

VERWERTUNGSSTRATEGIE VON GEMÜSERESTSTOFFEN IM TIROLER KONTEXT

Endbericht

zum Projekt VerStraGem

August 2023

Projektleitung:

DI(FH) Benjamin Hupfaut
Nina Viktoria Schaaf, B.Eng. MSc

Autorinnen:

Pascale Rohrer, MSc
& Rosa Wagner BSc, MSc

Management Center Innsbruck – Internationale Hochschule GmbH
Department für Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik

Projektkonsortium:

Agrarmarketing Tirol GmbH
Abfall Tirol Mitte GmbH
Landwirtschaftskammer Tirol
Management Center Innsbruck – Internationale Hochschule GmbH
TIGAS-Erdgas Tirol GmbH
Verein der Tiroler Gemüsebauern
Wirtschaftskammer Tirol

INHALTE.

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG | 1 |
| 2 | ERHEBUNG DER GEMÜSERESTSTOFFMENGEN IN TIROL | 4 |
| 2.1 | Methodik | 4 |
| 2.1.1 | Mengenerhebung in der Primärproduktion durch Befragung von ausgewählten Referenzlandwirt:innen..... | 4 |
| 2.1.2 | Mengenerhebung in der Primärproduktion durch begleitende Feld- und Hofsortierungen | 10 |
| 2.1.3 | Ergänzende Teilerhebungen | 10 |
| 2.1.4 | Modellbildung des Gemüsereststoffaufkommens in Tirol | 11 |
| 2.2 | Ergebnisse und Diskussion | 14 |
| 2.2.1 | Erhobene Datengrundlage der Befragung auf kulturspezifischer Ebene..... | 14 |
| 2.2.2 | Erhobene Datengrundlage der begleitenden Feld- und Hofsortierungen | 18 |
| 2.2.3 | Verifizierung der Erntemengen aus der Tiroler Primärdatenerhebung | 24 |
| 2.2.4 | Modellbildung zum Gemüsereststoffaufkommen aus Tiroler Primärproduktion.... | 26 |
| 2.2.5 | Modellbildung für Tirol inkl. Importware | 28 |
| 2.2.6 | Modellbildung des genießbaren Anteils in Tirol | 30 |
| 2.2.7 | Modellbildung für Tirol inkl. Putzverluste von Gemüse am Feld und Hof..... | 33 |
| 2.2.8 | Modellbildung aus Befragung auf übergeordneter Ebene - Kubatur..... | 34 |
| 2.2.9 | Überblick der Szenarien und Ableitung der Verwertungsstrategie | 35 |
| 3 | VERWERTUNGSSTRATEGIE - DIREKTE VERWENDUNG ALS LEBENSMITTEL | 38 |
| 3.1 | Einleitung und theoretischer Hintergrund | 38 |
| 3.1.1 | Rechtliche Rahmenbedingungen..... | 38 |
| 3.1.2 | Ziel der Multi Stakeholder Akzeptanzanalyse | 38 |
| 3.1.3 | Theory of planned behaviour..... | 39 |
| 3.2 | Methode | 40 |
| 3.2.1 | Quantitativer Teil der Akzeptanzanalyse | 40 |
| 3.2.2 | Qualitativer Teil der Akzeptanzanalyse | 45 |
| 3.2.3 | Geplante Aktionen der Agrarmarketing Tirol zur Vermarktung und Bewusstseinsbildung..... | 47 |
| 3.3 | Ergebnisse und Diskussion | 48 |
| 3.3.1 | Ergebnisse der Quantitativen Akzeptanzanalyse: Endkonsument:innen..... | 48 |
| 3.3.2 | Ergebnisse der quantitativen Akzeptanzanalyse: Verarbeiter:innen | 55 |
| 3.3.3 | Ergebnisse der Qualitativen Akzeptanzanalyse: Landwirt:innen..... | 63 |
| 3.3.4 | Ergebnisse der Qualitativen Akzeptanzanalyse: Lebensmitteleinzelhandel | 74 |
| 3.3.5 | Schlussfolgerungen aus der Akzeptanzanalyse | 81 |
| 3.3.6 | Szenarien für die direkte Verwendung als Lebensmittel | 83 |
| 3.3.7 | Maßnahmenbündel der Agrarmarketing Tirol GmbH..... | 84 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 4 | VERWERTUNGSSTRATEGIE - STOFFLICHE VERWERTUNG..... | 87 |
| 4.1 | Methode..... | 87 |
| 4.1.1 | Planung einer gemeinschaftlichen Kompostierung von Gemüsereststoffen..... | 87 |
| 4.1.2 | Auswahl relevanter Mietenparameter für die Anwendung in der Landwirtschaft .. | 87 |
| 4.1.3 | Modellierung der stofflichen Verwertungsszenarien | 91 |
| 4.2 | Ergebnisse und Diskussion..... | 92 |
| 4.2.1 | Pilotversuch zur Kompostierung von Gemüsereststoffen in Hall in Tirol | 92 |
| 4.2.2 | Berechnung relevanter Mietenparameter | 96 |
| 4.2.3 | Modellierte Szenarien für die stoffliche Verwertung..... | 99 |
| 5 | VERWERTUNGSSTRATEGIE - ENERGETISCHE VERWERTUNG..... | 104 |
| 5.1 | Methode..... | 104 |
| 5.1.1 | Bestimmung des Biomethan-Potentials mittels Literaturrecherche | 104 |
| 5.1.2 | Bestimmung des Biomethan-Potentials mittels AMPTS-Versuchen..... | 104 |
| 5.1.3 | Bestimmung des Biomethan-Potentials aus OTS Gehalt und Versuchsdaten | 105 |
| 5.1.4 | Modellierung der energetischen Verwertungsszenarien | 106 |
| 5.1.5 | Modellierung der kaskadischen Verwertungsszenarien | 107 |
| 5.2 | Ergebnisse..... | 109 |
| 5.2.1 | Biomethanpotential der Tiroler Gemüsereststoffe auf kulturspezifischer Ebene .. | 109 |
| 5.2.2 | Biomethanpotential der Tiroler Gemüsereststoffe in Form der Szenarien | 112 |
| 5.2.3 | Modellierte Szenarien für die energetische Verwertung | 116 |
| 5.2.4 | Modellierte Szenarien für die kaskadische Verwertung..... | 120 |
| 5.3 | Diskussion..... | 127 |
| 5.3.1 | Vergleich der Verwertungspfade | 127 |
| 6 | ZUSAMMENFASSUNG | 128 |
| 7 | AUSBLICK UND EMPFEHLUNGEN | 138 |
| 8 | LITERATURVERZEICHNIS..... | 142 |
| 9 | ANHANG | 148 |

ABBILDUNGSVERZEICHNIS.

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Lebensmittelverluste in Europa entlang der Wertschöpfungskette (STREFOWA 2019) . 1 | |
| Abbildung 2: Skalierung der stichprobenartig erfassten Daten zur Schließung auf die Grundgesamtheit: Idealzustand vs. Variante 1,2,3 | 6 |
| Abbildung 3: Vorgehensweise Teilmengenerhebung – von der Grundgesamtheit zur Stichprobe | 7 |
| Abbildung 4: Prozessfließbild der Gemüse-Primärproduktion: Verlustediagramm | 9 |
| Abbildung 5: AMA Flächenauswertung 2020 von Feldgemüse: geographischer Überblick über Flächennutzung für Gemüseanbau (Agrarmarkt Austria 2020) | 14 |
| Abbildung 6: Versuchssetup einer repräsentativen Stichprobe der Erntebegleitung von Radieschen vor dem Erntevorgang (A) und gesammelt nach dem Erntevorgang (B) | 19 |
| Abbildung 7: Versuchssetup einer repräsentativen Stichprobe der Erntebegleitung von Kohlrabi nach dem Erntegang der marktfähigen Ware..... | 20 |
| Abbildung 8: Gemüsereststoffe Kohlrabi; A: Überblick der unsortierten Gemüsereststoffe, B: ungenießbarer Anteil Gemüsereststoffe C: genießbarer Anteil, nicht-marktkonforme Kohlrabi D: Putzverluste in Form von Blättern | 21 |
| Abbildung 9: Ernterückstände von Porree nach der maschinellen Ernte und einem Tag Rottedauer..... | 23 |
| Abbildung 10: grafische Darstellung der modellierten Szenarien und Subszenarien (1-3) zugrundeliegend der Primärdatenerhebung & Feldforschung..... | 35 |
| Abbildung 11: grafische Darstellung der modellierten Szenarien und Subszenarien (4A, 4B) zugrundeliegend der Kubatur-Erhebung von fünf Referenzlandwirt:innen..... | 36 |
| Abbildung 12: Vom Szenario zur Strategie - A: Hierarchie zur Nutzung der Lebensmittel bzw. Lebensmittelabfälle nach dem BMK (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität (BMK) 2021b, S. 10) B: Ableitung der Verwertungsstrategie zur genießbaren und ungenießbaren Fraktion an Gemüsereststoffen, zugrundeliegend der Hierarchie in Teil A. | 37 |
| Abbildung 13: Theory of planned behaviour (adaptiert nach Studienretter.de 2023) | 39 |
| Abbildung 14: Auszug aus der Endkonsument:innen Umfrage - Abfrage der Preiserwartung bei nicht-marktkonformen Kartoffeln bzw. Gemüsereststoffen..... | 42 |
| Abbildung 15: Beispiel Produktranking Umfrage Verarbeiter:innen..... | 44 |

| | |
|--|-----|
| Abbildung 16: Übersicht der strukturierten Textanalyse (adaptiert nach Kuckartz und Rädiker 2022) | 47 |
| Abbildung 17: Mittelwerte der abgefragten Variablen der Konsument:innen Umfrage nach Likert-Skala (1 = stimme überhaupt nicht zu; 5 = stimme voll und ganz zu) | 50 |
| Abbildung 18: Vergleich der Verhaltensabsicht vom Kauf von Gemüsereststoffen (A) mit der wahrgenommenen Warenverfügbarkeit der Gemüsereststoffe (B) mittels Likert-Skala von 1-5 | 50 |
| Abbildung 19: Preiserwartung, dargestellt als Mittelwert – Konsument:innen Umfrage | 52 |
| Abbildung 20: Preiserwartung genießbarer Gemüsereststoffe gemäß der Konsument:innen - Umfrage, dargestellt als Prozentwert zum Vergleichsprodukt – entsprechend Abschlag oder Aufschlag | 52 |
| Abbildung 21: Mittelwerte der abgefragten Variablen gemäß der Verarbeiter:innen-Umfrage nach Likert-Skala (1 = stimme überhaupt nicht zu; 5 = stimme voll und ganz zu) | 56 |
| Abbildung 22: erhobene Durchschnittspreise aus der Verarbeiter:innen Umfrage für ausgewählte Gemüsereststoffe (A-E). (A) Kartoffeln, (B) Radieschen, (C) Karotten, (D) Kohlrabi, (E) Zucchini | 59 |
| Abbildung 23: Cover Kinderbuch | 84 |
| Abbildung 24: Logo Charakterernte | 85 |
| Abbildung 25: Massenbilanz der Bioabfallkompostierung (Ottow & Bidlingmaier, 1997) (DI Florian Amlinger et al. 2005, S. 32) | 89 |
| Abbildung 26: Inputmaterialien der Kompostmiete: A: Stallmist B: Strukturmaterial der Stadt Hall C: Pflanzkohle D,E,F: Gemüsereststoffe | 92 |
| Abbildung 27: Kompostmietenaufbau im Jänner 2022: A: Kompostmietenaufbau mittel Radlader-Schaufel B: Anlieferung Gemüsereststoffe C: Kontrolle der geometrischen Dimensionen | 93 |
| Abbildung 28: Kompostwender im Einsatz am Pilotversuch in Hall; A: Frontalansicht B: Rückansicht | 94 |
| Abbildung 29: Rotteverlauf des Kompostiersversuchs in Hall: A: Wasserdampfbildung beim Wenden als Indiz für aktive Rottephase B: Ausbleibende Wasserdampfbildung und nasse Verhältnisse werden beobachtet C: Kompostmiete unmittelbar vor dem Abbau D: Beginn der Reifephase (unausgesiebt) | 95 |
| Abbildung 30: bereitgestelltes Strukturmaterial der Stadt Hall A: erzielte Qualität des Strukturmaterial durch Händisches Aussortieren der Fremdstoffteile B: beispielhafte Darstellung der aussortierten Fremdstoffe | 96 |
| Abbildung 31: Zusammenfassung der Gemüsereststoffszenarien | 129 |

| | |
|--|------------|
| Abbildung 32: Zusammenfassung der relevanten Mengen und angestrebten Nutzungspfade | 130 |
| Abbildung 33: Zusammenfassung der Akzeptanzanalyse zur direkten Verwendung als Lebensmittel | 132 |
| Abbildung 34: Zusammenfassung der stofflichen Verwertungsstrategie | 134 |
| Abbildung 35: Zusammenfassung der energetischen Verwertungsstrategie | 135 |
| Abbildung 36: Zusammenfassung der kaskadischen Verwertungsstrategie..... | 137 |

TABELLENVERZEICHNIS.

Tabelle 1: Überblick der Erntemengen von Gemüse und Kartoffeln in Tirol; grau dargestellt sind die Unterkategorien der Gemüsekulturen; adaptiert nach Statistik Austria 2021a, S. 94–99, 2021b, S. 905

Tabelle 2: Überblick der Betriebsgrößen..... 14

Tabelle 3: Ergebnisübersicht Gemüsereststoffanteil durch die Erntebegleitung von Radieschen, Reststoffanteil berechnet nach Formel (1) 19

Tabelle 4: Ergebnisübersicht der erhobenen Erntemengen, der Gemüsereststoffmengen sowie deren Einteilung hinsichtlich Genießbarkeit durch die Erntebegleitung von Kohlrabi, Reststoffanteil-on-top berechnet nach Formel (1) 22

Tabelle 5: Bestimmung der pflanzenanzahlbezogenen Ausbeute durch den Vergleich der gesetzten Pflanzen und der angewachsenen Pflanzen in Form von Stichproben vor der maschinellen Ernte. . 23

Tabelle 6: Vergleich der Flächen und Erntemengen in Tirol (eigene Darstellung, adaptiert nach Statistik Austria 2020d, S. 88, 2020e, S. 92–97, 2021a, S. 94–99, 2021b, S. 90.) 24

Tabelle 7: Vergleich der Ernteerhebungen der Statistik Austria Datengrundlage für Tirol von 2020 (abk. Tiroler Produktion) mit der Primärdatenerhebung der zwei größten Referenzlandwirte (abk. Ref LW 1, Ref LW 2) auf kulturspezifischer Ebene 25

Tabelle 8: Modellierter Gemüsereststoffmengen aus der Tiroler Primärproduktion gemäß der Primärdatenerhebung im Tiroler Gemüsebau, adaptierter Referenzliteratur sowie Feldforschung im Tiroler Kontext..... 27

Tabelle 9: Versorgungsbilanz Österreich von Gemüse und Kartoffeln der Bilanzjahre 2018/19 und 2019/20, adaptiert nach Statistik Austria 2021d, S. 148, 2020b, S. 145, 2021c, S. 147. 29

Tabelle 10: Verifizierung des Hauptmodells durch Skalierung der Verlustzahlen aus der Österreichischen Versorgungsbilanz auf Tirol, adaptiert nach Statistik Austria 2021d, S. 148, 2020b, S. 145, 2021c, S. 147, 2021a, S. 94–99. 30

Tabelle 11: Modellierter genießbare Gemüsereststoffmengen aus der Tiroler Primärproduktion gemäß der Primärdatenerhebung im Tiroler Gemüsebau sowie die Ergebnisse der durchgeführten Feldforschung..... 31

Tabelle 12: Modellierter Gemüsereststoffmengen aus der Tiroler Primärproduktion in Form von Putzverlusten. Die Daten basieren auf der Primärdatenerhebung und Feldforschung und inkludieren vier ausgewählte Gemüsekulturen, die als wesentlich durch Referenzlandwirt:innen identifiziert wurden..... 33

Tabelle 13: Modellierung der Tiroler Gemüsereststoffmengen anhand einer Abfrage zur Kubatur am Hof 35

| | |
|--|----|
| Tabelle 14: Vergleich der modellierten Gemüsereststoffszenarien hinsichtlich der Bilanzgrenzen und dem Mengenaufkommen | 36 |
| Tabelle 15: abgefragte Variablen Umfrage Konsument:innen | 42 |
| Tabelle 16: abgefragte Variablen Online Umfrage Verbraucher:innen..... | 43 |
| Tabelle 17: Geschlechterverteilung Umfrage Konsument:innen..... | 49 |
| Tabelle 18: Altersverteilung Umfrage Konsument:innen..... | 49 |
| Tabelle 19: Korrelation der demographischen Variablen gegen Verhaltensabsicht der original sample der Konsument:innen-Umfrage nach SMART PLS mittels Regressionskoeffizient (<i>O-Wert</i>), *** hoch signifikant bei $p < 0,001$; ** sehr signifikant bei $p < 0,01$; * signifikant bei $p < 0,05$ | 51 |
| Tabelle 20: Regressionskoeffizient (<i>O-Wert</i>) der signifikanten Variablen gegen Verhaltensabsicht der Konsument:innen-Umfrage nach SMART PLS, *** hoch signifikant bei $p < 0,001$; ** sehr signifikant bei $p < 0,01$; * signifikant bei $p < 0,05$ | 51 |
| Tabelle 21: aktueller Zugang zu Gemüsereststoffen gemäß Konsument:innen-Umfrage | 53 |
| Tabelle 22: gewünschte Verfügbarkeit Gemüsereststoffe gemäß Konsument:innen-Umfrage | 54 |
| Tabelle 23: Ranking von Produkten aus konventionellem Anbau nach aktuellem Einkaufsverhalten des Unternehmens (1-9) gemäß der Verarbeiter:innen-Umfrage | 56 |
| Tabelle 24: Ranking von Produkten aus konventionellem Anbau nach Einkaufspräferenzen des Unternehmens (1-9) gemäß der Verarbeiter:innen-Umfrage | 57 |
| Tabelle 25: Regressionskoeffizienten (<i>O-Wert</i>) der korrelierten Variablen der original sample aus der Verarbeiter:innen-Umfrage nach SMART PLS mit Angabe des Signifikanzniveaus *** hoch signifikant bei $p < 0,001$; ** sehr signifikant bei $p < 0,01$; * signifikant bei $p < 0,05$ | 58 |
| Tabelle 26: Eignung der Gemüsereststoffe zur Verarbeitung, in Abhängigkeit von den abweichenden Eigenschaften zum marktkonformen Gemüse aus der Verarbeiter:innen Umfrage .. | 60 |
| Tabelle 27: Mindesteigenschaften an Gemüsereststoffe gemäß Verarbeiter:innen Umfrage..... | 60 |
| Tabelle 28: Gründe für Ablehnung der Gemüsereststoffe gemäß Verarbeiter:innen Umfrage..... | 61 |
| Tabelle 29: Hemmnisse zum Kauf von Gemüsereststoffen gemäß Verarbeiter:innen Umfrage..... | 61 |
| Tabelle 30: Bedingungen zum Kauf von Gemüsereststoffen gemäß Verarbeiter:innen Umfrage | 61 |
| Tabelle 31: Deduktive Codes für Akzeptanzanalyse der Landwirt:innen | 63 |
| Tabelle 32: Induktive Codes und Subcodes für Akzeptanzanalyse der Landwirt:innen..... | 64 |

| | |
|--|-----|
| Tabelle 33: Charakterisierung aktueller Verwertungsstrategien in der Landwirtschaft - Flächenrotte | 67 |
| Tabelle 34: Charakterisierung aktueller Verwertungsstrategien in der Landwirtschaft - Mietenkompostierung | 68 |
| Tabelle 35: Charakterisierung aktueller Verwertungsstrategien in der Landwirtschaft - Biogaserzeugung | 69 |
| Tabelle 36: Preisbildung (eigene Darstellung nach Aussagen und Tabellen von [L1, L6])..... | 70 |
| Tabelle 37: Festlegung des Mindestpreis für Gemüsereststoffe - im Rahmen der Landwirt:innen - Befragung | 71 |
| Tabelle 38: Deduktive Codes für die Akzeptanzanalyse des LEH..... | 74 |
| Tabelle 39: Induktive Codes und Subcodes aus Akzeptanzanalyse der Lebensmitteleinzelhändler .. | 75 |
| Tabelle 40: Quantifizierung der monetären Verluste in der Tiroler Primärproduktion durch die genießbaren Gemüsereststoffe auf Stufe „ab-Hof“ mit beispielhaften Preisen | 83 |
| Tabelle 41: Berechnungsgrundlage in Form von Bilanzen zur Bestimmung der Outputmenge der Kompostmiete: | 90 |
| Tabelle 42: Gemüsereststoffmietenkomposition des Haller Versuchssetup in Volumensprozent, Frischmasse..... | 93 |
| Tabelle 43: Gemüsereststoffmietenkomposition des Haller Versuchssetup in Massenprozent, Frischmasse..... | 93 |
| Tabelle 44: Gemüsereststoffmietenkomposition des Haller Versuchssetup in Massenprozent, Trockenmasse | 94 |
| Tabelle 45: Darstellung der Outputmengen der Referenzkompostmiete des Pilotversuch in Hall über zwei unterschiedliche Berechnungsvarianten | 97 |
| Tabelle 46: Überblick der wesentlichen Kompostmietenparameter zur Skalierung der modellierten Gemüsereststoffszenarien in Form des stofflichen Nutzungspfads..... | 98 |
| Tabelle 47: Annahmen zur Bestimmung der notwendigen Fläche zur Kompostierung | 98 |
| Tabelle 48: Modellierte Kennzahlen zum stofflichen Nutzungspfad in Abhängigkeit der unterschiedlichen Gemüsereststoffszenarien (Szenario 1-4)..... | 100 |
| Tabelle 49: getroffene Annahmen zur Monetarisierung der stofflichen Verwertung, unter den Bedingungen, dass die Kompostierung von den Gemüsebaulandwirten betrieben wird | 101 |

| | |
|---|-----|
| Tabelle 50: Monetäre Darstellung der stofflichen Verwertungsstrategie aus der Perspektive einer von der Landwirtschaft beauftragten Kompostierung | 102 |
| Tabelle 51: Monetäre Darstellung der einzelnen Szenarien bei einer reinen stofflichen Verwertungsstrategie | 102 |
| Tabelle 52: Abweichende Berechnungsgrundlage (vgl. Tabelle 41) zur Bestimmung der Outputmenge der Kompostmiete bei der Gärrestkompostierung | 108 |
| Tabelle 53: Charakterisierung der untersuchten Gemüsereststoffe hinsichtlich der Trockensubstanz (TS), organischen Trockensubstanz (oTS) sowie dem Methanpotential mittels AMPTS-II Versuchsssetup | 109 |
| Tabelle 54: Darstellung und Datengrundlage des berechneten kulturspezifischen Methanpotentials der in Tirol angebauten Gemüsekulturen nach der Erntemengenerhebung von Statistik Austria 2020 | 110 |
| Tabelle 55: Charakterisierung der Gemüsekulturen aus Tiroler Primärproduktion im Bezugsjahr 2020 hinsichtlich Trockensubstanzgehalt sowie energetischem Potential als absoluter kulturspezifischer Gasertrag in CH ₄ , zugrundeliegend der durchgeführten Mengenerhebung und Bilanzgrenzen..... | 113 |
| Tabelle 56: Zusammenfassende Darstellung der wesentlichen Parameter zur Dimensionierung einer energetischen Verwertungsschiene für die modellierten Szenarien gemäß der Mengenerhebung an Gemüsereststoffen..... | 115 |
| Tabelle 57: getroffene Annahmen zur Darstellung der energetischen Verwertung in einem Blockheizkraftwerk | 116 |
| Tabelle 58: Modellierung des energetischen Nutzungspfads im BHKW – Energiebilanzen und monetäre Charakterisierung..... | 117 |
| Tabelle 59: getroffene abweichende Annahmen zur Darstellung der energetischen Verwertung in einer Gasaufbereitungsanlage im Vergleich zum BHKW..... | 118 |
| Tabelle 60: Modellierung des energetischen Nutzungspfads in der Gasaufbereitungsanlage – Energiebilanzen und monetäre Charakterisierung | 119 |
| Tabelle 61: vereinfachte Stoffbilanz der szenarienspezifischen Gemüsereststoffmengen in einer Biogasanlage mit Input- und Outputmengen | 120 |
| Tabelle 62: Bilanzielle Darstellung der Entwässerung des Gärrests auf einen szenarienspezifischen originären TS Gehalt der Gemüsereststoffe, entsprechend Variante 1 (V1) | 121 |
| Tabelle 63: Bilanzielle Darstellung der Entwässerung des Gärrests auf drei ausgewählte Verhältnisse hinsichtlich der Verteilung der Trockensubstanz im festen und flüssigen Gärrest, entsprechend Variante 2 (V2-A,B,C) | 121 |

| | |
|--|-----|
| Tabelle 64: Darstellung der Input- und zu erwartenden Outputmengen der Referenzkompostmiete mit Gärrest (=Variante 1) bei kaskadischem Nutzungspfad am Beispiel von Szenario 3A..... | 122 |
| Tabelle 65: Darstellung der Input- und zu erwartenden Outputmengen der Referenzkompostmieten mit Gärrest (=Variante 2; V2-A, V2-B, V2-C) bei kaskadischem Nutzungspfad am Beispiel von Szenario 3A..... | 123 |
| Tabelle 66: Überblick der wesentlichen Kompostmietenparameter zur Skalierung der modellierten Gemüsereststoffszenarien auf Grundlage des prozessierten Gärrests in Form des stofflichen Nutzungspfads | 123 |
| Tabelle 67: Modellierte Kennzahlen zum kaskadischen Nutzungspfad in Abhängigkeit der szenarienspezifischen Gärreststoffmengen anhand von zwei unterschiedlichen Kompostmietenkompositionen, entsprechend Variante 1 für alle Szenarien und Variante 2 (V2-A, V2-B, V2-C) für Szenario 3A..... | 124 |
| Tabelle 68: Monetäre Darstellung der kaskadischen Verwertungsstrategie aus der Perspektive einer von der Landwirtschaft beauftragten Kompostierung | 125 |
| Tabelle 69: Monetäre Darstellung der Szenarien bei der kaskadischen Verwertungsstrategie – Variante 1..... | 126 |
| Tabelle 70: Monetäre Darstellung der Szenarien bei der kaskadischen Verwertungsstrategie – Variante 2 (V2-A, V2-B, V2-C) | 126 |

1 EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Die Thematik rund um Lebensmittelverluste ist aus den heutigen Medien nicht mehr wegzudenken. Dieses omnipräsente Thema beschäftigt uns als Gesellschaft auf unterschiedlichen Ebenen. Die breite Zustimmung zur Notwendigkeit der Vermeidung solcher Verluste ist evident, wie aus verschiedenen Quellen hervorgeht (vgl. Danone DACH 2021). Dennoch herrscht eine beträchtliche Unkenntnis darüber, wo und wann diese Verluste tatsächlich auftreten und in welchem Umfang sie sich manifestieren. Ebenso bleibt die Frage nach den Ursachen ihrer Entstehung und den potenziellen Maßnahmen zu ihrer Vermeidung weitgehend unbeantwortet. Vor diesem Hintergrund strebt das vorliegende Projekt danach, zwei essentielle Aspekte dieser Thematik im Detail zu beleuchten. Das vorliegende Forschungsprojekt beschränkt sich hierbei auf eine einzelne Warengruppe und weist geographische Grenzen auf. Demnach widmet sich dieses Projekt den Verlustzahlen des Gemüsebaus im Tiroler Kontext. Der Untersuchungsgegenstand wird begrifflich als „Gemüsereststoffe“ zusammengefasst und distanziert sich aufgrund der wertvollen Eigenschaften von der geläufigen Abfallbezeichnung.

Zahlenmäßig wurde der Primärproduktion hinsichtlich der Lebensmittelverluste bisher wenig Beachtung geschenkt. Die jüngsten Untersuchungen im Bereich der globalen Lebensmittelverluste berücksichtigen erstmals diese Verlustzahlen. Diese Erweiterung führt zu einer signifikanten Anpassung der bisher angenommenen Werte: Die jährlichen Lebensmittelverluste erhöhen sich von bisher angenommenen 30 % auf nahezu 40 % an (vgl. WWF (UK) 2021). Die nachfolgende Darstellung (siehe **Abbildung 1**) zeigt in diesem Zusammenhang die fünf wesentlichen Bereiche, in denen Lebensmittelverluste im globalen Kontext anfallen. Anhand der gesamten Lebensmittelwertschöpfungskette zeigt sich in blau dargestellt der Anteil der Primärproduktion von 11 %, der bisher vernachlässigt wurde. Ursächlich für die Vernachlässigung der Primärproduktion sei einerseits, dass es keine einheitliche Definition der Verluste in der Primärproduktion gibt und eine Abgrenzung zu angrenzenden Prozessen oft schwierig ist. Außerdem erschweren die verschiedenen Betriebsformen, eingesetzte Kulturformen und Umweltfaktoren die Erfassung (vgl. Schneider Felicitas 2016; WWF (UK) 2021).



Abbildung 1: Lebensmittelverluste in Europa entlang der Wertschöpfungskette (STREFOWA 2019)

Analog zur globalen Situation werden auch im lokalen Kontext hohe Lebensmittelverlustzahlen angenommen. Das jährliche Aufkommen von vermeidbaren Lebensmittelabfällen wird derzeit in Österreich mit 800.000 Tonnen bis einer Million Tonnen abgeschätzt (vgl. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität (BMK) 2021b). Die investierten Ressourcen zur Lebensmittelproduktion bleiben damit ungenutzt. In diesem Kontext ist erwähnenswert, dass die Produktion von Lebensmitteln weltweit 50% aller Anbauflächen und 70% des verfügbaren Wassers beansprucht (vgl. STREFOWA 2019). Eine Steigerung der Ressourceneffizienz durch die Vermeidung bzw. Reduzierung

von Lebensmittelverlusten erscheint für das erwartete Ausmaß dieser Größenordnung als wesentlich.

Hinsichtlich der Situation zu den Gemüsereststoffen in Tirol gab es vermehrte mediale Präsenz und gesellschaftliches Unverständnis für das sehr einprägsame und sich wiederholende Bild vieler Gemüsefelder in Tirol. Über die Wintermonate finden sich hier „Berge“ mit Putzabfällen sowie auch vollkommen genusstaugliches Gemüse, welches ohne intentionale Nutzung auf den Feldern verstreut werden. Das vorliegende Projekt VerStraGem widmet sich diesem lokalen Augenschein mit einem breit gefächerten Projektkonsortium aus Vertretern der Landwirtschaft, des möglichen Vertriebs und Verwertung, unter wissenschaftlicher Begleitung und Projektausführung durch das Management Center Innsbruck – Department für Umwelt-, Verfahrens-, und Energietechnik. Konkret beinhaltet das Projektkonsortium folgende Interessensparteien:



Management Center Innsbruck (MCI) - Internationale Hochschule GmbH



*Verein der Tiroler
Gemüsebauern*



Landwirtschaftskammer Tirol



*Abfall-Tirol-Mitte GmbH
(ATM)*



TIGAS-Erdgas Tirol GmbH



Agrarmarketing Tirol GmbH (AMT)



Wirtschaftskammer Tirol

Hinter dem Kürzel des Projekts „VerStraGem“ steckt das essentielle Projektvorhaben und umfasst die Entwicklung von **Verwertungs-Strategien** für **Gemüsereststoffe** im Tiroler Kontext.

Mit dem Begriff Gemüsereststoffe werden im Rahmen dieses Projekts genießbare sowie auch ungenießbare Bestandteile des Gemüses inkl. Kartoffeln, die bei der Feld- und Hofsortierung anfallen, zusammengefasst. Gemüsereststoffe fallen aus unterschiedlichsten Gründen an. Neben der offensichtlichen mangelnden Genusstauglichkeit als Lebensmittel, die durch Krankheiten und Wetterextreme entstehen können, sind Abweichungen von den handelsüblichen Standards hinsichtlich Farbe, Form und Größe, sowie eine Überproduktion in der Primärproduktion an dieser Stelle besonders

erwähnenswert. Produziert für die Lebensmittelwertschöpfungskette, jedoch vom System ausgeschleust, fallen beim genießbaren Anteil Verluste in der Primärproduktion an, die es letztlich weder zum Handel noch zum Endkonsumenten schaffen.

Ziel des Projekts ist es die anfallenden Mengen an Gemüsereststoffen aus der Primärproduktion erstmals für Tirol zu erheben und in weiterer Folge verschiedene Szenarien für mögliche Verwertungsmöglichkeiten zu erarbeiten und prüfen. Derzeit können keine pauschalen Aussagen bzgl. einer einheitlichen Verwertung im nationalen Maßstab getroffen werden. Die Anbauflächen, Kulturarten und Mengen sind in den verschiedenen österreichischen Bundesländern sehr divers. Ein Konzept für eine überregionale Verwertung würde dem Ziel einer hohen regionalen Wertschöpfung nicht entsprechen und zusätzliche Transport respektive Energiekosten auf sich ziehen. Dementsprechend soll für Tirol eine individuelle Erhebung der anfallenden Gemüsereststoffmengen durchgeführt und eine lokale Strategie für deren Verwertung erarbeitet werden.

Abschließend werden die zentralen Leitfragen des Projekts und Subthemen dargestellt. Daran orientiert sich auch die Gliederung des vorliegenden Berichts.

(1) Welche Mengen an Gemüsereststoffen fallen in Tirol an?

- a. Primärdatenerhebung durch Befragung von Tiroler Landwirt:innen zu Erntemengen und Gemüsereststoffmengen
- b. Einteilung der Gemüsereststoffe hinsichtlich Genießbarkeit
- c. Einteilung der Gemüsereststoffe hinsichtlich Feldanfall/Hofanfall

(2) Welche Einsatzmöglichkeiten sind für die Gemüsereststoffe in Tirol vorhanden?

- a. Verwertungsstrategie - direkte Verwertung als Lebensmittel:
 - Evaluierung des Potenzials der Weiterverwendung als Lebensmittel anhand einer Akzeptanzanalyse
 - Erweiterung des Projektes „KarakterErnte“ auf ganz Tirol durch die AMT GmbH
 - Prüfen weiterer Vermarktungskanäle durch die AMT GmbH
- b. Verwertungsstrategie - stoffliche Nutzung:
 - Kompostiersversuch unter Kooperation von Landwirtschaft mit Kommune
 - Skizzierung der wesentlichen Parameter einer Gemüsereststoffkompostierung
 - Skizzierung der Größenordnung und monetäre Bewertung
- c. Verwertungsstrategie - energetische Nutzung:
 - Bestimmung des energetischen Potentials der Tiroler Gemüsereststoffe
 - Skizzierung der wesentlichen Parameter der energetischen Nutzung für einen Kapazitätsausbau oder die Neuerrichtung einer Monovergärungsanlage
 - Vergleich der Verstromung und Wärmegewinnung im BHKW mit der Ersatzbrennstoffbereitstellung durch Gasveredelung und monetäre Bewertung
 - Skizzierung der kaskadischen Nutzung durch Kompostierung des Gärrests und monetäre Bewertung

2 ERHEBUNG DER GEMÜSERESTSTOFFMENGEN IN TIROL

Die Einzigartigkeit dieses Kooperationsprojekts lässt sich vor allem dadurch charakterisieren, dass für die Tiroler Gemüseproduktion erstmals Verlustzahlen aus der Primärproduktion erhoben werden. Diese Verlustzahlen werden im Rahmen des vorliegenden Projektberichts begrifflich als „Gemüsereststoffe“ zusammengefasst. Im Detail umfasst dieser Begriff Gemüse inkl. Kartoffeln, welches zugrundeliegend der angewandten Erntetechnik und Feldsortierung oder aus sonstigen Gründen am Feld verbleibt. Gemüse, welches in einem optionalen anschließenden Schritt am Hof aussortiert wird, fällt ebenfalls unter diesen Begriff.

Das nachfolgende Kapitel beschreibt die Primärdatenerhebung der Gemüsereststoffe durch Befragung von Primärproduzenten. Basierend auf den erhobenen Mengen und deren Einordnung im Tiroler Kontext wird die Skalierung auf ganz Tirol im Rahmen von Modellen dargestellt. Die erstellten Modelle unterscheiden sich primär hinsichtlich ihrer Bilanzgrenzen sowie Ihrer praktischen Eignung im Rahmen der unterschiedlichen Verwertungspfade.

2.1 METHODIK

Die angewandte Methodik untergliedert sich im Wesentlichen in die Mengenerhebungsansätze, anschließende Datenverarbeitung und Skalierungen im Rahmen der Modellierungstätigkeiten zur Abbildung der tirolweiten Gemüsereststoffmengen. Die Mengenerhebung folgt einem mehrstufigen Ansatz und umfasst die Befragung auf kulturspezifischer Ebene in der Primärproduktion, begleitende Feld- und Hofsortierungen sowie weitere Teilerhebungen, sodass abhängig von den Bilanzgrenzen Szenarien modelliert werden. In den nachfolgenden Abschnitten wird detailliert auf die Vorgehensweise eingegangen.

2.1.1 Mengenerhebung in der Primärproduktion durch Befragung von ausgewählten Referenzlandwirt:innen

2.1.1.1 Forschungsfragen

Das primäre Ziel der Primärdatenerhebung ist es das Gemüsereststoffaufkommen von Tirol beziffern zu können.

Sekundär wird hiermit die Einteilung hinsichtlich der Genusstauglichkeit und damit die Weiterverwendung als Lebensmittel verfolgt.

Im erweiterten Sinne wird untersucht, ob eine räumliche sowie detaillierte zeitliche Zuordnung der jährlich anfallenden Gemüsereststoffe kulturspezifisch möglich ist.

2.1.1.2 Gemüseanbau in Tirol gemäß Statistik Austria

Als wesentliche Grundlage für die geplante Primärdatenerhebung des Tiroler Gemüseanbaus sowie für deren Auswertung werden österreichweit durchgeführte Erntemengenerhebungen aus dem Jahr 2020 von Statistik Austria herangezogen. Primär dient hierfür die publizierte Statistik zur „Gemüseanbau und Ernte 2020 nach Bundesländern“. Sekundär dient die Statistik zur „Anbau und Ernte auf dem Ackerland 2020 nach Bundesländern“, sodass Kartoffeln miterfasst werden können, die gemäß der gewählten Begriffsdefinition ebenfalls den Gemüsereststoffen zuzuordnen sind. Diese Erhebungen liefern sowohl kulturspezifische sowie bundesländerspezifische Daten und beschreiben hierzu neben der Erntemenge in *t*, die Anbaufläche in *ha* sowie auch im Umkehrschluss den flächenbezogenen Ertrag in *dt pro ha*. (vgl. Statistik Austria 2021a, S. 94–99, 2021b, S. 90)

Die nachfolgende Darstellung gibt einen Überblick über die angebauten Gemüsekulturen sowie die Erntemengen von Tirol (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Überblick der Erntemengen von Gemüse und Kartoffeln in Tirol; grau dargestellt sind die Unterkategorien der Gemüsekulturen; adaptiert nach Statistik Austria 2021a, S. 94–99, 2021b, S. 90

| Kultur | Erntemenge pro Jahr [t] | Kultur | Erntemenge pro Jahr [t] | Kultur | Erntemenge pro Jahr [t] |
|---|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| Brokkoli | 680 | Melanzani | 50 | Sonstiger Salat | 1.375 |
| Chinakohl | 2.320 | Melone | 17 | Schnittlauch | 225 |
| Fenchel | 288 | Paprika | 100 | Sellerie | 1.008 |
| Fisolen | 440 | Petersilie | 210 | Soja | 2 |
| Grünerbsen | 6 | Petersilienwurzel | 50 | Spargel (ges.) | 20 |
| Gurken (ges.) | 350 | Porree | 3.360 | <i>Spargel grün</i> | 8 |
| Karfiol | 1.820 | Radieschen | 3.420 | Speisekürbis | 1.680 |
| Karotten | 6.500 | Rettich | 525 | Spinat | 144 |
| Knoblauch | 56 | Rhabarber | 100 | Süßkartoffel | 60 |
| Kohl (Wirsing) | 210 | Rote Rüben | 560 | Tomaten | 320 |
| Kohlrabi | 1.750 | Salat (ges.) | 9.024 | Zucchini | 1.584 |
| Kohlsprossen | 15 | Eissalat | 5.100 | Zuckermais | 40 |
| Kraut (ges.) | 5.725 | Kopfsalat | 1.625 | Zwiebel (ges.) | 3.330 |
| <i>Weißkraut & Industriekraut</i> | 4.825 | Endiviansalat | 429 | <i>Bundzwiebel</i> | 3.000 |
| <i>Rotkraut</i> | 900 | Frisée Salat | 20 | <i>Sonstige Zwiebel</i> | 330 |
| Tiroler Gemüseproduktion (ohne Kartoffeln) | 45.989 | Kartoffeln (ges.) | 12.227 | Tiroler Gemüseproduktion (inkl. Kartoffeln) | 58.216 |

Abweichend von der Antragstellung dieses Projekts VerStraGem werden nicht die Mengen aus dem Jahr 2019 herangezogen, sondern jene aus dem Jahr 2020. Diese Entscheidung fundiert auf der im Anschlussjahr publizierten Statistik, die eine höhere Zuverlässigkeit der Daten für Tirol vermuten lässt. Die Gegenüberstellung der Jahre sowie die detailliertere Begründung für die Auswahl erfolgt mit Kapitel 2.2.3. Im Sinne der Vergleichbarkeit und Verifizierbarkeit der Daten wird Primärdatenerhebung ebenfalls auf das neu definierte Bezugsjahr 2020 aufgebaut.

2.1.1.3 Erhebungsform

Da seitens der Nachfrage in der Tiroler Landwirtschaftskammer keine Sekundärdaten für die Gemüsereststoffe zur Verfügung stehen, ist eine Primärdatenerhebung erforderlich. Bei der initial geplanten Erhebungsform der Daten handelt es sich um einen standardisierten einfachen Fragebogen, der elektronisch an die Zielgruppe übermittelt werden soll. Damit wird das Ziel verfolgt möglichst viele Daten zu sammeln und aus dieser möglichst heterogenen Datenbasis ein realitätsgetreues Modell für Tirol zu skalieren. Aufgrund mangelnden Rücklaufs wird ein alternativer Ansatz verfolgt. Dieser charakterisiert sich durch eine persönliche Kontaktaufnahme sowie anschließender Terminvereinbarung für ein persönliches Interview. Als Leitfaden für diese Interviews dient ein tabellarischer Fragebogen, erstellt in Kooperation mit dem Fachexperten, dem Obmann des Vereins der Tiroler Gemüsebauern.

2.1.1.4 Grundgesamtheit und Auswahl der Referenzlandwirt:innen

Die Grundgesamtheit der geplanten Datenerhebung bilden die Tiroler Gemüselandwirt:innen als Produzent:innen der Gemüsereststoffe. Da keine Vollerhebung, sondern eine Teilerhebung angestrebt wird, ist eine Skalierung der Daten unerlässlich. Da der dafür notwendige Umrechnungsfaktor - der von der erhobenen Teilmenge bzw. Stichprobe auf die Grundgesamtheit schließen lässt - unbekannt ist, braucht es andere Skalierungsinstrumente. Mit **Abbildung 2** werden weitere theoretische Skalierungsmöglichkeiten und deren Umrechnungsfaktoren mit $UF_{Variante1}$, $UF_{Variante2}$, $UF_{Variante3}$ im Vergleich zum zuvor beschriebenen Idealzustand mit UF_{ideal} skizziert. Als Folge werden diese indirekten Skalierungsparameter in den Interviewleitfaden mitaufgenommen und umfassen die Landwirt:innen-Population, die Gemüseanbaufläche sowie die Erntemenge. Aufgrund der Fehleranfälligkeit einzelner Parameter wird bei der Auswertung und Modellierung der Reststoffmengen, abhängig von der vorliegenden Datenlage, ein mehrdimensionaler Ansatz verfolgt.

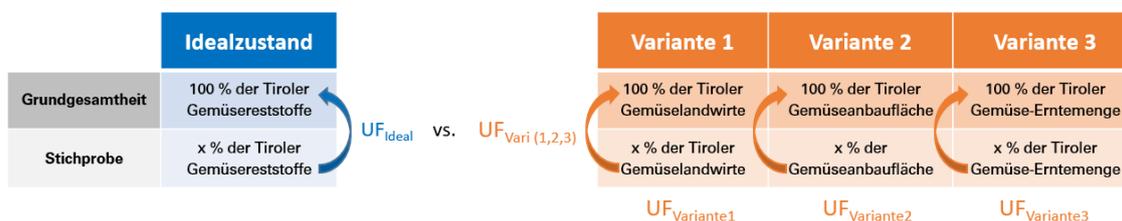


Abbildung 2: Skalierung der stichprobenartig erfassten Daten zur Schließung auf die Grundgesamtheit: Idealzustand vs. Variante 1,2,3

Das Format der Teilerhebung bedingt eine Eingrenzung der Tiroler Gemüselandwirt:innen, die für Datengrundlage sowie auch Skalierung herangezogen werden. Die angewandte Vorgehensweise, die den Weg von der Grundgesamtheit zur Stichprobe beschreibt, ist stufenweise in Abbildung 3 veran-

schaulich. Die erste Vorauswahl basiert auf einer übermittelten Kontaktliste vom Obmann des Vereins der Tiroler Gemüsebauern sowie dessen Stellvertreter. „Ziel des Vereins der Tiroler Gemüsebauern ist die Information der Mitglieder, sowie die Interessensvertretung auf Bundes- und Landesebene“ (Ikonline - Landwirtschaftskammer Tirol 2023).

Die Erstellung der Kontaktliste resultiert aus der Anforderung eine möglichst heterogene Datenlage hinsichtlich Betriebsgröße und Anbauweise zu erzielen. Basierend auf der Tatsache, dass dieser Verein über 100 Mitglieder zählt, wird der fachkundig erstellten Kontaktliste eine hohe Heterogenität zugeschrieben (vgl. Ikonline - Landwirtschaftskammer Tirol 2023). Neben der Kontaktliste, bestimmt die erfolgreiche Kontaktaufnahme sowie weiterführend die Bereitschaft der kontaktierten Landwirt:innen für ein Interview im Befragungszeitraum die Bildung der Stichprobe. Die Stichprobe bzw. Teilgesamtheit setzt sich aus sog. „Referenzlandwirt:innen“ zusammen, auf die im vorliegenden Bericht numerisch referenziert wird.

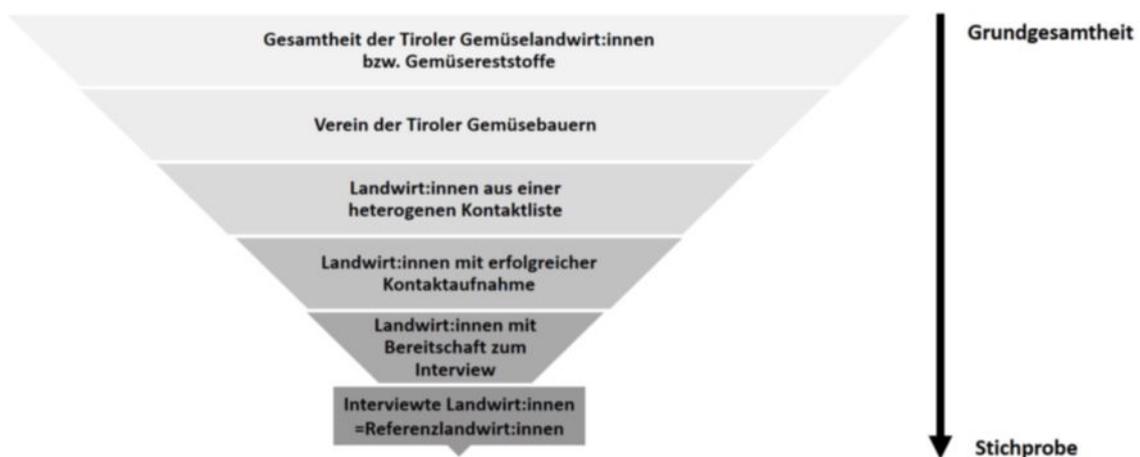


Abbildung 3: Vorgehensweise Teilmengenerhebung – von der Grundgesamtheit zur Stichprobe

2.1.1.5 Aufbau und Inhalt des Interviewleitfadens

Der initial elektronisch übermittelte Fragebogen wird im Anhang - Abschnitt I abgebildet. Der Leitfaden für die alternative Erhebungsform im Interviewformat findet sich Anhang unter Abschnitt II.

Dieser Leitfaden gliedert sich in grundlegende Betriebsinformationen, darunter der Name des Betriebs sowie des Betriebsleiters. Weiters wird die Landwirtschaftliche Gemüseanbaufläche sowie deren Kultivierungsart - unterschieden in konventionellem Anbau und biologischem Anbau - thematisiert. Zur Einordnung der Betriebsgröße wird ergänzend nach einer Eigenabschätzung in Relation zu tirolweiten Produktion gefragt.

Bezugnehmend auf das Referenzjahr 2020 wird die Gegenüberstellung von angebauten und geernteten Kulturen angestrebt, um die Differenz als Gemüsereststoffe zuordenbar zu machen. Ein Überblick über die erhobenen Parameter zu den angebauten Kulturen wird nachfolgend gegeben:

- Kultur bzw. Gemüseart gemäß der Gliederung nach der Ernteerhebung von Statistik Austria (Statistik Austria 2020e, S. 92–97, 2021a, S. 94–99) inkl. Kartoffeln
- Zuordnung als Hauptkultur oder Nebenkultur
- Grundfläche bzw. Anbaufläche inkl. der Mehrfachnutzung von Flächen in Hektar
- Aussaat bzw. Pflanzmenge in Pflanzen pro Hektar bzw. Rohertrag in Tonnen pro Hektar
- Erntetechnik gegliedert nach maschinell und händisch
- Erntezyklen gegliedert nach einmal und mehrfach
- Feld- und/oder Hofsortierung
- Gemüsereststoffanteil bzw. Ausbeute bei Feld- und/oder Hofsortierung
- Verkaufsfähige, abgesetzte Ware bzw. Erntemenge
- genusstauglicher Anteil des Gemüsereststoffaufkommens auf kulturspezifischer Ebene

Darüber hinaus wird für jeweils drei Hauptkulturen der detaillierte Pfad von der Anpflanzung bis zum Verkauf in Form einer Mengenbilanz untersucht. Die identifizierten Prozesse in der Primärproduktion mit Verlustpotential sind hierbei grafisch aufbereitet, dargestellt in **Abbildung 4**. Ausgehend von der angepflanzten Menge, entsprechend 100 %, wird der prozentuelle Verlust entlang der Prozessstufen abgefragt. Diese Verluste aus den Prozessstufen werden in diese Output-Ströme gegliedert: Randverluste beim Aussähen, nicht angewachsenes Gemüse, Erntetechnikbedingte Rückstände, Sortierbedingte Rückstände, Lagerverluste am Hof, Verluste beim Waschen & Verpacken am Hof sowie im letzten Schritt nicht vermarktetes Gemüse aufgrund fehlender Absatzmöglichkeit. Ergänzend zur Veränderung der Pflanzmenge wird der sogenannte „Putzverlust“ pro Pflanze bzw. pro Erntegut untersucht.

In dieser Untersuchung wird dem „Putzverlust“ der bewusst zugeführte Gewichtsverlust der Pflanze nach dem Erntevorgang zugeschrieben, der notwendig ist, um das Ernteprodukt in einen Zustand zu überführen, der den vereinbarten Spezifikationen des Käufers entspricht. Beispielhaft ist hierbei die Entfernung der äußeren Blätter beim Salat sowie die Entfernung des Umblatts von Lagergemüse zu nennen. Dieser Vorgang ist ortsunabhängig und kann sowohl bei der Feldsortierung als auch in der nachfolgenden Hofsortierung stattfinden.

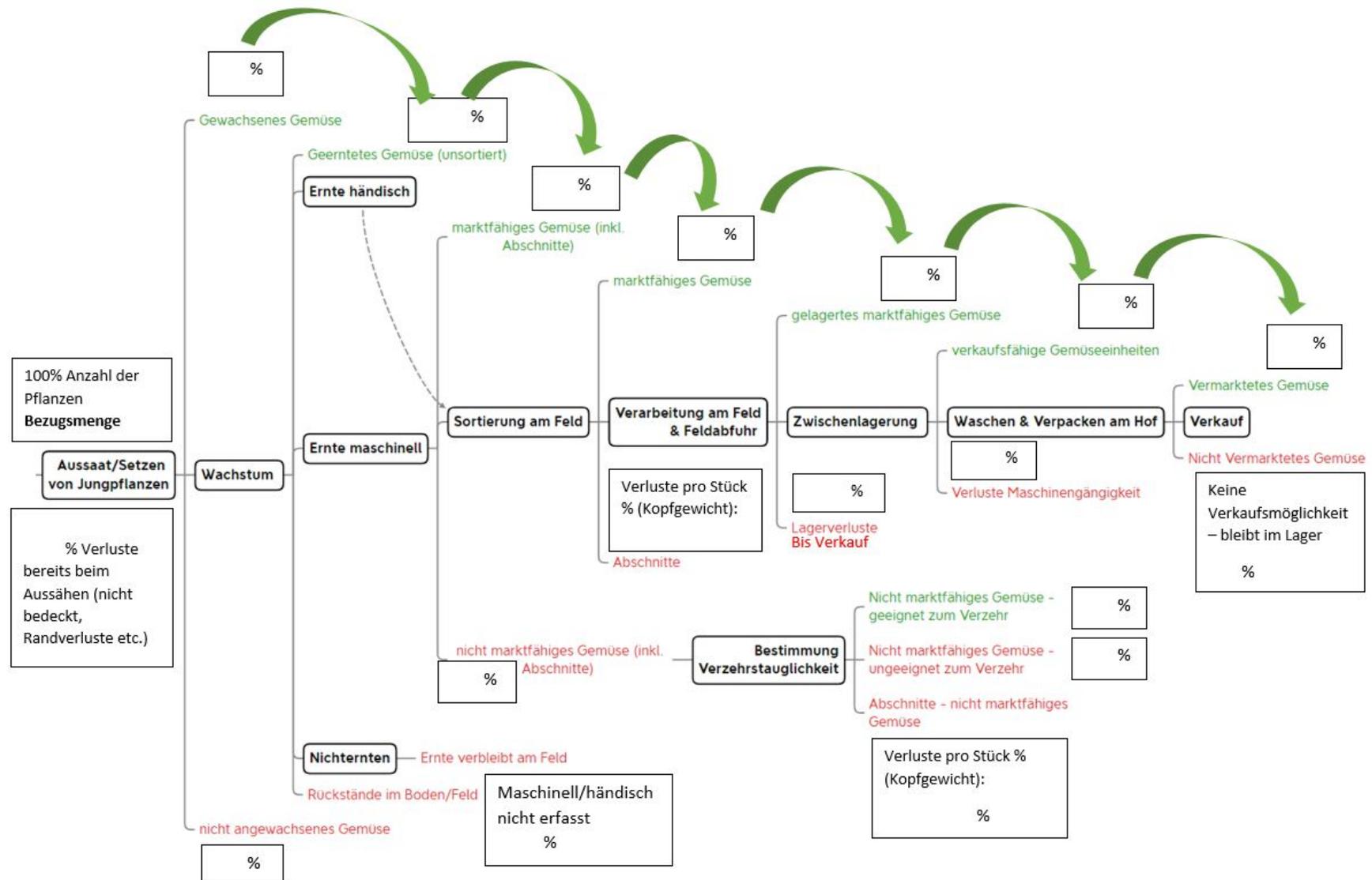


Abbildung 4: Prozessfließbild der Gemüse-Primärproduktion: Verlustediagramm

2.1.2 Mengenerhebung in der Primärproduktion durch begleitende Feld- und Hofsortierungen

Neben den beschriebenen Befragungsansätzen soll die bisherige Datenbasis, die primär auf Schätzungen der Landwirt:innen basiert, um reale Kennzahlen erweitert werden. Zu diesem Zwecke erfolgen stichprobenartig begleitende Feld- und Hofsortierungen zu ausgewählten Kulturen. Hier wird nicht der Anspruch auf Vollständigkeit verfolgt, sondern neben dieser Datenbaserweiterung ein Plausibilitätscheck zur Einordnung der erhobenen Zahlen angestrebt.

Im konkreten Fall werden exemplarisch die Kulturen Radieschen, Kohlrabi sowie Porree untersucht. Hierfür werden folgende Parameter erhoben:

- Erntemenge
- Gemüsereststoffe absolut aus Feld- & Hofsortierung
- Einteilung der Genusstauglichkeit

Für die ausgewählten Kulturen Radieschen und Kohlrabi wird die Feldsortierung begleitet. Grundsätzlich wird hierbei folgende Vorgehensweise befolgt. Vor der Ernte werden repräsentative gleichgroße Flächen des zu untersuchenden Feldes ausgewählt und vermessen. Diese abgesteckten Flächen werden jeweils von unterschiedlichen Erntearbeiter:innen bedient. Die durch einen regulären Erntegang entnommene marktkonforme Ware wird in eigene Kisten von den Erntearbeiter:innen gegeben und mengenmäßig erfasst. Es wird hierbei sowohl die mengenmäßige Erfassung nach Gewicht sowie nach Stück angestrebt. Im Anschluss wird in diesem Feld nachgeerntet und die Gemüsereststoffe in gleicher Vorgehensweise mengenmäßig erfasst. Es erfolgt eine augenscheinliche Einteilung in die genießbare und nicht genießbare Fraktion, die ebenfalls quantitativ erfasst wird.

Bei der weiters ausgewählten Kultur Porree erfolgt zumeist eine maschinelle Vollernte und anschließende regelmäßige Hofsortierung als Lagergemüse. Basierend auf den betrieblichen Gegebenheiten wird in einem ersten Schritt das Feld vor der maschinellen Ernte ausgemessen und daraus die Pflanzenanzahl bestimmt. Nach der Ernte wird die Vollernte überprüft, in dem das Feld optisch auf Ernterückstände untersucht wird. Die Abbildung der Gemüsereststoffe aus der anschließenden Hofsortierung erfolgt in eingeschränktem Maße durch Quantifizierung der Putzverluste aus der repräsentativen Stichprobe. Neben der mengenmäßigen Erfassung der Putzverluste in Form von Gewicht wird ebenfalls die Bezugsgröße in Form von Gewicht sowie als Pflanzenanzahl quantifiziert. Als Bezugsgröße gilt die untersuchte Stichprobe abzüglich der Putzverluste, d.h. das marktfähige Erntegut.

2.1.3 Ergänzende Teilerhebungen

Neben diesen zwei Haupterhebungen werden weniger umfangreiche Teilerhebungen zur Abbildung der Gemüsereststoffmengen in Tirol durchgeführt und nachfolgend umschrieben.

Erhebung der Kubatur aus Hofsortierung

Aufbauend auf der zuvor beschriebenen Befragung der Referenzlandwirt:innen (siehe Kapitel 2.1.1) wird die Datenbasis der Primärdatenerhebung mit einem optionalen Befragungsansatz ergänzt.

Alternativ zur Erhebung des Gemüsereststoffaufkommens auf kulturspezifischer Ebene wird auf übergeordneter Ebene ein pauschaler Summenparameter pro Landwirt:in erhoben. Im konkreten Fall werden die Referenzlandwirt:innen erneut telefonisch kontaktiert und befragt wieviel Gemüsereststoffe am Hof in einem regelmäßigen Rhythmus anfallen. Dieser Parameter umfasst sowohl Gemüsereststoffe aus Hofsortierung als auch Putzverluste aus der Aufbereitung am Hof, jedoch keine Gemüsereststoffe aus den Feldsortierungen. Diese Angaben beruhen ebenfalls auf Schätzungen, werden jedoch als leichter abschätzbar seitens der Landwirt:innen wahrgenommen.

Erhebung der Tiroler Gemüsereststoffe aus Importware

Neben den inländischen Gemüsereststoffen aus der Tiroler Primärproduktion wird für die Modellierung ebenfalls die Abbildung der Gemüsereststoffe aus Importware angestrebt. Der Untersuchungsumfang beinhaltet hierbei vorrangig importiertes Gemüse, welches im Tiroler Gemüsehandel landet und vor dem Verkauf bzw. einer Verwendung in Form von Gemüsereststoffen aussortiert wird. Zur Bestimmung des Gemüsereststoffaufkommens durch Importware in Tirol wird ein großer Gemüsehändler und Verarbeiter in Tirol zu dieser Thematik interviewt. Ergänzend erfolgt die Abschätzung der Tiroler Importware ergänzend auf Basis der österreichischen Versorgungsbilanz und ergänzende Verifizierungstätigkeiten durch die Tiroler Landwirtschaftskammer.

2.1.4 Modellbildung des Gemüsereststoffaufkommens in Tirol

Zugrundeliegend der Primärdatenerhebung sowie der Feldforschung wird eine modellhafte Abbildung dieser erhobenen Mengen angestrebt. Aus der Datenverarbeitung der einzelnen Befragungsmodi resultieren unterschiedliche Bilanzgrenzen, die in Form von Szenarien für das tirolweite Gemüsereststoffaufkommen dargestellt und eingeordnet werden. Die Szenarien unterscheiden sich daher vor allem auch hinsichtlich der Herkunft bzw. des Anfallsortes und können zur Abschätzung der Verfügbarkeit im Realisierungsfall dienlich sein. Die grundsätzliche Vorgehensweise zur Datenaufbereitung und Modellbildung wird nachfolgend umschrieben.

Datenaufbereitung der Befragung auf kulturspezifischer Ebene

Die verschriftlichten Rohdaten werden in einem ersten Schritt hinsichtlich Vollständigkeit geprüft und Lücken mittels erneuter Kontaktaufnahme versucht zu vervollständigen. Anschließend werden die erhobenen Daten hinsichtlich der Vergleichbarkeit geprüft und darauf basierend Bilanzgrenzen festgelegt und unter diesem Gesichtspunkt näher betrachtet. Innerhalb dieser Bilanzgrenzen werden die individuellen Rohdaten weiterverarbeitet, sodass die erhobenen Erntemengen und Gemüsereststoffmengen in der Zielgröße als Gewichtseinheit dargestellt werden können. Die verarbeiteten Datensätze aus Gemüsereststoffmenge und Erntemenge werden weiters in Bezug gesetzt und in dieser Form zur Modellierung der Szenarien integriert.

Im Hinblick auf die Einteilung der Genusstauglichkeit werden die Rohdaten in ähnlicher Manier weiterverarbeitet. Die Datensätze werden als kulturspezifischer Output vereinheitlicht. Im konkreten Fall wird die genießbare Menge als prozentuellen Anteil zum kulturspezifischen Gemüsereststoffaufkommen dargestellt und zur Modellierung herangezogen.

Datenaufbereitung der Erntebegleitungen und Hofsortierungen

Basierend auf den gewählten Versuchssetups liegen die Rohdaten aus den Feld- und Hofsortierungen bereits in der Zielgröße als Gewichtseinheiten vor. Zur Vergleichbarkeit der Daten und Integrierbarkeit in die Modellbildung wird auch hier der Bezug zwischen Erntemenge und Gemüsereststoffmenge erstellt, sowie die Einteilung der Genießbarkeit als Prozentsatz errechnet.

Bei der Hofsortierung von Porree werden die Gemüsereststoffe primär in Form von verworbenen Putzverlusten in Bezug zum ebenfalls verworbenen marktfähigen Erntegut gesetzt. Zur Bestimmung des Flächenverhältnis dieses marktfähigen Ernteguts wird, wie folgt, vorgegangen. Die vermessene flächenspezifische Pflanzenanzahl vor der Ernte wird mit dem errechneten Durchschnittsgewicht eines „geputzten Porrees“ hochgerechnet und bildet damit die Erntemenge bzw. flächenbezogene Bezugsgröße dieser Stichprobenerhebung ab.

Datenaufbereitung der Befragung auf übergeordneter Ebene

Die erhobenen Rohdaten mit individuellen zeitlichen Bezugsintervall der anfallenden Gemüsereststoffmenge am Hof werden in einem ersten Schritt auf eine Saison bzw. ein Jahr hochgerechnet. Weiterführend wird die daraus errechnete Jahreskubatur pro Landwirt:in in ein Mengengerüst transformiert, indem die Kubatur mit der Schüttdichte multipliziert wird. Die Schüttdichte fundiert auf dem Versuchssetup zur Kompostierung von Gemüsereststoffen am Häckselplatz (siehe Kapitel 4.2.1). Diese aufbereiteten Mengengerüste, sowie die zugehörigen betrieblichen Flächendaten, dienen in weiterer Folge als Inputdaten für die erweiterte Szenarien-Modellierung.

Verifizierung der Erntemengen und Skizzierung der Reststoffszenarien mit Primärdaten

Im Anschluss an die Datenaufbereitung erfolgt im nächsten Schritt die Verifizierung der erhobenen Erntemengen. Dies wird mittels Hochrechnungen der zwei größten Referenzlandwirt:innen und Abgleich mit den veröffentlichten Statistik Austria Daten desselben Bezugsraums bewerkstelligt (vgl. Statistik Austria 2021a, S. 94–99, 2021b, S. 90)

Zugrundeliegend der einheitlich verarbeitbaren Datensätze aus der Befragung auf kulturspezifischer Ebene, sowie aus Feld- und Hofsortierung wird daraus das Hauptmodell bzw. Szenario abgebildet. Die verarbeiteten Daten bzgl. der Gemüsereststoffmengen werden hierzu sowohl kulturspezifisch als auch landwirtschaftlich aufbereitet. Die Gewichtung der Daten zur tirolweiten Skalierung folgt dem Grundsatz der Betriebsgröße. Pro Kultur wird der Mittelwert aus den jeweils zwei größten Referenzlandwirten, sowie aus einer dritten Bezugsgröße berechnet, sofern die Datenlage es zulässt. Diese dritte Bezugsgröße bildet den kulturspezifischen Gemüsereststoffanteil aus den Erhebungen der weiteren Referenzlandwirte, sowie aus der Feldforschung ab. Datenlücken werden auf kulturspezifischer Ebene primär durch Mittelwerte aus den Erhebungsdaten und sekundär durch referenzierte Literatur vervollständigt.

Die von Statistik Austria publizierten kulturspezifischen Erntemengen der Tiroler Primärproduktion werden in einem weiteren Schritt mit den gemittelten und gewichteten Gemüsereststoffanteilen verknüpft. Daraus errechnet sich für jede in Tirol angebaute Kultur eine Gemüsereststoffmenge in der Zielgröße als Gewichtseinheit. Durch Summieren der kulturspezifischen Reststoffe und Addieren des Gemüsereststoffaufkommens durch die Importware wird Szenario Nr.1 und damit das Hauptmodell

abgebildet. Die zahlenmäßige Einordnung dieses Modells wird durch die veröffentlichten Verlustzahlen auf Grundlage der österreichischen Versorgungsbilanz aus Gemüse und Kartoffeln ergänzend verifiziert.

