

Einschätzung der pflanzlichen Lebensmittelverluste im Bereich der landwirtschaftlichen Urproduktion

Bericht im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)

Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI)

Günter Peter

Heike Kuhnert

Marlen Haß

Martin Banse

Max Rubner-Institut (MRI)

Silvia Roser

Bernhard Trierweiler

Julius Kühn-Institut (JKI)

Cornel Adler

INHALTSVERZEICHNIS

Tabellenverzeichnis	III
1 Einleitung	1
1.1 Zum Auftrag	1
1.2 Definitionen	1
1.3 Literaturüberblick.....	3
2 Lebensmittelverluste bei Weizen (JKI, TI)	5
2.1 Produktions- und Vermarktungsprozesse	5
2.2 Vorliegende Daten zu Lebensmittelverlusten bei Weizen.....	9
2.3 Hochrechnung der Verluste für Deutschland.....	9
3 Lebensmittelverluste bei Kartoffeln (TI)	13
3.1 Produktions- und Vermarktungsprozesse	13
3.2 Vorliegende Daten zu Lebensmittelverlusten bei Kartoffeln	17
3.3 Hochrechnung der Verluste für Deutschland.....	18
4 Lebensmittelverluste bei Äpfeln (MRI, TI).....	22
4.1 Produktions- und Vermarktungsprozesse	22
4.2 Vorliegende Daten zu Lebensmittelverlusten bei Äpfeln	25
4.3 Hochrechnung der Verluste für Deutschland.....	26
5 Lebensmittelverluste bei Speisemöhren (MRI, TI)	29
5.1 Produktions- und Vermarktungsprozesse	29
5.2 Vorliegende Daten zu Lebensmittelverlusten bei Möhren	32
5.3 Hochrechnung der Verluste für Deutschland.....	33
6 Zusammenfassung	35
7 Auswertung des Pilotprojektes - Ausblick	38
Literaturverzeichnis.....	40

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Qualitätsparameter bei Weizen.....	6
Tabelle 2:	Aggregierte Darstellung der Nachernteverluste bei Weizen	11
Tabelle 3:	Toleranzgrenzen der BV für Qualitätsmängel nach Qualitätsklassen (%-Gewicht).....	14
Tabelle 4:	Lagerverluste durch Fäulnis und Keimung (%).....	18
Tabelle 5:	Verlustraten bei Kartoffeln in den einzelnen Szenarien (%).....	19
Tabelle 6:	Absolute und relative Lagerverluste bei Kartoffeln	20
Tabelle 7:	Schätzung der Verluste bei Äpfeln	27
Tabelle 8:	Schätzung der Verluste bei Möhren.....	33

1 EINLEITUNG

1.1 Zum Auftrag

Dieser Bericht wurde im Auftrag des BMELV, Referat 523, mit dem Ziel erstellt, die mengenmäßigen Lebensmittelverluste der landwirtschaftlichen „Urproduktion“ zu ermitteln. Dabei sollen in erster Linie bereits vorliegende Erkenntnisse der (Ressort-)Forschung herangezogen und Hinweise hinsichtlich der Ursachen von Verlusten und der Identifizierung von Maßnahmen und Strategien zur Verlustvermeidung erarbeitet werden. Bei der Bearbeitung ist sicherzustellen, dass die Ergebnisse eine Verzahnung mit der Stuttgarter Studie (KRANERT et al. 2012), die die Lebensmittelverluste von der Ernährungsindustrie bis zu den Verbrauchern abgeschätzt hat, zulassen.

Es wurde mit BMELV, Referat 523, vereinbart, die Verlustraten für die gängigen Nacherteverfahren zu bestimmen und anhand der Verbreitung auf Deutschland hochzurechnen. Da die mit dieser Methode verbundenen Anforderungen an die Datenbasis unbekannt sind, soll diese Untersuchung zunächst für vier Beispielprodukte durchgeführt werden. Um die pflanzliche Produktion in der Bandbreite abzudecken, wurde je eine Druschfrucht, eine Hackfrucht, eine Obstsorte und eine Gemüsesorte ausgewählt und zwar: Weizen, Kartoffeln, Äpfel und Speisemöhren.

Dieser Zwischenbericht hat zum Ziel, die in der Ressortforschung vorliegende Datenbasis zu Lebensmittelverlusten anhand dieser vier Beispielprodukte zu bündeln und Empfehlungen für das weitere Vorgehen – also die Abschätzung der gesamten Lebensmittelverluste in der Landwirtschaft – abzuleiten.

1.2 Definitionen

In der Literatur ist die Verwendung des Begriffs „Lebensmittelverlust“ nicht einheitlich. Die verwendeten Definitionen unterscheiden sich sowohl in den Herangehensweisen als auch in der Eingrenzung des Untersuchungsgegenstandes. Deshalb werden im Folgenden einige Begriffe und Abgrenzungen definiert.

Die „Urproduktion“ umfasst die Landwirtschaft und den der Ernährungsindustrie vorgelagerten Bereich, d. h. der vorliegende Bericht berücksichtigt Lebensmittelverluste in der Landwirtschaft und im Erfassungshandel. Bei Obst, Gemüse und Kartoffeln ist das Sortieren und Verpacken auf dem landwirtschaftlichen Betrieb oder einer Erzeugergemeinschaft mit eingeschlossen.

Fraglich ist aufgrund einiger Besonderheiten auf der landwirtschaftlichen Erzeugerebene, wie Lebensmittelverluste im Rahmen dieser Untersuchung sinnvoll definiert werden sollen. So verwendet die Stuttgarter Studie (KRANERT et al. 2012, S. 11 f.) für die Definition von Lebensmitteln die Definition der EU-Verordnung 178/2002. Danach 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. Nicht zu Lebensmitteln gehören unter anderem: Futtermittel; lebende Tiere, soweit sie nicht für das Inverkehrbringen zum menschlichen Verzehr hergerichtet worden sind [und] Pflanzen vor der Ernte (...).

Auf dieser Definition aufbauend umfassen Lebensmittelabfälle in der landwirtschaftlichen Produktion Lebensmittelreste aus der Produktion sowie rohe und verarbeitete Lebensmittel, welche genusstauglich wären.

Die Übertragung dieser Definition auf den Bereich der landwirtschaftlichen Urproduktion bringt einige Schwierigkeiten mit sich:

- Die Urproduktion dient nicht nur der direkten Produktion von Lebensmitteln, sondern landwirtschaftliche Produkte können als Futtermittel, zur energetischen Nutzung oder auch für industrielle Zwecke verwendet werden. Getreide, das den Qualitätsanforderungen für Lebensmittel nicht entspricht, kann als Futtermittel oder in der Erzeugung von Bioenergie verwendet werden. Tafeläpfel können zu Most verarbeitet werden. Welche Menge direkt als Lebensmittel vermarktet wird, hängt von den erzielten Qualitäten und den ökonomischen Gegebenheiten ab. Letztlich liegen auch keine statistischen Informationen dazu vor, welche Mengen landwirtschaftlicher Produkte als Lebensmittel (oder Futtermittel) vorgesehen sind.
- Da Pflanzen bzw. Pflanzenteile vor der Ernte nach der EU-Verordnung 178/2002 noch keine Lebensmittel im eigentlichen Sinne darstellen, wird erst das geerntete Produkt als Lebensmittel angesehen (Nacherntebetrachtung). Folgt man dieser Definition bei einer Betrachtung auf der Erzeugerstufe, so führt dies zu einer uneinheitlichen Einbeziehung von Ernteverlusten. So würde einerseits der Ernteschwund bei Obst und Gemüse berücksichtigt und beim Drusch von Getreide nicht berücksichtigt werden. Der offiziellen EU-Definition folgend weisen die deutschen Versorgungsbilanzen für Weizen keinen Ernteschwund, die Versorgungsbilanzen für Kartoffeln, Obst und Gemüse hingegen einen Ernteschwund auf.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob die in der Stuttgarter Studie genutzte Definition von Lebensmittelabfall auf die Landwirtschaft übertragbar ist. Da landwirtschaftlicher Produkte in verschiedene Verwendungsrichtungen gehen können, erscheint es realitätsnäher und für diesen Bericht geeigneter, wenn mit Lebensmittelverlusten auf der Erzeugerstufe nur das Erntegut gemeint ist, das unwiederbringlich aus der agrarischen Nutzung ausscheidet (Verderb, Totalverlust), also keiner alternativen Verwendungsmöglichkeit zugeführt werden kann. Die alternativen Verwendungsmöglichkeiten unterscheiden sich zwischen den betrachteten Produkten und werden in den jeweiligen Kapiteln erläutert.

1.3 Literaturüberblick

Folgender Literaturüberblick wird kurz die Erkenntnisse zum Umfang von Lebensmittelverlusten entlang der Wertschöpfungskette wiedergeben und sich der Frage widmen, wie bestehende Studien Nachernteverluste ermittelt haben und zu welchen Ergebnissen sie gekommen sind. Da in den kürzlich erschienen Untersuchungen von KRANERT ET AL. (2012, S. 5ff.) sowie GÖBEL ET AL. (2012, S. 2ff.) die vorhandene Literatur zur Einschätzung von Lebensmittelverlusten vorgestellt wurde, soll hier kein allgemeiner Überblick erfolgen. Als Quintessenz lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

International

- Weltweit fallen in Industrieländern pro Kopf mehr Lebensmittelverluste an als in Entwicklungsländern.
- Relativ betrachtet fallen die höchsten Lebensmittelverluste in Entwicklungsländern im Nacherntebereich und in Industrieländern auf der Verbraucherebene an.

Schätzungen für Deutschland

- KRANERT ET AL. (2012) schätzen den Gesamtverlust an Lebensmitteln (ohne Getränke) in Deutschland ohne Berücksichtigung der Landwirtschaft auf etwa 11 Mio. Tonnen, wobei auf die Verarbeitung 17 %, auf den Handel 7 %, auf Großverbraucher 17 % und auf die privaten Haushalte 59 % der Verluste entfallen¹.
- In GÖBEL ET AL. (2012, S. 84 f.) werden Lebensmittelverluste für das Jahr 2009 ermittelt. Über die vier Wertschöpfungsketten (Backwaren, Obst und Gemüse, Milch und Fleisch) werden 11,4 Mio. Tonnen Lebensmittelabfälle abgeleitet, wobei 22 % auf die Erzeugerstufe, 36 % auf die Verarbeitung, 3% auf den Handel und 40 % auf die Endverbraucher entfallen.

¹ Für welches Jahr ist nicht genau angegeben, wahrscheinlich 2009 oder 2010.

- Die in der EU-Studie (MONIER ET AL. 2012) für Deutschland geschätzten Lebensmittelabfälle belaufen sich insgesamt auf 10,9 Mio. Tonnen, wobei 5 % auf Land- und Forstwirtschaft, 17 % auf die Verarbeitung, 79 % auf die Haushalte und 8 % auf sonstige Sektoren entfallen.

Methodische Vorgehensweisen bei der Ermittlung von (Lebensmittel-)Verlusten

- In einigen Studien wurden die Verluste repräsentativ ermittelt, beziehungsweise wurde versucht, die Verluste repräsentativ zu ermitteln. In KRANERT ET AL. (2012) wurde beispielweise erfolglos eine Umfrage in der deutschen Ernährungsindustrie durchgeführt. Die Rücklaufquote belief sich lediglich auf etwa 4 % und war in Anbetracht der großen Heterogenität des Sektors nicht repräsentativ. In der Studie von MONIER ET AL. erfolgt die Berechnung der Lebensmittelabfälle auf Basis der Daten der EU-Abfallstatistik 2006. Diese Daten werden von den Mitgliedsstaaten an EUROSTAT gemeldet und können grundsätzlich durch Primärerhebung, die Auswertung administrativer Quellen, statistische Schätzung oder eine Kombination dieser Verfahren ermittelt werden (VO (EG) Nr. 2150/2002, Artikel 3). In Deutschland kommen im Wesentlichen die beiden zuerst genannten Methoden zum Einsatz.
- In GÖBEL ET AL. (2012) werden die Verluste in der deutschen Agrar- und Ernährungswirtschaft aus verschiedenen Official- und Unternehmensstatistiken abgeleitet. Die dort angeführten Verlustkoeffizienten sind von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) eingesetzte fixe Faktoren, die über die Jahre konstant gehalten werden.

Als Zwischenfazit lässt sich zusammenfassen, dass unterschiedlichen Studien die gesamten Lebensmittelverluste beziehungsweise –abfälle in Deutschland auf etwa 11 Mio. Tonnen beziffern. Allerdings ist bei einer Studie die Landwirtschaft nicht einbezogen (unterschiedliche Abgrenzung), bei einer zweiten werden die Abfälle an Entsorgungsfirmen und damit auch nicht weiterzuverarbeitende Reststoffe mit einbezogen (unterschiedliche Definition von Verlust). Für die einzelnen Stufen der Agrar- und Ernährungswirtschaft kommen die Studien zu recht unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich der Größenordnung der Verluste.

Der vorliegende Bericht verfolgt deshalb einen dritten Weg zur Einschätzung der Lebensmittelverluste. Es wird geprüft, inwieweit Verlustraten für bestimmte Verfahren vorliegen und ob diese auf die Gesamtproduktion hochgerechnet werden können. Fehlende Daten werden durch Expertenbefragungen ergänzt.

2 LEBENSMITTELVERLUSTE BEI WEIZEN (JKI, TI)

Zur Ermittlung der Lebensmittelverluste bei Weizen werden die Marktanforderungen sowie die mit der Vermarktung verbundenen Verlustarten und –ursachen auf der Erzeugerstufe und dem Landhandel dargestellt. Danach erfolgt eine Zusammenstellung der in der Ressortforschung (JKI) und der Literatur vorhandenen Daten. Darauf basierend wurden die Hochrechnungen für die gesamten deutschen Weizenverluste vorgenommen.

