

Lebensmittelverluste in der Wertschöpfungskette im Kontext der Digitalen Transformation

Eine explorative Studie zur Anwendung ausgewählter digitaler Technologien zur Verringerung von Lebensmittelverlusten innerhalb der Wertschöpfungskette

Jana Dreyer ¹, Birgit Zimmermann²

Abstract: Nachhaltigkeits-Aspekte der Ernährung, darunter auch Lebensmittelverluste, stellen einen starken Treiber für die digitale Transformation in der Land- und Ernährungswirtschaft sowie bei Verbraucher*innen dar. Die Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen fordert eine deutliche Verringerung der Lebensmittelverluste bis zum Jahr 2030. Digitale Apps, Anwendungen, Technologien und Systeme können dies unterstützen. Der Beitrag zeigt eine Auswahl digitaler Technologien zur Verringerung der Lebensmittelverluste in den Bereichen der Wertschöpfungskette. Zu diesem Zweck wurde eine explorative Online-Recherche durchgeführt. Die Autorinnen identifizierten für die Bereiche Landwirtschaft, Lebensmittelverarbeitung, Handel und Konsum verschiedene Anwendungen, die zur Verringerung der Lebensmittelverluste beitragen können.

Keywords: Digitale Transformation, Digitalisierung, Technologie, Landwirtschaft, Ernährungswirtschaft, Wertschöpfungskette, Lebensmittelverluste

1 Einleitung

Die digitale Transformation hält in allen Bereichen des Lebens Einzug. Auch in denen, die die tägliche Ernährung umfassen. Dazu zählen Akteure der Land- und Ernährungswirtschaft sowie die Verbraucher*innen. Zudem ist Ernährung heutzutage untrennbar mit einer nachhaltigen Entwicklung und Klimaschutz verknüpft. Der Verbrauch von Ressourcen, Klima-Emissionen (z. B. CO₂) und ethische Fragen stehen dabei im Fokus. In diesem Kontext sind Lebensmittelverluste ein zentrales Element für mögliche Veränderungen. Die im vergangenen Jahr angebrochene letzte Dekade der Agenda 2030 für eine nachhaltigere Welt ist dabei ein starker Treiber [Ro17]. Im Jahr 2015 verabschiedete die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) mit der Agenda 2030 einen Strategieplan für eine nachhaltige Entwicklung unserer Gesellschaft [Tr2015]. Darin beschrieben sind die 17 Nachhaltigkeitsziele, die sogenannten Sustainable Development Goals (SDG's), die alle notwendigen Akteure und Ebenen für eine „Nachhaltige Entwicklung“ beinhalten. Mit

¹ Hilgardstr. 22, 67346 Speyer, dreyer.jana@gmx.net,  <https://orcid.org/0000-0001-6047-0125>

² Wilhelm Büchner Hochschule, Fachbereich Energie- Umwelt- und Verfahrenstechnik, Hilperstr. 31, 64295 Darmstadt, birgit.zimmermann@wb-fernstudium.de

dem SDG 12 für nachhaltigen Konsum und ebensolche Produktion wird unter anderem die Lebensmittelverschwendung in den Fokus gestellt. Die FAO fordert mit der Agenda 2030, konkret mit dem SDG 12, die Lebensmittelverschwendung bis zum Jahr 2030 deutlich zu verringern [Tr15]. In einem Beschluss des Bundeskabinetts im Jahr 2019 wird die Halbierung der Lebensmittelabfälle bis zum Jahr 2030 in Deutschland angestrebt [Na19]. Für die Erreichung dieses Zieles sind alle Bereiche der Wertschöpfungskette für Lebensmittel relevant: Landwirtschaft, Lebensmittelverarbeitung, Handel und Konsum. Dies bringt viele Herausforderungen mit sich, denen die digitale Transformation auch in diesem Zusammenhang mit großer Dynamik begegnet. Bislang liegt der Fokus von wissenschaftlichen Untersuchungen und dem öffentlichen/politischen Diskurs eher auf analogen Projekten [Na19].

Der vorliegende Beitrag geht der Frage nach, welche Innovationen und Technologien zur Verringerung der Lebensmittelverluste in den Bereichen der Wertschöpfungskette eingesetzt werden. Ziel ist es für die einzelnen Bereiche Ansätze zu identifizieren und eine Auswahl davon zu beschreiben. Diese Arbeit soll einen ersten Einblick in das vielfältige Feld der digitalen Transformation im Kontext der Verringerung der Lebensmittelverluste entlang der Wertschöpfungskette geben. Außerdem soll die Studie zu weiterführender Forschung wie zum Beispiels der wissenschaftlichen Evaluation einzelner Technologien und Anwendungen Untersuchungen anregen.

2 Hintergrund

2.1 Begriffliche Klärung

Die Wertschöpfungskette für Lebensmittel umfasst je nach Studie verschieden benannte Bereiche, die von der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion über die Verarbeitung hin zu Handel, Außer-Haus-Verzehr und Privathaushalten reichen [Sc19]. Die Autorinnen dieses Beitrages unterscheiden in vier Bereiche wobei Konsum hier den Schwerpunkt Lebensmittelverzehr trägt und sowohl den Außer-Haus-Verzehr als auch die Privathaushalte umfasst, da hier jeweils Lebensmittel gelagert, verarbeitet und verzehrt werden (Abb. 1).