Dieses Hauptmodell wird weiters in Subszcenarien, abhängig vom genießbaren Anteil eingegliedert. Zur Quantifizierung dieses genießbaren Anteils zur Modellbildung werden die verarbeiteten Daten in der gleichen Vorgehensweise gewichtet gemittelt. Für den Fall, dass bei bestimmten Gemüsekulturen keine Daten zur Einschätzung der Genießbarkeit aus den Befragungen hervorgehen, wird auch hier mit dem Mittelwert gerechnet. Im konkreten Fall werden hierfür die bereits berechneten gewichteten Mittelwerte zum genießbaren Anteil der einzelnen Kulturen nochmals gemittelt und die unbekanntes Kulturen durch diese Kennzahl vervollständigt. Dieser errechnete kulturspezifische Faktor wird in einem nächsten Schritt mit dem quantifizierten kulturspezifischen Gemüsereststoffaufkommen multipliziert und summiert. Diese Summe umzeichnet das SubszENARIO 1A, stellvertretend für das jährliche Gemüsereststoffaufkommen in Tirol, das für den Verzehr als Lebensmittel geeignet wäre.

Das SubszENARIO 1A wird aus der Differenz von 1 und 1B errechnet und umschließt damit das nicht mehr genießbare Gemüsereststoffaufkommen aus der Tiroler Eigenproduktion zuzüglich der Importware. Der Ausschluss der Importware, stellvertretend für ungenießbaren Anteil ausschließlich aus der Tiroler Eigenproduktion, wird zudem isoliert mit Szenario 2 abgebildet. In den bisher umschriebenen Szenarien und Subszcenarien sind die Putzverluste, die ebenfalls dem ungenießbaren Anteil zuzuordnen wären, exkludiert. Die Erweiterungen des Aufkommens um diese Bilanzgrenzen wird in Form von weiteren eigenen Szenarien modelliert. Szenario 3 ergibt sich aus der Erweiterung um diese Bilanzgrenzen von Szenario 1, stellvertretend für die Gemüsereststoffe aus der Tiroler Eigenproduktion, Importware sowie Putzreste. SubszENARIO 3A exkludiert im Gegensatz dazu den genießbaren Anteil und beschreibt damit das ungenießbare Gemüsereststoffaufkommen in Tirol inkl. dieser Putzreste.

Zur Modellierung der Gemüsereststoffmengen aus „Putzverlusten“ wird kein Anspruch auf die exakte Erfassung dieser Herkunftsart erhoben. Es werden jene Hauptkulturen in die Modellierung integriert, die in persönlichen Interviews mit den Referenzlandwirt:innen identifiziert werden und als bezifferbar wahrgenommen werden. Neben den Interviews fließen erneut auch die Daten der Feld- und Hofsortierungen in die Quantifizierung der Putzverluste mit ein.

Bezugnehmend auf den alternativen Befragungsansatz der Gemüsereststoffe durch die Erhebung der Kubatur aus Hofsortierung, beschrieben in Kapitel 2.1.3, werden in diesen zudem auch abweichenden Bilanzgrenzen zwei weitere eigenständige Szenarien abgeleitet. Einerseits wird das Mengengerüst der einzelnen Landwirt:innen summiert und daraus ein Szenario, stellvertretend für die Mindestmenge an verfügbaren Gemüsereststoffen für Tirol mit Szenario 4A, gebildet. Weiters wird auf Grundlage der ergänzenden Information zu den Betriebsdaten bzw. Flächendaten das abschließende Szenario 4B, die Tirol-weite Skalierung auf dieser Datenbasis, formiert. Hierfür wird diese erhobene Mindestmenge in Relation zu den ebenfalls erhobenen summierten Anbauflächen gesetzt und linear hochgerechnet auf die gesamten Tiroler Gemüseanbauflächen (inkl. Kartoffeln).

2.2 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

2.2.1 Erhobene Datengrundlage der Befragung auf kulturspezifischer Ebene

2.2.1.1 Beschreibung der Stichprobe & Einteilung in Referenzlandwirte

Gemäß der beschriebenen Vorgehensweise zur Teilerhebung lässt sich die erhobene Stichprobe mit 8 Referenzlandwirt:innen quantifizieren. Damit beträgt der Rücklauf aus der zugrundeliegenden Kontaktliste, beschrieben im Kapitel 2.1.1.4, 8/17 bzw. 47 %. Die hierbei erhobenen Daten entstammen aus erster Hand, direkt von den jeweiligen Betriebsleitern. Es handelt sich um 7 Betriebe mit vorwiegend konventionellen Anbau und einem weiteren Betrieb mit biologischer Anbauweise. Weiters befinden sich unter den Referenzlandwirt:innen, kurz *RefLW*, die zwei größten Gemüseproduktionsbetriebe von Tirol. Die Aufteilung deren Hektar (inkl. Mehrfachanbau) wird mit **Tabelle 2** auf Seite 14 dargestellt.

Tabelle 2: Überblick der Betriebsgrößen

| RefLW 1 | RefLW 2 | RefLW 3 | RefLW 4 | RefLW 5 | RefLW 6 | RefLW 7 | RefLW 8 | Summe |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| 115 ha | 150 ha | 70 ha | 50 ha | 14 ha | 25 ha | 14 ha | 50 ha | 488 ha |

Gemäß dem Auszug aus dem AMA-Flächenauswertungsprogramm erfolgt in Tirol hauptsächlich im Inntal die Nutzung der Flächen zum Gemüseanbau (siehe **Abbildung 5**). Die Flächen der Referenzlandwirt:innen liegen allesamt in diesem Hauptanbaubereich von Tirol.

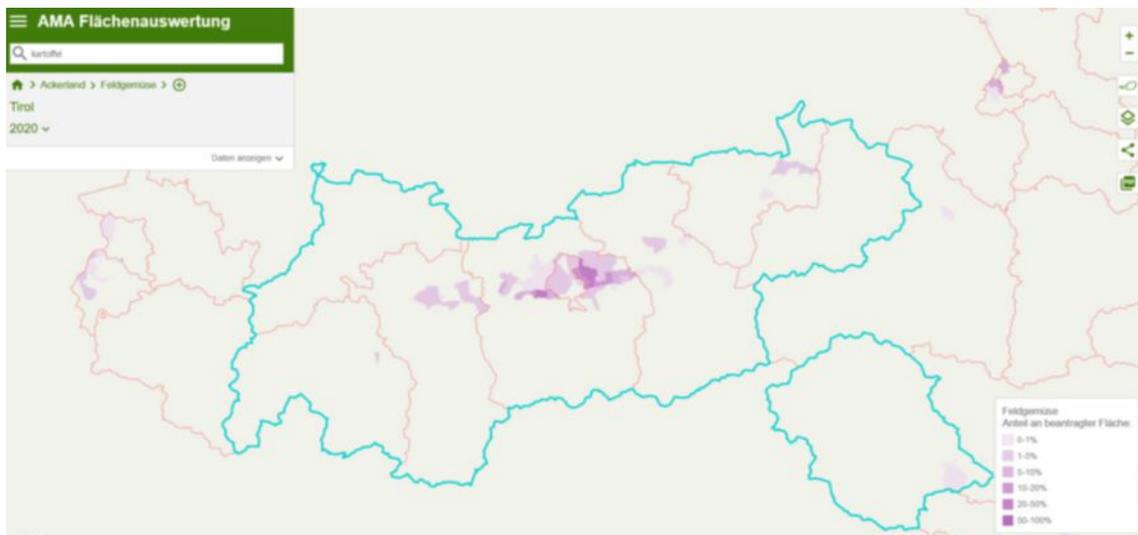


Abbildung 5: AMA Flächenauswertung 2020 von Feldgemüse: geographischer Überblick über Flächennutzung für Gemüseanbau (Agrarmarkt Austria 2020)

2.2.1.2 Vereinheitlichung der Datengrundlage

Bei den erhobenen Daten handelt es sich primär um Schätzwerte der Referenzlandwirt:innen. Diese Selbsteinschätzung bezieht sich aus dem Erfahrungsschatz des Betriebsleiters sowie auf Dokumente zur Anbauplanung und dem Jahresabschluss. Diese selbst definierten Bilanzgrenzen der Referenzlandwirt:innen zeigen sich im Vergleich sehr unterschiedlich. Umso wichtiger war die Datenaufbereitung gemäß Kapitel 2.1.4 Die erneute persönliche Kontaktaufnahme zur Schließung von identifizierten Datenlücken war nicht bei allen Referenzlandwirt:innen erfolgreich. Dementsprechend wurden Abschätzungen getroffen, die im konkreten Fall beschrieben werden.

Abgrenzung von Putzverlusten und nichtmarktfähiger Ware

Für die angestrebte Vergleichsbasis wurde im ersten Schritt bei der Rohdatenverarbeitung eine quantitative Differenzierung der Gemüsereststoffe nach nicht marktfähiger Ware sowie nach Putzverlust vorgenommen. Der zusätzliche prozentuelle Putzverlust pro Stück bzw. Gewichtseinheit zählt ebenfalls als Gemüsereststoff, konnte jedoch nur selten beziffert werden und wird deshalb gesondert betrachtet. Im Vergleich dazu konnte eine Datenbasis zur nicht-marktfähige Ware geschaffen werden.

Umrechnung von Stück auf Gewicht

Zur Schaffung einer vergleichbaren Datenbasis betreffend den erhobenen Daten zum Prozessfluss in der Primärproduktion – von Anbau bis Verkauf - wurden die Daten noch weiters verarbeitet. Da die Gewichtsangabe die Zielgröße für die Gemüsereststoffmodellierung darstellt, wurden im Prozessschema Pflanzmengen bzw. Stück- oder Bundmengen auf Gewichtseinheiten umgerechnet. Einerseits wurde direkt im Interview nach dem Durchschnittsgewicht der Verkaufsware gefragt und dieses zur Berechnung herangezogen. Alternativ dazu wurden als Durchschnittsgewicht Literaturwerte verwendet. Besonders hervorzuheben ist hierbei die Publikation von Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit mit dem Titel „Mittlere Gewichte einzelner Obst- und Gemüseerzeugnisse“. Es handelt sich hierbei um eine Datenerhebung aus dem Zeitraum 2001-2002. Aus dieser Publikation wurde im gegebenen Fall der statistische Mittelwert der entsprechenden Kulturen für die Berechnung verwendet. Die daraus berechneten Erntemengen wurden zudem einer Plausibilitätsprüfung unterzogen, indem diese mit den kulturspezifischen Tiroler Durchschnittserträgen aus der von Statistik Austria publizierten Erntemengenerhebung von 2020 verglichen wurden (vgl. Statistik Austria 2021a, S. 94–99). Überdurchschnittliche Erträge wurden kritisch beleuchtet und ggf. durch erneute Kontaktaufnahme der Interviewpartner:innen verifiziert.

Abweichend davon liegen für bestimmte Gemüsesorten die erhobenen Zahlen zur Mengenerhebung bereits in Gewichtsform vor, sodass keine Umrechnung notwendig ist. Beispielhaft ist hierbei der Rohertrag oder Brutto- und Nettoertrag bei Kartoffeln und Karotten zu nennen.

Darstellung der Gemüsereststoffmengen als Umrechnungsfaktor zu den Erntemengen

Neben der Umrechnung von Stück auf Gewicht wurden die Daten einer weiteren Verarbeitung unterzogen. Es wird hierbei versucht eine Relation zwischen den Gemüsereststoffen und den Erntemengen herbeizuführen und diesen Umrechnungsfaktor für die weitere Modellierung zu verwenden. Damit wird das Ziel verfolgt die unterschiedlichen Anbauweisen und Hektarerträge der Referenzlandwirt:innen vergleichbar zu machen. Aufgrund der unterschiedlichen Datengrundlage bzw. Datenqualität

wird dieser Umrechnungsfaktor, mit der in diesem Bericht verwendeten Kurzbezeichnung „Reststoffanteil-on-top“, auf drei unterschiedliche Rechnungswegen ermittelt.

Einerseits berechnet sich dieser Umrechnungsfaktor auf direktem Wege durch die Division der erhobenen Gemüsereststoffmengen mit der erhobenen Erntemengen gemäß Formel (1).

$$\text{Reststoffanteil} - \text{on} - \text{top}_{Nr.1} = \frac{\text{Gemüsereststoffe (Gewichtsangabe)}}{\text{Erntemenge (Gewichtsanagabe)}} \quad (1)$$

Zumeist liegen die erhobenen Angaben zum Gemüsereststoffaufkommen nicht als Gewichtsangabe, sondern als Prozentsatz in Bezug auf die ausgesetzten Pflanzen, analog zum Verlustdiagramm in **Abbildung 4** auf Seite 9, vor. Dementsprechend wurde zur Bestimmung des Parameters „Reststoffanteil-on-top“ ein weiterer alternativer Berechnungsweg herangezogen. In einem ersten Schritt wurden die weiteren bekannten Outputströme der Wertschöpfungskette von der Aussaat bis zum Verkauf allesamt als Prozentsatz des Inputstroms umformuliert. Aus der Division dieses zugrundeliegenden Gemüsereststoffanteils mit dem prozentuellen Anteil der Erntemenge bzw. Absatzmenge errechnet sich daraus der alternative Weg zur Bestimmung des gesuchten Parameters, analog zu Formel (2).

$$\text{Reststoffanteil} - \text{on} - \text{top}_{Nr.2} = \frac{\text{Gemüsereststoffanteil (Prozentangabe)}}{\text{Erntemengenteil (Prozentanagabe)}} \quad (2)$$

In Einzelfällen liegen die erfassten Daten zum Gemüsereststoffaufkommen weder als Mengen noch als Prozentsatz vor. Aus diesen Interviews kann neben der Erhebung der Aussaat als Pflanzenanzahl ausschließlich die Erntemenge als Prozentsatz des Inputstroms entnommen bzw. umformuliert werden. Die Basis für die Berechnung dieses Gemüsereststoffaufkommens bildet die Differenz aus der Ausgangsgröße der Anbaumenge und der Absatzgröße der Erntemenge, jeweils ausgedrückt als Prozentsatz. Zugrundeliegend dieser Differenz erfolgt ergänzend die Anwendung eines kulturübergreifenden prozentualen Abschlags auf den bekannten Inputstrom. Die Differenz schmälert sich damit und soll sowohl Randverluste beim Aussähen, sowie nicht angewachsenes Gemüse berücksichtigen, die de facto nicht zum Gemüsereststoffaufkommen beitragen. Der verwendete prozentuale Abschlag basiert auf den Erfahrungswerten von 2 Referenzlandwirt:innen und dem Obmann des Vereins der Tiroler Gemüsebauern und wird mit 3 % beziffert. Die finale Bestimmung des gesuchten Parameters „Reststoffanteil-on-top“ erfolgt durch Division dieses Abschlags-korrigierten Gemüsereststoffmengenanteils mit der erhobenen prozentuellen Erntemenge, parallel zu Formel (2). Diese dritte Berechnungsvariante wird mit Formel (3) dargestellt und komplettiert damit die Vereinheitlichung der Datengrundlage zur Skalierung der Gemüsereststoffmengen.

$$\text{Reststoffanteil} - \text{on} - \text{top}_{Nr.3} = \frac{100 \% - \text{Erntemenge (Prozentangabe)} - 3\% (\text{Abschlag})}{\text{Erntemenge (Prozentanagabe)}} \quad (3)$$

genießbarer Anteil Gemüsereststoffe:

Hinsichtlich der Genusstauglichkeit liegen die Datensätze vorwiegend als prozentueller Anteil zum kultur- und landwirtschaftspezifischen Gemüsereststoffaufkommen vor. Abweichend davon liegen die Daten vereinzelt detaillierter, im Rahmen von einzelnen Positionen des Verlustdiagramms, vor. Die entsprechenden Positionen wurden zusammengefasst und sind damit als kulturspezifischer Summenparameter vereinheitlicht und als vergleichbarer Parameter dargestellt.

Putzverluste:

Zur Quantifizierung des Aufkommens durch Putzreste wird ebenfalls die Zielgröße der Gewichtseinheit verfolgt. Dafür wurden die erhobene Gewichtsfraktion pro Pflanze bzw. Verkaufseinheit, die dem Putzrest zuordenbar sind, ins Verhältnis zum ebenfalls erhobenen Durchschnittsgewicht einer Pflanze bzw. Verkaufseinheit gesetzt. Daraus resultiert ein landwirt- und kulturspezifischer prozentueller Putzverlust. Im Vergleich mit dem berechneten Umrechnungsfaktor „Reststoffanteil-on-top“ beim Gemüsereststoffaufkommen wurde für die Putzreste damit die idente Bezugsbasis gewählt. Diese einheitliche Datenbasis schafft die Möglichkeit zur Skalierung der Daten im Rahmen von Modellen mit unterschiedlichen Bilanzgrenzen.

2.2.1.3 Beschreibung der erhobenen Datenqualität

Bezugnehmend auf den Mengenerhebungsfragebogen, beschrieben in Kapitel 2.1.1, wird nachfolgend die erzielte Datenqualität zu diesen Parametern beschrieben.

Bei der Erhebung der Daten im persönlichem Interviewformat wurde vor der konkreten Abschätzung durch die Referenzlandwirt:innen mehrmals darauf hingewiesen, dass ihre jährliche Erntemengen bzw. kulturspezifischen Absatzmengen größeren Schwankungen unterliegen, die aufgrund vieler extern wirkender Faktoren im Vorhinein nur bedingt planbar sind. Dementsprechend zögerlich erfolgte die Benennung der absoluten Zahlen. Da die befragten Referenzlandwirt:innen allesamt einen langjährigen Erfahrungsschatz vorzuweisen haben, wurde dieser bei der Benennung der Ausschuss- und Absatzmengen miteinbezogen. Ein Jonglieren zwischen Prozentangaben und absoluten Mengenangaben der erhobenen Daten bedingte die Reflexion und eine Art Verifikation der Angaben durch die Interviewten. Abweichend davon können die erhobenen Daten zur Anbaumengen/Pflanzmengen für 2020 als absolut betrachtet werden, da sich diese wiedergegebenen Zahlenwerte zumeist auf die verschriftlichte Anbauplanung der Landwirt:innen stützen.

Bei 2 von 8 Referenzlandwirt:innen - den zwei größten Gemüsebaubetrieben - konnte eine Vollerhebung der jährlichen Erntemenge sowie abgeschätzten Gemüsereststoffmenge, erzielt werden. Dies gliedert sich in die angebauten Kulturen und bezieht die Anbauflächen inkl. Mehrfachnutzung mit ein. Abweichend davon erfolgte für die weiteren 6 Referenzlandwirt:innen eine Teilerhebung, die sich mit 2 bis 5 Hauptkulturen pro Betrieb skizzieren lässt. Die Erntemengen der Nebenkulturen konnten nicht vollständig abgebildet werden. Hierfür wurden seitens der Referenzlandwirt:innen, mangels fehlendem Erfahrungsschatz, zumeist keine Verlustzahlen vermittelt und damit diese Daten auch nicht im Rahmen der Modellbildung weiterverarbeitet.

Ursprünglich wurde es angestrebt die erhobenen Daten nach Erntetechnik und Erntezyklen weiter aufzugliedern. Die Datengrundlage hierzu ist gemäß den Interviews sehr inkonsistent und nicht aliquot zurechenbar. Gemäß dem Output aus den durchgeführten Interviews handelt es sich nämlich um stark variable Parameter, die zunehmend von externen Faktoren wie z.B. der genannten Personalverfügbarkeit, Marktnachfrage sowie auch den Wetterbedingungen abhängen. Neben der Kulturspezifika, wird gemäß den Interviews tendenziell die händische Ernte von Frischgemüse von den Referenzlandwirt:innen favorisiert, mit dem Vorteil, dass zugleich vor Ort die Feldsortierung stattfinden kann. Demgegenüber steht bei unzureichender Personalverfügbarkeit die maschinelle Ernte sowie ein einmaliger Erntevorgang, die eine geringere Aberntequote zur Folge haben und damit zu einem höheren Gemüsereststoffaufkommen am Feld und geringerer Absatzmenge beitragen.

Ähnliche Effekte sind bei der Entscheidungsfrage der Feld- und/oder Hofsortierung beobachtbar. Hier konnten mehrheitlich keine definitiven kulturspezifischen Zuordnungen eingeholt werden. Für viele Kulturen fallen sowohl Gemüsereststoffe am Feld als auch am Hof bei der Nachsortierung an. Auch bei der detaillierteren Betrachtung im Rahmen der Verlustdiagramme der Hauptkulturen gestaltete sich die Zuordnung der Gemüsereststoffmengen zum Anfallsort für die Referenzlandwirt:innen als äußerst schwierig dar und wurde neben Kulturspezifika zumeist als 50:50 Einschätzung notiert.

Auf Grundlage dieser inhomogenen und lückenbehafteten Datenlage und dem Teilerhebungscharakter wird der Anfallsort nicht für die weitere Datenverarbeitung und tirolweiten Skalierung der Daten herangezogen. Gleichmaßen trifft dies auch auf die zeitliche Einordnung des kulturspezifischen Gemüsereststoffaufkommens zu. Laut den interviewten Landwirt:innen kann lediglich eine Abschätzung des Jahresaufkommens getroffen werden, aber keine detailliertere zeitliche Zuordnung durchgeführt werden. Gemäß den Referenzlandwirt:innen hänge der Zeitpunkt der Aussaat, die Wachstumsdauer, der Erntezeitpunkt vor allem von den klimatischen Bedingungen und Wittereinflüssen ab. Parallel dazu bestimmen gemäß mehrerer Referenzlandwirt:innen die Marktnachfrage ebenfalls den Erntezeitpunkt bzw. der Zeitpunkt der Hofsortierung wesentlich. Die genaue zeitliche Einordnung der kulturspezifischen Gemüsereststoffe gestaltet sich demnach als äußerst schwer prognostizierbar. Die Befragung bietet keine belastbaren Zahlen für eine konkretere zeitliche Einordnung des Gemüsereststoffaufkommens als das saisonale Aufkommen.

Weiters wurde im Rahmen der Erhebung die Genusstauglichkeit der Gemüsereststoffe thematisiert. Die zwei größten Gemüsebaubetriebe unter den Referenzlandwirt:innen lieferten hierbei Einschätzungen für ihr gesamtes Ernteaufkommen. Für die weiteren 6 Gemüsebetriebe wurde die Genusstauglichkeit der Gemüsereststoffmengen derer Hauptkulturen erhoben unter vorwiegender Zuhilfenahme des Verlustdiagramms.

Im Hinblick auf das im Interview eingesetzte Verlustdiagramme konnte dies seitens der Referenzlandwirt:innen nur fallweise auf kulturspezifischer Ebene im vollem Umfang rekonstruiert werden. Die auswertbaren Daten wurden verwendet und neben der Bestimmung der Genusstauglichkeit vor allem auch direkt im Interview-setup zur reflektierenden Einschätzung des kulturspezifischen Gemüsereststoffanteils herangezogen. Vereinzelt lässt die erzielte Datenqualität der Verlustdiagramme die Quantifizierung der kulturspezifischen Putzreste zu. Analog dazu gibt es weitere einzelne Datensätze aus den Interviews der Primärproduktion zu den Putzresten. Die erhobene Datenbasis zu den Putzresten beschränkt sich auf die vier Hauptkulturen. Diese wurden von mehreren Referenzlandwirt:innen identifiziert bzw. zugeordnet. Begründet wird diese Auswahl damit, dass diese im größeren Stil in Tirol angebaut werden und zu einem nennenswerten Aufkommen führen, welches augenscheinlich bei der Hofsortierung registriert wird. Zu den identifizierten Hauptkulturen in Tirol zählen hierbei Porree, Jungzwiebeln, Kraut sowie Salate.

2.2.2 Erhobene Datengrundlage der begleitenden Feld- und Hofsortierungen

2.2.2.1 Radieschen

Die Erntebegleitung von Radieschen fand innerhalb der Hauptsaison, konkret am 20. April 2022, statt. Auf dem untersuchten Feld wurde vor dem Erntevorgang in Absprache mit der Betriebsführerin vier

quadratische Flächen à 1,20 m x 1,20 m als repräsentative Stichproben identifiziert und diese abgesteckt. Diese Stichproben befinden sich in vier von in Summe 7 Beeten, die in etwa 40 Meter lang sind und von verschiedenen Erntearbeiter:innen bedient werden. Die gewählten Dimensionen der Stichproben entsprechen der Spurbreite des Arbeitsgeräts, beispielhaft dargestellt in **Abbildung 6**. Die vier Stichproben à 1,44 m² repräsentieren damit ca. 1,7 % der Feldfläche und liegen damit oberhalb der angestrebten Mindestgröße von 0,1 % gemäß Johnson et al. 2018.

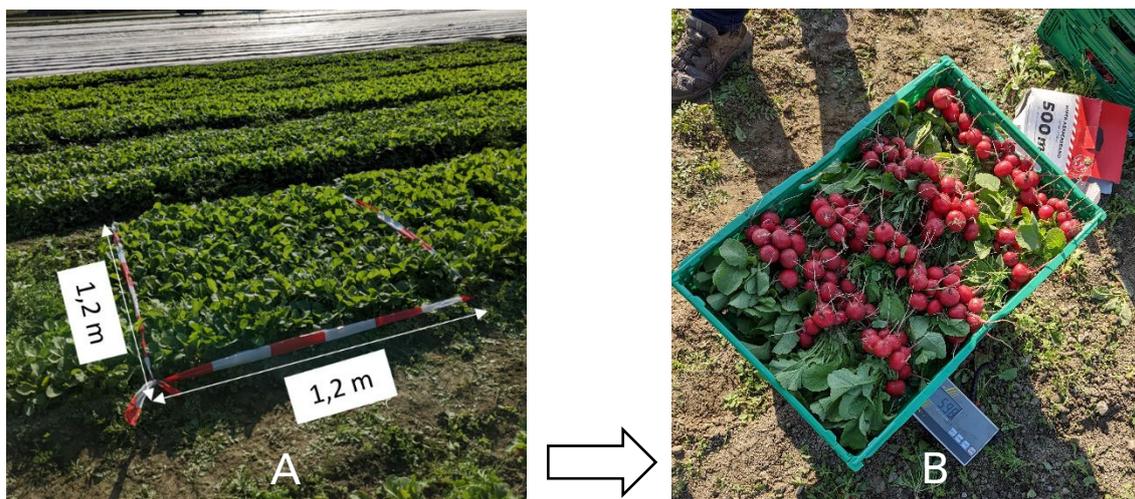


Abbildung 6: Versuchssetup einer repräsentativen Stichprobe der Erntebegleitung von Radieschen vor dem Erntevorgang (A) und gesammelt nach dem Erntevorgang (B)

Die erhobenen Daten dieser 4 Stichproben sind zusammenfassend in Tabelle 3 dargestellt, wobei der Reststoffanteil-on-top der Formel (1) zugrunde liegt.

Tabelle 3: Ergebnisübersicht Gemüsereststoffanteil durch die Erntebegleitung von Radieschen, Reststoffanteil berechnet nach Formel (1)

| Stichprobe | Erntemenge [kg] | Anzahl geernteter Bund [-] | Durchschnittsgewicht pro Bund [g] | Gemüsereststoffe [kg] | zusätzliche Bund in Form von Gemüsereststoffen [-] | Reststoffanteil-on-top [-] |
|--------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--|----------------------------|
| Nr 1 | 4,64 | 15 | 309 | 0,12 | 0,4 | 2,6% |
| Nr 2 | 3,94 | 15 | 263 | 0,36 | 1,4 | 9,1% |
| Nr 3 | 4,58 | 15 | 305 | 0,24 | 0,8 | 5,2% |
| Nr 4 | 4,56 | 15 | 304 | 0,42 | 1,4 | 9,2% |
| Mittelwert | 4,43 | 15 | 295 | 0,29 | 1,0 | 6,5% |
| Standardabweichung | ± 0,28 | ± 0 | ±19 | ± 0,12 | ± 0,4 | ± 2,8% |

Diese Kennzahl beträgt bei dieser stichprobenartigen Felduntersuchung im Mittel 6,5 % ± 2,8 %. Gemäß der Befragung der Betriebsführerin vor Ort handelt es sich bei diesem Untersuchungsgegenstand um eine überdurchschnittlich gute Ausbeute. In den Wochen zuvor habe es wetterbedingt wesentlich mehr „Ausschussware“ gegeben. Ergänzend entsteht nach der händischen Radieschenernte

am Feld, verlagert am Hof, durch den Waschvorgang gelegentlich weiterer „Ausschuss“, da die Radieschen „platzen“ könnten. Gemäß den Aussagen der Betriebsführerin entstehe gerade bei dieser Kultur der Ausschuss vorwiegend durch Warenretoure des Kunden. Deren Kunde ist primär der Lebensmitteleinzelhandel, wobei die Qualitätsanforderungen seitens der Betriebsführerin als „streng“ wahrgenommen werden. Neben geplatzen Radieschen, die auch dem Transportweg zuordnen seien, zählen auch augenscheinliche vergilbte Keimblätter im Radieschenbund zu den Retoure-Kriterien der Kunden. Gemäß der befragten Betriebswirtin sei diese farbliche Veränderung der Keimblätter der Hauptindikator für Reife und damit Initiator für die Ernte. Da diese für den Kunden pro Radieschenknolle einzeln händisch von der Erntearbeiter:innen zu entfernen seien, bedeute dies viel Handarbeit und eine genaue Arbeitsweise, die mit einer großen Fehleranfälligkeit einhergehe. Diese skizzierten ergänzenden Ausschusskriterien sind in den Ergebnissen von **Tabelle 3** exkludiert und würden gemäß den Aussagen der Betriebswirtin zu einer wesentlichen Erhöhung des Gemüsereststoffaufkommen bei Radieschen führen.

Analog zur Bestimmung des Gemüsereststoffaufkommen durch die Feldsortierung wurde die Einteilung hinsichtlich der genießbarkeit aus den vier Stichproben vorgenommen. Auf das Gewicht bezogen sind 36 % dieser erfassten Gemüsereststoffe als „ungenießbar“ und respektive 64 % als „genießbar“ mit Lebensmittelqualität zuordenbar.

Da gemäß der Betriebsführerin die Radieschen primär inklusive Blattgrün in Tirol verkauft werden, entstehe außer durch die Entfernung des Keimblatts kein Putzverlust pro geerntete Pflanze. Diese Aussage bestätigt sich im Rahmen der weiteren Interviews der Referenzlandwirt:innen. Dementsprechend wird der Putzverlust bei Radieschen als vernachlässigbar betrachtet.

2.2.2.2 Kohlrabi

Die Erntebegleitung von Kohlrabi fand ebenfalls innerhalb der kulturspezifischen Hauptsaison, konkret am 11. Juli 2022, statt. Auf dem untersuchten Feld wurde vor dem Erntevorgang in Absprache mit den Vorarbeitern drei quadratische Flächen als repräsentative Stichproben identifiziert und diese abgesteckt. Die gewählten Dimensionen der Stichproben sind auch hier in Anlehnung an die gedachte Spurbreite des Arbeitsgeräts gewählt. Im Vergleich zur Radieschenernte sind diese wesentlich breiter mit 3,6 – 3,8 m, weshalb 3 Stichproben als ausreichend gewertet wurden (siehe **Abbildung 7**).



Abbildung 7: Versuchssetup einer repräsentativen Stichprobe der Erntebegleitung von Kohlrabi nach dem Erntegang der marktfähigen Ware

Bei der Felduntersuchung waren drei Erntearbeiter:innen tätig, die gemeinschaftlich die marktkonforme Ware sowie die Gemüsereststoffe pro abgesteckter Stichprobe geerntet und in entsprechende Kisten gesammelt hatten, exemplarisch dargestellt in **Abbildung 8**. Einerseits erfolgte die Erfassung der pflanzenanzahlbezogenen Gemüsereststoffen sowie deren Einteilung hinsichtlich der Genussstauglichkeit.



Abbildung 8: Gemüsereststoffe Kohlrabi; A: Überblick der unsortierten Gemüsereststoffe, B: ungenießbarer Anteil Gemüsereststoffe C: genießbarer Anteil, nicht-marktkonforme Kohlrabi D: Putzverluste in Form von Blättern

Zudem wurden die Gemüsereststoffe in Form von Putzverlusten quantifiziert. Der Putzverlust charakterisiert sich hierbei ausschließlich als Abschnitt der äußeren Blätter und liegt der vereinbarten Spezifikation des Kunden zu Grunde. Weiters wurden die von starker Fäulnis betroffenen nicht-erntefähigen Kohlrabi pro Stichprobe beziffert. Die gravimetrischen Bestimmungen aus dieser Erntebegleitung sowie daraus berechenbare Parameter sind zusammenfassend in **Tabelle 4** dargestellt.

Der pflanzenanzahlbezogene Reststoffanteil-on-top beziffert sich hierbei im Mittel auf $31 \% \pm 7 \%$ mit einem genießbaren Anteil von 47% bzw. ungenießbarem Anteil von 53% . Heruntergebrochen auf die Einheit einer Kohlrabi-Pflanze fallen im Durchschnitt 28% dieser als Putzverluste an. Nach Rücksprache mit dem Vorarbeiter seien die Spezifikationen an das Endprodukt seitens der Kunden sehr unterschiedlich. Oft falle kein Putzverlust bei Kohlrabi an, da die Kundenspezifikation vorschreibe, die Kohlrabiknollen samt Blätter zu liefern. Aufgrund des Fehlens einer standardisierten, repräsentativen Vorgehensweise werden diese konkreten Putzverluste von der Szenarien-Modellierung ausgeschlossen.

Tabelle 4: Ergebnisübersicht der erhobenen Erntemengen, der Gemüsereststoffmengen sowie deren Einteilung hinsichtlich genießbarkeit durch die Erntebegleitung von Kohlrabi, Reststoffanteil-on-top berechnet nach Formel (1)

| Parameter | Stich- probe 1 | Stich- probe 2 | Stich- probe 3 | Mittelwert | Standard- abweichung |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|------------|-------------------------|
| Fläche (m ²) | 12,96 | 12,96 | 14,44 | 13,45 | ± 0,70 |
| Erntemenge (kg) | 50,55 | 56,06 | 41,20 | 49,27 | ± 6,13 |
| Gemüsereststoffe (kg) | 15,55 | 12,83 | 16,19 | 14,86 | ± 1,46 |
| Reststoffanteil-on-top (-) | 31 % | 23 % | 39% | 31 % | ± 7 % |
| Putzverluste (kg) | 19,79 | 21,29 | 16,03 | 19,04 | ± 2,22 |
| durchschnittlicher Putzverlust pro Pflanze (-) | 28 % | 28 % | 28 % | 28 % | ± 0 % |
| Anzahl geernteter marktfähiger Kohlrabi (-) | 63 | 62 | 71 | 65 | ± 4 |
| Durchschnittsgewicht pro Stück (g) | 803 | 906 | 687 | 798 | ± 89 |
| Anzahl geernteter nicht-marktfähigen Kohlrabi (-) | 22 | 20 | 26 | 23 | ± 2 |
| - davon genusstauglich (-) | 73 % | 45 % | 23 % | 47 % | ± 20 % |
| - davon ungenießbar (-) | 27 % | 55 % | 77 % | 53 % | ± 20 % |
| Anzahl fauler nicht-erntefähiger Kohlrabi (-) | 1 | 3 | 0 | 1 | ± 1 |
| Anzahl Ausschuss (-) | 23 | 23 | 26 | 24 | ± 1 |
| pflanzenbezogene Ausbeute (-) | 73 % | 73 % | 73 % | 73 % | ± 0 % |

2.2.2.3 Porree

Aus der initialen Vermessung des Porree-Feldes kurz vor dem Erntebeginn geht die Bestimmung der angewachsenen Pflanzen im Vergleich zur gesetzten Pflanzzahl hervor. Hierzu wurden drei Stichproben à 1,80 m x 1,80 m abgesteckt, sodass die Fläche beidseitig jeweils die halbe Traktorspurbreite der Arbeitsmaschine umfasst und damit ca. 2 % der kultivierten Fläche im Stichprobenumfang liegen. Der Untersuchungsumfang einer Stichprobe charakterisiert sich daher aus jeweils 4 Reihen, und beinhaltet die Pflanzenanzahl auf einer Länge von 1,80 m. Gemäß der Untersuchung zusätzlich vermessener Stichproben nimmt die gesetzte Pflanzanzahl auf einer abgesteckten Länge von 1,80 m einen Wert zwischen 19 und 20 Pflanzen pro Reihe ein. Unter der Annahme der Gleichmäßigkeit einer maschinellen Setzung entspricht eine 100 % Ausbeute einer Stichprobe, ausgedrückt in der Pflanzenanzahl, damit 76 bis 80 Pflanzen bzw. 78 Pflanzen im Mittel. Nachfolgend sind die quantifizierten angewachsenen Pflanzen pro Reihe und Stichprobe in Tabelle 5 zusammenfassend dargestellt. Zudem werden die pflanzenanzahlbezogenen Ausbeuten pro Stichprobe dargestellt. Diese lässt sich im Mittel mit 94 % beziffern und bestätigt die als gering wahrgenommenen Verluste des Referenzlandwirts auf dem Feld von durchschnittlich 2 – 6 %.

Tabelle 5: Bestimmung der pflanzenanzahlbezogenen Ausbeute durch den Vergleich der gesetzten Pflanzen und der angewachsenen Pflanzen in Form von Stichproben vor der maschinellen Ernte.

| Stichprobe | Reihe 1 | Reihe 2 | Reihe 3 | Reihe 4 | Summe | Ausbeute |
|------------|---------|---------|---------|---------|-------|----------|
| 1 | 17 | 17 | 20 | 20 | 74 | 95 % |
| 2 | 18 | 17 | 18 | 19 | 72 | 92 % |
| 3 | 18 | 18 | 19 | 19 | 74 | 95 % |

Neben den Wachstums-bedingten Verlusten stehen auch die Ernte-assoziierten Verluste im Untersuchungsumfang. Gemäß dem befragten Referenzlandwirten fallen bei der maschinellen Vollernte Abschnitte an, die aufgrund des geringen Aufkommens als „vernachlässigbar“ betrachtet werden. **Abbildung 9** zeigt der Zustand der am Feld anfallenden Abschnitte 24 Stunden nach dem Erntevorgang. In diesem Zustand sind die Abschnitte weder zuordenbar noch quantifizierbar, sodass diese analog der Einschätzung des Referenzlandwirten als vernachlässigbar behandelt werden.



Abbildung 9: Ernterückstände von Porree nach der maschinellen Ernte und einem Tag Rottedauer

Die im Anschluss stattfindende begleitende Hofsortierung von Porree fand am 11. Mai 2023 statt. Gemäß dem Interview des Referenzlandwirts vor Ort falle bei Porree am Hof pflanzenanzahlbezogen kein Ausschuss an. Bei dieser Kultur falle das Hauptaufkommen in Form von Gemüsereststoffen bei der Hofsortierung in Form von Putzverlusten an. Zu diesem Zwecke wurde vom Referenzlandwirten der Putzvorgang nachgebildet und die Fraktionen als Summenparameter gravimetrisch bestimmt. Gemäß dieser Stichprobe gliedert sich die Masse des maschinell geernteten Porrees weiters in 68 % verkaufsfähiger Ware und 32 % Putzverlust auf. Ausgedrückt als Reststoff-anteil-on top beziffert sich dieser Wert auf 47 % in Form von Putzverlust bei dieser untersuchten Stichprobe.

Gemäß der abschließenden Verifizierung durch den Referenzlandwirten handle es sich um einen leicht überdurchschnittlichen Gemüsereststoffanteil in Form von Putzverlusten im Vergleich zu den Vorjahren. Grundsätzlich trage die Porree-Kultur zum wesentlichen Aufkommen in Form von Putzverlusten in Tirol bei, weshalb die Quantifizierung von besonderer Bedeutung sei.

2.2.3 Verifizierung der Erntemengen aus der Tiroler Primärdatenerhebung

Vorgelagert der Modellierung der Gemüsereststoffmengen erfolgte die Verifizierung der Erntemengen anhand von publizierten Referenzdaten. Dies erfolgte zugrundeliegend der realisierten Vollerhebung der Ernte- und Gemüsereststoffmengen des Bezugsjahrs von den zwei größten gefragten Referenzlandwirt:innen. Die erhobenen Erntemengen des Bezugsjahres 2020 wurden im Detail mit den veröffentlichten Daten von Statistik Austria, umfassend beschrieben in Kapitel 2.1.1.2 auf Seite 5, verglichen.

Abweichung vom Bezugsjahr

Die beschriebene Abweichung vom Bezugsjahr 2019 in der Methodik liegt primär der aktualisierten Flächenbasis von Jahr 2019 auf 2020 in Tirol zugrunde. Gemäß der Publikation der Statistik zur Landwirtschaft 2020 sei in Tirol „[...] ein Vergleich zum Vorjahr nur eingeschränkt“ hinsichtlich der Erntemengen möglich (Statistik Austria 2021a, S. 94–99). Das Ausmaß dieser Flächenaktualisierung wird durch die Gegenüberstellung der Jahre mit **Tabelle 6** auf Seite 24 verdeutlicht. Gemäß der Beschreibung zur Erhebungsmethode, basiert die Datengrundlage von Statistik Austria auf Befragungen der Gemüsebaureferenten mit Meldungen hinsichtlich der Erträge, die über die Flächenbasis hochskaliert werden (vgl. Statistik Austria 2021e, S. 28, 2020c, S. 27). Der Flächenaktualisierung kommt dementsprechend eine essentielle Bedeutung für die Generierung von validen Erntezahlen zu. Gemäß **Tabelle 6** entspricht die Flächenaktualisierung in Tirol einer Zunahme von 19 % - 24 % vom Jahr 2019 auf 2020. Demgegenüber steht eine Erntemengenzunahme, bei aktualisierter Fläche, von 25 % - 26 % (vgl. **Tabelle 6**). Aufgrund mangelnder Zuordenbarkeit der flächenbedingten und ertragsbedingten Steigerungen, fundiert letztlich die Entscheidung den Untersuchungsumfang der Primärdatenerhebung auf das Jahr 2020 aufzubauen.

Tabelle 6: Vergleich der Flächen und Erntemengen in Tirol (eigene Darstellung, adaptiert nach Statistik Austria 2020d, S. 88, 2020e, S. 92–97, 2021a, S. 94–99, 2021b, S. 90.)

| Parameter | Ernteerhebung Statistik Austria 2019 | Ernteerhebung Statistik Austria 2020 | Jahresvergleich 2020 zu 2019 |
|------------------------------------|---|---|---------------------------------|
| Erntemenge (ohne Kartoffeln) | 36.421 t/ Saison | 45.989 t/ Saison | + 26 % |
| Flächenbasis (ohne Kartoffeln) | 1.133 ha | 1.408 ha | + 24 % |
| Erntemenge (inkl. Kartoffeln) | 46.721 t/ Saison | 58.216 t/ Saison | + 25 % |
| Flächenbasis (inkl. Kartoffeln) | 1.506 ha | 1.792 ha | + 19 % |

Gemäß **Tabelle 6** werden im Bezugsjahr 2020 45.989 t Gemüse aus Tiroler Eigenproduktion geerntet. Inklusive der Tiroler Kartoffelproduktion beträgt das Gesamtaufkommen von 2020 aus Eigenproduktion 58.216 t gemäß der publizierten Statistik.

Skalierung der Erntemengen-Vollerhebung von Referenzlandwirt:innen

Zu Verifizierungstätigkeiten werden diese Mengen mit den Erntemengen der Primärdatenerhebung verglichen. Im Detail wird die erzielte Vollerhebung der Erntemengen der zwei größten Referenzlandwirt:innen herangezogen. Die Daten sind analog zur beschriebenen Vorgehensweise in Gewichtsform verarbeitet und kulturspezifisch in **Tabelle 7** mit der veröffentlichten Statistik Daten gegenübergestellt. Inklusiv dem Kartoffelanbau werden mit dieser Erntemengen-Vollerhebung der zwei Referenzlandwirt:innen 15 von 38 in Tirol angebauten Kulturen bzw. Subkulturen abgebildet. Hinsichtlich des Produktionsvolumens wird damit jedoch ein weitaus größerer Anteil abgebildet, der sich gemäß der tabellarischen Darstellung mit 92 % beziffern lässt. Die Abdeckung der Hauptkulturen durch die Befragung der zwei größten Referenzlandwirt:innen des Tiroler Gemüseanbaus wird demnach abgedeckt.

Tabelle 7: Vergleich der Ernterhebungen der Statistik Austria Datengrundlage für Tirol von 2020 (abk. Tiroler Produktion) mit der Primärdatenerhebung der zwei größten Referenzlandwirte (abk. Ref LW 1, Ref LW 2) auf kulturspezifischer Ebene

| angebauten Kulturen in Tirol | Ref LW 1 [t.a ⁻¹] | Ref LW 2 [t.a ⁻¹] | Tiroler Produktion [t.a ⁻¹] |
|--|----------------------------------|----------------------------------|--|
| Brokkoli | - | 175 | 680 |
| Chinakohl | 247 | 736 | 2.320 |
| Fisolen | - | 90 | 440 |
| Karfiol | 238 | - | 1.820 |
| Karotten | 756 | 1500 | 6.500 |
| Kohlrabi | 163 | 375 | 1.750 |
| <i>Weißkraut + Industriekraut</i> | 325 | - | 4.825 |
| Porree | 88 | 1000 | 3.360 |
| Radieschen | 240 | 1.125 | 3.420 |
| Salat ges. | 1.692 | 1531 | 9.024 |
| Sellerie | 194 | 456 | 1.008 |
| Speisekürbis | 55 | - | 1.680 |
| Zucchini | 104 | - | 1.584 |
| <i>Bundzwiebel</i> | 204 | 550 | 3.000 |
| Summe ohne Kartoffeln | 4.307 | 7.538 | 41.411 |
| Kartoffeln ges. | 925 | - | 12.227 |
| Summe inkl. Kartoffeln | 5.232 t/a | 7.538 t/a | 53.638 t/a |
| Anteil an Tiroler Produktion | 10 %* | 12 %* | 92 % |
| Skalierte Produktionsmenge / Statistik Austria 2020 | 52.317 t/a | 62.813 t/a | |
| Skalierter Mittelwert (Ref LW 1 & 2) | 57.565 t/a | | - |

* entspricht dem Schätzwert der befragten Referenzlandwirt:innen

Unter Berücksichtigung der Schätzungen der befragten Referenzlandwirt:innen hinsichtlich deren Erntemengenanteil am Gesamtaufkommen in Tirol von 10 % und 12 % errechnet sich im Mittel ein Aufkommen von 57.565 t/a. Demgegenüber steht die publizierte Erntemenge von Tirol inkl. Kartoffeln

von 58.216 t/a. Dies entspricht einem absoluten Saldo von 652 t.a⁻¹ bzw. einer Abweichung von 1 % von der veröffentlichten Menge. Zugrundeliegend dieses Vergleichs werden die Erntemengen der Primärdatenerhebung als verifiziert und die Datengrundlagen als vergleichbar gewertet. Demnach werden die Statistik Austria Daten, die alle 36 in Tirol angebauten Kulturen umfassen, als belastbare fundierte Daten zur Modellierung der Gemüsereststoffmengen über den „Reststoffanteil-on-top“ eingeordnet und herangezogen.

2.2.4 Modellbildung zum Gemüsereststoffaufkommen aus Tiroler Primärproduktion

Die verarbeiteten Daten aus der Primärdatenerhebung, sowie jene aus der Feld- und Hofsortierung, sind in Form des Gemüsereststoffanteil-on top mit Tabelle 8 auf S.27f kulturspezifisch als gewichteter Mittelwert gemäß der beschriebenen Methodik nach Kapitel 2.1.4 aufbereitet. Durch Verknüpfung mit den verifizierten Statistik Austria Daten zur Erntemenge des Bezugsjahres errechnet sich daraus das kulturspezifische sowie Gesamtaufkommen der Gemüsereststoffe aus der Tiroler Primärproduktion. Sowohl die Tiroler Erntemengen als auch die berechneten Gemüsereststoffmengen sind der Tabelle zu entnehmen. Die Erhebung von Subkulturen, wie z.B. Bundzwiebeln und sonstige Zwiebeln, ist in der Tabelle farblich hervorgehoben (grau). Für jene Fälle werden die erhobenen Parameter der Subkulturen auf den Summenparameter, im vorliegenden Beispiel „Zwiebel ges.“, über die Mengenverhältnisse in Tirol skaliert. Ergänzend wird die Charakterisierung der Datenherkunft des jeweiligen kulturspezifisch gewichteten Mittelwerts in der Tabelle abgebildet. Dies erfolgt in Form eines abgekürzten Vermerks, der der nachfolgenden Untergliederung folgt:

- Referenzlandwirt 1 (*abk. Ref LW 1*)
 - Primärdatenerhebung aus Befragung der Kulturen des Bezugsjahres (*abk. Erh*)
 - adaptierte fach einschlägige Referenzliteratur für fehlende Kulturen (*abk. Lit*)
 - Mittelwert aus Datenerhebung und adaptierter Referenzliteratur (*abk. MW*)
- Referenzlandwirt 2 (*abk. Ref LW 2*)
 - Primärdatenerhebung aus Befragung der Kulturen des Bezugsjahres (*abk. Erh*)
- Zusammenfassung weiterer Referenzlandwirte und Feldforschung (*abk. Ref LW 3 + FF*)

Die aufgelistete Referenzliteratur entspringt dem Portal und Informationsdienst für den professionellen Gartenbau Hortigate, vom Zentralverband Gartenbau e. V. Hierin sind Kostenkalkulationen inkl. der kulturspezifischen Ausbeute für ausgewählte Freilandgemüsesorten publiziert (vgl. Joachim Ziegler 2021) . Diese Ausbeute liegt als prozentueller Anteil zur gepflanzten Menge vor und ist hierbei dienlich zur Bestimmung des kulturspezifischen Gemüsereststoffanteils. Die Realisierung des Gemüsereststoffanteils bzw. respektive des Reststoffanteils-on-top erfolgt über die Berechnung nach dem Schema von Formel (3). Das bedeutet, dass - entsprechend den realen Verhältnissen am Feld - jene nicht als Gemüsereststoff zuordenbare Verluste von 3 % durch Subtraktion von der Ausbeute mitberücksichtigt sind.

Inklusive der Kartoffelkulturen beläuft sich die Gemüsereststoffmenge aus Tiroler Primärproduktion gemäß Tabelle 8 im Bezugsjahr 2020 auf ein Aufkommen von 13.372 t - bei einer Erntemenge von 58.216 t. Dies entspricht einer zusätzlichen Erntemenge von 23 %. Bezogen auf das Gesamtvolumen aus bilanzierten Gemüsereststoffen und Erntemengen würde der bilanzierte Gemüsereststoffanteil 19 % ausmachen.

Tabelle 8: Modellierte Gemüsereststoffmengen aus der Tiroler Primärproduktion gemäß der Primärdatenerhebung im Tiroler Gemüsebau, adaptierter Referenzliteratur sowie Feldforschung im Tiroler Kontext.

| angebauter Kulturen in Tirol im Jahr 2020 | Erntemenge in Tirol (t) | gewichteter „Reststoffanteil – on top“ | Charakterisierung der Datenherkunft | | | | | Gemüsereststoffmenge (t) |
|---|-------------------------|--|-------------------------------------|-----|----|----------|---------------|--------------------------|
| | | | Ref LW 1 | | | Ref LW 2 | Ref LW 3 & FF | |
| | | | Erh | Lit | MW | | | |
| Brokkoli | 680 | 16 % | | x | | x | x | 107 |
| Chinakohl | 2.320 | 19 % | x | | | | x | 438 |
| Fenchel | 288 | 14 % | | x | | | | 41 |
| Fisolen | 440 | 26 % | | x | | x | | 114 |
| Grünerbsen | 6 | 5 % | | x | | | | 0,3 |
| Gurken (ges.) | 350 | 24 % | | | x | | | 83 |
| Karfiol | 1.820 | 26 % | x | | | | x | 476 |
| Karotten | 6.500 | 33 % | x | | | x | x | 2.148 |
| Knoblauch | 56 | 15 % | | | x | | x | 8 |
| Kohl (Wirsing) | 210 | 2 % | | x | | | | 4 |
| Kohlrabi | 1.750 | 20 % | x | | | x | x | 350 |
| Kohlsprossen | 15 | 18 % | | x | | | | 3 |
| Kraut (ges.) | 5.725 | 9 %* | | | | | | 504 |
| Weißkraut + Industriekraut | 4.825 | 10 % | x | | | | x | 485 |
| Rotkraut | 900 | 2 % | | x | | x | | 19 |
| Melanzani | 50 | 24 % | | | x | | | 12 |
| Melone | 17 | 29 % | | x | | | | 5 |
| Paprika | 100 | 24 % | | | x | | | 24 |
| Petersilie | 210 | 43 % | | x | | | | 90 |
| Petersilienwurzel | 50 | 43 % | | x | | | | 21 |
| Porree | 3.360 | 7 % | | x | | x | x | 241 |
| Radieschen | 3.420 | 29 % | x | | | x | x | 979 |
| Rettich | 525 | 62 % | | x | | | | 324 |
| Rhabarber | 100 | 2 % | | x | | | | 2 |
| Roterüben | 560 | 25 % | | x | | | | 140 |
| Salat ges. | 9.024 | 24 % | x | | | x | x | 2.132 |
| Schnittlauch | 225 | 1 % | x | | | | | 2 |
| Sellerie | 1.008 | 5 % | x | | | | x | 51 |
| Soja | 2 | 24 % | | | x | | | 0 |
| Spargel ges. | 20 | 43 % | | x | | | | 9 |
| Spargel grün | 8 | 43 % | | x | | | | 3 |
| Speisekürbis | 1.680 | 13 % | x | | | x | x | 213 |
| Spinat | 144 | 33 % | | x | | | | 48 |
| Süßkartoffel | 60 | 24 % | | | x | | | 14 |
| Tomaten | 320 | 24 % | | | x | | | 76 |

| angebauter Kulturen in Tirol im Jahr 2020 | Erntemenge in Tirol (t) | gewichteter „Reststoffanteil – on top“ | Charakterisierung der Datenherkunft | | | | | Gemüse-reststoff-menge (t) |
|---|-------------------------|--|-------------------------------------|-----|----|----------|---------------|----------------------------|
| | | | Ref LW 1 | | | Ref LW 2 | Ref LW 3 & FF | |
| | | | Erh | Lit | MW | | | |
| Zucchini | 1.584 | 52 % | x | | | x | | 824 |
| Zuckermais | 40 | 8 % | | x | | | | 3 |
| Zwiebel (ges.) | 3.330 | 10 %* | | | | | | 339 |
| Bundzwiebel | 3.000 | 10 % | x | | | x | x | 292 |
| Sonstige Zwiebel | 330 | 14 % | | x | | | | 47 |
| Summe ohne Kartoffeln | 45.989 | ~ 21 % | | | x | | | 9.826 |
| Kartoffeln (ges.) | 12.227 | 29 % | x | | | | x | 3.546 |
| Summe inkl. Kartoffeln | 58.216 | ~ 23 % | | | | | | 13.372 |

2.2.5 Modellbildung für Tirol inkl. Importware

Neben der Erfassung der Gemüsereststoffe aus der Tiroler Primärproduktion wird zur Ableitung der angestrebten Szenarien ergänzend das Gemüsereststoffaufkommen durch Importware modelliert.

Abschätzung der Gemüseimporte nach Tirol

Die ersten Schritte erfordern die Abschätzung der Gemüse- und Kartoffelimporte nach Tirol. Aufgrund mangelnder Datenbasis zu den Tiroler Gemüseimportierten, wird stellvertretend die Versorgungsbilanz von Österreich für Gemüse sowie für Kartoffeln aus Statistik Austria herangezogen (Statistik Austria 2021d, S. 148, 2020b, S. 145, 2021c, S. 147). Zur Auswertung dieser Datenbasis werden die Bilanzjahre 2018/19 und 2019/20 herangezogen, da hierfür vollständige Datensätze vorliegen. Für das ebenfalls relevante Bilanzjahr 2020/21 – auf Grundlage der gewählten Erhebungs-Baseline - fehlt seitens Statistik Austria die Veröffentlichung der Daten für die Gemüseproduktion. Es erfolgt die Eingrenzung der Datensätze, sodass aus der Versorgungsbilanz die Produktion der Haus- und Kleingärten ausgegliedert wird und anstelle die Marktproduktion, die Einfuhr sowie auch Ausfuhr betrachtet wird. Dargestellt werden diese ausgewählten Datensätze sowie ergänzende Berechnungen in **Tabelle 9**. Diese Ergänzungen betreffen die Summenbildung (1) & (2) als Bezugsgrößen, sowie die daraus berechneten Anteile der Importware, die farblich hervorgehoben sind. Vergleicht man die österreichweite Einfuhr (Import) mit der Marktproduktion, so wird durch die Importware gemäß der Summenbildung (1) der errechnete Anteil von 45 % im Mittel gedeckt. Das bedeutet, dass näherungsweise gleichviel eingeführt wird, wie im Land produziert wird. Berücksichtigt man weiters die Ausfuhr der Ware, entsprechend der Inlandsverwendung, so ergibt sich gemäß der Summenbildung (2) ein rechnerischer Anteil der Importware von 55 % im Durchschnitt. Das bedeutet im Umkehrschluss eine inländische Versorgung mit Ware aus eigener Produktion mit 45 % unter der Annahme, dass ausschließlich die Ware aus der Marktproduktion ausgeführt wird.

Neben der Analyse der österreichweiten Versorgungsbilanz wurde die Landwirtschaftskammer Tirol, bzw. im Detail der Gemüsebauverein zur abgeschätzten Importware im Vergleich zur Produktionsmenge befragt. Auch hier spiegelt sich ein ähnliches Bild wieder, sodass unter Berücksichtigung der jährlichen Schwankungsbreite sich die grobe 50:50 Aufteilung von Eigenproduktion und Importware bestätigt und zur tirolweiten Modellierung herangezogen wird.

Tabelle 9: Versorgungsbilanz Österreich von Gemüse und Kartoffeln der Bilanzjahre 2018/19 und 2019/20, adaptiert nach Statistik Austria 2021d, S. 148, 2020b, S. 145, 2021c, S. 147.

| Bilanzjahr 2018/2019 | Gemüse (t) | Kartoffeln (t) | Gemüse + Kartoffeln (t) | Prozentsatz Importware exkl. Ausfuhr (1) | Prozentsatz Importware inkl. Ausfuhr (2) |
|--|-------------------|-------------------|----------------------------|--|--|
| Marktproduktion | 571.005 | 697.931 | 1.268.936 | | |
| Einfuhr | 797.177 | 293.060 | 1.090.237 | | |
| Summe (1) = Produktion + Einfuhr | 1.368.182 | 990.991 | 2.359.173 | 46 % | |
| Ausfuhr | 253.553 | 154.612 | 408.165 | | |
| Summe (2) = Produktion + Einfuhr - Ausfuhr | 1.114.629 | 836.379 | 1.951.008 | | 56 % |
| Bilanzjahr 2019/2020 | Gemüse (t) | Kartoffeln (t) | Gemüse + Kartoffeln (t) | Prozentsatz Importware exkl. Ausfuhr (1) | Prozentsatz Importware inkl. Ausfuhr (2) |
| Marktproduktion | 620.758 | 751.264 | 1.372.022 | | |
| Einfuhr | 825.306 | 278.054 | 1.103.360 | | |
| Summe (1) = Produktion + Einfuhr | 1.446.064 | 1.029.318 | 2.475.382 | 45 % | |
| Ausfuhr | 272.206 | 144.012 | 416.218 | | |
| Summe (2) = Produktion + Einfuhr - Ausfuhr | 1.173.858 | 885.306 | 2.059.164 | | 54 % |
| Importware | Mittelwert | | | 45 % | 55 % |

Prozentueller Anteil der Gemüsereststoffe aus Importware - Interview Gemüsehändler

Bezugnehmend auf das Interview des renommierten Tiroler Gemüsehändlers werde bei der Importware wenig in Form von Gemüsereststoffen aussortiert. Die meisten Verluste seien vorgelagert in der Wertschöpfungskette im Ausland am Entstehen. Zur wirtschaftlichen Abbildung des Geschäftsfeld des Gemüsehandels soll der Querschnitt über alle importierten Kulturen 2 % an Verlusten nicht übersteigen. Dieser Prozentsatz beziehe sich auf die gekaufte Stückzahl und könne näherungsweise mit Gewicht gleichgesetzt werden. Diese Zahl beziehe sich ausschließlich auf den reinen Gemüsehandel und beinhalte nicht die Putzreste, die bei der Verarbeitung zu veredelten Produkten entstehen.

Quantifizierung der Gemüsereststoffe in Tirol durch Importe

In der beschriebenen Annahme, dass in Tirol in etwa gleich viel produziert wird, wie importiert wird, wird als quantitative Grundlage für die Importware die Tiroler Marktproduktion des Bezugsjahres verwendet. Von diesen 58.216 t Gemüse inkl. Kartoffeln können gemäß dem Interview 2 % in Form von Gemüsereststoffen anfallen, die unter die Begrifflichkeit des Untersuchungsgegenstands fallen. Rechnerisch ergibt sich damit importbedingt eine Erhöhung des Gemüsereststoffaufkommens in Tirol von 1.164 t. Daraus resultiert ein Gemüsereststoffaufkommen von in Summe 14.537 t /Saison und umrandet damit das Hauptmodell bzw. Szenario Nr.1.

Verifizierung des Hauptmodells mit den Verlustdaten aus der Versorgungsbilanz

Zu Verifizierungstätigkeiten dieses Hauptmodells dienen bekannte Quellen im erweiterten Umfang. Es dient erneut die Versorgungsbilanzen von Gemüse und Kartoffeln (vgl. Statistik Austria 2021d, S. 148, 2020b, S. 145, 2021c, S. 147, 2021a, S. 94–99) sowie die Tiroler Erntemengenerhebung von 2020 (Statistik Austria 2021a, S. 94–99) als Grundlage. Die verwendeten Grundlagen und damit angestellte Berechnungen, die mittels * als solche gekennzeichnet sind, sind in **Tabelle 10** zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 10: Verifizierung des Hauptmodells durch Skalierung der Verlustzahlen aus der Österreichischen Versorgungsbilanz auf Tirol, adaptiert nach Statistik Austria 2021d, S. 148, 2020b, S. 145, 2021c, S. 147, 2021a, S. 94–99.

| Quelle | Bilanzjahr | | 2018/19 | 2019/20 | 2018/19 | 2019/20 | |
|--|--|--------|-------------|-------------|------------|-----------|-------------|
| Österreich (Versorgungsbilanz) | Produktion | Gemüse | 571.005 t | 620.758 t | Kartoffeln | 697.931 t | 751.264 t |
| | Einfuhr | | 797.177 t | 825.306 t | | 293.060 t | 278.054 t |
| | Summe * = Produktion + Einfuhr | | 1.368.182 t | 1.446.064 t | | 990.991 t | 1.029.318 t |
| | Verluste (abs.) | | 153.086 t | 169.531 t | | 111.669 t | 90.152 t |
| | Verluste (rel.) * = Verluste (abs.) / Summe | | 11,19 % | 11,72 % | | 11,3 % | 8,8 % |
| Tirol (Ernteerhebung 2020, Statistik Austria (Y) & anteilmäßige Versorgungsbilanz Ö (Z)) | Marktproduktion Tirol (Y) | Gemüse | 45.997 t | | Kartoffeln | 12.227 t | |
| | Import Tirol (abs) * (Z & Y) | | 64.216 t | 61.154 t | | 5.134 t | 4.526 t |
| | Summe * | | 110.213 t | 107.151 t | | 17.362 t | 16.753 t |
| | Verluste Tirol (abs) * | | 12.332 t | 12.562 t | | 1.956 t | 1.467 t |
| | | Σ | 14.288 t | 14.029 t | | | |

Die Versorgungsbilanzen beinhalten neben der österreichweiten Produktion und Import ebenfalls Verlustzahlen, die jedoch als Summenparameter - ohne direkte Zuordnungsmöglichkeit von Produktion und Import - dargestellt werden. Zur Vergleichbarkeit werden die exakten Verhältnisse der Einfuhr zu Produktion ermittelt und dieses österreichweite Verhältnis linear herunterskaliert auf die bereits verifizierte tirolweite Erntemengenerhebung von 2020. Der daraus berechnete tirolweite Import im Vergleich zur tirolweiten Erntemenge wird mit letzterem summiert. Mithilfe dieser geschaffenen Vergleichsbasis von Österreich und Tirol kann nun auch der errechnete prozentuelle Verlust auf Tirol umgeschlagen werden. Durch diese Skalierungstätigkeiten lässt sich in Summe ein Gemüsereststoffaufkommen von 14.029 bis 14.288 t für Tirol, abhängig vom referenzierten Bilanzjahr, beziffern. Demgegenüber steht das Hauptmodell mit einem Aufkommen von 14.537 t, das hiermit als verifiziert gilt.

2.2.6 Modellbildung des genießbaren Anteils in Tirol

Neben der Modellierung der in Tirol absolut zur Verfügung stehenden Gemüsereststoffmengen umfasste die Zielsetzung auch die Einteilung hinsichtlich der Genießbarkeit um daraus entsprechende Verwertungsstrategien ableiten zu können.

Zugrundeliegend dem in Kapitel 2.2.4 modellierten Daten zum bilanzierten Gemüsereststoffaufkommen aus der Tiroler Primärproduktion erfolgt in einem weiteren Schritt die Einteilung dieser hinsichtlich deren genießbarkeit. Die Ergebnisse der Modellierung sind in **Tabelle 11** zusammenfassend dargestellt. Die Datenherkunft lässt sich hierbei primär durch die zwei größten Referenzlandwirt:innen charakterisieren, abk. *Ref LW 1 Erh.* sowie *Ref LW 2 Erh.* Sekundär stammen die Daten aus den erhobenen Verlustediagrammen der Hauptkulturen der weiteren Referenzlandwirt:innen sowie aus den Ergebnissen der Feldforschung (siehe 2.2.2 auf S18ff), abk. *Ref LW 3 Erh. & FF.* Der gleichermaßen gewichtete Mittelwert aus den bis zu drei Positionen ergibt damit den gewichteten genießbaren Anteil gemäß der tabellarischen Darstellung. Es verbleiben weitere 11 von 38 unbestimmte Kulturen bzw. Subkulturen, die mengenmäßig jedoch lediglich 1,5 % vom erhobenen Gemüsereststoffaufkommen ausmachen. Zur Vollständigkeit dieser unbestimmten Kulturen wird der Mittelwert aus den erhobenen gewichteten kulturspezifischen Datensätzen herangezogen, dieser mit 50 % beziffert werden kann. In der tabellarischen Darstellung wird diese Datenherkunft mit *MW Erh.* abgekürzt.

