

Masterarbeit – Einfluss der ökologischen Rohproduktion von Tomaten auf ihre industrielle  
Weiterverarbeitung

„Zu hegen und zu pflegen sei bereit,  
das Wachsen überlass der Zeit.“

Deutsches Sprichwort

## Masterarbeit

Vorgelegt dem Prüfungsausschuss des Fachbereichs  
Oecotrophologie – Facility Management  
im Masterstudiengang  
Nachhaltige Dienstleistungs- und Ernährungswirtschaft  
der Fachhochschule Münster

### Einfluss der ökologischen Rohproduktion von Tomaten auf ihre industrielle Weiterverarbeitung

Studierende: Leona Tönnies (Matrikelnummer 962604)

Referentin: Frau Dr. oec.troph. Carola Strassner


Ko-Referentin: Frau M.Sc. Lisa Marie Borghoff

Abgabedatum: 11.09.2020

## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Münster, 11.09.2020

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. J. J.', with a stylized flourish extending to the right.

## **Vorwort**

Die vorliegende Masterarbeit entstand im Rahmen meines Studiums ‚Nachhaltige Dienstleistungs- und Ernährungswirtschaft‘ (NDuE) im ProOrg-Projekt an der Fachhochschule Münster. Nach meinem Auslandsaufenthalt an der ISARA Lyon kam ich mit großem Interesse im Bereich (agrar-) ökologischer Produktion und ihren positiven Auswirkungen auf Pflanze und Umwelt zurück nach Münster. Wissend um spannende Projekte im Bereich ökologischer Lebensmittelverarbeitung im ProOrg-Projekt an der FH Münster unter Leitung von Prof. Dr. oec.troph. Carola Strassner und wissenschaftlicher Mitarbeiter M.Sc. Lisa Marie Borghoff, wendete ich mich an sie. Die Schnittstelle zwischen ökologischer Produktion von Lebensmitteln und ihrer industriellen Weiterverarbeitung fand in bestehenden ProOrg-Projekten noch keine Betrachtung, was mich zu der vorliegenden Arbeit motivierte.

Die größte Herausforderung während der Erstellung meiner Arbeit stellte die diesjährige Corona-Krise dar. Nach dem Ausbruch der Atemwegserkrankung COVID-19 in Wuhan (China) entwickelte sie sich im Laufe des Frühjahres 2020 zu einer weltweiten Pandemie. In den meisten Ländern führte die hohe Ansteckungsgefahr der Viruskrankheit zu einer starken Einschränkung des öffentlichen und privaten Lebens. In Europa wurden insbesondere ab Mitte März Einrichtungen wie Schulen, Kindertagesstätten, Sportanlagen, gastronomische Betriebe und diverse Einzelhandelsgeschäfte geschlossen, um einer Ansteckung und damit Überlastung der Gesundheitssysteme entgegenzuwirken. Die allgemeine Kontaktbeschränkung hatte weitreichende Auswirkungen auf viele Lebensbereiche der Bevölkerung wie Wirtschaft, Gesundheit aber auch Forschung und Lehre.

Mein herzlicher Dank gilt all denjenigen, die mich während meiner Mastarbeit unterstützt und motiviert haben.

Allen voran danke ich an dieser Stelle Frau M.Sc. Lisa Marie Borghoff, die meine Masterarbeit ko-betreut hat und immer eine interessierte und hilfreiche Ansprechpartnerin war. Zudem bin ich sehr dankbar für die Offenheit und Neugierde von Frau Prof. Dr. oec. troph. Carola Strassner und Frau Ms.Sc. Lisa Marie Borghoff, die sie mir allweil im Rahmen des Forschungsprozesses entgegenbrachten. Ich bedanke mich für ihre positiven Anregungen und die konstruktive Kritik bei der Erstellung meiner Arbeit. Ein

besonderer Dank gilt ebenso den Teilnehmenden meiner Befragung aus Italien, die trotz der krisenbehafteten Situation Zeit gefunden haben, mir ihre Antworten zukommen zu lassen und ohne die diese Arbeit nicht hätte entstehen können. Darüber hinaus danke ich Freund\*innen und Verwandten, die mich während des Schreibens nicht nur mit Ideenreichtum unterstützt, sondern auch in schwierigen Situationen mental aufgefangen haben. Ebenso danke ich an dieser Stelle meinen Eltern, die mir durch ihren finanziellen Rückhalt erst das Studium ermöglicht haben.

Leona Tönnies

Münster, 11.09.2020

## **Abstract**

Tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) are the second most important fruit and vegetable plant in the world after potatoes (*Solanum tuberosum* L.). In contrast to conventionally produced tomatoes, organic tomatoes in particular have a higher content of soluble solids, dry matter and lycopene. In addition, organic tomatoes contain a higher number of phenolic compounds and antioxidant capacity. The present work tries to shed light on the extent to which the ecological raw product has an impact on its industrial processing. For this purpose, qualitative surveys are carried out with experts from the tomato processing industry.

**Results:** The pH value, °Brix and color of the raw product in particular influence the processing of tomatoes. In addition, there are increased skin defects and heterogeneity regarding shape and color of organic tomatoes. The properties of the raw material at the time of harvest are primarily determined by the choice of variety, depending on the tomato product to be produced. It is assumed that regulatory measures differ from conventional production through ecological production using citric acid and tomato juice concentrate for acidification or sugar enrichment during the tomato processing process. Further research can include deal with the overall economy of the processing process regarding the higher viscosity and organoleptic differences in organic tomato products.

## Zusammenfassung

Tomaten (*Solanum lycopersicum* L.) sind neben Kartoffeln (*Solanum tuberosum* L.) die zweitwichtigste Obst- bzw. Gemüsepflanze der Welt. Bio-Tomaten weisen im Gegensatz zu konventionell produzierten Tomaten insbesondere einen höheren Gehalt an löslichen Feststoffen, Trockenmasse und Lycopin auf. Darüberhinaus enthalten Bio-Tomaten eine höhere titrierbare Säure, Anzahl an phenolischen Verbindungen sowie antioxidative Kapazität. Mit der vorliegenden Arbeit wird versucht zu beleuchten, inwiefern das ökologische Rohprodukt einen Einfluss auf seine industrielle Weiterverarbeitung ausübt. Dafür werden qualitative Befragungen mit Expert\*innen aus der tomatenverarbeitenden Industrie durchgeführt.

**Ergebnisse:** Insbesondere pH-Wert, °Brix und Farbe des Rohprodukts beeinflussen die Verarbeitung von Tomaten. Außerdem sind für Bio-Tomaten vermehrte Hautfehler und Heterogenität bzgl. ihrer Form und Farbe zu verzeichnen. Die Eigenschaften der Rohware zum Zeitpunkt der Ernte werden vornehmlich durch die Sortenwahl bestimmt, welche abhängig des zu produzierenden Tomatenprodukts getroffen wird. Es wird angenommen, dass sich Regulierungsmaßnahmen durch die ökologische Produktion in Verwendung von Zitronensäure und Tomatensaftkonzentrat zur Säuerung bzw. Zuckeranreicherung während des Verarbeitungsprozesses im Gegensatz zur konventionellen Produktion unterscheiden. Weiterführende Forschungen können sich mit der Gesamtwirtschaftlichkeit des Verarbeitungsprozesses auseinandersetzen.



## **Executive-Summary**

Tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) are next to potatoes (*Solanum tuberosum* L.) the second most important fruit and vegetable plant in the world and the driving force behind a large industry. However, the use of synthetic fertilizers and agrochemicals during the conventional cultivation of tomatoes leads to a contamination of the environment and fruit itself. Critical voices on health concerns and the climatic debate in recent years have contributed to increasing people's interest in organically produced food. Organic tomatoes in particular have a higher content of soluble solids, dry matter and lycopene. Additionally, they contain a higher titratable acid, number of phenolic compounds and antioxidant capacity.

The aim of the present work is to find out if modified ingredients in organic tomatoes bring advantages for their industrial processing. The work is intended to lay the foundation for further research at the interface between organic tomato cultivation and industrial processing. In particular to find arguments for organic cultivation that goes beyond environmental friendliness in order to convince large industries for organic farming.

The theoretical basic deals with the tomato biology, its economic importance and fruit development as well as the ingredients at the time of tomato harvest. The processing of tomatoes is described in detail afterwards as well as the differences between organic tomatoes and their processing. Research interests include the production of peeled tomatoes in tomato juice, unpeeled tomatoes in tomato juice, chopped and filleted tomatoes in tomato juice, tomato strains, tomato passata and tomato sauce.

To answer the research question 'To what extent does the ecological raw production of tomatoes influence their further industrial processing?' With the guiding question 'At which pivotal points in the tomato processing process does the quality of the raw product determine its industrial further processing?' the experts are asked open questions that arise from the gaps in the reviewed scientific literature and are primarily oriented towards the processing process.

The properties of the raw material at the time of harvest are primarily determined by the choice of variety, which is made depending on the tomato product to be produced. In the case of organic tomatoes, skin defects and an increased heterogeneity in terms of their shape and

color are recorded in contrast to conventional tomatoes. This can affect both the peelability and defects during processing and thus the profitability of the company.

In particular pH value, °Brix and color are parameters of the raw product that are checked and regulated during processing. This suggests that higher levels, especially of titratable acid, soluble solids and lycopene of the organic tomato, have an influence on its processing. This would particularly affect the use of citric acid and tomato juice concentrate. Higher levels of soluble solids in the organic tomato as well as a higher dry matter suggest that a lower steam output must be achieved for the desired consistency of the products. Further research can include deal with the overall economy of the processing of organic tomatoes in contrast to conventional production.

## Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung .....	II
Vorwort.....	III
Abstract.....	V
Zusammenfassung .....	VI
Executive-Summary .....	VII
Abbildungsverzeichnis .....	XI
Tabellenverzeichnis .....	XII
1. Einleitung .....	1
2. ProOrg .....	3
3. Theoretische Grundlagen.....	4
3.1 Die Tomate .....	4
3.1.1 Biologie und Herkunft .....	4
3.1.2 Wirtschaftliche Bedeutung .....	6
3.1.3 Fruchtentwicklung .....	10
3.1.4 Chemische Inhaltsstoffe .....	11
3.2 Die industrielle Tomatenverarbeitung .....	15
3.2.1 Verarbeitungsprozess .....	15
3.2.2 Qualitätsmanagement .....	21
3.3 Die Bio-Tomate .....	27
3.3.1 Anbau und Physiologie.....	27
3.3.2 Veränderte Inhaltsstoffe .....	28
3.3.3 Besonderheiten bei der Verarbeitung von Bio-Lebensmitteln .....	30
4. Aktueller Kenntnisstand und Problemstellung .....	32
5. Methodisches Vorgehen .....	34
5.1 Auswahl und Begründung der Methodik – Expert*inneninterview .....	34
5.2 Konzeption des Interview-Leitfadens.....	37
5.2.1 Erarbeitung der Interviewfragen.....	37
5.2.2 Interviewleitfaden .....	40
5.2.3 Pre-Test.....	43
5.3. Die Interviewpartner*innen.....	43
5.3.1 Auswahl und Akquise.....	43
5.3.2 Kurzbeschreibung der akquirierten Expert*innen .....	45

5.4 Erhebung und Auswertung der Daten .....	47
6. Ergebnisse.....	49
6.1 Entscheidungskriterien nach Produktionslinie .....	49
6.1.1 Rohwarenkontrolle .....	50
6.1.2 Sortenwahl .....	52
6.2 Qualitätsparameter während der Verarbeitung.....	53
6.2.1 Grundlegende Qualitätsparameter .....	53
6.2.2 Produktabhängige Unterschiede .....	55
6.2.3 Regulierungsmaßnahmen .....	55
6.2.4 Endkontrolle .....	55
6.5 Unterschiede in der Bio-Verarbeitung.....	56
6.5.1 Verfahrenstechnische Unterschiede .....	56
6.5.2 Produktbezogene Unterschiede .....	56
7. Diskussion .....	57
7.1 Interpretation der Ergebnisse.....	57
7.1.1 Entscheidungskriterien .....	57
7.1.2 Qualitätsparameter während der Verarbeitung.....	60
7.1.3 Unterschiede in der Bio-Verarbeitung.....	64
7.2 Reflexion der Forschungsmethode .....	66
7.3 Empfehlung für weiterführende Forschung.....	70
8. Fazit .....	73
Literaturverzeichnis .....	75
Anhang .....	88

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Darstellung der größten tomatenproduzierenden Länder und ihrer Anteile in % an der weltweiten Tomatenproduktion.....	7
Abb. 2: Darstellung der größten tomatenproduzierenden Länder und ihrer Anteile in % an der europäischen Tomatenproduktion (exklusive Türkei).....	8
Abb. 3: Die Tomatenfruchtentwicklung. Darstellung ihrer Hauptstadien Fruchtansatz und – wachstum sowie Fruchtreife.....	11
Abb. 4: Vereinfachte Darstellung des industriellen Verarbeitungsprozesses von Tomaten im Flussdiagramm .....	17
Abb. 5: Darstellung der operationalisierten Prozesseinheiten von Tomatensauce im Flussdiagramm; untenstehend ihre Durchführungsparameter.....	26
Abb. 6: Darstellung Konzepte der ökologischen Lebensmittelverarbeitung und ihre Anwendungsgebiete .....	31
Abb. 7: Festlegung der Forschungs- und Leitfrage im Forschungsprozess .....	34
Abb. 8: Abgrenzung und Einordnung des Forschungsgegenstandes .....	34
Abb. 9: Darstellung zur Übersicht des Forschungsprozesses mittels Expert*inneninterviews .....	35
Abb. 10: Schema zur Entwicklung von Interviewfragen abgeleitet aus Analysedimensionen und Fragenkomplexen .....	37
Abb. 11: Darstellung eines fiktiven Entscheidungsdiagramms für Tomaten nach Produktionslinie.....	60
Abb. 12: Berechnung der Produktionsrate von Tomatenkonzentraten bei unterschiedlichen Trockenmassegehalten.....	71

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Darstellung wichtiger Bestandteile der Tomatenfrucht in Tabellenform.....	12
Tab. 2: Gegenüberstellung der Entscheidungskriterien angelieferter Tomaten-Rohware in einer Verarbeitungsanlage zur Produktion von Tomatenmark.....	24
Tab. 3: Interviewleitfaden Teil I.....	40
Tab. 4: Interviewleitfaden Teil II .....	41
Tab. 5: Interviewleitfaden Teil III .....	42
Tab. 6: Auszug der Dokumentation von Kontaktaufnahme zu Unternehmen .....	44
Tab. 7: Kurzbeschreibung der akquirierten Expert*innen und ihrer Unternehmen .....	46
Tab. 8: Auszug des Expert*innen-Interview-Fragebogens (blanco) zu Thema I.....	47
Tab. 9: Ergebnisdarstellung der Rohwarenkontrollparameter.....	51
Tab. 10: Darstellung der gewünschten tomatenproduktabhängigen Rohwarenerkmale .....	52
Tab. 11: Ergebnisdarstellung der zu kontrollierenden Qualitätsparameter im Verarbeitungsprozess.....	54

## 1. Einleitung

Tomaten (*Solanum lycopersicum* L.) sind neben Kartoffeln (*Solanum tuberosum* L.) die zweitwichtigste Obst- bzw. Gemüsepflanze der Welt (vgl. QUINET et al., 2019, 1). Dabei werden etwa 80% der weltweiten Tomatenernte industriell weiterverarbeitet und findet Absatz als Tomatenmark, Tomatenpulver und Konserve (vgl. TERNES et al., 2005, 1897). Nicht nur wegen ihrer kulinarischen Vielseitigkeit, sondern auch wegen ihres hohen Nährwertes sind Tomaten beliebt. Sie haben den Status eines funktionellen Lebensmittels erlangt, da sie das Risiko senken an bestimmten Krebsarten zu erkranken und das Herz-Kreislauf-System positiv beeinflussen (vgl. FERRARI et al., 2008, 399). Gemessen an ihrem bescheidenen Erscheinungsbild ist es schwierig sich vorzustellen, dass hinter der Tomate die treibende Kraft einer riesigen Industrie steht (vgl. AYVAZ et al., 2016, 619).

Auf 4,85 Millionen ha werden jährlich etwa 182,3 Millionen Tonnen Tomatenfrüchte produziert (vgl. FAO, 2018a; FAO, 2018b). Die Verwendung von synthetischen Düngemitteln und Agrochemikalien während des konventionellen Anbaus<sup>1</sup> von Tomaten führt zu einer Kontamination der Umwelt und damit auch zu einer Belastung der Frucht. Kritische Stimmen zu gesundheitlichen Bedenken und die Klimadebatte der letzten Jahre haben dazu beigetragen, das Interesse der Menschen an ökologisch erzeugten Lebensmitteln zu erhöhen (vgl. FERRARI et al., 2008, 399). Mit der Erzeugung von biologischen Rohprodukten wird von Produzent\*innen ein höherer Kostenaufwand bei geringeren Erträgen verbunden. Das Preis-Argument zählt aktuell auch auf Verbraucher\*innenseite mehr als die negativen Umweltauswirkungen, die mit dem Kauf von konventionell erzeugten Lebensmitteln einhergehen (vgl. MARIAN et al., 2014, 52). Die wissenschaftliche Debatte über unterschiedliche, vermeintlich höhere Qualitäten von Bio-Obst und -Gemüse im Vergleich zu konventionell angebauten Früchten, wird durch eine Reihe gegensätzlicher Berichte angeregt und ist noch nicht beigelegt (vgl. DE PASCALE et al., 2016, 88).

---

<sup>1</sup> Kennzeichen einer konventionellen Lebensmittelproduktion: Einsatz von giftigen Pflanzenschutz- und Düngemitteln erlaubt. Darüber hinaus werden vermehrt landwirtschaftliche Maschinen eingesetzt. Die globale Ausbreitung der konventionellen Landwirtschaft führt zu einem Verlust der Tier- und Pflanzenpopulation in Boden, Wasser und Luft (vgl. UBA, 2019).

Um den aufkommenden gesellschaftlichen Herausforderungen insbesondere im Bereich der ökologischen Lebensmittelverarbeitung zu begegnen, hat sich CORE Organic als internationales Forschungsbündnis etabliert. Prof. Dr. oec. troph. Carola Strassner und M.Sc. Lisa Marie Borghoff an der Fachhochschule Münster, die die vorliegende Arbeit betreuen, vertreten mit ProOrg eine der 27 Institutionen von CORE Organic, die in 19 verschiedenen Ländern ihren Forschungsbeitrag zur Entwicklung von nachhaltigen Lebensmittelsystemen leisten (vgl. DILLING, 2020). Die Masterarbeit soll nun beleuchten, ob die Bio-Tomate im Gegensatz zur konventionell angebauten Tomate veränderte physiologische und physikalische Eigenschaften aufweist, die ihre industrielle Weiterverarbeitung beeinflussen. Dabei liegt das Augenmerk auf der Verarbeitung von folgenden Tomatenprodukten: Geschälte Tomaten in Tomatensaft, ungeschälte Tomaten in Tomatensaft, gehackte Tomaten in Tomatensaft, filetierte Tomaten in Tomatensaft, passierte Tomaten, grob und fein, Tomatenpassata und Tomatensauce. Alle Tomatenprodukte haben dabei einen Tomatenanteil von mindestens 90%.

Nach der Einleitung in Kapitel 1 folgt die ausführliche Vorstellung des ProOrg-Projekts in Kapitel 2. Kapitel 3 der vorliegenden Arbeit behandelt die theoretischen Grundlagen. Darin werden allgemeine Informationen über die Tomate wie Biologie, Anbau und ihre Verbreitung sowie ihre wirtschaftliche Bedeutung erklärt. Darüber hinaus wird die Fruchtentwicklung, die Synthese wichtiger Inhaltsstoffe und die chemische Zusammensetzung der Tomate zum Zeitpunkt der Ernte beschrieben. Zudem wird der Verarbeitungsprozess, wichtige Produktqualitätskriterien sowie ihre -kontrolle, erläutert. Im Anschluss wird der ökologische Anbau, die veränderten Inhaltsstoffe von ökologisch produzierten Tomaten sowie die Besonderheiten bezüglich ihrer Weiterverarbeitung beschrieben. Kapitel 4 fasst den aktuellen Kenntnisstand zusammen, basierend auf dem theoretischen Hintergrund. Hier wird zudem die Forschungs- als auch Kern- bzw. Leitfrage für den weiteren Verlauf des Forschungsprozesses dargestellt. Kapitel 5 befasst sich mit der methodischen Vorgehensweise, d. h. Auswahl und Begründung von qualitativen Expert\*inneninterviews als Forschungsmethode sowie die Vorgehensweise zur Erhebung und Auswertung der Daten mittels qualitativer Fragebögen und themenanalytischer Inhaltsanalyse. Die Ergebnisdarstellung erfolgt in Kapitel 6. Die Diskussion in Kapitel 7 beinhaltet die Interpretation der Ergebnisse, eine kritische Reflexion der Forschungsmethode sowie Empfehlungen für weitere Forschung. Abschließend folgt Kapitel 8 mit einem kurzen Fazit.



## 2. ProOrg

ProOrg wurde im Rahmen des CORE Organic Cofund Call 2017 gegründet. CORE steht als Abkürzung für ‚Coordination of European Transnational Research in Organic Food and Farming Systems‘ (=Koordination der transnationalen europäischen Forschung im Bereich der biologischen Lebensmittel- und Landwirtschaftssysteme) und ist Bestandteil des ERA-NET- („European Resesarch Area Network“) Konsortiums.

Das Hauptaugenmerk von CORE Organic liegt auf der Zusammenführung und Finanzierung transnationaler Forschungsprojekte, die eine gezielte und koordinierte Forschungs- und Innovationsanstrengung unterstützen, die die wichtigsten Herausforderungen entlang der biologischen Wertschöpfungsketten abdeckt (vgl. ProOrg, 2019a). Das Netzwerk wird von der Europäischen Kommission im Rahmen des ‚Horizon2020‘ finanziert. Innerhalb von 15 Jahren gemeinsamer Zusammenarbeit haben die Partner des ERA-NET CORE Organic 7 transnationale Aufrufe im Rahmen von CORE Organic gestartet. Dazu zählt CORE Organic I, CORE Organic II, CORE Organic Plus und CORE Organic Cofund (vgl. DILLING, 2020). Diese Verbünde sollen die Zusammenarbeit zwischen den nationalen Forschungsaktivitäten verstärken (vgl. ProOrg, 2019a).

Der Markt für Bio-Lebensmittel wächst rasant und die Bio-Lebensmittelindustrie muss sich entwickeln und innovieren, um den fortlaufenden neuen Anforderungen zu entsprechen. Die Gesetzgebung der Europäischen Union regelt die Verwendung von Lebensmittelzusatzstoffen und Verarbeitungshilfsmitteln. Bislang fehlen jedoch regulatorische Standards für die Verarbeitung von Bio-Lebensmitteln sowie Spezifikationen, die die Lebensmittelpraxis bei der Bewertung und Auswahl geeigneter Technologien und Innovationen gemäß den Bio-Grundsätzen unterstützen (vgl. ULLER-KRISTENSEN, 2020). Daher hat sich ProOrg zum Ziel gesetzt, eine Reihe von Strategien und Instrumenten zu entwickeln, die Bio-Lebensmittelverarbeitern bei der Auswahl geeigneter Technologien helfen können. Der CoP (Code of Practice) gibt bspw. Hinweise, wie Lebensmittelhersteller die beste Wahl für adäquate Verarbeitungsmethoden treffen können und gilt als Herzstück der Organisation (vgl. ProOrg, 2019b).

ProOrg möchte insgesamt weitere Verbesserungen der Verarbeitung von Bio-Lebensmitteln ermöglichen und die Entwicklung neuer Produktionsmethoden unterstützen. Dies soll dazu beitragen, die Wettbewerbsfähigkeit der Bio-Lebensmittelindustrie zu steigern und den Verbrauchern qualitativ hochwertige Lebensmittel mit einer begrenzten Anzahl von Zusatzstoffen und technologischen Hilfsmitteln sowie einer geringeren Umweltbelastung zu garantieren (vgl. ProOrg, 2019b).

### **3. Theoretische Grundlagen**

#### **3.1 Die Tomate**

##### **3.1.1 Biologie und Herkunft**

Die Tomate ist die Beerenfrucht einer einjährigen, krautigen Pflanze *Lycopersicon esculentum* aus der Familie der Nachtschattengewächse *Solanaceae* (vgl. TERNES et al., 2005, 1897). Sie ist eng mit anderen Arten der Nachtschattengewächse wie Kartoffel, Paprika und Aubergine verwandt (vgl. MATISSEK und BALTES, 2016, 588). Neueste Fossilienfunde von Physalisbeeren der Pennsylvania State University in Patagonien belegen, dass höher entwickelte Nachtschattengewächse schon vor 52 Millionen Jahren existierten (vgl. WILF et al., 2017, 71).

Beheimatet ist die Tomate als tropische Wildpflanze im Andengebiet Perus. Dort wurde sie aztekisch ‚tomatl‘ genannt. Diese Bezeichnung bedeutet soviel wie ‚Schwellkörper‘ und bildet den Ursprung des uns bekannten Namens Tomate. Je nach Land und Region wird die Tomate u. a. als Paradiesapfel, Paradeiser oder Liebesapfel bezeichnet (vgl. TERNES et al., 2005, 1897). Die Pflanze hat sich zu Zeiten der Inkas als ‚Unkraut‘ gen Norden ausgebreitet und wurde von den Hochkulturen Mexikos domestiziert (vgl. LIEBEREI et al., 2012, 231). Ihrem Geburtsort zufolge hat die Tomatenpflanze einen hohen Wärme- und Lichtbedarf. Sie wächst auf schweren, humusreichen Böden. Die Tomate ist frostempfindlich und anfällig für Pilzbefall, weswegen sie in Mitteleuropa selten kommerziell im Freiland angebaut wird (vgl. Bioland et al., 2005, 2ff).

Die Tomate ist eine selbstbefruchtende<sup>2</sup> Pflanze. Die Befruchtung erfolgt über eine natürliche (Wind / Insekten) oder künstliche (mechanisch / händisch) Pollenübertragung. Trotz der Fähigkeit der Selbstbefruchtung scheinen Insekten die einzig Erfolg versprechende Befruchtungsmethode zu sein, da der Pollen erst durch Vibration das Innere des Antherenkegels erreicht (vgl. LIEBEREI et al., 2012, 232). Fehlende Insekten, extrem kalte oder warme Temperaturen sowie eine sehr hohe oder niedrige Luftfeuchtigkeit können der Befruchtung entgegenwirken. Eine unzureichende Befruchtung führt zu verminderter oder minderwertiger Fruchtbildung. Minderwertig ausgebildete Früchte sind oftmals klein und haben keine bis wenige Kerne. Im Gewächshaus kann eine Bestäubung durch den Einsatz von Hummeln und eine passende Klimaführung gefördert werden (vgl. Bioland et al., 2005, 9).

Sehr unreife Früchte sowie Kraut und Stielansatz sind mäßig giftig und können zu Übelkeit und Erbrechen führen (vgl. MATISSEK und BALTES, 2016, 588). Das identifizierte Alkaloid<sup>3</sup> alpha-Tomatin schützt die Tomate aufgrund seiner bitteren Geschmackseigenschaften vor Fraßfeinden und hemmt darüber hinaus das Wachstum von Schimmelpilzen, Bakterien und anderen krankheitserregenden Organismen (vgl. WEIB, 2007, 474). Die Menge an Tomatin hängt jedoch von Art, Sorte, Vegetationsperiode und meteorologischen Bedingungen des Anbaujahres ab und ist in reifen Früchten so gering, dass Vergiftungen ausgeschlossen werden können (vgl. TERNES et al., 2005, 1899).

Tomaten weisen überdies das Phänomen des Klimakteriums bzw. der Seneszenz auf. Dieses setzt einige Zeit nach der Ernte ein und bedingt eine 2- bis 3-fach höhere Atmung<sup>4</sup> (vgl. SCHOPFER et al., 2010, 249). In Kombination mit dem Phytohormon Ethylen werden somit bestimmte Gene in den Früchten aktiviert, die Alterungsprozesse sowohl in der Tomate selbst als auch in umliegenden Obst- und Gemüsesorten in Gang setzen oder beschleunigen. Selbst eine geeignete Kühlung kann diesem Phänomen nicht gänzlich entgegenwirken, darum spielt

---

<sup>2</sup> Selbstbefruchtung: Eigener Pollen führt zur Befruchtung der Pflanze ≠

Fremdbefruchtung: Nur genetisch unterschiedlicher Pollen kann zur Befruchtung der Pflanze führen (vgl. MIEDANER, 2014, 62).

<sup>3</sup> Der Begriff ‚Alkaloid‘ wurde 1819 vom deutschen Apotheker Carl Friedrich Wilhelm Meissner geprägt, um sich auf pflanzliche Naturstoffe zu beziehen, die ähnliche grundlegende Eigenschaften wie die anorganischen Alkalien aufweisen (vgl. TIWARI et al., 2013, 18).

<sup>4</sup> Die Atmung beschreibt den Austausch von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Sauerstoff (O<sub>2</sub>) während der ‚Dissimilation‘ von Pflanzen. Die Dissimilation ist ein über komplizierte Stoffwechselbahnen laufender, lichtunabhängiger Energiestoffwechsel in Pflanzen (≠ Photosynthese). Dieser kann in allen lebenden Pflanzenzellen stattfinden und erfolgt hauptsächlich durch den Abbau von Kohlenhydraten zu CO<sub>2</sub> unter O<sub>2</sub>-Verbrauch (vgl. SCHOPFER et al., 2010, 214ff).

es bei Transport und Lagerung von Tomaten eine besondere Rolle (vgl. MATISSEK und BALTES, 2016, 589).

Fruchttypen von Tomaten variieren je nach ihrer Verwendung und werden durch den Anbau vorgelagerter Züchtung bestimmt. Bei Tomaten, die für den Frischverzehr produziert werden, spielen Haltbarkeit, die äußere Qualität von Früchten wie Form und Farbe sowie Geschmack, Süße und Saftigkeit eine höhere Rolle als bei Tomaten, die zu Konserven weiterverarbeitet werden. Hier werden vielmehr Eigenschaften angestrebt, die für die Verarbeitung relevant sind wie eine hohe Viskosität, eine hohe Trockenmasse und der Gesamtsäure-Gehalt<sup>5</sup> (vgl. FENTIK, 2017, 1). Sogenannte ‚Kugeltomaten‘ bzw. ‚Markttomaten‘ werden bspw. zum Frischverzehr bevorzugt, wohingegen die länglichen, platteren und gerippten Früchte häufig der Verwertungsindustrie zugeführt werden. ‚Flaschen‘- oder ‚Eiertomaten‘ sind neben ihrer äußeren Erscheinungsform durch eine leichtere Schälbarkeit geprägt. Darüber hinaus gibt es schnittfestere Früchte mit wenigen Herzkammern, die als ‚Fleischtomaten‘ bezeichnet werden und kleinfrüchtige, aromatische ‚Obsttomaten‘ (vgl. TERNES et al., 2005, 1897f).

Insbesondere für den Bio-Anbau sind Sorten interessant, die gegen die wichtigsten Boden- und Blattkrankheiten resistent sind. Daher wird vermehrt mit Unterlagssorten<sup>6</sup> gearbeitet, die resistenter gegen klimatische Stressfaktoren sind (vgl. Bioland et al., 2005, 4). Insbesondere der Erreger der Kraut- und Braunfäule ‚Phytophthora infestans‘ stellt im ökologischen Gartenbau einen begrenzenden Faktor dar (vgl. BECKER und HONEBURG, 2009, 2). Eine nähere Beschreibung des ökologischen Landbaus und seinen Herausforderungen erfolgt in Kapitel 3.3. ‚Die Bio-Tomate‘.

### **3.1.2 Wirtschaftliche Bedeutung**

In Europa wurde die Tomate zunächst als Zierpflanze gehandelt, da man sie für giftig hielt. Die italienische Bevölkerung begann im 16. Jahrhundert mit ihrer Kultivierung, in Deutschland folgte man erst Ende des 19. Jahrhunderts (vgl. JACOMET, 2011, 1ff). Heute ist die Tomate Weltwirtschaftspflanze und das mengenmäßig am meisten konsumierte

---

<sup>5</sup> Nähere Erläuterung der relevanten Inhaltsstoffe in Kapitel 3.2 ‚Die industrielle Tomatenverarbeitung‘

<sup>6</sup> Die ‚Propfung‘ von Obst- und Gemüsekulturen mit Unterlagen ist eine gängige Praxis im Erwerbsgartenbau. Dabei wird oberirdisches, mit Knospen besetztes Pflanzmaterial (=Reis) mit dem unterirdischen Pflanzteil (=Unterlage) einer anderen Pflanze verwachsen um gewünschte Eigenschaften beider Sorten zu vereinen (vgl. SCHOPFER et al., 2010, 545f).

Fruchtgemüse in Deutschland (vgl. BMEL, 2020). Sie wird roh, gekocht oder geschmort in Form von ganzen Früchten, als Püree oder Saft verzehrt (vgl. TERNES et al., 2005, 1898).

