

Methoden zur Erfassung von Lebensmittelverlusten in der Gemüseproduktion

Stéphanie Ruch und Petyo Bonev

Agroscope, Tänikon 1, 8356 Ettenhausen, Schweiz

Auskünfte: Petyo Bonev, E-Mail: petyo.bonev@agroscope.admin.ch

<https://doi.org/10.34776/afs17-65> Publikationsdatum: 4. März 2026



Nacherteprozess: Reinigung und Sortierung von Kartoffeln. Foto: Carole Parodi, Agroscope

Zusammenfassung

Der Bundesrat verabschiedete im April 2022 den «Aktionsplan gegen Lebensmittelverschwendung» mit dem Ziel, die Lebensmittelverluste entlang der gesamten Wertschöpfungskette bis 2030 zu halbieren. Mengenmässig entfallen die grössten Verluste auf die Produktkategorien Gemüse und Kartoffeln, wobei rund ein Drittel in der Primärproduktion anfällt. Dennoch besteht weiterhin eine erhebliche Datenlücke zur Quantifizierung dieser Verluste. Eine genaue Erfassung von Gemüse- und Kartoffelverlusten in der Primärproduktion ist wichtig, um wirkungsvolle Reduktionsmassnahmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu entwickeln. Dafür wird eine Monitoring-Methode benötigt, die standardisierte Daten über einen längeren Zeitraum liefern kann. Ziel dieser Literaturrecherche ist es, Methoden aus wissenschaftlichen Fachzeitschriften zu analysieren

und so eine Grundlage für die Entwicklung einer Monitoring-Methode zu schaffen. Der Fokus liegt auf den Kulturen Tomaten, Kartoffeln, Karotten, Zwiebeln und Salat. Die Analyse der zehn ausgewählten Studien zeigt eine grosse Heterogenität. In den Studien wurden unterschiedliche Definitionen von Lebensmittelverlusten verwendet, verschiedene Messmethoden eingesetzt und unterschiedliche Verlustgründe erhoben. Dadurch sind die resultierenden Verluststraten nicht miteinander vergleichbar. Dies verdeutlicht die bestehende Datenlücke zu Lebensmittelverlusten in der primären Gemüse- und Kartoffelproduktion und unterstreicht die Notwendigkeit einer Monitoring-Methode.

Key words: food waste, vegetables, primary production, quantification methods, waste monitoring.

Einleitung

In der Schweiz gehen entlang der gesamten Wertschöpfungskette 37 % der essbaren Lebensmittel verloren (Beretta & Hellweg, 2019). Das entspricht etwa 330 kg vermeidbaren Lebensmittelverlusten pro Person und Jahr (Beretta *et al.*, 2017). Im April 2022 verabschiedete der Bundesrat den «Aktionsplan gegen die Lebensmittelverschwendung». Das Ziel ist, die Lebensmittelverluste bis 2030 im Vergleich zu 2017 zu halbieren. Der Aktionsplan umfasst 14 Massnahmen zur Reduktion der vermeidbaren Lebensmittelverluste. Dazu gehört, die Datengrundlagen zu Lebensmittelverlusten entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu verbessern, um Reduktionsmassnahmen zu identifizieren und umzusetzen.

Von den gesamten vermeidbaren Lebensmittelverlusten entfallen die grössten Mengen auf die Produktkategorie Gemüse und Kartoffeln, mit durchschnittlich 104,3 kg pro Person und Jahr (Beretta *et al.*, 2017). Obwohl pflanzliche Produkte pro Einheit weniger Umweltbelastung verursachen als tierische, führen die hohen Verlustmengen bei Gemüse und Kartoffeln dazu, dass diese Produktkategorie die zweitgrösste Umweltbelastung aller Lebensmittelverluste verursacht. Mehr als ein Drittel aller Verluste bei Gemüse und Kartoffeln entsteht während der Primärproduktion (Beretta *et al.*, 2017; Der Bundesrat, 2022). Daher ist die Reduzierung dieser Verluste ein zentraler Ansatzpunkt, um Lebensmittelverluste insgesamt und deren Umweltbelastung zu verringern.

Es bestehen erhebliche Datenlücken zur Quantifizierung und zeitlichen Entwicklung von Gemüse- und Kartoffelverlusten in der Primärproduktion in der Schweiz. Zudem wird erwartet, dass diese Verluste infolge des Klimawandels zunehmen und ihre Umweltbelastung weiter steigt (Fieber *et al.*, 2024). Um eine fundierte Datengrundlage zu schaffen, ist eine robuste Monitoring-Methode erforderlich. In dieser Literaturstudie werden die in den Studien verwendeten Definitionen von Lebensmittelverlust, die eingesetzten Methoden und die gemessenen Verlustgründe verglichen sowie die Rahmenbedingungen der Datenerhebung diskutiert. Der Fokus liegt auf den Kulturen Tomaten, Kartoffeln, Karotten, Zwiebeln und Kopfsalat. Diese Kulturen wurden ausgewählt, da sie unterschiedliche Anbaumethoden (Freiland und Gewächshaus) sowie Kulturtypen (Lager- und Fruchtgemüse) abdecken und zu den meistangebauten Gemüsesorten in der Schweiz zählen. Die Ergebnisse dieser Analyse sollen Ansätze aus der Literatur für die Entwicklung eines standardisierten Monitoringsystems in der Schweiz liefern.

