

Entwicklung und Identifizierung geeigneter Zusatzstoffe und Hilfsmittel im Verarbeitungsprozess ökologischer Lebensmittel, insbesondere zur Verwendung im Herstellungsprozess kalter und heißer Öko-Convenience-Produkte

Development and identification of suitable additives and aids during the processing process of organic food, in particular for use in the production process of cold and hot organic convenience products

FKZ: 06OE248

Projektnehmer:

biond - Bio-Catering Marbachshöhe GmbH
Otto-Hahn-Straße 5, 34123 Kassel
Tel.: +49 561 988489-10
Fax: +49 561 988489-29
E-Mail: geniessen@biond.de
Internet: <http://www.biond.de>

Autoren:

Landsmann, Stephan; Hoppe, Harald

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

Projekttitlel

„Entwicklung und Identifizierung geeigneter Zusatzstoffe und Hilfsmittel im Verarbeitungsprozess ökologischer Lebensmittel, insbesondere zur Verwendung im Herstellungsprozess kalter und heißer Öko-Convenience-Produkte“

Projektnummer:

06OE248

Ausführende Stelle/ Zuwendungsempfänger:

Bio-Catering Marbachshöhe GmbH, Otto-Hahn-Straße 5, 34123 Kassel

Laufzeit des Projektes / Vorhabens:

01.07.2007 bis 30.06.2009, Verlängerung bis 30.08.2009 ohne Zuwendungsbeihilfen

Berichtszeitraum:

01.07.2007 bis 30.06.2009

Kurzfassung

Das Projektvorhaben gliederte sich in drei Themenschwerpunkte, welche in der Summe die qualitative Optimierung der mikrobiologischen, physikalischen und sensorischen Stabilität von Öko-Convenience Produkten zum Ziel hatte. In Versuchen wurden daher, nach EU-Öko-Basisverordnung 834/2007 zugelassene, Bindemittel und Zutaten identifiziert, welche zur Stabilisierung von heißen und kalten Convenience Produkten Verwendung finden. Hierfür wurden in Lagertests in einem Untersuchungsintervall von 10, 14 und 21 Tagen Proben verschiedener Grundsaucen und Dessertzubereitungen hinsichtlich Sensorik und Viskosität untersucht und Vor- und Nachteile des Einsatzes in der großküchentechnischen Lebensmittelproduktion herausgestellt. Im Fokus der Analysen standen hierbei die Substanzen Johannisbrotkernmehl, Guarkernmehl, Xanthan und Agar Agar, welche in produktspezifischen Konzentrationen ausreichende bindungsstabilisierende Wirkung zeigen, ohne das sensorische Profil der Probe negativ zu beeinflussen.

In Rahmen des zweiten Themenbereiches, der Identifizierung von Antioxidantien für den Einsatz bei der Verpackung frischer geschnittener Salate und Gemüse wurden Proben beim Reinigungsprozess mittels Ascorbinsäure, Zitronensäure, Rosmarinextrakt, Ingwer- und Zitronendirektsaft behandelt und zu den Untersuchungspunkten nach 5, 7 und 9 Tagen bezüglich der sensorischen und mikrobiologischen Eigenschaften analysiert. Die Ergebnisse in Bezug auf Ascorbinsäure, Zitronensäure und Zitronensaft zeigen eine nachweisliche Verbesserung der Stabilität der Produkte gegenüber oxidativ induzierten Bräunungsreaktionen.

Im dritten Schwerpunktthema, der Bestimmung optimaler Gas- und Verpackungskombinationen, erfolgten Versuchsreihen mit Materialien auf Basis von Polyamid-Polyethylenverbundstoffen, Polypropylen und dem biologischen Kunststoff Polylactid Acid. In Lagertests wurde der Einfluss von unterschiedlichen, modifizierten Verpackungsatmosphären auf die Sensorik und die Mikrobiologie von geschnittenen Salat und Gemüse untersucht. Gasmischungen mit unterschiedlichen Anteilen von Kohlendioxid, Sauerstoff, Stickstoff oder auch mit Anteilen von Argon zeigten deutliche abweichende Auswirkung auf die wahrgenommene Frische des Produktes. Die PA-PE Materialien in Verbindung mit Schutzbegasung mit einem Restsauerstoffanteil von 5 % zeigten die sensorisch und mikrobiologisch positivsten Einflüsse auf die Haltbarkeit der Produkte.

Summary

The project was composed of three main topics which aimed at the qualitative improvement of microbiological, physical and sensory stability of organic convenience products.

Tests identified binding agents and ingredients, certified according to the EU regulation 834/2007, which are used to stabilize hot or cold convenience products.

For this purpose various samples of gravy and dessert have been stored and tested for their sensory and viscosity after 10, 14 and 21 days. And the advantages and disadvantages of their usage in mass food production have been shown.

Priority was given to the analysis of locust bean gum, guar flour, xanthan gum and agar-agar. In production-based concentration they showed an adequate binding effect without a negative influence on the sensory profile of the sample

The second topic was about the identification of antioxidants used for the packing of freshly cut lettuce and vegetables. During the cleaning process samples have been treated with ascorbic acid, citric acid, rosemary extract, ginger and lemon concentrates. After 5, 7 and 9 days the samples have been analysed for their sensory and microbiological characteristics. The results showed that ascorbic acid, citric acid and lemon concentrate have evidently improved the stability of the products in comparison with oxidatively induced browning reactions.

The third topic concentrates on the determination of the ideal combination of gas and packaging. Several tests have been done with polyamid-polyethylene compound, polypropylene and the organic plastic polylactid acid. The influence of different, modified packaging atmospheres on the sensory and microbiology of cut lettuce and vegetables have been tested during storage. The greatest impact on the freshness of the products displayed gas mixtures with different proportions of carbon dioxide, oxygen, nitrogen or argon. The greatest sensory and microbiological influence on the storage life of the products have been demonstrated by using the PA-PE materials in combination with cover gas with a rate of 5% oxygen.

Inhaltsverzeichnis

1	Ziel und Aufgabenstellung des Projekts _____	1
1.1	Planung und Ablauf des Projekts _____	2
1.2	Wissenschaftlicher und technischer Stand _____	3
1.2.1	Teilbereich 1: Identifizierung ökologischer und gesundheitlich unbedenklicher Bindemittel zur Heißherstellung von heißen oder kalten Fertiggerichten. _____	3
1.2.1.1	Stärken _____	3
1.2.1.2	Dickungs- und Geliermittel _____	6
1.2.2	Teilbereich 2: Identifizierung ökologischer und gesundheitlich unbedenklicher Antioxidantien und antioxidativer Stoffe zur Herstellung von abgepackten Salaten und Gemüsen _____	10
1.2.2.1	Antioxidantien _____	10
1.2.2.2	Antioxidative Lebensmittel _____	12
1.2.3	Teilbereich 3: Identifizierung optimaler Gasmischungen und Verpackungsmaterialien zur Verpackung von Salaten und Gemüsen unter Schutzatmosphäre. _____	13
1.2.3.1	Schutzatmosphäre _____	13
1.2.3.2	Verpackungsmaterialien _____	15
1.3	Erweiterung der betrieblichen Ressourcen _____	18
1.4	Eingesetzte Materialien und Methoden _____	18
1.4.1	Material und Methoden zum Teilbereich 1 „Bindemittel“ _____	18
1.4.1.1	Rohstoffe _____	18
1.4.1.2	Zusatzstoffe _____	19
1.4.1.3	Rezepturen _____	19
1.4.1.3.1	Helle Sauce auf Milchbasis _____	20
1.4.1.3.2	Sauce auf Tomatenbasis _____	20
1.4.1.3.3	Dessertzubereitung auf Fruchtbasis _____	21
1.4.1.3.4	Dessertzubereitung auf Milchbasis _____	21
1.4.1.4	Technologie der Herstellung _____	21
1.4.1.5	Verpackung und Lagerung _____	22
1.4.1.6	Geräte _____	22
1.4.1.7	Sensorisch-organoleptische Beurteilung _____	22
1.4.1.8	Viskositätsmessung _____	23
1.4.2	Material und Methoden zum Teilbereich 2 „Antioxidantien und antioxidative Stoffe“ _____	24
1.4.2.1	Rohstoffe _____	24
1.4.2.2	Zusatzstoffe, Antioxidative Zutaten _____	24
1.4.2.3	Verpackungsmaterialien _____	25

1.4.2.4	Rezepturen	25
1.4.2.4.1	Salat, geschnitten	25
1.4.2.4.2	Gemüsemischung	25
1.4.2.5	Technologie der Herstellung	26
1.4.2.6	Verpackung	26
1.4.2.7	Lagerung	27
1.4.2.8	Geräte	27
1.4.2.9	Sensorische Beurteilung	27
1.4.2.10	Mikrobiologische Untersuchung	28
1.4.2.11	Messung Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt	29
1.4.3	Material und Methoden zum Teilbereich 3 „Schutzatmosphäre und Verpackung“	30
1.4.3.1	Rohstoffe	30
1.4.3.2	Gase bzw. Gasgemische	30
1.4.3.3	Verpackungsmaterialien	31
1.4.3.4	Rezepturen	32
1.4.3.4.1	Salat, geschnitten	32
1.4.3.4.2	Gemüsemischung	32
1.4.3.5	Technologie der Herstellung	32
1.4.3.6	Verpackung	32
1.4.3.7	Lagerung	33
1.4.3.8	Geräte	33
1.4.3.9	Sensorische Beurteilung	33
1.4.3.10	Messung Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt	33
1.4.3.11	Mikrobiologische Untersuchung	34
2	Ergebnisse	35
2.1	Darstellung der wichtigsten Ergebnisse zum Teilbereich 1 „Bindemittel“	35
2.1.1	Ergebnisse Grundsauce hell	35
2.1.1.1	Sensorik	36
2.1.1.2	Viskosität und Konsistenz	40
2.1.2	Ergebnisse Grundsauce „Tomate“	43
2.1.2.1	Sensorik	44
2.1.2.2	Viskosität und Konsistenz	47
2.1.3	Ergebnisse Einsatz Bindemittel in Dessertbereitung Milch	50
2.1.3.1	Sensorik	51
2.1.3.2	Viskosität und Konsistenz	54
2.1.4	Dessertzubereitung Frucht	56

2.1.4.1	Sensorik _____	56
2.1.4.2	Viskosität und Konsistenz _____	59
2.2	Darstellung der wichtigsten Ergebnisse zum Teilbereich 2 „Antioxidantien und antioxidative Zutaten“ _____	61
2.2.1	Entwicklung der Gaszusammensetzungen in der Verpackungsatmosphäre _____	61
2.2.1.1	Salat _____	61
2.2.1.2	Gemüse _____	63
2.2.2	pH-Wert _____	65
2.2.3	Mikrobiologie _____	66
2.2.3.1	Salat _____	66
2.2.3.2	Gemüse _____	69
2.2.4	Sensorik _____	73
2.2.4.1	Salat _____	73
2.2.4.2	Gemüse _____	77
2.3	Darstellung der wichtigsten Ergebnisse zum Teilbereich 3 „Schutzatmosphäre und Verpackung“ _____	82
2.3.1	Entwicklung der Gaszusammensetzungen in der Verpackungsatmosphäre _____	82
2.3.1.1	Salat _____	82
2.3.1.2	Gemüse _____	85
2.3.2	pH-Wert Entwicklung: _____	87
2.3.3	Mikrobiologie _____	88
2.3.3.1	Salat _____	88
2.3.3.2	Gemüse _____	91
2.3.4	Sensorik _____	94
2.3.4.1	Salat _____	94
2.3.4.2	Gemüse _____	102
3	Diskussion _____	110
3.1	Diskussion der Ergebnisse zum Teilbereich 1 „Bindemittel“ _____	110
3.2	Diskussion der Ergebnisse zum Teilbereich 2 „Antioxidantien“ _____	113
3.3	Diskussion der Ergebnisse zum Teilbereich 3 „Schutzatmosphäre und Verpackung“ _____	115
4	Zusammenfassung und Empfehlungen _____	121
5	Gegenüberstellung geplante – erreichte Ziele, Ausblick auf noch offene Fragestellungen _	125
6	Literaturverzeichnis _____	128
7	Anhang _____	131

1 Ziel und Aufgabenstellung des Projekts

In den letzten Jahren ist bezüglich des Ernährungsbewusstseins und der Essgewohnheiten ein grundlegender Wertewandel beim deutschen Konsumenten eingetreten (15). Das Gesundheitsbewusstsein lässt den Absatz für Bioprodukte wachsen. „Bio“ hat beim Verbraucher einen hohen Bekanntheitsgrad, jedoch wird dieser Begriff weniger mit „Genuss“ in Verbindung gebracht als vielmehr mit den gesundheitlichen Aspekten der Herstellung ökologisch erzeugter Lebensmittel. Häufigste Verknüpfungen mit dem Wort „Bioprodukt“ sind beim Verbraucher „ohne Chemie“, „natürlich“ und bisweilen negativ „teuer“. (41)

Aber gerade Wellnessprodukte, Fertiggerichte und Convenienceprodukte sind stark wachsende Elemente im Lebensmittelmarkt (13, 14, 23, 24, 25). In der konventionellen Lebensmittelfertigung zulässige Zutaten und Zusatzstoffe können jedoch in der Produktion ökologisch erzeugter Produkte nur eingeschränkt verwendet werden, da die Zulassungen entweder durch die EU oder durch die Anbauverbände fehlen. (33, 34, 35). Hieraus resultiert ein wesentlicher Nachteil für den stark wachsenden Bereich der Öko-Convenience-Lebensmittel. Dieser ist somit auf praxistaugliche Lösungen angewiesen, um den Nachteil gegenüber konventionellen Produkten zu verringern. Die Verbesserung der Haltbarkeit von Bioprodukten, sowie eine Optimierung ihrer physikalischen, mikrobiologischen und sensorischen Beschaffenheit und so der wahrgenommenen Qualität durch den Verbraucher fördert die Akzeptanz und Nachfrage, und damit das Angebot von Bioprodukten im Lebensmitteleinzelhandel, in der Systemgastronomie und in der Gemeinschaftsverpflegung.

Ziel des Forschungsvorhabens war es daher, die Eignung zulässiger Zusatzstoffe und funktioneller Zutaten hinsichtlich des Einsatzes in ökologisch erzeugten Convenience-Produkten zu untersuchen und zu optimieren. Auf diese Weise können die qualitativen Eigenschaften dieser Produkte verbessert und zu konventionell gefertigten Produkte in bestimmten Teilbereichen vergleichbar gemacht werden. Dies galt insbesondere für Fertigungs- bzw. Herstellungsprozesse im großküchentechnischen Maßstab.

Der Fokus liegt im Rahmen des Forschungsvorhabens auf der Stabilisierung der Konsistenz bzw. Bindungen bei Saucen unterschiedlicher Basis über marktübliche Lagerzeiten von 21 Tagen, sowie der mikrobiologischen und sensorischen Stabilisierung von frischen abgepacktem Gemüse und Salaten durch zugelassene Antioxidantien und Zutaten mit antioxidativer Wirkung bzw. durch unterschiedlicher Verpackungs- und Schutzatmosphären. Die Ergebnisse sollen für Großküchen anwendbar sein, die gefertigte Produkte für den Lebensmitteleinzelhandel, für die Systemgastronomie und für Kantinen der Gemeinschaftsverpflegung wie Schulen, Krankenhäusern und Betriebe.

Das Forschungsvorhaben gliedert sich daher in drei Teilbereiche:

1. Identifizierung ökologischer und gesundheitlich unbedenklicher Bindemittel, die sich zur Herstellung von heißen oder kalten Fertiggerichten eignen.
2. Identifizierung ökologischer und gesundheitlich unbedenklicher Antioxidantien und antioxidativer Stoffe zur Herstellung von abgepackten Salaten und Gemüsen.
3. Identifizierung optimaler Gasmischungen und Verpackungsmaterialien zur Verpackung von frischen, geschnittenen Salaten und Gemüsen unter Schutzatmosphäre.

1.1 Planung und Ablauf des Projekts

01.04. 2007 – 31.06.2007: Projektvorbereitung: Recherche und Einrichtung

Recherche vorhandener und potenziell geeigneter Bindemittel,
Antioxidantien, Verpackungen und Schutzatmosphären

- Aufbau des Internetportals
- Einrichtung der notwendigen Technik
- Aufbau der F&E Strukturen

01.07. 2007 – 31.12.2008: Identifikation geeigneter Lösungsmöglichkeiten mit Testreihen

- Testreihen unter Praxisbedingungen
- Ausgewählte Testreihen unter Großküchenbedingungen

01.01. 2009 – 30.04.2009: Auswertung und Dokumentation der Ergebnisse

Verlängerung bis 30.08.09 ohne Förderzuschüsse

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Wissenschaftliche Grundlagen, welche explizit den ökologischen Sektor der Lebensmittelfertigung betrachten, sind kaum publiziert. Die Basis der Literaturrecherche bilden daher Erkenntnisse aus dem konventionellen Bereich. Die zu verwendenden Zutaten, Zusatzstoffe und Verpackungskomponenten wurden daher auf Grundlage rechtlicher Zulassungen durch EU sowie der deutschen Anbauverbände, der eingehenden Literaturrecherche und durch Lieferanteninformationen ausgewählt. Rechtliche Grundlage bilden unter anderem die Zusatzstoff – Zulassungsverordnung, die EG-Öko-Verordnung VO (EG) Nr. 834/2007, geändert durch VO (EG)Nr. 967/2008, §30-31 des LFGB, der Bedarfsgegenständeverordnung (BGVO) und die Richtlinie 95/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über andere Lebensmittelzusatzstoffe als Farbstoffe und Süßungsmittel (vom 20. Februar 1995), geändert durch Richtlinie 2001/5/EG (12. Februar 2001) (30, 31, 32)

1.2.1 Teilbereich 1: Identifizierung ökologischer und gesundheitlich unbedenklicher Bindemittel zur Heißherstellung von heißen oder kalten Fertiggerichten.

Grundlage der Betrachtung ökologischer und gesundheitlich unbedenklicher Bindemittel zur Verwendung in Fertiggerichten aus Rohstoffen kontrolliert biologischen Anbaus stellen die nativen Stärken bzw. Quellstärken und die zugelassenen Verdickungsmittel, nach EG-Öko-Verordnung VO (EG) Nr. 834/2007, geändert durch VO (EG)Nr. 967/2008, dar.

1.2.1.1 Stärken

Native Stärken werden in der Lebensmittelherstellung hinsichtlich ihrer rheologischen Eigenschaften als Gelier- und Verdickungsmittel eingesetzt. In der Funktion als Hydrokolloid dienen sie zur Regulierung bzw. Stabilisierung von Fließeigenschaften sowie Struktur- und Texturveränderungen, zur Filmbildung, Umhüllung und/oder als suspendierende, emulgierende bzw. grenzflächenaktive Substanzen. Desweiteren beeinflussen sie durch ein glattes, rauhes oder gallertiges „Mundgefühl“ maßgeblich die sensorische Wahrnehmung des Lebensmittels. (2). Viskosität und Gelfestigkeit haben hierbei die stärksten Einflüsse auf die texturalen Eigenschaften des Endproduktes. (39) Stärke, als Reservekohlenhydrat in Form von Stärkekörnern aufgebaut, besteht im wesentlichen aus den zwei räumlich angeordneten Glucanen, Amylose und Amylopektin. Der Mengenanteil, abhängig von Art und Herkunft der Stärke, wie auch das Mengenverhältnis der Glucane, durchschnittlich Amylose 20-30%, Amylopektin 70-80%, und die Größe der Stärkekörner bzw. – körnerpakete beeinflussen maßgeblich die Funktionalität im späteren Endprodukt . (1, 2, 3)

Stärkeart	Teilchen \varnothing (μm)	Verkleisterungstemperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Amylosegehalt (%)	Quellvermögen bei 95°C (c- fach)
Weizen	2-8, 20-30	52-64	20-27	21
Mais	8-26	61-75	20-32	24
Kartoffel	5-8, 25-100	58-66	20-27	10000

Tabelle 1 Aufbau verschiedener nativer Stärken (1)(2) (28)

Grundlage für den Einsatz von Stärken als Verdickungsmittel in Lebensmittel ist die Eigenschaft der Stärkekörner in wässrigen Suspensionen zu quellen und unter Temperatureinwirkung Kleister und Gele hoher Viskosität zu bilden. Während der Phasen der Stärkeverkleisterung wird die Kornstruktur zerstört. Freies Wasser lagert sich an die Stärkeketten an und bei steigender Temperatur lösen sich die Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Stärkemolekülen. Die Folge ist ein Aufquellen des Stärkekorns. Der Amylopektinanteil steigt, da die Amylose bevorzugt in wässrige Lösung geht. Das Amylopektin dehnt sich bei Hydratation stark aus bis es zum Zerfall des Stärkekorns kommt. Die maximale Viskosität wird im Gleichgewicht von Verkleisterungsreaktion und Abbau der intermolekularen Kräfte erreicht. Je kleiner die Körner, desto höher ist die Verkleisterungstemperatur. Die Viskosität nimmt in Folge des fortgesetzten Abbaus der Wasserstoffbrückenbindungen und des Kornzerfalls ab (1, 2, 28). Im kalten Zustand erreichen die Produkte ihre endgültige Viskosität.

Die qualitativen Anforderungen an Stärken in der Lebensmittelindustrie sind hoch, um hochwertige Produkt zu garantieren. Hierbei müssen Retrogradation und die Synärese weitgehend ausgeschlossen werden, da sie zu einem nachhaltigen Viskositätsverlust führen und eine Verschlechterung der wahrgenommenen Qualität bewirken. Retrogradation, bezeichnet dabei einen irreversiblen Übergang von einem gelösten bzw. stark gequollenen Zustand zu einem unlöslichen, entquollenen und mikrokristallinen Zustand der Stärke, bei dem es zur Wasserfreisetzung, der Synärese kommt. Vor allem Amylosegele neigen zur Retrogradation. Sie wird gefördert durch niedrige Temperaturen um 0°C , neutralen pH-Werten und hohen Konzentrationen sowie Abwesenheit grenzflächenaktiver Stoffe. Sie ist weiterhin abhängig vom Molekulargewicht und Art der Stärke (Kartoffel < Mais < Weizen). (5)

In der Fertigung biologisch erzeugter Lebensmittel sind vor allem native Stärken von Bedeutung, wie z.B. Kartoffel-, Mais- und Weizenstärke.

Weizenstärke bildet opake Gele, von weicherer Textur als Kartoffelstärke. Die Anwesenheit von Gluten kann dabei die Gelantinierung beeinflussen. (40) Die Stärkekörner sind oval-sphäroidisch und bilden in wässriger Suspension beim Erhitzen kleisterhafte, fadenziehende bis schleimige Gele. Die Festigkeit ist abhängig vom Mineralgehalt der Suspension (1, 28). Sie sind neutral im Geschmack und relativ gefrierstabil.

Maisstärkekörner sind rund-polygonal und besitzen einen vergleichsmäßig hohen Amylosegehalt. Dadurch wird die maximale Viskosität erst relativ spät erreicht. Nach der Abkühlung bildet sie stabile, opake Gele, welche bis pH 4 stabil bleiben. (1, 28). Wachsmaisstärke, gewonnen aus genetisch modifizierten Maissorten, hat einen Amylopektingehalt von ca. 99 Prozent. Sie bildet klare, hochviskose, transparente Kleister, welche gefrierstabil sind und kaum zu Retrogradation neigen durch den niedrigen Amylosegehalt.

Kartoffelstärke bildet zähe, kleisterhafte, fadenziehende bis schleimige Gele, welche je nach Kochsalzkonzentration eine Erhöhung oder Erniedrigung der Viskosität zeigen. Ein niedriger pH-Bereich unter 5 kann ebenfalls zu einer deutlichen Verminderung der Viskosität führen.

1.2.1.2 Dickungs- und Geliermittel

Versuchsgegenstand innerhalb des Forschungsprojektes sind zugelassene Zusatzstoffe nach EG-Öko-Verordnung VO (EG) Nr. 834/2007, geändert durch VO (EG) Nr. 967/2008. Hierbei handelt es sich um in Tab. 2 dargestellte Substanzen.

E-Nummer	Bezeichnung	Aufbereitung von Lebensmitteln		Anwendungsbedingungen
		Pflanzlichen Ursprungs	Tierischen Ursprungs	
E 400	Alginsäure	X	X	Milcherzeugnisse (2)
E 401	Natriumalginat	X	X	Milcherzeugnisse (2)
E 402	Kaliumalginat	X	X	Milcherzeugnisse (2)
E 406	Agar-Agar	X	X	Milcherzeugnisse und Fleischerzeugnisse (2)
E 407	Carrageen	X	X	Milcherzeugnisse (2)
E 410	Johannisbrotkernmehl	X	X	
E 412	Guarkernmehl	X	X	
E 414	Gummi arabicum	X	X	
E 415	Xanthan	X	X	
E 440	Pektin	X	X	Milcherzeugnisse (2)
(2) Die Einschränkung gilt nur für tierische Erzeugnisse.				

Tabelle 2 Gelier- Verdickungsmittel nach EG-Öko-Verordnung VO (EG) Nr. 834/2007

Alginate bzw. Alginensäuren, aus D-Mannuronsäure und L-Guluronsäure aufgebaut, werden aus den Zellwänden der Braunalgen gewonnen. Sie bilden schon in geringer Konzentration und bei Anwesenheit von Säuren und Metallionen (Calcium) klare Gele hoher Viskosität, die im pH-Bereich von 5-10 weitestgehend stabil sind. Die Beschaffenheit der Gele ist vom Verhältnis von D-Mannuronsäure und L-Guluronsäure abhängig, welches stark von der Provenienz abhängt. (1, S. 155ff) Alginate stabilisieren neben der Konsistenz auch die Farbe der Lebensmittel. Anwendung finden sie vor allem in Milcherzeugnissen, wie auch Diät- und Lightprodukten, Backwaren, Tiefkühl- und Fertigerzeugnissen, sowie Feinkost und Speiseeis. (43) Für Lebensmittel mit niedrigen pH-Wert sind sie nicht geeignet. In ökologisch erzeugten Lebensmitteln ist nach EG Öko-VO nur der Einsatz

von E 400, E 401 und E 402 erlaubt, bei den Anbauverbänden Bioland oder Demeter sind sie gar nicht vorgesehen.(3)

Entsprechende Alginsäure bzw. Alginate sind nach ZZulV, Anl. 4A keiner Höchstmengenbeschränkung in Lebensmitteln unterworfen, werden aber mit einem ADI (acceptable daily intake) von 0-25 mg pro Kilogramm Körpergewicht ausgewiesen. Mit Mineralstoffen aus Lebensmitteln, z.B. Eisen, bildet Alginsäure schwerlösliche Verbindungen, was die Aufnahme wichtiger Mineralstoffe und Spurenelemente behindern kann. Für Nahrungseiweiße kann dies in ähnlicher Form gelten. (43)

Agar Agar wird aus den Zellwänden der Rotalgen gewonnen und kann in zwei Fraktionen, Agerose 55-60 % und Agarpektin 40-45 %, eingeteilt werden. Agargele, stark vom pH-Wert und Elektrolytgehalt abhängig, sind opak, hitzestabil und geschmacksneutral, neigen aber zur Synerese. (1, S. 155) Agar ist ein hochwirksames Geliermittel, in Kaltwasser nicht löslich, welches schon in 1 %iger Lösung unter 35°C stabile, schnittfeste Gele bildet. Der hohe Schmelzpunkt, ab 59°C, begünstigt stabile Texturen für den Einsatz in Süßwaren, Geleefrüchten und Gummiartikeln. Nachteilig ist die dadurch geminderte Freisetzung von Aromen, welche zu einem völlig anderen, reduzierten Geschmacksprofil führen kann.

Als Zusatzstoff ist Agar ohne Höchstmengenbeschränkung zugelassen. In Konzentrationen von 4-5 g/kg Lebensmittel wirkt Agar Agar leicht laxativ, ein ADI ist aber nicht ausgegeben. Für den menschlichen Organismus ist die Substanz unverdaulich und zählt zu den Ballaststoffen. (42)

Carrageen bzw. Carrageenane sind wie Agar-Agar natürlich, in bestimmten Rotalgen vorkommende Polysaccharide und bilden klare, schmelzende Gele, welche jedoch unter einem pH-Wert von 5 nicht stabil sind. Carrageen ist als Lebensmittelzusatzstoff ohne Höchstmengenbeschränkungen z. B. für Lightprodukte, Getränke (wo es Trübungen beseitigt), Milchprodukte (z. B. wärmebehandelte Sahne, in der es das Entmischen von Fett und Wasser verhindert), Milchmixgetränke, Eiscreme und Desserts zugelassen. (1,42,43) Der ADI-Wert beträgt 75 mg/kg Körpergewicht. Im Forschungsprojekt findet Carrageen keine Anwendung, da, obwohl nach EG Öko-VO zugelassen, in Tierversuchen Geschwürbildungen und Veränderungen im Immunsystem festgestellt wurden. Carrageen steht im Verdacht, bei hierfür empfindlichen Menschen Allergien bzw. Pseudoallergien auszulösen. Möglicherweise wird darüber hinaus die Aufnahme von wichtigen Nährstoffen (z. B. Spurenelementen) im Darm behindert. Dies ist auch die Grundlage für die Anbauverbände, den Einsatz von Carrageen nicht in ihre Richtlinien aufzunehmen. (3,43)

Johannisbrotkernmehl ist ein Galactomannan pflanzlichen Ursprungs und wird aus den Samen des Johannisbrotbaums (*Ceratonia siliqua*) gewonnen. Die Verwendung von Johannisbrotkernmehl als Verdickungsmittel ist vielfältig und wird bevorzugt in Lightprodukten, Fleisch- und Wurstwaren,

Feinkostsaucen, Eiscreme und Weichkäse eingesetzt (1, 2). Johannisbrotkernmehl bildet in wässrigen Lösungen schon in geringen Mengen stabile, kurze Gele, welche weitestgehend unempfindlich gegen Säuren, Salze und thermische Einflüsse sind. (42) Desweiteren stabilisiert es Emulsionen und verhindert Kristallbildung (z.B. bei Laktose). In Verbindung mit Xanthan, Carrageen, Agar oder Alginat treten synergistische Wirkungen auf, die die Gelierwirkung drastisch steigern. Johannisbrotkernmehl ist als Zusatzstoff für die Verwendung in Lebensmitteln „quantum satis“, also ohne Höchstmengenangaben, zugelassen. Ein ADI-Wert ist nicht festgelegt. Da es von den Verdauungsenzymen nicht abgebaut wird, hat es eine abführende Wirkung. Darüber hinaus senkt es den Cholesterinspiegel und verringert in geringem Maß die Eiweißverdauung. Möglicherweise kann es bei hierfür empfindlichen Menschen allergieauslösend wirken. (43) Bei den Anbauverbänden Bioland und Demeter ist Johannisbrotkernmehl nur eingeschränkt, vorwiegend für Milcherzeugnisse zugelassen. (3)

Guarkernmehl ist ein Galactomannan pflanzlichen Ursprungs, wird aus den Keimlingen der Guarpflanze gewonnen und ist ähnlich aufgebaut wie das Polysaccharid Johannisbrotkernmehl. Guar bildet, in Abhängigkeit von Scherkräften, schon in geringen Konzentrationen hochviskose Lösungen, welche im pH-Bereich 1 -10 weitestgehend stabil sind. (44) Guar wird bevorzugt in z. B. in Saucen, Fertigsalaten, Eiscreme, Brot und Backwaren verwendet (1,2). Die Textur von Produkten mit Guar ist verhältnismäßig lang, der Viskositätsverlust bei steigender Temperatur ist reversibel (29). Guar bildet die gleichen synergistischen Wirkungen aus wie Johannisbrotkernmehl, wirkt viskositätserhöhend in Zusammenhang mit Stärke und unterdrückt in Lebensmittel das Auftreten von Synärese (44). Guarkernmehl ist für Lebensmittel ohne Höchstmengenbeschränkungen zugelassen. Es scheint eine Rolle bei der Auslösung von Allergien zu spielen. Der Verzehr großer Mengen kann Blähungen und Bauchkrämpfe auslösen. Möglicherweise führt die Substanz auch zu Störungen der Eiweißverdauung. Eine abschließende toxikologische Bewertung steht allerdings noch aus. (1,3, S. 15; 43)

Gummi Arabicum ist ein komplexes Polysaccharid und wird aus dem Harz verschiedener afrikanischer Akazienarten gewonnen. Anwendung findet es nicht nur als Gelier- und Verdickungsmittel, sondern auch als Füllstoff, Trägerstoff für Aromen und Stabilisatoren von Dispersionen und Schäumen. (43) Gummi Arabicum wirkt selber kaum verdickend, bildet in Abhängigkeit vom pH-Wert aber farb- und geschmacklose Gele, welche bei 6-8 ihr Maximum an Viskosität erreichen. (1) Als Zusatzstoff ist für Lebensmittel ohne Höchstmengenbeschränkungen zugelassen. Ein ADI-Wert ist nicht festgelegt. Gelegentlich kann er bei hierfür empfindlichen Personen allergische Reaktionen auslösen. Der Einsatz ist bei den Anbauverbänden Bioland und Demeter nicht zugelassen. Eine Untersuchung Gummi Arabicums wurde im Rahmen des

Forschungsvorhabens nicht vorgenommen. Die eingeschränkte pH-Stabilität und das geringe Bindungsvermögen schränken den Einsatz in Saucen stark ein. Die nützliche Eigenschaft der Stabilisation von Schäumen und Emulsionen war nicht Fokus der Untersuchungen. (44)

Xanthan ist ein Fermentationsprodukt des Bacteriums *Xanthomonas campestris*. Es handelt sich um ein Cellulosederivat mit hohem Molekulargewicht, dessen Gele hohe Temperatur- (bis 130°C), Salz-, Gefrier-, Tau-, Enzym- und pH-Stabilität (pH-2-11) zeigen. (40) Elektrolyte erhöhen und stabilisieren sogar die Viskosität. Produkte die Xanthan enthalten, verhalten sich unter Scherbelastung tixotroph. Xanthan wird bevorzugt in Feinkostsoßen, Konserven, Instantprodukten und Lightprodukten eingesetzt (1, 2, 4, 29). Xanthan ist nach ZZuVo und EG-ÖkoVO allgemein ohne Höchstmengenbegrenzung zugelassen. Bioland und Demeter sehen den Einsatz in ökologisch erzeugten Lebensmitteln in ihren Richtlinien nicht vor.

Pektin ist der Oberbegriff für eine Gruppe löslicher Ballaststoffe, welche vorwiegend aus Äpfeln und Zitrusfrüchten gewonnen wird. Man unterscheidet zwischen hoch-, niederveresterten und amidierten Pektinen. Hochveresterte Pektine bilden nur in Gegenwart von Säuren (pH <3,5) und hohem Zuckergehalten (> 55 %) klare, nicht schmelzbare Gele. Eingesetzt als Geliermittel werden sie vorwiegend in Konfitüren, Marmeladen, Geleefrüchten oder stabilisierend in Frucht- bzw. Salatsaucen. Niederveresterte Pektine benötigen zur Bildung von Gelen zweiwertige Metallionen, z.B. Calcium, welches den Einsatz in Milcherzeugnissen induziert. Pektine sind als Lebensmittelzusatzstoffe ohne Höchstmengenbeschränkung für Lebensmittel allgemein, Ausnahme Babynahrung und gluten freier Kost, zugelassen und gelten als gesundheitlich unbedenklich. Eine Untersuchung innerhalb des Forschungsvorhabens fand nicht statt. (3)

1.2.2 Teilbereich 2: Identifizierung ökologischer und gesundheitlich unbedenklicher Antioxidantien und antioxidativer Stoffe zur Herstellung von abgepackten Salaten und Gemüsen

Gegenstand dieses Teilbereiches ist die Untersuchung funktioneller Einflüsse von Antioxidantien bzw. antioxidativ wirkender Lebensmittel auf die Lagerfähigkeit von geschnittenen Salaten und Gemüsen. Diese sind bei längeren Lagerzeiten einer Vielzahl von qualitätsbeeinflussenden Faktoren ausgesetzt, z.B. oxidativem Stress, mikrobiologischer Belastung, enzymatischem Abbau oder strukturellen Alterungserscheinungen. So werden während der Lagerung die pflanzlichen Säuren sowie Cellulose und Pektin aus den pflanzlichen Zellwänden abgebaut. Die Folge ist das Erweichen von Salat und Gemüse. Desweiteren verliert Salat in Abhängigkeit von den Lagerbedingungen durch den Chlorophyllabbau seine Farbe. Bei roter Paprika sorgen Xanthophylle, eine Untergruppe der Carotinoide, für die Farbgebung. Carotinoide haben selber eine antioxidative Wirkung, bleichen aber über einen längeren Zeitraum aus (1, 20). An den Schnittstellen bei Salat oder Gemüse tritt infolge des Verarbeitungsschritts des Zerkleinerns oder einer Beschädigung vor der Lagerung die enzymatische Bräunung ein. Dies geschieht durch die Bildung von Melanin durch Phenoloxidation (1, 2, 25).

Die Zwiebel ist an der Oberfläche besiedelt mit Bodenorganismen, im Inneren aber keimfrei. Die Oberfläche von Paprika, Zucchini und Salat kann durch Luft, Spritzwasser, Insekten und Tiere kontaminiert werden. Durch die Zerkleinerung von Salat und Gemüse erhalten die Mikroorganismen an den Schnittstellen ein nährstoffreiches Milieu. Je höher der Zerkleinerungsgrad desto besser die Wachstumsbedingungen (19, 25). Während der Lagerung sollte daher die Temperatur so gering wie möglich sein um den Stoffwechsel von Pflanzen und Mikroorganismen so gering wie möglich zu halten (19).

1.2.2.1 Antioxidantien

Antioxidantien werden den Lebensmitteln gezielt zugesetzt, um die Bildung von Oxidationsprodukten hinauszuzögern (1, 10). Fast alle Lebensmittelinhaltsstoffe einschließlich der Proteine, Lipiden und Kohlenhydrate sind oxidierbare Substrate (10). Antioxidantien agieren als Radikalfänger oder, wenn sie Schwefel und/ oder Phosphor enthalten, als Peroxid-Zersetzer. Sie müssen gesundheitlich unbedenklich sein, bereits in geringen Konzentrationen (100-500ppm) wirken, den Lebensmittelverarbeitungsprozess unbeschadet überstehen und dürfen die Sensorik des Lebensmittels nicht beeinflussen. Antioxidantien fangen Radikale durch Wasserstoffübertragung ab. Diese Aktion verläuft schneller als die Neubildung von Radikalen und führt damit zu einer Hemmung des Bildungsprozesses (1, 2). Nach EG-Öko-VO sind Ascorbinsäure und Zitronensäure als Zusatzstoffe in ökologischen Lebensmitteln zugelassen.

Ascorbinsäure (E300)

Ascorbinsäure ist die chemische Bezeichnung für Vitamin C. Ascorbinsäure verzögert z.B. die Braunverfärbungen bei angeschnittenem Obst und Gemüse durch Oxidation mit Luftsauerstoff. Generell ist Ascorbinsäure ohne Höchstmengenbeschränkung (quantum satis) für Lebensmittel zugelassen. Ausnahmen sind unbehandelte- und solche Lebensmittel, die nach dem Willen des Gesetzgebers nicht durch Zusatzstoffe verändert werden dürfen. Ascorbinsäure ist gesundheitlich unbedenklich, wasserlöslich und wird über den Harn ausgeschieden. Wird sie aus technologischen Gründen eingesetzt, darf sie nicht als Vitamin C deklariert werden (6).

Zitronensäure (E330)

Zitronensäure kann unter anderem als Antioxidationsmittel verwendet werden. Sie ist das Zwischenprodukt des Energiestoffwechsels (Zitronensäurezyklus) und damit Bestandteil jeder lebenden Zelle. Zitronensäure bildet Komplexe mit Schwermetallen und sorgt damit für einen Erhalt der Farben, Aromen und Vitaminen in vielen Lebensmitteln während der Lagerung. Generell ist Zitronensäure ohne Höchstmengenbeschränkung (quantum satis) für Lebensmittel zugelassen. Ausnahmen sind unbehandelte- und solche Lebensmittel, die nach dem Willen des Gesetzgebers nicht durch Zusatzstoffe verändert werden dürfen. Zitronensäure gilt gesundheitlich als unbedenklich, kann allerdings infolge des industriellen Herstellungsverfahrens allergische Reaktionen bei Schimmelpilzallergikern hervorrufen und wirkt als starke Säure Karies fördernd (6). Purer Zitronensaft enthält große Mengen an Zitronensäure. Der Säureanteil am Feuchtgewicht der Frucht beträgt nahezu 5% (1).

Ascorbinsäure und Zitronensäure sind schwache Säuren, die in wässriger Lösung nur teilweise dissoziieren. Die Bildung von Acetat-Ionen sinkt zudem mit sinkendem pH-Wert. Nur neutrale Säuremoleküle können die Zellmembran der Mikroorganismen passieren und so ins Innere der Keime eindringen, wo die Dissoziation stattfindet. Die geladenen Teilchen können die Zellmembran nicht mehr nach außen passieren und greifen in den Stoffwechselprozess der Mikroorganismen ein. Neben der Schaffung eines ungünstigeren, sauren pH-Milieus hemmen schwache Säuren zusätzlich den Stoffwechsel der Keime (26, 27).

1.2.2.2 Antioxidative Lebensmittel

Lebensmittel, meist Kräuter oder Gewürze, können durch eigene Inhaltsstoffe auf chemischem Weg den Lebensmittelverderb durch Autoxidation, lebensmitteleigene Enzyme und einwirkende Mikroorganismen hinauszögern (10). Sie besitzen gegenüber herkömmlichen Antioxidantien einige Vorteile. Sie sind für jeden Gebrauch GRAS (generally recognized as safe) und ohne Beschränkung dosierbar. Werden sie als Würzmittel eingesetzt, muss die zusätzliche antioxidative Wirkung nicht deklariert werden (10).

Rosmarin

Rosmarin enthält zu 0,35% die antioxidativ wirkenden Carnosolsäure und Carnosol (1, 10, 18), der Gesamtphenolgehalt liegt bei 0,70% (18). Reine Carnosolsäure ist lebensmittelrechtlich als Zusatzstoff nicht zugelassen. In Sparten der Lebensmittelindustrie, besonders zur Hemmung der Fettautoxidation und zur Hemmung der oxidativen Braunfärbung und des Farbabbaus, wird Rosmarinextrakt eingesetzt (1, 2, 7, 9, 10). Zudem wirkt es antibakteriell (8, 18).

Ingwer

Ingwer besitzt deutlich messbare antioxidative Eigenschaften, die auf die enthaltenden phenolischen Substanzen Zingeron, 6-Shogaol und 6-Gingerol zurückzuführen sind (10, 11, 12, 17), der Gesamtphenolgehalt liegt bei 0,23%. Die ätherischen Öle der Gewürze enthalten ebenfalls kleine Moleküle, die leicht in das Zellinnere von Mikroorganismen gelangen. Dort hemmen sie die Vermehrung der Mikroorganismen durch Erhöhung der Zellmembrandurchlässigkeit, Störung der Enzymtätigkeit und Eingriff in das genetische Material (10, 18, 19).

Die Phenole bzw. phenolische Verbindungen sind antioxidativ wirkende Redoxsysteme und besitzen als chemische Gruppe den höchsten Wirkungsgrad. Die Wirkungsmechanismen sind unterschiedlich und noch nicht vollständig untersucht. Durch Destillation und Extraktion werden die Inhaltsstoffe in Konzentraten angereichert und sind so wirkungsvoller in der Anwendung und zudem auch keimfrei. Die Aussagen zu spezifischen Wirkungsgraden einzelner Gewürze auf einzelne Mikroorganismen sind allerdings widersprüchlich und bedürfen einer gründlichen Erforschung, da die Wirkung von sehr vielen Einflussfaktoren, z.B. Zusammensetzung oder Gewinnung eine Rolle spielt (10, 18, 19). Während es bereits Literaturangaben zur antioxidativen Wirkung von Rosmarin und Ingwer bezüglich Fleisch und fetthaltigen Produkten gibt (1, 2, 7, 10, 18) existieren diese noch nicht für frische Salate oder Gemüse.

1.2.3 Teilbereich 3: Identifizierung optimaler Gasmischungen und Verpackungsmaterialien zur Verpackung von Salaten und Gemüsen unter Schutzatmosphäre.

1.2.3.1 Schutzatmosphäre

Die Verpackung von Convenience Food und frischen Produkten unter Schutzatmosphäre ermöglicht den Spagat zwischen den Verbraucheranforderungen nach mehr Frische, ohne chemischen Zusätze und einer langen Haltbarkeit (23, 25). Die Anforderung an die Schutzatmosphäre richtet sich spezifisch an das jeweilige Produkt, in diesem Fall frischem Gemüse. Die Zusammensetzung der Atmosphäre in der Verpackung ändert sich während der Lagerdauer kontinuierlich, bedingt durch biogene Atmung, biochemische Veränderungen und langsames Entweichen der Gase durch die Verpackung. (45) Allgemein entsteht innerhalb eines Folienbeutels ein Milieu, welches das Wachstum von Mikroorganismen fördert. Geprägt durch hohe Luftfeuchtigkeit, sinkendem O₂-Gehalt und steigendem CO₂-Gehalt. Das Gasverhältnis ist abhängig von der Gasdurchlässigkeit der Verpackung und der Atmungsaktivität der Lebensmittel und der Mikroorganismen. Die Mikroorganismenpopulation verändert sich von aerob zu mikroaerophil. Generell ist eine Verpackung aus Kunststoff oder Kunststoffverbunden an den Oberflächen und den Siegelnähten gasdurchlässig. Der Einfluss der Gasdurchlässigkeit am Siegelrand steigt mit zunehmender Barriereeigenschaft der Verpackung und dünnerer Siegelnaht. Bei einwandfrei verschlossenen Kunststoffbeuteln gelangt das Gas entweder per Permeation durch eine porenfreie Kunststoffschicht und über die Siegelnaht oder per Knudsen-Diffusion durch Mikroporen in der Folie in den Verpackungsraum (20, 24).

Durch die Schaffung einer optimalen Atmosphärenzusammensetzung wird die Bildung eines absoluten anaeroben Milieus verhindert und der Sauerstoff nur so hoch eingestellt, dass die Zellatmung verlangsamt abläuft. Dies kann durch eine optimal zusammengesetzte Schutzatmosphäre und/ oder eine definierte Durchlässigkeit des Folienbeutels erreicht werden (19, 22, 23). Eine definierte Durchlässigkeit ist bei noch atmenden Produkten, wie Gemüse oder Salat, erwünscht, um einen kontrollierten O₂-Zugang und CO₂-Abgang zu ermöglichen und so Bombagen zu vermeiden (24, 25, 31). Schutzgas wirkt sich besonders positiv für Lebensmittel mit großer Oberfläche, wie geschnittenem Salat und geschnittenem Gemüse, aus, da das Gas direkt an den empfindlichen Schnittstellen wirken kann (25, 31).

Nach EU-ÖkoVO Anhang 8 sind Sauerstoff, Kohlendioxid, Stickstoff und Argon für den Gebrauch als Schutzgas bei der Verpackung ökologisch erzeugter Lebensmittel zugelassen. Allgemein stellt sich der Einfluss einzelner Gase auf pflanzliche Lebensmittel folgendermaßen dar:

Gas	zu viel	zu wenig
Sauerstoff (E948)	<ul style="list-style-type: none"> - fördert oxidative Schäden - fördert aerobe und fakultativ aerobe Mikroorganismen - fördert Veratmung lebender Zellsubstanz 	<ul style="list-style-type: none"> - fördert anaerobe und fakultativ anaerobe Mikroorganismen - fördert anaerobe Schäden lebender Zellsubstanz
Kohlendioxid (E290)	<ul style="list-style-type: none"> - fördert anaerobe und fakultativ anaerobe Mikroorganismen - fördert anaerobe Schäden lebender Zellsubstanz 	<ul style="list-style-type: none"> - hemmt Wachstum und Aktivität der meisten Mikroorganismen - hemmt oxidative Schädigung - bremst Veratmung lebender Zellsubstanz
Stickstoff (E941)		<ul style="list-style-type: none"> - hemmt Wachstum der meisten Mikroorganismen - hemmt oxidative Schädigung - diffundiert kaum
Argon (E938)		<ul style="list-style-type: none"> - hemmt Wachstum der meisten Mikroorganismen (geringere Wirkung als CO₂, besser bei Schimmel und Hefen als N₂) - verdrängt Restluft besser aus Poren als N₂, da wasser- und fettlöslicher

Tabelle 3 Funktionelle Eigenschaften verschiedener Schutzgase (10, 20, 22, 24, 25, 31)

Kohlendioxid

Ist eines der bedeutenden eingesetzten Gase zur Verpackung mittels MAP. Es wirkt üblicherweise mikrobiostatisch. Sein Einfluss auf das Wachstum von Mikroorganismen (MO) wird dabei nicht durch das Gas in der Atmosphäre bewirkt, sondern durch den Anteil des CO₂, der im Wasseranteil des Lebensmittels gelöst ist. Teilweise bildet sich H₃CO₃, welches in Abhängigkeit von pH-Wert und Druck zum Teil zu HCO₃⁻ dissoziiert wird und infolge den pH-Wert senkt (20, 22, 25). Die Hemmung der MO durch höhere CO₂-Konzentrationen wirkt am besten vor der exponentiellen Wachstumsphase (31). Am Beispiel für Hefe, Schimmelpilzen, sowie Escherichia coli und Staphylococcus aureus verhält sich die spezifische Wirkung von CO₂ wie folgt:

Hefen sind widerstandsfähig gegen CO₂. Die Wachstumsgeschwindigkeit verlangsamt sich überproportional mit steigendem CO₂- Partialdruck. Sie vermehren sich aerob, überleben aber auch

anaerob. Bei ausreichendem Entzug von Sauerstoff stellen sie die Vermehrung ein und wechseln in einen Stoffwechselprozess durch Gärung.

Schimmel sind widerstandsfähig gegen CO₂. Mit steigender CO₂-Konzentration und fallender Temperatur verzögert sich das Wachstum. Generell gilt: je ungünstiger die Umgebungsbedingungen (Temperatur, O₂ Konzentration, a_w-Wert) für das Schimmelpilzwachstum desto stärker die Hemmung durch CO₂. Eine wirksame Hemmung tritt bei einer O₂-Konzentration von <1% ein, ein Wachstumsstop bei <0,1%.

Escherichia coli, Staphylococcus aureus: besonders bei Kaltlagerung führen schon geringe CO₂-Konzentrationen zur Wachstumshemmung (20, 22, 25).

Die Behinderung des Wachstums obligat aerober Mikroorganismen auf Basis von Sauerstoffentzug tritt erst ab einem O₂-Gehalt von <1% ein und wird erst vollständig unter <0,1% unterbunden. Die Hemmung von Schimmel und Hefe tritt erst ab CO₂ > 20% ein (20). Lebensmittel die ohne Erhitzung verzehrt werden, können einen säuerlichen prickelnden Geschmack durch entweichendes CO₂ auf der Zunge erhalten (20, 25).

1.2.3.2 Verpackungsmaterialien

In der lebensmittelverarbeitenden Industrie sind die Verwendungen für Kunststoffe ebenso vielfältig wie die Auswahl an möglichen Stoffgruppen. Dabei bestimmen die jeweiligen spezifischen funktionellen Eigenschaften, die spätere Verwendung. Die am häufigsten verwendeten Stoffgruppen, von bis zu 80 %, sind Polyethylen, Polypropylen und Polystyrol, welche vorwiegend in Form von Folien, Hohlkörpern, Blistern und anderen Verpackungsformen Anwendung finden. Kunststoffverpackungen gelten als Bedarfsgegenstände und die Zulassung wird national über das LFGB und europaweit unter anderem über die EG-Verordnung 1935/2004 geregelt. Die Verwendung ist, trotz der positiven Eigenschaften von Kunststoffverpackungen, hinsichtlich der Sicherung der Qualität von Lebensmitteln gegenüber z.B. mechanischer Beanspruchung oder sensorischen Veränderungen durch Umwelteinflüsse, nicht unumstritten. Gerade im Bereich der Fertigung ökologisch erzeugter Lebensmittel stehen Themen wie Umweltverträglichkeit oder die Gefahren des ungewollten Übergangs gesundheitsschädlicher Substanzen aus dem Kunststoff in die Lebensmittel immer wieder im Fokus von Diskussionen.

Gegenstand des Forschungsprojektes ist daher die Betrachtung der Eignung verschiedener Verpackungsmaterialien für Verpackung von Gemüse, mit dem Fokus auf gesundheitlich unbedenkliche sowie auf alternativen ökologisch nachhaltigeren Verpackungsmaterialien. Betrachtet

wurden daher Materialien auf der Basis von Polyethylen-Polyamid, Polypropylen und dem biologisch abbaubaren Kunststoff Polylactid Acid.

Polyamid(PA)-Polyethylen(PE) Verbundfolien

sind Materialien aus mindestens einer Schicht PA und PE. Die gebräuchlichen Folien sind aber meist komplizierter aufgebaut. Durch verschiedene Herstellungsweisen sind Kombinationen beider Stoffe und somit derer funktionellen Eigenschaften möglich. Hierdurch können Verpackungsfolien gefertigt werden, die auf den jeweiligen Verwendungszweck optimal angepasst sind (46). Polyamide haben als teilkristalline Thermoplasten hervorragende mechanische Eigenschaften, d.h. sie zeigen wegen ihrer hohen Festig- und Zähigkeit einen hohen Widerstand gegen Verschleiß. Sie sind milchig-durchscheinend, schlagfest und gegen die meisten organischen Lösungsmittel, Öle, Fette und schwache Laugen beständig. Polyethylen (PE) ist ein milchig-trüber Kunststoff teilkristalliner Struktur mit wenig kratzfester, wachsartig, fettiger Oberfläche. Er ist stabil gegenüber wässrigen Säuren, Laugen und Salzlösungen, sowie beständig gegenüber Alkohol, Ölen und z.T. Benzin. PE zeichnet sich durch eine hohe Gasdurchlässigkeit und eine niedrige Durchlässigkeit für Wasserdampf aus. Die Eigenschaften werden maßgeblich durch den Polymerisationsgrad und den Grad der Kristallinität bestimmt. Weiche, flexible Folien werden aus PE niedriger Dichte hergestellt. Sie bedürfen keiner Additive, z.B. Weichmacher, und werden daher wegen ihrer physiologischen Unbedenklichkeit für die Verpackung von Lebensmitteln verwendet (47).

In der Summe entstehen Kunststoffe, die durch das PA hohe Reißfestig- und Stoßfestigkeit zeigen, sowie eine niedrige Durchlässigkeit gegen Gase, Fett und Aromen und durch das günstigere PE erforderliche Foliendicken erreichen, die eine geringe Wasserdampfdurchlässigkeit garantieren. (46)

Polypropylen (PP)

ein aus Propylen durch stereospezifische Polymerisation gefertigter, sehr leichter Kunststoff zeigt gegenüber Polyethylen eine höhere Festig- bzw. Steifigkeit, Beständigkeit gegenüber Wärme, Fette und Öle, vergleichbarer Wasserdampfdichte. Nachteilig wirkt sich das höhere Verspröden bei niedrigeren Temperaturen unter 0°C aus. Im Forschungsprojekt verwendetes oPP, durch mono- oder biaxiales Verstrecken der Molekülketten bzw. orientieren, gefertigte Polypropylenkunststoffe, stellt sich als hochtransparente Folie hoher Festigkeit, Stoß und Durchstoßfestigkeit dar (48). Sie sind frei von Weichmachern, geruchs- bzw. geschmacksneutral, kratzfest und physiologisch einwandfrei (46).

Polylactid Acid

gehört zu den biologisch abbaubaren Kunststoffen. Aus Maisstärke durch Fermentation gewonnene Milchsäure wird mittels Polymerisierung zu einem thermoplastischen Kunststoff verarbeitet. Die

Polymere zeigen je nach Anteil von D- und L-Milchsäure, nach Herstellungsverfahren und Anteil amorphen bzw. kristallinen Bestandteilen unterschiedliche Härte und Steifigkeit. Aus PLA hergestellte Folien zeigen z.B. gute Siegeleigenschaften, hohe Transparenz und Oberflächenglanz, sowie eine hohe Wasserdampfdurchlässigkeit und Barriereigenschaften gegenüber Gerüchen und Sauerstoff. Die Kompostierbarkeit, 6-8 Monaten aerob wie auch anaerob, und die gesundheitliche Unbedenklichkeit machen es für den Einsatz zur Verpackung ökologisch erzeugter Lebensmittel somit interessant. PLA stellt hierbei die am weitesten entwickelte Form der biologisch abbaubaren Kunststoffe dar (48).

1.3 Erweiterung der betrieblichen Ressourcen

Zur fachlichen und praxisbegleitenden Betreuung des Forschungsprojekts wurden ein Koch mit langjähriger Berufserfahrung und ein Diplom Oecotrophologe eingestellt. Durch sie erfolgte die Erarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen, die Festlegung der Versuchsrezepturen, die Planung und Umsetzung der Versuchsreihen, die Dokumentationsbearbeitung und die Auswertung der Versuchsergebnisse.

Des Weiteren wurde ein Internetportal zur Kommunikation des Projektinhalts und seiner Ergebnisse unter www.bio-catering.de/entwicklung eingerichtet.

1.4 Eingesetzte Materialien und Methoden

1.4.1 Material und Methoden zum Teilbereich 1 „Bindemittel“

1.4.1.1 Rohstoffe

Alle im Forschungsprojekt verwendeten Rohstoffe sind aus kontrolliert biologischen Anbau und kontrollierter Frische.

Material	Hersteller
Apfelstückchen, TK	Demeter Felderzeugnisse GmbH, Alsbach (D)
Chilipulver	Ulrich Walter GmbH, Diepholz (D)
Erdbeeren, TK	Demeter Felderzeugnisse GmbH, Alsbach (D)
Gemüsebrühe	Byodo Naturkost GmbH, Mühldorf (D)
Kartoffelstärke	Bauck GmbH und CO. KG, Rosche (D)
Kirschen, TK	Demeter Felderzeugnisse GmbH, Alsbach (D)
Knoblauch, frisch	Naturkost Elkerhausen GmbH, Göttingen (D)
Meersalz	Davert GmbH, Senden (D)
H-Milch 3,5 % Fett	Naturkost Elkerhausen GmbH, Göttingen (D)
Maisstärke	Davert GmbH, Senden (D)
Maisstärke, stabilisiert	Agrana Stärke GmbH, A-Gmünd (D)
Möhrensaft	Voelkel GmbH, Höhbeck (D)
Muskat, gemahlen	Ulrich Walter GmbH, Diepholz (D)
Olivenöl	Davert GmbH, Senden (D)
Oregano, getrocknet	Ulrich Walter GmbH, Diepholz (D)
Pfeffer, schwarz	Ulrich Walter GmbH, Diepholz (D)

Material	Hersteller
Rohrohrzucker	Davert GmbH, Senden (D)
Rote Beete Saft	Voelkel GmbH, Höhbeck (D)
Sonnenblumenöl	Davert GmbH, Senden (D)
Thymian, getrocknet	Ulrich Walter GmbH, Diepholz (D)
Tomaten, Stückchen	Byodo Naturkost GmbH, Mühl Dorf (D)
Tomaten, passiert	Byodo Naturkost GmbH, Mühl Dorf (D)
Tomatenmark	Byodo Naturkost GmbH, Mühl Dorf (D)
Vanillepulver	Ulrich Walter GmbH, Diepholz (D)
WF2070	Naturin GmbH, Weinheim (D)
Zitronensaft	Voelkel GmbH, Höhbeck (D)
Zwiebel	Naturkost Elkerhausen GmbH, Göttingen (D)

Tabelle 4 Rohstoffe für die Grundrezepturen zur Untersuchung der Bindemittel

1.4.1.2 Zusatzstoffe

In der nachfolgenden Tabelle sind die im Forschungsvorhaben verwendeten Gelier- bzw. Verdickungsmittel dargestellt. Untersuchungen zu Alginaten, Gummi Arabicum, Carrageen und Pektinen wurden nicht vorgenommen. Grundlage dieser Entscheidung war, dass funktionelle Eigenschaften, die mangelnde Verfügbarkeit als ökologisch erzeugter Rohstoff oder eine potenzielle gesundheitliche Gefährdung, wie z.B. bei Carrageen, gegen einen Einsatz in ökologischen Convenienceprodukten spricht.