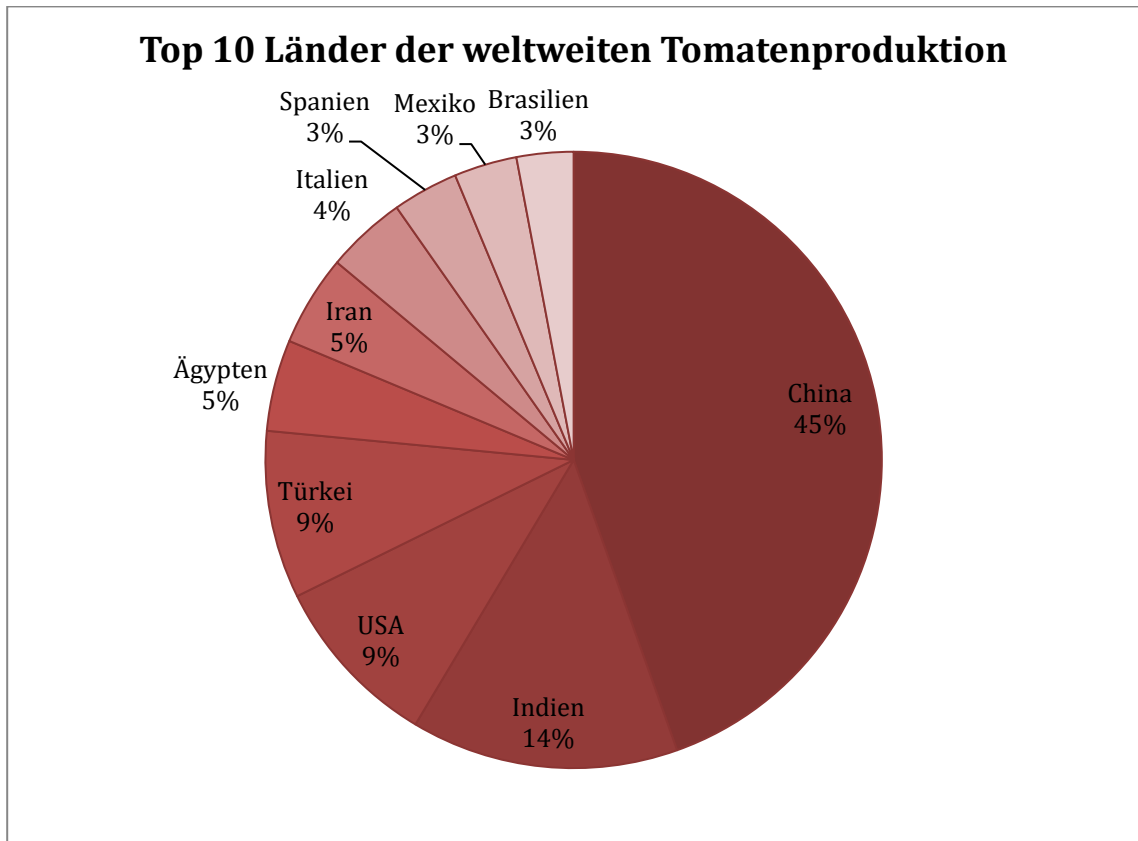


Abb. 1: Darstellung der größten tomatenproduzierenden Länder und ihrer Anteile in % an der weltweiten Tomatenproduktion (eigene Darstellung nach FAO, 2018)

Die Tomatenindustrie ist gegenwärtig eine der fortschrittlichsten, globalisiertesten und innovativsten Gartenbauindustrien. Der größte Teil der weltweiten Produktion befindet sich in den gemäßigten Zonen mit langen Sommern und Winterniederschlägen. Die Anbaupraktiken, ihre Organisation und der Schwerpunkt der Branche (Weiterverarbeitung oder Frischverzehr) variieren jedoch zwischen den Ländern (vgl. HEUVELINK and COSTA, 2007, 14). Für das Jahr 2017 ist eine weltweite Tomatenernte von 182 Millionen Tonnen zu verzeichnen, womit die Tomate als meistangebautes Gemüse gilt (vgl. FAO, 2019). Weltweit gelten China (61.523.462 t), Indien (19.377.700 t), die USA (12.612.139 t), Türkei (12.150.000 t) sowie Ägypten (6.624.733 t) und der Iran (6.577.109 t) als die größten tomatenproduzierenden Länder (s. Abb. 1) (vgl. FAO, 2018).

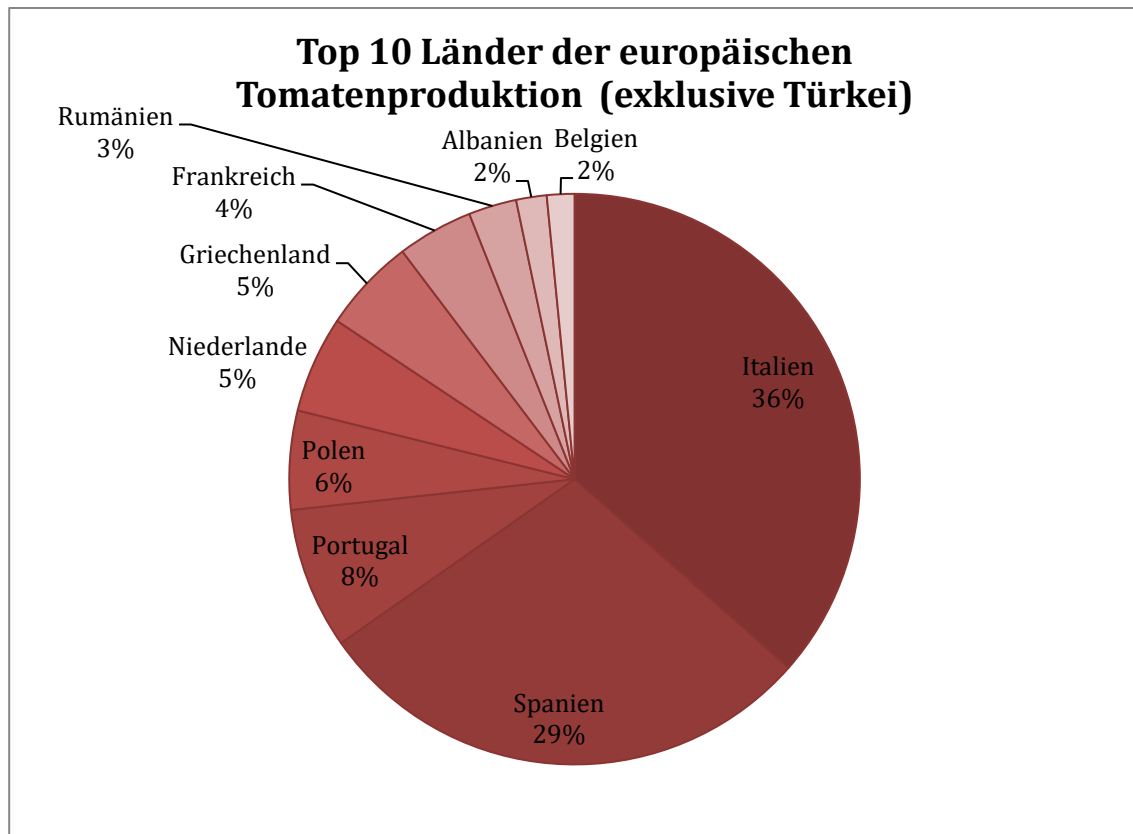


Abb. 2: Darstellung der größten tomatenproduzierenden Länder und ihrer Anteile in % an der europäischen Tomatenproduktion (exklusive Türkei) (eigene Darstellung nach Eurostat, 2019)

Italien und Spanien erbringen den größten Teil der europäischen Tomatenproduktion (s. Abb. 2) (vgl. FAO, 2018). Dabei konzentriert sich Italien im Gegensatz zu Spanien auf die Produktion von Feldtomaten für eine anschließende Weiterverarbeitung. Insbesondere Spanien ist für die Produktion von Gewächshautomaten aus unbeheizten Folienkonstruktionen bekannt, die im Vergleich zu den energieintensiven nord- und mitteleuropäischen Gewächshäusern sehr viel weniger Kohlendioxid an die Atmosphäre abgeben. Damit können zwei Hauptsysteme im europäischen Tomatenanbau unterschieden werden: Zum einen die kapitalintensive Produktion im Norden<sup>7</sup> mit modernen Technologien und Verfahren wie Hydrokultur und computergesteuerter Klimatisierung in Gewächshäusern für die Produktion von Tomaten zum Frischverzehr. Zum anderen ein weniger kapitalintensives Produktionssystem im Süden<sup>8</sup> (vgl. HEUVELINK and COSTA, 2007, 14).

<sup>7</sup> Tomatenproduzierende Länder im europäischen Norden wie Niederlande, Polen, Deutschland, Österreich und das Vereinigte Königreich (BLE, 2018, 9).

<sup>8</sup> Tomatenproduzierende Länder im europäischen Süden wie Italien, Spanien, Griechenland, Portugal und Rumänien (BLE, 2018, 9).

Es scheint, dass aktuell der Transport von südlich produzierten Tomaten in nördlichere Teile Europas sogar klimafreundlicher ist, als die eigene, regionale Produktion in beheizten Gewächshäusern. Wobei speziell in Spanien die Arbeitsbedingungen auf den Plantagen schlecht sind. Aktuell arbeiten dort vor allem geflüchtete Menschen, die zwar aus dem Mittelmeerraum gerettet, jedoch ohne Perspektive auf den Plantagen zurückgelassen werden (vgl. HENDRIKS, 2017, 3).

In Deutschland erfolgt der Anbau aufgrund der hohen Ansprüche von Tomaten an Wärme und Licht sowie ihrer genannten Anfälligkeit gegenüber Frost und Pilzbefall primär in Gewächshäusern (vgl. BECKER und HONEBURG, 2009, 2). Der Pro-Kopf-Konsum von Tomaten in Deutschland beträgt etwa 27,5kg (vgl. BMEL, 2019). Da die inländische Tomatenproduktion jedoch die Deckung des Eigenbedarfs nicht gewährleisten kann, erfolgen zusätzliche Importe aus dem Ausland (vgl. BECKER und HONEBURG, 2009, 2). Die Hauptlieferländer Deutschlands von Rispen Tomaten sind die Niederlande, Spanien und Belgien. Runde- und Fleischtomaten kommen vorwiegend aus Belgien und Marokko. Kirschtomaten erhält Deutschland zu etwa 50% aus Italien (vgl. BLE, 2018, 1ff).

Das Segment Verarbeitete Tomaten birgt in Deutschland große Potenziale, denn jeder zweite Deutsche kauft laut dem Marktforschungsunternehmen GfK (Growth from Knowledge) Tomatenerzeugnisse in Dosen. Im Jahre 2013 verwendete jeder Haushalt knapp fünf Liter zum Kochen, mit leicht steigender Tendenz (vgl. FIEDLER, 2017, 54). Allen voran gilt das Tomatenmark als wichtigstes Erzeugnis für die Deutschen. Sowohl im Haushalt, als auch in der industriellen Weiterverarbeitung für Ketchup, Suppen oder Saucen (vgl. HEISS, 2004, 247).

Etwa 80% der weltweiten Tomatenernte wird industriell weiterverarbeitet und findet Absatz als Tomatenmark, Tomatenpulver und Konserve (vgl. TERNES et al., 2005, 1897). Die industrielle Verarbeitung von Tomaten erfolgt in Europa hauptsächlich in Italien (vgl. HEISS, 2004, 247). Deutschland gilt dabei als eines der Hauptabnehmerländer für konservierte Tomatenprodukte (vgl. BMEL, 2020; Istat, 2016). Außereuropäisch sind die Länder USA, Türkei, Marokko und Mittelamerika marktführend bei der Produktion von Tomatenerzeugnissen (vgl. HEISS, 2004, 247). Dabei stammt die in nahezu aller Welt

unverändert zum Einsatz kommende Technologie<sup>9</sup> zur Herstellung von Tomatenerzeugnissen ursprünglich aus der Emilia-Romagna. Diese verbreitete sich Ende des 19. Jahrhunderts aufgrund von Millionen italienischer Emigrant\*innen, was den Export italienischer Tradition in Länder der neuen Welt stark förderte (vgl. MALET, 2017). Seit einigen Jahren kommen überdies fertige Tomatenprodukte aus China in Italien an. Die italienische Bevölkerung fürchtet nun eine Bedrohung der einheimischen Wirtschaft, da Tomaten aus China aufgrund der viel niedrigeren Lohnkosten sowie weniger strengen Umweltauflagen zu günstigeren Preisen produziert und verkauft werden können (vgl. KORT, 2005, 1).

[**Exkurs:** In den Jahren des italienischen Faschismus' (1922-1943) wurde die Konservendose zu einem Aushängeschild einer Art Kulturrevolution. Sie galt als Symbol für die Industrialisierung und Maschinisierung des Alltags. Mit der Dose Tomatenerzeugnis wurde demnach eine Brücke zwischen Wissenschaft, Praxis und Nationalstolz geschlagen und sie galt als Nahrungsmittel des „neuen Menschen“ (MALET, 2017).]

### 3.1.3 Fruchtentwicklung

Die Fruchtentwicklung der Tomate, von Blüte bis zur vollständigen Reife, geschieht vornehmlich durch hormon- und zuckersignalgesteuerte Reaktionen. Diese Prozesse verlaufen sowohl endogen, von innen heraus, als auch exogen, ausgelöst durch Einwirkungen aus der Umwelt (vgl. BECKLES et al., 2012, 50). Dabei spielt der Transport der aus der Photosynthese gewonnenen Assimilaten von Orten der Produktion (Source) zu den Orten des Bedarfs (Sink) bzw. Verbrauchs eine entscheidende Rolle. In der Regel geschieht dies von den Blättern zur Wurzel oder zu wachsenden Sprossorganen wie Knospen, jungen Blättern, Wurzeln, Speicherorganen, reifenden Samen und Früchten. Dieses Transportmedium in der Pflanze wird als ‚Phloem‘ bezeichnet und bildet mit anderen Zellstrukturen ein System, das während des gesamten Vegetationsprozesses flexibel bleibt, damit die organischen Moleküle bedarfsgerecht transportiert werden können (vgl. SCHOPFER et al., 2010, 33). Das Verhältnis zwischen Produktion und Bedarfen der Pflanze kann durch Management, verfügbare Nährstoffe und Wetterbedingungen beeinflusst werden und damit u. a. die Trockenmasseverteilung zwischen Früchten und vegetativen Organen verändern (vgl. RONGA et al., 2017, 164).

---

<sup>9</sup> Nähere Erläuterung der technologischen und verfahrenstechnischen Grundlagen zur Herstellung von Tomatenerzeugnissen erfolgt in Kapitel 3.2. ‚Die industrielle Tomatenverarbeitung‘





Abb. 3: Die Tomatenfruchtentwicklung. Darstellung ihrer Hauptstadien Fruchtausatz und –wachstum sowie Fruchtreife (Quelle: QUINET et al., 2019, 3)

Das Wachstumsmuster von Tomatenfrüchten kann in mehrere Phasen gegliedert werden, die nach ihren Stoffwechselaktivitäten Fruchtausatz, Fruchtwachstum und Fruchtreife benannt sind (s. Abb. 4; vgl. KUMAR et al., 2013, 4562). Die erste Phase tritt unmittelbar nach der Befruchtung ein. Zuerst entwickelt sich der Fruchtausatz, woraufhin eine aktive Zellteilung beginnt, die durch ein langsames Wachstum gekennzeichnet ist. Darauf folgt die zweite Phase mit exponentiellem Wachstum von 3 bis 5 Wochen, in der die Frucht auf ihre maximale Größe heranwächst. Die angeschlossene, erneut langsam wachsende, dritte Phase ist die Phase der Reifung. Hier beginnen stark veränderte Stoffwechselvorgänge, die insbesondere durch die Farbveränderung der Tomatenfrucht augenscheinlich wird (vgl. AYVAZ et al., 2016, 620). Kennzeichnend für diese Phase ist das Erweichen der Früchte, der Abbau der fotosynthetisch aktiven grünen Farbstoffe, eine Erhöhung der Atemfrequenz und Ethylenproduktion sowie die Synthese von Säuren, Zuckern und roten Farbpigmenten (vgl. SUARÉZ et al., 2008, 1046)

### 3.1.4 Chemische Inhaltsstoffe

Die chemischen Inhaltsstoffe in der Tomatenfrucht werden nach ihren Funktionen in Primäre und Sekundäre Metaboliten eingeteilt. Dabei spielen Primäre Metaboliten eine entscheidende Rolle im Wachstum und der Entwicklung der Pflanze sowie beim Aufbau von Zellstrukturen. Diese Verbindungen stammen aus katabolen und anabolen Prozessen<sup>10</sup>, die in allen Pflanzen

<sup>10</sup> Anabole (aufbauende) und katabole (abbauende) Stoffwechselprozesse finden unabhängig des Energiestoffwechsels wie Photosynthese oder Atmung in der Pflanze statt. Es handelt sich dabei um den Auf- oder Abbau von organischen Verbindungen zur Synthese von stoffwechselaktiven Verbindungen wie Proteinen,

vorkommen, dort die gleichen Stoffwechselfunktionen besitzen und für das Überleben der Pflanze notwendig sind. Bekannte Verbindungen sind Aminosäuren, Zucker und Fettsäuren, welche in längeren Ketten größere Moleküle wie Proteine, Kohlenhydrate, Lipide oder Nucleinsäuren bilden. Sekundäre Metaboliten werden innerhalb bzw. abseits der primären Stoffwechselprozesse gebildet und nehmen durch ihre oftmals vorhandenen Duft- und Farbeigenschaften eine entscheidende Rolle bei der Pflanzenabwehr gegen Schädlinge und Krankheiten ein (vgl. SCHMIDT and CHENG, 2018, 111f). Inhaltsstoff- bzw. Nährwerttabellen enthalten meist Mittelwerte von verschiedenen Tomatensorten und für die gesamte Frucht (s. Tab. 1). Generell sollten sortenabhängige Unterschiede sowie eine heterogene Verteilung der Inhaltsstoffe innerhalb von Früchten bedacht werden (vgl. GROLIER et al., 2001, 11).

Tab. 1: Darstellung wichtiger Bestandteile der Tomatenfrucht in Tabellenform

Wasser	94,2 g		
Kohlenhydrate	2,6 g		
Ballaststoffe	1,3 g		
Roheiweiß	0,96 g		
Mineralstoffe	0,6 g		

Spurenelement	Menge		Mineralstoff	Menge	
Eisen	0,55	µg	Kalium	250	mg
Zink	0,17	µg	Gesamtphosphor	18	mg
Mangan	0,13	µg	Magnesium	10	mg
Kupfer	0,006	µg	Calcium	7	mg
			Natrium	7,5	mg

(eigene Darstellung nach HERRMANN, 2001)

Bestimmte Aminosäuren, wie die Glutaminsäure, gelten als Präkursoren, sog. Vorläufersubstanzen, die durch die Verarbeitung von Lebensmitteln ein verändertes Aromaprofil erzeugen können. Die Entstehung von freier L-Glutaminsäure wird in der italienischen Küche genutzt, um Gerichten den geschmacksverstärkenden

---

die einem hohen Umsatz unterworfen sind. Anabole Prozesse bedürfen im Gegensatz zu katabolen Prozessen einen hohen Anteil der im Energiestoffwechsel gewonnenen Energie (SCHOPFER et al., 2010, 354).

Umamigeschmack<sup>11</sup> zu verleihen. Dabei wird die Tomatensauce über Stunden temperiert, damit der Gehalt an freier Glutaminsäure ansteigt und sich das gewünschte Aroma bilden kann (vgl. TERNES, 2008, 777). Organische Säuren sind jedoch nicht nur für das Aroma von Tomaten interessant, sondern spielen zudem eine wichtige Rolle bei der Konservierung von Tomaten. Die Säurekonzentration sollte so hoch sein, dass ein pH-Wert<sup>12</sup> von etwa 4,4 oder niedriger erreicht wird, um das Aufkommen von Verderb durch thermophile Organismen<sup>13</sup> zu vermeiden (vgl. YOUNG et al., 1993, 286). Zudem wird sowohl von der Lebensmittelindustrie als auch von Verbraucher\*innen das Zusammenspiel von Zucker und Säuren als bedeutender Qualitätsfaktor empfunden. Sie machen den größten Anteil der gesamten Trockenmasse von Tomaten aus und beeinflussen erheblich ihr Gesamtaromaprofil (vgl. SELLI et al., 2014, 541).

Die Hälfte des wasserlöslichen Anteils der Fruchttrockenmasse (lösliche Feststoffe) besteht aus den reduzierenden Zuckern Fructose und Glucose. Ein weiteres Viertel besteht aus Citronensäure, Äpfelsäure und Dicarbonsäure, Lipiden und Mineralien (vgl. YOUNG et al., 1993, 286). Der höchste Anteil organischer Säure in der Tomate wird mit weitem Abstand von der Zitronensäure bestimmt, was im Gegensatz zu anderen Gemüsearten eher unüblich ist. Die Zitronensäure kommt vor allem in Beerenobst und Südfrüchten vor und wird industriell gerne unter der Bezeichnung E330 in Lebensmitteln verwendet. Citronensäure dient hier als Komplexbildner, Säuerungsmittel und Geschmacksgeber (vgl. TERNES, 2008, 757). An zweiter Stelle folgt in Tomatenfrüchten die Äpfelsäure, dessen Gehalt vom grünreifen zum roten Reifestadium zugunsten der Citronensäure stark abnimmt (vgl. HERRMANN, 2001, 78).

Vitamin C, oder auch L-Ascorbinsäure, ist eine sauer schmeckende, farblose, wasserlösliche Substanz und spielt aufgrund seiner stark antioxidativ wirkenden Eigenschaften eine sehr wichtige Rolle in der Pflanze. Es wirkt als Fänger von freien Radikalen im Gewebe und schützt die Zellen so vor oxidativem Stress. Radikale werden inaktiviert, indem sie in nicht bzw. weniger oxidativ wirksame Metaboliten umgewandelt werden. Die Lebensmittelindustrie macht sich diese Eigenschaften zunutze und verwendet Vitamin C und

---

<sup>11</sup> Umami zählt neben süß, salzig, bitter und sauer zu den Geschmackseigenschaften, die Menschen wahrnehmen können. Der Begriff stammt aus dem japanischen und definiert brühig-, fleischig-, fischig- oder herzhaftes Geschmackseigenschaften (vgl. CHEN et al., 2009, 770).

<sup>12</sup> Der pH-Wert beschreibt den Säuregehalt eines Lebensmittels. Werte >7 gelten als alkalisch/basisch, Werte =7 als neutral und Werte <7 als sauer. Optimale pH-Werte bestimmter Verderbsorganismen: Schimmel 4,5-6,7; Hefen 4-6,5; Bakterien 6,5-7,5; Milchsäurebakterien 5,5-7,5 (vgl. EACEA, s.a., 6ff).

<sup>13</sup> Thermophile Organismen wie Bakterien oder Pilze wachsen in Umgebungstemperaturen zwischen 40 und 90°C, fühlen sich jedoch zwischen 55 und 65°C am wohlsten (vgl. CLARK et al., 2014, 21f).

deren Salze gerne unter den Kennzeichnungen E300 und E301/302 zur Haltbarmachung von Produkten (vgl. CLARK et al., 2014, 368; TERNES et al., 2005, 1988ff). Neben den antioxidativen Eigenschaften ist Vitamin C in der Tomate ein essentieller Mikronährstoff, der im menschlichen Organismus Skorbut vorbeugen kann und an zahlreichen Stoffwechselfunktionen des menschlichen Körpers beteiligt ist (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 2f).

Carotinoide sind für die Gelb- bzw. Rotfärbung von Tomaten verantwortlich. Die rote Farbe erhält die Tomate bis zu 90% durch das Carotinoid Lycopin (vgl. TERNES, 2008, 751). Lycopin wird in der Lebensmittelindustrie gerne als Lebensmittelfarbstoff für Getränke, Desserts und Süßwaren verwendet, erhält aber eine viel größere Bedeutung aufgrund seiner antioxidativen Wirkung im menschlichen Organismus. Studien belegen, dass Lycopin der Oxidation des LDL-Cholesterols entgegenwirkt und somit dessen Ablagerung in den Blutgefäßen verhindert. In einigen Studien konnte durch die Aufnahme von Lycopin eine Verminderung von Herzinfarkt, koronaren Herzerkrankungen und Mikrozirkulationsstörungen des Gehirns festgestellt werden (vgl. TERNES et al., 2005, 1111f).

Die in Tomaten vorkommenden Pflanzenphenole haben wie Vitamin C und Carotinoide ebenfalls eine stark antioxidative Wirkung. Sie schützen die Pflanze als farbige Pigmente vor dem UV-Licht der Sonne, indem sie bestimmte Wellenlängen absorbieren. Darüber hinaus schützen Phenole durch ihre oftmals bitteren Geschmackseigenschaften vor Fraßfeinden und Mikroorganismen (vgl. HAMATSCHEK, 2016, 84f). Eine ihnen zugeschriebene Fähigkeit beschreibt überdies die Reduktion und Chelatisierung<sup>14</sup> von Eisen, das in hohen Konzentrationen zu Zellschädigungen führen kann (vgl. MARTÍNEZ-VALVERDE et al., 2002, 324). Die Gehalte an phenolischen Verbindungen variieren oft mit der Größe von Tomaten, da sie vornehmlich in der Fruchtschale lokalisiert sind (vgl. HERRMANN, 2001, 81).

Bioaktive Verbindungen in der Tomate scheinen von empfangener Lichtintensität und -dauer in der Vegetationsperiode, Umwelt- und Reifebedingungen sowie Temperatur abzuhängen, unter denen die Früchte an den Pflanzen wachsen. Dabei schwanken die Konzentrationen abhängig von Sorte und Exposition der Früchte. Bei importierter Ware, die wir hierzulande im Winter und Frühjahr verzehren, sind die Werte an bioaktiven Verbindungen daher deutlich

---

<sup>14</sup> Chelatisierung beschreibt die Bindung von Metall-Ionen, sodass diese vor Oxidationsreaktionen geschützt sind und keine unerwünschten Farb- oder Aromaveränderungen herbeiführen (vgl. LIU and DONG, 2012, 183f).

geringer. Ebenso weisen Tomatenfrüchte aus Gewächshauskulturen im Vergleich zu Freilandtomaten einen deutlich geringeren Gehalt an protektiven Verbindungen auf (vgl. HERRMANN, 2001, 78f).

## 3.2 Die industrielle Tomatenverarbeitung

### 3.2.1 Verarbeitungsprozess

Tomaten für die industrielle Weiterverarbeitung werden größtenteils mechanisch geerntet. Ausschlaggebend für eine maschinelle Ernte sind Bodenbeschaffenheit und Anbaufläche (vgl. HEISS, 2004, 247). Die Ernte in der nördlichen Hemisphäre beginnt um den 25. Juli und dauert knapp 2 Monate. In nördlicheren Gebieten kann eine Erntelänge von ungefähr 40 Tagen, im Süden von 50 Tagen erwartet werden (vgl. DEL BORGHI et al., 2014, 122). Die Tomaten werden zu 90% in rotreifem Zustand geerntet (vgl. WILKERSON, 2012, 15).

Neben der Farbe ist der Gehalt an löslichen Feststoffen ein wichtiger Reifeparameter, welcher in °Brix<sup>15</sup> ausgedrückt und mittels Refraktometer<sup>16</sup> bestimmt wird (WILKERSON et al., 2012, 45). Mancherorts werden Sorten mit Unterschieden in Konsistenz, Geschmack, Farbe und Schalenfestigkeit zur gewünschten Mischung verarbeitet. Auch eine sortenabhängige frühere oder spätere Reife der Früchte wird für die richtige Qualität des Endprodukts in Betracht gezogen, was zu einer verlängerten Ernteperiode führt (vgl. HEISS, 2004, 247).

Da sich die Fruchtqualität rapide verschlechtern kann, werden die Tomaten so schnell wie möglich zur Verarbeitungsanlage transportiert und unter Wasserfluss auf das nächste Fördermedium entladen (vgl. CLARK et al., 2014, 351). Nach erneutem Waschgang wird die Sortierung der Ware vorgenommen. Kann die Verarbeitung von allen Tomaten nicht sofort geschehen, werden die Tomaten für max. 24 Stunden in 100-150 t große Betonbecken gespült und zwischengelagert (vgl. HEISS, 2004, 247). Die (Aus-) Sortierung erfolgt in erster Linie aufgrund von Fehlern wie Niedrigfarbigkeit, Würmer, Witterungsschäden, mechanische Schäden, Schimmel oder Fäulnis (vgl. CLARK et al., 2014, 352). Eine Sortierung kann zudem

---

<sup>15</sup> °Brix bezeichnet den prozentualen Anteil der Trockensubstanz einer Lösung, dessen Großteil Saccharose ausmacht und daher oft synonym für den Zuckeranteil in Obst- und Gemüseprodukten verwendet wird. 1°Brix entspricht demnach 1g Saccharose bzw. Trockensubstanz pro 100g Lösung (vgl. MAGWAZA and OPARA, 2014, 180).

<sup>16</sup> Ein Refraktometer misst die Lichtbrechung von Flüssigkeiten. Je höher die Dichte einer Flüssigkeit (je zuckerreicher), desto stärker wird das Licht gebrochen (vgl. STEIDL, 2013, 42).

durchgeführt werden, wenn am Produktionsstandort unterschiedliche Tomatenerzeugnisse hergestellt werden. Die Tomaten werden dann über eine automatische Anlage in die verschiedenen Produktionslinien geleitet.

Eine ebenfalls oftmals zugrundeliegende Behandlung der Tomaten vor dem Einmachen ist das Blanchieren (vgl. DEL BORGHI et al., 2014, 122). Dazu wird die Rohware nach dem zweiten Waschgang einige Minuten mit Dampf oder Heißwasser behandelt. Das Blanchieren dient dem Inaktivieren von Enzymen, Abtöten von Mikroorganismen und dem Entfernen von Sauerstoff zwischen den Zellzwischenräumen. Außerdem wird das Produkt durch die damit einhergehende Lockerung der Gewebestrukturen und der Verringerung ihres Volumens zeitig in einen abfüllfähigen Zustand gebracht (vgl. MASCHKOWSKI und REMPE, s.a.).

Um ganze Tomaten in Tomatensaft herzustellen, werden die frischen Tomaten nach den vorangegangenen Prozessen je nach Wunschprodukt geschält. Während des Einmachvorgangs wird dem Behältnis eine Aufgussflüssigkeit hinzugefügt, bevor dieses versiegelt und pasteurisiert wird. Aufgussflüssigkeiten wie leicht konzentrierter Tomatensaft wird meist in der Verarbeitungsanlage vor Ort hergestellt (vgl. DEL BORGHI et al., 2014, 122). Gehackte und filetierte Tomaten werden vor der Abfüllung über ein elektronisches Schneidewerk oder Lochsieb in die gewünschte Form gebracht. Die Pasteurisierung der Endprodukte erfolgt dann bei 95°C im Standautoklav mit anschließender Abkühlung (vgl. HEISS, 2004, 250f).

Ein relativ einzigartiger Vorgang bei der Herstellung von Tomatensaft ist das sogenannte Break-Verfahren. Darunter versteht man den Zerkleinerungsprozess der Tomaten und ihre anschließende Erhitzung. Die Temperaturen variieren dabei zwischen 92-94°C (Hot-Break) und 60-66°C (Cold-Break). Die hohen Temperaturen im Hot-Break-Verfahren dienen insbesondere der Inaktivierung von pektolytischen<sup>17</sup> Enzymen, die andernfalls den Abbau der Zellwände herbeiführen und ein niedriger viskoses<sup>18</sup> Produkt erzeugen würden. Hot-Break wird üblicherweise bei der Herstellung von Säften angewendet, die zu Konzentrat weiterverarbeitet werden (vgl. CLARK et al., 2014, 352f).

---

<sup>17</sup> Pektolytische Enzyme (Pektinasen) katalysieren den Abbau von Pektin in der Zellwand. Pektin ist neben Cellulose und Hemicellulose einer der wichtigsten Bausteine der pflanzlichen Zellwände (vgl. SCHOPFER et al., 2010, 23f).

<sup>18</sup> Auf den Begriff ‚Viskosität‘ bezogen, das als ein wichtiges Qualitätskriterium für Tomatenprodukte gilt. Nähere Erläuterung in Kapitel 3.2.2.1. ‚Qualitätskriterien‘

Eine Entfernung von Schalen und Kernen erfolgt nach dem Break-Prozess mittels Trommelsieben, dabei können Zentrifugen zur besseren Saftausbeute herangezogen werden (vgl. HEISS, 2004, 249). Außerdem kann Tomatensaft homogenisiert werden, um eine Abtrennung von Feststoffen aus dem Serum zu verhindern und dem Produkt eine höhere Viskosität und Stabilität zu verleihen (vgl. CLARK et al., 2014, 353). Abbildung 4 skizziert den gesamten Verarbeitungsprozess von Tomaten zu ihren Derivaten ab dem Zeitpunkt der Rohwarenannahme (s. Abb.4).

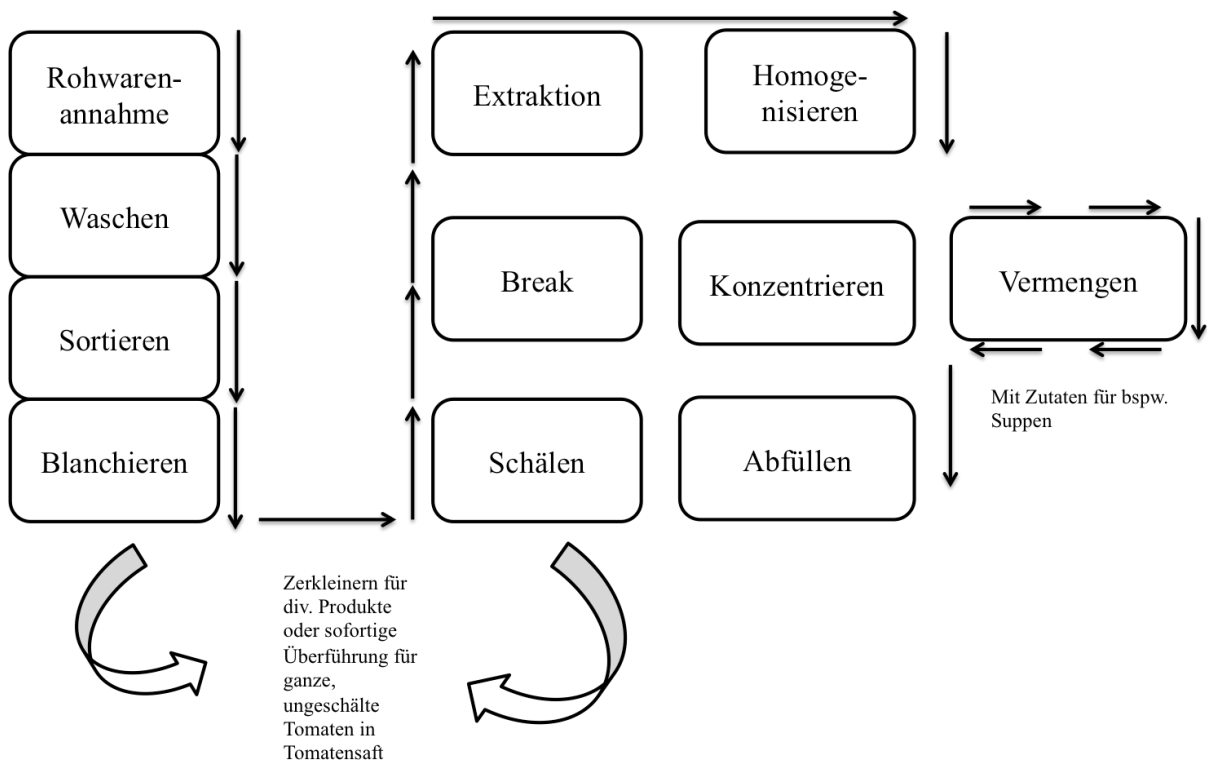


Abb. 4: Vereinfachte Darstellung des industriellen Verarbeitungsprozesses von Tomaten im Flussdiagramm (eigene Darstellung nach HEISS, 2004, 247; CLARK et al., 2014, 352)

Die Konzentration von Tomatensaft dient vornehmlich der Produktion von Tomatenmark, das handelsüblich in zwei- und dreifachkonzentrierter Form angeboten wird (vgl. HEISS, 2004, 249). Die Ausgangstrockenmasse in der Tomate beträgt etwa  $4,5\% \pm 0,5\%$  und wird bei zweifacher Konzentration auf 28 bzw. 30% Trockenmasse angehoben, bei dreifacher Konzentration auf 36 bzw. 38% (vgl. BOTTINO et al., 2002, 73). Zur Produktion von Tomaten-Passata wird ebenfalls eine – allerdings deutlich niedrigere – Konzentration des

Tomatensaftes vorgenommen. Die Ziel-Trockenmasse beträgt hier ca. 8%. Die Konzentrationen finden bei Temperaturen um 78°C statt (vgl. HEISS, 2004, 249).