Tabelle 11: Modellerte genießbare Gemüsereststoffmengen aus der Tiroler Primärproduktion gemäß der Primärdatenerhebung im Tiroler Gemüsebau sowie die Ergebnisse der durchgeführten Feldforschung

| angebauten Kulturen in Tirol im Jahr 2020 | Gemüsereststoffe aus Tiroler Primärproduktion (t) | gewichteter genießbarer Anteil (-) | Charakterisierung der Datenherkunft | | | | genießbarer Anteil (t) |
|---|---|------------------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------------|---------|------------------------|
| | | | Ref LW 1 Erh. | Ref LW 2 Erh. | Ref LW 3 Erh. & FF. | MW Erh. | |
| Brokkoli | 107 | 43 % | x | | x | | 46 |
| Chinakohl | 438 | 9 % | x | x | x | | 38 |
| Fenchel | 41 | 73 % | x | | | | 29 |
| Fisolen | 114 | 36 % | x | x | | | 40 |
| Grünerbsen | 0,3 | 1 % | x | | | | 0 |
| Gurken (ges.) | 83 | 25 % | x | | | | 21 |
| Karfiol | 476 | 54 % | x | | x | | 257 |
| Karotten | 2.148 | 90 % | x | x | | | 1.923 |
| Knoblauch | 8 | 84 % | | | x | | 7 |
| Kohl (Wirsing) | 4 | 50 % | | | | x | 2 |
| Kohlrabi | 350 | 71 % | x | x | x | | 247 |
| Kohlsprossen | 3 | 50 % | x | | | x | 1 |
| Kraut (ges.) | 504 | - | | | | | 244 |
| Weißkraut + Industriekraut | 485 | 48 % | x | x | x | | 235 |
| Rotkraut | 19 | 50 % | | | | x | 10 |
| Melanzani | 12 | 99 % | x | | | | 12 |
| Melone | 5 | 50 % | | | | x | 3 |
| Paprika | 24 | 50 % | | | | x | 12 |
| Petersilie | 90 | 1 % | x | | | | 1 |
| Petersilienwurzel | 21 | 36 % | x | x | | | 8 |
| Porree | 241 | 43 % | x | x | | | 102 |

| angebauter Kulturen in Tirol im Jahr 2020 | Gemüsereststoffe aus Tiroler Primärproduktion (t) | gewichteter genießbarer Anteil (-) | Charakterisierung der Datenherkunft | | | | genießbarer Anteil (t) |
|---|---|------------------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------------|---------|------------------------|
| | | | Ref LW 1 Erh. | Ref LW 2 Erh. | Ref LW 3 Erh. & FF. | MW Erh. | |
| Radieschen | 979 | 31 % | x | x | x | | 307 |
| Rettich | 324 | 99 % | x | | | | 321 |
| Rhabarber | 2 | 50 % | | | | x | 1 |
| Roterüben | 140 | 10 % | x | | | | 14 |
| Salat ges. | 2.132 | 40 % | x | | x | | 853 |
| Schnittlauch | 2 | 50 % | x | | | | 1 |
| Sellerie | 51 | 73 % | x | x | x | | 37 |
| Soja | 0,5 | 50 % | | | | x | 0 |
| Spargel ges. | 9 | - | | | | | 4 |
| Spargel grün | 3 | 50 % | x | | | | 2 |
| Speisekürbis | 213 | 50 % | x | | x | | 107 |
| Spinat | 48 | 99 % | x | | | | 48 |
| Süßkartoffel | 14 | 50 % | | | | x | 7 |
| Tomaten | 76 | 50 % | | | | x | 38 |
| Zucchini | 824 | 73 % | x | | | | 597 |
| Zuckermais | 3 | 50 % | | | | x | 2 |
| Zwiebel (ges.) | 339 | - | | | | | 75 |
| Bundzwiebel | 292 | 18 % | x | | | | 51 |
| Sonstige Zwiebel | 47 | 50 % | | | | x | 24 |
| Summe ohne Kartoffeln | 9.826 | 50 % | | | | | 5.404 |
| Kartoffeln (ges.) | 3.546 | 60 % | x | | x | | 2.139 |
| Summe inkl. Kartoffeln | 13.372 | ~ 56 % | | | | | 7.544 |

Inklusive der Kartoffelkulturen beläuft sich die genießbare Gemüsereststoffmenge aus Tiroler Primärproduktion gemäß Tabelle 11 auf S.31 im Bezugsjahr 2020 auf ein Aufkommen von 7.544 t - bei einer Erntemenge von 58.216 t. Diese 7.544 t stecken damit das Mengengerüst für das **Subszenario 1A** ab. Von den gesamten bilanzierten Gemüsereststoffen der Tiroler Primärproduktion fallen somit nach Einschätzungen der Referenzlandwirt:innen und der Feldforschung ca. 56 % als genießbare Fraktion und 44 % als ungenießbare Fraktion an.

Die Zusammenfassung dieser ungenießbaren Fraktion aus der Eigenproduktion und der Gemüse-reststoffe der Importware bilden damit das weitere Subszenario 1A. Während sich der ungenießbare Anteil aus Eigenproduktion auf 5.829 t beziffert, wird für die Importware gemäß Kapitel 2.2.5 ein Aufkommen von 1.164 t abgeschätzt. Die Gemüsereststoffmenge des **Subszenarios 1B** wird damit mit 6.993 t abgesteckt.

Der Anteil der ungenießbaren Gemüsereststoffe aus der Tiroler Primärproduktion wird zudem mit **Szenario 2** nochmals isoliert betrachtet und beläuft sich daher auf **5.829 t**.

2.2.7 Modellbildung für Tirol inkl. Putzverluste von Gemüse am Feld und Hof

Aus den in den vorangegangenen Kapiteln genannten Gründen beschränkt sich die Modellierung der Putzverluste auf vier Gemüsekulturen, die als wesentlich identifiziert sind. Die bekannte Datenverarbeitung, die von der Erntemenge auf die Gemüsereststoffmenge über einen Faktor schließen lässt, kommt auch hier mit abweichender Bilanzgrenzen zur Anwendung. Im konkreten Fall erfolgt die Berechnung gemäß Formel (1). Der erhobene Gemüse-Reststoffanteil-on-top sowie das damit ermittelbare Aufkommen an Putzverlusten wird in der **Tabelle 12** auf S.33 für diese vier ausgewählten Kulturen dargestellt. Die Putzverlustdaten für Porree entsprechen der in Kapitel 2.2.2.3 beschriebenen Feldforschung. Abweichend davon basiert die Datengrundlage der anderen Kulturen auf den im Detail erhobenen Verlustediagrammen von Kraut, Salat und Jungzwiebeln von jeweils zwei Referenzlandwirt:innen.

Tabelle 12: Modellierte Gemüsereststoffmengen aus der Tiroler Primärproduktion in Form von Putzverlusten. Die Daten basieren auf der Primärdatenerhebung und Feldforschung und inkludieren vier ausgewählte Gemüsekulturen, die als wesentlich durch Referenzlandwirt:innen identifiziert wurden

| | Erntemengen Tirol (2020) Statistik Austria [t] | Gemüse-Reststoffanteil-on-top (Putzverluste) | Putzverluste [t] |
|------------------------------|---|---|---------------------|
| Weißkraut + Industriekraut | 4.825 | 36 % | 1.737 |
| Porree | 3.360 | 47 % | 1.579 |
| Salat ges. | 9.024 | 31 % | 2.797 |
| Bundzwiebel | 3.000 | 4 % | 120 |
| ges. Gemüse inkl. Kartoffeln | 58.216 | | 6.234 |

Gemäß der tabellarischen Darstellung ergibt sich anhand der vier ausgewählten Leitkulturen ein Mengengerüst von weiteren 6.234 t an Gemüsereststoffen, die der ungenießbaren Fraktion zuzuordnen sind. Zu betonen sind hierbei nochmals die unterschiedlichen Anbauweisen, betrieblichen Gegebenheiten sowie die Priorisierung der erntefähigen Menge anstelle der Neben- bzw. Abfallprodukte. Aus diesen Gegebenheiten heraus wird kein Anspruch auf die vollständige Erfassung dieser Herkunftsart erhoben, sondern es steht die Bestimmung der Größenordnung und Relation im Vordergrund.

Das Hauptmodell, Szenario 1 kann somit um diese Menge erweitert werden, und bildet damit **Szenario Nr. 3 mit 20.770 t**. Durch Subtraktion des genießbaren Anteils ergibt sich daraus das Subszenario Nr. 3A mit einem **Aufkommen von 13.227 t**. Dieses Subszenario skizziert damit den ungenießbaren Anteil aus diesen drei erhobenen Quellen der Primärproduktion, Import sowie der Putzverluste.

2.2.8 Modellbildung aus Befragung auf übergeordneter Ebene - Kubatur

Neben der kulturspezifischen Primärdatenerhebung und damit abgeleitete Modelle sowie Szenarien wurde ein ergänzender alternativer Befragungsansatz gewählt (siehe Kapitel 2.1.3). Dies umschließt die Erfassung der Gemüsereststoffmengen pro Referenzlandwirt:in als Summenparameter. 5 von 8 Referenzlandwirt:innen, darunter erneut die zwei größten Referenzlandwirt:innen, haben sich zu dieser Fragestellung geäußert. Die erzielte Datenqualität lässt die Untergliederung in folgende Parameter zu:

- Betriebsgröße als Gemüsefläche in ha
- die Anbaumethode (konventionell/ biologisch)
- geschätzte Kubatur in m^3 / t bezogen auf eigens definierten zeitlichen Rhythmus

Zur Umrechnung zwischen Kubatur in m^3 sowie Menge in t diente die Schüttdichte von $0,4 \text{ t/m}^3$ Gemüsereststoff, die dem Erfahrungswert aus lokalen Kompostversuchen mit Gemüsereststoffen zu Grunde liegt. Bezüglich des eigens definierten zeitlichen Rhythmus der Referenzlandwirt:innen wird die erhobene Menge auf eine Saison bzw. 365 Tage hochgerechnet. Die Summe der erhobenen Mengen bildet damit die Mindestmenge aus hofsortierte Gemüsereststoffen mit Szenario 4A. Zur Ableitung der tirolweiten Skalierung dient die erfasste Flächengrundlage bzw. Betriebsgröße. Dies setzt die Kenntnis über die tirolweiten Gemüseanbauflächen inkl. Kartoffelanbauflächen voraus. Für diesen Summenparameter - der tirolweiten Gemüseanbauflächen - gibt es auf Nachfrage der Landwirtschaftskammer Tirol derzeit keine publizierte valide Zahl, weshalb diese geschätzt werden muss. Als Grundlagen für diesen Schätzwert dienen statistische Erhebungen des Bezugsjahrs sowie anschließende Umrechnungen mithilfe von fach einschlägiger Literatur. Laut Statistik Austria entfallen im Bezugsjahr 2020 1.408 ha an Anbauflächen auf Gemüsekulturen (vgl. Statistik Austria 2021a, S. 99) und 384 ha auf Kartoffeln (vgl. Statistik Austria 2021b, S. 90) in Tirol. Die Summe der Anbauflächen entspricht demnach 1.792 ha und beinhaltet die Mehrfachnutzung der Flächen zum mehrfachen Anbau von Gemüse auf derselben Fläche innerhalb eines Jahres. Um die Flächenbasis daraus ableiten zu können, wurden einerseits die Referenzlandwirt:innen zur Einschätzung der mehrfachen Flächennutzung in Tirol herangezogen und weiters nach einschlägiger Referenzliteratur recherchiert. Die Schätzungen der Landwirte unterscheiden sich mit den Daten der Referenzliteratur, sodass der Faktor von 1,5 zur Berechnung der Fläche herangezogen wird (vgl. Anke Möhring, Gabriele Mack und Christian Willersinn, S.382). Umgemünzt auf die im Bezugsjahr summierten Anbauflächen von 1.792 ha ergibt sich daraus eine Flächengrundlage von 1.195 ha für Tirol. In weiterer Folge wird diese summierte Gemüsefläche der befragten Referenzlandwirt:innen mit der Flächengrundlage gegenübergestellt und eine lineare Skalierung zur Ableitung des Subszenario 4B vorgenommen.

Die Ergebnisse der Befragung sind in absteigender Betriebsgröße der 5 Referenzlandwirten (*abk. Ref LW 1,2,3,4,5*) in Tabelle 13 auf S.5 zusammenfassend dargestellt. Gemäß dieser Darstellung sind 410 ha von 1.195 ha mit dieser Befragung erfasst. Diese Stichprobe fasst ein Mengengerüst von **7.791 t** bzw. eine Kubatur von 19.479 m^3 zusammen und bildet damit **Szenario 4A**. Die tirolweite Skalierung dieser Stichprobe über die Fläche ergibt das Mengengerüst von **Szenario 4B** und beziffert sich mit **22.703 t** bzw. 56.757 m^3 .

Tabelle 13: Modellierung der Tiroler Gemüsereststoffmengen anhand einer Abfrage zur Kubatur am Hof

| Datengrundlage | | Ref LW 1 | Ref LW 2 | Ref LW 3 | Ref LW 4 | Ref LW 5 | Ref LW Summe | Skalierung Tirol |
|--------------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|------------------|
| Anbauweise | | konv. | konv. | konv. | konv. | konv. | | |
| Betriebsgröße [ha] | | 150 | 115 | 70 | 50 | 25 | 410 | 1.195 |
| Datenherkunft [m³] | Aufkommen [m³] | 30 | 35 | - | - | 10 | | |
| | Bezugseinheit | pro Tag | pro Tag | - | - | pro Tag | pro Jahr | pro Jahr |
| | Anzahl der zutreffenden Tage im Jahr [-] | 250 | 260 | - | - | 120 | | |
| Rechenwert | berechnetes Aufkommen pro Jahr [m³] | 7.509 | 9.100 | 420 | 1.250 | 1.200 | 19.479 | 56.757 |
| Datenherkunft [t] | Aufkommen [m³] | - | - | 1 | 500 | - | | |
| | Bezugseinheit | - | - | pro Tag | pro Jahr | - | | |
| | Anzahl der zutreffenden Tage im Jahr [-] | - | - | 168 | - | - | | |
| Rechenwert (t) | berechnetes Aufkommen pro Jahr [t] | 3.003 | 3.640 | 168 | 500 | 480 | 7.791 | 22.703 |

2.2.9 Überblick der Szenarien und Ableitung der Verwertungsstrategie

Mittels der nachfolgenden Grafiken werden die unterschiedlichen Bilanzgrenzen und Mengenrelationen der modellierten Szenarien zusammenfassend dargestellt (siehe **Abbildung 10** auf S. 35 und **Abbildung 11** auf S.36).



Abbildung 10: grafische Darstellung der modellierten Szenarien und Subsznarien (1-3) zugrundeliegend der Primärdatenerhebung & Feldforschung.



Abbildung 11: grafische Darstellung der modellierten Szenarien und Subsznenarien (4A, 4B) zugrundeliegend der Kubatur-Erhebung von fünf Referenzlandwirt:innen.

Die quantitative Zusammenfassung und Gegenüberstellung der einzelnen Szenarien erfolgt mit **Tabelle 14**. Die Gegenüberstellung beinhaltet ergänzend die farbliche Hervorhebung vom genießbarem und ungenießbarem Anteil, farblich dargestellt in orange bzw. blau. Für jene Szenarien, die sowohl genießbare als auch ungenießbare Gemüsereststoffe skizzieren, erfolgt keine derartige farbliche Kennzeichnung.

Tabelle 14: Vergleich der modellierten Gemüsereststoffszenarien hinsichtlich der Bilanzgrenzen und dem Mengenaufkommen

| Szenario | Beschreibung | genießbar | ungenießbar |
|-------------|--|-----------|-------------|
| Szenario 1 | gesamte Tiroler Eigenproduktion + Importware | 14.537 t | |
| Szenario 1A | genießbarer Anteil - Eigenproduktion | 7.544 t | - |
| Szenario 1B | ungenießbarer Anteil - Eigenproduktion + Importware | - | 6.993 t |
| Szenario 2 | ungenießbarer Anteil - Eigenproduktion | - | 5.829 t |
| Szenario 3 | gesamte Eigenproduktion + Importware + Putzverluste | 20.770 t | |
| Szenario 3A | ungenießbarer Anteil Eigenproduktion + Importware + Putzverluste | - | 13.227 t |
| Szenario 4A | Kubatur Befragung am Hof Stichprobe absolut = Mindestmenge Hofanfall | 7.791 t | |
| Szenario 4B | Kubatur Befragung am Hof Skalierung der Stichprobe auf Tirol = Tiroler Menge Hofanfall | 22.703 t | |

Ausgehend von der Mengenerhebung bzw. den modellierten Szenarien erfolgt die Ableitung der Verwertungsstrategie. Diese lehnt sich an die publizierte Strategie zur Vermeidung von Lebensmittelabfällen vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) an. In dieser publizierten Strategie ist die Hierarchie zur Nutzung der Lebensmittel bzw. der Lebensmittelabfälle dargestellt, die besagt, dass die Verwertung als Lebensmittel über der stofflichen und energetischen Nutzung steht (vgl. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität (BMK) 2021b, S. 10).

Für den vorliegenden Anwendungsfall bedeutet das die genießbare Menge der Lebensmittelkette zuzuführen und den ungenießbaren Anteil hinsichtlich der Eignung zur stofflichen und/oder energetischen Verwertung zu prüfen. Im Hinblick auf die modellierten Szenarien entspricht die Eingangsgröße zur direkten Verwendung als Lebensmittel das **Szenario 1A** mit **7.544 t**. Für die Skizzierung der stofflichen und energetischen Verwertungsstrategien wird **Szenario 3A** mit **13.227 t** priorisiert, womit der ungenießbare Anteil auf kulturspezifischer Ebene hinsichtlich drei wesentlicher Ströme zusammengefasst wird. Mit **Abbildung 12** erfolgt die grafische Abbildung dieser Kausalität und damit die Darstellung der Rückschlüsse vom Szenario zur Strategie.

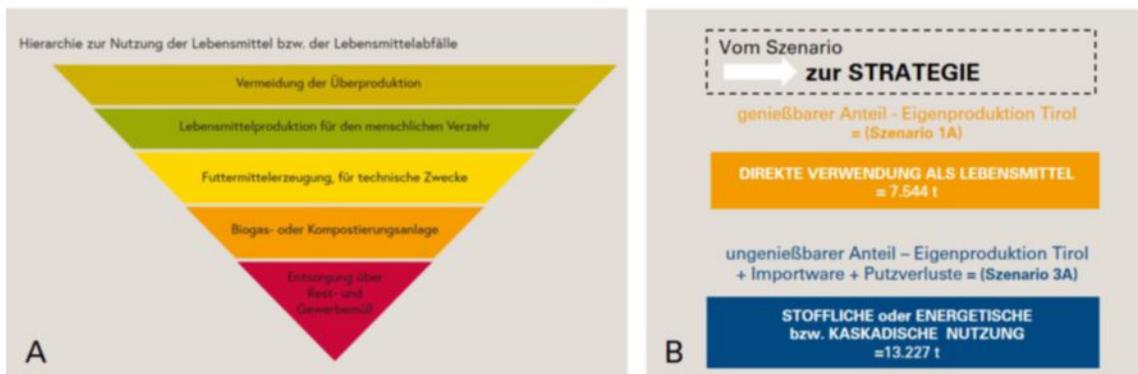


Abbildung 12: Vom Szenario zur Strategie - A: Hierarchie zur Nutzung der Lebensmittel bzw. Lebensmittelabfälle nach dem BMK (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität (BMK) 2021b, S. 10) B: Ableitung der Verwertungsstrategie zur genießbaren und ungenießbaren Fraktion an Gemüsereststoffen, zugrundeliegend der Hierarchie in Teil A.

3 VERWERTUNGSSTRATEGIE - DIREKTE VERWENDUNG ALS LEBENSMITTEL

Die im vorhergehenden Kapitel vorgestellte Strategie zu Verwertung der Gemüsereststoffe sieht vor den genießbaren Anteil, entsprechend Szenario 1A, direkt als Lebensmittel weiter zu vermarkten. Dieses Kapitel widmet sich ausschließlich diesem Verwertungspfad. Einerseits wird genauer auf die berechneten genusstauglichen Mengen aus der Primärdatenerhebung der Tiroler Landwirt:innen eingegangen. Darüber hinaus wird neben diesem theoretischen Potential auch das praktische Potential und dessen Zukunftsfähigkeit im Rahmen einer multidimensionalen Akzeptanzanalyse im Tiroler Kontext umfassend beleuchtet.

3.1 EINLEITUNG UND THEORETISCHER HINTERGRUND

In diesem Kapitel werden die aktuell geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen zum Vertrieb von Obst und Gemüse kurz dargestellt. Des Weiteren werden die Ziele der Akzeptanzanalyse so wie das zugrundeliegende theoretische Modell erläutert.

3.1.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die Baseline für Vermarktungsnormen von Obst- und Gemüseprodukten gibt die europäische Durchführungsverordnung EU (NR.) 543/2011 vor. Die Vermarktungsnormen sollen die Mindestanforderungen an landwirtschaftliche Erzeugnisse festlegen, um die Verzehrbarekeit, eine einfache Klassifizierung und die Vergleichbarkeit zur Transparenz am Markt gewährleisten. Zudem hat sie zum Ziel die Lebensmittelsicherheit der Produkte zu sichern. (vgl. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) 2023)

Die Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE), sowie die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) haben zudem spezielle Richtlinien für den Handel mit frischem Obst und Gemüse festgelegt. Der Lebensmitteleinzelhandel, kurz LEH, ist nicht verpflichtet diese Richtlinien umzusetzen; sie sollen lediglich als Orientierung und Empfehlung dienen. Ziel der Normen ist es vor allem eine erleichterte Klassifizierung der Erzeugnisse vorzunehmen. (vgl. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) 2023)

Jede Handelskette legt wiederum eigene Handelsnormen, sog. Spezifikationen, fest. Diese müssen mindestens den Anforderungen der VO (EU) Nr.543/2011 entsprechen. Die meisten orientieren sich an den freiwilligen Standards der UNECE und OECD Normen. Zudem werden gemäß eines Experteninterviews in manchen Handelsketten externe Qualitätsmanagementunternehmen beratend hinzugezogen. Darüber hinaus beeinflussen die finalen Spezifikationen die individuellen Vereinbarungen zwischen Lieferanten und Handelsketten. (vgl. Interview L1,L2, 2022)

3.1.2 Ziel der Multi Stakeholder Akzeptanzanalyse

Ein wesentlicher Aspekt dieses Projekts ist u.a. die Erforschung der Möglichkeiten für die Weitervermarktung dieser Gemüsereststoffe als Lebensmittel für den menschlichen Verzehr. Zu diesem Zweck dient die Durchführung einer Akzeptanzanalyse unter Einbezug aller relevanten Akteure. Ziel dieser

Akzeptanzanalyse ist einmal einen Überblick über die derzeitige Situation am Tiroler Markt zu geben. Zudem soll das Meinungsbild aller befragten Gruppen ermittelt werden und Chancen und Hemmnisse möglicher Lösungsvorschläge abgefragt werden. Auch eine Ideensammlung bestehender erfolgreicher Konzepte oder Vorschläge neuer Vertriebskanäle soll erstellt werden.

Die Zielgruppe umfasst die Tiroler Landwirt:innen, Akteure aus dem Lebensmitteleinzelhandel, Verarbeiter:innen sowie Konsument:innen. Die Akzeptanzanalyse untergliedert sich im Wesentlichen in zwei Teile. Hierbei unterscheidet man den qualitativen vom quantitativen Teil. Im qualitativen Teil werden anhand von persönlichen Interviews Landwirt:innen und Lebensmitteleinzelhändler:innen befragt. Im Gegensatz dazu, werden im quantitativen Teil Verarbeiter:innen und Konsument:innen in Form von Online-Umfragen befragt.

Durch Sprache wird oft unbewusst bereits eine Wertung des Benannten mitgegeben (vgl. Chen 2013). Viele in der Öffentlichkeit verwendete Begriffe in Bezug auf den hier definierten „Gemüsereststoffen“ enthalten diese wertende Komponente. Beispielhaft sind die Begriffe „krummes Gemüse“ und „unperfektes Gemüse“ zu nennen. Um diesen unbewussten Wertungen zu entgehen, wird jeweils zu Beginn der Online- und Offline-Befragungen eine Begriffserklärung gegeben und die Gemüsereststoffe begrifflich durch DIESES Gemüse benannt bzw. abgekürzt.

3.1.3 Theory of planned behaviour

Grundlage des Umfragedesigns bildet die Theory of planned behaviour (TPB) nach Icek Ajzen und Martin Fishbein (vgl. Ajzen und Fishbein 1977). Die TPB ist eine sozialpsychologische Theorie, die das menschliche Verhalten erklärt und vorhersagt. Im Vordergrund steht die Absicht eine bestimmte Handlung auszuführen oder nicht auszuführen. Nach Ajzen et al. beeinflussen bestimmte Informationen oder wichtige Überzeugungen die Verhaltensabsichten einer Person. Konkret in diesem Model werden die Einflussfaktoren, der Einstellung, subjektiven Normen und dem Gefühl der Kontrolle über das eigene Handeln miteinbezogen.

Das heißt, abgefragt werden neben den allgemeinen Einstellungen der befragten Personen, die Subjektive Norm, wie sehr beeinflusst mich die Meinung von anderen, und die selbst wahrgenommene Verhaltenskontrolle. All diese Variablen ergeben die Verhaltensintention, die sich wiederum dann im tatsächlichen Verhalten widerspiegelt (vgl. Yang und Chen 2022). **Abbildung 13** gibt einen grafischen Überblick, wie die abgefragten Variablen, die Verhaltensintention beeinflussen. Grenzen finden sich bei der Vorhersage von impulsivem oder irrationalen Handeln (vgl. Jang und Cho 2022).

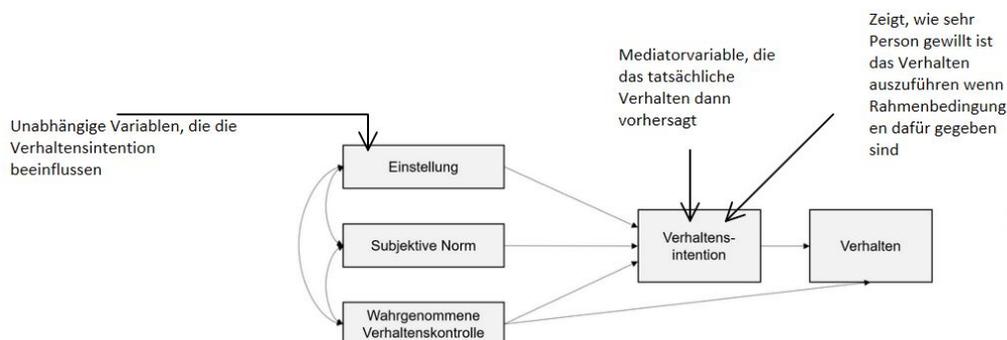


Abbildung 13: Theory of planned behaviour (adaptiert nach Studienretter.de 2023)

Die *Theory of planned behaviour* findet eine breite Anwendung in der Konsumentenforschung (vgl. Jang und Cho 2022; Yang und Chen 2022) Jang und Cho entwickelten das erste Fragebogendesign nach Ajzen in Zusammenhang mit genießbaren Gemüsereststoffen, die einen wesentlichen Teil unserer Begriffsdefinition abbildet. Daran orientiert, bietet sich auch in der folgenden Akzeptanzanalyse die Anwendung der *Theory of planned behaviour* an.

3.2 METHODE

Die Akzeptanzanalyse untergliedert sich in zwei Teilbereiche. Die Konsument:innen und Verarbeiter:innen werden quantitativ mittels Online-Fragebögen befragt. Die Land-wirt:innen und Vertreter:innen der Handelsketten werden qualitativ, in Form von persönlichen Interviews, befragt. Die Aufteilung in einen quantitativen und qualitativen Teil ist den jeweiligen Vorteilen der Methoden geschuldet. Quantitative Marktanalysen sind geeignet eine größere Zielgruppe zu befragen und möglichst viele Informationen zu dem Thema zu sammeln. Bei qualitativen Befragungen in Form von persönlichen Interviews werden Einzelfälle ausführlicher untersucht und interpretativ ausgewertet. (vgl. Wolf und Priebe 2003) In den nachfolgenden Abschnitten wird auf die jeweilige Methode zur Datenerfassung eingegangen.

3.2.1 Quantitativer Teil der Akzeptanzanalyse

Der quantitative Teil besteht aus zwei Onlineumfragen, diese an potentielle Konsument:innen und Verarbeiter:innen ausgesendet werden.

3.2.1.1 Ziel und Distributionskanäle der Akzeptanzanalyse der Endkonsument:innen

Die Analyse erfolgt durch eine Onlinebefragung der Konsument:innen. Die Hochschule, soziale Medien und Papierflyer dienen als Distributionskanäle. Das Ziel der Onlineumfrage soll die Verhaltensabsicht aktueller und potenzieller Konsument:innen gegenüber dem Thema Gemüsereststoffe sein. Zudem soll ein Überblick über das Potenzial möglicher Vertriebsstrategien und die Konsumentenerwartungen hinsichtlich des Konsums von genießbaren Gemüsereststoffen geschaffen werden.

3.2.1.2 Ziel und Distributionskanäle der Akzeptanzanalyse der Verarbeiter:innen

Die Akzeptanzanalyse der Verarbeiter:innen wird in Form einer Online-Umfrage durchgeführt. Das Ziel der Onlineumfrage soll eine Übersicht aktueller und möglicher Verarbeiter:innen in Tirol sein. Zudem soll ein Überblick über das Potenzial eines Vertriebs, mögliche Abnahmemengen, preisliche Vorstellungen, sowie derzeitige Hemmnisse des Einkaufs ermittelt werden. Die Aussendung erfolgt per E-Mail-Versand über die Agrarmarketing Tirol. Empfänger waren Großküchen im Raum Tirol.

3.2.1.3 Methodik der Datenerfassung

Zur Erstellung der Fragebögen wird das Portal *SoSci Survey* genutzt (vgl. SoSci Survey GmbH 2023). Der Fragebogen wird in englischer und deutscher Sprache zur Verfügung gestellt.

Neben den Variablen, auf die in 3.1.3 eingegangen wird, soll der Einfluss der Variable Umweltbewusstsein mit in die Verhaltensintension einbezogen werden. Umweltbewusstsein ist ein wichtiger

Faktor, der in den letzten Jahren vermehrt Einfluss auf das Verhalten von Personengruppen Einfluss genommen hat (vgl. Fransson und Gärling 1999; Lin und Huang 2012). In früheren Studien wurde ein positiver Zusammenhang zwischen Umweltbewusstsein und dem Kauf von vergleichbaren genießbaren Gemüsereststoffen festgestellt (vgl. Stangherlin et al. 2019). Nach Ashemann-Witzel et al. steigt die Akzeptanz für Gemüsereststoffe, wenn der Kauf dieser mit positiven Aspekten für den Umweltschutz in Verbindung gebracht wird (vgl. Aschemann-Witzel et al. 2020). Um dies zu überprüfen, werden Variablen zur Einstellung bezüglich des Umweltschutzes miteinbezogen.

3.2.1.4 Umfragedesign Endkonsument:innen

Der ausgesendete Onlinefragebogen besteht aus den nachfolgend angeführten sechs Teilbereichen:

1. Einführung in das Thema mit Erklärvideo
2. Abfrage preisliche Vorstellung
3. Abfrage der Variablen
4. Abfrage Verhalten Lebensmittelkonsum
5. Abfrage aktuelles Verhalten / Präferenzen des Kaufs von Gemüsereststoffe
6. Abfrage Demographischer Daten

Im Folgenden werden einige Teilbereiche zum besseren Verständnis beispielhaft kurz erläutert. Der vollständige Fragebogen kann im Anhang unter Abschnitt III eingesehen werden.

Abfrage preislicher Vorstellungen:

Abbildung 14 auf S.42 zeigt eine Beispielseite aus der Umfrage zur Abfrage der Preiserwartung bei Kartoffeln. Der als Referenz angegebene Einkaufspreis wurde als Durchschnittspreis aus einer Marktrecherche der aktuellen Verbraucherpreise zum Zeitpunkt der Erstellung der Umfrage ermittelt. Abgefragt werden exemplarisch die drei häufigsten Ausschussgründe. Schalenfehler, Verzweigungen, Über- / Untergröße. Die Ausschussgründe wurden im Zuge der Akzeptanzanalyse der Landwirt:innen ermittelt (siehe Kap 3.3.3.1, S.48 ff)

Neben Kartoffeln werden die Preiserwartungen für Radieschen, Zucchini und Karotten abgefragt. Diese Gemüsearten werden als repräsentative Gemüsearten für alle Gemüseabfälle abgefragt, da sie in Tirol mengenmäßig einen großen Teil des Ausschusses verursachen (siehe 2.2.6)

Abfrage der Variablen

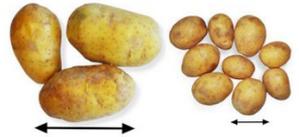
Die abgefragten Variablen für die Auswertung nach TPB sind in **Tabelle 15** auf S. 42 beispielhaft dargestellt. Die gesammelte Zuordnung der Fragen ist im ANHANG unter Abschnitt IV zu finden

Die Variablen werden als Likert-Skala abgefragt. Um zusätzliche Kommentare und Meinungen der Befragten zu erhalten, werden halboffene Fragen in den Fragebogen integriert (vgl. Blasius und Baur 2022). Vor der Freischaltung des Fragebogens werden mehrere Pretests durch drei wissenschaftliche Mitarbeiter:innen des Instituts für Umwelt- und Verfahrenstechnik durchgeführt. Diese testen die Umfrage auf Verständlichkeit der Fragen, Umsetzung und Länge des Fragebogens und allgemeine Handhabung. Die Feldzeit der Befragung beträgt 60 Tage. Um den Anreiz zur Teilnahme zu erhöhen, wird im Zuge der Befragung ein Gewinnspiel veranstaltet. Zu gewinnen gibt es zwei Tiroler Gemüseboxen und drei Kochbücher „So schmeckt Tirol“ von Eva Eder.

Angenommen der durchschnittliche Einkaufspreis für 1 kg Kartoffeln liegt derzeit bei rund 1,17€/kg. Diese handelsübliche Ware ist beispielhaft auf der linken Seite abgebildet.



Wieviel wären Sie bereit für die gleiche Menge (kg) des rechts abgebildeten Gemüses maximal auszugeben in €/kg ?



Wieviel wären Sie bereit für die gleiche Menge (kg) des rechts abgebildeten Gemüses maximal auszugeben in €/kg ?



Wieviel wären Sie bereit für die gleiche Menge (kg) des rechts abgebildeten Gemüses maximal auszugeben in €/kg ?

Zurück

Weiter

Abbildung 14: Auszug aus der Endkonsument:innen Umfrage - Abfrage der Preiserwartung bei nicht-marktkonformen Kartoffeln bzw. Gemüsereststoffen

Tabelle 15: abgefragte Variablen Umfrage Konsument:innen

| | abgefragte Variablen | formulierte Beispiel-Fragen | Quellen |
|-------------|--|--|--|
| EINSTELLUNG | Wert der Lebensmittel Ist DIESES Gemüse etwas wert? | <i>Der Konsum von DIESEM Gemüse ist sehr sinnvoll.</i> | Jang und Cho 2022 |
| | Einstellung gegenüber Finde ich DIESES Gemüse gut? | <i>Den Verzehr von DIESEM Gemüse halte ich in vielerlei Hinsicht für sehr wünschenswert.</i> | Jang und Cho 2022 |
| | Kenntnis des Problems Weiß ich, dass DIESES Gemüse existiert? | <i>Mir ist bekannt, dass DIESES Gemüse bei den Landwirt:innen in Tirol anfällt.</i> | Kilbourne und Pickett 2008 |
| | Umweltbewusst Bin ich Umweltbewusst? | <i>Ich kaufe, wann immer möglich, umweltfreundliche Produkte.</i> | Kilbourne und Pickett 2008; Yang und Chen 2022 |
| | Umweltschutz Finde ich es wichtig umweltbewusst zu handeln? | <i>Ich mache mir große Sorgen um die Umwelt.</i> | Kilbourne und Pickett 2008; Yang und Chen 2022 |
| | VERHALTENSABSICHT Würde ich DIESES Gemüse kaufen? | <i>Ich werde DIESES Gemüse kaufen.</i> | Jang und Cho 2022 |
| | SUBJEKTIVE NORM Beeinflusst mich die Meinung von anderen? | <i>Mein Bekanntenkreis scheint den Verzehr von DIESEM Gemüse wertzuschätzen.</i> | Jang und Cho 2022; Yang und Chen 2022 |
| | VERBRAUCHEREFFEKTIVITÄT (PCE) Kann ich selbst etwas mit meinem Konsum ändern? | <i>Der einzelne Verbraucher kann nichts gegen die Umweltverschmutzung ausrichten.</i> | Hanss und Doran 2020 |
| | VERFÜGBARKEIT Kann ich DIESES Gemüse einfach kaufen? | <i>Es ist einfach DIESES Gemüse zu kaufen.</i> | Vermeir und Verbeke 2008 |

3.2.1.5 Umfragedesign Verarbeiter:innen

Der Onlinefragebogen besteht aus den nachfolgend angeführten sieben Teilbereichen:

1. Einführung in das Thema mit Erklärvideo
2. Abfrage preislicher Vorstellung
3. Abfrage der Variablen
4. Ranking der Produkte
5. Mindesteigenschaften an Gemüsereststoffe
6. Hemmnisse für Kauf von Gemüsereststoffe
7. Freiwillige Angabe der Kontaktdaten

Abfrage preislicher Vorstellungen

Die Abfrage preislicher Vorstellungen erfolgt ähnlich wie bei der Umfrage der Konsument:innen. Die exemplarisch genannten Preise sind an gängige Einkaufspreise und – mengen in der Gastronomie angepasst. Dafür werden, zum Zeitpunkt der Erstellung der Umfrage, aktuelle Einkaufspreise der Gastronomie verglichen und gemittelt. Abgefragte Gemüsesorten decken sich mit der Konsument:innen Umfrage. Zusätzlich wird noch Kohlrabi abgefragt.

Abfrage der Variablen

Die abgefragten Variablen für die Auswertung nach TPB sind in **Tabelle 16** beispielhaft dargestellt. Die gesammelte Zuordnung der Fragen ist im Anhang unter Abschnitt V zu finden.

Tabelle 16: abgefragte Variablen Online Umfrage Verarbeiter:innen

| | abgefragte Variablen | formulierte Beispiel-Fragen | Quellen |
|--------------------|---|---|--|
| EINSTELLUNG | Wert der Lebensmittel Ist DIESES Gemüse etwas wert? | <i>DIESES Gemüse ist eine nützliche Nahrungsquelle.</i> | Jang und Cho 2022 |
| | Einstellung gegenüber Finde ich DIESES Gemüse gut? | <i>Unter Anbetracht von Umweltaspekten ist die Verarbeitung von DIESEM Gemüse eine sehr kluge Entscheidung.</i> | Jang und Cho 2022 |
| | Kenntnis des Problems Weiß das Unternehmen, dass DIESES Gemüse existiert? | <i>Uns als Unternehmen ist bekannt, dass DIESES Gemüse bei den Landwirt:innen in Tirol anfällt.</i> | Kilbourne und Pickett 2008 |
| | Umweltbewusst Handelt das Unternehmen Umweltbewusst? | <i>Als Unternehmen kaufen wir, wann immer möglich, umweltfreundliche Produkte.</i> | Kilbourne und Pickett 2008; Yang und Chen 2022 |
| | Umweltschutz Findet das Unternehmen es wichtig umweltbewusst zu handeln? | <i>Die Verarbeitung DIESES Gemüses kann einen positiven Beitrag zum Klima- & Ressourcenschutz leisten.</i> | Kilbourne und Pickett 2008; Yang und Chen 2022 |
| | VERHALTENSABSICHT Würde das Unternehmen DIESES Gemüse kaufen? | <i>Wir werden uns kontinuierlich für DIESES Gemüse entscheiden.</i> | Jang und Cho 2022 |
| | SUBJEKTIVE NORM Beeinflusst das Unternehmen die Meinung von anderen? | <i>Bekannte Unternehmen unserer Branche scheinen den Verzehr von DIESEM Gemüse wertzuschätzen</i> | Jang und Cho 2022; Yang und Chen 2022 |
| | EMPFUNDENE KUNDENWAHRNEHMUNG | <i>Unsere Kund:innen scheinen den Kauf von DIESEM Gemüse wertzuschätzen</i> | (Jang und Cho 2022) |
| | VERFÜGBARKEIT Kann das Unternehmen DIESES Gemüse einfach kaufen? | <i>Es ist einfach für unser Unternehmen DIESES Gemüse zu kaufen.</i> | Vermeir und Verbeke 2008 |

Zusätzlich zu den Variablen, die in der Konsument:innenumfrage abgefragt werden, wird hier auch die Wahrnehmung der Kunden berücksichtigt. Nicht nur der Einfluss des Verhaltens anderer Unternehmen soll über die subjektive Norm abgefragt werden. Auch der Einfluss der Kunden auf die Verhaltensintention soll berücksichtigt werden.

Produktranking

Das Produktranking fragt das aktuelle Einkaufsverhalten der befragten Unternehmen ab und das präferierte Einkaufsverhalten bei voller Verfügbarkeit der Waren. Es wird auf die Unterschiede der Herkunft und Klassen der Produkte eingegangen. Geordnet werden können die Elemente via *Drag and Drop*. **Abbildung 15** zeigt rechts ein exemplarisches Beispiel aus der Umfrage.

75% ausgefüllt

Nehmen Sie ein Ranking für die 9 vorliegenden Produkte aus konventionellem Anbau vor, sodass Ihr derzeitiges Einkaufsverhalten als Unternehmen quantitativ/mengenmäßig wiedergespiegelt wird.
 (1 bedeutet am häufigsten/am meisten, 9 am wenigsten oft)
 (Auswahlmöglichkeit per Doppelklick oder Ziehen der Objekte)

| | | | |
|---|---|--|---|
| TIROL, Klasse 1 Gemüse | TIROL, Klasse 2 Gemüse | TIROL, DIESES Gemüse | 1 |
| Österreich (nicht TIROL), Klasse 1 Gemüse | Österreich (nicht TIROL), Klasse 2 Gemüse | EU (nicht Österreich), Klasse 1 Gemüse | 2 |
| EU (nicht Österreich), Klasse 2 Gemüse | NICHT-EU, Klasse 1 Gemüse | NICHT-EU, Klasse 2 Gemüse | 3 |
| | | | 4 |
| | | | 5 |
| | | | 6 |
| | | | 7 |
| | | | 8 |
| | | | 9 |

(optionale Anmerkung):

Abbildung 15: Beispiel Produktranking Umfrage Verarbeiter:innen

Form

Die Variablen werden in Skala Fragen nach der Likert Skala abgefragt. Um zusätzliche Kommentare und Meinungen der Befragten in Erfahrung zu bringen sind halboffenen Fragen in den Fragebogen eingebaut (vgl. Blasius und Baur 2022)

Vor der Aktivierung des Fragebogens wird ein Pre-Test mit Mitarbeitenden der Agrarmarketing Tirol durchgeführt. Diese prüfen die Umfrage auf Verständlichkeit der Fragestellungen, Umsetzung und Länge des Fragebogens und allgemeines Handling. Die Feldzeit der Umfrage beträgt 30 Tage.

Der vollständige Fragebogen der Verarbeiterinnen-Umfrage kann im Anhang unter Abschnitt VI eingesehen werden.

3.2.1.6 Statistische Auswertung der erfassten Daten

Die Auswertung der gesammelten Daten erfolgt mit Unterstützung von FH-Prof. Dr. Wendy Farrell aus in IBM SPSS Version 26 und Smart PLS.

Zur Auswertung werden die Antwortmöglichkeiten der Likert Skala Fragen in numerische Systeme umcodiert. Ratingskalen wie diese sind als Ordinalskalen anzusehen (vgl. Blasius und Baur 2022). Die Antwortmöglichkeit „Stimme überhaupt nicht zu“ wird der Zahl eins zugeordnet. „Stimme voll und ganz zu“ der Zahl fünf. Die Abstufungen dazwischen erfolgen in Einser Schritten. Es erfolgt eine deskriptive Auswertung der Daten und Ermittlung der Häufigkeitsverteilungen in IBM SPSS Statistics. Mit Hilfe von Smart PLS werden Strukturgleichungsmodell PLS-SEM zur Modellierung der Zusammenhänge erstellt. In Smart PLS werden Pfade zwischen den abgefragten Variablen generiert und die Beziehungen zwischen ihnen in statistischen Kennzahlen dargestellt.

Die aussagekräftigste Kennzahl ist der Korrelationskoeffizient. Der Korrelationskoeffizient gibt die Stärke des ermittelten Zusammenhangs an. Dieser kann einen Wert zwischen -1 und +1 annehmen. Ein Wert nahe 0 gibt einen schwachen Zusammenhang an, ein Wert nahe 1 einen starken. Ein negativer Wert beschreibt einen gegenläufigen Zusammenhang. Die Stärke des Zusammenhangs ist wiederum auch von dem Betrag des Korrelationskoeffizienten abhängig (vgl. Bühl 2019). Zur Erklärung der Korrelation im multidimensionalen Modell wird als statistisch wesentlichster Wert der Regressionskoeffizient herangezogen, der in der vorliegenden Auswertung als *O-Wert* abgekürzt wird (vgl. Hemmerich 2023) Das Signifikanzniveau p wird in der analytischen Statistik als Maß genommen, ob ein Mittelwertsunterschied oder eine Korrelation durch Zufall entstanden ist. Die Wahrscheinlichkeiten werden als Größen zwischen 0 und 1 angegeben. In diesem Fall wird ein Zusammenhang als Signifikant angesehen, wenn $p \leq 0,05$ (vgl. Bühl 2019).

Reliabilität und Validität

Um die Aussagekraft der Umfrage zu ermitteln wird Cronbach's Alpha herangezogen. Cronbach's Alpha ist ein statistisches Maß für die interne Konsistenz einer Umfrage oder eines Fragebogens. Es zeigt an, wie gut die einzelnen Variablen in einem Fragebogen zusammenhängen. Der Wert von Cronbach's alpha kann zwischen 0 und 1 liegen. Je höher der Wert, desto höher ist die interne Konsistenz und desto stärker korrelieren die Variablen untereinander. (vgl. Prof.Dr.Oliver Gansser 2023)

R^2 , gleichbedeutend mit multiplum Determinationskoeffizient bzw. erklärter Varianz, gibt an mit welcher Aussagekraft die unabhängigen Variablen die abhängige Variable erklären können (vgl. Prof.Dr.Oliver Gansser 2023).

3.2.2 Qualitativer Teil der Akzeptanzanalyse

Die qualitative Analyse erfolgt durch persönliche Interviews mit den Landwirt:innen und Vertreter:innen des Lebensmitteleinzelhandels. Eine Besonderheit in der qualitativen Forschung sind die zirkulären Elemente. Dies zeigt sich in Ineinandergreifen von Formulierungen, Erhebung und Auswertung, die nicht immer sauber voneinander getrennt werden können. Dieser qualitative Forschungsansatz wird gewählt, wenn Zusammenhänge erkannt oder Hypothesen aus der Forschung abgeleitet werden wollen (vgl. Blasius und Baur 2022)

3.2.2.1 Auswahl der Interviewpartner:innen aus der Landwirtschaft

Ziel ist es neben der zahlenmäßigen Mengenerhebung der Gemüsereststoffe die aktuellen Verwertungsstrategien der Landwirt:innen zu ermitteln. Zudem sollen Chancen und Hemmnisse des Vertriebs oder Weiterverarbeitung der Gemüsereststoffe ermittelt werden. Die Auswahl der Interviewpartner:innen erfolgt erneut durch Empfehlungen des Obmanns des Vereins der Tiroler Gemüsebauern. Es wurden 17 Landwirt:innen aus Tirol telefonisch kontaktiert. Final erklärten sich sieben Landwirt:innen im Raum Innsbruck Land für Interviews bereit. Die Auswahl erfolgte einerseits mit dem Ziel die Tiroler Landwirtschaft wirklichkeitsgetreu zu repräsentieren. Zudem spielt die Bereitschaft zu einem weiteren Interview eine Rolle in der finalen Auswahl.

3.2.2.2 Auswahl der Interviewpartner:innen aus dem Lebensmitteleinzelhandel

Ziel hier ist es die aktuellen Strategien des Lebensmitteleinzelhandels zum Umgang mit Lebensmittelabfall und Gemüsereststoffen zu ermitteln. Zudem soll die Sicht des Lebensmitteleinzelhandels zu eventuellen Verwertungsstrategien miteinbezogen werden.

Mit Hilfe des Obmanns des Tiroler Einzelhandels wurde das Projekt mit einer Anfrage zu einem Interview in der Quartalssitzung des Österreichischen Lebensmitteleinzelhandels vorgestellt. Dadurch konnten drei Handelsketten mit denen vier Interviews geführt wurden gewonnen werden. Nachträglich wurden noch zwei weitere Handelsketten kontaktiert, die ein Gespräch allerdings ablehnten. Die befragten Handelsketten machen zusammen ca. einen Marktanteil von 45 % am österreichischen Lebensmitteleinzelhandel aus. Die Antworten können demnach als repräsentativ für die Vertreter:innen des Lebensmitteleinzelhandels in Tirol herangezogen werden (vgl. Statista Research Department 2023).

3.2.2.3 Methodik der Interviewführung

Die Methode des qualitativen Interviews erlaubt es Teilnehmenden ihre Meinungen und Erfahrungen detailliert zu äußern und einen tiefen Einblick in ihre Handlungsintentionen zu geben (vgl. Kuckartz und Rädiker 2022). Zur Gesprächsführung dient ein Interviewleitfaden, der zugleich die Struktur vorgibt. Der Leitfaden für die Landwirt:innen ist im Anhang unter Abschnitt VII abgebildet. Beim LEH wird der universale Leitfaden im Anhang unter Abschnitt VIII abgebildet, wobei dieser unter Berücksichtigung der Hintergrundinformation zur Handelskette leicht abgewandelt wird. Auf ein starres Bestehen auf den vorbereiteten Verlauf wurde während der Interviews verzichtet. Dies kann dem Gespräch sonst viele Erkenntnisse außerhalb der vorbereiteten Fragen nehmen (vgl. Kepper 1996). Wichtig bei der Auswahl der vorbereiteten Fragen ist auch, dass sie später sinnvoll qualitativ ausgewertet werden können (vgl. Blasius und Baur 2022).

Der Fragebogen orientiert sich an den Ausgangshypothesen, die überprüft werden sollen (siehe Kapitel 3.3.3.1 und 3.3.4.1.). Darüber hinaus erfolgt eine grobe Orientierung an den Variablen der Theory of planned behavior nach Ajzen und Fishbein 1977. In Anlehnung daran werden Fragen zur Einstellung gegenüber dem Vertrieb von Gemüseabfällen, zur subjektiven Norm, zur Kundenakzeptanz, zur wahrgenommenen Nützlichkeit, zur wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit und zur Verhaltensabsicht in den Interviewleitfaden aufgenommen., wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit und die Verhaltensabsicht in den Interviewleitfaden eingearbeitet. Die Interviews betragen 30 bis 90 Minuten, werden aufgezeichnet und anschließend transkribiert.

3.2.2.4 Auswertung der geführten Interviews

Die Auswertung der Interviews erfolgt in MAXQDA nach der inhaltlich strukturierten Textanalyse nach Kuckartz. **Abbildung 16** gibt einen Überblick über das methodische Vorgehen. Alle transkribierten Texte werden gescreent und anhand der Ausgangsfragen des Leitfadens Hauptkategorien erstellt. Mit diesen wird das gesamte Material codiert. Anschließend werden alle Texte erneut analysiert und die Hauptkategorien in Subkategorien aufgeteilt. Diese Subkategorien dienen als Vorlage um die Interviews erneut zu codieren. Abschließend werden die transkribierten Interviews anhand der Subkategorien verglichen und analysiert (vgl. Kuckartz und Rädiker 2022).



Abbildung 16: Übersicht der strukturierten Textanalyse (adaptiert nach Kuckartz und Rädiker 2022)

Die Hauptkategorien anhand derer das Material zu Beginn codiert wird sind so genannte deduktive Codes. Diese finden sich alle im Interviewleitfaden wieder. Themen, die sich im Laufe des Interviews darüber hinaus ergeben werden dann in Subkategorien, beziehungsweise induktive Codes unterteilt (vgl. Kuckartz und Rädiker 2022).

3.2.3 Geplante Aktionen der Agrarmarketing Tirol zur Vermarktung und Bewusstseinsbildung

Im Rahmen dieses Projekts wird seitens des Projektpartners Agrarmarketing Tirol GmbH das nachfolgende Maßnahmenbündel definiert und während der zweijährigen Projektlaufzeit bearbeitet.

- Vermarktung von nicht marktkonformen Gemüsereststoffen an Großküchen unter der Marke Charakterernte
- Vermarktung von „Güteklasse 2.“ Gemüse im Lebensmitteleinzelhandel (LEH)
- Vermarktung von Veredelungsprodukten im LEH
- Charakter Ernte – Kinderbuch

Auf die konkrete Umsetzung und die dabei erzielten Ergebnisse wird in Kapitel 3.3.7 ab S. 84ff genauer eingegangen.

3.3 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Die Ergebnisse sind in diesem Kapitel nach Befragungsform und Gruppe der Befragten aufgeteilt und als solche gesondert dargestellt. Anschließend sind die zentralen Ergebnisse der Einzelauswertungen zusammengefasst und miteinander verglichen sowie abschließend diskutiert.

3.3.1 Ergebnisse der Quantitativen Akzeptanzanalyse: Endkonsument:innen

Um die Repräsentativität der Umfrage zu gewährleisten, wird eine Stichprobengröße von 384 Personen angestrebt. Die Umfrage soll die Zielgruppe, die Bevölkerung Tirols möglichst gut darstellen. Formel (4) zeigt die Berechnung der Stichprobengröße wie folgt:

$$\text{Stichprobengröße} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N}\right)} \quad (4)$$

N = Populationsgröße; *e* = Fehlerspanne in %; *z* = Standardabweichung

Hier wird als Populationsgröße die Bevölkerungsanzahl Tirols zur Berechnung genommen. Stand 2022 entspricht das 764.201 Personen (Statistik Austria 2023a). Die Fehlerspanne gibt an, in welchem Maße die Umfrage die Gesamtbevölkerung repräsentativ darstellt. In diesem Fall wird eine Fehler-spanne von 5% angenommen. Der Z-Wert eines Konfidenzniveaus von 95% entspricht 1,96. Das Konfidenzniveau gibt die Sicherheit an mit wie viel Prozent die Bevölkerung Fragen in einem Bereich beantwortet (vgl. SurveyMonkey 2023).

Die angestrebte Teilnehmerzahl von 384 wurde überschritten. Damit ist die statistische Signifikanz der Umfrage gewährleistet. Insgesamt haben 426 Teilnehmer:innen an der Umfrage teilgenommen. 415 davon waren auswertbar. Das entspricht einer Abbruchquote von 2,58%.

Folgend finden sich aussagekräftige Daten zusammengefasst.

3.3.1.1 Demographische Daten:

81% der Befragten Teilnehmer:innen haben ihren Wohnort in Tirol. 19% außerhalb von Tirol. In einigen Analysen wird gesondert auf die Befragten aus Tirol eingegangen. Unterscheiden sich die Antworten grundlegend von der Gesamtauswertung wird dieses immer erwähnt.

Tabelle 17 und Tabelle 18 zeigen die demographischen Daten der Befragten.

77,8% der befragten Tirolerinnen sind weiblich, 21,9% männlich. Der Großteil der Befragten (21,9%) befindet sich in der Altersgruppe von 25-29 Jahren, gefolgt von 30–34-Jährigen (17,2%). Die Gesamtbevölkerung im Jahr 2022 liegt in Tirol bei 765102 Personen. 50,6 % davon sind weiblich, 49,4% männlich. Im Alter von 20-29 Jahren leben 96162 (12,6%) Personen in Tirol. Davon wiederum sind 51,7% männlich, 48,3% weiblich. 106651 der Bewohner:innen befinden sich zwischen 30 und 39 Jahren, hier sind 50,7% männlich und 49,3% weiblich (vgl. Adrian Maldet 2022)

Tabelle 17: Geschlechterverteilung Umfrage Konsument:innen

| | Außerhalb Tirol | | Tirol | |
|----------|-----------------|-------|-------|-------|
| | N | % | N | % |
| Männlich | 25 | 34.7% | 75 | 21.9% |
| Weiblich | 44 | 61.1% | 267 | 77.8% |
| Divers | 1 | 1.4% | 1 | 0.3% |
| Fehlt | 2 | 2.8% | | |

Tabelle 18: Altersverteilung Umfrage Konsument:innen

| | Gesamt | | Tirol | |
|---------------|--------|-------|-------|-------|
| | N | % | N | % |
| < = 19 | | | 5 | 1.5% |
| 20 - 24 | 17 | 23.6% | 40 | 11.7% |
| 25 - 29 | 19 | 26.4% | 75 | 21.9% |
| 30 - 34 | 9 | 12.5% | 59 | 17.2% |
| 35 - 39 | 5 | 6.9% | 55 | 16.0% |
| 40 - 44 | 6 | 8.3% | 32 | 9.3% |
| 45 - 49 | 3 | 4.2% | 31 | 9.0% |
| 50 - 54 | 4 | 5.6% | 25 | 7.3% |
| 55 - 59 | 3 | 4.2% | 12 | 3.5% |
| 60 - 64 | 3 | 4.2% | 4 | 1.2% |
| 65 oder älter | 1 | 1.4% | 4 | 1.2% |
| Fehlt | 2 | 2.8% | 1 | 0.3% |

Damit sind die Teilnehmer:innen der Umfrage im Durchschnitt jünger als die Tiroler Gesamtbevölkerung und weibliche Teilnehmer:innen sind überrepräsentiert. Eine Nutzeranalyse des Discounters Lidl aus dem Jahr 2021 zeigt, dass der weibliche Anteil an Kund:innen größer (53,6%) ist als der männliche Anteil (46,4%) (vgl. Statista Research Department 2022). Eine Überrepräsentation der weiblichen Teilnehmer:innen schmälert somit die Aussagekraft der Ergebnisse nicht erheblich.

3.3.1.2 Deskriptive Datenanalyse

Im Folgenden werden die gesammelten Daten deskriptiv zusammengefasst und aussagekräftige Kennzeichen dargelegt.

Abbildung 17 gibt einen Überblick über die deskriptive Mittelwerts Auswertung der abgefragten Variablen. Die einzelnen Variablen sind nach der Likert Skala abgefragt worden. Der Wert 1 entspricht Stimme überhaupt nicht zu. 5 wurde mit Stimme voll und ganz zu angegeben. Die Zuordnung der Variablen kann 3.2.1.4 eingesehen werden.

Ein Großteil der Teilnehmer:innen nimmt sich als umweltbewusst wahr. Zudem ist es bekannt, dass Gemüsereststoffe in der Produktion anfallen. Diese werden als wertvoll wahrgenommen und auch

die Verhaltensabsicht dieses Gemüse zu kaufen wird als positiv angegeben. Die Verbrauchereffektivität, also ob man selbst etwas mit seinem Konsum ändern kann, wird als positiv angegeben. Wo hingegen der Einfluss von Meinungen anderer eher als neutral angegeben wird. Die Warenverfügbarkeit von Gemüsereststoffen wird als negativ wahrgenommen.

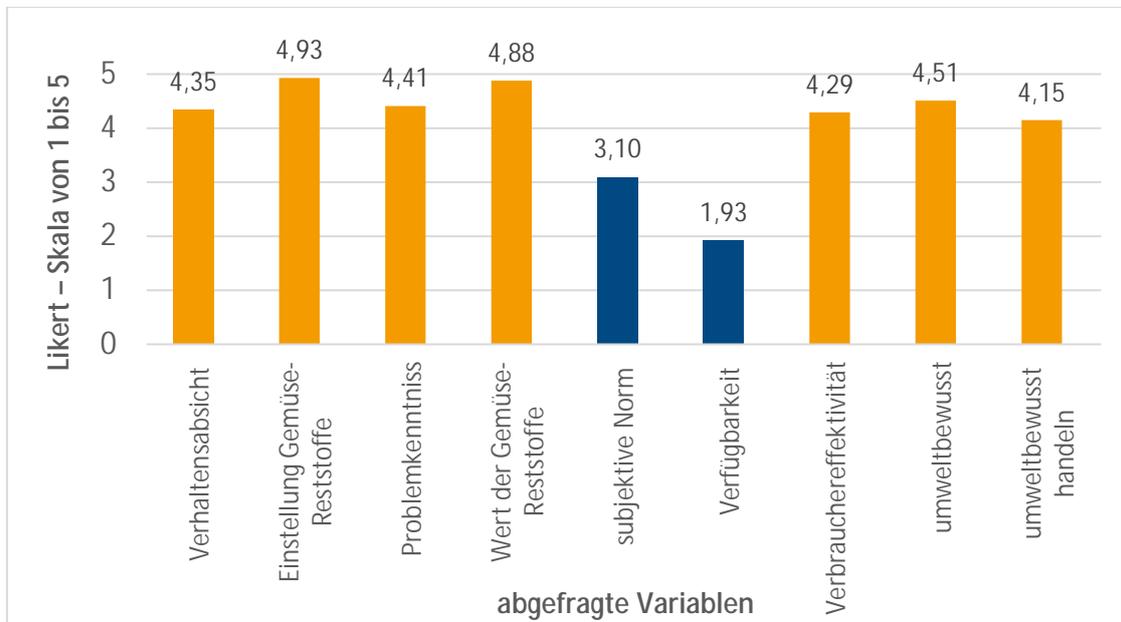


Abbildung 17: Mittelwerte der abgefragten Variablen der Konsument:innen Umfrage nach Likert-Skala (1 = stimme überhaupt nicht zu; 5 = stimme voll und ganz zu)

Folgend werden die zwei aussagekräftigsten Häufigkeitsverteilungen in Histogrammen graphisch dargestellt. Einmal sieht man in **Abbildung 18-A** die Verhaltensabsicht der Verbraucher:innen die Gemüsereststoffe zu kaufen. **Abbildung 18-B** stellt dem die wahrgenommene Verfügbarkeit der Gemüsereststoffe der Teilnehmer:innen gegenüber. Hier werden exemplarisch die Daten der Befragten aus Tirol verwendet.

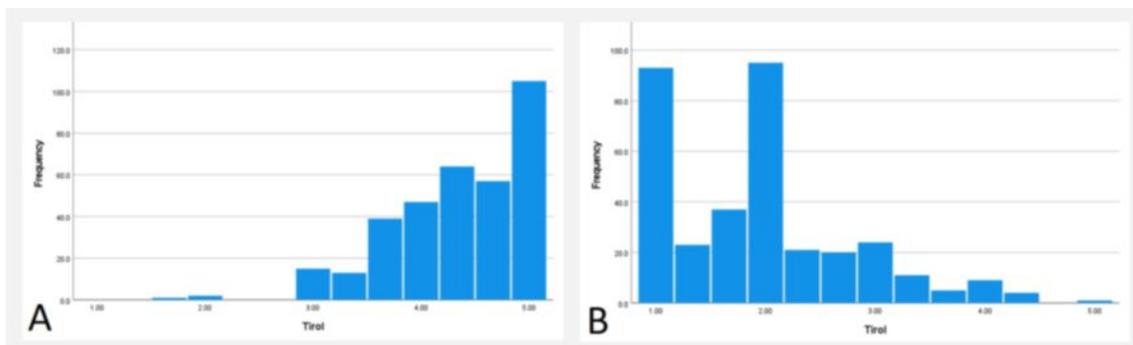


Abbildung 18: Vergleich der Verhaltensabsicht vom Kauf von Gemüsereststoffen (A) mit der wahrgenommenen Warenverfügbarkeit der Gemüsereststoffe (B) mittels Likert-Skala von 1-5

Was anhand der graphischen Darstellung gut zu sehen ist, ist die Diskrepanz zwischen der Verhaltensabsicht Gemüsereststoffe zu kaufen und der wahrgenommenen Warenverfügbarkeit dieser.

3.3.1.3 Regressionsanalyse

Reliabilität und Validität

Der Wert des Cronbach's alpha liegt stetig über 0,7. Damit kann von einer guten internen Konsistenz ausgegangen werden.

Die Erklärungskraft des Modells durch R^2 (multipler Determinationskoeffizient) liegt bei einer Varianz von 33 % zur Verhaltensabsicht und 43 % zur Einstellung gegenüber Gemüsereststoffe. Anders ausgedrückt ein Drittel der Variation in der Verhaltensabsicht und etwa 40% der Variation in der Einstellung gegenüber Gemüsereststoffen können durch die im Modell enthaltenen Variablen erklärt werden (vgl. Prof.Dr.Oliver Gansser 2023)

Auswertung

Eine signifikante Korrelation zwischen den demographischen Daten und der Verhaltensabsicht Gemüsereststoffe zu kaufen wird nur bei dem Geschlecht festgestellt. Demnach sind die weiblichen Teilnehmerinnen eher gewillt Gemüsereststoffe zum Verzehr zu erwerben.

Tabelle 19: Korrelation der demographischen Variablen gegen Verhaltensabsicht der original sample der Konsument:innen-Umfrage nach SMART PLS mittels Regressionskoeffizient (*O-Wert*),
*** hoch signifikant bei $p < 0,001$; ** sehr signifikant bei $p < 0,01$; * signifikant bei $p < 0,05$

| korrelierte Variablen | Alter | Geschlecht (weiblich) | Einkommen |
|-----------------------|-------|-----------------------|-----------|
| Verhaltensabsicht | -0,09 | 0,281** | 0,01 |

Alle Variablen der Regressionsanalyse, die signifikante Zusammenhänge aufweisen, werden in **Tabelle 20** dargestellt. Zudem sind die Auswertungen der befragten Tiroler:innen aufgeführt, da sich die Signifikanz in der Variable Umweltbewusst handeln unterscheidet.

Tabelle 20: Regressionskoeffizient (*O-Wert*) der signifikanten Variablen gegen Verhaltensabsicht der Konsument:innen-Umfrage nach SMART PLS,
*** hoch signifikant bei $p < 0,001$; ** sehr signifikant bei $p < 0,01$; * signifikant bei $p < 0,05$

| korrelierte Variablen | umweltbewusst handeln | subjektive Norm | Wert |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------|----------|
| Verhaltensabsicht original sample | 0,151* | 0,243*** | 0,267*** |
| Verhaltensabsicht Tirol | 0,134 | 0,205*** | 0,254*** |

Das heißt, Personen, die den Wert der Gemüsereststoffe als hoch einschätzen, sind auch gewillt diese zum Verzehr einzukaufen. Dasselbe gilt für Personen, die sich von der Meinung ihres Umfelds beeinflussen lassen. Auch Personen, denen es wichtig ist umweltbewusst zu handeln haben eine positive Verhaltensabsicht gegenüber dem Kauf von Gemüsereststoffen.

3.3.1.4 Preiserwartung der Konsument:innen

In folgenden Abbildungen finden sich die Durchschnittspreise, welche die Konsument:innen bei den jeweiligen Gemüsereststoffen angegeben haben. **Abbildung 19** zeigt die gesamthafte Darstellung, dargestellt als Mittelwerte.

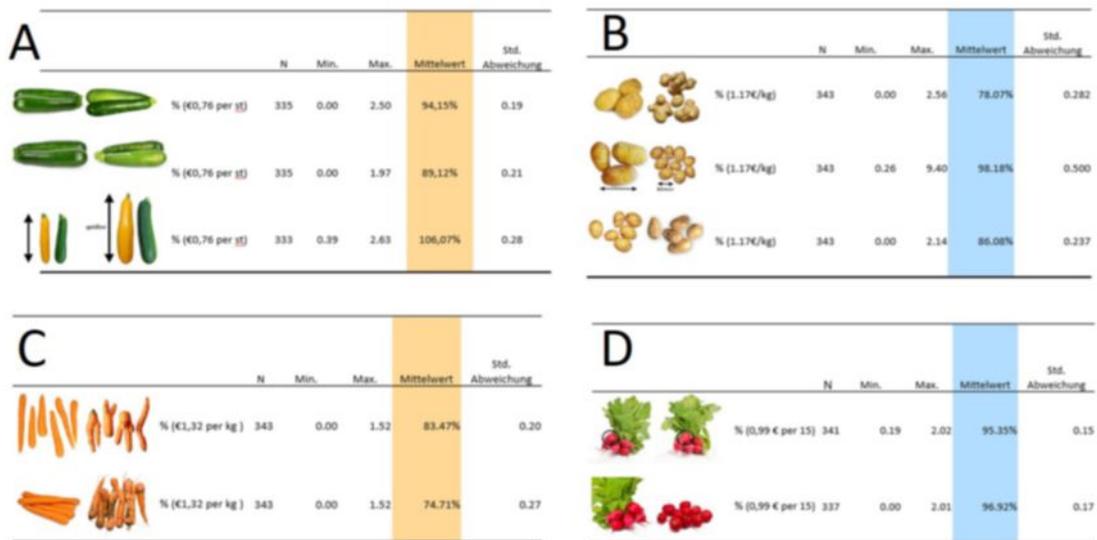


Abbildung 19: Preiserwartung, dargestellt als Mittelwert – Konsument:innen Umfrage

Mit **Abbildung 20** wird die Preiserwartung von beispielhaften Ausschussgründe nochmals hervorgehoben, wobei die Darstellung als Prozentwert zum Referenzprodukt erfolgt.