Material	Hersteller
Agar Agar	Arche Naturprodukte GmbH, Hilden (D)
Guarkernmehl	Davert GmbH, Senden (D)
Johannisbrotkernmehl	Davert GmbH, Senden (D)
Xanthan	A2 Trading Ltd. , Hamburg (D)

Tabelle 5 Übersicht verwendeter Bindemittel

1.4.1.3 Rezepturen

Die Versuchsrezepturen werden in den folgenden Kapiteln dargestellt. Sie stellen durchschnittliche Zusammensetzungen, der in der Betriebspraxis gebräuchlichen Rezepturen dar und sollen den Maßstab geben, um den Einfluss der verschiedenen Verdickungsmittel darzustellen. Sie sollen beispielhaft für die verschiedenen Produktgruppen mit den spezifischen Parametern, wie z.B. pH-Werten, Feststoff-, Salz- und Zuckergehalt stehen. Letztlich bedarf die Dosierung der einzelnen Bindemittel in der späteren Praxis einer vertieften produktspezifischen Betrachtung.

1.4.1.3.1 Helle Sauce auf Milchbasis

Material	Menge pro kg Rohmaterial in Prozent
Wasser	52 - 56
Milch (H- Milch bzw. Pasteurisierte Vollmilch)	35,2
Sonnenblumenöl	3,9
Zwiebel	2,4
Gemüsebrühe	1,5
Salz	0,45
Muskat	0,05

Tabelle 6 Rezeptur Helle Sauce

1.4.1.3.2 Sauce auf Tomatenbasis

Material	Menge pro kg Rohmaterial in Prozent
Wasser	27-29
Tomaten, passiert	30
Tomate, Stückchen	30
Tomatenmark	4,4
Rohrohrzucker	2,4
Meersalz	1,7
Olivenöl	1
Knoblauch, frisch	1
Oregano, getrocknet	0,27
Thymian, getrocknet	0,1
Pfeffer, schwarz	0,05
Chilipulver	0,004

Tabelle 7 Rezepturbestandteile Grundsauce Tomate

1.4.1.3.3 Dessertzubereitung auf Fruchtbasis

Material	Menge pro kg Rohmaterial in Prozent
Wasser	51-54
Kirschen, TK	16,65
Rohrohrzucker	9,99
Erdbeeren, TK	9,51
Apfelstückchen, TK	5,71
Rote Beete Saft	0,95
Zitronensaft	0,48
Meersalz	0,05

Tabelle 8 Rezepturbestandteile Dessertzubereitung Frucht

1.4.1.3.4 Dessertzubereitung auf Milchbasis

Material	Menge pro kg Rohmaterial in Prozent
Milch (H- Milch bzw. Pasteurisierte Vollmilch)	85-88
Rohrohrzucker	7,2
Sonnenblumenöl	1,25
Möhrensaft	1,2
Vanillepulver	0,005

Tabelle 9 Rezepturbestandteile Dessertzubereitung Milch

1.4.1.4 Technologie der Herstellung

Zur Herstellung der Versuchsrezepturen werden die wässrigen Bestandteile und die Frucht- oder Gemüsebestandteile auf 100 °C erhitzt. Ist diese Temperatur erreicht, werden die Trockenrezepturbestandteile, ausgenommen die Bindemitteln, d.h. der Rohrohrzucker, das Salz und/oder die Gewürzbestandteile zugegeben. Abhängig vom zu untersuchenden Bindemittel, wird das Verdickungs- bzw. Geliermittel in eine Ölphase, native Bindemittel in einer wässrigen Phase eingeschlämmt und unter Rühren zur Saucenbasis gegeben. Die Saucenbasis wird nun wiederum auf 100 °C erhitzt bzw. solange bis die maximale Verkleisterung bzw. Quellung erreicht ist. Der Herstellung schließen sich die Untersuchung und die Verpackung an.

1.4.1.5 Verpackung und Lagerung

Die Proben wurden heiß, mind. 80°C, je als Großgebilde 1,000 kg in Kunststoffdärme oder WF 2070 verpackt. Die Verpackung wurde dann innerhalb von 90 Minuten durch ein Eis-Wasserbad auf unter 7°C gekühlt. Die Lagerung der Probegebilde erfolgte in einer Kühlzelle bei einer Durchschnittstemperatur von 3°C.

1.4.1.6 Geräte

Gerät	Hersteller
Brookfield RVDV-E Rotationsviskosimeter	Brookfield Engineering Labs INC., MA (USA)
Klipper	Emil Müller GmbH & CO.KG, Köln (D)
Testo 206 pH 2 (pH-Meter)	Test AG, Lenzkirch (D)
Waage	Bizerba, Kassel (D)
Kochkessel	Imperial Werke GmbH & Co., Bünde (D)

Tabelle 10 Auflistung Geräte Teilbereich 1

1.4.1.7 Sensorisch-organoleptische Beurteilung

Bei der sensorischen Beurteilung der Untersuchungsproben konnte auf kein geschultes Sensorikpanel zurückgegriffen werden. Zum einen bestand keine personelle Kapazität im Betrieb und die Ausbildung und Schulung eines Panels hätte die zeitlichen und finanziellen Mittel weit überschritten. Daher wurde das Bewertungsschema von konventionell gängigen Sensorikprüfungen abgeleitet. Bei den anfänglichen Laborversuchen wurden die Proben mittels einfach beschreibenden Prüfungen in den Attributen Aussehen Form/Farbe, Geschmack, Konsistenz, Mundgefühl bezüglich von Musterrezepturen betriebsinterner Rezepturen beschrieben. Desweiteren wurden zu erreichende Zielmerkmale und mögliche Fehlermerkmale abgewogen. Die bedeutendsten und meistgenannten Attribute bzw. möglichen Fehler wurden als Rahmenattribute in einer angepassten Profil- bzw. Intensitätsprüfung aufgenommen. Wichtigste Kriterien waren hierbei die Stabilität hinsichtlich der Bindung gegenüber Retrogradation und Synärese, sowie das Mundgefühl. Desweiteren wurde der Einfluss des Bindemittels auf die Farbe der Sauce bzw. des Produktes betrachtet und die subjektiv wahrgenommene Konsistenz.

Die Attribute stellen sich folgendermaßen dar:

Ziel- bzw. Kenngröße	Merkmal	Attribut	Intensitätsskala
Einfluss auf die Farbgebung des Produktes	Aussehen Farbe	opak	0-5
Stabilität gegenüber Retrogradation	Aussehen Form	klumpig	0-5
Stabilität gegenüber Synärese	Aussehen Form	stabil	0-5
Einfluss auf Mundgefühl der Probe	Haptik	cremig	0-5
Einfluss auf Mundgefühl der Probe	Haptik	schleimig	0-5
Einfluss auf Mundgefühl der Probe	Haptik	kleistrig	0-5
Einfluss auf den Geschmack der Probe	Geschmack	fremd	0-5

Tabelle 11 Sensorik Attribute zur Untersuchung Bindemittel

Die Abstufungen der Intensitätsskala:

- 0 - gar nicht ausgeprägt
- 1 – sehr schwach ausgeprägt
- 2 – schwach ausgeprägt
- 3 – deutlich ausgeprägt
- 4 – stark ausgeprägt
- 5 – sehr stark ausgeprägt

Die sensorische oder vielmehr auch organoleptische Untersuchung erfolgte in einem Analysenintervall von 10, 14 und 21 Tagen. Hierfür wurde der Pudding bzw. die Sauce bei 3°C und nach Regeneration der zu erhaltenden Proben bei 75°C verkostet und hinsichtlich der Attribute untersucht.

1.4.1.8 Viskositätsmessung

Die Viskositätsmessungen wurden in den Analyseintervallen am Tag der Herstellung, nach 10, 14 und 21 Tagen vorgenommen. Jedoch konnten diese erst recht spät in Rahmen des Forschungsprojektes involviert werden, da die Anschaffung des Rotationsviskosimeters erst im späteren Forschungsverlauf erfolgte. Die Viskositätsmessung der Proben wurde mittels des Rotationsviskosimeters RVDV-E der Firma Brookfield durchgeführt. Der Einsatz dieses einfachen Viskosimeters ist für die Messung der relativen Viskosität Nichewtonscher Flüssigkeiten angelegt. Bei den Messungen wurde die Messkörper 2 und 4 verwendet, bei einer Rotationsgeschwindigkeit von 5 rpm. Dabei wurden Punktmessungen am jeweiligen Analysetag bei den Temperaturen 3°C und 75°C vorgenommen. Grundlage zur Festlegung dieser Messpunkte ist die Überlegung, die Eigenschaften der Proben bei Lagerungstemperatur und Ausgabe- bzw. Verzehrtemperatur zu beobachten. Bei den

Dessertzubereitungen entfällt die Messung bei 75°C. Messungen über einen Temperaturverlauf bzw. einem bestimmten Schergefälle wurden nicht vorgenommen, da nicht die Charakter der verschiedenen Hydrokolloide beschreiben werden sollte, sondern die Viskosität zu der gewählten Temperatur beschrieben.

1.4.2 Material und Methoden zum Teilbereich 2 „Antioxidantien und antioxidative Stoffe“

1.4.2.1 Rohstoffe

Alle verwendeten Rohstoff, d.h. Lebensmittel bzw. Lebensmittelzutaten, stammen aus kontrolliert biologischen Anbau. Es wurde gerade bei den Gemüseprodukten auf höchste Qualität und Frische geachtet.

Material	Hersteller / Lieferant
Eisbergsalat	Naturkost Elkershausen GmbH , Göttingen (D)
Paprika, rot	Naturkost Elkershausen GmbH , Göttingen (D)
Zucchini	Naturkost Elkershausen GmbH , Göttingen (D)
Zwiebel	Naturkost Elkershausen GmbH , Göttingen (D)

Tabelle 12 Rohstoffe Themengebiet Antioxidantien

1.4.2.2 Zusatzstoffe, Antioxidative Zutaten

Bei den Versuchen wurde Ascorbinsäure, Zitronensäure, Rosmarinextrakt, Zitronensaft und Ingwersaft in veränderlichen Anteilen zugegeben. Die Dosierung im Versuch 1 stellt die Mindestmenge der jeweiligen Zutat mit erkennbaren funktionellen Eigenschaften dar. Die Dosierung in Versuch 2 weißt die Maximalmenge der Zutat aus, bei der sich negative sensorische Einflüsse auf ein Minimum begrenzen.

Material	Dosierung in		Hersteller
	Versuch 1 in Prozent	Versuch 2 in Prozent	
Ascorbinsäure, kristallin	1	1,5	EGESIE Rohstoffe eG., Nürnberg (D)
Ingwer	2	2,5	Naturkost Elkershausen GmbH , Göttingen (D)
Rosmarinextrakt Phytrox Rosemary P6-RA	0,08	0,1	Jan Dekker Nederlande B.V., Wormerveer, (NL)
Zitronendirektsaft	5	7,5	Voelkel GmbH, Höhbeck (D)
Zitronensäure Monohydrat	1	1,5	EGESIE Rohstoffe eG., Nürnberg (D)

Tabelle 13 Rohstoffe Themengebiet Antioxidantien

1.4.2.3 Verpackungsmaterialien

Materialien	Durchlässigkeit in $\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{bar}$		Hersteller
	Sauerstoff	Kohlendioxid	
Folienbeutel PA-PE 20/70 300x400 mm	50	150	EK Pack Folien, Ermengerst (D)

Tabelle 14 Verpackungsmaterialien Themengebiet Antioxidantien

1.4.2.4 Rezepturen

Die Auswahl der Proberezepturen wurde nach Tests an Einzelgemüsen festgelegt. Grundlage war zum Einen, dass Eisbergsalat eines der sensibelsten Salatgemüse ist und somit Ergebnisse auf andere Salate übertragbar sind. Desweiteren stellt grüner Schnittsalat, wie z.B. Eisberg oder Batavia, einen Großteil der im Unternehmen gefertigten geschnittenen Blattsalate dar. Als chlorophyllhaltiges Salatgemüse ist es von enzymatischen Bräunungsreaktionen bzw. strukturellen Veränderungen durch den Lagerungsprozess betroffen. Der Einfluss der angenommenen antioxidativ wirkenden Substanzen ist damit gut abzulesen.

Die Entscheidung zur Gemüse Mischung aus Zwiebel, Zucchini und Paprika ist grundlegend darauf zurückzuführen, dass mit diesen Gemüsebestandteilen unterschiedliche Farbgebungen abgefragt werden. Der Einfluss einer antioxidativ wirkenden Substanz auf chlorophyllhaltige bzw. carotinoidhaltige Gemüse soll hiermit erhoben werden. Des weiteren stellt diese Gemüse Mischung ein Basisprodukt im Produktportfolio des Unternehmens dar.

1.4.2.4.1 Salat, geschnitten

Material	Menge pro kg Rohmaterial in Prozent
Eisbergsalat	100

Tabelle 15 Rezepturbestandteile Frischsalat

1.4.2.4.2 Gemüse Mischung

Material	Menge pro kg Rohmaterial in Prozent
Paprika, rot	39,3
Zucchini	32,1
Zwiebel	28,6

Tabelle 16 Rezepturbestandteile Gemüse Mischung

1.4.2.5 Technologie der Herstellung

Die Herstellung der geschnittenen Salate bzw. der Gemüsemischungen erfolgte in der gemüseverarbeitenden Abteilung des Betriebes.

Probenherstellung Salat:

Der Salat wurde händisch von Strunk, äußeren Blättern und grob von Erdresten befreit. Mittels der Bandschneidemaschine wurde dieser in 0,5 cm breite Streifen geschnitten. Im folgenden Arbeitsschritt wurde der Salat mittels der Gemüsewaschmaschine, Program „Waschen“ 2 Minuten gespült. Durch Eiszugabe zum Spülwasser wurde die Wassertemperatur über die Dauer des Arbeitsprozesses unter 10°C gehalten. Nach dem Waschen wurde der Salat in der Zentrifuge bei Program 17, 10 Sekunden geschleudert. Bei Behandlung mit den Antioxidantien bzw. den antioxidativ wirkenden Zutaten wurde der Salat 60 Sekunden in ein Tauchbad mit der voreingestellten Lösung von Wasser und Antioxidantien beziehungsweise antioxidativer Zutaten getaucht und anschließend wiederum 10 Sekunden trocken geschleudert.

Probenherstellung Gemüsemischung:

Die Herstellung der Gemüsemischungen unterscheidet sich in den Arbeitsschritten nur unwesentlich von der Herstellung der Salatproben. Das Gemüse wurde händisch grob geputzt und vorgewaschen. Der Paprika wurde halbiert, vom Kerngehäuse befreit und 2 Minuten in der Gemüsewaschmaschine gespült. Die Paprika wird mittels Gemüsestanze in Stückchen von 20 x 20 mm geschnitten. Die Zucchini werden gewaschen, die Enden entfernt, halbiert und mittels Bandschneider in 0,5 cm breite Scheiben geschnitten. Die Zwiebel wird von der äußeren trockenen Haut befreit, in der Gemüsewaschmaschine 2 Minuten gewaschen und halbiert. Sie wird mittels Gemüsestanze auf Stücke von 20 x 20 mm geschnitten. Nach Fertigstellung aller Einzelbestandteile werden diese vermischt. Bei Behandlung mit den Antioxidantien bzw. den antioxidativ wirkenden Zutaten wurde die Gemüsemischung 60 Sekunden in ein Tauchbad mit der voreingestellten Lösung von Wasser und Antioxidans beziehungsweise antioxidativer Zutaten getaucht und anschließend wiederum 10 Sekunden trocken geschleudert.

1.4.2.6 Verpackung

Der Salat wurde in 0,250 kg Gebinde, die Gemüsemischung in 0,500 kg Gebinde, ohne Schutzatmosphäre bei Programm 9 mittels der Vakuunkammermaschine K5 in PA-PE Folienschlauchbeutel verpackt. Program 9 arbeitet mit der Einstellung: Siegelzeit 2 Sekunden, Vakuumerzeugung bis Anzeige 500, keine Rückbegasung. Die Zusammensetzung der Verpackungsatmosphäre entspricht der der Umgebungsluft. Auf Schutzbegasung wurde hier

verzichtet, um analytische bzw. sensorische Veränderungen eindeutig auf die Stoffkonzentration der antioxidativ wirkenden Substanzen zurückführen zu können.

1.4.2.7 Lagerung

Die Lagerung der Proben erfolgte in einer Kühlzelle mit durchschnittlich 7°C Umgebungstemperatur.

1.4.2.8 Geräte

Gerät	Hersteller
Bandschneidemaschine GS 10	Kronen GmbH, Kehl am Rhein (D)
Gemüsewaschmaschine 75 E Compact	Kronen GmbH, Kehl am Rhein (D)
Stanzmaschine HGW	Kronen GmbH, Kehl am Rhein (D)
Stichprobenanalysator O2/CO2 Check Mate 2	PBI Dansensor Deutschland GmbH, Bendorf (D)
Vakuum Kammermaschine K5 VC 999	Inauen Maschinen GmbH, Engen (D)
Waage	Bizerba, Kassel (D)
Zentrifuge K50 – 100S	Kronen GmbH, Kehl am Rhein (D)

Tabelle 17 Geräte Themengebiet Antioxidantien

1.4.2.9 Sensorische Beurteilung

Auch bei der sensorischen Beurteilung der Salat- bzw. Gemüseproben konnte auf kein geschultes Sensorikpanel zurückgegriffen werden. Daher wurde auch hier das Bewertungsschema von konventionell gängigen Sensorikprüfungen abgeleitet und die Proben nach 5, 7 und 9 Tagen der Lagerung untersucht. Bei den anfänglichen Laborversuchen wurden die Proben mittels einfach beschreibenden Prüfungen in den Attributen Aussehen Form/Farbe, Geschmack, Konsistenz beschrieben. Fokus der weiteren Untersuchung war die Beschreibung möglich entstehender Fehlermerkmale, um eine Eignung der eingesetzten Substanzen abzuleiten. Die meistgenannten Attribute bzw. möglichen Fehler wurden als Rahmenattribute in einer modifizierten Profil- bzw. Intensitätsprüfung aufgenommen.

Die Attribute stellen sich folgendermaßen dar:

Ziel- bzw. Kenngröße	Merkmal	Attribut	Intensitätsskala
Einfluss auf Farbgebung/Frische	Aussehen Farbe/Form	bräunlich	0-5
		frisch	0-5
		farbig	0-5
		wässrig	0-5
		trockene Schnittstellen	0-5
Einfluss auf den Geruch	Geruch	gärig	0-5
		säuerlich	0-5
		erdig	0-5
		muffig	0-5
Einfluss auf den Geschmack	Geschmack	gärig	0-5
		säuerlich	0-5
		erdig	0-5
		fremd	0-5
		flach	0-5
Einfluss auf die Konsistenz	Konsistenz	bissfest	0-5

Tabelle 18 Sensorik Attribute Themengebiet Antioxidantien

Die Abstufungen der Intensitätsskala:

- 0 - gar nicht ausgeprägt
- 1 – sehr schwach ausgeprägt
- 2 – schwach ausgeprägt
- 3 – deutlich ausgeprägt
- 4 – stark ausgeprägt
- 5 – sehr stark ausgeprägt

1.4.2.10 Mikrobiologische Untersuchung

Die mikrobiologischen Untersuchungen wurden auf Grund der fehlenden Analyseausrüstung durch ein externes Labor durchgeführt. Hierbei handelt es sich um das Gissel-Institut, Sehnde (D). Die Proben wurden mittels Kältetransport bei 6°C versandt.

Die Untersuchungsmuster wurden, zeitgleich mit den betriebsinternen organoleptischen Untersuchungen, in einem Analysenintervall von 5, 7 und 9 Tagen durch das Labor untersucht. Die Analysen umfassten eine physikalische Analyse des pH-Wert nach §64LFGB, BLV L00.90-6. Des weiteren erfolgte die mikrobiologische Analyse nach Aerobe Gesamtkeimzahl mit PC-Agar, Salmonellen nach §64LFGB, BLV L00.00-52, koagulase positive Staphylococcen mit BP-Agar, Bacillus cereus mit PEMBA-Agar, Enterobacteriaceae mit VRBD-Agar, E.coli mit ECD-Agar, sulfitreduzierende Clostridien mit SPS-Agar, Hefen und Schimmel mit YGC-Agar.

1.4.2.11 Messung Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt

Die Untersuchung der Verpackungsatmosphäre hinsichtlich der Entwicklung von Kohlendioxid und Sauerstoff stand in diesem Teilbereich zwar nicht im Vordergrund, jedoch sollte beobachtet werden, ob die Zugabe antioxidativ wirkender Substanzen Einfluss auf die Zusammensetzung der Verpackungsatmosphäre während des Lagerprozesses hat. Die Messung der Sauerstoff- bzw. Kohlendioxidgehalte in der Verpackung erfolgte zu den gegebenen Analyseintervallen nach 5, 7 und 9 Tagen. Die Analyse der Gaskonzentrationen wurde mittels des Stichprobenanalysator O₂/CO₂ Check Mate 2 vorgenommen.

1.4.3 Material und Methoden zum Teilbereich 3 „Schutzatmosphäre und Verpackung“

1.4.3.1 Rohstoffe

Die Betrachtung der funktionellen Einflüsse verschiedener Schutzatmosphären wird mit den identischen Salat- bzw. Gemüsekomponenten wie 2.2.2.1 durchgeführt.

Material	Hersteller / Lieferant
Eisbergsalat	Naturkost Elkershausen GmbH , Göttingen (D)
Paprika, rot	Naturkost Elkershausen GmbH , Göttingen (D)
Zucchini	Naturkost Elkershausen GmbH , Göttingen (D)
Zwiebel	Naturkost Elkershausen GmbH , Göttingen (D)

Tabelle 19 Rohstoffe Themengebiet Schutzatmosphäre und Verpackung

1.4.3.2 Gase bzw. Gasgemische

Die ausgewählte Gase und Gasgemische sind nach lebensrechtlichen Bestimmung für den Einsatz im Lebensmittelbereich zugelassen.

Material	Zusammensetzung in Prozent				Hersteller
	O ₂	CO ₂	N ₂	Ar	
Biogon NOCA	5	5	73	17	Linde AG, Pullach (D)
Kohlendioxid	100 %	0	0	0	Tyczka Industrie Gase, Mannheim (D)
Stickstoff	100 %	0	0	0	Tyczka Industrie Gase, Mannheim (D)
Tycal 30	0	30	70	0	Tyczka Industrie Gase, Mannheim (D)

Tabelle 20 Gase und Gasgemische zur Anwendung im Themengebiet Schutzatmosphäre und Verpackung

1.4.3.3 Verpackungsmaterialien

Materialien	Durchlässigkeit in $\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{bar}$		Hersteller
	Sauerstoff	Kohlendioxid	
Folienbeutel PA-PE 20/70 300x400 mm	50	150	EK Pack Folien, Ermengerst (D)
Sterilisationsfolie 90 μm VAC-BCC 90 ST, 350 mm	10-20	50-110	VARIOVAC PS SystemPack GmbH, Zarrentin am Schaalsee (D)
Sterilisationsfolie 90 μm VAC-BCC 90 ST, Lasermikroperforation	10-20	50-110	VARIOVAC PS SystemPack GmbH, Zarrentin am Schaalsee (D)
Sterilisationsfolie 175 μm VAC-BCC 175 ST	5-10	20-30	VARIOVAC PS SystemPack GmbH, Zarrentin am Schaalsee (D)
Folienbeutel PLA, 30 μm , 300x400 mm	1.600	k.A.	Maag GmbH, Iserlohn (D)
Folienbeutel PLA, 30 μm , 300x400 mm, Laserperforation	k.A.	k.A.	Maag GmbH, Iserlohn (D)
Folienbeutel OPP antifog, 30 μm , 300x400 mm	500	k.A.	Maag GmbH, Iserlohn (D)
Folienbeutel OPP antifog, 30 μm , 300x400 mm, Lasermikroperforation	k.A.	k.A.	Maag GmbH, Iserlohn (D)

Tabelle 21 Verpackungsmaterialien mit Permeationseigenschaften, Themengebiet „Schutzatmosphäre und Verpackung“

1.4.3.4 Rezepturen

1.4.3.4.1 Salat, geschnitten

Material	Menge pro kg Rohmaterial in Prozent
Eisbergsalat	100

Tabelle 22 Rezepturbestandteile Frischsalat

1.4.3.4.2 Gemüse Mischung

Material	Menge pro kg Rohmaterial in Prozent
Paprika, rot	39,3
Zucchini	32,1
Zwiebel	28,6

Tabelle 23 Rezepturbestandteile Gemüse Mischung

1.4.3.5 Technologie der Herstellung

Die Herstellung der Probenmuster erfolgte im gleichem Maßstab wie in Kapitel 2.2.2.4 beschrieben. Der Salat bzw. die Gemüse Mischung wurde jedoch vor der Verpackung keiner Behandlung mit funktionellen Zusätzen unterzogen.

1.4.3.6 Verpackung

Die Verpackung der Proben erfolgte mittels zweier Verpackungssysteme. Die Proben in den vorgefertigten PA-PE-Folienschlauchbeuteln, sowie in den OPP – und den PLA-Folienschlauchbeutel wurden mittels der Vakuumkammermaschine K5 verpackt. Die Proben, bei denen die Anwendung der PA-PE Sterilisationsfolie zur Anwendung kam, wurden in, durch die Tiefziehmaschine Variovac Primus 70 gefertigten Tiefziehbeuteln, verpackt. Auch in diesem Teilbereich wurden Probebindegrößen von 0,250 kg bei den Salaten und 0,500 kg bei den Gemüsen gewählt. Zur Herstellung der jeweiligen modifizierten Schutzatmosphären wurde der Verpackung per Evakuierung Luft entzogen und das entsprechende Gasgemisch zur Einstellung der endgültigen Lageratmosphäre hinzugegeben. Dabei wurden Restsauerstoffmengen über eine Teilvakuumierung und damit verbleibender Restluftmengen in der Verpackung realisiert. Die untersuchten Gasgemische zur Verpackung der Salat- bzw. Gemüseproben werden in Tabelle 24 dargestellt.

Proben	N ₂ (%)	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	Arg (%)	Vakuum (%)
MAP	72	5	23	0,22	84
Air	78	21	0,04	1	50
Biogon Biogon	73	5	5	17	100
Mikroperforation	78	21	0,04	1	-

Tabelle 24 Zusammensetzung Gasgemische Themengebiet Schutzatmosphäre und Verpackung

Zur Untersuchung möglicher Einflüsse entweder durch das Verpackungsmaterial oder der verwendeten Verpackungsatmosphären wurden Untersuchungsmuster von allen Verpackungsmaterialien mit den jeweiligen MAP's hergestellt. Ausnahme bilden nur die Muster bei denen mikroperforierte Verpackungsmaterialien angewendet wurden. Bei diesen Proben wurde auf eine Begasung durch die verschiedenen Schutzgaskomponenten verzichtet.

1.4.3.7 Lagerung

Die zu untersuchenden Proben wurden in einer Kühlzelle bei durchschnittlich 7°C gelagert.

1.4.3.8 Geräte

Gerät	Hersteller
Bandschneidemaschine GS 10	Kronen GmbH, Kehl am Rhein (D)
Gemüsewaschmaschine 75 E Compact	Kronen GmbH, Kehl am Rhein (D)
Stanzmaschine HGW	Kronen GmbH, Kehl am Rhein (D)
Tiefziehmaschine Variovac Primus 70	VARIOVAC PS SystemPack GmbH, Zarrentin am Schaalsee (D)
Vakuum Kammermaschine K5 VC 999	Inauen Maschinen GmbH, Engen (D)
Stichprobenanalysator O ₂ /CO ₂ Check Mate 2	PBI Dansensor Deutschland GmbH, Bendorf (D)
Zentrifuge K50 – 100S	Kronen GmbH, Kehl am Rhein (D)

Tabelle 25 Geräte Themengebiet Schutzatmosphäre und Verpackung

1.4.3.9 Sensorische Beurteilung

Die sensorische bzw. organoleptische Beurteilung stellt sich im gleichen Maße dar, wie in 2.2.2.8 beschrieben.

1.4.3.10 Messung Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt

Die Messungen der Sauerstoff- bzw. Kohlendioxidgehalte in der Verpackung erfolgt zu den gegebenen Analyseintervallen nach 5, 7 und 9 Tagen, sowie stichprobenhaft bei Herstellung der Schutzgasatmosphäre beim Verpacken. Grundlage für die Messwerterhebung ist die Untersuchung der Veränderung der Zusammensetzung der modifizierten Schutzatmosphäre während der Lagerung. Eine Analytik anderer Gase ist auf Grund fehlender Technik leider nicht möglich. Interessant wäre im

Zusammenhang mit der Lagerung frischer Gemüse auch die Messung von Ethylen. Die Analyse der Gaskonzentrationen wurde mittels des Stichprobenanalysator O2/CO2 Check Mate 2 vorgenommen.

1.4.3.11 Mikrobiologische Untersuchung

Die mikrobiologischen Untersuchungen wurden durch ein externes Labor durchgeführt. Die Proben wurden mittels Kältetransport bei 6°C versandt.

Die Proben wurden in einem Analysenintervall von 5, 7 und 9 Tagen durch das Labor untersucht. Die Analysen umfassten eine physikalische Analyse des pH-Wertes nach §64LFGB, BLV L00.90-6. Des weiteren erfolgte die mikrobiologische Analyse nach Aerobe Gesamtkeimzahl mit PC-Agar, Salmonellen nach §64LFGB, BLV L00.00-52, koagulase positive Staphylococccen mit BP-Agar, Bacillus cereus mit PEMBA-Agar, Enterobacteriaceae mit VRBD-Agar, E.coli mit ECD-Agar, sulfitreduzierende Clostridien mit SPS-Agar, Hefen und Schimmel mit YGC-Agar.

2 Ergebnisse

2.1 Darstellung der wichtigsten Ergebnisse zum Teilbereich 1 „Bindemittel“

Nach Betrachtung der einzelnen Stoffeigenschaften im Rahmen der Vorversuche unter Labormaßstab, wurden für den Einsatz in Grundsauces und Dessertzubereitungen die Zusatzstoffe Johannisbrotkernmehl, Guarkernmehl, Agar Agar und Xanthan favorisiert. Beobachtete Eigenschaften wie die notwendige Heiß- und Kaltviskositäten, die gute Dispergierbarkeit mittels einer Ölphase oder Zuckeranteils der Rezeptur in die Sauce, sowie die notwendige Stabilität gegenüber Produktions- und Lagerungsprozessen begünstigen den Einsatz in Verbindung mit nativen Stärken. In den Versuchen verwandte Dosierungen wurden über Versuchsreihen ermittelt und zeigen sich in der Küchenpraxis am praktikabelsten umsetzbar.

2.1.1 Ergebnisse Grundsauce hell

In der nachstehenden Tabelle sind die verwendeten Konzentrationen dargelegt. Zum Vergleich der Eigenschaften von Bindungen mit Zusatzstoffzusatz und Bindungen mit Gemischen aus nativen Zutaten und Zusatzstoffen wurden Saucenmuster mit rein nativen Bindemitteln gegenübergestellt, um Vor- bzw. Nachteile aufzuzeigen. Die Muster wurden zu den angegebenen Untersuchungsintervallen bei 3°C und 75°C verkostet und bewertet.

Probenschlüssel	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %
GH1	Mehl	4,7				
GH2	Kartoffelstärke	3				
GH3	Maisstärke	2,9				
GH4	GKM	0,7				
GH5	JBKM	0,8				
GH6	Maisstärke	1,9	GKM	0,3		
GH7	Maisstärke	1,9	JBKM	0,3		
GH8	Maisstärke	1,9	GKM	0,15	JBKM	0,15
GH9	Maisstärke	1,9	GKM	0,09	Xanthan	0,09
GH10	Maisstärke	1,9	JBKM	0,09	Xanthan	0,09
GH11	Maisstärke, stab.	3,3				
GH12	Maisstärke, stab.	2	GKM	0,3		

Tabelle 26 Dosierungen Bindemittel Grundsauce hell

2.1.1.1 Sensorik

Im folgenden Kapitel werden die gewonnenen sensorischen Ergebnisse zu den Mustern der Grundsauce hell dargestellt. Auf eine Untersuchung des Attributes „ Aussehen opak“ wurde bei diesem Produkt verzichtet, da Veränderungen durch den in der Rezeptur befindlichen Milchanteil durch sensorische Beurteilung nicht beschrieben werden können.

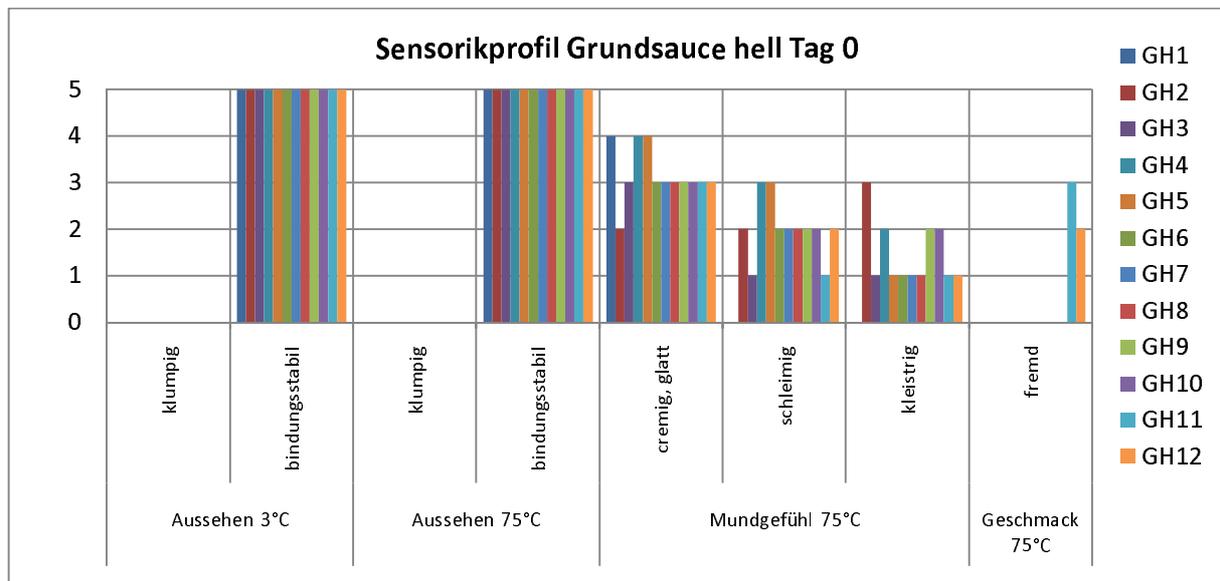


Abbildung 1 Sensorikprofil Grundsauce hell Tag der Herstellung

Bei Betrachtung der sensorischen Bewertungen der milchhaltigen Grundsauce am Tag der Herstellung, d.h. direkt nach dem Produktionsvorgang vor der Heißabfüllung und nach der Kühlphase, zeigen sich Saucenmuster mittlerer Konsistenz ohne deutliche optisch negative Eigenschaften. Degenerative Einflüsse durch die schnelle Kühlung auf die Bindungsstabilität sind nicht zu beobachten. Das Mundgefühl aller Proben, außer GH2, stellt sich deutlich cremig dar. Beste Werte erreichen hier die Probe GH1, nur Mehlbindung, und die Proben GH4 und GH5. Diese Proben, Guarkernmehl und Johannisbrotkernmehl, weisen jedoch neben dem sehr cremigen Mundgefühl einen deutlich schleimigen Geschmack auf. Dieser wird bei den Proben mit Beimischungen zu nativen Stärken nur schwach festgestellt. Die Verwendung beider Hydrokolloide als alleiniges Bindemittel scheint daher nicht sinnvoll. Hinsichtlich des Attributes kleistrig, zeigt nur die Probe GH2, native Kartoffelstärke, deutliche Ausprägungen. Jedoch wird auch bei den Proben mit Zumischungen von Xanthan, Proben GH9, GH10, ein kleistriges Mundgefühl wahrgenommen. Deutlich negativ, durch die Wahrnehmung einer produktfremden Geschmacksnote, stellt sich die Probe GH11 dar. Hier wurde zur Bindung stabilisierte Maisstärke verwendet. Die thermische Behandlung der Stärke zeigt jedoch Einflüsse auf den Geschmack der Sauce. Auch bei der Probe GH12 ist dieser Einfluss wahrnehmbar, obwohl sich die Ausprägung als schwach einordnen lässt.

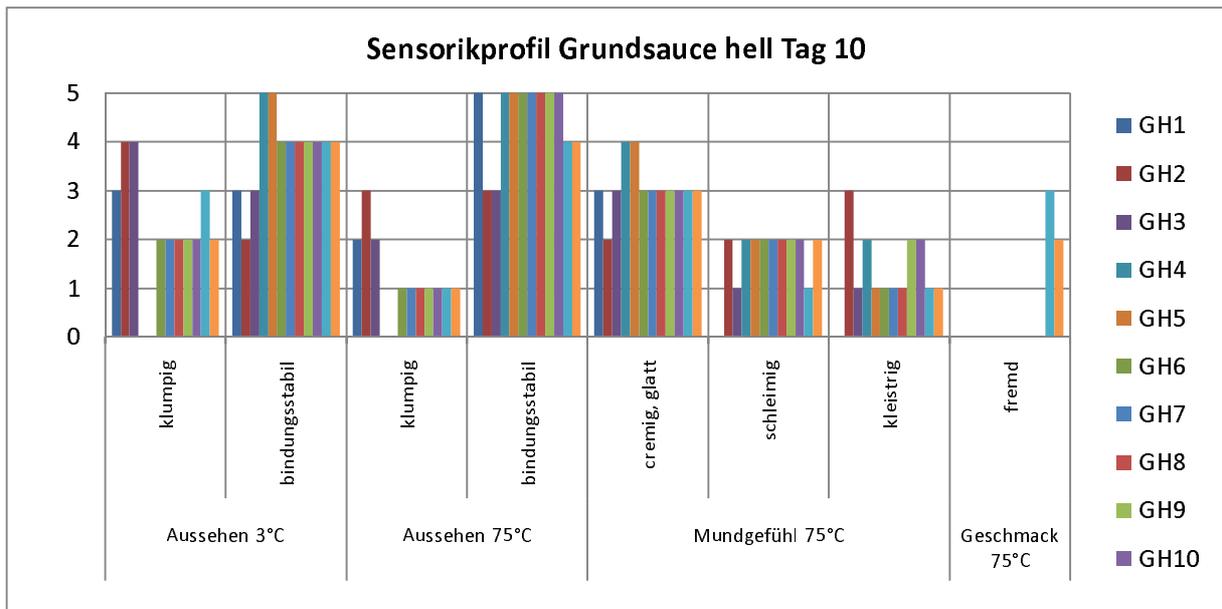


Abbildung 2 Sensorikprofil Grundsauce hell Tag 10 der Lagerung

Am Tag 10 der Lagerung zeigen die Proben schon deutliche Unterschiede in ihren optischen und geschmacklichen Eigenschaften. Die Bewertungen der 3°C kalten Proben zeigt eine deutliche Zunahme von Klümpchen bei Mustern mit Anteilen nativer Stärke. Am deutlichsten zeigen sich diese bei den Proben, bei denen die Bindung Ausschließlich durch ein natives Bindemittel hergestellt wird. Auch hinsichtlich der Bindungsstabilität zeigen diese Muster die deutlichsten Veränderungen. Bei den Proben werden deutlich wässrige Phasen erkennbar, welche im Zuge der Lagerung durch z.B. mikrobiologischen Abbau, hydrolytische Spaltung oder Synärese entsteht.

Die Ergebnisse der 75°C warmen Probe zeigen Bewertungen der Optik, bei denen sich die negativen Werte hinsichtlich Stabilität und Klumpigkeit weitestgehend wieder relativieren. Durch die Erwärmung wird die Phasentrennung aufgehoben und die Klümpchen sind nur noch schwach wahrnehmbar. Eine Ausnahme bildet die Probe GH2, welche auch nach dem Erhitzen noch deutlich Klümpchen aufzeigt. Hinsichtlich der Wahrnehmung des Mundgefühls und des Geschmacks zeigen sich kaum bis keine Veränderungen. Die Proben mit Bindung aus rein nativen Bindemittel, insbesondere GH2, zeigen leicht erniedrigte Bewertungen hinsichtlich der wahrgenommenen Cremigkeit. Ausprägungen hinsichtlich der Attribute Mundgefühl schleimig und kleistrig, sowie Geschmack fremd zeigen keine bzw. kaum Veränderungen.

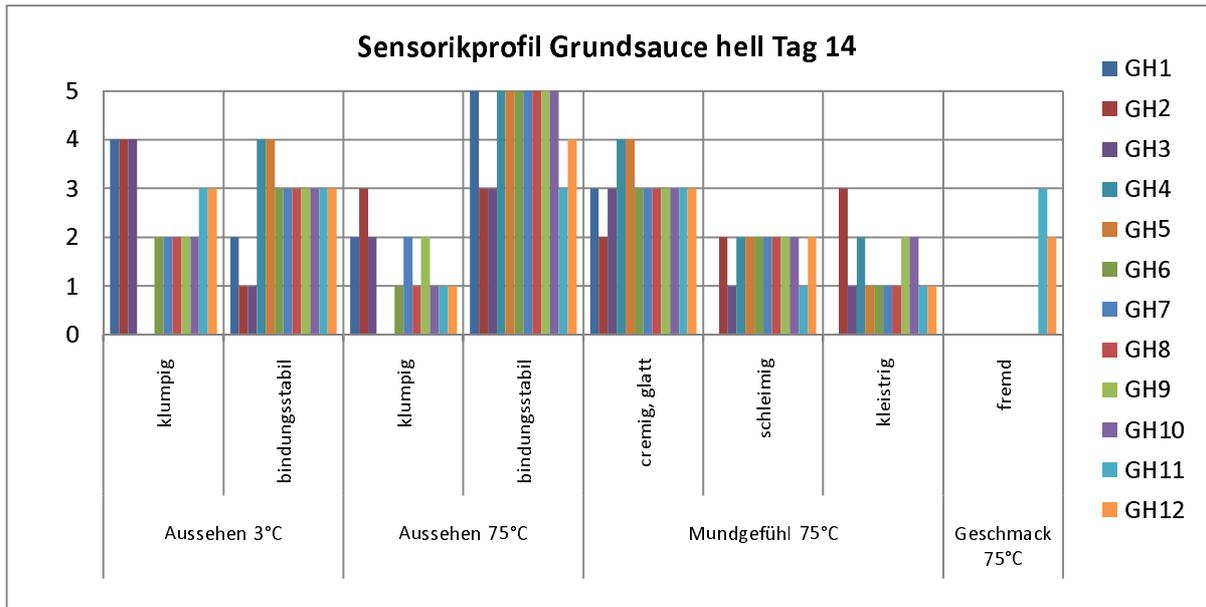


Abbildung 3 Sensorikprofil Grundsauce hell Tag 14 der Lagerung

Die Bewertung der sensorischen Attribute am Tag 14 der Lagerung zeigt bei der optischen Untersuchung der Proben bei 3°C nur marginale Unterschiede zu Tag 10. Verschlechterungen hinsichtlich der Klumpigkeit zeigen vornehmlich die Proben (GH1 – GH3) mit nativen Stärken ohne stabilisierendes Hydrokolloid. Deutlich wird, dass Guarkernmehl und Johannisbrotkernmehl keine Anzeichen von Klümpchen, durch Retrogradation, aufzeigen. Der gleiche Trend zeigt sich hinsichtlich des Attributes bindungsstabil. Ähnlich der Ergebnisse am Tag 10, zeigen sich auch am Tag 14 die Werte für das Attribut klumpig und bindungsstabil nach dem Erhitzen deutlich besser. Veränderungen werden nur schwach wahrgenommen, auch hinsichtlich der Attribute hinsichtlich des Mundgefühls und des Geschmacks.

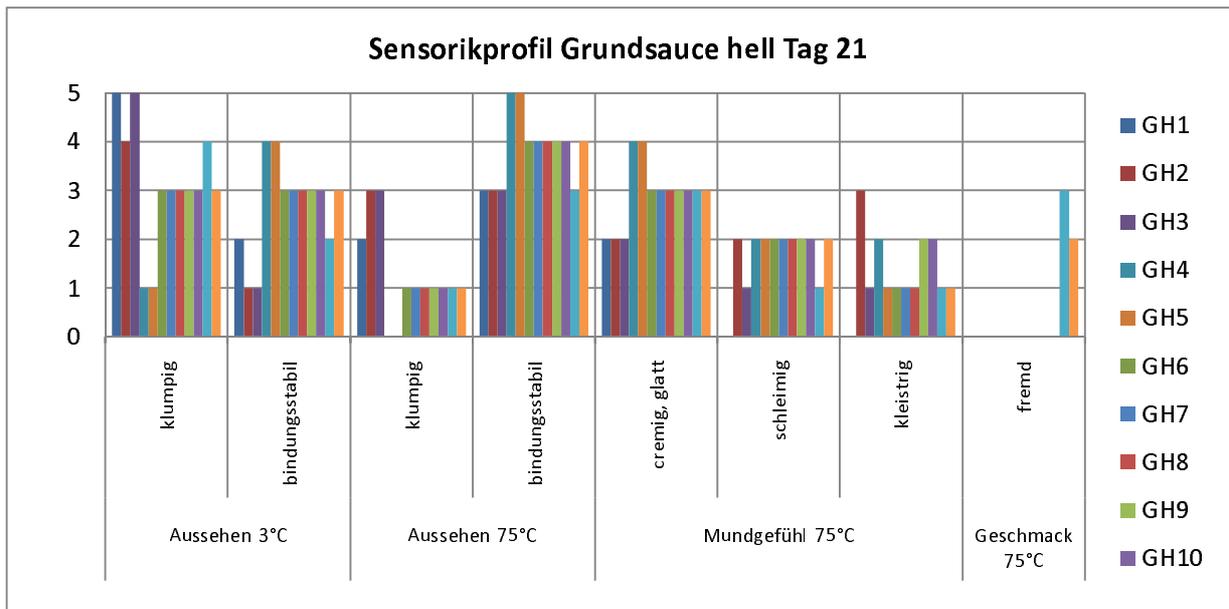


Abbildung 4 Sensorikprofil Grundsauce hell Tag 21 der Lagerung

Am Tag 21 der Lagerung der Grundsauce hell bestätigen sich die Tendenzen aus den beiden vorherigen Prüftagen. Proben mit alleinigem Bindemittel aus nativer Stärke zeigen die negativsten Entwicklungen hinsichtlich Stabilität und Klumpigkeit bei 3°C. Auch nach der Erhitzung auf 75 °C zeigen sich die Bewertungen bei den Proben GH2 und GH3 immer noch deutlich. Proben bei denen die Zusatzstoffe Johannisbrotkernmehl, Guarkernmehl und/oder Xanthan in alleinig oder in Verbindung mit Maisstärke zur Bindung der Sauce zugesetzt wurden, zeigen die durchschnittlich konstantesten Bewertungen, ohne deutlich negative Veränderungen aufzuweisen. Die substanztypische Schleimigkeit bei den Samenmehlen Guarkernmehl und Johannisbrotkernmehl zeigt sich über die gesamte Lagerdauer nur in schwachen Wahrnehmungen. Proben mit Zumischungen von Xanthan weisen dahingehend bei der Kleistrigkeit schwache Ausprägungen auf. Insgesamt zeigen Bindemittelgemische mit Maisstärke und den zugesetzten Zusatzstoffen die besten Ergebnisse bei der Bewertung zu Geschmack und Stabilität.

2.1.1.2 Viskosität und Konsistenz

Die Untersuchung der Viskosität und der sensorisch wahrnehmbaren Konsistenz wurden zu den unterschiedlichen Temperaturen von 75°C und 3°C vorgenommen.

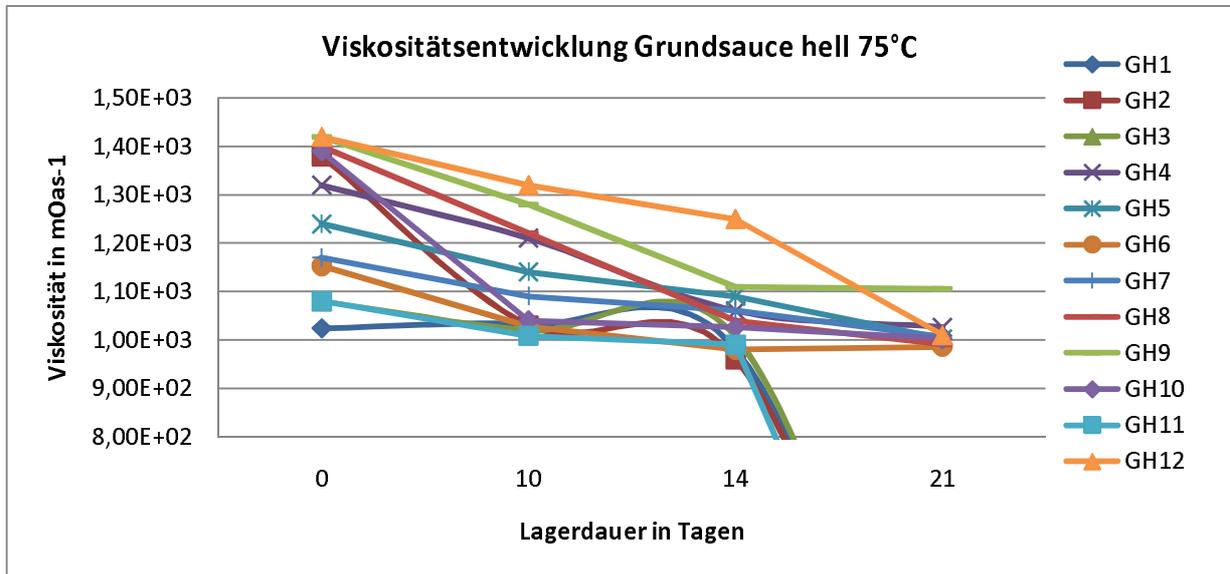


Abbildung 5 Viskositätsentwicklung Grundsauce hell über Lagerdauer 21 Tage (Messung Rotationsviskosimeter Brookfield Spindel 2/ 20 rpm, 75°C, 20 s)

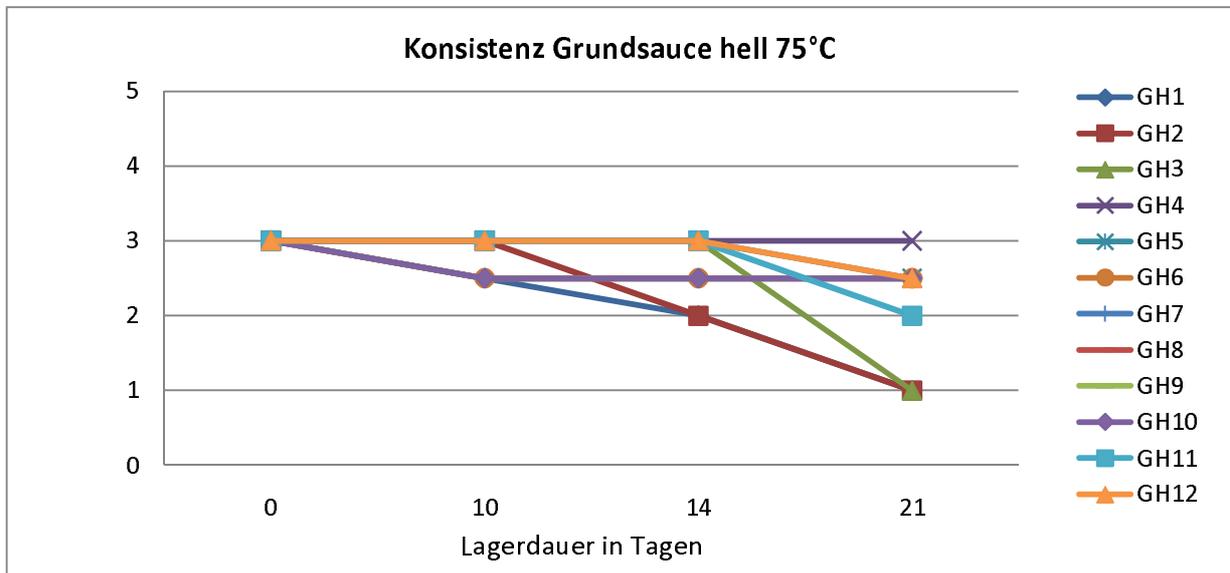


Abbildung 6 Entwicklung der Konsistenz Grundsauce hell über die 21tägige Lagerung

Bei Betrachtung der Ausgangsviskositäten der einzelnen Muster zeigen sich nur sehr kleine Unterschiede. Jedoch weisen die Proben im Verlauf des Lagerungsprozesses deutliche Abweichungen bezüglich der Viskositäten auf. Am deutlichsten wird dies bei den Proben GH1/2/3. Bereits nach 10tägiger Lagerung weisen sie einen Konsistenzverlust von mind. 20 Prozent auf. Nach 21tägiger Lagerung erscheinen die Proben so dünnflüssig, dass die Viskosität nicht mehr im Bereich der

Messtoleranz des Viskosimeters liegt. Proben mit Anteilen von kennzeichnungspflichtigen Verdickungsmitteln in der Rezeptur zeigen hier konstantere Konsistenzen, welche über den gesamten Lagerungsprozess maximal 20 % der Viskosität verlieren. In der sensorischen Bewertung zeigen diese Muster deutlich wahrnehmbare, leicht dickflüssige Konsistenzen auf (Bewertung: 2,5 - 3), die durchaus den verkehrsüblichen Maßstäben entspricht. Dabei ist kein Unterschied bemerkbar, ob eine native Maisstärke in einem Stoffgemisch verwendet wird oder ob die Bindung alleinig durch den Zusatzstoff erfolgt. Das Muster GH11, deren Bindung durch ein stabilisiertes Maisstärkepräparat (Bewertung: 3) hergestellt wurde, zeigt im Vergleich zu den nativen Stärken, 2, bis Tag 14 deutlich bessere Werte, bis Tag 21 verliert auch sie an Konsistenz und zeigt nur schwache Werte.

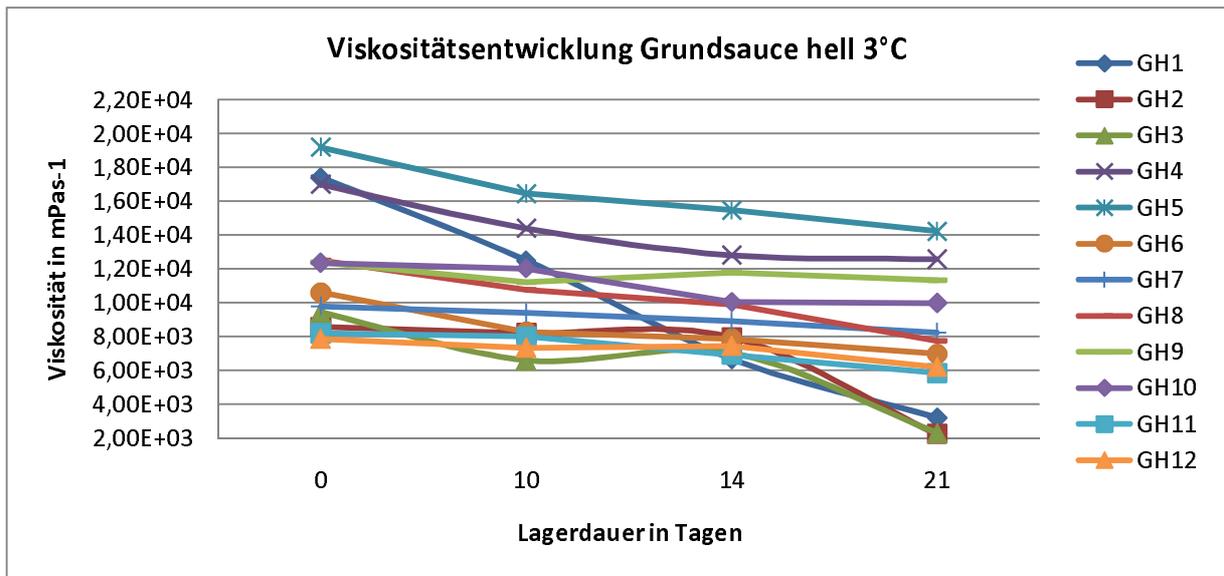


Abbildung 7 Viskositätsentwicklung Grundsauce hell über Lagerdauer 21 Tage (Messung Rotationsviskosimeter Brookfield Spindel 4/ 5 rpm, 3°C, 20 s)

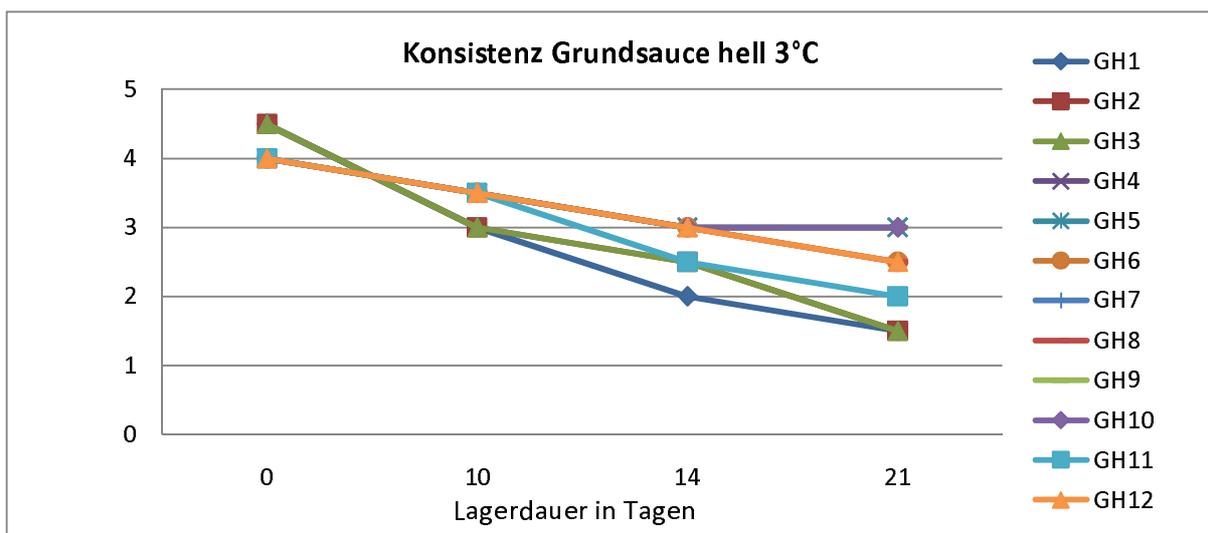


Abbildung 8 Entwicklung der Konsistenz Grundsauce hell über die 21tägige Lagerung, Untersuchung bei 3°C

Die Entwicklung der Konsistenz der Saucen bei der Temperatur von 3°C zeigt entsprechende Tendenzen, wie sie bei den erwärmten Versuchsmustern beobachtet wird. Die Proben GH1-3 präsentieren sich bei der sensorischen Betrachtung am Tag der Fertigung dickflüssiger, wie es die Messwerte der Viskositätsmessung wiedergeben. Wie im vorangegangenen Kapitel bereits beschrieben, zeigen sie nach 10tägiger Lagerung deutliche Anzeichen von Bindungsverlusten, welche die Proben insgesamt dünnflüssiger erscheinen lassen. Entsprechende Entwicklungen sind bei den Mustern mit Stärke-Hydrokolloidgemischen auch zu beobachten, jedoch nicht in vergleichbar starken Ausprägungen. Nach 21tägiger Lagerung zeigen sich zwischen den Proben die Unterschiede noch deutlicher. Proben mit rein nativen Bindemitteln büßen deutlich an Konsistenz ein. Die Proben

stellen sich nur noch schwach dar. Auch die Messwerte durch das Viskosimeter untermauern Beobachtungen aus der sensorische Beurteilung. Probe GT1 zeigt am Tag der Fertigung 17400 mPas^{-1} am Tag 21 nur noch 3220 mPas^{-1} . Bei den Proben GT2 und 3 zeigen sich ähnlich starke Viskositätsrückgänge. Im Vergleich die Probe mit der geringsten Abnahme GH7, sie verliert über die Lagerzeit nur 1556 mPas^{-1} . Deutliche Gewinner sind auch hier wieder Bindungen, welche aus einen Gemisch aus nativer bzw. stabilisierter Maisstärke und ein bis zwei Hydrokolloiden.