Methoden

Methodisches Vorgehen der Literaturrecherche

Die Studien wurden im Juli 2025 durch eine Suche in Scopus, einer internationalen Datenbank für wissenschaftliche Publikationen, sowie anschliessendes Schneeball-Sampling identifiziert. Für die Suche wurden exemplarisch Suchbegriffe wie *food waste*, *food loss*, *primary vegetable production*, *agriculture*, *quantification*, *monitoring methods* sowie die verschiedenen Gemüsesorten (*tomatoes*, *potatoes*, *carrots*, *onions*, *salad*) verwendet. Nach der Identifikation potenzieller Studien erfolgte ein Abstract-Screening sowie eine Überprüfung, welche Kulturen in den jeweiligen Studien behandelt wurden. Berücksichtigt wurden ausschliesslich Studien, die nach 2015 in peer-reviewten Fachzeitschriften veröffentlicht wurden und sich mit dem Anbau der Kulturen in Europa, Nordamerika und Ozeanien befassen. Insgesamt wurden durch die Scopus-Suche und das Schneeballverfahren 34 Studien identifiziert, von denen zehn die Auswahlkriterien erfüllten. In der Analyse wurden die verwendeten Definitionen von Lebensmittelverlusten, die erfassten Verlustgründe sowie die eingesetzten Messmethoden qualitativ verglichen.

Resultate und Diskussion

Die selektierten Studien

Die ausgewählten Studien sind kulturspezifisch dargestellt. Einige Studien behandeln mehrere Kulturen und erscheinen dementsprechend mehrfach in den jeweiligen Abschnitten. Insgesamt befassen sich drei Studien mit Tomaten (Tab. 1), fünf mit Kartoffeln (Tab. 2), fünf mit Karotten (Tab. 3), drei mit Zwiebeln (Tab. 4) und drei mit Salat (Tab. 5). Die Tabellen enthalten die Referenz der Studie, die verwendeten Definitionen für Lebensmittelverluste, das Erhebungsland, Art und Umfang der erhobenen Daten, die angewandte Methode, die Stichprobengrösse sowie die angegebene Verlustrate. Die Verlustraten wurden so dargestellt, wie sie in den Studien berichtet wurden: teils als Spannbreiten, teils als Durchschnittswerte.

Die untersuchten Studien sind sowohl hinsichtlich ihrer geografischen Abdeckung als auch in Bezug auf die verwendeten Definitionen für Lebensmittelverluste heterogen. Unterschiede bestehen zudem in den Methoden zur Quantifizierung der Verluste sowie in der Art und Umfang der erhobenen Daten. Entsprechend untersuchen die Studien unterschiedliche Verlustgründe.

Tabelle 1 | Aktuelle Studien zu Lebensmittelverlusten bei der Primärproduktion von Tomaten

Studie	Definition	Land	Erhobenen Daten	Methode	Stichproben Grösse	Verlustrate [%]
(Baker <i>et al.</i> , 2019)	FAO/ FUSIONS*	USA	Gesamtverluste auf dem Feld: Feldmessungen von nicht geernteten Kulturen Unterscheidet zwischen runden Tomaten und Roma-Tomaten	Wiegen + Interview	Runde: 10 Felder durchschnittlich 205,3 m ² Roma: 4 Felder durchschnittlich 220,6 m ²	Runde: 7,7 Roma: 9,5
(Eičaitė <i>et al.</i> , 2022)	Side flow	Litauen	Geschätzter Verlust: nach der Ernte auf dem Feld verbliebene und aussortierte Tomaten	Umfrage	4 Landwirt/-innen	3,2
(Ammann <i>et al.</i> , 2025)	BAFU	Schweiz	Geschätzter unvermeidbare Gesamtverlust	Interview	8 Landwirt/-innen	0–20,0

* Definition nicht ausdrücklich erwähnt, entspricht jedoch der von FUNION/FAO

Tabelle 2 | Aktuelle Studien zu Lebensmittelverlusten der Primärproduktion von Kartoffeln

Studie	Definition	Land	Erhobenen Daten	Methode	Stichproben Grösse	Verlustrate [%]
(Willersinn <i>et al.</i> , 2015)	FAO	Schweiz	Gesamtverlust im Feld Berechnet anhand einer Datenbank, bereitgestellt von Keiser <i>et al.</i> (2002)	Zählen	278 Felder, pro Feld 810 Knollen von 270 Pflanzen	24,0
(Schneider <i>et al.</i> , 2019)	FAO	Österreich/ Deutschland	Gesamtverlust auf dem Feld: nicht geerntete und aussortierte Knollen während der Ernte	Wiegen	5 Betriebe, pro Betrieb 40 bis 150 m Reihenlängen	1,4–9,1
(Joensuu <i>et al.</i> , 2021)	Side flow	Finnland	Geschätzter Anteil der Produktion, der für den menschlichen Konsum verkauft wurde	Umfrage	31 Landwirt/-innen	4,0*
(Eičaitė <i>et al.</i> , 2022)	Side flow	Litauen	Geschätzter Verlust: nach der Ernte auf dem Feld verbliebene und aussortierte Zwiebeln	Umfrage	25 Landwirt/-innen	14,1
(Ammann <i>et al.</i> , 2025)	BAFU	Schweiz	Geschätzter unvermeidbare Gesamtverlust	Interview	9 Landwirt/-innen	0–40,0

