksichtigte Kosten:** Keine

**Berücksichtigte Nutzen:** Ein größerer Anteil der Bio-Äpfel kann als Tafelobst verkauft werden.

### **Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Aufgrund einer verzögerten Datenlieferung bei diesem Demonstrationsprojekt sind die Ergebnisse der quantitativen Bewertung in der Nachhaltigkeitsdimension Ökologie nur als eine erste Annäherung an mögliche ökologische Auswirkungen zu sehen. Die ökologische Bewertung beruht hier auf der vereinfachten Annahme, dass die Menge an Tafelobst, die in der Nachher-Situation zusätzlich vermarktet werden kann, die Produktion der gleichen Menge an Tafelobst an anderer Stelle ersetzt. Gleichzeitig wird die Menge an Äpfeln, die in der Vorher-Situation als Verarbeitungsware z. B. in die Mosterei ging, durch Streuobst-Äpfel ersetzt, die wiederum mit vernachlässigbaren Umweltauswirkungen produziert werden (z. B. hinsichtlich des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln, Hagelschutznetzen und Bewässerungssystemen). Dadurch ergibt sich der in der Tabelle ausgewiesene Netto-Nutzen beim CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und beim Umweltfußabdruck. Auch wenn die absolute Höhe der Umwelteinsparungen aufgrund der mit den Annahmen einhergehenden Unsicherheiten mit Vorsicht zu interpretieren ist, ist die generelle Annahme eines Umweltentlastungseffekts bei geringeren Qualitätsanforderungen hinsichtlich der Optik aus mehreren Gründen als äußerst sicher anzunehmen. Um bei höheren Qualitätsanforderungen einen möglichst hohen Anteil an als Tafelobst vermarktungsfähigen Äpfeln zu erzielen, müssen Betriebe ihre Anbauweise intensivieren (z. B. hinsichtlich des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln, Hagelschutznetzen, Bewässerungssystemen). Zudem könnte die Hemmschwelle, Biodiversitätsmaßnahmen auf Anbauflächen zu etablieren, steigen. Denn Biodiversitätsmaßnahmen erhöhen das Vorkommen von Insekten, die wiederum zu optischen Fehlern wie Schalenfehlern führen können.

### **Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse

**Maßnahme 2: Reduzierung von Lagerverlusten bei Äpfeln durch alternative Behandlung**

<b>Beschreibung</b>						
VORHER						
Die Äpfel werden durch eine großflächige Behandlung, z. B. mit Flint oder Malvin, im Feld gegen pilzliche Erreger (insbesondere Glaeosporium und Lagerschorf) behandelt. Dennoch kommt es bei der Lagerung im Kühlhaus zu mitunter hohen Verlusten. Diese Lagerverluste werden überwiegend in der Kelterei weiterverwendet (ca. 80 %), der übrige Teil wird kompostiert.						
NACHHER						
Die Äpfel werden im Lagerraum mit dem Fungizid Xedathane <sup>8</sup> behandelt, wodurch kurz vor der Ernte auf die Fungizid-Behandlung am Baum verzichtet werden kann. Eine erheblich bessere Effizienz des Mitteleinsatzes durch die Behandlung im geschlossenen Raum (Kühlager) führt zu weniger Verlusten bei der Apfellaagerung. Dadurch können mehr Äpfel als Tafelobst vermarktet werden.						
<b>Akteure</b>	Erzeugerbetrieb mit 2 ha Anbaufläche: Hof Erbenheim					
<b>Produkte im Fokus</b>	Äpfel					
<b>Betrachtungszeitraum</b>	1 Erntejahr					
<b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse</b>						
<i>Kühlager</i>	<b>Masse</b>	<b>Nährwert</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</b>	<b>Umweltfußabdruck</b>	<b>Kosten</b>	<b>Sozial</b>
	kg	kcal	kg CO <sub>2</sub> eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	3.000	342.600	204	29	4.982	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis (pro investiertem EUR)</b>	3,61	412	0,25	0,04	6,99	n.q.
Annahmen: Stundenlohn 21,00 €						

<sup>8</sup> Xedathane (Wirkstoff Pyrimethanil) wird durch ein Vernebelungsverfahren in der Obstlagerung angewendet und wirkt präventiv und kurativ gegen ein breites Spektrum pilzlicher Lagerkrankheiten.

**Berücksichtigte Kosten:**

- Behandlungskosten mit Xedathane (Mittel und Ausbringung)
- Einnahmeverluste Kelterei, da weniger Äpfel in die Kelterei gehen.

**Berücksichtigte Nutzen:**

- Einsparung Fungizidbehandlung mit herkömmlichen Mittel am Baum (Mittel und Ausbringung)
- Mehr Äpfel können als Tafelobst vermarktet werden

**Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Die alternative Behandlung im Lagerraum erhöht die Effizienz des Mitteleinsatzes und der Anteil an Lagerverlusten im Kühllager konnte von 20 % auf 10 % halbiert werden. Zudem wurde die Qualität der Früchte im Lager erheblich gesteigert.

Erste Erfahrungen zeigen, dass die Reklamationen/Beschwerden der Verbraucher\*innen durch die Behandlung zeitlich nach hinten geschoben werden konnten und erst ab April/Mai/Juni auftreten und nicht wie zuvor bereits ab Februar. Die Vermarktungsfähigkeit der Früchte kann durch die alternative Behandlung entsprechend verlängert werden.

Durch die Behandlung im geschlossenen Raum konnte eine großflächige Behandlung im Feld/in der Natur eingespart werden, wodurch es zu keiner ökologischen Interaktion und damit zu keiner Störung der Umwelt kam.

Der Umsetzungsaufwand im Betrieb ist als gering einzustufen und der Erfolg der alternativen Behandlung (quantitativ sowie qualitativ) überzeugt, sodass die Langfristigkeit der Maßnahme gegeben ist. Anzumerken ist, dass die Langfristigkeit davon abhängt, ob die Zulassung für den verwendeten Wirkstoff verlängert wird. Sollte dies nicht der Fall sein, ist die Langfristigkeit nicht gegeben und mit gering einzustufen. Zudem lässt sich diese Maßnahme gut auf andere Betriebe mit Apfellaagerung übertragen.

Unabhängig von der Maßnahme ist zu erwähnen, dass der Erzeugerbetrieb ergänzend zur Verwertung der 2. Wahl Früchte in der Kelterei auch mit den Tafeln und der App „To good to go“ zusammenarbeitet, was die grundsätzliche Motivation des Erzeugerbetriebs deutlich macht, Lebensmittelabfälle zu vermeiden.

**Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse, Ecoinvent, Ciqua
- Laurentiis et al. (2020): Umweltauswirkungen Entsorgung
- Manfredi and Cristobal (2016): Entsorgungskosten
- KTBL (2022): Kosten: Strom, Wasser, Arbeitserledigung & Maschinen für Fungizid-Behandlung im Feld
- BVL (2022): Aufwandmengen Fungizide

**Maßnahme 3: Veredelung von nicht mehr vermarktungsfähigen Erdbeeren zu Erdbeerchips**

<b>Beschreibung</b>						
VORHER						
Bei der Vermarktung von frischen Erdbeeren bleiben am Ende des Tages Erdbeeren mit Druckstellen übrig, die nicht mehr vermarktet werden können und daher zurück auf das Feld gebracht werden.						
NACHHER						
Der Erzeugerbetrieb stellt aus den Erdbeeren mit Druckstellen Erdbeerchips her und vermarktet die Erdbeerchips. Hierzu werden die einzelnen Erdbeeren mithilfe von Eierschneidern manuell geschnitten, auf Backbleche gelegt und anschließend ca. 21 Stunden im Ofen getrocknet. Als Produkt entstehen ca. 2 mm dicke Erdbeerchips, die dann in Tüten von jeweils 30 g verkauft werden.						
<b>Akteure</b>	Erzeugerbetrieb Beeren & Spargel von Mentzingen					
<b>Produkte im Fokus</b>	Erdbeeren					
<b>Betrachtungszeitraum</b>	1 Saison (Sommer 2021)					
<b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse</b>						
	<b>Masse</b>	<b>Nährwert</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</b>	<b>Umweltfußabdruck</b>	<b>Kosten</b>	<b>Sozial</b>
	kg	Kcal	kg CO <sub>2</sub> eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	1.500	579.000	52,12	-154	1.582,36	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis (pro investiertem EUR)</b>	0,3	106,9	0,01	-0,28	1,29	n.q.
Annahmen: Da die Öfen schon im Betrieb vorhanden waren, entstanden dadurch keine zusätzlichen Kosten. Bei der ökologischen Bewertung wurde zudem berücksichtigt, dass die getrockneten Erdbeeren die Herstellung von konventionell getrockneten Erdbeeren substituiert.						
<b>Berücksichtigte Kosten:</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zukauf von Materialien für die Herstellung, Lagerung und Verkauf der Erdbeerchips (z. B. Backbleche, Eierschneider, Plastikeimer, Papiertüten)</li> <li>• Personalaufwand (Vorbereitung der Erdbeeren für den Trocknungsprozess; getrocknete Erdbeeren werden in kleine Tüten verpackt)</li> </ul>						

**Berücksichtigte Nutzen:**

- Neues Produkt (Erdbeerchips) kann vermarktet werden.

**Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Umsetzungsaufwand, Auswirkungen auf das Arbeitsumfeld: Innerhalb des Betriebes gab es schon Erfahrung mit dem Trocknen von Beeren, da das Familienunternehmen schon seit mehreren Jahren Gojibeeren trocknet. Daher war der Schritt zur Herstellung von Erdbeerchips nicht weit. Die Trocknungsöfen waren schon vorhanden; nur wenige zusätzliche Materialien mussten angekauft werden. Der ganze Prozess ist allerdings eher aufwändig, da dieser mit viel manueller Arbeit verbunden war: Zur Vorbereitung werden die Stiele und die grünen Kelchblätter abgeschnitten, dann werden die Erdbeere mit einem Eierschneider in Scheiben geschnitten und anschließend in einzelnen Scheiben auf gebogene Backbleche gelegt. Nach dem Trocknen werden die getrockneten Scheiben vorsichtig von den Backblechen entfernt, in Eimer gesammelt und im Lagerraum abgestellt. Kurz vor dem Verkauf werden die getrockneten Erdbeeren dann in kleine Papiertüten verpackt. Nichtsdestotrotz wirkte es motivierend für das Personal zu sehen, dass diese an sich guten und verzehrfähigen Lebensmittel nicht mehr entsorgt werden (die Erdbeeren mit Druckstellen sehen zwar nicht makellos aus; schmecken tun sie ja immer noch!).

Auswirkungen auf die Kund\*innen und auf das Image des Betriebs: Da deutsche Erdbeeren saisonale Produkte sind, freuen sich die Kund\*innen auch im Winter diese jetzt getrockneten Früchte genießen zu können. Auf der betriebseigenen Website wirbt der Betrieb schon mit der Teilnahme am Dialogforum. Zudem ist der Betrieb stolz auf die getrockneten Früchte und dem Beitrag zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen.

Zukunftsperspektiven: Das Trocknen von Erdbeeren mit Druckstellen kann im Prinzip jedes Jahr durchgeführt werden und ist vor allem zu der Zeit interessant, in der die geernteten Erdbeeren durch die Witterung weniger lang haltbar sind. Die Herstellung von getrockneten Früchten hat nicht nur für Erdbeerbetriebe Potenzial, sondern auch für andere Obstbetriebe. Auf diese Weise kann man die noch verzehrfähigen aber nicht mehr vermarktbareren Erdbeeren zu einem anderen Produkt veredeln. Der Personalaufwand zur Vorbereitung des Trocknungsprozesses sowie auch die Investitionskosten für Öfen sind allerdings ausschlaggebend, ob es sich finanziell lohnt oder nicht.

**Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse, Ecoinvent, Ciqua
- KTBL (2022): Stromkosten

**Maßnahme 4: Veredelung von nicht vermarktungsfähigem Gemüse zu proteinreichem Futtermittel mit Hilfe der Insektenzucht**

<b>Beschreibung</b>						
VORHER						
Nicht vermarktungsfähiges Gemüse wird von den Erzeugerbetrieben entsorgt.						
NACHHER						
Erzeugerbetriebe verwenden das nicht vermarktungsfähige Gemüse als Futtergrundlage für die Insekten- bzw. Larvenproduktion. Diese Larven können dann als Futtermittel (Insektenmehl) für Nutztiere verwendet/verkauft werden und so den Einsatz von Soja- und Fischmehl reduzieren. Erzeugerbetriebe kaufen bei FarmInsect das nötige Equipment und die Junglarven der Schwarzen Soldatenfliege ( <i>Hermetia illucens</i> ) ein.						
<b>Akteure</b>	FarmInsect GmbH und Technische Hochschule Bingen					
<b>Produkte im Fokus</b>	Gemüse					
<b>Betrachtungszeitraum</b>	1 Jahr					
<b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse</b>						
	<b>Masse</b>	<b>Nährwert</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</b>	<b>Umweltfußabdruck</b>	<b>Kosten</b>	<b>Sozial</b>
	Kg	Kcal	kg CO <sub>2</sub> eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	1.275.000	0	305.065	n.q.	193.019	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis (pro investiertem EUR)</b>	7,51	n.q.	1,80	n.q.	2,14	n.q.
Annahmen: 40 % Anteil hofeigenes Futter an Insektenration (hofeigenes Futter steht kostenlos zur Verfügung; kein Gemüseabkauf anderer Betriebe notwendig), zusätzlich werden 60 % der Insektenration angekauft (u. a. Weizenkleie); Sojaschrot wird als Futtermittel in der Tierhaltung ersetzt; Entsorgung des Gemüses erfolgt zu 50 % kostenlos über hofeigene Kompostierung und zu 50 % kostenpflichtig (aufgrund des hohen Feuchtigkeitsgehalts) über Biogasanlagen in der Region.						

**Berücksichtigte Kosten:**

- Kosten für Investitionen und Finanzierung
- Ankauf Junglarven
- Energieverbrauch
- Ankauf von zusätzlichem externem Futtermittel für die Larven (z. B. Weizenkleie)
- Zeitaufwand
- Transport hergestelltes Insektenprotein zu dem Tierhalter

**Berücksichtigte Nutzen:**

- Vermiedene Entsorgung des nicht vermarktungsfähigen betriebseigenen Gemüses
- Hergestelltes Insektenprotein wird vermarktet als Ersatz für Sojaschrot als Futtermittel in der Tierhaltung
- Verkaufserlös von Insektenfraß (Dünger)<sup>9</sup>

**Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Die automatisierten Insektenproduktionsanlagen werden derzeit überwiegend von Tierhaltungsbetrieben betrieben, die das Insektenprotein als Futtermittel für ihre Nutztiere verwenden. Hierbei wird meistens Fischmehl ersetzt, da es teuer ist als Sojaschrot und sich der Ersatz damit ökonomisch für Tierhaltungsbetriebe mehr lohnt. Generell kann das Insektenprotein in der Tierhaltung aber sowohl Sojaschrot als auch Fischmehl substituieren und bereits geplante Anlagen verteilen sich gleichmäßig auf Tierhaltungsbetriebe und Betriebe, in denen die zu verwertenden Reststoffe anfallen. Letztere vermarkten das daraus produzierte Insektenprotein als Futtermittel.

Bei diesem Demonstrationsprojekt handelt es sich um eine theoretische Bewertung auf Basis von Anlagendaten des Herstellers. Daher wurden entsprechende Annahmen in der Maßnahmenbewertung getroffen, die das zukünftige Potential dieses Veredelungswegs aufzeigen sollen. Es wird angenommen, dass ein Gemüseerzeugerbetrieb Insektenprotein auf der Grundlage von nicht vermarktungsfähigem Gemüse herstellt und damit Sojaschrot in der Nutztierhaltung ersetzt. Das Gemüse macht hierbei 40 % der Futtergrundlage (der Larven) bezogen auf die Trockensubstanz aus, die restlichen 60 % bestehen unter anderem aus dem zugekauften Nebenprodukt Weizenkleie. Der hohe Wassergehalt des Gemüses eignet sich hierbei sehr gut für die Herstellung des Futterbreis (für die Larven), der bei Verwendung anderer Reststoffe mit höheren Trockensubstanzgehalten unter Wasserzugabe hergestellt wird.