2.1 Produktions- und Vermarktungsprozesse

Weizen zur Nahrungsverwendung, Lebensmittelverarbeitung oder Futtermittelherstellung wird im Wesentlichen auf zwei Wegen von den landwirtschaftlichen Betrieben abgesetzt: i) direkt an die Unternehmen der ersten Verarbeitungsstufe wie Mühlen, Hersteller von Braumalz, Hersteller von Stärke, Hersteller von Teigwaren, Hersteller von Nähr- und Backmitteln sowie von Kaffeeersatz und sonstigen Getreideerzeugnissen und Hersteller von Mischfutter; ii) an den privaten oder genossenschaftlich organisierten Landhandel. Nach den Angaben der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), die sich aus der Meldeverordnung für Getreide ergeben, wurden in den letzten vier Wirtschaftsjahren etwa 82-87 % der Verkäufe der Landwirtschaft über den Landhandel abgewickelt.

2.1.1 Qualitätsanforderungen bei Weizen

Für die Kaufentscheidung von Mühlen bedeutend sind hl-Gewicht, Ganzkornmineralstoffgehalt, Kornhärte, Rohproteingehalt, Sedimentationswert, Schrot-Feuchtklebergehalt (Glutenindex eingeschlossen) und Schrotfallzahl (MÜNZING et al., 2005). Bestimmte Qualitätsparameter können von den Mühlen durch den Verschnitt unterschiedlicher Getreidepartien gesteuert werden. Erhöhte Mykotoxingehalte führen aber zur Ablehnung der angebotenen Partie.

Die Anforderungen der Getreideintervention an Weizen für das Wirtschaftsjahr 2003/04 sind in nachfolgender Tabelle dargestellt, wobei eine maximale Feuchte von 14,5 % und ein Bruchkornanteil von max. 5 % zulässig sind.

Tabelle 1: Qualitätsparameter bei Weizen

Kriterium	Intervention	E-Weizen	A-Weizen	B-Weizen	Futterweizen
Proteingehalt (% in TS)	≥ 10,5	> 14,0	>13,5	>11,5	
Fallzahl (s)	≥220	≥250	≥240	≥220	
Sedimentationswert	≥22	>50	>35/40	>25	
Hektolitergewicht	≥73	≥78/80	≥78/80	≥76	≥73

Quelle: https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1115230_11/Anforderungen%20an%20die%20Qualit%C3%A4t%20von%20M%C3%A4hdruschfr%C3%BCchten.pdf

2.1.2 Lagerhaltung

Eine Getreidelagerung ist notwendig, da die Ernte zu einem bestimmten Zeitpunkt, der Verbrauch jedoch kontinuierlich erfolgt. Die Anreize Getreidelager aufzubauen hängen von Preisänderungen während der Lagerhaltungsperiode ab. Sind diese höher als die Kosten der Lagerhaltung werden tendenziell zusätzliche Lagermöglichkeiten aufgebaut. In liberalisierten Getreidemärkten sind kontinuierliche Preisanstiege während der Lagerperiode allerdings nicht dauerhaft zu beobachten, da internationale Faktoren die Preisbildung auf den inländischen Märkten überlagern und beeinflussen. Ob Landwirte in neue Lager-techniken investieren, hängt deshalb auch von der Höhe des Getreidepreises und der mengenmäßigen Verlustdifferenz zwischen dem alten und neuen Lager ab: je höher der Getreidepreis und je höher die Verluste im alten Lager, desto höher ist der mit der Lagerung verbundene Wertverlust zu bewerten.

In den letzten Jahrzehnten lagen die Erzeugerpreise in Deutschland bei etwa 110,- Euro pro Tonne. Dies führte dazu, dass zur Lagerung in landwirtschaftlichen Betrieben häufig auf vorhandene Strukturen (Scheunen, alte Speicher, Ställe) zurückgegriffen oder in kostengünstige Lagereinrichtungen, wie beispielsweise Wellblechsilos, investiert wurde. Letztere sind nicht begasungsfähig und wegen der Konstruktion aus verschraubten Blechen nicht vollständig zu reinigen, da sich Getreidereste in Ritzen klemmen. In diesen kann Schädlingsbefall überdauern, bis neue Ware eingelagert wird. Stehen die Silos im Freien, droht bei starken Temperaturschwankungen Kondensation an der sonnenabgewandten Nordseite. Beim Landhandel wird Getreide vorgereinigt und mit Feuchtegehalten von bis zu 15% Kornwassergehalt eingelagert. Hierfür kommen meist größere Silozellen aus Beton oder Blech (ab 100 t Fassungsvermögen) zum Einsatz. Bei Besatz mit Schadinsekten in angeliefertem Getreide gibt es Abschläge auf den Preis für die Schädlingsbekämpfung (bis zu 20,- Euro/t). Befallene Partien werden gesammelt und begast. Stark ausgefressenes Getreide

mit muffigem Geruch oder schimmeliges Getreide wird nicht abgenommen (Auskunft BayWa).

Schätzungsweise befinden sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt etwa ein Drittel der landwirtschaftlichen Lagerstellen Bayerns in einem guten oder sehr guten Zustand (Auskunft BayWa), wobei die Lagerstrukturen ähnlich der Betriebsgrößenstruktur regional stark variieren. Nach Auskunft der Landwirtschaftskammer Niedersachsen hingegen werden kaum noch einfache Lagerhaltungssysteme in der Landwirtschaft betrieben.

Die Lagerdauer auf landwirtschaftlichen Betrieben kann je nach Marktlage wenige Wochen, einige Monate oder aber auch bis zu zwei Jahre betragen.

2.1.3 Verlustarten und -ursachen

Vorernte- und Ernteverluste

Verluste können bereits vor der Ernte durch Auswinterung, Auswuchs, Trockenheit, Pilz- oder Schädlingsbefall auf dem Feld auftreten. Darüber hinaus kommt es während der Ernte zu Druschverlusten. Als Ernteverlust beim Drusch sind Schüttler- und Reinigungsverluste (etwa 1 %) sowie Verluste durch Bruchkorn von Bedeutung. In einer Veröffentlichung von FEIFFER (2011, S. 14) wird von 4 % Bruchkorn ausgegangen, wovon etwa die Hälfte nicht im Bunker des Mähdreschers sondern auf dem Feld landet. Der Verlust nicht geernteter Bruchkörner beträgt folglich 2 % der Erntemenge. Die Druschverluste addieren sich demnach durchschnittlich zu 3 % der tatsächlich geernteten Menge.

Reinigung und Trocknung

Verluste im Nacherntebereich entstehen zum einen bei der Ein- und Auslagerung über verschüttetes Getreide entlang der Fördereinrichtungen. Zum anderen treten bei der Lagerung von feuchtem Getreide durch den allmählich einsetzenden Trocknungsprozess während der Lagerdauer oder einer Vorabtrocknung des Getreides in Trockneranlagen (Schacht- oder Fächertrockner) Gewichtsverluste auf. Zu Gewichtsverlusten kommt es außerdem bei ungereinigtem Getreide durch das Abreinigen von Staub, Spelzen, Fehlbesatz und Bruchkorn.

Atmungsverluste

Kornatmung ist ein biochemischer Prozess, der zum Schwund von Trockenmasse führt. Dabei werden unter Aufnahme von Sauerstoff die im Korn enthaltenen Kohlenhydrate (Zucker und Stärke) in Kohlendioxid und Wasser zerlegt. Bei diesem Vorgang entsteht Wärme. Die Kornatmung kann durch eine geringe Sauerstoffzufuhr, einen Kohlendioxid-

überschuss oder Kühlung verringert werden. Die Nebenprodukte der Kornatmung - Wasser und Wärme - begünstigen die im Folgenden dargestellten Schädigungen.

Schädlinge

Insekten, die erfahrungsgemäß auf landwirtschaftlichen Betrieben in den Getreidelagern zu finden sind (BBA-Stichproben-Untersuchungen 2003 und 2005/6), führen außerdem zu Fraßverlusten und durch Befeuchtung, Erwärmung, Kontamination mit Insektenfragmenten und Kotpartikeln darüber hinaus zu Qualitätsverlusten. Bei unzureichender Reinigung der Lagerstellen sind insbesondere Wellblechsilos oder Flachlager mit fehlerhaften Böden oder Holzkonstruktionen von Insektenbefall betroffen, da die Tiere von einer Ernte auf die nächste überwandern. In einzelnen Getreidelagern (z.B. in U-Profilen oder Bodenritzen) konnten Getreidereste der Vorjahre in verschiedenen Graden des Abbaus gefunden werden. Nach Angaben landwirtschaftlicher Betriebsleiter kann durch Insekten verunreinigtes Getreide je nach Ausmaß der Schädigung noch zu Futterzwecken eingesetzt oder aber einer Verwendung in Biogasanlagen zugeführt werden. Eine Reduzierung der Verluste durch Insekten ist über eine Kühlung des Getreides möglich. Diese verhindert oder reduziert die massenhafte Entwicklung vorratsschädlicher Insekten, da Insekten wechselwarme Tiere sind und ihr Stoffwechsel damit direkt von der Außentemperatur abhängt. Unterhalb einer Temperatur von 13 °C findet keine Insektenentwicklung statt. Oberhalb einer Temperatur von 15 °C können Motten und Käfer dagegen zuwandern oder zufliegen. Die Entwicklung von Getreideschädlingen kann außerdem durch geringe Kornwassergehalte reduziert werden.

Wirbeltiere, wie Ratten, Mäuse und Vögel können in baulich unzureichenden Lagern ebenfalls zu massiven Verlusten führen und zusätzlich den Weizen mit ihren Ausscheidungen kontaminieren. Maßnahmen zur Schädlingsbekämpfung führen zu direkt monetären Verlusten, da z.B. eine Begasung mit Phosphorwasserstoff nur von geprüften Begasungsleitern durchgeführt werden darf.

Schimmel- und Pilzbefall

Die Befeuchtung durch Fraß- und Atmungsprozesse der Insekten, durch schadhafte Dächer, Mauern, Fenster oder Türen oder bei Temperaturabfall durch Kondensation an kalten Wänden kann zu Schimmelbildung führen und so über die entstehenden Mykotoxingehalte ganze Partien unbrauchbar machen.

2.2 Vorliegende Daten zu Lebensmittelverlusten bei Weizen

Derzeit liegen empirische Zahlen für Verluste auf landwirtschaftlichen Betrieben lediglich in begrenztem Umfang vor. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass vielen Landwirten das Gewicht bei Einlagerung nicht bekannt ist. Außerdem wird Getreide oft ungereinigt und ungetrocknet eingelagert. Dadurch sind Trocknungsverluste von Schädlingsfraß nicht zu unterscheiden. In RUCH (2012, S. 16) werden Schwund und Veratmungsverluste mit 0,12 % pro Monat angegeben. Diese Werte könnten bei relativ feucht eingelagertem Getreide (Kornwassergehalt um 15 %) zutreffen.

Die BayWa rechnet mit Getreideverlusten in der aufnehmenden Hand von 1-5 % pro Jahr und Atmungsverlusten von 0,1-0,2 % pro Monat (Mitteilung BayWa). Hiervon ausgehend dürften die Verluste im landwirtschaftlichen Lager bei ungereinigtem Weizen eher höher liegen. Denn durch Staub, Fehlbesatz und Spelzen werden die Zwischenkornbereiche zugesetzt, warme Luft kann nicht entweichen, in Konsequenz kommt es schneller zu kritischen Feuchtegehalten und Schimmel. Im Gegensatz dazu weist das gereinigte und getrocknete (also lagerfeste) Getreide mit einem Kornwassergehalt von unter 13,5%, wie es als Notreserve im Auftrag der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung für meist 10 Jahre gelagert wird, in dieser Zeit gar keine Atmungsverluste auf (Persönliche Mitteilung BLE).

Gewichtsverluste durch Begasung nach Schädlingsbefall und anschließende Getreidereinigung werden von der BayWa mit 1 % angegeben. Die durch den Schädlingsbefall verursachten Fraß- und Qualitätseinbußen konnten nicht beziffert werden.

In einer betriebswirtschaftlichen Beispielsberechnung verwendet Schindler (2005, S. 9) für neue Einzellager in landwirtschaftlichen Betrieben folgende Verlustwerte: Vorreinigung (1,70 %), Trocknung (0,65 %), Einlagerung (0,15 %), Atmungsverluste im ersten Monat (0,20 %), Atmungsverluste in jedem weiteren Monat (0,15 %), Auslagerung (0,15 %).

Der durchschnittliche Verlust durch Schädlingsbefall ist hierbei nicht berücksichtigt. Dieser wird nach eigenen, allerdings nicht flächendeckenden, Erhebungen des JKI mit 2-4 % angegeben. Nach Auskunft aus dem niedersächsischen Landhandel kann der Aussortierungsverlust im Schadensfall 5-10 % betragen.

2.3 Hochrechnung der Verluste für Deutschland

In diesem Kapitel werden die Grundannahmen der Hochrechnung der Weizenverluste sowie die Unterschiede der beiden Szenarien und deren Ergebnisse dargestellt.

Grundannahmen: Für die Hochrechnung der Verluste bei Weizen bildet die durch das Bundesamt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) in der Erzeugungsbilanz ausgewiesene „verwendbare Erzeugung“ (AMI 2012b, S. 79) die Ausgangslage der weiteren Berechnungen. Diese Daten werden vom Statistischen Bundesamt erhoben. Die Erntemenge wird bei durchschnittlichem Feuchtegehalt des Getreides über 14 % auf den Standardwert 14 % normiert und liegt der Feuchtigkeitsgehalt des eingebrachten Getreides unter dem für das Ernteergebnis verwendeten Standard von 14 %, geht die tatsächlich verfügbare Menge in die Bilanz ein.