* als invertierter Wert angegeben, um Verlust darzustellen

Tabelle 3 | Aktuelle Studien zu Lebensmittelverlusten bei der Primärproduktion von Karotten

Studie	Definition	Land	Erhobenen Daten	Methode	Stichproben Grösse	Verlustrate [%]
(Hartikainen <i>et al.</i> , 2017) mit Begleitpapier (Hartikainen <i>et al.</i> , 2018)	Side flow	Schweden	Geschätzter Gesamtverlust	Umfrage	71 Landwirt/-innen	13,0–30,0
		Dänemark	Geschätzter Gesamtverlust	Umfrage	17 Landwirt/-innen	20,8
		Finnland	Geschätzter Anteil der Produktion, der für den menschlichen Konsum verkauft wurde	Umfrage	27 Landwirt/-innen	25,8*
			Nach der Ernte auf dem Feld verbliebene Karotten	Wiegen	3 Betriebe, total 6 Felder, für jedes Feld 3 Flächen von 1.20 × 6 m	6,2
		Norwegen	Geschätzter Gesamtverlust	Umfrage	32 Landwirt/-innen	17,6
			Nach der Ernte auf dem Feld verbliebene Karotten	Wiegen	8 Betriebe, total 12 Felder, für jedes Feld 3 Flächen von 1.50 × 10 m	4,2
(Beausang <i>et al.</i> , 2017)	FAO	Schottland	Geschätzter Gesamtverlust	Interview	12 Landwirt/-innen**	30,0–50,0
(Joensuu <i>et al.</i> , 2021)	Side flow	Finnland	Geschätzter Anteil der Produktion, der für den menschlichen Konsum verkauft wurde	Umfrage	14 Landwirt/-innen	28,0*
(Eičaitė <i>et al.</i> , 2022)	Side flow	Litauen	Geschätzter Verlust: nach der Ernte auf dem Feld verbliebene und aussortierte Zwiebeln	Umfrage	20 Landwirt/-innen	2,2
(Ammann <i>et al.</i> , 2025)	BAFU	Schweiz	Geschätzter unvermeidbare Gesamtverlust	Interview	10 Landwirt/-innen	0–40,0

* als invertierter Wert angegeben, um Verlust darzustellen

** Anzahl der befragten Landwirt/-innen insgesamt angegeben, ohne kulturspezifische Differenzierung

Tabelle 4 | Aktuelle Studien zu Lebensmittelverlusten bei der Primärproduktion von Zwiebeln

Studie	Definition	Land	Erhobenen Daten	Methode	Stichproben Grösse	Verlustrate [%]
(Hartikainen <i>et al.</i> , 2017) mit Begleitpapier (Hartikainen <i>et al.</i> , 2018)	Side flow	Norwegen	Geschätzter Gesamtverlust	Umfrage	17 Landwirt/-innen	8,4
		Dänemark	Geschätzter Gesamtverlust	Umfrage	17 Landwirt/-innen	21
		Finnland	Geschätzter Anteil der Produktion, der für den menschlichen Konsum verkauft wurde	Umfrage	26 Landwirt/-innen	11*
		Schweden	Geschätzter Gesamtverlust	Umfrage	43 Landwirt/-innen	17
			Nach der Ernte auf dem Feld verbliebene Zwiebeln	Wiegen	8 Betriebe, total 24 Felder, für jedes Feld 3 Flächen von 1,80 × 10 m	2,4
(Eičaitė <i>et al.</i> , 2022)	Side flow	Litauen	Geschätzter Verlust: nach der Ernte auf dem Feld verbliebene und aussortierte Zwiebeln	Umfrage	15 Landwirt/-innen	2,6
(Ammann <i>et al.</i> , 2025)	BAFU	Schweiz	Geschätzter unvermeidbare Gesamtverlust	Interview	10 Landwirt/-innen	0–30

* als invertierter Wert angegeben, um Verlust darzustellen

Tabelle 5 | Aktuelle Studien zu Lebensmittelverlusten bei der Primärproduktion von Salaten

Studie	Definition	Land	Erhobenen Daten	Methode	Stichproben Grösse	Verlustrate [%]
(Beausang <i>et al.</i> , 2017)	FAO *	Schottland	Geschätzter Gesamtverlust	Interview	12 Landwirt/-innen**	40–50
(Baker <i>et al.</i> , 2019)	FAO	USA	Gesamtverluste auf dem Feld: Feldmessungen von nicht geernteten Kulturen und geschätzter Verlust durch mulchen	Wiegen + Interview	5 Felder durchschnittlich 60,3 m ²	28
(Ammann <i>et al.</i> , 2025)	BAFU	Schweiz	Geschätzter unvermeidbare Gesamtverlust	Interview	11 Landwirt/-innen	0–40