Abb. 1: Bereiche der Wertschöpfungskette

Die am häufigsten auftretenden Begrifflichkeiten zur Beschreibung von Nahrungsmittelverlusten entlang der Wertschöpfungskette, Lebensmittelverluste (engl. food losses) und Lebensmittelabfall (engl. food waste), werden im folgenden Abschnitt der Vollständigkeit halber definiert. Lebensmittelverluste (engl. food losses) entstehen in den Bereichen der Agrarproduktion von zum Verzehr bestimmter Lebensmittel, bis hin zur Vermarktung im Großhandel. Eingeschlossen sind hierbei: Ernteverluste, Verarbeitungsverluste und Verluste durch unsachgemäße Lagerung [NW12]. Lebensmittelabfall (engl. food waste) wird dem Einzelhandel, der Gastronomie und dem Verbraucherverhalten zugeordnet. Laut Definition entstehen Lebensmittelabfälle am Ende der Wertschöpfungskette [Gu11].

In diesem Beitrag werden Begriffe, die Nahrungsmittelverluste in jeglicher Weise beschreiben, weitestgehend synonym verwendet.

2.2 Zahlen zu Lebensmittelverlusten

Die Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen geht davon aus, dass weltweit ein Drittel der zum Verzehr bestimmten Lebensmittel verworfen werden. Das ergibt eine Gesamtmenge von 1,3 Milliarden Tonnen Lebensmittelverluste entlang der Wertschöpfungskette pro Jahr [Gu11]. In Deutschland entstehen entlang der Wertschöpfungskette im Gesamten betrachtet zwischen 11 und 18 Millionen Tonnen Nahrungsmittelverluste pro Jahr, von denen je nach Studie bis zu 10 Millionen Tonnen als vermeidbar eingestuft werden [NC15; Kr12]. Der Rest sind unvermeidbare Lebensmittelabfälle, die durch Atmungs-, Kühl-, Koch-, Säuberungs- und Schnittverluste entstehen [NC15].

2.3 Umweltauswirkungen von Lebensmittelverlusten

Die großen Mengen an Lebensmittelverlusten sind ethisch nicht nur aufgrund verschwenderischer Aspekte als negativ zu bewerten. Sie ziehen auch Auswirkungen auf die Umwelt nach sich [Lu14]. Laut Umweltbundesamt (2015) zählen Nahrungsmittelverluste zu den besonders negativen Einflüssen auf die Umwelt. Zudem werden Ressourcen (z. B. Wasser, Energie) verschwendet [MF15].

Die Klimawirkung von vermeidbaren Lebensmittelabfällen besteht in deren, durch landwirtschaftliche Produktion und Konsum, verursachten Klimafußabdruck [NC15]. Als Beispiel können die Treibhausgasemissionen aufgeführt werden, die entlang der Wertschöpfungskette entstehen [Lu14]. Auf 10 Millionen Tonnen Lebensmittelverluste kommen laut Studien 22 Millionen Tonnen Treibhausgase. Ein weiteres Beispiel ist die Verschwendung natürlicher Ressourcen, welche mit der Menge an vermeidbaren Lebensmittelverlusten einhergeht [NC15]. Lebensmittelverlusten kann eine Mitverantwortlichkeit am Klimawandel zugeschrieben werden [Wa18].

2.4 Gründe für Lebensmittelverluste

Die Gründe für Lebensmittelverluste sind vielfältig und unterscheiden sich je nach Bereich der Wertschöpfungskette (siehe Tab. 1).

Bereich	Gründe
Landwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Mechanische Zerstörung bei der Ernte • Verschüttung bei der Ernte • Aussortierung aufgrund Schäden oder Makeln (Größe, Farbe, Form) • Nicht Erfüllen von Handelsstandards • Schädlings- oder Krankheitsbefall vor und nach Ernte • Lager- und Transportverluste
Lebensmittelverarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> • Aussortieren bei Nichteignung für technologische Prozesse (z.B. Größe) • Wasch-, Schnitt- und Kochverluste • Störungen im Produktionsprozess und Betriebsablauf (Verderb, Verunreinigungen)
Handel	<ul style="list-style-type: none"> • Marketingentscheidungen (stark vergünstigte Angebote, 2für1 Aktionen) • Konsument*innen-Erwartungen (Frische, Qualität, Verfügbarkeit) • Störungen in der Kühlkette • Ablaufendes Mindesthaltbarkeitsdatum (MHD)
Konsum	<ul style="list-style-type: none"> • Mangelnde Einkaufsplanung • Falsche Lagerung • Zubereitungstechniken (z.B. Schälen) • Fehlinterpretation des MHD • Keine Wiederverwendung von Essenresten • Zu große Portionen

Tab. 1: Ausgewählte Gründe für Lebensmittelverluste in den Bereichen der Wertschöpfungskette (in Anlehnung an [NC15])

2.5 Digitale Transformation in der Wertschöpfungskette für Lebensmittel

Nachhaltigkeits-Aspekte, insbesondere Lebensmittelverluste, sind ein entscheidender Treiber der digitalen Transformation in der Wertschöpfungskette für Lebensmittel. Anwendungen und digitale Technologien zur Verringerung der Lebensmittelverluste greifen dabei u.a. in folgenden Bereichen: Messen, Monitoren, Analysieren, Planen, Steuern, Rückverfolgen, Kontrollieren (Qualität), Individualisieren, Beraten, Informieren und Kommunizieren [Ro17].