2.1.2 Ergebnisse Grundsauce „Tomate“

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse zu der Untersuchung unterschiedlicher Bindemittel zum Einsatz in Saucen, mit hohen Feststoffanteil und pH-Bereichen von 3 -4, dargestellt. Auch in diesem Teilbereich stehen die möglichen stabilisierenden Eigenschaften der Zusatzstoffe Guarkernmehl, Johannisbrotkernmehl und Xanthan im Fokus der Betrachtung. Stoffkonzentrationen untersuchter Rezepturen sind in der nachstehenden Tabelle abgebildet.

Probenschlüssel	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %
GT1	Maisstärke	1,8				
GT2	Weizenstärke	2,5				
GT3	Kartoffelstärke	1,7				
GT4	JBKM	0,7				
GT5	GKM	0,5				
GT6	GKM	0,2	Xanthan	0,15		
GT7	Maisstärke	1	JBKM	0,3		
GT8	Maisstärke	1	GKM	0,3		
GT9	Maisstärke	1	GKM	0,08	Xanthan	0,08
GT10	Maisstärke, stab.	1,9				
GT11	Maisstärke, stab.	1,1	GKM	0,3		

Tabelle 26 Dosierungen Bindemittel Grundsauce Tomate

2.1.2.1 Sensorik

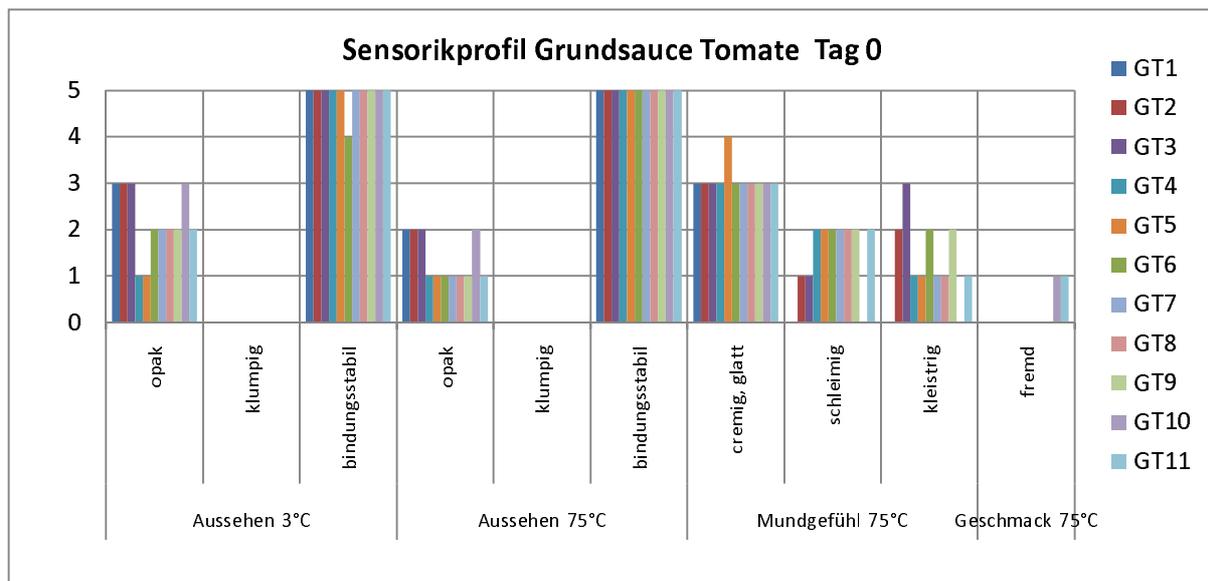


Abbildung 9 Sensorikprofil Grundsauce Tomate Tag der Herstellung

Die Ergebnisse der sensorischen Bewertung am Tag der Herstellung der Grundsauce Tomate stellen sich, abgesehen vom Farbeindruck, in den jeweiligen Temperaturbereichen vergleichbar dar. Die frisch produzierten Saucen zeigen bei keinem der Muster erkennbare negative Anzeichen bezüglich der Stabilität gegenüber Einflüssen durch die thermische Behandlung. Mögliche Retrogradation oder Synärese, induziert durch den schnellen Abkühlprozess, werden nicht bzw. kaum wahrgenommen. Deutlich wird der Einfluss der Bindemittel auf die Farbe des Produktes. Die milchige bzw. opake Eintrübung bei den Mustern, GT1 bis GT3 und GT 10/11, begründet sich zum Großteil auf den ausschließlichen Gebrauch von nativen bzw. stabilisierter Maisstärke zur Herstellung der Bindung. Bei Mustern, deren Bindung nur zum Teil durch native Bindemittel hergestellt wird, zeigen sich diese Verfärbung in einem nicht so hohen Grad. Unter Berücksichtigung der Temperatur der Proben, zeigen die abgekühlten Produkte eine deutlich höhere Eintrübung, welche durchschnittlich 1 Skalenteil höher liegt als bei der 75°C warmen Proben. Hinsichtlich des Attributes Geschmack „schleimig“ zeigen alle Proben, auch bei Rezepturen mit Anteilen von Johannisbrotkernmehl und Guarkernmehl, nur maximal schwache Ausprägungen. Ähnliches zeigen die Ergebnisse hinsichtlich des Attributes Geschmack „kleistrig“, wobei bei der Probe GT3, deutliche Merkmalsausprägungen wahrnehmbar sind. Einen Einfluss der thermisch behandelten Maisstärke in Muster GT 10/11 auf den Geschmackseindruck „fremd“ kann, wie bei der Grundsauce hell beobachtet, hier nur in sehr geringem Maße festgestellt werden.

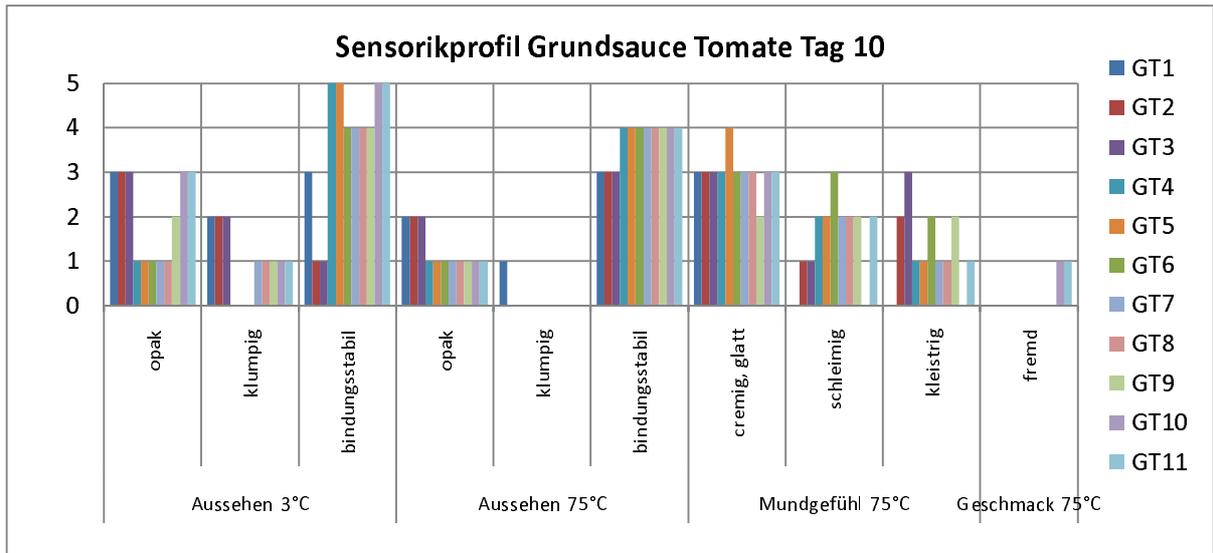


Abbildung 10 Sensorikprofil Grundsauce Tomate Tag 10 der Lagerung

Deutliche Unterschiede in der sensorischen Wahrnehmung der Saucenmuster nach Tag 10 der Lagerung, im Vergleich zum Produktprofil am Tag der Herstellung, zeigen sich in relevanter Form bei den optischen Attributen. Zu nennen ist hier vor allem die nachlassende Bindungsstabilität bei den Proben GT2/3 bei Temperatur 3°C. Die Produkte zeigen eine deutliche wässrige Phase an, welche auf Abbau- bzw. Synäreseseffekte bei den nativen Stärken zurückzuführen sind. Nach Erwärmung der Proben schwächt sich der Grad der Ausprägung aber ab. Vergleichbare Ergebnisse werden bei Attribut „klumpig“ gewonnen. Jedoch stellen sich die Erscheinungen maximal schwach dar, so dass keine Auswirkungen auf die wahrgenommene Qualität des Produktes zu befürchten ist. Hinsichtlich der Beobachtungen zu texturalen und geschmacklichen Eigenschaften werden keine deutlichen Veränderungen durch die 10-tägige Lagerung wahrgenommen.

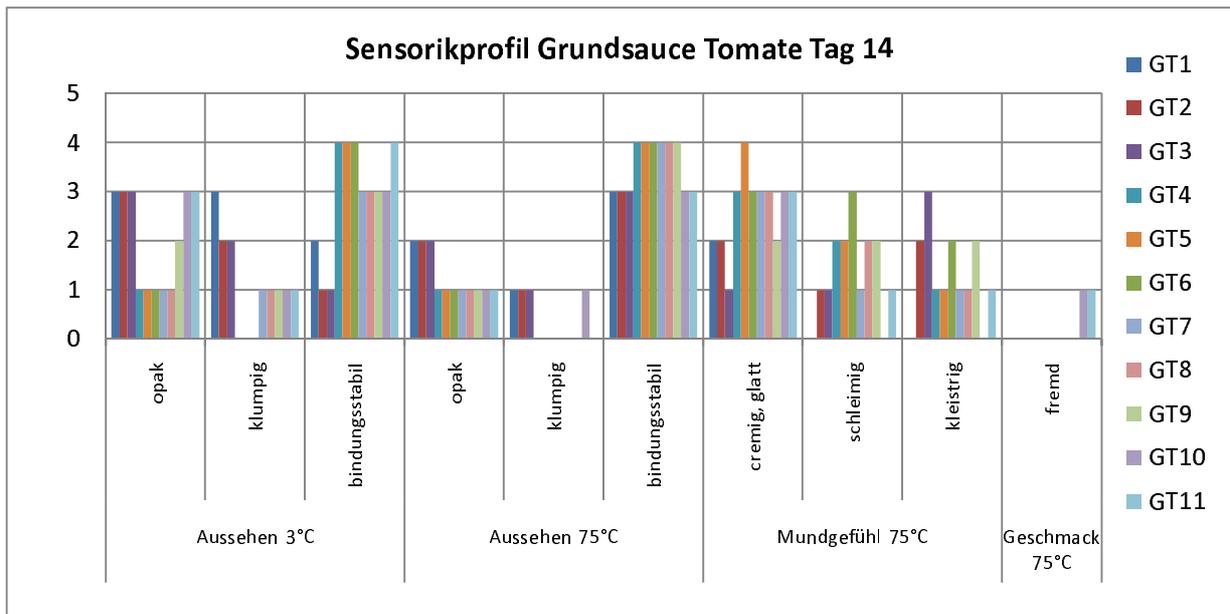


Abbildung 11 Sensorikprofil Grundsauce Tomate Tag 14 der Lagerung

Die Betrachtung der sensorischen Bewertungen zu den Proben Grundsauce Tomate nach 14 Tagen Lagerung zeigen keine signifikanten Unterschiede zu den Bewertungen zu Tag 10.

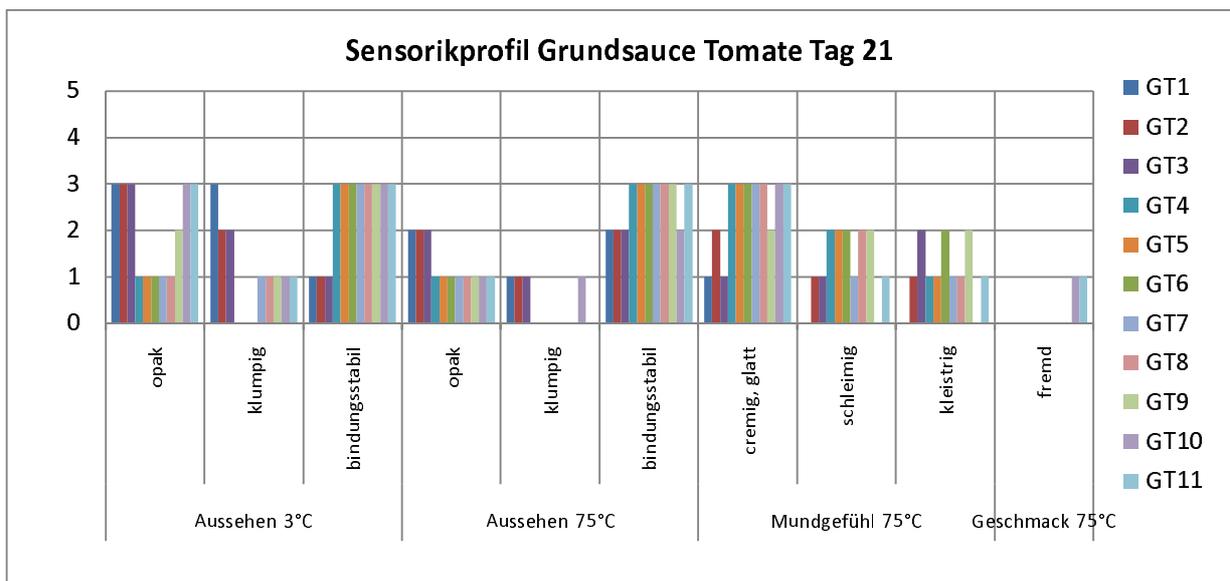


Abbildung 12 Sensorikprofil Grundsauce Tomate Tag 21 der Lagerung

Die Ergebnisse am Tag 21 der Lagerung der Grundsauce Tomate zeigen auch hier nur minimale Veränderung zu den Ergebnissen aus den vorherigen Untersuchungstagen. Proben mit Bindungen, welche alleinig aus nativen Stärken hergestellt werden, weisen keine Zunahme des optisch milchigen Eindruckes nach 21 Tagen auf, unabhängig von der jeweilig betrachteten Temperatur. Abnahmen der Bindungsstabilität über die gesamte Lagerzeit zeigen sich bei den Proben zwar deutlich, überschreiten diesen Grad aber nicht. Bei der Erwärmung auf 75°C schwächt sich diese Ausprägung

ab. Grundlegend zeigen hier die Muster mit Zusatzstoffen, als alleiniges Bindemittel, und Muster mit Bindungen aus nativer Maisstärke in Verbindung mit Verdickungsmitteln die besten Ergebnisse. Sie weisen eine deutliche Stabilität gegenüber Lagerprozessen aus und die Farbbeeinträchtigung des Produktes durch das Bindemittel stellt sich nur schwach dar. Entscheidend ist hierbei die Präferenz hinsichtlich eines natürlichen Mundgefühls ohne negative Fehlattribute wie schleimig oder kleistrig. Die Proben GT10/11 mit stabilisierter Maisstärke zeigen gegenüber der unbehandelten Stärke bessere Ergebnisse hinsichtlich Stabilität und Geschmack. Die Fremdnote durch die thermische Behandlung stellt sich über die gesamte Lagerdauer sehr schwach dar und kann vernachlässigt werden.

2.1.2.2 Viskosität und Konsistenz

Die Untersuchung der Viskosität bzw. auch der sensorisch wahrnehmbaren Konsistenz wurden zu den Temperaturen von 3°C und 75°C vorgenommen.

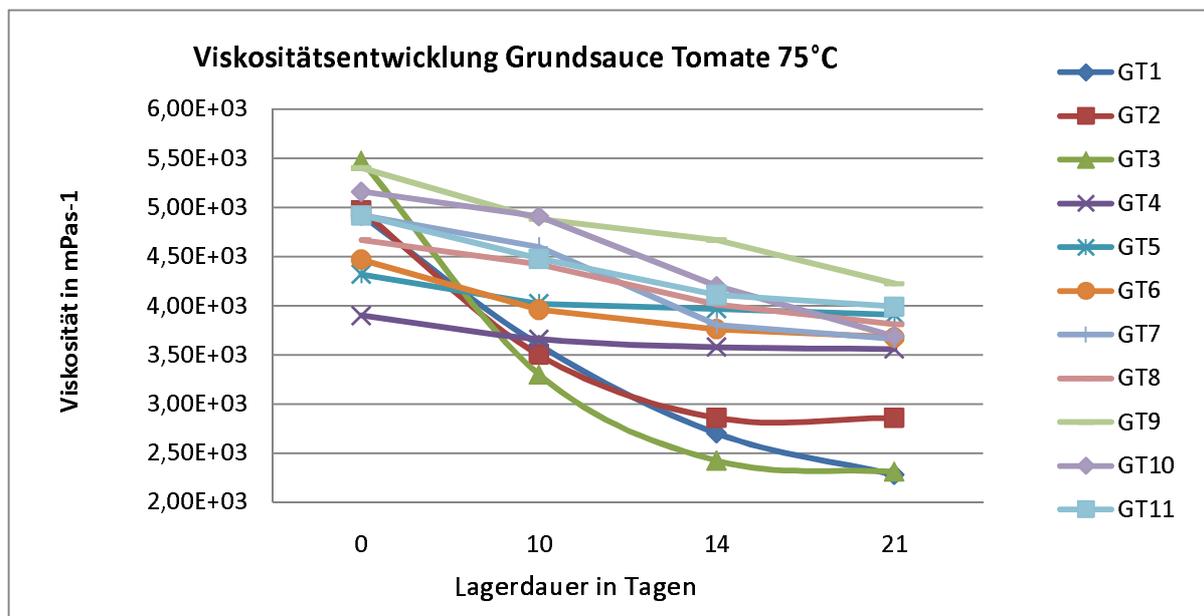


Abbildung 13 Viskositätsentwicklung Grundsauce Tomate über Lagerdauer 21 Tage (Messung Rotationsviskosimeter Brookfield Spindel 2-4/ 5 rpm)

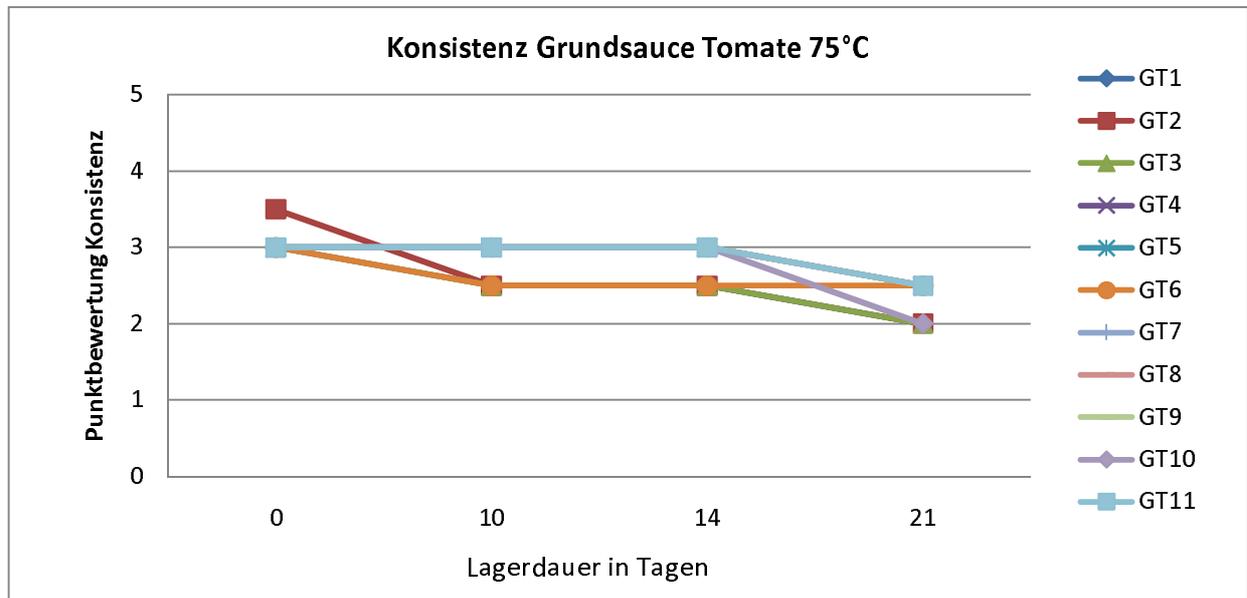


Abbildung 14 Entwicklung der Konsistenz Grundsauce Tomate über die 21tägige Lagerung, Untersuchung bei 75 °C

Bei Betrachtung der Ergebnisse hinsichtlich der Viskosität der Grundsauce Tomate bei 75°C, zeigen alle Proben einen vergleichbaren Ausgangswert. Die sensorischen Werte sowie die analytisch physikalischen Messwerte weisen hierbei nur minimale Unterschiede auf. Jedoch muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass die Feststoffkonzentration, d.h. der Gehalt an Tomate, in der Rezeptur relativ hoch ist und damit ein Anteil der Konsistenz nicht den Bindemitteln zugeschrieben werden kann.

Im Verlauf der Lagerung nehmen bei allen Proben die Werte für Konsistenz und Viskosität ab. Bei den Mustern GT1 und GT2, mit Bindungen durch rein native Stärken, erfolgt dies im etwas größeren Maßstab als bei Mustern, bei denen eine Mischung von Stärken und Hydrokolloiden zur Bindung verwendet wurde. Beim Vergleich der sensorisch erhobenen Bewertungen und der Messergebnisse, gewonnen mittels des Viskosimeters, zeigen sich jedoch unterschiedlich starke Abnahmen. Fallen die die Messwerte, z.B. der Probe GT1 von 4900 mPas^{-1} auf weniger als die Hälfte, kann das durch die sensorische Beurteilung nicht in der Stärke wiedergegeben werden. Ähnlich verhält es sich bei dem Muster GT2. Die deutlich stabilsten Werte sind bei den Proben GT4 und GT5 zu beobachten. Die Bindung bei diesen Proben basiert auf der reinen Zugabe von den Zusatzstoffen Guarkern- und Johannisbrotkernmehl. Proben mit Mischungen aus nativen Zutaten und Zusatzstoffen zeigen Werte für eine Abnahme der Viskosität, welche sich zwischen 20 bis 30 % bewegen.

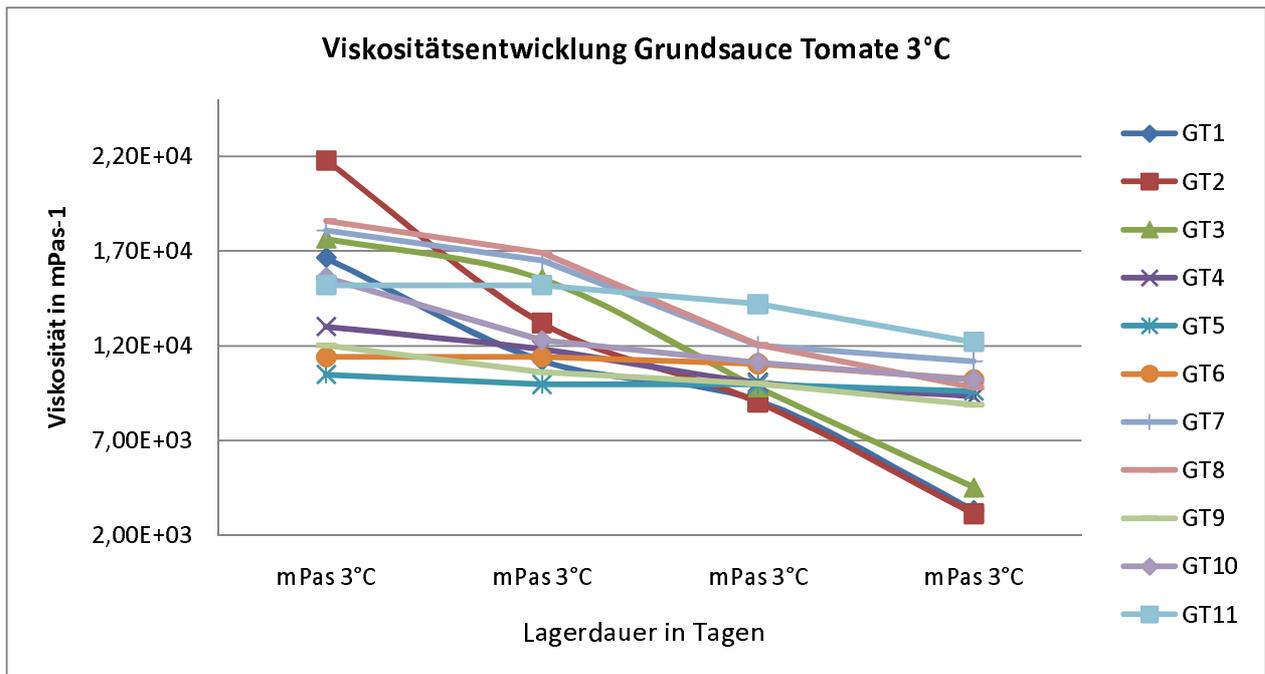


Abbildung 15 Viskositätsentwicklung Grundsauce Tomate über Lagerdauer 21 Tage bei 3°C (Messung Rotationsviskosimeter Brookfield Spindel 2-4/ 5 rpm)

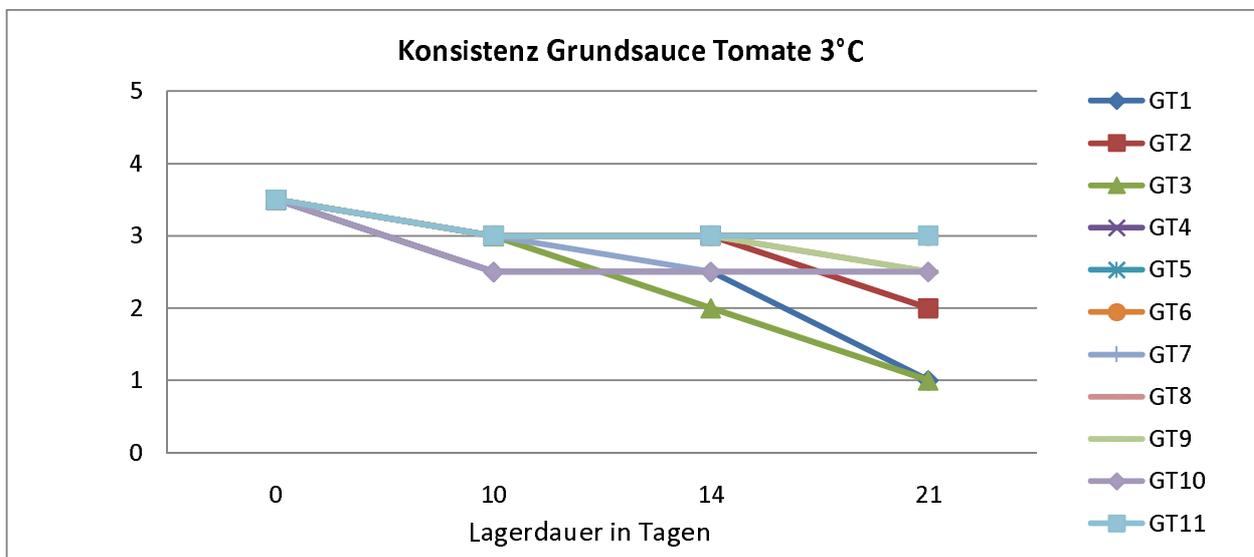


Abbildung 16 Entwicklung der Konsistenz Grundsauce Tomate über die 21tägige Lagerung, Untersuchung bei 3 °C

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der 3°C kalten Proben zeigt sich im Vergleich zu den Ergebnissen der erwärmten Produkte ein analoges Bild. Auch hier schneiden die Proben GT1 bis GT3, Bindungen aus nativen Stärken, am schlechtesten ab und verzeichnen die höchste Konsistenzabnahme. Größter Einfluss ist hier die durch den niedrigen pH Wert fehlende Bindungsstabilität und der zunehmende

Einfluss ungebundenen Wassers durch die vorschreitende Synärese. Die Muster stellen sich nach 21 Tagen schwach dünnflüssig dar und zeigen kaum mehr eine stabile Bindung. Bei den restlichen Saucenmustern sind untereinander vergleichbar Werte zu beobachten, welche durch die Ergebnisse beider Untersuchungsmethoden bestätigt werden. Auch sie zeigen Einlagerungen von ungebundenem Wasser an, welches maßgeblich für den Konsistenzverlust verantwortlich ist. Dabei zeigen Rezepturen bei denen Zusatzstoffe, Gemische aus nativer Maisstärke und Zusatzstoffen, sowie Kombinationen verschiedener Zusatzstoffe verwendet wurden keine eindeutigen Unterschiede.

2.1.3 Ergebnisse Einsatz Bindemittel in Dessertbereitung Milch

Die Dessertzubereitung Milch stellt sich als verkehrsüblicher Vanillepudding dar. Untersuchte und funktionelle Rezepturen stellen sich in der nachfolgenden Tabelle dar.

Probenschlüssel	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %
DM1	Maisstärke	6				
DM2	Kartoffelstärke	6,1				
DM3	Maisstärke	2,5	JBKM	0,6		
DM4	Maisstärke	2,5	JBKM	0,27	GKM	0,27
DM5	Maisstärke	2,5	GKM	0,5		
DM6	Maisstärke	2,5	GKM	0,08	Xanthan	0,08
DM7	Maisstärke	2,5	GKM	0,08	Agar	0,08
DM8	Maisstärke	2,5	JBKM	0,08	Agar	0,08
DM9	Maisstärke	2,5	JBKM	0,08	Xanthan	0,08
DM10	Maisstärke, stab.	6,5				

Tabelle 27 Dosierungen Bindemittel Dessertzubereitung Milch

2.1.3.1 Sensorik

Im folgenden Kapitel werden die gewonnenen sensorischen Ergebnisse zu den Proben Dessertzubereitung Milch dargestellt. Auf eine Untersuchung des Attributes „ Aussehen opak“ wurde bei diesem Produkt verzichtet, da durch den in der Rezeptur befindlichen Milchanteil keine organoleptische Beurteilung möglich war bzw. sinnvoll sind. Die sensorische Untersuchung der Proben erfolgte bei einer Produkttemperatur von 3°C.

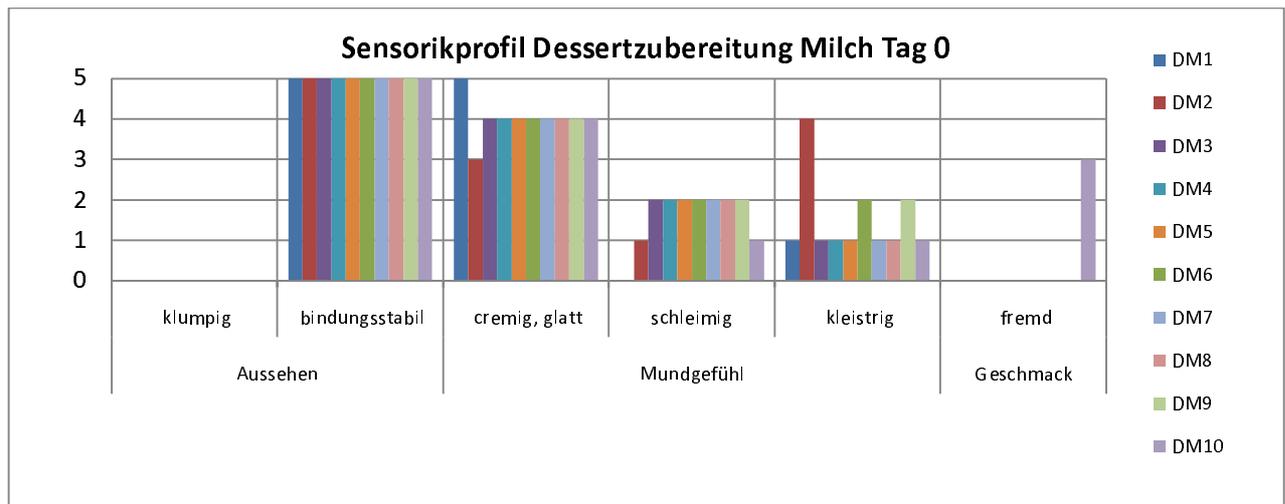


Abbildung 17 Sensorikprofil Dessertzubereitung Milch Tag der Herstellung

Die Muster der Dessertzubereitung Milch stellen sich am Tag der Fertigung als homogene, bindungsstabile Produkte dar. Eine Klümpchenbildung durch den Abkühlvorgang ist auch bei den mit nativer Stärke gebundenen Mustern nicht zu beobachten. Bei allen Proben zeigt sich ein deutlich cremig, glattes Mundgefühl. Hinsichtlich des Attributes Mundgefühl „schleimig“ zeigen die Muster DM3- DM9 erhöhte Werte, jedoch stellen sich diese insgesamt noch schwach dar, so dass kein negativer Einfluss festzustellen ist. Bezüglich des Attributes „kleistrig“ zeigt das Muster DM2, mit nativer Kartoffelstärke gebunden, eine starke Ausprägung. Bei Mustern deren die Bindung mit Xanthan stabilisiert wird, sind schwache Wahrnehmungen dieses Attributes feststellbar. Eine Fehl- bzw. Fremdnote ist deutlich beim Muster DM10, stabilisierte Maisstärke, erkennbar. Auch hier ist der leicht karamellartige, brandige Geschmack durch die thermische Behandlung der Stärke erkennbar.

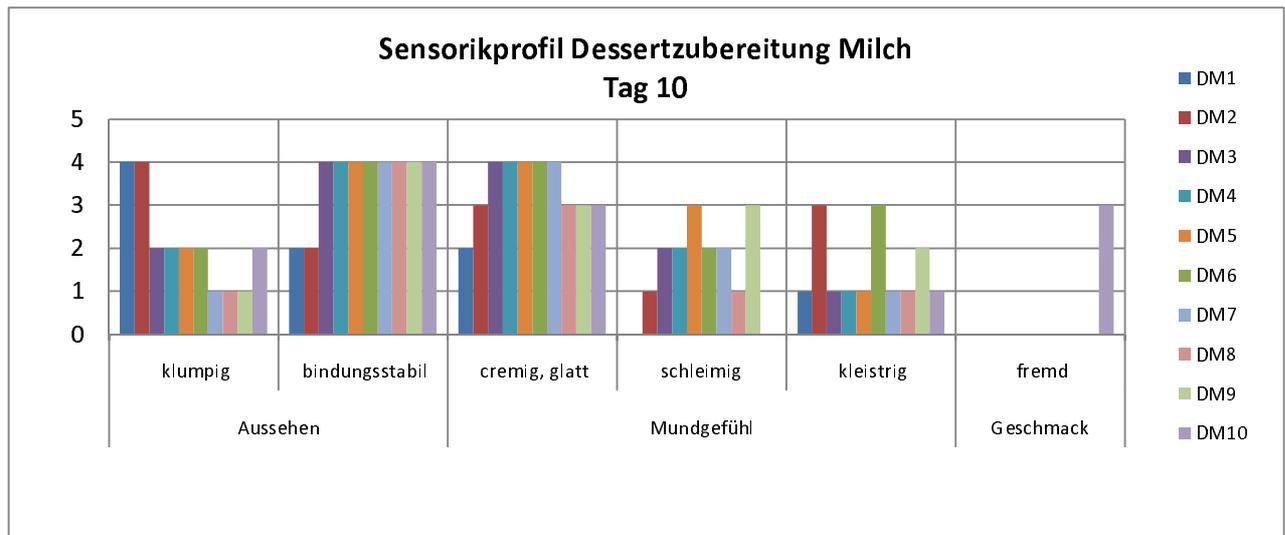


Abbildung 18 Sensorikprofil Dessertzubereitung Milch Tag 10 der Lagerung

Am Tag 10 der Lagerung zeigen sich hinsichtlich der Stabilität der Muster gegenüber Retrogradation und Synärese deutliche Unterschiede. Die Muster DM1/2 zeigen eine starke Klümpchenbildung an, in Verbindung mit schwachem Wasseraustritt. Dadurch zeigen sich auch Auswirkungen auf das Mundgefühl. Durch das Fehlen einer homogenen Bindung erscheinen die Proben in ihrer haptischen Wahrnehmung weniger cremig und glatt. Auffällig bei Betrachtung der auf nativen Stärken basierenden Bindungen ist das deutlich kleistrige Mundgefühl von Kartoffelstärke. Die übrigen Proben zeigen maximal schwache Werte hinsichtlich des Vorhandenseins von Klümpchen. Auch deutliche Synäreseerscheinungen sind nicht zu beobachten. Das Mundgefühl präsentiert sich deutlich cremig. Bei Probe DM5, mit 0,5% Guarkernmehlanteil, zeigt sich eine erhöhte Wahrnehmung von schleimig, welche auf die spezifischen Stoffeigenschaften dieses Samenmehls beruht. Bei Anteilen von Xanthan an der Bindung, Siehe Proben DM 6/9, zeigen sich erhöhte Werte für eine kleistrige Wahrnehmung. Der fremde Geschmack bei Probe DM10 ist auch nach 10 Tagen deutlich erkennbar.

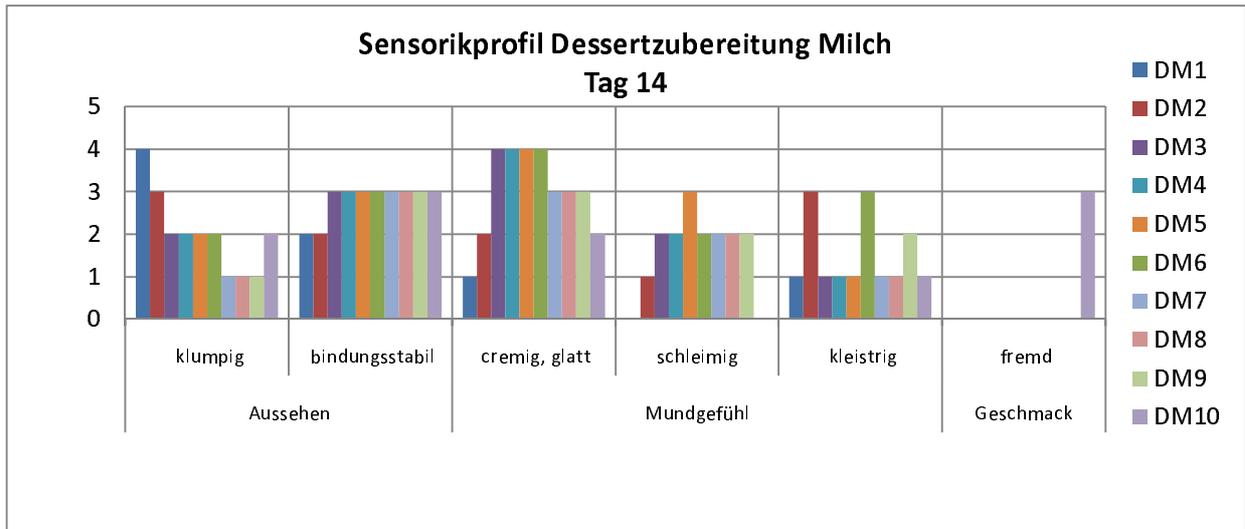


Abbildung 19 Sensorikprofil Dessertzubereitung Milch Tag 14 der Lagerung

Am Tag 14 der Lagerung zeigen alle Proben kaum Veränderungen, verglichen mit Tag 10. Deutlich wird nur, dass auch die Proben mit Anteilen von Zusatzstoffen an Bindungsstabilität einbüßen. Weitere Einflüsse des Lagerungs- bzw. Alterungsprozesses sind nicht deutlich wahrnehmbar.

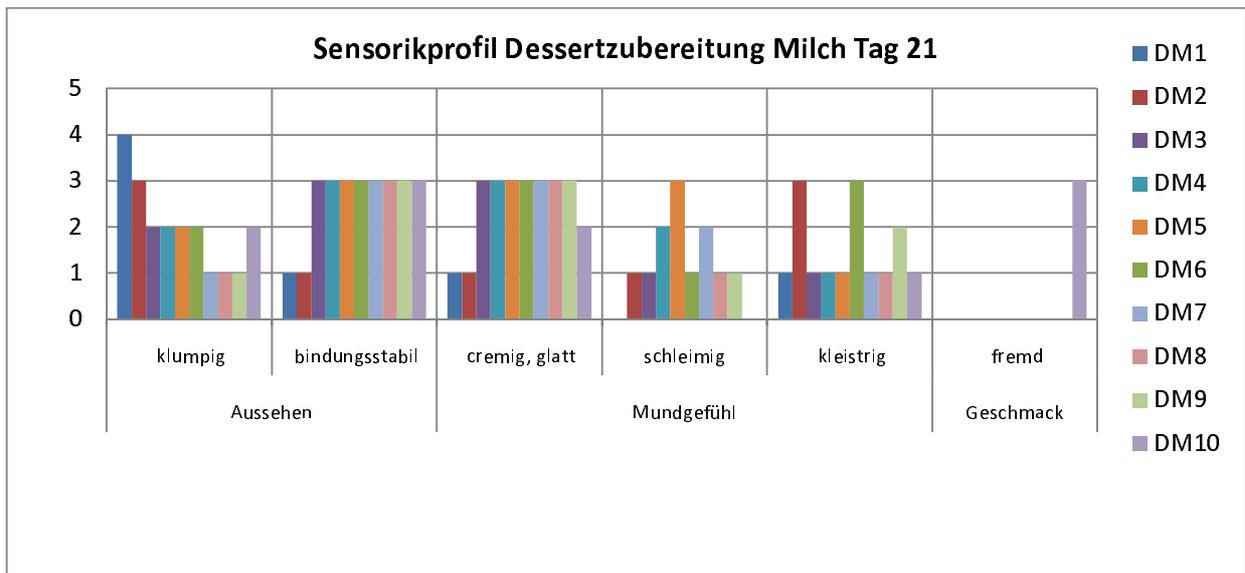


Abbildung 20 Sensorikprofil Dessertzubereitung Milch Tag 21 der Lagerung

Auch nach 21tägiger Lagerzeit zeigen sich keine weiteren gravierenden Veränderungen bezüglich des sensorischen Profils der Muster. Letztlich überzeugen auch hier die Proben, welche aus einer Mischung aus nativer Stärke und Guarkernmehl oder Johannisbrotkernmehl und/oder Agar bzw. Xanthan zusammengesetzt sind (DM3, DM4, DM7 und DM8). Muster mit einem hohen Anteil nativer Bindung können durch die fehlende Lagerstabilität nicht überzeugen, auch wenn ihr natürliches Mundgefühl positiver wahrgenommen wird. Auch der Einsatz der physikalisch modifizierten

Maisstärke ist beim Einsatz in dieser Form der Dessertzubereitung begrenzt. Limitierender Faktor ist vor allem der wahrgenommene Fremdgeschmack. Hinsichtlich der optischen sowie haptischen Attribute zeigt es positive Werte.

2.1.3.2 Viskosität und Konsistenz

Die sensorische Beurteilung der Proben bzw. die Messung mittels des Rotationsviskosimeters erfolgte bei einer Proben temperatur von 3°C..

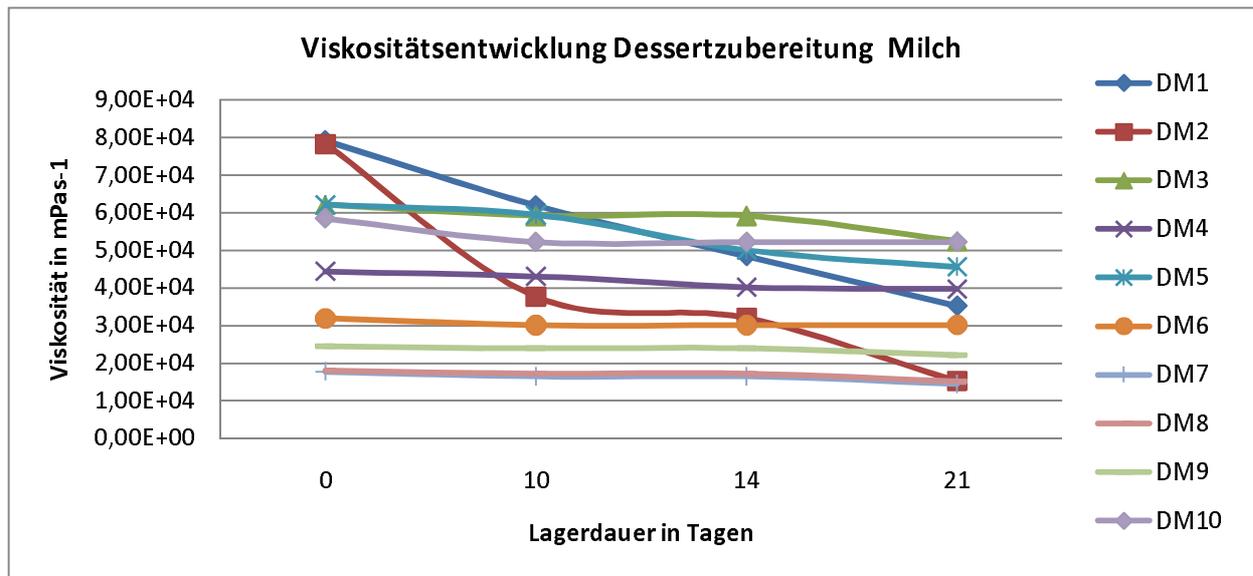


Abbildung 21 Viskositätsentwicklung Dessertzubereitung Milch über Lagerdauer 21 Tage (Messung Rotationsviskosimeter Brookfield Spindel 2-4/ 5 rpm)

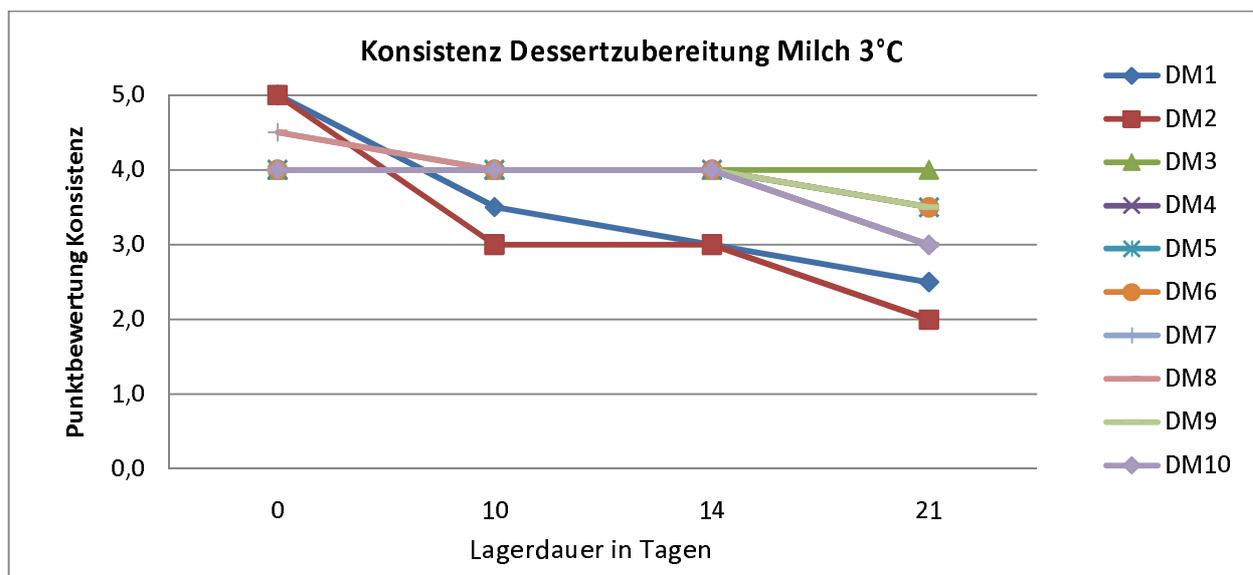


Abbildung 22 Entwicklung der Konsistenz Dessertzubereitung Milch über Lagerdauer 21 Tage

In der Betrachtung der Konsistenz der Muster Dessertzubereitung Milch stellen sich alle Proben nach der Fertigung als mittel- bis hochviskose Gele bzw. Stärkepuddinge dar. Schnittfeste Konsistenzen

werden jedoch nicht erreicht bzw. gewünscht. Muster, bei welchen die Bindung alleinig durch native Stärken erreicht wird, DM1 Maisstärke und DM2 Kartoffelstärke, zeigen hinsichtlich der Viskositätsentwicklung die stärksten Abnahmen. Nach 10tägiger Lagerung fällt die Konsistenz bereits auf nur deutliche Werte ab. D.h. im Einzelnen der Puddingeffekt geht in den ersten 10 Tagen weitestgehend verloren, die Massen stellen sich noch hochviskos dar, ca. 62000 mPas^{-1} bei der Probe DM1 und 37000 mPas^{-1} bei der Probe DM2, bei der sensorischen Bewertung zeigen sich die Produkte als vergleichbar dickflüssige Saucen, mit einem hohen Anteil von Klümpchen. Das Anzeigen wässriger Phasen und das Auftreten von Klümpchen bzw. Stärkekörnern macht eine Einordnung schwierig. Im Vergleich beider Stärkeformen verliert die Kartoffelstärke noch stärker. Nach der 21tägigen Lagerung stellen sich beide Proben fast dünnflüssig dar.

Die Proben mit Bindungen aus Mischungen von nativer Maisstärke und den aufgeführten Hydrokolloiden zeigen trotz leicht unterschiedlicher Messwerte der relativen Viskosität, siehe Abbildung, in der sensorischen Bewertung vergleichbare Konsistenzen, welche sich sehr dickflüssig darstellten. Ein deutlicher Puddingeffekt wird bei keiner dieser Proben erreicht. Die Produkte verlieren über die 21tägige Lagerzeit nur leicht an Viskosität, erreichen somit auch noch zum letzten Messpunkt deutliche Konsistenzen. Die optische Darstellung der einzelnen Proben unterscheidet sich jedoch leicht. Zeigen Proben in Verbindung mit Xanthan eher kleistrige Konsistenzen, sind bei Rezepturen mit Zugabe von Agar ein deutlicher Gelcharakter zu beobachten.

2.1.4 Dessertzubereitung Frucht

Die Dessertzubereitung Frucht stellt besondere Anforderungen an die eingebrachten Bindemittel. Mit einem durchschnittlichen pH-Wert von $3,4 \pm 0,2$ ist die Auswahl der möglichen Bindemittel stark beschränkt. Desweiteren darf die Zubereitung marktüblich kaum milchige Verfärbungen aufweisen, da die Akzeptanz durch den Kunden nicht gegeben ist. Die Versuche wurden daher auf die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Substanzen beschränkt.

Probenschlüssel	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %
DF1	Maisstärke	3,3		
DF2	JBKM	0,7		
DF3	Kartoffelstärke	3,2		
DF4	Weizenstärke	4,5		
DF5	Guar	0,65		
DF6	JBKM	0,2	Xanthan	0,2
DF7	JBKM	0,2	Agar	0,2

Tabelle 28 Dosierungen Bindemittel Dessertzubereitung Frucht

2.1.4.1 Sensorik

Im folgenden Kapitel werden die gewonnenen sensorischen Ergebnisse zu den Proben Dessertzubereitung Frucht dargestellt. Die sensorische Untersuchung der Proben erfolgt bei einer Produkttemperatur von 3°C.

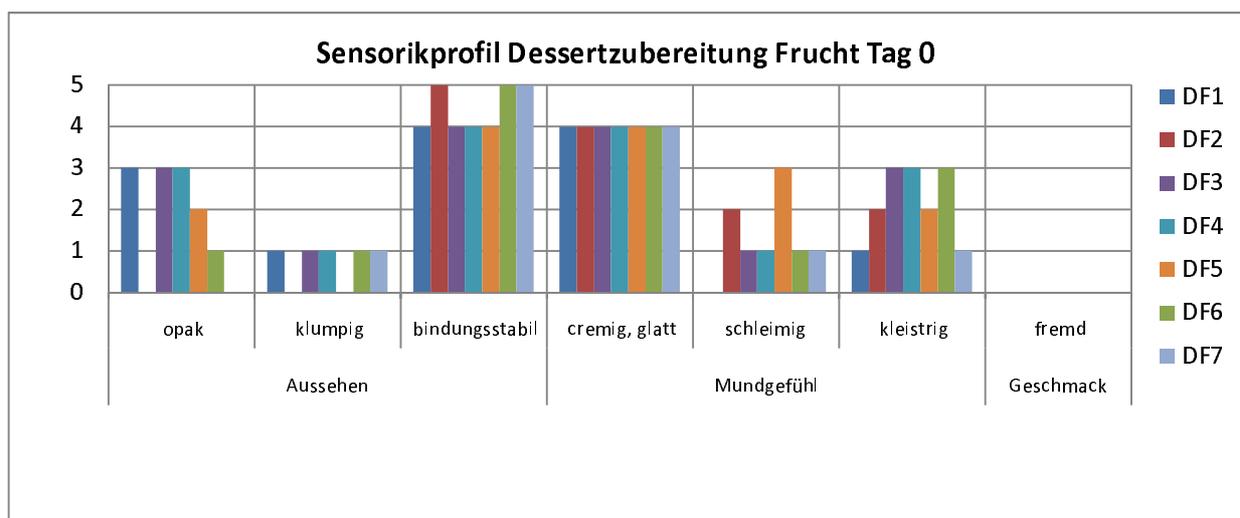


Abbildung 23 Sensorikprofil Dessertzubereitung Frucht Tag der Herstellung

Die Betrachtung der Ergebnisse der sensorischen Untersuchungen zeigen schon am Tag der Fertigung deutliche, durch die nativen Stärken induzierten, milchigen Verfärbungen der jeweiligen Muster. Dies bildet die Grundlage zu der Entscheidung keine vertiefenden Versuche mit Mischungen von

nativen Stärken und Zusatzstoffen vorzunehmen, da hier auch keine optimalen Ergebnisse erwartet werden konnten. Hinsichtlich der optischen Wahrnehmung von Klümpchen bzw. Kornstrukturen zeigen alle Proben maximal sehr schwache Ausprägungen. Auch bezüglich der Bindungsstabilität werden ausschließlich starke bis sehr starke Ergebnisse beobachtet. Beim Attribut Mundgefühl „schleimig“ zeigt die Probe DF5, 0,65- %ige Guarkernmehlkonzentration, die deutlichste Ausprägung. Bei den Proben DF3, DF4 und DF6 sind deutliche Wahrnehmungen bezüglich des Attributes kleistrig zu beobachten. Einen Fremdgeschmack ist bei keinem der untersuchten Muster zu erkennen.

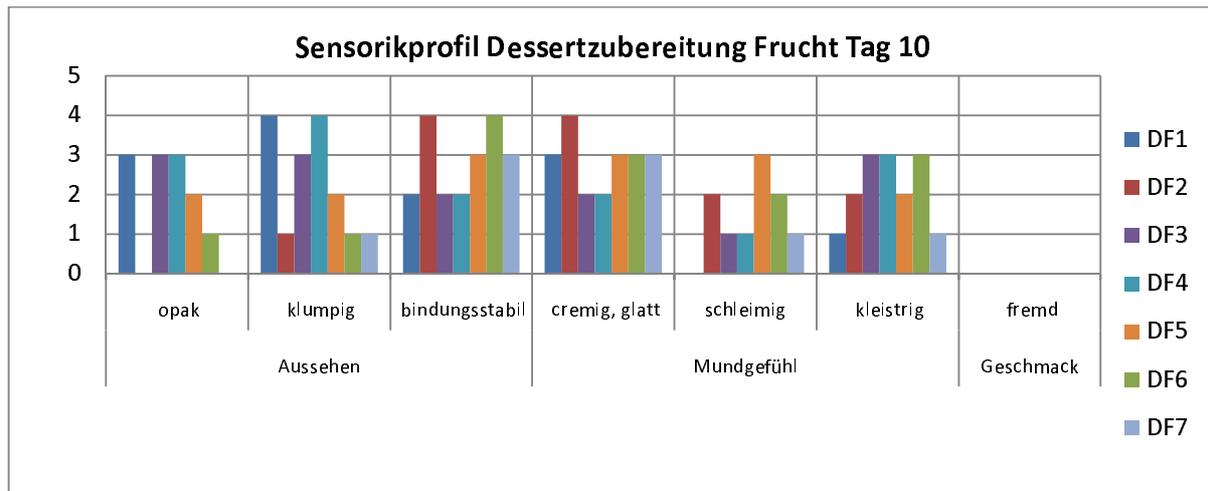


Abbildung 24 Sensorikprofil Dessertzubereitung Frucht Tag 10

Nach 10 tägiger Lagerung werden bei den Proben DF1, DF3 und DF4 Zunahmen der Klümpchenbildung und eine starke Abnahme der Bindungsstabilität erfasst. Deutliche Anzeichen für den Retrogradationsprozess und begleitender Synärese der nativen Stärken. Eine Zunahme der opaken Trübung ist bei diesen Mustern nicht zu beobachten, obwohl diese typisch beim Auftreten von Retrogradation ist. Hinsichtlich der gustatorischen Wahrnehmung fallen die Werte der Proben DF1, DF3 und DF4 auf schwache Bewertungen bei „cremig“ zurück. Bei den Attributen „schleimig“ und „kleistrig“ zeigen die genannten Proben keine deutlichen Ausprägungen. Die positivsten sensorischen Merkmale entfallen auf die Probe DF2. Anzeichen von Trübung oder Klümpchenbildung sind auch nach 10tägiger Lagerung nicht oder nur sehr schwach zu erkennen. Der Probe ist ein cremig, glattes Mundgefühl eigen, weist aber eine schwache Schleimig- bzw. Kleistrigkeit auf. Die Proben DF5, Guarkernmehl, DF6 und 7, Mischungen von Johannisbrotkernmehl, Xanthan und Agar Agar, zeigen Merkmalsausprägungen, welche eine maximal schwache milchige Trübung zeigen. Des Weiteren zeigen sie eine deutlich bis starke Bindungsstabilität, bei schwacher Klümpchenbildung. Negativ zu bewerten ist die deutliche Ausprägung eines schleimigen Geschmackes bei der Probe DF5.