* Die Teilnehmenden wurden zusätzlich gefragt, wie sie Lebensmittelverluste definieren

** Anzahl der befragten Landwirt/-innen insgesamt angegeben, ohne kulturspezifische Differenzierung

Definitionen von Lebensmittelverlusten

Die selektierten Studien verwenden vier unterschiedlichen Lebensmittelverlust-Definitionen; die Definition der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO), die Definition aus dem FUSIONS-Projekt der Europäischen Union (EU), die Definition des Bundesamts für Umwelt (BAFU) in der Schweiz und die Definition «side flow» welche in einem skandinavischen Forschungsprojekt etabliert wurde. Diese Definitionen sowie die Kriterien für deren Ein- und Ausschluss

als Verlust sind in Tabelle 6 aufgeführt. Alle Definitionen erfassen Verluste erst ab dem Erreichen der Erntereife. Unterschiede ergeben sich vor allem darin, welche Verluste eingeschlossen werden: bezüglich der Weiterverarbeitung oder Verwendung der Lebensmittel (z. B. als Tierfutter), der Einbeziehung nicht essbarer Teile (z. B. Schalen) sowie der Unterscheidung zwischen vermeidbaren und nicht vermeidbaren Verlusten. Diese unterschiedlichen Definitionen können die Quantifizierung erheblich beeinflussen.

Tabelle 6 | Definitionen von Lebensmittelverlust die in den identifizierten Studien verwendet wurden.

Lebensmittelverlust Definition	Verluste werden ab Erntereife berücksichtigt	Verluste beinhalten essbare und nicht essbare Teile	Ausgenommen von Lebensmittelverlusten sind Lebensmittel, die als Tierfutter, Kompost oder Biogas genutzt werden.	Unterscheidet zwischen vermeidbaren und nicht vermeidbaren Verlusten
FAO (Global) (Gustavsson <i>et al.</i> , 2011)	ja	ja	ja	nein
FUSIONS (EU) (Östergren <i>et al.</i> , 2014)	ja	ja	ja	nein
Side Flow (Franke <i>et al.</i> , 2016)	ja	nein	ja	nein*
BAFU (Schweiz) (Der Bundesrat, 2022)	ja	nein**	nein	Ja

* es wird argumentiert, dass Verluste in der Primärproduktion nur schwer vermeidbar sind und daher alle als unvermeidbar gelten.

** wird den unvermeidbaren Verlusten zugerechnet, jedoch ausdrücklich von den vermeidbaren Verlusten ausgeschlossen.

Die Einbeziehung nicht essbarer Teile in die Berechnung von Lebensmittelverlusten kann, je nach deren Anteil am Lebensmittel, die Quantifizierung erheblich beeinflussen (Beretta *et al.*, 2025). Für die Kulturen Tomaten, Kartoffeln, Karotten, Zwiebeln und Salat ist dieser Aspekt in der Primärproduktion jedoch weniger relevant, da sie in diesem Stadium nicht verarbeitet werden, z. B. geschält oder der Strunk nicht herausgeschnitten wird. Erhebliche Unterschiede in der Quantifizierung ergeben sich bei der Frage, ob Lebensmittel, die als Tierfutter, Kompost oder Biogas genutzt werden, als Verluste gelten. In der Primärproduktion betrifft dies grosse Mengen nicht verkaufsfähiger Produkte wie Kartoffeln oder Karotten, welche Qualitätsnormen nicht erfüllen. Von den betrachteten Definitionen zählt nur die des BAFU diese Verwendungen als Lebensmittelverlust, da sie nicht direkt dem menschlichen Konsum dienen. Die übrigen Definitionen sehen die Nutzung als Tierfutter oder die Weiterverarbeitung zu Biogas oder Kompost nicht als Verlust, weil die Produkte indirekt wieder in den Konsum einfließen.

Ein weiterer wesentlicher Unterschied zwischen den Definitionen besteht darin, ob zwischen vermeidbaren und unvermeidbaren Lebensmittelverlusten unterschieden wird oder ob Lebensmittelverluste als Ganzes betrachtet werden. Dies hat direkte Auswirkungen auf die Mengen, die Ziele der Datenerhebung und die Strategiegestaltung. Die FAO und FUSIONS treffen diese Unterscheidung nicht explizit. Die Definition von *Side Flow* argumentiert, dass Verluste spezifisch in der Primärproduktion in der Regel unvermeidbar sind, da sie auf Faktoren zurückzuführen sind, die ausserhalb der Kontrolle der Produzentinnen und Produzenten liegen. Die BAFU-Definition unterscheidet dagegen ausdrücklich zwischen unvermeidbaren und vermeidbaren Verlusten.