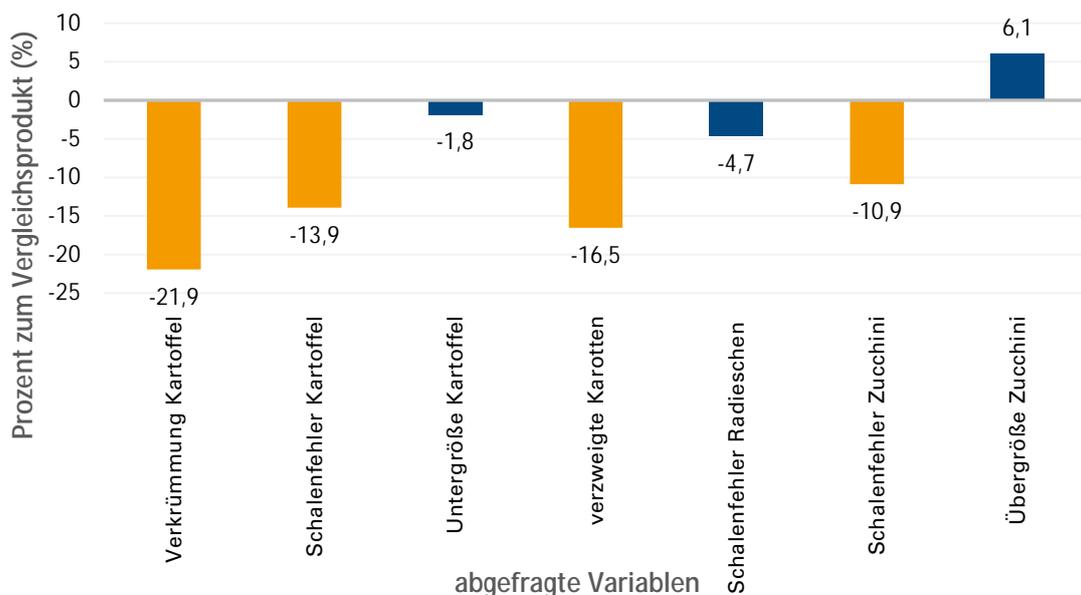


Abbildung 20: Preiserwartung genießbarer Gemüsereststoffe gemäß der Konsument:innen - Umfrage, dargestellt als Prozentwert zum Vergleichsprodukt – entsprechend Abschlag oder Aufschlag

Bei Kartoffeln geben die Konsument:innen den größten Preisabschlag bei Verkrümmungen an (21,93 %). Danach folgen Schalenfehler mit 13,92 %. Ein kaum nennenswerter Preisabschlag von 1,82 % wird bei Untergrößen der Kartoffeln angegeben. Bei Karotten ist ein durchschnittlicher Preisabschlag von 25,29 % für Schalenfehler angegeben. Für verzweigte Karotten wird ein geringerer Preisabschlag von 16,53 % angegeben. Der Preisabschlag bei den Radieschen ist bei beiden Ausschussgründen sehr gering. Für Schalenfehler wird ein Abschlag von 4,65 % angegeben. Für das Fehlen des Grüns 3,80 %. Bei Zucchini findet sich der größte Preisabschlag (10,88 %) bei Schalenfehlern in Form von Dellen. Bei Hagelschaden wird ein durchschnittlicher Abzug von 5,85 % angegeben. Für Übergrößen sind die befragten Konsument:innen bereit 6,07 % über den geforderten Preis zu zahlen.

3.3.1.5 Aktuelles Verhalten und Präferenzen des Kaufs von Gemüsereststoffen

Aktueller Zugang zu Gemüsereststoffen

Als aktuelle Bezugsquelle für Gemüsereststoffe und abgelaufene Lebensmittel wird am häufigsten der Anbieter To Good To Go genannt. Gefolgt von Ab-Hof-Verkauf oder Direktvermarktung. Im Textfeld Sonstiges, in dem eigene Anmerkungen gemacht werden konnten, wurde am häufigsten der Bauernmarkt oder der Einkauf in der Markthalle genannt. Außerdem Angebote wie Foodsharing und Unverpackt Läden. Auch Aktionen des Lebensmitteleinzelhandels, bei denen Gemüsereststoffe besonders beworben wurden, werden als Bezugsquelle genannt.

Tabelle 21: aktueller Zugang zu Gemüsereststoffen gemäß Konsument:innen-Umfrage

| | N | % |
|-----------------------------------|----------|-------|
| TooGoodToGo | 170 | 49.6% |
| Ab Hof Verkauf/ Direktvermarktung | 64 | 18.7% |
| Gemüseboxen (DIESES Gemüse) | 21 | 6.1% |
| Genossenschaft Feld:schafft | 11 | 3.2% |
| Sonstige | N | |
| Bauernkiste | 2 | |
| Bauernmarkt | 4 | |
| LEH | 6 | |
| Wunderlinge , Retterbox | 3 | |
| AbverkaufKiste Mpreis | 3 | |
| Sonstige | N | |
| Containern | 1 | |
| Crowdfarming | 1 | |
| Hofladen | 3 | |
| eigener Garten | 1 | |
| Foodcoop | 1 | |
| Foodsharing | 1 | |
| HelloFresh | 1 | |
| unverpackt Laden | 2 | |

Hier ist zu beobachten, dass der Großteil der Teilnehmer:innen in die Definition von Gemüsereststoffen auch Gemüse einbezieht, das kurz vor dem Ablaufdatum steht. Dies lässt die Vermutung zu, dass Konsument:innen Gemüsereststoffe eher mit einem unattraktiven Aussehen assoziieren, wie z.B. schadhafte Stellen kurz vor dem Verderb. Farb- und Formfehler sowie Über- und Untergrößen werden weniger mit Gemüsereststoffen in Verbindung gebracht.

Als Bezugsquelle wird am zweithäufigsten der Ab-Hof-Verkauf oder die Direktvermarktung genannt. Auch bei den eigenen Eingaben werden häufig Bezugsquellen außerhalb des Lebensmitteleinzelhandels genannt. Hier kann interpretiert werden, dass der Einkauf außerhalb des Lebensmitteleinzelhandels bei den Teilnehmer:innen eher mit dem Kauf von Gemüsereststoffen verknüpft wird. Dass der Großteil der Gemüsereststoffe die Direktvermarktung nicht erreicht, sondern am Feld liegen bleibt, kann als fehlendes Wissen bei den Verbraucher:innen eingestuft werden.

Wo müssten Gemüsereststoffe verfügbar sein?

Tabelle 22: gewünschte Verfügbarkeit Gemüsereststoffe gemäß Konsument:innen-Umfrage

| | N | % |
|--|-----|-------|
| Supermarkt meiner Wahl | 346 | 87,7% |
| Sonstiger Supermarkt | 185 | 44,6% |
| Bauernmarkt (Wochenmarkt) | 234 | 56,4% |
| Abholung im Geschäft | 142 | 34,2% |
| Regiomat | 117 | 28,2% |
| Lieferung | 101 | 24,3% |
| Sonstige : | 21 | 5,1% |
| Ab-Hof- Verkauf, Supermarkt (aber billiger), Selbstbedienungsladen im Ort, Eigenanbau, Restaurants, Nachernten | | |

87,7 % der Teilnehmer:innen wünschen sich eine Verfügbarkeit von Gemüsereststoffen bei dem Supermarkt ihrer Wahl, um diese öfter zu kaufen. Gefolgt wird dies von Bauernmarkt (56,4 %) und sonstiger Supermarkt (44,6 %). Auch Abholung im Geschäft ist für 34,3 % der Befragten vorstellbar. Wünschenswert wäre für die Teilnehmer:innen eine Verfügbarkeit, die sich in ihr sonstiges Einkaufsverhalten integrieren lässt.

3.3.1.6 Zusammenfassung und Diskussion

Die Teilnehmer:innen sind in der Mehrheit weiblich und zwischen 22-29 Jahren. Da der Lebensmitteleinkauf aber immer noch vermehrt von dem weiblichen Teil der Bevölkerung vorgenommen wird (vgl. Statista Research Department 2022) und ein Paradigmenwechsel in der jüngeren Bevölkerung bezüglich des bewussteren Lebensmittelkonsums in der stattfindet (vgl. Zukunftsinstitut 2022), können die ermittelten Ergebnisse dieser Umfrage sehr gut als Anhaltspunkt weiterer Handlungsempfehlungen gesehen werden.

Insgesamt wird der Verzehr von Gemüsereststoffen als Lebensmittel von dem Teilnehmenden sehr positiv aufgefasst. Auffällig ist die Gegenüberstellung der Verhaltensabsicht Gemüsereststoffe zu erwerben und die wahrgenommene Verfügbarkeit dieser. Hier sieht man, dass ein fehlendes Angebot der Gemüsereststoffe in der Bevölkerung wahrgenommen wird. Auch kann man an den Antworten der Umfrage im Selbsteingabefeld erkennen, dass die Definition von Gemüsereststoffen trotz des Eingangsvideos zur Erklärung dieser unterschiedlich wahrgenommen wird. Viele der Teilnehmenden setzen den Einkauf außerhalb des Lebensmitteleinzelhandels mit dem Einkauf von Gemüsereststoffen gleich. Der Verkauf auf Bauernmärkten muss aber nicht heißen, dass sich dort auch nicht normgerechtes Obst und Gemüse unter den Produkten findet. Wünschenswert für viele der Teilnehmenden wäre es die Gemüsereststoffe im Supermarkt ihrer Wahl oder eben am Bauernmarkt zum Kauf zu finden. Auch nicht zu vernachlässigen ist der Einfluss des Konsums des Umfelds auf die Akzeptanz gegenüber Gemüsereststoffen. Dies spricht für eine positive Kettenreaktion, die durch Marketing sowie Bildungsmaßnahmen in diesem Bereich ausgelöst werden könnte. Die Preiserwartung der Umfrageteilnehmer:innen liegt im Rahmen einer Reduzierung von 0-20%. Der größte Preisabschlag wird bei Schalenfehlern veranschlagt. Bei Größenunterschieden sind die Teilnehmenden bereit den gleichen Preis oder mehr zu zahlen.

Bei der Auswertung aller Teilnehmer:innen ist eine Signifikanz im Zusammenhang zwischen umweltbewusstem Handeln und der Verhaltensabsicht, Gemüsereststoffe zu kaufen, aufgetreten. Diese These wird auch von anderen Autoren der Fachliteratur unterstützt. Untersuchungen von Stangherlin et al. haben gezeigt, dass es eine positive Korrelation zwischen dem Umweltbewusstsein der Konsument:innen und der Kaufabsicht suboptimaler Lebensmittel gibt (vgl. Stangherlin et al. 2019). Makhal et al. fanden heraus, dass Verbraucher, die Kinder haben und sich mehr um die Umwelt sorgen, ein stärkeres Bewusstsein für Lebensmittelverschwendung haben und eher dazu neigen, suboptimale Lebensmittel zu wählen (vgl. Makhal et al. 2021).

3.3.2 Ergebnisse der quantitativen Akzeptanzanalyse: Verarbeiter:innen

Insgesamt nahmen an der ausgesendeten Umfrage 34 Firmen, mit Sitz in Tirol, teil. Alle davon waren vollständig auswertbar.

3.3.2.1 Deskriptive Datenanalyse

Im Folgenden werden die gesammelten Daten deskriptiv zusammengefasst und aussagekräftige Kennzeichen näher erläutert.

Abbildung 21 gibt einen Überblick über die abgefragten Variablen. Die Einstellung gegenüber dem Kauf von Gemüsereststoffen (4,9) und der Wert der Gemüsereststoffe (4,1) sind positiv. Auch ist das Vorhandensein der Gemüsereststoffe bekannt. (Problemkenntnis: 4,1). Die Verhaltensabsicht Gemüsereststoffe als Unternehmen zu beziehen, befindet sich eher im neutralen Bereich (3,3). Der Einfluss anderer Unternehmen auf die eigene Verhaltensabsicht wird eher gering eingeschätzt (2,9). Auch hier wird, wie bei den Konsument:innen, allerdings die Verfügbarkeit von Gemüsereststoffen als eher nicht vorhanden eingeschätzt (2,5). Die empfundene Kundenwahrnehmung, also ob das Unternehmen den Kundenwunsch nach Gemüsereststoffen wahrnimmt, wird als eher neutral mit einem Mittelwert von 3,6 angegeben.

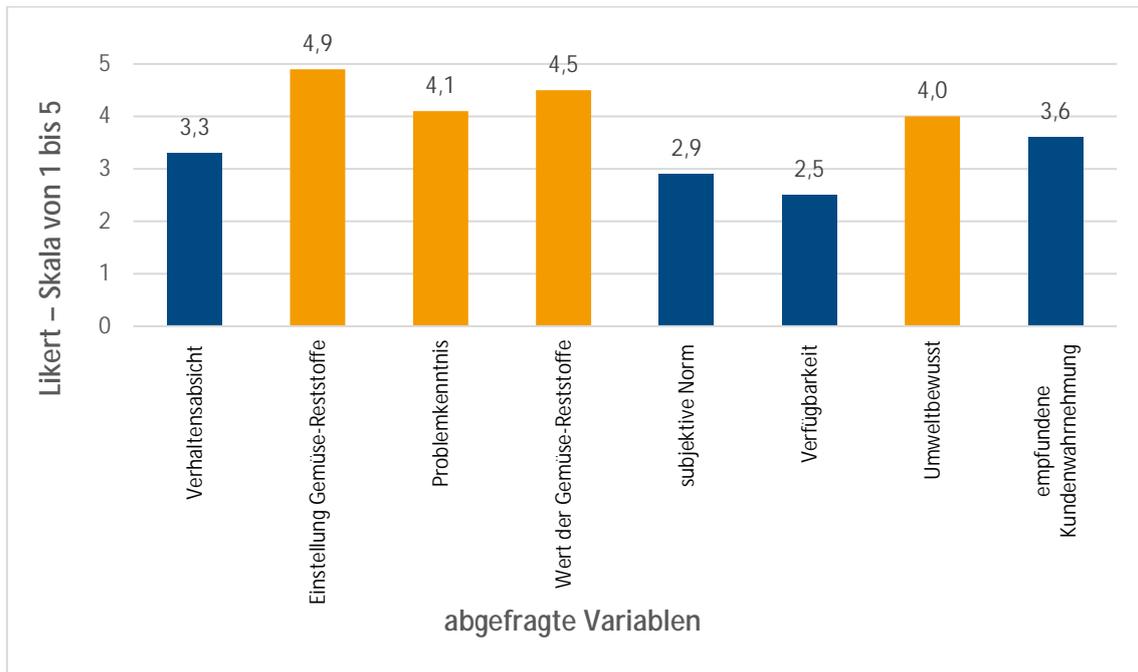


Abbildung 21: Mittelwerte der abgefragten Variablen gemäß der Verarbeiter:innen-Umfrage nach Likert-Skala (1 = stimme überhaupt nicht zu; 5 = stimme voll und ganz zu)

3.3.2.2 Ranking der Produkte

Das Ranking, in dem das aktuelle Einkaufsverhalten widerspiegelt wird, ist in **Tabelle 23** zu finden. Je geringer die Zahl angegeben wird, desto höher wird das Gemüse gerankt. Eins entspricht somit dem höchsten Wert, neun dem niedrigsten. Regionale Produkte finden allgemein Vorrang, danach wird Klasse eins gegenüber der Klasse zwei Vorrang gegeben. Gemüsereststoffe werden trotz Regionalität nach Produkten der Klasse zwei aus Österreich gerankt.

Tabelle 23: Ranking von Produkten aus konventionellem Anbau nach aktuellem Einkaufsverhalten des Unternehmens (1-9) gemäß der Verarbeiter:innen-Umfrage

| | |
|---|-------------|
| TIROL, Klasse 1 Gemüse | 1.89 |
| TIROL, Klasse 2 Gemüse | 2.14 |
| Österreich (nicht TIROL), Klasse 1 Gemüse | 3.34 |
| Österreich (nicht TIROL), Klasse 2 Gemüse | 4.37 |
| TIROL, DIESES Gemüse | 4.78 |
| EU (nicht Österreich), Klasse 1 Gemüse | 5.53 |
| EU (nicht Österreich), Klasse 2 Gemüse | 6.74 |
| NICHT-EU, Klasse 1 Gemüse | 7.52 |
| NICHT-EU, Klasse 2 Gemüse | 8.45 |

Tabelle 24 zeigt die Rangfolge, die von den teilnehmenden Unternehmen gewählt wurde, wenn bei vollständiger Warenverfügbarkeit nach Präferenzen eingekauft würde. Die Rangfolge unterscheidet sich nur insofern, als Gemüse aus Tirol vor Produkten aus Österreich rangieren würde.

Das Gemüse des Rankings wird als konventionelles Gemüse angegeben. Unterscheidungsmerkmal sollen die Klassen und Herkunft darstellen.

Tabelle 24: Ranking von Produkten aus konventionellem Anbau nach Einkaufspräferenzen des Unternehmens (1-9) gemäß der Verarbeiter:innen-Umfrage

| | |
|---|-------------|
| TIROL, Klasse 1 Gemüse | 1.70 |
| TIROL, Klasse 2 Gemüse | 2.00 |
| TIROL, DIESES Gemüse | 3.24 |
| Österreich (nicht TIROL), Klasse 1 Gemüse | 3.93 |
| Österreich (nicht TIROL), Klasse 2 Gemüse | 4.57 |
| EU (nicht Österreich), Klasse 1 Gemüse | 5.97 |
| EU (nicht Österreich), Klasse 2 Gemüse | 6.96 |
| NICHT-EU, Klasse 1 Gemüse | 7.71 |
| NICHT-EU, Klasse 2 Gemüse | 8.52 |

3.3.2.3 Regressionsanalyse

Reliabilität und Validität

Der Wert des Cronbach's alpha liegt stetig über 0,7. Damit kann von einer guten internen Konsistenz ausgegangen werden.

Die Erklärungskraft des Modells liegt bei einer Varianz von 58% zur Verhaltensabsicht und 75% zur Einstellung gegenüber Gemüsereststoffe. Anders ausgedrückt können circa zwei Drittel der Variation in der Verhaltensabsicht und etwa dreiviertel der Variation in der Einstellung gegenüber Gemüse-reststoffen durch die im Modell enthaltenen Variablen erklärt werden.

Zusatz zu den Variablen Wert und Verhalten:

Die Diskriminanzvalidität zwischen den Variablen Wert und Verhalten beträgt -0,928. Dies beschreibt, dass die Beziehung zwischen diesen beiden Variablen sehr stark ist. Es kann sein, dass die Teilnehmer:innen diese Variablen im Zuge der Umfrage nicht auseinanderhalten konnten und sich die Antworten die diese zwei Variablen betreffen überschneiden können.

Auswertung

Hier wird nur auf die signifikanten Korrelationen zwischen den Variablen eingegangen. **Tabelle 25** zeigt die signifikanten Korrelationen gegen die Variablen Verhaltensabsicht, Wert der Gemüsereststoffe und Kundenwahrnehmung.

Tabelle 25: Regressionskoeffizienten (*O-Wert*) der korrelierten Variablen der original sample aus der Verarbeiter:innen-Umfrage nach SMART PLS mit Angabe des Signifikanzniveaus
 *** hoch signifikant bei $p < 0,001$; ** sehr signifikant bei $p < 0,01$; * signifikant bei $p < 0,05$

| korrelierte VARIABLEN | Kenntnis des Problems | subjektive Norm | korrelierte VARIABLEN | Einstellung | korrelierte VARIABLEN | Rank 01 |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-------------|-----------------------|----------|
| Verhaltensabsicht | 0.344* | 0.494** | Wert | 0.555** | Kundenwahrnehmung | -0.377** |

Signifikante Korrelationen ergeben sich bei den Werten Kenntnis des Problems und Subjektive Norm gegen die Variable Verhaltensabsicht. Das bedeutet: Unternehmen, denen bekannt ist, dass Gemüsereststoffe in der Primärproduktion anfallen, sind eher gewillt diese auch zu kaufen. Unternehmen, die sich davon beeinflussen lassen, wie andere Unternehmen ihrer Branche agieren sind auch eher bereit Gemüsereststoffe einzukaufen. Unternehmen, die den Wert der Gemüsereststoffe als hoch einstufen haben eine positive Einstellung diesen gegenüber.

Eine signifikante Korrelation ergibt sich zudem bei den Variablen Kundenwahrnehmung und dem Ranking 1. Ranking 1 ist in **Tabelle 23** zu finden. Der Korrelationskoeffizient wird hier negativ angegeben. Dies kann damit erklärt werden, dass das Ranking gegen die Zahl 1 läuft. Die niedrigere Zahl bedeutet also einen höheren Platz im Ranking. Konkret bedeutet die Korrelation, dass Unternehmen, die die Präferenz ihrer Kund:innen zu Gemüsereststoffen als hoch einschätzen, den Einkauf von Gemüsereststoffen zur Verarbeitung weiter nach oben gerankt haben.

3.3.2.4 Preiserwartung

Die Durchschnittspreise, die die Verarbeiter:innen bei den jeweiligen Ausschussgründen bereit sind zu zahlen, finden sich in **Abbildung 22 A-E**.

Der größte Preisabschlag (60,62%) wird von den befragten Verarbeiter:innen bei den Kartoffeln mit Formfehlern angegeben. Danach folgen Schalenfehler (42,97 %) und Untergewicht (35,29 %). Bei Karotten wird der größte erwartete Preisabschlag (55,11 %) bei Schalenfehlern angegeben. Gefolgt von Formfehlern (48,58 %). Der Preisabschlag bei Radieschen ist von allen abgefragten Gemüsesorten am geringsten. Bei Schalenfehlern wird ein durchschnittlicher Preisabschlag von 18,21 % angegeben. Bei dem Fehlen des Radieschengrüns 5,80 %. Bei Zucchini wird der größte Preisabschlag bei Schalenfehlern in Form von Dellen angegeben (52,85 %). Danach Schalenfehler in Form eines Hagelschadens (21,28 %). Der geringste Preisabschlag (11,09 %) wird für Übergröße angegeben. Bei den beispielhaft gezeigten Kohlrabis ist der Preisabschlag insgesamt am höchsten. Der größte Preisabschlag wird von den befragten Verarbeiter:innen bei großen Schalenfehlern in Form von Schorf angegeben (63,41 %). Gefolgt von kleineren Schalenfehler (56,02 %). Bei der Untergröße wird ein durchschnittlicher Preisabschlag von 54,60 % angegeben.

Die erwarteten Preisabschläge, die die Verarbeiter:innen angegeben haben befinden sich zwischen 5,80 % und 63,41 %. Mehrheitlich sind die gewünschten Preisreduzierungen um 50 % zu finden. Bei

Schalenfehlern sind die Verarbeiter:innen am wenigsten bereit den angegebenen Preis zu zahlen. Bei Kartoffeln wird der höchste Preisabschlag bei Verkrümmungen angegeben.

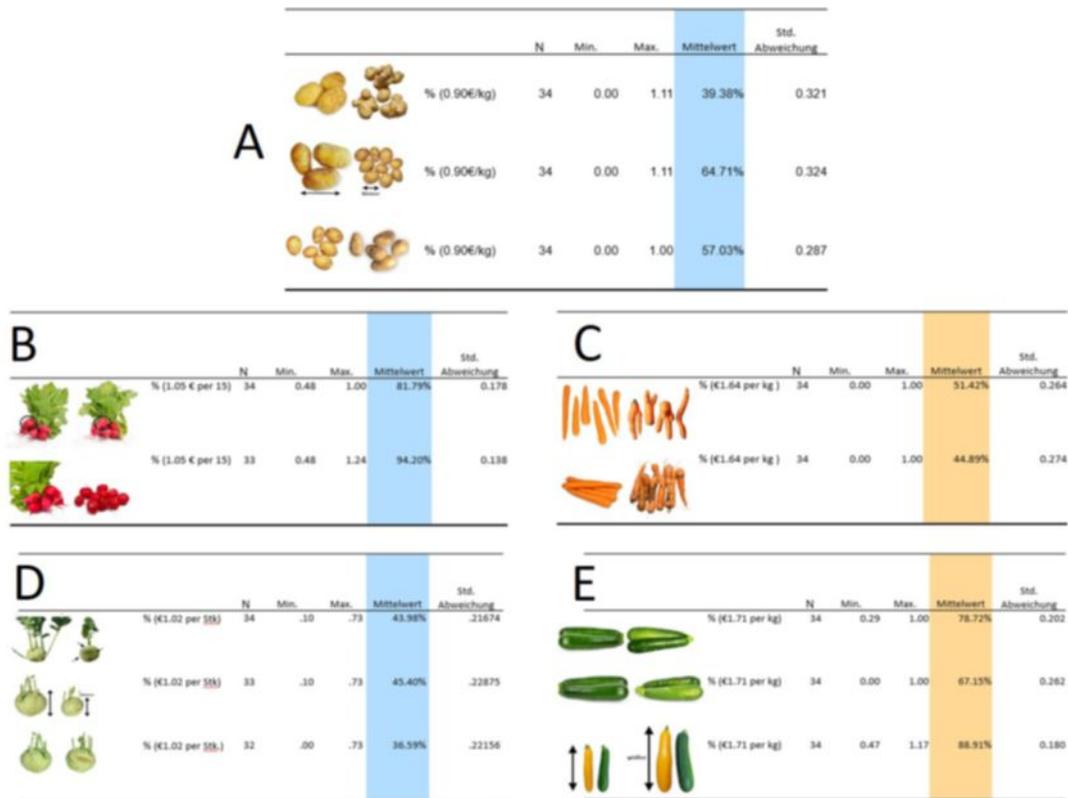


Abbildung 22: erhabene Durchschnittspreise aus der Verarbeiter:innen Umfrage für ausgewählte Gemüsereststoffe (A-E). (A) Kartoffeln, (B) Radieschen, (C) Karotten, (D) Kohlrabi, (E) Zucchini

3.3.2.5 Voraussetzungen zum Einkauf und Verarbeitung

Welche Auswirkungen die Abweichungen von der Norm auf eine Verarbeitung der Gemüsereststoffe haben, wird in einer Likert Skala mit der Möglichkeit einer eigenen Angabe abgefragt. Mit Tabelle 26 sind die Antworten in Prozent angegeben, ob die Gemüsereststoffe bei der abgefragten Eigenschaft noch zur Verarbeitung geeignet sind.

Die Tendenz geht dahin, dass die Teilnehmenden die Qualität des Gemüses trotz Normfehlern als hoch einschätzen. Die Möglichkeit das Kommentarfeld zu nutzen, wird mehrheitlich genutzt, um auf den vermehrten Arbeitsaufwand oder eine Verarbeitungsmöglichkeit hinzuweisen.

In Form von halboffenen Fragen wurden Mindesteigenschaften, welche die Gemüsereststoffe aufweisen sollten, um diese zu verarbeiten, abgefragt. Tabelle 27 zeigt eine Übersicht über die angegebenen Eigenschaften. Am häufigsten wird eine einwandfreie Qualität (9) genannt. Gefolgt von frisch und knackig (5). Halbwegs zu verarbeiten (3) und Form egal (3) teilen sich den dritten Platz. Gründe für eine Ablehnung der Gemüsereststoffe, die als Bilder bei den Fragen im Zuge der Preis-erwartung gezeigt wurden, werden als halboffene Frage abgefragt. Tabelle 28 zeigt eine Übersicht aller Antwort-

ten. Am häufigsten werden „Keine Eignung für die Schälmaschine oder zu schälen“ (4) und „Verkrümmungen“ (4) genannt. Dies sind beides Gründe, die einer einfachen Handhabung des Gemüses im Weg stehen. Drei Mal wird aber auch keine Ablehnung des Gemüses genannt.

Gründe für eine Ablehnung der Gemüsereststoffe, die als Bilder bei den Fragen im Zuge der Preiserwartung gezeigt wurden, werden als halboffene Frage abgefragt. **Tabelle 28** zeigt eine Übersicht aller Antworten. Am häufigsten wird Keine Eignung für die Schälmaschine oder zu schälen (4) und Verkrümmungen (4) genannt. Dies sind beides Gründe, die einer einfachen Handhabung des Gemüses im Weg stehen. Drei Mal wird aber auch keine Ablehnung des Gemüses genannt.

Tabelle 26: Eignung der Gemüsereststoffe zur Verarbeitung, in Abhängigkeit von den abweichenden Eigenschaften zum marktkonformen Gemüse aus der Verarbeiter:innen Umfrage

| Likert Skala | Zustimmung in Prozent, abhängig von der Eigenschaft [%] | | |
|-------------------------------------|---|-----------------------|---|
| | bei abweichender Größe | bei abweichender Form | bei abweichender sonstiger Optik (z.B. Schalenfehler, Druckstellen, Vernarbungen) |
| stimme überhaupt nicht zu | | 2,9 | |
| stimme eher nicht zu | | 5,9 | 8,8 |
| Neutral | 14,7 | 23,5 | 29,4 |
| Stimme eher zu | 32,4 | 29,4 | 32,4 |
| stimme voll und ganz zu | 52,9 | 38,2 | 29,4 |
| Optionale Bemerkungen: | Anzahl der Nennungen (n) | | |
| Mehr Arbeitsaufwand / Arbeitszeit | | 6 | |
| zu Suppen, Saucen, etc. verarbeiten | | 4 | |
| Ja (zur Verarbeitung) | | 2 | |
| Haushalt | | 1 | |
| muss begutachtet werden | | 1 | |

Tabelle 27: Mindesteigenschaften an Gemüsereststoffe gemäß Verarbeiter:innen Umfrage

| Eigenschaft | N |
|--|---|
| Einwandfreie Qualität, nicht faul, schimmelig, verdorben | 9 |
| Frisch, knackig | 5 |
| Form egal | 3 |
| Halbwegs zu verarbeiten | 3 |
| Gewaschen | 2 |
| Schälbar | 1 |
| Geschält | 1 |
| Keine Verkrümmungen | 1 |
| Guter Preis | 1 |
| Weniger als 40% Abfall | 1 |
| Regional | 1 |

Tabelle 28: Gründe für Ablehnung der Gemüsereststoffe gemäß Verarbeiter:innen Umfrage

| Grund für Ablehnung | N |
|---|---|
| ungeeignet für Schälmaschine / zu schälen | 4 |
| Verkrümmungen | 4 |
| keine | 3 |
| Hoher Arbeitsaufwand | 2 |
| Faul, Schimmelig | 2 |
| optisch | 1 |
| nicht sachgemäß behandelt oder gelagert | 1 |
| Noch keine Erfahrungswerte | 1 |
| Kann ich nicht beantworten | 1 |
| alle | 1 |

Einer der Teilnehmenden gibt eine längere Erklärung für die Ablehnung des Gemüses. „Das Gemüse hat im Grunde die gleichen Nährwerte, Kocheigenschaften und alles andere auch wie das konventionelle Gemüse, es braucht einen höheren Arbeitsaufwand um es zu verarbeiten. Das ist Arbeitszeit die heute keiner mehr zu Verfügung hat.“ Diese Aussage deckt sich auch mit den Angaben, die als Hemmnis zum Einkauf der Gemüsereststoffe gemacht werden. Eine Übersicht der Antworten **Tabelle 29**. Das meistgenannte Hemmnis stellt die zusätzlich benötigte Arbeitszeit bei der Verarbeitung dar (7). Direkt gefolgt von „keine Anbieter“ (6) und „keine Hemmnisse“ (3).

Tabelle 29: Hemmnisse zum Kauf von Gemüsereststoffen gemäß Verarbeiter:innen Umfrage

| Hemmnis | N |
|-----------------------------|---|
| Arbeitszeit | 7 |
| Kein Anbieter | 6 |
| keine | 3 |
| Optisch/qualitativ schlecht | 2 |
| Preis | 1 |
| Bezug Charaktererte | |
| Bestellung nur Donnerstag | 1 |
| Kühlkette | 1 |

Tabelle 30: Bedingungen zum Kauf von Gemüsereststoffen gemäß Verarbeiter:innen Umfrage

| Bedingungen | N |
|---|----|
| Leicht verarbeitbar, schälbar | 11 |
| Niedrigerer Preis | 9 |
| Sichtbareres Angebot/ einfacherer Zugang/ Angebot in Handel/Großhandel | 7 |
| Frisch | 6 |
| Regional | 3 |
| Verlässliche Verfügbarkeit | 2 |
| Förderung oder Einsatz für Tiernahrung | 1 |

Zudem wurde abgefragt, welche Bedingungen erfüllt sein müssen, damit die befragten Unternehmen Gemüsereststoffe einkaufen würden. **Tabelle 30** zeigt eine Übersicht der angegebenen Bedingungen.

Am häufigsten genannt, mit 11 Nennungen ist die Bedingung, dass Gemüse müsse leicht verarbeitbar oder leicht schälbar sein. Gefolgt wird das von einem niedrigen Preis (9) und einem sichtbareren Angebot, sowie einfacherem Zugang, am besten im Handel oder Großhandel (7).

3.3.2.6 Zusammenfassung und Diskussion

Die befragten Verarbeiter:innen haben eine neutrale Verhaltensabsicht Gemüsereststoffe für ihren Betrieb zu erwerben. Die Problemkenntnis, also das Wissen, dass Gemüsereststoffe anfallen, ist jedoch bei den meisten vorhanden und die Einstellung gegenüber Gemüsereststoffen wird als recht hoch, also positiv, angegeben. Das Bedürfnis ihrer Kunden verarbeitete Gemüsereststoffe zu kaufen, wird von den Befragten konträr wahrgenommen. Gemittelt ergibt sich kein klar positives Bild. Die wahrgenommene Verfügbarkeit der Gemüsereststoffe wird als schlecht wahrgenommen.

Halboffene Fragen zu Hemmnissen und Voraussetzungen zum Kauf von Gemüsereststoffen zeigen, dass einerseits Hemmnisse beim Kauf aufgrund des erhöhten Arbeitsaufwandes durch zusätzliches Putzen oder Schälen bestehen. Auf der anderen Seite werden am zweit- oder dritthäufigsten das fehlende Angebot genannt. Das fehlende Warenverfügbarkeit sticht auch bei der Abfrage der Variablen ins Auge.

Die Sorge über den erhöhten Arbeitsaufwand spiegelt sich auch in der Preiserwartung der Befragten wider. Die Preisabschläge in einem Bereich um die 50% sind höher als die Preisabschläge die von Endkonsument:innen angegeben werden. Auch sind die höchsten Preisabschläge Verkrümmungen (Kartoffeln) oder Schalenfehlern zuordenbar.

Im Produktranking werden die Gemüsereststoffe bei Präferenz und voller Warenverfügbarkeit nach oben gestuft. Darüber hinaus wird das Ranking der Produkte durch die Wahrnehmung der Kundenpräferenzen beeinflusst. Unternehmen, die den Wunsch ihrer Kunden nach Gemüsereststoffen hoch einschätzen stufen den Einkauf von Gemüsereststoffen weiter nach oben, also sind eher gewillt Gemüsereststoffe zu kaufen und zu verarbeiten. Der Einfluss von Konsument:innen auf das Kaufverhalten der verarbeitenden Unternehmen darf also nicht unterschätzt werden.

3.3.3 Ergebnisse der Qualitativen Akzeptanzanalyse: Landwirt:innen

3.3.3.1 Codierung

Die deduktiven Codes werden anhand der Ausgangsfragen des Leitfadens erstellt und dienen als erste Orientierung, um die transkribierten Interviews zu screenen und einzuordnen. **Tabelle 31** veranschaulicht eine Übersicht der angewandten deduktiven Codes.

Tabelle 31: Deduktive Codes für Akzeptanzanalyse der Landwirt:innen

| Preis | Hemmnisse |
|---|-----------------------------------|
| Derzeitige Verwertungsstrategien | Mehraufwand |
| Nachteile derzeitiger Verwertungsstrategien | Subjektive Norm |
| Einstellung | Wahrgenommene Nützlichkeit |
| Verhaltensabsicht | Wahrgenommene Verhaltenskontrolle |

Durch ein weiteres Bearbeiten der Transkriptionen anhand der Oberkategorien ergeben sich die in **Tabelle 32** auf S.64 dargestellten Subcodes, auch induktive Codes genannt. Außerdem werden weitere Codes gebildet, die sich im Laufe der Gespräche als Ergebnis ergeben haben. Anhand dieser erfolgt die weitere Auswertung. Die Subcodes bei *Verhaltensabsicht* sind vollständig in die Oberkategorie *Einstellung* eingegliedert. Weiters sind auch die Subcodes zu *wahrgenommener Verhaltenskontrolle* in Oberkategorien eingegliedert und umfassen *Einstellung*, *Voraussetzung* sowie *Hemmnisse*.

3.3.3.2 Analyse der Interviews anhand der Subkategorien

Folgend werden die Interviewpartner:innen mit L1 - L7 abgekürzt, um eine Zuordnung zu erleichtern. Diese stehen in keinem Zusammenhang zu den vorhergehend zugeordneten Referenzlandwirt:innen.

Was sind die derzeitigen Herausforderungen in der Landwirtschaft?

Eine allgemeine Herausforderung mit der sich alle Landwirt:innen konfrontiert sehen betrifft **die tägliche Landwirtschaftliche Arbeit und die benötigte Präzision**. Genauer die Arbeit mit und in der Natur und in komplexen, natürlichen Kreisläufen. Das beinhaltet die Unsicherheit des Eintreffens oder Nicht Eintreffens bestimmter Wetterlagen, das Ausloten richtiger Düngemittel, Pestizidmengen und eine gute Kulturführung. Immer wieder hervorgehoben wird, dass der Spielraum für Fehler in der Produktion sehr klein ist, wohingegen viele unsichere Faktoren in die Produktionsplanung miteinzubeziehen sind. Unter anderem, wie erwähnt der Einfluss von Naturgewalten, Bodenökologie, die optimale Nährstoffversorgung der Pflanzen und das alles bei einem relativ geringen finanziellen Spielraum [L1-L7]

Steigende Produktionskosten sind auch ein Thema, das vor allem während der Produktion 2021 und 2022 genannt wurde. Grob wurde eine Erhöhung der allgemeinen Kosten um Ein Drittel angebracht [L1, L2]. Die Handelspreise würden aber laut einem Landwirt nur schleppend oder zu wenig angehoben [L5].

Tabelle 32: Induktive Codes und Subcodes für Akzeptanzanalyse der Landwirt:innen

| OBERKATEGORIEN | SUBCODES | | | |
|--|---|---|------------------------------------|--|
| Preis | Mindestpreis für Vermarktung als Lebensmittel | Preise für bestehende Verwertungsstrategien | | Faktoren, die in Preisbildung mit einfließen |
| Mehraufwand | zusätzliche Ernte | Nachbearbeitung am Hof | zusätzliche Arbeitskraft | keiner |
| Nachteile derzeitiger Verwertungsstrategien – übergreifend | Personalmangel | Kosten | | Lagerplatz Putzabfälle |
| Nachteile derzeitiger Verwertungsstrategien – Flächenrotte | gesellschaftliche Kritik | Verschleppung von Krankheiten | Kreislauf wäre besser | keine |
| Nachteile derzeitiger Verwertungsstrategien – Kompostierung | Voraussetzungen | | Preis | |
| Einstellung – Verkauf LEH | hängt von LEH ab | | positiv | negativ |
| Einstellung – Ernte Gemüsereststoffe | positiv | | negativ | |
| Wahrgenommene Nützlichkeit | teilweise zu Preis | ökologischer Faktor | Erweiterung Produktsortiment | |
| Subjektive Norm - Kundenakzeptanz | ablehnende Konsument:in | preisbewusste Konsument:in | bewusstes Kundensegment klein | annehmende Konsument:in |
| | LEH strenger als Konsument:in | Konsument:in hat Kaufmacht | Intentions-Verhalten Lücke | Marketing Thema |
| Hemmnisse | Preis | Fluktuation in Ernte | | Personalmangel |
| | fehlender Absatz | Scham Produkte in Umlauf zu bringen | | Skepsis gegenüber dem Vertrieb |
| Aktuelle Herausforderungen | tägliche landwirtschaftliche Arbeit | Personalmangel | gesetzliche Vorgaben | steigende Produktionskosten |
| | genormtes System | (benötigte) Präzision | | Handelspraktiken |
| Aktuelle Herausforderungen - Handelspraktiken | Stichprobenkontrollen | Gewichtsklassen | | Übererfüllung der gesetzlichen Vorgaben |
| | Retouren | Preisdruck | | Standardisierung von Produkten |
| Sichtweise auf Landwirtschaft | Reputation hängt von Produktqualität ab | | Ernährungssicherung | Naturprodukte |
| | komplexe Produktion | negatives Image in Bevölkerung | | Abhängigkeit vom LEH |
| Kritik am System | Landwirt:in trägt Risiko | Keine Wertschätzung | Standardisierung von Lebensmitteln | Überflussgesellschaft |
| Voraussetzungen | Produkte verzehrsfähig | Einfaches Handling | Abnahmemenge | Preis |
| Ursachen | Standardisierung Lebensmittel | Strenge Gewichtsklassen | Stück statt Kilopreis | Keine Akzeptanz KI.2 |
| | Unvorhersehbare Wetterereignisse | | Personalmangel | Überflussgesellschaft |
| Ausschussgründe | Fäulnis | Deformation | Unter/Übergröße | Schalenfehler |
| | | | | Blattkrankheiten |
| Vorschlag Vorgehensweise | externe Organisation | 100% Abernte | Haltbarmachung am Hof | Indoor Kompostierung |
| | Kilopreise | Abschwächung Spezifikationen | Standardisierung von Produkten | Agrarbildung für Einkäufer |

Einig sind sich alle Befragten, dass der Lebensmittelhandel immer mehr zu einem **genormten System** werde in dem Naturprodukte wenig Platz haben [L1-L7]. L4 erklärt vor allem der Handel aber auch der Kunde wolle „aber nicht immer verstehen, dass das ein Naturprodukt ist.“

Als eine der größten Herausforderungen werden die aktuell praktizierten **Handelspraktiken** genannt. Das Qualitätsmanagement der Handelsketten wird als sehr restriktiv empfunden. Mehrheitlich wird das Kontrollprinzip mit **Stichprobenkontrollen** der Lieferungen bemängelt. „Das größte Problem liegt bei der Warenannahme des Handels. Die Kriterien sind zu streng und ein weiteres Problem sind die Stichprobenkontrollen“ [L1]. Die strenge Retourpolitik drückt die geringe Gewinnmarge extrem nach unten und oft wird durch die **Retouren** ein Minusgeschäft aus der Lieferung [L1,L2,L5,L6]. Produktions- und Verpackungskosten der retournierten Ware übernimmt der Landwirt und das retournierte Produkt kann meist nicht mehr weitervermarktet werden. L5 wirft in den Raum, dass einige Handelsketten die **Retouregutschrift** bereits in den Gewinn miteinrechnen würden.

Als allgegenwärtig wird auch der **Preisdruck** der Handelsketten empfunden. Preissteigerungen werden vor allem seit der Erhöhung der Produktionskosten schwer akzeptiert [L5]. Ein nicht zu erfüllender Preisdruck sei in Bezug auf Obst und Gemüse der Klasse II oder darunter [L1, L2, L3, L6]

Das zuvor genannte genormte System das die Landwirt:innen im Lebensmittelhandel wahrnehmen wird durch die Kritik an den angewandten Qualitätskriterien wieder aufgegriffen. Oft wird angebracht, dass die Qualitätskriterien die **Standardisierung der Produkte** zum Ziel hätten. Mit Naturprodukten hätte das wenig gemein [L1, L2, L5, L6]. „Und da sitzt ein Mensch, der was keine Ahnung von Gemüse hat und nicht beim Fenster raus schaut wies Wetter ist und der geht das Punkt für Punkt für Punkt durch“ [L5]. Die Spezifikationen der Handelsketten seien oft eine **Übererfüllung der gesetzlichen Vorgaben** [L2]. L1 fasst die aktuellen Qualitätskontrollen für sich so zusammen: „Weil die Richtlinien, die die Klassengesetzte hergeben, die sind gut und recht. Aber der Handel hat die ja nochmal getoppt und das ist das Problem.“

Kritik am System

Überlegungen, wie es sich zu den strengen Handelskriterien gekommen ist führen in den Gesprächen schnell zu einer Betrachtung des aktuellen Handels- und Gesellschaftssystems. Eins der meisten genannten Argumente ist die **Standardisierung der Lebensmittel**. „Aber wenn ich da ein Modell hab und da möchte ich alles reinpassen und des ist halt nicht oder“ [L2], „Und ist halt so dass die Katalog durchgehen“ [L6] „Und natürlich wir Produzenten werden da hin gedrillt nur so best wie möglich schönsten Gemüse zu liefern.“ [L4]; „Irgendwann schaut halt mal der Salat so aus und nicht mehr so wie im Bilderbuch.“ [L4]. Als einen Hintergrund dafür vermutet L2 die „**Konzernalisierung**“ der Handelsketten, was sich einerseits in der Größe der Handelsketten ausdrücke, andererseits aber auch in der „Entfremdung“ der Einkäufer vom Produkt.

Auch das **Risiko** liege voll und ganz beim Landwirt. Der Handel mache gute Margen, wälze jedoch das Risiko immer auf die Landwirte ab. „Weil das einzige Risiko was er hat ist, dass er wenn er keine Ware kriegt keinen Umsatz macht. Aber wir haben eigentlich sag ich jetzt mal 120% Risiko, wir setzen die Sachen, pflegen die übers ganze Wetter, also obs regnet, obs kalt ist, obs trocken ist, obs nass ist. Wir schauen immer, dass irgendwie des halt geht und wens nicht geht- also wir haben schon Missernten gehabt wo wir null Geld ausse gekriegt haben“ [L6].

Erlauben könnten wir uns das nach Meinung von vier Landwirt:innen als Gesellschaft, da wir momentan in einer Situation des **Überflusses** leben. Die Preise für Lebensmittel schwanken zwar etwas, aber es ist zu jeder Saison ein Lebensmittelüberfluss und eine permanente Verfügbarkeit aller Lebensmittel vorhanden [L1, L2, L3, L5]. Der gesellschaftliche Diskurs über Lebensmittelverschwendung werde zwar immer präsenter, allerdings verhalte sich der Handel konträr dazu und die Kriterien und Intensität der Eingangskontrollen verschärfe sich konstant [L1, L2, L6].

Dazu fehle oft die **Wertschätzung** in der Gesellschaft. „Ja die Landwirtschaft, und alles andere ist wichtiger. Ich glaube, wirds sehen, die Landwirtschaft wird nochmal so einen Stellenwert kriegen, des könnt's euch gar nicht vorstellen“ [L1].

Von staatlicher Seite fühlen sich die Landwirt:innen zu wenig unterstützt durch eine einheitliche Regelung der Qualitätsklassengesetze. „Eigentlich müsste der Gesetzgeber sagen unsere Qualitätsklassengesetze sind die Maße aller Dinge und eine Verschärfung ist nicht zulässig. Das wäre der richtige Satz“ [L1].

Was sind die Hauptgründe für das Anfallen der Gemüsereststoffe?

Einen Großteil der Gemüsereststoffe schreiben die Landwirt:innen den Handelspraktiken zu. Hauptpunkt sei, wie bereits davor als Kritikpunkt angebracht, die **Standardisierung der Lebensmittel** [L1-L7]. Dem gegenüber stehe die Arbeit mit Naturprodukten, die naturbedingt nicht in eine standardisierte Spezifikation passen [L2,5,6]. L2 fasst es so zusammen: „Und des ist ja des Problem, bei einem Produkt, dass heute eigentlich in der freien Natur wächst. Die ganzen Einflüsse hat und wenn du dann da einen Standard drüber legst, dann fällt halt das eine oder andere draus. Und mit dem müssen wir halt leben - oder wir müssen den Standard ändern. Aber wenn ich heute da ein Modell hab und da möchte ich alles genau reinpassen und des ist halt nicht oder? Gleich wie die Leute, es sind ja auch nicht immer die gleichen. Gott sei Dank oder? Sind wir nicht immer die gleichen. Aber des wird so einfach nicht funktionieren.“ Ein weiterer Punkt weswegen auch viel Ausschussgemüse anfallen würde seien die **strengen Gewichtsklassen**. Als Beispiel wird der Salat genannt, der zwischen 240 und 400 g haben darf oder Weißkraut, bei dem der leichteste nur die Hälfte des schwersten Gewichts haben darf. Bei einem Kopf von 2 kg dürfte der leichteste dann beispielsweise bei 1kg liegen [L2, L4]. Zusätzlich sei der Verkauf **in Stück- statt Kilopreisen** oft ein Treiber für mehr Ausschuss [L2]. L7 nennt den Fakt, dass die **zweite Klasse** von dem Lebensmitteleinzelhandel **nicht akzeptiert** werden würde und so die Zahlen der Gemüsereststoffe steigen.

Naturbedingt spielen **unvorhergesehene Wetterereignisse**, wie Hagel, Starkregen, Dürre mit hinein [L2, L4]. L3 wirft ein, dass bei ihm viel am Feld liegen bleibe aufgrund von **Personalmangel**, der letzte Saison geherrscht habe.

Was sind die Ausschussgründe?

Nachfolgende erfolgt die Aufzählung der zusammengefassten Ausschussgründe, mit Zuordenbarkeit der Aussagen zu den Referenzlandwirt:innen:

- Deformation [L2, L6, L7]
- Über- und Untergrößen [L2, L7]
- Schalenfehler [L2, L6, L7]
- Blattkrankheiten [L2, L7]
- Fäulnis [L2].

Aktuelle Verwertungsstrategien

Aktuelle Verwertungsstrategien, die von den Landwirt:innen genannt werden, werden folgend dargestellt. Alle genannten Vor- und Nachteile sind Aussagen der Landwirt:innen im Zuge der Interviews, zusammenfassend dargestellt mit **Tabelle 33, Tabelle 34 und Tabelle 35**.

(1) Verwertungsstrategie – Flächenrotte bzw. Flächenkompostierung

Mit **Tabelle 33** erfolgt die übersichtliche Charakterisierung der aktuellen Verwertungsstrategie, der Flächenrotte. Alle befragten Landwirt:innen geben an alles oder einen Teil der Gemüsereststoffe entweder direkt am Feld zu belassen, am Hof zu zerkleinern und mit Miststreuern auszufahren oder im Ganzen wieder am Feld auszubringen [L1-L7]. Die Menge des ausgebrachten Obst- und Gemüses variiert jedoch.

Tabelle 33: Charakterisierung aktueller Verwertungsstrategien in der Landwirtschaft - Flächenrotte

| | | | |
|-----------------|---|----------------|--|
| KOSTEN | + Hofsortierung: Transportkosten zum Feld + Lagerplatz + Mann & Maschinenstunden | ERLÖS | + Feldsortierung: keine Transportkosten, Verarbeitung vor Ort möglich + kostenschwächste Entsorgungsmöglichkeit im Vergleich mit anderen Verwertungsstrategie |
| AUFWAND | + Ausbringung im Winter: hohe Ausbringungsmengen in Kombination mit verlangsamer Kompostierung + Überdüngung/Gewässerschutz + Feldhygiene & Krankheitserreger | NUTZEN | + Nährstoffrückführung |
| NACHTEIL | + schlechtes Image der Landwirte wegen präsenten genusstauglichen Gemüsereststoffen am Feld | VORTEIL | + Einfachste Entsorgung |

Direkt am Feld belassen werde meist nicht erntefähige Ware. Das heißt entweder nicht genussfähige Ware aufgrund von Krankheiten, Schäden am Produkt oder Ware, die aufgrund kosmetischer Standards nicht vermarktet werden kann. Ware, die am Hof aussortiert wird, sind in großen Teilen Putzabfälle, Lagerabfälle, Reklamationen oder Ware, die beim Nachsortieren aus den Standards herausfallen. Die Flächenrotte wird grob für alle Kulturen angewendet, die im Betrieb nicht anders verwertet werden können. Finanziell gesehen ist dies die kostengünstigste Verwertungsstrategie.

Drei der befragten Landwirt:innen geben an mit der Flächenrotte bisher keine Probleme mit der Feldhygiene zu haben. Allerdings wird darauf geachtet den größtmöglichen Teil zerkleinert und an Tagen mit hohen Temperaturen auszubringen [L2, L4, L5]. Ein Landwirt gibt an im Winter die Flächen einzusäen und somit das Risiko einer hygienischen Belastung des ausgebrachten Gemüses auch zu minimieren [L2].

Trotzdem bringen vier Landwirt:innen Bedenken über eine mögliche Verschleppung von Krankheiten und Verschlechterung der Feldhygiene an. Als mögliche Risiken werden Pilzkrankheiten, wie Xanthomonas und Rhizoctonia, Fusarium oder Bakteriosen genannt [L2]. „[...] war eine Fortbildung mit Bakteriosen im Feld und Karotten und so. Und da haben die zu dir gesagt, also wenn du sowas machst mit Gemüsehäufen am Feld im Winter oder das aufs Feld runterkippen und dann einfach anschieben und einbauen so dass man das nicht mehr sieht. Also des ist der Tod.“ [L6] Zwei Landwirt:innen nennen vor allem gesellschaftliche Kritik an der Methode [L2,L3]. „Und die Karotten leuchten ja so außer. Und die Kürbisse auch. Des ist alles rot ge. Das kommt nicht gut an“ [L3]. Drei der befragten Landwirt:innen halten den Schritt der Kompostierung vor dem Ausfahren für die beste Lösung [L2,L4,L6].

„Aber die Richtige, der Richtige Kreislauf wäre Kompost draus machen. Dünger draus zu machen und es dann ausbringen. Das wäre das Beste [L4]

(2) *Verwertungsstrategie – Kompostierung*

Mit **Tabelle 34** erfolgt die übersichtliche Charakterisierung einer weiteren aktuellen Verwertungsstrategie der Gemüsereststoffe, die Mietenkompostierung. Am Betrieb selbst kompostieren nur zwei der befragten Landwirt:innen [L2,L6]. Kompost von externen Kompostanlagen zu nutzen geben aber vier weitere an [L1, L3, L4, L5]. Externe Preise lagen 2021 bei circa 5 € /t [L1, L2]. Für 2022 gaben zwei Landwirt:innen eine Erhöhung auf circa 17€/t an [L1,L3]. Ein Landwirt kompostiert selbst, um schlecht Erfahrungen mit externen Kompost nicht zu wiederholen. „Des haben wir auch schon gemacht. Seitdem haben wir uns Unkraut ins Feld gezüchtet, was wir früher nicht gehabt haben“ [L6].

Tabelle 34: Charakterisierung aktueller Verwertungsstrategien in der Landwirtschaft
- Mietenkompostierung

| | | | |
|-----------------|--|----------------|---|
| KOSTEN | +Transportkosten zur Kompostmiete + Kosten Produktion / Einkauf | ERLÖS | - |
| AUFWAND | + Aufwendiger Herstellungsprozess | NUTZEN | + Nährstoffrückführung + Bodenverbesserung |
| NACHTEIL | + mangelnde Qualität des eingekauften Komposts + unkontrollierte Stickstoffabgabe | VORTEIL | + Kenntnis über Inhaltstoffe und Kompostqualität + Kreislaufwirtschaft |

Die Verwertungsstrategie die Gemüsereststoffe in Kompost „umzuwandeln“ findet großen Anklang bei allen Befragten. Wie schon bei der Flächenrotte erwähnt, wird diese Option auch der Flächenrotte vorgezogen. Drei der Landwirt:innen sehen den zusätzlichen Nutzen von Kompost vor allem in der Funktion als Bodenverbesserer und Feldstabilisation [L1,L2,L6]. Bemängelt werden die Herstellungskosten [L1, L4] und die im Vergleich zu Kunstdünger unkontrollierte Stickstoffabgabe [L1].

(3) *Verwertungsstrategie – Biogaserzeugung*

Mit **Tabelle 35** erfolgt die übersichtliche Charakterisierung einer weiteren aktuellen Verwertungsstrategie der Gemüsereststoffe, die Biogaserzeugung. Vier der befragten Landwirt:innen bringen ihre Gemüsereststoffe in die Biogasanlage. Hauptsächlich werden Karotten und Kartoffeln damit verwertet. Probleme gibt es mit Porree und Zwiebeln. Bei der Verwertung der zwei Produkte gab es technische Probleme durch Schaumbildung in der Biogasanlage [L4]. Ein Landwirt äußerte Bedenken, dass die Gülle eine Verschlechterung der Bodenqualität herbeiführen könnte [L1]. Die Landwirt:innen erhalten keine Bezahlung für die Lieferung der Produkte. Allerdings bekommen sie gelegentlich den Gärrest, um es zu Düngezwecken wieder auf die Felder auszufahren. Monetär gesehen ist die Entsorgung über die Biogasanlage aktuell ein Verlustgeschäft. Einmal fallen Einnahmenverluste an, da die eingesetzten Ressourcen nicht als Produkte der Vermarktung zugeführt werden. Zudem wenden die

Landwirt:innen weitere Ressourcen in Form von Personal, Personenstunden und Transportkosten auf. Ein finanzieller Ausgleich wird trotz Energiegewinn aus den Gemüsereststoffen nicht geschaffen

Tabelle 35: Charakterisierung aktueller Verwertungsstrategien in der Landwirtschaft - Biogaserzeugung

| | | | |
|-----------------|---|----------------|--|
| KOSTEN | + Transportkosten zur Biogasanlage + kein monetärer Erlös derzeit | ERLÖS | + Landwirt:innen bekommen zum Teil Gärrest |
| AUFWAND | + Gärrestausbringung – mangelnde Hygienisierung (mesophile Bedingungen) + Ausbringung im Winter: hohe Ausbringungsmengen in Kombination mit verlangsamer Kompostierung | NUTZEN | + Nährstoffrückführung |
| NACHTEIL | + Kritikpunkt: Vermischen mit weiteren Substraten in Biogasanlage, die ggf. nicht geeignet sind zur Ausbringung im Gemüsebau + Überdüngung/Gewässerschutz + Feldhygiene & Krankheitserreger + nicht alle Gemüsesorten geeignet | VORTEIL | + Kreislaufwirtschaft |

(4) Weitere Verwertungsstrategien

Die weiters von den Referenzlandwirt:innen genannten Verwertungsstrategien werden nachfolgend aufgezählt:

- Tierfutter [L3, L5, L6]
- Weitergabe zur Verwendung als Lebensmittel
 - ToGoodToGo [L1]
 - Sozialmärkte o.ä. [L3, L4, L5, L7]
 - Charakterernte/ Feldschafft/... [L3]
- Eigeninitiative zur Minimierung von Ausschuss [L2, L4, L6]

Ein Landwirt hat sich mit mehreren Partnern zusammengeschlossen, um die zu großen und zu kleinen Karotten zu sammeln und nach Abnehmerwünschen zu sortieren [L2]. Ein weiterer bietet einer Handelskette einen Mix aus zusammengeschnittenen Karfiol und Brokkoliresten an [L4]. Ein anderer Landwirt teilt mit Hilfe der Genossenschaft Feld:schafft Konsument:innen über eine frei zugängliche Excel Tabelle Mengen an Überschussgemüse mit und diese können sich eine gewünschte Kiloanzahl an einen zuvor vereinbarten Ort liefern lassen [L6].

Wie funktioniert die Preisbildung des Bauernpreises?

(1) *Status Quo:*

Preise für bestehende Verwertungsstrategien von Aus- und Überschussgemüse decken meist nur den Einsatz beziehungsweise stellen ein Verlustgeschäft für die Landwirt:innen da. Die meisten der aktuellen Verwertungsstrategien werden nicht als Gewinngeschäft gesehen, sondern dafür genutzt, um das Ausschussgemüse zu verwerten und Lagerplatz frei zu machen bzw. um das Obst und Gemüse nicht wieder auf die Felder auszufahren.

Zwei Vermarktungsstrategien, die bereits erfolgreich waren, ist einmal die Vermarktung über To Good To Go. Dort bleibe dem Landwirt pro Sack mit einem Gewicht von 3 - 3,5 kg ein Gewinn von 1,99 €. Allerdings decke das, nach Aussagen des Landwirtes, je nach Packungsinhalt gerade die Produktionskosten oder sei ein Verlustgeschäft [L2].

Ein weiteres Konzept, das erfolgreich angenommen wurde ist die Vermarktung mit Hilfe der Genossenschaft *Feld:schafft*. Der Landwirt sehe diese Bestellung als Großbestellung und reduziere die Kosten um 30%. Dieses Prinzip funktioniere sehr gut und die Kosten seien gut gedeckt [L6].

(2) *Faktoren, die in die Preisbildung miteinfließen:*

Mit Tabelle 36 wird die Zusammensetzung des Endpreises von Gemüseprodukten aus der Sicht der Landwirtschaft aufgeschlüsselt. Der Endpreis entspricht dem Einkaufspreis des Abnehmers. In diesem Beispiel handelt es sich beim Abnehmer um den LEH, und ist nicht zu verwechseln mit dem Einkaufspreis des Endkonsumentens. Der hier abgebildete Endpreis exkludiert die individuelle Handelsspanne.

Tabelle 36: Preisbildung (eigene Darstellung nach Aussagen und Tabellen von [L1, L6])

| | | |
|--|---|--|
| = ERZEUGERKOSTEN | | = MINDESTPREIS |
| (Produktionskosten, Löhne, Pacht, Versicherungen...) | 60 – 70 % | Produktionskosten gedeckt, kein Gewinn |
| + Gewinnerwartung | individuell | |
| = BAUERNPREIS | Erzeugerkosten + Gewinnerwartung | |
| + Verpackung | (unterschiedlich je nach Handelspartner, Abzüge für z.B. Verpackung, Transport) | |
| + Transport | | |
| + Abzüge durch Handelspartner | | |
| = ENDPREIS | 100% | |

(3) *Mindestpreis für die Vermarktung als Lebensmittel:*

Der Spielraum, der zur Reduzierung des Verkaufspreises der Gemüsereststoffe gegeben ist, sei enorm klein. Ein Landwirt fasst es so zusammen: „[...] wollen die Hälfte zahlen und des geht nicht. Es ist der gleiche Handgriff, der gleiche Arbeitsschritt, die gleiche Aufbereitung, die gleiche Kiste, der gleiche Transport zum Kunden hin“ [L1]

Bei der Festlegung des Mindestpreises für die Weitervermarktung als Lebensmittel sind sich die befragten Landwirt:innen uneinig, dargestellt in Tabelle 37.

Tabelle 37: Festlegung des Mindestpreis für Gemüsereststoffe - im Rahmen der Landwirt:innen - Befragung

| Preisreduktion (-) oder Preisaufschlag (+) | Anzahl der Nennungen N | |
|---|---------------------------|--|
| 0 % | 1 |  |
| - 20% | 2 | |
| - 30% | 2 | |
| - 50% | 1 | |
| + 30% | 1 | |

gemittelt
Reduktion von 20 %

Vertrieb dieser genießbaren Gemüsereststoffe aus der Sicht der Landwirtschaft

(1) Einstellung Verkauf

Sechs der befragten Landwirt:innen wären bereit Gemüsereststoffe zu verkaufen, wenn sich die Möglichkeit dazu ergeben würde [L1,L2,L3,L4,L6,L7]. Allerdings müsse der **Preis stimmen**. Drei geben auch an, dass dies in der **Macht des LEH** liege [L1,L2,L4]. L5 ist dem Verkauf gegenüber **negativ** eingestellt

(2) Wahrgenommene Nützlichkeit

Einmal wird der **ökonomische** Faktor genannt, der sich durch einen Verkauf der Gemüsereststoffe ergeben würde. Auch sei ein Vorteil eine **Erweiterung des Produktsortiments** [L3,L6]. Auf ökologischer Seite wird angebracht, dass die eingebrachten **Ressourcen** durch eine Vermarktung der Gemüsereststoffe zu **100% genutzt** werden würden [L1]. Fünf der befragten Landwirt:innen geben an bei einer Nutzung der Gemüsereststoffe insgesamt weniger anbauen zu wollen und die **bewirtschafteten Flächen weniger intensiv zu nutzen** [L1,L2,L3,L6,L7].

(3) Voraussetzungen

Für den Verkauf müssen natürlich die Voraussetzungen stimmen. Hier wird allen voran von allen befragten Landwirt:innen der **Preis** genannt. (Preisspielraum siehe 3.3.4.2. S.73.) L1 gibt an es müsse sich um größere und konstante **Abnahmemengen** handeln. L1 und L3 wünschen sich ein **einfaches Handling**. Als Positivbeispiel wird To Good To Go (TGTG) genannt: „TGTG ist ein Selbstläufer. Da red ich mit niemandem. Des läuft von selber“ [L1] L3 gibt als Voraussetzung für sich eine trotz Makel noch **gute Qualität** seiner Produkte an.

(4) Mehraufwand

Von allen Landwirt:innen wird angegeben, dass die Vermarktung der Gemüsereststoffe mit einem gewissen Mehraufwand verbunden sei. Dieser sei einmal durch die **zusätzliche Ernte gegeben** [L5]. L1, L5 und L7 geben die **zusätzliche Sortierung** in eine weitere Klasse als größten Mehraufwand an. Außer bei Kartoffeln [L7] und Knoblauch [L3].

(5) Hemmnisse

Die derzeitigen Verwertungsstrategien der anfallenden Gemüsereststoffe beinhalten selten die Weitervermarktung als Lebensmittel. Dies hat nach Angaben der Landwirt:innen einmal mit der großen Differenz zwischen gefordertem und angebotenen **Preis zu tun** [L1-L7] „Ich hab das einmal gehabt, da haben wir wirklich zu kleine Zwiebeln gehabt und dann hat er gesagt statt 1,20 haben wir damals den Preis gehabt. Er will lei 65 ct zahlen, dann sag ich, ich brauch sie gar nicht verpacken, weil da kostet das Verpacken mehr als was ich krieg. Und dann kommen die Zwiebeln auf den Kompost. Das

ist ganz einfach“ [L6]. Auch L2 sagt mit der Kostenstruktur, die dahinter stehe, glaube er nicht an eine erfolgreiche Vermarktung. Ein weiteres Hemmnis sei die **schwierige Planung der Absatzzahlen**. Gemüsereststoffe würden naturbedingt nicht regelmäßig anfallen [L5]. L3 würde mehr Verwertungsstrategien anwenden, aber es fehlt aktuell das Personal dafür. Auch L1 klagt über **Personalmangel**. L6 geht auf die **psychologischen Hemmnisse** mit ein: „Und man muss auch ganz ehrlich sagen, es gibt ja ein nervliches Thema auch noch. Ein menschliches Thema, psychologisches Thema. Ärger ich mich mit dem schadhafte Produkt ewig lang umeinander oder bring ichs irgendwann auf den Kompost oder wie andere Bauern in die Biogasanlage und ich seh des nicht mehr und kann mich auf andere Sachen konzentrieren“ L4 ist **skeptisch**, dass es einen Markt für Gemüsereststoffe gebe.