Durch den Ersatz von Sojaschrot könnten Sojafuttermittelimporte reduziert werden und damit auch ein Beitrag zur Reduzierung der Umwelteffekte, die mit dem Sojaanbau außerhalb Europas in Verbindung

gebracht werden, geleistet werden. Darüber hinaus kann der Fraß<sup>9</sup> als organischer Dünger verwendet werden und somit gleichwertigen Dünger ersetzen. Gleichzeitig kann die Insektenproteinproduktion zum Aufbau regionaler Kreisläufe beitragen und so die Wertschöpfungsketten effizienter gestalten und die Wettbewerbsfähigkeit der landwirtschaftlichen Betriebe stärken.

Aufgrund des theoretischen Charakters ist eine qualitative Bewertung hinsichtlich Umsetzungsaufwand der Maßnahme, ihre Auswirkung auf den Betrieb (z. B. Mitarbeitermotivation) und Langfristigkeit nicht möglich.

#### **Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse, Ciqua
- Laurentiis et al. (2020): Umweltauswirkungen Entsorgung
- Manfredi and Cristobal (2016): Entsorgungskosten
- Statista (2022): Proteingehalt Sojaschrot
- Smetana et al. (2019): Umwelteffekte der Insektenproteinproduktion

---

<sup>9</sup> Fraß umfasst die ausgeschiedenen Reste von Insekten sowie die zerkaute/abgekauten Abfälle, die Insekten übriglassen

**Maßnahme 5: Lockerung der Qualitätsstandards im Handel**

<b>Beschreibung</b>						
VORHER						
Aufgrund von Qualitätsstandards des Handels (z. B. hinsichtlich Größe, leichter Schalenfehler), die über die gesetzlichen Mindeststandards hinausgehen, wird ein Teil des Gemüses auf Erzeugerbetrieben nicht geerntet (Kohlrabi und Kopfsalat) oder nach der Ernte aussortiert und als Futtermittel verwendet oder entsorgt (Möhre).						
NACHHER						
Durch eine Lockerung der Qualitätsstandards des Handels in Richtung gesetzlicher Mindeststandards wird auf den Erzeugerbetrieben mehr Gemüse geerntet und kann zusätzlich vermarktet werden.						
<b>Akteure</b>	Landgard Obst & Gemüse GmbH & Co. KG					
<b>Produkte im Fokus</b>	Gemüse					
<b>Betrachtungszeitraum</b>	1 Jahr					
<b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse 5a</b>						
<b>Kopfsalat</b>						
<i>Kopfsalat (konv.)</i>	<b>Masse</b>	<b>Nährwert</b>	<b>CO2-Fußabdruck</b>	<b>Umweltfußabdruck</b>	<b>Kosten</b>	<b>Sozial</b>
	kg	Kcal	kg CO2eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	3.854	462.528	1.207	306	3.020	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis (pro investiertem EUR)</b>	7,46	895	2,33	0,59	6,84	n.q.

**Quantitative Bewertung – Ergebnisse 5b****Kohlrabi**

<i>Kohlrabi (konv.)</i>	<b>Masse</b>	<b>Nährwert</b>	<b>CO2-Fußabdruck</b>	<b>Umweltfußabdruck</b>	<b>Kosten</b>	<b>Sozial</b>
	kg	Kcal	kg CO2eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	6.346	1.586.500	556	281	2.358	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis (pro investiertem EUR)</b>	5,52	1.379	0,48	0,24	3,05	n.q.

**Quantitative Bewertung – Ergebnisse 5c****Möhren**

<i>Möhre (bio.)</i>	<b>Masse</b>	<b>Nährwert</b>	<b>CO2-Fußabdruck</b>	<b>Umweltfußabdruck</b>	<b>Kosten</b>	<b>Sozial</b>
	kg	Kcal	kg CO2eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	11.195	4.500.370	1.547	192	9.180	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis* (pro investiertem EUR)</b>	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.

\*Kann bei Möhre nicht berechnet werden, da keine maßnahmenspezifischen Kosten entstehen

Annahmen: Die Berechnungen erfolgen pro ha Anbaufläche der jeweiligen Kultur; in beiden Situationen (Vorher und Nachher) wird jeweils 1 ha angebaut, mit dem Unterschied, dass in der Nachher-Situation entsprechend mehr Gemüse pro ha vermarktet werden kann; 100 % der Mehrernte kann vermarktet werden; Stundenlohn Betriebsleiter 21,00 €, Saisonkraft 13,25 €

**Berücksichtigte Kosten:**

- Zusätzlicher Ernteaufwand für Kopfsalat und Kohlrabi (keine Änderung für Möhren, da diese bereits in der Vorher-Situation alle geerntet wurden)

**Berücksichtigte Nutzen:**

- Vermiedene Entsorgung von Möhren (keine Änderung für Kopfsalat und Kohlrabi, da diese in der Vorher-Situation nicht geerntet und dementsprechend auch nicht entsorgt wurden)
- Mehr Produkte können vermarktet werden

**Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Die gesetzlichen Standards geben im Bereich der äußeren Merkmale einen Mindeststandard vor und ermöglichen eine gewisse Qualitätssicherung. Im pflanzenschutzrechtlichen Sinn basieren die Vorgaben auf wissenschaftlichen Erkenntnissen und dienen der Lebensmittelsicherheit und dem Verbraucherschutz. Eine Lockerung in diesem Bereich wird kaum bis nicht möglich sein. Die Kundenspezifikationen (vom Handel) sind dagegen in erster Linie wettbewerbsgetrieben und entbehren oftmals wissenschaftlicher Grundlagen. Hier wäre es wünschenswert, auf die gesetzlichen Richtwerte zu vertrauen und einem natürlich gewachsenen Produkt ein gewisses Maß an Natürlichkeit zuzugestehen. Verkehrsfähig im Sinne der gesetzlichen Lage bedeutet ein absolut gesundes und zuverlässiges Produkt und bedarf keiner strengeren Grenzwerte, die das erforderliche Resistenzmanagement im Anbau erschweren. Zudem kann die Form eines frischen Produktes je nach Wetterlage variieren, wodurch die Qualität aber keineswegs gemindert wird. Eine Lockerung der Kundenspezifikationen (vom Handel) würde den Anbau gesunder und frischer Produkte erleichtern und wäre aus Sicht der Erzeugerbetriebe absolut wünschenswert. Zudem können so die Produkte monatelanger Arbeit vermarktet werden und erfahren eine entsprechende Wertschätzung, was sich positiv und motivierend auf den Betrieb und alle beschäftigten Personen auswirken würde (wertvolle Lebensmittel nur aufgrund ihrer nicht ganz perfekten, äußeren Erscheinung zu Futtermittel verarbeiten oder kompostieren/unterpflügen zu müssen, kann nicht Ziel von gartenbaulicher Produktion sein).

Wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung des Konzepts/für eine erfolgreiche Lockerung der Sekundärstandards ist die Bereitschaft der Endkonsument\*innen, „nicht-perfektes“ Gemüse zu kaufen. Dazu bedarf es Aufklärungsarbeit, damit die Endverbraucher\*innen die Anbauverfahren und die damit verbundenen Herausforderungen eines Produktes verstehen und eventuelle Makel auch akzeptieren. Der Handel muss parallel bereit sein, einen (anfänglichen) Wettbewerbsnachteil in Kauf zu nehmen, indem er durch einen nicht gesicherten Abverkauf ein gewisses Unternehmerrisiko eingeht.

Dieses Demonstrationsprojekt ist ein Beispiel wie an der Schnittstelle (Produzent – Handel & Kunde) Lebensmittelabfälle reduziert werden könnten. Da es sich um eine theoretische Berechnung handelt, mussten einige Annahmen getroffen werden. Mögliche negative Auswirkungen auf die Menge an Lebensmittelabfällen

im nachgelagerten Bereich (Handel) wurden nicht berücksichtigt. D. h. es wird davon ausgegangen, dass das Gemüse, was durch eine Lockerung der Qualitätsstandards des Handels zusätzlich vermarktet werden kann, auch im Handel von den Konsument\*innen abgenommen wird. Kurzfristig könnte das zusätzliche Angebot zu geringeren Preisen führen, was langfristig zu einer Angebotsanpassung führt. Entweder könnten einzelne Betriebe aus der Erzeugung ausscheiden oder Betriebe reduzieren ihre Produktion durch einen reduzierten Ressourceneinsatz.

### **Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse, Ecoinvent, Ciqua
- Laurentiis et al. (2020): Umweltauswirkungen Entsorgung
- Manfredi and Cristobal (2016): Entsorgungskosten
- Destatis (2022b) und Ökolandbau (2020): Erträge
- AMI (2021) und BÖLW (2021): Erzeugerpreise
- KTBL (2017) und KTBL (2022): Produktionskennzahlen und -kosten
- Naehwertrechner.de: Nährwertgehalte von Kopfsalat und Kohlrabi

**Maßnahme 6: Erschließung alternativer Vermarktungswege für Gemüse in B-Qualität**

<b>Beschreibung</b>						
VORHER						
Hohe Qualitätsanforderungen des Handels und der Konsument*innen führen dazu, dass Erzeugerbetriebe nicht die gesamte produzierte Ware (Gemüse) vermarkten können. Stattdessen wird das nicht vermarktungsfähige Gemüse kompostiert oder zur Biogaserzeugung verwendet. Ein geringfügiger Teil wird zudem als Futtermittel genutzt.						
NACHHER						
Das nicht vermarktungsfähige Gemüse wird auf den Erzeugerbetrieben eingesammelt, zentral sortiert, neu verpackt und preisreduziert über die Direktvermarktung verkauft.						
<b>Akteure</b>	Startup A.Ware, die Gemüsegärtner und Hochschule Osnabrück					
<b>Produkte im Fokus</b>	Gemüse					
<b>Betrachtungszeitraum</b>	3 Wochen					
<b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse</b>						
	<b>Masse</b>	<b>Nährwert</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</b>	<b>Umweltfußabdruck</b>	<b>Kosten</b>	<b>Sozial</b>
	kg	Kcal	kg CO <sub>2</sub> eq	mPt	EUR	Kg
<b>Netto-Nutzen</b>	707	618.176	201,24	-44,87	-19,63	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis (pro investiertem EUR)</b>	0,43	379,22	0,12	-0,03	0,99	n.q.
<b>Berücksichtigte Kosten:</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einkauf des Gemüses</li> <li>• Personalaufwand (Transport, Sortieren, Verpacken und Verkauf)</li> <li>• Logistik (Transport, Lagerung)</li> <li>• Verpackungsmaterial</li> </ul>						

**Berücksichtigte Nutzen:**

- Vermiedene Entsorgung des nicht vermarktungsfähigen Gemüses
- Vermarktung des vorher nicht vermarktungsfähigen Gemüses

**Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Das Startup *A.Ware* wurde von vier Personen gegründet, die sich über die Aktionsgruppe „Landwirtschaft“ von Fridays for Future kennengelernt haben. Zwei der Gründer studieren an der Hochschule Osnabrück, die bei der Umsetzung der Lebensmittelabfallreduzierungsmaßnahme unterstützt hat (z. B. erfolgte der Verkauf über die Online-Plattform der Hochschule). Mit hoher Motivation und Umsetzungsbereitschaft wollten die Gründer durch den Verkauf über Lebensmittelverschwendung aufklären und diese bekämpfen. Für ihre Idee konnten sie zudem eine Gemüsegärtnerei als Kooperationspartner gewinnen und Kontakt zu vier weiteren Erzeugerbetrieben aufbauen.

Bei der Umsetzung der Maßnahme wurde deutlich, dass die Sicherstellung einer kontinuierlichen und ausreichenden Menge an B-Ware die größte Herausforderung darstellt, insbesondere da hierbei der Fokus auf Saisonalität und Regionalität des Gemüses gelegt wurde. Je nach Kultur fällt in der Erzeugung zwar sehr viel B-Ware an (z. B. bei Möhren, Kartoffeln und Paprika), aber für einen kontinuierlichen Verkauf, insbesondere wenn größere Mengen, z. B. über Abo-Kisten, vertrieben werden sollen, zeigt sich, dass Daten bezüglich des Anfalls an B-Ware fehlen, um Angebot und Nachfrage zusammenzuführen. Eine Vermarktungsplattform könnte hier eine Möglichkeit sein, um für B-Ware oder Überproduktion, die oft spontan und unvorhergesehen anfallen, zeitnah geeignete Abnehmer zu finden.

Aufgrund des hohen Arbeitsaufwandes, der mit der Maßnahmenumsetzung verbunden ist, ist aktuell kein weiterer Verkauf geplant. Es gibt allerdings Gespräche mit den Kantinen der Universität und der Fachhochschule in Osnabrück als mögliche Abnehmer, wodurch größere Mengen effizienter abgegeben werden könnten. Vor diesem Hintergrund werden Langfristigkeit und Übertragbarkeit der Maßnahmen als gering eingestuft, obwohl im Rahmen einer nicht repräsentativen Umfrage unter den Käufer\*innen eine sehr hohe Kaufbereitschaft und Nachfrage nach gerettetem Gemüse vorhanden ist. Eine Erhöhung der vermarkteten Menge an B-Ware, z. B. durch eine Ausweitung des Netzwerks an abgebenden Betrieben, stellt damit einen der wichtigsten Erfolgsfaktoren für ein Fortbestehen der Maßnahme dar.

**Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse, Ecoinvent, Ciqua
- Laurentiis et al. (2020): Umweltauswirkungen Entsorgung
- Manfredi und Cristobal (2016): Entsorgungskosten

**Maßnahme 7: Interviews mit Getreidelagerbetrieben**

<b>Beschreibung</b>	
Im Bereich Primärproduktion Getreide wurden drei Betriebe, die Getreide lagern, hinsichtlich Aufkommen, Ursachen und Reduzierungsmaßnahmen von Lebensmittelabfällen interviewt.	
<b>Akteure</b>	<p>A: Ackerbaubetrieb mit Getreidelagerung: 1.000 ha; 4 Mitarbeiter*innen, jährliche Produktion liegt bei ca. 4.000 Tonnen Getreide; überwiegend Lagerung von Weizen</p> <p>B: Lagereibetrieb mit 54 Standorten deutschlandweit mit 3 Silos und 51 Flachlagern</p> <p>C: Landhandel: Wasserstandort, der dem schnellen Umschlag sowie der längerfristigen Lagerung dient; gesamte jährliche Umschlagsmenge <math>\varnothing</math> 110.000 Tonnen, gesamte Lagerkapazität ca. 35.000 Tonnen in Betonsilozellen, Rundsilos und Flachlager (Halle), zusätzlich kurzfristiger Hallenlagerraum für ca. 6.000 Tonnen</p>
<b>Produkte im Fokus</b>	Getreide
<b>Betrachtungszeitraum</b>	-
<b>Zusammenfassung der Interviews</b>	
<u>Verlustarten</u>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überladen vom Mähdrescher auf den Überladewagen auf dem Acker</li> <li>• Verluste bei der Ein- und Auslagerung auf dem Betrieb (z. B. Getreide fällt neben die Annahmegosse oder den Einfülltrichter der Einlagerungsmaschine für die Schlauchlagerung, defekter Rohrbau oder Förderwege, zu volle Schaufeln bei Auslagerung aus Halle auf LKW)</li> <li>• Reinigungsverluste</li> <li>• Atmungsverluste bei der Lagerung</li> <li>• Bei feuchtem Getreide: höhere Verluste durch Trocknung</li> <li>• Schädlingsverluste sehr selten</li> <li>• Auslagerungstechnik kann zu geringen technischen Restmengen im Lager führen</li> </ul>	

### Erfassung der Verluste

- Geeichte Waagen/Fuhrwerkswaagen beim Ein- und Auslagern
- Teilweise Erfassung der Reinigungsverluste (z. B. Staub, Sand, Besatz und Schrollen<sup>10</sup>) durch Eingangskontrollen (Bonitur) über Probenreiniger oder das Auszählen

### Entsorgung

- Verladeverluste werden zusammengefasst und an Kleintierhalter verkauft (ca. 300 kg pro 4.000 Tonnen Getreide)
- Reinigungsverluste (Kleinkorn, Staub, Schrollen<sup>10</sup>, Spelzen) werden vermarktet
- Teilweise kostenfreie Entsorgung über Biogasanalage oder Jäger
- Weitere Entsorgungskosten sehr selten (Standortbezogen, 500-800€/Jahr)