Tomatensaft wird entweder chargenweise oder kontinuierlich im Teilvakuum eingedampft. Generell werden kontinuierliche Prozesse vorgezogen, da sie konsistentere Produkte versprechen. Sogenannte Abwasser- bzw. Multi-Effekt-Verdampfer werden zur Rückspeisung eingesetzt, um eine verbesserte Dampfwirtschaftlichkeit zu erzielen. Die Verdampfung stellt mit ihrem Energiebedarf nach den Rohstoffen die zweithöchsten Produktionskosten dar (vgl. SMITH, 2011, 312).

Ist die gewünschte Konzentration erreicht, erfolgt auch hier die Abfüllung. Danach passieren die konzentrierten Tomatenprodukte als Tuben oder Dosen von 70g bis 5kg einen Durchlauferhitzer bei 90°C und werden im Anschluss mit Wasser gekühlt (vgl. HEISS, 2004, 249). Tomatenpaste wird auf Grundlage ihres Gehalts an löslichen Feststoffen hergestellt und verkauft (WILKERSON et al., 2012, 38).

### ***3.2.1.1 Innovative Verarbeitungstechniken***

In der Lebensmittelindustrie wird der Schwerpunkt zunehmend auf milde und kurzzeitige Verarbeitungstechnologien gelegt, um der wachsenden Nachfrage der Verbraucher\*innen von minimal verarbeiteten und qualitativ hochwertigen Lebensmitteln gerecht zu werden. Obwohl diese das Potenzial zur Verbesserung der Nährstoffqualität in Tomatenprodukten zeigen, wird bisher nur ein Bruchteil dessen kommerziell angewendet. Gründe für eine sehr langsame Implementierung dieser Technologien im industriellen Maßstab sind hohe Investitionskosten, mangelndes Know-how, eine geringe Verbraucher\*innenakzeptanz und Schwierigkeiten bei der behördlichen Genehmigung (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 10).

Insbesondere das Erhitzen von Tomatenprodukten zur Pasteurisierung ist ein wichtiger Verarbeitungsschritt, da Pilze und Bakterien ausgeschaltet werden müssen um mikrobiellen Verderb und gesundheitliche Gefahren für den Menschen zu vermeiden (vgl. CLARK et al., 2014, 21). Die konventionelle Wärmebehandlung von Lebensmitteln kann jedoch neben der Zerstörung von Mikroorganismen auch zu Veränderungen in der Nährstoffzusammensetzung und Sensorik der Tomatenprodukte führen (s. Kap. 3.2.2.2 Qualitätskontrolle). Um ungünstige Veränderungen in Tomatenprodukten durch ihre Wärmebehandlung zu



vermeiden, haben neuartige thermische und nichtthermische Verarbeitungstechnologien in den letzten Jahren immer mehr Aufmerksamkeit erlangt und werden im Folgenden kurz vorgestellt (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 1).

#### 3.2.1.1.1 Elektrische Verfahren

Die ‚Ohmsche Erwärmung‘, auch bekannt als Joule-Erwärmung oder elektrische Widerstandserwärmung, ist ein Prozess bei dem ein Wechselstrom direkt durch ein Lebensmittelprodukt geleitet wird. Dabei wird die Wärme innerhalb des Produkts aufgrund des Widerstands des Mediums gegen den angelegten elektrischen Strom erzeugt (vgl. CLARK et al., 2014, 29). Damit unterscheidet sich die Ohmsche Erwärmung von herkömmlichen Heizverfahren, bei denen eine Wärmeübertragung von einer Wärmeübertragungsfläche ausgeht. Bei der Ohmschen Erwärmung erfolgt die Erwärmung schnell und gleichmäßig und sie senkt das Risiko von Verschmutzung oder Überhitzung des Produkts durch Wärmeübertragungsflächen. Außerdem kann die Heizeinheit nahezu sofort ein- und ausgeschaltet werden und die Verarbeitung von Produkten mit hohen Feststoffanteilen (bis zu 80%) wird ermöglicht (vgl. SMITH, 2011, 468f).

Eine andere Alternative in der Tomatenverarbeitung bietet die Erwärmung der Produkte über Mikrowellen. Diese zeichnet sich wie die Ohmsche Erwärmung dadurch aus, dass die Erwärmung innerhalb des Lebensmittels erfolgt (JAYATHUNGE et al., 2019, 6). Das sich bei der Mikrowellenerwärmung schnell ändernde elektromagnetische Feld erzeugt intrapartikuläre Kollisionen im Material und die dabei entstehende Energie wird in Wärme umgewandelt (vgl. HOLDSWORTH and SIMPSON, 2008, 44). Forschungen zeigen, dass eine Erwärmung über Mikrowellen zu erhöhter Haltbarkeit, Qualität und Nährstoffgehalten in Tomatenprodukten führt (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 6). Die Erwärmung geschieht bei vielen Lebensmitteln jedoch ungleichmäßig, was die mikrobiologische Sicherheit des Lebensmittels in Frage stellt (vgl. HOLDSWORTH and SIMPSON, 2008, 44).

‚Gepulste Elektrische Felder‘ bezeichnet den Einsatz von gezielten, kurzen Hochspannungsimpulsen an Lebensmitteln. Hier wirkt nicht eine erzeugte Wärme, sondern die elektrische Spannung tödlich auf die Mikroorganismen im Produkt. Die genaue Wirkung der elektrischen Felder auf Mikroorganismen ist nicht bekannt. Sie scheinen jedoch die Bildung von hochreaktiven Radikalen auszulösen und Stoffwechselprozesse innerhalb der

Organellen zu stören (vgl. CLARK et al., 2014, 155). Die Anwendung von Gepulsten Elektrischen Feldern gewinnt in der Tomatenverarbeitung an Interesse, denn sie verspricht die Inaktivierung von Mikroorganismen und Enzymen bei gleichzeitigem Erhalt der Ernährungsqualität, des Antioxidansgehalts und der Frische im Tomatenprodukt (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 8).

#### 3.2.1.1.2 Hochdruckverfahren

Auch Hochdruckverfahren können bei Pasteurisierung- bzw. Sterilisierungsprozessen in der Tomatenverarbeitung angewendet werden (vgl. CLARK et al., 2014, 10). Bei dieser Technologie wird Wasser als Medium verwendet und Drücke zwischen 100 und 900 MPa<sup>19</sup> erzeugt und übertragen. Damit werden unerwünschte Mikroorganismen und Enzyme inaktiviert (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 7). Für sporenbildende Mikroorganismen, wie sie in Tomatenprodukten vorkommen können, reicht eine Hochdruckbehandlung allein nicht aus, daher wird eine druckunterstützte thermische Verarbeitung erprobt. Dabei wird Lebensmittelmaterial auf 60-90°C erhitzt und gleichzeitig einem Druck zwischen 500 und 800 MPa ausgesetzt (vgl. SMITH, 2011, 473f).

Im Gegensatz zu thermisch behandelten Tomaten weisen mit Hochdruck behandelte Tomaten positivere organoleptische Eigenschaften und eine höherwertigere nährstoffliche Zusammensetzung auf. Neben bestimmten Aromen wie *n*-Hexanal<sup>20</sup> steigt der Gehalt an Vitamin C und Lycopin (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 7).

#### 3.2.1.2 Schälbarkeit als Co-Faktor

Geschälte Tomaten und daraus resultierende Verarbeitungsprodukte ermöglichen höhere Gewinnspannen, weswegen das Schälen bei der Produktion von Tomatenderivaten eine gängige Praxis ist (vgl. GARCIA and BARRETT, 2006, 21).

Beim industriellen Schälen von Tomaten wird eine dünne Gewebsschicht direkt unter der Wachsschicht (Cuticula) der Frucht zerstört, wobei die Cuticula ohne große Verletzungen gelockert und entfernt wird. Die Hautentfernung erfolgt mittels mechanischer Einsätze wie

---

<sup>19</sup> Das bedeutet 1000-9000 mal höher als Luftdruck (vgl. SMITH, 2011, 473).

<sup>20</sup> Hexanal ist eine flüchtige Substanz, die bei der Oxidation von Lipiden der Zellmembran gebildet wird und kräuterähnliche Aromen hervorbringt (vgl. FORNEY and SONG, 2018, 525).

Bürsten oder Gummischeiben. Eine weitere wirksame Methode ist Berichten zufolge die Verwendung von hängenden, rotierenden Hochdruck-Wasch-Düsen. Diese bedingen durch ein Aneinanderreiben der Früchte die Lockerung der Haut, welche dann durch Wasserstrahlen gelöst werden kann (vgl. AYVAZ et al., 2016, 622).

Wenn Tomaten in einer Verarbeitungsanlage eintreffen, ist den Verarbeiter\*innen im Allgemeinen nur wenig über das Rohprodukt und seine Fruchteigenschaften bekannt. Fehlerhafte Rohware durch bakterielle Erkrankungen, Insektenbefall, Schimmelpilzwachstum, Überreife, unzureichende Pflanzenernährung sowie falsche Handhabung während der Ernte oder des Transports wirkt sich meist negativ auf die Schälleistung aus (vgl. BARRETT et al., 2006, 38). Insgesamt scheinen Anbaubedingungen neben Tomatensorte und Reifegrad den größten Einfluss auf die Schälleistung auszuüben (vgl. GARCIA and BARRETT, 2006, 34).

### **3.2.2 Qualitätsmanagement**

#### ***3.2.2.1 Qualitätskriterien für Tomatenprodukte***

Organoleptische Eigenschaften wie Farbe, Geschmack, Geruch, Konsistenz und Textur sind die Grundfaktoren, die die Akzeptanz der tomatenbasierten Produkte durch Verbraucher\*innen bestimmen. Alle diese Faktoren hängen von den agronomischen Bedingungen während des Wachstums der Tomaten und den Verarbeitungsbedingungen während der Herstellung ab (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 2).

Die Farbe der Tomate ist wie eingangs erwähnt auf das Vorhandensein von Carotinoiden, hauptsächlich Lycopin, zurückzuführen, gefolgt von  $\beta$ -Carotin (vgl. TERNES, 2008, 751). Die Aufrechterhaltung der leuchtend roten Farbe ist eine große Herausforderung für die Tomatenverarbeitung. Daher ist die Identifizierung von Indikatoren für Farbveränderungen nach und während der Verarbeitung ausschlaggebend für die Qualität der Produkte. Insbesondere Licht- und Sauerstoffzutritt können durch ausgelöste Oxidationsreaktionen zu unerwünschten Farbveränderungen führen (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 2).

Die Konsistenz ist nach der Farbe der zweitwichtigste Qualitätsparameter, der bei der Verbraucherakzeptanz von Tomatenprodukten berücksichtigt werden muss. Sie ist abhängig

von dem Anteil an löslichen Feststoffen (hauptsächlich Zucker und organische Säuren) und unlöslichen Feststoffen (Mehrfachzucker wie Pektin und Hemicellulose) in der zu verarbeitenden Tomatenfrucht (vgl. GARCIA and BARRETT, 2006, 27ff). Die Konsistenz bzw. Viskosität von Tomatenprodukten wird definiert durch die Fähigkeit des festen Anteils, während der gesamten Haltbarkeit eines Produktes in Suspension<sup>21</sup> zu bleiben (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 2). Sie kann somit bestimmte Verarbeitungsschritte wie Erhitzen, Pumpen und Mischen maßgeblich beeinflussen (vgl. GARCIA and BARRETT, 2006, 27ff). Die Kontrolle von Faktoren, die zu einer Veränderung der Zellwandstrukturen führen, wie der Abbau oder die Retention des Pektins und katalysierende Enzyme, ist daher während der Tomatenverarbeitung von großer Bedeutung (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 2).

Während Farbe und Aussehen die Hauptqualitätsmerkmale sind, die uns für ein Obst- oder Gemüseprodukt interessieren bzw. ansprechen, hat der Geschmack möglicherweise den größten Einfluss auf die Akzeptanz und den Wunsch es wieder zu konsumieren (vgl. BARRETT et al., 2010, 370). Aromastoffe sind flüchtig - sie werden hauptsächlich mit der Nase wahrgenommen, wohingegen Geschmacksrezeptoren im Mund vorhanden sind und der Geschmack des Lebensmittels beim Kauen erfahren wird (BARRETT et al., 2010, 370). Für das Aroma in Tomaten und Tomatenprodukten wurden ca. 400 flüchtige Substanzen identifiziert (vgl. HERRMANN, 2001, 80). Flüchtige, aromawirksame Bestandteile in frischen Tomaten können aus Lipiden, Carotinoiden, Aminosäuren, Lignin und anderen Quellen der Frucht gebildet werden (vgl. BALTES und MATISSEK, 2011, 373). Neben diesen trägt das Zusammenspiel von Zuckern und Säuren zum Gesamtgeschmacksbild bei (vgl. SELLI et al., 2014, 540).

Es ist wichtig neben den gewünschten Aromen in Tomatenprodukten auch über die unerwünschten, sog. ‚Fehlaromen‘, die entstehen können, informiert zu sein. Licht und Sauerstoff können neben der Farbe auch das Aroma- und Geschmacksprofil von Tomatenprodukten beeinflussen, indem bestimmte Verbindungen oxidiert werden. Diese Reaktionen in Kombination mit katalysierten Enzymaktivitäten können zu Aromen führen, die als ranzig, kartonartig, oxidiert oder feucht beschrieben werden (vgl. BARRETT et al., 2010, 370).

---

<sup>21</sup> Als Suspension werden ‚heterogene‘ Gemische bezeichnet, die aus fester und flüssiger Komponente bestehen (vgl. SCHMIDT, 2019, 8).

Neben den organoleptischen Eigenschaften bestimmen bioaktive Verbindungen die Qualität von Tomatenprodukten. Zu den bioaktiven Verbindungen in Tomatenprodukten zählen Carotinoide, ihre Vitamine und phenolische Verbindungen (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 2). Viele Faktoren tragen zur Zusammensetzung bioaktiver Verbindungen in Tomaten bei. Darunter die Genetik der Sorten, die Wachstumsbedingungen (Licht, Temperatur) während des Anbaus sowie ihre Kulturführung (Düngung, Bewässerung). Außerdem wirken sich Reifegrad zum Zeitpunkt der Ernte sowie die Handhabung der Rohware nach der Ernte maßgeblich auf ihre bioverfügbaren Substanzen aus (vgl. BARRETT et al., 2010, 372).

Wie eingangs erwähnt zeichnet sich die Tomate durch eine Vielzahl von Antioxidantien aus, dessen antioxidative Kapazität von ihrer Menge, Zusammensetzung und synergetischer Wechselwirkung abhängt. Dadurch kann der regelmäßige Verzehr von Tomaten und ihren Produkten helfen, das Risiko von Herz-Kreislauf- sowie Krebs-Erkrankungen zu verringern. Aufgrund der ausführlichen Beschreibung im Kapitel 3.1.4 ‚Chemische Inhaltsstoffe‘ wird auf die gesundheitlichen Attribute einzelner Verbindungen hier nicht weiter eingegangen (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 2).

Zuletzt wird die mikrobiologische Belastung von Tomatenprodukten eruiert. Ein großes Augenmerk liegt dabei auf einem fakultativ anaeroben, sporenbildenden Bakterium namens ‚Bacillus Coagulans‘. Es wächst gut in Lebensmitteln mit pH-Werten zwischen 4 und 4,5 und wurde als Hauptverursacher für den mikrobiellen Verderb in Gemüsekonserven identifiziert (vgl. PENG et al., 2012, 1236). Auch andere Mikroorganismen wie Hefen und Schimmelpilze können einen Verderb von Tomatenprodukten hervorrufen, da sie noch unter sehr sauren Bedingungen wachsen. Neben aromatischen Fehlentwicklungen können diese Organismen Trübungen und Gasentwicklungen im Produkt herbeiführen. Die thermische Pasteurisierung ist die häufigste Methode zur Beseitigung pathogener Mikroorganismen und damit zur Herstellung mikrobiologisch unbedenklicher Lebensmittel (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 3).

### ***3.2.2.2 Qualitätskontrolle***

Die Qualitätskontrolle in der Lebensmittelverarbeitung ist kein optionales Extra, sondern ein wesentlicher Bestandteil jedes Lebensmittelverarbeitungsunternehmens. Sie dient dazu ihre Kundschaft vor Gefahren von bspw. kontaminierten Lebensmitteln zu schützen, um

sicherzustellen, dass sie Menge und Qualität der Lebensmittel erhalten, für die sie bezahlen und um Unternehmen selbst vor Betrug und falschen Anschuldigen zu schützen. Zuletzt dient eine adäquate Qualitätskontrolle der Rechtskonformität durch Einhaltung von national und international geltenden Lebensmittelgesetzen (AXTELL and SWETMAN, 2008, 1).

Die ISO 22000 ist das wohl erste global etablierte Qualitätsmanagementsystem für die Lebensmittelherstellung, das sich zur Verbesserung durch Standardisierung der Lebensmittelsicherheit einsetzt. Aufgrund der steigenden Zahl von Auditsystemen durch Drittanbietende und einer damit einhergehenden Verunsicherung durch Unübersichtlichkeiten, wurde die Global Food Safety Initiative (GFSI) vom Consumer Goods Forum gegründet. Die GFSI begann Prüfungssysteme von Drittanbietern zu vergleichen und entwickelte daraus einheitliche Mindeststandards (CLARK et al., 2014, 234). Alle von der GFSI anerkannten Qualitätsprogramme sind auf der Internetseite der GFSI einzusehen (vgl. GFSI, s. a.).

Tab. 2: Gegenüberstellung der Entscheidungskriterien angelieferter Tomaten-Rohware in einer Verarbeitungsanlage zur Produktion von Tomatenmark

<b>Attribut</b>	<b>Annahme</b>	<b>Verwerfung</b>
Farbe	orange / rot	> 10% grün
Größe	keine Vorgaben	-
Form	keine Vorgabe	-
Schäden		
- Aufspaltung / Risse	- < 5%	- > 5%
- Insekten	- < 5%	- > 5%
- Fäulnis	- keine	- bei jeglichem Beweis
Härte	weich bis ‚über‘-weich	> 10% hart

(eigene Darstellung nach AXTELL and SWETMAN, 2008, 2)

Für die Tomatenrohware werden ihre Spezifikationen von landwirtschaftlich produzierenden sowie verarbeitenden Unternehmen im gegenseitigen Einvernehmen und nach lebensmittelrechtlichen Standards festgelegt (s. Tab. 2). Die vereinbarten Attribute der

Tomate entscheiden dann über die Verwerfung der Rohware, oder ihre Annahme und Weiterverarbeitung (vgl. AXTELL and SWETMAN, 2008, 1).

Größe und Form der Tomaten zur Herstellung von Tomatenmark scheinen weniger wichtig, da sie früh im Verarbeitungsprozess zerkleinert und zu konzentriertem Saft verarbeitet werden. Reife und Geschmack der Tomaten, gemessen an Farbe und Härte, sowie Schäden, die durch schlechte Lagerung und Handhabung verursacht werden, gelten hier als die wichtigsten Kriterien. Je nach Verwendungszweck und Produktionslinie können die Kriterien jedoch variieren. Es gilt eine repräsentative Probe der Rohware zu testen, um sicherzustellen, dass die gesamte Charge der Spezifikation entspricht (vgl. AXTELL and SWETMAN, 2008, 2).

Insbesondere die thermische Behandlung während der industriellen Tomatenverarbeitung ist ein wichtiger zu kontrollierender Prozessparameter, da sie die Tomatenproduktqualität maßgeblich beeinflusst. Sowohl Farbe, Geschmack als auch Viskosität können durch die Verarbeitungstemperaturen Veränderung erfahren. Hohe Temperaturen, wie es bei der herkömmlichen Hot-Break-Methode der Fall ist, können sowohl positive als auch negative Effekte mit sich bringen. Zumal dienen sie einer Dissoziation von Pektin und Hemicellulose im Tomatenprodukt, was zu einer höheren Viskosität im Endprodukt führt (vgl. XU et al., 2018, 87). Außerdem kann eine enzymatische Bräunung verhindert und die Extraktion des Farbstoffs Lycopin samt seiner Bioverfügbarkeit durch das Aufbrechen der Zellulosestruktur unterstützt werden. Jedoch können solch hohe Verarbeitungstemperaturen auch einen Abbau von Pigmenten bedeuten und bspw. eine Maillard-Reaktion<sup>22</sup> anstoßen, welche zu Bräunungserscheinungen in Tomatenprodukten führen kann. Dies wird zusätzlich durch den hitze- und verarbeitungsbedingten Abbau von Ascorbinsäure (Vitamin C) verstärkt (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 3f; BARRETT et al., 2010, 372).

Üblich ist die Qualitätskontrolle anhand von prozessorientierten Einheiten. Dabei wird der Produktionsprozess in alle Einheiten gegliedert, die eine Veränderung des ursprünglichen Produkts bewirken. Die Benennung dieser Einheiten erfolgt anhand ihrer jeweiligen Funktion, wozu ein Flussdiagramm des Verarbeitungsprozesses herangezogen werden kann

---

<sup>22</sup> Die Maillard-Reaktion ist ein nicht-enzymatischer Vorgang, bei der Reaktionen zwischen reduzierenden Zuckern (Kohlenhydraten) und Aminosäuren (Proteinen) während der Erhitzung von Lebensmitteln stattfinden. Der Name geht auf den Entdecker im Jahre 1912 L. C. Maillard zurück (vgl. BALTES und MATISSEK, 2011, 141ff).

(vgl. VASCONCELLOS, 2005, 178). Die folgende Abbildung zeigt die prozessorientierten Einheiten am Beispiel von Tomatensauce (s. Abb. 6).



Abb. 5: Darstellung der operationalisierten Prozesseinheiten von Tomatensauce im Flussdiagramm; untenstehend ihre Durchführungsparameter (eigene Darstellung nach VASCONCELLOS, 2005, 190ff)

Qualitätsparameter, die in fertigen Tomatenprodukten kontrolliert werden, entsprechen mindestens den Anforderungen des Codex Alimentarius. Dieser wurde Anfang der 60er Jahre von der Agricultural Organisation (FAO) und Welthandelsorganisation (WHO) aufgrund des wachsenden Welthandels von Lebensmitteln entwickelt. Er ist heute grundlegender Bestandteil von anerkannten Lebensmittelsicherheitssystemen. Inhaltliche Schwerpunkte des Codex sind dabei neben der Beschreibung des Lebensmittels wesentliche Faktoren seiner Zusammensetzung und Qualität, Kriterien für die Nutzung von Zusatzstoffen, über das Vorhandensein von Kontaminanten sowie Angaben bzgl. Hygiene, Gewicht und Maße.



Produktkennzeichnung sowie Analyse- und Probenahmeverfahren sind ebenfalls darin festgehalten (BMEL, 2019). Eine Auswahl relevanter Aspekte des Standardprogramms für konservierte Tomaten und Tomatenkonzentrate ist im Anhang der Arbeit vorzufinden (s. Anhang 1).

### 3.3 Die Bio-Tomate

#### 3.3.1 Anbau und Physiologie

Die Verordnung Nr. 2092/91 des Rates der Europäischen Union legt eine Reihe von Parametern für ein als ökologisch zu betrachtendes Pflanzenerzeugnis fest. Es besteht ein Verbot synthetischer Pestizide, Herbizide und Mineraldünger sowie gentechnisch veränderter Sorten. Außerdem besteht eine Höchstgrenze für die Stickstoffausbringung von 170 kg N pro Jahr und Hektar (vgl. TIWARI et al., 2012, 216).

Tab. 3: Gegenüberstellung von Unterschieden in ökologischen und konventionellen Bewirtschaftungssystemen

	<b>Ökologisch</b>	<b>Konventionell</b>
Pestizide	Nicht synthetisch: unspezifisch, schwach wirksam / erhöhter Druck ggü. Krankheit und Schädlingen/ höhere Biomasse an Pilzen und Bakterien.	synthetisch: spezifisch, stark wirksam / niedrigerer Druck ggü. Krankheit und Schädlingen / niedrigere Biomasse von Pilzen und Bakterien.
Bodenfruchtbarkeit	Organischer Stickstoff / Kompost, Gründüngung etc. / Mineralisierung erfordernder Stickstoff.	Anorganischer Stickstoff / synthetische Dünger / leicht verfügbares NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> und NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .
Metabolismus	Gleichgewicht zwischen primärem und sekundärem Stoffwechsel.	Schwerpunkt auf primären Pflanzenmetaboliten, insbesondere Wachstum und Ertrag.

(eigene Darstellung nach MITCHELL, 2009, 12)

Eine vereinfachte Gegenüberstellung von ökologischer und konventioneller Tomatenproduktion erfolgt in der obenstehenden Tabelle (s. Tab. 3). Es wird vermehrt auf Pflanzenstärkungsmaßnahmen gesetzt und nur bei unzureichender Nährstoffversorgung auf im Biolandbau zugelassene Düngemittel zurückgegriffen. Pflanzenstärkungsmaßnahmen sind bspw. die Gestaltung von Fruchtfolgen, der Anbau von stickstoffsammelnden und nährstoffaufschließenden Gründüngungspflanzen sowie die Vermeidung von Nährstoffverlusten durch nährstofffixierende Pflanzen. Grundsätzlich soll im ökologischen Anbau die Versorgung der Pflanzen im Wesentlichen durch den natürlichen Nährstoffkreislauf im Boden sichergestellt werden (vgl. REINERS, 2017, 11; LABER, 2017, 33). Zudem werden natürliche Schutzmethoden gegen Schädlinge angewendet wie Pheromonfallen, Leimtafeln und natürliche Gegenspieler (vgl. HALLMANN, 2012, 2840).

Pflanzen sind bewegungsunfähige Organismen und haben daher im Laufe der Evolution komplexe Erfassungs- und Signalmechanismen entwickelt, um die dynamischen Veränderungen ihrer Umgebung zu überwachen und angemessen darauf zu reagieren (vgl. ZHENG, 2009, 587f). Bestimmte Pflanzenstoffe (insbesondere die Sekundärmetaboliten) werden in der Pflanze meist als Reaktion auf äußeren Druck oder ‚Gefahr‘ gebildet. Demnach spielen Bodenqualität, Stickstoffverfügbarkeit, geographische Lage, Klima, Krankheiten, Nutzungshintergrund des Ackers sowie Exposition und UV-Strahlung während der Fruchtentwicklung eine wesentliche Rolle. Diese Faktoren werden maßgeblich durch Anbaupraktiken und -management beeinflusst, weshalb der ökologische Anbau von Tomaten zu einer veränderten (Nährwert-) Zusammensetzung der Frucht führen kann (vgl. MITCHELL, 2009, 5).

### **3.3.2 Veränderte Inhaltsstoffe**

Mehrere Studien belegen unterschiedliche Gehalte an physikalisch-chemischen Eigenschaften, bioaktiven Verbindungen und sogar sensorischen Attributen zwischen ökologischen und nicht-ökologischen Tomatenfrüchten (vgl. ORSINI et al., 2016, 131f). So ergaben angewandte Forschungen, dass sowohl Lycopin, Vitamin C und Gesamtphenole (darunter insbesondere Flavonoide) in ökologisch produzierten Tomatenfrüchten höher konzentriert vorlagen. Damit einhergehend wurde eine höhere antioxidative Aktivität *in vitro* nachgewiesen (vgl. VINHA et al., 2014, 139). Trotz einer insgesamt geringeren Fruchtgröße von ökologischen Tomaten steigt ihr Gehalt an löslichen Feststoffen sowie titrierbarer

Säure<sup>23</sup>. Überdies wird ihnen eine höhere Konsistenz zugeschrieben (vgl. OLIVEIRA et al., 2013, 1; HALLMANN, 2012, 2840; PIEPER and BARRETT, 2008). Einige Studien haben zudem eine höhere Trockenmasse von Bio-Tomaten bekundet (vgl. HALLMANN and REMBIALKOWSKA, 2007, 131; TAUSCHER et al., 2003, 59). Außerdem veränderte sich die Akkumulation von bioaktiven Verbindungen in den ökologischen Tomatenfrüchten. In konventionell produzierten Tomaten befand sich Lycopin vornehmlich im Fruchtfleisch, wohingegen Bio-Tomaten ihre bioaktiven Verbindungen insbesondere in Schale und Kernen aufwiesen (vgl. VINHA et al., 2014, 139). Des Weiteren sind ökologische Tomaten weniger mit Pestizidrückständen, Nitrat und Nitrit belastet (vgl. HALLMANN and REMBIALKOWSKA, 2007, 131; ARAUJO and TELHADO, 2015, 267). Wichtige Treiber für die veränderten Fruchteigenschaften von Bio-Tomaten scheinen Stickstoff- und Wassermanagement zu sein (vgl. ORSINI et al., 2016, 132).

Stickstoff ist eines der wichtigsten Nährelemente der Pflanze und Baustoff<sup>24</sup> von Aminosäuren, Proteinen, Nucleinsäuren und (Co-) Enzymen. Im Regelfall liegt Stickstoff zu 98% im Boden in organischer Substanz gebunden vor. Erst nach Mineralisierung durch Bodenorganismen wird dieser für die Pflanzen verfügbar und über die Wurzeln aufgenommen (vgl. POTT und HÜPPE, 2007, 203). Dem ökologischen Anbausystem wird im Gegensatz zu konventionellen Systemen nicht nur insgesamt weniger Stickstoff zugefügt, sondern dieser wird aus organischem Material gewonnen. Organischer Dünger wird im Boden wesentlich langsamer freigesetzt und ist damit nicht wie konventioneller Dünger in leicht löslicher, mineralischer Form beständig für die Pflanze verfügbar (vgl. MITCHELL, 2009, 13).

Wasser stellt in ökologischen Anbausystemen ebenfalls einen limitierenden Faktor dar (vgl. ORSINI et al., 2016, 132). Fäulniserreger scheinen am häufigsten zu Pflanzenkrankheiten im ökologischen Landbau zu führen. Für bisherige ‚ökologische‘ Gegenmaßnahmen wie das Spritzen von Kupferpräparaten bedarf es gewisser Wartezeiten und anderer Auflagen, die eingehalten werden müssen. Außerdem können solche Präparate toxische Auswirkungen auf Mensch und Umwelt haben (vgl. BECKER und HONEBURG, 2009, 2). Daher bemühen sich

---

<sup>23</sup> Über Titration ermittelter Gesamtsäurewert. Prinzip: Zu einer Lösung unbekanntes Säuregehalts gibt man so lange eine Base von bekannter Stärke bis der ‚Neutralpunkt‘ erreicht ist (oder umgekehrt). Dieser wird erkennbar über den Farbumschlag eines zugegebenen Indikators (vgl. JANDER et al., 2017, 2ff).

<sup>24</sup> Die Hälfte allen Stickstoffs in der Pflanze befindet sich in deren Blättern, der Großteil davon in Chloroplasten. Chloroplasten sind jene grüne Pflanzenorganelle, in denen die Photosynthese betrieben wird (POTT und HÜPPE, 2007, 205; SCHOPFER et al., 2010, 167).

Biolandwirt\*innen um eine strengere Kontrolle der Luftfeuchtigkeit an Pflanze und Frucht, um den Ausbruch von Krankheiten durch Schädlinge zu vermeiden. Dafür wird sparsamer mit Wasser umgegangen und eine Beregnung der Blattflächen wird vermieden. Ökologische Tomaten sind somit häufiger Perioden von Trockenstress ausgesetzt als konventionelle Tomaten. Eine Reaktion der Pflanze auf Trockenstress ist die Regulierung der Transpiration<sup>25</sup>, wodurch die Wassernutzungseffizienz gesteigert wird. Diese Stressreaktion bedingt eine höhere Trockenmasse in der Pflanze und es werden zellwandschützende Stoffe wie Carotinoide oder Lignin synthetisiert (ORSINI et al., 2016, 132ff).

Oliveira et al. benennen den ‚oxidative[n] Stress‘ in Pflanzen aus ökologischem Landbau, der durch die beschriebenen Wasser- und Stickstoffbedingungen begünstigt wird (vgl. OLIVEIRA et al., 2013, 1). Oxidativer Stress beschreibt die Entstehung von freien Sauerstoffradikalen<sup>26</sup>, die das zelluläre Gleichgewicht (Homöostase) in den Pflanzenzellen stört, indem es Membranbrüche verursacht oder enzymatische Aktivitäten hemmt, was mit schädlichen Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum einhergeht. Um diesen Schäden entgegenzuwirken, produzieren Zellen antioxidativ wirkende Moleküle, um die genannten Radikale abzufangen. Aktivierte Hormone während der Fruchtentwicklung scheinen eine Schlüsselrolle bei der Synthese von Pflanzenstoffen in Stresssituationen zu spielen (vgl. ORSINI et al., 2016, 132f).

### **3.3.3 Besonderheiten bei der Verarbeitung von Bio-Lebensmitteln**

Die Verarbeitung von Bio-Lebensmitteln unterliegt strengen Auflagen. Die erforderlichen Maßnahmen zur Erfüllung der biologischen Ansprüche gehören in das bestehende Qualitätssicherungssystem integriert (vgl. MAHNKE-PLESKER und LACH, 2005, 31). Darüber hinaus ist die Einhaltung des Bio-Rechts, vom Anbau des Rohprodukts und seinem Transport bis zum Handel, für als biologisch erzeugt deklarierte Lebensmittel obligatorisch. Sie müssen halten, was dem Verbraucher suggeriert wird (vgl. BÖL, s. a.).

Bio-Produkte sollen generell so naturbelassen wie möglich sein, und die Art sowie Anwendung von Zusatz- oder Hilfsstoffen während der Verarbeitung ist streng reglementiert

---

<sup>25</sup> Die Transpiration der Pflanze reguliert ihren Wasserhaushalt durch die Abgabe von Wasserdampf über sogenannte ‚Spaltöffnungen‘ in den Blättern während der CO<sub>2</sub>-Aufnahme. Auslöser ist ein Zellinnendruck, der durch das Wasserangebot der Pflanze bedingt wird (vgl. SCHOPFER et al., 2010, 312f).