3 Methoden

Im vorliegenden Beitrag wurde eine explorative Online-Recherche durchgeführt. Vorab wurden Schlagworte und Suchbegriffe (deutsche und englische) definiert, um die Recherche zu strukturieren und einzugrenzen (siehe Tab. 2). Die Auswahl der Suchbegriffe erfolgte im Hinblick auf die Fragestellung dieser Arbeit im Rahmen eines Brainstormings anhand der einbezogenen Literatur sowie der Fragestellung aus dem Kontext der digitalen Transformation und der Verringerung von Lebensmittelverlusten. Hierbei wurden auch Analogien einbezogen. Die Suche erfolgte zur besseren Eingrenzung der Suchergebnisse in diesem breiten Themenfeld innerhalb unten stehender Online-Datenbanken:

- Google, Google Scholar (<https://www.google.de>, <https://scholar.google.de>)
- PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>)
- Springer Link (<https://link.springer.com>)

Schlagworte & Suchbegriffe

deutsch	englisch
Wertschöpfungskette	Value chain
Lebensmittel	Supply chain
Lebensmittelabfall	Food waste
Lebensmittelverluste	Food wastage
Lebensmittelverschwendung	Food losses
Digitalisierung	Digitalisation
Digitale Transformation	Digital transformation
Technologie	Technology
App	App
Anwendung	Application
Programm	Program

Tab. 2: Schlagworte und Suchbegriffe zur Eingrenzung der Online-Recherche

Ausgewertet wurden Fachpublikationen und Internetseiten. Die Auswahl der Ergebnisse erfolgte anhand der Fragestellung. Zudem sollten für jeden Bereich der Wertschöpfungskette (siehe Abb.1) beispielhafte Projekte, Anwendungen und Technologien dargestellt werden. Die Darstellung der Ergebnisse hat daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit und soll einen Einblick in die Thematik bieten. Die Ergebnisse werden zudem in einer Übersichtstabelle (Tab.3) dargestellt, in der u.a. eine Zuordnung zu den in Kapitel 2.5 beschriebenen Ansatzpunkten der digitalen Technologien erfolgt.

4 Ergebnisse

Der folgende Teil umfasst die Ergebnisse der Online-Recherche. Es handelt sich um eine beispielhafte Darstellung ausgewählter digitaler Technologien, Apps, Anwendungen und Systeme bzw. Projekten zur Verringerung von Lebensmittelverlusten in den Bereichen der Wertschöpfungskette: Landwirtschaft, Lebensmittelverarbeitung, Handel und Konsum. Die folgende Tabelle (Tab.3) fasst die Ergebnisse zusammen und stellt damit eine

Übersicht über die verschiedenen Technologien, die entlang der Wertschöpfungskette zum Einsatz kommen dar.

<i>Bezeichnung</i>	<i>Verwendete Technologien</i>	<i>Ansatzpunkte</i>
Landwirtschaft		
Xarvio Field Manager	Mix	Messen, Monitoren, Analysieren, Planen
FeedUp@UN	App	Planen, Steuern
Lebensmittelverarbeitung		
PrO4Bake	Mix	Planen, Individualisieren, Beraten, Informieren
Handel		
Studie zur Warenverteilung	Warenwirtschaftssystem	Monitoren, Planen, Steuern, Rückverfolgen
FreshIndex (tenso GmbH)	App	Messen, Kontrollieren, Informieren, Kommunizieren
Konsum (Außer-Haus-Verzehr)		
Trim Trax (Compass Group Deutschland GmbH)	Software	Messen, Monitoren, Informieren, Kommunizieren
RESOURCEMANAGER FOOD	Digitale Waage + Software	Messen, Monitoren, Informieren, Kommunizieren
Konsum (Privathaushalte)		
Lebensmitteltausch/-Rettung	Apps + Online-Plattformen	Kommunizieren
stocky	App	Analysieren, Planen, Individualisieren, Informieren
FoodLabHome	Online Tool	Analysieren, Informieren, Kommunizieren
Schnittstelle Landwirtschaft, Verarbeitung, Handel und Konsum		
Too Good To Go	App	Kommunizieren

Tab. 3 Ergebnis-Übersicht (eigene Darstellung)

4.1 Landwirtschaft

Für den Bereich Landwirtschaft konnte eine Anwendung des Smart Farming/Digital Farming identifiziert werden. Diese verwendet u.a. Algorithmen, Drohnenbilder, Satelliten-Aufnahmen, Sensoren, Prognose-Tools (Wettervorhersagen) und greift auf cloudbasierte Datenbanken zurück. Daneben gibt es auch ein Pilotprojekt für eine Online-Distributions-Plattform.