### Reduzierungsmaßnahmen – bestehend

- Reinigung der Transportmittel (z. B. Anhänger, LKW, Frachtraum bei Schiffen)
- Reinigung des Getreides bei Anlieferung durch Größensortierung mittels Siebreinigung (Schrollen<sup>10</sup> und Sand) und Schwerensortierung mittels Nachsichter (Windsichter) (Stäube und Spelzen)
- Schulung der Mitarbeiter\*innen (z. B. Pflanzenschutzsachkunde, Sachkunde Nagetierbekämpfung, Siloschulung, Erntebesprechungen, Lehrgang Reinigungsmaschinen) und Sensibilisierung gegenüber Lebensmittelverlusten
- Eindeutige Zuständigkeiten mit entsprechender Schulung der Mitarbeiter\*innen
- Schädlingsbekämpfung: Kontrolle und Dokumentation (z. B. Köderboxen, Schlagfallen, Begasung der Ware, Anlagen zur Vorratsschutzbehandlung bei Bedarf, externer Schädlingsbekämpfer, Abdichtung aller Zugangsmöglichkeiten für Nagetiere)
- Lagerung: Kontrolle und Dokumentation (z. B. Feuchtigkeitsmessung mittels Probenahmen, Temperaturmessung mittels Sensoren)
- Trocknung nur bei Bedarf
- Kühlung (< 8 °C durch Außenluft)
- Belüftung
- Lagerung in Abhängigkeit der Feuchtigkeit (z. B. getrennte Lagerung von Getreide mit unterschiedlicher Feuchtigkeit, unterschiedliche Stapelhöhe in Abhängigkeit der Feuchtigkeit)
- Umbau der Gesamtanlage auf eine SPS-Steuerung
- Stetige Automatisierung der Anlage mit zugehörigen Überwachungseinrichtungen und Außerbetriebnahme alter Lager

### Reduzierungsmaßnahmen – nicht umgesetzt

- Gasdichte Lagerung – hoher finanzieller Aufwand (20.000-30.000 €), nur sinnvoll bei Neubau
- Nachträglicher Einbau von Kühlmöglichkeiten (Kühlbalken) – verworfen, da zu kompliziert und zu teuer (ca. 250.000 €)
- Einbau von Siebreinigungsmaschinen – verworfen, da zu teuer (ca. 500.000 € für 2 Maschinen)

### Erfolgsfaktoren

- Einwandfreies Getreide einlagern (Pflanzenschutzmanagement, korrekte Einstellung beim Mähdrescher (z. B. Korngröße), optimaler Feuchtigkeitsgehalt, moderne (Anhänger-) Technik minimiert Überladeverluste)
- Abdeckung der Anhänger beim Transport
- Sauberkeit der Arbeitsgeräte (z. B. Anhänger, Mähdrescher)
- Sauberkeit im Lager (z. B. Reinigung vor Einlagerung, optimal sind glatte Böden, Schadnagerüberwachung und -bekämpfung, Reinigung der Lüftungskanäle und Rohre)
- Belüftung (auf meisten Betrieben vorhanden)
- Geschulte Mitarbeiter\*innen
- Sensibilisierung für Verlustquellen (z. B. Unachtsamkeit beim Schließen der Lager, sodass Schädlinge, z. B. Mäuse, hineingelangen können)
- Vorbeugende Instandhaltung der Lager und Geräte

### Maßnahme 8: Lagerversuch – Auswirkung unterschiedlicher Behandlungen vor der Getreidelagerung auf die Substanzverluste

<b>Beschreibung</b>						
VORHER						
In der Kontrollsituation des Versuchs wird das Getreide nach Anlieferung gereinigt und ohne weitere Behandlung eingelagert.						
NACHHER						
Das Getreide wird vor der Lagerung zusätzlich zur Reinigung belüftet oder getrocknet. Der bei der Lagerung resultierende Substanzverlust wird mit der Kontrollsituation verglichen.						
<b>Akteure</b>	Landhandel					
<b>Produkte im Fokus</b>	Getreide					
<b>Betrachtungszeitraum</b>	1 Jahr (siehe Annahmen)					
<b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse</b>						
<i>Lüftung</i>	Masse	Nährwert	CO <sub>2</sub> -Fußabdruck	Umweltfußabdruck	Kosten	Sozial
	kg	kcal	kg CO <sub>2</sub> eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	13.543	45.640.305	3.785	485	3.479	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis (pro investiertem EUR)</b>	42,59	143.514	11,90	1,53	11,94	n.q.
Annahmen: Für die Berechnung der Effektivität wurde die tägliche Einsparung an Substanzverlust infolge der Belüftung des Getreides im Vergleich zur Kontrollsituation mit 365 Tagen auf ein Jahr hochgerechnet (Substanzverlust Kontrollsituation: 42,66 kg/Tag; Substanzverlust nach Belüftung: 5,56 kg/Tag).						

**Berücksichtigte Kosten:**

- Arbeitsaufwand
- Strom

**Berücksichtigte Nutzen:**

- Mehr Ware kann vermarktet werden

**Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Bei dieser Maßnahme wurden zwei Behandlungen (Lüften oder Trocknen) des Getreides vor der Lagerung mit der Kontrollsituation (keine Behandlung) hinsichtlich Unterschiede beim resultierenden Substanzverlust während der Lagerung verglichen.

Bei beiden Behandlungen kam es während des Versuchs zu unerwarteten Substanzzunahmen. Bei der Versuchszelle „Lüften“ gab es eine Substanzzunahme durch die Belüftung, was aufgrund des Feuchtigkeitsentzugs durch die Behandlung erklärungsbedürftig ist. Bei der Versuchszelle „Trocknung“ trat der erwartete Substanzverlust durch Behandlung ein, aber es kam zu einer Substanzzunahme während der anschließenden Lagerung, was ebenfalls nicht der Erwartungen entsprach.

Als mögliche Ursachen für die Substanzzunahmen in beiden Behandlungen wurden unerkannte Restmengen auf Förderwegen sowie Anbackungen/Ablagerungen von Restgetreide, das zuvor eingelagert war, in den verwendeten Lagerungszellen identifiziert. Anbackungen/Ablagerungen können Hinweise auf Probleme mit dem Lagerraum und/oder der technischen Ausstattung sein. Insbesondere in nassen Erntejahren ist es möglich, dass nasse Ware aufgrund mangelnder Trocknungskapazität zu lange gelagert wird, bis eine Trocknung möglich ist. Diese lange Lagerdauer mit Feuchtigkeitsgehalten > 15 % kann zu Anbackungen/Ablagerungen führen. Die Ergebnisse dieses Versuchs zeigen demnach, wie wichtig eine optimale Reinigung der Zellen und Fördertechnik ist.

Bei der Versuchszelle „Lüften“ konnte ein Substanzverlust bei der anschließenden Lagerung ermittelt, mit dem Substanzverlust bei der Kontrollzelle verglichen und die entsprechende Reduzierung an Substanzverlust durch die Belüftung berechnet werden (siehe Ergebnisse). Schätzungsweise belaufen sich die Investitionskosten für die Belüftung auf 2.500 € bis 10.000 €, zuzüglich Wartung durch Fachfirmen alle drei Jahre (DGUV V3) sowie die jährliche Wartung durch eine/n Kältetechniker\*in.

Bei der Versuchszelle „Trocknung“ führten die Anbackungen/Ablagerung dazu, dass ein Vergleich der Substanzverluste zwischen Behandlung und Kontrolle nicht möglich war. Aus dem Versuch lässt sich allerdings ableiten, dass der Substanzverlust durch die Trocknung, übertragen auf die Lagerdauer, hoch ist und eine Trocknung nur bei nasser Ware sinnvoll und wirtschaftlich nur bei einer entsprechend langen Lagerdauer zu

empfehlen ist (da durch eine Trocknung wenig bis gar keine Substanzverluste während der Lagerung zu erwarten sind und insbesondere bei nasser Ware ansonsten das Risiko eines vollständigen Verderbs besteht).

**Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse, Ecoinvent, Ciqua
- Humpisch (2014): Getreidelagerung

**Maßnahme 9: Vakzinierung von Regenbogenforellen zur Reduzierung der Aufzuchtverluste**

<b>Beschreibung</b>						
VORHER						
Aufgrund von Rotmaulseuche (ERM), eine bakterielle Erkrankung der Salmoniden, vorrangig bei Regenbogenforellen ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) und Lachsen ( <i>Salmo salar</i> ), kann es bei der Regenbogenforellenaufzucht (Produktion) zu erheblichen Verlusten kommen sowie eine medikamentöse Behandlung erforderlich sein.						
NACHHER						
Durch die Vakzinierung wird der Bestand an Regenbogenforellen gegen den Krankheitsdruck durch Rotmaulseuche (ERM) immunisiert, die Kondition und Überlebensraten der Tiere verbessert, der Medikamenteneinsatz minimiert und somit die Aufzuchtverluste reduziert.						
<b>Akteure</b>	Aquakulturbetrieb: Heidefisch GmbH					
<b>Produkte im Fokus</b>	Fisch					
<b>Betrachtungszeitraum</b>	8 Monate					
<b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse</b>						
	<b>Masse</b>	<b>Nährwert</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</b>	<b>Umweltfußabdruck</b>	<b>Kosten</b>	<b>Sozial</b>
	kg	kcal	kg CO <sub>2</sub> eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	2.948	3.891.520	9.360	3.387	38.204	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis (pro investiertem EUR)</b>	0,21	271	0,65	0,24	3,66	n.q.
Annahmen: Die Vakzinierung des Bestandes wirkt sich im gesamten Zeitraum bis zur Schlachtreife der Tiere positiv aus, sodass die Vakzinierungskosten anteilig für den betrachteten Zeitraum von acht Monaten in die quantitative Bewertung eingehen.						

**Berücksichtigte Kosten:**

- Kosten für Betäubung (Arbeitsaufwand, Mittel, Wasserverbrauch Betäubungsbad)
- Kosten für Vakzinierung durch externe Firma
- Kosten für Impfstoff
- Weniger aussortierte Fische werden verkauft und zu Fischmehl verarbeitet

**Berücksichtigte Nutzen:**

- Arbeitszeiterparnis (Becken absuchen nach (fast) toten Fischen: Halbierung des Zeitaufwandes)
- Mehr Fische können produziert werden

**Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Neben der Reduktion der Aufzuchtverluste im betrachteten Zeitraum (Vakzinierung mit ca. neun Monaten) führt die Vakzinierung der Regenbogenforellen auch zu einer verbesserten Kondition der Fische, die wiederum die Futtermittelverwertung positiv beeinflusst. Dies wirkt sich auch positiv auf die verbleibende Aufzuchtphase bis zum fertigen Speisefisch (ca. 33-36 Monate) aus. Dies konnte bei der Maßnahmenbewertung allerdings nicht berücksichtigt werden, da der Bestand zu diesem Zeitpunkt noch nicht im schlachtreifen Alter war und dementsprechend hierzu keine Daten vorlagen. Erste Erfahrungen zeigen aber bereits, dass die Fische vitaler sind und daher auch widerstandsfähiger gegenüber anderen Krankheiten.

Die Reduzierung der Aufzuchtverluste reduziert zudem das Risiko, dass ein Betrieb seinen Bestand durch Zukauf aufstocken muss. Eine Aufstockung wird möglichst vermieden, um nicht von außen Erreger in den Bestand zu bringen. Die Risikoreduzierung eines Befalls des Bestandes mit Rotmaulseuche (ERM) ist zusätzlich sehr relevant für den Aquakulturbetrieb. Im *Worst-Case* (d. h. nach Ausschöpfung der Alternativen zum Medikamenteneinsatz; insbesondere: Optimierung der Faktoren wie Wasserqualität) kommt es bei einem Befall zum Antibiotika-Einsatz. Das Antibiotikum muss über zehn Tage mit dem Futter verabreicht werden, was alleine (d. h. ohne Betrachtung der Kosten für das Mittel, das Labor und den Tierarzt) zu zusätzlichen Personalkosten von 3.500 € führt. Zudem ist ein Medikamenteneinsatz auch immer bezüglich des Reinigungsprozesses als problematisch zu sehen: die Reinigung erfolgt mechanisch und biologisch, z. B. über biologische Filter (Nitrifikanten, die Stickstoff abbauen). Die biologischen Prozesse werden durch den Antibiotika-Einsatz negativ beeinträchtigt. Darüber hinaus wird Wasser teilweise wiederverwendet, was durch Antibiotika-Einsatz auch erschwert werden würde.

Insgesamt wirkt sich die Maßnahme sehr positiv auf den Betrieb aus. Es kommt zu einer besseren Planbarkeit des Arbeitsaufkommens, da täglich weniger Zeit benötigt wird, um (fast) tote Fische auszusortieren. Dieses Personal kann woanders eingesetzt werden. Zudem wirkt das Absammeln vieler toter Fische bei den Mitarbeitenden stark demotivierend, auch aufgrund der Geruchsbelastung, sodass die Maßnahme auch positiv hinsichtlich der Personalmotivation wirkt. Alle aufgeführten Punkte führen dazu, dass der Betrieb die

Vakzinierung weiterführen wird (hohe Langfristigkeit der Maßnahme). Der Umsetzungsaufwand der Maßnahme wird allerdings als eher hoch bewertet, da die Umsetzung einer langen Vorlaufzeit bedarf, da diese Methode in Deutschland nicht verbreitet ist (Betrieb ist wahrscheinlich der erste, der den Bestand vakziniert). Für die Umsetzung dieser Maßnahme benötigte der Betrieb viel Zeit, um notwendige Informationen zu bekommen (z. B. darüber, dass es eine polnische Firma gibt, die sich auf die Vakzinierung von Fischen spezialisiert hat und die man beauftragen kann). Der Betrieb investiert zudem auch in einen international tätigen Tierarzt. Generell gestaltet sich die Erprobung neuer Verfahren oder auch der Einsatz von Medikamenten wesentlich schwieriger als in anderen Nutztierbereichen, da Aquakultur eine Nische darstellt.

**Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse, Ecoinvent, Ciqua

**Maßnahme 10: Alternative Versorgung von Euterentzündungen zur Reduzierung von Sperrmilch**

<b>Beschreibung</b>						
VORHER						
Euterentzündungen (Mastitis) bei Milchkühen werden mit Antibiotika behandelt. Dies hat zur Folge, dass die Milch während der Behandlungszeit (ca. drei Tage) und mindestens sieben Tage nach der Behandlung als sogenannte Sperrmilch entsorgt werden muss.						
NACHHER						
Euterentzündungen (Mastitis) bei Milchkühen werden mittels Produkten von AHV (Animal Health Vision) Deutschland versorgt, wodurch die Milch dieser Kühe nicht zu Sperrmilch wird und entsprechend vermarktet werden kann.						
<b>Akteure</b>	Milchviehbetrieb und AHV Deutschland GmbH					
<b>Produkte im Fokus</b>	Milch					
<b>Betrachtungszeitraum</b>	Behandlung erkrankter Kühe innerhalb von 8 Monaten					
<b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse<sup>11</sup></b>						
	<b>Masse</b>	<b>Nährwert</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</b>	<b>Umweltfußabdruck</b>	<b>Kosten</b>	<b>Sozial</b>
	kg	kcal	kg CO <sub>2</sub> eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	2.867	1.628.513	4.749	407	963,89	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis (pro investiertem EUR)</b>	1,68	957	2,79	0,24	1,57	n.q.
Annahmen: Stundenlohn Betriebsleiter 21,00 €. Es wird davon ausgegangen, dass der Rückgang an Milchmenge durch eine Euterentzündung nicht von der Art der Behandlung (Antibiotikum oder AHV-Produkte)						

<sup>11</sup> Berechnungen beziehen sich auf alle Euterentzündungen innerhalb von 8 Monaten. Je Euterentzündung wurde mit 10 Tagen (drei Tage Behandlung + sieben Tage Wartezeit) gerechnet, da in der Vorher-Situation (Antibiotika) in diesem Zeitraum die Milch als Sperrmilch entsorgt werden muss; in der Nachher-Situation steht diese Milch der Humanernährung zur Verfügung. Insgesamt wurden 11 Kühe behandelt.

beeinflusst wird. Der Zeitpunkt der Mastitis in der Laktation ist hier wesentlich entscheidender. Da laut Tierarzneimittelgesetz vor einer Behandlung mit Antibiotikum ein Tierarzt/eine Tierärztin konsultiert werden muss, werden in diesem Szenario Tierarztkosten in Höhe von 55 €/Kuh und Behandlung berücksichtigt, während in der Nachher-Situation diese Kosten nicht entstehen. Milchkühe können nach überstandener Euterentzündung nach kurzer Zeit erneut erkranken. Mögliche Unterschiede solcher Folgekosten zwischen den beiden Szenarien sind schwer zu quantifizieren und wurden daher nicht berücksichtigt. Da sich die Versorgung mit AHV-Produkten unterstützend auf das Immunsystem der Milchkühe auswirken kann, bietet sich hier das Potential, solche Rückfälle und damit verbundene Folgekosten zu reduzieren. Für die Entsorgung über die hofeigene Biogasanlage werden keine Kosten angesetzt. Umweltauswirkungen durch die Herstellung der verwendeten Produkte werden als vernachlässigbar angenommen.