<sup>26</sup> Radikale sind einzelne Atome, die aufgrund ihrer Struktur hochreaktiv sind und sich in Kettenreaktionen schnell mit anderen Molekülen verbinden können (vgl. AMIOT et al., 2001, 8).

(s. Abb. 7). Eine Liste dazu findet sich in der EU-Verordnung 889/2008 Anhang VIII (vgl. Verordnung (EU), 2008, 148ff). Die Positivliste für die Bio-Produktion zählt nicht mehr als 49 Hilfs- bzw. Zusatzstoffe, wohingegen in konventionellen Produkten fast 400 Mittel verwendet werden dürfen. Des Weiteren setzt die EU-Öko-Verordnung voraus, dass alle verwendeten Zutaten während der Lebensmittelherstellung auf ihre Rohproduktion zurückverfolgt werden können. Bio-Hersteller\*innen dürfen maximal 5% des Erzeugnisses mithilfe von konventionellen Zutaten erzeugen. Dabei muss ausdrücklich und nachweislich erklärt werden, dass die Verwendung dieser konventionellen Zutat(en) in Bio-Qualität nicht vorhanden, jedoch unerlässlich für die Herstellung des Produktes sind (vgl. BÖL, s.a.).

Die untenstehende Grafik veranschaulicht die Unterschiede zwischen gesetzlich geregelter europäischer Öko-Verordnung und anderen erwarteten bzw. angewendeten Prinzipien für die Produktion von Bio-Lebensmitteln (s. Abb. 6).

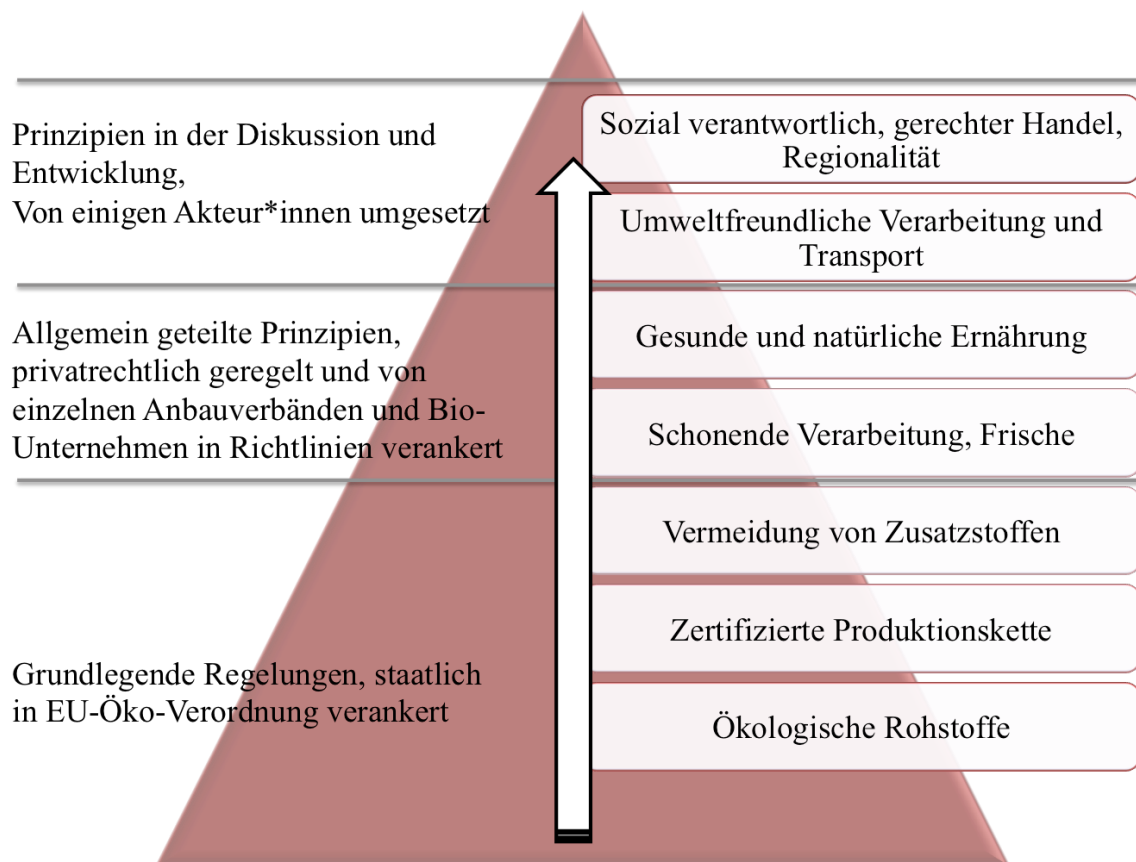


Abb. 6: Darstellung Konzepte der ökologischen Lebensmittelverarbeitung und ihre Anwendungsgebiete (eigene Darstellung nach BECK et al., 2005)

## 4. Aktueller Kenntnisstand und Problemstellung

Aus den vorangegangenen theoretischen Bausteinen der Arbeit wird ersichtlich, dass die Tomatenpflanze im Laufe der Jahrhunderte nicht zu Unrecht sowohl im Haushalt als auch in der industriellen Produktion ein hohes Ansehen erlangt hat (vgl. FIEDLER, 2017, 54; AYVAZ, 2016, 620ff). Ihre kulinarischen und gesundheitlichen Attribute wiegen so viel, dass die Tomate auch in Breiten produziert wird, wo die natürlichen Voraussetzungen wie Wärme und Trockenheit während der Vegetationsperiode nur bedingt gegeben sind (vgl. HEUVELINK and COSTA, 2007, 14). Zudem wird ersichtlich, dass die Bio-Tomate aufgrund ihrer geringfügigeren Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit während des Anbaus sowohl physiologische als auch physikalische Fruchtveränderungen aufweist (vgl. MITCHELL, 2009, 5).

Die theoretische Grundlage zum Verarbeitungsprozess veranschaulicht das standardisierte industrielle Verarbeitungssystem von Tomaten, welches noch auf seine Ursprünge in der Emilia-Romagna zurückzuführen ist (vgl. MALET, 2017). Es wird überdies die Erforschung neuer, schonender Verarbeitungsmethoden zur Pasteurisierung vorangetrieben, um den gestiegenen Verbraucher\*innenansprüchen an die Lebensmittelproduktion gerecht zu werden. Darunter elektrische Verfahren wie die Erhitzung des Tomatenprodukts über Mikrowellen, Gepulste Elektrische Felder, die Ohmsche Erhitzung und die Anwendung von Hochdruckverfahren. Diese befinden sich jedoch aktuell nicht im Einsatz der kommerziellen Produktion (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 5ff).

Die Qualitätskontrolle von Tomatenprodukten während des industriellen Verarbeitungsprozesses erfolgt anhand verschiedener Kriterien, die sich vornehmlich an Verbraucher\*innen orientieren. Dazu zählen allen voran organoleptische Eigenschaften wie Aussehen, Farbe und Geschmack sowie die mikrobiologische Sicherheit der Produkte (vgl. BARRETT et al., 2010, 370ff; GARCIA and BARRETT, 2006, 27ff; JAYATHUNGE et al., 2019, 1ff).

Zur systematischen Qualitätskontrolle wird der Lebensmittelherstellungsprozess in seine einzelnen Prozesseinheiten gegliedert, die nach jeweiliger Funktion benannt sind. Der Prozess beginnt bei der Rohwarenannahme und endet mit der Lagerung (vgl. VASCONCELLOS, 2005,

175ff). Die in Kapitel 3.2.2.1 beschriebenen Qualitätskriterien von Tomatenprodukten scheinen insbesondere durch die thermische Behandlung während der Verarbeitung beeinflusst zu werden (vgl. XU et al., 2018, 86f). Mit der ökologischen Erzeugung von Tomatenprodukten geht keine veränderte Technologie einher, jedoch gewährleistet sie neben der Einhaltung beschriebener generell geltender Qualitätsstandards die Wahrung des Bio-Rechts entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Darin wird insbesondere der Einsatz von Zusatz- und Hilfsstoffen sowie Enzymen und Aromen streng reglementiert (vgl. BÖL, s. a.).

Um Herauszufinden, inwiefern die Zusammensetzung der Bio-Tomate einen Einfluss auf ihre industrielle Weiterverarbeitung hat, scheint es erforderlich, die hierfür relevanten Einheiten im Verarbeitungsprozess zu identifizieren. Es heißt, die Qualitätskontrolle im Verarbeitungsprozess beginne bereits bei der Rohwarenannahme. Für Tomaten, die zu Tomatenmark verarbeitet werden sind einige Qualitätskriterien wie Farbe, Schäden und Härte definiert (vgl. AXTELL and SWETMAN, 2008, 2). Zudem ist bekannt, dass eine Sortierung der Rohware im Anschluss seiner Eingangskontrolle ebenso nach Art des Tomatenerzeugnisses stattfindet, das produziert werden soll (vgl. DEL BORGHI et al., 2014, 122). Es wird angenommen, dass je nach Verwendungszweck und Produktionslinie bestimmte Kriterien für das Rohprodukt gelten, die über Annahme oder Verwerfung entscheiden und vornehmlich zwischen Produzent und Verarbeiter ausgehandelt werden (vgl. AXTELL and SWETMAN, 2008, 1f). Die Schälleistung kann dabei als ein Entscheidungsparameter gelten (vgl. GARCIA and BARRETT, 2006, 21).

Des Weiteren wird durch die Literatur ersichtlich, dass entlang des gesamten Verarbeitungsprozesses Qualitätskontrollen stattfinden und dokumentiert werden (vgl. CLARK et al., 2014, 234). Festgelegte Kriterien scheinen hier vornehmlich am Endprodukt orientiert zu sein, um alle Beteiligten der Wertschöpfungskette vor Betrug zu schützen und nationale sowie internationale Lebensmittelgesetze zu achten (vgl. AXTELL AND SWETMAN, 2008, 1). Lösliche Feststoffe scheinen ein Schlüsselparameter bei der Herstellung von Tomatenprodukten darzustellen (vgl. WILKERSON et al., 2012, 38; YOUNG et al, 1993, 286). Zucker, pH-Wert, Farbe und Geschmack sowie Defekte sind Qualitätskriterien, auf die zumindest das Endprodukt hin geprüft wird (vgl. VASCONCELLOS, 2005, 193). Diese werden maßgeblich von der im Verarbeitungsbetrieb eintreffenden Rohware beeinflusst (vgl. BARRETT et al., 2006, 38; GARCIA and BARRETT, 2006, 21; JAYATHUNGE et al., 2019, 2).

Es besteht eine Notwendigkeit, dass Faktoren, die zu Veränderungen der organoleptischen Eigenschaften oder gar Defekten im Tomatenprodukt führen können, während des gesamten Verarbeitungsprozesses beobachtet werden (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 2ff, AXTELL and SWETMAN, 2008, 1).

Aus den vorliegenden Informationen des aktuellen Kenntnisstandes lässt sich die Forschungsfrage sowie eine die Untersuchung leitende Kernfrage formulieren (s. Abb. 7):

**Forschungsfrage:** Inwiefern beeinflusst die ökologische Rohproduktion von Tomaten ihre industrielle Weiterverarbeitung?

**Leitfrage:** An welchen Dreh- und Angelpunkten im Tomatenverarbeitungsprozess bestimmt die Qualität des Rohprodukts die industrielle Weiterverarbeitung?

Abb. 7: Festlegung der Forschungs- und Leitfrage im Forschungsprozess (eigene Darstellung)

## 5. Methodisches Vorgehen

### 5.1 Auswahl und Begründung der Methodik – Experteninterview

**Thema:** Einfluss der Bio-Tomate auf ihre industrielle Weiterverarbeitung.

**Ziel:** Herausfinden, inwiefern die industrielle Verarbeitung von Bio-Tomaten aufgrund veränderter Rohprodukt-Eigenschaften beeinflusst wird.

**Kategorie:** Beschreibung.

**Formulierung:** Untersuchung von Verarbeitungsschritten während der Tomatenverarbeitung, die von qualitativen Rohprodukteigenschaften bestimmt sind.

Abb. 8: Abgrenzung und Einordnung des Forschungsgegenstandes (eigene Darstellung nach KORNMEIER, 2018, 64; THEISEN, 2013, 59f)



Die Wahl der Methode einer empirischen Arbeit hängt mitunter von dem Forschungsgegenstand, der Fragestellung sowie den Forschenden selbst ab (vgl. MEYEN et al., 2019, 53). Die obenstehende Abbildung gibt eine Übersicht zur Einordnung des Forschungsgegenstandes (s. Abb. 9). Die Wahl der Methodik wird zudem durch die eigenen Umstände und Möglichkeiten, an Informationen bzw. Daten zur Beantwortung der Leitfrage und damit der Forschungsfrage zu gelangen, beeinflusst (vgl. MEYEN et al., 2019, 59ff). Die untenstehende Abbildung skizziert den Ablauf des vorliegenden Forschungsprozesses (s. Abb. 9).

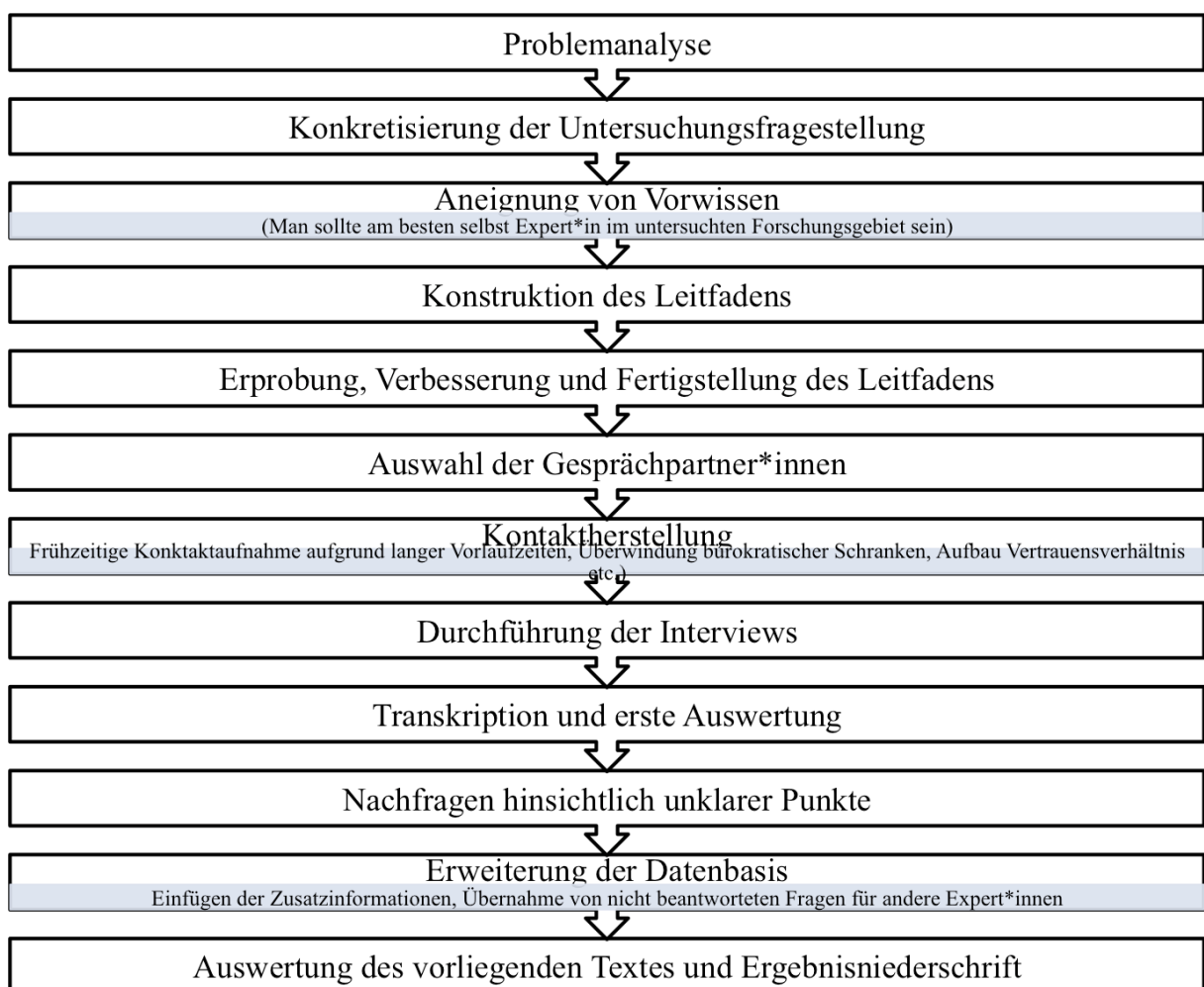


Abb. 9: Darstellung zur Übersicht des Forschungsprozesses mittels Expert\*inneninterviews  
(eigene Darstellung nach PICKEL, 2009, 456)

Der Studiengang ‚Nachhaltige Dienstleistungs- und Ernährungswirtschaft‘ an der Fachhochschule Münster hat weder eine agrarwissenschaftliche oder lebensmitteltechnologische Forschungseinrichtung noch einen diesbezüglichen Schwerpunkt, wodurch kein Zugang zu praktischer ‚Feldforschung‘ mit eigenem Versuchsfeld oder eigener Verarbeitungsanlage besteht. Die Phase des methodischen Vorgehens der Masterarbeit fiel überdies nicht auf den Zeitpunkt der Tomatenernte von Freilandtomaten für die Weiterverarbeitung im europäischen Raum, um die Verarbeitung eigens mitzuerleben bzw. zu verfolgen (vgl. DEL BORGHI et al., 2014, 122). Persönliche Besuche vor Ort waren aufgrund der Corona-Pandemie und der damit einhergehenden internationalen Grenzsperrungen ebenfalls ausgeschlossen.

Die fortlaufende Diskussion über die methodologische Positionierung in Relation zum Forschungsgegenstand erlaubt das Verfolgen von inhalts- und informationsbezogener Interessen, wie es in der vorliegenden Arbeit der Fall ist, mittels qualitativer Verfahren. Zur Bearbeitung und Beantwortung der Forschungsfrage bzw. Leitfragestellung wird daher eine Erkenntnisgewinnung mittels Expert\*inneninterviews gewählt (vgl. HELFFERICH, 2009, 8). Die Expert\*innen sollen die ermittelten und genannten Wissenslücken der Theorie mit ihrem Betriebswissen schließen (vgl. MEUSER und NAGEL 2009, 472).

Die Erarbeitung der theoretischen Grundlagen in Kapitel 3 ermöglicht die genaue Identifizierung von Forschungs- bzw. Informationslücken des Forschungsgegenstandes in Kapitel 4, die zur Beantwortung der Forschungsfrage geschlossen werden wollen. Da die Erhebung von spezifischen Fakteninformationen im Vordergrund steht, sollen die Interviews leitfadengestützt durchgeführt werden (vgl. KAISER, 2014, 30ff). Eine Definition von Expert\*innen erfolgt im Anschluss und auf Basis des entwickelten Leitfadens (vgl. PICKEL, 2009, 456). Dabei wird als Expert\*in definiert, wer entweder selbst spezifisches Wissen zu besagtem Forschungsgegenstand besitzt oder den Zugang dazu hat (vgl. HELFFERICH, 2009, 163ff).

Für die Durchführung von qualitativen Experteninterviews muss ausreichend Zeit eingeplant werden. Das beruht auf der Tatsache, dass sich der Forschende so weit in der Theorie auskennen muss, dass er als adäquater Gesprächspartner fungieren kann, und darauf, dass die Rekrutierung der Experten einige Zeit in Anspruch nimmt (vgl. KAISER, 2014, 51).

## 5.2 Konzeption des Interview-Leitfadens

### 5.2.1 Erarbeitung der Interviewfragen

Die Ausarbeitung eines Interviewleitfadens dient der thematischen Organisation des Hintergrundwissens, als Gedächtnisstütze während des Interviews, als Checkliste nach dem Interview und der Dokumentation des methodischen Vorgehens für die eigene Forschungsarbeit (vgl. HELFFERICH, 2009, 178ff). Der Interviewleitfaden kann auch als Übersetzung des Forschungsproblems und der theoretischen Annahmen in konkrete Interviewfragen bezeichnet werden. Im Hinblick auf die Expert\*innen muss er nachvollziehbar und beantwortbar sein (vgl. KAISER, 2014, 52).

Die Entwicklung der Interviewfragen basiert auf ausgewählten Literaturquellen. Im ersten Schritt werden auf Basis der Forschungsfrage bzw. der aus der Theorie abgeleiteten Fragestellung Analysedimensionen identifiziert, die das Phänomen der entwickelten Fragestellung beobachtbar machen können (vgl. KAISER, 2014, 56).

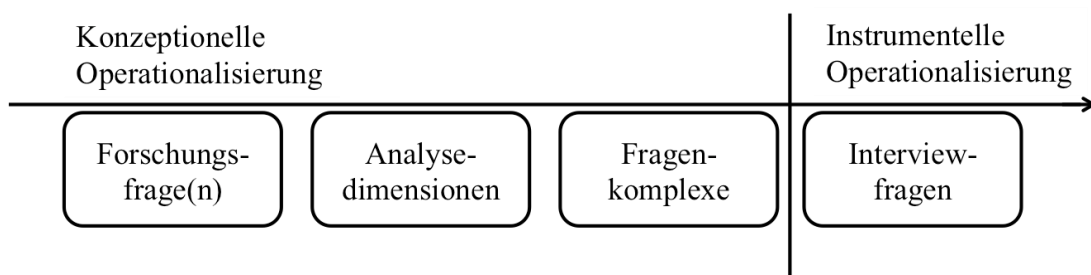


Abb. 10: Schema zur Entwicklung von Interviewfragen abgeleitet aus Analysedimensionen und Fragenkomplexen (eigene Darstellung nach KAISER, 2014, 57).

Die Definition der Analysedimensionen erfolgt anhand des Flussdiagramms des Tomatenverarbeitungsprozesses. Die Analysedimensionen werden dann in Fragenkomplexe übersetzt, die als Anleitung zur empirischen Überprüfung der Dimensionen dienen. Daraufhin folgt eine Ableitung der Fragenkomplexe in Interviewfragen. Kaiser spricht in seinem Buch dabei von konzeptioneller und instrumenteller Operationalisierung (s. Abb. 11) (vgl. KAISER, 2014, 56f).

Tab. 4: Ausschnitt der angewandten konzeptionellen und instrumentellen Operationalisierung zur Entwicklung von Interviewfragen im Forschungsprozess

<b>Analysedimensionen</b>	<b>Fragenkomplexe</b>	<b>Interviewfragen</b>
Sortieren	Entscheidungsprozesse Produktionslinien	Wie und wonach erfolgt die Sortierung vor Ort - werden Inhaltsstoffe untersucht, bevor Tomaten in ihre Produktionslinien wandern?
Blanchieren / Schälen	Mikrobiologische Belastung / Defekte, festere Schale, Löslichkeit der Schale	Welche Schältechnik wird angewandt? Wird zwischen konventionell und Bio unterschieden oder wonach?

(eigene Darstellung nach KAISER, 2014, 58ff)

Die Ermittlung von Interviewfragen mittels konzeptioneller und instrumenteller Operationalisierung (s. Tab. 4) wird durch die SPSS-Methode nach Helfferich ergänzt. Die SPSS-Methode beschreibt das Sammeln, Prüfen, Sortieren und Subsumieren von Interviewfragen (vgl. HELFFERICH, 2009, 182). Jedoch wird in der vorliegenden Arbeit der erste Schritt der SPSS-Methode (das ‚Sammeln‘ von Fragen) durch das Heranziehen der erarbeiteten Fragen aus der Methode nach Kaiser ersetzt (vgl. KAISER, 2014, 57). Die Interviewfragen werden daraufhin insbesondere unter den Aspekten der Offenheit und des Vorwissens geprüft, strukturiert und reduziert. Im Anschluss werden die Fragen sowohl nach zeitlichen als auch inhaltlichen Kriterien sortiert (vgl. HELFFERICH, 2009, 182ff).

Die Abfolge der Fragen orientiert sich in der vorliegenden Arbeit am Ablauf des Produktionsprozesses. Fragen zur biologischen Produktion werden gebündelt und am Ende gestellt, insbesondere um sowohl Interviewenden als auch Expert\*innen die möglichen Unterschiede im Verarbeitungsprozess deutlich und sichtbar zu machen. Nach Anwendung von Prüfung und Sortierung bleiben 3 Fragen übrig (s. Tab. 5), die im letzten Schritt subsumiert werden (vgl. HELFFERICH, 2009, 185).

Tab. 5: Subsumierte Interviewfragen

---

1. Wann im Verarbeitungsprozess wird entschieden, welches Tomatenprodukt erzeugt werden soll?
2. Wie erfolgt die Qualitätskontrolle während des Verarbeitungsprozesses?
3. Wie sehen Unterschiede in der Verarbeitung von Bio-Tomaten aus?

---

(eigene Darstellung)

Die Subsumierung wird durch die Anwendung eines Leitfadengerüsts unterstützt. Die übrig gebliebenen Fragen können somit in eigene Kategorien bzw. Themen übersetzt werden und es werden neben der Hauptfrage noch Aufrechterhaltungsfragen, falls die Frage noch nicht vollständig beantwortet wurde, sowie Steuerungsfragen, um die Expert\*innen wieder auf die richtige ‚Fährte‘ zu bringen, formuliert. Angewandt auf die erarbeiteten Interviewfragen ergeben sich folglich 3 Themenkomplexe. Jeder Themenkomplex erhält eine eigene Einführung, die mit der anschließenden ausformulierten Frage eine Erzählaufforderung generiert (s. Tab. 3-5) (vgl. HELFFERICH, 2009, 182).

Die Einleitung in die verschiedenen Themenkomplexe soll den Expert\*innen eine Orientierung bzgl. der Antworten und damit des gewünschten Informationsgehaltes für den Interviewenden geben. Außerdem wird der interviewten Person über die einleitenden Sätze der eigene ‚Expert\*innenstatus‘ vermittelt (vgl. PICKEL, 2009, 456). Zudem wird Themenblock 3 mit der Notiz ‚optional / je nach beruflichem Hintergrund‘ gekennzeichnet, da sowohl mit Expert\*innen aus der konventionellen als auch aus der biologischen Praxis kommuniziert wird (vgl. HELFFERICH, 2009, 181).

## 5.2.2 Interviewleitfaden

### 5.2.2.1 Interviewleitfaden Teil I

Tab. 3: Interviewleitfaden Teil I

<b>Teil I</b>		
<b>Thema: Einfluss des Rohprodukts auf seine Weiterverarbeitung</b>	Check: Entscheidungskriterien nach Produktionslinie	
<p>Einleitung: Meine bisherige wissenschaftliche Literaturarbeit hat gezeigt, dass viele tomatenverarbeitende Unternehmen oftmals nur wenige Informationen über das Rohprodukt selbst haben. Wareneingangskontrollen der Rohware finden statt, um zu entscheiden, in welche Produktionslinie diese überführt werden. Hinweise zu Qualitätsattributen der Rohware habe ich nur für die Herstellung von Tomatenmark finden können, darunter Farbigkeit, Schalenfestigkeit und Obergrenzen im Hinblick auf Defekte, Fäulnis und Insekten.</p>		
Frage: Wann im Verarbeitungsprozess wird entschieden, welches Produkt erzeugt wird? <i>Geschälte, ungeschälte Tomatenprodukte (ganz oder zerkleinert) in Tomatensaft, -püree, -sauce</i>	Aufrechterhaltung: Auf welche Kriterien wird die Rohware untersucht?	Steuerung: Welche Kriterien muss das Rohprodukt für die Verarbeitung zu [...] erfüllen?

(nach HELFFERICH, 2009, 186)

**5.2.2.2 Interviewleitfaden Teil II**

Tab. 4: Interviewleitfaden Teil II

<b>Teil II</b>		
<b>Thema: Einfluss des Rohprodukts während seiner Weiterverarbeitung</b>	Check: Qualitätsparameter, die während der Verarbeitung entscheidend sind	
<p>Einleitung: Für Tomatenprodukte werden in der Literatur Qualitätskriterien genannt, um insbesondere die Erwartungen der Verbraucher zu erfüllen. Dazu gehören organoleptische Eigenschaften wie Farbe, Geschmack, Geruch, Konsistenz und Textur sowie die Gewährleistung der mikrobiologischen Sicherheit. Die Literatur zeigt, dass Qualitätskontrollen stattfinden und während des gesamten Verarbeitungsprozesses dokumentiert werden (müssen). Dennoch finden sich lediglich genaue Angaben zur Kontrolle des Endprodukts, darunter Zucker, pH-Wert, Farbe, Geschmack und Defekte.</p>		
Frage: Wie erfolgt die Qualitätskontrolle während des Verarbeitungsprozesses?	Aufrechterhaltung: Auf welche Kriterien hin wird untersucht?	Steuerung: Welche Maßnahmen werden zur Qualitätsregulierung unternommen?

(nach HELFFERICH, 2009, 186)

**5.2.2.3 Interviewleitfaden Teil III**

Tab. 5: Interviewleitfaden Teil III

<b>Teil III</b> (optional / je nach beruflichem Hintergrund)		
<b>Thema: Einfluss der Bio-Rohproduktqualität</b>	Check: Unterschiede bei der Verarbeitung von Bio-Tomaten	
Einleitung: Mehrere Studien haben gezeigt, dass zwischen biologisch und nicht-biologisch erzeugten Tomatenfrüchten unterschiedliche physikalisch-chemische Eigenschaften bestehen.		
Frage: Gibt es Auffälligkeiten, die Sie bei der Verarbeitung / Kontrolle von Bio-Tomaten vernehmen? <i>Verarbeitungsschritte, Geräteeinstellungen</i>	Aufrechterhaltung: Wie sieht es mit der Fehlerhäufigkeit bei Bio-Tomaten aus?	Steuerung: Welche Maßnahmen / Steuerungen sind kennzeichnend während der Verarbeitung von Bio-T.?

(nach HELFFERICH, 2009, 186)



### **5.2.3 Pre-Test**

Da es sich bei der vorliegenden Arbeit um die Erschließung eines für die Forschende nahezu neuen Themenfelds handelt, ist die Durchführung eines Pre-Tests empfohlen. Der Test dient der Überprüfung des Verständnisses der Fragen für die interviewte Person, seines Interesses und seiner Aufmerksamkeit während des Interviews, die Überprüfung einer Kontinuität des Interviewablaufes, der Wirkung der Strukturierung des Interviews sowie der möglichen Dauer des Gesprächs (vgl. KAISER, 2014, 69).

Da sich die Rekrutierung von Experten aus dem tomatenverarbeitenden Sektor insgesamt schwierig gestaltet, wurden vorhandene, fachverwandte Expert\*innen für die Pre-Tests angefragt. Die Tests konnten mit einer Expertin aus der Obstverarbeitung sowie mit einer Kommilitonin, die mehrere Jahre im Qualitätsmanagement eines lebensmittelverarbeitenden Unternehmens gearbeitet hat, durchgeführt werden.

## **5.3. Die Interviewpartner\*innen**

### **5.3.1 Auswahl und Akquise**

Voraussetzung an die für die Arbeit zu rekrutierenden Expert\*innen ist ihr explizites Betriebswissen (vgl. MEUSER und NAGEL 2009, 472). Folgende 3 Aspekte sind entscheidend bei der Identifizierung von Expert\*innen: (1) Die Verfügung über relevante Informationen, (2) die Lage relevante Informationen präzise weiterzugeben und (3) die Bereitschaft und Verfügbarkeit zur Weitergabe der Informationen (vgl. KAISER, 2014, 72). In Bezug auf die vorliegende Masterarbeit beziehen sich die präzisen Informationen auf Maßnahmen bzw. Steuerungen im Tomatenverarbeitungsprozess von Rohwarennahme bis zur Abfüllung des fertigen Produkts (siehe Abb. 4). Daher wird sich bei der Auswahl und Akquise der zu interviewenden Expert\*innen um Kontakte zu Bereichen des Qualitätsmanagements, der -kontrolle und bzw. oder der -sicherung von Praxisbetrieben bemüht. Der Prozess der Akquirierung wird ab dem Zeitpunkt des Erstkontaktes dokumentiert (s. Tab. 7) (vgl. HELFFERICH, 2009, 200).

Tab. 6: Auszug der Dokumentation von Kontaktaufnahme zu Unternehmen

Unternehmen	Erstkontakt via E-Mail	Erneute Kontaktaufnahme	
U1	6.4.	Telefonkontakt Deutschland Herr xxx 22.4.2020 mit Weiterleitung an xxx mit (angesagt) Weiterleitung nach Italien	
U2	6.4.	keine Telefonnummer auf HP, daher erneute Sendung einer Nachricht via Kontaktformular 22.4.	
U15	6.4. (Adresse QS vorhanden)	Telefonkontakt Italien mit Bitte E-Mail an xxx für Gespräch (Marketing) 23.4.	Rückmeldung xxx mit Bitte an Fragebogen (zum Ausfüllen im Team) 24.4.

(eigene Darstellung nach HELFFERICH, 2009, 200)

Für die Akquise der Expert\*innen werden aufgrund der negativen Erwartungshaltung bedingt durch die Corona-Situation mehrere Methoden angestoßen und die Erfolg versprechenden Stränge weiterverfolgt. Es werden sich mittels Schneeballsystem Informationen von Kollegen aus fachverwandten Bereichen beschafft, ob jene passende Expert\*innen oder Institutionen für die anstehende Befragung kennen und Kontaktdaten vermitteln können. Dies soll eine Brücke zu Expert\*innen schlagen, den Zugang erleichtern und eine Vertrauensbasis schaffen. Wichtig ist, dass die Voraussetzungen an den Expert\*innen durch den vermittelten Kontakt nicht hintangestellt werden (vgl. HELFFERICH, 2009, 176f). Die gleiche Wirkung wird zu erzielen versucht, indem online recherchierte Fachmärkte und –händler\*innen von italienischen Lebensmitteln per E-Mail angeschrieben und nach direkten Kontakten zur Tomatenproduktherstellungspraxis befragt werden.

Am erfolgreichsten hat sich die direkte Kontaktaufnahme zu tomatenverarbeitenden Betrieben herausgestellt. Da im deutschsprachigen Raum keine standardisierten tomatenverarbeitenden Betriebe ausfindig gemacht werden können, wird sich an einer Liste mit produzierenden Unternehmen in Italien orientiert (vgl. STATISTA, 2018). Der Erstkontakt erfolgt mittels E-Mail, in der einige wichtige Hintergrundinformationen über den Forschenden selbst und sein Forschungsvorhaben erläutert werden (vgl. KAISER, 2014, 77f). Die Kontaktadressen wurden per Internetrecherche ausfindig gemacht, wobei selten andere Adressen als die allgemeine info@-Adressen akquiriert werden konnten. Daher wird in der E-Mail auf die gewünschte Weiterleitung an Expert\*innen für die Gewinnung der beschriebenen präzisen Informationen hingewiesen.