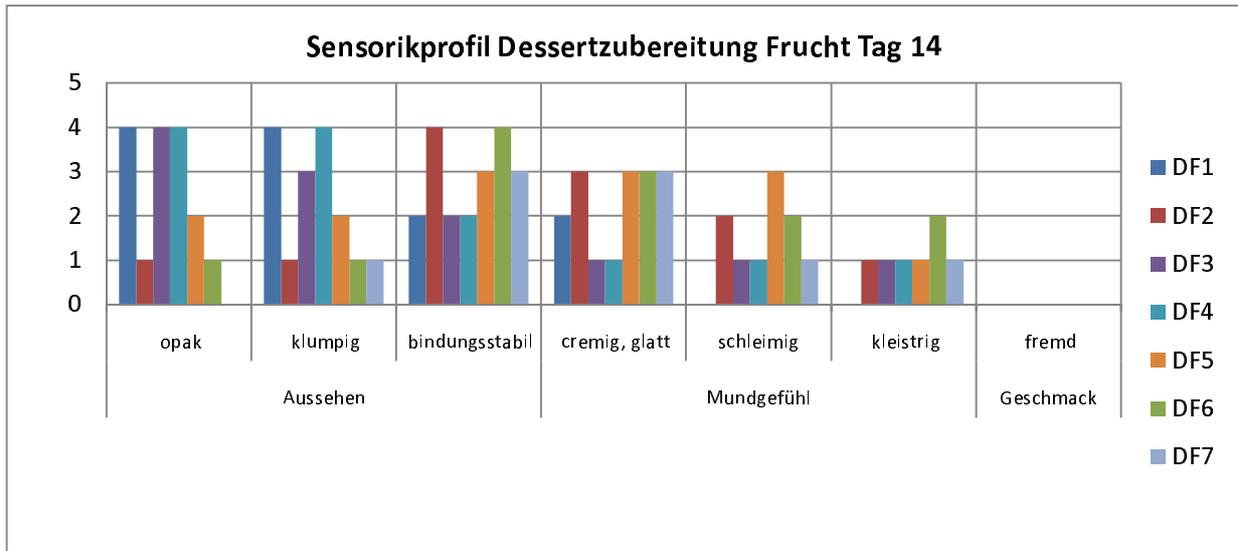


Abbildung 25 Sensorikprofil Dessertzubereitung Frucht Tag 14 der Lagerung

Bei der Untersuchung der Proben am Tag 14 der Lagerung zeigen sich kaum Veränderungen im Vergleich zum Tag 10. Bei den Mustern mit ausschließlicher nativer Bindung zeigt sich eine Zunahme der Intensität des Attributes Aussehen „opak“. Weitere Veränderungen sind nicht zu beobachten.

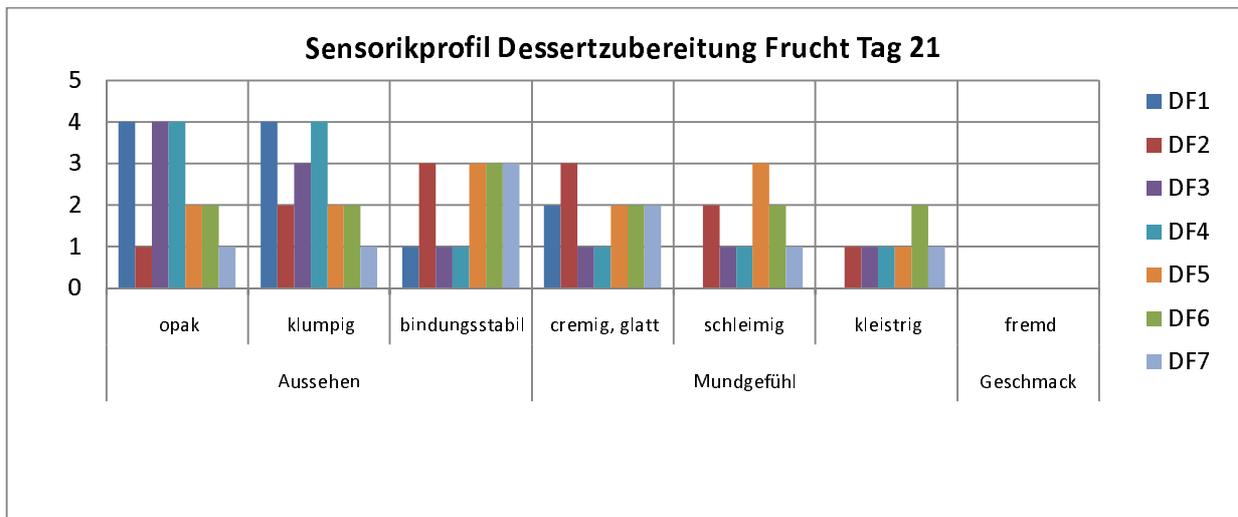


Abbildung 26 Sensorikprofil Dessertzubereitung Frucht Tag 21 der Lagerung

Am Tag 21 der Lagerung bestätigen sich die beobachteten Tendenzen der Entwicklung der einzelnen Merkmalsausprägungen bei den untersuchten Produkt- bzw. Stoffgruppen. Die deutliche milchige Einfärbung des Lebensmittels durch die Stärken und die fehlende Stabilität der Bindung gegenüber pH-Wert, Alterungs- bzw. Lagerungsprozessen sind verstärkt auch an Tag 21 zu beobachten. Die Ergebnisse dieser Versuchsreihen zeigen, dass der Einsatz nativer Stärke für diese Produktgruppe nicht zu bevorzugen ist. Die besten Ergebnisse liefert die Probe DF2, durch eine Bindung nur über Johannisbrotkernmehl. Hinsichtlich der Stabilität der Bindung und gegenüber Retrogradation zeigt

diese Probe deutliche Werte. Der Geschmack ist deutlich cremig, die negativen Einflüsse durch ein schleimiges, kleistriges Mundgefühl nur schwach.

2.1.4.2 Viskosität und Konsistenz

Zur Beurteilung der Konsistenzentwicklung wurden Ergebnisse der sensorischen sowie der relativen Viskositätsbestimmung herangezogen.

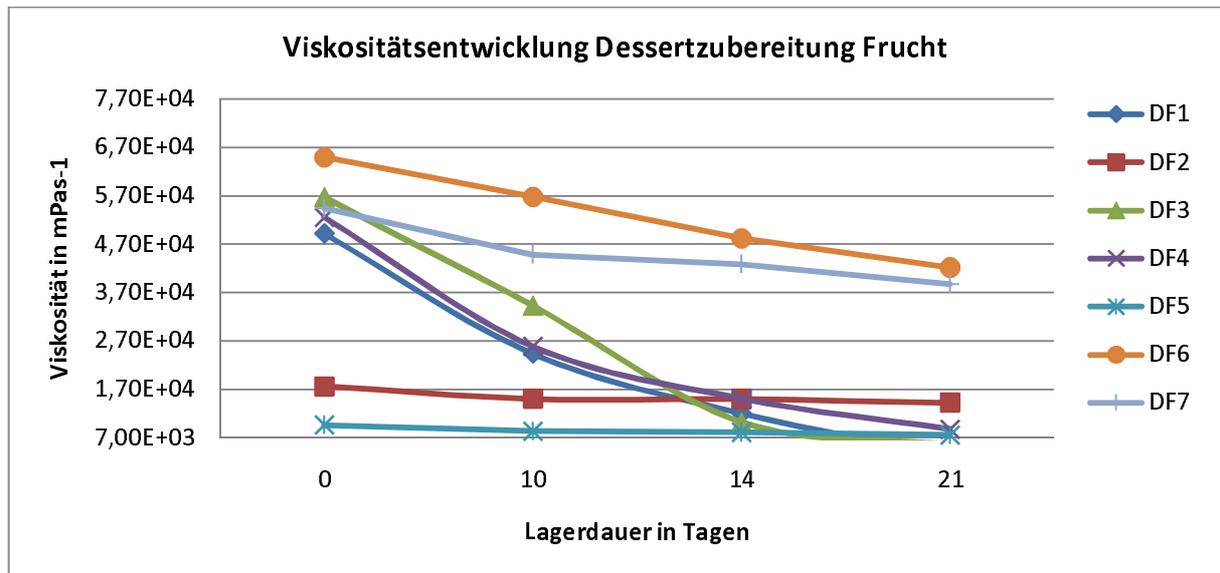


Abbildung 27 Viskositätsentwicklung Dessertzubereitung Frucht über Lagerdauer 21 Tage (Messung Rotationsviskosimeter Brookfield Spindel 2-4/ 5 rpm)

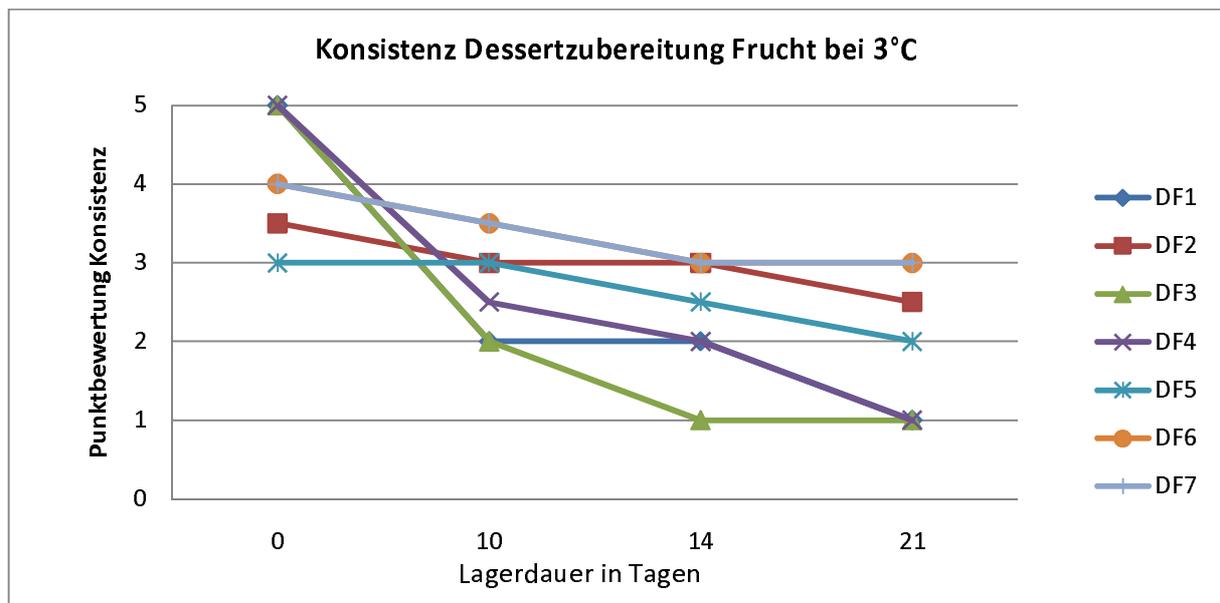


Abbildung 28 Entwicklung der Konsistenz Dessertzubereitung Frucht über Lagerdauer 21 Tage

Die Betrachtung der Kurvenverläufe über die 21tägige Lagerungszeit zeigt bei allen Proben schwache bis deutliche Viskosität- bzw. Konsistenzverluste. Die stärksten Konsistenzverluste sind bei nativen

Stärken zu beobachten. Die Proben DF1, DF3 und DF4 verlieren auf Grund der auftretenden Synärese und Abbau der Stärke deutlich an Konsistenz. Die Probe DF1 büßt in den ersten 10 Tagen der Lagerung bereits die Hälfte ihrer Viskosität ein, welches sensorisch 2,5 Skalenteile bedeutet, d.h. von sehr stark auf schwach ausgeprägt. Die Proben mit Bindemittel aus Zusatzstoffen zeigen hier deutlich konstantere Werte. Es werden auch hier Viskositätsverluste beobachtet, welche bedingt durch z.B. hydrolytische Spaltung oder mikrobiellen Einfluss erwarten wurden, jedoch sinkt der Grad der Viskosität sowie der sensorische wahrgenommenen Konsistenz nicht unter schwache Werte. Grundsätzlich unterscheiden sich die Muster deutlich voneinander. Bei den Mustern mit nativer Stärkebindung ist auf Grund der relativ hohen Konzentrationen ein Puddingeffekt zu beobachten. Die Produkte stellen sich hochviskos und stürzbar dar. Muster mit Zutatenanteilen von Johannisbrotkernmehl, z.B. DF2, zeigen sich eher dickflüssig bzw. mittelviskos. Dieses Muster stellt sich im Vergleich auch am besten hinsichtlich der beobachteten Konsistenz dar, ohne starke Einbußen über die längere Lagerdauer aufzuweisen. Die Proben, bei denen ein synergistischer Effekt mit Johannisbrotkernmehl erwartet wurde, können hinsichtlich ihrer Stabilität gegenüber starken Konsistenzverlusten überzeugen.

2.2 Darstellung der wichtigsten Ergebnisse zum Teilbereich 2 „Antioxidantien und antioxidative Zutaten“

2.2.1 Entwicklung der Gaszusammensetzungen in der Verpackungsatmosphäre

In den folgenden Kapiteln werden Ergebnisse zu den Gaszusammensetzungen in den Verpackungen behandelt. Grundsätzlich steht hier der mögliche Einfluss der Antioxidans auf eine mögliche Veränderung der Zusammensetzung der Verpackungsatmosphäre im Fokus.

2.2.1.1 Salat

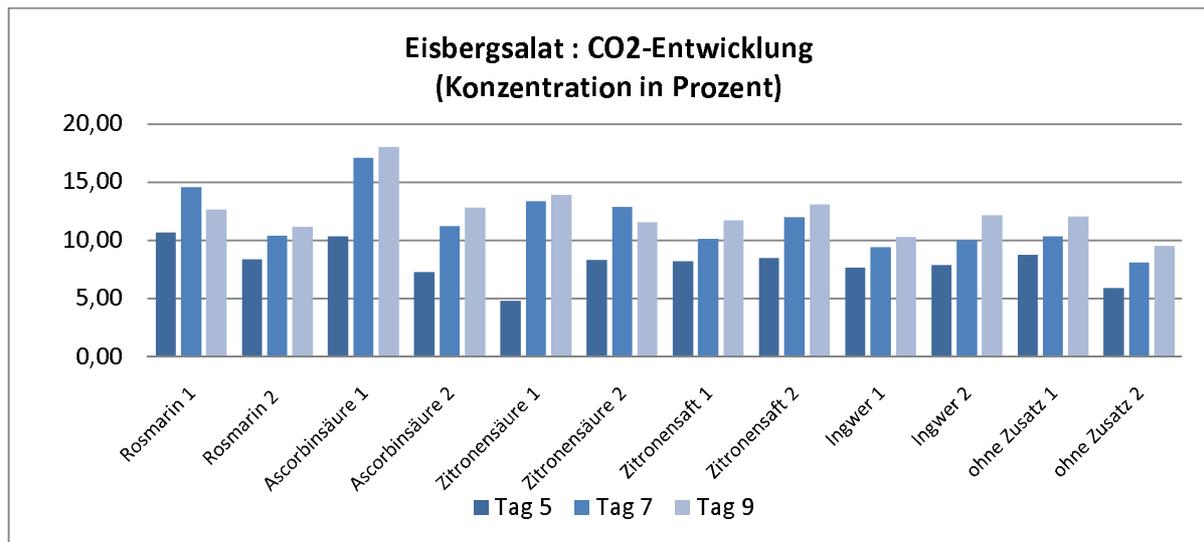


Abbildung 29 Kohlendioxidkonzentrationsentwicklung Eisbergsalat Themengebiet Antioxidantien

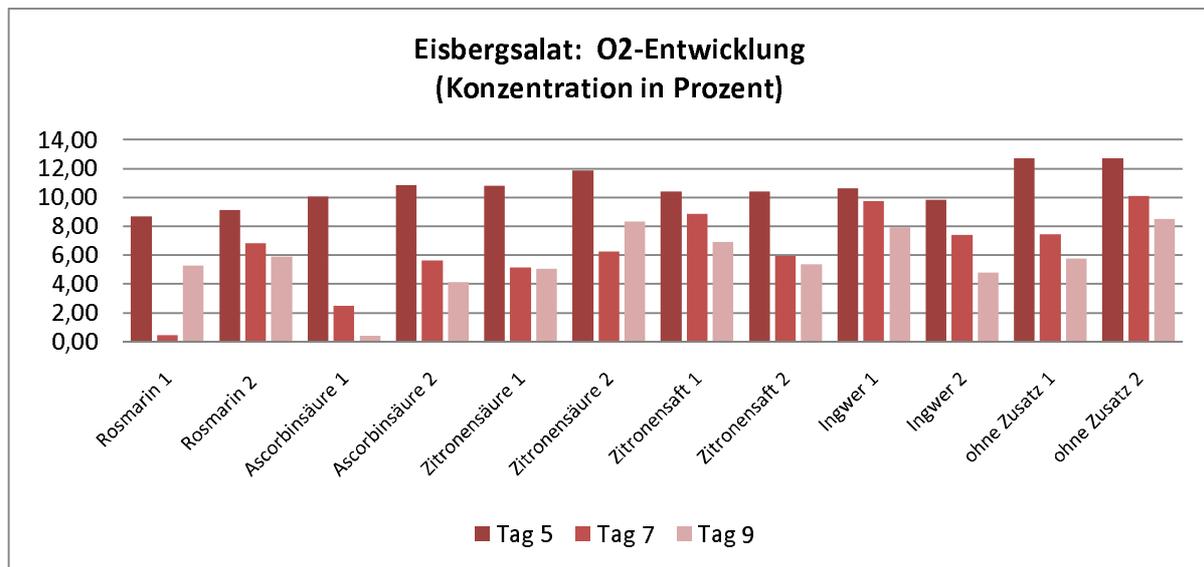


Abbildung 30 Sauerstoffkonzentrationsentwicklung Eisbergsalat Themengebiet Antioxidantien

Bei der Ergebnisbetrachtung der Messungen der Gaszusammensetzungen, hinsichtlich Kohlendioxid und Sauerstoff, in der Verpackung, zeigen sich weitgehend analoge Entwicklungen bei den Proben.

Die Zunahme der Kohlendioxidkonzentrationen mit einhergehender Abnahme des Sauerstoffanteils weist die biogene Atmung des Produktes aus. Behandelte Proben weisen dabei tendenziell einen höheren Sauerstoffumsatz aus verglichen mit dem unbehandelten Eisberg Salat, der Unterschied ist aber nicht gravierend. Der größte Umsatz erfolgt hierbei innerhalb der ersten fünf Tage, ausgehend von einer Ausgangskonzentration von 21 Prozent Sauerstoff und 0,04 Prozent Kohlendioxid im Kopfraum der Verpackung. Ab Tag 7 bis Tag 9 der Lagerung stagniert der Umsatz, die Werte pendeln sich durchschnittlich bei Kohlendioxidkonzentrationen zwischen 8 und 12 Prozent und bei Sauerstoff zwischen 5 und 8 Prozent ein, welches grundsätzlich ein günstiges Verpackungsklima darstellt. Es werden keine Veränderungen durch einen zu hohen Kohlendioxidgehalt induziert und ein anaerobes Klima vermieden. Der Einfluss der Konzentration der Antioxidantien auf die biogene Atmung ist bei der Mehrheit der verwendeten Substanzen relativ gering, da keine signifikanten Unterschiede in der Konzentration erkennbar sind. Auch die unbehandelten Salate weisen im Zweitversuch eine niedrigere Produktatmung aus. Jedoch zeigen sich zwei Auffälligkeiten, zum einen bei Rosmarin und Ascorbinsäure. Bei beiden ist ein Einfluss durch Erhöhung der Konzentration erkennbar. Niedrige Konzentrationen beider Stoffe scheinen verglichen mit dem unbehandelten Produkt, die Sauerstoffumsetzung noch zu beschleunigen. Erhöht man die Konzentrationen gleichen sich die Werte mit denen der anderen Proben an.

2.2.1.2 Gemüse

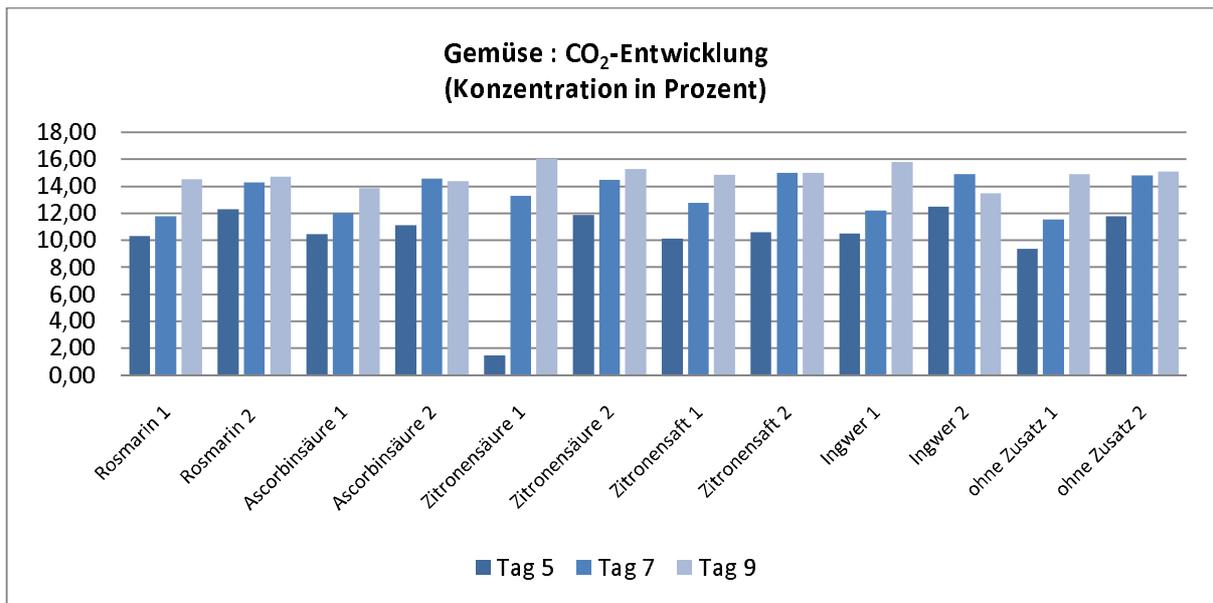


Abbildung 31 Kohlendioxidkonzentrationsentwicklung Gemüsemischung Themengebiet Antioxidantien

Die Betrachtung der Messergebnisse Gemüse zeigt im Vergleich mit Ergebnissen aus der Salatuntersuchung weitaus deutlichere Unterschiede zwischen der umgesetzten Kohlendioxidmenge und verbleibenden Sauerstoff. Dies ist in der höheren Produktmenge begründet, welche verwendet wurde, um das Verhältnis Produktvolumen und Verpackungsgröße vergleichbar zu halten.

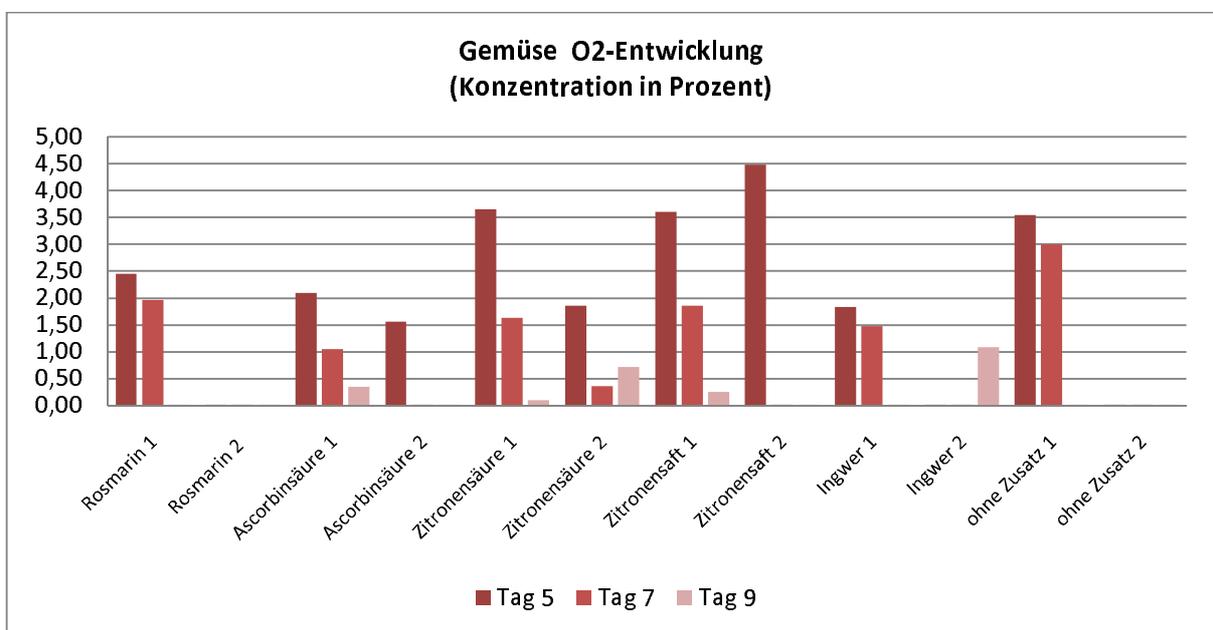


Abbildung 32 Sauerstoffkonzentrationsentwicklung Gemüsemischung Themengebiet Antioxidantien

Jedoch zeigt sich auch bei den Versuchen mit der Gemüsemischung, dass sich die deutlichste Veränderung der Verpackungsatmosphäre innerhalb der ersten 5 Tage abspielt. Hier werden, ausgehend von der 0,04 % Anfangskonzentration, Kohlendioxidgehalte zwischen 10 und 12,5 Prozent

erreicht. Die Ausnahme stellt hier die Probe mit Zusatz Ascorbinsäure in der 1%igen Konzentration. Der Kohlendioxidgehalt steigt hier nur auf 1,4 %. Dem gegenüber steht aber die deutliche Sauerstoffabnahme auf nur 3,6 %. Eine Tendenz zeigt sich jedoch nicht, da bei Erhöhung der Zitronensäurekonzentration dieser Effekt nicht beobachtet wird. Im Wesentlichen stellt sich die Kohlendioxidveränderung aber bei allen Proben gleichmäßig dar. Deutliche Unterschiede auch zu den unbehandelten Eisbergsalaten können nicht beobachtet werden. Die Zunahmen von Tag 5 bis 9 stagnieren dann und erreichen Konzentrationen zwischen 13,5 und 16 Prozent.

Die Unterschiede bei den Sauerstoffkonzentrationen zeigen sich hierbei deutlich. Die Messergebnisse zeigen bei der zweiten Versuchsreihe mit erhöhten Stoffkonzentrationen deutliche Unregelmäßigkeiten. Stellen sich bei Rosmarin, Ascorbin-, Zitronensäure und Ingwer geringe bzw. gar keine Sauerstoffanteile dar, zeigt Zitronensaft einen gegenteiligen Effekt. Auch bei der unbehandelten Probe ist eine deutliche Diskrepanz zu erkennen. Worauf dieser Effekt begründet ist, ist unklar, da er durch den Vergleich mit den Kohlendioxidwerten nicht erklärt werden kann. Diese weisen keinen Unterschied zwischen den verschiedenen Stoffkonzentrationen auf.

2.2.2 pH-Wert

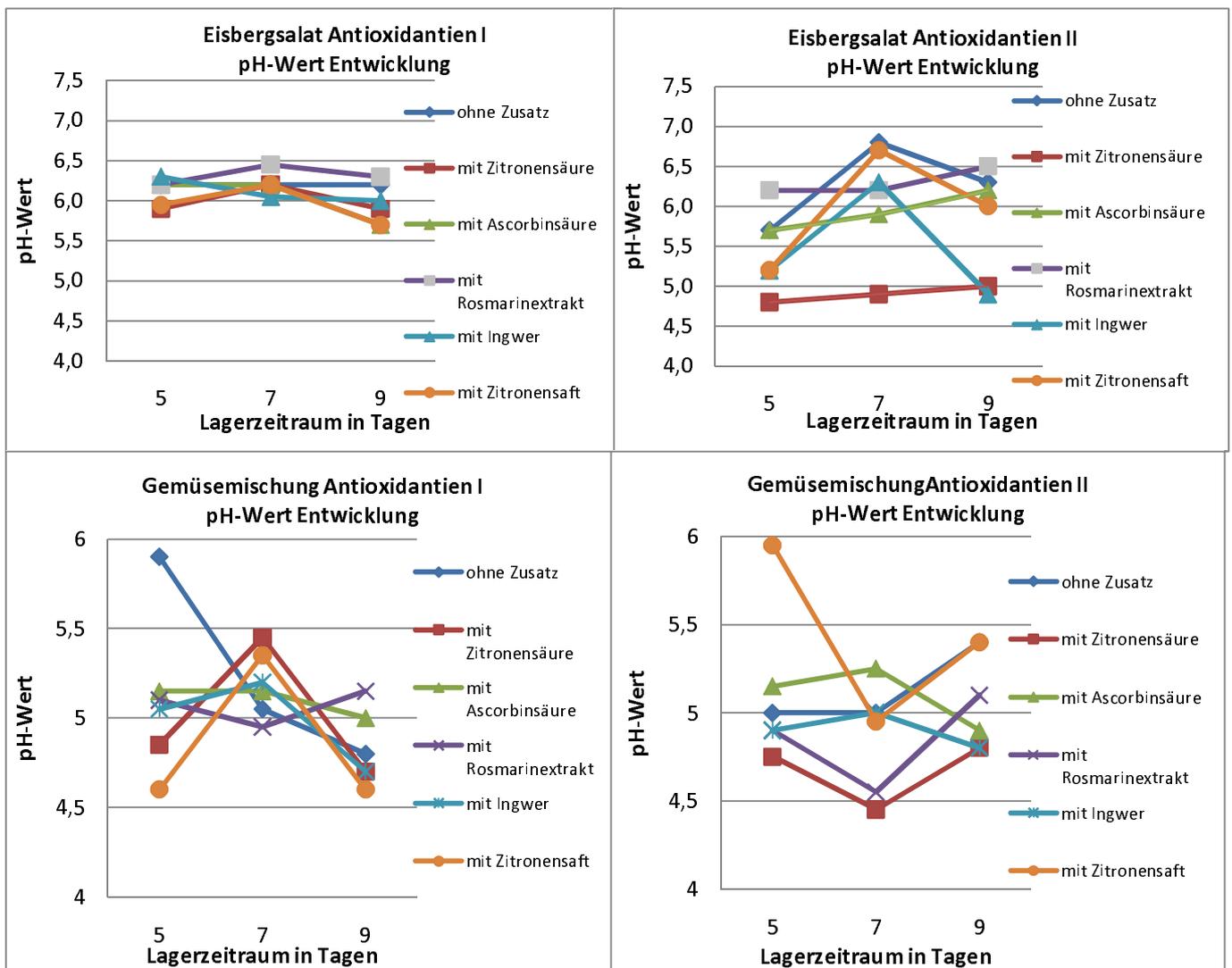


Abbildung 33 pH-Wert-Entwicklung Themengebiet Antioxidantien

Die Zugabe saurer Komponenten, insbesondere von Ascorbin- und Zitronensäure, sowie Zitronensaft hatte bei der Versuchsreihe 1 keinen signifikanten Einfluss auf den pH-Wert der Produkte. In Versuchsreihe 2 zeigen sich leichte Unterschiede, jedoch nur in Bezug auf die Zugabe von Zitronensäure. Der pH-Wert liegt bei diesen Proben durchschnittlich um 1-1,5 Skaleneinheiten bei Salat und 0,5-1 Skaleneinheiten bei Gemüse niedriger als bei dem Rest der untersuchten Muster. Es konnten desweiteren weder bei Salat noch bei Gemüse ein signifikanter Einfluss zwischen der gemessenen CO_2 -Konzentration und dem pH-Wert des Produktes ermittelt werden. Der pH-Wert sinkt nicht mit steigendem CO_2 -Gehalt. Die Flüssigkeitsmenge, die sich mit Salat und Gemüse in der Verpackung befindet ist zu gering um dem CO_2 ein ausreichendes Lösungsmedium zu bieten. Schon die pH-Wert-Entwicklung während der Lagerung von Salat und Gemüse ohne den Zusatz saurer Zutaten weist keinen einheitlichen Verlauf auf. Das zeigt, dass der pH-Wert durch viele Parameter wie mikrobiologische Stoffwechselprodukte (Ameisensäure, Essigsäure, Milchsäure, CO_2) (26), saure Zusätze, Fruchtsäure und Verpackungsatmosphäre beeinflusst werden kann.

2.2.3 Mikrobiologie

2.2.3.1 Salat

Die mikrobiologischen Richtwerte des DGHM von 10^7 , hinsichtlich der Gesamtkeimzahlbelastung bei Frischsalaten, werden über die gesamte Lagerdauer nicht überschritten, auch bei Proben ohne Zusätze (38). Dies ist ein Zeichen für eine einwandfreie Frische der Ausgangsrohstoffe und der Herstellungshygiene, welche Voraussetzung zur Ermittlung signifikanter Einflüsse von Antioxidantien und antioxidativer Stoffe ist.

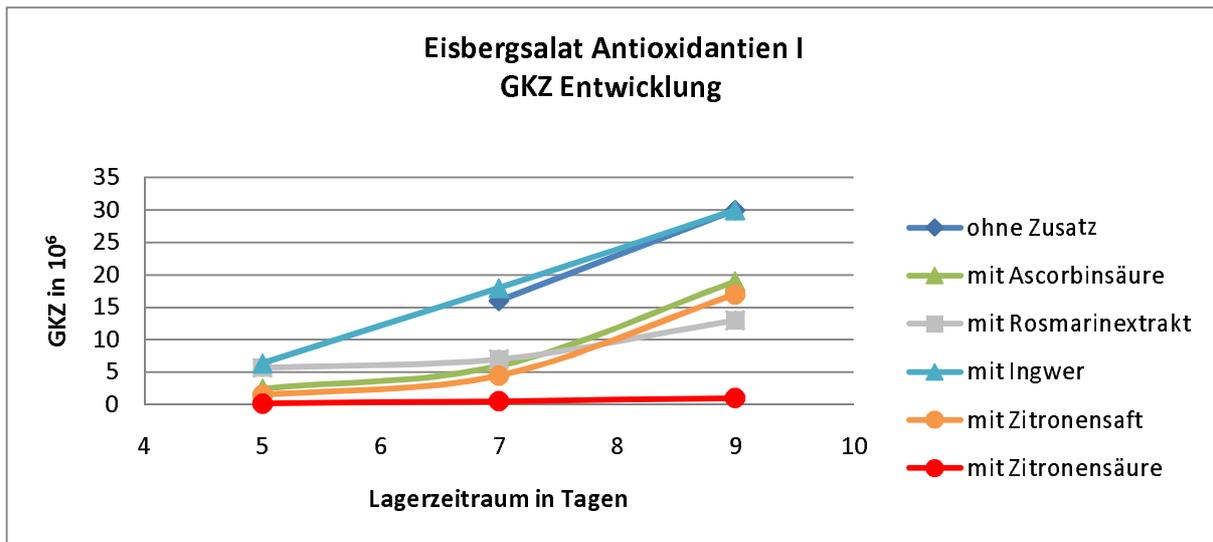


Abbildung 34 Entwicklung der Gesamtkeimzahl in KbE/g bei Eisbergsalat, Versuchsreihe 1 Antioxidantien, während der 9tägigen Lagerung,

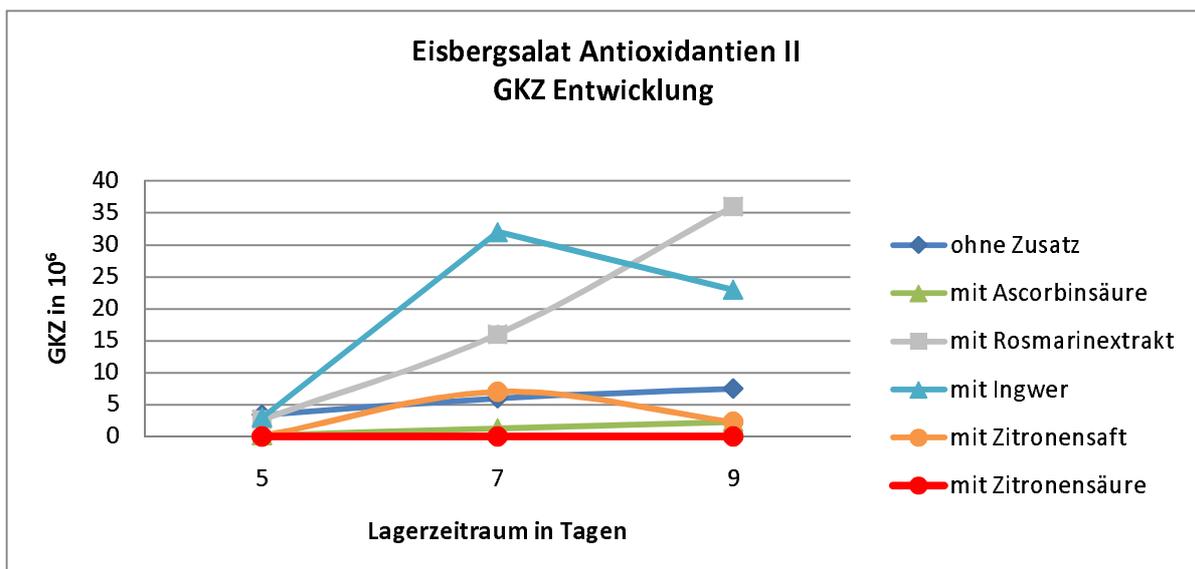


Abbildung 35 Entwicklung der Gesamtkeimzahl in KbE/g bei Eisbergsalat ,Versuchsreihe2 Antioxidantien, während der 9tägigen Lagerung

Die Entwicklung der GKZ wird am besten durch die Zugabe von Zitronensäure unterdrückt. Einen weiteren positiven Einfluss haben Ascorbinsäure und Zitronensaft. Das positive Ergebnis der GKZ bei

der Zugabe von Rosmarin im Versuch 1 konnte durch den Folgeversuch mit höherer Dosierung aber nicht bestätigt werden. Rosmarin und Ingwer haben auf die Entwicklung der GKZ von Salat keinen positiven, sondern sogar im Versuch 2 eher einen negativen Einfluss.

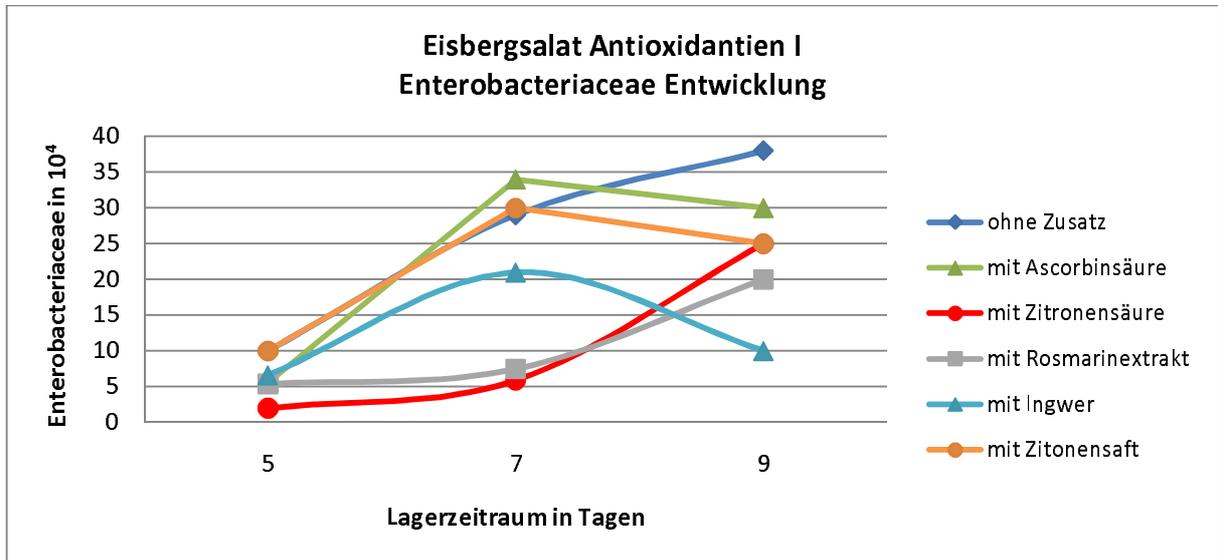


Abbildung 36 Entwicklung der Enterobacteriaceae in KbE/g bei Eisbergsalat, Versuchsreihe 1 Antioxidantien, während der 9tägigen Lagerung

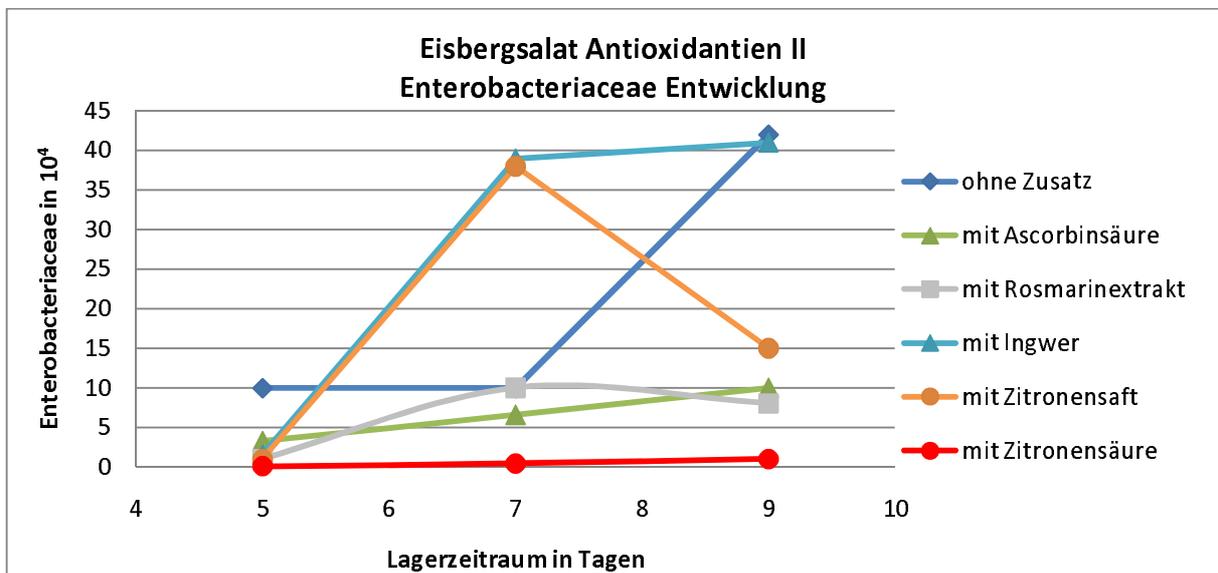


Abbildung 37 Entwicklung der Enterobacteriaceae in KbE/g bei Eisbergsalat, Versuchsreihe 2 Antioxidantien, während der 9tägigen Lagerung

Bei beiden Versuchen konnte durch die Zugabe von Zitronensäure oder Rosmarinextrakt das Wachstum der Enterobacteriaceae gehemmt werden. Positive Ergebnisse von Ingwerextrakt und Ascorbinsäure im Einzelversuch konnten im jeweiligen Zweitversuch nicht bestätigt werden. Der Einsatz von Zitronensaft zeigt nur am Ende der Lagerzeit (Tag 9) eine Hemmung auf das

Enterobacteriaceae Wachstum. Eine Auswirkung am Tag 7 ist entweder gar nicht vorhanden oder negativ.

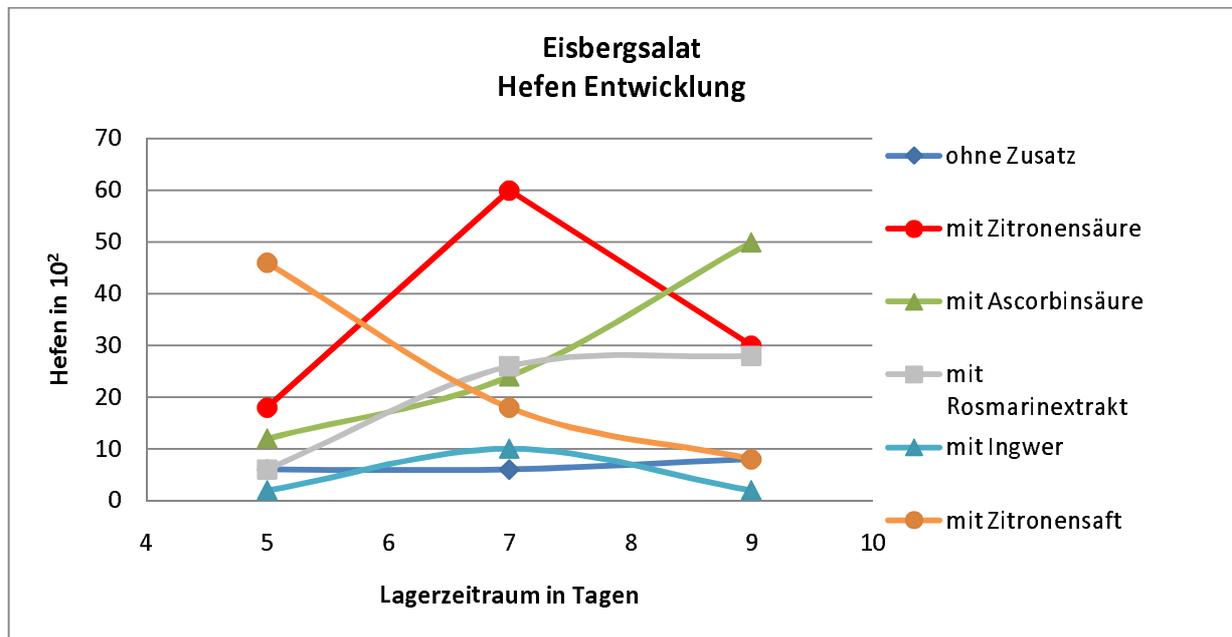


Abbildung 38 Entwicklung der Hefen in KbE/g bei Eisbergsalat, Versuchsreihe 2 Antioxidantien, während der 9tägigen Lagerung

Die mikrobiologische Analyse der Salatproben bezüglich des Hefenwachstums während der Lagerung im Versuch 2 zeigt keinen Einfluss von Antioxidantien auf die Hemmung. Einen geringen positiven Einfluss von Ingwerextrakt gegenüber dem unbehandelten Muster. Durch den Zusatz aller anderen Substanzen wurde das Hefewachstum leicht erhöht. Dieser negative Einfluss ist nicht überzubewerten, da die Werte weit unter den Richtwerten von 10^5 KbE/g der DGHM liegen

Auf die Vermehrung der Schimmelpilze haben die Zusätze der Antioxidantien und antioxidativen Stoffe keinen Einfluss. Die Menge des Schimmels mit und ohne Zusatz liegt durchschnittlich bei $\leq 10^2$ KbE/g und ist damit kleiner als der Richtwert der DGHM von 10^3 KbE/g.

2.2.3.2 Gemüse

Im folgenden Kapitel werden Ergebnisse der externen mikrobiologischen Untersuchung dargelegt und verglichen. Die mikrobiologischen Richtwerte des DGHM von 10^7 werden über die gesamte Lagerdauer nur von den Proben „ohne Zusatz“, $7,5 \cdot 10^7$ KbE/g, und Rosmarin, $6 \cdot 10^7$ KbE/g, der Versuchsreihe 2 schwach überschritten. (38).

Dies ist ein Zeichen für eine einwandfreie Frische der Ausgangsrohstoffe und der Herstellungshygiene, welche Voraussetzung zur Ermittlung signifikanter Einflüsse von Antioxidantien und antioxidativer Stoffe ist.

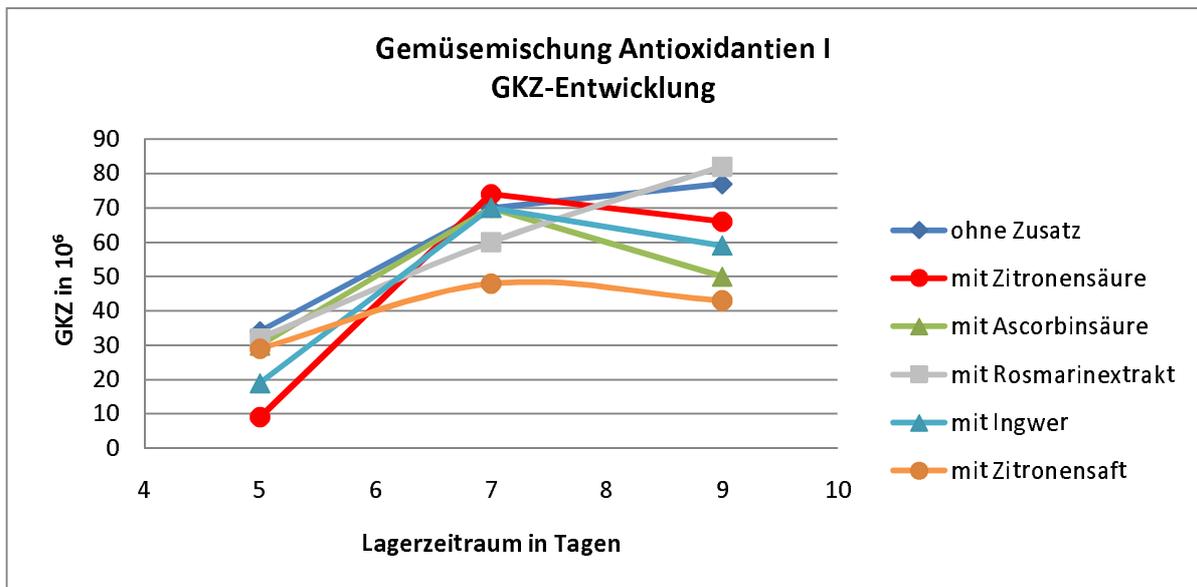


Abbildung 39 Entwicklung der Gesamtkeimzahl in KbE/g bei Gemüse, Versuchsreihe 1 Antioxidantien, während der 9tägigen Lagerung

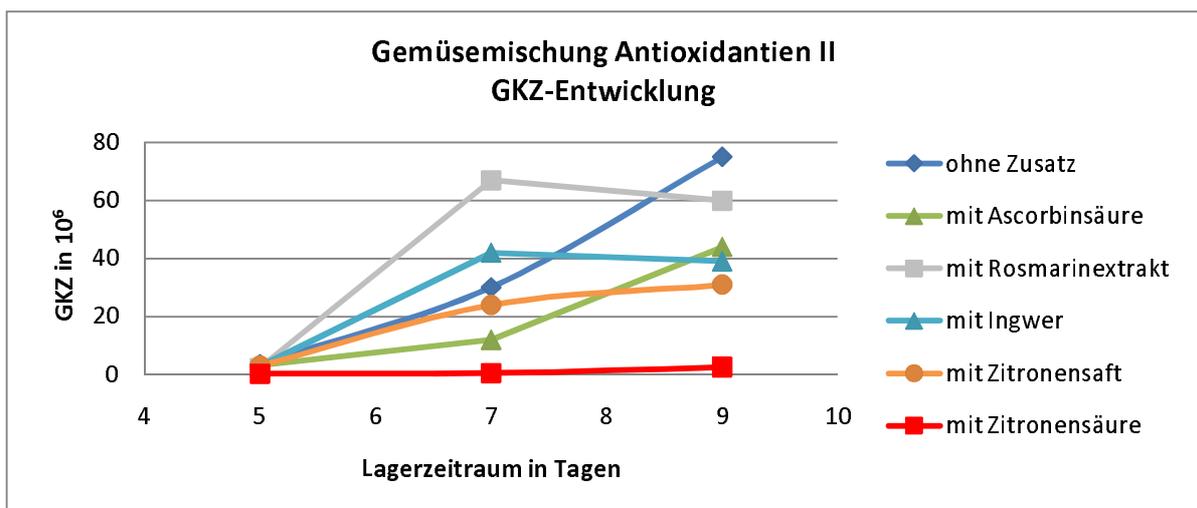


Abbildung 40 Entwicklung der Gesamtkeimzahl in KbE/g bei Gemüse, Versuchsreihe 2 Antioxidantien, während der 9tägigen Lagerung

Bei Betrachtung der mikrobiologischen Ergebnisse zeigen sich deutliche Unterschiede im antimikrobiellen Potential der einzelnen Substanzen. Die Zugabe von Zitronensaft zum Beispiel

reduzierte die GKZ von Gemüse stark im Vergleich zu den anderen Zusätzen. Der Effekt wird mit zunehmender Lagerzeit immer größer. Zitronensäure und Ascorbinsäure haben im Versuch 1 einen deutlichen, im Versuch 2 einen geringeren positiven Effekt. Der Zusatz von Rosmarinextrakt hat in der Versuchsanordnung 1 keinen Effekt auf die Mikrobiologie und führte in höherer Konzentration des Versuches 2 sogar zu einem Anwachsen der GKZ gegenüber dem Gemüse ohne Zusatz. Die mikrobiologischen Ergebnisse bei einem Einsatz von Ingwerextrakt sind widersprüchlich und führen zu keiner eindeutig ableitbaren Aussage.

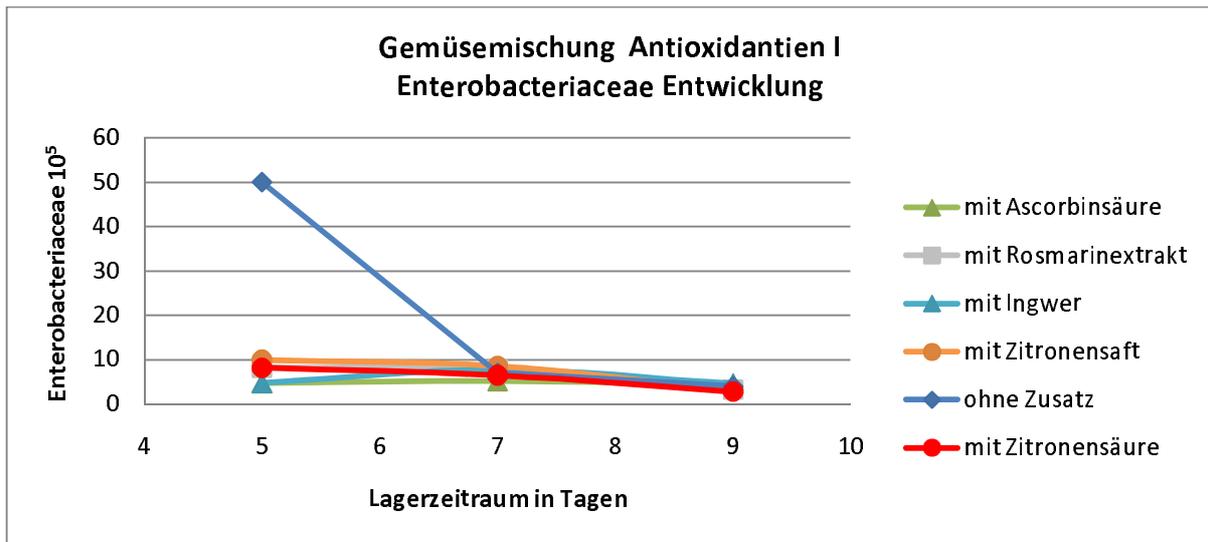


Abbildung 41 Entwicklung der Enterobacteriaceae in KbE/g bei Gemüse, Versuchsreihe 1 Antioxidantien, während der 9tägigen Lagerung

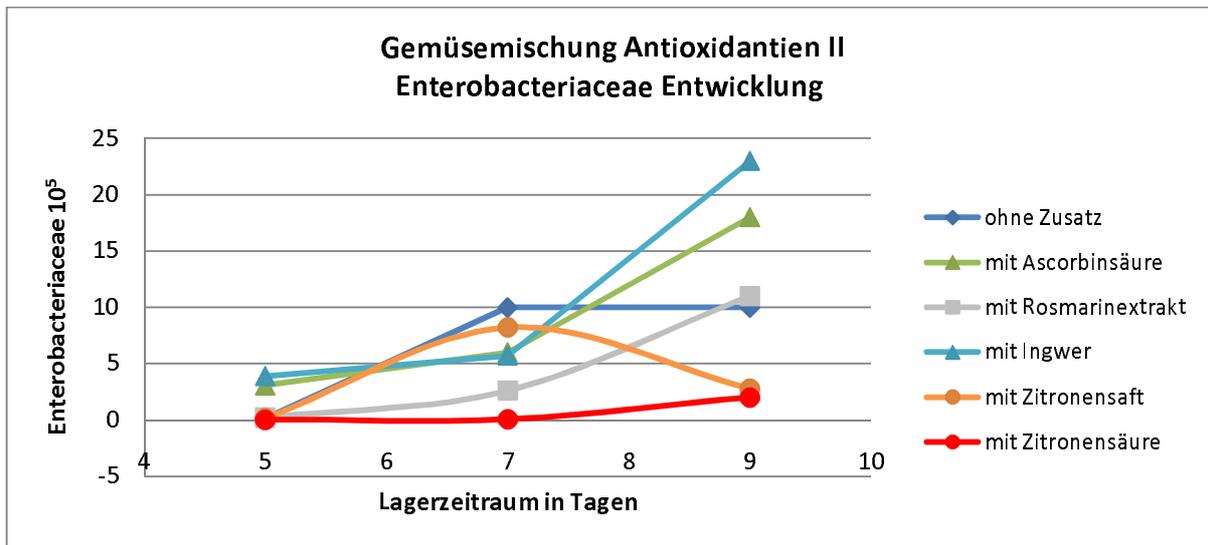


Abbildung 42 Entwicklung der Enterobacteriaceae in KbE/g bei Gemüse, Versuchsreihe 2 Antioxidantien, während der 9tägigen Lagerung

Bei Betrachtung der Analyseergebnisse zeigen sich die durchschnittlich vergleichbare Ausgangswerte in der Anzahl der Enterobacteriaceae. Der anfängliche Wert von Rosmarinextrakt im ersten Versuchsaufbau stellt einen Ausreißer dar, da folgende Werte sich der Gesamtbilanz wieder

angleichen. Das eindeutig positive Ergebnis durch den Zusatz von Ascorbinsäure kann im Zweitversuch mit erhöhter Konzentration nicht bestätigt werden. Im Versuch 2 besitzen Zitronensäure Rosmarin und Zitronensaft eine reduzierende Wirkung auf das Enterobacteriaceae, die im Versuch 1 für Zitronensäure ab dem 7. Tag nur leicht, für Rosmarin und Zitronensaft gar nicht vorhanden ist. Eine Zugabe von Ingwerextrakt in erhöhter Konzentration verstärkt die Entwicklung der Enterobacteriaceae.