**Berücksichtigte Kosten:**

- Behandlungskosten AHV (Mittel, Zeitaufwand)

**Berücksichtigte Nutzen:**

- Einsparung der Behandlungskosten mit Antibiotika (Mittel, Tierarzt/Tierärztin, Zeitaufwand)
- Einsparung Spülung der Milchroboter (notwendig bei Antibiotika-Einsatz): Einsparungen in Energie- und Wasserverbrauch
- Vermiedene Entsorgung der Sperrmilch
- Milch der behandelten Kühe kann vermarktet werden

**Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Die erfolgreiche alternative Versorgung von Euterentzündungen reduziert den Antibiotika-Einsatz im Betrieb deutlich. Dadurch ergeben sich beim Betrieb verschiedenen positive Effekte, die eine langfristige Umsetzung der Maßnahme sehr wahrscheinlich machen. Betriebliche Prozesse werden erleichtert, da die alternative Versorgung nur einmal im Gegensatz zu zwei bis drei Behandlungen am Tier bei antibiotischem Medikament erfolgen muss. Letzteres muss zudem immer vom Tierarzt/Tierärztin besorgt werden, während die Produkte der alternativen Versorgung auf dem Betrieb im Vorrat gelagert werden können.

Da der Antibiotika-Einsatz in der Tierhaltung u. a. von Verbraucher\*innen kritisch gesehen wird, kann der Betrieb durch den Verzicht einer solchen Behandlung sein Image verbessern. Zudem werden Antibiotika-Austragungen auf das Feld/in die Umwelt bei Entsorgung von Sperrmilch über Gülle und Gärreste vermieden. Die Reduzierung von Sperrmilch reduziert zusätzlich den Reinigungsbedarf des Melkroboters, was sich auch positiv auf das Tierwohl auswirken kann, wenn dadurch Warteschlangen am Melkroboter und dadurch verursachter Stress bei den Tieren vermieden werden können.

**Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse, Ecoinvent, Ciqal
- Laurentis et al. (2020): Umweltauswirkungen Entsorgung
- LELY (2019): Wasserverbrauch beim Spülen des Melkroboters
- KTBL (2022), Obstbau: Wasser- und Stromkosten sowie Stundenlohn

### Anhang 3 Datenblätter zu den Demonstrationsprojekten in der Verarbeitung

#### Maßnahme 1: Veredelung von Backwarenresten zu Insektenprotein

<b>Beschreibung</b>						
VORHER						
In den Filialen der Bäckerei fallen am Ende des Tages unverkaufte Backwaren (Retoure bestehend aus Brot, Brötchen und Süßwaren) an, die derzeit als Tierfutter (Schweinfutter) verwertet werden.						
NACHHER						
Die Retoure (Brot, Brötchen, Süßwaren) der Bäckerei wird von Alpha-Protein als Futtermittel für Mehlwürmer ( <i>Tenebrio molitor</i> ) genutzt und zu Insektenprotein verarbeitet. Das Insektenprotein bietet eine Alternative zu Soja- und Fischmehl als Nutztier- und Heimtierfuttermittel. Zusätzlich zum Insektenprotein fallen Kot, chitinhaltige Häute und Fett als Nebenprodukte an, die im Sinne der Kreislaufwirtschaft zu hochwertigem Dünger, Biopolymeren und Öl weiterverarbeitet werden können.						
<b>Akteure</b>	Bäckerei Badische Backstub F. und E. Weber GmbH, Ettlingen und Alpha-Protein GmbH, Bruchsal					
<b>Produkte im Fokus</b>	Backwaren					
<b>Betrachtungszeitraum</b>	1 Jahr					
<b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse*:</b>						
	<b>Masse</b>	<b>Nährwert</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</b>	<b>Umweltfußabdruck</b>	<b>Kosten**</b>	<b>Sozial</b>
	kg	kcal	kg CO <sub>2</sub> eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	245.600	0	301.356	n.q.	341.545 (501.788)	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis (pro investiertem EUR)</b>	1,05	n.q.	1,29	n.q.	2,46 (3,15)	n.q.

\*Es handelt sich hierbei um eine theoretische Berechnung, da die Insektenproduktion derzeit noch im Versuchsstadium läuft. Die Nachhaltigkeitsbewertung wird unter der Annahme durchgeführt, dass die gesamte Retoure der Bäckerei (ohne Fleischprodukte) aus dem Jahr 2021 von Alpha-Protein verwertet wird. Die Insektenfütterration besteht zu 60 % aus Backwaren; zusätzliches (externes) Insektenfutter wurde bei den Berechnungen nicht berücksichtigt.

\*\* Hierbei wurden nicht die Kosteneinsparungen berücksichtigt, sondern die Verkaufserlöse (für entfettetes Insektenprotein, Dünger und Öl; Nebenprodukt chitinhaltige Häute wird nicht berücksichtigt). Die dargestellten Werte beziehen sich auf einen langfristig angestrebten Verkaufspreis für das Insektenprotein vergleichbar mit Fischmehl (1,50 €/kg). Werte in Klammern beziehen sich auf den derzeitigen Einstiegspreis für Insektenprotein von 8 €/kg.

Annahmen: Bei der ökologischen Bewertung wird berücksichtigt, dass die ursprüngliche Verwertung als Futtermittel wegfällt, d. h. es wird angenommen, dass der Futtermittelbetrieb die 245,6 t Brot entsprechend mit Sojaschrot substituiert.

**Berücksichtigte Kosten:**

- Transport Brotreste zu Alpha-Protein (inkl. Personalaufwand hierzu)
- Futtermittelbetrieb substituiert die Brotreste mit Sojaschrot
- Betrieb Anlage
- Verarbeitung der Mehlwürmer
- Energieverbrauch für Pelletierung und Hygienisierung des Düngers
- Personalaufwand

**Berücksichtigte Nutzen:**

- Transport Brotreste zum Futtermittelbetrieb fallen weg
- Brotreste werden in hochwertiges Insektenprotein umgewandelt, das als Ersatz für Sojaschrot vermarktet werden kann
- Bei der Herstellung von verwertbarem Insektenprotein entsteht Insektenöl, das als Ersatz für andere Öle vermarktet werden kann
- Verkaufserlöse für Dünger

**Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Die Bäckerei verfolgt mit der Umsetzung der Maßnahme das Ziel, die Retoure regional zu verwerten. Während der Futtermittelbetrieb, der die Backwaren derzeit verwertet, ca. 500 km entfernt liegt, befindet sich Alpha-Protein in der unmittelbaren Umgebung (ca. 32 km).

Hier zeigt sich eine hohe Motivation der Bäckerei für die Maßnahmenumsetzung, da eine alternative Verwertung der Retouren angestrebt wird, obwohl bereits eine Verwertung als Futtermittel (und damit höherwertiger Verwertung im Vergleich zur Entsorgung) realisiert wird. Da auf Ebene der Bäckerei die alternative Verwertung der Retoure nur mit geringem Umsetzungsaufwand einhergeht (z. B. Zeitaufwand für Umsetzungsgespräche mit Alpha-Protein), wird die Langfristigkeit aus Sicht der Bäckerei als hoch eingeschätzt.

Alpha-Protein ist aus der Motivation heraus gegründet worden, um mit der Mehlwurmproduktion die Lebensmittel- und Futtermittelindustrie zu revolutionieren. Aus ungenutzten Nebenprodukten der Lebensmittelindustrie sowie Lebensmittelabfällen kann über Mehlwürmer eine Eiweißquelle produziert werden, die eine Alternative zu Soja- und Fischmehl als Nutztier- und Heimtierfuttermittel bietet. Zusätzlich zum Insektenprotein fallen Kot, chitinhaltige Häute und Insektenöl als Nebenprodukte an, die im Sinne der Kreislaufwirtschaft zu hochwertigem Dünger und Biopolymeren sowie als Ersatzprodukt für Palmöl weiterverarbeitet werden können.

Der Umsetzungsaufwand der Maßnahme für Alpha-Protein kann als hoch eingestuft werden (Innovation: es bedarf viel Aufwand von der Idee bis zur Marktrealisierung). Da die Insektenproduktion noch nicht im angestrebten Umfang erfolgt und das Unternehmen noch nicht am Markt ist, kann keine Einschätzung über die Langfristigkeit der Maßnahme getroffen werden.

Die Bäckerei Badische Backstub und Alpha-Protein leisten mit diesem Projekt gemeinsame Pionierarbeit. Da die Verwertung von Lebensmittelabfällen nicht auf Backwarenreste beschränkt ist, können solche Insektenfarmen durch die Gewinnung weiterer Kooperationspartner aus der (Lebensmittel-)Industrie einen über diese Maßnahme hinausgehenden Beitrag zur Reduzierung der Lebensmittelabfälle leisten.

#### **Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse, Ecoinvent, Ciqua
- Laurentiis et al. (2020): Umweltauswirkungen Entsorgung
- Statista (2022): Verkaufspreis und Proteingehalt Sojaschrot
- KTBL (2022): Stundenlohn und Kosten der Betriebsstoffe
- Dreyer et al. (2021): Umweltauswirkungen der Produktionsanlage
- Niyonsaba et al. (2021): Produktionskosten der Anlage

**Maßnahme 2: Einsatz von Optimierungssoftware zur Mengen-/Lieferplanung**

<b>Beschreibung</b>	
<p>VORHER</p> <p>In einer Bäckerei mit 114 Filialen werden die Bestellungen dezentral durchgeführt: Die Bestellmengen werden in jeder Filiale durch das Verkaufspersonal auf Erfahrungsbasis eingetragen, wonach die Zentrale die Bestellungen überprüft. Durch Personalwechsel in den Filialen werden dabei oft nicht fundierte Entscheidungen getroffen. Auch werden manche Entscheidungen auf subjektiver Basis getroffen. Darüber hinaus kann das Personal nur auf einen begrenzten Datenpool zurückgreifen (Erinnerungen und eigene Erfahrungswerte).</p> <p>NACHHER</p> <p>Die Mengen-/Lieferplanung für die mehr als 100 Filialen wurde Anfang 2021 zentralisiert. Darüber hinaus wird die KI (Künstliche Intelligenz) gesteuerte Optimierungssoftware „Foodtracks“ eingesetzt. Foodtracks ist ein hybrides System, bei dem sowohl menschliche als auch künstliche Intelligenz angewendet werden, um die Bestellmengen zu optimieren. Hierbei werden 2/3 der in den Filialen verkauften Artikeln über das zentrale System bestellt und das Verkaufspersonal in den Filialen nicht mehr in erster Linie an den Bestellungen beteiligt. Hierzu gibt Foodtracks einen Bestellvorschlag vor, basierend auf historischen Verkaufsdaten und unter Berücksichtigung von Schulferien, Saison und Feiertagen. Die Zentrale bleibt aber weiterhin im Austausch mit den Filialen. Auf diese Weise können weitere Effekte, wie z. B. lokale Baustellen, mit in der Entscheidung berücksichtigt werden. Foodtracks wird daher als Tool genutzt, um den Bestellprozess zu optimieren und bei der Senkung der Retouren zu unterstützen.</p>	
<b>Akteure</b>	Bäckerei Heitzmann GmbH & Co.KG, Bad Krozingen (114 Filialen) und Software-Anbieter Foodtracks Antegon GmbH, Münster
<b>Produkte im Fokus</b>	Backwaren
<b>Betrachtungszeitraum</b>	10 Monate (Vergleich Januar-Oktober 2021 mit Januar-Oktober 2020)

**Quantitative Bewertung – Ergebnisse**

	Masse*	Nährwert	CO <sub>2</sub> - Fußabdruck	Umwelt- fußabdruck	Kosten	Sozial
	kg	kcal	kg CO <sub>2</sub> eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	121.569,60	328.661.576	239.479,62	26.201,42	465.498,46	n.q.
<b>Nutzen-Kosten- Verhältnis (pro investiertem EUR)</b>	3,05	8.237	6,00	0,66	12,67	n.q.

\* Für die Berechnungen wurde die Retoure (angegeben in Stückzahl) basierend auf den Stückzahlgewichten in Gewicht umgerechnet.

Laut WWF (2018) schwanken Retourquoten bei Bäckereien zwischen 1,5 und 19 %. Im untersuchten Zeitraum in 2020 lag die Retourquote (in Stückzahlen) des Demonstrationsbetriebes bei 19,3 %. Durch die Maßnahme konnte die Retourquote in Stückzahlen von 19,3 % auf 17,8 % gesenkt werden.

**Berücksichtigte Kosten:**

- Software Foodtracks (mtl. Abo-Modell)
- Aufgaben in der Zentrale wurden umstrukturiert; kein zusätzlicher Zeitaufwand und kein zusätzliches Personal werden benötigt

**Berücksichtigte Nutzen:**

- Weniger Retouren, also weniger Produkte zu produzieren und zu entsorgen
- Zeitersparnisse in den Filialen

**Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Auswirkungen auf das Arbeitsumfeld: Es wurden keine Arbeitsplätze geschaffen oder gestrichen; der Arbeitsablauf hat sich geändert und Arbeitskräfte werden jetzt gezielter eingesetzt. Für den größten Anteil der verkauften Artikel hat die Zentrale die Bestellverantwortung übernommen. Das heißt, dass sich die Zentrale weiter im Bestellprozess spezialisieren kann. Das Verkaufspersonal hat zum größten Teil seine Aufgaben im Bestellprozess an die Zentrale abgegeben und kann sich auf den Verkauf fokussieren. Nichtsdestotrotz steht die Zentrale noch immer im täglichen Austausch mit den Filialen, d. h. Informationen fließen weiterhin von den Filialen zur Zentrale.

Das Verkaufspersonal muss jetzt viel weniger Bestellungen durchführen. Dies ist insbesondere bei Personalwechsel in den Filialen wichtig, da die gemachten Erfahrungen (die bei Bestellungen hilfreich sein können) dann oft nicht vorhanden sind.

Das Personal in der Zentrale benötigt die richtigen Fachkenntnisse, um die Software-Daten von Foodtracks bezüglich der vergangenen Verkaufsmengen und der geplanten Bestellmengen richtig zu interpretieren. Foodtracks ist ein hybrides System, sodass die Entscheidungen des Personals einen Einfluss darauf haben, ob die Software (und die Umstellung auf zentrale Bestellungen) erfolgreich sind. Hierbei sind nicht nur die Fachkenntnisse der Zentrale wichtig, sondern auch das tägliche Feedback und die Informationsflüsse von den Filialen.

Vorher mussten immer bis zu einer bestimmten Deadline die Bestellungen über das Kassensystem eingetragen werden; dieses hat in den Filialen manchmal zu Stresssituationen geführt, wenn die Kasse für den Verkauf benötigt wurde. Dieser Stress entfällt jetzt. Zudem hat die Umstellung zu Zeitersparnissen in den Filialen geführt (obwohl das Verkaufspersonal noch immer in Kommunikation mit der Zentrale steht). Das Personal in der Zentrale hat jetzt einen besseren Überblick; das Knowhow ist jetzt konzentriert auf weniger Personen.

Anmerkung: Nicht alles ist über die Bestellung zu lösen. Ungefähr ein Drittel der in den Filialen verkauften Artikel wird immer über die Filialen gesteuert (dies betrifft zum Beispiel die in den Filialen belegten Brötchen und das dafür benötigte Gemüse). Hierbei wird die Zentrale daher so gut wie nicht involviert. Darüber hinaus entscheidet die Zentrale nicht mit, wie die Artikel nachher in den Filialen präsentiert werden; dies hat aber auch einen Einfluss auf den Verkauf und auf die Retourmengen.

Umsetzungsaufwand und Bereitschaft zur Umsetzung: Am Anfang gab es Spannungen, vor allem bei mehr erfahrenem Verkaufspersonal, da hier das Gefühl entstand, dass ihnen etwas abgenommen wurde, was sie besser machen konnten. Neues Personal dagegen war eher froh, sich weniger mit den Bestellungen beschäftigen zu müssen. Inzwischen sehen aber auch die erfahrenen Arbeitskräfte den Mehrwert des neuen Systems.