In einem zweiten Anlauf werden die angeschriebenen Unternehmen angerufen, die sich nicht auf die erste E-Mail gemeldet haben. Am Telefon wird darauf geachtet, dass die Informationen auf einen niedrigen Gehalt reduziert sind, um eine Überforderung am anderen Ende der Leitung zu vermeiden (vgl. HELFFERICH, 2009, 176). Auch hier wird um geeignete Kontakte gebeten, wo man Informationen in Form eines Informationsblattes zum Forschungsvorhaben hinsenden kann. Zudem wird auf eine beiliegende Datenschutzerklärung hingewiesen, um diesbezüglich erste Unsicherheiten zu nehmen (vgl. KAISER, 2014, 78).

### **5.3.2 Kurzbeschreibung der akquirierten Expert\*innen**

Insgesamt haben 3 Expert\*innengruppen die forschungsrelevanten Fragen beantwortet. Aus datenschutzrechtlichen Gründen werden die Expert\*innen mit Ziffern versehen, angelehnt an die Reihenfolge der erhaltenen Antworten. Außerdem wird im weiteren Verlauf der Begriff ‚Gruppe‘ verwendet, da es sich bei 2 von 3 Antworten um eine ‚Gruppen‘-Beantwortung handelte (KAISER, 2014, 47f). Eine Kurzdarstellung der akquirierten Expert\*innen erfolgt in der untenstehenden Tabelle (s. Tab. 7).

Tab. 7: Kurzbeschreibung der akquirierten Expert\*innen und ihrer Unternehmen

Gruppe 1	<p>Management und Mitarbeitende der Qualitätskontrolle eines technisch-wissenschaftlichen Beratungsunternehmens für Umwelt und Lebensmittel.</p> <p>Dienstleistungen des Unternehmens:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Genehmigungen und Zertifizierungen in Bezug auf Sicherheits- und Qualitätsstandards</li><li>• Labortechnische Analysen von Boden, Wasser, Luft und Lebensmitteln</li><li>• Qualitätskontrolle zur Hygiene und Gesundheit von Lebensmitteln</li><li>• Rechtliche und wissenschaftliche Beratung zur Etikettierung von Lebensmitteln</li></ul>
Gruppe 2	<p>Langjähriges Qualitätsmanagement-Team eines tomatenverarbeitenden Unternehmens in Norditalien. Verarbeitung von Lang- und Rundtomaten.</p> <p>Produktportfolio:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Tomatenfruchtfleisch / fein / extra sämig / bio</li><li>• gewürfelte Tomaten, Püree, Konzentrate</li><li>• Pizza- und Spaghetti-Sauce.</li></ul>
Gruppe 3	<p>Qualitätssicherung eines tomatenverarbeitenden Unternehmens in Süditalien. Verarbeitung von Datteltomaten und ‚alte‘ Sorte Kampaniens.</p> <p>Produktportfolio:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ganze Tomaten in Tomatensaft / bio</li><li>• geschält und ungeschälte Produkte</li><li>• Konzentrate (+Passata)</li><li>• Saucen (+Ketchup).</li></ul>

(eigene Darstellung)

## 5.4 Erhebung und Auswertung der Daten

Wie von den rekrutierten Expert\*innen gewünscht, werden die Interviewfragen in Form eines Fragebogens versendet. Um die Fülle an Informationen zu erhalten, die man sich durch das persönliche Gespräch im Interview erhofft hatte, wird die Konzeption des Leitfadens beibehalten und in entsprechendes Fragebogen-Format gebracht. Dabei ist von Vorteil, dass es sich bei den Interviewfragen um wenige, doch spezifische Fragen handelt, damit die Interviewten nicht überfordert werden (vgl. BAMPTON and COWTON, 2002, 5). Ein Auszug des Fragebogens zum ersten Themenblock ist der untenstehenden Tabelle zu entnehmen (s. Tab. 7).

Tab. 8: Auszug des Expert\*innen-Interview-Fragebogens (blanco) zu Thema I

<p>Einleitung Frage 1: Meine bisherige wissenschaftliche Literaturarbeit hat gezeigt, dass viele tomatenverarbeitende Unternehmen oftmals nur wenige Informationen über das Rohprodukt selbst haben. Wareneingangskontrollen der Rohware finden statt, um zu entscheiden, in welche Produktionslinie diese überführt werden. Hinweise zu Qualitätsattributen der Rohware habe ich nur für die Herstellung von Tomatenmark finden können, darunter Farbigkeit, Schalenfestigkeit und Obergrenzen bzgl. Defekte, Fäulnis und Insekten.</p>
<p>Frage: Wann im Verarbeitungsprozess wird entschieden, welches Produkt erzeugt wird? Auf welche Kriterien wird die Rohware untersucht? Welche Kriterien muss das Rohprodukt für die Verarbeitung zu [...] erfüllen?</p>
<p><i>Betrachtend geschälte und ungeschälte Tomatenprodukte (ganz oder zerkleinert), Tomatensaft, -püree, oder -soße.</i></p>
<p>Antwort:</p>

(eigene Darstellung)

Mit Erhalt der ausgefüllten Fragebögen wird auf die gesendete und an den Fragebogen angepasste Datenschutzerklärung hingewiesen, damit die Ergebnisse für die Masterarbeit verwendet werden können (vgl. HELFFERICH, 2009, 190).

In Bezug auf ‚Qualitative Online-Befragungen‘ gibt es bisher wenig methodologische Reflexionen und forschungspraktische Hilfestellung. Aus diesem Grund wird in der Auswertung auf bereits etablierte und als sinnvoll erachtete qualitative Verfahren zurückgegriffen (vgl. SCHIEK und ULLRICH, 2015, 2; SEIXAS et al., 780f).

Das Expert\*inneninterview dient im vorliegenden Forschungsprozess einer objektiven und sachdienlichen Informationsgewinnung. Die erfragten und berichteten Informationen der Expert\*innen werden als wahr angenommen, außer es besteht ein Grund zur Annahme, dass der Interviewte täuscht. Die Analyse einer subjektiven Konstruktion wird nicht durchgeführt (vgl. HELFFERICH, 2009, 40). Stattdessen wird für die Auswertung der Interviews bzw. Fragebögen die themenanalytische Inhaltsanalyse nach Kaiser herangezogen (vgl. KAISER, 2014, 90). Die Transkription eines Audioformates entfällt, weil das Textmaterial durch den schriftlichen Fragebogen schon erhalten ist. Dieses wird lediglich aus dem Englischen ins Deutsche übersetzt (vgl. BAMPTON and COWTON, 2002, 8).

Beginnend mit der Zusammenfassung wird der Text auf die analytisch relevanten Inhalte reduziert. Dabei dient eine Explikation der Erläuterung von relevanten Textpassagen, um ihre Verständlichkeit sicherzustellen, wenn dies als notwendig erachtet wird. Erst mit der Strukturierung des Textmaterials beginnt die eigentliche Analyse. Diese erfolgt sowohl *deduktiv*, anhand von zuvor aus der Theorie ermittelten Kategorien, als auch *induktiv*, durch aus dem Material selbst abgeleitete Kategorien (vgl. KAISER, 2014, 91f).

Die Kategorienbildung für die deduktive Herangehensweise orientiert sich an der Leitfadenerstellung, wo einzelne Fragen in Themenkomplexe eingebettet werden. Die Hauptkategorien, die sich daraus ergeben, lauten den Themen entsprechend ‚Entscheidungskriterien nach Produktionslinie‘, ‚Qualitätsparameter während der Verarbeitung‘ und ‚Unterschiede in der Bio-Verarbeitung‘. Die erste Sichtung des

Textmaterials erfolgt auf diese Kriterien hin, wobei nach dem Prinzip der Offenheit<sup>27</sup> vorgegangen wird, damit die Bildung neuer Kategorien aus dem Interviewmaterial nicht ausgeschlossen wird (vgl. KAISER, 2014, 92).

Nach einer ersten Auswertung des Materials werden geringfügige Unklarheiten erkannt und den Expert\*innen jeweils eine Nachfrage zur Klärung dieser zugesendet. Das geschieht ebenso in einem zweiten Durchlauf der Textanalyse. Die neu gewonnenen Informationen dienen dabei der Anpassung des Fragebogens für noch zu befragende Expert\*innen (vgl. BAMPTON and COWTON, 2002, 5). Das gewonnene Datenmaterial wird in die weitere Auswertung einbezogen und die Zuordnung des Textmaterials anhand entwickelter Kategorien abgeschlossen (vgl. PICKEL, 2009, 456).

Die aus dem Interviewmaterial selbst gewonnenen Kategorien orientieren sich nah am Textmaterial selbst und dienen in der vorliegenden Arbeit der ‚Sub-Kategorisierung‘, da sie zur Ausdifferenzierung der Hauptkategorien dienen (vgl. KAISER, 2014, 91f). So lauten die Sub-Kategorien von Entscheidungskriterien nach Produktionslinie ‚Rohwarenkontrolle‘ und ‚Sortenwahl‘ und die der Qualitätsparameter während der Verarbeitung ‚Grundlegende Parameter‘, ‚Produktabhängige Unterschiede‘, ‚Regulierungsmaßnahmen‘ und ‚Endkontrolle‘. Für die Unterschiede in der Bio-Verarbeitung wurden die Sub-Kategorien ‚Verfahrenstechnische Unterschiede‘ sowie ‚Produktbezogene Unterschiede‘ gebildet.

## **6. Ergebnisse**

### **6.1 Entscheidungskriterien nach Produktionslinie**

Zur Beantwortung der Forschungsfrage inwiefern die ökologische Tomate den industriellen Verarbeitungsprozess beeinflusst, scheint es relevant, den Verarbeitungsprozess ab dem Zeitpunkt der Rohwarennahme zu verfolgen. Die Literatur unterstützt die Annahme, dass die Rohware ausschlaggebend dafür ist, welches Tomatenprodukt erzeugt wird. Mit den Ergebnissen wird deutlich, ob, wie, wann oder was durch das Rohprodukt für ein produktionsentscheidender Einfluss auf die Verarbeitung ausgeübt wird.

---

<sup>27</sup> Offenheit gilt neben Kommunikation und Reflexion als ein Grundprinzip der qualitativen Forschung (vgl. HELFFERICH, 2009, 24). Sowohl Forschungsgegenstand als auch die Vorstellung darüber dürfen während des Forschungsprozesses Veränderung erfahren (vgl. KLEINING, 2001, 27ff).

### 6.1.1 Rohwarenkontrolle

Die Rohwarenkontrolle erfolgt schon auf dem Produktionsfeld der Tomaten, bevor diese in der Verarbeitungsanlage eintreffen. Untersuchte Parameter des von der Rohware ausgehenden Tomatensaftes sind der pH-Wert und die °Brix (s. Anhang 3.3, 109). Bei der Auswahl des anbauenden Unternehmens werden somit schon Qualitätsparameter bestimmt. Dazu gehört bspw. die Festlegung des Reifegrads der Tomaten zum Zeitpunkt der Ernte ebenso wie das Anbaugebiet selbst. Andere Qualitätsparameter der Rohware wie Konsistenz und Viskosität, können erst in der Verarbeitungsanlage ermittelt werden (s. Anhang 3.1, 102f).

Die Tomatenrohware wird dann in der Produktionsstätte auf weitere Parameter (s. Tab. 9) überprüft, u. a. mikrobiologische Parameter wie das Vorhandensein von Schimmelpilzen, auch chemische Parameter wie Rückstände von Pestiziden, Schwermetallen, gentechnisch veränderter Organismen (GVO) <sup>28</sup> und Allergenen. Einige können durch Kreuzkontaminationen aufgrund von schlechtem Management der Produzent\*innen oder Lieferdienste entstehen. Daher werden neben den analytischen Überprüfungen der mikrobiologischen und chemischen Parameter der Rohware im Labor auch Qualitätsprüfungen der zuliefernden Unternehmen durchgeführt. Überdies werden physikalische Parameter bewertet, wie das Vorhandensein bzw. nicht Vorhandensein von Fremdkörpern. Die Prüfung des Reifegrades der Tomatenrohware wird in der Verarbeitungsanlage mittels Konsistenz-, Schädigungs- sowie Farb-Bewertung (rot / grün / gelb) durchgeführt (s. Anhang 3.1, 102). Faktoren wie Fäulnis gehören ebenfalls zur Rohwarenkontrolle (s. Anhang 3.2, 106).

---

<sup>28</sup> Als ‚gentechnisch veränderte Organismen‘ werden Organismen bezeichnet, die Material bzw. Eigenschaften aufweisen, wie sie nicht unter natürlichen Bedingungen mittels Kreuzung vorkommen bzw. gewonnen werden können (BfJ, 2020).



Tab. 9: Ergebnisdarstellung der Rohwarenkontrollparameter

<b>Kontrollpunkte</b>	<b>Parameter</b>
Saftqualität	pH-Wert
	Trockenmasse
Mikrobiologische Parameter	Schimmelpilzbefall
Chemische Parameter	Pestizide Schwermetalle GVO Allergene
Physikalische Parameter	Fremdkörper Reifegrad mittels -Konsistenz -Schädigung (u.a. Fäulnis) -Farbe

(eigene Darstellung nach Anhang 3.1, 102; 3.2, 106; 3.3, 110)

Bei der Rohwarenkontrolle zur Produktion von Tomatenfruchtfleisch bei Gruppe 2 wird zwischen Haupt- und minderwertigen Mängeln unterschieden. Hauptmängel betreffen wasserunlösliche Stoffe und Fremdkörper wie Erde, Steine, Stiele, Blätter. Grüne Tomaten gelten auch als Hauptmangel, selbst wenn sie eine perfekte Form aufweisen. Ein dritter Hauptmangel bezieht sich auf die Fäulnis von Tomaten, die durch verschiedene Kennzahlen wie Überreife, faule Flecken an der Frucht und / oder ein Virusbefall gemessen werden kann. Die Messung erfolgt mittels des Howard-Schimmel-Zählsystems<sup>29</sup>. Des Weiteren wird der Befall von Insekten oder Pilzkrankheiten anhand seines Durchmessers auf der Beerenoberfläche als Hauptmangel bewertet (s. Anhang 3.2, 108).

Zu tolerierten bzw. minderwertigen Mängeln gehören beschädigte oder verletzte Tomatenbeeren mit Einschnitten, die einen festgelegten Längenwert von Wunden für die Früchte überschreiten. Außerdem gelten grüne Flecken als tolerierbar, die laut Expert\*innen v.a. nachgereifte Tomaten aufweisen. Tomatenbrände mit Verbrühungen durch die Sonne werden ebenfalls als minderwertige Mängel angesehen. Zuletzt gelten diese Mängel für Tomatenbeeren mit Verletzungen mechanischen Ursprungs, die einen bestimmten Wert der

---

<sup>29</sup> Das Howard-Schimmel-Zählsystem beschreibt ein mikroskopisches Verfahren zur Messung von Schimmel in verarbeiteten Lebensmitteln. Dabei wird das Fehlen oder Vorhandensein einer Mindestmenge Schimmel im Produkt untersucht. Die Angabe erfolgt in Prozent (vgl. FDA, 2005).

Beerenoberfläche einnehmen, jedoch unberührt von Schimmelpilzbefall sind (s. Anhang 3.2, 108).

### 6.1.2 Sortenwahl

Aus den Interviews geht hervor, dass das zu produzierende Produktportfolio schon vor der eintreffenden Rohware in der Verarbeitungsanlage feststeht. Dieses wird je nach Unternehmen vom Unternehmensmanagement und der Agrarabteilung anhand von Verkaufsstatistiken, Kund\*innennachfrage und Richtlinien der norditalienischen interregionalen und interprofessionellen Organisation für Industrie-Tomaten (OI) entschieden (s. Anhang 3.1, 102; 3.2, 106; 3.3, 109).

Tab. 10: Darstellung der gewünschten tomatenproduktabhängigen Rohwarenmerkmale

<b>Produkt</b>	<b>Merkmale der Rohware</b>
Ganze geschälte Tomaten	-Verhältnis Länge: Durchmesser > 1 -Haut löst sich leicht vom Fruchtfleisch
Filetierte Tomaten	hohe Pigmentierung
Tomatenkonzentrat	-runde oder quadratische Form -hoher Trockenrückstand -intensiv rote Farbe
Tomatenpüree und –soße	hohe Viskosität

(eigene Darstellung nach Anhang 3.1, 105)

Bei der Auswahl des Rohmaterials werden verschiedene Merkmale berücksichtigt (s. Tab. 10). Für ganze geschälte Tomaten werden längliche Sorten gewählt, deren Verhältnis von Länge zu Durchmesser größer als 1 ist. Außerdem muss die Haut so beschaffen sein, dass sie sich leicht vom Fruchtfleisch lösen kann. Sie dürfen keine Narben, Fäulnis oder die Grünkragen-Krankheit aufweisen, da sie das Schälen behindern. Für filetierte Tomaten werden Sorten mit hoher Pigmentierung gewählt, damit sie auch nach dem Schälen und Zerkleinern eine intensiv rote Farbe aufweisen. Tomaten, die zu Tomatenkonzentrat

weiterverarbeitet werden, sind rund oder quadratisch mit einem hohen Trockenrückstand. Außerdem sollen sie eine hohe Reife mit intensiv roter Farbe aufweisen. Tomaten für die Weiterverarbeitung zu Tomatenpüree oder -soße weisen eine höhere Viskosität auf (s. Anhang 3.1, 105).

## **6.2 Qualitätsparameter während der Verarbeitung**

Die Befragung bzgl. Qualitätsparameter während der Verarbeitung ist zur Beantwortung der Forschungsfrage wichtig, da Rückschlüsse aus der Beziehung zwischen Parametern und Rohprodukt gezogen werden können. Das Endprodukt alleine lässt noch nicht erkennen, wie die gewünschten Qualitätskriterien erreicht bzw. gehalten werden und inwiefern eine Veränderung des Rohprodukts einen Einfluss auf diese Prozesse ausübt. Daher wurden neben den grundlegenden zu untersuchenden Kontrollparametern auch ihre Regulierungsmaßnahmen erfragt.

### **6.2.1 Grundlegende Qualitätsparameter**

Während des Verarbeitungsprozesses wird die Tomate bzw. das Tomatenprodukt kontinuierlich geprüft. Dabei wird zwischen dem ‚Zwischenprodukt‘ und dem ‚Endprodukt‘ unterschieden. Das Zwischenprodukt von bspw. zerkleinerten Tomaten bezeichnet das Produkt von Annahme der Tomatenrohstoffe bis zur Vermengung des Tomatenfruchtfleisches mit dem Tomatensaft. Hingegen ist das Endprodukt jenes, welches in der endgültigen Primärverpackung vorzufinden ist und demnach die Verarbeitungslinie verlassen hat (s. Anhang 3.2, 106).

Die untenstehende Tabelle veranschaulicht die Parameter, die während der Tomatenverarbeitung, also im ‚Zwischenprodukt‘, kontrolliert werden (s. Tab. 11). Der pH-Wert wird mit einem pH-Meter gemessen. Dieser muss gegen mikrobiellen Verderb und zur besseren Konservierung zwischen 4,3 und 4,4 gehalten werden. Außerdem wird der Gehalt an löslichen Feststoffen mit einem Refraktometer gemessen, welcher in °Brix ausgedrückt wird. Dieser schwankt in der Regel zwischen 4,6 und 5,5 und bestimmt maßgeblich den Geschmack des Produkts. Des Weiteren wird die Farbe gemessen. Die Farbmessung erfolgt im Labor mit Farbmessgeräten und wird als Beziehung zwischen rot und gelb ausgedrückt. Die Referenzwerte liegen dabei zwischen 2,45 und 2,6. Zuletzt werden Kontrollen der

‚kommerziellen Sterilität‘ von Temperatur und Zeit, der die Produkte während der Wärmebehandlung ausgesetzt sind, durchgeführt. Außerdem erfolgt während des Verarbeitungsprozesses eine Sichtprüfung der Produkte auf Aussehen und Fremdkörper (s. Anhang 3.1, 102ff).

Tab. 11: Ergebnisdarstellung der zu kontrollierenden Qualitätsparameter im Verarbeitungsprozess

<b>Kontrollpunkte</b>	<b>Parameter</b>	<b>Messeinheit</b>
Schälen	Vakuum	bar
	Dampfdruck	bar
Hot Break	Temperatur	°C
Zwischenprodukt	Temperatur	°C
	lösliche Feststoffe	°Brix
	pH	pH
	Schwarze Punkte	
Homogenisierung		bar
Entlüftung		bar
Pasteurisierung	Filter	
	Temperatur	°C
	Umwälzventil	

(eigene Darstellung nach Anhang 3.3, 110)

Die angeführten Parameter werden regelmäßig überprüft um Gesundheit und Geschmack des Endprodukts zu gewährleisten (s. Anhang 3.1, 102). Dabei werden die Zwischenprodukte alle 30 – 60min einer Qualitätsprüfung unterzogen (s. Anhang 3.2, 106). Die Überprüfung erfolgt auf Basis einer Checkliste mit verschiedenen Zielwerten und Toleranzbereichen. Jedes Produkt hat seine eigenen Betriebsstandards, daher variieren Zielwerte und Toleranzbereiche mit der Art des Tomatenprodukts. Für ungeschälte Produkte findet der Kontrollpunkt ‚Schälen‘ dementsprechend keine Beachtung, wohingegen bei konzentrierten Produkten die ‚Konzentration‘ eine wichtige Rolle spielt (s. Anhang 3.3, 110).

### **6.2.2 Produktabhängige Unterschiede**

Die Farbbewertung unterliegt produktabhängigen Unterschieden, denn manche Derivate müssen mehr Rot garantieren, wie filetierte Tomaten und Tomatenkonzentrate. Ein weiterer Parameter, der bewertet werden kann, ist die Trockenmasse im Produkt. Diese wird in Prozent des Frischgewichts ausgedrückt. Ein hoher Wert an Trockenrückständen bedeutet einen hohen Gehalt an Cellulose, Hemicellulose und Pektin. Diese gewährleisten insgesamt eine höhere Beständigkeit während Verarbeitungsphasen. Die Referenzwerte liegen zwischen 5,3 und 6,4 und spielen eine höhere Rolle in Produkten, die eine dickflüssigere Masse aufweisen müssen wie bspw. Konzentrate oder gehackte Tomaten (s. Anhang 3.1, 103).

Eng mit dem Wert der Trockenmasse verbunden ist der Qualitätsparameter ‚Konsistenz‘. Die Konsistenz wird mit einem Bostwick-Konsistometer gemessen und in cm/30s ausgedrückt und hauptsächlich in Halbfabrikaten gemessen. Die Viskosität hängt unmittelbar mit dem Anteil an gelösten Feststoffen im Tomatenserum zusammen. Dieser Faktor wird mit Viskosimetern bestimmt und in Centipoise ausgedrückt und findet insbesondere bei der Tomatensaftproduktion Anwendung (s. Anhang 3.1, 103).

### **6.2.3 Regulierungsmaßnahmen**

Wenn der pH-Wert während des Verarbeitungsprozesses nicht den erwünschten bzw. erforderlichen Referenzwerten entspricht, wird mit Zitronensäure gearbeitet, um ihn zu regulieren. Um den Brix-Wert während des Verarbeitungsprozesses zu regulieren wird konzentrierter Tomatensaft verwendet. Zuletzt können Maßnahmen getroffen werden, um den Farbwert des Tomatenprodukts zu erhöhen, bspw. wenn dieser nicht dem gesetzten oder erwünschten Standard entspricht. Dies erreicht man, indem zu Beginn der Verarbeitung die Anzahl an roten Früchten erhöht wird (s. Anhang 3.2, 107f).

### **6.2.4 Endkontrolle**

Tomatenprodukte durchlaufen am Ende ihres Herstellungsprozesses ebenfalls Qualitätsprüfungen. Diese erfolgen in Zeitabständen von bis zu 4 Stunden. Für ein fertiges Produkt von zerkleinerten Tomaten werden folgende Parameter untersucht: °Brix, pH-Wert, Säure (%), Verhältnis von Säure (%) zu Trockenmasse (%), der Grad an Viskosität des

Fruchtfleischs, Viskosität des Saftes, abgelassenes Gewicht (%), Fremdkörper (%), Stiele (%), Resthäute (cm<sup>2</sup>/100g), depigmentierte Stücke (Anzahl/100g), Fäulnis und Nekrose (%) sowie Geruch, Farbe, Geschmack und Aussehen (s. Anhang 3.2, 106f).

## **6.5 Unterschiede in der Bio-Verarbeitung**

Mit der Frage zu Unterschieden in der Bio-Verarbeitung, welche optional gestellt wurde, wird ebenfalls versucht, Rückschlüsse zum Einfluss des Rohprodukts auf seine Verarbeitung zu ziehen. Die Annahme war, dass durch das Gegenüberstellen von konventioneller und biologischer Produktion die Unterschiede von Tomatenrohware bzw. ihrer Verarbeitung deutlich werden.

### **6.5.1 Verfahrenstechnische Unterschiede**

Bei der Herstellung von Bioprodukten müssen besondere Regeln und Parameter beachtet werden, um die Zertifizierung der Bioproduktion zu erreichen. Schon bei der Rohwarenannahme der Tomate ist eine stärkere Kontrolle erforderlich. Gekauft wird bei qualifizierten Bio-Lieferant\*innen. Wenn ein Unternehmen sowohl biologische als auch konventionelle Ware herstellt, sind separate Produktionslinien erforderlich. Wenn es diese nicht gibt, müssen sowohl Produktionslinie als auch andere genutzte Geräte gründlich gereinigt werden (s. Anhang 3.1, 104).

Zudem sind im biologischen Produktionsprozess die Reinigungs-, Desinfektions- und Dekontaminationsprozesse von größerer Bedeutung, um eine Kontamination durch nichtorganische Substanzen zu verhindern. Generell ist die Verwendung von chemischen Substanzen und Zusatzstoffen weitestgehend zu begrenzen. Die Rückverfolgung der gesamten Produktionskette und der Produktkennzeichnung, die sich von der des konventionellen Produkts unterscheidet, muss gewährleistet werden (s. Anhang 3.1, 104).

### **6.5.2 Produktbezogene Unterschiede**

Gruppe 2 erklärt, dass sich die Tomatenprodukte als solche nicht voneinander unterscheiden (s. Anhang 3.2). Gruppe 1 erwähnt die erhöhte Anzahl von Hautfehlern sowie Heterogenität in Bezug auf Form und Farbe von Bio-Tomaten, ebenso wie ihre höheren Lycopin-, Vitamin C- und Antioxidantien-Werte (s. Anhang 3.1, 104).

## **7. Diskussion**

### **7.1 Interpretation der Ergebnisse**

#### **7.1.1 Entscheidungskriterien**

Die Ergebnisse zeigen, dass die aus der Literatur entnommene angenommene Sortierung der Rohwaren nach Produktionslinie in der Verarbeitungsanlage selbst nicht stattfindet. Vielmehr wird zuvor in Abstimmung mit den beteiligten Landwirt\*innen anhand des zu produzierenden Tomatenprodukts entschieden, welche Tomatensorte für jeweiliges Produkt verwendet werden soll (s. Anhang 3.1, 102; 3.2, 106; 3.3, 109). Vorgelagerte Züchtungsprogramme werden dabei die von der Industrie gewünschten produktabhängigen Eigenschaften für Tomaten wie eine hohe Viskosität, eine hoher Trockenextrakt und ein hoher Gesamtsäuregehalt, aber auch Form und Farbe hervorbringen (vgl. FENTIK, 2017, 1). Parameter wie pH-Wert und °Brix, die schon auf dem Anbaufeld gemessen werden, werden dabei der Ermittlung des Reifegrads dienen (s. Anhang 3.3, 109).

Aus den Ergebnissen kann geschlossen werden, dass die Rohprodukteigenschaften zum Zeitpunkt des Eintreffens in der Verarbeitungsanlage nicht mehr ausschlaggebend dafür sind, welches Tomatenprodukt erzeugt wird. Jedoch kann angenommen werden, dass, sofern bestimmte Kriterien nicht erfüllt werden, Tomaten in eine andere Produktionslinie übergeführt werden. Bei der Produktion von ganzen geschälten Tomaten bspw. soll das Verhältnis von Länge:Durchmesser der Rohware einen Wert größer als 1,3 aufweisen (s. Anhang 3.1, 106). So könnten Tomaten mit einem kleineren Verhältnis von Länge:Durchmesser als 1,3, bei gleichzeitig intensiv roter Farbe und entsprechender Form (rund / quadratisch), in die Produktionslinie von Tomatenkonzentrat überführt werden. Wenn die Überführung logistisch nicht schnell und unkompliziert zu bewältigen ist, wird die Tomate bestenfalls ihren Weg als organischer Dünger zurück zum Feld finden oder als Viehfutter verkauft (vgl. DEL BORGHI et al., 2014, 123). Wenn die eintreffende Rohware jedoch die Toleranzgrenze von festgelegten Standards überschreitet, wird die Ware vermutlich verworfen (vgl. AXTELL and SWETMAN, 2008, 2).

Geht man von den grundlegenden Unterschieden der Bio-Tomaten aus, würde sie sich insbesondere zur Produktion von Tomatenkonzentrat oder anderen ungeschälten Produkten eignen (s. Anhang 3.1, 109). Sie weist durch den höheren Gehalt an Lycopin eine intensivere rote Pigmentierung in der Frucht auf, das sich, wie auch andere wertgebende Inhaltsstoffe, bei Bio-Tomaten insbesondere in der Schale befindet (vgl. TERNES, 2008, 751; VINHA et al., 2014, 139). Geschälte Produkte, die zudem zerkleinert werden, würden dann womöglich Qualitätseinbußen durch den Verlust von organoleptischen Eigenschaften (Farbe, aromatische Verbindungen) sowie gesundheitlichen Attributen (Lycopin, Phenole, Vitamin C) erleiden.

Die erhöhte Anzahl von Heterogenität und Hautfehlern bei Bio-Tomaten können ein Anzeichen auf wirtschaftlichen Verlust bei der Tomatenproduktion sein. Es wird durch die Antworten der Expert\*innen nicht ersichtlich, zu welchen Konsequenzen mehr Hautfehler und eine höhere Heterogenität der Rohware genau führen. Insbesondere bei Tomatenprodukten, bei denen die äußere Form ein wichtiges Qualitätskriterium ist wie bspw. ganze geschälte und ungeschälte Tomaten, oder bei Tomaten, die eine bestimmte Form zur verbesserten (weil gleichmäßigeren) Zerkleinerung aufweisen müssen (s. Anhang 3.1, 105). Je nach Art der Hautfehler kann zudem die Schälleistung beeinträchtigt werden (vgl. BARRETT et al., 2006, 38). Es kann zwar angenommen werden, dass die nicht der Erwartung entsprechende Rohware als Dünger im Tomatenanbau wiederverwendet oder in die Konzentratproduktion überführt wird (vgl. BORGHI et al., 2014, 123). Die Frage nach der Wirtschaftlichkeit bleibt jedoch bestehen, denn die Produktion von Tomaten in geschälter oder gewürfelter Form scheint höhere Gewinnspannen zu bringen als die Produktion von Tomatenkonzentrat oder Dünger (vgl. GARCIA and BARRETT, 2006, 21).

Tomaten für die industrielle Weiterverarbeitung bedürfen bestimmter klimatischer Voraussetzung um voll auszureifen und ihre für die Industrie so wertvollen Inhaltsstoffe zu bilden (vgl. Bioland et al., 2005, 2ff). Darunter allen voran Zucker, Säuren und Lycopin, die v. a. im Reifestadium von der Pflanze synthetisiert werden (vgl. SUARÉZ et al., 2008, 1046). Jedoch scheint es produktabhängige Unterschiede bei der Sortenwahl zu geben, die sich auch auf die Viskosität des Produktes beziehen (s. Anhang 3.1, 105). Reifere Tomaten bedingen aufgrund der hormonellen Prozesse in der Frucht niedrigere viskose Eigenschaften (vgl. GARCIA and BARRETT et al., 2006, 29). Daher kann ebenso angenommen werden, dass für unterschiedliche Produkte auch unterschiedliche Reifestadien der Frucht in Frage kommen



(vgl. HEISS, 2004, 247). Es bleibt offen, inwiefern diese Eigenschaften ebenfalls durch die Sortenwahl bestimmt werden und ob die Bio-Tomate einen anderen Reifeprozess aufweist als konventionelle Tomaten und daher bestimmte Inhaltsstoffe früher oder später in die Frucht eingelagert werden.

In diesem Zusammenhang kann auch die Tatsache genannt werden, dass Experten von nachgereiften Tomaten in der Verarbeitungsanlage sprechen (s. Anhang 3.2, 108). Es ist anzunehmen, dass aufgrund der höheren Produktionszahlen von Tomaten und geringeren Lohnkosten in China auch von dort Tomaten zur Weiterverarbeitung nach Italien gelangen (vgl. KORT, 2005, 1). Diese Tomaten können kaum in rotreifem Zustand geerntet werden, da sich ihre Produktqualität zu schnell verschlechtern würde (vgl. CLARK et al., 2014, 351).

Vermutlich werden Tomaten, die noch eine weite Strecke bis zur Verarbeitung vor sich haben, bereits auf eine längere Lagerfähigkeit gezüchtet. Insbesondere in Anbetracht des kurzen Erntefensters von Tomaten, scheinen damit wirtschaftliche Vorteile verbunden zu sein. Wie sich dabei Bio-Tomaten von konventionellen Tomaten hinsichtlich ihres Nachreifeprozesses unterscheiden und welche Auswirkungen das auf die Verarbeitung hat, ist nicht bekannt. Generell jedoch scheinen nachgereifte Tomaten am Strauch gereiften Tomaten unterlegen. Nachgereifte Tomaten weisen vorwiegend um die Kelchgrube typische Verhärtungen im Fruchttinnenraum auf sowie einen geringeren Gehalt an Trockensubstanz, Gesamtzucker und Vitaminen, was sich negativ auf sowohl Verarbeitung als auch Endprodukt auswirken würde (vgl. TERNES et al., 2005, 1898).

Die Ergebnisse in puncto ‚Entscheidungskriterien nach Produktionslinie‘ stimmen mit dem durch die Literatur gewonnenen Erwartungshorizont teilweise überein. Es wurde angenommen, dass bestimmte Sorten für die Verarbeitung verwendet werden, die produktspezifische Eigenschaften aufweisen. Widerlegt wurde die Annahme, dass die Hauptsortierung für einzelne Tomatenprodukte primär automatisch und in der Verarbeitungsanlage selbst stattfindet, anstatt zuvor durch die Sortenwahl. Die Idee war basierend auf den Ergebnissen der Befragung eine Art Kriterienkatalog für Tomaten zu erstellen, entlang dessen verfolgt werden kann, in welche Produktionslinie die Tomate überführt wird. Dieser hätte die Eigenschaften wie Farbe, Größe und Schale mit jeweiligen

Kennzahlen ‚niedrig‘- und ‚vollfarbig‘ (nach Farbgrad), ‚klein‘ und ‚groß‘ (nach Durchmesser) sowie ‚hart‘ und ‚weich‘ vorzuweisen (s. Abb. 11).