Ein Beispiel für eine digitale Anwendung ist der „xarvio Field Manager“. Hierbei laufen oben genannte Daten zusammen und liefern zuverlässige Aussagen und Vorhersagen für die Feldproduktion: Durch die Vorhersage von Wetter-Ereignissen können beispielsweise Ernteverluste verringert werden. Übersichts-Aufnahmen von Feldern und Bilderkennungs-Tools können frühzeitig einen Schädlings- oder Krankheitsbefall sowie Trockenheit identifizieren, Landwirt*innen können Gegenmaßnahmen veranlassen und Vorernte-Ausfälle verringern [Di20].

Die Plattform FeedUp@UN (Wirtschaftskommission der EU UNECE und Institut für Informations- und Kommunikationstechnologie der Vereinten Nationen OICT) macht es möglich unverkäufliches Obst und Gemüse (mangelnde Qualität oder nicht gewünschte Größe) für andere Verarbeitungszwecke (z. B. Trocknen) zum Verkauf anzubieten. Die App visualisiert zudem den Beitrag zum Umweltschutz durch die Nutzung [In21, Fe21].

4.2 Lebensmittelverarbeitung

Die Autorinnen identifizierten für den Bereich der Lebensmittelverarbeitung ein Projekt im Bäckereigewerbe: PrO4Bake von EIT Food (European Institute of Innovation & Technology). Unter Anwendung von Computermodellen und KI soll ein Produktions-Planungs-Tool entwickelt werden. Dieses Projekt setzt bei verschiedenen Aspekten der Produktion an: Rohstoffeinsatz, Maschinen-Nutzung, Backprozess-Abläufe und ist damit in den Bereich Prozessoptimierung einzuordnen. Ergänzend wird ein Prognose-Tool entwickelt. Ziel des Prognose-Tools ist es, die Produktpalette entsprechend an die zu erwartende Nachfrage anzupassen. Dabei fließen u.a. Aspekte wie Wetterprognose, bevorstehende Feiertage/Wochenenden und der Filial-Standort ein. Ebenso die Präferenzen von Verbraucher*innen werden berücksichtigt. Mittels einer Befragung wurde untersucht, ob Verbraucher*innen Verständnis dafür haben, wenn in Bäckereien abends ein weniger vielfältiges Angebot zur Verfügung steht.

Ein Kernbereich von PrO4Bake ist eine Computersimulation, die auf Basis von Optimierungsalgorithmen arbeitet. Dabei stehen die Auslastung und Effizienz von Maschinen in der Produktion im Vordergrund. Wird beispielsweise ein Prozessschritt identifiziert, bei dem die Produktion häufig stockt und darauffolgende Arbeiten

beeinträchtigt sind, kann die Anschaffung von einer effizienteren Maschine (z.B. Knetzer oder Backofen) ein Lösungsansatz sein. Diese Computeranwendung soll final dazu beitragen optimierte Backpläne zu entwickeln, die aufgrund angepasster Produktionsmengen helfen die Lebensmittelverschwendung zu senken und den CO₂-Ausstoß zu minimieren. Das Projekt umfasst zudem Schulungen sowie Beratungen für kleine und mittlere Bäckereien und deckt damit verschiedene Ansatzpunkte nachhaltiger Lebensmittelproduktion ab: Prozessoptimierung, Prognose, Schulung und Beratung [Op21, De20].

4.3 Handel

Warenwirtschaftssysteme und deren stetige Weiterentwicklung stellen laut Bundesverband des Deutschen Lebensmittelhandels e. V. einen wichtigen Aspekt zur Verringerung der Lebensmittelverluste im Einzelhandel dar [Le16]. Verschiedenste Anwendungen ermöglichen es, dass der Handel der Nachfrage entsprechend beliefert wird oder Waren bedarfsgerecht zwischen Filialen umverteilt werden können [Le20].

In einer Arbeit von Janssen et al. (2017) wird mittels einer Simulationsstudie ein solches Warenverteilungssystem beispielhaft vorgestellt. Dabei wurde die Effizienz der ad-hoc Umverteilung zwischen Filialen einer Lebensmitteleinzelhandelskette untersucht. Mitarbeitende können Übermengen oder fehlende Bestände (Regallücken) direkt in ein Warenwirtschaftssystem einpflegen. Eine Schnittstelle zur Logistik ermöglicht und veranlasst dann die physische Umverteilung von Waren [Ja17].

Der FreshIndex (tenso GmbH) dient zur Echtzeit-Ermittlung der Haltbarkeit von Lebensmitteln und soll das Mindesthaltbarkeitsdatum dynamisch ergänzen. Der Index greift auf Daten der Hersteller sowie Daten zu Lagerbedingungen in der Lieferkette und im Handel zurück. Es handelt sich um eine cloud-gebundene App. Mittels der Informationen bildet der FreshIndex für Endkund*innen ein entsprechendes Datum ab, das tagesaktuelle Hinweise auf die Verzehrbarkeit des Lebensmittels gibt. Hierbei wird zwischen dem DYNAMIC BEST-BEFORE DATE (DHD) und dem DYNAMIC CONSUMPTION LIMIT (DCL) unterschieden. Das DHD signalisiert (in Ergänzung zum aufgedruckten MHD) Frische und hygienische Unbedenklichkeit. Das DCL rät vom Verzehr ab. Der Index lässt sich per App anzeigen (nach Scannen eines Produktes) oder auf digitale Preisschilder projizieren und kann in Online-Lebensmittel-Shops eingesetzt werden [Fi20, Zu20]. Folgende Informationen können abgebildet werden:

- Aktuelle Frische
- Anzahl der verbleibenden Tage bis DHD
- DHD und DCL
- Potenzielle Veränderungen des DHD und DCL bei Anpassungsmaßnahmen (Transportdauer, Kühlschranktemperatur usw.)
- Details zum Produkt, Hersteller, Nachhaltigkeit (Herkunft) und Lebensmittelsicherheit (Hygiene). [Fi20, Zu20]

4.4 Konsum

Für den Bereich Konsum werden die Teilbereiche Außer-Haus-Verpflegung und Konsument*innen (Verpflegung zuhause) unterschieden.