(6) Kundenakzeptanz:

Fünf der befragten Landwirt:innen gehen davon aus, dass Konsument:innen Gemüsereststoffe **tendenziell ablehnen** [L2,3,4,5,6]. Vier der Befragten gehen davon aus, dass der Kunde nur **über den Preis kauft**, vor allem im Bereich der Gemüsereststoffe. L3 meint, dass die Handelsketten bezüglich der Qualitätskriterien nur den Konsumentenwünschen nachkommen. „Des sind die Leute. Die Handelsketten selber tut genau des, dass des ganze Radl läuft. Wenn der jetzt zu groß oder klein ist dann ist halt die Gefahr da dass der nicht aus der Kisten kommt. Und wenn er zu groß ist wollen sie ihn auch nicht“ Dem gegenüber stehen die Meinungen von L2, L5 und L7. Sie glauben dass der Kunde preisbewusst ist, die **Qualitätskriterien der Handelsketten jedoch strenger als der Kundenwunsch**. Von drei der Befragten wird die **Intentions-Verhaltens Lücke angebracht** [L3,4,5] „Na, die Leut wollen eigentlich des schon verwerten, wennst so redest. Aber im Geschäft anscheinend wird des a lei des schönste gekauft ge.“ [L3] Allgemein sei das **bewusste Kundensegment sehr klein** und mache daher keinen großen Unterschied [L2, L7]. L3 glaub aber, dass man durch ein **gutes Marketing** die Konsument:innen zum Kauf von Gemüsereststoffen motivieren könnte. L2 fasst für sich zusammen: „Lösen kann das ganze Problem nur der Konsument“

(7) Vorschlag Vorgehensweise

Während der Gespräche werden von den Landwirt:innen Vorschläge angebracht, wie Gemüsereststoffe vermarktet werden könnten. L2 und L5 fordern, dass **die Qualitätsanforderungen des Handels zurückgefahren** werden. „Aber mir kommt einfach vor, es wäre viel wichtiger einen Ansatz zu bringen, dass man mal den Standard mal wieder bisschen zurückbringt. Das wäre mir viel wichtiger“ [L2]. L5 sieht hier auch die **Politik** in der Verantwortung. L2 fordert zudem eine **Agrarbildung** für die Einkäufer der Handelsketten, damit diese näher am Produkt seien.

Ein Vorschlag von L2 ist, die **Stückpreise der Produkte auf Kilopreise** umzustellen. Dadurch ließen sich die Gewichtsklassen öffnen. Über das Handling der Produkte am Hof selbst machen sich L1, L3 und L4 Gedanken. Der Vorschlag ist **100% der Ernte abzuernten und die Nachsortierung am Hof vorzunehmen**. Dann wäre die optimale Lösung einen **externen Anbieter** für die Weitervermarktung zu finden. Die Idee, einer **Online Plattform**, die Gemüsereststoffe zu Marktpreisen vermarktet, wird von 5 Landwirt:innen sehr positiv angenommen [L1,L3,L4,L5,L7]. L6 sieht eine Chance in der **Veredelung der Gemüsereststoffe** und Erweiterung der Produktpalette von Eingemachtem, die er schon anbietet.

3.3.3.3 Zusammenfassung und Diskussion

Die genießbaren Gemüsereststoffe fallen aus Sicht der Landwirt:innen hauptsächlich durch die Handelspraktiken des Lebensmitteleinzelhandels (LEH) an. Der fortschreitenden Standardisierung von Lebensmitteln im LEH stehen Naturprodukte gegenüber, die schwer zu standardisieren sind. Zudem werden strenge Gewichtsklassen, Stück statt Kilopreise und keine Akzeptanz der zweiten Klasse genannt. Außerhalb der Handelspraktiken tragen unvorhergesehene Wetterereignisse und Personal-mangel zu Verlusten bei.

Die aktuelle Hauptverwertungsstrategie ist die Flächenrotte. Gefolgt von Biogasanlage, Kompost, Tierfutter und die Weitergabe als Lebensmittel an Sozialmärkte oder andere Anbieter. Die aktuellen Verwertungsstrategien sind finanziell gesehen entweder ein Nullsummen- oder ein Minusgeschäft für die Landwirt:innen und dienen hauptsächlich der Entsorgung oder Verwertung der Gemüsereststoffe.

Eine mögliche Preisreduktion zur Abgabe der Gemüsereststoffe liegt nach Mittelung aller Angaben bei 20%. Das Thema der Preisreduktion sollte jedoch nicht nur ökonomisch betrachtet werden. Auch aus ethischer Betrachtung liefert eine Preisreduzierung des Aus- und Überschussgemüses ein falsches Signal. Ernährungsphysiologisch bietet das Gemüse die gleiche Qualität für den Kunden. Zudem werden dieselben Ressourcen zur Erzeugung eingesetzt.

Die Einstellung zum Verkauf der Gemüsereststoffe als Lebensmittel ist prinzipiell positiv. Die Macht die Gemüsereststoffe zu vermarkten, wird jedoch hauptsächlich beim Lebensmitteleinzelhandel gesehen. Außerdem sollten für eine Vermarktung eine regelmäßige Abnahme, ein angemessener Preis, innerhalb der angegebenen 20 % Reduktion und ein einfaches Handling gegeben sein. Vor allem der Mehraufwand, wie zusätzliche Ernte und Sortierung, sollte preislich abgedeckt sein.

Die Akzeptanz der Konsument:innen wird als gering eingeschätzt. Erklärt wird das einmal mit der Intentions-Verhalten-Lücke. Es werde anders gehandelt als behauptet werde. Nicht einig sind sich die Landwirt:innen für den Grund der fehlenden 2.Klasse im LEH. Einige sehen den LEH nur in der Umsetzung der Wünsche der Konsument:innen, manche sehen die Ansprüche des LEHs über den Ansprüchen der Konsument:innen. Was für die zweite These spricht, ist der Erfolg von Handelsketten, die Konzepte zur Vermarktung von Gemüsereststoffen umgesetzt haben. (Interview H3, (Rewe Group 2023)). Neben dem erfolgreich umgesetzten Konzept einer der befragten Handelsketten kann auch der Erfolg der „Bio Helden“ von PENNY als Positivbeispiel genannt werden. Nach Angaben der REWE Group stiegen die Absatzzahlen dieser Vermarktungslinie 2021 um 27% an (Rewe Group 2023). Zudem wird die Beeinflussung von Konsument:innen durch Marketing Strategien genannt. Auch hier kann das Marketing Konzept der „Bio Helden“ als positiver Vorreiter herangezogen werden.

Zur Problemlösung wird allem voran die Aufweichung der Handelsnormen vorgeschlagen. Auch die Umstellung von Stück auf Kilopreise könnte die Anzahl der Gemüsereststoffe senken. Zudem wird die Idee einer Onlineplattform zur Vermarktung der genießbaren Gemüsereststoffe und die Weiterverarbeitung am Hof positiv herausgearbeitet.

3.3.4 Ergebnisse der Qualitativen Akzeptanzanalyse: Lebensmitteleinzelhandel

3.3.4.1 Codierung

Die deduktiven Codes, die in den Leitfaden der Interviews mit Vertreter:innen des Lebensmitteleinzelhandels geflossen sind, finden sich in **Tabelle 38**.

Tabelle 38: Deduktive Codes für die Akzeptanzanalyse des LEH

| Preis | Subjektive Norm (Kunde) |
|--|-------------------------|
| Normen/ Richtlinien Wareneingangskontrolle | Mehraufwand |
| Umgesetzte Konzepte Gemüseereststoffe | Hemmnisse |
| Einstellung Verkauf | Chancen Vermarktung |

Die Aufteilung der deduktiven Codes in induktive wird folgend mit **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden**. dargestellt. Im Laufe der Transkription Interviews wurden neue Subkategorien gefunden, die auch in Unter-codes aufgeteilt werden.

3.3.4.2 Analyse der Interviews anhand von Subkategorien

Folgend werden die Interviewpartner:innen mit H1-4 abgekürzt, um die Auswertung zu erleichtern und die Anonymität der Gesprächspartner:innen zu garantieren.

Die Interviews werden anhand der Subkategorien analysiert und verglichen.

Wie funktioniert das System der Handelsketten?

(1) *Organisation Handelskette*

Alle Befragten arbeiten in Handelsketten, die in Österreich über 200 Filialen besitzen. Die Organisationsstruktur innerhalb der Handelsketten wird als **standardisiert und prozessorientiert** beschrieben [H1, H3]. Das heißt es gibt eine **zentrale Lagerstruktur** [H3]. Von dort wird die **Feinverteilung** in die einzelnen Filialen organisiert [H1]. Sowohl die Verteilung, als auch der Großteil des Produktsortiments ist zentral organisiert [H4]. Ein anderes System, das Anwendung findet, ist die **direkte Belieferung** der Filialen durch die Landwirt:innen [H3].

Das Produktsortiment wird, wie bereits erwähnt zum Großteil zentral organisiert. H4 betont, dass hier **Regionalität** meist Vorrang habe. Die **zweite Klasse** wird, außer im Bio Sortiment, nicht oder nur bei Lieferschwierigkeiten in den Handelsketten angeboten [H1, H2,H4].

Die **Mengenplanung** erfolgt in der Vorsaison mit Absprache der Landwirt:innen [H2,H4]. Als Grundlage dienen Kundendaten, die über die Auswertung der Kassendaten gesammelt werden [H3, H4]. Ein Produkt wird zur Absicherung auf Minimum zwei Lieferant:innen aufgeteilt [H2].

(2) *Preisbildung*

Die Preisbildung im Lebensmitteleinzelhandel wird im Zuge der Interviews nicht vollends erläutert. Folgend soll auf den Mechanismus der Preisbildung nach Angaben der Befragten grob eingegangen werden.

Tabelle 39: Induktive Codes und Subcodes aus Akzeptanzanalyse der Lebensmitteleinzelhändler

| OBERKATEGORIEN | SUBCODES | | | |
|---|--|------------------------------------|------------------------------------|--|
| Organisation Handelskette - Organisationsstruktur | Feinverteilung | Planung der Mengen | zentrale Lagerstruktur | direkte Belieferung |
| Organisation Handelskette - Produktsortiment | 2.Klasse | zentrale Produktsortierung | | regionaler Vorrang |
| Normen /Richtlinien Wareneingangskontrolle | Spezifikationen | Nutzen der Normen | gesetzliche Vorgaben | Wareneingangskontrolle |
| | Zahlen Retoure | Spielräume bei Spezifikationen | | |
| Lieferantenbeziehungen | Absicherung durch Diversifikation | langjährige Partnerschaften | vertragliche Abnahmegarantie | Überproduktion als Absicherung |
| Umgang mit Lebensmittelabfall | Verlustzahlen | Transportverluste | Konzepte zur Minimierung | finanzielle Verluste |
| | Interessenskonflikt Vermeidung – Weitergabe | Entsorgungskonzept | Reduktion fördert Überproduktion | rechtliche Situation |
| Umgesetzte Konzepte Gemüsereststoffe | TooGoodToGo (TGTG) | Tierfutter | Lebensmittelhilfe | Gemüsereststoffe im Standardsortiment |
| Einstellung Verkauf | Konkurrenz mit normgerechten Produkten | | Ablehnung der Konsument:innen | Marketing „Gag“ |
| | Chance bei gleichwertiger Lebensmittelqualität | | Randsegment | positiv |
| Subjektive Norm (Kunde) | Preisbewusstsein | Landwirtschaftsferne | einfaches Einkaufshandling | Marketingbeeinflusst |
| | Ablehnung Gemüsereststoffe | gute Absatzzahlen Gemüsereststoffe | Qualitätsanspruch an Handel | Kundenorientierung im Fokus |
| Mehraufwand | weitere Sortierung | | mehr Lagerplatz | keiner |
| Hemmnisse | Sortiment ausgereizt | Kundenakzeptanz | unrentabel | standardisierte Prozesse |
| Preis | Gewinnmargen Handel | Gestaltung Handelsmargen | Abgabe Gemüsereststoffe verbilligt | Abgabe Gemüsereststoffe gleicher Preis |
| | geringe Produktionskosten vor Ernte | | Verkaufspreiswirkung | Preise für bestehende Strategien |
| Lösungsvorschläge | externe Organisation | Nachernte | Tierfutter | Änderung Anbauweise |
| | Flächenrotte zum Humusaufbau | Verkauf als Prämienprodukt | Direktvermarktung | Verkauf an Verarbeiter:innen |
| Lösungsvorschläge - Kilopreis | Kilopreis | | Aufweichung der Normen | Kommunikations-/Marketingstrategien |
| | fördert Ausschuss | | gute Umsetzbarkeit | Preisreduzierung durch Kilopreis |
| Lösungsvorschläge - Kommunikations- & Marketingstrategien | kundeninitiierte Umstellung | | Stückkostenverständnis gelernt | |
| | Bewerbung als hochwertiges Produkt | Beeinflussung Kaufverhalten | | Kampagneninhalt beeinflusst Erfolg |
| | Möglichkeit Produktimage zu verbessern | | erfolgreiche Beispiele | |

Der Grundmechanismus der Preisbildung entspricht dem Prinzip von Angebot und Nachfrage. Besonders der Frischebereich, in den der Obst- und Gemüsebereich fällt, ist die Preisschwankung sehr hoch. Das Angebot kann aufgrund von Wetterereignissen, etc. sehr variieren. Die Landwirt:innen geben einen Preis und Mengenvorschlag und aufgrund diesem wird dann verhandelt. Die Preise der Mitbewerber spielen natürlich auch eine Rolle. Die Preise können durch jeden im Laden oder über Online Angebot eingesehen werden [H1, H4].

Die absoluten Gewinnmargen im Handel werden mit 1-2% angegeben [H1].

Die Preisbildung durch Angebot und Nachfrage kann jedoch durch bestimmte Marktstrategien beeinflusst werden. Oft angewendet werden so genannte Push Strategien, in denen Produkte über bestimmte Angebote vermarktet werden [H4, H2].

Aktuelle Verwertungsstrategien wie ToGoodToGo werden mit 1€ pro Kilo weitergegeben.

In der landwirtschaftlichen Primärproduktion werden die Kosten vor der Ernte als gering eingeschätzt [H1]. Der Verkauf von Gemüsereststoffen funktioniert für H1, H2 und H4 nur über einen verbilligten Preis. H3 hingegen gibt an, die Gemüsereststoffe, die in der Handelskette vermarktet werden nicht zu reduzierten Preisen anzubieten.

(3) Normen und Richtlinien Wareneingangskontrolle

H1 beschreibt den Ablauf der Wareneingangskontrolle wie folgt: „Das heißt bei der Warenübernahme gibt es zwei Funktionen. Der eine ist der Warenübernehmer, der hat die Verantwortung, dass die Ware, die Menge stimmt, die Paletten, dass das technisch verarbeitet wird, der muss das abscannen, ein neues Label anbringen, das in unserem Prozess dann automatisch bewirtschaftet werden kann, aber das ist quasi ein technischer Prozess. Und der andere ist der Qualitätskontrolleur und der Qualitätskontrolleur hat die Aufgabe zu prüfen, nach genau fest gegebenen Richtlinien, das heißt da steht dann drinnen, es muss bei jeder 5. Palette... äh... die Palette muss abgeräumt werden. Es muss eine Kiste von oben, eine Kiste von der Mitte, eine Kiste von unten, weil sonst könnte man ja oben immer die schöne Ware hingeben und unten immer die "schiache". Und nach diesen Kriterien muss der das kontrollieren und dann sagt er die Ware ist in Ordnung oder ist nicht in Ordnung. Und wenn sie nicht übernommen wird dann ist es für uns egal. Das heißt was die anderen dann damit machen und was die für Kriterien an die Ware anlegen, das ist dann nicht mehr in unserem Bereich.“ Grundlage nach der die Ware überprüft wird ist die so genannte **Spezifikation**. Dort werden die Anforderungen an die gelieferten Produkte mit den Landwirt:innen besprochen. H4 beschreibt den Nutzen genauer: „Jeder Produzent hat eine Spezifikation bei seinem Produkt. Das ist äh von jedem Produkt unterschiedlich. Die sind aber festgelegt. Damit eine einigermaßen **genormte Ware** angeliefert wird und zum Kunden geht.“

In der Einhaltung der Normen sehen die Befragten den Vorteil, dass man dem Kunden Ware anbieten kann, die exakt vorgeschriebenen Vorgaben entspricht. Also eine **gleichbleibende Qualität** garantieren kann [H2, H3, H4]. Die **gesetzlichen Vorgaben** seien bei der Wareneingangskontrolle die **bottomline** [H1, H3]. Es gehe um „Lebensmittelsicherheit und Güteklasse XYZ“ [H3]. **Spielräume** gäbe es bei den **Spezifikationen** wenn die Landwirt:innen aufgrund von unvorhergesehenen Ereignisse Probleme hätten diese vorübergehend zu erfüllen. Hier bestehe dann auch die Möglichkeit die Spezifikation vorübergehend auf eine andere Klasse zu ändern [H2,H4]. Die **Zahl der Retouren** aufgrund von Qualitätskriterien liege laut H1 bei einem einstelligem Bereich, da alle Beteiligten also Handel und Landwirt:innen ein Interesse hätten diese Zahlen gering zu halten.

Herausforderungen für den Lebensmitteleinzelhandel (LEH)

Eine der Herausforderungen des LEH bestehe in der **exakten Mengenabschätzung** für die Saison [H2, H4]. Sei diese falsch, fördere man entweder Lebensmittelverluste oder habe Warenknappheit in den Filialen [H1, H4]. Zudem sei es schwierig eine **Balance** zwischen dem Kundenbedürfnis nach permanenter Warenverfügbarkeit und Lebensmittelverschwendung zu finden [H1]. Die Lebensmittelverluste in den Filialen würde aus ökologischen, aber auch ökonomischen Gründen versucht möglichst gering zu halten [H1, H4]. Als aktuelle Zahlen werden für alle Lebensmittelverluste 1-2% genannt [H1, H4]. Bei Gemüse würden circa 5% anfallen [H4]. Hier werden nur Zahlen miteinbezogen, die in den Filialen entsorgt werden.

Status Quo Lebensmittelabfall und genießbare Gemüsereststoffe

(1) Aktuelle (Verwertungs-)Strategien zur Minimierung der verwertbaren Lebensmittelabfälle

Zur Minimierung der verwertbaren Lebensmittelverluste werden unterschiedliche Strategien eingesetzt. Einmal wird die **Standardisierung der Prozesse** als Tool genannt „[...] das ist ganz, ganz, ganz gering. Aus zwei Gründen. Erstens ist dieser Prozess wahnsinnig schnell standardisiert, das heißt es geht ja nur durch, weil es anders gar nicht möglich wäre“ [H1]. Auch werden Prozesse stetig mehr automatisiert mit Hilfe von Prognosesoftware und künstlicher Intelligenz [H1].

Für Lebensmittelverluste, die in den Filialen anfallen gebe es die Strategien diese als Lebensmittel weiterzugeben, an Tafeln [H3] und der verbilligte Verkauf über TGTG [H3, H4] sowie Abverkauf mit niedrigem MHD [H2]. Eine Handelskette gibt an ihre biogenen Abfälle in einer Biogasanlage zu verwerten [H3].

(2) Umgesetzte Konzepte für genießbare Gemüsereststoffe

H3 hat eine eigene Produktlinie zum Vertrieb von Gemüsereststoffen eingeführt. Diese werden je nach Verfügbarkeit angeboten. Der Preis der Gemüsereststoffe unterscheidet sich nicht oder minimal vom Standardsortiment. Die restlichen befragten Handelsketten haben keine Vermarktungsmöglichkeiten für Gemüsereststoffe. Lebensmittelausschuss, der bei ihnen im Betrieb anfällt wird über ToGoodToGo, an Tafeln und Sozialmärkte oder als Tierfutter abgegeben.

Was sind die Hauptgründe für das Anfallen der genießbaren Gemüsereststoffe?

Ursachen für Gemüsereststoffe werden einmal mit **Überproduktion** erklärt. Diese falle einmal an, da die Landwirt:innen lieferfähig sein wollen um Verträge zu erfüllen [H4]. Zudem sichere sich der Handel gegen Ausfall mit mindestens zwei Lieferant:innen pro Produkt [H4]. Bei einer Überproduktion könne man dann keine Mengen spontan abnehmen [H4].

Ein anderer Grund sei, dass die **zweite Klasse selten akzeptiert** werde. Dies wird einmal damit begründet, dass diese von Konsument:innen nicht akzeptiert werde [H2,H4]. H2 nennt als Hemmnis für den Verkauf der zweiten Klasse gesetzliche Vorgaben . H3 bringt ein, dass auch bestimmte Gütesiegel, wie das AMA Gütesiegel die Klasse zwei nicht akzeptieren würden.

Aus gesellschaftlicher Sicht wird die **Überflusgesellschaft** genannt [H1, H2, H4]. H1 fasst die aktuelle Situation folgend zusammen: „Also es ist immer ein Gesamtkomplex, an dem wir alle gemeinsam Schuld sind. Natürlich auch wir im Handel haben unseres dazu beigetragen, das braucht man gar nicht schönreden. Aber es geht immer um das Gesamtthema. Wenn das Grundverständnis in der Breite der Bevölkerung verloren gegangen ist, dann hat man mit vielen Dingen ein Problem in der Umsetzung. Und das haben wir halt in unserer modernen Gesellschaft oft verlernt, noch einschätzen

zu können was wirklich realistisch und sinnvoll ist, weil wir Jahrzehnte lang im Überfluss gelebt haben.“

Vertrieb dieser genießbaren Gemüsereststoffe aus der Sicht des LEHs

(1) Einstellung

Die Einstellung zum Verkauf der Gemüsereststoffe ist überwiegend negativ [H1, H2, H4]. Eine Handelskette hat andere Erfahrungen und berichtet von einem bereits umgesetzten Konzept in der Handelskette, welches **sehr gut angenommen wird** [H3]. H3 betont die gesellschaftliche Verantwortung, die die Handelskette dadurch erfüllen würde, wie aber auch das positive Image, das dadurch gestärkt werde.

H4 sieht das Problem in der **Konkurrenz mit normgerechten Produkten**: „[...] das konkuriert immer mit einem anderen Produkt, das direkt nebenbei liegt, das schön aussieht. Was auch immer schön ist, aber der Norm entspricht. Und dann gibt es halt wenig Konsumenten die dann ganz bewusst zu einem nicht so schönen Produkt greifen, wenn sie genau nebenbei auch die Alternative von einem schönen Produkt haben.“ Auch wird hier gleich die **mangelnde Kundenakzeptanz** angesprochen. Diese sieht auch H2 als Hindernis. Allgemein sehen H1 und H4 Gemüsereststoffe eher als Randsegment. Der Verkauf dieser wäre dadurch nicht wirtschaftlich. H1 sieht dadurch sogar nicht nur die finanzielle, sondern auch die ökologische Belastung wachsen: „Ob das dann wirklich nachhaltig ist, ob das irgendwas bringt, ob das vom Größenanteil irgendeine Relevanz hat, das ist eine ganz andere Frage. Also ich bin da vorsichtig, weil ich da einfach glaube der Weg scheint mir nicht schlüssig zu sein, es in die Hand zu bringen, zu mal da hier wieder sehr große Kosten und auch Umweltbelastungen dahinter stehen. Wenn wir Produkte mit geringer Menge und geringer Drehung in unseren Prozess bringen, dann ist das eine viel höhere Belastung, als ein Massenprodukt.“ H4 hingegen stimmt zu, dass der Verkauf der Gemüsereststoffe aus ökologischer Sicht Sinn machen würde. H2 steht dem Verkauf eher skeptisch gegenüber, sieht jedoch ein Potenzial wenn sich die Produktqualität nicht von der Normware unterscheidet.

(2) Hemmnisse

Hemmnisse zum Verkauf der Gemüsereststoffe werden vor allem von H1, H2 und H4 angebracht. Alle drei sehen eine mangelnde **Akzeptanz der Konsument:innen** Gemüsereststoffe zu kaufen. Dies wird als Hauptargument gegen einen Verkauf genannt. Zudem sei die **Sortimentsbreite im Bereich Gemüse bereits ausgereizt** [H1]. H4 sieht ein Problem beim **Lagerplatz** und auch in der Auslastung des Sortiments: „Und im Geschäft dann nochmal, weil ich muss dem Ding ja einen Platz geben, wo ich Opportunitätskosten habe, weil ich könnte da ja etwas hinlegen, was sich besser verkauft.“ Marktwirtschaftlich würde es für sie keinen Sinn machen Gemüsereststoffe zu verkaufen [H1,H4]. H1 geht zudem mehrmals darauf ein, dass es schwierig sei die Gemüsereststoffe in den optimierten, standardisierten Prozessen unterzubringen.

(3) Mehraufwand

Der Mehraufwand, der sich für die Handelsketten ergeben würde wird einmal in der **Schaffung von mehr Lagerplatz** genannt. Zudem käme es zu einer **weiteren Sortierung**, da eine neue Klasse geschaffen werden müsste [H4]. H2 und H3 sehen hingegen **keinen Mehraufwand** im Verkauf von Klasse 2 oder 3. H3 betont: „Es ist der gleiche Aufwand. Auch für den Landwirt. Für uns ist es in dem Sinn kein Mehraufwand, weil es im normalen Prozess einfach ein weiterer Artikel ist.“

(4) Konsument:innenakzeptanz

H1, H2 und H4 geben an zu 100% Kundenbeeinflusst zu sein. „Bei uns entscheidet alles der Konsument“ [H4]. Der **Kunde selbst sei sehr preisbewusst** und kaufe fast nur über den Preis [H1]. Außerdem wünsche er sich eine **einfache Handhabung im Handel** [H4]. Zudem habe der Kunde einen **hohen Qualitätsanspruch** an den Handel. Bei schlechter Warenqualität falle dass sofort auf den Handel zurück und nicht auf die Landwirt:innen [H2]. Alle Handelsketten sind sich einig, dass das **bewusste Kundensegment**, dass aus Überzeugung biologisch, regional oder außer der Norm kauft **sehr klein** ist.

H1 beschreibt Erfahrungen mit Konsument:innen, die eine **Ferne zu Lebensmittelproduktion** und Bedingungen in der Primärproduktion vermuten lassen. Dies schreibt er der Standardisierung von Lebensmittelprodukten zu. „Und diese Standardisierung, die ist man einfach gewohnt und nur im Frischebereich ist das nicht so. Nur im Frischebereich gibt es Unterschiede. Und das dann irgendwie schwierig ist sich daran zu gewöhnen, das ist nicht ganz unverständlich.“

Zudem sei es schwierig die Balance zwischen Kundenansprüchen zu finden: „Und jedes Jahr, deswegen sage ich es noch einmal, es gibt Standardbriefe dazu, habe ich 100 Kundenbeschwerden, warum die Äpfel aus Übersee kommen und ich habe 100 Kundenbeschwerden, warum die Äpfel aus Österreich nach nichts schmecken. Jetzt ist die Frage: Was soll ich tun?“

H1, H2 und H4 sind sich einig, dass der/die durchschnittliche Konsument:in nach Optik kauft und aus diesem Grund **Gemüsereststoffe auch tendenziell ablehnt**. H3 hingegen widerspricht dieser These und bestätigt dass das eingeführte Sondersortiment von **Gemüsereststoffen immer einen guten Absatz hatte**. H1 und H2 sehen jedoch auch, dass die Konsument:innen durch mediale Berichterstattung und **Marketing** ein Stück weit in ihrer Kaufentscheidung beeinflusst werden können.

Konzeptvorschläge

(1) Kommunikations- & Marketingstrategien

Ein Tool, um die Akzeptanz der Gemüsereststoffe in der Bevölkerung zu erhöhen werden Kommunikations und Marketingstrategien genannt. Beispiele hierfür seien die Vermarktung als hochwertige Produkte. Beispiele bei denen der Shift von einem „minderwertigen“ Produkt zu einem „hochwertigen“ geklappt habe, sind der Analogkäse als veganer Käse [H1], Latella und Mini Kartoffeln [H2]. Allgemein sehen alle Befragten die Chance Konsument:innen durch Marketingstrategien zu beeinflussen. Allerdings müsse das Thema stimmen [H3].

(2) Lösungsvorschläge

Lösungsvorschläge werden einmal von den Befragten eingebracht oder von den Interviewenden vorgeschlagen. H1 sieht die Findung von Lösungsvorschlägen eher bei externen Anbietern, die einen anderen Blick auf das aktuelle System haben.

Im Handel selbst werden zwei Konzepte als Lösungsvorschläge genannt. H1 und H2 nennen als einen Ansatz die Aufweichung der aktuellen Handelsspezifikationen und mehr Akzeptanz für Klasse zwei. „Man schraubt die Spezifikationen runter und konzentriert sich auf echte Fehler [...]“ [H1]. H1 und H2 sehen eine Chance in der Vermarktung der Gemüsereststoffe als Premiumprodukte und einer positiven Behaftung durch Marketingkampagnen.

Andere Lösungsvorschläge setzen außerhalb der Vermarktung im Lebensmittelhandel an. H1 schlägt vor Nacherntekonzepte für Konsument:innen direkt am Feld anzubieten. H1, H2 und H4 schlagen vor die Gemüsereststoffe an Verarbeiter:innen zu vermarkten. Vermarktung über Sekundärmärkte wie Direktvermarktung wird von H1 und H2 genannt.

Die Beibehaltung des Status quo als Flächenrotte wird von H2 auch in Betracht gezogen. Dies sei ein guter Beitrag zur Humusbildung. H4 nennt noch die Möglichkeit die eigene Produktionsweise als Landwirt:in zu überdenken, wenn zu viele Produkte aus der Norm fallen würden.

(3) Einführen von Kilopreisen

Dem Vorschlag den Stückpreis bestimmter Gemüsesorten auf Kilo umzustellen, stehen die Befragten geteilter Meinung gegenüber. Prinzipiell müsse der Umstellungswunsch vom Kunden ausgehen [H1]. H2 wirft ein, dass es die Konsument:innen eher „verwirren“ könne, da der Kilopreis ein gelerntes Konzept sei. H1 das Stückpreiskonzept als Mitgrund für den Ausschuss und bestätigt, dass dieser vermutlich mit der Umstellung auf Kilopreise zurückgehen würde. H4 hingegen sieht die Gefahr, dass der Ausschuss größer werde eher bei der Einführung eines Kilopreises bei bestimmten Gemüsesorten. H3 sieht kein Problem in der Umstellung.

3.3.4.3 Zusammenfassung und Diskussion

Allgemein ist die Einstellung zum Vertrieb von Gemüsereststoffen bei den Befragten negativ. Nur eine Handelskette hat eine Produktlinie mit Gemüsereststoffen bereits eingeführt und zieht eine positive Bilanz. Die Ansichten dieser Handelskette unterscheiden sich zum Großteil von den Ansichten der anderen Handelsketten.

Die Organisationsstruktur der befragten Handelsketten kann als standardisiert und prozessorientiert mit zentraler Lagerung beschrieben werden. Die Preisbildung basiert auf dem Prinzip von Angebot und Nachfrage, wobei der Frischebereich starken Preisschwankungen unterliegt. Herausforderungen des LEHs liegen vor allem in der Balance zwischen exakter Mengenabschätzung und dem Vermeiden von Lebensmittelverlusten.

Von Seiten der Handelsketten zielen die Normen und Richtlinien der Wareneingangskontrolle darauf ab, eine gleichbleibende Qualität zu gewährleisten. Die Grundlage für die angesetzten Normen bilden die gesetzlichen Vorgaben. Spezifikationen, in denen die Anforderungen an die Produkte festgelegt werden, werden mit jedem Lieferanten einzeln festgelegt und sind zumeist etwas strenger als die gesetzlichen Vorgaben. Klasse zwei Produkte sind in den meisten Handelsketten nicht im Sortiment und werden nur in Ausnahmefällen zugelassen. Die Retouren, die aufgrund von Qualitätskriterien anfallen, liegen laut eigener Angaben im einstelligen Prozentbereich.

Gemüsereststoffe fallen nach Angaben der Vertreter:innen des LEHs durch die standardisierten Prozesse im Handelssystem, Überproduktion, mangelnde Akzeptanz der zweiten Klasse durch Konsument:innen und die Lebensweise der westlichen Gesellschaft an.

Die mangelnde Akzeptanz der Konsument:innen für Gemüsereststoffe wird auch als größtes Hemmnis für den Vertrieb von Gemüsereststoffen angeführt. Die Konsument:innen hätten einen hohen Qualitätsanspruch und kaufen oft preisbewusst. Zudem wird die Unwirtschaftlichkeit und Konkurrenz mit dem jetzigen Produktsortiment genannt. Dem entgegen stehen die positiven Absatzzahlen der Handelskette mit einem bereits umgesetzten Konzept für den Vertrieb der Gemüsereststoffe.

Genannte Lösungsvorschläge umfassen Marketingstrategien, die Gemüsereststoffe als hochwertige Produkte vermarkten, die Vermarktung an Verarbeiter:innen, Nachernteprojekte oder Vermarktung

über Sekundärmärkte. Die Umstellung von Stück auf Kilopreis wird kontrovers diskutiert und von der Mehrheit der Befragten abgelehnt.

3.3.5 Schlussfolgerungen aus der Akzeptanzanalyse

Durch die Einbeziehung aller beteiligten Akteure kann eine ganzheitliche Sicht auf die Thematik der Gemüsereststoffe beschrieben werden.

Derzeit gibt es seitens der Landwirt:innen kein konkretes Konzept zur Verwertung von Gemüsereststoffen. Die Entsorgung erfolgt in erster Linie über die Flächenrotte. Vereinzelt gibt es Konzepte zur Entsorgung über die Biogasanlage oder Kompostierung. Die Weiterverwendung als Lebensmittel erfolgt teilweise über die Abgabe an Sozialmärkte oder externe Dienstleister. Zwei der befragten Landwirt:innen veredeln die Gemüsereststoffe in einem Haltbarmachungsschritt am Hof selbst oder bei externen Dienstleistern. Die jetzigen Entsorgungs- und Verwertungskonzepte sind finanziell eher Nullsummen- oder Minusgeschäfte für die Landwirt:innen. Im Lebensmitteleinzelhandel gibt es wenige Aktionen zur expliziten Vermarktung von Gemüsereststoffen und eine geringe Anzahl eigener Produktlinien. Eine der drei befragten Handelsketten gibt an, über eine Produktlinie zur Vermarktung von Gemüsereststoffen zu verfügen.

Gemüsereststoffe fallen vor allem aufgrund der Diskrepanz an, Naturprodukte in ein standardisiertes Handelssystem zu integrieren. Um die Verluste im System gering zu halten, setzen die befragten Handelsketten zukünftig noch stärker auf optimierte und standardisierte Prozesse. Wareneingangskontrollen gewährleisten neben der Lebensmittelsicherheit auch eine gleichbleibende Produktqualität. Bei den Landwirt:innen führt dies jedoch dazu, dass viele Produkte nicht abgeerntet werden, da die Retourenkosten den Verlust durch Nichternten übersteigen. Sowohl die befragten Handelsketten als auch die Landwirt:innen sehen die Akzeptanz der Konsument:innen gegenüber Gemüsereststoffen als sehr gering an. Beide beschreiben den Hauptteil der Konsument:innen als sehr preisbewusst und zugleich mit einer ablehnenden Haltung gegenüber Gemüsereststoffen. Die Landwirt:innen bringen die Intentions-Verhaltens-Lücke der Konsument:innen an. Das Ergebnis der Online-Umfrage der Konsument:innen zeichnet hingegen ein anderes Bild. Die abgefragten Preisreduktionen liegen überwiegend in dem Spielraum von 20%, der sich als eine akzeptable Preisreduktion aus den Umfragen der Landwirt:innen herausstellte. Der Wert von Gemüsereststoffen wird als sehr hoch eingeschätzt. Hemmnisse für den Kauf werden vor allem in der nicht wahrgenommenen Verfügbarkeit gesehen. Gewünscht wird eine Verfügbarkeit im Supermarkt oder auf dem Bauernmarkt. Die gegebenen Antworten lassen darauf schließen, dass eine einfache Integration des Kaufs von Gemüsereststoffen in das alltägliche Einkaufsverhalten gewünscht wird.

Die Gefahr, dass viele der Antworten in den Mechanismus einer Intentions-Verhaltens-Lücke fallen, kann nicht vollständig ausgeschlossen werden. Allgemein sprechen Studien aber für eine Verhaltensveränderung, vor allem bei den jüngeren Konsument:innen. Das Bewusstsein für nachhaltigeren Konsum steigt und Lebensmittel sollen nicht nur gesund sein, sondern auch eine gute Umweltbilanz aufweisen. Die Ergebnisse der Konsument:innenumfrage zeigen zudem eine positive Korrelation zwischen Umweltbewusstem Verhalten und der Verhaltensabsicht Gemüsereststoffe zu erwerben. Diese These wird auch von anderen Studien unterstützt (vgl. Stangherlin et al. 2019; Makhil et al. 2021). Auch der Verkaufserfolg einer Produktlinie zur Vermarktung von Gemüsereststoffen bei H3 spricht für einen Bedarf seitens der Konsument:innen. Ein steigender Bedarf zeichnet auch die Umsatzsteigerung von 27% der „Bio Helden“ der Supermarktkette Penny.

In zwei der drei befragten Handelsketten finden sich vorwiegend Gemüse- und Obstprodukte der 1. Klasse, somit ist es den Konsument:innen derzeit oft nicht möglich, zwischen 1. und 2. Klasse zu wählen. Dies erschwert es, die Ablehnung der 2. Klasse von Seiten der Konsument:innen zu verifizieren. Sowohl die Befragten des Lebensmitteleinzelhandels als auch die Landwirt:innen hätten den Vertrieb der Gemüsereststoffe am liebsten extern organisiert. Eine einfache Handhabung wurde ebenfalls als wichtige Voraussetzung genannt. Als positives Beispiel wurde von beiden Akteuren der Dienstleister ToGoodToGo genannt.

Trotzdem sollte es, nach dem Wunsch der Landwirt:innen, das Ziel sein, die Handelsnormen ein Stück weit aufzuweichen und die Akzeptanz für das Abweichen von der Norm wieder etwas zu steigern. Derzeit liegen die Handelsnormen oft über den gesetzlichen Anforderungen. Hier wäre eine Annäherung an diese wünschenswert.

Wichtigste Voraussetzung für die Vermarktung der Gemüsereststoffe ist eine realistische Preisgestaltung. Die Hauptkosten der Produkte fallen vor der Verpackung an und unterscheiden sich nicht von Normgerechten Produkten. Im Mittel wird von Seiten der befragten Landwirt:innen eine mögliche Preisreduktion von 20% angegeben. Die befragten Handelsketten unterscheiden sich in ihren Aussagen zur Preisgestaltung möglicher Konzepte. Zwei Drittel finden eine Preisreduzierung der Gemüsereststoffe essenziell. H3, die bereits eine Vermarktungslinie mit Gemüsereststoffen umgesetzt haben, verkaufen diese zu den gängigen Marktpreisen von Gemüse der Klasse 1. Der Großteil der befragten Konsument:innenn ist bereit, die Gemüsereststoffe mit einem Preisabschlag von 0 bis 20% zu kaufen. Anders stimmen die befragten Verarbeiter:innen in Großküchen ab. Hier wird ein hoher Abschlag von 50% und mehr für die abgefragten Gemüsereststoffe genannt.

Allgemein stehen die befragten Verarbeiter:innen dem Kauf von Gemüsereststoffen neutraler gegenüber als die Endkonsument:innen. Das größte Hemmnis für den Einsatz von Gemüsereststoffen im Betrieb ist der Zeitmangel bei der Verarbeitung. Die Betriebe geben an, einen minimalen preislichen und zeitlichen Spielraum zu haben. Als dritthäufigstes Hemmnis wird jedoch auch die mangelnde Verfügbarkeit von Gemüsereststoffen genannt.

Ein Output der Umfrage unter den Verarbeiter:innen zeigt den signifikanten Zusammenhang zwischen der Wahrnehmung von Kundenpräferenzen und dem Kauf von Gemüsereststoffen. Auch bei der Umfrage der Endkonsument:innen korreliert der Einfluss des Umfelds positiv mit der Verhaltensabsicht, Gemüsereststoffe zu konsumieren. Diese Thesen unterstützen den positiven Effekt, den Marketingkampagnen auslösen können. Die Möglichkeit, das Einkaufsverhalten von Konsument:innen durch Marketingkampagnen zu beeinflussen, wird auch von den Befragten aus dem Bereich des Lebensmitteleinzelhandels bestätigt. Eine Marketing oder Bildungskampagne, die die Aufmerksamkeit der Konsument:innen auf Gemüsereststoffe lenkt, kann einmal das private Umfeld dieser beeinflussen. Zudem überdenken Verarbeiter:innen ihr Einkaufsverhalten und auch der Lebensmitteleinzelhandel gibt an das Sortiment nach Kundenwünschen auszuwählen.

3.3.6 Szenarien für die direkte Verwendung als Lebensmittel

Hinsichtlich dieses Verwertungspfads, der direkten Verwertung in Form von Lebensmitteln, wird als Mengengerüst das modellierte SubszENARIO 1A herangezogen (vgl. Kapitel 2.2.6, auf S.30ff). Demnach belaufen sich die genießbare Gemüsereststoffmenge aus Tiroler Primärproduktion im Bezugsjahr 2020 auf 7.544 t. Bei einer Erntemenge von 58.216 t entsprechend diese 7.544 t einem Ertragssteigerungspotential von 13 % im Tiroler Gemüsebau.

Durch die Nutzung als Lebensmittel könnte der Selbstversorgungsgrad an Gemüse in Tirol erhöht werden und ggf. Importware damit substituiert werden. Unter Berücksichtigung des gemittelten pro Kopf-Verbrauchs an Gemüse inkl. Kartoffeln ergibt sich pro Tag umgerechnet ein Bedarf von 462 g pro Österreicher:in. Dies basiert auf der von Statistik Austria publizierten Versorgungsbilanz zu Gemüse und Erdäpfel im Bilanzzeitraum 2019/20 und umfasst bilanziell die Inlandsverwendung der Ware, (vgl. Statistik Austria 2021d, S. 148, 2020b, S. 145, 2021c, S. 147, 2021a, S. 94–99). Im Hinblick auf die genießbaren Gemüsereststoffe und dem Durchschnittsbedarf könnten pro Jahr damit über 44.000 Österreicher:innen bzw. Tiroler:innen mit regionalem Gemüse versorgt werden. In Relation zum Bevölkerungsstand nach Statistik Austria im Jahr 2020 mit 757.634 Personen entspricht dies 6 % des Tiroler Bedarfs (vgl. Statistik Austria 2022, S. 112). In der Annahme, dass 50 % des Gemüses importiert wird, entspringt bilanziell zudem das Potential 13 % der Importware mit regionalem Gemüse zu substituieren.

Den genießbaren Anteil der Gemüsereststoffe nicht zu nutzen, bedeutet neben Lebensmittelverschwendung für den Landwirten ein monetärer Verlust. Die Bezifferung dieses Verlusts bietet viel Interpretationsspielraum, wie auch die Akzeptanzanalyse verdeutlicht. Um die Größenordnung des mangelnden Absatzes dieser genießbaren Gemüsereststoffe dennoch abzuschätzen, werden Kilopreise sowie prozentuelle Abschläge vom Normalpreis angenommen. Die Preise sind ab-Hof auf der Stufe der Primärproduktion ohne nachgeschalteten Vertrieb zu verstehen und orientieren sich damit an den Produktionskosten. Basierend auf den Kostenkalkulationen in der Primärproduktion werden zwei exemplarische Preissegmente herausgegriffen, die dazu angedacht sind, eine realistische Preisspanne für das Tiroler Gemüse zu repräsentieren. Als prozentueller Abschlag vom Normalpreis werden einerseits die 20 % auf Grundlage der Konsumentenumfrage gewählt, sowie ergänzend die Halbierung des Normalpreises. Die Daten sind zusammenfassend in **Tabelle 40** dargestellt.

Tabelle 40: Quantifizierung der monetären Verluste in der Tiroler Primärproduktion durch die genießbaren Gemüsereststoffe auf Stufe „ab-Hof“ mit beispielhaften Preisen

| Preisgrundlage | 0,50 €/kg (= untere Spanne) | 2,00 €/kg (= obere Spanne) |
|------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 100 % (= Normalpreis) | 3.772.000 € | 15.088.000 € |
| 80 % (= 20 % Abschlag) | 3.017.600 € | 12.070.400 € |
| 50 % (= 50 % Abschlag) | 1.886.000 € | 7.544.000 € |

In Abhängigkeit vom gewählten Preisabschlag bedingt der ausbleibende Absatz der genießbaren Gemüsereststoffe demnach jährliche monetäre Verluste von 1,9 bis 15,1 Mio. € allein in der Tiroler Primärproduktion.

Neben dem skizzierten monetären Verlust werden hierbei die immer knapper werdenden Ressourcen zur Lebensmittelproduktion wie z.B. Landverbrauch, Wasserverbrauch, Energieverbrauch verschwendet und dabei Emissionen verursacht. Bleibt das Gemüse am Feld liegen oder wird es entsorgt, können über die Produktion hinaus weitere Emissionen entstehen, die die Bilanz zunehmend verschlechtern. Sowohl die Lebensmittelproduktion als auch diese exemplarische Form der ineffizienten Lebensmittelnutzung wird gegenwärtig bereits mehrfach in Form von Lebenszyklusanalysen bzw. Ökobilanzen beleuchtet. Populär ist hierbei eine Darstellung der GWP in Form von CO₂-Äquivalenten, wie in der Metaanalyse von Clune et al. 2017 zur Lebensmittelproduktion.

Die Annahme, dass die Nutzung der Gemüsereststoffe als Lebensmittel die Produktion der normgerechten absatzfähigen Ware substituieren könnte, wurde im vorangegangenen Tiroler Subprojekt „Karakterernte“ des übergeordneten Interreg Projekts STREFOWA getroffen. Die Maßnahme der Vermarktung dieses „geretteten“ Gemüse wurde in Form einer LCA gegenübergestellt mit der Produktion von herkömmlichem Gemüse. Als Einheit diente im Rahmen des GWP kg CO₂-Äquivalente pro t verhinderter Lebensmittelabfall, wobei drei Kulturen graphisch dargestellt wurden. Gemäß dieser Darstellung konnten pro t Gemüsereststoff 90 – 140 kg CO₂ mit dieser Maßnahme im Rahmen der Substitution eingespart werden. (vgl. STREFOWA 2016-2019)

Umgerechnet auf das modellierte genießbare Gemüsereststoffaufkommen in Tirol würde dies gemäß dieser Studie ein Einsparungspotential von 679 t bis 1.056 t CO₂ pro Jahr bedeuten.

3.3.7 Maßnahmenbündel der Agrarmarketing Tirol GmbH

Im Folgenden wird ein Überblick über die Realisierung der geplanten Maßnahmen der Agrarmarketing Tirol GmbH gegeben.

3.3.7.1 Charakter Ernte Kinderbuch



- Erscheinungstermin im September 2022
- Verteilung an elementare Bildungseinrichtungen (Kindergärten) ist erfolgt – rund 500 Einrichtungen in ganz Tirol - Auflagenzahl: ca. 12.500
- Vorort-Bewusstseinsarbeit durch "Ortsbäuerinnen" im Oktober 2022

Abbildung 23: Cover Kinderbuch

3.3.7.2 Vermarktung von nicht marktkonformen (LEH) an Großküchen über die Marke Karakterernte (eingestellt)

Markenbildung Karakterernte

Die Initiative Karakter Ernte steht für:



- in Tirol gewachsenes und produziertes Gemüse sowie Obst
- welches nicht exakt den Anforderungen des Lebensmittelhandels entspricht
- und unter der Marke „Karakter Ernte“ vermarktet wird.

Abbildung 24: Logo Karakterernte

Primärzielgruppen: Lebensmitteleinzelhandel (LEH) und Großküchen

- Aktiver Verkauf und Beratung über Mitarbeiter der Agrarmarketing Tirol in Großküchen
- Markenaufbau und -führung
- Leistungsgespräche im LEH
- Bewerbung

Verkaufsphase:

Innerhalb dieser Phase gab es 8 Gemüseproduzenten, 1 Vertriebspartner und 24 abnehmende Betriebe, in regelmäßigem Abstand haben tatsächlich nur 2-3 Betriebe bestellt. Insgesamt konnten 5,9 t Überschuss bzw. Ausschussgemüse als Lebensmittel verwertet werden.

Große Herausforderungen für diese Phase waren u.a.:

- Verkauf dieses Gemüses war für die meisten Betriebe nicht kostendeckend, weil der Markt einerseits einen deutlich geringeren Preis verlangt hat und die bestellten Mengen viel zu niedrig waren, um kostendeckend zu arbeiten
- Die Großküchen haben teilweise Mehraufwand, um das Gemüse zu verarbeiten bei bereits geringem Personalstand. Die Nachfrage nach bereits verarbeitetem Gemüse (geschnitten, geschält, etc.) wäre im Gastro/Großküchenbereich höher.
- Der Vertriebspartner hat für eine ausreichende Auslastung eine genügend hohe Bestellmenge benötigt (Mindestbestellmenge), ansonsten sind Zusatzkosten für den Kunden angefallen.

3.3.7.3 Vermarktung von „Güteklasse 2.“ Gemüse im LEH

Es gab Gespräche mit dem LEH, eine Papiertasche mit Güteklasse 2 Gemüse anzubieten. Geplant war ein Mischsortiment, welches über das Jahr über je nach Verfügbarkeit wechselt. Um dem ökonomischen Verlust der Manipulation des Gemüses entgegenzuwirken, hat man sich für einen Kilopreis entschieden. Dazu ist ein Mischkilogrammpreis berechnet worden. Die gefüllte Tasche wird an der Kassa gewogen und entsprechend dem Gewicht die Kosten verrechnet.

Große Herausforderungen für diese Phase waren u.a.:

- Der Mischpreis für die Gemüsetasche war nicht sehr attraktiv. Da teure und relativ günstige Kulturen gemischt worden sind, war der Durchschnitts-kg Preis insgesamt zu hoch.
- Für die Gemüsetasche konnte nur regionales „Ausschussgemüse“ verwendet werden. Im LEH selbst fallen aber auch viele andere Gemüse/Obstwaren an, die für den Kunden nicht mehr attraktiv sind, wegen evtl. langer Standzeiten. Obst wie etwa Bananen konnten durch diese Tasche daher nicht gerettet werden. Der LEH hat deswegen eine selbständige Lösung in Form einer Gemüse/Obsttasche entwickelt, in welcher alle Gemüse/Obstsorten platziert werden können.

3.3.7.4 Vermarktung von Veredelungsprodukten im LEH (in Planung)

Dadurch, dass die Gemüsetasche entfällt, ist eine neue Verwertungsstrategie entwickelt worden – Veredelungsprodukte. Durch die Veredelung der Produkte können Kaufhemmungen, wie etwa Fehlstellen, Krümmungen, etc. beseitigt werden, da der Endkunde diese im verarbeiteten Produkt nicht mehr sieht. Für die Sensorik des Veredelungsprodukt ist es irrelevant, ob das Gemüse marktkonform ist. Dadurch entfällt die Angabe als „Güteklasse 2“ bzw. kann auch der Vermarktungspunkt aufgenommen werden, dass durch den Kauf dieses Produkt ein vollkommen genießbares Lebensmittel „gerettet“ worden ist, bzw. tatsächlich für den wünschenswertesten Zustand – der Verwendung als Lebensmittel für den Menschen“ verwendet worden ist. Das Produkt kann auch im „Premium“ Segment angesiedelt werden, somit auch gute Preise für die vorangehenden Lieferketten gewährleistet werden.

Große Herausforderungen für diese Phase sind u.a.:

- Produktentwicklung muss etabliert werden (Aufwendig, zeitintensiv, Kosten, Haltbarkeitstests, sonstige Bestimmungen, etc.)
- Infrastruktur muss vorhanden sein bzw. angeschafft werden (Investitionskosten)
- Das Produkt soll im Idealfall im Trockensortiment platziert werden, da ein Regalplatz in der Kühlung den LEH deutlich teurer kommt bzw. das Produkt verteuern

4 VERWERTUNGSSTRATEGIE - STOFFLICHE VERWERTUNG

4.1 METHODE

4.1.1 Planung einer gemeinschaftlichen Kompostierung von Gemüsereststoffen

Das langjährige Bedürfnis der Tiroler Landwirt:innen mit den Gemüsereststoffen eine eigene Kompostierung zu betreiben, scheiterte bisher aufgrund mangelnder räumlichen Gegebenheiten. Im Rahmen dieses Projekts wird dem Bedürfnis nachgegangen und ein Pilotversuch zur Gemüsereststoffkompostierung auf die Beine gestellt. Durch Unterstützung der Stadt Hall wird zu Versuchszwecken ein geeigneter Standort sowie ergänzend Strukturmaterial für die Kompostierung zur Verfügung gestellt. Es handelt sich hierbei um den Häckselplatz in der Gemeinde Hall, an dem die Entsorgung bzw. stoffliche Aufbereitung von Baum- und Strauchschnitt durch Kompostierung im kommunalen Kontext betrieben wird. Als zeitlicher Horizont für diese Versuchszwecke sind die Monate Jänner bis April vereinbart. Dies betrifft den Aufbau der Miete sowie für die Hauptrotte, die ausreichend Rangierraum zum Wenden der Kompostmiete beansprucht. Aufgrund der räumlichen Umnutzung ist nach Ablauf dieses Zeitraums kein Wenden, aber dennoch eine Nachrotte sowie ein Aussieben weiterhin auf dem Häckselplatz in Hall möglich.

Seitens der Tiroler Gemüselandwirt:innen sind einerseits die Gemüsereststoffe zum Aufsetzen der Miete bereitzustellen und weiters das regelmäßige Wenden der Miete mittels eigener Infrastruktur zu bewerkstelligen. Mit dem Pilotversuch wird im Sinne der Modellierung von Verwertungsstrategien der Gemüsereststoffe einerseits die hiermit erzielbare Kompostqualität nach österreichischer Kompostverordnung geprüft. Darüber hinaus werden die praktische Umsetzung sowie die Organisation zwischen Landwirtschaft und Kommune erwogen.

Der Aufbau der Kompostmiete erfolgt nach dem Vorbild einer erprobten Komposition, die neben Gemüsereststoffen und Strukturmaterial, weiters Kuhmist sowie Pflanzenkohle enthält. Das Konzept liegt der Frischmassenzusammensetzung der einzelnen Komponenten in Massenprozent zugrunde. Basierend auf der vorhandenen technischen Ausrüstung zum Aufsetzen der Miete, wird eine Umrechnung auf Volumeneinheiten notwendig. Dies erfolgt in der Planungsphase mittels Literaturwerten, sowie Erfahrungswerten über die Schüttdichte. Während dem Aufsetzen der Miete wird die Schüttdichte der Komponenten experimentell bestimmt und daraus im Ergebnisteil die realen Verhältnisse abgebildet und dargestellt. Zusätzlich werden mittels Literaturrecherche die TS-Gehalte der einzelnen Komponenten bestimmt und zur Datenverarbeitung herangezogen.

4.1.2 Auswahl relevanter Mietenparameter für die Anwendung in der Landwirtschaft

Der Pilotversuch zur Kompostierung mit Gemüsereststoffen dient im Rahmen dieses Projekts die Grundlage für die Skalierung der Szenarien zur stofflichen Verwertung im Sinne der Anwendung in der Landwirtschaft. Der primäre Fokus liegt hierbei auf dem Mengengerüst der Inputmaterialien der aufgebauten beispielhaften Kompostmietenkomposition. Es werden unterschiedliche Parameter pro Gemüsereststoff-Miete bilanziert und charakterisiert.

Neben der Inputmenge pro Gemüsereststoffmiete werden dabei folgende Parameter definiert und näher betrachtet:

- Outputmenge Kompost als Feuchtmasse (FM) und Trockensubstanz (TS)
- Flächenversorgung mit Kompost im Tiroler Gemüsebau (absolut & Selbstversorgungsgrad im Tiroler Gemüsebau) basierend auf der gesetzlich verankerten Ausbringungserlaubnis
- Kohlenstoffsequestrierung pro Miete und äquivalent pro versorgter Fläche
- Kohlenstoffeintrag in den landwirtschaftlichen Boden

Outputmengen Kompost

Da die erzielte Outputmenge an Kompost nicht quantitativ erfasst wird, sind Abschätzungen notwendig. Hierbei dient primär die vom Bundesministerium veröffentlichte wissenschaftlich-technische Grundlagenstudie zum „Stand der Technik der Kompostierung“ aus 2005 die Berechnungsbasis. Im konkreten Fall wird auf die exemplarische Massenbilanz zur Bioabfallkompostierung, dargestellt in **Abbildung 25**, Bezug genommen.

In dieser Massenbilanz sind biogene Abfälle hinsichtlich deren Menge als Input- und Output-Ströme sowie hinsichtlich deren Charakterisierung in Wassergehalt und Trockensubstanzzusammensetzung abgebildet. In Bezug auf die Kompostmientenzusammensetzung im Pilot-Versuch in Hall sollen hieraus Daten für die biogenen Bestandteile, sprich Gemüsereststoffe sowie Kuhmist, bezüglich Output-Material gewonnen werden. Da sich die Inputmaterialien hinsichtlich des TS-Gehalts sowie der TS-Zusammensetzung unterscheiden, sei an dieser Stelle zu betonen, dass es hierbei um eine Abschätzung des Output-stroms handelt. In diesem Zuge werden zwei unterschiedliche Berechnungsansätze zur Bestimmung des Output-stroms verfolgt und auf den gemittelten Wert referenziert. Ein Berechnungsansatz erfolgt hierbei über die Frischmasse über den absoluten Rotteverlust (RV), unabhängig vom TS-Gehalt. Der alternative Ansatz fokussiert den TS-Gehalt und die TS-Zusammensetzung. Beim Versuchsssetup in Hall wird das Endprodukt hinsichtlich dem TS-Gehalt charakterisiert, sodass eine Umrechnung zwischen TS und FM des Komposts ermöglicht wird.

Gemäß dieser Darstellung ist bei Bioabfällen mit einem absoluten Rotteverlust von 63 % bezogen auf den Inputstrom zu rechnen. In dieser Darstellung ist berücksichtigt, dass eine Aussiebung von Störstoffen vor der Rotte erfolgt und sich damit der Eintrag in die Rotte um 5% auf 95% reduziert. Im Fall von Gemüsereststoffen werden keine Störstoffe angenommen und infolgedessen gehen 100% dieses Inputs in die Rotte. Durch Division des Rotteverlusts mit der Bezugsgröße erhöht sich damit der Rotteverlust für die Gemüsereststoffe auf 66 %. Daraus wird geschlossen, dass jeweils 34 % der Inputmengen für die Gemüsekomponente und die Kuhmistkomponente als Output-Material in Form von Kompost verbleibt.

Auf Grundlage dessen, dass gemäß den abgebildeten Informationen in der Darstellung ein abweichender TS-Gehalt des biogenen Abfalls im Vergleich zu den Gemüsereststoffen zu rechnen ist, wird ergänzend ein alternativer Berechnungsansatz betrachtet. Beim alternativen Rechenweg wird aus **Abbildung 25** sowie mithilfe definierter Annahmen der prozentuelle Anteil der umgesetzten Trockensubstanz (TS) berechnet und daraus in weiterer Folge der Rotteverlust berechnet. Als Annahme gilt, dass exklusive der Aussiebung der absolute mineralische Anteil der Trockensubstanz (anTS) vom Aufsetzen bis zum Fertigkompost konstant bleibt. Das bedeutet, dass mit 0% Rotteverlusten bezogen

auf die mineralische TS gerechnet wird. Das bedeutet, dass der TS-Verlust ausschließlich vom absoluten organischen Trockensubstanz (oTS) - Verlust abhängt. Mit der ergänzenden Annahme, dass der TS-Gehalt von Gemüsereststoffen zu 90 % oTS und 10 % anTS vorliegt, kann dieser absolute oTS-Verlust daraus berechnet werden. Unter näherer Betrachtung von **Abbildung 25** setzt sich das Inputmaterial mit 23% oTS zusammen, wobei der Rotteverlust 10% oTS davon austrägt. Durch Division dieser Anteile berechnet sich der oTS Verlust mit 43%. Durch Multiplikation dieses Ergebnis mit dem angenommenen oTS-Anteil in der Trockensubstanz der Gemüsereststoffe errechnet sich daraus ein **Rotteverlust von 39%** bezogen auf deren TS. Das bedeutet, dass vom Gemüsereststoff-Inputmaterial 61% der Trockensubstanz als Output-Material in Form von Kompost verbleibt. Im Sinne der Vergleichbarkeit der Rechenmodelle kann die Umrechnung auf Feuchtmasse des Output-Material über den ermittelten TS-Gehalts der Realprobe im Pilotversuch bestimmt werden.

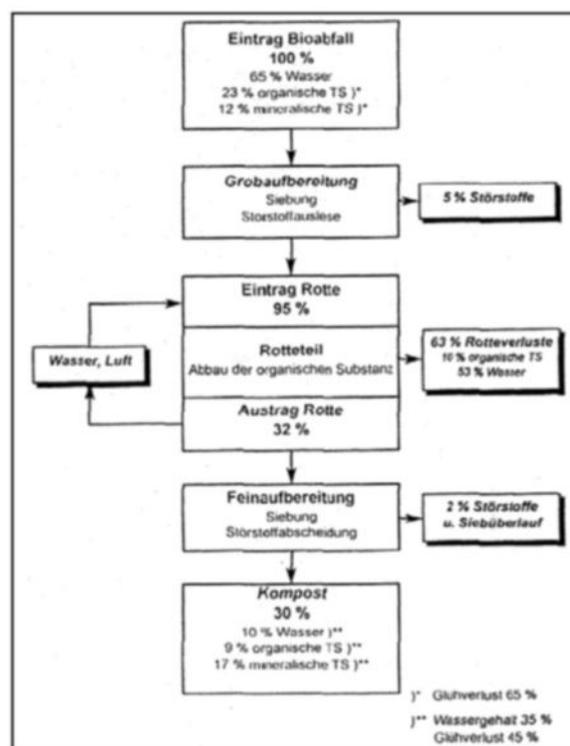


Abbildung 25: Massenbilanz der Bioabfallkompostierung (Ottow & Bidlingmaier, 1997) (DI Florian Amlinger et al. 2005, S. 32)

Für den eingesetzten Kuhmist in der Kompostmiete wird die Annahme bezüglich der TS-Zusammensetzung für den alternativen Berechnungsweg angepasst. Die Annahme für die TS Zusammensetzung basiert auf dem Mittelwert einer 8 Jahre lang gepflegten Datenbank zu Kompostierversuchen mit Stallmist, in diesem sowohl Input- als auch Output-Material bilanziell charakterisiert sind (vgl. Pöllinger 2000). Als vergleichbares Inputmaterial zum Pilot-Versuch in Hall wird Stallmist aus einem Tretmistensystem näher betrachtet. Aus dem Aschegehalt und dem Trockensubstanzgehalt lässt sich respektive die entsprechend TS-Fraktion bestimmen und kann mit 64% oTS sowie 37% anTS beziffert werden. Analog zum vorherigen Rechenschema ergibt sich daraus ein Rotteverlust **von 28 %** bezogen auf die Trockensubstanz von der Komponente Kuhmist. Das bedeutet, dass vom Kuhmist-Inputmaterial 72% der Trockensubstanz als Output-Material in Form von Kompost verbleibt und daraus respektive die FM-Menge berechnet werden kann.

Neben den Inputmaterialien von Gemüsereststoffen und Kuhmist baut sich die Miete im Pilot-Ver-such weiters aus Pflanzkohle und Strukturmaterial auf. Für Pflanzkohle wird hinsichtlich der Mas-senbilanz die Annahme getroffen, dass der TS-Gehalt des Input-Materials über die Verrottung unver-ändert bleibt, da es sich um fixierten Kohlenstoff handelt. Da sehr grobes Strukturmaterial verwendet wird, wird einfachheitshalber ohne Umsetzung/Verrottung gerechnet auf Grundlage des vollständi-gen Aussiebens wieder angenommen. Für die Berechnung des Output-Materials wird demnach das Strukturmaterial exkludiert (vgl. Pöllinger 2000).

Daraus ergeben sich zusammenfassend folgende Bilanzen zur Berechnung des Outputmaterials in Frischmasse, die im Ergebnisteil mit den Realwerten ergänzt und zur Skalierung gemittelt werden.

Tabelle 41: Berechnungsgrundlage in Form von Bilanzen zur Bestimmung der Outputmenge der Kompostmiete:

| Bilanzen: | Berechnung über absoluten Rotteverlust (Mengenbilanz in FM) | Alternative Berechnung über TS-Abbau (Mengenbilanz in TS) |
|----------------------------------|--|---|
| Gemüsereststoffe (m_1) | $m_{output (FM) 1} = m_{input (FM) 1} * 34\%$ | $m_{output (TS) 1} = m_{input (TS) 1} * 61\%$ |
| Kuhmist (m_2) | $m_{output (FM) 2} = m_{input (FM) 2} * 34\%$ | $m_{output (TS) 2} = m_{input (TS) 2} * 72\%$ |
| Pflanzkohle (m_3) | $m_{output (FM) 3} = m_{input (FM) 3}$ | $m_{output (TS) 3} = m_{input (TS) 3}$ |
| Summenbildung FM & TS | $m_{output (FM)} = \sum_{i=1}^3 m_{output (FM) i}$ $m_{output (TS)} = m_{output (FM)} * TS_{Kompost} (\%)$ | $m_{output (TS)} = \sum_{i=1}^3 m_{output (TS) i}$ $m_{output (FM)} = \frac{m_{output (TS)}}{TS_{Kompost}}$ |

Die Ausweisung der Outputströme in Form von Trockensubstanz erfolgt über die experimentelle Be-stimmung des TS-Gehalts der Erdenmischungen und entsprechende Multiplikation

Flächenversorgung mit Kompost im Tiroler Gemüsebau

Die Outputmenge an TS zeigt insofern Relevanz, weil die gesetzliche Grundlage hinsichtlich der er-laubten Ausbringungsmenge an Kompost in der Landwirtschaft sich auf TS bezieht. Konkret steht in der gültigen Fassung der österreichische Kompostverordnung, dass im 5-jährigen Jahresmittel nicht mehr als 8 t TS.ha⁻¹.a⁻¹ auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht werden darf. Dem zugrundelie-gend wird der Output an TS pro Kompostmiete auf die damit jährlich versorgbaren Flächen bere-chenbar. Wird als Bezugsgröße die Summe der Tiroler Gemüseflächen gewählt, errechnet sich dar-aus der Selbstversorgungsgrads an Kompost pro Miete.