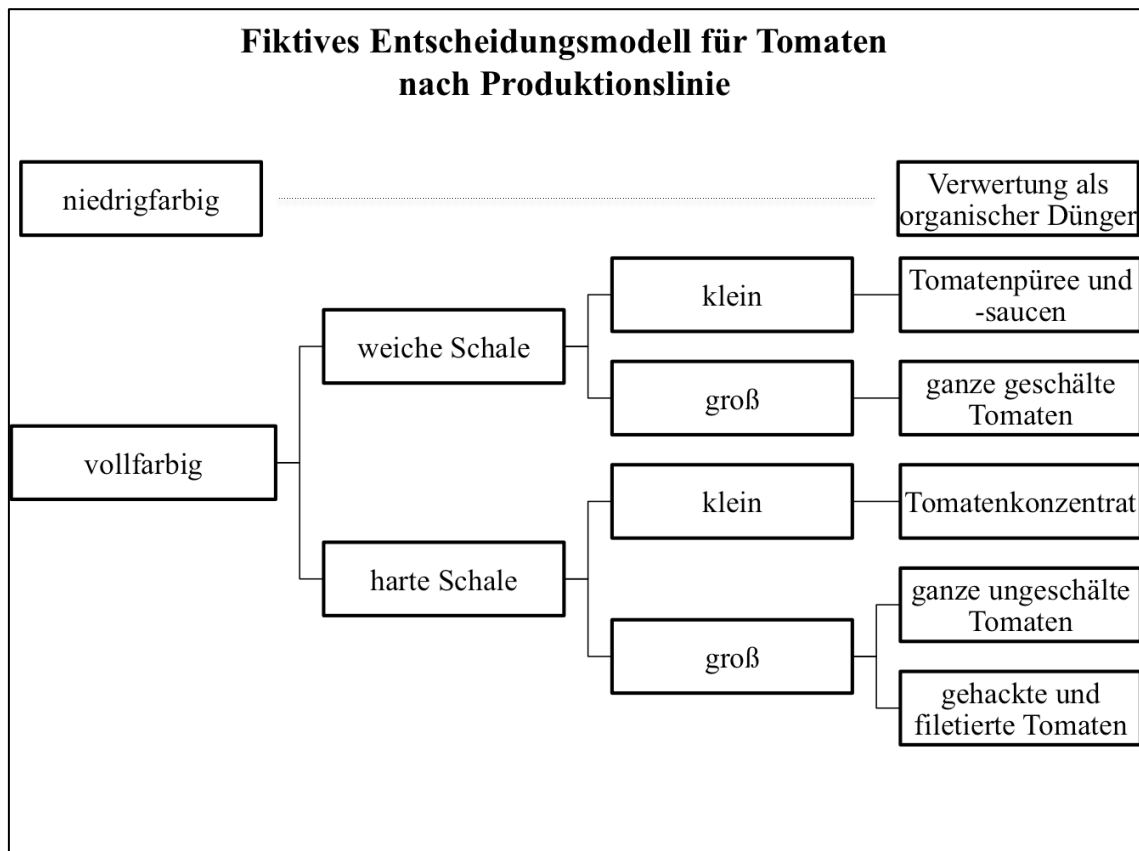


Abb. 11: Darstellung eines fiktiven Entscheidungsdiagramms für Tomaten nach Produktionslinie  
(eigene Darstellung)

### 7.1.2 Qualitätsparameter während der Verarbeitung

Aufgrund von gesetzlichen und unternehmenseigenen festgelegten Standards in der Lebensmittelproduktion war abzusehen, dass Qualitätskontrollen der Tomatenprodukte auch während des Verarbeitungsprozesses stattfinden (vgl. AXTELL und SWETMAN, 2008, 1; CLARK et al., 2014, 234f). Jedoch blieb bislang unklar, auf welche Art und Weise sowie welche Parameter genau untersucht werden und inwieweit diese mit dem Rohprodukt in Verbindung stehen bzw. von diesem beeinflusst werden können. Als wichtigste Kriterien der Qualitätskontrolle scheinen pH-Wert, lösliche Feststoffe, Farbe, Temperatur und optische

Defekte. Diese bedürfen alle einer Regulierung, sofern sie nicht den Richtwerten entsprechen (s. Anhang 3.1 102f; 3.2, 106; 3.3, 110). Die meisten dieser Parameter hängen unweigerlich mit den Eigenschaften des Rohprodukts zusammen (JAYATHUNGE et al., 2019, 2f). Generell findet für jedes Tomatenprodukt eine eigene Qualitätskontrolle statt, was sich neben der Sortenwahl auch auf die Regulierungsmaßnahmen während der Verarbeitung auswirkt (s. Anhang 3.3, 110).

Zitronensäure gilt generell als vorherrschende Säure in reifen Tomaten. Dabei weisen Bio-Tomaten im Gegensatz zu konventionell produzierten Tomaten einen höheren Gehalt an titrierbarer Säure auf, was einen höheren Gehalt an Zitronensäure bedeuten kann (vgl. OLIVEIRA et al., 2013, 2). Die Zugabe von Zitronensäure zur Regulierung von zu hohen pH-Werten, die andernfalls ein Überleben von Mikroorganismen begünstigen und damit zum mikrobiellen Verderb der Tomatenprodukte führen würde, lässt ahnen, dass in Bio-Tomaten grundsätzlich ein vermindertes Risiko für das Überleben von Mikroorganismen besteht (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 3). Es ist somit anzunehmen, dass aufgrund des höheren Gehaltes an titrierbarer Gesamtsäure in Bio-Tomaten auch ein höherer Gehalt an Zitronensäure vorhanden ist und somit weniger Zitronensäure zur Regulierung des pH-Wertes eingesetzt werden muss.

Des Weiteren sind lösliche Feststoffe ein Schlüsselparameter in der Tomatenverarbeitung (vgl. WILKERSON et al., 2011, 38). Der Gehalt an löslichen Feststoffen wird in der Tomatenindustrie in °Brix ausgedrückt. Fällt dieser während der Tomatenverarbeitung unter einen gewünschten bzw. gesetzten Referenzwert, ist das Hinzufügen von konzentriertem Tomatensaft üblich (s. Anhang 3.2, 107). Da Bio-Tomaten im Gegensatz zu konventionell produzierten Tomaten insgesamt einen höheren Anteil an löslichen Feststoffen aufweisen, ist auch hier davon auszugehen, dass der Kontrollwert während der Verarbeitung grundsätzlich eher erreicht wird und somit Regulierungsmaßnahmen gesenkt werden können.

Das Gleiche gilt für Regulierungsmaßnahmen, die die Farbe des Produkts betreffen. Aufgrund von höheren Lycopin-Werten in Bio-Tomaten ist in bestimmten Tomatenprodukten eine intensivere rote Farbe zu erwarten. Hier kann es zu produkttypischen Unterschieden kommen, da anzunehmen ist, dass die Farbe aufgrund der Lokalisation des Lycopins in der Schale in ungeschälten Produkten wesentlich schwächer ausgeprägt ist (vgl. VINHA et al., 2014, 139).

Um die Farbigkeit in geschälten Bio-Tomatenprodukten zu erhöhen wird es daher schwierig sein, dieses anhand von äußeren Erscheinungskriterien bei Rohwareneingang durchzuführen, da sich die Schalen- von der Fruchtfleischfarbe unterscheiden kann. Das Schälen und Entkernen ist ein üblicher Prozess während der Tomatenverarbeitung (vgl. HEISS, 2004, 249). Es ist möglich, dass Bio-Tomaten aufgrund ihrer wertvollen Eigenschaften in Schale und Kernen diese Prozesse generell seltener durchlaufen.

Die Kontrolle der Viskosität, die ebenfalls von den löslichen Feststoffen in der Rohware abhängt, findet laut den vorliegenden Ergebnissen insbesondere Anwendung in Tomatensaft, Tomatenpürees und -soßen (vgl. Anhang 3.1, 105). Schon bei der Sortenwahl wird hier auf Sorten mit höherer Viskosität Wert gelegt, jedoch sind keine Regulierungsmaßnahmen bekannt, wenn Referenzwerte im Hinblick auf die Viskosität abweichen. Es kann jedoch angenommen werden, dass auch hier mit konzentriertem Tomatensaft gearbeitet wird (s. Anhang 3.2, 107), da die Viskosität in Korrelation mit den löslichen Feststoffen und somit auch den °Brix eines Produkts steht (vgl. GARCIA and BARRETT, 2006, 27ff). Außerdem kann davon ausgegangen werden, dass insbesondere vorbeugende Maßnahmen getroffen werden, indem durch hohe Temperaturen im Verarbeitungsprozess viskositätsmindernde Prozesse und Reaktionen während der Tomatenverarbeitung vermieden werden (vgl. XU et al., 2018, 86f). Überdies ist anzunehmen, dass zur Regulierung der Viskosität in konzentrierten Tomatenprodukten geringere Dampfleistungen oder andere konsistenz erhöhende Maßnahmen vorgenommen werden.

In Verbindung mit der Viskosität ist die Trockenmasse zu erwähnen. Sie ist ein weiterer Parameter, der insbesondere bei allen Produkten wichtig ist, die eine höhere Konsistenz aufweisen müssen (s. Anhang 3.1, 103). Insbesondere solche Produkte, die einen Konzentrationsprozess durchlaufen wie bspw. Tomatenmark und Tomatenpassata sowie daraus entstehende –soßen (vgl. HEISS, 247ff).

Bio-Tomaten weisen in einigen Studien eine höhere Trockenmassen als konventionell produzierte Tomaten auf (vgl. HALLMANN and REMBIALKOWSKA, 2007, 132). Dies kann sich auf Regulierungsmaßnahmen ähnlich der Viskosität auswirken wie den geringeren Einsatz von konzentriertem Tomatensaft im Zwischenprodukt (s. Anhang 3.2, 107) und auf die wirtschaftliche Dampfleistung während der Verarbeitung (vgl. SMITH, 2011, 52).

Farbliche Defekte, wie das Auftreten von schwarzen Punkten, werden zwar im Verarbeitungsprozess kontrolliert, jedoch gibt es durch die Ergebnisse selbst keine Hinweise darauf, wie diese schwarzen Punkte entstehen können und wie auf diese reagiert wird (s. Anhang 3.2, 106; 3.3, 109f). Anzunehmen ist, dass es sich um Defekte wie Fäulnis, Sonnenbrand oder andere Krankheiten des Rohprodukts handelt, die bei der Sortierung der Ware übersehen wurden (vgl. BECKER und HONEBURG, 2009, 2).

Möglicherweise führt die von Experten genannte höhere Häufigkeit von Hautfehlern bei Bio-Tomaten auch zu vermehrten optischen Defekten im Tomatenprodukt. Hier scheint eine Interpretation jedoch schwierig, weil nicht gänzlich klar wird, welche ‚Hautfehler‘ genau gemeint sind (s. Anhang 3.1, 104).

Ein weiterer zu berücksichtigender Faktor ist die genannte Produkttemperatur (s. Anhang 3.3, 110). Diese wird, wie aus der studierten Literatur entnommen, auf einer bestimmten Höhe gehalten, um insbesondere die mikrobiologische Sicherheit im Produkt zu gewährleisten (vgl. JAYATHUNGE et al., 2019, 3). Bei der Anwendung von Hot- bzw. Cold-Break-Methode scheint es die Möglichkeit zu geben, zwischen Verarbeitungstemperaturen zu wählen. Dabei werden kältere Temperaturen vornehmlich zum Schutz von flüchtigen Aromastoffen, hohe Temperaturen hingegen zur Inaktivierung von zellwandabbauenden Enzymen und Mikroorganismen eingesetzt (vgl. CLARK et al., 2014, 352). Die Methode scheinen die Lebensmittelproduzent\*innen je nach Vorliebe zu wählen. Es ist möglich, dass die Entscheidung über Hot- oder Cold-Break Methode je nach Produktionslinie getroffen wird und auch mit dem Zustand des Rohproduktes zusammenhängt.

Antioxidativ wirkende Substanzen wie Vitamin C, welches oftmals in der Lebensmittelverarbeitung zur Konservierung eingesetzt wird, sowie Zitronensäure, liegt in Bio-Tomaten in höheren Mengen vor (vgl. OLIVEIRA et al., 2013, 1). Außerdem weisen phenolische Verbindungen, die in Bio-Tomaten in höheren Mengen vorliegen, protektive Eigenschaften auf (vgl. VINHA et al., 2014, 139). Folglich wäre anzunehmen, dass aufgrund der höheren Gehalte an schützenden Substanzen in Bio-Tomaten bei niedrigeren Temperaturen gearbeitet werden kann, ohne Qualitätseinbußen hinsichtlich Konsistenz oder Aroma zu erleiden. Dem hinzuzufügen ist der niedrigere Energieverbrauch, aufgrund der kälteren Verarbeitungstemperaturen. Insgesamt können die qualitativen Eigenschaften in Bio-

Tomaten zu einem geringeren Arbeits- und Energieaufwand im Verarbeitungsprozesses („Zwischenprodukt“ [s. Anhang 3.2, 106]) führen, bei gleichzeitig höherwertigen Endprodukten.

Die Ergebnisse der Forschungsarbeit entsprechen teilweise den gesetzten Erwartungen. Zwar wurde deutlich, dass diverse Qualitätsparameter überaus wichtig sind und regelmäßig kontrolliert werden, jedoch weniger, welche Auswirkungen das generell auf den Verarbeitungsprozess hat. Parameter wie pH-Wert, °Brix und Farbigkeit bedingen Maßnahmen zur Regulierung im Verarbeitungsprozess. Obwohl auch Konsistenz, Viskosität und Trockenmasse entscheidende Qualitätskriterien von Tomatenprodukten sind, kann hier nur erahnt werden, zu welchen Maßnahmen eine Abweichung der Referenzwerte führt. Dabei sind einzelne Qualitätskriterien bei manchen Produkten wichtiger, bei anderen hingegen zu vernachlässigen. Die Interpretation der Ergebnisse erzielt hier zwar detaillierte und nachvollziehbare Sinnzusammenhänge, muss aufgrund der geringen Datenlage jedoch mit Vorsicht betrachtet werden. Insgesamt macht es den Anschein, dass insbesondere wirtschaftliche Faktoren wie ein geringerer Einsatz von Zitronensäure, Traubensaftkonzentrat und Konzentrationsmaßnahmen durch die Verarbeitung von Bio-Tomaten beeinflusst werden können.

### **7.1.3 Unterschiede in der Bio-Verarbeitung**

Die Frage zu Unterschieden in der Bio-Verarbeitung konnte nicht gänzlich bzw. adäquat und nur von Gruppe 1 beantwortet werden. Die Ergebnisse beziehen sich vornehmlich auf die rechtliche Verordnung zur Herstellung von Bio-Produkten und insbesondere auf die Rückverfolgbarkeit der Rohware und allen eingesetzten bzw. nicht eingesetzten Produkten während der industriellen Verarbeitung. Gruppe 1 bekundet jedoch auch, dass Bio-Tomaten eine höhere Heterogenität bzgl. Form und Farbe im Gegensatz zu konventionell produzierten Tomaten aufweisen. Außerdem werden mehr Hautfehler bei Bio-Tomaten verzeichnet (s. Anhang 3.3, 105).

Die möglichen Auswirkungen der genannten Aspekte finden in den vorangegangenen Kapiteln 7.1.1 und 7.1.2 Erwähnung. So wird angenommen, dass die erhöhte Anzahl von Heterogenität und Hautfehlern in Bio-Tomaten zu höheren Verlusten bei der Produktion führen kann. Insbesondere bei Tomatenprodukten wie ganzen geschälten und ungeschälten

Tomaten sowie Tomaten, die eine homogene Form zur Zerkleinerung aufweisen müssen, ist die äußere Form ein wichtiges Qualitätskriterium. Je nach Art der Hautfehler kann zudem die Schälleistung beeinträchtigt werden (vgl. BARRETT et al., 2006, 38). Möglicherweise führt die von Expert\*innen genannte höhere Häufigkeit von Hautfehlern bei Bio-Tomaten auch zu vermehrten optischen Defekten im Tomatenprodukt. Hier scheint eine Interpretation jedoch schwierig, weil nicht gänzlich klar wird, welche Hautfehler genau gemeint sind und wie auf ‚optischen Defekte‘ reagiert wird (s. Anhang 3.1, 105; 3.2 107; 3.3, 110).

Generell ist anzunehmen, dass aufgrund der geringeren bzw. fehlenden Spritzleistung gegen Pflanzenschädlinge die Tomate häufiger von Insekten oder Pilzen befallen wird (vgl. MITCHELL, 2009, 12). Zwar produziert sie dadurch mehr Abwehrkräfte um ihre Fortpflanzungsorgane zu schützen, jedoch kann nicht vermieden werden, dass es zu einem Befall kommt. Studien belegen, dass die Anteile der bei der Verarbeitung von Tomaten vorhandenen Defekte schwankend sind und von dem Anbauggebiet, steigenden Krankheits- und Insektendruck sowie der Jahreszeit abhängt (vgl. BARRETT et al., 2006, 41).

Lediglich Gruppe 1 benennt Unterschiede bei der Bio-Tomatenherstellung bzw. zwischen den Rohprodukten, was damit zusammenhängen kann, dass es sich hier um ein externes Beratungsunternehmen handelt (s. Kurzbeschreibung der akquirierten Expert\*innen Kap. 5.3.2). Diese führen sowohl in konventionellen Betrieben als auch in biologisch produzierenden Unternehmen Kontrollen und Zertifizierungen von Qualitätssicherungsprozessen durch und haben direkte Vergleiche beider Verfahren. Überdies müssen sie sich keine ‚Sorgen‘ machen, dass sie mit ihren Aussagen negative Emotionen hinsichtlich des einen oder anderen Produkts generieren. Obwohl die Expert\*innen aus Gruppe 2 und 3 von tomatenverarbeitenden Betrieben kommen, die ebenfalls Bio-Produkte herstellen, könnte es sein, dass das Wissen zu gestellter Frage nicht vorhanden war. Von Gruppe 2 hat man erfahren, dass die Herstellung von Bio- und konventionellen Tomatenprodukten in den Betrieben in unterschiedlichen Produktionslinien stattfindet (s. Anhang 3.2, 107). Es wäre des Weiteren anzunehmen, da die Frage mit ‚optional‘ gekennzeichnet war, dass sich um die Beantwortung gar nicht weiter bemüht wurde, wenn es einen Extra-Aufwand bedeutet hätte.

Die erhaltenen Ergebnisse im dritten Themenblock entsprechen wenig den eigenen Erwartungen. Es ist davon ausgegangen worden, dass, sofern das Unternehmen sowohl biologische als auch konventionelle Tomatenprodukte erzeugt, größere Unterschiede in der Produktion auffallen. Auch wenn sich Verarbeiter bzw. Qualitätskontrolleure darüber zuvor keine Gedanken gemacht haben sollten, wurde angenommen, dass den Befragten durch die Fragestellungen Unterschiede bewusst werden.

## **7.2 Reflexion der Forschungsmethode**

Ursprünglich war es vorgesehen, die Interviews mit den Expert\*innen der tomatenverarbeitenden Betriebe persönlich vor Ort zu führen. Alternativ wären telefonische oder Videochat-Interviews möglich gewesen. Forschung ist jedoch kein gerader Weg von Planung bis zur Ausführung, was insbesondere im Datenerfassungsprozess zu Problemen oder Frustration, jedoch ebenso zu unerwarteten Ereignissen von Glück führen kann (vgl. BAMPTON and COWTON, 2002, 2).

Insgesamt hat sich die Kontaktaufnahme sehr schwierig gestaltet. Zwar war die direkte Kontaktaufnahme zu den Unternehmen am erfolgreichsten (s. Auswahl und Akquise Kap. 5.3.1), allerdings sind viele weitere Kontaktanfragen erfolglos geblieben. Entweder kamen gar keine Antworten zurück oder man stand in E-Mail-Kontakt mit Personen, die zunächst die Beantwortung der Fragen zugesichert haben, später aufgrund von mangelnden Kapazitäten jedoch nicht an der Befragung teilnahmen.

Die vorangegangene Literaturrecherche hatte gezeigt, dass in Deutschland keine frischen Tomaten verarbeitet werden. Die Idee war folglich über die Mitglieder der Assoziation Ökologische Landwirtschaft (AÖL) Kontakte zu verarbeitenden Unternehmen in Italien herzustellen. So stand man mit einer Kollegin der AÖL in Kontakt, die wiederum das Forschungsinteresse und -vorhaben mit einer weiteren Kollegin besprochen hatte. Der E-Mail-Verkehr mit der AÖL begann am 01.04.20 und endete am 11.05 mit dem Schluss, dass keine ‚guten‘ Kontakte (mehr) vorhanden seien und es solle doch selbst bei den Unternehmen angerufen werden. Daraufhin wurden die Unternehmen telefonisch kontaktiert, woraufhin 1 von 3 Unternehmen direkte Kontakte weiterleiten konnte. Ein anderes hatte sich bereit erklärt mit der Produktionsfirma in Italien in Kontakt zu treten, wenn die Fragen per E-Mail gesendet



werden. Daraufhin sicherten sie eine Antwort der Produktion bis Mitte Juni zu, welche jedoch Ende Juni aufgrund mangelnder Kapazitäten verworfen wurde.

Die Idee der qualitativen Befragung statt als Interview im Fragebogen-Format zu führen wurde von gleichzeitig mehreren Forschungsobjekten selbst vorgeschlagen, sodass es bei der Kontaktaufnahme zu weiteren tomatenverarbeitenden Unternehmen von der eigenen Seite sofort angeboten wurde, in der Hoffnung, die Hemmschwelle an der Teilnahme für verarbeitende Unternehmen hinunterzusetzen. Auch, wenn telefonisch möglicherweise nur ein Betrieb ausreichend gewesen wäre, um die gewünschten Antworten zu erhalten, war die Beantwortung über Fragebögen von mehreren Unternehmen sehr hilfreich (vgl. HELFFERICH, 2009, 172ff).

Zwischen dem 6.4. und 23.4.2020 wurden insgesamt 20 Unternehmen direkt angeschrieben, davon kam via E-Mail bereits eine positive Rückmeldung am 9.4.2020. Nach der Erstellung eines Informationsblattes sowie der Ausarbeitung der Datenschutzerklärung wurden am 22. und 23.4. alle Unternehmen erneut kontaktiert. Diejenigen, die nicht auf die E-Mail reagiert hatten (folglich 19) und sofern eine Telefonnummer auf der Internetseite vorhanden war, wurden daraufhin telefonisch kontaktiert. Mit Ausnahme von 2 Unternehmen konnten 8 Unternehmen telefonisch erreicht werden. Diese sicherten entweder die Weiterleitung von E-Mail, Informationsblatt und Datenschutzerklärung zu oder nannten eine E-Mail-Adresse der zuständigen Abteilung bzw. der zuständigen Mitarbeitenden. An den Tagen Freitag, den 24.4. sowie Montag, den 27.4.2020 erfragten insgesamt 4 Unternehmen die Zusendung der Fragen im .docx-Format, damit kein telefonisches Interview geführt werden muss. Davon kamen 3 Fragebögen ausgefüllt zurück. Mit Beantwortung der aufkommenden Nachfragen konnte die Befragung der kontaktierten Unternehmen am 29.05.20 als abgeschlossen betrachtet werden.

In einem ersten Durchlauf wurden drei Fragen versendet, wie im Kapitel ‚Methodisches Vorgehen‘ näher erläutert, inklusive Erklärungen und Unterfragen. Es war zu überlegen, ob die Unterfragen, die generell eher zur Steuerung und Profundierung des persönlichen Gesprächs dienen sollten, direkt im Fragebogen enthalten sein sollten. Um jedoch dem ‚Verrennen‘ der Interviewpartner zuvorzukommen und den Forschungsobjekten unnötigen Arbeitsaufwand zu ersparen, wurde sich dafür entschieden und als hilfreich erachtet (vgl. KAISER, 2014, 65). Dennoch ist aufgefallen, dass manche Fragen nicht gänzlich oder gar

falsch verstanden wurden, obwohl einleitende Sätze und Erklärungen den Fragen vorangestellt waren um ein besseres Verständnis zu gewährleisten und eine Orientierung zu ermöglichen, auf welche Aspekte der Verarbeitung eingegangen werden sollte.

Die Sprachbarriere kann ein Grund für ‚fehlende‘ Informationen oder Missverständnisse sein. Ebenso ist die Tatsache zu berücksichtigen, dass es sich um sensible, weil prozess- und produktbezogene, Unternehmensdaten handelt, die nicht leichtfertig an fremde Personen ausgehändigt werden (vgl. MEUSER und NAGEL, 2009, 471). Trotz einer Datenschutzerklärung können womöglich nicht alle Unsicherheiten genommen werden. Darüber hinaus ist anzunehmen, dass die Expert\*innen im Betriebsalltag mitunter abgelenkt sind und auf einige Fragen gar nicht näher eingehen wollen bzw. können. Die zum Zeitpunkt der Erhebung besonders in Italien sehr belastende Corona-Krise wird in diesem Zusammenhang ebenfalls als bedeutsam erachtet.

Nach eingängiger Betrachtung und Auswertung des Textmaterials wurde eine erneute, letzte Nachfrage angestellt. Insgesamt wurden 3 E-Mails mit Fragebögen versendet. In einem persönlichen Gespräch wäre es einfacher gewesen Nachfragen und insbesondere Ad-hoc-Fragen zu stellen, die zu ausführlicheren Ergebnissen hätten führen können (vgl. PICKEL, 2009, 447). Vor allem technische Fragen bzgl. des Tomatenverarbeitungsprozesses hätten näher beleuchtet werden können, wenn man vor Ort gewesen wäre. Dennoch erlauben die verschiedenen Antworten im Fragebogen einander zu ergänzen und Details zu verknüpfen. Das war in der vorliegenden Arbeit sehr gut möglich, weil das Instrument keine subjektiven Merkmale sondern Fakteninformationen zu standardisierten Prozessen erhob (vgl. KAISER, 2014, 35).

Insbesondere bei der qualitativen Forschung ist es wichtig zu wissen, wann die Antworten zu einer ‚Sättigung‘ führen und die Forschungsfrage bzw. Fragestellung ausreichend beantwortet werden kann (vgl. HELFFERICH, 2009, 176). Durch den E-Mail-Verkehr war eine viel längere Zeitperiode zu erwarten als bei einem einmaligen Interview, daher war es ebenso relevant, regelmäßig bei den Unternehmen nachzufragen, damit die Teilnahme an der Befragung im Arbeitsalltag nicht untergeht und gleichzeitig darauf zu achten, dass wertvolle Informationen aufgrund des eigenen Zeitdrucks nicht vernachlässigt werden. Grundsätzlich ist es wichtig, ein angemessenes Gleichgewicht zwischen der Zeit zu finden, in der die befragte Person nach

Belieben reagieren kann, und der Aufrechterhaltung der Dynamik des Dialogs (vgl. BAMPTON AND COWTON, 2002, 4).

Die Asynchronität während der Datenerhebung hat mehrere Konsequenzen. Natürlich kann es in persönlichen Interviews zu Pausen kommen, bei qualitativen Online-Befragung jedoch kann die Verzögerung der Interaktion zwischen Forschenden und Subjekt von einigen Sekunden oder Stunden bis zu mehreren Tagen liegen (vgl. BAMPTON AND COWTON, 2002, 4). Während des vorliegenden Prozesses kamen einige der Antworten überraschend schnell zurück, andere verzögert.

Es war wichtig, die Befragten nicht dazu zu verpflichten, frühzeitig zu antworten. Das ermöglichte es den vielbeschäftigten Expert\*innen, den geeigneten Zeitpunkt zur Beantwortung der Fragen selbst zu wählen (vgl. BAMPTON and COWTON, 2002, 3f). Insbesondere konnte die Form des Fragebogens und der selbstgewählte Zeitpunkt und –raum dazu dienen, sich mit den Fragen näher auseinander zu setzen und mögliches fremdes Vokabular für sich zu übersetzen (KASPAR et al., 2014, 180). Obgleich der aufkommende ‚Verzug‘ auf der eigenen Seite oftmals zu Unsicherheiten geführt hat.

Während des gesamten Forschungsprozesses blieb eine gewisse Unsicherheit, da der Grund für eine verzögerte Antwort der Teilnehmenden nie bekannt war. Außerdem konnte man insbesondere aufgrund der Corona-Situation nicht sicher sein, ob es durch spontane Ausfälle der Expert\*innen im Betrieb zu einem Abbruch der Befragung kommt.

Einer der größten Vorteile, das sich neben der Zeitersparnis durch die ausgelassenen Reiseunternehmungen erweist, ist die Zeitersparnis durch die eigene Transkription als natürliches Nebenprodukt (vgl. BAMPTON and COWTON, 2002, 8). Die Transkription von aufgenommenen Interviews nimmt eine Menge Zeit in Anspruch, für jede Sprechstunde werden normalerweise mehrere Stunden eingeplant. Demnach spart die qualitative Befragung mittels Fragebogen nicht nur Zeit, sondern es werden auch Transkriptionsfehler ausgeschlossen, die sich durch qualitativ minderwertige Aufnahmen einschleichen können. Obwohl wie in diesem Fall die Übersetzung von englischer in deutsche Sprache und die damit einhergehende ‚Sinn‘-Überprüfung auch Zeit in Anspruch nimmt, bleibt die Zeitersparnis im Vergleich zur herkömmlichen Transkription beachtlich (KASPAR et al., 2014, 182).

Zusammenfassend kann man folgende Punkte des methodischen Vorgehens festhalten: Vorteile der qualitativen Online-Befragung bieten die erheblichen Einsparungen an Zeit und finanziellen Ressourcen, insbesondere bzgl. der Reiseunternehmungen oder Transkription von Tonbandaufnahmen. Sie eröffnet überdies Möglichkeiten für die Befragung von Forschungsthemen, die normalerweise außerhalb der geografischen oder sozialen Reichweite der Forschenden liegen würden. Nachteilig gestaltet sich, dass nur ein begrenztes Kommunikationsregister ermöglicht wird und die Bereitschaft von Forschern und Experten sowie ihr Zugang zu kompetenter und zuverlässiger Technologie erforderlich ist.

### **7.3 Empfehlung für weiterführende Forschung**

Wie in diesem Kapitel bereits erwähnt, eröffnen die Ergebnisse großen Interpretationsspielraum. Eine erste Überlegung könnte daher sein, diese Interpretationen zu überprüfen und als Anstoß für einen direkten Vergleich zwischen biologisch und konventionell tomatenverarbeitenden Unternehmen zu nutzen. Insbesondere der Fokus auf pH-Wert, °Brix sowie Farbe, Temperatur und optische Defekte und ihren dazugehörigen Regulierungsmaßnahmen wäre interessant zu untersuchen. Außerdem wäre es spannend, die erwähnten Hautfehler einer näheren Betrachtung zu unterziehen. Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen nach Produkt sollten einzelne Produktgruppen isoliert betrachtet werden. Denn jedes Tomatenprodukt bringt eigene Qualitätsanforderungen mit sich, wodurch die Wahl der Sorte und Regulierungsmaßnahmen individuell gestaltet werden.

Es können Untersuchungen schon während des Anbaus der produktspezifischen Tomatensorte bis zur Abfüllung in der Verarbeitungsanlage für jeweils konventionelle und biologische Tomatenkonserven angestellt werden. Dabei können auch chemisch-analytische und sensorische Vergleiche zwischen konventionell und biologisch erzeugten Tomatenprodukten erstellt werden. Die Aufstellung eines Preis-Leistungsverhältnisses im Hinblick auf sowohl die Wirtschaftlichkeit während des Verarbeitungsprozesses als auch auf die Endproduktqualität wäre ebenfalls interessant zu erfahren. Eine Berechnung der Produktionsrate ist in der untenstehenden Grafik dargestellt (s. Abb. 12).

### **Berechnung der Produktionsrate von Tomatenprodukten**

$F$  = (Produkt-)Zuführungsrate

$L$  = Produktionsrate

Verdampfungsleistungsrate = 500 kg/h

Trockenmassegehalt des Konzentrats (Endprodukt) = 36%

Ausgangstrockenmasse Tomate (konventionell) = 5,07 %

Die gesamte Materialbilanz kann wie folgt geschrieben werden:  $F = 500 + L$ .

Mit anderen Worten muss die Gesamtmasse in dem zugeführten ‚Strom‘ entweder als konzentriertes Produkt oder als verdampftes Wasser erscheinen. Da der aus dem Verdampfer entfernte Wasserdampf keine Feststoffe enthalten kann, ergibt sich folgendes Komponentengleichgewicht für Feststoffe:  $0,507 F = 0 + 0,36 \times L$ .

Substituiert man dieses aus der Gesamtbilanz ergibt sich:  $0,0507 F = 0 + 0,36 (F - 500)$ .

$F = 581,96$  kg/h .

Wird nun die Ausgangstrockenmasse wie bei Bio-Tomaten auf 7,86% erhöht und in oben genannte Gleichung eingesetzt, so errechnet sich folgendes Ergebnis:

$F = 639,66$  kg/h .

Abb. 12: Berechnung der Produktionsrate von Tomatenkonzentraten bei unterschiedlichen Trockenmassegehalten

(eigene Darstellung nach SMITH, 2011, 52; HALLMANN and REMBIALKOWSKA, 2007, 132)

Insbesondere wirtschaftliche Aspekte durch die Verwendung und Verarbeitung von biologischen Tomaten könnten für nachfolgende Forschungen interessant sein wie bspw. die

Energiewirtschaftlichkeit während der Verarbeitung. Denn schon eine geringe Steigerung der Trockenmasse in Tomaten bewirkt eine Steigerung der Produktionsrate bei konzentrierten Tomatenprodukten (vgl. SMITH, 2011, 52). Die Rechnung betrachtend kann man folgern, dass je höher der Feststoffanteil einer Tomatenfrucht ist, desto höher ist bei gleichbleibender Verdampfungsleistung die Produktionsrate in der Verarbeitungsanlage (vgl. SMITH, 2011, 52). Hier könnten vergleichende Datensätze von sowohl biologisch- als auch konventionell produzierenden Unternehmen herangezogen werden.