Das BAFU definiert Lebensmittelverluste generell als «alle für den menschlichen Konsum bestimmten Lebensmittel, welche nicht durch Menschen verzehrt werden». Zu den unvermeidbaren Verlusten zählen Teile von Lebensmitteln die in unsere Kultur allgemein als nicht essbar gelten. Sowie Verluste, die durch unkontrollierbare Faktoren (z. B. Wetter) verursacht werden und mit den derzeitigen üblich verwendeten Technologien nicht verhindert werden können. Vermeidbare Verluste könnten hingegen durch ein effizienteres Management oder eine bessere Infrastruktur verhindert werden oder beziehen sich auf Lebensmittel, die die aus individuellen Vorlieben nicht konsumiert werden oder verloren gehen (Der Bundesrat, 2022). Geerntete Güter, die trotz Schäden durch unkontrollierbare Faktoren noch essbar sind,

gelten weiterhin als vermeidbare Verluste, da sie über alternative Kanäle oder Verarbeitungsprozesse weiterverwendet werden können (Ammann *et al.*, 2025). Der Fokus der BAFU-Definition von Lebensmittelverlusten liegt auf der Essbarkeit des Produkts und darauf, ob es letztendlich als solches verwendet wird.

Beim Vergleich der Quantifizierung von Lebensmittelverlusten in der Gemüseprimärproduktion ist es wichtig, Definitionsunterschiede zu berücksichtigen, da sie Mengen und die Bewertung der Umwelteinflüsse erheblich beeinflussen. In diesem Kontext sind vor allem die Unterschiede in den Definitionen bezüglich der Verwendung als Tierfutter oder der Weiterverarbeitung zu Biogas oder Kompost sowie die Unterscheidung von vermeidbaren und unvermeidbaren Verlusten hervorzuheben. Um trotz unterschiedlicher Definitionen Daten zu sammeln, die international vergleichbar sind, wäre eine modulare Datenerhebung im Rahmen einer Monitoring-Methode sinnvoll.

Methoden zur Erfassung von Lebensmittelverlusten

Die in den selektierten Studien verwendeten Methoden zur Quantifizierung von Lebensmittelverlusten sind sehr heterogen. Zu den Ansätzen gehören direkte Messungen auf den Betrieben durch Wiegen (Hartikainen *et al.*, 2017; Schneider *et al.*, 2019) oder Zählen (Willersinn *et al.*, 2015) sowie indirekte Messungen z.B. durch Verlustschätzungen aus Interviews (Ammann *et al.*, 2025; Beausang *et al.*, 2017) oder Umfragen (Eiçaitė *et al.*, 2022; Hartikainen *et al.*, 2017; Joensuu *et al.*, 2021). Eine Studie kombinierte Methoden in dem sie Wiegen und Interviews nutzt (Baker *et al.*, 2019). Diese Heterogenität an Methoden macht es schwierig, Ergebnisse aus Studien miteinander zu vergleichen. Zudem haben die Studien oft eine kleine Stichprobengrösse, was ihre Repräsentativität einschränkt. Dies verdeutlicht die bestehende Datenlücke und den Bedarf an einer praktikablen Monitoring-Methode.

In einer Monitoring-Methode sollte angestrebt werden, Verluste modular und anhand praxisrelevanter, aussagekräftiger Indikatoren zu erfassen. So lassen sich Ergebnisse detailliert aufschlüsseln und mit anderen Erhebungen vergleichen. Die erhobenen Daten sollten zuverlässig, praktikabel und ressourcenschonend sein – Anforderungen, die jedoch oft im Widerspruch zueinanderstehen (Corrado *et al.*, 2019). Die Literaturrecherche bietet wertvolle Einblicke in die Rahmenbedingungen bei der Datenerhebung, die für die Entwicklung einer Monitoring-Methode genutzt werden können, sowohl für direkte als auch indirekte Datenerhebungen.

Direkte Datenerhebungen.

Direkte Datenerhebungen (z. B. Wiegen und Zählen von Verlusten) fallen meist in die arbeitsintensive Erntezeit, was ihre Umsetzung anspruchsvoll macht. Schneider *et al.* (2019) betonen, dass sie ihre Erhebungen so gestaltet haben, dass der Ernteablauf möglichst gestört wird. Wenn die Datenerhebung von externen Forschenden durchgeführt wird, ist es wichtig, dass sie den Arbeitsablauf während der Ernte nicht stört. Der am wenigsten invasive Ansatz ist es, den Produzierenden die eigenständige Erhebung direkter Daten zu ermöglichen, dies bietet den Produzierenden maximale Flexibilität, ohne dass externe Personen ihren Ablauf beeinflussen. Die Erhebung von direkten Daten kann jedoch sehr zeitaufwändig sein und eine zusätzliche Arbeitsbelastung darstellen. Eine direkte Datenerhebung ist nur dann praktikabel, wenn sie auf die Bedürfnisse und Abläufe der Produzierenden abgestimmt ist, ihnen einen direkten Nutzen bietet und ihre Zeit angemessen vergütet wird. Der gewählte Zeitpunkt der Datenerhebung kann die gemessenen Verlustraten auch beeinflussen und sollte über mehrere Jahre hinweg konstant bleiben, da Lebensmittelverlusten nicht nur zwischen Jahren, sondern auch innerhalb einer Saison schwanken können (Beausang *et al.*, 2017). Dies ist besonders relevant für mehrmals geerntete Kulturen wie Tomaten (Baker *et al.*, 2019). Zu Beginn der Saison sind die Erträge gering, aber die Nachfrage jedoch hoch, was zu minimalen Lebensmittelverlusten führt. In der Mitte der Saison führen hohe Erträge und eine variable Nachfrage zu Spitzenverlusten. Ende Saison gehen die Verluste zurück, da die Erträge sinken, die Nachfrage aber bestehen bleibt (Beausang *et al.*, 2017). Die durch eine Monitoring-Methode erhobenen Daten sollten entweder eine ganze Saison widerspiegeln oder konsistent an einem repräsentativen Punkt gemessen werden, um Daten zu erheben die Verlustraten eines Jahres widerspiegeln.