Außer-Haus-Verzehr

In der Außer-Haus-Verpflegung kommen den Recherchen zu Folge verschiedene Tools und Softwareprogramme zum Einsatz. Betriebe der Außer-Haus-Verpflegung setzen das Food-Tracking-System „Trim Trax“ (Compass Group Deutschland GmbH) ein. Es erfasst Lebensmittelabfälle (Volumen) in den Betriebsrestaurants/Kantinen, wertet diese aus und identifiziert Einsparpotentiale. Bei der Erfassung werden unter Berücksichtigung der tagesaktuellen Gäste-Anzahl vier Kategorien unterschieden: Abfälle aus der Produktion, Abfälle aus der Überproduktion, Ware mit abgelaufenem MHD/unverbrauchte Ware und Tellerreste. Eine Computersoftware trianguliert die Messdaten und generiert daraus verschiedene Aussagen und ergänzende Visualisierungen. Diese sollen die Mitarbeiter*innen sensibilisieren und Verhaltensänderungen anstoßen. Beispielsweise werden so zukünftig weniger Schnittabfälle produziert. Zusätzlich führt der Einsatz des Tools zu einer zielgenaueren Produktion mit der Option auf Nachproduktion im Bedarfsfall. Innerhalb der Kategorien konnten Reduktionsraten von bis zu 23% erreicht werden [Zu20, Wi9].

Für das Hotelgewerbe wurde ein Kooperationsprojekt der Universität Stuttgart, dem bayerischen Kompetenzzentrum für Ernährung und der Maritim Hotelgesellschaft GmbH identifiziert: Hardware-Software Lösung mit Datenbankanbindung. Dabei werden mittels der „RESOURCEMANAGER FOOD“-Waage Lebensmittelreste durch das Küchen- und Servicepersonal abgewogen und ergänzende Daten wie die Art des Lebensmittels und Gründe für das Wegwerfen erfasst. Die Waage wertet die Messergebnisse just in time aus und bereitet sie für ein erstes Feedback grafisch auf. Die Waage lässt sich mit verschiedenen Endgeräten (Smartphone, Tablet, PC, Notebook) koppeln. Beispielsweise werden so noch während des Wiegens Informationen zu Kosten und klimarelevanten Emissionen angezeigt. Dazu greift die Software auf Bewertungsparameter und Kosten aus der Datenbank zurück. Neben der Sensibilisierung des eigens geschulten Personals liefert die Waage auch Informationen für bedarfsgerechte Vor- und Zubereitungs-Prozesse in der Küche. Erste Ergebnisse zeigen einen Rückgang der Lebensmittelabfälle um bis zu 80 % [Zu20, Re21]

Privathaushalte

Auf Verbraucher*innen-Ebene identifizierten die Autorinnen Apps mit verschiedenen Ansatzpunkten. Zum einen gibt es eine Vielzahl an Apps und Online-Plattformen auf denen Lebensmittel getauscht oder gerettet werden können (siehe Tab.4).

App-/Plattform-Name	Funktionen/Inhalte
Scheune	Tauschen oder Verschenken von Lebensmitteln, die selbst angebaut und geerntet wurden (Gärten, Kleingärten, Balkone). Auch Selbstgemachtes wie Marmeladen darf angeboten werden. Nutzer*innen der App stellen Lebensmittel ein und können per Nachricht kontaktiert werden [Zu20].
Direkt vom Beet	Austausch und Vernetzung von Kleingärtner*innen und Verbraucher*innen. Überschüssiges Obst und Gemüse kann zum Verkauf oder gratis angeboten werden. Auch das Einstellen von Gesuchen ist möglich [Zu20, Di21].
DEINE ERNTE	Gartenbesitzer*innen geben überschüssige Ernte, Saatgut und verarbeitete Produkte (Marmeladen) weiter. Auch ein Verabreden zum Selberpflücken ist möglich [Zu20].
Tauschladen	Zur Verfügung stellen, Tausch und Anfrage von Lebensmitteln zwischen Privatpersonen. Sowohl Reste als auch Lebensmittel des Grundvorrates eines Haushaltes können angeboten oder angefragt werden [Zu20].
UXA	Weitergabe von Lebensmitteln unter optionaler Angabe von Fotos, MHD, Menge und Ort der Abholung [Zu20].
mundraub	Verzeichnis und Kartierung von frei zugänglichen Obstbäumen, -büschen und Kräutern [Zu20, Mu21].
foodsharing	Kostenlose Abgabe von übrig gebliebenen Lebensmitteln an Nutzer*innen [Zu20, Fo21].