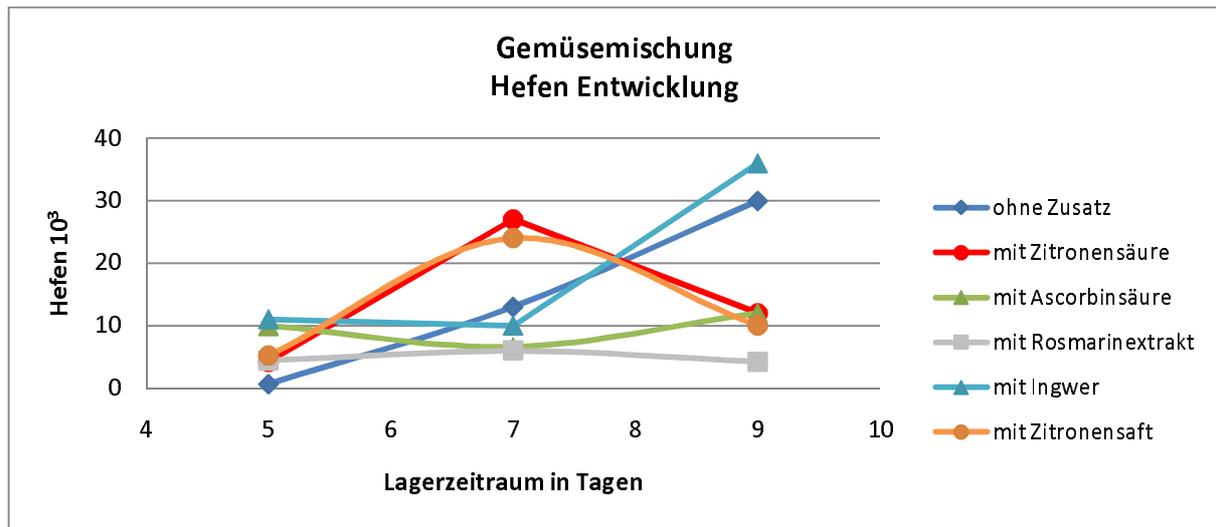


Abbildung 43 Entwicklung der Hefen in KbE/g bei Gemüse, Versuchsreihe 2 Antioxidantien, während der 9tägigen Lagerung

Die Betrachtung der Einflüsse der Antioxidantien auf das Hefenwachstum wurde erst bei der 2. Versuchsreihe mit den erhöhten Stoffkonzentrationen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass Rosmarinextrakt zu einer Hemmung des Hefenwachstums im Gemüse befähigt ist, bei Ascorbinsäure scheint der Einfluss vergleichbar. Die Werte von Rosmarin zeigen einen konstanten Verlauf von $4-6 \cdot 10^6$ KbE/g bis Tag 9 der Lagerung. Die Zugabe von Zitronensäure und Zitronensaft führte zu einer höheren Hefenbelastung bis Tag 7, schwächt sich bis Tag 9 wieder ab. Die Hefen vermehren sich im Gemüse ab dem 5. Tag stärker als im Salat.

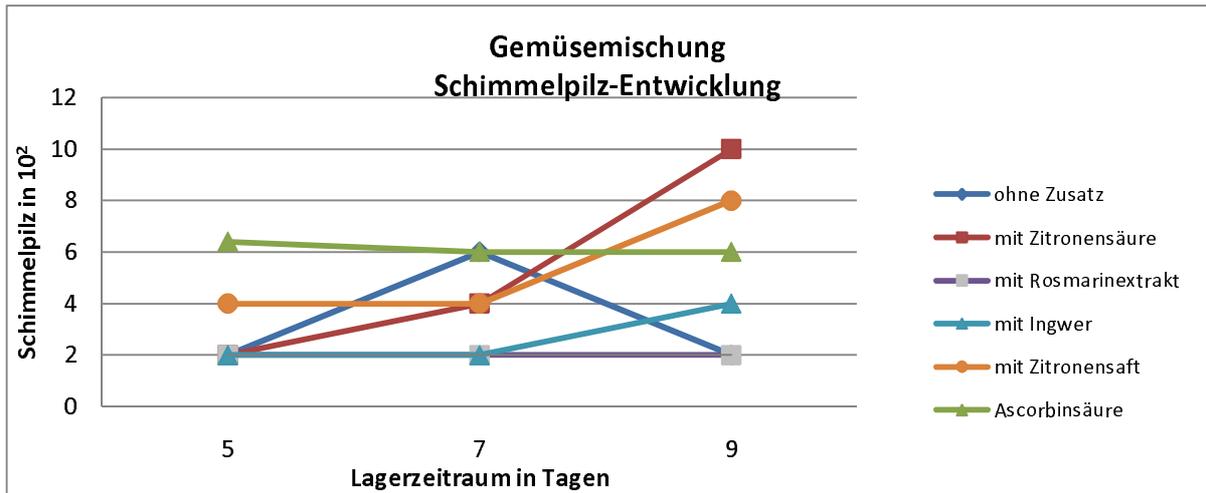


Abbildung 44 Entwicklung der Schimmelpilze in KbE/g bei Gemüse, Versuchsreihe 2 Antioxidantien, während der 9tägigen Lagerung

Die Zugabe der Antioxidantien zu den Gemüsemischungen zeigt insgesamt nur einen schwachen Effekt auf die Hemmung des Schimmelpilzwachstums. Rosmarin- und Ingwerextrakt bis zum 8. Tag gehemmt, durch Zitronensäure nur bis zum 7. Tag. Bei der Zugabe von Zitronensaft und Ascorbinsäure ist Schimmelpilzmenge gegenüber dem Gemüseansatz ohne Zusatz erhöht.

2.2.4 Sensorik

Innerhalb dieses Kapitels werden die sensorischen Profile der jeweiligen Proben beider Versuchsreihen zu den Analysepunkten nach 5, 7 und 9 Tagen dargestellt. Auf Grund der Datenmenge wurden die Ergebnisse aller jeweiligen betreffenden Proben in Balkendiagrammen zusammengefasst.

2.2.4.1 Salat

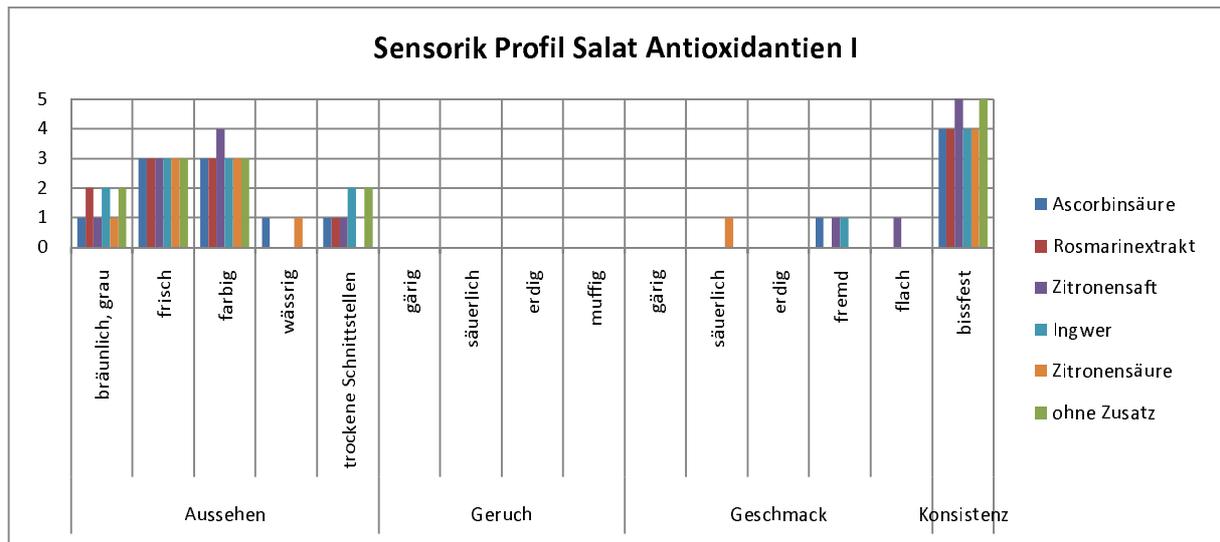


Abbildung 45 Sensorisches Profil Eisbergsalat Versuchsreihe 1 Antioxidantien, Tag 5 der Lagerung

Die sensorischen Profile nach Tag 5 bei der Versuchsreihe mit niedrigen Stoffkonzentrationen zeigen relativ vergleichbare Charakteristika, gerade im Vergleich mit der unbehandelten Probe. Alle Proben weisen noch einen deutlichen Frischecharakter auf, ohne nennenswerte negative Einflüsse durch die Lagerdauer. Zitronensaft zeigt einen verbesserten Einfluss auf die Farbe des Produktes. Zusammen mit Ascorbinsäure und Zitronensäure zeigt dieser Zusatz auch die beste Wirkung hinsichtlich einer Verminderung von Bräunungserscheinungen. Alterungserscheinungen werden bei allen Produkten nur schwach wahrgenommen und haben damit kaum einen Einfluß. Die Konsistenz der Proben stellt sich stark bis sehr stark dar.

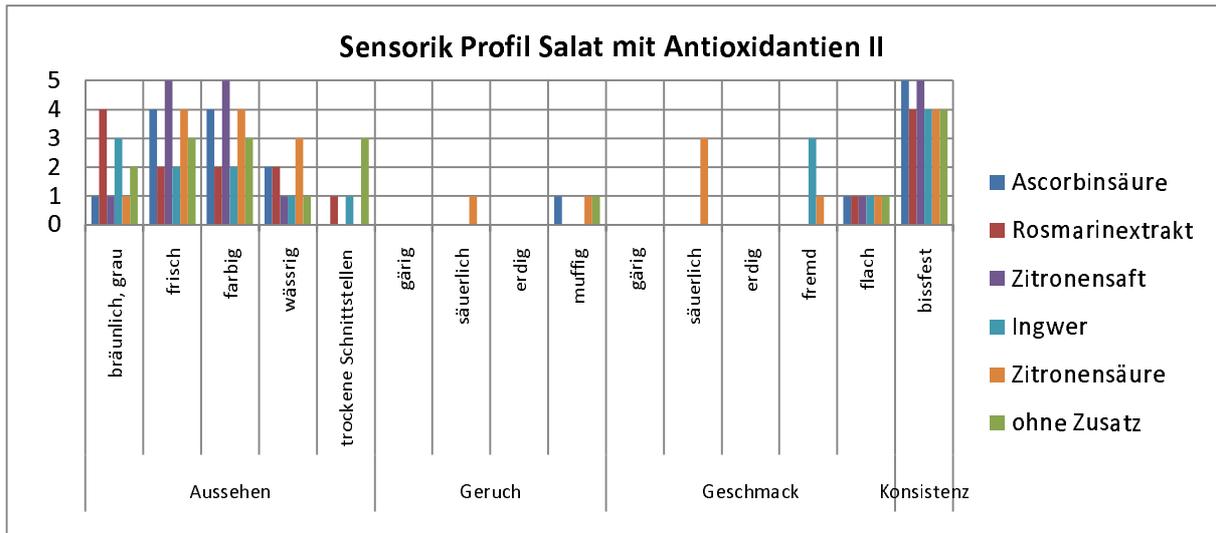


Abbildung 46 Sensorisches Profil Eisbergsalat Versuchsreihe 2 Antioxidantien, Tag 5 der Lagerung

Nach Erhöhung der Stoffkonzentrationen ist ein anderes Bild zu beobachten. Die Einflüsse zeigen sich im Vergleich zur unbehandelten Proben mit unterschiedlicher Ausprägung. Die Erhöhung der Rosmarinkonzentration hat einen deutlich negativen Effekt auf die optische Wahrnehmung des Produktes, bewirkt aber keine nachteiligen Entwicklungen hinsichtlich Geschmack oder Geruch. Jedoch führt die starke Braunfärbung zu negativen Bewertungen. Deutlicher Gewinner gegenüber der unbehandelten Probe bei der optischen Bewertung und Konsistenz ist auch hier wieder der Zitronensaft und folgend die Zitronensäure und Ascorbinsäure. Die Zitronensäure zeigt jedoch eine deutliche Geschmacksveränderung des Produktes, hinsichtlich einer sauren Wahrnehmung an. Ingwer weist nach Rosmarin auch einen negativen Einfluss auf die Optik und den Geschmack aus. Die bei der unbehandelten Probe erkennbaren trockenen Schnittstellen werden bei Proben mit Behandlung nicht wahrgenommen.

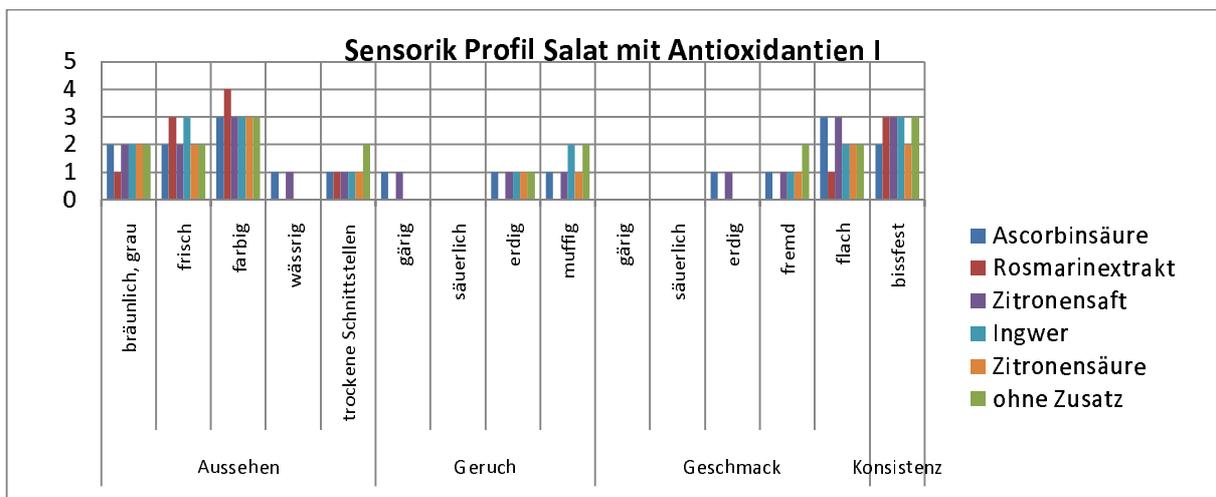


Abbildung 47 Sensorisches Profil Eisbergsalat Versuchsreihe 1 Antioxidantien, Tag 7 der Lagerung

Die Betrachtung der sensorischen Ergebnisse am Tag 7 zeigt deutlich, dass alle Proben Alterungserscheinungen unterworfen sind, was sich deutlich in der Abnahme der Konsistenz widerspiegelt. Des weiteren flacht der Geschmack, vor allem bei Ascorbinsäure, Ingwer und Zitronensaft deutlich ab, stärker als bei der Probe ohne Zusatz. Andere Veränderungen werden nur sehr schwach bis schwach wahrgenommen. Rosmarin in der schwächeren Konzentration begünstigt die positive optische Wahrnehmung des Salates und zeigt nur sehr schwache Abnahmen im Eigengeschmack. Die Probe ohne Zusatz schneidet, im Vergleich aller sensorischer Einflüsse, am schlechtesten ab und weist die deutlichsten Alterserscheinungen auf.

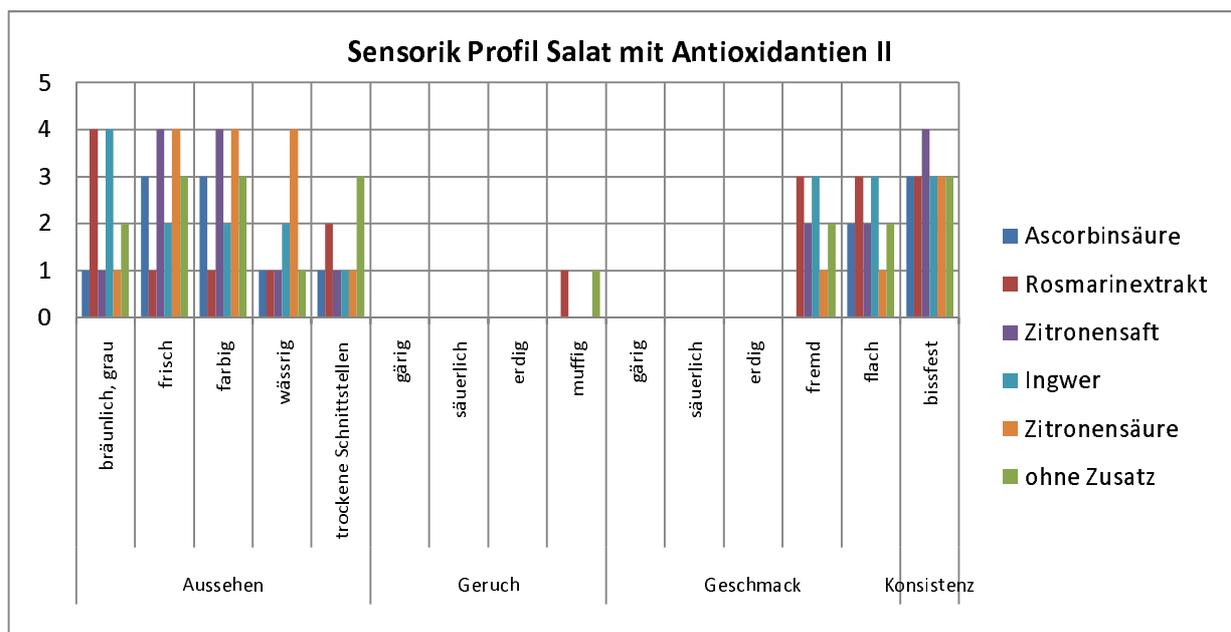


Abbildung 48 Sensorisches Profil Eisbergsalat Versuchsreihe 2 Antioxidantien, Tag 7 der Lagerung

In Versuchsreihe 2 zeigt sich auch nach 7 Tagen der negative Einfluss von Rosmarin auf die optische Wahrnehmung der Probe. Er induziert eine starke Braunfärbung im Produkt und zeigt damit nur einen sehr schwachen Frischecharakter. Des weiteren verfremdet er den Eigengeschmack und lässt diesen sehr flach erscheinen. Ingwer zeigt hier sehr ähnliche Merkmalsausprägungen. Deutlich positive Effekte auf die optische Darstellung der Proben gehen auch hier wieder von Ascorbinsäure, Zitronensäure und Zitronensaft aus. Jedoch zeigt Zitronensäure eine starke Wässerung im Produkt an. Diese muss durch die Säure induziert sein, da bei anderen Produkten, insbesondere der Probe ohne Zusatz, diese Veränderung nicht wahrnehmbar ist.

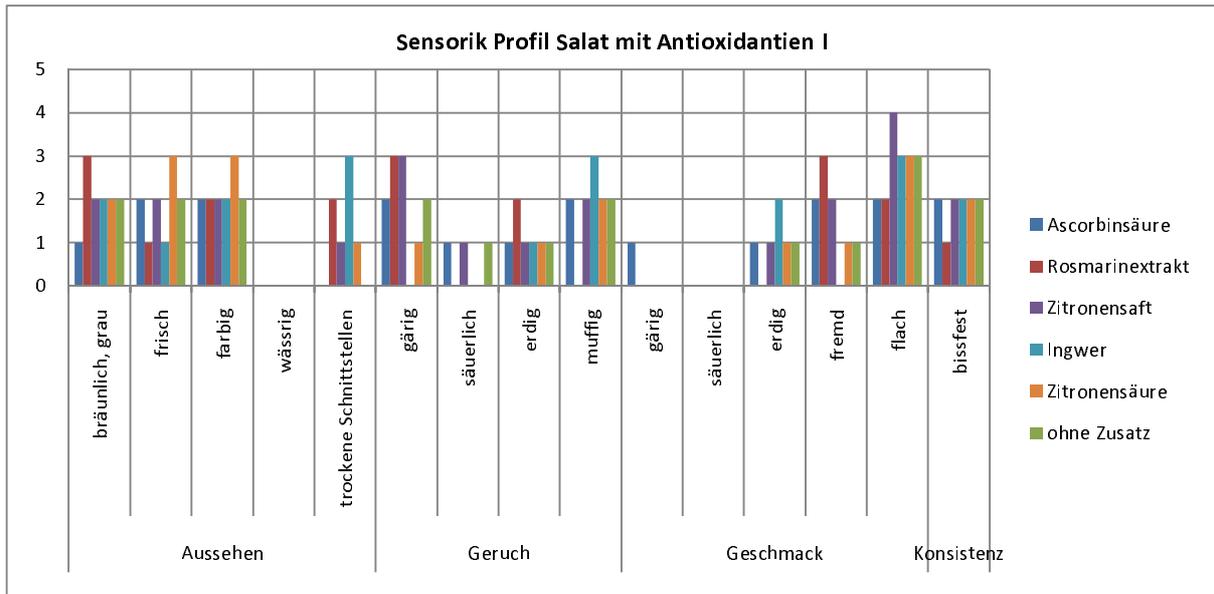


Abbildung 49 Sensorisches Profil Eisbergsalat Versuchsreihe 1 Antioxidantien, Tag 9 der Lagerung

Nach 9 Tagen Lagerung zeigen sich die Alterungserscheinungen sehr stark. Die Konsistenz aller Proben stellt sich nur noch schwach dar. Auch das Aussehen hinsichtlich Frische und Farbigkeit ist durchschnittlich nur schwach. Eine Ausnahme bildet hier die Probe mit Zitronensäure. Zunehmend werden Gärnoten, bei Rosmarin und Zitronensaft deutlich, wahrgenommen und der Geschmack flacht ab. Rosmarin zeigt hier negative Einflüsse hinsichtlich des Aussehens. Insbesondere die Braunfärbung ist stärker ausgebildet als bei dem unbehandelten Produkt.

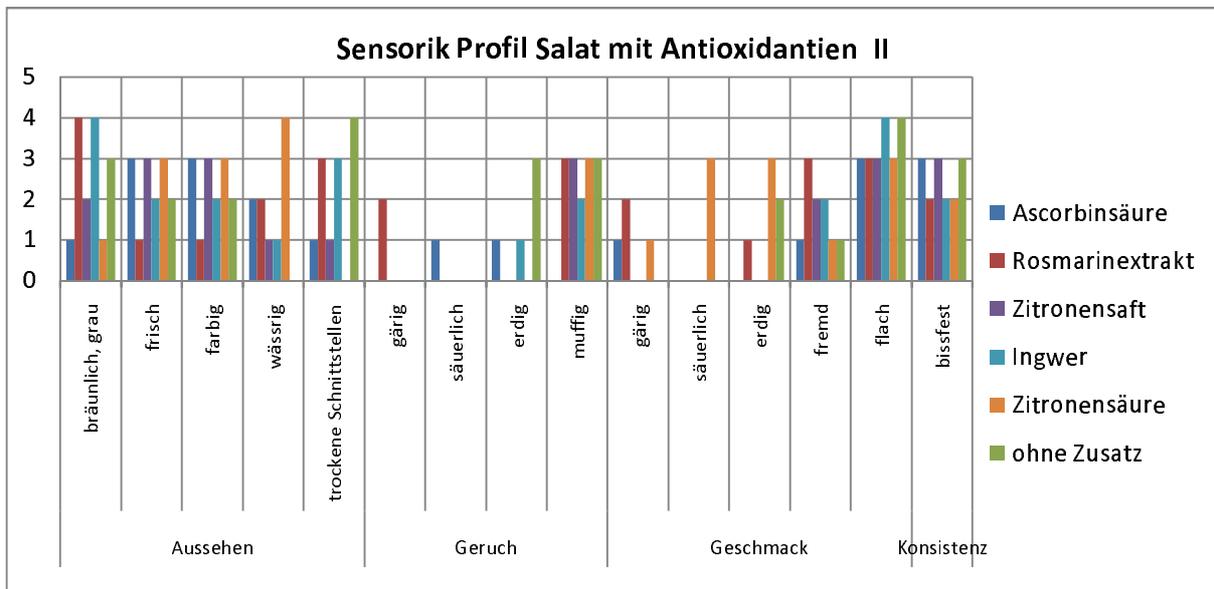


Abbildung 50 Sensorisches Profil Eisbergsalat Versuchsreihe 2 Antioxidantien, Tag 9 der Lagerung

Im Zweitversuch zeigen sich die negativen Einflüsse der 9-tägigen Lagerung noch stärker, jedoch schwerpunktmäßig hinsichtlich Geruch und Geschmack. Die unbehandelten Proben weisen hier deutliche Merkmalsausprägungen hinsichtlich trockener Schnittstellen auf. Auch stellen sie sich

deutlich „muffig“ im Geruch dar, nur Rosmarin und Zitronensäure zeigen die gleiche Merkmalsausprägung. Gärnoten hinsichtlich Geruch und Geschmack sind bei allen Proben trotz der langen Lagerdauer nur in einem schwachen Bereich einzuordnen. Proben mit Zusätzen von Ascorbinsäure, Zitronensäure und Zitronensaft zeigen noch deutlichere Frischeigenschaften hinsichtlich des Aussehens, verlieren aber auch hinsichtlich des Geschmacks, was Fremdnoten betrifft.

2.2.4.2 Gemüse

Die sensorische Bewertung wurde nach dem dargelegten Bewertungsschema zu den Untersuchungsintervallen durchgeführt.

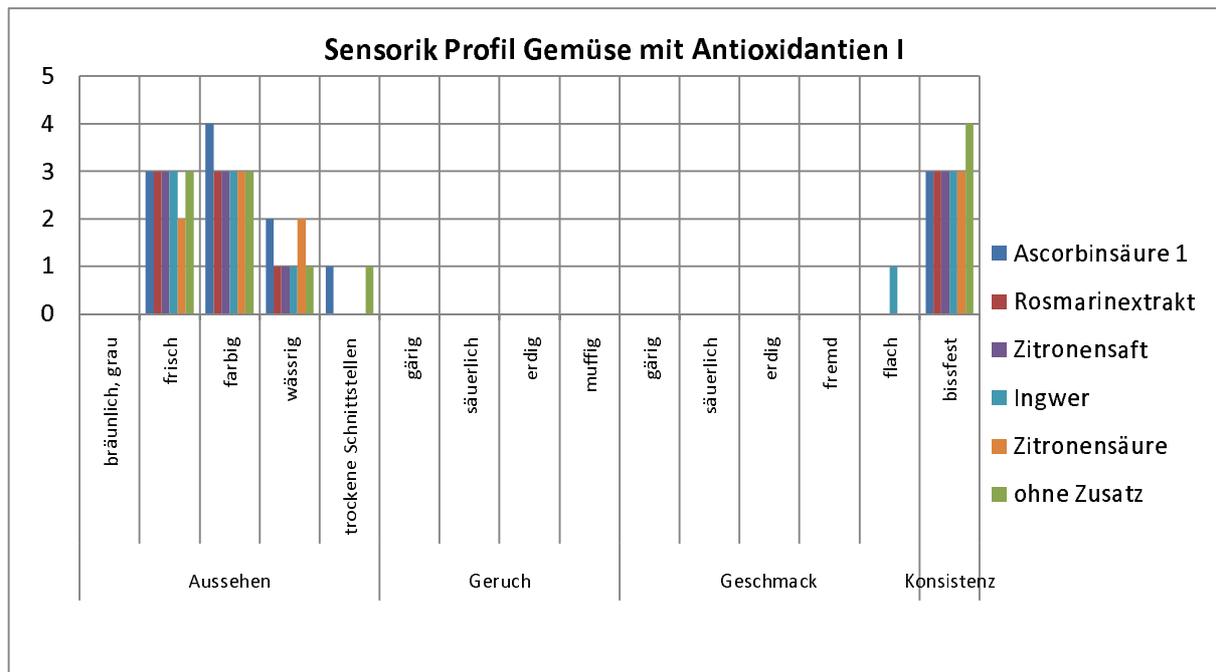


Abbildung 51 Sensorisches Profil Gemüse Versuchsreihe 1 Antioxidantien, Tag 5 der Lagerung

Das Sensorische Profil aller Proben stellt sich auch bei Gemüse nach 5 Tagen Lagerung positiv dar. Der Einfluss der Antioxidantien bzw. der antioxidativ wirkenden Zutaten auf die sensorische Wahrnehmung des Gemüses hebt sich kaum bzw. gar nicht von denen der unbehandelten Proben ab. Negative Entwicklungen hinsichtlich Geruch und Geschmack sind nicht oder nur sehr schwach wahrnehmbar. Auch hinsichtlich der Konsistenz des sehr heterogenen Gemüsegemisches fällt keine der Proben deutlich ab. Die unbehandelte Probe schneidet hier aber am Besten ab. Nur bezüglich des Aussehens gibt es vereinzelt Unterschiede. Etwas schwach stellt sich hier die Zitronensäure hinsichtlich des Frischecharakters dar, positiv ist die Farbigkeit der Gemüse bei Ascorbinsäure zu bemerken.

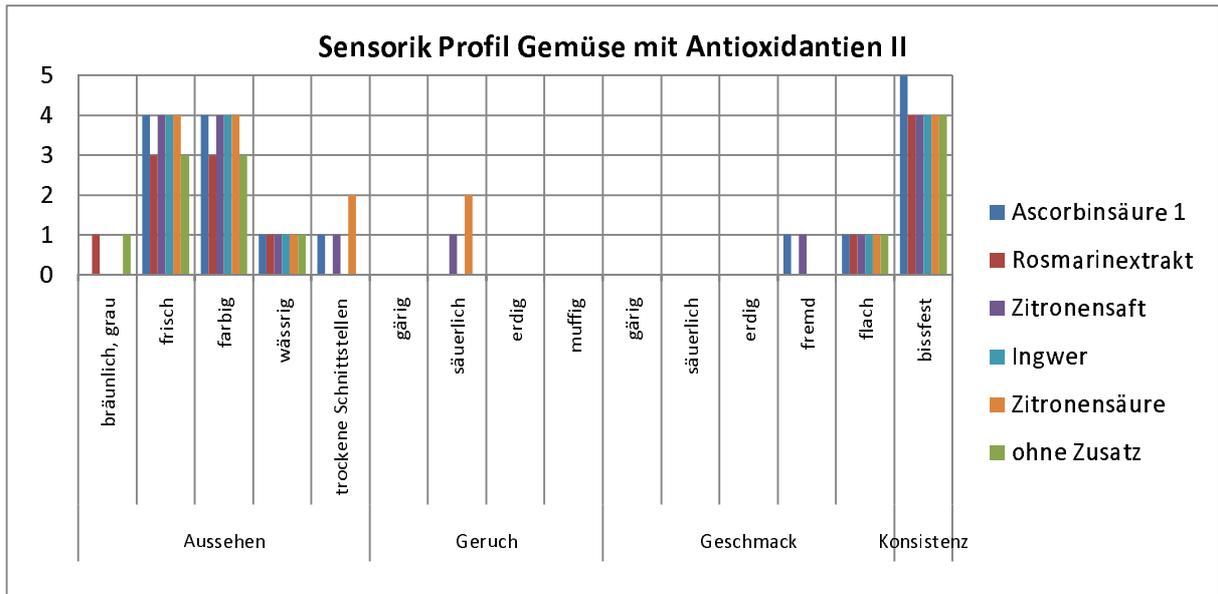


Abbildung 52 Sensorisches Profil Gemüse Versuchsreihe 2 Antioxidantien, Tag 5 der Lagerung

Ähnlich stellen sich die Proben in der zweiten Versuchsreihe dar, jedoch mit besseren Werten hinsichtlich der Konsistenz. Die schwachen Werte bezüglich der Frische sind bei der Zitronensäure in höherer Konzentration nicht zu bemerken, sie sind sogar verbessert hinsicht der Nullprobe ohne Behandlung. Negativ induzierte Alterserscheinungen sind, wenn vorkommend, nur schwach ausgeprägt und haben daher keinen Einfluss. Der negative Einfluss von höher konzentriertem Rosmarin, wie er sich in den Salatversuchen darstellt, konnte bei den Gemüsemischungen nach 5 Tagen nicht beobachtet werden.

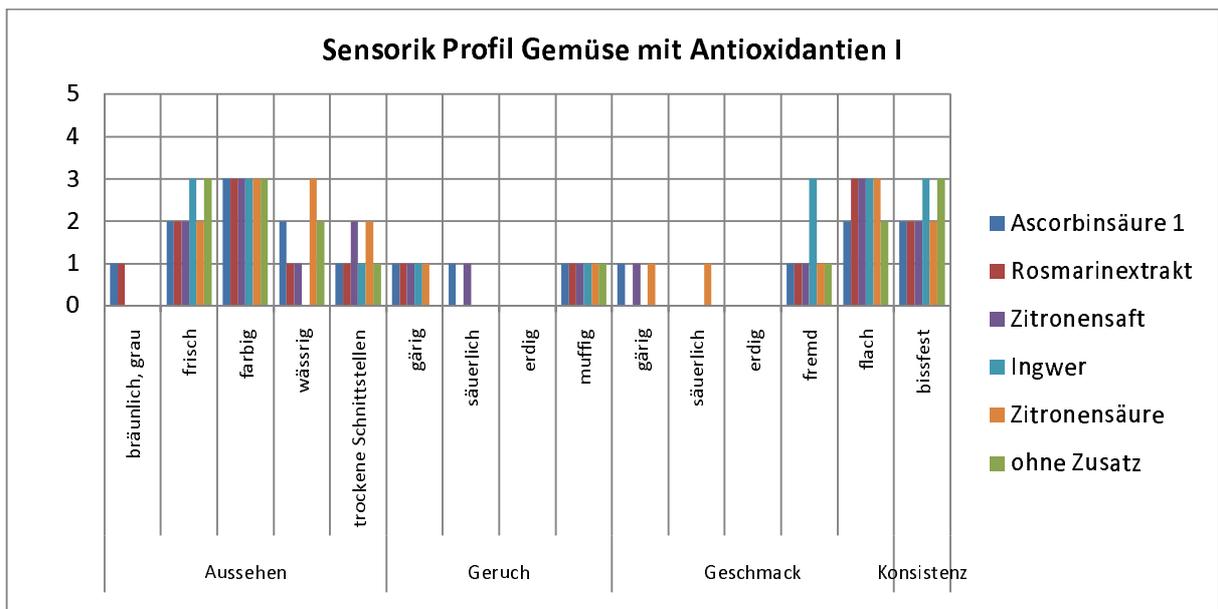


Abbildung 53 Sensorisches Profil Gemüse Versuchsreihe 1 Tag 7 der Lagerung

Nach 7 Tagen Lagerung kommt es durchschnittlich zu einer Verschlechterung der wahrgenommenen Frische. Ist diese bei der unbehandelten Probe und dem Zusatz mit Ingwer noch deutlich zu

erkennen, zeigt sie sich bei den restlichen Proben nur noch schwach. Auch die Farbigeit der Gemüse nimmt ab, stellt sich aber bei allen Zusätzen noch deutlich dar. Zitronensäure in höheren Konzentrationen zeigt in den Gemüseversuchen, dass es ein „wässrig“ werden beim Produkt induziert. Negative Entwicklungen beim Geruch sind noch nicht oder nur sehr schwach wahrnehmbar. Auch Gärnoten sind kaum erkennbar. Jedoch zeigen sich bei Ingwer Fremdnoten und der Geschmack flacht bei Zitronensäure, Rosmarin und Ingwer deutlich ab. Etwas stärker im Vergleich zur unbehandelten Probe. Auch bei der Konsistenz sind kaum mehr deutliche Werte zu erreichen. Hier überzeugen nur die Probe ohne Zusatz und der mit Ingwer.

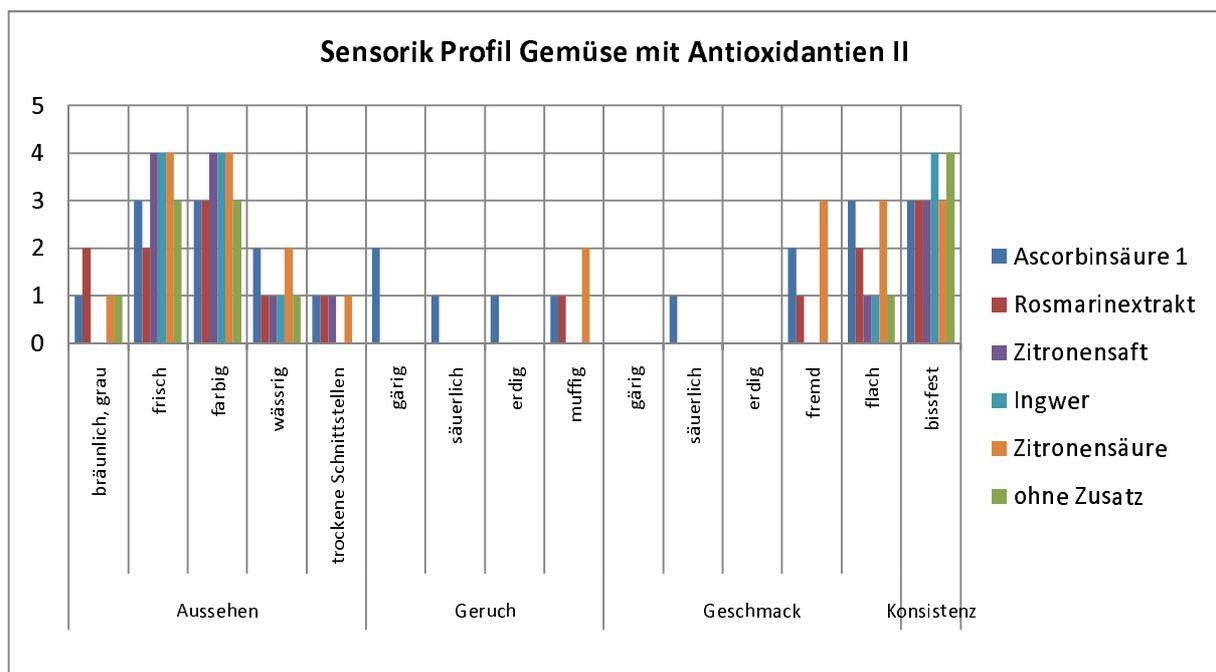


Abbildung 54 Sensorisches Profil Gemüse Versuchsreihe 2 Antioxidantien, Tag 7 der Lagerung

In den Versuchsreihen mit höheren Konzentrationen stellen sich der Einfluss von Zitronensäure, Ingwer und Zitronensaft gegenüber der unbehandelte Probe wieder sehr positiv dar. Sie führen zu einer starken Frischewahrnehmung und Farbigeit, und verhindern die Braunfärbung. Der Einfluss der Zitronensäure zu vermehrtem Produktwasser ist hier nur schwach ausgebildet. Einflüsse aller Zusätze auf den Geruch sind nur schwach ausgeprägt und können vernachlässigt werden. Einer Abnahme des Geschmackes vermögen aber nur Ingwer und Zitronensaft positiv entgegenwirken. Zitronensäure zeigt auch hier wieder Fremdgeschmäcker. Hinsichtlich der Konsistenz können alle Proben überzeugen, jedoch zeigt auch hier die unbehandelte Probe noch starke Werte.

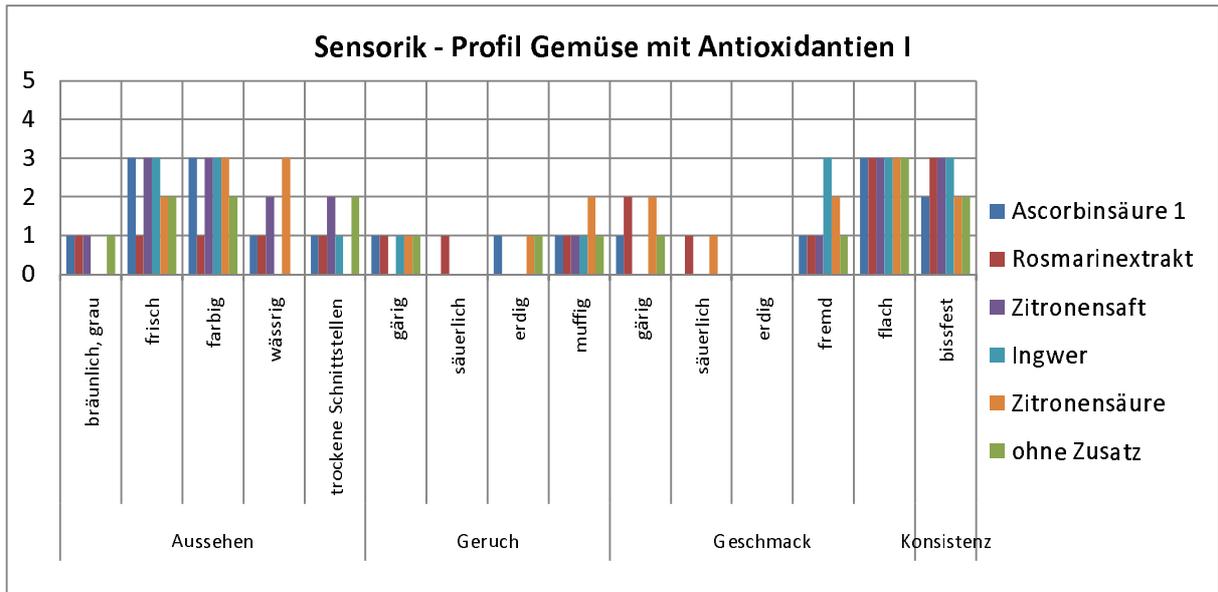


Abbildung 55 Sensorisches Profil Gemüse Versuchsreihe 1 Antioxidantien, Tag 9 der Lagerung

Am Tag 9 der Lagerung zeigt die unbehandelte Probe deutliche Alterserscheinungen. Hinsichtlich der optischen Merkmale überzeugen hier Zitronensaft, Ascorbinsäure und Ingwer. Rosmarin zeigt sehr schwache Werte und Zitronensaft bewirkt ein sehr wässriges Produkt. Negative Einflüsse durch die Lagerung auf den Geruch sind bei allen Proben, wenn nur sehr schwach oder schwach, wahrnehmbar. Gärnoten hinsichtlich des Geschmacks werden bei Rosmarin und Zitronensäure schwach wahrgenommen, stärker als bei der Nullprobe. Deutlich wird bei allen Proben eine Abnahme des Eigengeschmacks der Gemüse, unabhängig vom jeweiligen Zusatz.

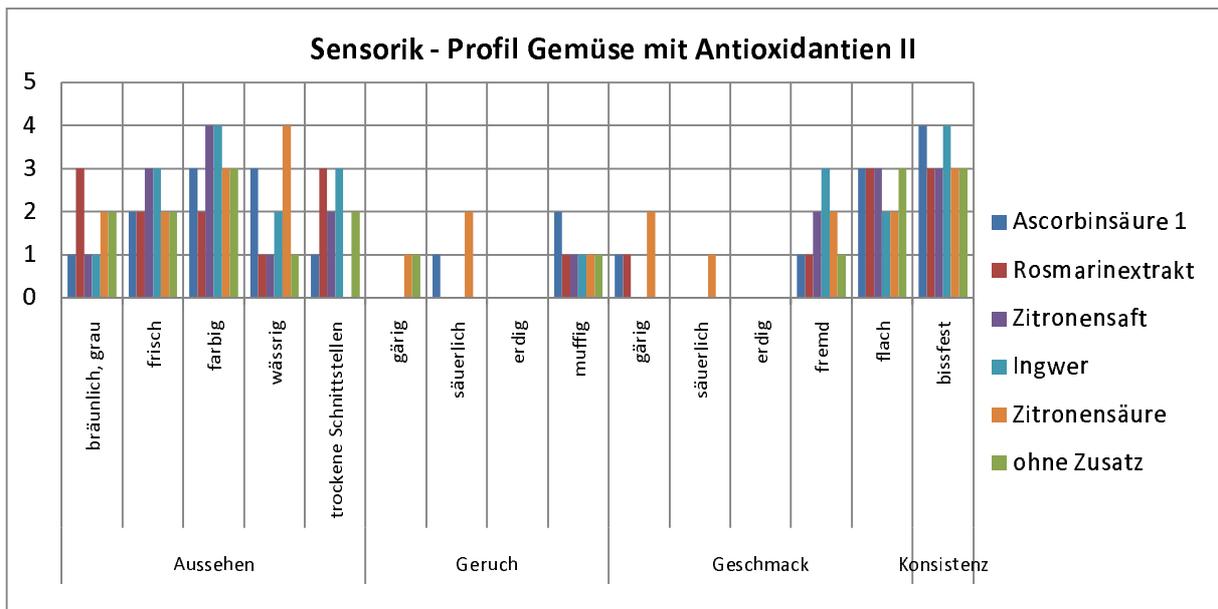


Abbildung 56 Sensorisches Profil Gemüse Versuchsreihe 2 Antioxidantien, Tag 9 der Lagerung

Die Versuchsreihe mit erhöhten Konzentrationen zeigt ähnliche sensorische Eigenschaften, wie die Proben aus der Versuchsreihe 1. Die unbehandelte Probe weist eine deutliche Konsistenz auf, kann

aber hinsichtlich seiner optisch wahrgenommenen Frische nicht mehr überzeugen. Deutlich positiver stellt sich hier die Probe mit Ingwer dar. Das Aussehen bezüglich Frische und Farben sind deutlich ausgeprägt. Negative Wahrnehmungen des Geruchs stellen sich bei allen Proben nur sehr schwach bis schwach dar. Deutlicher sind die Auswirkungen der Behandlungen auf den Geschmack. Die Probe mit Ingwer zeigt deutliche Ausprägungen hinsichtlich einer Fremdnote. Bezüglich des Attributes „Geschmack flach“ zeigen alle Proben, außer Zitronensäure, eine deutliche Abnahme des Eigengeschmackes. Bezüglich der Konsistenz können die Proben mit Ingwer und Ascorbinsäure überzeugen. Aber auch die anderen Proben zeigen hier deutliche Merkmalsausprägungen.

2.3 Darstellung der wichtigsten Ergebnisse zum Teilbereich 3 „Schutzatmosphäre und Verpackung“

2.3.1 Entwicklung der Gaszusammensetzungen in der Verpackungsatmosphäre

2.3.1.1 Salat

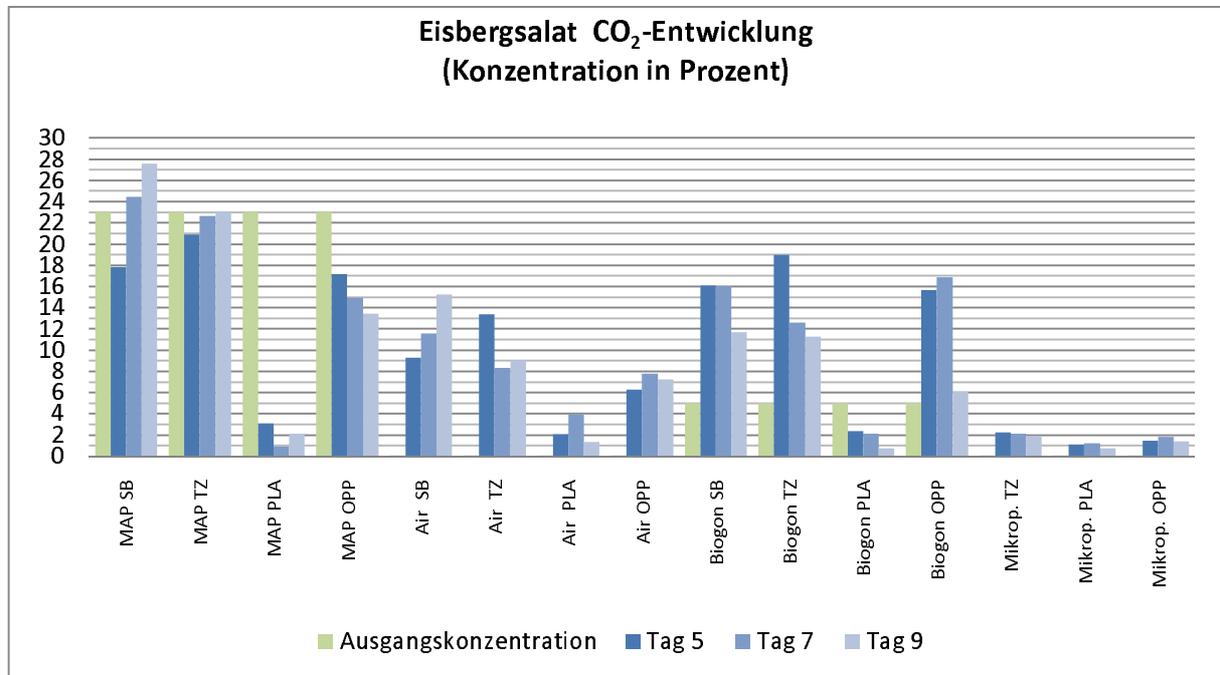


Abbildung 57 Kohlendioxidkonzentrationsentwicklung Eisbergsalat Themengebiet Schutzatmosphäre und Verpackung

Bei der Betrachtung der Messergebnisse stellt sich ein sehr heterogenes Bild dar, zurückzuführen auf die unterschiedlichen Stoffeigenschaften der Verpackungsmaterialien und der verschiedenen erprobten Gasgemische.

MAP: Schon bei den verschiedenen Proben MAP werden die unterschiedlichen Durchlässigkeitsraten für CO₂ erkennbar. Bei den PA-PE Folien, hier als Schlauchbeutel (SB) und als Tiefziehbeutel (TZ) mit höherer Foliendicke, mit relativ niedrigen Kohlendioxid durchlässigkeiten fällt der CO₂ –Gehalt in den ersten Tagen nur geringfügig. Etwas stärker ausgeprägt ist er bei den durchlässigeren OPP-Folien. Ein sehr starker Rückgang ist bei der PLA Folie zu beobachten, begründet weniger in der biogenen Atmung des Produktes als vielmehr der hohen Durchlässigkeit der Folie geschuldet. Der PA-PE Schlauchbeutel zeigt über die Lagerung bis 9 Tage die deutlichsten Veränderung der Verpackungsatmosphäre. Nach kurzem Abfall bis Tag 5, steigen die Werte durch die respirativen Stoffwechselprozesse im Produkt. Der höchste Stand wird am Tag 9 mit 27,6 Prozent erreicht, welcher deutlich über den Zielparametern von 10% liegt. In der Tiefziehverpackung schwankt der Kohlendioxidwert innerhalb der 9tägigen Lagerung um die Anfangskonzentration von 23 %. Ein erkennbarer Einfluss durch die Atmung des Produktes ist kaum festzustellen. Der PLA-Schlauchbeutel

zeigt innerhalb der Analyseperiode die geringsten CO₂ Werte. Der Maximalwert von 3 % wird am Tag 5 erreicht, danach fällt dieser leicht auf 2,1 % am Tag 9 ab. Die Messwerte bei der OPP-Verpackung fallen über die ganze Lagerungsdauer bis zu einem Minimalwert von 13,45 Prozent. Das durch den Stoffwechsel des Produktes entstehende CO₂ scheint keinen Einfluss auf die Verpackungsatmosphäre zu haben.

Air: Bei den Verpackungen mit der verminderten Volumenmenge an normaler Raumluft sind die erwarteten Kohlendioxidentwicklungen eingetreten. Verpackungen mit verminderter Kohlendioxiddurchlässigkeit zeigen starke Zuwächse durch die respirative Atmung. Im PA-PE Tiefziehbeutel zeigen sich diese am deutlichsten mit ca. 13 Prozent. Folgen tun der PA-PE Schlauchbeutel und die OPP- Verpackung. Bei der PLA Folie ist nur ein leichter Anstieg messbar.

Biogon: Auch bei dem Großteil der mit der BIOGON-Gasmischung begasten Verpackung zeigen sich deutliche Kohlendioxidanstiege. Am stärksten erfolgt diese in den ersten 5 Tagen der Lagerung. Den Maximalwert stellt hier die Tiefziehverpackung mit 18,95 %. Im Verlauf der Lagerung stagniert die Entwicklung bis Tag 7 und die Werte fallen dann bis Tag 9 ab. Warum das auch bei den Verpackungen mit einer relativ niedrigen CO₂ –Durchlässigkeit erfolgt ist unklar, da eine Permeation kaum stattfindet.

Mikroperforation: Alle Verpackung mit Mikroperforation zeigen nur minimale Anstiege in der Kohlendioxidentwicklung. Die Werte überschreiten innerhalb der 9-tägigen Lagerung nicht die 2,3 %. Dabei spielen die Verpackungsmaterialien keine Rolle.

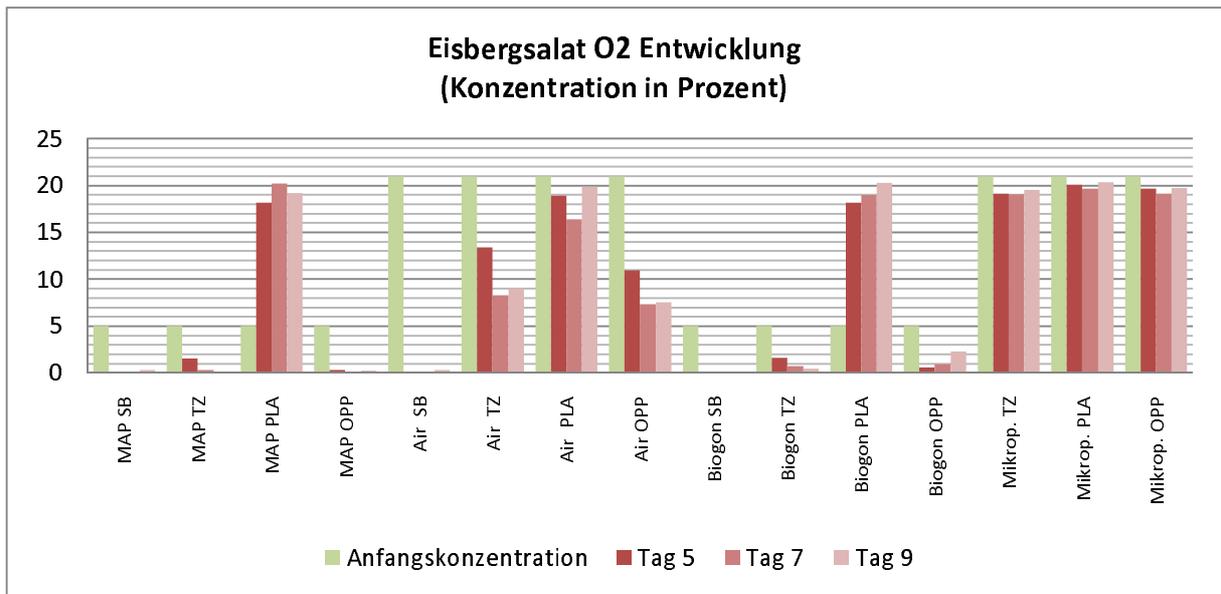


Abbildung 58 Sauerstoffkonzentrationsentwicklung Eisbergsalat Themengebiet Schutzatmosphäre und Verpackung

MAP: Die niedrigen bis nicht vorhandenen Sauerstoffkonzentrationen bei den PA-PE –und OPP-Materialien zeigen, dass der Restsauerstoff von 5 % in der Verpackung bis Tag 5 fast vollständig bzw. vollständig verstoffwechselt wurde. Bei dem PLA-Folienschlauchbeutel wird auf Grund der hohen Sauerstoffkonzentrationen, die hohe Durchlässigkeit angezeigt, da sich in der Verpackung die Konzentrationen an denen der Umgebung angleichen.

Air: Die Ergebnisse bei den Verpackungen mit Verpackungsatmosphären ähnlich der Luft zeigen ein leicht verändertes Bild. In PA-PE Schlauchbeutel ist nach 5 Tagen kein Sauerstoff mehr nachweisbar, welches auch bei der MAP- Verpackung beobachtet wurde.

Biogon: Auch bei den Verpackung, bei denen die BIOGON-Gasmischung in den Kopfraum gegeben wurde, ist außer bei PLA kaum bis gar kein Sauerstoff mehr messbar. Die Messergebnisse sind vergleichbar mit denen von MAP. PLA zeigt auch hier Konzentrationen von Sauerstoff, welche sich der Normalatmosphäre angleichen.

Mikroperforation: In den Versuchsreihen mit Mikroperforation zeigen sich, analog zu den Kohlendioxidgehalten, Sauerstoffkonzentrationen, welche die der Normalatmosphäre entsprechen. Eine Barriereeigenschaft fehlt hier. Die Messwerte schwanken nur minimal zwischen 19 und 20,5 %.

2.3.1.2 Gemüse

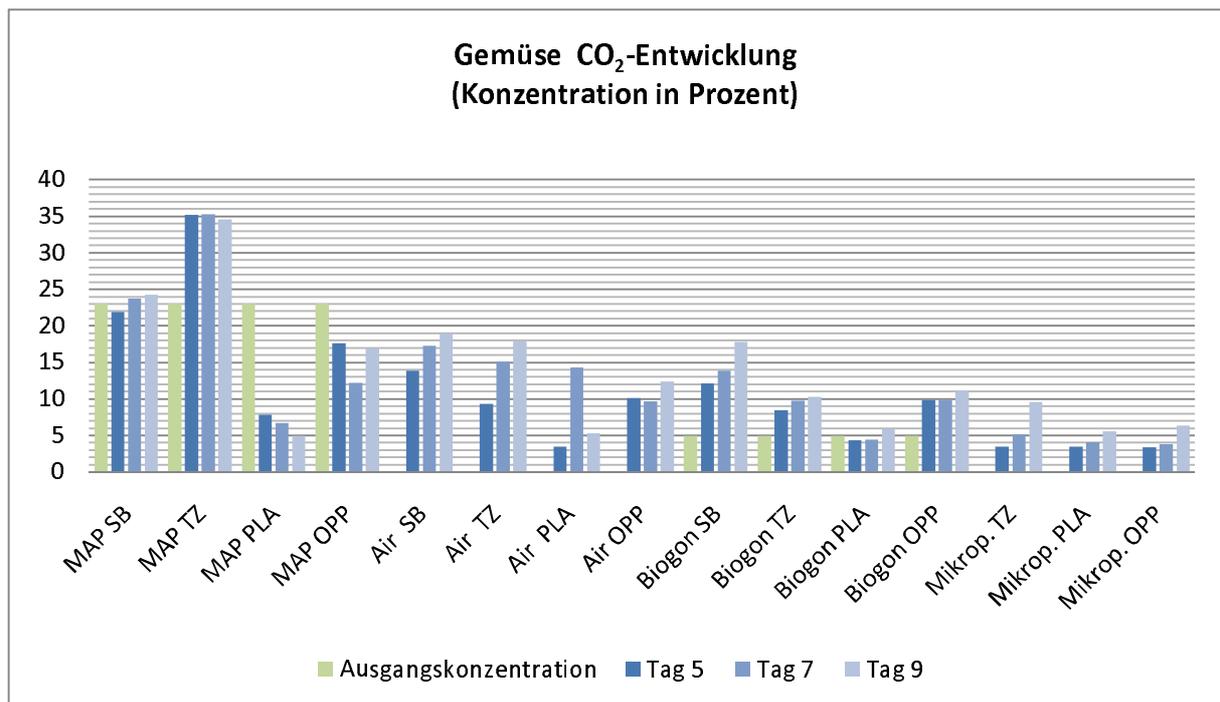


Abbildung 59 Kohlendioxidkonzentrationsentwicklung Gemüse Themengebiet Schutzatmosphäre und Verpackung

Die Betrachtung der Kohlendioxidkonzentrationen bei den Verpackungsversuchen mit Gemüse zeigt eine analoge Entwicklung hinsichtlich der Ergebnisse der Salatverpackung. Die Ausprägung der einzelnen Konzentrationen stellt sich jedoch im direkten Vergleich als etwas höher dar.