Zu beachten ist, dass diese Menge für die Lebensmittelverarbeitung, für Futtermittel und Futtermittelverarbeitung, für energetische oder industrielle Zwecke genutzt wird. Eine Abgrenzung auf Weizen für die Lebensmittelverarbeitung ist aus statistischer Sicht nicht möglich, da weder die Erntemenge noch die Anbaufläche für Backweizen statistisch ermittelt wird. Die Verwendungsrichtung des Weizens ergibt sich nach der Ernte aus den ökonomischen, witterungsbedingten oder qualitätsbedingten Gegebenheiten.

Als Verluste im Zuge der Lagerhaltung werden die im vorherigen Unterkapitel vorgestellten Verlustkoeffizienten von SCHINDLER (2005, S. 9) angewandt. Da die Erntemenge von der BLE bei Feuchtegehalten über 14 % bereits korrigiert sind, wurden die Verluste durch Trocknung (0,65 %) nicht bei der Berechnung berücksichtigt. Trocknungsverluste würden sonst zweimal Eingang in die Schätzung finden. Bei der Auslagerung des Getreides wurde eine gleichmäßige Entnahme über 10 Monate unterstellt. Die Verlustrechnung wurde über die drei letzten Wirtschaftsjahre 2008/09, 2009/10 und 2010/11 gemittelt, um Einflüsse von Schwankungen zwischen den Jahren auszuschalten.

Die angeführten Verlustraten gelten für neugebaute Getreidelager. Ein Teil der Getreidelagerung bei landwirtschaftlichen Betrieben findet jedoch in Lagersystemen einfacher Qualität statt, die mit höheren Verlusten verbunden sind. Zum Anteil der Lagerhaltung mit einfachen Systemen liegen keine Daten vor. Um deren Einfluss auf das Gesamtergebnis abzuschätzen, wurden zwei Szenarien berechnet. In **Szenario 1** wurde ohne Güteunterscheidung der Lagerhaltungssysteme mit den Verlustkoeffizienten für neugebaute Getreidelager gerechnet. Die Ergebnisse können als Untergrenze möglicher Verluste angesehen werden.

In **Szenario 2** wurde angenommen, dass die Hälfte des in den eigenen Betrieben verwendeten Weizens (ca. 1,9 Mio. Tonnen im Durchschnitt der drei Wirtschaftsjahre 2009-2011) in einfachen Lagern untergebracht ist und dass dort die Atmungsverluste sowie die Verlus-

te durch Schädlinge doppelt so hoch sind wie in Szenario 1². Da sich durch die höheren Verluste die maximale Lagerdauer reduziert, wurden anstelle der 10-monatigen Höchstdauer in Szenario 1 lediglich sieben Monate angenommen. Durch Szenario 2 lässt sich zumindest grob abschätzen, welchen Einfluss die einfachen Lager auf den Gesamtverlust der Weizenlagerhaltung haben.

Die folgende Tabelle 2 fasst die Ergebnisse der Verlustabschätzung für Weizen zusammen.

Tabelle 2: Aggregierte Darstellung der Nachernteverluste bei Weizen

	Szenario 1		Szenario 2	
	2009-2011	2009-2011	2009-2011	2009-2011
	1000 Tonnen	%	1000 Tonnen	%
Verwendbare Erzeugung	24.935	100,00	24.935	100,00
- Vorreinigungsverluste	424	1,70	424	1,70
- Einlagerungsverluste	37	0,15	37	0,15
- Atmungsverluste	213	0,85	221	0,89
- Auslagerungsverluste	36	0,15	36	0,15
- Verluste durch Schädlinge	489	1,96	526	2,11
= Nettomenge	23.735	95,19	23.690	95,01

Quelle: Eigene Berechnung nach SCHINDLER (2005) und Angaben aus dem JKI sowie MATTHIAS (1996).

Es zeigt sich in **Szenario 1**, also unter der Annahme gleichmäßig guter Lagerhaltungsbedingungen in Deutschland, dass die gesamte Verlustmenge etwa 4,8 % der Erntemenge beträgt. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Abzüge durch Vorreinigung keine Verluste, sondern das Aussortieren von Reststoffen darstellt und damit nicht als Verlust berücksichtigt werden sollte. Durch die Lagerhaltung wird die Weizenmenge durchschnittlich um 3,1 % reduziert. Diese Verluste könnten lediglich durch eine Verbesserung der aktuellen Lagerhaltungstechniken reduziert werden.

Inwieweit wirken sich die zurzeit vorhandenen einfachen Lagerhaltungstechniken auf den Gesamtverlust bei Weizen aus? In **Szenario 2** wurde angenommen, dass 50 % der in den landwirtschaftlichen Betrieben verwendeten Weizenmenge mit einfachen Lagertechniken gelagert wird. Das entspricht etwa 7,5 % der geernteten Menge. Es ist zu erkennen, dass sich durch die veränderten Annahmen für diese Menge, also im Wesentlichen die höheren Atmungsverluste und die höheren Verluste durch Schädlinge, die Gesamtverluste lediglich um 0,18 Prozentpunkte auf 4,99 % mit Vorreinigungsverlusten, beziehungsweise 3,29 % ohne Vorreinigungsverluste erhöhen. Der Einfluss der einfachen Lagertechniken auf das

² Matthias (1996) gibt an, dass in unbelüfteten Lagern Atmungsverluste 0,3 % pro Monat betragen können.

Gesamtergebnis ist folglich begrenzt, auch wenn der Anteil des Weizens in einfachen Lagern und die damit verbundenen Verlustkoeffizienten weiter erhöht würden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Nachernteverluste bei Getreide bei etwa 3,3 % der Weizenernte liegen dürften. Durch Investitionen in bessere Lagerhaltungssysteme könnten die Lagerungsverluste um 5-6 % reduziert werden, allerdings ist unklar, ob diese Investitionen wirtschaftlich rentabel sind. Insgesamt ist zu beobachten, dass Landwirte zunehmend entweder Getreide in moderneren Anlagen lagern oder die eigene Lagerhaltung zurückfahren (Persönliche Mitteilung, Landwirtschaftskammer Niedersachsen).

3 LEBENSMITTELVERLUSTE BEI KARTOFFELN (TI)

Im Folgenden werden zunächst die für Kartoffeln geltenden Qualitätsnormen, die Formen der Lagerhaltung sowie die Ursachen für Lebensmittelverluste in der Kartoffelproduktion erläutert. Daran anschließend erfolgt die Beschreibung der für die Hochrechnung zur Verfügung stehenden Datenbasis. Abschließend werden die Berechnungsmethodik sowie die Ergebnisse dargestellt.

3.1 Produktions- und Vermarktungsprozesse

3.1.1 Marktanforderungen und Vermarktungswege

Bis zur Aufhebung der Handelsklassenverordnung am 01.07.2011 galten für die Vermarktung von Speisekartoffeln³ in Deutschland gesetzlich verbindliche Handelsnormen. Diese werden in Deutschland nun ausschließlich über freiwillig, branchenübliche Qualitätsnormen für den Handel mit Kartoffeln geregelt und umfassen auf internationaler Ebene im Wesentlichen den UNECE⁴-Standard (FFV-52), auf europäischer Ebene die RUCIP-Regeln⁵ und auf nationaler Ebene die Berliner Vereinbarungen (BV). Letztere werden durch den Ausschuss der Spitzenverbände der deutschen Kartoffelwirtschaft erarbeitet, den UNECE-Standard entwickelt und veröffentlicht die für Europa zuständige Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen, die RUCIP-Regeln werden von einem Komitee bestehend aus den europäischen Vereinigungen „Europatat“ (Kartoffelhandel), „EUPPA“ (Kartoffelverarbeitung) und „Intercoop Europe“ (Kooperativen) herausgegeben. Alle genannten Standards enthalten Bestimmungen zur Qualität, Größensortierung und Kennzeichnung der Ware. In die Berliner Vereinbarungen wurden die Qualitäts- und Größenanforderungen der ehemaligen Handelsklassen weitgehend übernommen. Langovale bis lange Kartoffelsorten müssen eine Mindestgröße von 30 mm erreichen, für Knollen ovaler bis runder Sorten gilt eine Mindestgröße von 35 mm (innere Seitenlänge eines Quadratmaßes). Zudem können Knollen mit einer Größe von 25 bis 35 mm (langovale bis lange Sorten) bzw. 25 bis 40 mm (ovale bis runde Sorten) unter der Bezeichnung „Drillinge“ vermarktet werden. In den Verkehr gebrachte Kartoffeln müssen außerdem gesund, ganz, sauber, fest

³ Speisekartoffel im Sinne der Verordnung sind zum menschlichen Verzehr bestimmte Kartoffeln der Art *Solanum tuberosum* L., die den Kochtypen festkochend, vorwiegend festkochend und mehligkochend zugeordnet sind. Die Zuordnung der Sorten zu einem Kochtyp erfolgt durch das Bundessortenamt.

⁴ United Nations Economic Commission for Europe.

⁵ Regles et Usages du Commerce Intereuropeen des Pommes de Terre. (Regelungen und Praktiken des intereuropäischen Handels mit Kartoffeln).

und frei von fremdem Geruch oder Geschmack sein. Hinsichtlich Qualitätsmängeln und Größenabweichungen gelten folgende Toleranzgrenzen:

Tabelle 3: Toleranzgrenzen der BV für Qualitätsmängel nach Qualitätsklassen (%-Gewicht)

Art der Qualitätsmängel	Qualität-Extra	Qualität-I
Schwere Beschädigungen ¹⁾	5	8
Grünstellen	5	8
Eisenfleckigkeit	5	8
Schorfbefall ²⁾	5	8
Missbildungen, starke Glasigkeit, Keime über 2 mm	5	8
Hohlherzigkeit, Schwarzherzigkeit, starke Schwarzfleckigkeit	5	8
Erde, Fremdkörper, lose Keime ³⁾	(1)	(2)
Nass-, Trocken- und Braunfäule Frost- Hitze und Salzschäde ³⁾	(1)	(1)
Zulässige Gesamttoleranz Zeile 1 bis 8	5	8
Zusatztoleranz Anteil fremder Sorten	2	2
Größenabweichungen (Unter- und Übermaß zusammen) ⁴⁾	4	4

1) Wenn mehr als 10 % der einzelnen Knolle beseitigt werden müssen. In Zweifelsfällen ist die Knolle zu schälen.

2) Oberflächenschorf (über 25 % der Knollenoberfläche), Tiefschorf (über 10 % der Knollenoberfläche).

3) () % Toleranz bei Fertigverpackungen bis 5 kg.

4) Mindestgröße: 30 mm (langovale bis lange Sorten), 35 mm (ovale bis runde Sorten), Maß: innere Seitenlänge eines Quadratmaßes.

Quelle: DKHV (2012b).

Die Qualitäts- und Größenstandards gelten nicht für die Direktvermarktung sowie die Abgabe an Sortier-, Verpackungs-, Lagerungs-, Schäl- oder Verarbeitungsbetriebe.

Die Qualitäts- und Größenanforderungen des UNECE-Standards und der RUCIP-Regeln ähneln denen der Berliner Vereinbarungen, es erfolgt jedoch keine Differenzierung nach Qualitätsklassen, sondern nach Speisefrüh- und Speisekartoffeln. Die RUCIP-Regeln enthalten zudem Bestimmungen für Veredlungs- Industrie- und Pflanzkartoffeln.

Veredlungskartoffeln sind Kartoffeln, die in der verarbeitenden Ernährungsindustrie direkt zu Kartoffelprodukten (Kloßmehl, Pommes frites, Chips etc.) weiterverarbeitet werden. Sie werden in der Regel im Vertragsanbau produziert, da für eine Verwendung der Kartoffeln in der verarbeitenden Industrie spezifische Qualitätseigenschaften erforderlich sind. Gleiches gilt für Industriekartoffeln, die zur Stärke- und Alkoholherstellung angebaut werden. Die aus Industriekartoffeln gewonnenen Verarbeitungsprodukte werden sowohl in der Ernährungsindustrie als auch in anderen Wirtschaftszweigen eingesetzt. Pflanzkartoffeln dienen der Erzeugung von Kartoffeln aller anderen Verwendungsrichtungen.

Speisefrischkartoffeln zum direkten Verzehr werden im Wesentlichen an Genossenschaften, den Landhandel oder Großpackbetriebe abgegeben und an den Lebensmitteleinzelhandel und die Gastronomie weitervermarktet. Regional von unterschiedlicher Bedeutung ist außerdem der direkte Absatz an den Endverbraucher (AFC CONSULTANT INTERNATIONAL 2005, S. 49). Vor der Vermarktung ist in der Regel eine Aufbereitung der Ware erforderlich. Diese umfasst die Reinigung (Erdabscheidung, Trennen von Steinen und Kluten), das Waschen (Nass- oder Trockenreinigung), die Größensortierung und das Aussortieren von nicht vermarktungsfähiger Ware sowie das Wiegen, Abfüllen und Verpacken (SCHUHMANN 2005, S.126ff.). Nicht vermarktbarere Kartoffeln werden i. d. Regel zur Fütterung von Wiederkäuern eingesetzt. Gleiches gilt für Neben- und Abfallprodukte (z.B. Schalen). Darüber hinaus ist der Einsatz in Biogasanlagen möglich (LFL 2012, S. 69; VSD 2011, BLE 2010, S. 6). Damit entstehen nicht mehr verwertbare Verluste im Wesentlichen durch Verderb während der Lagerhaltung.