Reiseunternehmungen, die aufgrund der Corona-Situation für die vorliegende Arbeit nicht stattfinden konnten, wären für die Schaffung und Intensivierung einer Vertrauensbasis für weitere Forschungen unabdingbar. Die für diese Arbeit ermittelten Unternehmen waren diesbezüglich sehr freundlich und offen, um für weitere Forschungsvorhaben erneut kontaktiert zu werden.

Vielleicht kann man durch weiterführende Forschungen auch für andere Obst- und Gemüsesorten Argumente für den biologischen Anbau finden, der über die Umweltfreundlichkeit hinausgeht, um so auch große Industrien für die Anwendungen der ökologischen Landwirtschaft zu überzeugen.

## 8. Fazit

Die Tomatenverarbeitung folgt eingespielten Prinzipien und Standards. Die Entscheidung darüber, welches Tomatenprodukt erzeugt wird, geschieht bereits vor dem Eintreffen des Rohprodukts in der Verarbeitungsanlage. Je nach zu produzierendem gewünschtem Tomatenprodukt werden die Sorten ausgewählt, die dafür die bevorzugten Qualitätskriterien mit sich bringen. Je nach Produkt lauten diese Trockenmasse, Viskosität, Größe, Form und Farbe sowie Löslichkeit der Schale. Dementsprechend unterscheiden sich auch die Qualitätskriterien während der Tomatenverarbeitung anhand ihrer Produktionslinie. Allen gemeinsam scheint jedoch die Kontrolle von pH-Wert, °Brix und Farbe, sowie Temperatur und optischen Defekten. In der Bio-Verarbeitung ist das höhere Aufkommen von Hautfehlern zu verzeichnen. Außerdem weisen Bio-Tomaten im Gegensatz zu konventionell produzierten Tomaten eine höhere Heterogenität in Bezug auf Form und Farbe auf.

Mithilfe der vorliegenden Untersuchung sollte eine Antwort auf die Forschungsfrage ‚Inwiefern beeinflusst die ökologische Rohproduktion von Tomaten ihre industrielle Weiterverarbeitung?‘ gefunden werden. Das Ziel dabei war es herauszufinden, ob die unterschiedlichen Inhaltsstoffe in Bio-Tomaten Vorteile für ihre industrielle Verarbeitung mit sich bringen können, damit mittels aufbauender Forschung Argumente für den biologischen Anbau von Tomaten gefunden bzw. verstärkt werden, die über die Umweltfreundlichkeit hinausgehen und so auch große Industrien für die ökologische Landwirtschaft überzeugen.

Die Zielsetzung konnte erreicht werden, indem die Rohprodukteigenschaften von Tomaten zum Zeitpunkt der Ernte bzw. des Eintreffens in der Verarbeitungsanlage als Qualitätskriterien während der Verarbeitung mittels der Ergebnisse aus der Expert\*innen-Befragung identifiziert werden konnten.

Die Eigenschaften des Rohmaterials zum Zeitpunkt der Ernte werden in erster Linie durch die Wahl der Sorte bestimmt, die in Abhängigkeit vom herzustellenden Tomatenprodukt getroffen wird. Bei Bio-Tomaten werden im Gegensatz zu konventionellen Tomaten häufiger Hautfehler und eine erhöhte Heterogenität in Form und Farbe festgestellt. Insbesondere pH-Wert, °Brix, Farbe und ihre äußere Erscheinung sind Eigenschaften des Rohprodukts, die auch während der Verarbeitung im Tomatenprodukt überprüft und reguliert werden. Dies

deutet darauf hin, dass höhere Gehalte von Bio-Tomaten an titrierbarer Säure, löslichen Feststoffen und Lycopin, einen Einfluss auf ihre Weiterverarbeitung ausüben.

Die Erkenntnisse aus dem qualitativen Forschungsprozess bilden eine Brücke zwischen bisherigen tomatenbasierten Forschungen im Bereich der Nutzpflanzenwissenschaften sowie der Lebensmitteltechnologie. Aufbauende Forschung könnte sich mit dem direkten Vergleich zwischen einer Bio- und einer konventionellen Tomatenproduktionslinie befassen. Unterschiedliche Parameter wie Regulierungsmaßnahmen von pH, °Brix und Farbe, sensorische Analysen (chemisch-analytisch und organoleptisch) und Wirtschaftlichkeit (Energieaufwand) können untersucht und verknüpft werden. Darüber hinaus birgt die Erforschung und Weiterentwicklung innovativer Verarbeitungstechniken große Potenziale um die Vorteile der Bio-Tomate bis ins Tomatenprodukt zu erhalten. Reiseunternehmungen, die aufgrund der Corona-Situation für die vorliegende Arbeit nicht stattfinden konnten, sind für genauere Ergebnisse sowie die Schaffung und Intensivierung einer Vertrauensbasis für weitere Forschungen unerlässlich.



## Literaturverzeichnis

- ARAUJO, J. and TELHADO, S. (2015): Organic Food: A Comparative Study of the Effect of Tomato Cultivars and Cultivation Conditions on the Physico-Chemical Properties. *Foods 4 no. 4*, 263–70.
- AMIOT, M.-J.; GERBER, M.; OFFORD, E. and ROCK, E. (2001): The relationship between tomatoes and their constituents, and diseases. In: BILTON, R.; GERBER, M.; GROLIER, P. and LEONI, C. (Hrsg.): The White Book on antioxidants in tomatoes and tomato products and their health benefits – Role and Control of antioxidants in the tomato industry, 2., überarb. Aufl., Brüssel: Self-published.
- AXTELL and SWETMAN (2008): Quality Control in the Food Processing Business. *Technical brief*. Warwickshire: Self-published.
- AYVAZ, H.; M. SANTOS, A.M. and RODRIGUEZ-SAONA, L.E. (2016): Understanding Tomato Peelability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 15 no. 3*, 619–32.
- BALTES, W. und MATISSEK, R. (2011): Lebensmittelchemie. 7., vollst. überarb. Aufl., Berlin: Springer.
- BAMPTON, R. and COWTON, C. J. (2002): The E-Interview [27 paragraphs]. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research 3 (2) no. 9*.
- BARRETT, D. M.; GARCIA, E. and MIYAO, G. (2006): DEFECTS AND PEELABILITY OF PROCESSING TOMATOES: PROCESSING TOMATO: DEFECTS AND PEELABILITY. *Journal of Food Processing and Preservation 30*, no.1, 37–45.
- BARRETT, D. M.; BEAULIEU, J.C. and SHEWFELT, R. (2010): Color, Flavor, Texture, and Nutritional Quality of Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Desirable Levels, Instrumental and Sensory Measurement, and the Effects of Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition 50 no. 5*, 369–89.

- BECK, A.; KRETZSCHMAR, U. und SCHMID, O. (2005): Ernährung – Prinzipien der ökologischen Lebensmittelverarbeitung [https://www.lebendigeerde.de/fileadmin/alte\\_hefte/Ausgaben/ernaehrung\\_2005-05.html](https://www.lebendigeerde.de/fileadmin/alte_hefte/Ausgaben/ernaehrung_2005-05.html) (aufgerufen am 15.04.2020)
- BECKER, Prof. H. C., und HONEBURG, Dr.B. (2009): Tomaten für den ökologischen Anbau im Freiland - Züchtungsmethodik und regionale Sortenentwicklung. Göttingen: Selbstverlag.
- BECKLES, D. M.; HONG, N.; STAMOVA, L. and LUENGWILAI, K. (2012): Biochemical factors contributing to tomato fruit sugar content: a review. *Fruits* 67 no.1, 49–64.
- Bundeministerium der Justiz und Verbraucherschutz – BfJ (2020): Gesetz zur Regelung der Gentechnik (Gentechnikgesetz – GenTG) <https://www.gesetze-im-internet.de/gentg/BJNR110800990.html> (aufgerufen am 13.08.2020).
- Bioland Beratung; Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen - KÖN und Forschungsinstitut für biologische Landwirtschaft – FiBL (2005): Biologischer Anbau von Tomaten. *Merkblatt*. Mainz: Bioland Verlags GmbH.
- BOMMERT, W.; ENGLER, S. und STENDEL, O. (2016): Fazit – von der Notwendigkeit nachhaltiger Ernährungssysteme. In: Bommert, W.; Engler, S. und Stengel, O. (Hrsg.): Regional, innovativ und gesund: nachhaltige Ernährung als Teil der Großen Transformation. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 281-284.
- BOTTINO, A.; CAPANNELLI, G.; TURCHINI, A.; DELLA VALLE, P. and TREVISAN, M. (2002): Integrated Membrane Processes for the Concentration of Tomato Juice. *Desalination* 148 no. 1-3, 73–77.
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung – BLE (2018): Marktbericht - Obst - Gemüse - Südfrüchte - mit Beiträgen von den Großmärkten Frankfurt a.M., Hamburg, Köln, München und Berlin. *Marktbeobachtung*. Bonn: Selbstverlag.

- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft – BMEL (2019): Codex Alimentarius - Geltungsbereich, Aufbau und Historie  
[https://www.bmel.de/DE/Ernaehrung/SichereLebensmittel/Codex-Alimentarius/Texte/CodexInfo.html;jsessionid=1B412C57866495A0E5A4369C7FB BF163.2\\_cid358](https://www.bmel.de/DE/Ernaehrung/SichereLebensmittel/Codex-Alimentarius/Texte/CodexInfo.html;jsessionid=1B412C57866495A0E5A4369C7FB BF163.2_cid358) (aufgerufen am 08.04.2020).
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft - BMEL (2020): Konsum von Gemüse in Deutschland nach Art in den Jahren 2017/18 und 2018/19 (in 1.000 Tonnen)  
*Statista* <https://ezproxy.fh-muenster.de:2120/statistik/daten/studie/215858/umfrage/marktverbrauch-von-gemuese-nach-arten-in-deutschland/> (abgerufen am 13.05.2020)
- CLARK, S.; JUNG, S. and LAMSAL, B. (2014): Food processing - Principles and Applications. 2. Aufl., Chichester: Wiley Blackwell.
- DILLING, C. (2020): About <https://projects.au.dk/coreorganiccofund/about/> (abgerufen am 11.05.2020).
- DE PASCALE, S.; MAGGIO, A.; ORSINI, F. and BARBIERI, G. (2016): Cultivar, Soil Type, Nitrogen Source and Irrigation Regime as Quality Determinants of Organically Grown Tomatoes. *Scientia Horticulturae* 199, 88–94.
- DEL BORGHI, A., GALLO, M.; STRAZZA, C. and DEL BORGHI, M. (2014): An Evaluation of Environmental Sustainability in the Food Industry through Life Cycle Assessment: The Case Study of Tomato Products Supply Chain. *Journal of Cleaner Production* 78, 121–30.
- Education, Audiovisual and Culture Executive Agency – EACEA (s.a.): Mikroorganismen und Lebensmittel. *Education and Culture Lifelong learning programme Leonardo da Vinci*, 1-16.

- EUROSTAT (2019): Volume of harvested tomato production in Europe in 2018 (in 1,000 tonnes). *Statista* <https://ezproxy.fh-muenster.de:2121/statistics/577926/tomato-production-volume-europe/> (abgerufen am 13.05.2020).
- FATHI, K. (2019): Resilienz im Spannungsfeld zwischen Entwicklung und Nachhaltigkeit: Anforderungen an gesellschaftliche Zukunftssicherung im 21. Jahrhundert. Wiesbaden: Springer VS.
- FENTIK, D. A. (2017): Review on Genetics and Breeding of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Advances in Crop Sciences and Technology* 5:5, 1-6.
- FERRARI, A. A.; DE NADAI FERNANDES, E.A.; TAGLIAFERRO, F. S.; BACCHI, M. A. and MARTINS, T.C.G. (2008): Chemical Composition of Tomato Seeds Affected by Conventional and Organic Production Systems. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 278 no. 2, 399–402.
- FIEDLER, U. (2017). Nur die Besten ins Regal. *Lebensmittel Zeitung direkt*, 54.
- Food and Agricultural Organization – FAO (2018a): Crops – Item: Tomatoes; Country/Region: World + (Total); From Year: 2018; To Year: 2018 <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> (aufgerufen am 13.05.2020)
- Food and Agricultural Organization – FAO (2018b): Crops –Regions: World + (Total); Elements: Area harvested; Items: Tomatoes; Years: 2018 <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (abgerufen am 13.05.20)
- Food and Agricultural Organization – FAO (2019): Global production of vegetables in 2017, by type (in million metric tons) <https://ezproxy.fh-muenster.de:2121/statistics/264065/global-production-of-vegetables-by-type/> (abgerufen am 13.05.2020)
- Forney, C. F. and Song, J. (2018): Flavors and Aromas: Chemistry and Biological Functions. In: Yahia, E. M. (Hrsg.): Fruit and Vegetable Phytochemicals – Chemistry and Human Health, 2.nd ed. Hoboken US: John Wiley & Sons Ltd.

- GARCIA, E. and BARRETT, D.M. (2006): EVALUATION OF PROCESSING TOMATOES FROM TWO CONSECUTIVE GROWING SEASONS: QUALITY ATTRIBUTES, PEELABILITY AND YIELD: PROCESSING TOMATO: ATTRIBUTES, PEELING AND PRODUCT YIELD. *Journal of Food Processing and Preservation* 30 no. 1, 20–36.
- Global Food Safety Initiative – GFSI (s.a.): Certification programmes  
<https://mygfsi.com/how-to-implement/recognition/> (aufgerufen am 14.04.2020).
- GROLIER, P.; BARTHOLIN, G.; BROERS, L.; CARIS-VEYRAT, C.; DADOMO, M.; DI LUCCA, G.; DUMAS, Y.; MEDDENS, F.; SANDEI, L. and SCHUCH, W. (2001): Composition of tomatoes and tomato products in antioxidants. In: BILTON, R.; GERBER, M.; GROLIER, P. and LEONI, C. (Hrsg.): *The White Book on antioxidants in tomatoes and tomato products and their health benefits - Role and Control of antioxidants in the tomato industry*, 2., überarb. Aufl., Brüssel: Self-published.
- HAMATSCHEK, J. (2016): *Lebensmitteltechnologie - Die industrielle Herstellung von Lebensmitteln aus landwirtschaftlichen Rohstoffen*. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.
- HALLMANN, E. (2012): The Influence of Organic and Conventional Cultivation Systems on the Nutritional Value and Content of Bioactive Compounds in Selected Tomato Types. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92 no. 14, 2840–48.
- HALLMANN, E. and REMBIALKOWSKA, E. (2007): Comparison of the nutritive quality of tomato fruits from organic and conventional production in Poland. In: LEIFERT, C.; ALFÖLDI, T.; LÜCK, L. and WILLER, H. (Hrsg.): *Improving Sustainability in Organic and Low Input Food Production Systems – Proceedings of the 3rd International Congress of the European integrated Project Quality Low Input Food (QLIF)*. Göttingen: die Werkstatt.
- HEISS, R. (2004): *Lebensmitteltechnologie: biotechnologische, chemische, mechanische und thermische Verfahren der Lebensmittelverarbeitung*. 6., völlig überarb. Aufl., Berlin: Springer.

- HELFFERICH, C. (2009): Die Qualität qualitativer Daten: Manual für die Durchführung qualitativer Interviews. 3., überarb. Aufl., Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- HENDRIKS, A. (2017): ‚Wir nennen es das rote Gold‘ <https://www.zeit.de/wissen/2017-10/tomaten-nachhaltig-bio-eu-landwirtschaft-umweltschutz/seite-3> (aufgerufen am 19.05.2020).
- HERNÁNDEZ SUÁREZ, M.; RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, E.M. and DÍAZ ROMERO, C. (2008): Chemical Composition of Tomato (*Lycopersicon Esculentum*) from Tenerife, the Canary Islands. *Food Chemistry* 106 no. 3, 1046–56.
- HERRMANN, K. (2001): Inhaltsstoffe von Obst und Gemüse: 50 Tabellen und Übersichten, 97 Formeln. Stuttgart: Ulmer.
- HEUVELINK, E., and COSTA, M.(2007): Today’s worldwide tomato production. *Fruit&Veg tech*, 14–16.
- HOLDSWORTH, S. D. and SIMPSON, R. (2008). Thermal processing of packaged foods, 2nd ed., *Food engineering series*. New York: Springer Science + Business Media.
- Istat (2016): Value of Italian canned tomato exported worldwide in 2015, by country (in million euros). *Statista* <https://ezproxy.fh-muenster.de:2121/statistics/655866/value-of-italian-canned-tomato-exported-in-by-country/> (abgerufen am 13.05.2020)
- JACOMET, S. (2011): Die Geschichte der Tomate. Universität Basel Departement, Umweltwissenschaften: Selbstverlag.
- JANDER, G.; JAHR, K. F.; SCHULZE, G.; SIMON, J. und MARTENS-MENZEL, R. (2017): Massanalyse - Titrations mit chemischen und physikalischen Indikationen, 19. Aufl. Berlin, Boston: De Gruyter.

- JAYATHUNGE, K. G. L. R., STRATAKOS, A. Ch.; DELGADO-PANDO, G. and KOIDIS, A.(2019): Thermal and Non-thermal Processing Technologies on Intrinsic and Extrinsic Quality Factors of Tomato Products: A Review. *Journal of Food Processing and Preservation* 43 no. 3, e13901.
- KASPAR, K.; KASTEN, N. und GNAMBS, T. (2014): Qualitative Online-Befragungen. In: Welker, M.; Taddicken, M.; Schmidt, J-H. und Jakob, N. (Hrsg.): Handbuch Online-Forschung. Köln: Herbert von Halem Verlag.
- KAISER, R. (2014): Qualitative Experteninterviews. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- KLEINING, G. (2001): Offenheit als Kennzeichen entdeckender Forschung. *Kontrapunkt: Jahrbuch für kritische Sozialwissenschaft und Philosophie* 1, 27-36.
- KORNMEIER, M. (2018): Wissenschaftlich schreiben leicht gemacht: für Bachelor, Master und Dissertation. 8., überarb. Aufl., Bern: Haupt Verlag.
- KORT, K. (2005): China überschwemmt Italien mit Tomaten  
<https://www.handelsblatt.com/politik/international/angst-vor-der-roten-flut-china-ueberschwemmt-italien-mit-tomaten/2525566.html> (abgerufen am 19.05.2020).
- KUMAR, R.; KHURANA, A and SHARMA, A.K. (2013): Role of Plant Hormones and Their Interplay in Development and Ripening of Fleshy Fruits. *Journal of Experimental Botany* 65 no. 16, 4561–75.
- LABER, Dr. H. (2017): Düngung. In: EGHBAL, R. (Hrsg.): Praxis des Ökolandbaus – Ökologischer Gemüsebau. Mainz: Bioland Verlags GmbH, 33-56.
- LIEBEREI, R.; REISDORFF, C. und FRANKE, W.(2012): Nutzpflanzen: 118 Tabellen. 8., überarb. Aufl., Stuttgart: Thieme.

- LIU, L. and DONG, S. (2012): Food Additives. In: WANG, D.; LIN, H.; KAN, J.; LIU, L.; ZENG, X. and SHEN, G. (Hrsg.): Food Chemistry – Food Science and Technology. New York: Nova Publishers.
- MAGWAZA, L. S. and OPARA, U. L. (2014): Analytical Methods for Determination of Sugars and Sweetness of Horticultural Products—A Review. *Scientia Horticulturae* 184, 179–92.
- MAHNKE-PLESKER, S. und LACH, G. (2005): Qualitätssicherung von Öko-Lebensmitteln: ein Leitfaden für die Praxis. Hamburg: Behr, 2005.
- MALET, J-B. (2017): Täglich Tomate - Globaler Einheitsbrei in Dosen <https://monde-diplomatique.de/artikel/!5418161> (abgerufen am 19.05.2020).
- MARIAN, L.; CHRYSOCHOU, P.; KRYSTALLIS, A. and THØGERSEN, J. (2014): The Role of Price as a Product Attribute in the Organic Food Context: An Exploration Based on Actual Purchase Data. *Food Quality and Preference* 37, 52–60.
- MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, G. B.; BOLUDA-AGUILAR, M.; TABOADA-RODRÍGUEZ, A.; SOTO-JOVER, A.; MARÍN-INIESTA, F. and LÓPEZ-GÓMEZ, A. (2016): Processing, Packaging, and Storage of Tomato Products: Influence on the Lycopene Content. *Food Engineering Reviews* 8 no.1, 52–75.
- MASCHKOWSKI, G. und REMPE, Dr. C. (s.a.): Gemüseerzeugnisse – Haltbare Gemüseprodukte <https://www.bzfe.de/inhalt/gemueseerzeugnisse-31662.html> (abgerufen am 19.05.2020).
- MATISSEK, R. und BALTES, W. (2016): Lebensmittelchemie. 8., bearb. und akt. Aufl., Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.



- MEUSER, M. und NAGEL, U. (2009): Das Experteninterview – konzeptionelle Grundlagen und methodische Anlagen. In: Pickel, S.; Pickel, G.; Lauth, H-J. und Jahn, D. (Hrsg.): Methoden der vergleichenden Politik- und Sozialwissenschaft – Neue Entwicklungen und Anwendungen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- MEYEN, M.; LÖBLICH, M.; PFAFF-RÜDIGER, S. und RIESMEYER, C. (2019): Qualitative Forschung in der Kommunikationswissenschaft: Eine praxisorientierte Einführung. 2., akt. und erw. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- MITCHELL, A. (2009): Nutrient Dense Foods: Phytochemicals and Health Benefits. *Living Soil, Food Quality, and the Future of Food AAAS Annual Meeting, February 12, 2009*. California: UC Davis.
- MIEDANER, T. (2014): Kulturpflanzen – Botanik, Geschichte, Perspektiven. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum.
- NIELSEN (2018): Sales value of canned tomato products in Italy in 2017 and 2018, by type (in euros). *Statista* <https://ezproxy.fh-muenster.de:2121/statistics/941381/sales-value-of-canned-tomatoes-by-type-in-italy/> (abgerufen am 13.05.2020).
- OLIVEIRA, A. B.; MOURA, C.F.H.; GOMES-FILHO, E.; MARCO, C.A.; URBAN, L. and MIRANDA, M.R.A. (2013): The Impact of Organic Farming on Quality of Tomatoes Is Associated to Increased Oxidative Stress during Fruit Development. *PLoS ONE* 8 no. 2, 1-6.
- ORSINI, F.; MAGGIO, A.; ROUPHAEL, Y. and DE PASCALE, S. (2016): ‚Physiological Quality‘ of Organically Grown Vegetables. *Scientia Horticulturae* 208, 131–39.
- PENG, J.; MAH, J-H.; SOMAVAT, R.; MOHAMED, H.; SASTRY, S. and TANG, J. (2012): Thermal Inactivation Kinetics of *Bacillus Coagulans* Spores in Tomato Juice. *Journal of Food Protection* 75 no. 7, 1236–42.

- PICKEL, G. und PICKEL, S. (2009): Qualitative Interviews als Verfahren des Ländervergleichs. In: In: PICKEL, S.; PICKEL, G.; LAUTH, H-J. und JAHN, D. (Hrsg.): Methoden der vergleichenden Politik- und Sozialwissenschaft – Neue Entwicklungen und Anwendungen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- PIEPER, J. R., und BARRETT, D.M.(2009): Effects of Organic and Conventional Production Systems on Quality and Nutritional Parameters of Processing Tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89 no.2, 177–94.
- POTT, R., und HÜPPE, J. (2007): Spezielle Geobotanik - Pflanze - Klima – Boden. Berlin, Heidelberg: Springer.
- ProOrg (2019a): Core Organic Cofund <https://www.proorgproject.com/about-core-organic-cofund> (abgerufen am 11.05.2020).
- ProOrg (2019b): What is ProOrg <https://www.proorgproject.com/> (abgerufen am 11.05.2020).
- QUINET, M.; ANGOSTO, T.; YUSTE-LISBONA, F.J.; BLANCHARD-GROS, R.; BIGOT, S.; MARTINEZ, J-P. und LUTTS, S.(2019): Tomato Fruit Development and Metabolism. *Frontiers in Plant Science* 10 1554, 1-23.
- REINERS, E. (2017): Grundlagen des ökologischen Gemüsebaus. In: EGHBAL, R. (Hrsg.): Praxis des Ökolandbaus - Ökologischer Gemüsebau. Mainz: Bioland Verlags GmbH, 11-15.
- REMPE, Dr. Christine und MASCHKOWSKI, Gesa (s.a.): Gemüseerzeugnisse – Haltbare Gemüseprodukte <https://www.bzfe.de/inhalt/gemueseerzeugnisse-31662.html> (aufgerufen am 10.04.2020).
- RONGA, D.; ZACCARDELLI, M.; LOVELLI, S.; PERRONE, D.; FRANCA, E.; MILC, J.; ULRICI, A. and PECCHIONI, N.(2017): Biomass Production and Dry Matter Partitioning of Processing Tomato under Organic vs Conventional Cropping Systems in a Mediterranean Environment. *Scientia Horticulturae* 224, 163–70.

- SCHIEK, D. und ULLRICH, C. G. (2015): Tagungsbericht: Qualitative Online-Erhebungen [22 Absätze]. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research* 16 (2), Art. 28 <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs1502287> (abgerufen am 26.05.2020).
- SCHMIDT, B. M. and KLASER CHENG, D.M. (2018). *Ethnobotany - A Phytochemical Perspective*. Hoboken US: Wiley-Blackwell.
- SCHMIDT, P. (2019): *Allgemeine Chemie*. Berlin: Springer Verlag.
- SCHOPFER, P., BRENNICKE, A. und MOHR, H. (2010): *Pflanzenphysiologie*. 7. Aufl., Heidelberg: Spektrum.
- SELLI, S.; KELEBEK, H.; AYSELI, M.T. und TOKBAS, H. (2014): Characterization of the Most Aroma-Active Compounds in Cherry Tomato by Application of the Aroma Extract Dilution Analysis. *Food Chemistry* 165, 540–46.
- SEIXAS, B. V.; SMITH, N. and MITTON, C. (2018): The Qualitative Descriptive Approach in International Comparative Studies: Using Online Qualitative Surveys. *International Journal of Health Policy and Management* 7 no. 9, 778–81.
- SMITH, P. G. (2011): *Introduction to Food Process Engineering*. *Food Science Text Series*, 2. Aufl., New York: Springer Science+Business Media.
- Statista (2018): Leading companies in the tomato industry in Italy in 2016, by turnover (in million euros) <https://ezproxy.fh-muenster.de:2121/statistics/943200/leading-companies-in-tomato-industry-by-turnover-in-italy/> (abgerufen am 20.05.2020).
- STEIDL, R. (2013): *Kellerwirtschaft*, 8. Aufl. München: Cadmos Verlag.
- STRANGE, T. und BAYLEY, A. (2009). *Nachhaltige Entwicklung: Wirtschaft, Gesellschaft, Umwelt im Zusammenhang betrachtet*. Paris: OECD Publishing.

- THEISEN, M. (2013): *Wissenschaftliches Arbeiten: erfolgreich bei Bachelor- und Masterarbeit*; [das Standardwerk neu konzipiert]. 16., vollst. überarb. Aufl., München: Vahlen.
- TAUSCHER, B.; BRACK, G.; FLACHOWSKY, G.; HENNING, M.; KÖPKE, U.; MEIER-PLOEGER, A.; MÜNZING, K.; NIGGLI, U.; PABST, K.; RAHMANN, G.; WILLHÖFT, C. und MAYER-MIEBACH, E. (2003): *Bewertung von Lebensmitteln verschiedener Produktionsverfahren – Statusbericht des Senats der Bundesforschungsanstalten*. Berlin: Selbstverlag.
- TERNES, W. (2008): *Naturwissenschaftliche Grundlagen der Lebensmittelzubereitung*. 3., überarb. Aufl., Hamburg: Behr.
- TERNES, W.; TÄUFEL, A.; TUNGER, L. und ZOBEL, M. (2005): *Lebensmittel-Lexikon*. 4., umfassend überarb. Aufl., Hamburg: Behr.
- TIWARI, B. K.; BRUNTON, N. and BRENNAN, C.S. (2012): *Handbook of plant food phytochemicals - Sources, Stability and Extraction*. Hoboken US: Wiley-Blackwell.
- ULLER-KRISTENSEN, H. (2020): ProOrg <https://projects.au.dk/coreorganiccofund/core-organic-cofund-projects/proorg/> (abgerufen am 11.05.2020).
- Umweltbundesamt – UBA (2019): *Umweltbelastungen der Landwirtschaft* <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft> (abgerufen am 06.07.2020).
- U.S. Food & Drug Administration – FDA (2005): *Food Defects Level Handbook* <https://www.fda.gov/food/ingredients-additives-gras-packaging-guidance-documents-regulatory-information/food-defect-levels-handbook> (abgerufen am 05.08.2020)
- VALLVERDÚ-QUERALT, A.; MEDINA-REMÓN, A.; CASALS-RIBES, I.; ANDRES-LACUEVA, C.; WATERHOUSE, A.L. and LAMUELA-RAVENTOS, R.M. (2012): *Effect of Tomato Industrial Processing on Phenolic Profile and Hydrophilic Antioxidant Capacity*. *LWT - Food Science and Technology* 47 no.1, 154–60.

- VASCONCELLOS, J. A. (2005): *Quality Assurance for the Food Industry a Practical Approach*. Boca Raton: CRC Press LLC.
- VINHA, A. F.; BARREIRA, S.V.P.; COSTA, A.S.G.; ALVES, R.C.and OLIVEIRA, M.B.P.P. (2014): Organic versus Conventional Tomatoes: Influence on Physicochemical Parameters, Bioactive Compounds and Sensorial Attributes. *Food and Chemical Toxicology* 67, 139–44.
- WEIB, C. (2007): Glykoalkaloide in Kartoffeln und Tomaten. *Ernährungsumschau*, 474–77.
- WILKERSON, E. D. (2012): *Rapid Assessment of Quality Parameters in Processing Tomatoes Using Handheld and Bench-top Infrared Spectrometers and Multivariate Analysis*. Ohio: Thes. The Ohio State University.
- WILF, P., CARVALHO, M.R.; GANDOLFO, M.A. und CÚNEO, N.R. (2017): Eocene Lantern Fruits from Gondwanan Patagonia and the Early Origins of Solanaceae. *Science* 355, no. 6320, 71–75.
- XU, Q., ADYATNI, I. and REUHS, B. (2018): Effect of Processing Methods on the Quality of Tomato Products. *Food and Nutrition Sciences* 09 no.2, 86–98.
- YOUNG, T.E.; Juvik, J.A. and SULLIVAN, J.G. (1993): Accumulation of the Components of Total Solids in Ripening Fruits of Tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 118 no. 2, 286–92.
- ZHENG, Z-L. (2009): Carbon and Nitrogen Nutrient Balance Signaling in Plants. *Plant Signaling & Behavior* 4 no. 7, 584–91.

## Anhang

Anhang 1 Codex Alimentarius .....	89
Anhang 1.1 Standard für verarbeitete Tomatentkonzentrate .....	89
Anhang 1.2 Standard für verarbeitete Tomaten.....	90
Anhang 2 Beantwortete Fragebögen .....	92
Anhang 2.1 Fragebogen-Antworten Gruppe 1 .....	92
Anhang 2.2 Fragebogen-Antworten Gruppe 2 .....	96
Anhang 2.3 Fragebogen-Antworten Gruppe 3 .....	99
Anhang 3 Fragebögen-Transkripte.....	102
Anhang 3.1 Fragebogen-Transkript Gruppe I.....	102
Anhang 3.2 Fragebogen-Transkript Gruppe 2.....	106
Anhang 3.3 Fragebogen-Transkript Gruppe 3.....	109

## Anhang 1 Codex Alimentarius

### Anhang 1.1 Standard für verarbeitete Tomatentkonzentrate

<b>Standard für verarbeitete Tomatenkonzentrate</b>		
Definition	a) hergestellt durch Konzentrieren des Safts oder Fruchtfleisches, der aus im Wesentlichen gesunden, reifen roten Tomaten ( <i>Lycopersicon / Lycopersicum esculentum</i> P. Mill) erhalten wird, ohne Mehrheit der Häute, Samen und anderer grober oder harter Substanzen	b) Konzentration mittels physikalischer Methoden
	Püree: $\geq 7\%$ und $< 24\%$ der gesamten natürlichen löslichen Feststoffe	Mark / Paste: $\geq 24\%$ der gesamten natürlichen löslichen Feststoffe
<b>Zusammensetzung und Qualitätsfaktoren</b>		
Andere erlaubte Zutaten	Salz, Gewürze und aromatische Kräuter (mit Ausnahme von Tomatenaroma), Zitronensaft (einfach oder konzentriert) als Säuerungsmittel, Wasser	
Qualitätskriterien	Guter Geschmack und Geruch, intensiv rote Farbe und eine homogene (gleichmäßig verteilte) Textur	
Defekte	Rückstände von Schale, Kernen oder Kernteilen, fremden Pflanzenmaterials; dunkle oder schuppenartige Partikel	
Grenzwerte	mineralische Verunreinigung: $\leq 0,1\%$ des Gesamtgehalts an löslichen Feststoffen	Milchsäure: $\leq 1\%$ des Gesamtgehalts an löslichen Feststoffen
	pH $\leq 4,6$	Fäulnis: nationaler Standard, je nach Absatzland

Auszug und Übersetzung des Codex Alimentarius / International Food Standard (IFS) von Food and Agricultural Organisation (FAO) und Weltgesundheitsorganisation (WHO) 2017: Codex Alimentarius – Standard for Processed Tomato Concentrates (CXS 57-1981); veröffentlicht 1981, überarbeitet in 2007 und 2017, geändert 2013. Rom: Selbstverlag.