Indirekte Datenerhebungen

Auch bei der Erhebung indirekten Daten (z. B. durch Verlustschätzungen in Interviews oder Umfragen) spielt der Zeitpunkt der Erhebung eine wichtige Rolle. Im Gegensatz zu direkten Daten können indirekte Daten ausserhalb der Saison erhoben werden, da sie nicht an Erntetätigkeiten gebunden sind. Mehrere Studien, darunter die von Eiçaitė *et al.* (2022) und Joensuu *et al.* (2021), führten bewusst Erhebungen zu Lebensmittelverlusten ausserhalb der Erntezeit durch, um die Belastung für die Teilnehmenden zu verringern und ihre Teilnahme zu fördern.

Bei der Erhebung von Verlustdaten mittels Interviews oder Umfragen ist zu beachten, dass die Schätzungen von der Wahrnehmung der Befragten abhängen. Baker *et al.* (2019) verglichen die geschätzten Lebensmittelverluste mit tatsächlichen Feldmessungen und stellten fest, dass die realen Verluste um 157 % höher waren. Eine diskutierte Erklärung, neben der Schwierigkeit einer Schätzung selbst, war die Verzerrung der Antworten der Befragten durch soziale Erwünschtheit. In der Studie von Hartikainen *et al.* (2017) wurden die Fragen zu Lebensmittelverlusten positiv formuliert, um soziale Erwünschtheit zu vermeiden und die Beantwortung zu erleichtern: anstatt direkt nach Verlusten zu fragen, erkundigten sie sich, wie viel für den menschlichen Verzehr verkauft wurde. Dieser Ansatz wurde später von Joensuu *et al.* (2021) übernommen. Beausang *et al.* (2017) stellten fest, dass die Befragten Landwirtinnen und Landwirte aufgrund saisonaler Schwankungen Schwierigkeiten hatten, Lebensmittelverluste zu schätzen, weshalb die Forschenden sowohl Durchschnitts- als auch Extremwerte innerhalb der Jahreszeiten erfragten. Die Angabe einer Spanne erleichterte den Befragten die Beantwortung. Umfragen und Interviews können wirksame Instrumente zur Schätzung von Lebensmittelverlusten sein. Sie sind jedoch immer subjektiv und liefern jedoch keine genauen Daten.

Gemessene Verlustgründe

Obwohl alle selektierten Studien Lebensmittelverluste in der Primärproduktion messen, erfassen sie unterschiedliche Verlustgründe. Dies macht einen Vergleich der erhobenen Verlustraten selbst innerhalb einer Kultur schwierig.

Die Studien, welche die Verlustraten indirekt durch Umfragen und Interviews erhoben haben, unterscheiden sich im Produktionsumfang, den sie abfragen, wodurch ihre Ergebnisse nicht immer vergleichbar sind. Joensuu *et al.* (2021), Hartikainen *et al.* (2017) sowie Beausang *et al.* (2017) untersuchten die geschätzten Verluste im gesamten Produktionsprozess, ohne dessen Grenzen zu spezifizieren. Eiçaitė *et al.* (2022) konzentrierten sich dagegen auf die Schätzung der nicht geernteten und aussortierten Ernteerträge. Ammann *et al.* (2025) analysierten die vermeidbaren Verluste im gesamten Produktionsprozess. Baker *et al.* (2019) kombinierten Interviews und Messungen, um die nicht geernteten Erträge zu schätzen, und die Schätzungen des Gesamtverlusts mit den gemessenen Verlusten zu vergleichen. Die Umfragen und Interviews untersuchen teilweise allgemeine Verluste sowie spezifische Verlustgründe, durch das

unterschieden sie sich in ihrem Untersuchungsumfang. Direkte Messungen, erfassen spezifische Verlustgründe, wodurch Vergleiche zwischen Studien oft nicht möglich sind, wenn nicht die gleichen Verlustgründe gemessen werden. Schneider *et al.* (2019) unterscheiden beispielsweise zwischen mechanischen und manuellen Sortierverlusten bei Kartoffeln während der Ernte mit einem Vollernter und bezeichnen diese entsprechend als Verlust 1 und 2. Willersinn *et al.* (2015) hingegen nutzte Daten die Kartoffelernteproben untersuchte. Hartikainen *et al.* (2017) massen Karotten und Zwiebeln, die durch das Sieb der Erntemaschine verloren, gingen, diese sind vergleichbar nur mit Verlust 1 in der Studie von Schneider *et al.* (2019). Baker untersuchte nicht geerntete Tomaten und Salat auf Feldern. Die Studien messen unterschiedliche Verluste.