3.1.2 Lagerhaltung

Kartoffeln werden im Zeitraum von September bis Juni entweder lose oder in Gebinden (meist Kisten von 0,8 t bis 3 t) in speziellen Lagerhäusern oder Hallen gelagert. Vereinzelt erfolgt außerdem die kurzzeitige Lagerung nach der Ernte in mit Fließ und Folie abgedeckten Mieten am Feldrand. Um eine hohe Qualität zu gewährleisten und hohe Massenverluste zu vermeiden, ist während den unterschiedlichen Lagerungsphasen (Einlagerung, Abtrocknung und Wundheilung, Dauerlagerung) eine Klimatisierung (Regulierung der Luftfeuchte und Raumtemperatur) der Lagerstätte erforderlich (KTBL 2011, S. 84). Expertenschätzungen zufolge werden lediglich rund 7,6 % der erzeugten Kartoffeln im Freien in Feldmieten (0,65 %) und belüftbaren Großmieten (6,95 %) gelagert. In der Kartoffellagerung dominieren mit einem Anteil von 92,4 % überdachte Lagerhaltungsverfahren, d. h. Lagerhäuser (76,1 %), Hallen (14,1 %) und Keller (2,2 %). Die in Lagerhäusern eingelagerte Menge wird schätzungsweise zu 22,9 % in Behältern mit freier oder technischer Belüftung⁶ und zu 77,1 % in loser Schüttung in Hallensektionslagern und Boxenlagern gelagert (SCHUHMANN 2005, S. 87f.).

3.1.3 Verlustarten und -ursachen

Vorernte- und Ernteverluste

Bereits während des Anbaus und der Ernte kann die spätere Lagerfähigkeit von Kartoffeln beeinflusst werden. So wird durch ein frühzeitiges Abschlägeln des Krautes das Risiko zur

⁶ Anteil frei belüfteter Behältern: 18,8 %; Anteil technisch belüfteter Behälter: 81,3 %.

Übertragung von Fäulniserregern vom Kraut auf die Knolle reduziert und gleichzeitig die Schalenfestigkeit erhöht. Eine frühzeitige Ernte reduziert außerdem das Risiko für einen Schädlingsbefall der Kartoffelknollen auf dem Feld. Um die Beschädigung während der Ernte möglichst gering zu halten, sollten Kartoffeln außerdem erst im gut abgereiften Zustand und bei Temperaturen zwischen 10°C und 25°C durch Einsatz einer möglichst schonenden Erntetechnik geerntet werden (SCHUHMANN 2005, S. 71; BERNER et al. 2010, S. 16f.).

Die Ernteverluste während des Rodens der Kartoffeln liegen bei 1 % bis 3 % des Bruttoertrags (KTBL 2011, S. 121).

Lagerverluste

Hauptursache für das Auftreten von Verlusten bei der Kartoffellagerung und -aufbereitung sind neben einer unsachgemäßen Lagerung (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) innere und vor allem äußere Beschädigungen der Kartoffelknollen während der Ernte, Einlagerung, Auslagerung und Aufbereitung. Verlustarten umfassen im Wesentlichen Verluste aufgrund von Atmung und Verdunstung (Frischmasseverluste) sowie Keimung und Fäulnis. Diese werden nachfolgend kurz erläutert.

Atmung und Verdunstung

Während der Lagerung kommt es durch natürliche Stoffwechselprozesse in der Kartoffelknolle zu Atmungs- und Verdunstungsverlusten. Während der Gewichtsverlust durch Verdunstung lediglich einen Verlust von Wasser bedeutet, führt die Kartoffelatmung, d. h. der Abbau von Kohlenhydraten zu Wasser und Kohlendioxid unter Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Wärme, zu einem Verlust an Trockenmassesubstanz. Die Höhe der Atmungs- und Verdunstungsverluste ist in erster Linie von der Raumtemperatur und der Luftfeuchte abhängig. Die optimale Lagertemperatur während der Hauptlagerung beträgt für industriell verarbeitete Kartoffeln 7° C bis 9° C und für Speisekartoffeln 3° C bis 5° C (SCHUMANN 2005, S. 91). Bei geringeren Temperaturen werden die Stoffwechselprozesse in der Knolle so stark gestört, dass es zu einer erheblichen Anreicherung reduzierender Zucker in der Knolle kommt. Die optimale relative Luftfeuchte während der Langzeitlagerung liegt bei 95 % (SCHUHMANN 2005, S. 110f.). Höhere Feuchtegehalte verringern zwar die Verdunstungsverluste, im Gegenzug kann es aber zu einem Anstieg der Fäulnisverluste kommen. Durch starke Beschädigungen der Kartoffelknollen während der Ernte und Einlagerung können die Atmungs- und Verdunstungsverluste deutlich (auf bis zu 16 %) ansteigen (PETERS 1999, S. 5). Hohe Wasserverluste durch Atmung und Verdunstung verrin-

gern durch eine Abnahme des Turgordrucks die Zellstabilität und begünstigen das Auftreten von Lagerdruckstellen, die das Risiko für innere Beschädigungen, wie beispielsweise Schwarzfleckigkeit, bei der anschließenden Auslagerung und Aufbereitung erhöhen (VSD 2012b).

Keimung

Die natürliche Keimung von Kartoffeln wird erst bei Temperaturen von ca. unter 2°C vollständig verhindert. Die optimale Lagertemperatur für Kartoffeln liegt jedoch sortenabhängig bei 3°C bis 9°C, da andernfalls der Atmungsprozess in der Kartoffel erheblich gestört wird, so dass zu einer Anreicherung von Zucker in der Knolle kommt. Die Keimung von Kartoffeln im Lager lässt sich daher allein über die Regulierung der Temperatur nicht vollständig vermeiden, kann aber durch den Einsatz von Keimhemmungsmitteln (Chlorpropham, ätherische Öle, Ethylen⁷/Ethanol) weitgehend vermieden werden (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NRW 2011).

Fäulnis

Beschädigungen an den Kartoffelknollen durch mechanische Belastung während der Ernte, Einlagerung, Auslagerung und Aufbereitung ermöglichen Fäulniserregern, wie Bakterien und Pilzen, das Eindringen in die Kartoffelknolle und führen damit zu einem Anstieg der Lagerverluste und einem höherem Sortierabfall bis hin zum Totalverlust. Untersuchungsergebnisse zeigen, dass beispielsweise der Befall mit Fusarium-Pilzen (Trockenfäule) in Abhängigkeit vom Ausmaß der Knollenbeschädigung zwischen 5 % und 60 % variiert (PETERS 1999, S. 4f.). Die Höhe der Fäulnisverluste durch bakterielle Nassfäule ist in erste Linie von den Ernte- und Einlagerungsbedingungen abhängig. Um Fäulnisverluste zu vermeiden ist eine möglichst zeitnahe Trocknung des Erntegutes erforderlich. Diese führt zum Absterben der Erreger an der Knollenoberfläche und unterstützt den Wundheilungsprozess (SCHUMANN 2005, S. 67ff.).

3.2 Vorliegende Daten zu Lebensmittelverlusten bei Kartoffeln

Langjährige Versuchsergebnisse der Versuchsstation Dethlingen zeigen, dass die Verluste durch Atmung und Verdunstung in Abhängigkeit von der Lagerdauer und Temperatur bei ca. 4 bis 7 % liegen. Während der Lagerung nehmen die durchschnittlichen Frischmasseverluste von 2,5 % im ersten Monat bis auf 0,4 % im fünften Monat ab (VSD 2012a; KTBL 2011; S. 121). In einer von UNIKA-Verband herausgegebenen Veröffentlichung

⁷ Einsatz ist gegenwärtig nicht zulässig (VSD 2012c).

wird der Lagerschwund durch Veratmung und Verdunstung mit durchschnittlich 5 % angegeben und liegt damit in einer vergleichbaren Größenordnung. Für Lüftungsfehler wird ein Praxiszuschlag von 2 bis 3 % angesetzt (SCHUHMAN 2005, S. 117).

Die Verluste infolge Keimung und Fäulnis liegen je nach Lagerhaltungsverfahren, Ernte- und Einlagerungsbedingungen zwischen 0,5 % und 2 % (KTBL 2011, S. 121; SCHUHMAN 2005, S. 117, VSD 2012a). Die in den zitierten Veröffentlichungen angegebenen prozentualen Verluste für Fäulnis und Keimung sind nachfolgend tabellarisch zusammengefasst.

Tabelle 4: Lagerverluste durch Fäulnis und Keimung (%)

	Min.	Mittel	Max.	Quelle
Fäulnis	0,5		1	KTBL 2011, S. 121
Fäulnis ¹⁾		> 2		KTBL 2011, S. 121
Keimung ²⁾		≥ 2		KTBL 2011, S. 121
Keimung und Fäulnis		< 1		VSD 2012a
Keimung und Fäulnis	1		2	SCHUMANN 2005, S. 117

1) Bei ungünstigen Ernte- und Einlagerungsbedingungen.

2) Bei Lagerung in Mieten.

3.3 Hochrechnung der Verluste für Deutschland

3.3.1 Annahmen

Die Hochrechnung der Lebensmittelverluste für das Produkt Kartoffeln erfolgt im Wesentlichen auf Basis der durch das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft bereitgestellten Daten zu Lagerungsverlusten bei Kartoffeln. Diese sind das Ergebnis langjähriger Messungen der Versuchsstation Dethlingen. Es werden drei Szenarien berechnet: Ein Szenario, das die durchschnittlichen Verluste bei gewöhnlichen Ernte- und Einlagerungsbedingungen abbildet sowie ein Worst-Case-Szenario für besonders ungünstige und ein Best-Case-Szenario für besonders günstige Ernte- und Einlagerungsbedingungen. In der Berechnung werden für die im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Verlustarten in den unterschiedlichen Szenarien folgende Werte angesetzt:

Tabelle 5: Verlustraten bei Kartoffeln in den einzelnen Szenarien (%)

Verlustart	Mittel	Worst Case	Best Case
Atmung und Verdunstung ¹⁾			
- 1. Monat	2,5	2,5	2,5
- 2. Monat	1,0	1,0	1,0
- 3. Monat	0,6	0,6	0,6
- 4. Monat	0,5	0,5	0,5
- ab dem 5. Monat	0,4	0,4	0,4
Keimung ²⁾ (jährlich)	2,0	2,0	2,0
Fäulnis ³⁾ (jährlich)	0,75	2,0	0,5

1) Bei automatisch gesteuerter Zwangsbelüftung in geschlossenen Lagern.

2) Für die in Mieten gelagerte Menge (7,6 % der Erntemenge).

3) Mittelwert für gewöhnliche Ernte- und Einlagerungsbedingungen: 0,5 % bis 1 %.

Quelle: KTBL 2011, S. 121.

Die angegebenen Werte für Atmungs- und Verdunstungsverluste beziehen sich auf eine Lagerung in geschlossenen Lagern mit automatisch gesteuerter Zwangsbelüftung. Da für andere Lagerungsverfahren keine Daten vorliegen, werden diese in allen Szenarien auf die gesamte Lagermenge bezogen. Die berechneten Frischmasseverluste stellen somit eine eher konservative Schätzung dar.

Da die Fäulnisverluste in Abhängigkeit von den Ernte- und Einlagerungsbedingungen stark schwanken können, werden diese innerhalb der Szenarien variiert. Dabei wird für gewöhnliche Ernte- und Einlagerungsbedingungen ein Wert von 0,75 % und für besonders ungünstige bzw. günstige Bedingungen ein Wert von 2,0 % bzw. 0,5 % angenommen. Da Keimung im Wesentlichen nur bei einer Lagerung in Mieten auftritt, werden Keimungsverluste in allen Szenarien nur für die in Mieten gelagerte Menge berechnet.

Die Basis der Berechnung bildet die Erntemenge von Spätkartoffeln der vergangenen drei Jahre, d. h. es wird der Mittelwert um das Jahr 2010 berechnet. Frühkartoffeln werden nicht in die Berechnung einbezogen, da diese nicht lagerfähig sind und in der Regel direkt nach der Ernte vermarktet werden. Da die Erntemenge von Spätkartoffeln seit 2010 statistisch nicht mehr erfasst wird, erfolgt die Schätzung der in den Jahre 2010 und 2011 geernteten Mengen, indem das zuletzt ausgewiesene Mengenverhältnis unterstellt wird. Die der Berechnung zugrunde gelegte Erntemenge umfasst nicht nur die zum menschlichen Verzehr angebauten Kartoffeln, sondern alle Verwendungsrichtungen, da die Erntemenge von Kartoffeln zum Nahrungsmittelkonsum statistisch nicht erhoben wird.

Für die Berechnung wird eine Lagerperiode von 10 Monaten (Anfang September bis Ende Juni) angenommen. Über die Verteilung der Lagerabgänge liegen keine genauen Informa-

tionen vor. Der Lagerbestand von Kartoffeln wird lediglich einmal jährlich zum Jahresende erfasst (Stichtag 31.12.2012) (BMELV 2012a). Dieser betrug in den vergangenen Jahren etwa 30 % der Erntemenge. In der Berechnung wird daher angenommen, dass von September bis Dezember 70 % des Lagerbestandes in monatlich gleich hohen Beträgen ausgelagert werden, die verbleibende Menge wird von Januar bis Mai ebenfalls in monatlich gleich hohen Beträgen verkauft. Im Juni erfolgt die Auslagerung des Lagerendbestandes, d. h. der monatlichen konstanten Auslagerungsmenge abzüglich der bisherigen Verluste.

3.3.2 Ergebnisse

Wie im vorangegangenen Kapitel bereits erläutert, bildet die Basis der Berechnung die Erntemenge von Spätkartoffeln der vergangenen drei Jahre (Mittelwert). Diese beträgt im Bundesdurchschnitt rund 10.504 Tsd t. Nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Berechnung.

Tabelle 6: Absolute und relative Lagerverluste bei Kartoffeln

Position	Mittel		Worst Case		Best Case	
	1.000 t	%	1.000 t	%	1.000 t	%
Frischmasseverluste	442,35	4,21	442,35	4,21	442,35	4,21
Fäulnis	78,78	0,75	210,07	2,00	52,52	0,50
Keimung	15,97	0,15	15,97	0,15	15,97	0,15
Gesamt	537,09	5,11	668,38	6,36	510,83	4,86

Quelle: Eigene Berechnung.