CO₂-Sequestrierung und C-Eintrag

Dem Zusatz von Pflanzkohle in die Kompostmiete werden vielfältige positive Eigenschaften zuge-schrieben. Es wird der Pflanzkohle das Potential nachgesagt damit eine Geruchsreduktion des Kompostierprozesses, eine verbesserte Nährstoffspeicherfähigkeit sowie verbesserte Wasserhalte-kapazität zu erzielen. Darüber hinaus ermöglicht der hohe Anteil an fixierten Kohlenstoff eine CO₂- Sequestrierung durch die Landwirtschaft, in dem der Kompost in deren Böden dauerhaft einge-

arbeitet wird. Das Potential der CO₂-Sequestrierung pro Kompostmiete lässt sich über folgende Methodik beziffern. Die Frischmasse an eingesetzter Pflanzenkohle pro Kompostmiete wird mit deren TS-Gehalt multipliziert. Dieses Ergebnis wird mit dem bekannten Kohlenstoffanteil von 86,6 % in der TS multipliziert. Über die molaren Massen wird vom Kohlenstoff auf CO₂ umgerechnet. Dieser Molfaktor würde 3,66 entsprechen. In der üblichen Praxis wird jedoch mit dem verringerten Faktor von 2,8 gerechnet. Dieser berücksichtigt die Emissionen, die auf die Produktion der Pflanzenkohle zurückzuführen seien. Neben der berechenbaren CO₂-Sequestrierung spielt auch den Eintrag von Kohlenstoff in den Boden, unter Anbetracht des optimalen C/N-Verhältnis, eine wesentliche Rolle. Dementsprechend wird auch dieser Parameter pro Miete, über die beschriebene Vorgehensweise, bezifferbar.

4.1.3 Modellierung der stofflichen Verwertungsszenarien

Basierend auf den charakterisierten Mietenparametern pro Gemüsereststoffmiete erfolgt die Skalierung der stofflichen Verwertung über die szenarienspezifisch modellierten Gemüsereststoffmengen. Damit kommt neben dem relativen Anteil der Gemüsereststoffen pro Miete, auch dem szenarienspezifischen Gesamtaufkommen an Gemüsereststoffen eine bedeutende Rolle zu. Die stoffliche Verwertungsschiene skizziert sich damit wesentlich über die Anzahl der Referenzmieten pro Szenario.

In Abhängigkeit vom Szenario wird zusätzlich der Flächenbedarf, der der Kompostierung gewidmet werden müsste, bestimmt. Das Versuchsetup in Hall sowie Erfahrungswerte dienen als Anhaltswerte für die Bemessung.

Zum Zwecke der Vergleichbarkeit der Verwertungsstrategien erfolgt neben der Stoffbilanz auch eine vereinfachte monetäre Darstellung. Dies wird pro Tonne Kompost und pro Szenarium realisiert. Neben den einzelnen Kompostmietenkomponenten wird auch gesondert der aktuelle Stickstoffpreis bemessen. Zur Monetarisierung sind auch hierfür Annahmen zu treffen, die auf Erfahrungswerten beruhen. Darunter findet sich auch ein ausgewählter professioneller Kompostanlagenbetreiber.

4.2 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

4.2.1 Pilotversuch zur Kompostierung von Gemüsereststoffen in Hall in Tirol

Kompostmietensetup

Zum Aufbau der Kompostmiete am Haller Häckselplatz lieferten fünf interessierte Gemüselandwirte aus dem näheren Umkreis ihre exemplarischen Gemüsereststoffe zum vereinbarten Ort und Zeitpunkt zum Zwecke der Kompostierung. Das Strukturmaterial des Haller Häckselplatz lag bereits vor Ort vor, wobei eine händische Nachsortierung zur Entfernung von groben Störstoffen erfolgte. Es handelt sich um das grobe Strukturmaterial der Stadt Hall, entsprechend einer Körnung > 20 mm und entspringt dem Siebüberlauf des Häckselplatzes. Der Kuhmist sowie die Pflanzkohle wurde ebenfalls zeitgerecht und in der benötigten Menge angeliefert. Zur Veranschaulichungszwecken sind die verwendeten Komponenten in **Abbildung 26** zusammenfassend dargestellt.

Zugrundeliegend der berechneten Volumenanteile der einzelnen Komponenten wurde die Miete in der entsprechenden Relation gemäß **Tabelle 42** aufgesetzt. Zum Aufsetzen der Miete mit einer Breite von 4,5 m und einer Länge von 50,0 m wurde primär eine 1,5 m³ große Radlader-Schaufel mit einheitlichen Volumen verwendet. Sekundär erfolgt die direkte Einbringung in die Miete im Falle von Pflanzkohle. Diese liegt bereits in definierten Volumen, in Form von Bigbags à 2 m³, vor.



Abbildung 26: Inputmaterialien der Kompostmiete: A: Stallmist B: Strukturmaterial der Stadt Hall C: Pflanzkohle D,E,F: Gemüsereststoffe

Beim Aufsetzen der Miete (siehe **Abbildung 27**) wurde darauf geachtet, dass nur volle Schaufeln verwendet werden und diese auf eine definierte Fläche bzw. korrespondierende Laufmeter-Länge ausgebracht werden.



Abbildung 27: Kompostmietenaufbau im Jänner 2022: A: Kompostmietenaufbau mittel Radlader-Schaufel B: Anlieferung Gemüsereststoffe C: Kontrolle der geometrischen Dimensionen

Tabelle 42: Gemüsereststoffmietenkomposition des Haller Versuchssetup in Volumensprozent, Frischmasse

| Komponente | (v/v) | absolutes Volumen pro Miete [m ³] |
|------------------|--------|---|
| Gemüsereststoffe | 21,2 % | 56,3 |
| Kuhmist | 21,2 % | 56,3 |
| Strukturmaterial | 52,9 % | 140,6 |
| Pflanzkohle | 4,7 % | 12,5 |
| Summe | 100 % | 265,6 |

Damit wurde eine möglichst homogene Durchmischung bereits zu Beginn der Kompostierung angestrebt. Aus der experimentellen Bestimmung der Schüttdichten vor Ort errechnet sich ebenfalls die Kompostmietenkomposition in Massenprozent, bezogen auf Frischmasse (vgl. Tabelle 43).

Tabelle 43: Gemüsereststoffmietenkomposition des Haller Versuchssetup in Massenprozent, Frischmasse

| Komponente | Schüttdichte f_{feucht} [kg.m ⁻³] | (m/m) FM | absolute Menge pro Miete [kg] |
|------------------|---|----------|----------------------------------|
| Gemüsereststoffe | 417,4 | 22,2 % | 23.477 |
| Kuhmist | 582,9 | 31,0 % | 32.787 |
| Strukturmaterial | 323,1 | 42,9 % | 45.438 |
| Pflanzkohle | 333,3 | 3,9 % | 4.167 |
| Summe | | 100 % | 104.542 |

Erweitert wurde die TS Inputmenge pro Gemüsereststoffmiete mittels Referenzliteratur ausgearbeitet, dargestellt in Tabelle 44. Hinsichtlich der Gemüsereststoffe wurde die qualitative und quantitative

Zusammensetzung der neun eingetragenen Fuhrn vor Ort geschätzt. Es handelte sich vorwiegend um Kartoffeln, Kartoffeln, Lauch, Chinakohl, Salate und Zwiebeln in variierenden Anteilen. Für jede Fuhr wurde die Zusammensetzung aus diesen Bestandteilen geschätzt und mit der Referenzliteratur hinsichtlich den TS-Gehalten verknüpft. Als Referenzliteratur wurde die Lebensmitteldatenbank *New Zealand Food Composition Database herangezogen*, wobei auf die Datensätze in der Tabelle referenziert wird.

Tabelle 44: Gemüsereststoffmietenkomposition des Haller Versuchssetup in Massenprozent, Trockenmasse

| Komponente | Feuchtegehalt | TS-Gehalt | absolute Menge pro Miete [kg] | Referenzliteratur bzgl. TS-Gehalt |
|------------------------------|---------------|-----------|-------------------------------|---|
| Gemüsereststoffe | 88,9 % | 11,1 % | 2.604 | <i>New Zealand Food Composition Database: X1114, X88, X1161, X251, X1130, X1047</i> |
| Kuhmist | 74,3 % | 25,7 % | 8.426 | <i>vgl. Pöllinger 2000 für Tretmist-Kompost</i> |
| Strukturmaterial | 35,0 % | 65,0 % | 29.535 | <i>vgl. Rommeiss 2006, S. 23 für sommertrockenes Holz</i> |
| Pflanzkohle | 25,0 % | 75,0 % | 3.125 | <i>Begleitdokument Lieferant</i> |
| Summe inkl. Strukturmaterial | | | 43.690 | - |
| Summe exkl. Strukturmaterial | | | 14.155 | - |

Rotteverlauf

Die aufgesetzte Miete wurde dann nach dem Aufsetzen sowie während der Rottedauer mindestens 1-mal wöchentlich sowie nach Bedarf gewendet. Dies erfolgt für die 12-wöchige Rottedauer mit einer Geschwindigkeit von $2,5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. Es diente hierfür die bereits bestehende technische Infrastruktur eines Landwirts, der Feldrandkompostierung auf seinen Äckern betreibt. Dabei handelt es sich um einen gängigen Traktor-kompatiblen Wender des Modells SP-50 von Menart (siehe **Abbildung 28**).



Abbildung 28: Kompostwender im Einsatz am Pilotversuch in Hall; A: Frontalansicht B: Rückansicht

Während der 12-wöchigen Rottedauer erfolgte die Begleitung der von Kommune und Landwirtschaft betriebenen Kompostierung durch das MCI, wobei zu ausgewählten Zeitpunkten der Status Quo vor Ort gecheckt wurde. Während anfangs die intensive Rotte, mit Wasserdampfbildung (siehe **Abbildung 29-A**) aber ohne Geruchspotential zur verzeichnen war, kam die Rotte nach 4 Wochen zu erliegen (siehe **Abbildung 29-B**). Temperaturmessungen mit der Sonde ergaben Werte von 24°C und 31°C.



Abbildung 29: Rottungsverlauf des Kompostversuchs in Hall: A: Wasserdampfbildung beim Wenden als Indiz für aktive Rottephase B: Ausbleibende Wasserdampfbildung und nasse Verhältnisse werden beobachtet C: Kompostmiete unmittelbar vor dem Abbau D: Beginn der Reifephase (unausgesiebt)

Dieser Zeitraum war von regelmäßigem Schneefall beherrscht, der neben den kalten Temperaturen zur erhöhten Feuchtigkeit der Miete beitrug. Die Miete wurde einerseits mit ergänzendem energiereichem Material versetzt, und weiters mit den besseren Temperaturbedingungen bedient. Nach der 12-wöchigen Rottedauer (siehe **Abbildung 29-C**) wurde das produzierte Outputmaterial dann auf einen Haufen zusammengeschoben und für weitere 8 Wochen nachgereift (siehe **Abbildung 29-D**). Nach der Reifephase wurde der Kompost über ein 20 mm Sieb wieder vom Strukturmaterial entfernt und zur Untersuchung freigegeben

Untersuchung

Nach der erfolgten Reifung wurde eine Probe des Komposts einer umfangreichen Untersuchung unterzogen. Es wurden die wesentlichen Parameter zur Eignung des Endprodukts für die Landwirtschaft gemäß der österreichischen Kompostverordnung in Auftrag gegeben. Zusätzlich wurden weitere in der Kompostbranche übliche Parameter bestimmt. Die Ergebnisse der Untersuchung, die im vollen Umfang im Anhang unter Abschnitt IX als Analysezertifikat vorliegen, wurden zur Einordnung der erzielten Kompostklassen mit der österreichischen Kompostverordnung verglichen.

Hinsichtlich der erlaubten Schwermetallgehalte qualifiziert sich der Kompost für die höchste Güte, die A+ Qualitätsklasse. Mikrobiologisch wurden keine Salmonellen und keine keimfähigen Samen

nachgewiesen, was einen erfolgreichen Hygienisierungsvorgang vermuten lässt. Gemäß der durchgeführten Untersuchung qualifiziert sich der Kompost sogar zur Anwendung in der biologischen Landwirtschaft. Abweichend davon müsste noch geprüft werden, ob sich der Kompost auch hinsichtlich seines Fremdstoffgehalts, gemäß Anlage 2, Tabelle 2 der österreichischen Kompostverordnung, qualifiziert. Diese Untersuchung befand sich zwar im Untersuchungsauftrag, doch stellte sich heraus, dass zu wenig Probe für die erfolgreiche Untersuchung geliefert bzw. zurückbehalten wurde. Beim Aufsetzen der Miete wies das Strukturmaterial augenscheinlich viel solcher Fremdstoffanteile auf (siehe **Abbildung 30**). Einige davon wurden vor Ort in der Miete händisch aussortiert. Ein weiterer Teil wurde über das Aussieben des Strukturmaterials ausgetragen und ein ergänzender Teil wird im Kompost verblieben sein. Eine quantitative Methode bleibt zur Beurteilung hinsichtlich der Eignung nicht aus.



Abbildung 30: bereitgestelltes Strukturmaterial der Stadt Hall A: erzielte Qualität des Strukturmaterial durch Händisches Aussortieren der Fremdstoffe B: beispielhafte Darstellung der aussortierten Fremdstoffe

Rückblickend wird zusammengefasst, dass die Zusammenarbeit zwischen Kommune und Landwirtschaft ablauforientiert sich erfolgreich gestaltete. Hinsichtlich des Strukturmaterials, das aus der kommunalen Sammlung der Stadt Hall stammt, wird eine Vorkonditionierung zur Erzielung der gewünschten Endproduktqualität empfohlen. Seitens des Erfahrungsschatzes eines professionellen Kompostanlagenbetreiber, der ebenfalls kommunales Strukturmaterial verwendet, sei die Konditionierung ein wesentlicher und unabdinglicher Verfahrensschritt zur Herstellung von qualitativ hochwertigen Endprodukten. Bei diesem Komposterdenhersteller wurde im gleichen Versuchszeitraum eine Referenzmiete mit den gleichen Inputmaterialien und deren Verhältnismäßigkeit aufgestellt, mit dem Unterschied der Überdachung. Die Analyseergebnisse zeigen ein ähnliches Bild, wobei die Kompostierung nicht erneut angeheizt werden musste. Demnach empfiehlt sich für die Kompostierung in Hall zudem die Abdeckung der Kompostmiete bei ungünstigen Wetterverhältnissen, sofern keine bauliche Maßnahme in Form eines Flugdachs möglich ist.

4.2.2 Berechnung relevanter Mietenparameter

Outputmenge an Kompost

Unter Anwendung der beschriebenen Vorgehensweise in Kapitel 4.1.2 wird auf Grundlage des Rotteverlusts der einzelnen Komponenten die erwartete Outputmenge an Kompost berechenbar. Am Beispiel der verbrachten Inputmengen des Pilotversuchs in Halls errechnet sich über die dargestellten Zusammenhänge in **Tabelle 41** auf S.90 die Outputmengen über 2 Varianten sowie der Mittelwert aus

beiden, zusammenfassend dargestellt in **Tabelle 45**. Die Umrechnung von FM auf TS erfolgte anhand des experimentell bestimmten TS Gehalts der Rückstellprobe, die mit 48,66 % TS bzw. 51,34 % Wassergehalt in der Frischmasse (FM) charakterisiert wird. Gemäß dieser tabellarischen Darstellung kann aus 23,5 t Gemüsereststoffen bzw. in Summe 105 t Inputmaterial ein Kompostoutput von 22,7 t FM bzw. 11,0 TS im Mittel erwartet werden. Aufgrund des variierenden TS-Gehalt der Gemüsereststoffszenerarien sind geringfügige Unterschiede bei den Outputmengen der Szenarien pro Kompostmiete zu erwarten. Die zu erwartenden Outputmengen schwanken zwischen 22,4 t und 22,7 t (FM) sowie respektive zwischen 10,9 t und 11,0 t (TS). Zur Skalierung der Szenarien wird der szenarienspezifische Referenzwert herangezogen.

Tabelle 45: Darstellung der Outputmengen der Referenzkompostmiete des Pilotversuch in Hall über zwei unterschiedliche Berechnungsvarianten

| | Parameter | Inputmengen [kg] | |
|--------------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Gemüsereststoffe m_1 | $m_{input (FM) 1}$ | 23.477 | |
| Kuhmist m_2 | $m_{input (FM) 2}$ | 32.787 | |
| Pflanzkohle m_3 | $m_{input (FM) 3}$ | 4.167 | |
| Strukturmaterial m_4 * | $m_{input (FM) 4}$ * | 45.438 * | |
| Summe | | 105.869 | |
| | | Variante 1 – Outputmengen [kg] | Variante 2 – Outputmengen [kg] |
| Gemüsereststoffe m_1 | $m_{output (FM) 1}$ | 7.908 | $m_{output (TS) 1}$ 1.585 |
| Kuhmist m_2 | $m_{output (FM) 2}$ | 11.044 | $m_{output (TS) 2}$ 6.103 |
| Pflanzkohle m_3 | $m_{output (FM) 3}$ | 4.167 | $m_{output (TS) 3}$ 3.125 |
| Summe | $m_{output (FM)}$ | 23.119 | $m_{output (TS)}$ 10.813 |
| Summe | $m_{output (TS)}$ | 11.250 | $m_{output (FM)}$ 22.221 |
| Mittelwert FM | | 22.670 | |
| Mittelwert TS | | 11.031 | |

* bei vereinfachten Annahmen gemäß der beschriebenen Methodik nicht als Rotteverlust berücksichtigt

Flächenversorgung

Zugrundeliegend dem TS-Output pro Gemüsereststoffmiete ergibt sich damit eine Flächenversorgung von 1,36 bis 1,38 ha entsprechend einem Selbstversorgungsgrad von 0,11 % bis 0,12 % bezogen auf die Gemüseflächen in Tirol.

CO₂-Sequestrierung und Kohlenstoffeintrag

Im Bezug auf die eingebrachte Pflanzkohle in die Kompostmiete ergibt sich pro Miete ein CO₂-Sequestrierungspotential von 7,58 t CO₂. Unter Berücksichtigung der jährlich erlaubten Menge an TS-Eintrag in Form von Kompost auf die landwirtschaftlichen Flächen ergibt sich ein Potential von 5,49 t bis 5,56 t CO₂-Sequestrierung pro Hektar und Jahr. Beziehungsweise werden damit 1,96 t bis 1,99 t Kohlenstoff pro Hektar in den Boden eingetragen.

Der zusammenfassende Überblick dieser Referenzmietenparameter, als Eingangsparameter zur Skizzierung der Gemüsereststoffszenerarien wird mit **Tabelle 46** dargestellt.

Tabelle 46: Überblick der wesentlichen Kompostmietenparameter zur Skalierung der modellierten Gemüsereststoffszenarien in Form des stofflichen Nutzungspfads

| Parameter von einer Referenzmiete | Versuchssetup in Hall (11,09 % TS) | Spannweite der Szenarien (9,34 % - 11,33 % TS) |
|---|---------------------------------------|---|
| Gemüsereststoff-INPUT pro Miete - FM | 23,5 t | 23,5 t |
| Output pro Miete - FM | 22,7 t | 22,4 – 22,7 t |
| Output pro Miete - TS | 11,0 t | 10,9 – 11,0 t |
| Flächenversorgung gemäß Ausbringungserlaubnis | 1,38 ha | 1,36 - 1,38 ha |
| entsprechend Versorgungsgrad Tirol * | 0,12 % | 0,11 – 0,12 % |
| CO ₂ -Sequestrierung pro Miete | 7,56 t | 7,56 t |
| CO ₂ -Sequestrierung pro Fläche | 5,50 | 5,49 – 5,56 t.ha ⁻¹ |
| Kohlenstoffeintrag pro Fläche | 1,96 t | 1,96 - 1,99 t.ha ⁻¹ |

Flächendimensionierung der Kompostierung

Zur Darstellung der räumlichen Dimensionierung, die der Verwertungspfad der Kompostierung, in Abhängigkeit vom Szenarium beansprucht, wurden Annahmen getroffen, die in **Tabelle 47** zusammengefasst sind. Basierend auf der angenommenen Rottedauer pro Kompostmiete ergibt sich unter der Annahme der ganzjährlichen Inanspruchnahme der Fläche, die Anzahl der Mieten die auf der gleichen Flächen pro Jahr zu Kompost verarbeitet werden können. Neben der Kompostierfläche von 225 m², die den Mietendimensionen in Hall entspricht, wird die Manipulationsfläche berücksichtigt. Auf 259 m² Fläche können damit 4,33 Mieten pro Jahr aufgesetzt werden und zu Kompost veredelt werden.

Tabelle 47: Annahmen zur Bestimmung der notwendigen Fläche zur Kompostierung

| Parameter | Wert | Quelle |
|--|--------------------|--|
| Rottedauer | 12 Wochen | Annahme, Erfahrungswert |
| Mieten pro Jahr | 4,33 | berechnet; aus Rottedauer pro Miete und Anzahl der Wochen pro Jahr |
| Kompostierfläche | 225 m ² | Versuchssetup Hall in Tirol |
| Manipulationsfläche (Faktor) | 1,15 | Annahme, Erfahrungswert |
| Kompostierfläche inkl. Manipulationsfläche | 259 m ² | berechnet; aus Kompostierfläche und Faktor der Manipulationsfläche |

4.2.3 Modellierte Szenarien für die stoffliche Verwertung

Zugrundeliegend der berechneten relevanten Parameter pro Gemüsekompostmiete sowie der Kompostierungsdimensionierung werden die Szenarien zur stofflichen Verwertung abschätzbar. Eine zusammenfassende Darstellung aller Gemüsereststoffmengenszenarien erfolgt mit **Tabelle 48**.

Das Szenario 3A, als zentraler Verwertungspfad im Rahmen der Verwertungsstrategie, wird hierbei farblich hervorgehoben. Die Tabelle zeigt, dass zur Verwertung der gesamten Gemüsereststoffmengen des Szenario 3A pro Jahr 563 Kompostmieten mit den Haller Dimensionen aufgebaut werden müssten. Daraus ließe sich eine jährliche Kompostmenge von 12.627 t (FM) bzw. respektive 6.144 t (TM) produzieren. In Relation zur Gemüseanbaufläche in Tirol und der jährlich erlaubten Ausbringungsmenge an Kompost gemäß der österreichischen KompostVO könnte damit 768 ha mit eigenem Kompost versorgt werden und diese Reststoffe damit zu neuem Produkt veredelt werden. Dies würde einen Selbstversorgungsgrad an Kompost von 64 % im Tiroler Gemüsebau entsprechen. Zur Realisierung dieses Vorhabens wäre mit einem Flächenbedarf von ca. 3,36 ha zu kalkulieren, die dem gezielten Zwecke der Kompostierung gewidmet wird. Im Hinblick auf die eingesetzte Pflanzkohle kann mit dem Mietensetup des Haller Pilotversuchs ein Kohlenstoffeintrag von 1,99 t pro Hektar erzielt werden. Hinsichtlich der CO₂-Sequestrierung ergibt sich daraus eine Kapazität von 5,56 t pro Hektar, wenn der Kompost auf die landwirtschaftliche Fläche ausgebracht wird. Multipliziert mit der Fläche birgt der Tiroler Gemüsebau damit das Potential jährlich 4.269 t CO₂ zu sequestrieren.

Vergleicht man diese CO₂ Äquivalente mit dem jährlich durch den Tiroler Gemüsebau verursachten CO₂ Emissionen könnte damit für Szenario 3A eine Reduktion von mind. 18 % der Emissionen erzielt werden. Dies beruht auf der Metaanalyse nach Clune et al. 2017, die die Lebenszyklusanalyse von verschiedenen landwirtschaftlichen Produkten untersucht haben. Die Bilanzgrenzen umschließen die landwirtschaftliche Produktion bis zum Transport zum regionalen Verteilzentrum. Für Gemüse wurde der Mittelwert von 0,47 kg CO₂.kg⁻¹ Produkt sowie für Kartoffeln der Mittelwert von 0,20 kg CO₂.kg⁻¹ Produkt aus der Metaanalyse als Referenzwerte entnommen (vgl. Clune et al. 2017).

Im Hinblick auf die weiteren Gemüsereststoffmengenszenarien kann das Minimum Szenario 2 bzw. Maximum Szenario 4B als Spannweite interpretiert werden. Basierend auf den Bilanzgrenzen sowie der Verfügbarkeit der Gemüsereststoffe sind bei der reinen Kompostierung mit zwischen 248 und 967 Mieten pro Jahr zu rechnen. Damit wäre ein Selbstversorgungsgrad an Kompost von bis zu 112 % sowie eine Reduktion des GWP in der Landwirtschaft von bis zu 30 % erzielbar.

Tabelle 48: Modellierte Kennzahlen zum stofflichen Nutzungspfad in Abhängigkeit der unterschiedlichen Gemüsereststoffszenarien (Szenario 1-4)

| | Szenario 1 | Szenario 1B | Szenario 2 (= Minimum) | Szenario 3 | Szenario 3A (= Strategie) | Szenario 4A | Szenario 4B (= Maximum) |
|---|------------|-------------|---------------------------|------------|------------------------------|-------------|----------------------------|
| Gemüsereststoffmengen [t] | 14.537 | 6.993 | 5.829 | 20.771 | 13.227 | 7.791 | 22.703 |
| Anzahl der Mieten [-] | 619 | 298 | 248 | 885 | 563 | 332 | 967 |
| Outputmenge - FM [t] | 14.059 | 6.736 | 5.610 | 19.950 | 12.627 | 7.535 | 21.956 |
| Outputmenge - TS [t] | 6.841 | 3.278 | 2.730 | 9.707 | 6.144 | 3.667 | 10.684 |
| Flächenversorgung mit Kompost [ha] | 855 | 410 | 341 | 1.213 | 768 | 458 | 1.335 |
| Selbstversorgungsgrad mit Kompost für Gemüseflächen [-] | 72 % | 34 % | 29 % | 102 % | 64 % | 38 % | 112 % |
| Kompostierfläche [m ²] | 32.150 | 15.467 | 12.891 | 45.937 | 29.253 | 17.232 | 50.210 |
| Kompostierfläche [ha] | 3,22 | 1,55 | 1,29 | 4,59 | 2,93 | 1,72 | 5,02 |
| Kompostierfläche inkl. Manipulationsfläche [ha] | 3,70 | 1,78 | 1,48 | 5,28 | 3,36 | 1,98 | 5,77 |
| CO ₂ -Sequestrierung [t·ha ⁻¹] | 5,49 | 5,51 | 5,51 | 5,52 | 5,56 | 5,49 | 5,49 |
| C - Eintrag (t/ha) | 1,96 | 1,97 | 1,97 | 1,97 | 1,99 | 1,96 | 1,96 |

Ergänzend zur Darstellung der szenarienspezifischen Skalierung der stofflichen Verwertung wird eine vereinfachte monetäre Darstellung angestellt. Die getroffenen Annahmen sind in **Tabelle 49** zusammengefasst.

Tabelle 49: getroffene Annahmen zur Monetarisierung der stofflichen Verwertung, unter den Bedingungen, dass die Kompostierung von den Gemüsebaulandwirten betrieben wird

| Parameter | Wert & Bezugsgröße | Datenquelle/Begründung |
|----------------------------------|---|---|
| Gemüsereststoffe | 0 €/ t | Annahme kostenlose Abgabe und Verbringung; |
| Kuhmist | - 149 €/Ladung (25,5 t Nutzlast) - 64 €/Ladung (10 t Nutzlast) | Darstellung der Transportkosten: Mittelwert von 2 unterschiedlichen Nutzlasten (10 t und 25,5 t) : Maschinenring bei 20 km Weg, 20 Min Be- und Entladung; keine Rohstoffkosten inkludiert; |
| Pflanzkohle | - 371 €/ big bag | Mittelwert von kommerziell erhältlicher Kohle und IKB Kohle bei 370 €/ bigbag à 2 m ³ |
| Strukturmaterial | + 55 €/ t | Mehrjähriger Durchschnittswert eines professioneller Kompostanlagenbetreibers |
| Betriebung Kompostieranlage | - 22 €/ t | umgerechnet pro Tonne Inputmaterial, inkludiert Kosten für Maschinen, Personal, Dach und Fläche |
| CO ₂ - Sequestrierung | 200 €/ t CO ₂ | angenommener Erlös für die CO ₂ - Sequestrierung |
| Düngemittelpreis | 2,95 €/ kg N | Düngemittelpreis Februar 2023, Kunstdung |
| Stickstoffgehalt Kompost | 1,53 % i.TS | Kompostanalyseergebnis der externen Untersuchung auf Gesamtstickstoff |

Es wurde angenommen, dass die Landwirte die Kompostierung beauftragen, sodass die Gemüsereststoffe kostenlos zur Verfügung gestellt werden. Für den Kuhmist wurden ausschließlich der Transportkosten kalkuliert mit 2 verschiedenen Verbringungsvarianten über den Maschinenring. Für das Strukturmaterial bekäme man gemäß einem professionellen Kompostanlagenbetreiber üblicherweise Erlös für die Abnahme, wobei der Erfahrungswert zur Monetarisierung herangezogen wird. Die Aufbereitung des Materials sei üblicherweise mit Kosten verbunden, wobei sich die Gesamtkosten zur Kompostanlagenbetriebsung auf die Inputmengen herunterbrechen ließen und als solche monetarisiert wurden. Bei der Pflanzkohle wurde mit einem Mittelwert von zwei Angeboten gerechnet, wobei diese mit einer ebenso hohen Schwankungsbreite behaftet sind, wie die Erlöse durch die damit verbundene CO₂ – Sequestrierung. Weiters als Erlös dargestellt und gegengerechnet wurde der enthaltene Düngerwert des Komposts in Form von Stickstoff.

Die zusammenfassende Darstellung der angenommenen Kosten und Erlöse im Rahmen einer Referenzkompostmiete wird mit **Tabelle 50** veranschaulicht. Mit diesen beispielhaften Annahmen zeigt sich ein Saldo von 910 € pro Referenzkompostmiete bzw. 40 € pro t Kompost. Wird der Düngerwert berücksichtigt lässt sich der Aufwand theoretisch auf bis zu 17 € pro t Kompost reduzieren.

Der Wert pro Tonne Kompost bzw. pro Referenzkompostmiete bleibt unabhängig vom Szenario gleich. Die Gesamtkosten, die jedoch mit den jeweiligen Szenarien verbunden sind, sind aufgrund der unterschiedlichen Anzahl an Kompostmieten variabel.

Tabelle 50: Monetäre Darstellung der stofflichen Verwertungsstrategie aus der Perspektive einer von der Landwirtschaft beauftragten Kompostierung

| Parameter | Wert pro Referenzmiete |
|----------------------------------|------------------------|
| Gemüsereststoffe | 0 € |
| Kuhmist | - 277 € |
| Pflanzenkohle | - 2.318 € |
| Strukturmaterial | + 2.499 € |
| Betriebung Kompostieranlage | - 2.329 € |
| CO ₂ - Sequestrierung | + 1.515 € |
| Saldo | - 910 € / Miete |

| Parameter | Wert pro Tonne Kompost |
|------------------------------------|------------------------|
| Saldo | - 40 € / t Kompost |
| Erlöse aus N-Gehalt | + 23 € / t Kompost |
| Saldo (inkl. Erlös durch N-Gehalt) | - 17 € / t Kompost |

Die Darstellung der verbundenen Kosten pro Szenario und der Ausweisung der Düngerwerte des Komposts sind mit **Tabelle 51** dargestellt. Zur Realisierung der stofflichen Verwertung der mit Szenario 3A bilanzierten Mengen wäre ein Aufwand von 512.772 € bzw. 222.109 € bei gegenrechenbaren Düngerwert aufzuwenden. Damit würde die Veredelung der Gemüsereststoffe zu 12.627 t regional erzeugbaren Tiroler Kompost unterstützt werden und zugleich CO₂ langfristig auf den Ackerflächen speicherbar.

Tabelle 51: Monetäre Darstellung der einzelnen Szenarien bei einer reinen stofflichen Verwertungsstrategie

| Parameter | Szenario Nr 1 | Szenario Nr 1B | Szenario Nr 2 | Szenario Nr 3 | Szenario Nr 3A | Szenario Nr 4A | Szenario Nr 4B |
|------------------------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Saldo | -563.556 € | -271.111 € | -225.967 € | -805.217 € | -512.772 € | -302.052 € | -880.125 € |
| Erlöse aus N-Gehalt | 323.618 € | 155.064 € | 129.141 € | 459.218 € | 290.663 € | 173.451 € | 505.406 € |
| Saldo (inkl. Erlös durch N-Gehalt) | -239.938 € | -116.047 € | -96.827 € | -345.999 € | -222.109 € | -128.600 € | -374.719 € |

Neben der stofflichen Verwertung der Gemüsereststoffe bietet diese Verwertungsstrategie darüberhinaus das Potential weitere Nebenströme aus der Landwirtschaft und Kommune, darunter überschüssiger Kuhmist und Strukturmaterial, zu einem hochwertigen Produkt im Rahmen der Kreislauf-

wirtschaft zu veredeln. Konkret könnten im Rahmen des Hauptszenarios 3A neben den Gemüsereststoffen jährlich ca. 18.472 t Kuhmist, 25.600 t Strukturmaterial sowie 2.347 t Pflanzenkohle untergebracht werden.

Zusammenfassend ist noch festzuhalten, dass neben der CO₂ Sequestrierung durch die eingebrachte Pflanzenkohle der stoffliche Verwertungspfad ein weiteres wesentliches positives ökologischeres Potential birgt. Durch die Prozessierung der Gemüsereststoffe im Rahmen der professionellen Mietenkompostierung wird im Vergleich zur dominierenden Feldkompostierung im Tiroler Gemüsebau (vgl. Kap. 3.3.3.2, S. 68), kontrollierte Bedingungen erzielt, die zur Emissionsreduktion in der Landwirtschaft weiter beitragen können. Zudem birgt die Mietenkompostierung im Vergleich zur Feldkompostierung das Potential die Ausgangsstoffe aufgrund der Temperaturentwicklung zu hygienisieren, so dass die Feldhygiene im Rahmen des Gemüsebaus nicht negativ beeinflusst wird. Anhand der durchgeführten Kompostanalyse konnte die erfolgreiche Hygienisierung im Rahmen des Pilotversuch zudem bestätigt werden.

Abweichend von der angedachten Abgabe des Komposts innerhalb des Tiroler-Gemüselandwirtschaft, wäre auch eine Abgabe an die Kommune zur Verwendung im Hobby-Gartenbau, neben weiteren Geschäftsmodellen denkbar.

5 VERWERTUNGSSTRATEGIE - ENERGETISCHE VERWERTUNG

Die quantifizierten Gemüsereststoffszenarien werden weiterführend neben dem stofflichen Verwertungspfad ebenfalls hinsichtlich des energetischen Potentials untersucht. Dies erfolgt in Form der reinen energetischen Nutzung sowie als kaskadische Nutzung mit nachgeschalteter Kompostierung des Gärrests. Die nachfolgenden Kapitel widmen sich den angewandten Methoden zur Bestimmung des Biomethanpotentials auf kulturspezifischer Ebene, die beinhalten eine Literaturrecherche, AMPTS Versuche sowie die Verarbeitung von Datenbankdaten. Zugrundeliegend der unterschiedlichen Mengengerüste der Szenarien werden wesentliche technische Parameter modelliert und darüber hinaus zur quantitativen Vergleichbarkeit der Verwertungspfade eine vereinfachte Skalierung und Wirtschaftlichkeitsberechnung angestellt.

5.1 METHODE

Gemäß Zhang et al. 2021 gibt es verschiedenste Methoden zur Charakterisierung des energetischen Potentials von biogenen Stoffen wie landwirtschaftliche Reststoffe. Es ist die Rede vom Biogaspotential beziehungsweise vom Methanertrag. Die Bestimmung dieser Parameter kann mittels praktischer Versuche erfolgen, wobei hier beispielhaft das biochemical methane potential (*BMP*) in Batch-Versuchen zu nennen ist. Neben den Batch-Versuchen gibt es kontinuierliche und semi-kontinuierliche Versuchsaufbauten sowie auch Rechenmodelle zur Bestimmung des theoretischen Potentials. (vgl. Zhang et al. 2021)

5.1.1 Bestimmung des Biomethan-Potentials mittels Literaturrecherche

Ausgehend von der publizierten Statistik zur Erntemengenerhebung in Tirol im Bezugsjahr 2020 (siehe Tabelle 1 auf S.5) wird in einem ersten Schritt für dieses Kulturspektrum nach Literaturwerten zum Methanpotential recherchiert. Diese Literaturwerte werden insofern weiterverarbeitet, sodass als Zielgröße Nm^3 pro kg Frischmasse resultiert. Sind die Literaturwerte als organische Substanz bzw. *volatile solids* (*VS*) vorliegend, erfolgt die Umrechnung auf Frischmasse an Gemüse über den angegebenen *VS*-Gehalt. Für den gegenteiligen Fall erfolgt die Umrechnung primär über eine umfassende Lebensmitteldatenbank, die sog. *New Zealand Food Composition Database* und sekundär mit alternativer Referenzliteratur.

5.1.2 Bestimmung des Biomethan-Potentials mittels AMPTS-Versuchen

Neben der Literaturrecherche erfolgt eine Versuchsreihe mit ausgewählten Gemüsereststoffen im Labormaßstab zur Charakterisierung des Methanpotentials. Hierbei kommt das in der Forschung erprobte System *BPC Instruments AB, AMPTS II* zur Anwendung. Es handelt sich hierbei um Batch-Reaktoren à 500 ml, ausgestattet mit einem steuerbaren Rührwerk, verbunden über Tygon-Schläuche mit einer CO_2 Falle aus gesättigter NaOH -Lösung sowie weiters verbunden mit der Volumenmesseinheit zur Bestimmung der Methanausbeute. Die Versuche werden bei mesophilen Bedingungen von 37°C über einen Zeitraum von ca. 25 Tagen durchgeführt. Das Inokulum entstammt aus einer landwirtschaftlichen Biogasanlage, welche ebenfalls bei mesophilen Temperaturen von 37°C betrieben

wird, und vor der Verwendung für 2 Woche bei Raumtemperatur ausgegast und anschließend homogenisiert wird. Als Substrat werden drei verschiedene Gemüsereststoffe untersucht, darunter Porree, Kohlrabi sowie der Strunk von Brokkoli. Die Gemüsereststoffversuche werden in Triplikaten angesetzt, ebenso der Blindwert sowie die Positivkontrolle. Als Blindwerte wird das Inokulum ohne Zugabe von Substrat verwendet, und als Positivkontrolle Zellulose. Kurz vor dem Setup des Versuches erfolgt die Charakterisierung von Inokulum und Substrat hinsichtlich der erwarteten Trockensubstanz (TS) - Gehalt sowie organischen Trockensubstanz (OTS) - Gehalt, um das angestrebte Verhältnis von Substrat zu Inokulum, *abk. SIR*, einzustellen. Im Versuch von Świechowski et al. 2022 wird das Biomethanpotential von Lebensmittelabfällen ebenfalls mittels AMPTS-II untersucht, unter Anwendung eines *SIR* von 0,4. Dieses Verhältnis wird auf die Versuchsreihe der Gemüsereststoffe angewandt, wobei die Reaktoren mit insgesamt 400 g aus Inokulum & ggf. Substrat befüllt werden. Im Zuge der Reaktoren-Befüllung erfolgt durch die Rückstellproben erneut die Charakterisierung von Substrat und Inokulum, um die realen Verhältnisse im Versuch abzubilden und eine realitätsgetreue Berechnungsgrundlage zu erzielen.

Diese Berechnungsgrundlage aus VS sowie auch TS dient als Bezugsgröße für das mittels AMPTS II geloggte normierte Methanvolumen pro Reaktor. Damit lässt sich das Biomethanpotential (BMP) unter Abzug des ermittelten Blindwerts über Formel (5) wie folgt berechnen:

$$BMP = \frac{V_S - V_B \frac{m_S}{m_B}}{m_{VS,S}} \quad (5)$$

| | |
|------------|--|
| V_S | akkumuliertes Methanvolumen vom Gemüsereststoff-Reaktor [Nm] |
| V_B | akkumuliertes Methanvolumen vom Reaktor mit Blindprobe, ausschließlich gefüllt mit Inokulum [Nm] |
| m_S | Substratmenge im Gemüsereststoff-Reaktor [g] |
| m_B | Substratmenge im Reaktor mit Blindprobe [g] |
| $m_{VS,S}$ | organische Trockensubstanzmenge im Gemüsereststoff-Reaktor [g] |

Es errechnet sich daraus die gewünschte Zielgröße für die untersuchten Gemüsereststoffe von NmL.g⁻¹ VS bzw. Nm³.t⁻¹ VS sowie respektive die Umrechnung auf Nm³.t⁻¹ Frischmasse. Die Berechnung der Methanausbeuten für die Positivkontrollen, der mit Zellulose gefüllten Reaktoren, berechnet sich in gleicher Manier. Das Ergebnis dient der Verifizierung der Versuchsreihe, indem dieser berechnete Wert mit Literaturwerten zum Methanpotential für Zellulose verglichen wird.

5.1.3 Bestimmung des Biomethan-Potentials aus OTS Gehalt und Versuchsdaten

Zur Vervollständigung der verbleibenden Datenlücken zum Methanpotential auf kulturspezifischer Ebene wird folgende Strategie verfolgt. Kurzum skizziert sich die Berechnungsgrundlage durch Multiplikation des durchschnittlichem Methanpotentials einer oTS Einheit in Nm³.kg⁻¹ VS mit der kulturspezifischen Anzahl an oTS Einheiten in kg VS.kg⁻¹ Frischmasse bzw. Gemüsereststoff.

Zur Bestimmung der Anzahl der oTS-Einheiten dient erneut die Lebensmitteldatenbank, *New Zealand Food Composition Database*. Hieraus wird der Trockensubstanzgehalt sowie Aschegehalt der Gemüsekulturen entnommen. Daraus erfolgt die Berechnung des oTS-Gehalts mit der Bezugsgröße TS sowie erweitert mit der Bezugsgröße Frischmasse an Gemüsereststoffen.

Das durchschnittliche Methanpotential einer oTS Einheit in $\text{Nm}^3.\text{kg}^{-1}$ VS wird im vorliegenden Fall aus dem Mittelwert der recherchierten Literaturwerte, die in $\text{Nm}^3.\text{kg}^{-1}$ VS vorliegen, errechnet.

Die resultierenden Datensätze aus der Approximation der Methanerträge in $\text{Nm}^3.\text{kg}^{-1}$ Frischmasse vervollständigt damit die Datenbasis des vorherrschenden Kulturspektrums im Tiroler Gemüsebau.

5.1.4 Modellierung der energetischen Verwertungsszenarien

Die quantifizierten Gemüsereststoffmengen in t werden weiterführend auf kulturspezifischer Ebene mit dem spezifischen Methanpotential in $\text{Nm}^3.\text{kg}^{-1}$ Frischmasse multipliziert und die entsprechenden Summen, abhängig vom Szenario gebildet. Die Summen entsprechen der produzierten absoluten Methanmenge in Nm^3 pro Szenario sowie dem äquivalenten Energieinhalt in kWh bilden die wesentliche Grundlage der energetischen sowie auch kaskadischen Verwertungsstrategie.

Darüber hinaus werden pro Szenario weitere Parameter zur Charakterisierung des energetischen Verwertungspfads berechnet. Darunter findet sich beispielsweise der durchschnittliche TS-Gehalt sowie der spezifische Methangasertrag in $\text{Nm}^3.\text{t}^{-1}$ Gemüsereststoff. Diese Parameter unterscheiden sich zwischen den Szenarien aufgrund der unterschiedlichen Bilanzgrenzen und der damit verbundenen unterschiedlichen Gemüsereststoffzusammensetzung.

Es werden zwei unterschiedliche Nutzungspfade des produzierten Methans untersucht. Darunter die Verstromung und Wärmegewinnung über ein Blockheizkraftwerk sowie erweitert die Biogasveredelung, die Aufbereitung zum Energieträger Bio-Methan. Die erzielbaren Ausbeuten sind bei beiden Nutzungspfaden von der Dimensionierung der Biogasanlage abhängig, weshalb Annahmen zu treffen sind. In der vorliegenden Modellierung werden kleinere Systeme betrachtet, die für die Beschickung mit den Gemüsereststoffszenarien geeignet ist und weitere Kapazität nach oben bietet, um weitere Reststoffe aus der Landwirtschaft energetisch zu verwerten.

Blockheizkraftwerk

Der Nutzungspfad des Blockheizkraftwerks wird mit zwei exemplarischen Gasmotoren skizziert. Die erzielbare Strom- und Wärmeausbeute wird mit dem Eigenbedarf zur Betreibung der Biogasanlage gegengerechnet, sodass ein Strom- und Wärmesaldo resultiert. Das jeweilige Strom- und Wärmesaldo wird einerseits in Haushaltsäquivalente umgerechnet. Ergänzend wird durch Vergabe von Energiepreisen dem Energieoutput einem monetären Wert zugeordnet.

Gasveredelung

Der Nutzungspfad der Gasveredelung wird durch die fachliche Expertise eines Ingenieurbüros in diesem Wirtschaftszweig auslegungstechnisch unterstützt (vgl. Johanna Bogner 2022). Für die skizzierten Gemüsereststoffmengen bzw. jährlichen Biogasmengen wird als Aufbereitungstechnologie das Membranverfahren betrachtet. Im Gegensatz zum BHKW bedarf die Aufbereitungstechnologie an Strominput. Zudem wird weder Strom noch Wärme erzeugt, sodass der Eigenbedarf an Strom und Wärme zur Fermenterbeheizung extern zuzuführen ist. Die Energiebilanzen und monetären Betrachtungen werden auch für diesen Fall aufgestellt. Zur Vergleichbarkeit wird mit den gleichen Strom- und Wärmepreisen wie beim BHKW gerechnet. Abweichend davon wird mit zwei unterschiedlichen

Energiepreisen der Erlös des erzeugten Biomethans dargestellt und mit dem monetären Input aus Strom und Wärme gegenübergestellt.

Gärrest (ungepresst)

Sowohl beim BHKW sowie auch bei der Gasveredelung fallen neben den gasförmigen Outputs auch feste bzw. flüssige Nebenprodukte an, primär der sog. Gärrest. Es wird eine vereinfachte Stoffbilanz angestellt, die auf gasförmiger Ebene einem durchschnittlichen Methan- und äquivalenten CO₂ Gehalt im Biogas zugrunde liegt. Ausgehend von den Normkubikmetern wird zugrundeliegend der Normdichten für Methan und CO₂ der Massenstrom dieser gasförmigen Outputs quantifiziert. Von der Inputmenge wird die Summe aus Methan und Kohlendioxid abgezogen und der bilanzielle Rest dem Gärrest zugeordnet. Auf Basis des ermittelten durchschnittlichen TS-Gehalt der Inputmaterialien je nach Szenario, wird auch der TS-Gehalt des Gärrests unter diesen vereinfachten Stoffbilanzen berechenbar. In der Annahme, dass die gasförmigen Outputs ausschließlich auf den Trockensubstanzgehalt zurückzuführen sind, berechnet sich durch entsprechende Subtraktion der prozentuelle TS Gehalt im Gärrest.

5.1.5 Modellierung der kaskadischen Verwertungsszenarien

Gärrest (gepresst auf Ziel-TS) & Kompostmietensetup

Im Falle der angestrebten kaskadischen Modellierung, die eine anschließende Kompostierung des Gärrests inkludiert, erfolgt die Prozessierung des Gärrests in Form der Entwässerung. Daraus ergeben sich zwei unterschiedlich konzentrierte Massenströme, der flüssige und der feste Gärrest. Es werden unterschiedliche Ziel-TS-Gehalte modelliert, wobei eine facheinschlägige Literatur hinsichtlich realistisch erwartbarer Endprodukte zugegeben wird. Konkret handelt es sich um das DLG Merkblatt 397, in dem die Nährstoff- und TS-Gehalte von festen sowie flüssigen Gärresten tabellarisch dargestellt werden. Diese Tabellenwerte entstammen aus einer Erhebung der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. im Jahre 2014 und werden als Mittelwert sowie Spannweiten dargestellt (vgl. DLG e.V. 2017, S. 8). Zur konkreten Modellierung des kaskadischen Nutzungspfads werden zwei unterschiedliche Varianten begutachtet.

In der ersten Variante wird das Kompostmietensetup gemäß Kapitel 4.2.1 ausschließlich hinsichtlich des Bestandteils Gemüsereststoff adaptiert. Hierfür wird der Gärrest auf den TS-Gehalt der Gemüsereststoffe der jeweiligen Szenarien gepresst und die Gemüsereststoffmenge in der Miete einfachheitshalber durch den Gärrest substituiert. Der flüssige Gärrest wird mit 2,5 % TS-Gehalt bilanziert und repräsentiert das Minimum der Spannweite der Referenzliteratur. Damit lässt sich die Kompostmiete zur Gärrestkompostierung in dieser Variante wie folgt skizzieren: 52,9 % (v/v) Strukturmaterial, 4,7 % (v/v) Pflanzenkohle, 21,2 % (v/v) Gemüsereststoffe sowie 21,2 % (v/v) Kuhmist.

In der zweiten Variante wird die stärkere Entwässerung auf höhere TS-Gehalte mit einer alternativen Kompostmientenzusammensetzung skizziert. Es werden 3 Varianten in Anlehnung an die Erhebung der Bundesgütegemeinschaft untersucht. Einerseits wird daraus der Mittelwert des festen Gärrest mit 35,6 % sowie das Minimum des flüssigen Gärrest mit 2,5 % herangezogen. Weiters werden beide Minima gegenübergestellt, indem von einer TS-Verteilung von 24,5 % im festen Gärrest sowie 2,5 % im flüssigen Gärrest ausgegangen wird. Zuletzt wird das Verhältnis der Mittelwerte zueinander dar-

gestellt, entsprechend dem Faktor 5,5 fest zu flüssig mit einem möglichst hohen TS Gehalt im flüssigeren Medium. Hierfür wird das Verhältnis von 16,5 % im festen Gärrest zu 3,0 % im flüssigen Gärrest eingestellt. Hinsichtlich des abweichenden Kompostmietenetups seien gemäß der Anwendungsempfehlung des BACKHUS LTC Mix Mischaggregats 1 Teil Gärrest mit 1 Teil Strukturmaterial im industriellen Maßstab kompostierbar (vgl. Eggersmann Anlagenbau GmbH 2018). Gleichermaßen wird gemäß einem Praxisratgeber zur Kompostierung die Gärrestkompostierung mit 50% Strukturmaterial empfohlen, sowie ergänzend den Ersatz des Gärrests durch energiereicheres Substrat, sollte der Kompostiervorgang nicht auf Temperatur kommen (vgl. Dunst 2015). Unter Beibehaltung der Mietenbestandteile gemäß Kapitel 4.2.1 ausschließlich wird demnach folgende theoretische Mietenkomposition skizziert: 50,0 % (v/v) Strukturmaterial, 5,0 % (v/v) Pflanzenkohle, 22,5 % (v/v) Gärrest sowie 22,5 % (v/v) Kuhmist.

Die Berechnung der Verteilung des originären TS-Gehalts des Gärrests mit den angestrebten TS-Gehalte im festen sowie im flüssigen Gärrest erfolgt über die Charakterisierung mittels linearen Gleichungssystemen. Pro Variante werden zwei lineare Gleichungen für die zwei unbekannt Variablen aufgestellt und durch Lösung des Gleichungssystems berechnet.

Analog zur Beschreibung des stofflichen Verwertungspfad, der sog. Gemüsereststoffkompostierung, werden dieselben wesentlichen Parameter bei der Gärrestkompostierung berechnet und dargestellt (siehe Kapitel 4.1.2 und 4.1.3). Neben der bereits beschriebenen abweichenden Kompostmietenzusammensetzung mit Variante 1 und Variante 2, wird eine andere TS-Zusammensetzung sowie andere Dichte des Gärrests im Vergleich zum Gemüsereststoff in der Bilanzierung betrachtet. Konkret wird eine Dichte von $1 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$, sowie eine TS-Zusammensetzung von 75 % oTS und 25 % anTS, entsprechend dem untersuchten Inokulum aus dem AMPTS II Versuch, angenommen. Die abweichende TS-Zusammensetzung im Vergleich zu Gemüsereststoffen wirkt sich auf den TS-abhängigen Berechnungsweg, nicht aber auf den Frischmasse-bezogenen Rechenweg, zur Quantifizierung des Outputmenge an Kompost aus.

Analog zum in Kapitel 4.1.2 dargestellten Rechenschema zur Berechnung der Outputmengen an Kompost ergibt sich daraus ein Rotteverlust von 17,5 % bezogen auf die Trockensubstanz von der Komponente Gärrest. Das bedeutet, dass vom Gärrest-Inputmaterial 82% der Trockensubstanz als Output-Material in Form von Kompost verbleibt und daraus respektive die FM-Menge berechnet werden kann. Die Berechnung der Outputmengen der weiteren Komponenten bleibt unverändert, analog zur Beschreibung in Tabelle 41 auf S. 90. Die Abweichung von Tabelle 41 wird mit Tabelle 52 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 52: Abweichende Berechnungsgrundlage (vgl. Tabelle 41) zur Bestimmung der Outputmenge der Kompostmiete bei der Gärrestkompostierung

| Bilanzen: | Berechnung über absoluten Rotteverlust (Mengenbilanz in FM) | Alternative Berechnung über TS-Abbau (Mengenbilanz in TS) |
|-------------------|---|---|
| Gärrest (m_1) | $m_{output (FM) 1} = m_{input (FM) 1} * 34\%$ | $m_{output (TS) 1} = m_{input (TS) 1} * 82\%$ |

5.2 ERGEBNISSE

5.2.1 Biomethanpotential der Tiroler Gemüsereststoffe auf kulturspezifischer Ebene

Unter Anwendung der in den Kapitel 5.1.1 - 5.1.3 beschriebenen Methoden wurde versucht das Methanpotential der Tiroler Gemüsereststoffe für das Bezugsjahr 2020 kulturspezifisch darstellzustellen. Die Ergebnisse sind in diesem Kapitel zusammenfassend dargestellt.

AMPTS II Versuchsreihe:

Die erste Versuchsreihe mittels AMPTS II, mit dem Untersuchungsumfang von Kohlrabi, Brokkoli-Strunk sowie Porree, werden in einem ersten Schritt anhand der Positivkontrolle hinsichtlich der Verifizierung geprüft. Das quantifizierte Methanpotential von der verwendeten Zellulose liegt bei $0,325 \text{ NL.g}^{-1} \text{ VS}$ und damit gemäß der Richtlinie VDI 4630 innerhalb derer empfohlenen Toleranz von $\pm 10 \%$ des Referenzwerts. Als Referenzwert für Zellulose wird der nach Kreuger et al. 2011 publizierte Wert von $0,350 \text{ NL.g}^{-1} \text{ VS}$ herangezogen.

Die Versuchsreihe ergab damit folgende errechneten durchschnittlichen Methanpotentiale für die untersuchten Gemüsereststoffe (siehe Tabelle 53) :

Tabelle 53: Charakterisierung der untersuchten Gemüsereststoffe hinsichtlich der Trockensubstanz (TS), organischen Trockensubstanz (oTS) sowie dem Methanpotential mittels AMPTS-II Versuchssetup

| Untersuchte Gemüseulturen | Nml.g ⁻¹ oTS | TS % | oTS % | Nm ³ .t ⁻¹ Frischmasse |
|------------------------------|-------------------------|--------|--------|--|
| Porree | 0,300 | 11,4 % | 95 % | 32 |
| Brokkoli-Strunk | 0,173 | 10,4 % | 89 % | 16 |
| Kohlrabi | 0,302 | 7,7 % | 93,5 % | 22 |

Die Ergebnisse bewegen sich zwischen 16 – 32 Nm³.t⁻¹ Frischmasse. Da der Versuch als verifiziert gilt, werden diese Werte in die Datenbasis des Kulturspektrum folglich miteinbezogen. In Hinblick auf den untersuchten Brokkoli Strunk ist ebenfalls ein energetisches Potential nachweisbar, wenn auch geringer im direkten Vergleich mit den anderen Gemüsereststoffen. Berücksichtigt man weiters, dass der Strunk-Anteil pro Pflanze mengenmäßig mehr ausmacht als der verkaufbare Anteil, steht die Diskussion weiter offen, auch diesen Anteil zu verwerten.

Rückblickend auf das Versuchssetup, war bei den AMPTS II Versuchen mit Brokkoli-Strunk, Kohlrabi sowie bei der Blindprobe und Positivkontrolle waren keine unvorhersehbaren Zwischenereignisse wahrnehmbar. Dementgegen stehen die Versuchsansätze mit Porree. Hierbei war innerhalb der ersten Tage bei allen drei Reaktoren eine erhöhte Gasproduktion begleitet von Schaumproduktion verzeichnenbar. Es wird vermutet, dass eine schnelle Verstoffwechslung stattgefunden hat. Aufgrund der hohen Gasproduktion wurde die CO₂ - Falle im laufenden Versuch ausgetauscht. In einer nachfolgenden qualitativen Versuchsreihe wurde einerseits größere Verhältnisse von Inokulum zu Substrat getestet, also die Porree-Konzentration reduziert. Zudem wurde in dieser Versuchsreihe versucht Porree mit Kartoffeln zu mischen, um eine Verdünnung und damit reduzierte Schaumwirkung zu erzielen. Ausgenommen der Blindprobe und Positivkontrolle wurde das gleiche Verhalten bei den mit Porree

gefüllten Reaktoren verzeichnet wie die vorangegangene Versuchsreihe. Optisch ersichtlich war jedoch ein geringeres Schäumen bei zunehmenden SIR. Für die Vergärung von Porree im technischen Realmaßstab ist in Hinblick auf die durchgeführten Untersuchungen die Verwendung eines Entschäumungsmittels zu empfehlen. Hinsichtlich der Probenvorbereitung der Substrate ist ebenfalls zu diskutieren, ob durch eine reduzierte Vorzerkleinerung bzw. Homogenisierung sich die Peak-artige Gasfreisetzung und einhergehende Schaumbildung zeitlich glätten und damit besser steuern lässt.

Literarische Grundlage und Verwertung

Die Literaturrecherche hinsichtlich dem Methanpotential der in Tirol angebauten Kulturen bildet die entscheidende Datengrundlage und lässt sich auf drei wesentliche Publikationen zusammenfassen, die primär Versuchsdaten zu BMP Tests bzw. repräsentieren (vgl. Zhang et al. 2021; Yan et al. 2017; Gunaseelan 2004). Die Angaben liegen zumeist in $\text{Nm}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ VS vor und werden über die beschriebene Methode in $\text{Nm}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ umgerechnet. Hinsichtlich der beschriebenen Methode zur Vervollständigung der Datenlücken beziffert sich der Mittelwert aus den verwendeten Publikationen $0,264 \pm 0,078 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ VS und wird folglich mit *MW BMP Lit.* abgekürzt. Die Umrechnung auf Frischmasse erfolgt primär mittels der *New Zealand Food Composition Database zur Bestimmung* über den TS sowie berechneten VS-Gehalt. Für vier weitere verbleibende Kulturen werden einzelne Publikationen zur Bestimmung des TS-Gehalts und oTS-Gehalts, ausschließlich Petersilienwurzel, herangezogen (vgl. Belle et al. 2015; Damaceno et al. 2019; García et al. 1998; Hermann Laber 2017). Bei Petersilienwurzel wurde ein TS-Gehalt aber kein oTS-Gehalt recherchiert. Für diesen Einzelfall wird ein rechnerischer oTS Gehalt angewandt. Dieser liegt dem durchschnittlichem prozentuellem oTS-Anteil des TS-Gehalt über das gesamte erhobene Kulturspektrum zu Grunde, sodass sich daraus der absolute oTS-Gehalt berechnen lässt.

Kulturspezifisches Methanpotential

Die nachfolgende Tabelle stellt diese methodisch unterschiedlich erhobenen Ergebnisse zusammenfassend dar und verweist auf die Datenherkunft, bzw. Bestimmungsmethodik.

Tabelle 54: Darstellung und Datengrundlage des berechneten kulturspezifischen Methanpotentials der in Tirol angebauten Gemüsekulturen nach der Erntemengenerhebung von Statistik Austria 2020

| Kultur | Methanpotential der organischen Substanz (VS) | | organischer Trockensubstanzgehalt bezogen auf Frischmasse (FM) | | berechnetes Methanpotential bezogen auf Frischmasse (FM) | |
|-------------|---|----------------|--|-----------------|--|-----------------------------|
| | $\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ | Quelle | (%) | Quelle | $\text{Nm}^3 \cdot \text{t}^{-1}$ | Quellen |
| Brokkoli | 0,246 | Yan et al.2017 | 8,1 % | Yan et al. 2017 | 20 | Yan et al. 2017 |
| Chinakohl | 0,129 | Yan et al.2017 | 2,9 % | Yan et al.2017 | 4 | Yan et al. 2017 |
| Fenchel | 0,264 | MW BMP Lit. | 5,6 % | NZ-Database | 15 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Fisolen | 0,264 | MW BMP Lit. | 20,4 % | NZ-Database | 54 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Grünerbsen | 0,264 | MW BMP Lit. | 22,1 % | NZ-Database | 58 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Gurken ges. | 0,264 | MW BMP Lit. | 4,0 % | NZ-Database | 11 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Karfiol | 0,314 | Yue Zhang 2021 | 7,0 % | NZ-Database | 22 | Yue Zhang 2021, NZ-Database |

| Kultur | Methanpotential der organischen Substanz (VS) | | organischer Trockensubstanzgehalt bezogen auf Frischmasse (FM) | | berechnetes Methanpotential bezogen auf Frischmasse (FM) | |
|----------------------------|---|------------------|--|-------------------------------------|--|--|
| | m ³ .kg ⁻¹ | Quelle | (%) | Quelle | Nm ³ .t ⁻¹ | Quellen |
| Karotten | 0,309 | Gunaseelan 2004 | 10,6 % | NZ-Database | 33 | Gunaseelan 2004, NZ-Database |
| Knoblauch | 0,264 | MW BMP Lit. | 34,2 % | NZ-Database | 90 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Kohl (Wirsing) | 0,317 | Yue Zhang 2021 | 9,2 % | NZ-Database | 29 | Yue Zhang 2021, NZ-Database |
| Kohlrabi | 0,302 | AMPTS II Versuch | 7,2 % | AMPTS II Versuch | 22 | AMPTS II Versuch |
| Kohlsprossen | 0,264 | MW BMP Lit. | 15,9 % | NZ-Database | 42 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Kraut (ges) | 0,309 | Gunaseelan 2004 | 7,7 % | NZ-Database | 24 | Gunaseelan 2004, NZ-Database |
| Weißkraut + Industriekraut | 0,371 | Yue Zhang 2021 | 7,7 % | NZ-Database | 29 | Yue Zhang 2021, NZ-Database |
| | 0,363 | Yue Zhang 2021 | | | 28 | Yue Zhang 2021, NZ-Database |
| | | | | | 28 | Mittelwert |
| Rotkraut | 0,233 | Yan et al.2017 | 6,3 % | Yan et al.2017 | 15 | Yan et al.2017 |
| | 0,233 | Yan et al.2017 | 9,5 % | NZ-Database | 22 | Yan et al.2017, NZ-Database |
| | | | | | 18 | Mittelwert |
| Melanzani | 0,264 | MW BMP Lit. | 7,0 % | NZ-Database | 18 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Melone | 0,264 | MW BMP Lit. | 9,5 % | NZ-Database | 25 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Paprika | 0,264 | MW BMP Lit. | 7,0 % | NZ-Database | 18 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Petersilie | 0,264 | MW BMP Lit. | 17,4 % | NZ-Database | 46 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Petersilienwurzel | 0,264 | MW BMP Lit. | 16,0 % | Hermann Laber 2017 & MW NZ-Database | 42 | MW BMP Lit., Hermann Laber 2017 & MW NZ-Database |
| Porree | 0,183 | Yan et al.2017 | 6,2 % | Yan et al.2017 | 11 | Yan et al.2017 |
| | | | 11,2 % | NZ-Database | 20 | Yan et al.2017, NZ-Database |
| | 0,300 | AMPTS II Versuch | 10,8 % | AMPTS II Versuch | 32 | AMPTS II Versuch |
| | | | | 21 | Mittelwert | |
| Radieschen | 0,264 | MW BMP Lit. | 5,7 % | NZ-Database | 15 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Rettich | 0,264 | MW BMP Lit. | 7,9 % | Belle et al. 2015 | 21 | MW BMP Lit., Belle et al. 2015 |
| Rhabarber | 0,332 | Yue Zhang 2021 | 4,8 % | NZ-Database | 16 | Yue Zhang 2021, NZ-Database |
| rote Rüben | 0,264 | MW BMP Lit. | 11 % | NZ-Database | 30 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Salat (ges) | 0,199 | Yan et al.2017 | 6,1 % | Yan et al.2017 | 12 | Yan et al.2017 |
| | 0,244 | | 2,5 % | | 6 | |
| | | | | | 9 | Mittelwert |

| Kultur | Methanpotential der organischen Substanz (VS) | | organischer Trockensubstanzgehalt bezogen auf Frischmasse (FM) (%) | | berechnetes Methanpotential bezogen auf Frischmasse (FM) | |
|------------------|---|-----------------|--|----------------------|--|-----------------------------------|
| | m ³ .kg ⁻¹ | Quelle | | Quelle | Nm ³ .t ⁻¹ | Quellen |
| Schnittlauch | 0,264 | MW BMP Lit. | 9,4 % | NZ-Database | 25 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Sellerie | 0,164 | Yan et al.2017 | 4,3 % | Yan et al.2017 | 7 | Yan et al.2017 |
| | | | 4,2 % | NZ-Database | 7 | Yan et al.2017, NZ-Database |
| | | | 11,0 % | | 18 | |
| | | | | | 11 | Mittelwert |
| Soja 2020 | 0,264 | MW BMP Lit. | 83 % | García et al. 1998 | 219 | MW BMP Lit., García et al. 1998 |
| Spargel ges. | 0,264 | MW BMP Lit. | 6,7 % | NZ-Database | 18 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Speisekürbis | 0,264 | MW BMP Lit. | 10,8 % | NZ-Database | 28 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Spinat | 0,158 | Yan et al.2017 | 5,3 % | Yan et al.2017 | 8 | Yan et al.2017 |
| Süßkartoffel | 0,264 | MW BMP Lit. | 24,0 % | Damaceno et al. 2019 | 63 | MW BMP Lit., Damaceno et al. 2019 |
| Tomaten | 0,211 | Gunaseelan 2004 | 5,1 % | NZ-Database | 11 | Gunaseelan 2004, NZ-Database |
| Zucchini | 0,264 | MW BMP Lit. | 4,7 % | NZ-Database | 12 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Zuckermais | 0,264 | MW BMP Lit. | 22,9 % | NZ-Database | 60 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Bundzwiebel | 0,264 | MW BMP Lit. | 8,5 % | NZ-Database | 22 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| sonstige Zwiebel | 0,264 | MW BMP Lit. | 11,1 % | NZ-Database | 29 | MW BMP Lit., NZ-Database |
| Kartoffeln | 0,344 | Yue Zhang 2021 | 19,1 % | NZ-Database | 66 | Yue Zhang 2021, NZ-Database |

5.2.2 Biomethanpotential der Tiroler Gemüsereststoffe in Form der Szenarien

Aus **Tabelle 54** liest sich damit das Methanpotential von jeder in Tirol angebauten Kultur. Knüpft man dieses kulturspezifische Potential mit den erhobenen kulturspezifischen Gemüsereststoffmengen, so errechnet sich daraus die erzielbare Methanmenge - in Abhängigkeit vom Szenario. Da die modellierten Szenarien eine unterschiedliche Gemüsereststoffzusammensetzung aufweisen, wird die entsprechende Komposition bei der Summenbildung des Methanertrags auf kulturspezifischer Ebene berücksichtigt. Dementsprechend wird diese Unterscheidungsmöglichkeit anhand der Mengenerhebungsmethode in aggregierter Form mit **Tabelle 55** dargestellt und verknüpft die Mengen mit dem energetischen Potential. Darüber hinaus wird mit dieser Tabelle die Datenherkunft der Trockensubstanz konkretisiert. Die bezogenen Datensätze aus der *New Zealand Food Composition Database* abk. *NZ-Database* sind gemäß dem Identifikationscode aus einer Buchstaben- und Zahlenkombination entsprechend gekennzeichnet. Sind mehrere passende Datensätze vorhanden, werden Mittelwerte daraus gebildet, wobei die Summe der bezogenen Datensätze bei der entsprechenden Kultur als Quelle eingetragen sind. Bei abweichender Datenherkunft wird auf die jeweilige Literatur referenziert.