MAP:

Die Entwicklung der Kohlendioxidkonzentration bei den unter MAP verpackten Mustern zeigt deutlich den Einfluss der Verpackung. Bei den Verpackungsmaterialien mit relativ hoher Barriereeigenschaft zeigen sich relativ konstante Werte über die Lagerzeit. Im PAPE-Schlauchbeutel pegelt der Wert über die gesamte Lagerdauer um den Ausgangswert. Bei der Tiefziehverpackung steigen die Werte bis 35 % an und stagnieren bei diesem Wert. Beim PLA-Material fällt der Kohlendioxidwert nach 5 Tagen auf 8 % und sinkt in den Folgetagen bis Tag 9 auf 5 %. Der prozentuale Anteil des Kohlendioxids in der Verpackungsatmosphäre der OPP-Verpackung fällt in den ersten Tagen auf 17 % ab und stagniert auf diesem Level.

AIR :

Auch bei Betrachtung der Messwerte der Muster Air zeigen sich bei den Mustern SB und TZ analoge Entwicklungen. In den ersten 5 Tagen erfolgt hier die stärkste Zunahme, in den Folgeuntersuchungen nach 7 und 9 Tagen flacht die Zunahme ab und stagniert bei 18 – 19 %. Bei PLA ist die Erhöhung der Konzentration nicht so stark ausgeprägt. Am Tag 7 steigt der Wert auf 14,5 %, fällt dann aber auf 5,5

% wieder ab. Bei dem OPP- Muster mit der Air - Atmosphäre steigt der Kohlendioxidgehalt nach 5 Tagen auf 10 % und stagniert bei diesem Wert.

Biogon:

Bei den unter Biogon verpackten Proben zeigt sich eine vergleichbare Konzentrationsentwicklung wie bei den Proben Air. Jedoch werden hier trotz höherer Ausgangskonzentration insgesamt niedrigere Konzentrationen zu den jeweiligen Messpunkten nach 5, 7 und 9 Tagen erreicht. Auch in dieser Messreihe wird die größte Kohlendioxidzunahme nach 5 Tagen gemessen. In den Folgemessungen steigt der CO₂ Gehalt nur schwach an oder stagniert auf einem konstanten Level.

Mikroperforation:

Bei der Betrachtung der Kohlendioxidkonzentrationen aller Proben, unabhängig vom Verpackungsmaterial, zeigen sich vergleichbaren Werte.

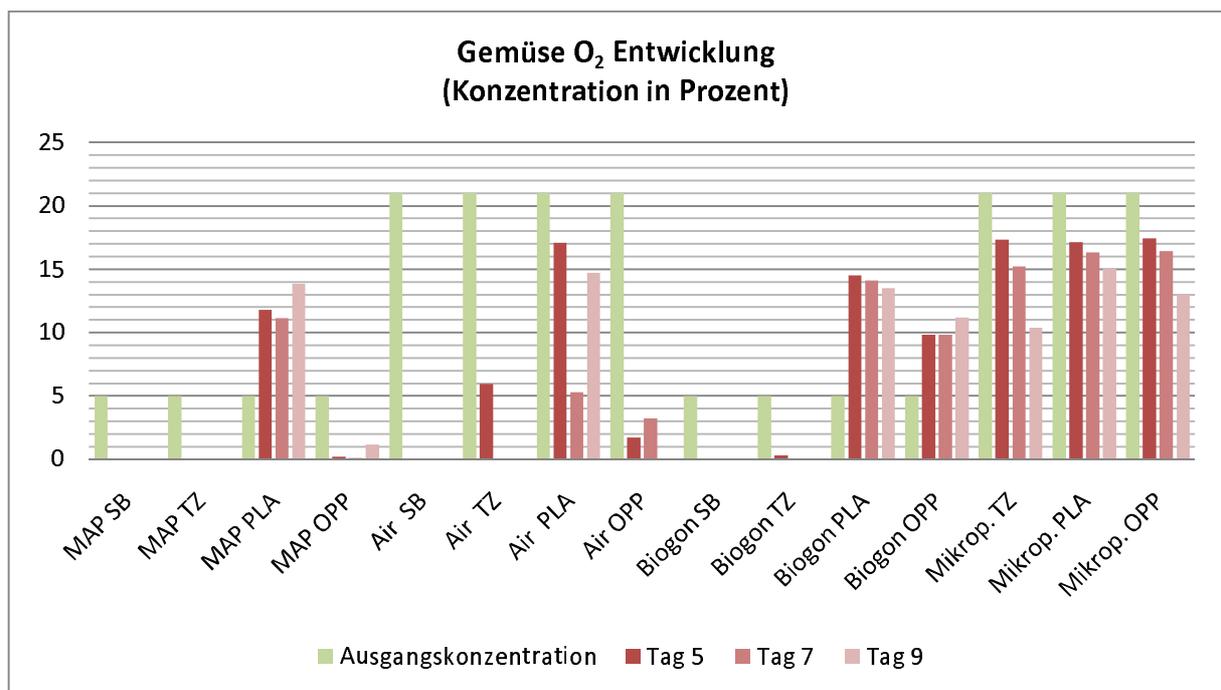


Abbildung 60 Sauerstoffkonzentrationsentwicklung Gemüse Themengebiet Schutzatmosphäre und Verpackung

MAP: Auch bei den Gemüseproben zeigen die niedrigen bis nicht vorhandenen Sauerstoffkonzentrationen bei den PA-PE –und OPP-Materialien, dass der Restsauerstoff von 5 % in der Verpackung bis Tag 5 fast vollständig bzw. vollständig verstoffwechselt wurde. Bei dem PLA-Folienschlauchbeutel wird auf Grund der hohen Sauerstoffkonzentrationen, die hohe Durchlässigkeit angezeigt. Jedoch erreichen die Konzentrationen nicht die Ausmaße, wie bei den Salatproben, sondern maximal 13,9 %.

Air: Die Ergebnisse bei den Verpackungen mit Verpackungsatmosphären ähnlich der Luft zeigen ein vergleichbares Bild, wie bei den MAP-Mustern. Mit steigender Durchlässigkeit der Folien steigen, wie erwartet, die Restsauerstoffkonzentrationen in der Verpackung.

Biogon: Auch bei den Verpackungen, bei denen die Argon-Gasmischung in den Kopfraum gegeben wurde, ist bei den PA-PE Materialien kaum bzw. gar kein Sauerstoff mehr messbar. Das PLA-Muster zeigt hier Konzentrationen nach 5 Tagen von 14 %. Zu den folgenden Messpunkten sinkt dieser Wert auf 13,5 % ab. Bei den OPP-Mustern steigt die Konzentration nach 5 Tagen auf 10 % an und bleibt auf diesem Wert konstant.

Mikroperforation: In den Versuchsreihen mit Mikroperforation zeigen sich, anders als in den Versuchsreihen beim Salat, durchschnittlich niedrigere Messwerte in der Sauerstoffkonzentration. Bei allen Proben sinkt der Wert bis Tag 5 auf ca. 17 Prozent. In den Folgetagen sinken die Konzentrationen weiterhin leicht ab und erreichen bei TZ 10,4 %, bei PLA 15,05 % und bei OPP 13 %.

2.3.2 pH-Wert Entwicklung:

Die Analyse der Messergebnisse der pH-Werte der einzelnen Salate und Gemüse-mischungen kann keine Korrelation zwischen dem CO₂-Gehalt in der inneren Atmosphäre und dem pH-Wert sowie der pH-Wert Entwicklung aufzeigen. D.h. Verpackungen mit einem hohen Kohlendioxidanteil im Kopfraum der Verpackung, bei denen folglich das CO₂ bei tiefen Temperaturen in Lösung gehen müsste, zeigen keine tiefen pH-Werte an. Maximal gemessene pH Werte bewegen sich bei Salat und Gemüse zwischen 6,5 bis 6,9, Werte von 4,5 werden bei keiner Probe unterschritten. Die Ursache für einen pH-Abfall könnte durch die Zunahme von Milchsäurebakterien und Enterobacteriaceae (26, S.115) induziert sein.

2.3.3 Mikrobiologie

2.3.3.1 Salat

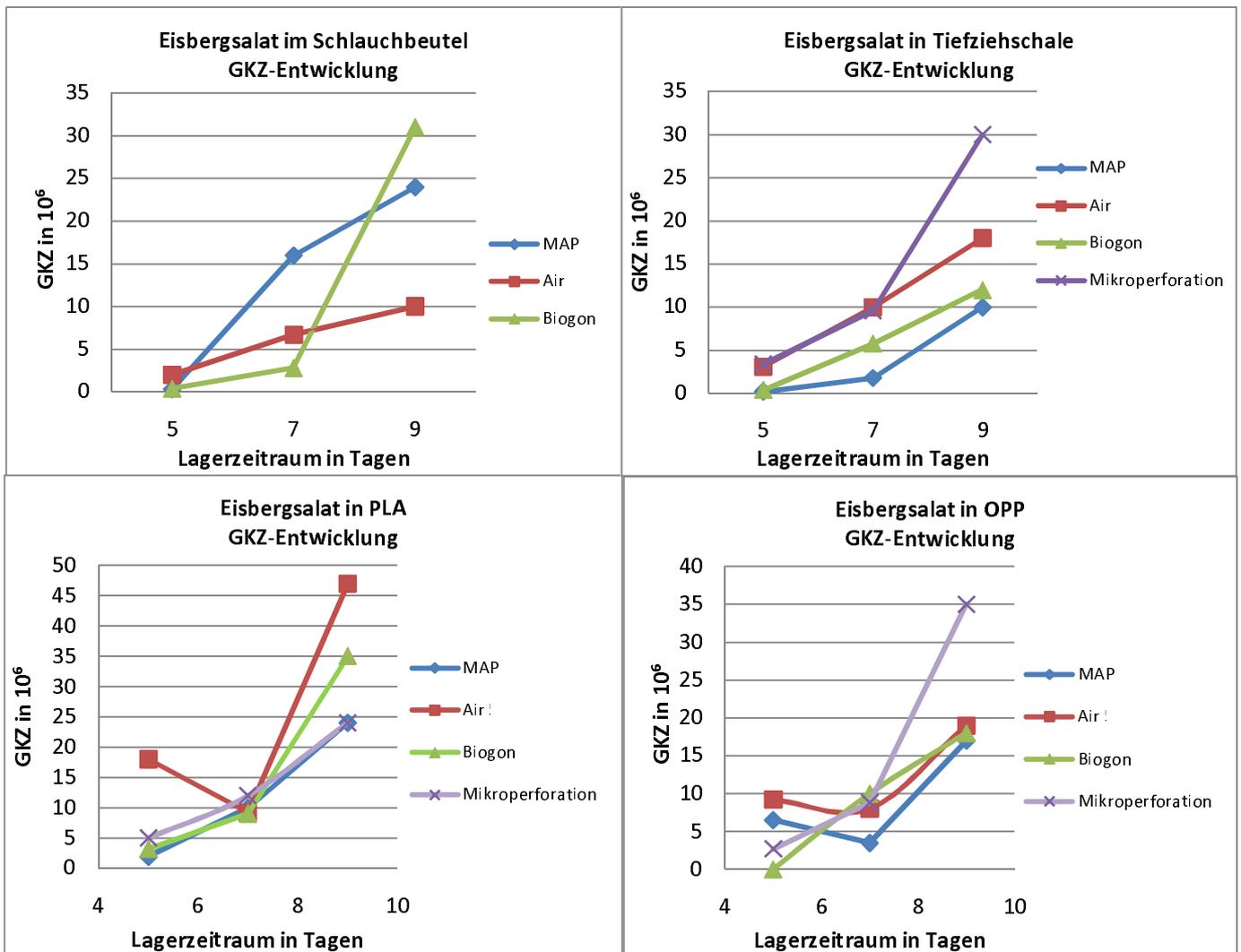


Abbildung 61 Entwicklung der Gesamtkeimzahl in KbE/g in diversen Verpackungsformen

Bei der Betrachtung der mikrobiologischen Analyseergebnisse zeigen sich bei allen Verpackungsmaterialien ähnliche Verläufe der Entwicklung der Gesamtkeimzahlen. Dabei stellt sich das Wachstum der Keime bis Tag 7 mit einer mäßigen Steigerung dar, bzw. fällt sogar geringfügig ab, Siehe z.B. OPP-Verpackung „Air“ und „MAP“. Die fallenden Kohlendioxidkonzentrationen scheinen hier direkt Einfluss auf das Keimwachstum auszuüben. Dabei wird bei allen Verpackungsmaterial-Schutzgas-Kombinationen, außer SB MAP, der Wert von 10×10^6 nicht überschritten. Bis zum Tag 9 steigen durchschnittlich die Wachstumsraten wieder stärker an. Dabei zeigen besonders die stark sauerstoffhaltigen Verpackungsatmosphären die stärksten Zunahmen im Keimwachstum. Die starke Keimzahsentwicklung korreliert direkt mit einem hohen Sauerstoffgehalt in der Atmosphäre. Insgesamt fand die geringste Gesamtkeimzahsentwicklung in der Tiefziehschale unter der

Atmosphäre MAP und Biogon statt. Die stärkste Entwicklung erfolgte unter PLA-Folienverpackung bzw. in jeweils jeder Verpackung mit mikroperforierter Folie.

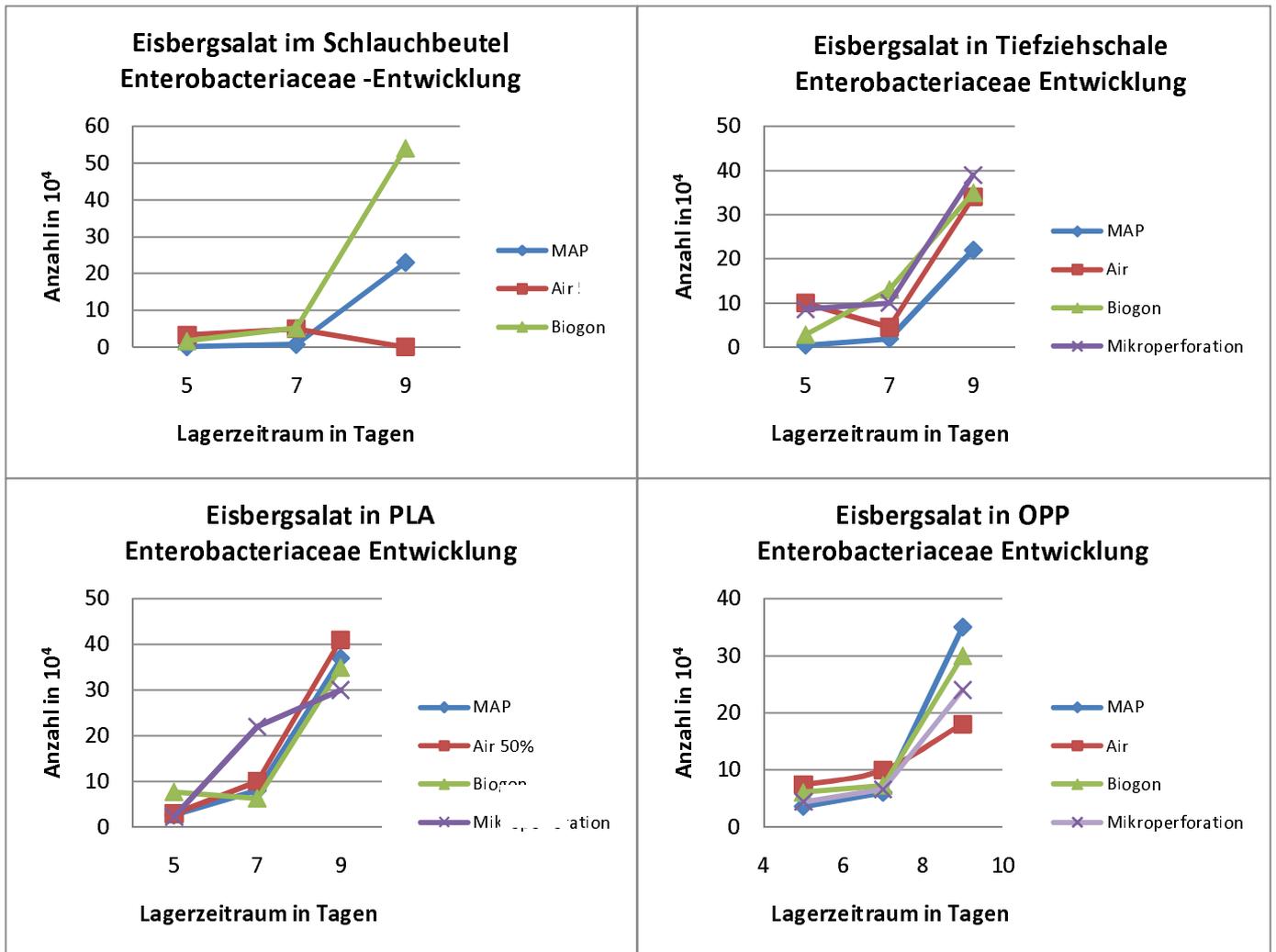


Abbildung 62 Entwicklung der Enterobacteriaceae in KbE/g in diversen Verpackungsformen

Auf das Wachstum der Enterobacteriaceae kann kein Einfluss durch die Verpackung oder die modifizierte Atmosphäre festgestellt werden. Auch hier stellen sich die Wachstumskurven in sehr vergleichbarer Weise dar. Es kann ein allgemeiner Trend identifiziert werden der eine ungefähre Enterobacteriaceazahl von $< 10^5$ bis Tag 5, $> 10^5$ KbE/g und $< 2 \cdot 10^5$ KbE/g bis Tag 7 und $> 2 \cdot 10^5$ KbE/g und $< 4 \cdot 10^5$ KbE/g bis Tag 9 beinhaltet.

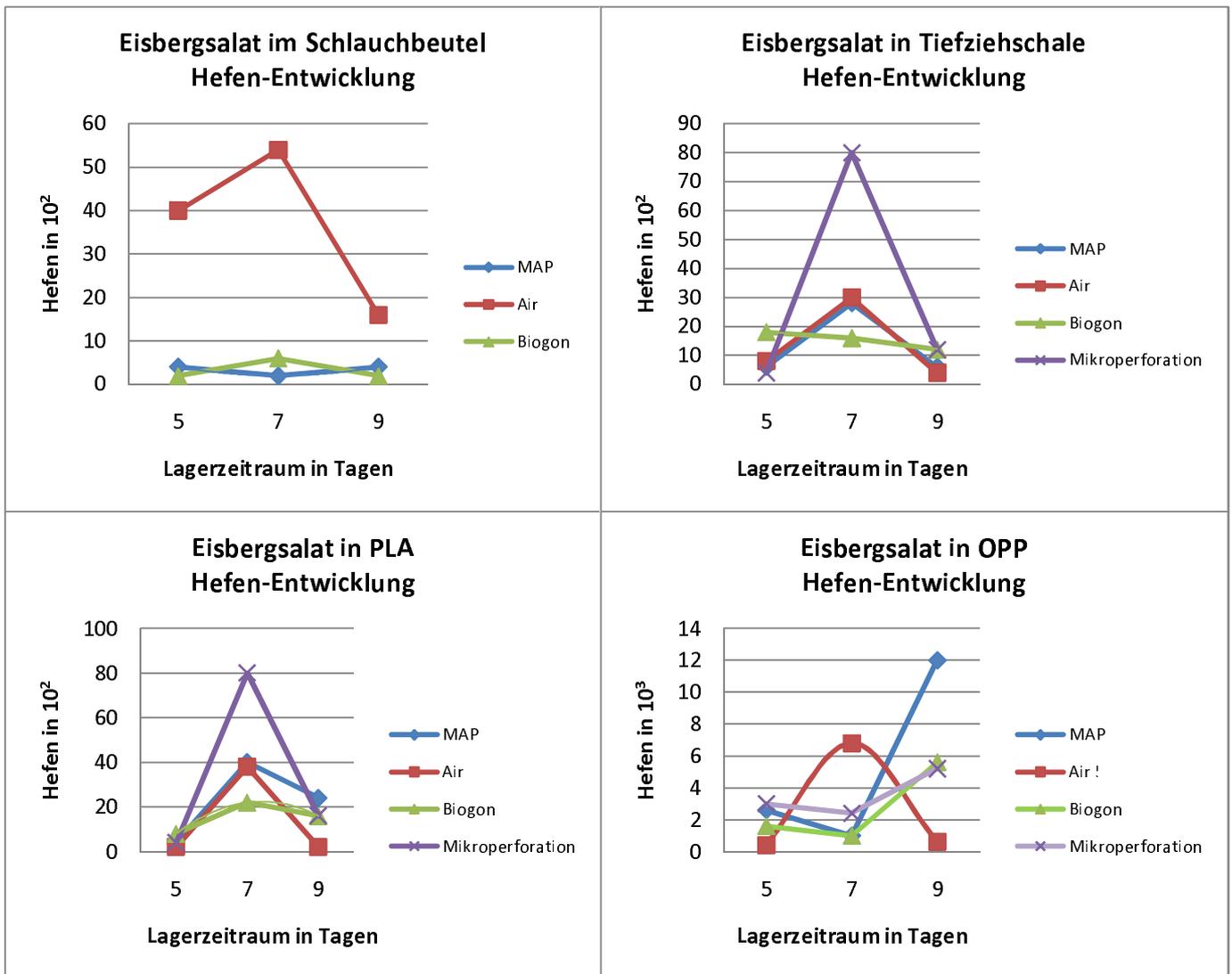


Abbildung 63 Entwicklung der Hefen in KbE/g in diversen Verpackungsformen

Bei den Verpackungs-Atmosphärenkombinationen erfolgt das Hefewachstum nicht geradlinig. Der Höhepunkt zeigt sich an Tag 7 der Lagerung. In einzelnen Fällen erfolgt das Wachstum entgegengesetzt (OPP-MAP, -Mikroperforation, Biogon) oder die Keimzahl der Hefen bleibt ungefähr konstant (SB-MAP, -Biogon, TZ-Biogon). Allgemein ist zu sehen, dass eine hohe Sauerstoffkonzentration in den jeweiligen Gebinden zu einem verstärkten Hefewachstum führt. Dabei korreliert die Hefemenge nicht mit einer bestimmten Sauerstoffkonzentration. Das Hefewachstum wird schlussfolgernd von anderen Einflussfaktoren mitbestimmt, z.B. weitere vorhandene Mikroorganismen (26, 53). Zusätzlich ist zu sehen, dass in jedem Gebinde, unabhängig vom Wachstumsverlauf, das Hefewachstum unter Biogon am geringsten verläuft.

Bei der Analyse der Schimmelpilzbelastung ist kein signifikanter Einfluss einer Atmosphäre, oder einer bestimmten Verpackung auf das Wachstum des Pilzes zu erkennen. Im Vergleich mit den Analyseergebnissen des Eisbergsalates „ohne Zusatz“ im Schlauchbeutel ist auch über ein erhöhtes Kontaminationsrisiko durch die Begasung nachzudenken. Allgemein ist zu sehen, dass ab einer

Schimmelpilzbelastung von ≥ 400 KbE/g keine Vermehrung der Keime bzw. fast immer eine Reduktion unabhängig von der Verpackung eintritt.

2.3.3.2 Gemüse

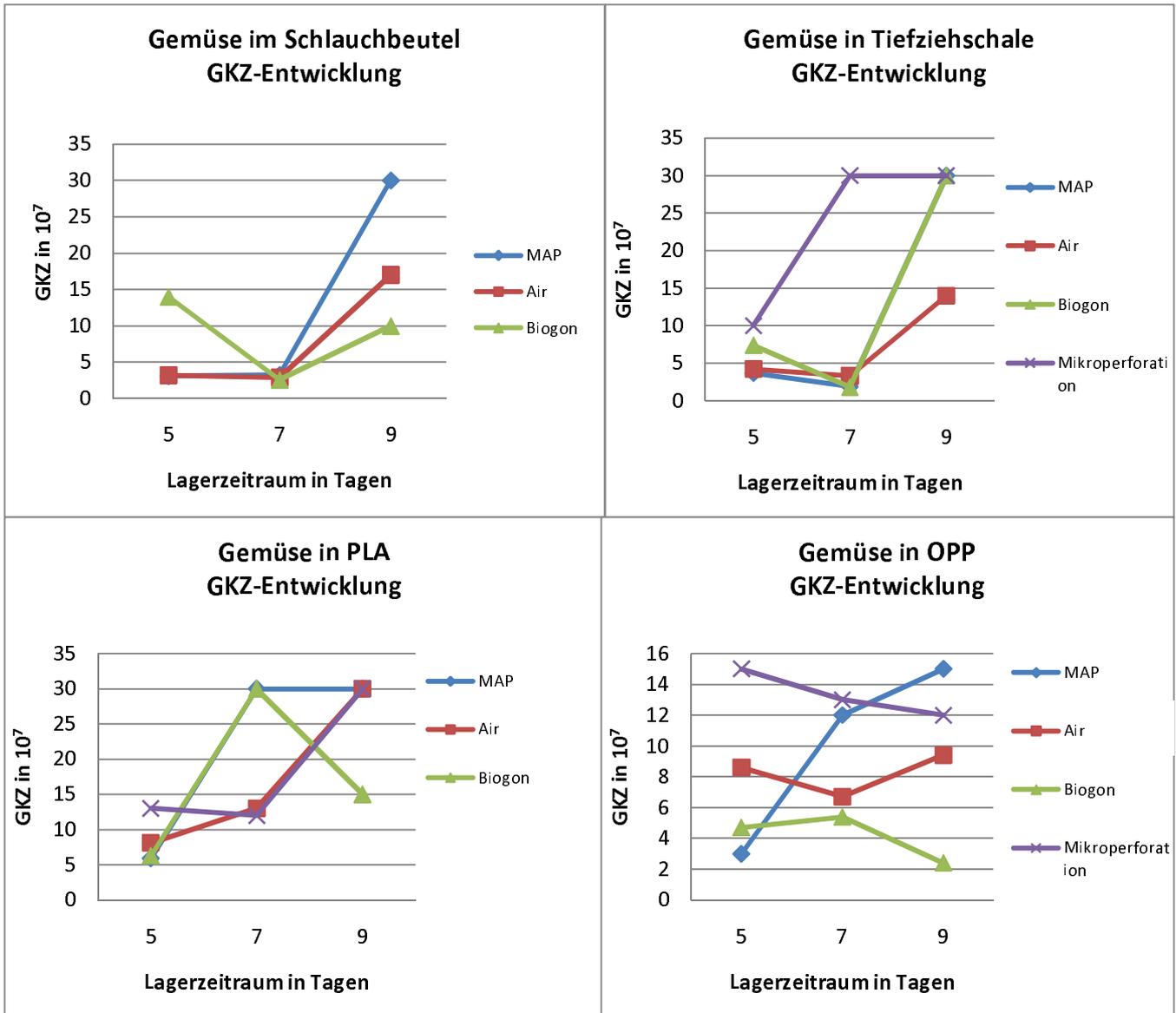


Abbildung 64 Entwicklung der Gesamtkeimzahl in KbE/g in diversen Verpackungsformen

Bei Betrachtung der Entwicklung der Gesamtkeimzahlen bei den Gemüsen liegen die Werte im Vergleich zu den Salatproben um eine Zehnerpotenz höher. Nach Tag 5 der Lagerung weisen ein Großteil der Proben vergleichbare Werte $<10 \cdot 10^7$ KbE/g auf. Bis Tag 9 gestaltet sich die Entwicklung sehr heterogen. Bei den Proben SB tritt bis Tag 7 keine Veränderung ein. Bis Tag 9 steigen die Werte um ein Vielfaches. Bester Wert liegt hier bei Biogon mit $9 \cdot 10^7$ KbE/g. In der Tiefziehverpackung zeigt sich ein ähnliches Bild. Die Werte bei Air, Biogon und MAP sinken von Tag 5 bis Tag 7 sogar leicht. Ausnahme bildet das mikroperforierte Muster. Hier verdreifacht sich der Wert. Bester Wert nach 9 Tagen Lagerung bei Probe Air mit $14 \cdot 10^7$ KbE/g. Bei den in PLA-Material verpackten Mustern

präsentieren sich die Keimzahlen an Tag 5 vergleichbar. Die Mikroperforation zeigt hier im weiteren Verlauf nicht die starke Zunahme wie beim vorherigen Muster und weist zusammen mit Air bis Tag 7 die besten Ergebnisse auf. Die Keimzahentwicklung bei OPP zeigt insgesamt den besten Wert. Die Zunahmen der Werte über die Lagerdauer sind weitestgehend gering. Ausnahme bildet hier das Muster mit MAP Begasung. Die höchsten Werte sind bei der mikroperforierten Variante nachzuweisen.

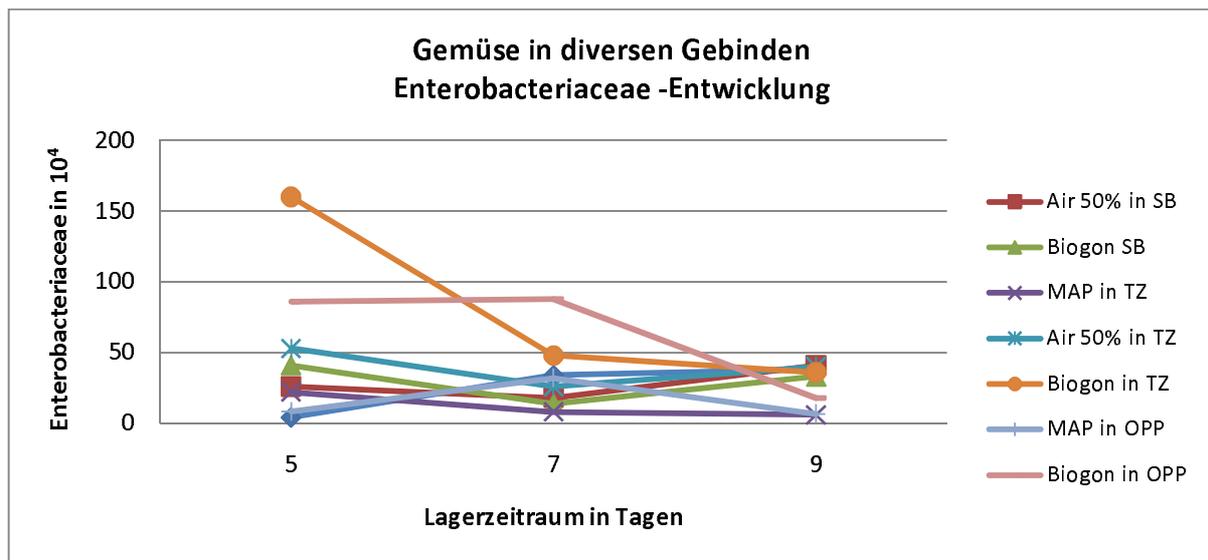


Abbildung 65 Entwicklung der Enterobacteriaceae in KbE/g in diversen Verpackungsformen

Bei der Betrachtung der Entwicklung der Enterobacteriaceae weisen die Materialien die besten Ergebnisse auf, denen eine geringere Sauerstoffdurchlässigkeit eigen ist. Zu nennen ist hier neben den Proben SB und OPP (MAP), vor allem der Tiefziehbeutel mit MAP. Sehr negative Ergebnisse stellen sich bei den mikroperforierten Materialien, den PLA-Mustern und OPP Air dar.

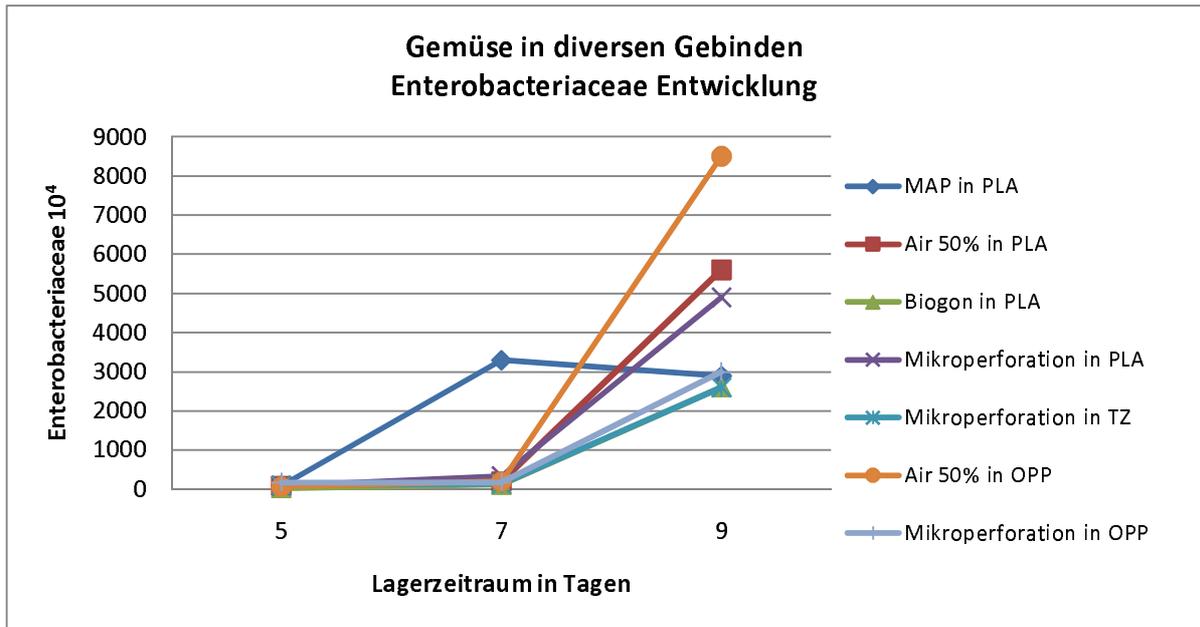


Abbildung 66 Entwicklung der Enterobacteriaceae in KbE/g in diversen Verpackungsformen

Die Belastung des Gemüses durch Hefen stellt sich bei allen Proben, außer bei OPP (MAP, Air und Biogon) am Tag 5, sehr hoch dar und überschreitet die 10^3 KbE/g deutlich. Die höchsten Werte sind auch hier bei mikroperforierten Materialien und dem PLA nachzuweisen.

2.3.4 Sensorik

2.3.4.1 Salat

PA-PE-Folienschlauchbeutel

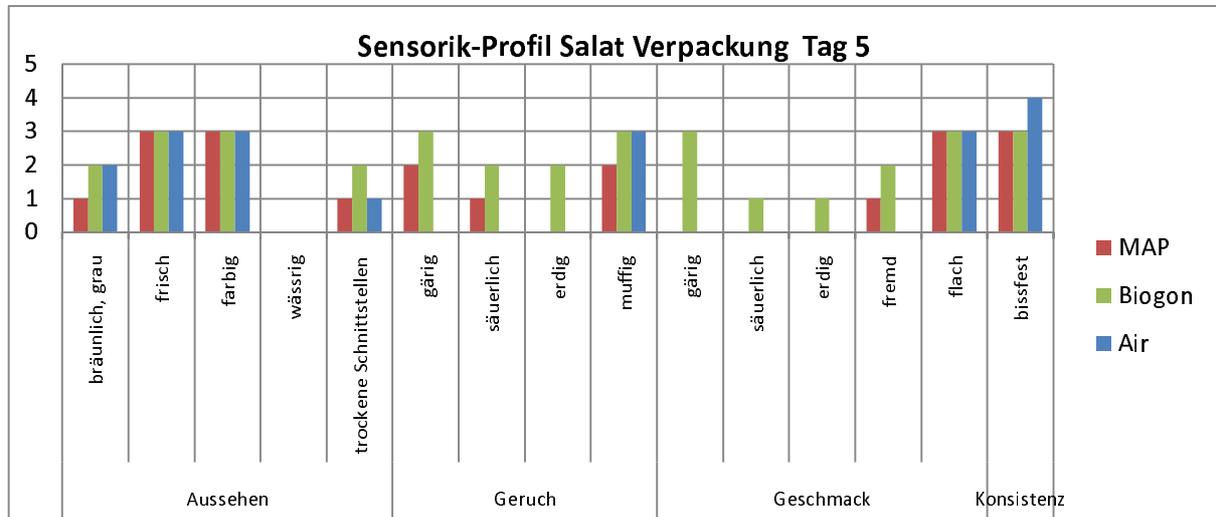


Abbildung 67 Sensorisches Profil Eisbergsalat PA-PE-Folienschlauchbeutel, Tag 5 der Lagerung

Im PA-PE Schlauchbeutel zeigen die Salate unter MAP und Air nach 5 Tagen Lagerung noch weitestgehend alle Frischecharakter. Die Proben erscheinen etwas „muffig“ und „flach“, weisen jedoch weiterhin keine oder nur sehr schwache Alterserscheinungen auf. Die Eigenschaften der Salate bei der Begasung mit Biogon hingegen zeigen deutliche Gärnoten hinsichtlich Geruch und Geschmack, obwohl sich die Ausprägungen der restlichen Eigenschaften innerhalb respektabler Parameter bewegen.

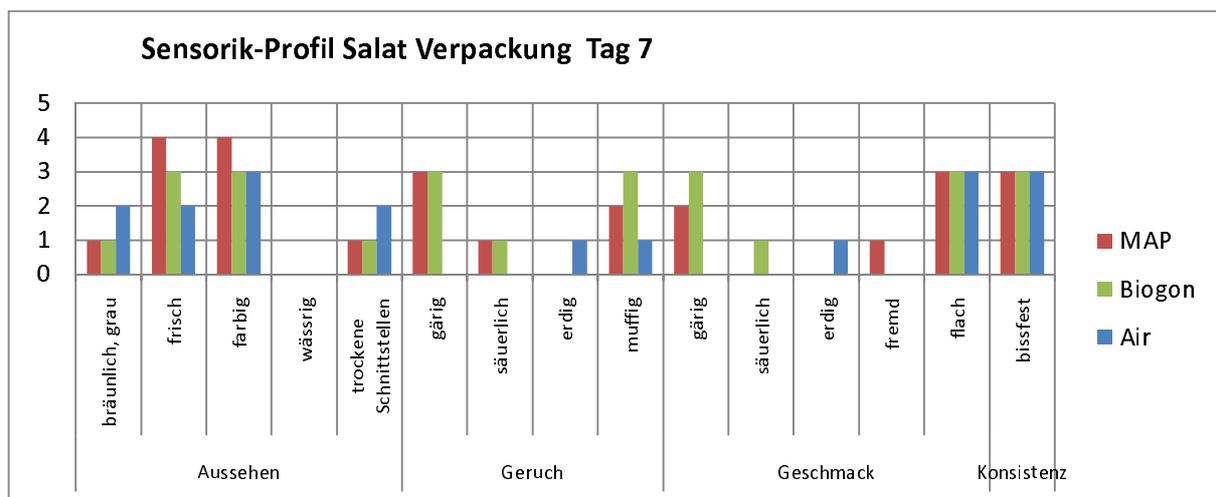


Abbildung 68 Sensorisches Profil Eisbergsalat PA-PE-Folienschlauchbeutel, Tag 7 der Lagerung

Nach 7 Tagen Lagerung bestätigt sich die Entwicklung bei der Begasung mit Biogon. Auch diese Proben zeigen deutliche Gärnoten und eine deutliche Ausprägung beim Geruch „muffig“. Die beiden

verbleibenden Verpackungsatmosphären begünstigen die Lagerung. Die Produkte zeigen sich deutlich bzw. stark hinsichtlich der wahrgenommenen optischen Frische. Der Geschmack zeigt aber deutliche Abnahmen und stellt sich sehr flach dar. Die Konsistenz aller Produkte stellt sich noch deutlich dar.

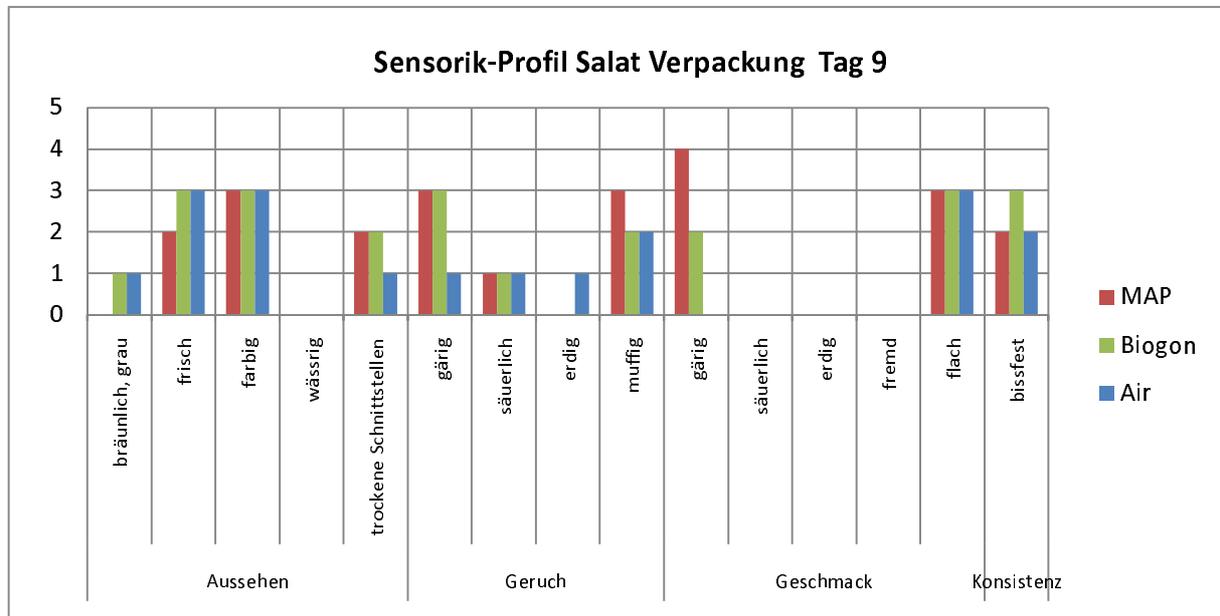


Abbildung 69 Sensorisches Profil Eisbergsalat PA-PE- Folienschlauchbeutel, Tag 9 der Lagerung

Am Tag 9 der Lagerung kann am meisten die Probe Air überzeugen. Die optischen Eigenschaften stellen sich positiv dar. Negative Eindrücke hinsichtlich Geruch oder Geschmack treten gar nicht bis nur schwach auf. Negativer stellen sich nur der deutlich flache Geschmack und die schwache Konsistenz dar. MAP verhält sich ähnlich, zeigt aber hinsichtlich Geruch und Geschmack schwache Gärnoten. Die Probe mit Biogon zeigt die negativsten Eindrücke. Die Ergebnisse aus den beiden vorangegangenen Verkostungen bestätigen sich hier.

PA-PE-Tiefziehbeutel:

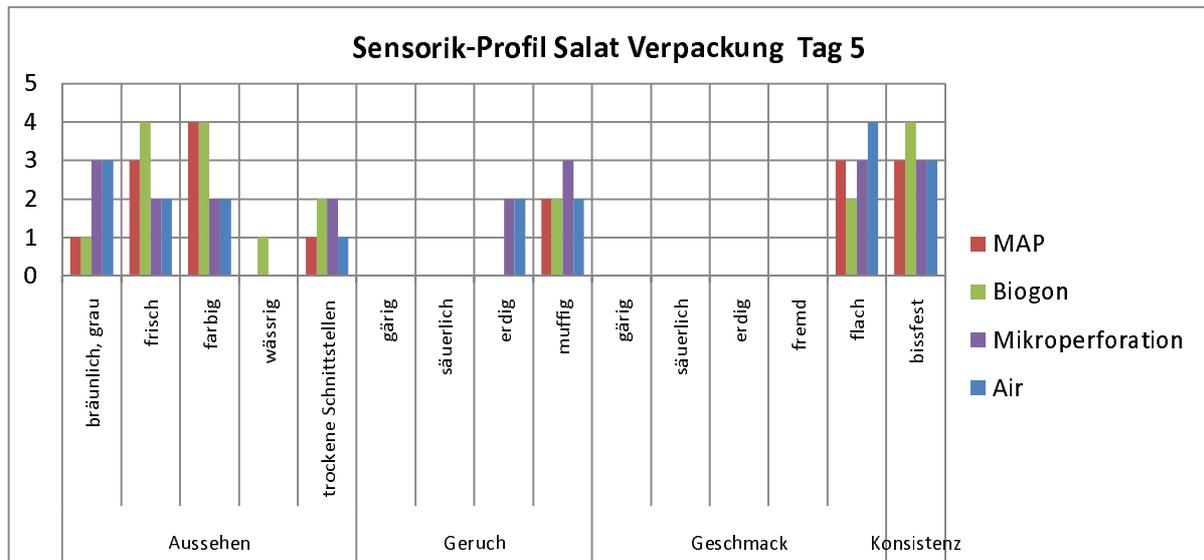


Abbildung 70 Sensorisches Profil Eisbergsalat PA-PE-Tiefziehbeutel, Tag 5 der Lagerung

Nach 5 Tagen Lagerung zeigen die Verpackungen MAP und Biogon die positivsten Eigenschaften hinsichtlich der sensorischen Wahrnehmung. Die Optik, sowie Geruch und Geschmack zeigen kaum Auffälligkeiten, nur der Geschmack stellt sich als deutlich „flach“ dar. Die mikroperforierte Tiefziehverpackung hingegen zeigt schon deutliche Braunfärbung und deutlich muffige Geruchsnoten. Sie stellt sich bezüglich der optischen Wahrnehmung negative dar und zeigt Alterserscheinungen. Die Probe Air zeigt ein ähnliches Sensorikprofil.

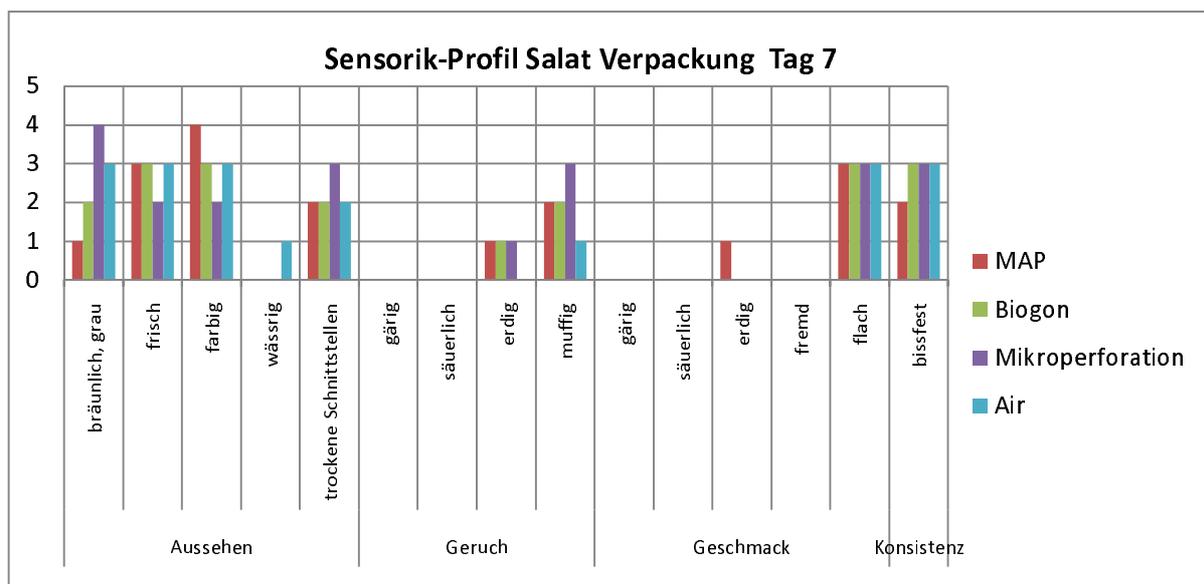


Abbildung 71 Sensorisches Profil Eisbergsalat PA-PE-Tiefziehbeutel, Tag 7 der Lagerung

Die sensorische Analyse am Tag 7 der Lagerung bestätigt die Beobachtungen von Tag 5. Generell nehmen hier die negativen Einflüsse durch die Lagerung zu. Mit zunehmender Tendenz sind

deutliche Braunfärbungen sind wiederum bei Air und Mikroperforation feststellbar Die Proben MAP und Biogon zeigen durchschnittlich die besten Bewertungen, insbesondere bei der optischen Beurteilung.

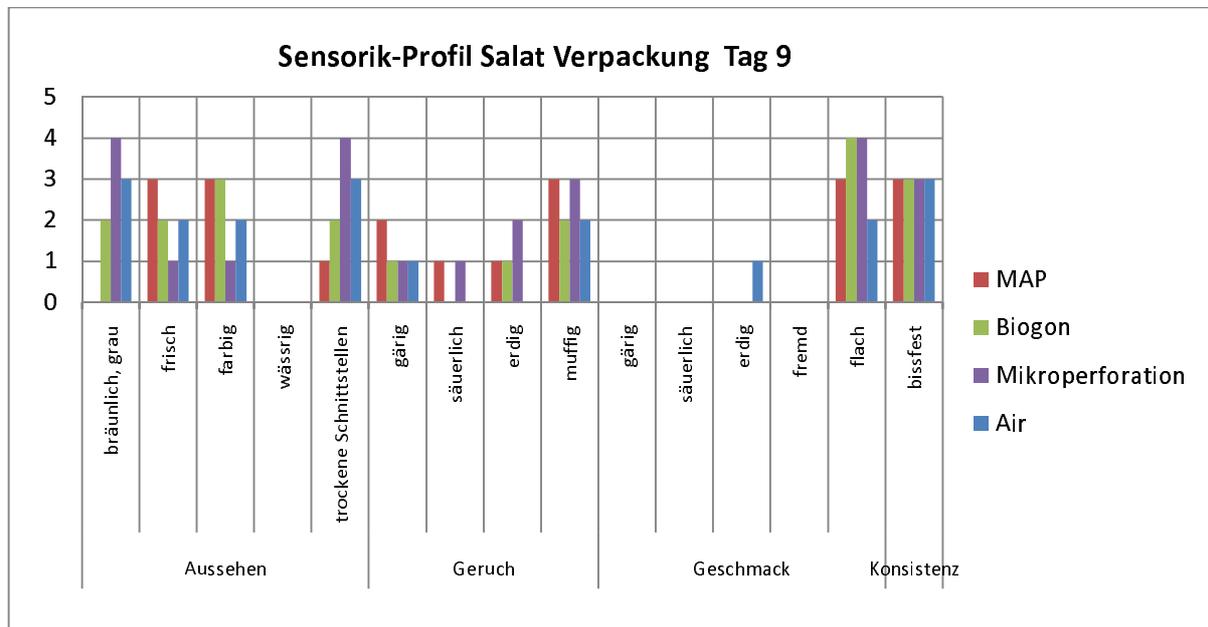


Abbildung 72 Sensorisches Profil Eisbergsalat PA-PE-Tiefziehbeutel, Tag 9 der Lagerung

Auch am Tag 9 bestätigen sich die Tendenzen hinsichtlich der positiv wirkenden Einflüsse von Biogon und MAP bei der Verpackung in dem Tiefziehbeutel. Die Mikroperforation und die Verpackung unter einer sauerstoffreichen Verpackungsatmosphäre führen zu keinen überzeugenden Ergebnissen.

OPP-Folienschlauchbeutel:

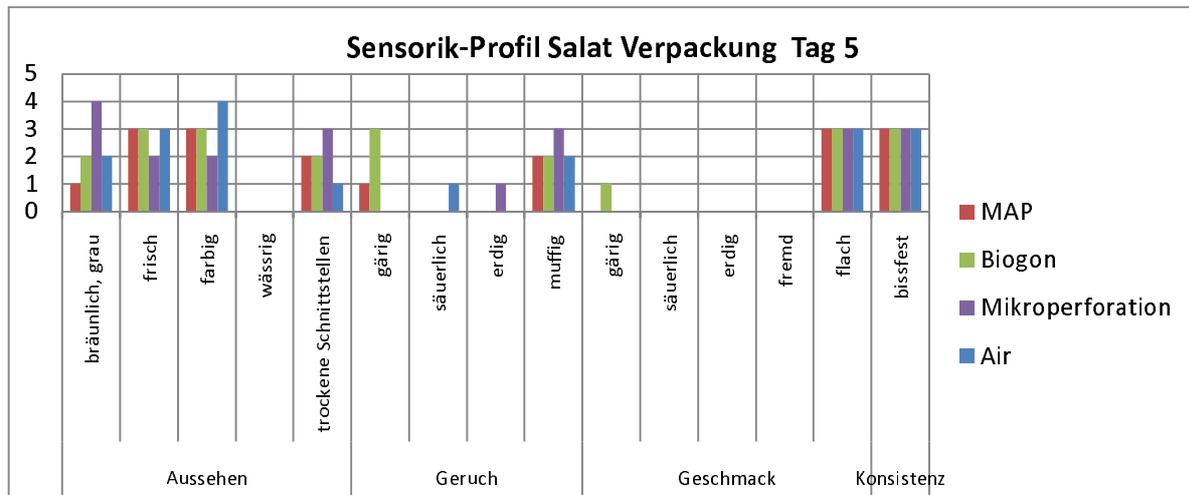


Abbildung 73 Sensorisches Profil Eisbergsalat OPP- Folienschlauchbeutel, Tag 5 der Lagerung

Am Tag 5 der Lagerung der Salatproben in der OPP-Verpackung weisen die Proben Air, MAP und Biogon die besten Ergebnisse auf. Sie zeigen hinsichtlich des Attributes Geschmack „flach“ einen deutliche Ausprägungen und Biogon weist eine Gärnote auf, jedoch präsentieren sie sich in den übrigen Attributen ohne bzw. nur mit schwachen negativen Einflüssen. Deutlich negativer wurde das Muster der mikroperforierten Verpackung wahrgenommen. Insbesondere die deutliche Braunfärbung des Produktes durch den hohen Sauerstoffanteil in der Verpackung führte zu negativen Bewertungen hinsichtlich der Frischewahrnehmung.

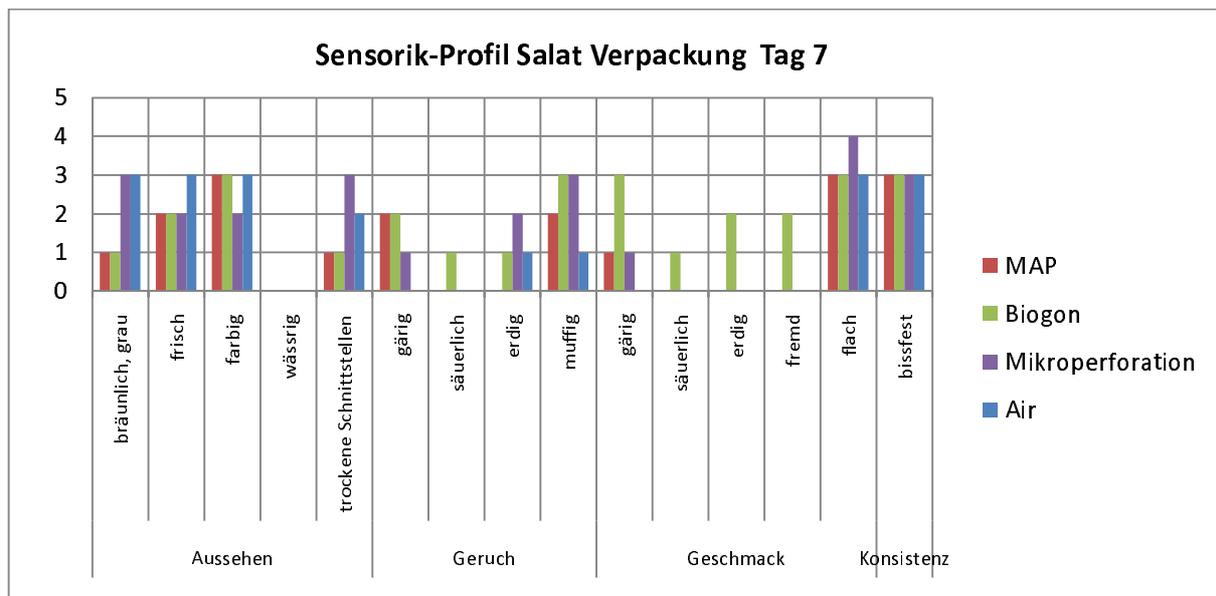


Abbildung 74 Sensorisches Profil Eisbergsalat OPP- Folienschlauchbeutel, Tag 7 der Lagerung

Nach 7-tägiger Lagerung zeigt sich ein verändertes Bild. Weisen die Proben mit MAP und Air vergleichbar gute Eigenschaften auf, außer der erhöhten Braunfärbung bei Air, zeigt Biogon deutliche

Veränderungen bezüglich des Geschmacks. Gerade die deutliche Wahrnehmung der Gärnote führt zu einer negativen Bewertung. Die Mikroperforierte Verpackung stellt sich im Vergleich negativer dar als die anderen Proben. Deutliche Veränderungen beim Geruch „muffig“ und Geschmack „flach“ und den trockenen Schnittstellen sowie der Braunfärbung, lassen das Produkt sehr alt erscheinen.