Auswirkungen auf die Kund\*innen: Es werden keine negativen Auswirkungen erwartet, da noch immer ein bestimmtes Sortiment und eine ausreichende Menge verfügbar sind, auch kurz vor Ladenschluss (daher wird die Retoure nie auf null zurückgehen). Da die Bestellmenge jetzt besser auf die erwartete Nachfrage abgestimmt ist, könnte die Maßnahme eine positive Auswirkung auf die Kund\*innen haben (dies wurde aber nicht untersucht).

Soziale Auswirkungen (Spenden): Weniger Retoure heißt, dass weniger gespendet werden kann. Allerdings war die Maßnahme nicht auf Spenden fokussiert und die Tafel wird bereits ausreichend von der Bäckerei versorgt.

Langfristigkeit der Maßnahme: Die Bestellungen werden weiterhin zentral verlaufen, auch Foodtracks soll weiterhin benutzt werden. Momentan stehen die Bäckerei und Foodtracks in engem Austausch, um die Software weiterhin zu optimieren (schon seit Einsatz der Software wurde die Software ständig optimiert und

auf den Bedarf des Betriebes abgestimmt). Ein zentrales Bestellsystem könnte in der Theorie ohne Einsatz von Foodtracks verlaufen. Allerdings bietet die Software eine benutzerfreundliche Oberfläche und ein KI-gesteuertes Prognosesystem an, die sonst fehlen würden.

Übertragbarkeit und Skalierbarkeit: Die Maßnahme könnte auf andere Bäckereien übertragen werden. Allerdings ist die Ausgangslage wichtig: In wie weit wird schon etwas zentral organisiert? Um wie viele Filialen geht es? Wichtige Erfolgsfaktoren sind immer die Fachkenntnisse in der Zentrale und die gute Kommunikation mit den Filialen.

#### **Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse, Ecoinvent, Ciqua
- Laurentiis et al. (2020): Umweltauswirkungen Entsorgung
- WWF (2018)

**Maßnahme 3: Rework bei Wiener Würstchen und Bockwürstchen**

<b>Beschreibung</b>						
VORHER						
<p>Wiener Würstchen und Bockwürste, die nicht den Anforderungen des Handels, der nur Spitzenqualität listet, entsprechen und aufgrund von Schönheitsfehlern (Farb- und Längenabweichungen, Brätaustritt durch Löcher im Darm, Darmfehler) aussortiert werden, müssen zu einem Großteil entsorgt werden. Grund dafür sind die Leitsätze für Fleisch und Fleischerzeugnisse, die eine Wiederverarbeitung (Rework) in Spitzenqualität bei Wiener Würstchen und Bockwürsten nicht zulässt. Ein Teil der aussortierten Ware kann noch als Bruchware verpackt und über die Werksverkäufe verkauft werden, der Großteil des Bruchs geht aber in die Entsorgung.</p>						
NACHHER						
<p>Wenn es durch die Leitsätze bei der Herstellung von Wiener Würstchen und Bockwürsten in Spitzenqualität erlaubt wäre, Rework mit einer Menge von bis zu 3 % einzusetzen, könnte ein großer Teil der aussortierten Wiener Würstchen und Bockwürste wieder als Rework in die Produktion einfließen. Durch Rework würde bei jeder Produktionscharge Frischfleisch eingespart werden. Die Wiener Würstchen und Bockwürste würden mit einem Separator vom Darm befreit (geschält) und in die Rezeptur der festgelegten Produkte eingearbeitet werden. Auf diese Weise könnte momentan ein Rework-Anteil von 1,46 % erreicht werden. Dieser prozentuale Rework-Anteil wurde auf Basis der in 2021 anfallenden Menge an Bruchware und der derzeitige angewandten Technik zum Schälen der Würstchen berechnet.</p>						
<b>Akteure</b>	Wolf Wurstspezialitäten GmbH, Schwandorf					
<b>Produkte im Fokus</b>	Fleisch: Wiener und Bockwurst					
<b>Betrachtungszeitraum</b>	1 Jahr					
<b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse*</b>						
	<b>Masse</b>	<b>Nährwert</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</b>	<b>Umweltfußabdruck</b>	<b>Kosten</b>	<b>Sozial</b>
	kg	kcal	kg CO <sub>2</sub> eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	97.015,94	264.304.818	618.612,13	89.210,05	136.451,19	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis (pro investiertem EUR)</b>	10,75	29.293	68,56	9,98	16,12	n.q.

\*Es handelt sich hierbei um eine theoretische Berechnung, d. h. Rework findet im Unternehmen noch nicht in den hier bewerteten Artikeln statt. Hierdurch konnte der zukünftige Zeitbedarf für die Rezeptentwicklung momentan noch nicht geschätzt und berücksichtigt werden.

**Berücksichtigte Kosten:**

- Einkauf Separator
- Energie- und Wasserverbrauch Separator
- Zeitaufwand für das Schälen

**Berücksichtigte Nutzen:**

- Weniger Rohstoffe müssen produziert und angekauft werden
- Weniger Bruchware muss entsorgt werden

**Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Leider ist Rework momentan durch die Leitsätze bei der Herstellung von Spitzenqualität nicht erlaubt. Im Gegensatz dazu ist diese Art der Wiederverarbeitung bei Slicer-Produkten (Aufschnitt) auch bei Spitzenqualität erlaubt, obwohl sich Rework bei Slicer-Produkten nicht von Brühwurst wie Wiener Würstchen oder Bockwürsten unterscheidet, wenn der Darm entfernt wurde.

Die Maßnahmenbewertung zeigt daher das Potential von Rework bei Wiener Würstchen und Bockwürstchen in Spitzenqualität. Die Einsparung beim Frischfleisch hat positive Auswirkungen auf das Tierwohl, da das Unternehmen dadurch weniger Schweine benötigt. Die Reduzierung beim Schweinebedarf wirkt sich ebenfalls positiv auf der Umwelt aus.

Die Bereitschaft zur Umsetzung der Maßnahme im Betrieb ist sehr hoch. Sobald die Leitsätze sich ändern, würde das Unternehmen in weitere Versuche zum Schälen der Würstchen (und in bessere Geräte) investieren. Durch eine Optimierung des Schälprozesses würde es zu weniger Schalverlusten und dadurch zu einem höheren Rework-Potenzial (bis zu fast 3 %) kommen. Dies würde auch die Effektivität und die Effizienz der Maßnahme verbessern.

**Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse, Ecoinvent, Ciqua
- Laurentiis et al. (2020): Umweltauswirkungen Entsorgung

**Maßnahme 4: Rework von Kochpökel- und Brühwurstbruch bei der Brühwurstherstellung**

<b>Beschreibung</b>						
VORHER						
Bei Kochpökelware und industriell geschnittener Brühwurst tritt im Produktionsprozess verzehrfähige Bruchware auf (z. B. wegen unschöner Scheiben, Cutting-Enden), die derzeit entsorgt werden. Der Rework-Anteil liegt derzeit bei bis zu 3 %.						
NACHHER						
Kochpökelbruch und Brühwurstbruch werden in Brühwurst als Einlage wiederverwendet (Rework). Bei der Produktion wird mit einem höheren Rework-Anteil getestet.						
<b>Akteure</b>	Fleischverarbeitungsbetrieb					
<b>Produkte im Fokus</b>	Fleisch					
<b>Betrachtungszeitraum</b>	1 Jahr					
<b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse*</b>						
	<b>Masse</b>	<b>Nährwert</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</b>	<b>Umweltfußabdruck</b>	<b>Kosten</b>	<b>Sozial</b>
	Kg	kcal	kg CO <sub>2</sub> eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	354.000	480.897.012	2.169.441	307.504	853.102	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis (pro investiertem EUR)</b>	26,03	35.360	159,52	22,61	63,73	n.q.
*Es handelt sich hierbei um eine theoretische Berechnung, d. h. Rework findet im Unternehmen noch nicht in den hier bewerteten Mengen und Artikeln statt. Der rechtlich zugelassene Anteil von 3 % wird bereits umgesetzt.						

**Berücksichtigte Kosten:**

- Zeitbedarf für die Rezeptentwicklung
- Mehraufwand für die Verarbeitung (Bereitstellen, Verwiegen, Buchen)
- Anpassung Etiketten und Spezifikationen (Zeitaufwand, Agenturkosten)

**Berücksichtigte Nutzen:**

- Weniger Rohstoffe müssen produziert und eingekauft werden
- Weniger Bruchware muss entsorgt werden

**Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Im Unternehmen wird derzeit intensiv auf allen Unternehmensebenen (insbesondere aber auf Managementebene) und mit hoher Motivation an der Umsetzung der Maßnahme gearbeitet (z. B. viele Meetings, Rezeptentwicklung, Verkostungen, Einholung von Gutachten eines Sachverständigen im Lebensmittelrecht). Die Bereitschaft für die Maßnahmenumsetzung im Unternehmen ist hoch, die rechtliche Seite führt hier eher zu Verzögerungen bzw. stellt hier eine Herausforderung dar (hygienisch ist Rework hier kein Problem).

Beim Umsetzungsaufwand ist insbesondere der Zeitbedarf für die Rezeptentwicklung zu berücksichtigen, da die Kund\*innen natürlich ein 100 % vergleichbares Produkt (z. B. hinsichtlich des Geschmacks und der Konsistenz) haben möchte. Hierbei wird eng mit dem Handel zusammengearbeitet (z. B. Verkostung durchgeführt), der die Rework-Produkte abnehmen muss.

Die Idee, die Einlage zu deklarieren (z. B. Würstchen mit Schinkeneinlage), wurde verworfen, da die Verbraucher\*innen aus Sicht des Handels gerade im Fleisch/Wurstwarenereich sehr kritisch sind. Die Rechtssicherheit ist für die Maßnahmenumsetzung und Langfristigkeit entscheidend, d. h. die Maßnahme wird nur umgesetzt, wenn hier Rechtssicherheit geschaffen wird und die Ware auch bei höherem Rework-Anteil noch als Spitzenqualität vermarktet werden kann.

**Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse
- Laurentiis et al. (2020): Umweltauswirkungen Entsorgung

**Maßnahme 5: Einrichtung einer Taskforce auf Commercial-Ebene zur Reduzierung der Lebensmittelabfälle**

<b>Beschreibung</b>						
VORHER						
Aufgrund von Überproduktion müssen im Unternehmen über das gesamte Produktsortiment verteilt Artikel (z. B. Milch, Käse, Desserts) entsorgt werden.						
NACHHER						
In der eingerichteten Taskforce arbeiten Mitarbeitende an der Reduzierung von Lebensmittelabfällen im Unternehmen durch eine bessere Produktionsplanung (Reduzierung der Überproduktion) sowie Prozessoptimierung (z. B. Rework).						
<b>Akteure</b>	Molkerei Arla Foods Deutschland GmbH					
<b>Produkte im Fokus</b>	Milchprodukte					
<b>Betrachtungszeitraum</b>	1 Jahr					
<b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse</b>						
	<b>Masse</b>	<b>Nährwert</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</b>	<b>Umweltfußabdruck</b>	<b>Kosten</b>	<b>Sozial</b>
	Kg	kcal	kg CO <sub>2</sub> eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	2.107.207	915.620.875	2.501.735	219.366	2.637.988	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis (pro investiertem EUR)</b>	15,72	6.830	18,66	1,64	20,68	n.q.
Annahmen: Entsorgung erfolgt zu 50 % über eine Biogasanlage und zu 50 % über eine Verbrennungsanlage. Jahresgehalt eines Mitarbeitenden in der Taskforce: 65.000 Euro.						
<b>Berücksichtigte Kosten:</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einrichtung der Taskforce</li> <li>• Arbeitsaufwand (Personaleinsatz in verschiedenen Abteilungen)</li> </ul>						

**Berücksichtigte Nutzen:**

- Weniger Produkte müssen produziert werden
- Weniger Produkte müssen entsorgt, gespendet oder rabattiert (Rebate Sales) werden

**Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Die Taskforce hat seit ihrer Einrichtung enorme Erfolge im Bereich der Lebensmittelabfallreduzierung erzielt, sodass diese auch langfristig im Unternehmen bestehen bleiben soll. Die Mitarbeitenden sind durch die erzielten Erfolge sehr motiviert und überzeugt von der Arbeit in der Taskforce.

Die hier abgebildeten quantitativen Ergebnisse spiegeln dabei das erfolgreichste (erste) Jahr der Taskforce-Aktivitäten wider, d.h. hier wird das Potential einer solchen Personalsensibilisierung aufgezeigt. Nachfolgende Jahre zeigen zwar geringere Reduktionserfolge, was aber auch zu erwarten ist: Zu Beginn können ausgehend von dem bestehenden Lebensmittelabfallaufkommen zunächst die wichtigsten Einflussfaktoren (Hotspots) auf die Lebensmittelabfälle identifiziert und geändert werden. Anschließend bewirken zusätzliche Maßnahmen geringere marginale Reduzierungen. Allerdings können die Jahre auch nicht uneingeschränkt miteinander verglichen werden, da sich die Märkte von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich entwickeln können (u. a. Preisentwicklungen). Diese Änderungen bringen zudem immer andere Herausforderungen mit sich, die in der Taskforce in Bezug auf den Effekt auf Lebensmittelabfälle weiterhin behandelt werden.

Zusätzlich zu der hier abgebildeten Reduzierung der Überproduktion hat das Unternehmen in den letzten Jahren auch im Bereich Spenden und Rebate Sales große Anstrengungen unternommen, um über diesen Weg Lebensmittelabfälle zu vermeiden. Darüber hinaus engagiert sich das Unternehmen auch in anderen Bereichen der Produktion, die sowohl ökologisch als auch wirtschaftlich relevant sind. U. a. arbeitet das Unternehmen daran, die Überproduktion an Verpackungen zu reduzieren. So konnte im Zeitraum 2019 bis 2021 der Verpackungsmüll (d. h. übrig gebliebenes, nicht weiter verwendbares Verpackungsmaterial) im Wert von ca. 1,6 Millionen Euro reduziert werden.

**Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse, Ciqua
- Laurentiis et al. (2020): Umweltauswirkungen Entsorgung

### Maßnahme 6: Sensibilisierung von Schüler\*innen einer Technikerschule im Rahmen eines Projekts zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen in einer Lehrmolkerei

<p><b>Beschreibung</b></p> <p>Im Rahmen eines Projektes setzten Schüler*innen in Gruppen verschiedene Maßnahmen um, um „nicht perfekte“ Produkte sowie Nebenprodukte in der Molkereibranche weiterzuverwenden und somit Lebensmittelabfälle zu reduzieren.</p> <p>Ziel des Demonstrationsprojektes war es, die Effekte des Schulprojektes auf die Schüler*innen zu erfassen.</p> <p>In folgenden Bereichen fanden Maßnahmen statt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenerfassung und Controlling</li> <li>• Buttermilch Verarbeitung</li> <li>• Molke Verarbeitung</li> <li>• Verarbeitung von Camembert</li> <li>• Herstellung von Reibekäse</li> </ul>	
<b>Akteure</b>	Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Molkereiwirtschaft, Kempten (LVFZ)
<b>Produkte im Fokus</b>	Molkereiprodukte
<b>Betrachtungszeitraum</b>	2 Wochen
<p><b>Qualitative Bewertung – Ergebnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Projekt konnte die Wertschätzung der Schüler*innen für „nicht perfekte“ Produkte und Nebenprodukte positiv beeinflussen.</li> <li>• Das Projekt konnte die Wichtigkeit sowie das Interesse für die Reduktion von Lebensmittelabfällen bei den Schüler*innen positiv beeinflussen.</li> <li>• Das Projekt konnte die Wahrnehmung der Schüler*innen für Lebensmittelabfälle in der Bildungseinrichtung erheblich steigern.</li> <li>• Das Projekt konnte das Einkaufs- und Entsorgungsverhalten der Schüler*innen im Alltag optimieren.</li> <li>• Im Projekt lernten die Schüler*innen „nicht perfekte“ Produkte sowie Nebenprodukte weiterzuverwenden.</li> <li>• Das Projekt trägt zur Nachwuchsförderung bei und sensibilisiert das zukünftige Personal der Molkereibranche für die Reduktion von Lebensmittelabfällen.</li> </ul>	

**Maßnahme 7: Aufbau eines regionalen Kreislaufwirtschaftsnetzwerkes für überschüssiges Obst und Gemüse**

<b>Beschreibung</b>	
<p>VORHER</p> <p>In der Modellregion (Bodensee-Oberschwaben) fällt überschüssiges Obst und Gemüse an, welches aufgrund mangelnder Vermarktungswege entsorgt wird.</p> <p>NACHHER</p> <p>Durch den Aufbau eines regionalen Kreislaufwirtschaftsnetzwerkes sollen für das überschüssige Obst und Gemüse geeignete Abnehmer bzw. alternative Vermarktungswege gefunden werden, um so das Obst und Gemüse für den menschlichen Verzehr verfügbar zu machen und eine Entsorgung zu vermeiden. Zudem dient das Kreislaufwirtschaftsnetzwerk auch als Kommunikationsplattform, um so die Kommunikation zum Thema „mehr Lebensmittelwertschätzung“ zu fördern und das Bewusstsein der Gesellschaft in Bezug auf die gemeinsame Ressourcennutzung zu schärfen.</p>	
<b>Akteure</b>	Forschungsnetzwerk 2+12 Bodensee/Oberschwaben, eine Initiative des Kompetenzzentrums für Obstbau in Bavendorf, dem Institut für Welternährung in Aulendorf und interessierten Parteien der Region
<b>Produkte im Fokus</b>	Obst und Gemüse
<b>Maßnahmenbeschreibung</b>	
<p><u>Kreislaufwirtschaftsnetzwerk</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau durch Kompetenzzentrum für Obstbau (Bavendorf) und Institut für Welternährung (Aulendorf)</li> </ul> <p><u>Anbieter von überschüssigem Obst und Gemüse</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erzeugerbetriebe in der Modellregion (Bodensee-Oberschwaben): Obst und Gemüse wird entweder gar nicht geerntet oder wird aufgrund mangelnder Vermarktungsfähigkeit nach der Ernte entsorgt</li> </ul> <p><u>Abnehmer und alternative Vermarktungswege</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unternehmen in der Region, die überschüssiges Obst und Gemüse in ihrer Produktion wiedereinsetzen und weiterverarbeiten</li> <li>• Weitergabe an Tafeln und Foodsharing</li> <li>• Herstellung neuer Produkte aus Obst und Gemüse mit längerer Haltbarkeit (Saft, Trocknung, Konserven und Pulver), um diese dann verteilen/vermarkten zu können</li> </ul>	

### Herausforderungen

- Der Aufbau des Netzwerkes ist sehr zeitaufwändig und bedarf entsprechend ausreichendes Personal (z. B. Unternehmen überzeugen/motivieren, mitzumachen; es bedarf einer ausreichenden Anzahl an beteiligten Stakeholder)
- Hoher Organisation- und Personalaufwand, um überschüssiges Obst und Gemüse vom Anbieter zum Abnehmer zu transportieren (z. B. Woher bekommt man das Personal, um nicht genutzte Streuobstwiesen abzuernten?)
- Bedarf an Logistik und Lagermöglichkeiten
- Planbarkeit sicherstellen: Verarbeitungsunternehmen benötigen die Sicherheit, dass Ware ausreichend zur Verfügung steht

### **Quellen**

- Persönlicher Austausch mit Christian Falkenstein, Initiator der Umsetzungsgemeinschaft und des Forschungsprojektes 2+12

**Maßnahme 8: Mobile Presstation zur Versaftung von nicht vermarktungsfähigem Obst und Gemüse**

<b>Beschreibung</b>	
<p>VORHER</p> <p>Bei Erzeugerbetrieben in der Modellregion Bodensee-Oberschwaben fällt überschüssiges Obst und Gemüse an, welches aufgrund mangelnder Vermarktungswege entsorgt wird.</p> <p>NACHHER</p> <p>Eine mobile Presstation, ausgestattet mit innovativen Lebensmittelverarbeitungstechnologien zur Saftextraktion (Spiralfilterpresse - Vaculiq) und Konservierung (pulsierende elektrische Felder - PEF) wird in die Modellregion gebracht, um das überschüssige Obst und Gemüse zu verwerten, d. h. über die Versaftung länger haltbar und für den menschlichen Verzehr verfügbar zu machen.</p>	
<b>Akteure</b>	Erzeugerbetriebe in der Modellregion Bodensee-Oberschwaben, Projektpartner FOX (Innovative down-scaled FOod processing in a boX)
<b>Produkte im Fokus</b>	Obst und Gemüse
<b>Quantitative Bewertung – Beschreibung</b>	
<p>Bisher wird mit der mobilen Presstation Apfelsaft „nur“ zu Forschungszwecken produziert. Da es sich um ein neues Produktionsverfahren handelt, ist bisher noch unklar, wann die Vermarktung für den menschlichen Verzehr starten kann.</p> <p>Im Rahmen des FOX-Projekts wurde die Apfelsaftherstellung mit der mobilen Presstation bereits hinsichtlich ökologischer Auswirkungen untersucht. Laut Zdravkovic et al. (2021) ist die Apfelsaftherstellung mittels mobiler Presstation ökologisch vorteilhaft gegenüber traditionellen, stationären Systemen. Für die Nachhaltigkeitsbewertung der Maßnahme zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen werden allerdings noch weitere Daten benötigt (u. a. Menge an tatsächlich verarbeiteten Äpfeln, vermiedene Entsorgungswege und -kosten, Transport- und Produktionskosten, benötigter Personalaufwand, Verkaufspreis), die bis zur Fertigstellung des Projekts nicht zur Verfügung standen.</p>	
<b>Qualitative Bewertung – Ergebnisse</b>	
<p>Im EU-finanzierten FOX-Projekt werden schwerpunktmäßig mobile und flexible Einheiten entwickelt, die kleinen und mittleren Unternehmen sowie Landwirt*innen die Möglichkeit bieten, mit Hightech-Anwendungen zu arbeiten. Die Testung der mobilen Presstation in der Modellregion Bodensee-Oberschwaben ist eine Möglichkeit, das überschüssige Obst und Gemüse, was über das</p>	

Kreislaufwirtschaftsnetzwerk gesammelt wird (siehe Maßnahme 7), länger haltbar und für den menschlichen Verzehr verfügbar zu machen. Somit sind beide Maßnahmen eng miteinander verknüpft und es ergeben sich hier Synergien bei der Reduzierung von Lebensmittelabfällen.

**Quellen**

- Zdravkovic et al. (2021)
- CORDIS (2022): FOX Projektbeschreibung

**Maßnahme 9: Veredelung von Brotresten zu Bier**

<b>Beschreibung</b>						
VORHER						
Bei der Bäckerei fällt nicht vermarktungsfähiges Brot in der Produktion an (z. B. bei der Testung neuer Rezepturen, Überproduktion, Ausschuss aufgrund von Qualitätsmängeln (z. B. Salz vergessen)), welches derzeit als Tierfutter (Abnahme durch ortsansässigen Bio-Schäfer) verwertet wird.						
NACHHER						
Aus dem nicht mehr vermarktungsfähigem Brot wird Bier hergestellt (helles Kellerbier). 25 % des Gerstenmalzes aus der ursprünglichen Zutatenzusammensetzung wird durch Brotreste ersetzt. Knärzje kauft das Brot bei der Bäckerei ein und liefert dieses an die Brauerei, die dann im Auftrag von Knärzje das Bier braut und an Knärzje verkauft.						
<b>Akteure</b>	Bäckerei biokaiser GmbH, Mainz-Kastel und Knärzje GmbH, Frankfurt a.M.					
<b>Produkte im Fokus</b>	Brot					
<b>Betrachtungszeitraum</b>	1 Monat; betrachtet wird hierbei die Produktion einer Charge (ca. 20.000 Flaschen)					
<b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse für Knärzje</b>						
	<b>Masse</b>	<b>Nährwert</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</b>	<b>Umweltfußabdruck</b>	<b>Kosten</b>	<b>Sozial</b>
	kg	kcal	kg CO <sub>2</sub> eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	340	886.267	49	n.q.	25.963*	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis (pro investiertem EUR)</b>	0,03	83	0,005	n.q.	3,43	n.q.
*Umsatz abzüglich maßnahmenspezifischer Kosten (Einkaufspreis Brot und Bier sowie Transportkosten für Knärzje). Dieser Wert spiegelt somit das Potential der Maßnahme für Knärzje wider. Dieser Betrag steht Knärzje für die Entlohnung der eingesetzten Produktionsfaktoren zur Verfügung (Arbeitszeit, Miete für Gebäude etc.).						

Annahmen: Bei der ökologischen Bewertung wird berücksichtigt, dass die ursprüngliche Verwertung als Futtermittel wegfällt, d. h. es wird angenommen, dass der Schäfer die 340 kg Brot entsprechend mit Futterweizen substituiert. Für die gekühlte Lagerung des Brotes wird angenommen, dass die Änderungen im Energieverbrauch und -kosten vernachlässigbar sind, da die Brotmenge nur einen relativ kleinen Raum in einem großen Froster beansprucht, indem unabhängig von der Maßnahme andere Produkte gelagert werden. Der Energieaufwand für den Brothäcksler konnte nicht ermittelt werden, sodass damit verbundene ökologische und ökonomische Auswirkungen nicht berücksichtigt werden konnten.

**Berücksichtigte Kosten:**

- Futtermittlersatz beim Schäfer
- Entlohnung Bäckerei für Zerkleinerung des Brotes (Brothäcksler schon vorhanden)
- Einkauf von Brot durch Knärzje
- Transport zur Brauerei (inkl. Zeitaufwand)
- Einkaufspreis für Knärzje für das Brotbier

**Berücksichtigte Nutzen:**

- Verringerung Umweltauswirkungen, da weniger Malz und Gerste produziert werden müssen
- Verkaufserlöse für das Brotbier

**Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Das Unternehmen wurden mit dem Ziel gegründet, Lebensmittelverschwendung zu vermeiden. Inspiriert von ausländischen Vormacher\*innen entstand so die Produktion von Bier, das aus aussortiertem Brot gebraut wird. Alle Mitarbeiter\*innen arbeiten mit einer hohen intrinsischen Motivation, das Unternehmensziel zu erreichen. Der Umsetzungsaufwand ist insbesondere zu Beginn als hoch einzustufen, da zunächst Partner gesucht und eine geeignete Rezeptur entwickelt werden musste. Die Maßnahme führt zudem zu einer intersektoralen Kooperation zwischen Bäckerei, Brauerei und Knärzje.

**Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse, Ecoinvent, Ciqal
- Brauwelt (2022): CO2-Fußabdruck der Herstellung von Malz
- KTBL (2022): Stundenlohn

**Maßnahme 10: Veredelung von Fischresten zu Fischöl in Lebensmittelqualität**

<p><b>Beschreibung</b></p> <p>VORHER</p> <p>Fischnebenprodukte (Köpfe, Mittelgräten, Haut und Trimmings) aus der Fischverarbeitung werden zu Fischöl und Fischmehl verarbeitet und als proteinreiches Futtermittel verwertet.</p> <p>NACHHER</p> <p>Sortenrein gesammelte Fischnebenprodukte (Köpfe, Mittelgräten, Trimmings (Abschnitte), Dorschleber) werden sortenrein zu Fischöl in Lebensmittelqualität verarbeitet und so für den menschlichen Verzehr verfügbar gemacht.</p>	
<b>Akteure</b>	Bioceval GmbH & Co. KG und Lipromar GmbH, Cuxhaven
<b>Produkte im Fokus</b>	Fisch (> 90 % Lachs, Dorsch)
<p><b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse</b></p> <p><b>Effektivität:</b></p> <p>Derzeit werden 6.000 bis 8.000 Tonnen an Lachsnebenprodukten aus nordeuropäischer Aquakultur und 50 bis 100 Tonnen Dorschleber aus Fischerei pro Jahr zu Fischöl und Fischprotein in Lebensmittelqualität verarbeitet (Anmerkung: derzeit fast ausschließlich Absatz in Heimtierfuttermittelmarkt möglich).</p> <p><b>Ökologische und Ökonomische Bewertung:</b></p> <p><i>Produktspezifische Einsparungen:</i> Das sortenreine Fischöl würde ein marktübliches Fischöl (z. B. Fischölkapseln) ersetzen. Dabei müsste berücksichtigt werden, dass es sich bei dem überwiegenden Anteil des derzeit verfügbaren Fischöls in Lebensmittelqualität um raffiniertes Mischöl handelt. Eine Substitution würde somit die mit dem Transport zur Raffinerie und die mit der Durchführung der Raffination entstehenden ökologischen Auswirkungen und ökonomischen Kosten einsparen. Damit einhergehende ökologische und ökonomische Einsparungen konnten auf der Datenbasis nicht ausreichend abgeschätzt werden.</p> <p><i>Vermiedene Entsorgung:</i> Lipromar verarbeitet ausschließlich Nebenprodukte, die ansonsten zur Fischmehlherstellung zur Verwendung als Futtermittel bei Bioceval genutzt werden würden. Transport und Logistik wären daher in beiden Situationen ähnlich. Aufgrund der höheren Anforderungen an Produkte in Lebensmittelqualität kann hier davon ausgegangen werden, dass sich die Logistik aufgrund der erforderlichen Kühlung während des Transports ökologisch und ökonomisch im Vergleich beider Situationen eher nachteilig bei der Maßnahme auswirken.</p>	

*Maßnahmenspezifische Änderungen:* Der Produktionsprozess von Fischöl in Lebensmittelqualität unterscheidet sich grundsätzlich nicht von der für Fischöl, welches zur Futtermittelherstellung genutzt wird. Im Detail gibt es aber hinsichtlich des eingesetzten Equipments (z. B. hinsichtlich Materialbeschaffenheit) und der Anforderungen (z. B. hinsichtlich Umgebung und Reinigung, Desinfektion und Hygiene) erhebliche Unterschiede. Die Verkaufspreise von Produkten in Lebensmittelqualität sollten oberhalb von Tierfuttermittel liegen, wenngleich im Heimtierfuttermittelmarkt ebenfalls eine hohe Zahlungsbereitschaft vorhanden ist. Damit einhergehende ökologische und ökonomische Änderungen konnten auf der Datenbasis nicht ausreichend abgeschätzt werden.

### **Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

#### **Herausforderungen**

- Hohe Hygieneanforderungen an den Produktionsprozess (z. B. Transport und Lagerung (-> einwandfreie Kühlkette), Verarbeitung (-> sortenrein, durchgehendes CIP-System<sup>12</sup>, Behälter aus Edelstahl), Kontrolle), damit Produkte in der Lebensmittelkette bleiben können
  - Die Vermarktung des Fischöls im Lebensmittelsektor ist nach wie vor schwierig, da die Kommunikation der Vorteile der Produkte von Lipomar (z. B. keine Additive, schonende Extraktionsbedingungen (-> keine Raffination), soweit möglich ASC/MSC zertifizierte(r) Zucht/Fang) gegenüber marktüblichen Fischölkapseln viel Erklärungs- und Überzeugungsarbeit erfordern. Allerdings zeichnet sich gerade aufgrund der Akquise neuer Kund\*innen auch im außereuropäischen Markt eine positive Absatzentwicklung ab.
- Folge: Fischöl wird derzeit überwiegend als Heimtierfuttermittel vermarktet.