Tabelle 55: Charakterisierung der Gemüsekulturen aus Tiroler Primärproduktion im Bezugsjahr 2020 hinsichtlich Trockensubstanzgehalt sowie energetischem Potential als absoluter kulturspezifischer Gasertrag in CH₄, zugrundeliegend der durchgeführten Mengenerhebung und Bilanzgrenzen

| angebauter Kulturen | Trockensubstanzgehalt | | Gemüsereststoffe aus Tiroler Primärproduktion | | davon genießbarer Anteil | | davon ungenießbarer Anteil | | Putzverluste | |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|--------------|------------------------------------|
| | TS [%] | Quelle | Gem. [t] | CH ₄ [Nm ³] | Gem. [t] | CH ₄ [Nm ³] | Gem. [t] | CH ₄ [Nm ³] | Gem. [t] | CH ₄ [Nm ³] |
| Brokkoli | 10,6 | X1020* | 107 | 2.137 | 46 | 908 | 62 | 1.229 | - | - |
| Chinakohl | 4,3 | X251* | 438 | 1.617 | 38 | 140 | 400 | 1.477 | - | - |
| Fenchel | 5,8 | X1031* | 41 | 600 | 29 | 435 | 11 | 165 | - | - |
| Fisolen | 21,3 | X6* | 114 | 6.136 | 40 | 2.178 | 73 | 3.958 | - | - |
| Grünerbsen | 22,9 | X79* | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 18 | - | - |
| Gurken ges. | 4,4 | X1043* | 83 | 873 | 21 | 218 | 62 | 655 | - | - |
| Karfiol | 7,6 | X1128* | 476 | 10.468 | 257 | 5.653 | 219 | 4.815 | - | - |
| Karotten | 11,1 | X1114* | 2.148 | 70.362 | 1.923 | 62.974 | 226 | 7.388 | - | - |
| Knoblauch | 35,7 | X260* | 8 | 749 | 7 | 629 | 1 | 120 | - | - |
| Kohl (Wirsing) | 10,1 | X25* | 4 | 129 | 2 | 65 | 2 | 64 | - | - |
| Kohlrabi | 7,7 | Versuch AMPTS II | 350 | 7.612 | 247 | 5.379 | 103 | 2.233 | - | - |
| Kohlsprossen | 17,0 | X1093* | 3 | 111 | 1 | 56 | 1 | 55 | - | - |
| Kraut (ges) | - | - | | | | | | | 1.737 | 41.328 |
| Weißkraut + Industriekraut | 8,3 | X1102* | 485 | 13.696 | 235 | 6.620 | 251 | 7.077 | - | - |
| Rotkraut | 10,3 | X23* | 19 | 349 | 10 | 176 | 9 | 173 | - | - |
| Melanzani | 7,4 | X1083* | 12 | 218 | 12 | 216 | 0 | 2 | - | - |
| Melone | 10,0 | L106*, L1121* | 5 | 125 | 3 | 63 | 2 | 62 | - | - |
| Paprika | 7,5 | X1048*, X1049*, X1050*, X1051* | 24 | 437 | 12 | 220 | 12 | 216 | - | - |
| Petersilie | 21,3 | X68* | 90 | 4.129 | 1 | 41 | 89 | 4.088 | - | - |
| Petersilienwurzel | 17,3 | Hermann Laber 2017 | 21 | 901 | 8 | 320 | 14 | 581 | - | - |
| Porree | 11,4 | X1161* | 241 | 5.153 | 102 | 2.190 | 138 | 2.963 | 1.579 | 33.834 |
| Radieschen | 6,4 | X112* | 979 | 14.691 | 307 | 4.603 | 672 | 10.088 | - | - |
| Rettich | 9,2 | Belle et al. 2015 | 324 | 6.744 | 321 | 6.676 | 3 | 67 | - | - |
| Rhabarber | 6,0 | L167* | 2 | 34 | 1 | 17 | 1 | 17 | - | - |
| rote Rüben | 11,4 | X1165* | 140 | 4.208 | 14 | 421 | 126 | 3.787 | - | - |
| Salat ges. | 5,4 | X1047*, X1009*, X307*, X55*, X56* | 2.132 | 19.405 | 853 | 7.762 | 1.279 | 11.643 | 2.797 | 25.460 |
| Schnittlauch | 10,4 | X278* | 2 | 56 | 1 | 28 | 1 | 28 | - | - |

| angebaute Kulturen | Trocken- substanzgehalt | | Gemüsereststoffe aus Tiroler Primärproduktion | | davon genießbarer Anteil | | davon ungenießbarer Anteil | | Putzverluste | |
|---|----------------------------|--|--|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------|---------------------------------------|
| | TS [%] | Quelle | Gem. [t] | CH ₄ [Nm ³] | Gem. [t] | CH ₄ [Nm ³] | Gem. [t] | CH ₄ [Nm ³] | Gem. [t] | CH ₄ [Nm ³] |
| Sellerie | 5,0 | X1091* | 51 | 542 | 37 | 396 | 14 | 146 | - | - |
| Soja | 88,4 | García et al. 1998 | 0 | 104 | 0 | 52 | 0 | 51 | - | - |
| Spargel ges. | 7,3 | X1105* | 9 | 151 | 4 | 75 | 4 | 76 | - | - |
| Speisekürbis | 11,6 | X1111* X1119* | 213 | 6.054 | 107 | 3.027 | 107 | 3.027 | - | - |
| Spinat | 7,0 | X1045* | 48 | 399 | 48 | 395 | 0 | 4 | - | - |
| Süßkartoffel | 24,8 | Da- maceno et al. 2019 | 14 | 899 | 7 | 453 | 7 | 445 | - | - |
| Tomaten | 5,4 | X1211*, X1212*, X1213*, X1214*, X1215* | 76 | 819 | 38 | 413 | 37 | 406 | - | - |
| Zucchini | 5,6 | X1058* | 824 | 10.212 | 597 | 7.404 | 227 | 2.808 | - | - |
| Zuckermais | 23,9 | X1154* | 3 | 188 | 2 | 95 | 2 | 93 | - | - |
| Zwiebel (ges) | | | | | | | | | - | - |
| Bundzwie- beln | 9,1 | X1132* | 292 | 6.552 | 51 | 1.147 | 241 | 5.406 | 120 | 2.689 |
| sonstige Zwiebeln | 11,5 | X1130* | 47 | 1.364 | 24 | 688 | 23 | 675 | - | - |
| Gemüse 2020 | - | - | 9.826 | 198.242 | 5.404 | 120.301 | 4.422 | 76.107 | 6.234 | 103.312 |
| Kartoffeln | 20,1 | X88*, X89*, X90* | 3.546 | 232.902 | 2.139 | 140.518 | 1.407 | 92.384 | - | - |
| Gemüse inkl. Kartoffeln 2020 | - | - | 13.372 | 431.144 | 7.544 | 260.818 | 5.829 | 168.491 | 6.234 | 103.312 |

* Identifikationscodes der Kulturen aus der Lebensmitteldatenbank New Zealand Food Composition Database

Zur Modellierung der konkreten Szenarien wird die Annahme getroffen, dass die Importwarenzusammensetzung der gleichen Zusammensetzung wie die Gemüsereststoffe aus der Tiroler Primärproduktion entspricht. Dementsprechend kann die Methanmenge aus der Tiroler Primärproduktion linear über die Gemüsereststoffmenge hochskaliert werden, um damit das energetische Potential von Szenario Nr.1 abzubilden. Unter Berücksichtigung der entsprechenden Bilanzgrenzen, zusammengefasst in Tabelle 14 auf S.36, werden damit die modellierten Gemüsereststoffmengen hinsichtlich des absoluten und relativen Methanertrags, des Biogasertrags sowie hinsichtlich der Trockensubstanz charakterisierbar. Der Biogasertrag wird über die online Biogasausbeuten-Datenbank vom LfL abgeschätzt und beziffert sich für Gemüseabfälle auf durchschnittlich 56 % (vgl. LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2023). Diese zentralen Ergebnisse sind Szenarien-spezifisch zusammenfassend mit Tabelle 56 auf Seite 115 dargestellt, wobei die Zahlen der Verwertungsstrategie (Szenario 3A) farblich im Blauton hervorgehoben sind. Weiters ist dieser Darstellung die Spannweite in Form von Maxima, grün dargestellt, und Minima, rot dargestellt, zu entnehmen.

Tabelle 56: Zusammenfassende Darstellung der wesentlichen Parameter zur Dimensionierung einer energetischen Verwertungsschiene für die modellierten Szenarien gemäß der Mengenerhebung an Gemüsereststoffen.

| Szenario | Bilanzgrenzen | Gemüse- reststoff- menge [t] | absolute Methanmenge [Nm ³] | absolute Biogasmenge [Nm ³] | Spezifischer Methanertrag mit Gemüsereststoffen als Bezugsgröße [Nm ³ /t] | Spezifischer Bio- gasertrag mit Gemüserest- stoffen als Bezugsgröße [Nm ³ /t FM] | durchschnittlicher TS-Gehalt des Szenarios [%] |
|----------------------------|--|---------------------------------------|---|---|--|--|---|
| Szenario 1 | gesamte Tiroler Eigenproduktion + Importware | 14.537 | 468.684 | 836.935 | 32 | 58 | 11,33 % |
| Szenario 1B | ungenießbarer Anteil-Eigenproduktion + Importware | 6.993 | 206.036 | 367.922 | 29 | 53 | 10,72 % |
| Szenario 2 | ungenießbarer Anteil - Eigenproduktion | 5.829 | 168.491 | 300.878 | 29 | 52 | 10,59 % |
| Szenario 3 | gesamte Eigenproduktion + Importware + Putzverluste | 20.770 | 571.996 | 1.021.422 | 28 | 49 | 10,27 % |
| Szenario 3A = Strategie | ungenießbarer Anteil Eigenproduktion + Importware + Putzverluste | 13.227 | 309.348 | 552.408 | 23 | 42 | 9,34 % |
| Szenario 4A | Kubatur Befragung am Hof Stichprobeabsolut = Mindestmenge Hofanfall | 7.791 | 251.205 | 448.581 | 32 | 58 | 11,33 % |
| Szenario 4B | Kubatur Befragung am Hof Skalierung der Stichprobe auf Tirol = Tiroler Menge Hofanfall | 22.703 | 731.968 | 1.307.086 | 32 | 58 | 11,33 % |

5.2.3 Modellierte Szenarien für die energetische Verwertung

Aufbauen auf den berechneten energetischen Parameter mit **Tabelle 56** auf S.115 werden nachfolgend die zwei unterschiedlichen Nutzungspfade, das BHKW und die Biogasveredelung, dargestellt.

Verstromung und Wärmeerzeugung - Blockheizkraftwerk:

Die Annahmen, die zur Skizzierung des BHKWs verwendet wurden, sind in **Tabelle 57** zusammenfassend dargestellt und entsprechend referenziert. Um die Gemüsereststoffmengen in einer Biogasanlage im kommerziellen Stil darzustellen, wurden die zwei kleinsten Gasmotoren der Firma Innio Jenbacher bilanziert. Abhängig vom Szenario kann das KWK Modul entweder ausschließlich mit Gemüsereststoffen beschickt werden oder es bietet weitere freie Kapazität für alternative Reststoffe aus der Landwirtschaft. Es handelt sich einmal um die Baureihe 2 mit einer elektrischen Leistung von bis zu 330 kW und einmal um die Baureihe 3 mit einer elektrischen Leistung von bis zu 1.067 kW. Der kleinere Gasmotor der Baureihe 2, wird gemäß den Herstellerangaben bereits in Schlitters in Tirol mit dem Biogas aus 12.000 Tonnen Lebensmittelabfällen pro Jahr betrieben und entspricht damit einer vergleichbaren Größenordnung. Hinsichtlich der Wirkungsgrade ergibt sich ein Gesamtwirkungsgrad von 81,0 % - 86,2 %.

Tabelle 57: getroffene Annahmen zur Darstellung der energetischen Verwertung in einem Blockheizkraftwerk

| Parameter | Wert | Datenquelle/Begründung |
|--|-----------------------------|--|
| Energieinhalt Methan | 9,97 kWh | (vgl. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. 2022) |
| Gasmotor (kleineres Modell) Jenbacher Baureihe 2: | | |
| elektrische Leistung: | 249 – 330 kWh | Firma INNIO Jenbacher, Stand (vgl. INNIO Jenbacher GmbH & Co OG 2022a, 2022b) |
| elektrischer Wirkungsgrad: | $W_{ele} = 39,1 \%$ | |
| thermische Leistung: | 266 – 355 kWh | |
| thermischer Wirkungsgrad: | $W_{th} = 41,9 \%$ | |
| Gasmotor (größeres Modell) Jenbacher Baureihe 3 | | |
| elektrische Leistung: | 548 – 1067 kWh | Firma INNIO Jenbacher, Stand (vgl. INNIO Jenbacher GmbH & Co OG 2022a, 2022b) |
| elektrischer Wirkungsgrad: | $W_{ele} = 42,7 \%$ | |
| thermische Leistung: | 530 – 1127 kWh | |
| thermischer Wirkungsgrad: | $W_{th} = 43,5 \%$ | |
| Eigenbedarf an Strom: | 9 % vom erzeugten Strom | Durchschnitt österreichischer Anlagen gemäß Biogas- & Kompostverband |
| Eigenbedarf an Wärme: | 28 % der erzeugten Wärme | Durchschnitt österreichischer Anlagen gemäß Biogas- & Kompostverband |
| Strombedarf Haushalt (Tirol): | 5.547 kWh | berechneter Wert; Division von Tiroler Stromverbrauch in Haushalten durch Anzahl der Tiroler Haushalte: + aus Energieeinsatz der Haushalte, Strom 2021, (vgl. Statistik Austria 2020a) aus Haushaltprognose, 2021 (vgl. Statistik Austria 2023b) |
| Wärmebedarf Haushalt (Tirol): | 19.900 kWh | Annahme durchschnittlicher Wärmebedarf eines Tiroler Haushalts, in Methanäquivalenten |
| Energiepreis (Strom) | 0,21 € / kWh | Annahme langjähriges Mittel |
| Energiepreis (Wärme) | 0,06 € / kWh | Annahme langjähriges Mittel |

Durch Verknüpfung der Daten aus **Tabelle 56** und **Tabelle 57** errechnen sich Energiebilanzen, die sich monetär mit den angenommenen Energiepreisen beziffern lassen (siehe **Tabelle 58**). Im Hinblick auf die strategische Ausrichtung und zur besseren Übersichtlichkeit wird das Szenario 3A quantifiziert und die weiteren Szenarien als Minima und Maxima in Form von Spannweiten dargestellt. Hinsichtlich der Energiekennzahlen beläuft sich die Abweichung auf - 46 % bis + 137 %, bezogen auf das Szenario 3A.

Tabelle 58: Modellierung des energetischen Nutzungspfads im BHKW – Energiebilanzen und monetäre Charakterisierung

| Parameter | Szenario 3A | Spannweite Szenarien | |
|------------------------------------|-------------|----------------------|--------------|
| | | Szenario MIN | Szenario MAX |
| Substratmenge [t] | 13.227 | 5.829 | 22.703 |
| Methanpotential [Nm ³] | 309.348 | 168.491 | 731.968 |
| Energieinhalt [kWh] | 3.084.200 | 1.679.855 | 7.297.721 |
| | | - 46 % | + 137 % |

| Strom-Bilanz | | Wärme-Bilanz | |
|--|-------------|--|-------------|
| | Szenario 3A | | Szenario 3A |
| Strommenge – Output [kWh] bei 39,1% W_ele | 1.205.922 | Wärmemenge - Output [kWh] bei 41,9% W_therm | 1.292.280 |
| Strommenge - Output [kWh] bei 42,7% W_ele | 1.316.953 | Wärmemenge – Output [kWh] bei 43,5% W_therm | 1.341.627 |
| Saldo Strommenge [kWh] bei 39,1% W_ele | 1.097.389 | Saldo Wärmemenge [kWh] bei 41,9% W_therm | 930.441 |
| Saldo Strommenge [kWh] bei 42,7% W_ele | 1.198.427 | Saldo Wärmemenge [kWh] bei 43,5% W_therm | 965.971 |
| Strombed. Haushalte [-] bei 39,1% W_ele | 198 | Wärmebedarf Haushalte [kWh] bei 41,9% W_therm | 47 |
| Strombed. Haushalte [-] bei 42,7% W_ele | 216 | Wärmebedarf Haushalte [kWh] bei 43,5% W_therm | 49 |
| Energiepreise - Strom bei 39,1% W_ele | 230.452 € | Energiepreise - Wärme bei 41,9% W_therm | 55.826 € |
| Energiepreise - Strom bei 42,7% W_ele | 251.670 € | Energiepreise - Wärme bei 43,5% W_therm | 57.958 € |
| Energiepreise - Summe bei 39,1% W_ele, 41,9% W_therm (€) | | | 286.278 € |
| Energiepreise - Summe bei 42,7% W_ele, 43,5% W_therm (€) | | | 309.628 € |

Für Szenario 3A zeigt sich abhängig vom Wirkungsgrad des Gasmotors ein Stromsaldo von rund 1.097 MWh bis 1.198 MWh sowie ein Wärmesaldo von 930 MWh 966 MWh im Falle des KWK-Moduls. In Relation zum durchschnittlichen Strom- und Wärmeverbrauch der Tiroler Haushalte im Jahr

2020/21 wären mit diesen Reststoffen die Bedarfsdeckung von ca. 198 - 216 Haushalte mit Strom sowie von weiteren 47 - 49 Haushalte mit Wärme realisierbar. Monetär könnte mit den angenommenen Energiepreisen rund 285.000 € bis knapp 310.000 € pro Jahr erwirtschaftet werden, die mit den Anlageninvestitionskosten und laufenden Betriebskosten gegenzurechnen wären.

Biomethanerzeugung - Gasveredelung:

In Anbetracht des alternativen energetischen Nutzungspfads – der Biogasveredelung – werden die abweichende getroffenen Annahmen von **Tabelle 57** sowie ergänzende Annahmen tabellarisch zusammenfassend in **Tabelle 59** dargestellt.

Tabelle 59: getroffene abweichende Annahmen zur Darstellung der energetischen Verwertung in einer Gasaufbereitungsanlage im Vergleich zum BHKW

| Parameter | Wert | Datenquelle/Begründung |
|-------------------------------------|--|--|
| Eigenbedarf an Strom: | 15 % vom theoretisch erzeugten Strom mittels BHKW | Erfahrungswert vom Ingenieurbüro AAT für eine landwirtschaftliche Biogasanlage in einer vergleichbaren Größenordnung; (vgl. Johanna Bogner 2022) |
| Eigenbedarf an Wärme: | 16,5 % der theoretisch erzeugten Wärme mittels BHKW | Erfahrungswert vom Ingenieurbüro AAT für eine landwirtschaftliche Biogasanlage in einer vergleichbaren Größenordnung, der zwischen 15 und 18% schwankt: (vgl. Johanna Bogner 2022) |
| Methangehalt im Biogas | 56 % | Methangehalt im Biogas von Gemüseabfällen (vgl. LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2023) |
| Strominput Gasaufbereitung | 0,36 kWh/Nm ³ Biogas | technische Kennzahl des Ingenieurbüros AAT für eine Anlage in der Dimension der Gemüsereststoffszenerarien mit freier Kapazität nach oben. (vgl. Johanna Bogner 2022) |
| Gasaufbereitungsanlage - Auslastung | 95 % | Erfahrungswert vom Ingenieurbüro AAT für die durchschnittliche jährliche Auslastung der Anlage bzw. Betriebsstunden (vgl. Johanna Bogner 2022) |
| Energiepreis Biomethan (Nr1) | - 0,06 € kWh | Annahme, Erdgasersatz – Wärmepreis |
| Energiepreis Biomethan (Nr2) | - 0,10 € kWh | Referenzwert TIGAS |

Hierfür dient primär die Expertise des Ingenieurbüros AAT, die sich professionell mit der Auslegung von Biogasanlagen beschäftigen. Die notwendige Strom- und Wärmezufuhr zur Betreibung der Biogasanlage wird als Prozentwert der theoretisch erzeugbaren Energieform in Form eines BHKWs angegeben. Es wird mit dem Mittelwert des elektrischen und thermischen Wirkungsgrades der zwei exemplarischen Gasmotoren von der Firma Innio Jenbacher gerechnet, um diesen Eigenbedarf an Strom- und Wärmeinput zu beziffern. Zur Gasaufbereitung wird die Membrantechnologie empfohlen, die sich vor allem für kleinere Anlagen in dieser Dimension besonders eigne. Der Stromverbrauch für eine Gasaufbereitungsanlage mit einem Durchsatz von 150 bis 300 Nm³ Biogas/h verbräuche inkl. Kühlung und Gebläse ca. 0,36 kWh/Nm³ Roh-Biogas. Bei einer üblichen Auslastung von 95 % ergeben sich 8.322 Betriebsstunden pro Jahr. (vgl. Johanna Bogner 2022)

Analog zur Veranschaulichung des energetischen Nutzungspfads im BHKW wird der Nutzungspfad der Biomethanaufbereitung gleichermaßen mit **Tabelle 60** dargestellt. Für Szenario 3A, die strategisch Ausrichtung, zeigt sich, dass der Strominput für den Biogaserzeugung aus Gemüsereststoffen sowie die Biogasaufbereitung zu Biomethan in einer ähnlichen Größenordnung zueinanderstehen und in Summe ca. 389 MWh ausmachen. Zur Fermenter-Beheizung sind weitere 217 MWh an Wärme einzubringen, wobei auf der anderen Seite 3.084 MWh an Energieinhalt als Output zu erwarten sind, die im Medium Biomethan gespeichert werden. Mit den 309.348 Nm³ Biogas im Jahr, könnten aus diesen bisher energetisch ungenutzten Reststoffen der Jahresbedarf von 155 Tiroler Haushalten gedeckt werden. Die monetäre Darstellung erfolgt im Vergleich zum BHKW mit zwei unterschiedlichen Erlösen für das produzierte Biomethan - mit 6 Cent und 10 Cent pro kWh, wobei auch höhere Erlöse dieser erneuerbaren Energiequelle denkbar und realistisch seien. Bereits die Steigerung des Biomethanpreis um 4 Cent führt in dieser Bilanzierung zur Verdoppelung des monetären Outputs und beläuft sich auf 213.885 €. Bei einem Biomethanerlös von ca. 13 Cent/kWh wären die jährlichen Erlöse mit jenem des modellierten Optimalfalls des BHKW vergleichbar. Dieses monetäre Saldo wäre für den Realisierungsfall ebenfalls mit den Anlageninvestitionskosten und laufenden Betriebskosten gegenzurechnen.

Tabelle 60: Modellierung des energetischen Nutzungspfads in der Gasaufbereitungsanlage – Energiebilanzen und monetäre Charakterisierung

| Parameter | Szenario 3A | Spannweite Szenarien | |
|------------------------------------|-------------|----------------------|--------------|
| | | Szenario MIN | Szenario MAX |
| Substratmenge [t] | 13.227 | 5.829 | 22.703 |
| Methanpotential [Nm ³] | 309.348 | 168.491 | 731.968 |
| Energieinhalt [kWh] | 3.084.200 | 1.679.855 | 7.297.721 |
| | | - 46 % | + 137 % |

| Strom-Bilanz | | Biomethan-Bilanz | |
|---|-------------|-------------------------------|-------------|
| | Szenario 3A | | Szenario 3A |
| Strommenge – Input [kWh] für landwirtschaftliche Biogasanlage exkl. Gasaufbereitung | 189.216 | Biomethan - Output [kWh] | 3.084.200 |
| Strommenge – Input [kWh] Gasaufbereitung | 198.867 | Methanbedarf Haushalte [-] | 155 |

| Wärme - Bilanz | | Saldo | |
|--|-------------|---|-----------|
| | Szenario 3A | | |
| Wärmemenge - Input [kWh] für Biogasanlage | 217.297 | Energiepreis – Saldo bei 0,06 €/ kWh Biomethan | 90.517 € |
| Energiepreise - Wärme | 13.038 € | Energiepreis – Saldo bei 0,10 €/ kWh Biomethan | 213.885 € |

| Energiepreise | | Energiepreise | |
|---|-------------|--|-------------|
| | Szenario 3A | | Szenario 3A |
| Strommenge – Input [kWh] landwirtschaftliche Biogasanlage inkl. Gasaufbereitung | 388.083 | Energiepreise - Biomethan bei 0,06 €/ kWh | 185.052 € |
| Energiepreise - Strom | 81.497 € | Energiepreise - Biomethan bei 0,10 €/ kWh | 308.420 € |

Gärrest (unbehandelt)

Neben der energetischen Nutzung fallen Nebenprodukte an, die mittels vereinfachter stoffliche Bilanzierung gemäß der beschriebenen Methode quantifiziert werden. Unter Anwendung der Normdichten (0,717 kg/Nm³ bei CO₂; 1,977 kg/Nm³ bei CH₄) berechnen sich die Output-Mengen, die in **Tabelle 61** zusammenfassend dargestellt und charakterisiert sind. Im Vergleich zu den Inputmengen ergibt sich daraus eine Massenreduktion um 5,31 % bis 7,32 %. Für die angestrebte Verwertungsstrategie, entsprechend Szenario 3A, ergibt sich beispielhaft aus dem Input von 13.227 t Gemüsereststoffen mit 9,34 % TS ein Gärrestaufkommen von 12.525 t mit einer 4,26 % TS.

Tabelle 61: vereinfachte Stoffbilanz der szenarienspezifischen Gemüsereststoffmengen in einer Biogasanlage mit Input- und Outputmengen

| Parameter | | Szenario Nr 1 | Szenario Nr 1B | Szenario Nr 2 | Szenario Nr 3 | Szenario Nr 3A | Szenario Nr 4A | Szenario Nr 4B |
|-----------|---|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Input | Gemüsereststoffmengen Input [t] | 14.537 | 6.993 | 5.829 | 20.770 | 13.227 | 7.791 | 22.703 |
| | durchschnittlicher TS-Gehalt Input [-] | 11,33 % | 10,72 % | 10,59 % | 10,27 % | 9,34 % | 11,33 % | 11,33 % |
| Output | gasförmiger Output CH ₄ [t] | 336 | 148 | 121 | 410 | 222 | 180 | 525 |
| | gasförmiger Output CO ₂ [t] | 728 | 320 | 262 | 888 | 480 | 390 | 1.137 |
| | fester Output [t] | 13.473 | 6.526 | 5.446 | 19.472 | 12.525 | 7.221 | 21.041 |
| | durchschnittlicher TS-Gehalt Output [-] | 4,33 % | 4,32 % | 4,31 % | 4,29 % | 4,26 % | 4,33 % | 4,33 % |

5.2.4 Modellierte Szenarien für die kaskadische Verwertung

Die kaskadische Nutzung liegt den gleichen Energiebilanzen- und Stoffbilanzen zugrunde, wie die energetische Nutzung, zusammenfassend beschrieben im Vorkapitel. Im Unterschied zur rein energetischen Nutzung erfolgt bei der kaskadischen Nutzung eine anschließende Kompostierung des Gärrests. Zu diesem Zwecke erfolgt die Prozessierung des Gärrests in Form der Entwässerung. Dies führt zur weiteren Massenreduktion und wird mit den in der Methodik umfassend beschriebenen Ziel TS-Gehalten modelliert. Für die erste Variante wird ein Ziel TS-Gehalt des festen Gärrests von 9,34 % bis 11,33 % sowie ein Ziel TS-Gehalt vom flüssigen Gärrest von 2,5 % angestrebt. Damit soll der Gärrest ersatzweise für die Gemüsereststoffe mit dem ursprünglichen TS-Gehalt der Gemüsereststoffe in Form eines festen Gärrests in die Kompostierung eingebracht werden kann. Unter Anwendung des linearen Gleichungssystemen wird die szenarienspezifische Bilanzierung des resultierenden festen und flüssigen Gärrests für die erste Variante mit **Tabelle 62** dargestellt. Für die zweite Variante mit höheren Ziel-TS-Gehalten im festen Gärrest und alternativer Kompostmientenzusammensetzung erfolgt die zusammenfassende Darstellung und Aufteilung der Fraktionen mit **Tabelle 63**.

Diese tabellarischen Darstellungen zeigen, wieviel Output an festen Gärrest bei den entsprechenden Varianten mit unterschiedlichen Ziel-TS Gehalten bei den unterschiedlichen Szenarien generiert werden. Beispielhaft wird für das Szenario 3A aus 12.525 t Gärrest à 4,26 % TS mit Variante 1 (V1) eine feste Gärrestmenge von 3.217 t à 9,34 % TS, sowie eine flüssige Fraktion von 9.308 t à 2,5 % bilanziert.

Tabelle 62: Bilanzielle Darstellung der Entwässerung des Gärrests auf einen szenarienspezifischen originären TS Gehalt der Gemüsereststoffe, entsprechend Variante 1 (V1)

| Parameter | | Szenario Nr 1 | Szenario Nr 1B | Szenario Nr 2 | Szenario Nr 3 | Szenario Nr 3A | Szenario Nr 4A | Szenario Nr 4B |
|-----------|-----------------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Input | Gärrestmenge ungepresst [t] | 13.473 | 6.526 | 5.446 | 19.472 | 12.525 | 7.221 | 21.041 |
| | TS-Gehalt [-] | 4,33 % | 4,32 % | 4,31 % | 4,29 % | 4,26 % | 4,33 % | 4,33 % |
| Output V1 | fester Gärrest [t] | 2.791 | 1.443 | 1.221 | 4.478 | 3.217 | 1.496 | 4.359 |
| | Ziel TS-Gehalt [-] | 11,33 % | 10,72 % | 10,59 % | 10,27 % | 9,34 % | 11,33 % | 11,33 % |
| | flüssiger Gärrest [t] | 10.682 | 5.083 | 4.225 | 14.994 | 9.308 | 5.725 | 16.682 |
| | Ziel TS-Gehalt [-] | 2,5 % | 2,5 % | 2,5 % | 2,5 % | 2,5 % | 2,5 % | 2,5 % |

Tabelle 63: Bilanzielle Darstellung der Entwässerung des Gärrests auf drei ausgewählte Verhältnisse hinsichtlich der Verteilung der Trockensubstanz im festen und flüssigen Gärrest, entsprechend Variante 2 (V2-A,B,C)

| Parameter | | Szenario Nr 1 | Szenario Nr 1B | Szenario Nr 2 | Szenario Nr 3 | Szenario Nr 3A | Szenario Nr 4A | Szenario Nr 4B |
|-------------|---|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Input | Gärrestmenge ungepresst [t] | 13.473 | 6.526 | 5.446 | 19.472 | 12.525 | 7.221 | 21.041 |
| | TS-Gehalt [-] | 4,33 % | 4,32 % | 4,31 % | 4,29 % | 4,26 % | 4,33 % | 4,33 % |
| Output V2-A | fester Gärrest mit Ziel TS von 16,5 % [t] | 1.327 | 637 | 530 | 1.857 | 1.166 | 711 | 2.072 |
| | flüssiger Gärrest mit Ziel TS von 3,0 % [t] | 12.146 | 5.889 | 4.916 | 17.615 | 11.358 | 6.510 | 18.969 |
| Output V2-B | fester Gärrest mit Ziel TS von 24,5 % [t] | 1.120 | 539 | 449 | 1.582 | 1.000 | 601 | 1.750 |
| | flüssiger Gärrest mit Ziel TS von 2,5 % [t] | 12.352 | 5.987 | 4.997 | 17.890 | 11.524 | 6.621 | 19.291 |
| Output V2-C | fester Gärrest mit Ziel TS von 35,6 % [t] | 745 | 358 | 299 | 1.051 | 665 | 399 | 1.163 |
| | flüssiger Gärrest mit Ziel TS von 2,5 % [t] | 12.728 | 6.167 | 5.148 | 18.420 | 11.860 | 6.822 | 19.878 |

Demgegenüber steht die alternative Kompostmietenkomposition entsprechend Variante 2 mit drei unterschiedlichen Ziel-TS Gehalten und einer stärkeren Entwässerung im Vergleich zu Variante 1. Für Szenario 3A ergibt sich hierdurch ein Output an festen Gärrest von 665 t à 35,6 % TS bis 1.166 t à 16,5 % TS. Die geringere Outputmenge an festem Gärrest bedingt zwangsläufig die Erhöhung der Outputmengen an flüssigem Gärrest mit einer Schwankungsbreite von 11.358 t bis 11.860 t.

Der feste Gärrest gilt damit als wesentliche Eingangsgröße in die Kompostierung, die in Anlehnung an die stoffliche Verwertungsstrategie konzipiert wurde. Abweichungen davon lassen sich primär auf die Kompostmietenkomposition und die abweichende TS-Zusammensetzung des Gärrests im Vergleich zu den Gemüsereststoffen zusammenfassen.

Analog zur Beschreibung bei der rein stofflichen Verwertung wird auch für die kaskadische Verwertungsstrategie die Kompostmietenkomposition sowie die zu erwartenden Outputmengen tabellarisch dargestellt. Dies erfolgt für Variante 1 mit **Tabelle 64** sowie für Variante 2 (V2-A, V2-B, V2-C) mit **Tabelle 65**. Hinsichtlich der szenarienspezifischen TS-Gehalte der Gemüsereststoffe erfolgt hier die beispielhafte Darstellung der Referenzkompostmiete des Verwertungsszenarios 3A.

Für Variante 1 zeigt sich eine zu erwartende Outputmenge von 22,9 t (FM) bzw. 11,1 t (TS) an Kompost pro Referenz-Kompostmiete. Hinsichtlich der weiteren Szenarien ist für diese Variante eine Spannweite von 22,9 bis 23,3 t (FM) bzw. 11,1 bis 11,3 t (TS) an Outputmaterial zu rechnen. Bei Variante 2 der alternativen Kompostmietenkomposition sind höhere Outputmengen zu erwarten, die sich von 36,5 – 45,6 t (FM) bzw. 17,8 – 22,4 t (TS) erstrecken. Obwohl mit 265,5 m³ die gleiche Kubatur wie bei der Gemüsereststoffmiete dimensioniert wurde, ist die zu erwartende Schüttdichte des gepressten Gärrests im Vergleich wesentlich höher. Dementsprechend charakterisiert sich diese Alternative mit mehr Input sowie auch mehr Output. **Tabelle 66** bildet die weiteren wesentlichen Kompostmietenparameter für Variante 1 und Variante 2 (V2-A, V2-B, V2-C) der Gärrest-Kompostierung im Rahmen der kaskadischen Nutzung ab. Auf Grundlage dieser Charakterisierung lassen sich die Szenarien dieser kaskadischen Verwertung im Rahmen des stofflichen Nutzungspfads skalieren und mit **Tabelle 67** zusammenfassend für beide Varianten abbilden.

Tabelle 64: Darstellung der Input- und zu erwartenden Outputmengen der Referenzkompostmiete mit Gärrest (=Variante 1) bei kaskadischem Nutzungspfad am Beispiel von Szenario 3A

| | Parameter | Inputmengen [kg] | |
|--------------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Gemüsereststoffe m_1 | $m_{input (FM) 1}$ | 23.477 | |
| Kuhmist m_2 | $m_{input (FM) 2}$ | 32.787 | |
| Pflanzkohle m_3 | $m_{input (FM) 3}$ | 4.167 | |
| Strukturmaterial m_4 * | $m_{input (FM) 4}$ * | 45.438 * | |
| Summe | | 105.869 | |
| | | Variante 1 – Outputmengen [kg] | Variante 2 – Outputmengen [kg] |
| Gemüsereststoffe m_1 | $m_{output (FM) 1}$ | 7.908 | $m_{output (TS) 1}$ 1.809 |
| Kuhmist m_2 | $m_{output (FM) 2}$ | 11.044 | $m_{output (TS) 2}$ 6.103 |
| Pflanzkohle m_3 | $m_{output (FM) 3}$ | 4.167 | $m_{output (TS) 3}$ 3.125 |
| Summe | $m_{output (FM)}$ | 23.119 | $m_{output (TS)}$ 11.037 |
| Summe | $m_{output (TS)}$ | 11.250 | $m_{output (FM)}$ 22.681 |
| Mittelwert FM | | 22.900 | |
| Mittelwert TS | | 11.143 | |

* bei vereinfachten Annahmen gemäß der beschriebenen Methodik nicht als Rotteverlust berücksichtigt

Tabelle 65: Darstellung der Input- und zu erwartenden Outputmengen der Referenzkompostmieten mit Gärrest (=Variante 2; V2-A, V2-B, V2-C) bei kaskadischem Nutzungspfad am Beispiel von Szenario 3A

| | Parameter | | Inputmengen [kg] | | | |
|--------------------------|--------------------------------|--------|--------------------------------|--------|--------|--------|
| Gärreste m_1 | $m_{input (FM) 1}$ | | 59.766 | | | |
| Kuhmist m_2 | $m_{input (FM) 2}$ | | 34.836 | | | |
| Pflanzkohle m_3 | $m_{input (FM) 3}$ | | 4.427 | | | |
| Strukturmaterial m_4 * | $m_{input (FM) 4}$ * | | 42.914 * | | | |
| Summe | | | 141.943 | | | |
| | Variante 1 – Outputmengen [kg] | | Variante 2 – Outputmengen [kg] | | | |
| | | | V2-A | V2-B | V2-C | |
| Gärreste m_1 | $m_{output (FM)}$ | 20.132 | $m_{output (TS) 1}$ | 8.135 | 12.079 | 17.256 |
| Kuhmist m_2 | $m_{output (FM)}$ | 11.734 | $m_{output (TS) 2}$ | 6.484 | 6.484 | 6.484 |
| Pflanzkohle m_3 | $m_{output (FM)}$ | 4.427 | $m_{output (TS) 3}$ | 3.320 | 3.320 | 3.320 |
| Summe | $m_{output (FM)}$ | 36.293 | $m_{output (TS)}$ | 17.939 | 21.884 | 27.061 |
| Summe | $m_{output (TS)}$ | 17.660 | $m_{output (FM)}$ | 36.867 | 44.973 | 55.612 |
| Mittelwert FM (V2-A,B,C) | | | 36.580 | 40.633 | 45.952 | |
| Mittelwert TS (V2-A,B,C) | | | 17.800 | 19.772 | 22.360 | |

* bei vereinfachten Annahmen gemäß der beschriebenen Methodik nicht als Rotteverlust berücksichtigt

Tabelle 66: Überblick der wesentlichen Kompostmietenparameter zur Skalierung der modellierten Gemüsereststoffszenarien auf Grundlage des prozessierten Gärrests in Form des stofflichen Nutzungspfad

| Parameter von einer Referenzmiete | Variante 1 | | Variante 2 |
|---|--------------------------|---|--------------------------------|
| | Szenario 3A (11,09 % TS) | weitere Szenarien (9,34 % - 11,33 % TS) | Szenario 3A (16,5 – 35,6 % TS) |
| Gärreststoff-INPUT pro Miete - FM | 23,5 t | 23,5 t | 59,8 t |
| Output pro Miete - FM | 22,9 t | 22,9 – 23,3 t | 36,6 – 46,0 t |
| Output pro Miete - TS | 11,1 t | 11,1 – 11,3 t | 17,8 – 22,4 t |
| Flächenversorgung gemäß Ausbringungserlaubnis | 1,39 ha | 1,39 - 1,42 ha | 2,22 - 2,80 ha |
| entsprechend Versorgungsgrad Tirol * | 0,12 % | 0,12 % | 0,19 % - 0,23 % |
| CO ₂ -Sequestrierung pro Miete | 7,56 t | 7,56 t | 8,05 t |
| CO ₂ -Sequestrierung pro Fläche | 5,44 t.ha ⁻¹ | 5,35 – 5,44 t.ha ⁻¹ | 2,88 – 3,62 t.ha ⁻¹ |
| Kohlenstoffeintrag pro Fläche | 1,94 t | 1,91 - 1,94 t.ha ⁻¹ | 1,03 – 1,30 t.ha ⁻¹ |

Tabelle 67: Modellierte Kennzahlen zum kaskadischen Nutzungspfad in Abhängigkeit der szenarienspezifischen Gärreststoffmengen anhand von zwei unterschiedlichen Kompostmietenkompositionen, entsprechend Variante 1 für alle Szenarien und Variante 2 (V2-A, V2-B, V2-C) für Szenario 3A

| | Variante 1 | | | | | | Variante 2 | | | |
|---|------------|-------------------------|------------------------|------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Szenario 1 | Szenario 1B (= Minimum) | Szenario 2 (= Minimum) | Szenario 3 | Szenario 3A (= Strategie) | Szenario 4A (= Maximum) | Szenario 4B (= Maximum) | Szenario 3A (= Strategie) | Szenario 3A (= Strategie) | Szenario 3A (= Strategie) |
| Gärrest-TS | 11,33% | 10,72% | 10,59% | 10,27% | 9,34% | 11,33% | 11,33% | 16,5% | 24,5% | 35,6% |
| Gärrestmengen - gepresst [t] | 2.791 | 1.443 | 1.221 | 4.478 | 3.217 | 1.496 | 4.359 | 1.166 | 1.000 | 665 |
| Anzahl der Mieten [-] | 119 | 61 | 52 | 191 | 137 | 64 | 186 | 20 | 17 | 11 |
| Outputmenge - FM [t] | 2.769 | 1.424 | 1.204 | 4.403 | 3.138 | 1.484 | 4.325 | 714 | 680 | 511 |
| Outputmenge - TS [t] | 1.348 | 693 | 586 | 2.143 | 1.527 | 722 | 2.105 | 347 | 331 | 249 |
| Flächenversorgung mit Kompost [ha] | 168 | 87 | 73 | 268 | 191 | 90 | 263 | 43 | 41 | 31 |
| Selbstversorgungsgrad mit Kompost für Gemüseflächen [-] | 14 % | 7 % | 6 % | 22 % | 16 % | 8 % | 22 % | 4 % | 3 % | 3 % |
| Kompostierfläche [m ²] | 6.172 | 3.191 | 2.700 | 9.904 | 7.115 | 3.308 | 9.639 | 1.013 | 869 | 578 |
| Kompostierfläche [ha] | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 1,0 | 0,7 | 0,3 | 1,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Kompostierfläche inkl. Manipulationsfläche [ha] | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 1,1 | 0,8 | 0,4 | 1,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| CO ₂ -Sequestrierung [t·ha ⁻¹] | 5,487 | 5,509 | 5,513 | 5,525 | 5,558 | 5,487 | 5,487 | 3,619 | 3,258 | 2,880 |
| C - Eintrag (t/ha) | 1,960 | 1,967 | 1,969 | 1,973 | 1,985 | 1,960 | 1,960 | 1,292 | 1,163 | 1,029 |

Neben dem energetischen Nutzungspotential der Gemüsereststoffe ergibt sich somit erweitert durch die anschließende stoffliche Nutzung für Variante 1 eine Kompostmenge von 3.138 t (FM) bzw. 1.527 t (TS) für das Verwertungsszenario 3A. Damit könnten 16 % der erlaubten jährlichen Ausbringungsmenge an Kompost auf den Tiroler Gemüseflächen durch die eigenen Gemüsereststoffe gedeckt werden, wobei eine Fläche von 0,8 ha hierfür bereitzustellen wäre. Durch die eingebrachte Pflanzenkohle könnten damit umgerechnet 1.038 t CO₂ auf den Gemüsefeldern sequestriert werden. Im Vergleich dazu ergibt sich für die Skalierung des Verwertungsszenarios 3A im Rahmen der Variante 2 bzw. der Subvarianten V-2A, V-2B, V-2C ein geringerer Output an Kompost mit 511 t (FM) bis 714 t (FM). Der konzentriertere Einsatz in der Gärrestkompostierung bedeutet in weiterer Folge auch ein geringerer Flächenbedarf zur Realisierung des Vorhabens.

Darüber hinaus erfolgt die vereinfachte monetäre Darstellung der zwei Varianten im Rahmen der kaskadischen Nutzung mit **Tabelle 68**. Die getroffenen Annahmen sind vergleichbar mit der reinen stofflichen Verwertung (siehe **Tabelle 49 auf S.101**). Anpassungen erfolgten primär auf Grundlage der abweichenden Mengenverhältnisse der jeweiligen Referenzmieten. Es wurde zudem angenommen, dass sowohl der TS des kompostierten Gärrests, sowie auch der Stickstoffgehalt, vergleichbar mit den Analyseergebnissen der kompostierten Gemüsereststoffe ist. Im Vergleich zur reinen stofflichen Nutzung ergibt sich bei der Gärrestkompostierung gemäß Variante 1 ein unverändertes Bild pro Referenzmiete. Abweichend davon stellt sich Variante 2 pro Referenzmiete kostenintensiver dar. Bezogen auf die Tonne Kompost an Outputmaterial relativiert sich das Ergebnis mit zunehmendem Ziel-TS-Gehalt des Gärrests.

Tabelle 68: Monetäre Darstellung der kaskadischen Verwertungsstrategie aus der Perspektive einer von der Landwirtschaft beauftragten Kompostierung

| Parameter | Wert pro Referenzmiete Variante 1 | Wert pro Referenzmiete Variante 2 |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Gärreststoffe | 0 € | 0 € |
| Kuhmist | - 277 € | - 277 € |
| Pflanzenkohle | - 2.318 € | - € 2.463 |
| Strukturmaterial | + 2.499 € | + 2.360 € |
| Betriebung Kompostieranlage | - 2.329 € | - 3.123 € |
| CO ₂ - Sequestrierung | + 1.515 € | + 1.610 € |
| Saldo | - 910 € / Miete | - 1.893 € / Miete |

| Parameter | Wert pro Tonne Kompost Variante 1 | Wert pro Tonne Kompost Variante 2-A | Wert pro Tonne Kompost Variante 2-B | Wert pro Tonne Kompost Variante 2-C |
|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Saldo | - 40 € / t Kompost | - 52 € / t Kompost | - 47 € / t Kompost | - 41 € / t Kompost |
| Erlöse aus N-Gehalt | + 23 € / t Kompost | + 23 € / t Kompost | + 23 € / t Kompost | + 23 € / t Kompost |
| Saldo (inkl. Erlös durch N-Gehalt) | - 17 € / t Kompost | - 29 € / t Kompost | - 24 € / t Kompost | - 18 € / t Kompost |

In Anbetracht dessen, dass die Kompostierung mit Kosten verbunden ist und für Variante 2 weniger Referenzmieten notwendig wären, als für Variante 1, würde die letztere in Form der Szenarios kostenintensiver abschneiden. Die Gesamtkosten der Kompostierung im Rahmen der kaskadischen Nutzung sind gemäß Variante 1 für alle Szenarien in **Tabelle 69** und gemäß Variante 2 für Szenario 3A in **Tabelle 70** abgebildet. Zur Realisierung der ergänzenden stofflichen Verwertung der mit Szenario 3A bilanzierten Mengen gemäß Variante 1 wäre ein Aufwand von 124.716 € bzw. 52.484 € bei gegenrechenbaren Düngerwert aufzuwenden. Damit würde neben der energetischen Verwertung der Gemüsereststoffe zu Strom und Wärme oder der Biomethan-Erzeugung die zusätzliche Veredelung der Reststoffe zu 3.138 t regional erzeugbaren Tiroler Kompost unterstützt werden. Darüber hinaus könnte durch die Einbringung der Pflanzenkohle auf die Äcker ergänzend CO₂ lokal sequestriert werden. Es könnten darüber hinaus 4.493 t überschüssiger Kuhmist sowie 6.226 t überschüssiges Strukturmaterial im Rahmen dieses Kreislaufes verwertet und damit einer stofflichen Endnutzung zugeführt werden.

Tabelle 69: Monetäre Darstellung der Szenarien bei der kaskadischen Verwertungsstrategie – Variante 1

| Parameter | Szenario Nr 1 | Szenario Nr 1B | Szenario Nr 2 | Szenario Nr 3 | Szenario Nr 3A | Szenario Nr 4A | Szenario Nr 4B |
|------------------------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Saldo | -108.191 € | -55.941 € | -47.333 € | -173.604 € | -124.716 € | -57.988 € | -168.968 € |
| Erlöse aus N-Gehalt | 63.746 € | 32.787 € | 27.712 € | 101.360 € | 72.232 € | 34.166 € | 99.555 € |
| Saldo (inkl. Erlös durch N-Gehalt) | -44.445 € | -23.154 € | -19.620 € | -72.245 € | -52.484 € | -23.822 € | -69.413 € |

Das Kompostmietensetup von Variante 2 empfiehlt sich mit 36.938 € bis 9.290 € an Investitionssumme demnach, wenn weniger Geld und Fläche zur Realisierung des Vorhabens zur Verfügung und die resultierende Kompostmenge nicht im Vordergrund steht. Im Gegensatz zur Variante 1 werden aufgrund der reduzierten Kompostmietenanzahl damit auch geringere Mengen an Kuhmist und Strukturmaterial benötigt bzw. über diese Schiene verwertbar.

Tabelle 70: Monetäre Darstellung der Szenarien bei der kaskadischen Verwertungsstrategie – Variante 2 (V2-A, V2-B, V2-C)

| Parameter | Szenario 3A Variante 2-A | Szenario 3A Variante 2-B | Szenario 3A Variante 2-C |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Saldo | -36.938 € | -31.681 € | -21.057 € |
| Erlöse aus N-Gehalt | 16.432 € | 15.655 € | 11.768 € |
| Saldo (inkl. Erlös durch N-Gehalt) | -20.506 € | -16.026 € | -9.290 € |

5.3 DISKUSSION

Zusammenfassend konnte das energetische Potential der Gemüsereststoffe sowohl literarisch als auch experimentell bestätigt werden. Darauf basierend konnten die Szenarien skaliert und modelliert werden. Hierzu wurden zahlreiche Annahmen getroffen, die im Realisierungsfall nochmals mit den aktuellen politischen Entwicklungen sowie den Entwicklungen am Energiemarkt abgeglichen werden müssten. Hinsichtlich einer Realisierung wäre zudem das festgestellte Schaumbildungspotential von einzelnen Gemüsekulturen näher zu untersuchen und prozesstechnologisch bzw. verfahrenstechnisch zu beherrschen. Abschließend wird der Vergleich der kaskadischen Nutzung mit der rein stofflichen Nutzung noch diskutiert.

5.3.1 Vergleich der Verwertungspfade

Vergleicht man zusammenfassend die kaskadische Nutzung (vgl. **Tabelle 67**) mit der reinen stofflichen Nutzung (vgl. **Tabelle 48**), so wären anstelle von 563 Mieten nur noch 137 Mieten zu kompostieren. Demnach würde bei der kaskadischen Nutzung weniger Fläche zur Realisierung beansprucht werden, aber auch weniger Kompost als Output produziert werden. Die theoretische Selbstversorgung mit Kompost im Tiroler Gemüsebau würde demnach von 64 % auf 16 % sinken.

Der Kompostanwendung werden viele positive Eigenschaften, wie beispielsweise dem Erhalt oder gar die Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und Wasserspeicherfähigkeit, zugeschrieben. Gemäß den Interviews aus der Akzeptanzanalyse der Referenzlandwirt:innen bestehe vor allem auf den Gemüsefeldern, die nach biologischen Anbausystem bewirtschaftet werden, Bedarf und Interesse an der Kompostanwendung. Doch auch im konventionellen Anbausystem sei dies in Tirol übliche Praxis, wobei gemäß den Aussagen eines Referenzlandwirts der Stickstoffgehalt nebensächlich sei und die Humusbildung im Vordergrund stehe. Das Interesse an der Kompostanwendung und -produktion aus landwirtschaftlichen Nebenströmen seitens der Tiroler Landwirt:innen bestätigt sich auch im Rahmen der Realisierung und Resonanz zum Pilotversuch am Haller Häckselplatz.

Auf Grundlage des realen Bedarfs der Landwirt:innen und der räumlichen sowie monetären Rahmenbedingungen empfiehlt sich entweder die rein stoffliche Nutzung oder die kaskadische Nutzung für die Gemüsereststoffe. Im Gegensatz zur rein energetischen Nutzung kann mit der kaskadischen Nutzung die Ausbeute des Rohstoffes gesteigert sowie die Stoffnebenströme im Sinne der Kreislaufwirtschaft verwertet werden.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Die **wiederkehrende mediale Präsenz** der zum Teil noch genießbaren Gemüsereststoffe auf den Feldern im Ballungsgebiet von Innsbruck war initial für die Formulierung des Projekts „VerStraGem“. Die Abkürzung steht für „**Verwertungsstrategie von Gemüsereststoffen im Tiroler Kontext**“ und beschreibt ein Projekt, das sich zum Ziel gesetzt hat die zuvor noch unbekanntenen Mengen dieser Reststoffe für Tirol zu erheben und daraus Verwertungsstrategien abzuleiten. Unter wissenschaftlicher Leitung und Durchführung durch das Management Center Innsbruck wurde dieses Ziel gemeinsam mit den Projektpartnern innerhalb der zweijährigen **Projektlaufzeit von 2021-2022** verfolgt. Neben dem MCI umfasst das **Projektkonsortiums** den Verein der Tiroler Gemüsebauern, der Landwirtschaftskammer Tirol, der Abfall-Tirol-Mitte GmbH (ATM), der Agrarmarketing Tirol GmbH (AMT) sowie der TIGAS-Erdgas Tirol GmbH. Mit diesem breit aufgestellten Konsortium sind sowohl die Produzenten der Gemüsereststoffe, sowie auch die Interessenparteien bzw. Experten zu den möglichen Verwertungspfaden vertreten. Neben der **direkten Verwertung als Lebensmittel** wurde auch die stoffliche Verwertung in Form der **Kompostierung** sowie die **energetische Verwertung** in Form der Biogaserzeugung näher beleuchtet und modellhaft abgebildet.

Begrifflich werden im Rahmen dieses Projekts **Gemüsereststoffe** als genießbare sowie auch ungenießbare Bestandteile des Gemüses inkl. Kartoffeln, die bei der Feld- und Hofsortierung anfallen, zusammengefasst. Der Begriff umfasst Ware, welche aufgrund unterschiedlichster Gründe nicht geerntet wird und direkt am Feld verbleibt oder im Falle einer Vollernte am Hof erst aussortiert wird. Zudem umfasst dieser Begriff Putzverluste, die notwendig sind, um die Ware in einen marktüblichen Zustand zu überführen. Bei der Hofsortierung können darüber hinaus noch Lagerverluste anfallen, die ebenfalls in diese Definition fallen. Basierend auf dieser Begrifflichkeit wurden **mehrere Ansätze zur Erhebung des realen Aufkommens in Tirol** verfolgt. In Abhängigkeit der variierenden Bilanzgrenzen der Erhebungsmodi wurden isolierte Szenarien zum Gemüsereststoffaufkommen in Tirol modelliert. Die Vorgehensweise der **Erhebung und Modellierung der Szenarien** sowie deren **Bezifferung** wird nachfolgend zusammenfassend dargestellt.

Mengenerhebung und Modellierung des Gemüsereststoffaufkommens

Der detaillierteste Befragungsansatz skizziert das Szenario 1, bzw. die Subszenarien 1A und 1B, die sich anhand des genießbaren und ungenießbaren Anteils differenzieren. Die Erhebung der Primärdaten erfolgte hierbei durch Befragung von **ausgewählten Referenzlandwirten** im Gemüsehauptanbaugebiet von Tirol. 8 Referenzlandwirt:innen konnten mittels standardisierten Fragebogen u.a. hinsichtlich deren Erntemengen, kulturspezifischen Verlusten in Form von Gemüsereststoffen sowie hinsichtlich des genießbaren Anteils, zum **Referenzjahr 2020**, befragt werden. Darunter fanden sich auch die zwei größten Gemüseproduzenten von Tirol, für diese eine Vollerhebung realisiert werden konnte. Bei den weiteren Referenzlandwirt:innen wurde die Teilerhebung in Form der Hauptkulturen priorisiert. Die von Statistik Austria publizierten **Erntemengen** für Tirol des Referenzjahres 2020 wurden zunächst anhand der Hochrechnung der zwei größten Referenzlandwirt:innen erfolgreich **verifiziert** und wurden damit als Grundlage zur Modellbildung der Gemüsereststoffmengen herangezogen. Die erhobenen **kulturspezifischen Gemüsereststoffmengen** wurden demnach in Relation zu den kulturspezifischen Erntemengen gesetzt und daraus Prozentsätze zu Modellierungszwecken erzielt. Neben dem Befragungsansatz wurden auch Feld- und Hofsortierungen von ausgewählten Kulturen begleitet und ebenfalls als Prozentwert zu Modellierungszwecken dargestellt. Die kulturspezifischen Prozentwerte wurden in weiterer Folge gewichtet gemittelt und abschließend mit den kulturspezifischen Erntemengen von Statistik Austria multipliziert. Kulturspezifische Datenlücken wurden durch

Sekundärdaten und Mittelwerte vervollständigt, und damit die tirolweiten Gemüsereststoffmengen berechenbar. Dem ergänzt wurden zusätzlich die modellierten Gemüsereststoffe aus **Importware** für Tirol, die als ungenießbarer Anteil gewertet wurden. Die gebildete Summe wurde in weiterer Folge mit Sekundärdaten aus den Versorgungsbilanzen verifiziert und beziffert sich auf **14.537 t** Gemüsereststoffen – stellvertretend für **Szenario 1**.

Das **Subszenario 1A** quantifiziert sich mit **7.544 t** und steht für den **genießbaren Anteil**, während das Subszenario 1B mit 6.993 t den ungenießbaren Anteil repräsentiert. Im Hinblick auf die unterschiedliche Verfügbarkeit der Gemüsereststoffe wird darüber hinaus der ungenießbare Anteil aus der Tiroler Primärproduktion, exkl. der Importware, als isoliertes Szenario (Szenario 2) skizziert. Das Szenario 2 beziffert sich hierbei mit 5.829 t Gemüsereststoffen im besagten Referenzzeitraum. Hinsichtlich der Begriffsdefinition wurden bei diesen Modellierungen die durch Interviews aufgenommenen Putzverluste herausgefiltert, da diese nur vereinzelt abgeschätzt werden konnten. Diese wurden dann in ein eigenes Szenario mitaufgenommen, wobei hierbei die wesentlichen Kulturen in Tirol, die zur Kubatur beitragen, identifiziert und in weiterer Folge durch Interviews und die begleitete Feld- und Hofsortierung quantifiziert wurde. Werden diese modellierten Putzverluste zum Szenario 1 ergänzt, so beziffert sich das modellierte Gemüsereststoffaufkommen für Tirol auf 20.771 t mit Szenario 3. Abzüglich dem genießbaren Anteil der Tiroler Primärproduktion errechnet sich die ungenießbare Gemüsereststoffmenge von **13.227 t** mit **Szenario 3A**.

MODELLIERUNG DER GEMÜSERESTSTOFF-SZENARIEN

| Szenario | Beschreibung | genießbar | ungenießbar |
|-------------|--|-----------|-------------|
| Szenario 1 | gesamte Tiroler Eigenproduktion + Importware | 14.537 t | |
| Szenario 1A | genießbarer Anteil - Eigenproduktion | 7.544 t | - |
| Szenario 1B | ungenießbarer Anteil - Eigenproduktion + Importware | - | 6.993 t |
| Szenario 2 | ungenießbarer Anteil - Eigenproduktion | - | 5.829 t |
| Szenario 3 | gesamte Eigenproduktion + Importware + Putzverluste | 20.770 t | |
| Szenario 3A | ungenießbarer Anteil Eigenproduktion + Importware + Putzverluste | - | 13.227 t |
| Szenario 4A | Kubatur Befragung am Hof Stichprobe absolut = Mindestmenge Hofanfall | 7.791 t | |
| Szenario 4B | Kubatur Befragung am Hof Skalierung der Stichprobe auf Tirol = Tiroler Menge Hofanfall | 22.703 t | |

Abbildung 31: Zusammenfassung der Gemüsereststoffszenarien

Abweichend davon wurde ein alternativer Befragungsansatz verfolgt, indem die durchschnittliche jährliche Kubatur des Hofanfalls der Referenzlandwirt:innen als Gemüsereststoff-Gesamtaufkommen erhoben wurde. Dies basiert primär auf der Hochrechnung der durchschnittlichen Tages- bzw. Wochenwerten, zu diesen Schätzungen abgegeben wurden, die dann in weiterer Folge von m³ in t über einen Praxiswert umgerechnet wurden. Die erhobene Stichprobe widerspiegelt damit Szenario 4A mit 7.791 t, während die Skalierung über die Fläche für Tirol Szenario 4B mit 22.703 t skizziert. Diese Werte fügen sich ins Bild der anderen Erhebungsmodi und sind mit **Abbildung 31** gegenübergestellt.

Die Ableitung einer Strategie ausgehend von den Szenarien erfolgte unter Anbetracht der Hierarchie zur Nutzung der Lebensmittel bzw. Lebensmittelabfälle gemäß der bundesweiten Strategie zur Vermeidung von Lebensmittelabfällen. Einerseits wurden die modellierten lebensmitteltauglichen Gemüsereststoffe, entsprechend **Szenario 1A, mit 7.544 t** für die direkte Verwendung als Lebensmittel empfohlen. Im Gegensatz dazu, wurde neben den weiteren Szenarien als Hauptszenario für den ungenießbaren Anteil das **Szenario 3A mit 13.227 t** priorisiert. Die zusammenfassende Darstellung erfolgt mit

Abbildung 32. Ausgehend von den modellierten Mengen wurde für die stoffliche und/oder energetische Nutzung eine Charakterisierung dieser Nutzungspfade hinsichtlich Stoff- und Energiebilanzen sowie eine vereinfachte Monetarisierung vorgenommen.

VOM SZENARIO ZUR STRATEGIE



Abbildung 32: Zusammenfassung der relevanten Mengen und angestrebten Nutzungspfade

direkte Verwertung als Lebensmittel

Der in Szenario 1A ermittelte genusstaugliche Anteil der Gemüsereststoffe von rund 7.500 t soll primär der direkten Verwendung als Lebensmittel zugeführt werden. Um das praktische Potenzial der Vermarktung der Gemüsereststoffe zu ermitteln und die Zukunftsfähigkeit ermittelter Konzepte zu verifizieren, wurde eine **multidimensionale Akzeptanzanalyse** unter Einbeziehung aller relevanten Akteure in Tirol durchgeführt. Diese umfassen eine Auswahl von Tiroler **Landwirt:innen**, des österreichischen **Lebensmitteleinzelhandels**, **Endkonsument:innen** und **Verarbeiter:innen** in Tirol. Die Akzeptanzanalyse wurde in einen qualitativen und quantitativen Teil gegliedert. Der quantitative Teil diente zur Befragung von größeren Gruppen und wurde in Form von Online Umfragen durchgeführt. Diese wurden an Endkonsument:innen und Verarbeiter:innen in Tirol verschickt. Qualitativ befragt, in Form von persönlichen Interviews wurden Tiroler Landwirt:innen und Vertreter:innen des Lebensmitteleinzelhandels (LEH). Die Auswahl der Landwirt:innen und Vertreter:innen des LEHs erfolgte mit Hilfe des Obmanns des Vereins der Tiroler Gemüsebauern und des Obmanns des Tiroler Lebensmittelhandels

Durch die Einbeziehung aller beteiligten Akteure kann eine ganzheitliche Sicht auf die Thematik der Gemüsereststoffe beschrieben werden. Derzeit gibt es seitens der **Landwirt:innen** kein konkretes **Konzept zur Verwertung von Gemüsereststoffen**. Die Entsorgung erfolgt in erster Linie über die Flächenrotte. Vereinzelt gibt es Konzepte zur Entsorgung über die Biogasanlage oder Kompostierung. Die Weiterverwendung als Lebensmittel erfolgt teilweise über die Abgabe an Sozialmärkte oder externe Dienstleister. Zwei der befragten Landwirt:innen veredeln die Gemüsereststoffe in einem Haltbarmachungsschritt am Hof selbst oder bei externen Dienstleistern. Die jetzigen Entsorgungs- und

Verwertungskonzepte sind finanziell eher Nullsummen- oder Minusgeschäfte für die Landwirt:innen. Im **Lebensmitteleinzelhandel** gibt es wenige Aktionen zur expliziten Vermarktung von Gemüsereststoffen und eine geringe Anzahl eigener Produktlinien. Eine der drei befragten Handelsketten gibt an, über eine Produktlinie zur Vermarktung von Gemüsereststoffen zu verfügen.

Gemüsereststoffe fallen vor allem aufgrund der **Diskrepanz an Naturprodukte in ein standardisiertes Handelssystem zu integrieren**. Um die Verluste im System gering zu halten, setzen die befragten Handelsketten zukünftig noch stärker auf optimierte und standardisierte Prozesse. Wareneingangskontrollen gewährleisten neben der Lebensmittelsicherheit auch eine gleichbleibende Produktqualität. Bei den Landwirt:innen führt dies jedoch dazu, dass viele Produkte nicht abgeerntet werden, da die Retourenkosten den Verlust durch Nichternten übersteigen. Sowohl die Befragten des Lebensmitteleinzelhandels als auch die Landwirt:innen hätten den **Vertrieb der Gemüsereststoffe am liebsten extern organisiert**. Eine einfache Handhabung wurde ebenfalls als wichtige Voraussetzung genannt. Als positives Beispiel wurde von beiden Akteuren der Dienstleister ToGoodToGo genannt. Trotzdem sollte es - nach dem Wunsch der Landwirt:innen - das Ziel sein, die **Handelsnormen ein Stück weit aufzuweichen** und die Akzeptanz für das Abweichen von der Norm wieder etwas zu steigern. Derzeit liegen die **Handelsnormen oft über den gesetzlichen Anforderungen**. Hier wäre eine Annäherung an diese wünschenswert.

Sowohl die befragten Handelsketten als auch die Landwirt:innen sehen die **Akzeptanz der Konsument:innen gegenüber genießbaren Gemüsereststoffen** als sehr gering an. Beide beschreiben den Hauptteil der Konsument:innen als sehr preisbewusst und zugleich mit einer ablehnenden Haltung gegenüber Gemüsereststoffen. Die Landwirt:innen bringen die Intentions-Verhaltens-Lücke der Konsument:innen an.

Das **Ergebnis der Online-Umfrage der Konsument:innen** zeichnet hingegen ein anderes Bild. Die abgefragten Preisreduktionen liegen überwiegend in dem Spielraum von 20 %, der sich als eine akzeptable Preisreduktion aus den Umfragen der Landwirt:innen herausstellte. Der Wert von Gemüsereststoffen wird als sehr hoch eingeschätzt. **Hemmnisse für den Kauf** werden vor allem in der **nicht wahrgenommenen Verfügbarkeit** gesehen. Gewünscht wird eine **Verfügbarkeit im Supermarkt** oder auf dem **Bauernmarkt**. Die gegebenen Antworten lassen darauf schließen, dass eine einfache Integration des Kaufs von Gemüsereststoffen in das alltägliche Einkaufsverhalten gewünscht wird.