Bei gewöhnlichen Ernte- und Einlagerungsbedingungen entstehen in der Kartoffellagerung Verluste von insgesamt 537.089 t, was einem Anteil von rund 5,1 % an der eingelagerten Menge entspricht. Den größten Anteil am Gesamtverlust haben mit 4,2 % Frischmasseverluste, die während der Lagerdauer durch Atmung und Verdunstung entstehen. Hinzu kommen Verluste durch Fäulnis und Keimung in Höhe von 94.743 t bzw. 0,9 %. Werden Verluste während der Ernte in die Berechnung mit einbezogen, so ergibt sich bei mittleren Rodungsverlusten von 2 % ein Gesamtverlust von 747.162 t bzw. rund 7 %⁸.

Unter ungünstigen Ernte- und Einlagerungsbedingungen können die Fäulnisverluste auf 210.070 t ansteigen, so dass sich der Gesamtverlust auf 668.385 t bzw. etwa 6,4 % erhöht. Werden in diesem Szenario zusätzlich Rodungsverluste in Höhe von 3 % angesetzt, so beträgt der Gesamtverlust durch Ernte und Lagerung 983.495 t bzw. 9,1 %⁸.

⁸ Bezogen auf die potenzielle Erntemenge (statistisch ausgewiesene Erntemenge zuzüglich Rodungsverlusten).

Bei günstigen Ernte- und Einlagerungsbedingungen und minimalen Fäulnisverlusten von 0,5 % reduzieren sich die Verluste während der Lagerhaltung auf 510.830 t bzw. 4 %. Unter Berücksichtigung von Ernteverlusten in Höhe von 1 % ergibt sich ein Gesamtverlust von 615.866 t bzw. 5,8 %⁸.

Fazit

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass in der Kartoffelproduktion Lebensmittelverluste im Wesentlichen durch Lagerverluste verursacht werden. Diese variieren in Abhängigkeit von den Ernte- und Einlagerungsbedingungen zwischen 4,9 % und 6,4 %, wobei eine Lagerhaltung mit automatisch gesteuerter Zwangsbelüftung unterstellt wurde. Während der Aufbereitung aufgrund von Vermarktungsnormen aussortierte Kartoffeln können in der Regel einer alternativen Verwendung in der Tierfütterung oder in Biogasanlagen zugeführt werden und stellen damit keinen Totalverlust dar. Lagerverluste entstehen in erster Linie durch natürliche Stoffwechselprozesse (Atmung, Verdunstung) sowie durch Keimung und Fäulnis. Diese können durch den Einsatz schonender Ernte- und Aufbereitungsverfahren sowie eine Optimierung der Lagerbedingungen (Temperatur, Luftfeuchte) auf ein Minimum reduziert werden.

4 LEBENSMITTELVERLUSTE BEI ÄPFELN (MRI, TI)

Zur Ermittlung der Lebensmittelverluste bei Äpfeln werden zunächst die Marktanforderungen, die gängigen Verfahren des Produktions- und Vermarktungsprozesses sowie die dabei auftretenden Verluste und deren Ursachen beschrieben. Im Abschnitt „Vorliegende Daten zu Lebensmittelverlusten bei Äpfeln“ erfolgt eine Zusammenstellung der diesbezüglichen in der Ressortforschung (MRI) vorliegenden Angaben. Letztere wurden gezielt durch Telefonate mit Praktikern ergänzt. Zu den kontaktierten Akteuren gehören die Vermarktungsorganisationen Bodenseeobst, der Obstgroßmarkt Mittelbaden (Oberkirch), Dienstleistungszentrum Rheinland-Pfalz sowie die Versuchsstation York im Alten Land. Darauf basierend wurden von den Bearbeitern des Produktes gemeinsam die für die deutschlandweite Hochrechnung zu berücksichtigenden Verfahren und dabei anzusetzenden Verlustraten bestimmt.

4.1 Produktions- und Vermarktungsprozesse

4.1.1 Marktanforderungen und Vermarktungswege

Die Vermarktungsnorm für Tafeläpfel in der zuletzt geänderten Fassung vom 22.06.2011 enthält neben den Mindesteigenschaften ganze, gesunde Früchte, frei von Schädlingen und einem ausreichenden Reifegrad auch Angaben zu Mindestgrößen für die Sortierung nach Größe. Äpfel müssen einen Mindestdurchmesser von 60 mm aufweisen, kleinere Größen (nicht unter 50 mm) sind nur zulässig, wenn die Äpfel einen Brix-Wert⁹ von mindestens 10,5° Brix besitzen. Die ideale Größenverteilung bei Äpfeln liegt bei einem Durchmesser von 75–85 mm. Diese Größen können am schnellsten vermarktet werden. Darüber hinaus können seitens der Handelspartner spezifische Anforderungen an die Erzeuger bzw. Vermarkter formuliert werden, die mitentscheidend dafür sind, welcher Anteil der Äpfel als Tafelobst zum Verbraucher gelangt.

Nicht als Tafelobst vermarktbar Äpfel werden in der Regel an die Verarbeitungsindustrie verkauft (z. B. zur Herstellung von Saft, Apfelmus) oder auch über landwirtschaftliche Direktvermarktung abgesetzt. Die so abgesetzten Mengen gelten nicht als Lebensmittelverluste im Sinne dieser Studie. Letzteres ist ebenso bei einer Verwertung der Äpfel als Tierfutter der Fall. Dem entsprechend gilt es hier, den Anteil an Äpfeln an der Erntemenge zu bestimmen, der weder einer Verwertung durch Mensch (Tafelobst oder Verarbeitungsprodukt) und Tier zugeführt wird.

⁹ Der Brix-Wert gibt den Zuckergehalt von Obst und Gemüse an.

Die Höhe des Totalverlustes wird stark durch Witterungsverhältnisse wie Trockenheit, zu niedrige oder zu hohe Temperaturen während der Wachstumsphase, Starkregen und Hagelschlag beeinflusst. Bezüglich der Niederschläge treten regionale Unterschiede auf, z. B. die Bodenseeregion mit höheren Niederschlägen als im Rheinland. Durch diese Unterschiede der Niederschlagsmengen kann in bestimmten Anbaugebieten das Risiko des Verderbs durch Schimmelpilze deutlich erhöht sein.

4.1.2 Pflanzenbauliche Maßnahmen zur Erzielung marktgängiger Qualitäten und zur Vermeidung von Lebensmittelverlusten

Um die idealen Größenwerte oder auf jeden Fall die Mindestgröße von 60 mm zu erzielen, müssen bereits während der Wachstums- und Entwicklungsphase pflanzenbauliche Maßnahmen, z. B. Ausdünnung am Baum zur Reduzierung der Fruchtzahl, durchgeführt werden, um die Anzahl an Früchten am Baum auf 80–100 zu begrenzen und diesen optimale Bedingungen für ihre Entwicklung zu geben. Durch die Ausdünnungsmaßnahmen werden Verluste aufgrund der gültigen Vermarktungsnorm (zu kleine Äpfel) minimiert. Des Weiteren wird durch diese Maßnahme in jedem Jahr ein ähnlicher Ernteertrag gewährleistet.

Einige Anbauer sortieren bei der Ernte Unter- und Übergrößen (<60 mm, >90 mm) in Extraktisten, die nicht in das normale Langzeitlager (sofern vorhanden)¹⁰ gegeben werden. So wird vermieden, dass die vorhandene Lagerkapazität mit Äpfeln belegt wird, die nicht den Vermarktungsnormen entsprechen. Da eine solche Sortierung nicht obligatorisch ist, ist es an dieser Stelle schwierig, den nicht als Tafelobst vermarktbareren Ernteanteil festzulegen. Eine weitere Möglichkeit zur Erzielung marktgängiger Qualitäten während des Anbaus ist das mehrmalige Durchpflücken einer Apfelanlage, um auf diese Weise den optimalen Reifegrad für die sofortige Vermarktung bzw. die Langzeitlagerung zu erhalten.

Zur Minimierung von parasitären Verlusten (Schimmelbefall) während der Lagerung wird in konventionell bewirtschafteten Obstanlagen in der Regel eine so genannte Lager-spritzung mit Fungiziden circa zwei bis drei Wochen vor der Ernte durchgeführt. Da dies im ökologischen Landbau nicht zulässig ist, müssen dort alternative Verfahren gegen den Verderb der Äpfel während der Lagerung angewendet werden. Wirksam ist eine Heißwasserbehandlung (Tauchverfahren bei 50–52°C für 2 Minuten) nach der Ernte vor der Einlagerung, mittels derer Verluste durch den im Bioanbau gefährlichsten Schimmelpilz – *Gloeosporium* – sehr stark reduziert werden können (Näheres siehe Abschnitt 4.3). Grund-

¹⁰ Teilweise wird ein Großteil der Ernte bei Genossenschaften und Großmärkten gelagert, z. B. Obstgroßmarkt Mittelbaden in Oberkirch.

voraussetzung ist, dass nur gesunde Äpfel, die frei von Schimmelanzeichen sind, eingelagert werden.

4.1.3 Lagerung von Tafeläpfeln

Äpfel reifen und altern während der Lagerung und verlieren dadurch auch ihre Abwehrfähigkeit. Unvermeidbare Masseverluste entstehen durch Respiration und Transpiration. Parasitär bedingte Verderbnis der Äpfel während der Lagerung führt zum Totalverlust als Lebens- und Futtermittel.

Nach vorliegenden Schätzungen werden circa 80 bis 90 Prozent der Erntemenge eingelagert. Auch Frühsorten gehen ins Lager, um eine optimale Vermarktung zu ermöglichen (Persönliche Mitteilung des DLR Ahrweiler). Die Lagerdauer ist vor allem von der Sorte abhängig.

In Kaltlagern lagern die Äpfel bei Temperaturen von 1–5°C; sie werden für eine relativ kurze Lagerdauer von bis zu drei Monaten genutzt. Darüber hinaus werden CA-Lager (Controlled Atmosphere) zur Aufbewahrung der Ernte eingesetzt. CA-Lager ermöglichen aufgrund der dort herrschenden kontrollierten Klimabedingungen¹¹ eine Langzeitlagerung der Äpfel bis zu 6–8 Monaten. In beiden Lagertypen ist eine optimale Luftfeuchte wesentlich für die Minimierung von Lagerverlusten. Mit der Öffnung eines CA-Lagers zum Abverkauf der Äpfel wird die kontrollierte Atmosphäre aufgegeben, das Lager wird dann als Kaltlager weitergeführt.

Diese professionellen Lagertypen werden insbesondere von Vermarktungsorganisationen und größeren Obsterzeugern betrieben. Schätzungsweise zwei Drittel der bestehenden Lager sind CA-Lager, ein Drittel Kaltlager. Die Verluste aufgrund parasitärer Verderbnis dürften in Kaltlagern etwas höher liegen, da sich Schimmelpilze gegenüber den CA-Lagern dort etwas leichter entwickeln können.

4.1.4 Sortierung und Verpackung für den Verkauf

Entsprechend der Marktnachfrage werden die Äpfel ausgelagert und für den Verkauf sortiert und abgepackt. Die Sortierung erfolgt nach Größen (Aussortierung von Größen außerhalb der Norm) und weiteren Merkmalen, die nicht konform mit der Vermarktungsnorm und den (Einzel-) Handelsanforderungen sind.

¹¹ Niedrige Temperaturen um die 1-2 °C, hohe relative Luftfeuchtigkeit von ca. 90 % und je nach Apfelsorte Kohlendioxidgehalte von 1-3 % und Sauerstoffgehalte von 1-3 %

Zwischenfazit Lebensmittelverluste bei Äpfeln

- Die Vermarktungsnormen und Anforderungen der (Einzel-) Handelspartner sind entscheidend dafür, welcher Anteil der Erntemenge als Tafelobst in den Handel gelangt.
- Nicht als Tafelobst vermarktbarer Äpfel werden so weit wie möglich als Industrieware (z.B. Apfelsaftproduktion) oder über die Direktvermarktung abgesetzt, um die Erlössituation zu verbessern.
- Lebensmittelverluste bei Äpfeln im Sinne der für diesen Bericht gültigen Definition kommen in der Regel vor allem aufgrund von Verderbnis während der Lagerung zustande.

4.2 Vorliegende Daten zu Lebensmittelverlusten bei Äpfeln

Masseverluste

Aufgrund der Reifung und Atmung der Äpfel während der Lagerung kann es zu Masseverlusten von 4-10 % kommen, je nach Lagerungsdauer und -bedingungen. Durch optimale Lagerbedingungen kann der Verlust auf 2-6 % reduziert werden.

Physiologische Schäden wie Fleischbräune sind von außen nicht erkennbar. Sie können ihre Ursache in einem Mangel an Nährstoffen während der Wachstumsphase oder falschen Lagerbedingungen haben. Ein solcher Nährstoffmangel kann auch zu Stippe führen, die sowohl einen äußeren als auch einen inneren Schaden in Form von trockenen, verfärbten Stellen darstellt.

Parasitäre Verluste werden bei Äpfeln vor allem durch Schimmelpilze verursacht wie z. B. *Gloeosporium*, der zu den größten Verlusten im ökologischen Apfelanbau führt. Dieser Pilz befällt die Äpfel direkt am Baum, entwickelt sein Schadbild aber erst im Laufe der Lagerung. Ein weiteres Beispiel für Schadpilze sind *Penicillium*-Arten, unter denen sich auch Mykotoxinbildner befinden können, die über Verletzungen und Risse während der Lagerung in die Früchte eindringen können.

Versuche des MRI mit der Apfelsorte ‚Kanzi‘¹² zeigten nach 6–8 Monaten Lagerung bei 1°C ca. 45 % parasitäre bzw. physiologische Verluste ohne Berücksichtigung von Vermarktungsnormen.