---

<sup>12</sup> CIP = Clean-in-place (ortsgebundene Reinigung von Maschinen) ist ein Verfahren zur Reinigung von Anlagen

**Maßnahme 11: Rework von Frischkäse-Cremefüllung bei der Herstellung von gefüllten Peperoni**

<b>Beschreibung</b>						
VORHER						
Täglich wird Frischkäse für die Befüllung von Peperoni hergestellt. Bei der Befüllung der Peperoni landet immer ein Teil des Frischkäses daneben. Diese Überschüsse werden in roten Eimern gesammelt und entsorgt.						
NACHHER						
Die Frischkäse-Überschüsse werden jetzt in andersfarbigen Eimern gesammelt („gerettet“), in einem gekühlten Lagerraum gestellt und am nächsten Tag als erstes für die Befüllung der Peperoni verwendet. Hierdurch muss täglich weniger neuer Frischkäse angekauft/hergestellt werden. Die „geretteten Zutaten“ werden beim gleichen Produkt wiederverarbeitet.						
<b>Akteure</b>	Grossmann Feinkost GmbH, Reinbek					
<b>Produkte im Fokus</b>	Peperoni gefüllt mit Frischkäse					
<b>Betrachtungszeitraum</b>	1 Jahr; betrachtet wird hierbei die Produktion von ca. 86 Tonnen gefüllte Peperoni					
<b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse*</b>						
	<b>Masse</b>	<b>Nährwert</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</b>	<b>Umweltfußabdruck</b>	<b>Kosten</b>	<b>Sozial</b>
	kg	kcal	kg CO <sub>2</sub> eq	mPt	EUR	kg
<b>Netto-Nutzen</b>	21.157,97	32.989.301	92.891,55	8.442,53	82.578,87	n.q.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis (pro investiertem EUR)</b>	48,79	76.079	214,22	19,47	191,44	n.q.
* Bei den Berechnungen wurden Anlageverluste in Höhe von ca. 20 % für Frischkäsecreme mitberücksichtigt.						
<b>Berücksichtigte Kosten:</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rezepturanpassung für Frischkäse, inkl. Fehlversuche (Zeitaufwand, Einsatz Rohstoffe und dessen Entsorgung)</li> <li>• Verbuchung zur Rückverfolgung (Zeitaufwand)</li> <li>• Instruieren/Einweisen des Personals</li> </ul>						

**Berücksichtigte Nutzen:**

- Weniger Fischkäse muss hergestellt/eingekauft werden
- Weniger Frischkäse wird entsorgt

**Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Der Umsetzungsaufwand für die Maßnahme ist eher gering. Um die Umstellung auf Rework-Creme zu ermöglichen, wurden die Rezeptur und die Verbuchung zur Rückverfolgung einmalig angepasst. Außerdem musste das Personal in der Produktion nur kurz instruiert werden, dass die Eimer, in denen die überschüssige Cremefüllung aufgefangen wird, jetzt nicht mehr als Mülleimer, sondern als Lebensmittelbehälter betrachtet werden sollen.

Innerhalb des Betriebes gab es eine sehr hohe Bereitschaft zur Umsetzung. Die Mitarbeiter\*innen haben früher oft thematisiert, dass bei diesem Produkt so viel weggeworfen wird. Für das Personal wirkt es demnach motivierend, zu sehen, dass dieses an sich gute und verzehrfähige Lebensmittel nicht mehr entsorgt werden muss.

Die Maßnahme kann dauerhaft angewendet werden. Rework könnte an sich auch auf andere Zutaten/Produkte innerhalb des Betriebes angewendet werden. Allerdings wird die eingesetzte Anlage momentan nur für gefüllte Peperoni genutzt, sodass das Problem der überschüssigen Creme auch nur bei diesem Produkt besteht. Innerhalb des Betriebs wurde inzwischen aber auch bei anderen Produkten das Produktionsverfahren angepasst, damit es zu weniger Verlusten kommt. Einige Beispiele sind: Zutaten, wie z. B. Ananas, werden weniger lang abgetropft und der Saft in den Salaten mitverarbeitet (anstatt Wasser); Möhren werden nur gewaschen und nicht mehr geschält, bevor sie geraspelt in die Salate gehen.

**Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse, Ecoinvent, Ciqua
- Laurentiis et al. (2020): Umweltauswirkungen Entsorgung

**Maßnahme 12: Digitale Überschussbörse als „Online-Marktplatz“ für Überschüsse und Rohstoffe exemplarisch für einen Anbieter**

<p><b>Beschreibung</b></p> <p>VORHER</p> <p>Bei Lebensmittelherstellern sowie Rohstoffherstellern und -händlern fallen Restposten und Reststoffe/Nebenprodukte an, die nach Ablauf des Haltbarkeitsdatums entsorgt werden müssen.</p> <p>NACHHER</p> <p>Lebensmittelherstellern sowie Rohstoffhersteller und -händler können ihre Überschüsse (Restposten und Reststoffe/Nebenprodukte) über die digitale Plattform Leroma vermarkten.</p>	
<b>Akteure</b>	Lebensmittelhersteller sowie Rohstoffhersteller und -händler, Leroma GmbH, Düsseldorf
<b>Produkte im Fokus</b>	Überschüsse aller Art
<b>Betrachtungszeitraum</b>	Keine
<p><b>Quantitative Bewertung – Ergebnisse</b></p> <p><b>Effektivität:</b></p> <p>In diesem Beispiel bietet ein Unternehmen 975 kg Gelatine, 15,4 t Calciumchlorid und 10 t Knoblauchpulver auf der digitalen Plattform Leroma an. Davon konnten die 975 kg (3,4 Mio. kcal) Gelatine verkauft werden. Potentielle Käufer können über zwei Wege auf die Überschüsse aufmerksam werden. Zum einen stehen die Überschüsse für aktive User der Plattform online zur Verfügung. Zum anderen sucht das Leroma Sales-Team aktiv nach neuen Wegen für die Anwendung der Produkte und nach Firmen, die Interesse an den Produkten haben könnten.</p> <p><b>Ökologische und Ökonomische Bewertung:</b></p> <p><i>Produktspezifische Einsparungen:</i> Der Abverkauf der Gelatine über die Plattform Leroma ersetzt vergleichbare, marktübliche Gelatine, die Käufer*innen ansonsten gekauft hätte. Ökologisch bedeutet das, dass die mit der Produktion von 975 kg Gelatine verbundenen Umweltauswirkungen eingespart werden können. Diese belaufen sich beim CO<sub>2</sub>-Fußabdruck auf 1.322 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente und beim Umweltfußabdruck auf 212 mPt. Ökonomisch bedeutet das, dass Verkäufer*innen einen Verkaufserlös erzielen.</p> <p><i>Vermiedene Entsorgung:</i> Wenn das Unternehmen keine Möglichkeit hat, den Rohstoff anderweitig zu verwerten (z. B. Verwendung in anderen Produkten, was oft unwirtschaftlich ist), holt ein Abfallunternehmen</p>	

die Lebensmittelabfälle in einem Lebensmittel-Container ab. Laut dem Unternehmen werden die Lebensmittelabfälle wahrscheinlich in einer Biogasanlage verwertet. Dies würde unter Verwendung von Literaturwerten von Laurentiis et al. (2020) sowie Manfredi und Cristobal (2016) für die Gelatine zu folgenden vermiedenen Umweltauswirkungen bzw. vermiedenen Entsorgungskosten führen: 449 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente und 29 mPt sowie 188 €.

*Maßnahmenspezifische Änderungen:* Es konnten leider keine Informationen zum zusätzlichen Verpackungsaufwand beim Verkauf der Gelatine gesammelt werden. Zusätzliche Verpackung müsste sowohl bei der ökologischen als auch bei der ökonomischen Bewertung berücksichtigt werden. Möglicherweise kann die Gelatine aber auch in der Verpackung vom Verkaufenden zum Kaufenden transportiert werden, sodass hiermit keine maßnahmenspezifischen Änderungen einhergehen. Der Transport wird in der Regel vom Kaufenden organisiert, sodass aus Unternehmenssicht keine Transportkosten beim Verkauf der Gelatine anfallen. Ökologisch müsste der zusätzliche Transport berücksichtigt werden. Darüber hinaus konnten keine Informationen zum zusätzlichen Personalaufwand gesammelt werden, der beim anbietenden Unternehmen anfällt (z. B. um sich einen Überblick zu verschaffen, welche Produkte und in welchen Mengen auf der Plattform angeboten werden können, Vertragsvereinbarung mit Leroma schließen, Vorbereitungen, um das Produkt auf der Plattform anzubieten (Erstellung Inserat mit Fotos, Angaben zum Produkt, Spezifikationen, Zertifikate)). Letzteres kann über den sogenannten „Concierge Service“ für 5 % Provision des Verkaufserlöses an Leroma übergeben werden. Für die Registrierung auf der Plattform fallen keine Kosten an, Leroma erhält aber eine Provision von 10 % beim Verkauf des Überschusses. Maßnahmenspezifische Einsparungen ergeben sich beim anbietenden Unternehmen durch die vermiedene Lagerung des Produktes, was sowohl bei der ökologischen als auch bei der ökonomischen Bewertung berücksichtigt werden müsste.

### **Qualitative Bewertung – Ergebnisse**

Herausforderungen (Angaben von Leroma):

- Viele Unternehmen akzeptieren geringere Preise für Überschüsse (z. B. aufgrund geringem Mindesthaltbarkeitsdatum) nicht und möchten den regulären Handelspreis für ihre Produkte haben
- Unterlagen für Export der Produkte fehlen häufig, da Lebensmittelhersteller/Importeure sich nicht mit dem Verkauf von Rohware ins Ausland beschäftigen
- Keine Infrastruktur in den Unternehmen: es gibt keine zuständigen Personen für den Verkauf von Überschüssen

Chancen (Angaben von Leroma)

- Unternehmen können Nachhaltigkeitszertifikate nach dem Verkauf erhalten
- Kann im Nachhaltigkeitsbereich der Website angezeigt werden
- Stakeholder bis zur/m Endkonsument\*in können zertifizierte Nachhaltigkeit sehen

**Quellen**

- Datenbanken: Agribalyse, Ciqua
- Laurentis et al. (2020): Umweltauswirkungen Entsorgung
- Manfredi and Cristobal (2016): Entsorgungskosten

## Anhang 4 Demonstrationsprojekt Nr. 6 (Verarbeitung): Fragebogen

Das Thünen-Institut ist ein Bundesforschungsinstitut. Gemeinsam mit der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (DLG) arbeitet das Thünen-Institut im Projekt „Dialogforum-Verarbeitung“. Ziel des „Dialogforums-Verarbeitung“ ist es, Lebensmittelabfälle in der Verarbeitung zu messen und zu reduzieren. Hierfür werden verschiedene Reduktionsmaßnahmen bewertet. Eine dieser Reduktionsmaßnahmen ist Ihr Projekt am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum (LVFZ) für Molkereiwirtschaft in Kempten. Um dieses Projekt als Maßnahme qualitativ bewerten zu können, bitten wir Sie, diesen Fragebogen auszufüllen.

Der Fragebogen ist anonym, das heißt, dass es keinen Rückschluss auf Sie als individuelle Person gibt.

LM = Lebensmittel; LMA = Lebensmittelabfälle

<p><b>1) Hat das Projekt Ihr Interesse an dem Thema LMA-Reduktion geweckt?</b> (bitte nur <u>eine</u> Antwort ankreuzen)</p>	<p><input type="checkbox"/> Ja, Interesse wurde geweckt.  <input type="checkbox"/> Interesse war schon vor dem Projekt da.  <input type="checkbox"/> Interesse war schon vor dem Projekt da, wurde durch das Projekt aber noch weiter gesteigert.  <input type="checkbox"/> Es wurde kein Interesse geweckt.</p>
<p><b>2) Konnte das Projekt bei Ihnen die Wichtigkeit für LMA-Reduktion steigern?</b> (bitte nur <u>eine</u> Antwort ankreuzen)</p>	<p><input type="checkbox"/> Mir ist durch das Projekt klar geworden, das LMA-Reduktion wichtig ist.  <input type="checkbox"/> Mir war LMA-Reduktion schon vor dem Projekt wichtig.  <input type="checkbox"/> Mir war LMA-Reduktion schon vor dem Projekt wichtig, das Projekte konnte diese Wichtigkeit aber noch steigern.  <input type="checkbox"/> Mir ist LMA-Reduktion nicht wichtig.</p>
<p><b>3) Hat das Projekt Ihre Wahrnehmung von LMA im Alltag verändert?</b> (bitte nur <u>eine</u> Antwort ankreuzen)</p>	<p><input type="checkbox"/> Ja, mir fällt jetzt erst auf, wie viel (oder wenig) LM ich im Alltag wegwerfe.  <input type="checkbox"/> Nein, mir war schon immer bewusst, wie viel (oder wenig) LM ich im Alltag wegwerfe.  <input type="checkbox"/> Nein, ich achte nicht darauf, wie viel (oder wenig) LM ich im Alltag wegwerfe.</p>
<p><b>4) Konnte das Projekt Ihre Wertschätzung für „nicht perfekte“ Molkereiprodukte (z. B. mit Schönheitsfehlern) steigern?</b> (bitte nur <u>eine</u> Antwort ankreuzen)</p>	<p><input type="checkbox"/> Ja, mir ist durch das Projekt klar geworden, wie wertvoll auch „nicht perfekte“ Molkereiprodukte sind. Meine Wertschätzung für diese Produkte ist gestiegen.  <input type="checkbox"/> Ja, mir waren „nicht perfekte“ Molkereiprodukte zwar schon vor dem Projekt wichtig, meine Wertschätzung für diese Produkte ist durch das Projekt aber noch gestiegen.  <input type="checkbox"/> Nein, mir waren „nicht perfekte“ Molkereiprodukte schon vor dem Projekt wichtig. Das Projekt hat meine Wertschätzung für dieses Produkt nicht verändert.  <input type="checkbox"/> Nein, „nicht perfekte“ Molkereiprodukte sind für mich kein wertvolles Produkt. Meine Wertschätzung für diese Produkte hat sich nicht verändert.</p>

<p><b>5) Konnte das Projekt Ihre Wertschätzung für Nebenprodukte steigern?</b> (bitte nur <u>eine</u> Antwort ankreuzen)</p>	<p><input type="checkbox"/> Ja, mir ist durch das Projekt klar geworden, wie wertvoll Nebenprodukte sind. Meine Wertschätzung für Nebenprodukte ist gestiegen.</p> <p><input type="checkbox"/> Ja, mir waren Nebenprodukte zwar schon vor dem Projekt wichtig, meine Wertschätzung für Nebenprodukte ist durch das Projekt aber noch gestiegen.</p> <p><input type="checkbox"/> Nein, mir waren Nebenprodukte schon vor dem Projekt wichtig. Das Projekt hat meine Wertschätzung für Nebenprodukte nicht verändert.</p> <p><input type="checkbox"/> Nein, Nebenprodukte sind für mich kein wertvolles Produkt. Meine Wertschätzung für Nebenprodukte hat sich nicht verändert.</p>
<p><b>6) Hat das Projekte Ihre Wahrnehmung von LMA am LVFZ Kempten verändert?</b> (bitte nur <u>eine</u> Antwort ankreuzen)</p>	<p><input type="checkbox"/> Ja, mir fällt jetzt erst auf, wie viel (oder wenig) LMA am LVFZ Kempten im Rahmen unserer Ausbildung entstehen.</p> <p><input type="checkbox"/> Nein, mir war schon immer bewusst, wie viel (oder wenig) LMA am LVFZ Kempten im Rahmen unserer Ausbildung entstehen.</p> <p><input type="checkbox"/> Nein, ich achte nicht darauf, wie viel (oder wenig) LMA am LVFZ Kempten im Rahmen unserer Ausbildung entstehen.</p>
<p><b>7) Seit dem Projekt versuche ich, weniger LM im Alltag wegzuerwerfen.</b> (bitte nur <u>eine</u> Antwort ankreuzen)</p>	<p><input type="checkbox"/> Ja, ich versuche jetzt, weniger LM wegzuerwerfen.</p> <p><input type="checkbox"/> Nein, ich habe schon vor dem Projekt versucht, wenig LM wegzuerwerfen.</p> <p><input type="checkbox"/> Nein, ich achte nicht darauf, wie viel LM ich wegwerfe.</p>
<p><b>8) Seit dem Projekt versuche ich, nur so viel LM zu kaufen, wie ich auch tatsächlich verbrauchen kann.</b> (bitte nur <u>eine</u> Antwort ankreuzen)</p>	<p><input type="checkbox"/> Ja, ich versuche jetzt nur so viel einzukaufen, wie ich auch tatsächlich verbrauchen kann.</p> <p><input type="checkbox"/> Nein, ich habe schon vor dem Projekt versucht, nur so viel einzukaufen, wie ich auch tatsächlich verbrauchen kann.</p> <p><input type="checkbox"/> Nein, das Projekt hat mein Kaufverhalten nicht beeinflusst.</p>
<p><b>9) Haben Sie Tipps oder Lösungen aus dem Projekt in Ihren Alltag übernommen?</b> (bitte nur <u>eine</u> Antwort ankreuzen)</p>	<p><input type="checkbox"/> Nein</p> <p><input type="checkbox"/> Ja, und zwar: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p><b>10) Werden Sie versuchen, in Ihrer beruflichen Laufbahn LMA zu reduzieren?</b> (bitte nur <u>eine</u> Antwort ankreuzen)</p>	<p><input type="checkbox"/> Ja, werde ich versuchen.</p> <p><input type="checkbox"/> Nein, werde ich nicht versuchen.</p> <p><input type="checkbox"/> Weiß ich noch nicht.</p>
<p><b>11) Werden Sie in Ihrer beruflichen Laufbahn versuchen, Nebenprodukte weiterzuverarbeiten?</b> (bitte nur <u>eine</u> Antwort ankreuzen)</p>	<p><input type="checkbox"/> Ja, werde ich versuchen.</p> <p><input type="checkbox"/> Nein, werde ich nicht versuchen.</p> <p><input type="checkbox"/> Weiß ich noch nicht.</p>