Tab. 4: Auswahl von Apps und Plattformen zum Tausch und Verteilen von Lebensmitteln auf Konsument*innen-Ebene

Eine weitere App setzt im Bereich Lebensmittelvorräte an. Die „stocky“-App führt Lebensmittelvorräte, Mahlzeitenplanung und Resteverwertung zusammen. Die App stellt für das geplante Wochenmenü eine Einkaufsliste zusammen und schlägt Rezepte vor, die

noch vorhandene Lebensmittel mitberücksichtigen. Ergänzend stellt die Anwendung Informationen über Nachhaltigkeitsaspekte wie etwa Herkunft der Lebensmittel und entstandene CO₂-Emissionen beim Einkaufen und Essen zur Verfügung [Zu20].

FoodLabHome ist eine partizipative pädagogische Intervention (Citizen Science Projekt), bei der das Online-Tool „Food Waste Tracker“ angewendet wird. Es richtet sich an Schüler*innen verschiedener Schulformen. Beteiligt sind die Leuphana Universität Lüneburg und die Technische Universität Berlin sowie Praxispartner*innen. Im Fokus der Intervention steht die Klimarelevanz von Lebensmittelverlusten (verursachter CO₂-Ausstoß). Schüler*innen untersuchen dabei anfallende Lebensmittelverluste im eigenen Haushalt. In das Tool werden einzelne weggeworfene Lebensmittel oder Produktarten und eine Mengenangabe (in Gramm) eingetragen. Es berechnet dann die Gesamt-Abfallmenge und die Menge anfallender CO₂-Äquivalente (in Gramm). Für die CO₂-Äquivalente gibt das Tool alltagsnahe Beispiele: Es zeigt an wie viele Stunden eine LED-Lampe betrieben wird oder wie viele Tassen Tee der berechneten Menge CO₂-Äquivalente entsprechen. Zudem ordnet das Tool die Produkte entsprechend des CO₂-Ausstoßes auf einer Farbskala (gelb, orange, rot) an und verdeutlicht so, bei welchen Lebensmitteln durch das Wegwerfen wenig oder viel CO₂ ausgestoßen wird. Ziel ist es Bewusstsein für anfallende Lebensmittelverluste und deren Klimarelevanz zu schaffen [Zu20, Fo21]

4.5 Schnittstelle Landwirtschaft, Verarbeitung, Handel und Konsum

Die Anwendung “Too Good To Go” ist der weltweit größte app-basierte digitale *business to consumer*-Marktplatz im Bereich Lebensmittelverschwendung bzw. Rettung von Lebensmitteln und richtet sich an alle Bereiche der Wertschöpfungskette. Landwirtschaft, Verarbeitung und Handeln können über die App Lebensmittel vertreiben, die zu viel produziert wurden oder für den regulären Verkauf nicht mehr geeignet sind. Verbraucher*innen können über die App auf die vergünstigten Angebote zurückgreifen [To21, Ze20]. In der App können Verbraucher*innen sogenannte Magic Bags (Inhalt unbekannt) von Anbietern in ihrer Umgebung auswählen und zu einem festgesetzten Zeitpunkt vor Ort abholen. Bezahlvorgänge werden dabei ebenfalls über die App abgewickelt. Die App ist in 13 europäischen Ländern verfügbar und zählt 15 Millionen Downloads [Ze20]

5 Diskussion und Schlussfolgerung

Die Autorinnen konnten für jeden Bereich der Wertschöpfungskette für Lebensmittel digitale Technologien, Apps, Anwendungen oder Systeme bzw. entsprechende Projekte zur Verringerung von Lebensmittelverlusten identifizieren. Dies zeigt, dass sich die Land- und Ernährungswirtschaft sowie Konsument*innen Digitalisierung zu Nutze machen, um zur Verringerung der Lebensmittelverluste beizutragen. Die dargestellten Anwendungen decken die eingangs beschriebenen Ansatzpunkte (siehe 2.5) der digitalen Transformation

in den Bereichen der Wertschöpfungskette ab: Messen, Monitoren, Analysieren, Planen, Steuern, Rückverfolgen, Kontrollieren (Qualität), Individualisieren, Beraten, Informieren und Kommunizieren [Ro17]. Im Bereich Landwirtschaft zielen die identifizierten Anwendungen vor allem auf Messen, Monitoren, Analysieren und Planen ab. In der Lebensmittelverarbeitung stehen Planen und Steuern im Fokus. Wobei im Beispiel PrO4Bake neben Prozessoptimierung wesentliche Aspekte nachhaltiger Lebensmittelproduktion wie Schulung und Beratung von Unternehmen sowie konkrete Prognosen für Nachfragespitzen abgedeckt werden. Der Handel setzt u.a. auf Anwendungen zur Planung, Steuerung und Qualitätskontrolle. Im Bereich Konsum (Außer-Haus-Verzehr, Privathaushalte) setzen die Anwendungen auf Messen, Monitoren, Analysieren, Planen, Individualisieren, Beraten, Informieren und Kommunizieren. Dies zeigt, dass es bereits vielfältige digitale Ansätze zur Verringerung der Lebensmittelverluste entlang der Wertschöpfungskette gibt.