Erste Angaben zu Verlusten bei der Apfellagerung werden von Lagerbetreibern mit 2–3 % während der Lagerung und nochmals 2–8 % bei der Sortierung nach der Auslagerung be-

¹² Es wurden 240 Früchte untersucht.

ziffert. Dies ist u. a. von der Vorsortierung der anliefernden Anbauer abhängig, da die Qualität der Äpfel, die durch pflanzenbauliche Maßnahmen erzielt wird, für die Verlustreduzierung während der Langzeitlagerung mit ausschlaggebend ist. Die Menge an Äpfeln, die wirklich nicht mehr nutzbar ist und z. B. als organische Masse auf Äckern untergepflügt wird, liegt bei ca. 5 % (Information der Marktgemeinschaft Bodenseeobst).

Größere Ausfälle von bis zu 90 % nach reiner Kaltlagerung und 40 % nach Lagerung unter kontrollierter Atmosphäre können bei ökologisch produzierten Äpfeln beobachtet werden, da hier Lagerspritzungen mit chemisch-synthetischen Mitteln nicht zulässig sind. Dies lässt sich durch eine Heißwasserbehandlung (siehe 4.2) direkt nach der Ernte auf 2–5 % reduzieren, unabhängig von der Lagervariante (SCHIRMER ET AL. 2003; TRIERWEILER ET AL. 2003; SCHIRMER ET AL. 2004; TRIERWEILER ET AL. 2005; KULLING ET AL. 2011). Zu berücksichtigen ist, dass sich die zuvor genannten Zahlen auf den Labormaßstab beziehen und dadurch möglicherweise im Vergleich zu Praxiszahlen recht hoch ausfallen.

Bei einer reinen Kaltlagerung ist mit höheren parasitären Verlusten durch Schimmelpilze zu rechnen als bei einer Lagerung unter kontrollierter Atmosphäre mit geringem Sauerstoffgehalt (ca. 1 %) und erhöhter Kohlendioxidkonzentration (ca. 3 %), da unter diesen Bedingungen die Entwicklung der Schadpilze zusätzlich zur niedrigen Temperatur nochmals verlangsamt wird.

Nach Beendigung der Bedingungen der kontrollierten Atmosphäre sollten die Äpfel bis zur Vermarktung weiterhin kalt gelagert werden, um ihre Qualität zu erhalten.

Die Höhe der parasitären Verluste von ca. 2 % ist auch von der Apfelsorte abhängig. So sind z. B. die Sorten ‚Topaz‘ und ‚Pinova‘ recht empfindlich gegenüber dem Schadpilz *Gloeosporium*. Dagegen zeigen die Sorten ‚Braeburn‘ und ‚Elstar‘ hohe Empfindlichkeit für Fruchtfleischverbräunungen bei falscher Lagerung unter kontrollierter Atmosphäre (STROOP 1995).

4.3 Hochrechnung der Verluste für Deutschland

Ausgangsbasis der Hochrechnung für Lebensmittelverluste bei Äpfeln bilden die Daten zur Apfelernte im Jahr 2011. Danach wurden 898.000 Tonnen Äpfel geerntet, die Anbaufläche betrug 31.608 Hektar (AMI 2012d, S. 13f.). Grundannahme ist, dass 90 % der genannten Erntemenge eingelagert wird, womit der obere Wert der vorliegenden Schätzung aus der Praxis herangezogen wird (die berechneten Verluste fallen dadurch tendenziell höher aus als bei einem Lageranteil von 80 %).

Wie in Abschnitt 4.1 aufgezeigt, spielt die Art der Lagerung eine Rolle für die entstehenden Verluste. Bei der Verlustabschätzung wird daher zwischen Kaltlagern und Lagern mit kontrollierter Atmosphäre (CA-Lager) differenziert. Die insgesamt eingelagerte Menge wird nach dem Grad der geschätzten Verbreitung der genannten Lagertypen in Deutschland aufgeteilt. Auf die in den beiden Lagertypen eingelagerten Mengen werden die entstehenden Masseverluste und die parasitär bedingten Verluste bezogen.

Aufgrund der vorliegenden, insgesamt unbefriedigenden Datenlage wurde eine Festlegung der anzusetzenden Lebensmittelverluste getroffen. Die Verluste wurden eher konservativ gewählt; den von größeren, professionellen Erzeugerorganisationen genannten Daten wurde ein relativ großes Gewicht beigemessen. In die Abwägung der qualitativen Unterschiede zwischen den Lagertypen gingen auch die aus Versuchen am MRI vorliegenden Erfahrungen ein. Das Ergebnis ist in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Schätzung der Verluste bei Äpfeln

Verlustabschätzung Äpfel	Einheit	Wert	Wert
Geerntete Apfelmenge in 2011	t		898.000
Eingelagerte Menge (90 %)	t		808.200
		Kaltlager	CA-Lager
Lagerstruktur	%	33	66
Gelagerte Menge	t	266.706	533.412
Masseverluste	%	7	5
Masseverluste	t	18.669	26.671
Parasitär bedingter Verderb	%	8	6
Parasitär bedingter Verderb	t	21.336	32.005
Verluste insgesamt	t	40.006	58.675
Summe Verluste	t	98.681	
Anteil Verluste an der Erntemenge	%		11

Quelle: Eigene Berechnung TI und MRI; Erntemenge nach AMI 2012d .

Bezogen auf die Erntemenge ergibt sich ein Verlust an Äpfeln in Höhe von 11 %. Wie die Tabelle zeigt, wäre eine Reduzierung der Verluste durch eine noch stärkere Nutzung von CA-Lagern theoretisch denkbar. Da diese Lagertechnik jedoch sehr energieaufwändig und kostenintensiv ist, stellt sich die Frage nach einem angemessenen Kosten-Nutzenverhältnis. Letzteres ist unter anderem von den realisierbaren Erzeugerpreisen ab-

hängig. Denkbar wäre auch eine Kombination von physikalischen Nacherntebehandlungen, z.B. der Heißwasserbehandlung, mit einer Lagerung unter kontrollierter Atmosphäre, wodurch eine weitere Reduzierung der Verluste bei Äpfeln möglich wäre.

5 LEBENSMITTELVERLUSTE BEI SPEISEMÖHREN (MRI, TI)

Zur Ermittlung der Lebensmittelverluste bei Möhren werden zunächst die Marktanforderungen, die gängigen Verfahren des Produktions- und Vermarktungsprozesses sowie die dabei auftretenden Verluste und deren Ursachen beschrieben. Im Gegensatz zu Äpfeln liegen im MRI keine eigenen Untersuchungen bezüglich der Verlusten bei Möhren vor. Die im Abschnitt „Vorliegende Daten zu Lebensmittelverlusten bei Möhren“ aufgeführten Daten wurden vom DLR (Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum) Neustadt, Außenstelle Schifferstadt, bezogen. Sie wurden um Telefonate mit den Erzeuger- und Handelsorganisationen Hans Brocker KG und Axel Meyer Gemüsebau sowie eine in der Bearbeitungszeit leistbare Internetrecherche ergänzt. Des Weiteren wurde die EU-Studie „Marketing standards in the fruit and vegetable sector“ (AND INTERNATIONAL 2010) herangezogen.

Darauf basierend wurden von den Bearbeitern des Produktes gemeinsam die für die deutschlandweite Hochrechnung zu berücksichtigenden Verfahren und dabei anzusetzenden Verluste festgelegt.

5.1 Produktions- und Vermarktungsprozesse

5.1.1 Marktanforderungen und Vermarktungswege

Speisemöhren werden für den Frischmarkt (Bundware mit Kraut, Waschmöhren) und als Industrieware angebaut. Je nach Verwendungszweck werden unterschiedliche Sorten eingesetzt (LFL 2005, S. 72). Diesbezügliche Daten zu Anbauumfang und Erntemengen existieren nicht, es liegen ausschließlich Daten zu Möhrenernte und -anbau in Deutschland insgesamt vor (AMI 2012c).

Im Gegensatz zu Äpfeln bestehen für Möhren keine produktspezifischen Vermarktungsnormen der EU. Es müssen die allgemeinen Vermarktungsnormen der EU für frisches Obst und Gemüse eingehalten werden. Danach müssen die Produkte in einwandfreiem Zustand, unverfälscht und von vermarktbarer Qualität sein. Zudem muss die Angabe des Herkunftslandes erfolgen. Für Produkte ohne spezielle Vermarktungsnormen, also auch Möhren, können freiwillig Normen der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE) einschließlich der entsprechenden Klassenkennzeichnung freiwillig und auf privatrechtlicher Basis angewandt werden. UNECE-Normen sind internationale Empfehlungen und stellen keine gesetzliche Handelsklasse dar (MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LÄNDLICHEN RAUM BADEN-WÜRTTEMBERG 2009; BLE, 2012). Darüber hinaus entscheiden

auch hier die speziellen Wünsche des Einzelhandels darüber, welche Qualitäten als Frischware in die Regale des Handels gelangen.

Für Speisemöhren, die nicht auf dem Frischmarkt abgesetzt werden können, werden in der Regel seitens der Erzeuger bzw. deren Organisationen alternative Absatzwege in der Verarbeitungsindustrie gesucht. Laut Aussage der Hans Brocker KG gehen nicht als Frischmarktware vermarktete Möhren zum größten Teil in die Saftherstellung oder in andere Verarbeitungszweige, zu denen auch Tierfutterhersteller gehören. Weitere Abnehmer sind Spezialbetriebe, die beispielsweise Carotinoide herstellen. Was dort nicht abgesetzt werden kann, geht in die Vermarktung an Pferdehalter und zuletzt auch an landwirtschaftliche Nutztierhalter. Über die Anteile der Erntemenge, die in die genannten Absatzkanäle fließt, liegen keine bundesweiten Daten vor.¹³

Die an die Industrie und als Tierfutter abgesetzten Mengen gelten nicht als Lebensmittelverluste im Sinne dieser Studie. Auch hier ist der Anteil an Möhren an der Erntemenge zu bestimmen, der weder einer Verwertung durch Mensch noch Tier zugeführt wird.

5.1.2 Pflanzenbauliche Maßnahmen zur Erzielung marktgängiger Qualitäten und zur Vermeidung von Lebensmittelverlusten

Generell sind Wachstumseinflüsse wie z. B. Bewässerung im Speisemöhrenanbau schwer zu regulieren. So können bei nicht vorhandener Bewässerung bei Trockenheit hohe Auf-
laufverluste¹⁴ entstehen. Des Weiteren hat z. B. die Unterbodenverdichtung einen starken Einfluss auf die Rübenkopfform. Auch eine Ausbildung von verzweigten gabelförmigen Möhren, die durch Pflanzenrückstände von Vorkulturen entstehen, ist gemäß den Mindesteigenschaften des UNECE Standards nicht zulässig und somit sind solche Speisemöhren nicht vermarktungsfähig. Um Verluste dieser Art auszugleichen, werden circa 10 % mehr Speisemöhren angebaut als möglicherweise vermarktet werden können.

Eine Studie von ALPERS (2004) zur verlustarmen Langzeitlagerung von ökologisch erzeugten Möhren führt 16 Aspekte auf, die nach gängigem Stand des Wissens für eine möglichst verlustarme Lagerung beachtet werden sollten (ALPERS 2004, S. 4f.). Dazu gehören u. a. die Sortenwahl, gesundes Saatgut, eine ausgewogene Nährstoffversorgung und entspre-

¹³ In Bayern werden fast 50 % der Erntemenge als Waschmöhren vermarktet; circa 35 % der verkaufsfähigen Ware verkaufen die Feldgemüseanbauern direkt, überwiegend auf Wochenmärkten. Der Rest wird vor allem in Oberbayern als Futtermöhren für Pferde abgesetzt. Bayern hatte 2004 einen Anteil von 7,5 Prozent an der deutschen Möhrenerntemenge (LfL 2006).

¹⁴ Verluste aufgrund schlechter Keimfähigkeit des Saatgutes oder aufgrund von Krankheiten, die durch Schimmelpilze oder Bakterien hervorgerufen werden sowie aufgrund von Fraßschäden durch Schnecken oder Wurzel nematoden.

chende Hygienemaßnahmen bei Erntemaschinen sowie Lagerbehältnissen und -räumen. Zur Vermeidung von Botrytisbefall sollten Untergrößen vor der Lagerung aussortiert werden. Von BÖTTCHER (2006) werden die sofortige Abtrennung von losen Beimengungen (möglichst weniger als 5 % Gesamtbesatz und weniger als 3 % Feinerdeanteil) sowie eine schnelle Abkühlung des Ernteguts genannt.

5.1.3 Lagerung von Möhren

Möhren werden so lange wie möglich (Mitte Dezember bzw. bis vor Weihnachten) direkt ab Feld aufbereitet, verpackt und verkauft (Persönliche Mitteilung Hans Brocker KG und Axel Meyer Gemüsebau). Der Anteil der Möhrenerntemenge, der eingelagert wird, dürfte im Durchschnitt weit weniger als 50 % betragen. Nach Auskunft der AMI (persönliche Mitteilung 13.07.2012) betragen die Lagervorräte an Möhren zum 01.12.2011 rund 120.000 Tonnen, was lediglich 23 % der für 2011 angegebenen Erntemenge von 534.000 Tonnen entspricht. Die Lagerdauer beträgt etwa sechs bis sieben Monate.

Die Lagerung von Möhren erfolgt nach vorliegenden Angaben nahezu vollständig in maschinengekühlten Kaltlagern. Dort werden die Möhren im Idealfall bei einer Temperatur von 0,5°C und einer relativen Luftfeuchte von 98 % aufbewahrt. Eine Lagerung unter kontrollierten Bedingungen hat sich bislang nicht bewährt, sie führt eher zu höheren Fäulnisverlusten (BÖTTCHER 2006). Eine Lagerung in Erdmieten dürfte lediglich (noch) bei Kleinsterzeugern stattfinden, da hier der Einsatz von Maschinen bei der Ein- und Auslagerung schwierig ist.