<p><b>12) Werden Sie in Ihrer beruflichen Laufbahn versuchen, neue Verwendungsmöglichkeiten für „nicht perfekte“ Produkte (z. B. mit Schönheitsfehlern) zu finden?</b> (bitte nur <u>eine</u> Antwort ankreuzen)</p>	<p><input type="checkbox"/> Ja, werde ich versuchen.  <input type="checkbox"/> Nein, werde ich nicht versuchen.  <input type="checkbox"/> Weiß ich noch nicht.</p>
<p><b>13) Können Sie sich vorstellen, Ideen zur LMA-Reduktion in Ihrer zukünftigen Arbeitsstelle vorzuschlagen?</b> (bitte nur <u>eine</u> Antwort ankreuzen)</p>	<p><input type="checkbox"/> Ja, das würde ich gerne machen.  <input type="checkbox"/> Nein, das kann ich mir nicht vorstellen.  <input type="checkbox"/> Weiß ich noch nicht.</p>
<p><b>14) Wer war vom LVFZ Kempten in das Projekt involviert?</b> (<u>mehrere</u> Antworten möglich)</p>	<p><input type="checkbox"/> Küchen- und/oder Servicepersonal der Kantine des LVFZ  <input type="checkbox"/> Versuchsleiter*in für: _____  <input type="checkbox"/> Verkaufspersonal im Werksverkauf  <input type="checkbox"/> Lehrer*in für: _____  <input type="checkbox"/> Weitere Personen vom LVFZ Kempten (bitte Position oder Tätigkeitsfeld nennen, aber <b>keine</b> Namen nennen):  _____  _____  _____</p>
<p><b>15) Was hat Sie motiviert, bei dem Projekt mitzuarbeiten?</b> (<u>mehrere</u> Antworten möglich)</p>	<p><input type="checkbox"/> Mir ist aufgefallen, wie viel Molkereiprodukte und/oder Nebenprodukten am LVFZ Kempten entsorgt wurden, das wollte ich ändern.  <input type="checkbox"/> Ich wollte lernen, Nebenprodukte weiterzuverarbeiten.  <input type="checkbox"/> Ich wollte neue Verwendungsmöglichkeiten für „nicht perfekte“ Molkereiprodukte (z. B. mit Schönheitsfehlern) finden.  <input type="checkbox"/> Ich fand das Thema spannend.  <input type="checkbox"/> Ich wollte neue Produktideen ausprobieren.  <input type="checkbox"/> Ich wollte LMA reduzieren, um die Umwelt zu schützen.  <input type="checkbox"/> Ich wollte LMA reduzieren, um die Kosten zu senken.  <input type="checkbox"/> Ich wollte LMA reduzieren, weil ich LM wertvoll finde und nicht wegwerfen möchte.  <input type="checkbox"/> Weitere Gründe: _____  _____  _____</p>

<b>16) Was haben Sie im Projekt gelernt?</b> <i>(mehrere Antworten möglich)</i>	<input type="checkbox"/> Wie viel LMA am LVFZ Kempten anfallen. <input type="checkbox"/> Wieviel wertvollen Nebenprodukte am LVFZ Kempten entstehen und weggeworfen werden. <input type="checkbox"/> Wie viel Treibhausgase (z. B. CO <sub>2</sub> ) bei der Herstellung von Molkereiprodukten (inklusive der Nebenprodukte) entstehen. <input type="checkbox"/> Wie viel EURO in den Molkereiprodukten (inklusive der Nebenprodukte) stecken. <input type="checkbox"/> Welche Lösungen es gibt, um Nebenprodukte in der Molkerei zu nutzen. <input type="checkbox"/> Welche Lösungen es gibt, um „nicht perfekte“ Molkereiprodukte (z. B. mit Schönheitsfehlern) zu nutzen. <input type="checkbox"/> Weiteres: _____ _____ _____
<b>17) Haben Sie Vorschläge, wie ein solches Projekt noch verbessert werden könnte?</b>	_____ _____ _____ _____

## Anhang 5 Demonstrationsprojekt Nr. 6 (Verarbeitung): Fragebogen Ergebnisse im Detail

### Sensibilisierung

Hat das Projekt Ihr Interesse an dem Thema LMA-Reduktion geweckt?	Anzahl Nennungen	Anzahl Nennungen in Prozent
Ja, Interesse wurde geweckt.	●●●	16 %
Interesse war schon vor dem Projekt da.	●●●●●●●	37 %
Interesse war schon vor dem Projekt da, wurde durch das Projekt aber noch weiter gesteigert.	●●●●●●●●●	47 %
Es wurde kein Interesse geweckt.		0 %
Konnte das Projekt bei Ihnen die Wichtigkeit für LMA-Reduktion steigern?	Anzahl Nennungen	Anzahl Nennungen in Prozent
Mir ist durch das Projekt klar geworden, das LMA-Reduktion wichtig ist.	●●	11 %
Mir war LMA-Reduktion schon vor dem Projekt wichtig.	●●●●●●●●	42 %
Mir war LMA-Reduktion schon vor dem Projekt wichtig, das Projekte konnte diese Wichtigkeit aber noch steigern.	●●●●●●●●●	47 %
Mir ist LMA-Reduktion nicht wichtig.		0 %
Hat das Projekt Ihre Wahrnehmung von LMA im Alltag verändert?	Anzahl Nennungen	Anzahl Nennungen in Prozent
Ja, mir fällt jetzt erst auf, wie viel (oder wenig) LM ich im Alltag wegwerfe.	●●●●●	26 %
Nein, mir war schon immer bewusst, wie viel (oder wenig) LM ich im Alltag wegwerfe.	●●●●●●●●●●●●●●	74 %
Nein, ich achte nicht darauf, wie viel (oder wenig) LM ich im Alltag wegwerfe.		0 %
Konnte das Projekt Ihre Wertschätzung für „nicht perfekte“ Molkereiprodukte (z. B. mit Schönheitsfehlern) steigern?	Anzahl Nennungen	Anzahl Nennungen in Prozent
Ja, mir ist durch das Projekt klar geworden, wie wertvoll auch „nicht perfekte“ Molkereiprodukte sind. Meine Wertschätzung für diese Produkte ist gestiegen.	●	5 %
Ja, mir waren „nicht perfekte“ Molkereiprodukte zwar schon vor dem Projekt wichtig, meine Wertschätzung für diese Produkte ist durch das Projekt aber noch gestiegen.	●●●●●●●●●●●●●●	68 %
Nein, mir waren „nicht perfekte“ Molkereiprodukte schon vor dem Projekt wichtig. Das Projekt hat meine Wertschätzung für dieses Produkt nicht verändert.	●●●●●	26 %

Nein, „nicht perfekte“ Molkereiprodukte sind für mich kein wertvolles Produkt. Meine Wertschätzung für diese Produkte hat sich nicht verändert.		0 %
<b>Konnte das Projekt Ihre Wertschätzung für Nebenprodukte steigern?</b>	<b>Anzahl Nennungen</b>	<b>Anzahl Nennungen in Prozent</b>
Ja, mir ist durch das Projekt klar geworden, wie wertvoll Nebenprodukte sind. Meine Wertschätzung für Nebenprodukte ist gestiegen.	●●●●●	26 %
Ja, mir waren Nebenprodukte zwar schon vor dem Projekt wichtig, meine Wertschätzung für Nebenprodukte ist durch das Projekt aber noch gestiegen.	●●●●●●●●●●	53 %
Nein, mir waren Nebenprodukte schon vor dem Projekt wichtig. Das Projekt hat meine Wertschätzung für Nebenprodukte nicht verändert.	●●●●	21 %
Nein, Nebenprodukte sind für mich kein wertvolles Produkt. Meine Wertschätzung für Nebenprodukte hat sich nicht verändert.		0 %
<b>Hat das Projekte Ihre Wahrnehmung von LMA am LVFZ Kempten verändert?</b>	<b>Anzahl Nennungen</b>	<b>Anzahl Nennungen in Prozent</b>
Ja, mir fällt jetzt erst auf, wie viel (oder wenig) LMA am LVFZ Kempten im Rahmen unserer Ausbildung entstehen.	●●●●●●●●●●●●●●	79 %
Nein, mir war schon immer bewusst, wie viel (oder wenig) LMA am LVFZ Kempten im Rahmen unserer Ausbildung entstehen.	●●●●	21 %
Nein, ich achte nicht darauf, wie viel (oder wenig) LMA am LVFZ Kempten im Rahmen unserer Ausbildung entstehen.		0 %

### Verhaltensänderung im Alltag

<b>Seit dem Projekt versuche ich, weniger LM im Alltag wegzuerwerfen.</b>	<b>Anzahl Nennungen</b>	<b>Anzahl Nennungen in Prozent</b>
Ja, ich versuche jetzt, weniger LM wegzuerwerfen.	●●●●●	26 %
Nein, ich habe schon vor dem Projekt versucht, wenig LM wegzuerwerfen.	●●●●●●●●●●	74 %
Nein, ich achte nicht darauf, wie viel LM ich wegwerfe.		0 %
<b>Seit dem Projekt versuche ich, nur so viel LM zu kaufen, wie ich auch tatsächlich verbrauchen kann.</b>	<b>Anzahl Nennungen</b>	<b>Anzahl Nennungen in Prozent</b>

Ja, ich versuche jetzt nur so viel einzukaufen, wie ich auch tatsächlich verbrauchen kann.	●●●●●●●	32 %
Nein, ich habe schon vor dem Projekt versucht, nur so viel einzukaufen, wie ich auch tatsächlich verbrauchen kann.	●●●●●●●●●●●●●	58 %
Nein, das Projekt hat mein Kaufverhalten nicht beeinflusst.	●●	11 %
<b>Haben Sie Tipps oder Lösungen aus dem Projekt in Ihren Alltag übernommen?</b>	<b>Anzahl Nennungen</b>	<b>Anzahl Nennungen in Prozent</b>
Nein	●●●●●●●●●●●●●●●●	79 %
Ja, und zwar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einkaufslisten erstellen</li> <li>• Nur so viel kaufen wie notwendig</li> <li>• Käsereste verwerten</li> <li>• Verwertung von Nebenprodukten &amp; Resten</li> <li>• Weniger wegwerfen</li> </ul>	●●●	16 %

## Nachwuchsförderung

<b>Werden Sie versuchen, in Ihrer beruflichen Laufbahn LMA zu reduzieren?</b>	<b>Anzahl Nennungen</b>	<b>Anzahl Nennungen in Prozent</b>
Ja, werde ich versuchen.	●●●●●●●●●●●●●●●●●●●	95 %
Nein, werde ich nicht versuchen.		0 %
Weiß ich noch nicht.	●	5 %
<b>Werden Sie in Ihrer beruflichen Laufbahn versuchen, Nebenprodukte weiterzuverarbeiten?</b>	<b>Anzahl Nennungen</b>	<b>Anzahl Nennungen in Prozent</b>
Ja, werde ich versuchen.	●●●●●●●●●●●●●●●●●●●	100 %
Nein, werde ich nicht versuchen.		0 %
Weiß ich noch nicht.		0 %
<b>Werden Sie in Ihrer beruflichen Laufbahn versuchen, neue Verwendungsmöglichkeiten für „nicht perfekte“ Produkte (z. B. mit Schönheitsfehlern) zu finden?</b>	<b>Anzahl Nennungen</b>	<b>Anzahl Nennungen in Prozent</b>
Ja, werde ich versuchen.	●●●●●●●●●●●●●●●●●●●	89 %
Nein, werde ich nicht versuchen.		0 %
Weiß ich noch nicht.	●●	11 %
<b>Können Sie sich vorstellen, Ideen zur LMA-Reduktion in Ihrer zukünftigen Arbeitsstelle vorzuschlagen?</b>	<b>Anzahl Nennungen</b>	<b>Anzahl Nennungen in Prozent</b>
Ja, das würde ich gerne machen.	●●●●●●●●●●●●●●●●●●●	89 %
Nein, das kann ich mir nicht vorstellen.	●	5 %
Weiß ich noch nicht.	●	5 %

## Motivation

Was hat Sie motiviert, bei dem Projekt mitzuarbeiten?	Anzahl Nennungen	Anzahl Nennungen in Prozent
Mir ist aufgefallen, wie viel Molkereiprodukte und/oder Nebenprodukten am LVFZ Kempton entsorgt wurden, das wollte ich ändern.	●●●●●●●●●●●●●●●●	68 %
Ich wollte lernen, Nebenprodukte weiterzuverarbeiten.	●●●●●●●●●●●●●●	58 %
Ich wollte neue Verwendungsmöglichkeiten für „nicht perfekte“ Molkereiprodukte (z. B. mit Schönheitsfehlern) finden.	●●●●●●●●●●●●●●	53 %
Ich fand das Thema spannend.	●●●●●●●●●●●●●●●●	63 %
Ich wollte neue Produktideen ausprobieren.	●●●●●●●●●●●●●●	42 %
Ich wollte LMA reduzieren, um die Umwelt zu schützen.	●●●●●●●●●●●●●●	42 %
Ich wollte LMA reduzieren, um die Kosten zu senken.	●●●●●●●●●●●●●●	32 %
Ich wollte LMA reduzieren, weil ich LM wertvoll finde und nicht wegwerfen möchte.	●●●●●●●●●●●●●●	53 %
Weitere Gründe: Wurde nicht weiter ausgeführt	●	5 %

## Lerneffekt

Was haben Sie im Projekt gelernt?	Anzahl Nennungen	Anzahl Nennungen in Prozent
Wie viel LMA am LVFZ Kempton anfallen.	●●●●●●●●●●●●●●●●	74 %
Wieviel wertvollen Nebenprodukte am LVFZ Kempton entstehen und weggeworfen werden.	●●●●●●●●●●●●●●●●	79%
Wie viel Treibhausgase (z. B. CO <sub>2</sub> ) bei der Herstellung von Molkereiprodukten (inklusive der Nebenprodukte) entstehen.	●●●●●●●●●●●●●●	47 %
Wie viel EURO in den Molkereiprodukten (inklusive der Nebenprodukte) stecken.	●●●●●●●●●●●●●●●●	68 %
Welche Lösungen es gibt, um Nebenprodukte in der Molkerei zu nutzen.	●●●●●●●●●●●●●●●●	74 %
Welche Lösungen es gibt, um „nicht perfekte“ Molkereiprodukte (z. B. mit Schönheitsfehlern) zu nutzen.	●●●●●●●●●●●●●●●●	63 %
Weiteres		0 %



**Bibliografische Information:**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikationen in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.

**Bibliographic information:**

*The Deutsche Nationalbibliothek (German National Library) lists this publication in the German National Bibliographie; detailed bibliographic data is available on the Internet at*

Bereits in dieser Reihe erschienene Bände finden Sie im Internet unter [www.thuenen.de](http://www.thuenen.de)

*Volumes already published in this series are available on the Internet at [www.thuenen.de](http://www.thuenen.de)*

**Zitationsvorschlag – Suggested source citation:**

Lehn F, Goossens Y, Kuntscher M (2023) Nachhaltigkeitsbewertung von Demonstrationsprojekten zur Reduzierung von Lebensmittelverlusten und -abfällen in den Sektoren Primärproduktion und Verarbeitung. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 104 p, Thünen Working Paper 211, DOI:10.3220/WP1682325526000

Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den jeweiligen Verfassern bzw. Verfasserinnen.

*The respective authors are responsible for the content of their publications.*



**Thünen Working Paper 211**

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*

Johann Heinrich von Thünen-Institut  
Bundesallee 50  
38116 Braunschweig  
Germany

[thuenen-working-paper@thuenen.de](mailto:thuenen-working-paper@thuenen.de)  
[www.thuenen.de](http://www.thuenen.de)

DOI:10.3220/WP1682325526000  
urn:nbn:de:gbv:253-202304-dn066266-9