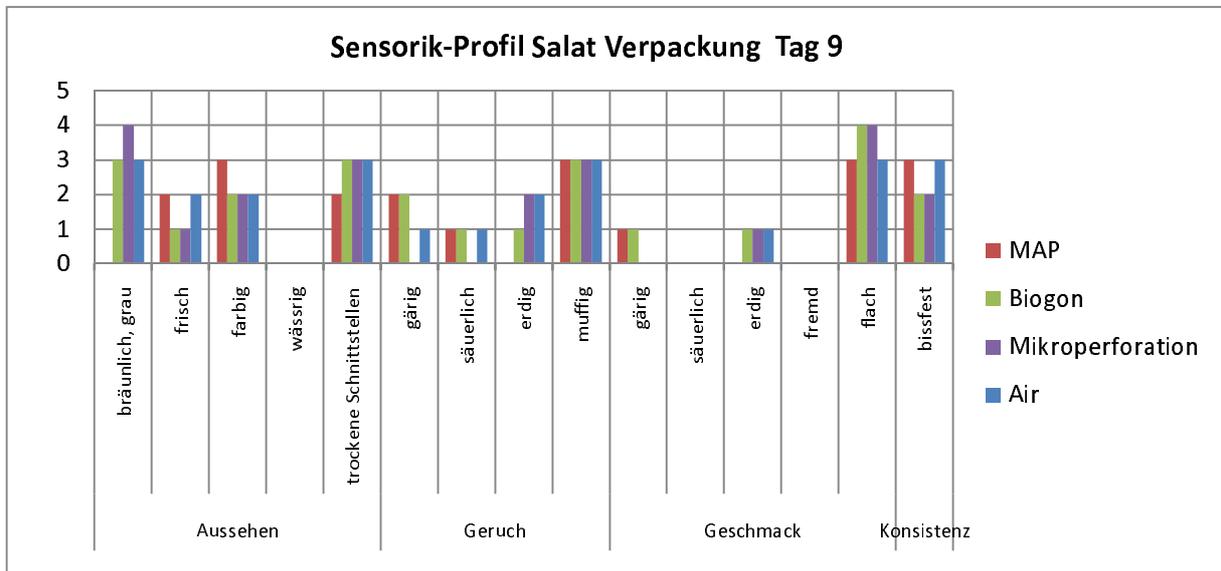


Abbildung 75 Sensorisches Profil Eisbergsalat OPP- Folienschlauchbeutel, Tag 9 der Lagerung

Am Tag 9 der Lagerung zeigen alle Produkte deutliche Alterungserscheinungen hinsichtlich der untersuchten Attribute. Am besten ist hier noch die Verpackung unter der Gasmischung MAP zu bewerten, jedoch würde ein solches Produkt kaum Akzeptanz beim Verbraucher hervorrufen.

PLA-Folienschlauchbeutel:

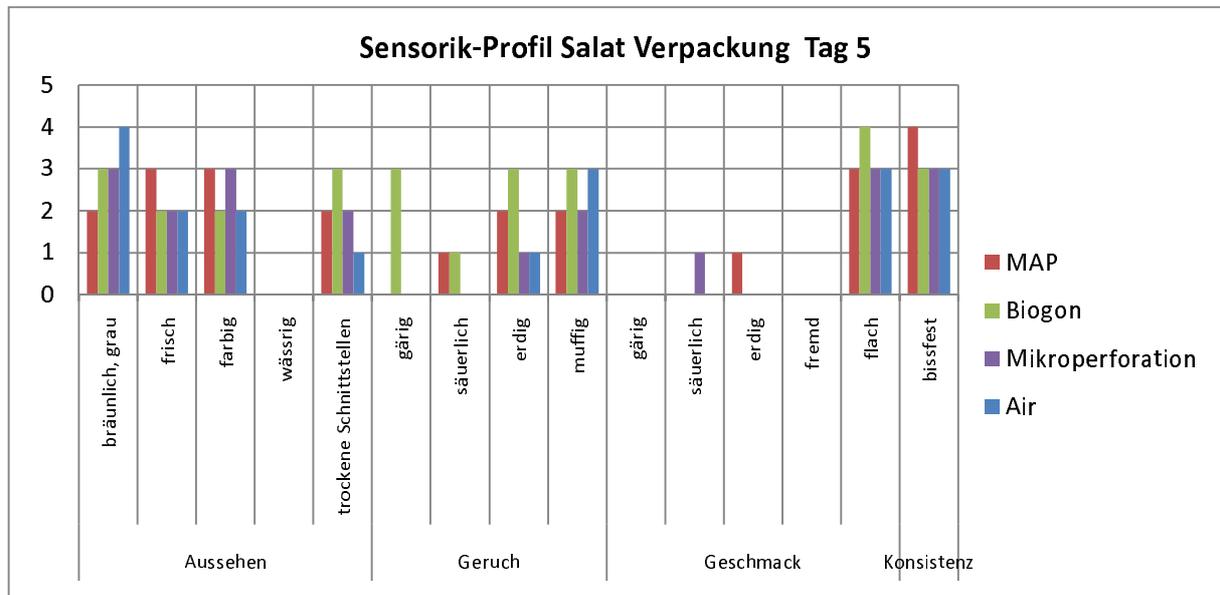


Abbildung 76 Sensorisches Profil Eisbergsalat PLA- Folienschlauchbeutel, Tag 5 der Lagerung

Nach 5-tägiger Lagerung in der PLA-Verpackung zeigen alle Muster ein fast gleichwertiges sensorisches Abbild. MAP weist im Durchschnitt die besten Ergebnisse auf. Deutlich negativer stellt sich Biogon dar, da es bezüglich „trockene Schnittstellen“, sowie Geruch deutlich negative Merkmale aufweist, sowie einen sehr flachen Geschmack. Braunfärbung weisen alle Produkte, außer MAP, deutlich auf, welches auf den hohen Sauerstoffgehalt und damit enzymatischer Bräunungsreaktionen zurückzuführen ist.

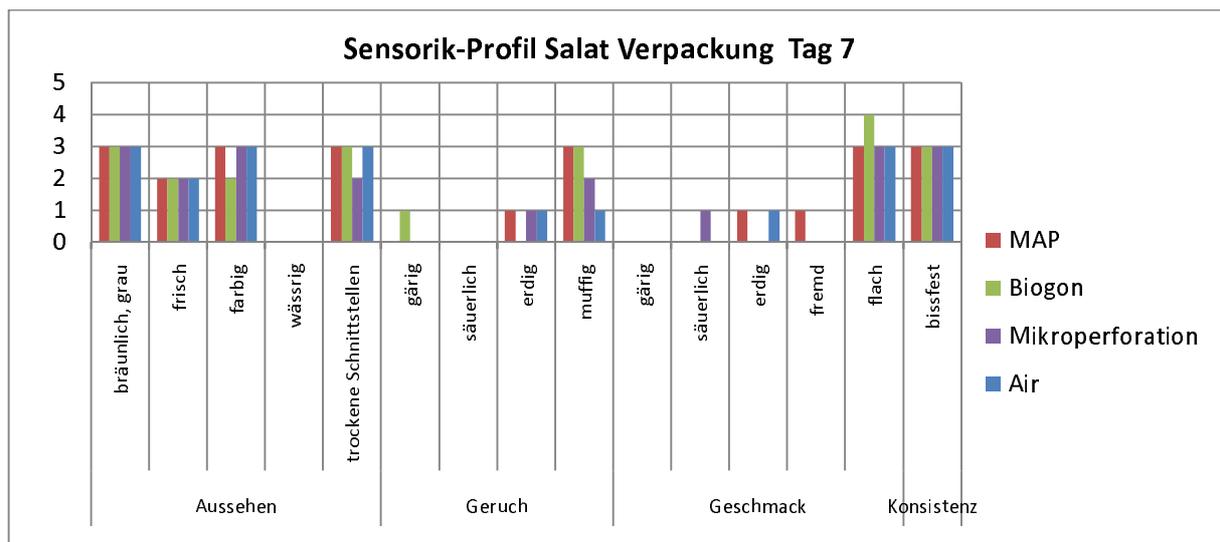


Abbildung 77 Sensorisches Profil Eisbergsalat PLA- Folienschlauchbeutel, Tag 7 der Lagerung

Die Ergebnisse am Tag 7 unterstreichen die Annahme bzw. zeigen die Tendenz auf, dass durch die hohe Sauerstoffdurchlässigkeit des Verpackungsmaterials und somit hohe Sauerstoffkonzentrationen,

sich negative Einflüsse auf die Qualität des Produktes niederschlagen. Die Profile der einzelnen Muster zeigen hier kaum Unterschiede und wenn sind diese nur von sehr schwacher Ausprägung.

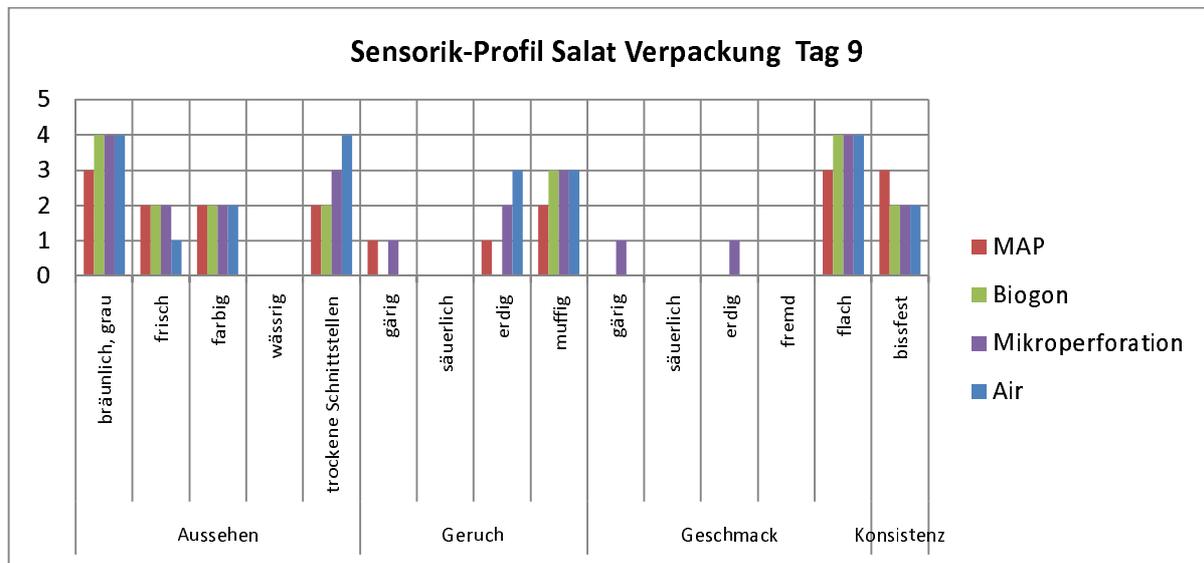


Abbildung 78 Sensorisches Profil Eisbergsalat PLA- Folienschlauchbeutel, Tag 9 der Lagerung

Am Tag 9 der Lagerung zeigt sich das sensorische Profil aller Proben sehr gleichartig. Unterschiede zwischen den Mustern sind nur marginal. Am schlechtesten ist hier die Verpackungsatmosphäre Air zu bewerten. Durchschnittlich am Besten MAP.

2.3.4.2 Gemüse

PA-PE-Folienschlauchbeutel:

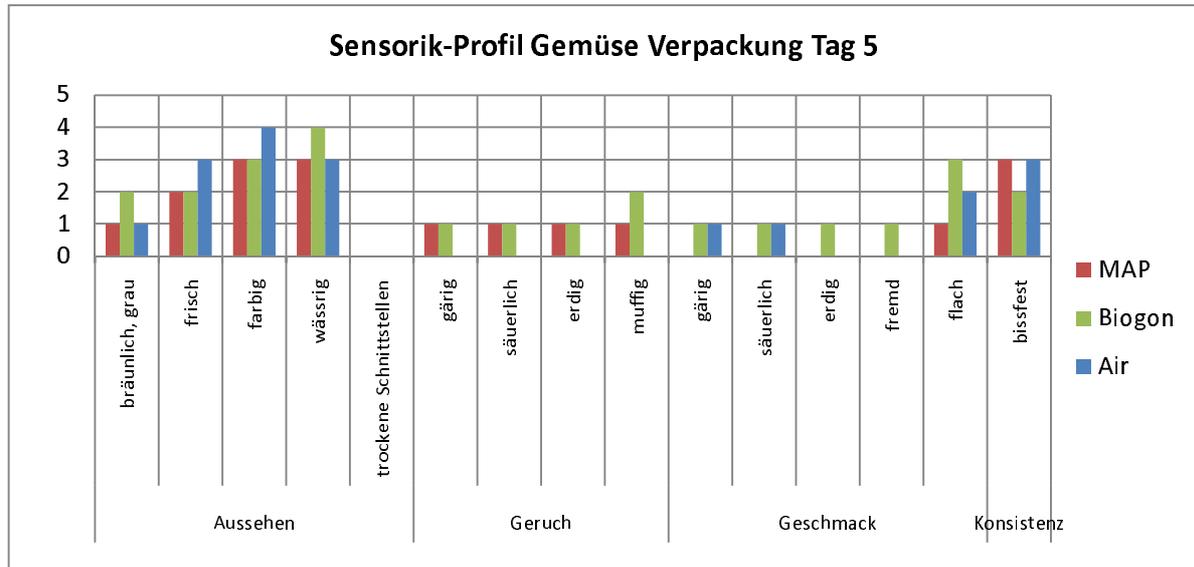


Abbildung 79 Sensorisches Profil Gemüse PA-PE- Folienschlauchbeutel, Tag 5 der Lagerung

Nach sensorischer Beurteilung der Gemüse in dem PAPE-Schlauchbeutel zeigen sich bei allen Proben kaum negative Entwicklungen. Ausnahme bildet das Attribut „Aussehen wässrig“, welches bei allen Proben deutlich bis stark wahrgenommen wird. Die durchschnittlich positivsten Beurteilungen erhält das Muster Air, welches hinsichtlich Frische noch am deutlichsten überzeugen kann.

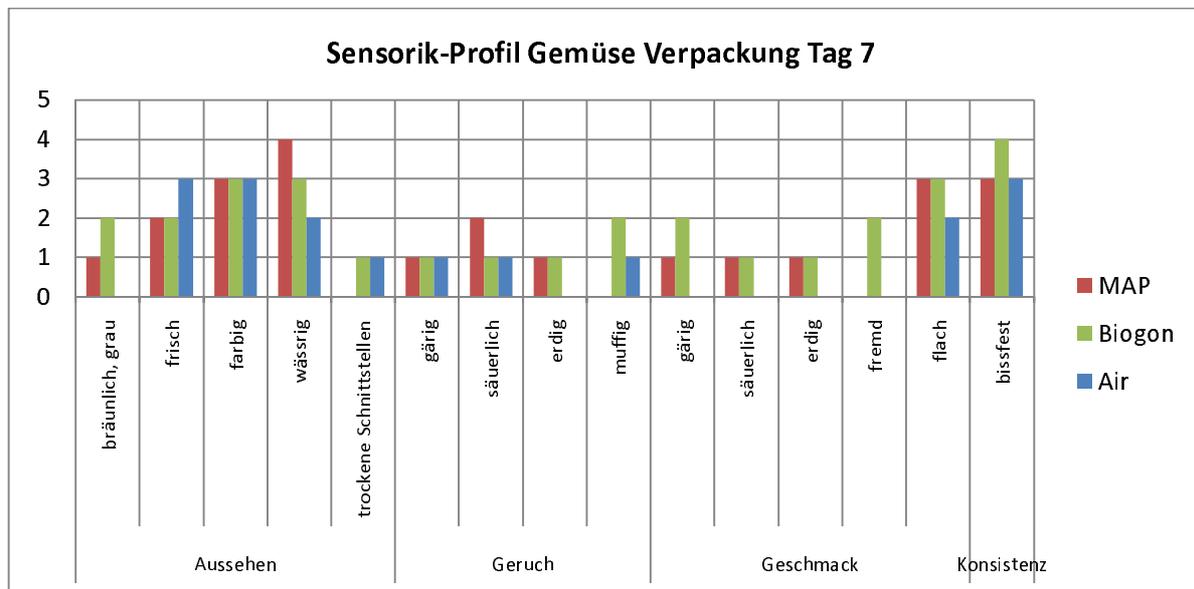


Abbildung 80 Sensorisches Profil Gemüse PA-PE- Folienschlauchbeutel, Tag 7 der Lagerung

Auch am Tag 7 der Lagerung überzeugt die Probe Air, gegenüber den anderen Schutzgasatmosphären. Sie zeigt die geringsten Veränderungen hinsichtlich Aussehen, Geruch und

Geschmack. Die Unterschiede gegenüber MAP und Biogon sind jedoch nicht gravierend. Bei keiner der Proben werden deutliche Wahrnehmungen bezüglich Gärnoten oder stärker Verfärbung beobachtet. Allenfalls der Verlust an Geschmacksintensität ist negativ zu bewerten.

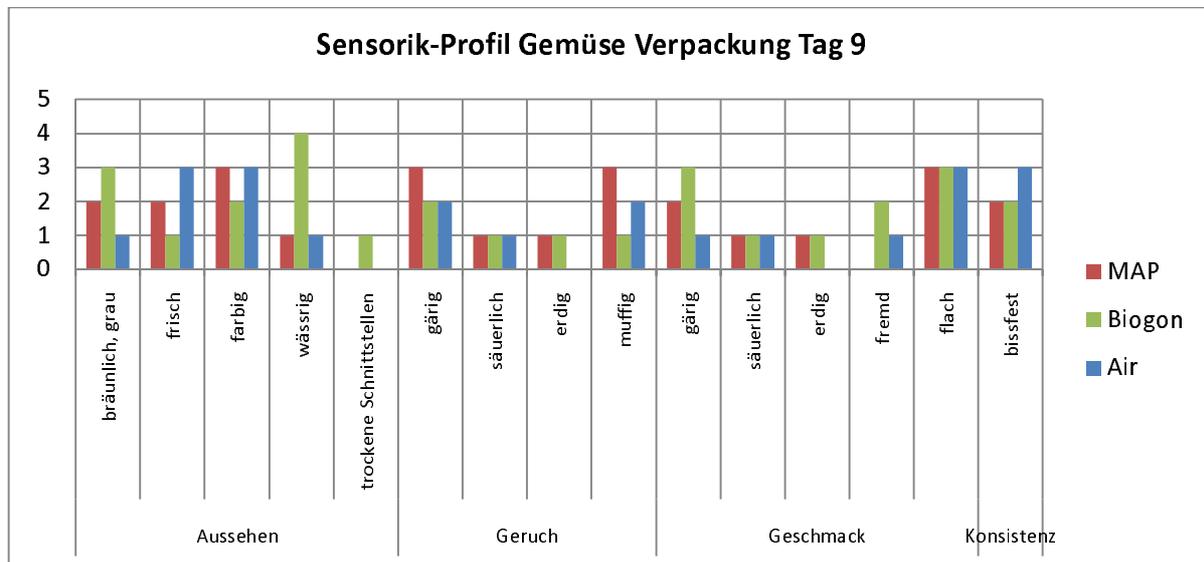


Abbildung 81 Sensorisches Profil Gemüse PA-PE- Folienschlauchbeutel, Tag 9 der Lagerung

Am Tag 9 der Lagerung werden die negativen Veränderungen durch den Alterungsprozess sehr deutlich. Deutliche Verfärbungen zeigt nur Biogon auf, jedoch nimmt die wahrgenommene Frische bezüglich des Aussehens deutlich ab. Gärnoten, bei Geruch und Geschmack, nehmen bei allen Proben zu, bei MAP und Biogon sogar deutlich. Auch die Konsistenz, zwar noch deutlich erkennbar, nimmt im Vergleich zu den vorigen Untersuchungen ab.

PA-PE Tiefziehbeutel

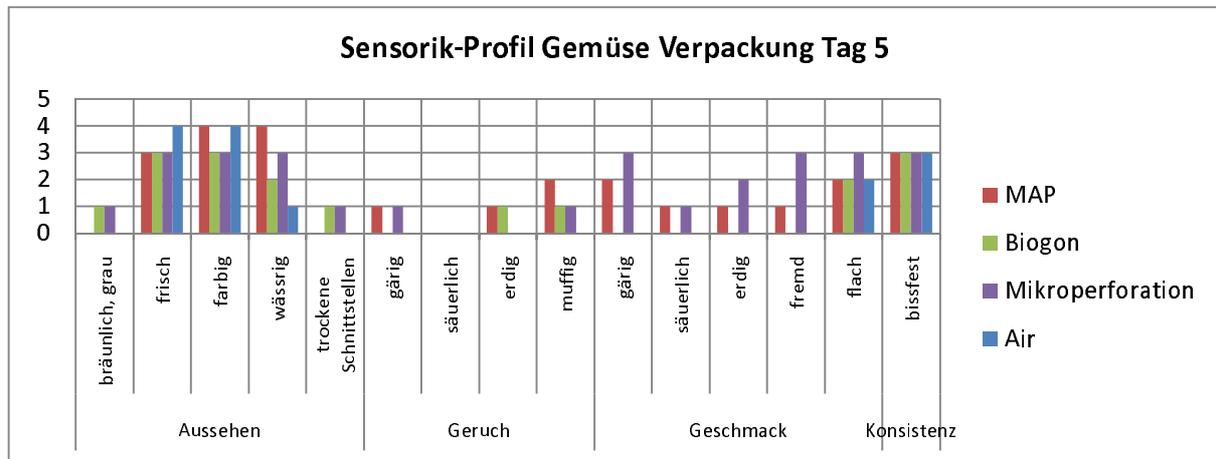


Abbildung 82 Sensorisches Profil Gemüse PA-PE-Tiefziehbeutel, Tag 5 der Lagerung

In der Tiefziehverpackung weist die Probe Air die besten Bewertungen hinsichtlich wahrgenommener Frische auf, ohne deutliche Alterungserscheinungen zu zeigen. Die Farbe der Gemüse wird als stark bewertet, Verfärbungen zeigen sich keine. Negative Veränderungen bei Geruch und Geschmack werden wenn, dann nur schwach wahrgenommen. Die negativsten Bewertungen hinsichtlich sensorischer Attribute bekommt das mikroperforierte Muster. Die optischen Merkmale stellen sich soweit tolerierbar dar, obwohl das Produkt deutlich nass ist. Jedoch zeigt es deutliche geschmackliche Veränderungen bezüglich Gärnoten, einer Abflachung des Geschmackes und erkennbarer Fremdnoten. Die Proben mit MAP und Biogon ordnen sich zwischen den beiden Proben ein. MAP ist etwas schlechter, da es stark wässrig und eine schwache Gärnoten beim Geschmack zeigt.

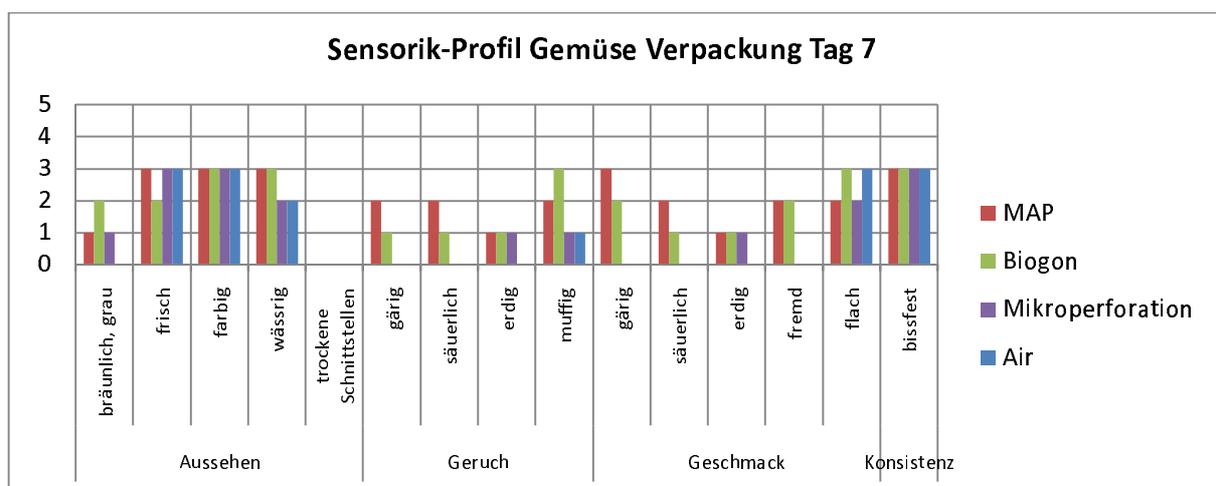


Abbildung 83 Sensorisches Profil Gemüse PA-PE-Tiefziehbeutel, Tag 7 der Lagerung

Auch am Tag 7 der Lagerung überzeugt die Probe Air am positivsten. Optische Eigenschaften bezüglich Frische und Farbe sind deutlich. Verfärbungen oder negative Entwicklungen bei Geruch

und teilweise beim Geschmack sind nicht erkennbar. Nur die Zunahme des Attributes Geschmack flach sind negativ zu bewerten. Die negativen Eigenschaften von Tag 5 bei der Probe im mikroperforierten Material können am Tag 7 nicht beobachtet werden. Zwar zeigen sich hier Alterungserscheinungen hinsichtlich Optik und Geschmack flach, aber es werden keinen starken Gärnoten oder Fremdnoten wahrgenommen. Deutlich schlechter stellen sich hier MAP und Biogon dar. Die optischen und olfaktorischen Eigenschaften sind bis auf schwache Unterschiede vergleichbar und zeigen sich durch abnehmende Frische, schwache Verfärbungen und Gärnoten. Auch beim Geschmack sind teilweise deutliche Gärnoten erkennbar.

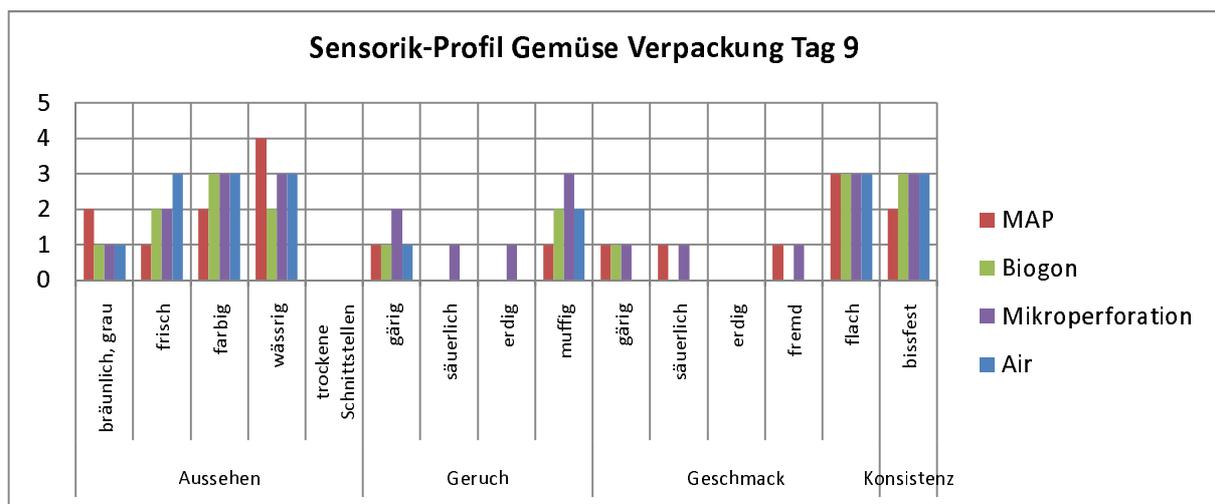


Abbildung 84 Sensorisches Profil Gemüse PA-PE-Tiefziehbeutel, Tag 9 der Lagerung

Die Entwicklungen der sensorischen Eigenschaften des Gemüses aus der Tiefziehverpackung von Tag 7 werden am Tag 9 nicht bestätigt. Insbesondere die Wahrnehmung der Gärnoten bezüglich Geruch und Geschmack treten hier nur sehr schwach bzw. schwach auf. Eine deutliche Festlegung einer Reihenfolge ist daher schwer, da alle Proben nur in einzelnen Eigenschaften einen deutlichen Unterschied zeigen. Eine deutlich muffige Geruchsnote trägt nur das Muster aus der mikroperforierten Verpackung. Deutliche Einbußen, durch die lange Lagerdauer, im Geschmack tragen alle Proben.

OPP-Folienschlauchbeutel:

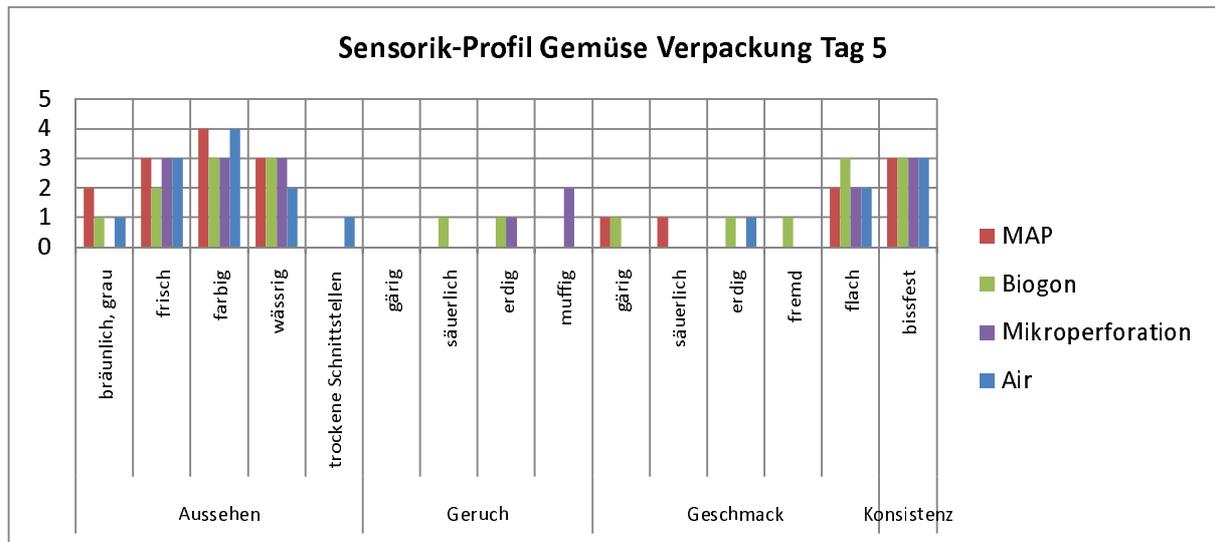


Abbildung 85 Sensorisches Profil Gemüse OPP-Folienschlauchbeutel, Tag 5 der Lagerung

Am Tag 5 der Lagerung der Gemüsemischung in der OPP-Verpackung zeigen sich nur bei der Probe Biogon deutlichere Alterungserscheinungen, zu nennen hier der schwache Frischeeindruck und der deutlich flache Geschmackseindruck. Die restlichen Proben stellen sich weitgehend gut dar. MAP zeigt schwache Verfärbungen, welches jedoch kaum Einfluss auf den Frischecharakter hat. Auch die Probe in der mikroperforierten Verpackung zeigt gegenüber den anderen Proben keine eindeutigen schlechteren Ergebnisse, wie es bei anderen Verpackungsmaterialien beobachtet wurde.

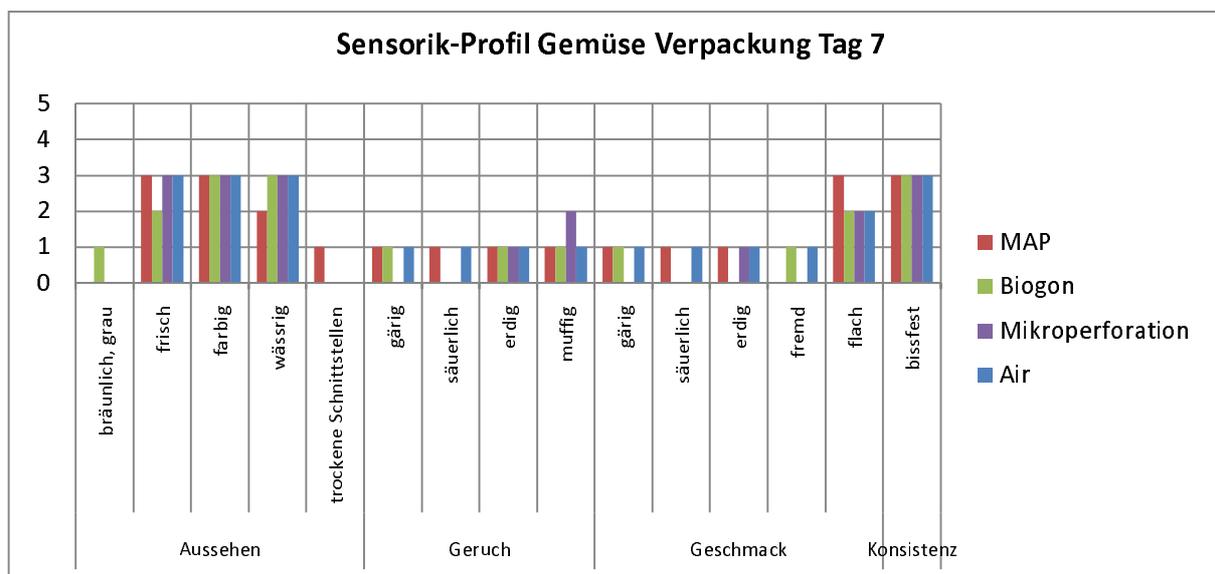


Abbildung 86 Sensorisches Profil Gemüse OPP-Folienschlauchbeutel, Tag 7 der Lagerung

Die sensorische Bewertung am Tag 7 der Lagerung zeigt vergleichbare Ergebnisse wie an Tag 5. Die positiven Eigenschaften, bezüglich Aussehen Frische und Farbe, sowie Konsistenz, haben sich nur

leicht reduziert durch den Einfluss der Alterungserscheinung und stellen sich noch immer deutlich positiv dar. Negative Einflüsse, wie z.B. Gärnoten bei Geruch und Geschmack oder Verfärbungen, stellen sich nur schwach dar. Ein deutlich signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Proben ist nicht nachzuweisen.

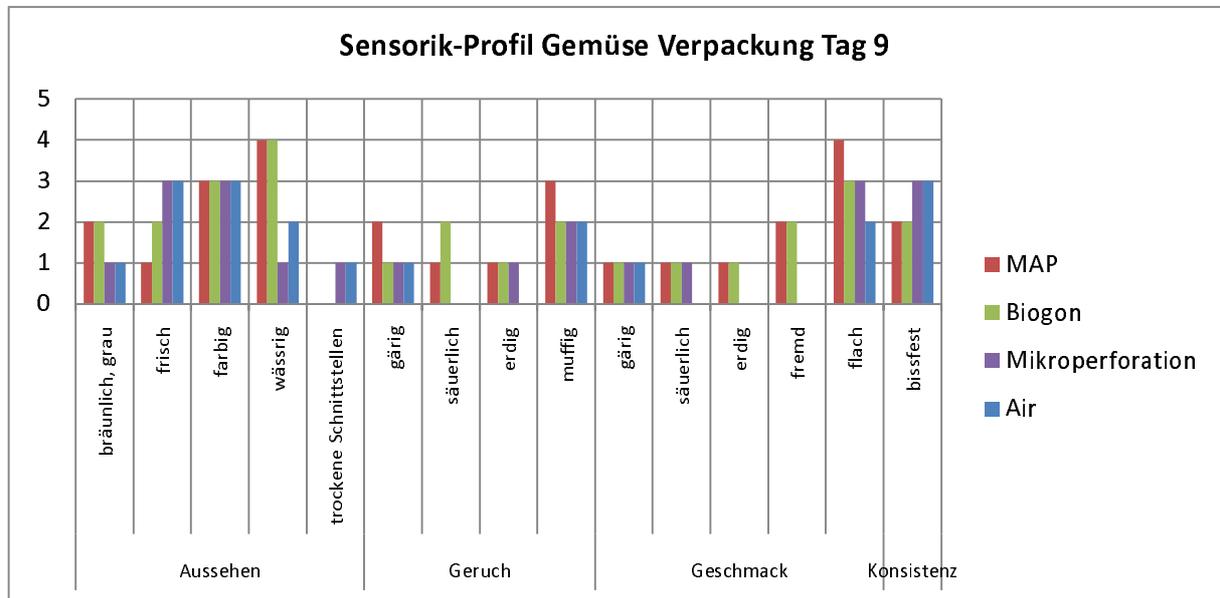


Abbildung 87 Sensorisches Profil Gemüse OPP-Folienschlauchbeutel, Tag 9 der Lagerung

Am Tag 9 zeigen sich die Einflüsse der Lagerung deutlicher. Auffällig sind vor allem die schwachen Werte für das Aussehen frisch bei MAP und Biogon. Beide Muster zeigen schwache Verfärbungen und Gärnoten beim Geruch und eine starke Flüssigkeitszunahme auf. Deutlich auch der muffige Geruch bei der Probe MAP, sowie bei Fremdgeschmack und Abnahme der Geschmacksintensität und Konsistenz. Überzeugender stellen sich hier die Proben Air und die im mikroperforierten Material verpackte Probe dar. Beide Proben zeigen in Anbetracht der Lagerdauer vorwiegend positive Ergebnisse hinsichtlich Aussehen und Konsistenz. Negative Einflüsse auf die Geschmackswahrnehmung durch z.B. Gärnoten stellen sich nur sehr schwach bis schwach dar.

PLA-Folienschlauchbeutel:

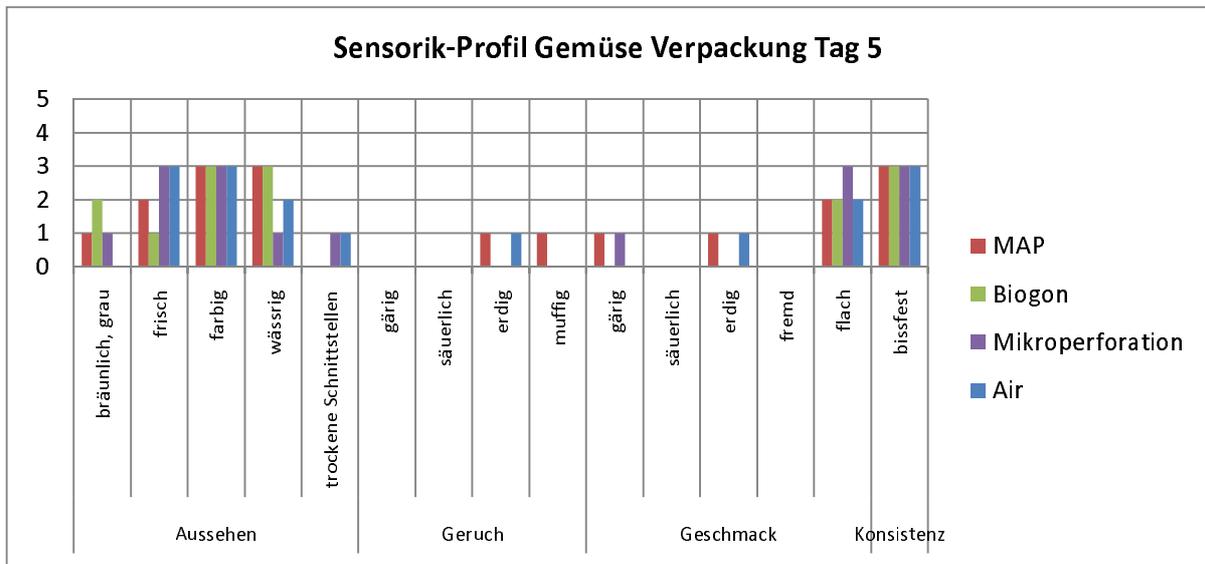


Abbildung 88 Sensorisches Profil Gemüse PLA-Folienschlauchbeutel, Tag 5 der Lagerung

Bei Betrachtung der sensorischen Eigenschaften der in PLA-Material verpackten Gemüsemischungen stellt sich der Frischecharakter der Proben ähnlich der anderen Verpackungsmuster dar. MAP und Biogon zeigen zwar nur schwache Ausprägungen hinsichtlich „frisch“ und deutliche Anzeichen von „wässrig“, aber deutliche Fehlattribute bezüglich Geruch und Geschmack sind nicht nachzuweisen. Positiv präsentieren sich hier die Proben Air und Mikroperforation.

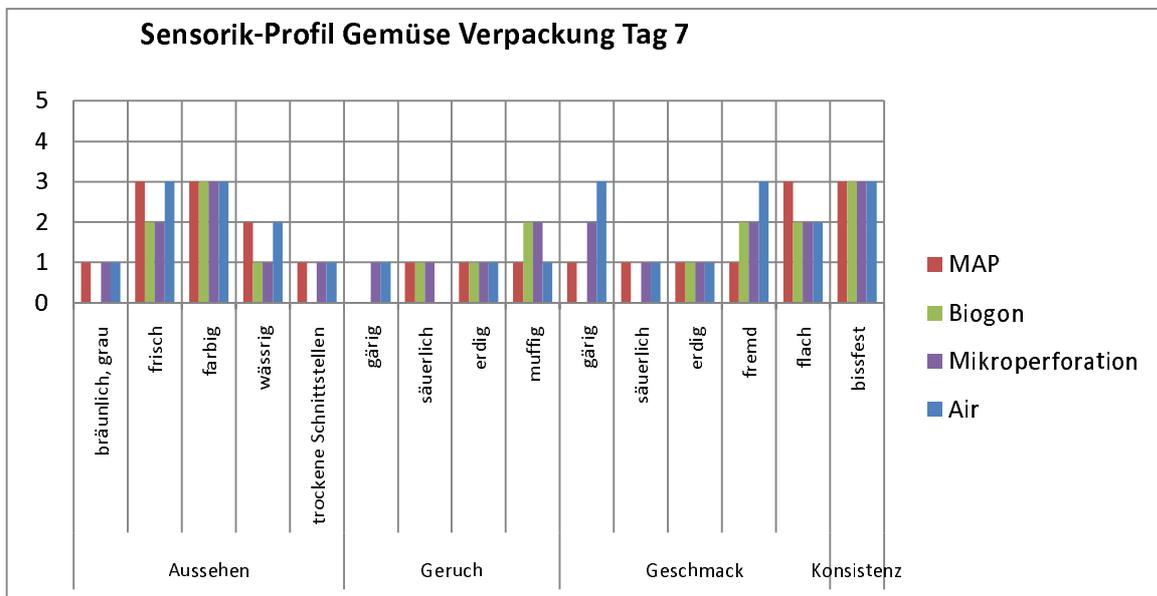


Abbildung 89 Sensorisches Profil Gemüse PLA-Folienschlauchbeutel, Tag 7 der Lagerung

Nach 7 Tagen Lagerung verschiebt sich hier das Bild. Die Probe Air zeigt zwar positive Eigenschaften hinsichtlich der optischen Bewertung, weist aber eine deutliche Gärnote und eine Fremdnote beim

Geschmack auf. Die Proben MAP und Biogon weisen diese gar nicht oder nur schwach auf. Dennoch sind die Unterschiede zwischen den verschiedenen Proben nur klein.

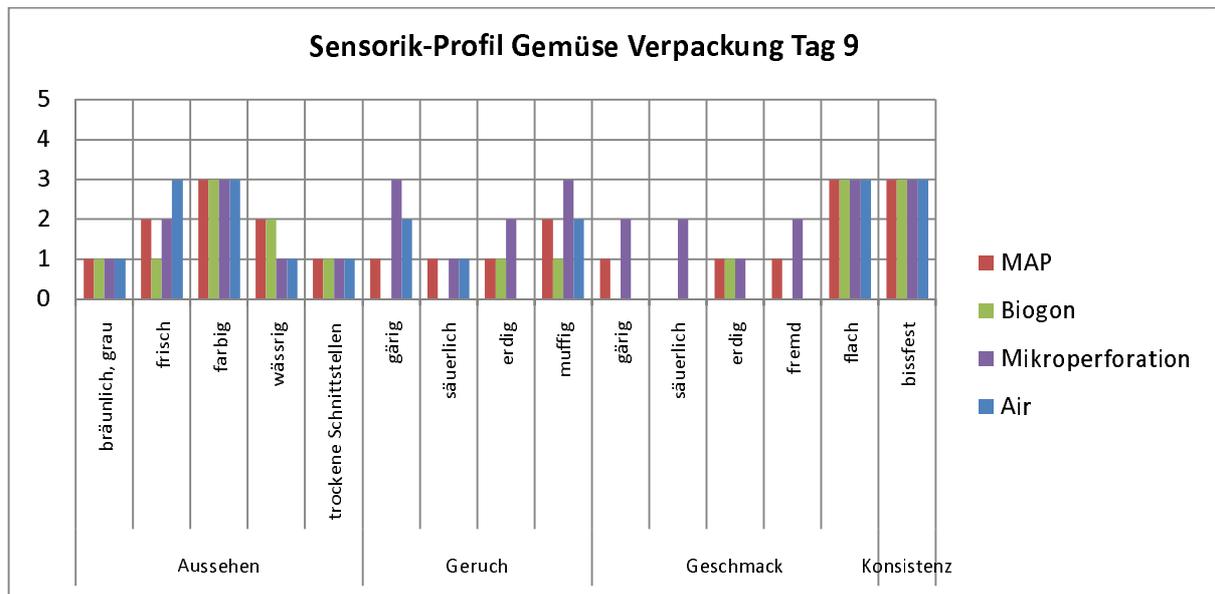


Abbildung 90 Sensorisches Profil Gemüse PLA-Folienschlauchbeutel, Tag 9 der Lagerung

Am Tag 9 der Lagerung bestätigen sich die negativen Ergebnisse der Probe Air nicht. Sie zeigt im Gegensatz zu Tag 7 zusammen mit der Probe MAP die positivsten Ergebnisse. Deutlich negativ im Vergleich zu den anderen Proben stellt sich das Muster Mikroperforation dar. Schwach beim Merkmal Aussehen frisch, weist sie beim Geruch eine deutliche Gärnote auf, welche auch schwach beim Geschmack bemerkbar ist. Biogon zeigt Bewertungen, welche sich an denen von MAP orientieren, jedoch ist die beobachtete Frische deutlich schwächer.

3 Diskussion

3.1 Diskussion der Ergebnisse zum Teilbereich 1 „Bindemittel“

Als Projektziel wurde die Verbesserung der Haltbarkeit und Qualität von Öko-Convenience Produkten unter Berücksichtigung der Vermeidung bzw. Verringerung des Einsatzes von Zusatzstoffen im technologischen Verarbeitungsprozess angestrebt. Das bedeutet im Bereich der Bindemittel, vorwiegend die Herstellung der Bindungen in Saucen, Suppen oder Dessertspeisen über native Bindemittel, wie Stärken oder Mehle zu erzielen. Die Herstellung von Convenience Produkten stellt weitaus höhere Anforderungen an eine Bindung, wie sie in herkömmlichen Gerichten, die im Cook & Hold Prinzip in Küchen und Großküchen gebräuchlich sind, vorkommen. Stabilität gegenüber z.B. niedrigen pH-Werten, tiefen bzw. hohen Temperaturen oder Scherbeanspruchung durch maschinelles Verpacken sind hierbei unbedingt von Nöten. Native Bindemittel zeigen hier deutliche Nachteile, wenn zudem Mindesthaltbarkeiten von mind. 14 bis 21 Tagen erreicht werden sollen. Jedoch führt gerade der Gebrauch von Zusatzstoffen in Biolebensmitteln zu einem Akzeptanzverlust beim Verbraucher. Inwieweit ist also der Gebrauch von Zusatzstoffe zu rechtfertigen, wenn er zu einer deutlichen Qualitätsverbesserung im Produkt führt. Und weiterführend betrachtet, wenn man synergistische Wirkungen mehrerer Hydrokolloide nutzen will, in wieweit wird eine Vielzahl von Zusatzstoffe durch den Verbraucher akzeptiert? Dies sollte die grundlegende Fragestellung vor dem Gebrauch von Zusatzstoffen im technologischen Verarbeitungsprozess sein.

Einfluss der Bindemittel auf die sensorische Wahrnehmung

In der subjektiven Wahrnehmung des Mundgefühls und somit auch in der Präferenz beim Verbraucher stehen Bindungen von Saucen mit nativen Bindemitteln, wie z.B. durch eine Mehlschwitze oder Stärkeschlemmung höher, da sie im Mund ein pseudoplastisches Fließverhalten zeigen, welches als besonders angenehm empfunden wird. Die Ergebnisse der Versuchsreihen zu den unterschiedlichen Produktgruppen zeigen aber, dass der alleinige Einsatz von nativen Stärken, wie in den Versuchsreihen zu Weizenmehl, Weizenstärke, Kartoffelstärke und Maisstärke dargelegt, nicht geeignet ist, Bindungen von Convenience Produkten dauerhaft über die Lagerzeit von 14 bis 21 Tagen zu stabilisieren. Trotz bester Ergebnisse hinsichtlich der Attribute beim Mundgefühl „cremig, glatt“, welche insbesondere bei den Mustern bei der Grundsauce hell und der Dessertzubereitung Milch beobachtet wurde, zeigen die Produkte mit zunehmender Lagerdauer deutlich negative sensorische Veränderungen. Klümpchenbildung und Entquellungserscheinungen, induziert durch Synäreseprozesse, lassen das Produkt optisch sehr nachteilig erscheinen. Des weiteren hat die Zunahmen von Klümpchen und die wässrigen Phasen Einflüsse auf die Wahrnehmung des Geschmackes, insbesondere die des Mundgefühls. Besonders bei kalt zu verzehrenden Saucen,

Gerichten oder Desserts wird dies sehr negativ beurteilt. Bei wiederzuerhitzenden Komponenten hebt sich der Effekt des frei werdenden Produktwassers teilweise wieder auf, die Klümpchenbildung ist jedoch nicht reversibel. Der Einsatz sollte daher von der zu erreichenden Mindesthaltbarkeit bzw. Lagerdauer des Produktes abhängig gemacht werden. Werden Lagerzeiten bis zu 10 Tagen angestrebt, kann der Einsatz erwogen werden. Neben den gustatorischen bzw. haptischen Einflüssen sollte die Beeinflussung der Farbe des Produktes durch die milchig trübe Einfärbung durch den Stärkekleister beachtet werden. Besonders bei der Dessertzubereitung Frucht ist dies ein wichtiges Qualitätskriterium. Angestrebte Versuche mit Tapiokastärke, welche eine weitgehend klare Bindung erzeugt, konnten innerhalb des Forschungsvorhabens nicht umgesetzt werden. Leider konnte auch nach intensiver Recherche kein rein biologisch erzeugter Rohstoff ausfindig gemacht werden. Des Weiteren wurden in den Vorversuchen Untersuchungen zu Wachsmaisstärken und stabilisierten Wachsmaisstärken vorgenommen, jedoch zeigten sich derart starke Kleister, welche auch bei geringeren Konzentrationen der Zutat oder auch in Mischungen mit anderen Stärken, ein deutlich negatives kleistriges Mundgefühl hervorrufen. Die Untersuchungen zu den stabilisierten Maisstärken zeigen jedoch ein ausgesprochenes Potential für den Einsatz in Convenience Produkten. Eigenschaften hinsichtlich des sensorischen Profils auf Mundgefühl und Optik zeigen sich deutlich positiv. Durch das deutlich cremig glatte Mundgefühl und die erhöhte Stabilität gegenüber Retrogradation und Synärese bei Lagerzeiten bis zu 14 Tagen, zeigt sie qualitative Vorteile gegenüber der unbehandelten Stärke. Jedoch limitiert der leicht karamellig brandige Geschmack durch die thermische Behandlung die Einsatzgebiete.

Eine alleinige Verwendung von Zusatzstoffen zur Herstellung einer Bindung in dem jeweiligen Produkt kann deutliche Einflüsse auf das wahrgenommene Mundgefühl haben, die durch den Verbraucher auch als sehr negativ und unangenehm empfunden werden können. In der Versuchsreihen untersuchte Rezepturen mit Johannisbrotkernmehl oder Guarkernmehl, sowie einer Mischung beider Hydrokolloide zeigten in Konzentrationsbereichen von 0,7% und höher, schwache bis deutliche Beobachtungen des Attributes „schleimig“. Als Samenmehle bzw. Samenschleimstoffe können sie durchaus diese charakteristische Eigenschaft auf das Lebensmittel übertragen. In den Rezepturen Grundsauce hell und in der Dessertzubereitung Milch waren diese Ausprägungen deutlich wahrnehmbar, in der Fruchtzubereitung sowie der Grundsauce Tomate jedoch nur schwach. Mögliche reduzierende Einflüsse auf diese Geschmacksausprägungen können somit zum einen im hohen Feststoffanteil in Form von Gemüse oder Früchten begründet sein oder durch den erhöhten Säureanteil, welcher leicht maskierend wirkt. Des Weiteren kann Guarkernmehl einen bohnenartigen Geschmack auf die Sauce übertragen.

In der Gesamtbetrachtung weisen daher besonders die Mischungen aus nativer Maisstärke und der Hydrokolloide die besten Voraussetzungen für den Einsatz in Convenience Produkten auf. Sie zeigen bei allen untersuchten Produktgruppen, mit Ausnahme der Dessertzubereitung Frucht, die durchgängig konstantesten Ergebnisse. Maisstärken in Verbindung mit Johannisbrotkernmehl oder Guarkernmehl zeichnen sich durch ein deutlich glattes, cremiges Mundgefühl aus, Siehe Proben GH5-7. Der negative haptische Einfluss durch die Schleimstoffe bleibt dabei auch nach 21-tägiger Lagerung auf eine schwache Ausprägung begrenzt. Deutlich positiver im Vergleich zu dem nativen Bindemittel stellt sich aber die Bindungsstabilität und die Stabilität gegenüber Retrogradationserscheinungen dar. Jedoch zeigen die Ergebnisse im Rahmen der Vorversuche, dass eine Mindestkonzentration von 10% bis 15 % am Anteil der Bindung nicht unterschritten werden sollte, da die stabilisierenden Eigenschaften sonst zu schwach waren. Dies gilt wiederum nur für Gemische bei denen nur ein Hydrokolloid verwendet werden soll. Soll der synergistische Effekt mehrerer Verdickungsmittel genutzt werden, in den Versuchen z.B. Xanthan oder Agar Agar, kann diese Menge noch reduziert werden, auf einen 5-8%igen Anteil an der Bindung. Jedoch sind dies nur Kenngrößen. Eine Viskositätseinstellung mittels der genannten Hydrokolloide muss immer produktspezifisch erfolgen. Denn eine Zugabe von weiteren Hydrokolloiden hat auch auf die Sensorik entscheidende Einflüsse. Die Zugabe des Verdickungsmittels Xanthan zum Beispiel kann ein schwaches kleistriges Mundgefühl hervorrufen, die Zugabe von Agar Agar zu leicht geringeren cremigen Wahrnehmungen. Desweiteren ist der Gebrauch von Agar Agar in kalten Speisen, wie z.B. im Forschungsvorhaben untersuchten Dessertzubereitungen, anzuraten, da ein Effekt in warmen Speisen nicht zu beobachten ist.

Grundsätzlich sind vor der Anwendung deklarierungspflichtiger Hydrokolloide hedonische Sensorikprüfungen durch ein Konsumentenpanel angeraten, um genaue Akzeptanzen gegenüber einer Veränderung hinsichtlich Mundgefühl und Konsistenzen abzufragen und negativen Verbraucherbewertungen vorzubeugen.

Einfluss der Bindemittel auf die verfahrenstechnische Aspekte der Lebensmittelproduktion

Bei der Verwendung von Zusatzstoffen, wie z.B. Guarkernmehl, Johannisbrotkernmehl oder Xanthan, sollten die notwendigen verfahrenstechnischen Änderungen bei der Produktion der Lebensmittel beachtet werden. Auf Grund der verschiedenen Quellungs- bzw. Dispergierungseigenschaften der Stoffe kann es durch Falschanwendung zu deutlichen Qualitätsverlusten bei der herzustellenden Speise führen. Wichtig ist hier vor allem die homogene Vermischung der Zusatzstoffe in der flüssigen Phase des Lebensmittels. Auf Grund der hohen Wasserbindungseigenschaften kann es bei unsachgemäßer Anwendung schnell zu Klümpchenbildung und verschlechterten Viskositäten kommen. In der Praxis hat sich daher bei allen Zusatzstoffen der Eintrag durch eine ölige Phase

bewährt. Grundsätzlich sollte hierbei die native Stärke in das Produkt schon eingebracht sein und die Verkleisterungstemperatur erreicht haben.

Deutlich positiv zeigen sich hierbei die leicht verringerten Heißviskositäten der Produkte mit Bindungen aus Stärke-Hydrokolloidgemischen, welche eine technologische Abfüllung durchaus begünstigen. Verklumpungen bzw. Verstopfungen in Rohrsystemen der Abfüllungsanlage somit entgegengewirkt werden.

Deutlich wurde dies vor allem bei der Heißabfüllung der Dessertzubereitung Frucht. Hier zeigte die Probe DF7 deutliche Vorteile gegenüber der Zubereitung mit anderen Bindemitteln. Das Johannisbrotkernmehl verhinderte durch seine stabilisierende Wirkung ein Aufschwimmen der Fruchtbestandteile. Durch die geringe Heißviskosität des Agar Agar ist ein optimaler Durchfluss durch das Rohrleitungssystem möglich. Jedoch darf hier eine Temperatur von 45 °C nicht unterschritten werden, da sonst der Gelierungsprozess beim Agar einsetzt und es zu Anhaftung in den Rohren kommen kann.

3.2 Diskussion der Ergebnisse zum Teilbereich 2 „Antioxidantien“

Ziel des Forschungsvorhabens innerhalb des Teilbereiches war es, Antioxidantien zu identifizieren, welche die Lagerfähigkeit von geschnittenen Salat und Gemüse deutlich begünstigen. Untersuchungen zu Antioxidantien wie Ascorbinsäure, Zitronensäure oder Rosmarinextrakt, welche in der Lebensmittelindustrie ein breites Anwendungsfeld finden, wurden hierbei genauso durchgeführt, wie die Untersuchung von natürlich vorkommenden antioxidativ wirkenden Lebensmitteln, welche einer Zulassung durch die Zusatzstoffzulassungsverordnung nicht bedürfen. In der Einzelbetrachtung zeigen alle Stoffe ein in der Praxis funktionelles Potential, welches den Einsatz befürworten lassen würde. Dennoch zeigen die Stoffe qualitative Unterschiede.

Einfluss auf die Sensorik

Verfärbungen von Salat bzw. Gemüse, vornehmlich an den Schnittstellen bei verzehrfertigen Frischeprodukten bzw. bei Gemüsemischungen stellen einen bedeutenden Faktor für die Wahrnehmung der Frische des Produktes durch den Verbraucher dar. Er ist maßgeblicher Faktor für die qualitative Bewertung und induziert beim Auftreten einen empfundenen Qualitätsverlust. Daher war das vornehmliche Ziel des Einsatzes der untersuchten Substanzen diesen Qualitätseinbußen vorzubeugen.

In der Betrachtung der sensorischen Ergebnisse hinsichtlich der Braunfärbung zeigen vornehmlich Ascorbinsäure, Zitronensäure und Zitronensaft die besten Ergebnisse. Schon in geringen Konzentrationen bewirken sie eine Reduzierung der Braunfärbung an den Schnittstellen, ohne

maßgeblichen negativen Einfluss auf die geschmackliche Wahrnehmung zu nehmen. Dabei ist es unabhängig, welche der untersuchten Produktgruppen betrachtet wird. Bei Salat sowie Gemüse sind vergleichbare Entwicklungen zu beobachten. In der Einzelbetrachtung zeigen die drei Substanzen in den jeweils höheren Konzentrationen bei Salat die besseren optischen Eigenschaften, welche sich schon ab Tag 5 der Lagerung deutlich vom unbehandelten Produkt abheben.

Jedoch kann es bei höheren Konzentrationen von Zitronensäure (1,5 % in Spülwasser) zu einer Flüssigkeitsbildung in der Verpackung kommen. Diese kann durch den Verbraucher als negativ wahrgenommen werden. Generell unterstützen die drei Substanzen den Erhalt der farblichen Attribute des jeweiligen Produktes und beugen einer Verfärbung vor.