Laut BÖTTCHER (2006) erfolgt im Vorfeld der Einlagerung eine manuelle Grobselektion zur Aussonderung ungeeigneter und stark beschädigter Einzelmöhren.

Während der Lagerung treten bei den Möhren - je nach Lagerbedingungen - unterschiedlich hohe Masseverluste auf; darüber hinaus können parasitär bedingte Lagerverluste entstehen.

5.1.4 Sortierung und Verpackung für den Verkauf

Entsprechend der Marktnachfrage werden die Möhren ausgelagert und für den Verkauf gewaschen, sortiert und abgepackt. Die Sortierung der Waschmöhren erfolgt gemäß den allgemeinen Vermarktungsnormen bzw. nach den Handelsklassen des UNECE Standards, wenn dessen Deklaration vom Kunden gewünscht ist.

Zwischenfazit Lebensmittelverluste bei Möhren

- Die Vermarktungsnormen und Anforderungen der (Einzel-) Handelspartner sind entscheidend dafür, welcher Anteil der Erntemenge als Frischware in den Einzelhandel gelangt.
- Nicht als Frischware vermarktbar Möhren werden so weit wie möglich als Industrieware oder als Tierfutter abgesetzt, um die Erlössituation zu verbessern.
- Lebensmittelverluste bei Möhren im Sinne der für diesen Bericht gültigen Definition kommen in der Regel vor allem aufgrund von Verderbnis während der Lagerung zustande.

5.2 Vorliegende Daten zu Lebensmittelverlusten bei Möhren

Masseverluste

Selbst unter optimalen Lagerbedingungen kann es aufgrund und Atmung zu Masseverlusten kommen. Während einer bei nicht optimalen Temperatur- und Luftfeuchtebedingungen durchgeführten Lagerung ist von einem Gewichtsverlust von 1–2 % pro Monat auszugehen. Unter optimalen Lagerbedingungen bei 0–1°C und mindestens 95 % relativer Luftfeuchte ist eine Lagerung der Speisemöhren bis zu 6–7 Monate ohne Qualitätsverluste möglich.

Mechanische Beschädigungen

Die mechanischen Beschädigungen sind unter anderem abhängig von der Erntetechnik. Bei Speisemöhren können aufgrund gebrochener Möhren oder Übergrößen circa 10 % Verlust entstehen (persönliche Mitteilung DLR Neustadt). Nach Aussage der kontaktierten Praxisbetriebe liegen die Ernteverluste sogar bei lediglich 2 bzw. unter 1 % der Erntemenge.

Eine weitere Ursache sind nicht optimal arbeitende Aufarbeitungsanlagen wie z.B. Wasch- und Sortieranlagen. Die Verluste belaufen sich hier auf 1-2 %.

Parasitäre Verluste

Es wird mit circa 1,4 % parasitärem Verlust/Monat gerechnet. Somit ist die Verlustrate ähnlich der bei Äpfeln während einer Lagerdauer von acht Monaten mit circa 4–10 % anzusetzen.

In der eingangs dieses Kapitels genannten EU-Studie wird für Speisemöhren in Deutschland eine Verlustrate von 15 % angegeben. Allerdings sind darin Mengen enthalten, die in die Tierfütterung gehen. Die Verlustrate reduziert sich deutlich auf circa 2 %, wenn die verfütterten Mengen herausgerechnet werden. Dies entspricht dem Bereich, der auch von

den befragten Praktikern als Verlust in Bezug auf deren gesamte Erntemengen angenommen wird.

5.3 Hochrechnung der Verluste für Deutschland

Ausgangsbasis der Hochrechnung für Lebensmittelverluste bei Möhren bilden die Daten zur Möhrenernte im Jahr 2011. Danach wurden 534.000 Tonnen Möhren geerntet, die Anbaufläche betrug 9.683 Hektar (AMI 2012c, S. 16). Grundannahme ist, dass 30 % der genannten Erntemenge für sechs Monate eingelagert werden.

Wie in Abschnitt 5.2 beschrieben, sind bei einer nicht ganz optimalen Lagerung Masseverluste von 1–2 % pro Monat zu verzeichnen. Es wird unterstellt, dass die Hälfte der Möhren bei optimalen Bedingungen lagert (dies dürfte insbesondere bei größeren Partien der Fall sein) und die Annahme von durchschnittlich 1 % Masseverlust pro Monat auf die insgesamt gelagerte Menge zu rechtfertigen ist. Bei einer Lagerdauer von sechs Monaten wäre dies insgesamt ein Verlust von 6 %. Des Weiteren werden 1,4 % Verlust der Lagermenge aufgrund von parasitären Verlusten während der Lagerung angesetzt (bei 6 Monaten Lagerdauer insgesamt 8 %). Verluste aufgrund mechanischer Beschädigungen werden nicht berücksichtigt, da unterstellt wird, dass diese Möhren noch in der Verarbeitungsschiene abgesetzt werden können.

Tabelle 8: Schätzung der Verluste bei Möhren

Position	Einheit	Wert
Geerntete Möhrenmenge in 2011	t	534.000
Anteil Lagermenge an der Erntemenge (30 %)	t	160.200
Lagerdauer 6 Monate		
Masseverluste	%	6
Masseverluste	t	9.612
Parasitär bedingter Verderb	%	8
Parasitär bedingter Verderb	t	12.816
Verluste insgesamt	t	22.428
Anteil Verluste an der Erntemenge	%	4,2

Quelle: Eigene Berechnung TI und MRI; Erntemenge nach AMI 2012c.

Bezogen auf die Erntemenge ergibt sich ein Verlust an Möhren in Höhe von 4,2 %.

Die Verlustrate kann z.B. durch eine Optimierung von Erntemaschinen für eine schonendere Ernte oder durch eine optimierte Temperatur- und Luftfeuchteregulierung der Lagerräume reduziert werden.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Der vorliegende Zwischenbericht wurde mit dem Ziel abgefasst, die Lebensmittelverluste in der landwirtschaftlichen Urproduktion abzuschätzen. Dazu wurde mit dem BMELV vereinbart, die Verlustraten für die gängigen Nachernteverfahren zu bestimmen und anhand der Verbreitung auf Deutschland hochzurechnen. Da die mit dieser Methode verbundenen Anforderungen an die Datenbasis unbekannt waren, sollte diese Untersuchung zunächst für vier Beispielprodukte durchgeführt werden. Dazu wurde aus den pflanzlichen Produkten je eine Druschfrucht, eine Hackfrucht, eine Obstsorte und eine Gemüsesorte ausgewählt und zwar: Weizen, Kartoffeln, Äpfel und Speisemöhren.

Desweiteren sollten die Ergebnisse dieses Berichts an die Ergebnisse der Stuttgarter Studie (KRANERT ET AL. 2012) anknüpfen. In dieser sind die Lebensmittelverluste von der Ernährungsindustrie bis zum Verbraucher abgeschätzt worden. Hier stellt sich die Übernahme der dort verwendeten Definition von Lebensmittelabfall für die Anwendung auf die Landwirtschaft als ungeeignet heraus. Beispielsweise wird Getreide nicht nur zu Nahrungszwecken, sondern auch als Futtermittel oder als Rohstoff für die Biogasanlage oder zu industriellen Zwecken produziert. Die jeweilige Verwendung kann zwar geplant werden, aber letztlich entscheidet die tatsächliche Qualität beziehungsweise das Nichterreichen von bestimmten Qualitäten über die Verwendung des agrarischen Rohstoffs. Qualitative Verluste sind zwar in den meisten Fällen mit einem ökonomischen Verlust verbunden, bedeuten aber keine quantitativen Ressourcenverluste solange eine alternative Verwendungsmöglichkeit besteht. Zudem können Verluste durch Qualitätseinbußen witterungsbedingt auftreten und liegen damit nicht im Verantwortungsbereich der Erzeuger.

Fazit 1: Vor diesem Hintergrund wird in diesem Bericht nur dann von einem Verlust ausgegangen, wenn das Agrarprodukt keiner alternativen Verwendung zugeführt werden kann. Bei Weizen und Kartoffeln wurde eine energetische Verwertung als Verwendungsalternative berücksichtigt, bei Obst und Gemüse nicht. Da für die betrachteten Produkte in der Regel alternative Verwendungsmöglichkeiten bestehen, beschränkt sich die Untersuchung auf die Ermittlung von Lagerverlusten.

Im Vorgang zu den Lagerverlustberechnungen wurden die Vermarktungsprozesse, Lagerverlustursachen und die vorliegenden Daten zu den Verlusten aus Literatur und Praxis beschrieben. Darauf aufbauend erfolgte eine vereinfachte Hochrechnung für die Lagerverluste.

te in Deutschland. Im Detail wurden für die vier Beispielprodukte folgende Nachernteverluste geschätzt:

- Weizen 3,3 % der Erntemenge: Das entspricht mengenmäßig im Durchschnitt der drei letzten Wirtschaftsjahre 820 Tsd. Tonnen. Die Vergleichsrechnung zeigt, dass durch verbesserte Lagertechniken auf landwirtschaftlichen Betrieben diese Verluste um lediglich 5-6 % reduziert werden könnten.
- Kartoffeln 5 % der Erntemenge: Das entspricht mengenmäßig im Durchschnitt der drei letzten Wirtschaftsjahre 537 Tsd. Tonnen. In Anbetracht der vorliegenden Daten werden die Verluste bei den Kartoffeln eher unterschätzt.
- Tafeläpfel 11 % der Erntemenge: Das entspricht im Wirtschaftsjahre 2010/11 mengenmäßig 98 Tsd. Tonnen.
- Speisemöhren 4,2 %: Das entspricht im Wirtschaftsjahre 2010/11 mengenmäßig 22 Tsd. Tonnen.

Fazit 2: Die Berechnungen zeigen, dass die Lagerhaltungsverluste begrenzt sind und im Wesentlichen auf Schädlinge, Krankheiten und Atmungsverluste zurückzuführen sind.

Zur Qualität der Ergebnisse ist anzumerken, dass die Ausgangsdaten für diese Berechnungen in der Mehrzahl nicht auf repräsentativen Erhebungen durch statistische Ämter oder wissenschaftlichen Untersuchungen beruhen. Die Verlustraten wurden durch nicht repräsentative Gespräche mit Praktikern und Fachverbänden ergänzt. Teilweise mussten sehr vereinfachende Annahmen getroffen werden. Die Ergebnisse stellen daher eine Abschätzung der tatsächlichen Verluste in Deutschland dar, die eine Vorstellung über das tatsächliche Ausmaß vermittelt.

Fazit 3: In der Ressortforschung liegen Ergebnisse zu Lagerhaltungsverlusten in begrenztem Umfang vor. Das Ausmaß der Erkenntnisse unterscheidet sich je nach Produkt. Die wissenschaftlichen Untersuchungen beschäftigen sich mit besonderen Aspekten der Lagerhaltung. Der vorliegende Bericht zeigt, dass allein mit diesen Daten keine verlässliche Abschätzung der Lagerhaltungsverluste für Deutschland vorgenommen werden kann.

Je nach Jahr, Witterungsbedingungen und Ernte können die Verluste erheblich schwanken, da jeweils ein anderer Schädlings- und Krankheitsdruck vorliegen kann beziehungsweise

die Qualität der geernteten Produkte unterschiedlich ist. Ihre Lagereignung ist durch natürliche Bedingungen Schwankungen unterlegen.

Fazit 4: Die ermittelten Nachernteverluste sind überwiegend nicht vermeidbar. Durch bessere Lagertechnologien und –organisation können diese unter Umständen in sehr begrenztem Umfang reduziert werden. Dies wurde am Beispiel Weizen verdeutlicht. Dabei wurde allerdings nicht die entscheidende Frage berücksichtigt, ob eine Investition in neue Lagerhaltungssysteme vom einzelbetrieblichen Standpunkt aus wirtschaftlich rentabel und sinnvoll ist.

In diesem Bericht wurde versucht, die Verluste in der Landwirtschaft über eine produktweise Betrachtung abzuschätzen. Es zeigt sich, dass dieses Vorgehen recht aufwändig ist. Zudem sind mit den ermittelten Verlusten in der Landwirtschaft nicht notwendigerweise vermeidbare Verluste verbunden. Auch vom ökonomischen Standpunkt aus sollten Unternehmer ein Interesse daran haben, Kosten zu vermeiden, und damit auch mengenmäßige Verluste zu minimieren. Generell kann davon ausgegangen werden, dass Landwirte, Erfassungshandel und Erzeugerorganisationen versuchen, ihre Erzeugnisse bestmöglich zu verwerten.

7 AUSWERTUNG DES PILOTPROJEKTES - AUSBLICK

Die Recherchen für diesen Bericht haben gezeigt, dass für eine einzelproduktbezogene Abschätzung der Verluste in der Urproduktion die vorhandenen Daten aus Statistiken und Forschung nicht ausreichen. Diese mussten durch Einzelgespräche mit Praktikern und Fachverbänden ergänzt werden. Ein solches Vorgehen war bereits für die vier gewählten Beispielprodukte sehr aufwändig und führte dennoch nicht zu abgesicherten Ergebnissen. Zudem wurden in der vorliegenden Untersuchung bestimmte Verlustarten, wie beispielsweise das Unterpflügen aufgrund von Qualitätsmängeln, nicht erfasst. Dies war nicht möglich, da keine geeigneten Daten vorlagen.

Zur Schließung bestehender Datenlücken und zur Erzielung abgesicherter Ergebnisse wäre eine repräsentative Befragung erforderlich gewesen, die innerhalb des vorgegebenen Zeitrahmens jedoch nicht realisiert werden konnte. Zudem hat die Studie von KRANERT et al. (2012) gezeigt, dass die Bereitschaft zur Teilnahme an einer solchen Erhebung, zumindest auf Ebene der Ernährungsindustrie, eher gering ist. Die Rücklaufquote lag bei lediglich 4 %. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob die Durchführung einer repräsentativen Erhebung auf der Ebene landwirtschaftlicher Betriebe mit dem damit verbundenen zeitlichen und finanziellen Aufwand zielführend ist.