Die Gefahr, dass viele der Antworten in den Mechanismus einer Intentions-Verhaltens-Lücke fallen, kann nicht vollständig ausgeschlossen werden. Allgemein sprechen Studien aber für eine Verhaltensveränderung vor allem bei den **jüngeren Konsument:innen**. Das Bewusstsein für nachhaltigeren Konsum steigt und Lebensmittel sollen nicht nur gesund sein, sondern auch eine **gute Umweltbilanz** aufweisen. Die Ergebnisse der Konsument:innen-Umfrage zeigen zudem eine **positive Korrelation** zwischen **umweltbewusstem Verhalten und der Verhaltensabsicht** Gemüsereststoffe zu erwerben. Diese These wird auch von anderen Studien unterstützt (vgl. Stangherlin et al. 2019; Makhil et al. 2021). Auch der **Verkaufserfolg** einer Produktlinie zur Vermarktung von Gemüsereststoffen bei H3 spricht für einen Bedarf seitens der Konsument:innen. Ein steigender Bedarf lässt sich auch anhand der Umsatzsteigerung von 27 % der „Bio Helden“ der Supermarktkette Penny abbilden. In zwei der drei befragten Handelsketten finden sich vorwiegend Gemüse- und Obstprodukte der 1. Klasse, somit ist es den Konsument:innen derzeit **oft nicht möglich, zwischen 1. und 2. Klasse zu wählen**. Dies erschwert es, die Ablehnung der 2. Klasse von Seiten der Konsument:innen zu verifizieren.

VERWERTUNGSSTRATEGIE – DIREKTE VERWERTUNG - KERNAUSSAGEN AKZEPTANZANALYSE

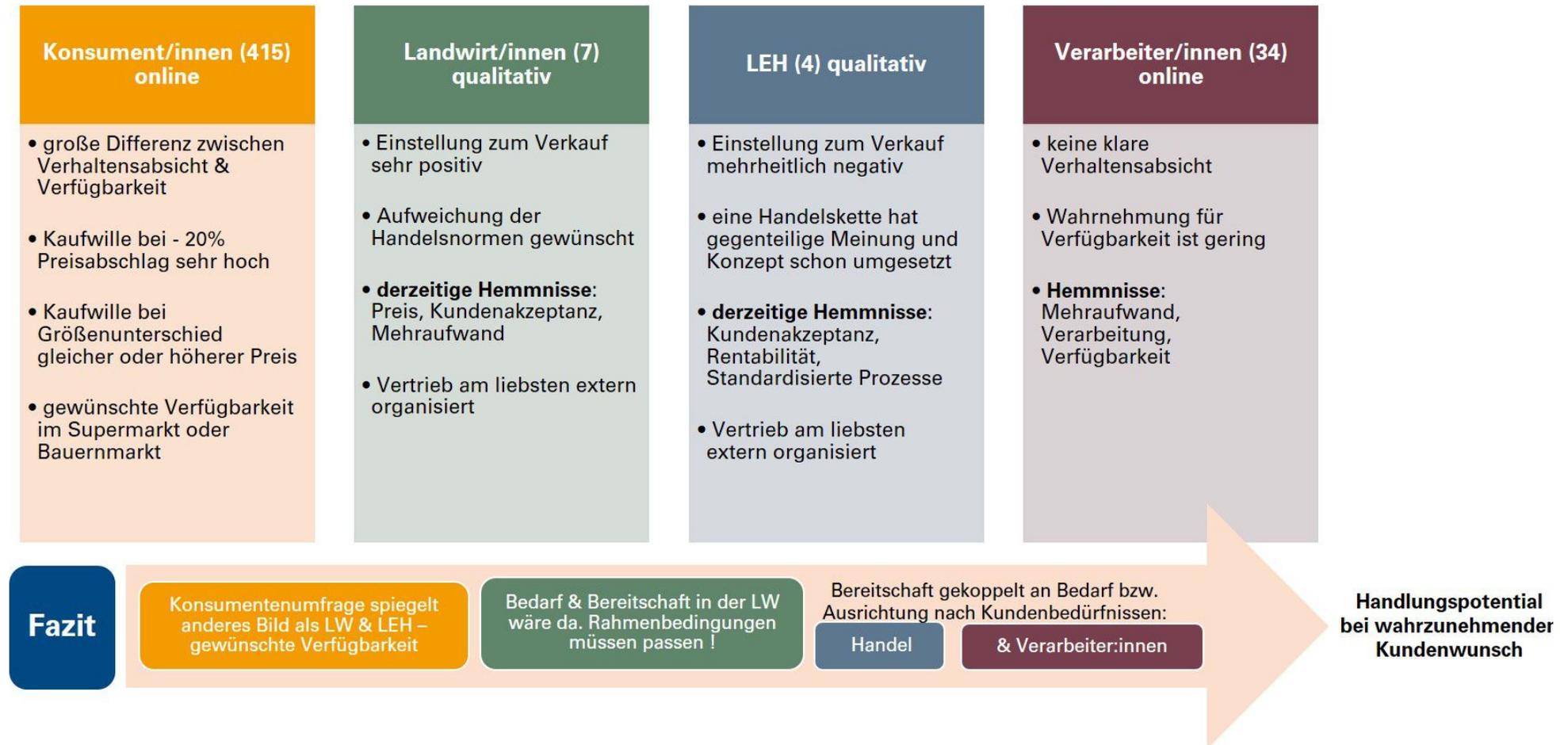


Abbildung 33: Zusammenfassung der Akzeptanzanalyse zur direkten Verwendung als Lebensmittel

Wichtigste Voraussetzung für die Vermarktung der Gemüsereststoffe ist eine realistische **Preisgestaltung**. Die Hauptkosten der Produkte fallen vor der Verpackung an und unterscheiden sich nicht von normgerechten Produkten. Im Mittel wird von Seiten der **befragten Landwirt:innen** eine mögliche Preisreduktion von 20 % angegeben. Die **befragten Handelsketten** unterscheiden sich in ihren Aussagen zur Preisgestaltung möglicher Konzepte. Zwei Drittel finden eine Preisreduzierung der Gemüsereststoffe essenziell. H3, die bereits eine Vermarktungslinie mit Gemüsereststoffen umgesetzt haben, verkaufen diese zu den gängigen Marktpreisen von Gemüse der Klasse 1. Der Großteil der **befragten Konsument:innen** ist bereit, die Gemüsereststoffe mit einem Preisabschlag von 0 % - 20 % zu kaufen. Anders stimmen die befragten Verarbeiter:innen in Großküchen ab. Hier wird ein hoher Abschlag von 50 % und mehr für die abgefragten Gemüsereststoffe genannt.

Allgemein stehen die **befragten Verarbeiter:innen** dem Kauf von Gemüsereststoffen neutraler gegenüber als die Endkonsument:innen. Das größte Hemmnis für den Einsatz von Gemüsereststoffen im Betrieb ist der Zeitmangel bei der Verarbeitung. Die Betriebe geben an, einen minimalen preislichen und zeitlichen Spielraum zu haben. Als dritthäufigstes Hemmnis wird jedoch auch die mangelnde Verfügbarkeit von Gemüsereststoffen genannt. Wie erwähnt, findet sich die explizite Nennung der mangelnden Verfügbarkeit der Gemüsereststoffe, auch bei den Endkonsument:innen. Der Bedarf zu Vermarktungsschienen ist definitiv gegeben.

Ein Output der Umfrage unter den Verarbeiter:innen zeigt den signifikanten Zusammenhang zwischen der **Wahrnehmung von Kundenpräferenzen** und dem **Kauf von Gemüsereststoffen**. Auch bei der Umfrage der Endkonsument:innen korreliert der **Einfluss des Umfelds** positiv mit der **Verhaltensabsicht**, Gemüsereststoffe zu konsumieren. Diese Thesen unterstützen den positiven Effekt, den Marketingkampagnen auslösen können. Die Möglichkeit das Einkaufsverhalten von Konsument:innen durch Marketingkampagnen zu beeinflussen, wird auch von den Befragten aus dem Bereich des Lebensmitteleinzelhandels bestätigt. Eine **Marketing oder Bildungskampagne**, die die Aufmerksamkeit der Konsument:innen auf Gemüsereststoffe lenkt, kann einmal das private Umfeld dieser beeinflussen. Zudem überdenken Verarbeiter:innen ihr Einkaufsverhalten und auch der Lebensmitteleinzelhandel gibt an das Sortiment nach Kundenwünschen auszuwählen.

Das **Scheitern der Pilotaktionen in Großküchen und dem Lebensmitteleinzelhandel** der Agrarmarketing Tirol kann mit einigen Erkenntnissen aus der Akzeptanzanalyse nachvollzogen werden, beziehungsweise können Erkenntnisse aus dieser ergänzt werden. Das Projekt *Karakterernte*, das die Auslieferung von genießbaren Gemüsereststoffen an Großküchen zum Ziel hatte, wurde aufgrund zu geringer Abnahmemengen und unterschiedliche Vorstellungen in der Preisgestaltung eingestellt. Wenig preislicher und zeitlicher Spielraum in der Verarbeitung waren auch die Hemmnisse, die sich aus der Akzeptanzanalyse der Verarbeiter:innen herauskristallisiert haben. Die Umsetzung im Lebensmitteleinzelhandel scheiterte an der preislichen Gestaltung und wurde durch eine selbstständige Organisation einer Obst-/ Gemüsetasche mit einer größeren Auswahl an Gemüsereststoffen und Verwertungsmöglichkeiten von verderblichen Lebensmitteln kombiniert. Der Großteil der befragten Handelsketten war sehr preisbewusst und eher skeptisch in Bezug auf den Einkauf und Vertrieb von Gemüsereststoffen. Die Positivbeispiele der Handelsketten, die ihre Produktpalette um Gemüsereststoffe erweitert haben, sprechen jedoch trotzdem für die Möglichkeit Gemüsereststoffe auch im Lebensmitteleinzelhandel zu vermarkten. Darüber hinaus ist die gewünschte Warenverfügbarkeit seitens der Konsument:innen nicht zu vernachlässigen. **Diskussionsbedarf** besteht also hauptsächlich in den **Möglichkeiten der Preisgestaltung**.

Die Kernaussagen der Akzeptanzanalyse zum Vertrieb der Gemüsereststoffe sind mit **Abbildung 33** zusammengefasst.

Die **ökonomische und ökologische Betrachtung** der genießbaren Gemüsereststoffe unterstützt die Bestrebungen diese in Umlauf zu bringen. Einmal ergibt sich die Möglichkeit den **Selbstversorgungsgrad** der Tiroler Bevölkerung zu erhöhen. Die Menge der genießbaren Gemüsereststoffe entspricht 6 % des jährlichen Tiroler Bedarfs. Der entgangene Umsatz bei Nichtnutzung lässt sich, je nach Berechnungsmodell, mit **1,9 bis 15,1 Millionen Euro** jährlich beziffern. Im ökologischen Kontext erweist sich eine Nichtnutzung ebenso zum Minusgeschäft. Zusätzlich zu dem damit einhergehenden Ressourcenverbrauch birgt die Nutzung der genießbaren Gemüsereststoffe ein Einsparungspotenzial von **679 bis 1.056 t CO₂** pro Jahr.

stoffliche Verwertung

Hinsichtlich der stofflichen Nutzung in Form der **Kompostierung** wurde im Rahmen des Projekts ein **Pilotversuch zur Gemüsereststoffkompostierung** am Häckselplatz in Hall unternommen. Die Kommune in Hall hat hierbei durch zur Verfügungstellung ihres Platzes über die Wintermonate die Realisierung einer von den Gemüsebauern betriebenen Kompostmiete unterstützt. Als besonders attraktiv erwies sich die gute Anbindung des Standorts, sprich kurzen Transportwegen zu den Gemüsefeldern. Zudem konnte auch auf die Verwendung der vorhandenen Infrastruktur zum Aufbau und zum Wenden der Kompostmiete durch einen erfahrenen beteiligten Landwirt zurückgegriffen werden. Die Kommune stellte darüber hinaus das Strukturmaterial zum **Kompostmietenaufbau** aus der kommunalen Sammlung bzw. Behandlung bereit, deren Eignung im Rahmen des Pilotversuchs geprüft wurde. Die Referenzkompostmiete à 266 m³ setzte sich aus rund 21 % Gemüsereststoffen, 21 % überschüssigen Kuhmist aus der Tiroler Almwirtschaft, 53 % Strukturmaterial des kommunalen Häckselplatzes sowie ca. 5 % regional erzeugter Pflanzenkohle bezogen auf Volumenprozent zusammen. Während hinsichtlich der chemischen und biologischen Parameter ein hochwertiger Kompost mit Qualitätsmerkmalen zur Anwendung im ökologischen Anbau erzielt werden konnte, besteht Diskussionsbedarf hinsichtlich der **Eignung des Strukturmaterials** aufgrund der vorhandenen Störstoffe, die im Rahmen des Versuchs z.T. händisch aussortiert wurden. Gemäß der optischen Beurteilung vor Ort liegt eine notwendige Vorkonditionierung des kommunalen Strukturmaterials nahe, um die gewünschte Qualität zur Ausbringung auf die Gemüsefelder zu erzielen und bleibt weiterhin Gegenstand zur Untersuchung. Hinsichtlich des Versuchssetups wurde der Aufbau, die Analyse und Charakterisierung dieser Kompostmiete als **Referenzkompostmiete für die Skalierung des stofflichen Verwertungspfads** (siehe **Abbildung 34**) herangezogen und diente damit als Multiplikator.

VERWERTUNGSSTRATEGIE – REIN STOFFLICHE NUTZUNG

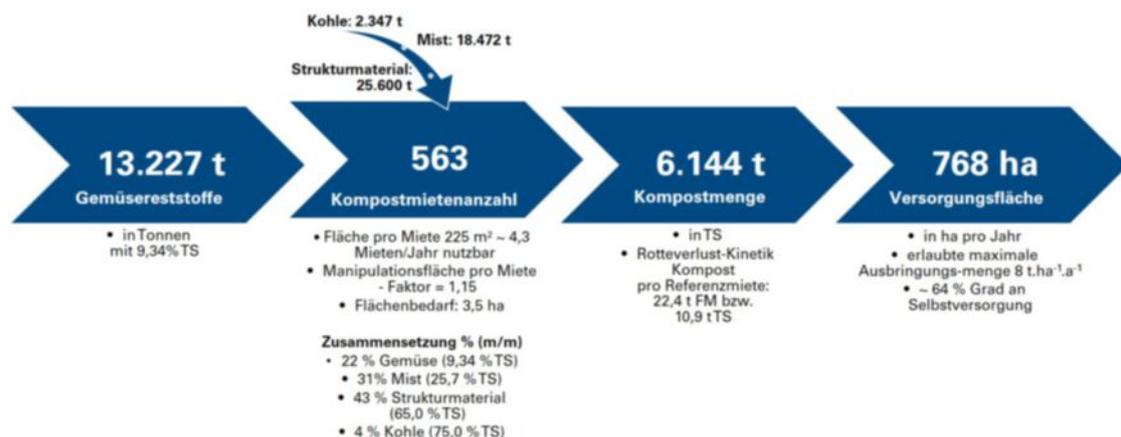


Abbildung 34: Zusammenfassung der stofflichen Verwertungsstrategie

Unter der Berücksichtigung von ergänzenden Annahmen im Rahmen der Modellierung der stofflichen Verwertung müssten zur Verwertung der gesamten Gemüsereststoffe aus Szenario 3A 563 Referenzmieten aufgebaut werden, wobei mit 6.144 t TS an Kompost-Outputmenge gerechnet wurde. Damit könnten jährlich ca. 64 % der Tiroler Gemüseflächen mit eigenem regionalem Kompost versorgt werden. Unter Berücksichtigung der Flächenverhältnisse der Referenzkompostmiete wäre zur Realisierung ein Flächenbedarf von 3,36 ha mit dieser Zweckwidmung erforderlich. Ausgehend von der eingesetzten Menge an Pflanzenkohle in der Referenzkompostmiete wäre mit der Ausbringung auf die Tiroler Gemüseflächen ein jährliches Potential der CO₂-Sequestrierung von 4.269 t denkbar. Die monetäre Darstellung basiert auf Aufwands- und Erlösposten, die mit Annahmen beziffert wurden. Als Aufwand wurden der Transport des Kuhmists, die Kosten der Pflanzenkohle sowie die Kosten der Kompostierung inkl. Infrastruktur berücksichtigt. Für den Kuhmist und die Gemüsereststoffe wurden in dieser Darstellung keine Kosten veranschlagt. Als Erlös wurde die CO₂ Sequestrierung, sowie die Abnahme des Strukturmaterials von der Kommune berücksichtigt. Für die Abnahme durch die Landwirt:innen als Gegenleistung für die kostenlose Anlieferung der Gemüsereststoffe würde damit ein Aufwand von 17 - 40 €/t Outputmaterial an Kompost bedeuten. Unter Berücksichtigung der gewählten Annahmen wären für das Szenario 3A in Summe ca. 222.000 € - 513.00 € zur Realisierung des Verwertungspfades in die Hand zu nehmen.

energetische Verwertung

Parallel zum stofflichen Verwertungspfad der Gemüsereststoffe wurde auch der energetische Pfad über eine hypothetische Biogasanlage untersucht. Konkret wurde für die in Tirol angebauten Gemüsesorten das Methanpotential anhand einer Literaturrecherche, sowie anhand von Laborversuchen, charakterisiert und mit den Gemüsereststoffmengen der Szenarien hochgerechnet. Für die Datenlücken der übrigen Kulturen wurde das durchschnittliche Methanpotential pro organische Trockenmassen errechnet und diese Einheit mit der kulturspezifischen organischen Trockensubstanz multipliziert. Im Rahmen von Szenario 3A mit einem durchschnittlich berechneten TS-Gehalt von 9,34 % wurde eine jährliche Methanmenge von 309.348 Nm³ bzw. eine Biogasmenge von 552.408 Nm³ modelliert (siehe **Abbildung 35**). Für dieses jährliche Aufkommen wurden zwei unterschiedlichen Nutzungspfade, die Verstromung und Wärmeerzeugung im BHKW sowie die Ersatzbrennstoffherstellung in Form von Biomethan, beleuchtet. Primär wurden hierzu **Stoff- und Energiebilanzen**, sowie eine vereinfachte monetäre Darstellung vorgenommen. Die Konzeptionierung beruht auf multiplen Annahmen, wobei hinsichtlich wesentlicher praktischer Kennzahlen die Expertise eines facheinschlägigen Ingenieurbüros miteinbezogen wurde.

VERWERTUNGSSTRATEGIE - REIN ENERGETISCHE NUTZUNG



Abbildung 35: Zusammenfassung der energetischen Verwertungsstrategie

Für zwei beispielhafte Gasmotoren skizziert sich in Abhängigkeit von deren Wirkungsgrad für Szenario 3A eine jährliche **Strommenge** von **1.206 MWh bis 1.317 MWh**, sowie eine jährliche **Wärmemenge** von **930 MWh bis 966 MWh**. Mit den angenommenen Strom- und Wärmepreisen wäre hierbei ein jährlicher Erlös von 286.278 € bis 309.628 € erzielbar, welcher mit den verbundenen Investitions- und Betriebskosten der Biogasanlage gegengerechnet werden müsste. Im Gegensatz dazu, wurde für die **Gasaufbereitung mittels Membranverfahren** und der Betrieb des Fermenters ein jährlicher **Strombedarf** von **388 MWh**, sowie ein **Wärmebedarf** zur Fermenter-Beheizung von **217 MWh** skizziert, die als Kostenpositionen zu verstehen sind. Als Output sind **309.348 Nm³ Biomethan** bzw. der enthaltenen Energieinhalt von 3.084 MWh anzunehmen. In wesentlicher Abhängigkeit vom erzielbaren Erlös des Biomethans erschließt sich daraus ein Saldo von 90.517 € - 213.885 €, welches ebenfalls mit den Investitions- und Betriebskosten gegenzurechnen ist. Bei beiden energetischen Verwertungspfaden fällt als weiterer wesentlicher **Outputstrom Gärrest** an. Dieser wurde für Szenario 3A mit 12.525 t à 4,26 % TS modelliert, wobei über dessen Verbleib bzw. Verwendung in Anbetracht der lokalen Bedürfnisse noch zu entscheiden ist (siehe **Abbildung 35**).

Kaskadische Verwertung

Die nähere Betrachtung des verbleibenden Gärrests und dessen Verwertungsmöglichkeiten erfolgte beispielhaft im Rahmen der kaskadischen Nutzung. Im Anschluss an die skizzierte **energetische Verwertung der Gemüsereststoffe** erfolgte die Dimensionierung der **Gärrestkompostierung**. Als primärer Nutzungspfad wurde die direkte Vergleichbarkeit mit der reinen stofflichen Verwertung hergestellt, indem die Gemüsereststoffkomponente der Referenzkompostmiete quantitativ sowie auch qualitativ im Sinne des identen TS-Gehalts durch den Gärrest ersetzt wurde. Ferner erfolgte die Betrachtung einer abweichenden Kompostmietenkomposition mit höherem Gärreisteinsatz, der jedoch noch im Versuchsmaßstab verifiziert werden müsste. Vorgelagert der Kompostierung wurde eine **Gärrestentwässerung** für beide Kompositionen angedacht. Beim primären Nutzungspfad wurde damit einerseits das Ziel verfolgt den **gleichen TS-Gehalt wie bei der Gemüsereststoffkompostierung** einzubringen mit einer Spanne von 9,34 % - 11,33 %. Um die gesamten Gemüsereststoffe in Form des gepressten Gärrest zu kompostieren, wären im Rahmen von Szenario 3A **137 Mieten pro Jahr** erforderlich. Daraus würden umgerechnet 3.138 t Kompost resultieren, womit **16 % der Tiroler Gemüseflächen** mit Kompost versorgt werden könnten. Zur Realisierung der Gärrestkompostierung im Rahmen von Szenario 3A wäre eine Fläche von rund **0,8 ha** erforderlich. Die monetäre Betrachtung skizziert sich analog zur rein stofflichen Verwertung, wobei durch die geringere Kompostmietenanzahl mit 52.484 € bis 124.716 € weniger Kosten zur Realisierung von Szenario 3A anfallen würden. Das Pressen des Gärrests auf die höheren Ziel-TS-Gehalte wurde in Kombination mit der alternativen Kompostmietenkomposition ebenfalls skizziert. Die **Erhöhung auf 16,5 %, 24,5 % sowie 35,6 % TS** würde die erforderliche Kompostmietenanzahl, die notwendige Fläche zur Realisierung sowie auch den absoluten Kostenaufwand wesentlich reduzieren. Gleichermaßen würde sich jedoch auch die Outputmenge an Kompost reduzieren, was letztlich zu einem geringeren Selbstversorgungsgrad der Gemüseflächen mit Kompost führt.

Den zentralen Ergebnissen der Mengenerhebung, den skizzierten Verwertungsstrategien sowie den Ergebnissen der Akzeptanzanalyse zugrundeliegend, erfolgt im nachfolgenden Kapitel die abschließende Diskussion im Rahmen eines **möglichen Ausblicks** sowie **Empfehlungen**.

VERWERTUNGSSTRATEGIE – KASKADISCHE NUTZUNG

ENERGETISCHE NUTZUNG & ANSCHLIEßEND STOFFLICHE NUTZUNG

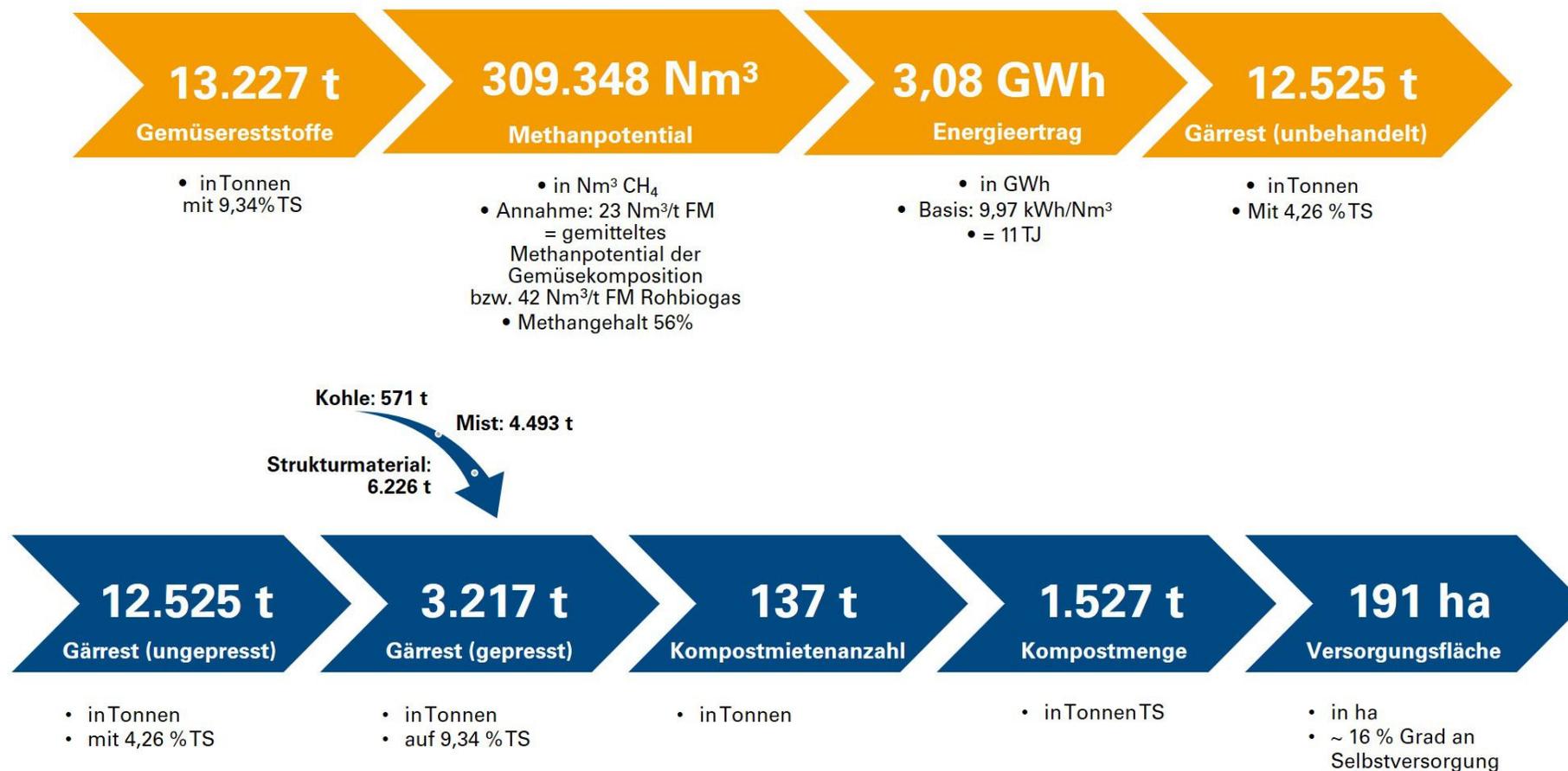


Abbildung 36: Zusammenfassung der kaskadischen Verwertungsstrategie

7 AUSBLICK UND EMPFEHLUNGEN

Ausgehend von den zentralen Ergebnissen dieser Studie werden die notwendigen Rahmenbedingungen zur Realisierung der Szenarien in Tirol abschließend diskutiert sowie Handlungsempfehlungen mit Bezug zum aktuellen Kontext formuliert.

Hinsichtlich der modellierten Gemüsereststoffszenarien mit variierenden Bilanzgrenzen ist in einem anschließenden Schritt zu erheben, wieviel von diesen Mengen tatsächlich für eine Verwertung im Rahmen der abgeleiteten Nutzungspfade von den Landwirt:innen bereitgestellt werden kann. Ausgehend davon, ist die hierfür notwendige **Infrastruktur** sowie deren **Organisation und Personal** hinsichtlich der Feld- und/oder Hofabholung zu definieren. Unabhängig vom Verwertungspfad ist dabei entscheidend, ob dies von den Landwirt:innen selbst organisierbar ist oder durch Dritte eine externe Dienstleistung erfolgen soll. An dieser Stelle erwähnenswert erscheint der derzeit sehr **beschränkte finanzielle Spielraum** der Landwirt:innen. Hinsichtlich der modellierten genießbaren Gemüsereststoffen mit einem jährlichen Aufkommen von rund **7.500 t** erweist sich die **Weiterverwendung als Lebensmittel** aus den erörterten ökologischen sowie ökonomischen Gründen im Vergleich zur derzeitigen Situation sowie im Vergleich mit den alternativen Verwertungspfaden mit höchster Priorität. Um ein absatzfähiges Endprodukt zu erhalten, wird der Subventionierung eine entscheidende Rolle zukommen.

Das größte Hemmnis in der Vermarktung der Gemüsereststoffe als Lebensmittel stellt das Preisthema dar. Wie angeführt, haben die Landwirt:innen nur einen **geringen Spielraum zur Reduzierung der Verkaufspreise**. Zudem können Zusatzkosten durch die Organisation des Vertriebs durch Dritte anfallen. Auch wirft die Betrachtung aus ethischer und ökologischer Sicht die Frage auf, ob eine Preisreduzierung im Hinblick auf den Einsatz der Ressourcen und der ernährungsphysiologischen Vollwertigkeit der Produkte überhaupt sinnvoll ist.

In der 2021 verabschiedeten Nachhaltigkeits- und Klimastrategie legt sich die Landesregierung auf die massive Reduktion der Treibhausgas-Emissionen mit Blick auf die Strategie „Klimaneutralität 2040“ fest (vgl. Amt der Tiroler Landesregierung und Bidner 2021). Im Bereich der Landwirtschaft wird dazu explizit auf **die Steigerung der regionalen Lebensmittelerzeugung** verwiesen. Das Inverkehrbringen der verzehrbaren Gemüsereststoffe ist ein erster Schritt dazu. Zudem kann durch den Verzehr dieser eine Einsparung von bis zu 1.056 t CO₂ pro Jahr erreicht werden. Diese Ziele sollten die Grundlage für Subventionen im Bereich der regionalen Lebensmittelversorgung legen. Verarbeiter:innen in der kommunalen Lebensmittelversorgung haben durch Subventionen seitens der Landesregierung die Chance den Anteil der Gemüsereststoffe in der Gemeinschaftsverpflegung zu steigern.

Der *naBe Aktionsplan* des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie empfiehlt bereits eine **regionale und saisonale Beschaffung von Lebensmitteln** in der **Gemeinschaftsverpflegung** (vgl. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität (BMK) 2021a). Der Nachweis kann über eine Zertifizierung über das **AMA - Gütesiegel** gebracht werden. Hier ist es wichtig anzumerken, dass Obst- und Gemüseerzeugnisse nach den AMA Gütesiegel Richtlinien zumindest der Klasse I entsprechen müssen (vgl. AMA G.A.P. 2018). Um eine Verwertung von Gemüsereststoffen in der Gemeinschaftsverpflegung zu fördern, müsste der Nachweis einer regionalen Herkunft anderweitig erfolgen, beziehungsweise die Zertifizierungsumfang des AMA-

Gütesiegels für die regionalen Produkte der Klasse 2 und Gemüsereststoffe erweitert werden. Eine Subventionierung in diesem Bereich sollte an die Bedingung einen bestimmten Anteil an regionalen Gemüsereststoffen in die Verpflegung miteinzubeziehen, geknüpft werden.

Beispielhaft zur Erleichterung der Nutzung von Gemüsereststoffen ist aus aktuellem Anlass ein neues EU-Gesetz in Begutachtung. Dies widmet sich dem genießbaren Anteil der Gemüsereststoffe. Ziel ist es den **Verkauf von Gemüse „mit optischen Mängeln“ zu vereinfachen** (vgl. ZDF- Zweites deutsches Fernsehen 2023). In Hinblick auf die gewünschte Transparenz der Konsument:innen hinsichtlich der Herkunftskennzeichnung der Lebensmittel und der hohe Stellenwert der Regionalität ist der Verkauf der genießbaren lokal erzeugten Gemüsereststoffe ein Mehrwert für das Land Tirol. Darüber hinaus kann durch die Nutzung des bisher ungenutzten Anteils der Selbstversorgungsgrad und damit die Wertschöpfung in der Region mit lokalem Gemüse erhöht werden.

Auf die positiven Auswirkungen von **Bildungsmaßnahmen** wurde bereits hingewiesen. Diese sollten im besten Fall früh ansetzen. Eine Förderung von Bildungsmaßnahmen zu Gemüsereststoffen in Kindergärten und Schulen ist deswegen zu empfehlen. Aber auch Angebote in der Erwachsenenbildung lenken die Aufmerksamkeit in der Bevölkerung auf die Problematik und Lösungsansätze bezüglich Lebensmittelverluste.

Eine Möglichkeit verzehrbare Gemüsereststoffe im bestehenden Handelssystem zu integrieren, ist die **Förderung des Verkaufs von Produkten der Klasse II**. Derzeit finden sich in den meisten Supermarktketten nur in Ausnahmefällen Produkte unterhalb der Klasse I. Viele der aktuell anfallenden Gemüsereststoffe fallen jedoch in die Klassifizierung von Klasse II Produkten. Ein weiterer Hebel ist die Umstellung des Stückpreises bestimmter Gemüsesorten auf Kilopreise. Dadurch werden die strengen Gewichtsklassen aufgeweicht und eine Produktvielfalt hinsichtlich der Über- und Untergrößen gefördert.

Durch Unterstützung der **Agrarmarketing Tirol GmbH (AMT)** sind bereits **Verhandlungen** zwischen **Landwirtschaft und Handel** in Gang gekommen. Bisher waren diese jedoch ohne erfolgreiche Umsetzung. Die durchgeführte Akzeptanzanalyse unterstreicht jedoch den Bedarf seitens der Endkonsument:innen. Dies betrifft auch die andere potentielle größere **Zielgruppe der Verarbeiter:innen**. Hierbei ist die Unterstützung durch das Land Tirol nochmals zu betonen. Die weiteren Gespräche seitens der AMT haben gezeigt, dass der **Veredelung in Form von Convenience-Produkten** mehr Chancen zugesprochen werden. Eine Entwicklung dieser wird durch die AMT weiterverfolgt und forciert. In diesem Zuge sind die die konkreten Chancen und Hemmnisse sowie in weiterer Folge die Realisierbarkeit dieses Vorhabens im Tiroler Kontext, im Rahmen eines weiterführenden Projekts, zu eruieren.

Zur Unterstützung der Landwirt:innen im direkten Vertrieb der Gemüsereststoffe empfiehlt sich der Aufbau einer **online-Plattform**. Diese Plattform soll den effizienten Informationsaustausch ermöglichen und wesentliche Details zu den Gemüsereststoffen beinhalten, wie Anfallsart, -ort, -menge, sowie die Abholbedingungen. Zusätzlich soll diese als Einkaufs-Plattform für potentielle Endkonsument:innen dienen. Um den Aufwand für die Landwirt:innen möglichst gering zu halten, erscheint es erstrebenswert diese Plattform durch einen externen Anbieter betreiben zu lassen. Finanzierungstechnisch sind in erster Instanz wiederum die Subventionen durch das Land Tirol richtungweisend.

Abweichend vom vorrangigen Ziel die ca. 7.500 t an genießbaren Gemüsereststoffen der direkten Verwendung als Lebensmittel zuzuführen, sind diese **bei mangelndem Absatz für die stoffliche**

und/oder energetische Verwertung verfügbar. Dementsprechend erhöhen sich die Mengen zur Skalierung der stofflichen und/oder energetischen Verwertung und rücken das Szenario 3 bzw. 4B in den Vordergrund rücken. Strategisch wird dennoch versucht ausschließlich den ungenießbaren Anteil der stofflichen und/oder energetischen Verwertung zuzuführen, wobei diese Mengen mit dem dargestellten **Hauptszenario 3A** bei einem jährlichen Aufkommen von rund **13.200 t** repräsentiert werden.

Zugrundeliegend der ausführlich dargestellten Modellierungen wird die **kaskadische Verwertungsstrategie** als die **effizienteste Nutzung** der Reststoffe betrachtet. Neben der energetischen direkten Nutzung durch Verstromung und Wärmeerzeugung oder der indirekten Nutzung durch Ersatzbrennstoffbereitung in Form von Bio-Methan, besteht hier zudem das Potential den Gärrest als Kompost zu veredeln. Durch die **Komposterzeugung** kann ein Teilstrom der entnommenen Gemüsereststoffe wieder in den originären **Kreislauf**, die Landwirtschaft, **zurückgeführt** werden. Es ist jedoch nochmals festzuhalten, dass bei der kaskadischen Nutzung, im Vergleich zur rein stofflichen Nutzung, weniger Kompostmenge generiert wird und für die Landwirtschaft zur Verfügung stehen würde. Damit einhergehend reduzieren sich auch die mit dem modellierten Kompostsetup assoziierten positiven Eigenschaften, wie beispielsweise die **CO₂- Sequestrierung** durch die eingebrachte **Pflanzenkohle** oder auch die Verwertung von anderen Nebenströmen aus der Landwirtschaft und Kommune.

Der Verwertung der Gemüsereststoffe zu **regional erzeugtem Kompost mit A+ Qualität** kann zudem eine wesentliche Rolle zur angestrebten Erhöhung der **biologisch bewirtschafteten Flächen** bzw. in weiterer Folge auch der biologischen Produktion zukommen. Hinsichtlich dem EU-Ziel aus der **Farm-to-fork Strategie** bis 2030 die Biofläche auf 25 % zu steigern, bzw. dem noch ambitionierteren Ziel Österreichs den Ausbau auf 35 % bis 2030 voranzutreiben, steht Tirol derzeit bei der Gemüseproduktion mit Anteil von 10 % aus biologischer Produktion. (vgl. European Commission 2020, S. 11; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) 2022, S. 6; Amt der Tiroler Landesregierung 2022, S. 52)

Zur Realisierung der Mietenkompostierung steht der Flächenbedarf im Vordergrund. Hierbei ist zu entscheiden, ob mehrere kleinere Standorte oder ein großer Standort zu diesem Zwecke betrieben werden sollen. Hinsichtlich des Bestrebens möglichst kurzer Transportwege, empfiehlt sich das Gemüse-Hauptanbaugebiet, **das Inntal - rund um Thaur, als geeigneter Standort**. Bei der Auswahl der **geeigneten Betreiber:innen** für die Mietenkompostierung ist darauf Bedacht zu nehmen, dass die angestrebte Schließung der Stoffkreisläufe im Rahmen der Ausbringung des Komposts auf den Tiroler Gemüsebauflächen reibungslos durchgeführt werden kann. Eine **Kooperation** zwischen Landwirtschaft, Kommune und dem Land Tirol erscheint zur Verfolgung des angestrebten Zielpfads an dieser Stelle als naheliegend. Aus den gewonnenen Erkenntnissen der Akzeptanzanalyse zeichnet sich zudem ab, dass aus der Sicht der Landwirtschaft keine zusätzliche monetäre Belastung durch die Realisierung dieses Vorhabens entstehen soll. Die **derzeitige kostenpflichtige Entsorgungsmöglichkeit der Gemüsereststoffe** über die kommunale Kompostierung führt zu zusätzlichen monetären Verlusten für Landwirt:innen, sodass dies keine tragbare Option ist. Abweichend von der aktuellen Situation soll zukünftig im Vergleich zum zugekauften Kompost bestenfalls ein finanzieller Vorteil entstehen, bzw. zumindest der zusätzliche damit **verbundene Aufwand neutralisiert** werden.

Hinsichtlich dem **energetischer Nutzungspfad** bzw. der kaskadischen Nutzung sind ebenfalls **Standort und Betreiber** zu definieren, sowie die **Finanzierungsmodalitäten** zu klären. Die derzeitige kostenpflichtige Entsorgungsmöglichkeit der Gemüsereststoffe über die Biogas-Schiene führt trotz energiereichem Substrat zu keinem Erlös und stellt demnach ebenfalls keine tragbare langfristige Option für

die Landwirt:innen dar. Aus der Akzeptanzanalyse sowie den Meetings im Projektkonsortium kristallisiert sich heraus, dass die **Errichtung einer rein landwirtschaftlich genutzten Anlage**, abseits des Abfallwirtschaftsgesetz, priorisiert wird. Durch die getrennte energetische Verwertung von kommunalen Siedlungsabfällen wird die Erzeugung eines möglichst schadstofffreien qualitativ hochwertigen Endprodukts angestrebt. Der **Gärrest soll gepresst werden** und durch die Kompostierung in ein **hygienisiertes Inputmaterial** für den regionalen Gemüsebau überführt werden. Dementsprechend ist die Verwertung der Gemüsereststoffe über Kläranlagen als Co-Substrat abzulehnen. Die Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen von Klärschlamm ist in Tirol verboten und würde damit einem „downcycling“ der Gemüsereststoffe gleichkommen.

Für den **flüssigen Gärrest** ist die Notwendigkeit der Hygienisierung zu diskutieren, um bei Ausbringung auf die Gemüsefelder die Feldhygiene nicht negativ zu beeinflussen. Die Ausbringung des flüssigen Gärrests aufs beweidete Grünland ist bei einer Anlage abseits des Abfallwirtschaftsgesetz unbedenklicher umsetzbar, da dies mit der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern verglichen werden kann. Die ausschließlich landwirtschaftlich beschickte Biogasanlage birgt zudem das Potential, **neben Gemüsereststoffen, weitere regionale Nebenströme aus der Landwirtschaft** - im Rahmen eines Kapazitätsausbaus - zu verwerten. Beispielhaft kommt hierfür Gülle und Mist in Frage, womit neben der kontrollierten energetischen Nutzung Emissionsreduktion in der Landwirtschaft hervorgerufen werden. Die Rückführung eines nennenswerten Anteils in den originären Kreislauf ist ein weiterer positiver Effekt.

Die **monetäre Darstellung** der Biogasanlage erfolgte beispielhaft anhand der nennenswerten Input- und Outputströme der Gemüsereststoffszenarien. Die jährlichen Erlöse, vorbehaltlich der schwer prognostizierbaren Entwicklungen am Energiemarkt, sind mit den Investitionskosten gegenzurechnen. Maßgeblich bei der Planung ist, ob die Gemüsereststoffe den wesentlichen Substratstrom ausmachen oder, ob diese als Nebenstrom in eine noch größere Anlage implementiert werden. Nichtsdestotrotz zeichnet es sich ab, dass diese Investitionssummen nicht allein von den Landwirt:innen getragen werden können und es einer **finanziellen Unterstützung durch das Land** bedarf. Die **Errichtung einer Biogasanlage** zur energetischen Verwertung von landwirtschaftlichen Reststoffen unterstützt das Land zusätzlich in ihren Bestrebungen zur bis **2050 beschlossenen Energieautonomie**. Konkret baut auf diesem politischen Bekenntnis die Studie „*Tirol 2050*“ auf. Sie zeigt mit einer Potentialanalyse und Zwischenziele den Zielpfad zur Erreichung der Energieautonomie bis 2050 auf. Es wird angenommen, dass sich die Biogasproduktion bis 2030 um + 7 %, entsprechend + 28 TJ, steigern muss, sowie bis 2050 um + 137 %, entsprechend + 550 TJ, im Vergleich zum Referenzjahr 2016 (vgl. Amt der Tiroler Landesregierung 2021, S. 75). Durch die energetische Verwertung der Gemüsereststoffe könnte das modellierte Hauptszenarios 3A + 11 TJ dazu beitragen. Einschließlich der weiteren Szenarien wären bis zu + 26 TJ vorstellbar und nahe dem Zwischenziel von 2030. Hinsichtlich der Realisierung einer größeren Anlage zur gemeinschaftlichen Verwertung von regionalen Nebenströmen aus der Landwirtschaft könnte das Potential vervielfacht werden und zur **Erreichung der energiepolitischen Ziele** maßgeblich **beisteuern**.

8 LITERATURVERZEICHNIS

Adrian Maldet (2022): Demografische Daten Tirol 2021. Unter Mitarbeit von Manfred Kaiser. Innsbruck. Online verfügbar unter https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/statistik-budget/statistik/downloads/Bevoelkerung/bev_2021.pdf.

Agrarmarkt Austria (2020): Flächenauswertung Feldgemüse 2020. Online verfügbar unter https://flaechenauswertung.services.ama.at/#/year/2020/prodcat/A3FL_KUGU_16/region/BL_7/comparisonYear/2022/detail/0/mapView/0.7n?center=11.5581,47.2&zoom=8.7, zuletzt geprüft am 19.06.2023.

Ajzen, Icek; Fishbein, Martin (1977): Attitude-behavior relations: A theoretical analysis and review of empirical research. In: *Psychological Bulletin* 84 (5), S. 888–918. DOI: 10.1037/0033-2909.84.5.888.

AMA G.A.P. (2018): AMA-Gütesiegel-Richtlinie. Obst, Gemüse, Speiseerdäpfel. Hg. v. Agrarmarkt Austria Marketing GesmbH.

Amt der Tiroler Landesregierung (2021): Energie-Ziel-Szenarien Tirol 2050 und 2040. mit Zwischenziel 2030. Wasser Tirol, Managementcenter Innsbruck, Universität Innsbruck. Online verfügbar unter https://www.uibk.ac.at/bauphysik/forschung/projects/tirol2050/21-08-27_bericht-szenarien-2050-und-2040-final.pdf, zuletzt geprüft am 25.07.2023.

Amt der Tiroler Landesregierung (2022): Bericht zur Lage der Tiroler Land- und Forstwirtschaft 2021. Grüner Bericht 2021. Online verfügbar unter www.tirol.gv.at/gruener-bericht, zuletzt aktualisiert am 24.07.2023, zuletzt geprüft am 24.07.2023.

Amt der Tiroler Landesregierung; Bidner, Christian (2021): Leben mit Zukunft. Tiroler Nachhaltigkeits- und Klimastrategie. Unter Mitarbeit von Christian Dobler, Patricia Salcher, Jakob Egg, Leo Satzinger, Ekkehard Allinger-Csollich.

Anke Möhring, Gabriele Mack und Christian Willersinn: Gemüseanbau – Modellierung der Gemüsebau - Modellierung der Heterogenität und Intensität. Pflanzenbau. In: *Agrarforschung Schweiz* 3 2012 (3 (7-8)), S. 382–389.

Aschemann-Witzel, Jessica; Otterbring, Tobias; Hooge, Ilona E. de; Normann, Anne; Rohm, Harald; Almlí, Valérie L.; Oostindjer, Marije (2020): Consumer associations about other buyers of suboptimal food – And what it means for food waste avoidance actions. In: *Food Quality and Preference* 80, S. 103808. DOI: 10.1016/j.foodqual.2019.103808.

Belle, Ashley J.; Lansing, Stephanie; Mulbry, Walter; Weil, Ray R. (2015): Methane and hydrogen sulfide production during co-digestion of forage radish and dairy manure. In: *Biomass and Bioenergy* 80, S. 44–51. DOI: 10.1016/j.biombioe.2015.04.029.

Blasius, Jörg; Baur, Nina (Hg.) (2022): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Springer VS.

Bühl, Achim (2019): SPSS. Einführung in die moderne Datenanalyse ab SPSS 25. 16., aktualisierte Auflage. Hallbergmoos: Pearson (Pearson Studium - Scientific Tools).

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) (2023): Vermarktungsnormen und Hilfe zur Anwendung. Online verfügbar unter https://www.ble.de/DE/Themen/Ernaehrung-Lebensmittel/Vermarktungsnormen/Obst-Gemuese/Vermarktungsnormen-Hilfen-zur-Anwendung/vermarktungsnormen-hilfen_node.html, zuletzt geprüft am 30.07.2023.

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität (BMK) (2021a): Aktionsplan & Kernkriterien für die Beschaffung nachhaltiger Produkte und Leistungen, 2021.

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität (BMK) (2021b): Strategie zur Vermeidung von Lebensmittelabfällen. Gemeinsam für ein Ziel. Wien. Online verfügbar unter https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/abfall/abfallvermeidung/publikationen/strategie-vermeidung.html, zuletzt geprüft am 01.01.2023.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2022): Das Bio-Aktionsprogramm 2023+. Wien. Online verfügbar unter <https://info.bml.gv.at/themen/landwirtschaft/bio-lw/bio-aktionsprogramm.html>, zuletzt aktualisiert am 24.07.2023, zuletzt geprüft am 24.07.2023.

Chen, M. Keith (2013): The Effect of Language on Economic Behavior: Evidence from Savings Rates, Health Behaviors, and Retirement Assets. In: *The American economic review* 103 (2), S. 690–731. DOI: 10.1257/aer.103.2.690.

Clune, Stephen; Crossin, Enda; Verghese, Karli (2017): Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories. In: *Journal of Cleaner Production* 140, S. 766–783. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.04.082.

Damaceno, Felipe Martins; Chiarelto, Maico; Pires Salcedo Restrepo, Juan C.; Buligon, Eduardo Luiz; Costa, Luiz Antonio de Mendonça; Lucas Junior, Jorge de; Costa, Mônica Sarolli Silva de Mendonça (2019): Anaerobic co-digestion of sludge cake from poultry slaughtering wastewater treatment and sweet potato: Energy and nutrient recovery. In: *Renewable Energy* 133, S. 489–499. DOI: 10.1016/j.renene.2018.10.070.

Danone DACH (2021): Aktuelle Studie zeigt: Verbraucher*innen fordern mehr Aufklärung und bessere Verpackungshinweise für die effektive Vermeidung von Lebensmittelverschwendung. Online verfügbar unter <https://www.presseportal.de/pm/53080/4971956>, zuletzt geprüft am 30.07.2023.

DI Florian Amlinger; DI Stefan Peyr; Dr.-Ing. Urs Hildebrandt; Joachim Müsken; Dr.-Ing. Carsten Cuhls; Dr.habil. Joachim Clemens (2005): Stand der Technik der Kompostierung. Grundlagenstudie.

DLG e.V. (2017): DLG-Merkblatt 397. Gärreste im Ackerbau effizient nutzen. Tabelle 3: Durchschnittliche Nährstoffgehalte unterschiedlicher Gärreste. 2. Auflage. Online verfügbar unter https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/publikationen/merkblaetter/dlg-merkblatt_397.pdf.

Dunst, Gerald (2015): Kompostierung und Erdenherstellung. Praxisbuch und Anleitung für: Hausgarten, Landwirtschaft, Kommune und Profi. 1. Auflage. [Riedlingsdorf]: Sonnenerde - Gerald Dunst Kulturerden GmbH.

Eggersmann Anlagenbau GmbH (2018): Backhus. Mieten- & Zeilenumsetzer. BACKHUS LTC Mix. 20180712_BACKHUS_Mieten- & Zeilenumsetzer_DE. Online verfügbar unter https://www.huber-recyclingtechnik.at/downloads/BACKHUS_Brochure_Mieten-und%20Zeilenumsetzer.pdf, zuletzt geprüft am 01.01.2023.

European Commission (2020): Farm to Fork Strategy. For a fair, healthy and environmentally-friendly food system. EUGreenDeal. Online verfügbar unter https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en#Strategy, zuletzt aktualisiert am 24.07.2023, zuletzt geprüft am 24.07.2023.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (2022): Biogas - Faustzahlen. Online verfügbar unter <https://biogas.fnr.de/daten-und-fakten/faustzahlen>.

Fransson, Niklas; Gärling, Tommy (1999): ENVIRONMENTAL CONCERN: CONCEPTUAL DEFINITIONS, MEASUREMENT METHODS, AND RESEARCH FINDINGS. In: *Journal of Environmental Psychology* 19 (4), S. 369–382. DOI: 10.1006/jevp.1999.0141.

García, MConcepción; Marina, MLuisa; Laborda, Fernando; Torre, Mercedes (1998): Chemical characterization of commercial soybean products. In: *Food Chemistry* 62 (3), S. 325–331. DOI: 10.1016/S0308-8146(97)00231-8.

Gunaseelan, V.Nallathambi (2004): Biochemical methane potential of fruits and vegetable solid waste feedstocks. In: *Biomass and Bioenergy* 26 (4), S. 389–399. DOI: 10.1016/j.biombioe.2003.08.006.

Hanss, Daniel; Doran, Rouven (2020): Perceived Consumer Effectiveness. In: Walter Leal Filho, Tony Wall, Anabela Marisa Azul, Luciana Brandli und Pinar Gökcin Özuyar (Hg.): *Good Health and Well-Being*. Cham: Springer International Publishing (Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals), S. 1–10.

Hemmerich, Wanja A. (2023): Multiple lineare Regression: Modellanpassung bestimmen. Statistik-Guru.de. Online verfügbar unter <https://statistikguru.de/spss/multiple-lineare-regression/modellanpassung-bestimmen.html>, zuletzt aktualisiert am 23.08.2023, zuletzt geprüft am 23.08.2023.

Hermann Laber (2017): Nährstoffaufnahme von Wurzelpetersilie bei Frischmarkt- und Industrieanbau. In: Verband der Landwirtschaftskammern e.V. (Hg.): *Versuche im deutschen Gartenbau. Jahrgang 2017. Gemüsebau - Ergebnisse - Analysen - Empfehlungen, 2017 Gemüsebau*, S. 261–272.

INNIO Jenbacher GmbH & Co OG (2022a): Jenbacher Gasmotoren. Baureihe 2. Online verfügbar unter <https://www.jenbacher.com/de/gasmotoren/baureihe-2/j208>, zuletzt geprüft am 17.05.2023.

INNIO Jenbacher GmbH & Co OG (2022b): Jenbacher Gasmotoren. Baureihe 3F. Online verfügbar unter <https://www.jenbacher.com/de/gasmotoren/baureihe-3#broschueren/innio-jenbacher-baureihe-3f>, zuletzt geprüft am 17.05.2023.

Jang, Ha-Won; Cho, Meehee (2022): The relationship between ugly food value and consumers' behavioral intentions: Application of the Theory of Reasoned Action. In: *Journal of Hospitality and Tourism Management* 50, S. 259–266. DOI: 10.1016/j.jhtm.2022.02.009.

Joachim Ziegler (2021): Modell-Vollkostenkalkulation, update 2021. Kalkulation Freilandgemüse - Abteilung Gartenbau, Gemüsebauberatung. DLR Rheinlandpfalz. Online verfügbar unter <https://www.hortigate.de/>, zuletzt geprüft am 01.05.2022.

Johanna Bogner (2022): AAT Abwasser- und Abfalltechnik GmbH, 2022. Kennzahlen zur Biogasveredelung mittels Membrantechnologie an Pascale Rohrer.

Johnson, Lisa K.; Dunning, Rebecca D.; Gunter, Chris C.; Dara Bloom, J.; Boyette, Michael D.; Creamer, Nancy G. (2018): Field measurement in vegetable crops indicates need for reevaluation of on-farm food loss estimates in North America. In: *Agricultural Systems* 167, S. 136–142. DOI: 10.1016/j.agsy.2018.09.008.

Kepper, Gaby (1996): *Qualitative Marktforschung. Methoden, Einsatzmöglichkeiten und Beurteilungskriterien*. 2., überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag; Imprint (Springer eBook Collection Business and Economics).

Kilbourne, William; Pickett, Gregory (2008): How materialism affects environmental beliefs, concern, and environmentally responsible behavior. In: *Journal of Business Research* 61 (9), S. 885–893. DOI: 10.1016/j.jbusres.2007.09.016.

Kreuger, Emma; Sipos, Bálint; Zacchi, Guido; Svensson, Sven-Erik; Björnsson, Lovisa (2011): Bio-conversion of industrial hemp to ethanol and methane: the benefits of steam pretreatment and co-production. In: *Bioresource technology* 102 (3), S. 3457–3465. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.10.126.

Kuckartz, Udo; Rädiker, Stefan (2022): *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. 5., überarbeitete Auflage. Weinheim: Juventa Verlag ein Imprint der Julius Beltz GmbH & Co. KG (Grundlagentexte Methoden).

LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2023): Biogasausbeuten verschiedener Substrate. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF). Gemüseabfälle. Online verfügbar unter https://www.lfl.bayern.de/iba/energie/049711/?sel_list=33%2Cb&anker0=substratanker#substratanker, zuletzt geprüft am 16.05.2023.

Lin, Pei-Chun; Huang, Yi-Hsuan (2012): The influence factors on choice behavior regarding green products based on the theory of consumption values. In: *Journal of Cleaner Production* 22 (1), S. 11–18. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.10.002.

Ikonline - Landwirtschaftskammer Tirol (2023): Tiroler Gemüsebauern. Online verfügbar unter <https://tirol.lko.at/tiroler-gem%C3%BCsebauern+2400+1048906>, zuletzt geprüft am 14.04.2023.

Makhal, Annesha; Robertson, Kirsten; Thyne, Maree; Miroso, Miranda (2021): Normalising the “ugly” to reduce food waste: Exploring the socialisations that form appearance preferences for fresh fruits and vegetables. In: *J Consumer Behav* 20 (5), S. 1025–1039. DOI: 10.1002/cb.1908.

Pöllinger, Alfred Dipl. Ing. (2000): *Kompostprojekt Gumpenstein: Vorstellung des Projektes und Aspekte der Stoffbilanzierung. Kompostanwendung in der Landwirtschaft*. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein.

Prof.Dr.Oliver Gansser (2023): Vorgehen bei der Prüfung von Strukturgleichungsmodellen mit SmartPLS. Online verfügbar unter <https://gansser.de/SmartPLS.pdf>, zuletzt geprüft am 30.07.2023.

Rewe Group (2023): Mit Ecken und Kanten auf Erfolgskurs: PENNY Bio-Helden gegen Food-waste. Online verfügbar unter <https://www.rewe-group.com/de/presse-und-medien/newsroom/stories/mit-ecken-und-kanten-auf-erfolgskurs-penny-bio-helden-gegen-foodwaste/>, zuletzt geprüft am 30.07.2023.

Rommeiss, Nikolas (2006): *Energetische Verwertung von Grünfällen aus dem Strassenbetriebsdienst*. Bergisch Gladbach, Germany: Bundesanstalt für Strassenwesen (Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen. Verkehrstechnik, Heft V150).

Schneider Felicitas (2016): *Aufkommen und Vermeidung von Lebensmittelabfällen in Industrieländern*. Doktorarbeit. Universität für Bodenkultur Wien.

SoSci Survey GmbH (2023): SoSci - der Online Fragebogen. Online verfügbar unter <https://www.sosicisurvey.de/de/about>, zuletzt geprüft am 30.07.2023.

Stangherlin, Isadora do Carmo; Duarte Ribeiro, Jose Luis; Barcellos, Marcia (2019): Consumer behaviour towards suboptimal food products: a strategy for food waste reduction. In: *BFJ ahead-of-print (ahead-of-print)*, S. 2396–2412. DOI: 10.1108/BFJ-12-2018-0817.

Statista Research Department (2022): Lidl-Kunden in Deutschland nach Geschlecht im Vergleich mit der Bevölkerung im Jahr 2021. Unter Mitarbeit von V.Pawlik. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/296857/umfrage/umfrage-in-deutschland-zum-geschlecht-von-lidl-kunden/>, zuletzt geprüft am 30.07.2023.

Statista Research Department (Hg.) (2023): Marktanteile der Top 5 Lebensmitteleinzelhändler in Österreich im Jahr 2022. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1389425/umfrage/marktanteile-der-top-5-lebensmitteleinzelhaendler-in-oesterreich/>, zuletzt geprüft am 30.07.2023.

Statistik Austria (2020a): Energieeinsatz der Haushalte. Einsatz aller Energieträger nach Verwendungszwecken 2003 bis 2020. Online verfügbar unter <https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/energieeinsatz-der-haushalte>, zuletzt geprüft am 17.05.2023.

Statistik Austria (2020b): Statistik der Landwirtschaft 2019. Versorgungsbilanz für Gemüse 2018/19. Online verfügbar unter https://www.statistik.at/fileadmin/publications/Statistik_der_Landwirtschaft_2019.pdf.

Statistik Austria (2020c): Statistik der Landwirtschaft 2019. Gemüseernteerhebung 2019. Online verfügbar unter https://www.statistik.at/fileadmin/publications/Statistik_der_Landwirtschaft_2019.pdf.

Statistik Austria (2020d): Statistik der Landwirtschaft 2019. Anbau und Ernte auf dem Ackerland 2019 nach Bundesländern. Online verfügbar unter https://www.statistik.at/fileadmin/publications/Statistik_der_Landwirtschaft_2019.pdf.

Statistik Austria (2020e): Statistik der Landwirtschaft 2019. Gemüseanbau und Ernte 2019 nach Bundesländern. Online verfügbar unter https://www.statistik.at/fileadmin/publications/Statistik_der_Landwirtschaft_2019.pdf.

Statistik Austria (2021a): Statistik der Landwirtschaft 2020. Gemüseanbau und Ernte 2020 nach Bundesländern. Online verfügbar unter https://www.statistik.at/fileadmin/publications/Statistik_der_Landwirtschaft_2020.pdf.

Statistik Austria (2021b): Statistik der Landwirtschaft 2020. Anbau und Ernte auf dem Ackerland 2020 nach Bundesländern. Online verfügbar unter https://www.statistik.at/fileadmin/publications/Statistik_der_Landwirtschaft_2020.pdf.

Statistik Austria (2021c): Statistik der Landwirtschaft 2020. Versorgungsbilanz für Gemüse 2019/20. Online verfügbar unter https://www.statistik.at/fileadmin/publications/Statistik_der_Landwirtschaft_2020.pdf.

Statistik Austria (2021d): Statistik der Landwirtschaft 2020. Versorgungsbilanz für Kartoffeln und Kartoffelstärke 2015/16 bis 2019/20. Online verfügbar unter https://www.statistik.at/fileadmin/publications/Statistik_der_Landwirtschaft_2020.pdf.

Statistik Austria (2021e): Statistik der Landwirtschaft 2020. Gemüseernteerhebung 2020. Online verfügbar unter https://www.statistik.at/fileadmin/publications/Statistik_der_Landwirtschaft_2020.pdf.

Statistik Austria (2022): Demographisches Jahrbuch 2020. Online verfügbar unter <https://www.statistik.at/fileadmin/publications/Demographisches-JB-2020.pdf>.

Statistik Austria (Hg.) (2023a): Bevölkerung von Tirol von 2013 bis 2023. Unter Mitarbeit von Martin Mohr. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/743145/umfrage/bevoelkerung-von-tirol/>, zuletzt geprüft am 30.07.2023.

Statistik Austria (2023b): Haushaltsprognose 2022. Privathaushalte 2011-2080 nach Bundesländern. Online verfügbar unter <https://www.statistik.at/statistiken/bevoelkerung-und-soziales/bevoelkerung/familien-haushalte-lebensformen/haushaltsprognosen>.

STREFOWA (2016-2019): PA 2 Charakter Ernte: Verwendung von landwirtschaftlichen Überschüssen. STREFOWA - strategies to reduce food waste in Europe. Institut für Abfallwirtschaft (ABF-BOKU). Online verfügbar unter <http://www.reducefoodwaste.eu/karakter.html>, zuletzt geprüft am 18.07.2023.

STREFOWA (Hg.) (2019): REDUCEFOODWASTE HANDBUCH. Institut für Abfallwirtschaft (ABF-BOKU). Online verfügbar unter http://www.reducefoodwaste.eu/uploads/5/8/6/4/58648241/handbook_ger_ok.pdf, zuletzt geprüft am 30.07.2023.

Studienretter.de (2023): ▷ Theorie des geplanten Verhaltens: Definition, Erklärung & Beispiele. Online verfügbar unter <https://studienretter.de/theorie-des-geplanten-verhaltens/>, zuletzt aktualisiert am 23.04.2023, zuletzt geprüft am 16.08.2023.

SurveyMonkey (Hg.) (2023): Stichprobenrechner. Online verfügbar unter <https://www.surveymonkey.de/mp/sample-size-calculator/>, zuletzt geprüft am 30.07.2023.

Świechowski, Kacper; Matyjewicz, Bartosz; Telega, Paweł; Białowiec, Andrzej (2022): The Influence of Low-Temperature Food Waste Biochars on Anaerobic Digestion of Food Waste. In: *Materials (Basel, Switzerland)* 15 (3). DOI: 10.3390/ma15030945.

Vermeir, Iris; Verbeke, Wim (2008): Sustainable food consumption among young adults in Belgium: Theory of planned behaviour and the role of confidence and values. In: *Ecological Economics* 64 (3), S. 542–553. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2007.03.007.

Wolf, B.; Priebe, M. (2003): Wissenschaftstheoretische Richtungen: Verlag Empirische Pädagogik.

WWF (UK) (2021): Driven to waste: The Global Impact of Food Loss and Waste on Farms. Woking. Unter Mitarbeit von Dr Lilly Da Gama, Pete Pearson, Leigh Prezkop, Liam Walsh, Callum Weir, Tony McElroy, Laurence Webb, Giles Bolton, Kene Umeasiegbu, Anna Turrell. Online verfügbar unter <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Landwirtschaft/WWF-Report-Driven-to-Waste-The-Global-Impact-of-Food-Loss-and-Waste-on-Farms.pdf>, zuletzt geprüft am 30.07.2023.

Yan, Hu; Zhao, Chen; Zhang, Jiafu; Zhang, Ruihong; Xue, Chunyu; Liu, Guangqing; Chen, Chang (2017): Study on biomethane production and biodegradability of different leafy vegetables in anaerobic digestion. In: *AMB Express* 7 (1), S. 27. DOI: 10.1186/s13568-017-0325-1.

Yang, Chun; Chen, Xuqi (2022): Factors Affecting Consumers' Purchasing of Suboptimal Foods during the COVID-19 Pandemic. In: *Agriculture* 12 (1), S. 99. DOI: 10.3390/agriculture12010099.

ZDF- Zweites deutsches Fernsehen (2023): Pläne der EU-Kommission. Neue Regeln für Obst und Gemüse mit Mängeln? Online verfügbar unter <https://www.zdf.de/nachrichten/politik/europa-obst-maengel-100.html>, zuletzt geprüft am 30.07.2023.

Zhang, Yue; Kusch-Brandt, Sigrid; Salter, Andrew M.; Heaven, Sonia (2021): Estimating the Methane Potential of Energy Crops: An Overview on Types of Data Sources and Their Limitations. In: *Processes* 9 (9), S. 1565. DOI: 10.3390/pr9091565.

Zukunftsinstitut (2022): Was bedeutet „gesunde Ernährung“ für die Generationen Y und Z? Auszug aus dem Food Report 2022 von Hanni Rützler. Online verfügbar unter <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/food/neues-verstaendnis-von-gesunder-ernaehrung-bei-generation-y-und-z/>, zuletzt geprüft am 30.07.2023.

9 ANHANG

Der Anhang untergliedert sich in die nachfolgenden Abschnitte. Die Inhalte sind den konkreten Abschnitten zu entnehmen. Weitere Rohdaten werden auf Nachfrage unter Berücksichtigung der datenschutzrechtlichen Bestimmungen durch das MCI zur Verfügung gestellt.

Abschnitt I. Initial übermittelter Fragebogen Mengenerhebung – Landwirt:innen

Abschnitt II. Finaler Leitfaden für die Mengenerhebung – Landwirt:innen

Abschnitt III. Konsument:innen Online-Fragebogen

Abschnitt IV. Zuordnung Fragen & Variablen – Konsument:innen Umfrage

Abschnitt V. Zuordnung Fragen & Variablen – Verarbeiter:innen Umfrage

Abschnitt VI. Verarbeiter:innen Online-Fragebogen

Abschnitt VII. Interviewleitfaden der Landwirt:innen

Abschnitt VIII. Interviewleitfaden des Lebensmitteleinzelhandels

Abschnitt IX. Prüfbericht Kompostanalyse durch externes Labor