Da die Studien unterschiedliche Verlustgründe untersuchen, wird in der Literaturrecherche von einem Vergleich der Verlustraten abgesehen. Die eingeschränkte Vergleichbarkeit verdeutlicht erneut die Notwendigkeit einer Monitoring-Methode. Wenn diese modular gestaltet wird, können Daten heruntergebrochen und Studien mit verschiedenen Verlustgründen miteinander verglichen werden.

Alternative Ansatzpunkte – Massenbilanzen

In den betrachteten Studien werden Lebensmittelverluste mittels direkter oder indirekter Messmethoden erhoben. Es gibt jedoch auch weitere Ansätze, wie beispielsweise Massenbilanz-Ansätze, um Rückschlüsse auf Verluste in der Primärproduktion zu ziehen. Diese sind oft ressourceneffiziente Messmethoden, die robuste Daten liefern.

Für Kulturen wie Kartoffeln, Zwiebeln oder Karotten kann eine Massenbilanz auf Basis von Daten zentraler Wasch- und Sortieranlagen erstellt werden. Ammann *et al.* (2025) heben diesen Ansatz speziell für Karotten hervor. Eine solche Messung wurde von Pietrangeli & Cicatiello (2024) in einer italienischen Wasch- und Sortieranlage für Karotten durchgeführt. Der untersuchte Betrieb nahm ungewaschene, unsortierte Karotten direkt von landwirtschaftlichen Betrieben entgegen und sortierte sie nach Grösse, Beschädigung und Qualität. Anschliessend wurden die Karotten in Kategorien für den Frischverkauf, die industrielle Verarbeitung und nicht für den menschlichen Konsum eingeteilt. Dank der modularen Datenstruktur sind Verlustberechnungen nach unterschiedlichen Definitionen möglich; nach BAFU-Definition galten 39,3 % der Karotten als Verluste. Die Studie umfasste 279 757 kg Karotten (1 % des Jahresumsatzes). Ob diese Verluste der primären Produktion

oder bereits der Verarbeitung zugeschrieben werden sollten, ist eine Frage des Blickwinkels. Die physischen Verluste fallen zwar nicht bei den produzierenden Betrieben an, die finanziellen Verluste fallen jedoch auf die produzierenden Betriebe zurück. Daher kann argumentiert werden, dass es sich um Verluste handelt, die der Primärproduktion zugeschrieben werden können.

Schlussfolgerungen

Es besteht eine erhebliche Datenlücke bei der Quantifizierung von Lebensmittelverlusten in der primären Gemüseproduktion – sowohl in der Schweiz als auch international. Die wenigen vorhandenen wissenschaftlichen Studien sind heterogen, was die verwendeten Definitionen von Lebensmittelverlusten, die Methoden zur Erfassung der Verluste und die untersuchten Verlustgründe betrifft, wodurch die gemessenen Verlustraten nicht vergleichbar sind. Die Studien bilden keine konsistente Datenbasis, sondern sind eher als einzelne Fallstudien zu betrachten. Zudem sind die Stichprobengrößen oft klein, was die Aussagekraft der Ergebnisse einschränkt. Es besteht daher Bedarf an einer verlässlichen Messmethode, die über längere Zeiträume hinweg angewendet werden kann.

Aus den analysierten Studien lassen sich zwar keine bestehenden Monitoring-Methoden direkt übernehmen, sie liefern jedoch wertvolle Ansätze für die Entwicklung geeigneter Methoden. Dazu gehören Überlegungen zur Art der Daten (direkt oder indirekt) die erhoben werden sollen, zum Zeitpunkt der Erhebung und zu unterschiedlichen Ansätzen zur Gestaltung des Erhebungsprozesses (z. B. durch positives Framing von Fragen zu Verlusten). Die Literaturrecherche verdeutlicht zudem die Heterogenität der aktuellen Datenlage und zeigt somit auf, dass eine modulare Gestaltung der Monitoring-Methode sinnvoll wäre. Die Literaturrecherche liefert erste Ansätze für die Konzeption einer Monitoring-Methode. Für deren konkrete Ausgestaltung in der Schweiz ist jedoch zusätzliche Forschung unter Einbezug verschiedener Interessengruppen erforderlich. ■