Eine alternative Möglichkeit zur Abschätzung der Lebensmittelverluste ist die Verwendung der Verlustraten, die von der BLE zur Erstellung produktspezifischer Versorgungsbilanzen eingesetzt werden. Dabei handelt es sich jedoch um Schätzwerte, die in der Regel keine wissenschaftliche Fundierung aufweisen, so dass bei einer Anwendung dieser Methodik keine repräsentativen Ergebnisse ermittelt werden können. Vielmehr handelt es sich um eine grobe Schätzung mit geringem Aufwand, wobei auch nicht immer eindeutig ist, welche Verlustarten in den fixen Koeffizienten der Versorgungsbilanzen berücksichtigt sind. Dieses Verfahren wurde beispielsweise von GÖBEL ET AL. (2012) angewandt.

Als dritte Möglichkeit könnte das in diesem Bericht angewendete Verfahren (produktbezogene Ermittlung von Verlustraten mithilfe vorhandener Forschungsergebnisse und ergänzend geführter Expertengespräche) auf weitere Produktgruppen ausgeweitet werden. Für relativ homogene Produktgruppen wie Getreide ist dies mit wenig Aufwand verbunden, für relativ heterogene Produktgruppen wie Obst oder Gemüse nur mit sehr hohem Aufwand umsetzbar. Die Vorteile dieses Verfahrens liegen im Vergleich zur repräsentativen Befragung in einem geringeren Aufwand, die Nachteile in mangelnder Repräsentativität und der

Nichtberücksichtigung von Vorernteverlusten. Die Herausforderungen für die Verlustabschätzungen bei den tierischen Produkten mithilfe des hier gewählten Ansatzes für pflanzliche Produkte sind zum jetzigen Zeitpunkt nicht abzuschätzen.

Welche der genannten methodischen Alternativen zur Anwendung kommt, ist letztlich von der angestrebten Qualität der Ergebnisse und den zeitlichen Rahmenbedingungen abhängig.

Die Betrachtung der vier pflanzlichen Beispielprodukte hat jedoch bereits jetzt gezeigt, dass Lebensmittelverluste in der pflanzlichen Urproduktion mengenmäßig eine geringe Bedeutung haben. Methodisch aufwändigere Untersuchungen würden zu belastbareren Ergebnissen führen, an dieser Kernaussage jedoch wenig ändern.

Zu den Verlusten in der tierischen Urproduktion liegen bisher keine Erkenntnisse vor. Daher sollten diese zunächst quantifiziert werden, bevor eine Hochrechnung für die gesamte Urproduktion vorgenommen wird. Da lebende Tiere keine Lebensmittel darstellen, entstehen bei der Erzeugung von Fleisch in der Urproduktion keine Lebensmittelverluste. Eine Betrachtung von Lebensmittelverlusten in der tierischen Erzeugung beschränkt sich daher im Wesentlichen auf die Produkte Eier und Milch.

LITERATURVERZEICHNIS

- AFC CONSULTANTS INTERNATIONAL GMBH (2005): Warenstromanalyse Obst, Gemüse und Kartoffeln. Bonn.
- ALPERS, G. (2004): Qualitätssicherung bei der Langzeitlagerung ökologisch erzeugter Möhren – Abschätzung des Verderbs während der Lagerung. Online: <http://orgprints.org/5638>, 12.07.2012.
- AMI (AGRARMARKT INFORMATIONS-GESELLSCHAFT) (2011a): Markt Bilanz Kartoffeln 2011. Bonn.
- AMI (AGRARMARKT INFORMATIONS-GESELLSCHAFT) (2012b): Markt Bilanz Getreide, Ölsaaten, Futtermittel 2012. Bonn.
- AMI (AGRARMARKT INFORMATIONS-GESELLSCHAFT) (2012c): Markt Bilanz Gemüse 2012. Bonn.
- AMI (AGRARMARKT INFORMATIONS-GESELLSCHAFT) (2012d): Markt Bilanz Obst 2012. Bonn.
- AND INTERNATIONAL (2010): Normes de commercialisation dans le secteur des fruits et legumes. Paris. Online: http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/fruitveg-markets/fulltext_fr.pdf, 06.07.2012.
- BERNER, A.; BÖHM, H.; BUCHECKER, K.; DIERAUER, H.; DRESOW, J. F.; DREYER, W., FINCKH, M.; FUCHS, A.; KEIL, S.; KEISER, A.; KÜHNE, S.; LANDZETTEL, C.; MAHNKE-PLESKER, S.; SIX, S.; SPEISER, B.; TAMM, L.; VÖLKEL, G. (2010): Biokartoffeln. Qualität mit jedem Anbauschnitt. Online: http://www.vti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Institute/OEL/downloads/Publikationen/566_OEL_Merkblatt_Kartoffeln.pdf, 17.07.2012.
- BLE (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG) (2010): Regionale Versorgungsbilanz Kartoffeln, Bonn. Online: http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/08_Service/07_Publikationen/Broschueren/VersorgungsbilanzKartoffeln.pdf?__blob=publicationFile, 17.07.2012.
- BLE (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG) (2012): Vermarktungsnormen. Bonn. Online: http://www.ble.de/DE/02_Kontrolle/01_Qualitaetskontrolle/02_Vermarktungsnormen/vermarktungsnormen_node.html;jsessionid=8E5AFAD8ED6E6BB118A03D1DE0536F2C.1_cid135, 12.07.2012.

- BMELV (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ) (2012a): Vorräte an Getreide und Kartoffeln in der Landwirtschaft, Online: <http://www.bmelv-statistik.de/>, 17.07.2012.
- BMELV (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ) (2012): Anbau, Ertrag und Ernte der Feldfrüchte, Online: <http://www.bmelv-statistik.de/>, 17.07.2012b.
- BÖTTCHER, H. (1996): Frischhaltung von Gemüse, Ulmer Verlag.
- DKHV (DEUTSCHER KARTOFFELHANDELSVERBAND) (2012a): RUCIP 2012. Online: http://www.europatat.eu/docs/2012/RUCIP_2012_DE.pdf, 17.07.2012.
- DKHV (DEUTSCHER KARTOFFELHANDELSVERBAND) (2012b): Berliner Vereinbarungen. Deutsche Kartoffelgeschäftsbedingungen - Berliner Vereinbarungen 1956 in der Fassung vom 9. Dezember 2010. Online: <http://www.berliner-vereinbarungen.de/>, 17.07.2012.
- FEIFFER, A. (2011): Dienstleister und Landwirt müssen sich einigen. Landpost 23/2011, S. 13-14.
- GÖBEL, A. UND FEIFFER, A. (O.J.): Mehr Leistung - mehr Bruch!? Homepage der Saatenunion: <http://archiv.saaten-union.de/index.cfm/article/3339.html>, 11.7.2012.
- GÖBEL, C., TEIDSCHIED, P., RITTER, G., BLUMENTHAL, A., FRIEDRICH, S., FRICK, T., GROSTOLLEN, L., MÖLLENBECK, C., ROTTSTEGGE, L., PFEIFFER, C., BAUMKÖTTER, D., WETTER, C., UEKÖTTER, B., BURDICK, B., LANGEN, N., LETTENMEIER, M., ROHN, H. (2012): Verringerung von Lebensmittelabfällen – Identifikation von Ursachen und Handlungsoptionen in Nordrhein-Westfalen (Studie für den Runden Tisch “Neue Wertschätzung von Lebensmitteln“ des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) ohne Ort.
- KRANERT, M., HAFNER, G., BARABOSZ, J., SCHULLER, H., LEVERENZ, D., KÖLBIG, A., SCHNEIDER, F., LEBERSORGER, S., SCHERHAUFER, S. (2012): Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland. Studie der Universität Stuttgart (gefördert vom BMELV) Stuttgart. Online: http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/WvL/Studie_Lebensmittelabfaelle_Langfassung.pdf?__blob=publicationFile, (15.6.2012)

- KTBL (KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT) (2011): Kartoffelproduktion. Betriebs- und arbeitswirtschaftliche Kalkulation. Darmstadt.
- KULLING, S.E., SCHIRMER, H., TRIERWEILER, B. (2011): Das geht nicht nur bei Äpfeln! Aktuelles zur Heißwasserbehandlung von Früchten als rückstandsfreie Maßnahme zur Pilzbekämpfung. *Obstbau* v. 36(9), p. 500-502.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NRW (2011): Keimhemmung in Kartoffeln. Ratgeber 2011, Online: <http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/pflanzenschutz/ackerbau/kartoffeln/keimhemmung-pdf.pdf>, 17.07.2012.
- LfL (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (2005): Feldgemüseanbau in Bayern – Ökonomik wichtiger Kulturen. LfL-Information, Freising-Weißenstephan.
- LfL (BAYRISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (2012): Agrarmärkte 2011/2012, München, Online: <http://www.lfl.bayern.de/iem/agrarmarktpolitik/436-81/index.php>, 17.07.2012.
- MATTHIAS (1996): Getreidelagerung auf dem landwirtschaftlichen Betrieb. In: *Getreide* 2 (1), 30-31.
- MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND DEN LÄNDLICHEN RAUM BADEN-WÜRTTEMBERG (2009): Neuregelung der EG-Vermarktungsnormen bei Obst und Gemüse. Online: <http://www.mlr.baden-wuerttemberg.de/mlr/allgemein/Neuregelung%20EG-Vermarktungsnormen.pdf>, 11.07.2012.
- MONIER, V., MUDGAL, S., ESCALON, V., O'CONNOR, C., GIBON, T., ANDERSON, G., MONToux, H., REISINGER, H., DOLLEY, P., OGILVIE, S., MORTON, G. (2010): Preparatory Study On Food Waste Across EU 27 - Final report. European Commission (DG ENV) Directorate C-Industry. Technical Report 2010-054.
- MÜNZING K., LINDHAUER M.G. (2005): Die Qualität der deutschen Weizenernte 2005. *Mühle + Mischfutter* 142, H2ft 20, 672-678.
- PETERS, R. (1999): Qualitätskartoffeln erzeugen – Beschädigungen vermeiden. Bonn.
- RUCH, V. (2012): Was die Getreidelagerung kostet. *Landwirtschaftlichen Wochenblatt Hessen Rheinland-Pfalz*, Heft 22, S. 15-18.
- SCHINDLER, M. (2005): Wird beim Getreide lagern noch Geld verdient? *dlz agrarmagazin*, Sonderheft 2, S. 6-9.

- SCHIRMER, H., GRÄF, V., TRIERWEILER, B. (2004): Heißwasserbehandlung zur Reduzierung der Gloeosporium-Fäule. Erste Ergebnisse und Erfahrungsbericht an ökologisch erzeugten 'Topaz'. *Obstbau* v. 29(9), p. 440-442.
- SCHIRMER, H., TRIERWEILER, B., GRÄF, V., HOFFMANN, N., TAUSCHER, B., SCHUCHMANN, H. P. (2003): Heißes Wasser hält Äpfel gesund. Die Heißwasserbehandlung: eine Methode zur Reduzierung der Gloeosporium-Fruchtfäule an ökologisch produzierten Äpfeln. *ForschungsReport* (no. 1), p. 27-29.
- SCHUMANN, P. (2005): *Aufbereitung, Lagerung und Vermarktung von Kartoffeln nach QS*, Bergen/Dumme.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2011): *Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Wachstum und Ernte. - Feldfrüchte -. Fachserie 3, Reihe 3.2.1*, Wiesbaden. Online: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ErnteFeldfruechte/FeldfruechteJahr2030321117164.pdf?__blob=publicationFile, 17.07.2012.
- STROOP, I. (1995): Lagerungsverhalten bei Braeburn. *Obstbau* 20(6), p. 284-288.
- TRIERWEILER, B., SCHIRMER, H., TAUSCHER, B. (2003): Hot water treatment to control Gloeosporium disease on apples during long-term storage. *Journal of Applied Botany - Angewandte Botanik* v. 77, p. 156-159.
- TRIERWEILER, B., SCHIRMER, H., TAUSCHER, B. (2005): Hot water treatment to control storage diseases on apples. 96th AOCs Annual Meeting & Expo. Abstracts p. 42.
- UN (UNITED NATIONS) (2011): *UNECE-Norm FFV-52 für die Vermarktung und Qualitätskontrolle von Speisefrü- und Speisekartoffeln*, New York/Genf. Online: <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/standard/fresh/FFV-Std/German/EarlyAndWarePotatoes.pdf>, 17.07.2012.
- VERORDNUNG über gesetzliche Handelsklassen für Speisekartoffeln. Online: <http://www.kennzeichnungsrecht.de/QualNormSpKart.pdf>, 17.07.2012.
- VSD (VERSUCHSSTATION DETHLINGEN) (2011): Ihre Kartoffel sucht ein neues Zuhause?, *Dethlinger Newsletter* 14/2011, Online: <http://www.vsd-dethlingen.de/newsletter/Newsletter1114.pdf>, 17.07.2012.
- VSD (VERSUCHSSTATION DETHLINGEN) (2012a): Lebensmittelverschwendung — auch bei Kartoffeln?, *Dethlinger Newsletter* 4/2012. Online: <http://www.vsd-dethlingen.de/newsletter/Newsletter1204.pdf>, 17.07.2012.

VSD (VERSUCHSSTATION DETHLINGEN) (2012b): Druck und Gegendruck sind gleich, *Dethlinger Newsletter 3/2012*. Online: <http://www.vsd-dethlingen.de/newsletter/Newsletter1203.pdf>, 17.07.2012.

VSD (VERSUCHSSTATION DETHLINGEN) (2012c): Einsatz von Ethylen gegenwärtig nicht zulässig, *Dethlinger Newsletter 7/2012*. Online: <http://www.vsd-dethlingen.de/newsletter/Newsletter1207.pdf>, 17.07.2012.