Laut einer Studie der Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. (VBW) ist die Anwendung von digitalen Technologien erfolgsversprechend und zeitgemäß [Ro17]. Zudem ist die Thematik der Verringerung der Lebensmittelverluste drängend, da die letzte Dekade der Agenda 2030 bereits angebrochen ist und entsprechende Zielformulierungen erreicht werden sollen.

Es gibt deutliche Hemmnisse für den Einsatz digitaler Technologien in der Land- und Ernährungswirtschaft sowie bei Verbraucher*innen. In den meisten Fällen sind Anschaffung und Umsetzung mit Kosten verbunden, die nicht für alle Unternehmen und Anwender*innen leistbar sind. Zudem sind Nutzen und Notwendigkeit von Investitionen nicht immer deutlich erkennbar. Staatliche Programme zur Förderung von Unternehmen und Anwender*innen können im Bedarfsfall finanzielle Hürden abbauen. Außerdem ist es wichtig, die Zielsetzungen der Anwendungen zu definieren, darüber zu informieren und zu sensibilisieren, um Investitionen zu legitimieren.

Darüber hinaus sollte sichergestellt sein, dass neue digitale Infrastrukturen mit bereits vorhanden Strukturen kompatibel sind und nicht zwangsläufig umfangreiche Neuanschaffungen notwendig werden. Das betrifft u.a. Maschinen, Geräte und vorhandene Endgeräte.

Eine zwingende Voraussetzung ist das flächendeckende Vorhandensein leistungsfähiger digitaler Infrastruktur. Technologien, Apps und Anwendungen benötigen Kapazitäten bspw. für die Übertragung von Daten in entsprechender Geschwindigkeit. Dabei spielt unter anderem der Ausbau des Mobilfunknetzes, auch zum Abruf bereits vorhandener Daten (Cloudlösungen), eine wichtige Rolle.

Ferner ist Datenschutz ein nicht außer Acht zu lassender Aspekt. Je nach Art der Anwendung/App werden sensible Nutzer*innendaten verwendet und gespeichert (bspw. Erntedaten, personenbezogene Daten, Standortdaten). Das Sammeln von Daten bietet neben vieler Vorteile (z.B. Verbesserungspotenzial) auch Nachteile: enorme zu verarbeitenden Datenmengen und Datenschutz. [Ro17] Für den zukünftigen Einsatz

sollten adäquate Maßnahmen zum Datenschutz sichergestellt und transparent dargelegt werden.

Die im vorliegenden Beitrag beschriebenen Apps und digitalen Technologien können dabei mitwirken die Lebensmittelverluste in allen Bereichen der Wertschöpfungskette zu verringern und damit die Zielerreichung der Agenda 2030 zu unterstützen. Kritisch anzumerken ist jedoch, dass einige der vorgestellten Anwendungen aktuell im Projektstatus sind und daher nicht am freien Markt eingesetzt werden (z.B. PrO4Bake, FreshIndex). Diese gilt es in zukünftigen Untersuchungen vor allem in Hinblick auf die Evaluation zu berücksichtigen.

Zudem waren manche vorgestellten Plattformen zum Teilen übrig gebliebener Lebensmittel zum Zeitpunkt der Recherche nicht mehr aktiv verfügbar. Hier sollten zukünftig Apps evaluiert werden, die auch tatsächlich in der Anwendung sind. Apps und Anwendungen, die schon in der breiten Fläche Anwendung zeigen sich außerdem meist erfolgreich (z.B. Too Good To Go).

Nicht für alle hier beschriebenen Technologien sind Untersuchungen zum tatsächlichen Nutzen (Verringerung der Verluste) verfügbar. Vor allem bei Anwendungen, die den Konsum im Privathaushalt oder das Teilen von Lebensmitteln betreffen, ist nicht eindeutig nachweisbar, ob die Lebensmittel tatsächlich verzehrt werden oder ob es messbare Effekte gibt. Dazu sind nur wenige Untersuchungen verfügbar oder werden gerade durchgeführt (bspw. FoodLabHome-Projekt).

Zukünftig gilt es, den tatsächlichen Nutzen digitaler Technologien, Apps, Anwendungen oder Systemen bzw. Projekten zur Verringerung von Lebensmittelverlusten in Studien zu untersuchen und in das Gesamtgefüge der anfallenden Lebensmittelverluste einzuordnen. Neben der Messung der tatsächlichen Verringerungsraten könnten Bewertungsmatrizen eingesetzt werden, die auch Aspekte wie Kosten, Umsetzbarkeit und Informationsgehalt bewerten.

Dieser Beitrag zeigt einen ersten Überblick über das breite Feld und die vielfältige Ausprägung von Aspekten der digitalen Transformation in der Wertschöpfungskette für Lebensmittel im Kontext der Verringerung der Lebensmittelverluste und soll zur weiterführenden Forschung anregen.

Auch wenn der tatsächliche Nutzen noch nicht in jedem Fall final gemessen wurde, muss betont werden, dass jedes einzelne Projekt in diesem Bereich einen Beitrag zur Erreichung des SDG 12 „Nachhaltige/r Konsum und Produktion“ bis zum Jahr 2030 leistet. Zukünftig gilt es diese Potentiale zu bündeln, den Nutzen vertiefend zu untersuchen und weiterhin alle Bereiche der Wertschöpfungskette in den Blick nehmen.