Literatur

- Ammann, J., Visco, S., & Rödiger, M. (2025). Lost in the field: Understanding vegetable losses at farm level. *Cleaner and Responsible Consumption*, 19, 100328. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2025.100328>
 - Baker, G., Gray, L., Harwood, M., Osland, T., & Tooley, J. B. (2019). On-farm food loss in northern and central California: Results of field survey measurements. *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 541-549. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.022>
 - Beausang, C., Hall, C., & Toma, L. (2017). Food waste and losses in primary production: Qualitative insights from horticulture. *Resources, Conservation and Recycling*, 126, 177-185. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.042>
 - Beretta, C., Gruber, M., & Müller, N. (2025). *Monitoring der Lebensmittelverluste in der Schweiz: Zwischenbericht 2025*. Bundesamt für Umwelt (BAFU). <https://cms.news.admin.ch/dam/de/uvek/XPRczqapmHdB/Monitoring+der+Lebensmittelverluste+in+der+Schweiz+-+Zwischenstandsbericht+2025.pdf>
 - Beretta, C., & Hellweg, S. (2019). *Lebensmittelverluste in der Schweiz: Umweltbelastung und Vermeidungspotenzial*. ETH Zürich Insitut für Umweltengineeringwissenschaften; Bundesamt für Umwelt (BAFU). <https://www.bafu.admin.ch/dam/de/sd-web/wk7BtDNM4N3M/lebensmittelverluste-in-der-schweiz-umweltbelastung-und-verminderungspotenzial.pdf>
 - Beretta, C., Stucki, M., & Hellweg, S. (2017). Environmental Impacts and Hot-spots of Food Losses: Value Chain Analysis of Swiss Food Consumption. *Environmental Science and Technology*, 51, 11165-11173. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b06179>
 - Corrado, S., Caldeira, C., Eriksson, M., Hanssen, O. J., Hauser, H.-E., van Holsteyn, F., Liu, G., Östergren, K., Parry, A., Secondi, L., Åsa, S., & Serenella, S. (2019). Food waste accounting methodologies: Challenges, opportunities, and further advancements. *Global food security*, 20, 93-100. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.01.002>
 - Der Bundesrat. (2022). *Aktionsplan gegen die Lebensmittelverschwendung*. Der Bundesrat. <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/70975.pdf>
 - Eičaitė, O., Baležentis, T., Ribašauskienė, E., Morkūnas, M., Melnikienė, R., & Štreimikienė, D. (2022). Measuring self-reported food loss in primary production: Survey-based insights from Central and Eastern Europe. *Waste Management*, 143, 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.02.015>
 - Fieber, R., Bosch, F., & Bachmann, J. (2024). *Food value chain interdependencies – A case study on vegetable waste in Switzerland*. ETH Zurich; SusLab. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000694164>
 - Franke, U., Hartikainen, H., Mogensen, L., & Svanes, E. (2016). *Food losses and waste in primary production: Data collection in the Nordic countries*. <https://www.norden.org/en/publication/food-losses-and-waste-primary-production>
 - Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Otterdijk, R., & McYbeck, A. (2011). *Global food losses and food waste: extent, causes and prevention*. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/4/mb060e/mb060e.pdf>
 - Hartikainen, H., Mogensen, L., Svanes, E., & Franke, U. (2018). Food waste quantification in primary production – The Nordic countries as a case study. *Waste Management*, 71, 502-511. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.026>
 - Hartikainen, H., Svanes, E., Franke, U., & Mogensen, L. (2017). *Food losses and waste in primary production: Case studies on carrots, onions, peas, cereals and farmed fish*. N. C. o. Ministers. <https://www.norden.org/en/publication/food-losses-and-waste-primary-production>
 - Joensuu, K., Hartikainen, H., Karppinen, S., Jaakkonen, A. K., & Kuoppa-aho, M. (2021). Developing the collection of statistical food waste data on the primary production of fruit and vegetables. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(19), 24618-24627. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09908-5>
 - Keiser, A., Häberli, M., Schnyder, E., Berchier, P., & Häni, F. (2002). Qualitätssicherung im Kartoffelbau. *Agrarforschung*, 9, 322-327. https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2002_08_41.pdf
 - Östergren, K., Gustavsson, J., Bos-Brouwers, H., Timmermans, T., Hansen, O.-J., Möller, H., Anderson, G., O'Connor, C., Soethoudt, H., Easta, S., Politano, A., Bellettato, C., Canali, M., Falasconi, L., Gaiani, S., Vittuari, M., Schneider, F., Moates, G., Waldron, K., & Redlingshöfer, B. (2014). *FUSIONS definitional framework for food waste*. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:944288/FULLTEXT01.pdf>
 - Pietrangeli, R., & Cicatiello, C. (2024). Lost vegetables, lost value: Assessment of carrot downgrading and losses at a large producer organisation. *Journal of Cleaner Production*, 478, Article 143873. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143873>
 - Schneider, F., Part, F., Göbel, C., Langen, N., Gerhards, C., Kraus, G. F., & Ritter, G. (2019). A methodological approach for the on-site quantification of food losses in primary production: Austrian and German case studies using the example of potato harvest. *Waste Management*, 86, 106-113. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.01.020>
 - Willersinn, C., Mack, G., Mouron, P., Keiser, A., & Siegrist, M. (2015). Quantity and quality of food losses along the Swiss potato supply chain: Stepwise investigation and the influence of quality standards on losses. *Waste Management*, 46, 120-132. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.08.033>
- In dieser Literaturstudie wurde Copilot als Formulierungs-, Inspirations- und Recherchehilfe sowie für die Zusammenfassung von Textinhalten verwendet. DeepL wurde zur Rechtschreibhilfe verwendet. Die Inhalte wurden geprüft.