**Anhang 1.2 Standard für verarbeitete Tomaten**

<b>Produktbeschreibung</b>		
Definition	a) hergestellt aus frischen, gewaschenen, gereiften Tomaten, die den Eigenschaften der Früchte von Lycopersicon / Lycopersicum esculentum P. Mill entsprechen, von roten oder rötlichen Sorten, die sauber und gesund sind. Bei den Tomaten müssen Stiel und -ansatz und gegebenenfalls Kerne entfernt sein.	b) verpackt mit oder ohne geeignetes Verpackungsmedium und Gewürzzutaten dem Produkt entsprechend.
	c) in geeigneter Weise hitzebehandelt, vor oder nach dem hermetischen Verschließen in einem Behälter, um Verderb zu verhindern.	
Sorte	rund (kugelförmig oder halb-kugelförmig); Zylinder, Birne, Ei or Pflaume (längliche Form);	
Produktart <i>Wenn ungeschält muss dies mit "ungeschält" kenntlich gemacht werden</i>	ganz: Tomaten, die nach der Verarbeitung ihre ursprüngliche Form behalten	Zerkleinert: gewürfelt; geschnitten; Ecken (Schneiden von Tomaten in 4 gleichgroße Teile); Pulpe, gehackt (gemahlene oder zerstampfte Tomaten, wenn angemessen)
<b>Zusammensetzung und Qualitätsfaktoren</b>		
Verpackungsmedium	Saft: gewonnene Flüssigkeit aus reifen Tomaten; aus den Rückständen, die bei der Herstellung von Tomaten zum Einmachen oder beim Verdünnen von Tomatenkonzentraten entstehen.	Tomatenpüree oder -konzentrat (nach IFS)



Masterarbeit – Einfluss der ökologischen Rohproduktion von Tomaten auf ihre industrielle Weiterverarbeitung

	Pulpe: geschälte, gemahlene Tomaten	Wasser: nur in ungeschälten Tomatenprodukten
Andere erlaubte Zutaten	Gewürze und aromatische Kräuter (mit Ausnahme von Tomatenaroma), Salz; Zucker, wenn Säuerungsmittel verwendet wurden	
Qualitätskriterien	Normale Farbeigenschaften, Geruch und Geschmack für gereifte, ordnungsgemäß verarbeitete Tomaten	
Defekte	Mangel an Ganzheit: Kontur durch Entkernen oder Trimmen wesentlich verändert	Unzulässiges Kernmaterial: zähe und faserige Textur
	Schönheitsfehler: Läsionen auf der Oberfläche, infolgedessen einen starker Kontrast in Farbe oder Textur	Fremdpflanzenmaterial: Tomatenblätter, -stängel u. ä.
	Hautreste, länger als 5mm	
Grenzwerte	Schale: bei ungeschälten Produkten nicht mehr als 30 cm <sup>2</sup> pro kg Gesamtinhalt	Schönheitsfehler: Nicht mehr als 3,5 cm <sup>2</sup> pro kg Gesamtinhalt
	pH ≤ 4,5	Fäulnis: nationaler Standard, je nach Absatzland
Trockengewicht	mindestens 50%, berechnet auf der Grundlage des Gewichts des destillierten Wassers bei 20 ° C, das der versiegelte Behälter bei vollständiger Befüllung aufnehmen kann	

Auszug und Übersetzung des Codex Alimentarius / International Food Standard (IFS) von Food and Agricultural Organisation (FAO) und Weltgesundheitsorganisation (WHO) 2017: Codex Alimentarius – Standard for preserved Tomatoes (CODEX STAN 13-1981); veröffentlicht 1981, überarbeitet in 2007 und 2017, geändert 2013. Rom: Selbstverlag.

## **Anhang 2 Beantwortete Fragebögen**

### **Anhang 2.1 Fragebogen-Antworten Gruppe 1**

#### **Thema 1**

*The production of different products is scheduled before the purchase of tomato, in order to choose the raw material suitable for production*

*The raw material (tomato) is checked by evaluating different parameters. Among these are examined:*

- Microbiological parameters: evaluation of the presence / absence of molds;*
- Chemical parameters: assessment of the absence of pesticides, heavy metals, GMOs, allergens (possible cross-contamination in case of bad management by the supplier). For this purpose, supplier qualification and / or analytical verification with laboratory tests is performed;*
- Physical parameters: evaluation of the presence / absence of foreign bodies.*

*The consistency and damage of the tomato is checked, as well as the detection of the coloring (green-yellow-red), as an assessment of the different ripening of the tomato.*

#### **Thema 2**

- During the production process, various quality checks are carried out in order to ensure the healthiness and greater taste of the finished product.*
- Measurements are made (with pH meter) of the pH, in order to keep the acidity level of the product controlled, in some cases regulating it with natural chemical agents, such as citric acid.*
- The pH regulation is generally maintained around 4.3 - 4.4, this counteracts the development of microorganisms, improving the conservation and healthiness of the product.*
- Checks are carried out on the content of soluble solids (NTSS = Natural Total Solid Soluble), which depend on the content of soluble substances in the juice (sugars, acids, aldehydes, vitamins ...).*

- *This check is performed with a refractometer and is expressed in DEGREE BRIX (refractometric degree).*
- *The Brix grade is a very important quality index, this generally fluctuates in the medium between 4.6 - 5.5, guaranteeing an excellent taste to the product.*
- *Another parameter that can be evaluated is the dry residue, or the dry substance (DM = Dry Matter or NTS = Natural Total Solid) which depends on the soluble fraction (sugars, acids, mineral salts) and insoluble. It is expressed in% of the fresh weight. A high value of Dry Residue shows a high content in cellulose, hemicellulose and pectins, ensuring greater resistance to impacts and processing phases. This parameter is especially important for products such as concentrate or chopped tomatoes, which must have a greater consistency. Reference values 5.3 - 6.4.*
- *A parameter related to the dry residue is the consistency, which depends on the content in insoluble substances. Essemilavoratiso is measured with Bostwick consistometers and is expressed by the sliding speed in cm / 30s. It is mainly measured in semi-finished products.*
- *Another parameter that depends a lot on the content in insoluble substances is viscosity. It measures the resistance that a fluid exerts to its movement. It is determined with viscometers and is expressed in centipois. It is mostly used for juices.*

### **Thema 3**

*The production of organic product includes various rules and parameters to be respected, in order to achieve the certification of organic production.*

*Greater control is needed in the acceptance of the tomato, by purchasing from qualified suppliers who produce organically.*

*If a company carries out organic and traditional processing, it is necessary to have separate production lines, or where there are no different production lines, it is necessary to perform a thorough cleaning of the whole production line and tools, preferring to work on different days.*

*Compared to a conventional tomato, the organic tomato can have greater defects in the skin and greater heterogeneity in color and shape. In recent years, new agronomic techniques have developed systems, to improve and control the attack of parasites in a natural way.*

*As an advantage, organic tomatoes have better quality characteristics, due to the greater presence of some components such as lycopene, vitamin C and a greater quantity of antioxidants.*

*In the biological production process, greater attention must be paid to cleaning, disinfection and decontamination processes, preventing contamination from non-organic substances.*

*The use of chemical substances and additives must be limited / eliminated, favoring only the use of natural substances.*

*Greater attention must be paid to tracing the entire production chain, in addition to having a product labeling different from that of the traditional product.*

### **Nachfrage 1**

,What do the regulatory measures look like if the parameters mentioned do not correspond to the desired / required reference values during the processing process?’

→ ° Brix, pH, color / appearance

*The other quality parameters (such as consistency, viscosity, color etc.) are characteristics that depend on the raw material.*

*The control is performed through the qualification of the supplier, requiring specific quality standards, such as the degree of ripeness of the tomato and the request for specific territories in which it was grown.*

*In addition, for the processing of tomatoes, the quality parameters present in the Ministerial Legislative Decree 11 August 2017 are taken as a reference.*

## Nachfrage 2

„You say the raw material is selected according to the type of product you want to produce - which properties are interesting for which product?“

→ Regarding tomato sauce, peeled or unshelled tomato products such as tomato puree, tomato sauce, whole or chopped tomatoes in tomato juice

*There are several characteristics that are taken into consideration for the choice of the raw material. In particular for the preparation of:*

### ***Peeled Tomato***

*An elongated tomato is used which has a length / diameter ratio greater than 1.3.*

*In addition, the tomato must be such as to facilitate the detachment of the skin (epidermis from the mesocarch).*

*They must not show scars, rot or green collar, as they hinder peeling*

### ***Cherry Tomato***

*A small spherical tomato is used, which has a high thickness of the peel and a very low quantity of seeds.*

*It must have a high consistency and resistance to cracking (not soft).*

### ***Tomato Fillets***

*A tomato with high pigmentation of the external part is used, which guarantees very red tomatoes even after peeling.*

### ***Tomato Concentrate***

*A round / square tomato with a high dry residue is used.*

*A more mature tomato with evident intense red color is preferred.*

### ***Tomato puree and Tomato sauce***

*A tomato with a higher viscosity is used*

## Anhang 2.2 Fragebogen-Antworten Gruppe 2

### Thema 1

*Prior to crop programming, the Management and the Agronomic Departements decide which product is produced based on Sales statistics , customer's requests/agreements and guidelines of the Northern Italian Industry Tomato „OI“, the inter-regional Interprofessional Organization.*

*Physical and chemical criteria (for example: °Brix (Brix grade), pH, colour, defects like green and rotten tomatoes).*

*Examined attributes for other products like crushed tomato (for us a ‚finished product‘) are: °Brix, pH, Acidity(%), Acidity/RS (Residuo Secco=Dry residue) (%), Pulp °BW (Bostwick grade), Juice °BW, Drained weight %, Foreign Bodies (%), Stalks (%), Residual Skins (cm<sup>2</sup>/100 g), Depigmented pieces (N°/100 g), Rot and Necrosis (%), Odour, Colour, Taste, product appearance.*

### Thema 2

*During the processing process, the product is controlled in continuous and defined as intermediate product‘ and as ‚finished product‘.*

*For ‘crushed tomato’ for example, the ‚intermediate product‘ is the product from the acceptance of tomato raw material phase to the mixing phase (mixing of tomato pulp with tomato juice). On the other hand, the ‚finished product‘ is the end product as You can find in final primary packaging (as it ‚exits‘ from the processing line, so just manufactured and packaged).*

*Our laboratory operators provide in continuous visual and physico-chemical checks on intermediate and finished product taking samples from the processing lines with these frequencies:*

- *for intermediate product every 30 or 60 minutes*
- *for finished product every 4 hours as a minimum*

*the checks involved are as follows:*

- *for intermediate product – °Brix (Brix grade), pH, visual check for foreign bodies and product appearance;*
- *for finished product - °Brix, pH, Acidity(%), Acidity/RS (Residuo Secco=Dry residue) (%), Pulp °BW (Bostwick grade), Juice °BW, Drained weight %, Foreign Bodies (%), Stalks (%), Residual Skins (cm<sup>2</sup>/100 g), Depigmented pieces (N°/100 g), Rot and Necrosis (%), Odour, Colour, Taste, product appearance.*

### **Thema 3**

*No, organic products are manufactured on a dedicated production processing line. Apart from this, the organic product can be assimilated to the conventional one.*

#### **Nachfrage 1**

*,What do the regulatory measures look like if the parameters mentioned do not correspond to the desired / required reference values during the processing process?'*

*→ ° Brix, pH, color / appearance*

*If the parameters mentioned do not correspond to the desired / required reference values during the processing process, the regulatory measures are, for example segregation and/or product reprocessing.*

*As far as **brix** is concerned, if this parameter do not correspond to the desired / required reference values during the processing process (for example, in case brix is lower than standard fixed value, it can be increased the adding of concentrated tomato juice in ordert o increase brix value in the product);*

*As far as **pH value** is concerned, if this parameter do not correspond to the desired / required reference values during the processing process (for example, in case pH value is higher than standard fixed value, it can be increased the adding of citric acid in order to decrease pH value value of the product);*

*As far as **color value** is concerned, if this parameter do not correspond to the desired / required reference values during the processing process (for example, in case color value is lower than standard fixed value, it can be increased the amount of raw product in entrance in order to better select red tomato berries and increase color value value of the product);*

## **Nachfrage 2**

,You say the raw material is selected according to the type of product you want to produce - which properties are interesting for which product?'

→ Regarding tomato sauce, peeled or unshelled tomato products such as tomato puree, tomato sauce, whole or chopped tomatoes in tomato juice

*Considering ,Polpa di pomodoro ('Crushed Tomato') as main product of interest for our Company, the properties which most are interesting regarding raw material selected according to this type of product are:*

*Brix grade;*

*Major defects:*

- 1) inerts or foreign bodies like ground, stones, stalks, leaves and other foreign bodies;*
- 2) Green tomato (not ripened tomato, even if perfectly developed in shape);*
- 3) Rotten tomato (over-ripened and/or with rotten stains or fragments and/or with viruses, the processing of this kind of tomato would lead to an increase in mould content measured with Howard Mould Count system, moreover are considered in this category the tomato berries with presence of attacks by insects and/or fungal diseases on a surface with diameter higher than a fixed value and penetrated inside the tomato berry);*



*Minor defects:*

- 1) *crushed and/or broken tomato berries, with cuttings higher than a fixed value of length and penetrated inside the tomato berry;*
- 2) *Low-ripened tomato berries of bright red color, with stains of green;*
- 3) *Tomato berries with sunburn/scalding with size higher than a fixed value;*
- 4) *Tomato berries with healed cuttings of mechanical origin, concerning at least a fixed % of the surface of the tomato berry and without moulds;*

*Color of tomato berries.*

### **Anhang 2.3 Fragebogen-Antworten Gruppe 3**

#### **Thema 1**

*They are planned, according to the business needs of production plans that involve the agronomic activities (transplants, harvesting) and processing activities, in order to ensure a certain number and type of finished products.*

*This planning is possible as we are a cooperative society including 33 agricultural sites, a nursery and two production plants (fresh and vegetable preserves)*

*Before the harvesting, are performed unlocking analyzes for multiresidual parameters*

*Before being sent for processing, the tomatoes are evaluated for the pH and Brix ° parameters*

#### **Thema 2**

*During the production process, a series of parameters are checked every hour by the QC, which change according to the type of production and relate to the pH and optical residue of the raw material, the tightness of the closure, the times and temperatures of the heat treatment, correct coding of each jar. This allows you to keep under control and in line with the expected standards, the production of a specific product.*

*To these controls, every hour are also added the quality controls of the finished product, which also in this case change according to the type of product, but which include: gross weight, net weight, drained weight, entirety, vacuum, peels, n ° total tomatoes, optical residue, pH and organoleptic characteristics. This further check, if in line with the expected standards, guarantees that the process works correctly.*

### **Nachfrage 1**

„I am particularly interested in the product / control during processing - which parameters are checked and which regulatory measures are taken if the parameters do not correspond to the desired or required reference values?“

*The checks are made on the basis of a check-list which lists the target values and the tolerance ranges of the various process parameters, verified for the different phases that make up the whole process.*

*Each product has its own operating standards which will therefore change according to the product.*

*For an easier understanding, below I list the checks that are performed according to the process phases.*

*Obviously some controls may not be present based on the type of product (for example the controls relating to the "peeling" phase will only be present in the case of peeled tomatoes and so on ..).*

*All the listed checks are repeated every hour by the QC operator and recorded on a specific form. This allows us to keep the process under control.*

*To these controls are added the quality controls on the finished product.*

Masterarbeit – Einfluss der ökologischen Rohproduktion von Tomaten auf ihre industrielle Weiterverarbeitung

FASE (Step)	PARAMETRI (Parameters)	U.M.
<b>MATERIA PRIMA (Raw-Material)</b>	pH	pH
	R.O. (Optical Residual)	°Bx
<b>MATERIA PRIMA Succo (RAW-MATERIAL Juice)</b>	pH	pH
	R.O. (Optical Residual)	°Bx
<b>PELATURA (Peeling)</b>	Vuoto (Vacuum)	Bar
	Pressione di vapore (Steam pressur)	Bar
<b>HOT BREAK</b>	T° Hot Break	°C
<b>CONTROLLO SUCCO / LIQUIDO DI GOVERNO (Juice / Preserving liquid control)</b>	T° succo / liquido di governo (Juice / Preserving liquid T°)	°C
	R.O. succo / liquido di governo (Juice / Preserving liquid R.O.)	°Bx
	pH succo / liquido di governo (Juice / Preserving liquid pH)	pH
	punti carboniosi (Black points)	
<b>OMOGENEIZZAZIONE (Homogenizer)</b>	Omogeneizzatore (Homogenizer)	Bar
<b>DISAEREAZIONE (Deaeration)</b>	Degasatore (Deaeration)	Bar
<b>PASTORIZZAZIONE SUCCO / LIQUIDO DI GOVERNO (Juice / Preserving liquid pasteurization)</b>	filtro (Filter)	∕∕∕
	Pastorizzatore succo / liquido di governo (Juice / Preserving liquid pasteurizer )	°C
	valvola di ricircolo pastorizzatore (Pasteurizer recirculation valve )	∕∕∕
<b>CAPSULATURA - AGGRAFFATURA (Capping - Crimping)</b>	ermeticità (Air-Tightness)	∕∕∕
	getto di vapore (steam jet)	bar
<b>TRATTAMENTO TERMICO (Heat Treatment)</b>	T° 1° s (1st T° s)	°C
	T° 2° s (2nd T° s)	°C
	T° raff. (Cooling T°)	°C
	Vapore Suppl. (Additional steam)	Bar
	tempo ster. (Sterilization time)	min
	F100	min. eq.
	pH H2O pastorizzatore (pH of pasteurizer H2O)	pH
<b>RAFFREDDAMENTO (Cooling)</b>	Cl <sub>2</sub>	ppm
	T.C.C.	°C
<b>CODIFICA ink-jet</b>	codifica indelebile (Ink-Jet coding indelible)	∕∕∕
	codifica leggibile (Ink-Jet coding readable)	∕∕∕

## **Anhang 3 Fragebögen-Transkripte**

### **Anhang 3.1 Fragebogen-Transkrip Gruppe I**

#### **Thema 1**

Die Produktion verschiedener Produkte ist vor dem Kauf von Tomaten geplant, um den für die Produktion geeigneten Rohstoff auszuwählen.

Der Rohstoff (Tomate) wird durch Auswertung verschiedener Parameter überprüft. Unter diesen werden untersucht:

- Mikrobiologische Parameter: Bewertung des Vorhandenseins / Fehlens von Schimmelpilzen;
- Chemische Parameter: Bewertung der Abwesenheit von Pestiziden, Schwermetallen, GVO und Allergenen (mögliche Kreuzkontamination bei schlechtem Management durch den Lieferanten). Zu diesem Zweck wird eine Lieferantenqualifizierung und / oder eine analytische Überprüfung mit Labortests durchgeführt.
- Physikalische Parameter: Bewertung des Vorhandenseins / Nichtvorhandenseins von Fremdkörpern.

Die Konsistenz und Schädigung der Tomate sowie der Nachweis der Färbung (grün-gelb-rot) werden als Bewertung der unterschiedlichen Reifung der Tomate überprüft.

#### **Thema 2**

Während des Produktionsprozesses werden verschiedene Qualitätsprüfungen durchgeführt, um die Gesundheit und den Geschmack des Endprodukts zu gewährleisten:

- Der pH-Wert wird (mit einem pH-Meter) gemessen, um den Säuregehalt des Produkts unter Kontrolle zu halten und ihn in einigen Fällen mit natürlichen chemischen Mitteln wie Zitronensäure zu regulieren.
  - o Die pH-Regulierung wird im Allgemeinen zwischen 4,3 und 4,4 gehalten. Dies wirkt der Entwicklung von Mikroorganismen entgegen und verbessert die Konservierung und Gesundheit des Produkts.

- Es werden Kontrollen des Gehalts an löslichen Feststoffen (NTSS = Natural Total Solid Soluble) durchgeführt, die vom Gehalt an löslichen Substanzen im Saft (Zucker, Säuren, Aldehyde, Vitamine, ...) abhängen.
  - Diese Prüfung wird mit einem Refraktometer durchgeführt und in DEGREE BRIX (refraktometrischer Grad) ausgedrückt.
  - Der Brix-Grad ist ein sehr wichtiger Qualitätsindex, der in der Regel im Medium zwischen 4,6 und 5,5 schwankt und dem Produkt einen hervorragenden Geschmack garantiert.
- Ein weiterer Parameter, der bewertet werden kann, ist der trockene Rückstand oder die trockene Substanz (DM = Dry Matter/ Trockenmasse oder NTS = Natural Total Solid/ Natürlicher Gesamtfeststoff), die von der löslichen Fraktion (Zucker, Säuren, Mineralsalze) und unlöslichen Fraktion abhängt. Es wird in% des Frischgewichts ausgedrückt. Ein hoher Wert an Trockenrückständen zeigt einen hohen Gehalt an Cellulose, Hemicellulose und Pektinen, was eine größere Beständigkeit gegen Stöße und Verarbeitungsphasen gewährleistet. Dieser Parameter ist besonders wichtig für Produkte wie Konzentrat oder gehackte Tomaten, die eine größere Konsistenz aufweisen müssen. Referenzwerte 5.3 - 6.4.
  - Ein Parameter, der sich auf den trockenen Rückstand bezieht, ist die Konsistenz, die vom Gehalt an unlöslichen Substanzen abhängt. Die Konsistenz wird mit Bostwick-Konsistometern gemessen und durch die Gleitgeschwindigkeit in cm / 30s ausgedrückt. Es wird hauptsächlich in halbfertigen Produkten gemessen.
  - Ein weiterer Parameter, der stark vom Gehalt an unlöslichen Substanzen abhängt, ist die Viskosität. Es misst den Widerstand, den eine Flüssigkeit auf ihre Bewegung ausübt. Sie wird mit Viskosimetern bestimmt und in Centipoise ausgedrückt. Es wird hauptsächlich für Säfte verwendet.
- Die Farbe ist ein weiterer zu bewertender Parameter, der im Labor mit Farbmessgeräten bestimmt wird. Es wird als die Beziehung zwischen rot / gelb ausgedrückt. Besonders wichtig für Derivate, die chromatisch mehr Rot garantieren müssen. Referenzwerte (2,45 - 2,60).

- Es werden Kontrollen durchgeführt, um die mikrobiologische Gesundheit des Produkts zu gewährleisten, die kommerzielle Sterilität. Insbesondere werden Parameter wie Zeit und Temperatur während der Wärmebehandlung, der die Produkte ausgesetzt sind, überprüft.

### Thema 3

Die Herstellung von Bioprodukten umfasst verschiedene Regeln und Parameter, die zu beachten sind, um die Zertifizierung der Bioproduktion zu erreichen.

- Bei der Akzeptanz der Tomate ist eine stärkere Kontrolle erforderlich, indem bei qualifizierten Lieferanten eingekauft wird, die biologisch produzieren.
- Wenn ein Unternehmen biologische und traditionelle Prozesse durchführt, ist es erforderlich, separate Produktionslinien zu haben, oder wenn es keine unterschiedlichen Produktionslinien gibt, ist es erforderlich, die gesamte Produktionslinie und die Werkzeuge an verschiedenen Tagen gründlich zu reinigen.
- Im Vergleich zu einer herkömmlichen Tomate kann die Bio-Tomate größere Hautfehler und eine größere Heterogenität in Farbe und Form aufweisen. In den letzten Jahren haben neue agronomische Techniken Systeme entwickelt, um den Befall von Parasiten auf natürliche Weise zu verbessern und zu kontrollieren.
- Als Vorteil haben Bio-Tomaten bessere Qualitätseigenschaften, da einige Komponenten wie Lycopin, Vitamin C und eine größere Menge an Antioxidantien stärker vorhanden sind.
- Im biologischen Produktionsprozess muss den Reinigungs-, Desinfektions- und Dekontaminationsprozessen größere Aufmerksamkeit gewidmet werden, um eine Kontamination durch nichtorganische Substanzen zu verhindern.
- Die Verwendung chemischer Substanzen und Zusatzstoffe muss begrenzt / beseitigt werden, wobei nur die Verwendung natürlicher Substanzen bevorzugt wird.
- Der Rückverfolgung der gesamten Produktionskette und einer Produktkennzeichnung, die sich von der des konventionellen Produkts unterscheidet, muss größere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

### **Nachfrage no.1**

Die anderen Qualitätsparameter (wie Konsistenz, Viskosität, Farbe usw.) sind Eigenschaften, die vom Rohmaterial abhängen. Die Kontrolle erfolgt durch die Qualifizierung des zuliefernden Betriebs, die bestimmte Qualitätsstandards erfordert, wie z. B. den Reifegrad der Tomate und die Anfrage nach bestimmten Gebieten, in denen sie angebaut wurde. Darüber hinaus werden für die Verarbeitung von Tomaten die Qualitätsparameter des Ministerialgesetzes vom 11. August 2017 als Referenz herangezogen.

### **Nachfrage no.2**

Bei der Auswahl des Rohmaterials werden verschiedene Merkmale berücksichtigt.

Insbesondere zur Herstellung von:

**Geschälte Tomate:** Es wird eine längliche Tomate verwendet, deren Verhältnis Länge / Durchmesser größer als 1,3 ist. Darüber hinaus muss die Tomate so beschaffen sein, dass sich die Haut (Epidermis vom Mesokarp) gut ablösen kann. Sie dürfen keine Narben, Fäulnis oder grünen Kragen aufweisen, da sie das Schälen behindern.

**Kirschtomate:** Es wird eine kleine kugelförmige Tomate verwendet, die eine hohe Dicke der Schale und eine sehr geringe Menge an Samen aufweist. Es muss eine hohe Konsistenz und Rissbeständigkeit aufweisen (nicht weich).

**Tomatenfilets:** Es wird eine Tomate mit hoher Pigmentierung des äußeren Teils verwendet, die auch nach dem Schälen sehr rote Tomaten garantiert.

**Tomatenkonzentrat:** Es wird eine runde / quadratische Tomate mit einem hohen Trockenrückstand verwendet. Eine reifere Tomate mit offensichtlich intensiver roter Farbe wird bevorzugt.

**Tomatenpüree und Tomatensauce:** Es wird eine Tomate mit höherer Viskosität verwendet.

## Anhang 3.2 Fragebogen-Transkript Gruppe 2

### Thema 1

Vor der Pflanzenprogrammierung entscheiden das Management und die Agrarabteilungen anhand von Verkaufsstatistiken, Kundenanfragen / -vereinbarungen und Richtlinien der norditalienischen Industrietomate „OI“, der interregionalen interprofessionellen Organisation, welches Produkt hergestellt wird.

Zum Beispiel: ° Brix (Brix-Qualität), pH-Wert, Farbe, Defekte wie grüne und faule Tomaten. Untersuchte Eigenschaften für andere Produkte wie zerkleinerte Tomaten (für uns ein ‚fertiges Produkt‘) sind: ° Brix, pH, Säure (%), Säure / RS (Residuo Secco = trockener Rückstand) (%), Fruchtfleisch ° BW (Bostwick-Qualität), Saft ° BW, abgelassenes Gewicht%, Fremdkörper (%), Stiele (%), Resthäute (cm<sup>2</sup> / 100 g), depigmentierte Stücke (N ° / 100 g), Fäulnis und Nekrose (%), Geruch, Farbe, Geschmack, Aussehen des Produkts.

### Thema 2

Während des Verarbeitungsprozesses wird das Produkt kontinuierlich kontrolliert und als Zwischenprodukt und als Endprodukt definiert. Bei ‚zerkleinerten Tomaten‘ ist das ‚Zwischenprodukt‘ beispielsweise das Produkt von der Annahme der Tomatenrohstoffe bis zur Mischphase (Mischen von Tomatenfruchtfleisch mit Tomatensaft). Auf der anderen Seite ist das ‚fertige Produkt‘ das Endprodukt, wie Sie es in der endgültigen Primärverpackung finden können (da es aus der Verarbeitungslinie austritt, also nur hergestellt und verpackt).

Unsere Labormitarbeitende führen kontinuierliche visuelle und physikalisch-chemische Kontrollen von Zwischen- und Fertigprodukten durch, wobei Proben aus den Verarbeitungslinien mit folgenden Frequenzen entnommen werden:

- für Zwischenprodukte alle 30 oder 60 Minuten
- für das fertige Produkt mindestens alle 4 Stunden



Die Überprüfungen sind wie folgt:

- für Zwischenprodukt - ° Brix (Brix-Qualität), pH-Wert, Sichtprüfung auf Fremdkörper und Produktaussehen;
- für das fertige Produkt - ° Brix, pH, Säure (%), Säure / RS (Residuo Secco = trockener Rückstand) (%), Fruchtfleisch° BW (Bostwick-Qualität), Saft ° BW, abgelassenes Gewicht%, Fremdkörper (%) , Stiele (%), Resthäute (cm<sup>2</sup> / 100 g), depigmentierte Stücke (N ° / 100 g), Fäulnis und Nekrose (%), Geruch, Farbe, Geschmack, Produktaussehen.

### Thema 3

Nein, Bio-Produkte werden auf einer speziellen Produktionslinie hergestellt. Abgesehen davon kann das organische Produkt dem herkömmlichen gleichgesetzt werden.

### Nachfrage no.1

Wenn die genannten Parameter während des Verarbeitungsprozesses nicht den gewünschten / erforderlichen Referenzwerten entsprechen, sind die regulatorischen Maßnahmen beispielsweise Trennung und / oder Produktaufbereitung.

Wenn dieser Parameter für Brix nicht den gewünschten / erforderlichen Referenzwerten während des Verarbeitungsprozesses entspricht (z. B. wenn Brix niedriger als der feste Standardwert ist, kann die Zugabe von konzentriertem Tomatensaft während des Prozesses erfolgen um die Erhöhung des Brixwerts im Produkt zu bewirken);

Was den pH-Wert betrifft, kann die Zugabe von Zitronensäure erhöht werden, wenn dieser Parameter während des Verarbeitungsprozesses nicht den gewünschten / erforderlichen Referenzwerten entspricht (z. B. wenn der pH-Wert höher als der feste Standardwert ist) um den pH-Wert des Produkts zu senken);

Was den Farbwert betrifft, kann die Menge des Rohprodukts erhöht werden, wenn dieser Parameter während des Verarbeitungsprozesses nicht den gewünschten / erforderlichen Referenzwerten entspricht (z. B. wenn der Farbwert unter dem als Standard festgelegter Wert liegt, kann die Eingangsmenge von Tomaten erhöht werden, um rote Tomatenbeeren besser auszuwählen und den Farbwert des Produkts erhöhen zu können)

## Nachfrage no.2

Bezüglich ‚Polpa di Pomodoro‘ (zerkleinerte Tomate/ Fruchtfleisch) als Hauptprodukt unseres Unternehmens sind folgende Eigenschaften, die für Rohstoffe, die nach dieser Art von Produkt ausgewählt wurden, am interessantesten:

°Brix;

### Hauptmängel

1) (Wasser-) Unlösliche Stoffe oder Fremdkörper wie Boden, Steine, Stiele, Blätter u.a. 2)

Grüne Tomate (nicht gereifte Tomate, auch wenn sie eine perfekt entwickelte Form hat)

3) Faule Tomaten (überreif und / oder mit faulen Flecken oder Fragmenten und / oder mit

Viren, die Verarbeitung dieser Art von Tomaten würde zu einer Erhöhung des

Schimmelgehalts führen, gemessen mit dem Howard Mould Count System, werden darüber

hinaus in dieser Kategorie berücksichtigt die Tomatenbeeren mit Anfällen von Insekten und /

oder Pilzkrankheiten auf einer Oberfläche mit einem Durchmesser, der höher als ein

festgeschriebener (erlaubter) Wert ist und in die Tomatenbeere eingedrungen ist)

### Minderwertige Mängel

1) zerkleinerte und / oder zerbrochene Tomatenbeeren mit Einschnidungen, die höher als

ein fester Längenwert sind und in die Tomatenbeere eingedrungen sind 2) Niedrig gereifte

Tomatenbeeren von leuchtend roter Farbe mit grünen Flecken 3) Tomatenbeeren mit

Sonnenbrand / Verbrühung mit einer Größe, die höher als ein fester Wert ist 4)

Tomatenbeeren mit geheilten Wunden mechanischen Ursprungs, die mindestens einen festen

Prozentsatz der Oberfläche der Tomatenbeere betreffen und keine Schimmelpilze aufweisen;

Farbe der Tomatenbeeren.

### **Anhang 3.3 Fragebogen-Transkript Gruppe 3**

#### **Thema 1**

Sie sind entsprechend den Geschäftsanforderungen von Produktionsanlagen geplant, die agronomische Aktivitäten (Einpflanzung, Ernte) und Verarbeitungsaktivitäten umfassen, um eine bestimmte Anzahl und Art von Fertigprodukten sicherzustellen. Diese Planung ist möglich, da wir eine Genossenschaft mit 33 landwirtschaftlichen Standorten, einer Baumschule und zwei Produktionsstätten (Frisch- und Gemüsekonserven) sind. Vor der Ernte werden Analysen für vielfältige Parameter durchgeführt. Vor dem Versand zur Verarbeitung werden die Tomaten auf die Parameter pH und °Brix untersucht.

#### **Thema 2**

Während des Produktionsprozesses werden stündlich eine Reihe von Parametern von der Qualitätskontrolle überprüft, die sich je nach Produktionsart ändern und sich auf den pH-Wert und den optischen Zustand des Rohmaterials, die Dichtheit des Verschlusses, die Zeiten und Temperaturen der Wärmebehandlung und die korrekte Codierung jedes Glases beziehen. Auf diese Weise können Sie die Produktion eines bestimmten Produkts unter Kontrolle halten und den erwarteten Standards entsprechen.

Zu diesen Kontrollen werden stündlich auch die Qualitätskontrollen des fertigen Produkts hinzugefügt, die sich auch in diesem Fall je nach Produkttyp ändern, jedoch Folgendes umfassen: Bruttogewicht, Nettogewicht, abgelassenes Gewicht, Gesamtheit, Vakuum, Schalen, Anzahl an gesamten Tomaten, optischer Eindruck, pH-Wert und organoleptische Eigenschaften. Diese weitere Überprüfung, wenn sie den erwarteten Standards entspricht, garantiert, dass der Prozess ordnungsgemäß funktioniert.

### Nachfrage no. 1

Die Überprüfungen erfolgen auf der Grundlage einer Checkliste, in der die Zielwerte und Toleranzbereiche der verschiedenen Prozessparameter aufgeführt sind, die für die verschiedenen Phasen des gesamten Prozesses überprüft wurden. Jedes Produkt hat seine eigenen Betriebsstandards, die sich daher je nach Produkt ändern.

Zum leichteren Verständnis liste ich unten die Überprüfungen auf, die gemäß den Prozessphasen durchgeführt werden.

Offensichtlich sind einige Kontrollen je nach Art des Produkts möglicherweise nicht vorhanden (zum Beispiel sind die Kontrollen in Bezug auf die ‚Schäl‘ -Phase nur bei geschälten Tomaten vorhanden usw.).

Alle aufgeführten Prüfungen werden von QC-Bedienenden stündlich wiederholt und auf einem bestimmten Formular aufgezeichnet. Dies ermöglicht es uns, den Prozess unter Kontrolle zu halten. Zu diesen Kontrollen werden die Qualitätskontrollen am fertigen Produkt hinzugefügt.

Kontrollpunkte	Parameter	Messeinheit
Rohmaterial	pH	pH
	Trockenrückstand	°Brix
Rohmaterial Saft	pH	pH
	Trockenrückstand	°Brix
Schälen	Vakuum	bar
	Dampfdruck	bar
Hot Break	T°	°C
Saft/ Zwischenerzeugnis	Produkttemperatur	°C
	lösliche Feststoffe	°Brix
	pH	pH
	Schwarze Punkte	
Homogenisierung	Homogenisierer	bar
Entlüftung	Getter	bar
Saft/ Zwischenerzeugnis - Pasteurisierung	Filter	
	Saft/ Erzeugnis	°C
	Umwälzventil	