Interessenskonflikt

Die Autor*innen geben an, keinen Interessenskonflikt zu haben.

Literatur

- [De20] Bioökonomie BW, <https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/pm/den-oekologischen-fussabdruck-von-baekereien-verbessern>, Stand 31.05.2021
- [Di20] Netzwerk Digitale Landwirtschaft, <https://digitale-landwirtschaft.com/digitalfarming-pflanzenbau/>, Stand 31.05.2021
- [Di21] Direkt vom Beet, <https://www.direktvombeet.de>, Stand 31.05.2021
- [Fe21] FeedUP@UN, <http://feedup.unece.org>, Stand 31.05.2021
- [Fi20] FreshIndex, <https://www.freshindex-projekt.de>, Stand 31.05.2021
- [Fo21] Foodsharing, <https://www.mundraub.org>, Stand 31.05.2021
- [Gu11] Gustavsson, J. Cederberg, C. Sonesson, U.: Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2011
- [In21] Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft, https://www.ble.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/210323_Internationale_Arbeitstagung.html, Stand 31.05.2021
- [Ja17] Janssen, L. Sauer, J. Claus, T. Wulff, A.: Abfallreduktion im Lebensmitteleinzelhandel mittels einer internen Warenverteilung. *uwf* 25 (1-2), S. 109– 116. DOI: 10.1007/s00550-017-0457-4, 2017
- [Kl21] FoodLabHome, <https://www.foodlabhome.net/das-projekt/>, Stand 31.05.2021
- [Kr12] Kranert, M. Hafner, G. Barabosz, J. Schuller, H. Leverenz, D. Kölbig, A: Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland. Hg. v. Institut für Siedlungswasserbau, Universität Stuttgart, 2012
- [Le16] BVLH: Lebensmittelverluste reduzieren. Ressourcen schonen. Hg. v. Bundesverband des Deutschen Lebensmittelhandels e.V., 2016
- [Le20] Lebensmittelverband Deutschland, <https://www.lebensmittelverband.de/de/lebensmittel/nachhaltigkeit-und-umwelt/verluste-verschwendung>, Stand 31.05.2021
- [Lu14] Lukic, R. Kljenak, D. Jovanecevic, D.: Retail food waste management. *MANAGEMENT RESEARCH AND PRACTICE* (6), S. 23–39, 2014
- [MF15] Mayer, H. Flachmann, C.: Daten zur Umwelt; Umwelt, Haushalte und Konsum. Ausgabe 2015. Hg. v. Umweltbundesamt, 2015
- [Mu21] Mundraub, <https://www.mundraub.org>, Stand 31.05.2021

- [Na19] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hg.): Nationale Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung. Referat 2216 - Nachhaltige Ernährung. Online verfügbar unter https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Ernaehrung/Lebensmittelverschwendung/Nationale_Strategie_Lebensmittelverschwendung_2019.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- [NC15] Noleppa, S. Carlsburg, M.: Das grosse Wegschmeissen. Vom Acker bis zum Verbraucher: Ausmaß und Umwelteffekte der Lebensmittelverschwendung in Deutschland. Berlin, 2015
- [NW12] Noleppa, S. von Witzke, H.: Tonnen für die Tonne. Berlin, 2012
- [Op21] EIT Food, Optimization of bakery processes by a computational tool together with consumer feedback to minimize ecological footprint and foodwaste, <https://www.eitfood.eu/projects/optimization-of-bakery-processes-by-a-computational-tool-together-with-consumer-feedback-to-minimize-ecological-footprint-and-food-waste-2020>, Stand 31.05.2021
- [Re21] TTI Resources, <http://tti-resources.de/resourcemanager-food/>, Stand 31.05.2021
- [Ro17] Roosen, J.: Digitalisierung in der Land- und Ernährungswirtschaft. Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. (VBW), 2017
- [Sc19] Schmidt, T. Schneider, F. Leverenz, D. Hafner, G.: Lebensmittelabfälle in Deutschland-Baseline2015-Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 79p, Thünen Rep 71, DOI: 10.3220/REP1563519883000
- [To21] To Good To Go, <https://toogoodtogo.de/de/>, Stand 31.05.2021
- [Tr15] Vereinte Nationen (Hg.): Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung. Resolution der Generalversammlung, 2015
- [Wa18] Waskow, F.: Verluste vom Acker bis auf den Teller. Lebensmittelabfälle in der Wertschöpfungskette und im Konsum. Hauswirtschaft und Wissenschaft, unter <https://haushalt-wissenschaft.de>, 2018, Stand 31.05.2021
- [Wi19] Food Service, <https://www.food-service.de/management/news/lebensmittelverschwendung-love-food-not-waste-42273>, 31.05.2021
- [Ze20] Zeinstra, G. G. van der Haar, S.: Reducing food waste via retail and food service interventions: Consumer responses to the concepts 'VIV' and 'Too Good To Go'. Poster session presented at 9th European Conference on Sensory and Consumer Research, 2020
- [Zu20] Zu gut für die Tonne, <https://www.zugutfuertonne.de>, Stand 31.05.2021