Die Verwendung von Ingwerdirektsaft und Rosmarinextrakt zur Behandlung von Frischsalat und geschnittenen Frischgemüse muss nach Betrachtung der sensorischen Bewertungen differenzierter bewertet werden. Hinsichtlich der Verwendung bei geschnittenen Eisbergsalat führen zu hohe Konzentrationen beider Substanzen zu Verfärbungen, die sich bräunlich bis rötlich darstellen können. Bei Betrachtung der Ergebnisse der sensorischen Bewertung der Gemüse werden diese Beobachtungen für Ingwer jedoch nicht bestätigt. Hier zeigt die Zugabe deutlich positive Einflüsse auf die optische Wahrnehmung der Gemüse und dies schon in geringeren Konzentrationen. Die Konzentrationen von Rosmarinextrakt weisen im Vergleich zur unbehandelten Probe keine deutlichen sensorischen Verbesserungen auf, eher im Gegenteil führen sie auch bei den Gemüsen zu schlechteren Ergebnissen durch das Auftreten von Verfärbungen.

Einfluss auf die Mikrobiologie

Anhand der Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen zeigen auch hier die Substanzen Ascorbin- und Zitronensäure die besten Ergebnisse. Dabei können sie nachweislich das Wachstum des Gesamtkeimgehaltes im Vergleich zur unbehandelten Probe über eine neuntägige Lagerung hemmen. Insbesondere in 1,5 %igen Konzentrationen weisen Proben mit Zitronensäure einen um 1-2 Zehnerpotenzen geringen Keimgehalt auf als die weiteren untersuchten Proben. Vergleichbare Ergebnisse werden auch bei der Hemmung des Enterobacteriaceae erzielt. Der Einfluss durch eine Absenkung des pH-Wertes kann dabei ausgeschlossen werden. Vielmehr wird der Grund in stoffwechselbeeinflussenden Eigenschaften beider Substanzen vermutet. Zitronensaft der einen natürlichen Gehalt von Ascorbin- und Zitronensäure aufweist, zeigt im Vergleich weitaus schwächere mikrobiologisch wirksame Eigenschaften. Die vermutete antimikrobiologische Wirkung des Ingwerdirektsaftes kann bei keinem der Versuchsreihen hinsichtlich der Gesamtkeimzahl und der Enterobacteriaceae beobachtet werden. Nachweislich hemmend zeigt sich die Zutat nur bezüglich des Hefenwachstums. Vergleichbare Ergebnisse werden bei den Untersuchungen der mit

Rosmarinextrakt behandelten Proben beobachtet. Das antimikrobiologische Potential durch den Gehalt phenolischer Inhaltsstoffe kann in den Versuchsreihen nicht bestätigt werden.

Einfluss auf Verfahrenstechnik und Wirtschaftlichkeit

Bei Betrachtung einer verfahrenstechnischen Umsetzung der Behandlung mit den vorgestellten Substanzen muss vor allem auf die korrekte Dosierung geachtet werden. Gemüsewaschmaschinen bzw. -reinigungssysteme neueren Typs verfügen über Dosiervorrichtungen, welche eine genaue Zugabe der technisch wirkenden Stoffe ermöglichen. Überdosierungen können bei den Produkten zu starken geschmacklichen Abweichungen führen. Insbesondere die Dosierung des Rosmarinextraktes muss sehr genau erfolgen, da die Produkte sich ansonsten sehr bitter und bräunlich verfärbt darstellen.

Hinsichtlich der Diskussionen der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes der Antioxidantien Ascorbinsäure und Zitronensäure zur Behandlung von Frischsalaten und -gemüsen bestehen keine Einwände. Die Substanzen sind in geringer Konzentration wirksam und beeinflussen die sensorischen Eigenschaften positiv. Konstante Qualitäten sind ganzjährig im Großhandel erhältlich. Der Einsatz von Ingwer- und Zitronendirektsaft zeigt sich in der wirtschaftlichen Betrachtung kosten- und arbeitsintensiver. Hohe Konzentrationen und wechselnde Qualitäten weisen auf ein zu hohes unternehmerisches Risiko, welches den Einsatz nicht befürworten lassen.

3.3 Diskussion der Ergebnisse zum Teilbereich 3 „Schutzatmosphäre und Verpackung“

Die Verpackung von frischen Salaten und Gemüse ist in der konventionell arbeitenden Lebensmittelindustrie etabliert und erforscht. Die steigende Nachfrage nach biologisch erzeugten Lebensmitteln durch den Verbraucher, macht dieses Thema nun auch für die Biobranche interessant, da diese Verpackungsform die qualitativen Eigenschaften der Produkte über einen längeren Lagerungszeitraum bewahrt. Dieses Thema bedarf einer differenzierteren Betrachtung, da nicht nur die Schutzatmosphäre und die Verpackung maßgebliche Einflüsse auf die Lagerstabilität der Produkte ausübt. Des Weiteren sind vor allem Faktoren wie z.B. Lagerungstemperatur, die Qualität der Rohware, der Verarbeitungsgrad und die Beachtung der hygienischen Richtlinien bei der Produktion von Bedeutung. Der Einsatz von Schutzatmosphären hat aber nur einen begrenzten Einfluss auf die Frischerhaltung der Rohwaren, da diese trotz Verpackung respirativen Stoffwechselprozessen, mikrobiologischen und strukturellen Alterungserscheinungen unterworfen sind. Richtlinien der DGHM weisen zum Beispiel ein maximales Mindesthaltbarkeitsdatum von 6 Tagen bei Mischsalaten bei einer Lagerungstemperatur von maximal 6°C aus, um den Verbraucher vor Produkten mit zu hoher mikrobiologischer Belastung zu schützen.

Um daher eine optimale Beschaffenheit und Qualität der Produkte zu gewährleisten, ist es notwendig beeinflussende Parameter zu kennen und zu optimieren. Grundlegende Bedeutung kommt neben der exakten Einstellung der Schutzatmosphäre und der Anpassung der Verpackung an die spezifischen Charakter der Produkte, wie respirative Atmung und Stabilität gegenüber enzymatischen oder oxidativen Stress, der Betrachtung der Produktions- und Lagerungstemperatur zu. Hohe Temperaturen bei der Produktion führen zu deutlich erhöhten Anfangskeimgehalten, bei Überschreitung der Empfehlungen der DGHM hinsichtlich der Temperaturen bei der Lagerung und dem Transport, können mikrobiologische Belastungen entstehen, welche die Richtwerte deutlich überschreiten und das Produkt vor Ablauf des Mindesthaltbarkeitsdatum nicht mehr verzehrfähig erscheinen lassen. Des Weiteren bewirkt eine niedrige Lagerungstemperatur eine Hemmung bzw. Verlangsamung der produkteigenen Stoffwechselprozesse, welches nachhaltigen positiven Einfluss auf die strukturelle und sensorische Beschaffenheit des Produktes hat.

Wichtige Kenngrößen bei der Auswahl von Verpackungsmedien und zu verwendende Gasgemische bei der Verpackung von Frischeprodukten sind daher die Betrachtung limitierender Faktoren des mikrobiellen Wachstums-. D.h. wie erwähnt die Lagerungstemperatur, desweiteren die Anpassung der Verpackung an die Produktatmung, durch Auswahl von Verpackungstoffen mit spezifischer Durchlässigkeit von Sauerstoff und Kohlendioxid, sowie die Einstellung einer geeigneten Verpackungsatmosphäre, welche das mikrobiologische Wachstum weitestgehend hemmt. Im Folgenden werden die erzielten Ergebnisse hinsichtlich der genannten Parameter diskutiert.

Einfluss des Verpackungsmaterials

Zur Verpackung der Frischeprodukte wurden, wie beschrieben, unterschiedliche verkehrsübliche Verpackungsmaterialien verwendet, welche unterschiedliche Sauerstoff- und Kohlendioxiddurchlässigkeiten aufweisen. Dabei wurde die Form eines Schlauchbeutels gewählt, da Schalenverpackungen, welche für den großküchentechnischen Maßstab erforderliche Verpackungsgrößen aufweisen, nur begrenzt zur Verfügung stehen. Die Variabilität der Größe der Folienschlauchbeutel ermöglicht größere Verpackungsgebilde bis zu 2 kg, bei denen das empfohlene Verhältnis von Produkt und Gasvolumen erhalten werden kann. Richtwerte befinden sich hierbei bei einem Verhältnisse von mind. 1 bzw. 1,5 : 1 ; Gas- zu Produktvolumen. Das Gasvolumen sollte auch nicht zu klein gewählt werden, da es innerhalb des Schlauchbeutels auch eine Stützfunktion einnimmt.

In der Betrachtung der unterschiedlichen Verpackungen, d.h. den PA-PE-Folienschlauch- bzw. -tiefziehbeuteln, den OPP-Materialien und dem PLA-Folien zeigen die Ergebnisse deutlich die verschiedene Durchlässigkeit für Kohlendioxid und Sauerstoff an. Ein vorteilhaftes Gasgemisch von

ca. 5 % Restsauerstoff und ca. 10% Kohlendioxid stellt sich nur bei der Probe Air TZ bis Tag 5 (5,95 % O₂ /9,3 % CO₂) und Air OPP bis Tag 7 (3,21 O₂ /9,94 CO₂) beim Gemüse ein. Die Proben MAP PLA, Air PLA, sowie Biogon TZ/ OPP/ PLA und die mikroperforierten Verpackungen weisen hier vergleichbare Kohlendioxidkonzentrationen von 3,5 bis max. 10 % auf, zeigen jedoch keine entsprechend günstigen Sauerstoffkonzentrationen. Die Sauerstoffgehalte schwanken hier von anaerobem Milieu, bei Materialien niedriger Permeationsrate, bis max. 17 % Tag 5 und 14,7 % bis Tag 9. Bei Salat konnte bei keiner der Verpackungen das empfohlene Verhältnis eingestellt werden.

In der Einzelbetrachtung zeigen die PA-PE Verpackungen, bis auf die genannten Ausnahmen, bereits nach 5 Tagen kaum mehr Sauerstoffkonzentrationen in der Verpackung. Dabei ist dies unabhängig davon, welche der untersuchten Ausgangskonzentration gewählt wird und welches Produkt verpackt. Im Gegenzug stellen sich Kohlendioxidkonzentrationen ein, welche zwischen 3 %, bei perforierten Materialien, und 27 %, bei TF schwanken. Die Mikroperforation der Oberfolie der Tiefziehverpackung bringt hier keinen Vorteil. Sie scheint zu groß gewählt, da unabhängig von der Produktgruppe Sauerstoff- Kohlendioxidverhältnisse entstehen, welche deutlich die O₂ -Konzentration von 10 % überschreiten, jedoch maximal 9,6 % CO₂ , bei der Probe Mikrop. TZ an Tag 9, und im Durchschnitt 3-6 % aufweisen. Auch durch die Produktatmung stellt sich kein adäquates Gasverhältnis in der Verpackung ein. Trotz der ungenügenden Permeation der unperforierten Verpackung, und der sich damit ungünstiger entwickelnden Atmosphäre, zeigen die PA-PE Materialien positivere Einflüsse auf die Hemmung der Mikrobiologie als die PLA-Verpackungen. Bei Folienschlauchbeutel, wie Tiefziehbeutel zeigen die Proben bis Tag 7 die durchschnittlich geringsten Gesamtkeimzahlen. Bei Salat bleiben die Werte bis Tag 7 eine Zehnerpotenz unter den Richtwerten der DGHM. Die Tiefziehverpackung zeigt hier im Vergleich die besten Ergebnisse, vor OPP, dem PA-PE Schlauchbeutel und dem PLA-Material. Beim Gemüse werden bis Tag 7 die Richtwerte nicht überschritten. Dies hat auch Auswirkungen auf die Sensorik der einzelnen Produktmuster. Der niedrige Sauerstoffgehalt innerhalb der nicht mikroperforierten Verpackungen beugt nachweislich der Braunfärbung der Produkte vor. Die optische Darstellung der Produkte stellt sich insbesondere bei den Schlauchbeutel am positivsten dar, trotz des Auftretens von Produktwasser in der Verpackung. Nachteilig zeigen sich die hohen Kohlendioxidkonzentrationen, welche bei den Produkten einen säuerlichen, leicht gärligen Geruch induziert. Ausnahme bilden hier die Proben SB Air und TF Air bei Salat. Im Großteil der Fälle stellt sich die Gärnote jedoch nur schwach dar und ist wenige Minuten nach dem Öffnen der Verpackung nicht mehr wahrnehmbar. Geschmacklich hat dies zudem keine bzw. nur sehr schwache Einflüsse. Des Weiteren ist dieser Effekt bis Tag 7 der Lagerung meist gar nicht erkennbar. Ausnahmen bilden nur die Muster MAP SB, Biogon SB bei Salat und Biogon SB bei Gemüse.

OPP-Folienschlauchbeutel weisen auf Grund der höheren Durchlässigkeit durchschnittlich geringere Kohlendioxidkonzentrationen als die PA-PE Materialien auf. Sauerstoffkonzentrationen zeigen vergleichbar starke Abnahmen, jedoch stellen sich hier keine anaeroben Verhältnisse ein. Auch bei dem OPP Material zeigt sich die Mikroperforation der Folien eher nachteilig auf eine günstige Einstellung einer ausgeglichenen Verpackungsatmosphäre. Einflüsse auf die mikrobiologische Entwicklung orientieren sich beim Salat an den Werten der PA-PE Schlauchbeutelmaterialien. Auch hier bleiben die Werte für die Gesamtkeimzahl, unter den Richtlinien der DGHM. Bei den Gemüsen zeigt das OPP Material die durchschnittlich geringsten Keimzahlen bis Tag 9, Probe Biogon $2,4 \cdot 10^7$. Jedoch nur, da der Gesamtkeimgehalt bei den PA-PE Materialien von Tag 7 bis 9 um das 5 bis 10fache anwächst und bei den OPP Proben stagniert. Trotz der vergleichbaren Zusammensetzungen der jeweiligen Gasatmosphären zeigen die Produkte stärkere sensorische Abweichungen. Bei den Salaten sind diese am deutlichsten erkennbar. Alle Proben, mit Ausnahme OPP MAP, zeigen am Tag 7 deutliche Braunverfärbungen und trockene Schnittstellen. Geruchlich werden vor allem muffige Noten wahrgenommen. Bei dem verpackten Gemüse sind diese Ausprägungen nicht in den starken Maßen erkennbar. Jedoch zeigt sich hier, dass eine Aussage über die mikrobiologische Belastung keine Rückschlüsse auf das sensorische Profil zulässt. Wie bereits erwähnt liegen die Werte für die Gesamtkeimzahlen beim Gemüse in dem Bereich der PA-PE Materialien, die Hefewerte jedoch übersteigen bereits ab Tag 5 die Richtwerte von 10^5 kbE/g. Trotzdem stellt es sich sensorisch deutlich besser dar als die Salatproben, welche weit geringere Werte bezüglich der Hefen und der GKZ aufweisen. Generell zeigt das OPP Material nur für sehr wenige Gasgemischkombinationen positive sensorische Werte, vornehmlich für die Muster Air bei Gemüse und die Probe MAP bei den Salaten.

Die PLA Materialien stellen sich im Vergleich aller untersuchten Verpackungsmaterialien hinsichtlich der optischen Eigenschaften, insbesondere beim Salat, am schlechtesten dar. Die hohen Sauerstoffkonzentrationen in der Verpackung bewirken stark bräunliche Verfärbungen und lassen das Produkt alt und farblos erscheinen. Bei den Gemüsen sind diese Effekte weniger stark ausgeprägt. Verfärbungen werden unabhängig von der Verpackungsform, einschließlich der mikroperforierten Verpackung, nur sehr schwach bis schwach wahrgenommen. Mikrobiologisch betrachtet, übersteigen die Werte der Gesamtkeimzahlen beim Gemüse schon nach Tag 5 den Richtwert der DGHM, von $5,9 \cdot 10^7$ kbE/g bei MAP bis $1,8 \cdot 10^8$ kbE/g bei der Probe Air. Beim Salat werden die Werte bis Tag 9 nicht überschritten. Im Vergleich zu den anderen Verpackungsformen zeigen sie deutliche Zunahmen ab Tag 7. Das mikroperforierte PLA Material zeigt mikrobiologisch nur leicht erhöhte Werte. Eine Perforation scheint bei diesem sehr durchlässigen Material kaum Einflüsse zu haben. Auch sensorisch stellt es sich nach 9tägiger Lagerung durchschnittlich dar. Die ausgeprägte Braunfärbung beim Salat, z.B., ist bei allen PLA Materialien zu beobachten.

Einfluss der Verpackungsatmosphäre

Die Einordnung der zu verwendenden Gasgemische zeigt sich in der Gesamtbetrachtung als schwierig, da sie stark von der Verpackungswahl abhängig scheint. Die Permeabilität der Verpackung entscheidet dabei über den Wirkungsgrad des verwendeten Gasgemisches. Ist kein bzw. nur ein sehr geringer Stoffaustausch mit der Umgebung möglich, entstehen durch die respirativen Prozesse der Frischeprodukte schnell Gaskonzentrationen, welche sich nachteilig auf das Produkte auswirken können. Ist die Kohlendioxidkonzentration zu hoch d.h. über 20 %, zeigen die Proben schnell sensorische Abweichungen hinsichtlich der Wahrnehmung von Gär- und Sauernoten bei Geruch und Geschmack, z.B. Probe Salat SB MAP oder TF MAP, obwohl die mikrobiologischen Parameter gut erscheinen und auch die Braunfärbung durch den niedrigen Sauerstoffgehalt deutlich reduziert ist.

Grundsätzlich weist die Gasmischung Air die konstantesten Ergebnisse hinsichtlich der Sensorik beim Gemüse auf. Bei den Mustern zeigen sie sensorischen auch über die 9tägige Lagerung die besten Werte, unabhängig vom Verpackungsmaterial. Trotz der hohen Sauerstoffkonzentration bei der Verpackung der Produkte zeigen sich schwache bis keine Verfärbungen, welche auf eine enzymatische Bräunungsreaktion durch z.B. Phenolasen schließen würde. Des weiteren stellen sich insbesondere in der Verbindung mit den PA-PE und OPP Verpackungen gute Ergebnisse hinsichtlich der Gesamtkeimzahlgehalte dar. Das Niveau präsentiert sich während Lagerung nur geringfügig höher als bei MAP oder Biogon, da die Vermehrung durch die hohe Sauerstoffkonzentration in den ersten Tagen besser ablaufen kann. Jedoch zeigen sich die Anstiege der Keimgehalte im weiteren Verlauf der Lagerung weit weniger drastisch. Das verminderte Luftvolumen begünstigt, bei geringer Durchlässigkeit des Verpackungsmaterials, eine schnelle Verringerung des Sauerstoffes durch respirative Prozesse. Kohlendioxidkonzentrationen ab 10 % von Tag 5 der Lagerung wirken weitgehend hemmend auf das Wachstum. Insbesondere als Gasmischung bei den Verpackungsmedien PA-PE Folienschlauchbeutel und Tiefziehbeutel sind diese Effekte zu beobachten. Die Einflüsse auf das Hefenwachstum sind nur begrenzt. Bei der Anzahl der Hefen zeigt Air schwache Werte, die Gehalte sind hier im Vergleich mit MAP und Biogon deutlich erhöht und schwanken abhängig vom Verpackungsmaterial. Hinsichtlich der Anwendung bei der Verpackung von Salat scheint der Gebrauch des Gasgemisches Air ungünstig, weil es die sensorische Wahrnehmung negativ beeinflusst.

Das Schutzgasgemisch „MAP“ zeigt, insbesondere bei der Verpackung der Salate, optisch vorteilhaftere Ergebnisse gegenüber den anderen untersuchten Gasgemischen. Bei allen Verpackungsmaterialien induziert es eine deutliche Hemmung der Braunfärbung und unterstützt den Frischecharakter. Insbesondere bei den Tiefziehverpackungen, dem PA-PE Schlauchbeutel und dem OPP Muster ist eine Braunfärbung gar nicht oder nur sehr schwach wahrzunehmen. Ursächlich

scheint hier der hohe Kohlendioxidgehalt bei fehlendem Sauerstoff. Bei den in PLA verpackten Mustern zeigt sich der Effekt im geringeren Maße, jedoch deutlicher im Vergleich zu den verbleibenden PLA Mustern. Der größte Einfluss wird dabei innerhalb der ersten 5 Tage der Lagerung bei allen Mustern erzielt, bei dem Muster SB bis Tag 7 und bei TF, sowie OPP bis Tag 9. Hinsichtlich des Einflusses auf die Gesamtkeimzahl zeigt MAP die deutlichsten Einflüsse bis Tag 5, unabhängig von dem verpackten Lebensmittel und der Verpackungsform. Die besten Werte im Gesamtvergleich liegen bei den Salaten bei $0,22 \cdot 10^6$ kbE/g bei TF und bei den Gemüsemischungen bei $3 \cdot 10^6$ kbE/g bei OPP. Beide Muster zeigen auch die geringsten Hefenwerte an. Die Probe TF Salat weist auch nach Tag 7 den besten Wert für die GKZ mit $1,8 \cdot 10^6$ kbE/g auf. Ab Tag 7 sinkt jedoch der Einfluss bei den Gemüsen. Nur bei den Hefenwerten werden hier die geringsten Zahlen erreicht. Bei der Gesamtbetrachtung der Ergebnisse zeigt sich, dass der Kohlendioxidanteil in dieser Gasmischung etwas abgesenkt werden kann, um den starken Zuwächsen durch die Produktatmung entgegenzuwirken. Konzentrationen von 10 bis 15 Prozent sollten ausreichen, um der Braunfärbung, dem mikrobiellen Wachstum entgegenzuwirken sowie die leichten Gärnote, welche beim Öffnen der Verpackung wahrzunehmen ist, zu vermeiden.

Die Gasmischung Biogon mit einer anteiligen Zumischung von 17 % Argon konnte die erwartete Wirkung der Hemmung der enzymatischen Braunfärbung durch das inerte Edelgas in den Untersuchungen nicht bestätigen. Der Unterschied zu den Proben Air stellt sich nur minimal dar. Bei Betrachtung der weiteren sensorischen Eigenschaften zeigt Biogon nur gute Ergebnisse beim Salat, unabhängig von der gewählten Verpackung. Positiv zeigen sich die Ergebnisse aus der mikrobiologischen Untersuchung der Muster. Insbesondere ab Tag 7 sind deutlich geringere GKZ in den Produkten unter Biogon zu beobachten. Bei den Gemüsemischungen zeigen sie bei allen Verpackungskombinationen, außer bei PLA, die geringsten Werte. Schwankend von $1,8 \cdot 10^7$ kbE/g bei TF bis $5,4 \cdot 10^7$ kbE/g bei OPP. Bei den Salaten zeigt sich der Effekt an Tag 5 nur bei den Proben SB und OPP.

4 Zusammenfassung und Empfehlungen

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens markieren nur die ersten Schritte zur Identifizierung von Zutaten und Zusatzstoffen für die praxisorientierte Verwendung in ökologisch erzeugten Convenience Produkten im großküchentechnischen Bereich. Industriell fertigende Biobetriebe verwenden dargelegte Substanzen, Verpackungen oder Fertigungsmethoden bereits, jedoch ist dies hinsichtlich der Übertagung auf eine großküchentechnische Fertigung schwierig und kaum dokumentiert. Die praktikable Umsetzung und die qualitativ hochwertige Fertigung scheitert vielerorts am fehlenden technischen Know how und den unbekanntem theoretischen Grundlagen.

Der Einsatz von Zusatzstoffen, wie z.B. den beschriebenen Bindemitteln, zur Fertigung von ökologisch erzeugten Lebensmitteln ist in vielerlei Sicht schwierig. Die Substanzen sind zum einen durch den Gesetzgeber streng reglementiert. Zum anderen vom Verbraucher eher unerwünscht und nach ökologischen Grundgedanken durch hochwertige Rohstoffe zu ersetzen. Die Fertigung von Convenience Produkten mit definierten Mindesthaltbarkeitszeiten bei konstanter Produktqualität macht dies immer schwieriger.

In den Versuchen wurde dargelegt, dass der Einsatz nativer Stärken nur bedingt zur Produktion von Fertiggerichten, am Beispiel von Saucen und Dessertzubereitungen, geeignet ist. Untersuchte Produkte mit Bindungen aus nativen Bindemitteln, wie Mehl, Weizen-, Mais- oder Kartoffelstärke zeigen nur bis max. 7tägiger Lagerung ausreichende Stabilität, um ein qualitativ hochwertiges Produkt zu garantieren. In Vorversuchen wurden daher nach EU Ökoverordnung zugelassene Hydrokolloide untersucht, bei denen eine praxisnahe Verwendung in der Großküche denkbar ist und sensorisch keinerlei negative Einflüsse bestehen. Dargestellte Ergebnisse von Zubereitungen mit Johannisbrotkernmehl, Guarkernmehl, Xanthan und Agar Agar zeigen, dass durch den Einsatz der Verdickungsmittel notwendige Stabilitäten erzielt werden können, jedoch nur im Gemisch mit nativen Stärken ein allzu negativer sensorischer Einfluss, vor allem auf das Mundgefühl, vermieden werden kann. Zum Beispiel zeigen Gemische aus Maisstärke und Guarkernmehl beim Einsatz in Saucen auf Milchbasis sowie Tomatenbasis deutlich positivere Ergebnisse hinsichtlich der Stabilität als die durch nativen Stärken gebundenen Saucen. Der anteilige Gebrauch von Johannisbrotkernmehl wäre hier ebenso möglich, da die Eigenschaften beider Bindemittel vergleichbar sind, jedoch ist der Einsatz deutlich kostenintensiver. In Verbindung mit Xanthan zeigen sich klare Synergismen und die Menge der eingesetzten Zusatzstoffe kann deutlich verringert werden, ohne dass negative Einflüsse auf die Stabilität der Bindung entstehen. Bei der Betrachtung des Einsatzes der Zusatzstoffe in Saucen, welche eine Wiedererwärmung erfahren sollen, wurden sensorische Bewertungen und Viskositätsmessungen der Proben bei Lagerungstemperaturen von 3°C und Ausgabetemperaturen von 75°C durchgeführt. Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass auch die Saucen mit

Bindungen aus Gemischen nativer Maisstärke und Zusatzstoffen Alterungserscheinungen, wie z.B. Konsistenzverlust und Klümpchenbildung, unterworfen sind. Diese sind jedoch nicht so stark ausgebildet, wie bei Bindungen auf Basis rein nativer Stärke. Bei der Wiedererhitzung schwächen sich diese Erscheinungen soweit ab, so dass sie nur noch sehr schwach wahrgenommen werden. Ähnliche Ergebnisse werden auch bei den Dessertzubereitungen beobachtet. Die Anforderungen an die Stabilität der Bindung sind hier aber ungleich höher. Die Dessertzubereitung Frucht lässt nur eine kleine Auswahl funktioneller Zusatzstoffe und nativer Bindemittel zu, da die Bindung klar und bei einem durchschnittlichen pH-Wert von 3,5 säure- und lagerstabil sein muss. Beste Ergebnisse weist eine 0,7 %ige Bindung mit Johannisbrotkernmehl auf. Sensorisch zeigt sich eine klare bis sehr schwach opake Bindung mittlerer Konsistenz, welche über die 21-tägige Lagerung hohe Bindungsstabilität aufweist. Negative Einflüsse durch ein schleimiges Mundgefühl zeigen sich hier nur schwach. Bei der Dessertzubereitung auf Milchbasis weist die Bindung durch ein Gemisch aus Maisstärke, Johannisbrotkernmehl und Guarkernmehl die besten Bewertungen auf. Hinsichtlich Stabilität und Konsistenz stellt sie sich deutlich dar. Der schwach schleimige Charakter zeigt sich tolerabel im Vergleich mit den nativen Bindungen. Bei der Gesamtbetrachtung ist daher der Einsatz niedriger Mengen von Zusatzstoffen zu empfehlen, da sie eine stabilisierende Wirkung auf die Bindung der jeweiligen Produktgruppen ausüben. Um ein objektives Bild über die Akzeptanz beim Verbraucher zu erhalten, sollten Kundenbefragungen zu den jeweiligen Produkten durchgeführt werden.

Der Einsatz von Antioxidantien zur Zugabe in geschnittenen Frischsalaten und Gemüse ist in der konventionell fertigen Lebensmittelindustrie durchaus gängig. Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden daher Untersuchungen zu den Substanzen Ascorbinsäure und Zitronensäure durchgeführt. Des Weiteren wurde die Einflüsse von Rosmarinextrakt, Zitronen- und Ingwerdirektsaft auf geschnittenen Eisbergsalat und einer gewählten Gemüse Mischung untersucht. Die Rohstoffe wurden hierfür händisch vorbereitet, gewaschen und mittels eines Gemüsebandschneiders vorbereitet. Der Salat bzw. das Gemüse wurde dann durch ein Tauchbad aus Wasser und Substanz mit den Antioxidantien benetzt. Es erfolgten Untersuchungen, der bei 6°C gelagerten Proben, nach 5, 7 und 9 Tagen hinsichtlich Mikrobiologie, Gaszusammensetzung des Kopfraumes und der Sensorik. Zitronensäure und Ascorbinsäure zeigen hierbei in 1,5%igen Konzentrationen eine nachweisliche Verbesserung der Stabilität gegenüber sauerstoffinduzierten enzymatischen Bräunungsreaktionen bei unbehandelten Salaten und Gemüse. Zitronensäure weist darüber hinaus ein deutliches Potenzial zur Hemmung der Gesamtkeimzahl auf. Zitronensaft zeigt in Konzentrationen von 7,5 % an der Spülwassermenge ähnlich positive Einflüsse auf die sensorischen Eigenschaften. Jedoch ist der Einsatz durch die hohen Konzentrationen kostenintensiv. Der Einsatz von Ingwerdirektsaft und Rosmarin wird nach Auswertung der Ergebnisse nicht weiterverfolgt. Die

Einflüsse hinsichtlich der Hemmung von enzymatischen Bräunungsprozessen sind zu minimal und auch die Einflussnahme auf die Mikrobiologie ist zu gering, um einen Einsatz zu rechtfertigen. Des Weiteren besteht die Gefahr bei zu hohen Dosierungen einen gegenteiligen Effekt durch Verfärbungen insbesondere beim Salat zu riskieren.

Der dritte Themenbereich des Forschungsvorhabens, der Auswahl geeigneter Verpackungen bzw. zur Verwendung geeigneter Schutzgasgemische zur Verpackung von geschnittenen Salat und Gemüse, ist begründet in der zunehmenden Beliebtheit von frischen Convenience Produkten. Die Mindesthaltbarkeitszeiten dieser Produkte sind jedoch durch produkteigene degenerative Prozesse und durch die Lagerung stark begrenzt. Handelsübliche Lagerzeiten bewegen sich hierbei zwischen 3 bis 5 Tagen. Unter Berücksichtigung der Richtlinien der DGHM werden Lagerzeiten von bis zu 6 Tagen nach der Produktion bei einer Lagerungstemperatur von 6°C empfohlen. Ziel der Untersuchung war es daher durch Verwendung geeigneter Verpackungen und Schutzbegasungen die Haltbarkeit von frisch geschnittenem Salat und Gemüse soweit zu begünstigen, dass Frischeprodukte hoher Qualität nach Lagerdauer erzielt werden können. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden daher Folienschlauchbeutel aus herkömmlichen Kunststoffen und Verpackungen aus biologisch abbaubaren Materialien, dem PLA, hinsichtlich ihrer Eignung untersucht. In Verbindung mit Gasgemischen unterschiedlicher Zusammensetzung aus Sauerstoff, Kohlendioxid, Stickstoff und Argon wurde der Einfluss der Verpackung und eines Schutzgases zur Haltbarkeitsverlängerung in Versuchen erforscht und dokumentiert.

Die Ergebnisse der Versuche zeigen, dass eine Auswahl der Verpackungsmaterialien und des Schutzgases stark an den jeweiligen Produkteigenschaften angepasst werden muss. Dabei verhalten sich die Salate hinsichtlich der Anfälligkeit gegenüber Bräunungserscheinungen sensibler als die untersuchten Gemüsemischungen. Am Anfang der Diskussion bezüglich eines geeigneten Verpackungsmediums stand die Frage, welche Verpackungsform gewählt werden soll. Verpackungsschalen sind kostenintensiver gegenüber Schlauchbeutelverpackungen. Der Vorteil der Schale jedoch ist die höhere Stabilität gegenüber mechanischen Einflüssen, welche eine Schutzfunktion für das Produkt ausübt. Im Rahmen der Versuche wurde daher der Schlauchbeutel gewählt, da er größere Gebinde ermöglicht, kostengünstiger ist und ohne die Anschaffung einer größeren Verpackungsmaschine auskommt.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der Verpackungsversuche der Salate in den diversen Schlauchbeuteln zeigte sich, dass für die Verpackung Materialien niedriger Permeabilität geeigneter erscheinen. Die PA-PE Verpackungen, d.h. die Muster SB und TF, und das OPP-Material zeigen in der Verbindung mit dem sauerstoffarmen Gasgemischen MAP die deutlich besseren sensorischen Ergebnisse. Die Braunfärbung der Produkte ist nach 5 -7 Tagen nur schwach bzw. sehr schwach

ausgebildet. Dabei zeigte das Gasgemisch insbesondere im OPP-Beutel und im Tiefziehbeutel die besten sensorischen Ergebnisse. Eine deutliche bis starke Farbstabilität und Frische waren bei den Muster TF bis Tag 7 zu erkennen. Mikrobiologisch sind die Werte bei allen Mustern unterhalb der gegebenen Richtwerte. Bis Tag 5 sogar bis zu einer Zehnerpotenz. Hierfür sind neben der Verpackungsatmosphäre vor allem die Produktionshygiene und die konstante Lagerungstemperatur verantwortlich. Mit MAP ist auch der Einsatz des PLA-Materials bis Tag 5 möglich. Verfärbungen stellen sich nur schwach dar und auch mikrobiologisch zeigen sich keinerlei Auffälligkeiten.

Bei der Betrachtung der Wahl der Verpackungsschutzgase beim Gemüse zeigt das Gasgemisch Air die besten sensorischen Ergebnisse. Vor allem in Verbindung mit den PA-PE Materialien werden bis Tag 7 sehr gute sensorische wie mikrobiologische Ergebnisse erzielt. MAP scheint hier ungeeigneter, trotz der besseren mikrobiologischen Werte, induziert es einen deutlichen Flüssigkeitsfilm in der Verpackung. Vergleichbares gilt für Biogon.

Aus ökologischer Sicht etwas enttäuschend stellt sich die Verpackung von Produkten im PLA-Material dar. Die deutlich positiven Ergebnisse, welche aus externen Untersuchungsergebnissen gewonnen wurden, konnten sich hier nicht bestätigen. PLA weist eine zu hohe Durchlässigkeit gegenüber Sauerstoff und Kohlendioxid auf, welches einen Gebrauch als Schlauchbeutel folie, in der untersuchten Qualität und Dicke, für die Verpackung von Frischeprodukten nicht begünstigt. Die Verwendung als Deckfolie für Verpackungsschalen scheint hier die bessere Alternative.

5 Gegenüberstellung geplante – erreichte Ziele, Ausblick auf noch offene Fragestellungen

Geplante Ziele:

Im Rahmen des Forschungsvorhabens sollten:

1. Ökologisch und gesundheitlich unbedenkliche Substanzen identifiziert werden, die sich für die Herstellung von heißen und kalten Fertiggerichten, Cook & Chill Gerichten, Suppen und Saucen eignen.
 - a. Untersuchung von Hydrokolloiden, die durch die EU-Ökoverordnung für die Verwendung in ökologisch erzeugten Lebensmitteln zugelassen sind. Mit dem Schwerpunkt auf die Substanzen Agar Agar, Johannisbrotkernmehl, Guarkernmehl und Xanthan
 - b. Vergleichende Tests zu Bindemitteln nativer Herkunft (z.B. Mehl, native Stärken)
2. Antioxidantien identifiziert werden, die sich zur hoch qualitativen Verpackung von Salaten und geschnittenem Gemüse eignen.
 - a. Untersuchung bekannter Antioxidantien zu funktionellen Konzentrationen
 - b. Identifizierung von Substanzen, welche noch keinen Eingang in die Praxis gefunden haben
 - c. Versuche zu chlorophyllhaltigen Folien, welche einen antioxidativen Einfluss auf das Verpackungsgut haben.
3. Optimale Gas-Mischungsverhältnisse und Kombinationen bestimmter Folien für die Verpackung von Speisen identifiziert werden, die sich zur Verpackung von Speisen eignen.
 - a. Wahl der richtigen Verpackungsform und –technik (Schale oder Beutel)
 - b. Versuche zur Festlegung optimaler Verpackungsmaterialien (Untersuchung von Verpackung aus ökologischen Kunststoffen)
 - c. Wahl des richtigen Gasgemisches
 - d. Versuche zur Einstellung der Siegelzeiten, Siegeldrücke und –temperaturen bei verschiedenen Verpackungsarten

Erreichte Ziele:

Aus der Arbeit am Forschungsprojekt resultieren folgende Ergebnisse:

1. Identifizierung ökologisch und gesundheitlich unbedenklicher Substanzen, die sich für die Herstellung von heißen und kalten Fertiggerichten, Cook & Chill Gerichten, Suppen und Saucen eignen.

- a. Erarbeitung von Konzentration und sensorischen Beschreibungen verschiedener Hydrokolloide anhand verschiedener Grundrezepturen von Saucen und Dessertzubereitungen. Mit dem Schwerpunkt auf die Substanzen Agar Agar, Johannisbrotkernmehl, Guarkernmehl und Xanthan.
 - b. Durchführung vergleichender Tests und Erarbeitung funktioneller Konzentrationen zu Bindemitteln nativer Herkunft (z.B. Mehl, native Stärken)
2. Es konnten Antioxidantien identifiziert werden, die sich zur hoch qualitativen Verpackung von Salaten und geschnittenem Gemüse eignen.
 - a. Erarbeitung von funktionellen Konzentrationen bekannter Antioxidantien, insbesondere Ascorbin- und Zitronensäure
 - b. Versuche zu antioxidativ wirkender Lebensmittel und Gewürze und Erarbeitung funktioneller Rezepturen, insbesondere Ingwer, Rosmarinextrakt und Zitronensaft
 - c. Versuche zu chlorophyllhaltigen Folien wurden nicht vorgenommen
3. Optimale Gas-Mischungsverhältnisse und Kombinationen bestimmter Folien für die Verpackung von Speisen identifiziert werden, die sich zur Verpackung von Speisen eignen.
 - a. Versuche zur Verpackung von geschnittenen Salat und Gemüse in Schlaubeutelverpackungen, sowie der Verpackung in selbsterzeugten Tiefziehschalen bzw. -beuteln.
 - b. Ergebnisse zu verschiedenen Verpackungsmaterialien (PA-PE, OPP, PLA) zur Verpackung von geschnittenen Salat und Gemüse
 - c. Ergebnisse zu verschiedenen funktionellen Gasmischungen zur Verpackung von geschnittenen Salat und Gemüsen

Vergleich der geplanten und der erreichten Ziele und offenen Fragestellungen

Im Rahmen des Forschungsvorhabens konnte ein Großteil der gesteckten Ziele verwirklicht werden. Jedoch machte die Fülle der berührten Themengebiete es für ein Unternehmen mittelständischen Maßstabes unmöglich, alle Themen in der analytischen Tiefe zu behandeln, wie es das Ziel des Unternehmens war. Des weiteren bedürfen die Untersuchungsergebnisse einer praxisnahen Validierung, um detaillierte Ergebnisse an das Handwerk und die Lebensmittelwirtschaft liefern zu können. Nur durch Konsumententests bzw. durch hedonische Beurteilungen der Kunden kann die Akzeptanz gegenüber der entwickelten Rezepturen der Saucen- und Dessertzubereitungen, sowie der verpackten Salate repräsentativ veranschaulichen. Dem Unternehmen war es innerhalb der vorgegebenen Zeit nicht möglich, dies durchzuführen. Des Weiteren konnten nicht alle Aspekte des jeweiligen Themengebietes beleuchtet werden. Der stetige Fortschritt auf dem Lebensmittelsektor, sei es auf dem Gebiet ökologisch verträglicher Bindungsmittel, wie z.B. die Entwicklung

verschiedener neuer Quellstärken, oder die Entdeckung funktioneller antioxidativer Zutaten, sowie die Neuentwicklungen von ökologischen Verbundstoffen auf dem Verpackungsmarkt macht es schwer das Forschungsvorhaben abzugrenzen. Hier besteht noch deutliches Potential für praxisnahe Forschungsarbeit auf dem Gebiet der ökologischen Fertigung von Convenience Produkten.

6 Literaturverzeichnis

1. Naturwissenschaftliche Grundlage der Lebensmittelzubereitung, W. Ternes, Behr's Verlag Hamburg, 1994, 2. Auflage
2. Lehrbuch der Lebensmittelchemie, H.-D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle, Springer Verlag 2001, 5. Auflage
3. Bachelorarbeit Thema „Bindemittel zur Stabilisierung von ökologisch erzeugten Fertiggerichten nach Cook and Chill, die unter Schutzatmosphäre verpackt werden
4. http://www.olionatura.de/_rohstoffe/index.php?id=19, gesehen 20.06.07
5. <http://www.biosicherheit.de/de/lexikon/204.antioxidantien.html>, gesehen 23.04.07
6. <http://www.zusatzstoffe-online.de/home/>, gesehen 21.05.07
7. Dissertation, Thema Untersuchungen zur antimikrobiellen Wirkung eines Rosmarinextraktes und dessen Einfluss auf die mikrobiologische Stabilität von nitritreduzierter schnittfester Rohwurst, von Canstein, 2005
8. Food Newsletter, HELM AG Business Development Food – Rainer Millfahrt, Hamburg, 2002
9. Industrieservice, Raps GmbH & Co KG, Kulmbach, 2004
10. Handbuch Aromen und Gewürze, G. Hall, Behr's Verlag 2004
11. Lebensmittelchemie, W. Baltes, Springer Verlag 2007, 6. Auflage
12. Gewürze und Heilkräuter als wichtige Quelle von Antioxidantien, J. Bielenberg, Ärztezeitschrift für Naturheilverfahren 47, 4 (2006)
13. Zusatznutzen gefragt Bio plus, C. Steinheuer, B. Röttig, Lebensmittelpraxis, 23.03.2007
14. Best Practice In Marketing To Female Consumers, Datamonitor, June 2006
15. Lebensmittel im Trend- Bio-, Vitalprodukte und Chilled Food, von der Idee zum Mass-Market Erfolg, Dölle. Unternehmensgruppe für Management für Management-Consulting, 19.02.2007
16. Consumer Trends in Prepared Meals, Datamonitor, October 2003
17. Evaluation of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Bioactive Compounds in Increasing the Ratio of T-cell Surface Molecules of CD3+CD4+:CD3+CD8+ In-Vitro, Tejasari, Mal J Nutr. 13(2): 161-170, 2007
18. Gewürze in der Lebensmittelindustrie, Ulrich Gerhardt, Behr's Verlag Hamburg, 1990
19. Mikrobiologie der Lebensmittel, Lebensmittel pflanzlicher Herkunft, W. Holzapfel, Behr's Verlag Hamburg, 2007, 2. Auflage
20. Verpackung von Lebensmitteln, lebensmitteltechnologische, verpackungstechnische und mikrobiologische Grundlagen, N. Buchner, Springer Verlag Berlin
21. <http://de.wikipedia.org/wiki/Permeation>, gesehen 20.07.07

22. Schutzgasverpackung mit Kohlendioxid, H-G Corinth, G. Rau, Internationale Zeitschrift für Lebensmittel-Technologie und Verfahrenstechnik, 38 (2), 1987
23. Bequeme Lebensmittel im Trend, Branche > Lebensmittel, Jan. 2005
24. Verpackung für Frisch-Produkte, Lebensmittel, Jan. 2008
25. Längere Haltbarkeit von Fertiggerichten dank Schutzgas, Dr. Guido Böhler, Nr. 3-4, 2007
26. Mikroorganismen in Lebensmitteln, Dr. H. Keweloh, Fachbuchverlag Pfanneberg, 2. Auflage 2008
27. Lebensmittel-Mikrobiologie, J. Krämer, Verlag Eugen Ulmer KG, 5. Auflage 2007
28. Kartoffelstärke, die natürliche Nahrungsmittelstärke als Verdickungs- und Bindemittel, AVEBE FOOD, Oktober 1991
29. From nature to texture, degussa Food Ingredients
30. Rechtliche Anforderungen an der Schnittstelle Lebensmittel-Verpackung, Dr. H. Onusseit, Deutsche Molkereizeitschrift, 25/ 2008
31. Die Lebensmittelindustrie gibt Gas; Lebensmittelindustrie, Sonderdruck Juli 2006
32. Schutzgasverpackung für Lebensmittel insbesondere Fleisch, E. Wetzels, M. Elsner, S. Brüche, Projektarbeit Oecotrophologie Fachhochschule Anhalt, 2007
33. Zusatzstoff-Zulassungsverordnung (ZZulVO) vom 29.01.1998, zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 30.09.2008
34. Verordnung (EG) Nr. Nr. 834/2007 über die ökologische/ biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/ biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der VO (EWG) Nr. 2092/91
35. Verordnung (EG) Nr. 967/2008 zur Änderung der VO (EG) Nr. 834/2007 über die ökologische/ biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/ biologischen Erzeugnissen
36. Grundlagen und Prüfverfahren der Lebensmittelsensorik, Fließner, Wilhelmi, Behr's Verlag, 1995, 2. Auflage
37. Rheologie der Lebensmittel, D. Weipert, H.-D. Tscheuschner, E. Windhab, Behr's Verlag, Auflage 1993
38. DGHM mikrobiologische Richt- und Warnwerte zur Beurteilung von Lebensmitteln, Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie, Nov. 2007
39. Stärke und Stärkederivate; Von Günther Tegge; Mitwirkende Personen Günther Tegge; Edition: 3; Veröffentlicht von Behr's Verlag DE, 2004
40. Lebensmittelllexikon; Von Mechthild Busch-Stockfisch; Mitwirkende Personen Waldemar Ternes ; Edition: 4; Veröffentlicht von Behr's Verlag DE, 2005
41. <http://orgprints.org/1642/1/bruhn-2001-verbrauchereinstellungen-oekoprodukte.pdf>, gesehen 20.03.09

42. Handbuch Lebensmittelzusatzstoffe; Von Käte Glandorf, Peter Kuhnert, Mitwirkende Personen Erich Lück; Veröffentlicht von Behr's Verlag DE, 1991
43. <http://www.brockhaus.de/wissen/gelier-%20und%20verdickungsmittel>, gesehen 20.04.07
44. Hydrokolloide - Stabilisatoren, Dickungs- und Geliermittel in Lebensmitteln, Scherz, Behr's Verlag DE, 1996
45. HACCP in der Praxis: Lebensmittelsicherheit, Von Hans-Jürgen Sinell, H Meyer, Veröffentlicht von Behr's Verlag DE, 1996
46. Kunststofffolien: Herstellung- Eigenschaften- Anwendung; Von Joachim Nentwig; Edition: 3; Veröffentlicht von Hanser Verlag, 2006
47. Werkstoffkunde; Hans-Jürgen Bargel, Hermann Hilbrans, Karl-Heinz Hübner, Günter Schulze, 9., überarbeitete Ausgabe, Springer Verlag, 2005
48. Prüfpraxis für Kunststoffverpackungen: Lebensmittel-, Pharma- und Kosmetikverpackungen; Von Johannes Bergmair, Michael Washüttl, Beatrix Wepner Mitwirkende Personen Johannes Bergmair; Veröffentlicht von Behr's Verlag DE, 2004

7 Anhang

Anhang

Anhang A :Gesamtergebnisse Themenbereich 1 „Bindemittel“

Grundsauce hell

Tabelle 1 Gemittelte Werte der Viskositätsmessung Grundsauce hell über Lagerdauer 21 Tage(Messung Rotationsviskosimeter Brookfield Spindel 2/ 20 rpm, 75°C, 20 s; in mPas⁻¹

Probennummer	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Tag der Untersuchung			
							0	10	14	21
GH1	Mehl	4,7					1024	1032	980	-
GH2	Kartoffelstärke	3					1380	1030	960	-
GH3	Maisstärke	2,9					1080	1020	1006	-
GH4	GKM	0,7					1320	1210	1060	1026
GH5	JBKM	0,8					1240	1140	1090	1002
GH6	Maisstärke	1,9	GKM	0,3			1153	1028	980	986
GH7	Maisstärke	1,9	JBKM	0,3			1170	1090	1060	1006
GH8	Maisstärke	1,9	GKM	0,15	JBKM	0,15	1400	1220	1040	990
GH9	Maisstärke	1,9	GKM	0,09	Xanthan	0,09	1420	1280	1110	1106
GH10	Maisstärke	1,9	JBKM	0,09	Xanthan	0,09	1390	1040	1026	1002
GH11	Maisstärke, stab.	3,3					1080	1008	990	-
GH12	Maiststärke, stab.	2	GKM	0,3			1420	1320	1250	1010

Tabelle 2 Gemittelte Werte der sensorische Bewertung der Konsistenz Grundsauce hell über die 21tägige Lagerung, Untersuchung bei 75 °C

Probennummer	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Tag der Untersuchung			
							0	10	14	21
GH1	Mehl	4,7					3	2,5	2	1
GH2	Kartoffelstärke	3					3	3	2	1
GH3	Maisstärke	2,9					3	3	3	1
GH4	GKM	0,7					3	3	3	3
GH5	JBKM	0,8					3	3	3	2,5
GH6	Maisstärke	1,9	GKM	0,3			3	2,5	2,5	2,5
GH7	Maisstärke	1,9	JBKM	0,3			3	2,5	2,5	2,5
GH8	Maisstärke	1,9	GKM	0,15	JBKM	0,15	3	2,5	2,5	2,5
GH9	Maisstärke	1,9	GKM	0,09	Xanthan	0,09	3	2,5	2,5	2,5
GH10	Maisstärke	1,9	JBKM	0,09	Xanthan	0,09	3	2,5	2,5	2,5
GH11	Maisstärke, stab.	3,3					3	3	3	2
GH12	Maiststärke, stab.	2	GKM	0,3			3	3	3	2,5

Tabelle 3 Gemittelte Werte der Viskositätsmessung Grundsauce hell über Lagerdauer 21 Tage(Messung Rotationsviskosimeter Brookfield Spindel 4/ 5 rpm, 3°C, 20 s; in mPa^s⁻¹

Probennummer	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Tag der Untersuchung			
							0	10	14	21
GH1	Mehl	4,7					17400	12500	6680	3220
GH2	Kartoffelstärke	3					8560	8206	7960	2250
GH3	Maisstärke	2,9					9440	6600	7020	2300
GH4	GKM	0,7					17000	14410	12810	12580
GH5	JBKM	0,8					19200	16460	15480	14222
GH6	Maisstärke	1,9	GKM	0,3			10600	8280	7880	6990
GH7	Maisstärke	1,9	JBKM	0,3			9800	9400	8900	8244
GH8	Maisstärke	1,9	GKM	0,15	JBKM	0,15	12500	10780	9902	7762
GH9	Maisstärke	1,9	GKM	0,09	Xanthan	0,09	12400	11202	11800	11320
GH10	Maisstärke	1,9	JBKM	0,09	Xanthan	0,09	12360	12030	10040	9980
GH11	Maisstärke, stab.	3,3					8200	8006	6930	5858
GH12	Maiststärke, stab.	2	GKM	0,3			7860	7340	7450	6220

Tabelle 4 Gemittelte Werte der sensorische Bewertung der Konsistenz Grundsauce hell über die 21tägige Lagerung, Untersuchung bei 3 °C

Probennummer	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Tag der Untersuchung			
							0	10	14	21
GH1	Mehl	4,7					4,5	3	2	1,5
GH2	Kartoffelstärke	3					4,5	3	2,5	1,5
GH3	Maisstärke	2,9					4,5	3	2,5	1,5
GH4	GKM	0,7					4	3,5	3	3
GH5	JBKM	0,8					4	3,5	3	3
GH6	Maisstärke	1,9	GKM	0,3			4	3,5	3	2,5
GH7	Maisstärke	1,9	JBKM	0,3			4	3,5	3	3
GH8	Maisstärke	1,9	GKM	0,15	JBKM	0,15	4	3,5	3	2,5
GH9	Maisstärke	1,9	GKM	0,09	Xanthan	0,09	4	3,5	3	3
GH10	Maisstärke	1,9	JBKM	0,09	Xanthan	0,09	4	3,5	3	3
GH11	Maisstärke, stab.	3,3					4	3,5	2,5	2
GH12	Maiststärke, stab.	2	GKM	0,3			4	3,5	3	2,5

Tabelle 5 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Grundsauce hell Tag der Herstellung

Probennummer	Aussehen 3°C		Aussehen 75°C		Mundgefühl 75°C			Geschmack 75°C
	klumpig	bindungsstabil	klumpig	bindungsstabil	cremig, glatt	schleimig	kleistrig	fremd
GH1	0	5	0	5	4	0	0	0
GH2	0	5	0	5	2	2	3	0
GH3	0	5	0	5	3	1	1	0
GH4	0	5	0	5	4	3	2	0
GH5	0	5	0	5	4	3	1	0
GH6	0	5	0	5	3	2	1	0
GH7	0	5	0	5	3	2	1	0
GH8	0	5	0	5	3	2	1	0
GH9	0	5	0	5	3	2	2	0
GH10	0	5	0	5	3	2	2	0
GH11	0	5	0	5	3	1	1	3
GH12	0	5	0	5	3	2	1	2

Tabelle 6 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Grundsauce hell Tag 10

Probennummer	Aussehen 3°C		Aussehen 75°C		Mundgefühl 75°C			Geschmack 75°C
	klumpig	bindungsstabil	klumpig	bindungsstabil	cremig, glatt	schleimig	kleistrig	fremd
GH1	3	3	2	5	3	0	0	0
GH2	4	2	3	3	2	2	3	0
GH3	4	3	2	3	3	1	1	0
GH4	0	5	0	5	4	2	2	0
GH5	0	5	0	5	4	2	1	0
GH6	2	4	1	5	3	2	1	0
GH7	2	4	1	5	3	2	1	0
GH8	2	4	1	5	3	2	1	0
GH9	2	4	1	5	3	2	2	0
GH10	2	4	1	5	3	2	2	0
GH11	3	4	1	4	3	1	1	3
GH12	2	4	1	4	3	2	1	2

Tabelle 7 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Grundsauce hell Tag 14

Probennummer	Aussehen 3°C		Aussehen 75°C		Mundgefühl 75°C			Geschmack 75°C
	klumpig	bindungsstabil	klumpig	bindungsstabil	cremig, glatt	schleimig	kleistrig	fremd
GH1	4	2	2	5	3	0	0	0
GH2	4	1	3	3	2	2	3	0
GH3	4	1	2	3	3	1	1	0
GH4	0	4	0	5	4	2	2	0
GH5	0	4	0	5	4	2	1	0
GH6	2	3	1	5	3	2	1	0
GH7	2	3	2	5	3	2	1	0
GH8	2	3	1	5	3	2	1	0
GH9	2	3	2	5	3	2	2	0
GH10	2	3	1	5	3	2	2	0
GH11	3	3	1	3	3	1	1	3
GH12	3	3	1	4	3	2	1	2

Tabelle 8 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Grundsauce hell Tag 21

Probennummer	Aussehen 3°C		Aussehen 75°C		Mundgefühl 75°C			Geschmack 75°C
	klumpig	bindungsstabil	klumpig	bindungsstabil	cremig, glatt	schleimig	kleistrig	fremd
GH1	5	2	2	3	2	0	0	0
GH2	4	1	3	3	2	2	3	0
GH3	5	1	3	3	2	1	1	0
GH4	1	4	0	5	4	2	2	0
GH5	1	4	0	5	4	2	1	0
GH6	3	3	1	4	3	2	1	0
GH7	3	3	1	4	3	2	1	0
GH8	3	3	1	4	3	2	1	0
GH9	3	3	1	4	3	2	2	0
GH10	3	3	1	4	3	2	2	0
GH11	4	2	1	3	3	1	1	3
GH12	3	3	1	4	3	2	1	2

Grundsauce Tomate

Tabelle 9 Gemittelte Werte der Viskositätsmessung Grundsauce Tomate über Lagerdauer 21 Tage(Messung Rotationsviskosimeter Brookfield Spindel 2/ 5 rpm, 75°C, 20 s; in mPas-1)

Probennummer	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Tag der Untersuchung			
							0	10	14	21
GT1	Maisstärke	1,8					4920	3602	2702	2280
GT2	Weizenstärke	2,5					4970	3500	2860	2860
GT3	Kartoffelstärke	1,7					5480	3300	2424	2312
GT4	JBKM	0,7					3900	3660	3580	3560
GT5	GKM	0,5					4320	4020	3970	3910
GT6	GKM	0,2	Xanthan	0,15			4470	3960	3760	3680
GT7	Maisstärke	1	JBKM	0,3			4920	4600	3806	3660
GT8	Maisstärke	1	GKM	0,3			4670	4420	4010	3810
GT9	Maisstärke	1	GKM	0,08	Xanthan	0,08	5400	4880	4668	4224
GT10	Maisstärke, stab.	1,9					5160	4910	4200	3690
GT11	Maisstärke, stab.	1,1	GKM	0,3			4920	4478	4110	3990

Tabelle 10 2 Gemittelte Werte der sensorische Bewertung der Konsistenz Grundsauce Tomate über die 21tägige Lagerung, Untersuchung bei 75 °C

Probennummer	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Tag der Untersuchung			
							0	10	14	21
GT1	Maisstärke	1,8					3	2,5	2,5	2
GT2	Weizenstärke	2,5					3,5	2,5	2,5	2
GT3	Kartoffelstärke	1,7					3	2,5	2,5	2
GT4	JBKM	0,7					3	3	3	2,5
GT5	GKM	0,5					3	3	3	2,5
GT6	GKM	0,2	Xanthan	0,15			3	2,5	2,5	2,5
GT7	Maisstärke	1	JBKM	0,3			3	3	3	2,5
GT8	Maisstärke	1	GKM	0,3			3	3	3	2,5
GT9	Maisstärke	1	GKM	0,08	Xanthan	0,08	3	3	3	2,5
GT10	Maisstärke, stab.	1,9					3	3	3	2
GT11	Maisstärke, stab.	1,1	GKM	0,3			3	3	3	2,5

Tabelle 11 Gemittelte Werte der Viskositätsmessung Grundsauce Tomate über Lagerdauer 21 Tage(Messung Rotationsviskosimeter Brookfield Spindel 2-4/ 5 rpm, 3°C, 20 s; in mPas-1)

Probennummer	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Tag der Untersuchung			
							0	10	14	21
GT1	Maisstärke	1,8					16640	11200	9080	3300
GT2	Weizenstärke	2,5					21800	13200	9010	3110
GT3	Kartoffelstärke	1,7					17660	15520	9800	4520
GT4	JBKM	0,7					13000	11800	10060	9302
GT5	GKM	0,5					10480	9960	9960	9600
GT6	GKM	0,2	Xanthan	0,15			11400	11400	11040	10220
GT7	Maisstärke	1	JBKM	0,3			18100	16500	12010	11180
GT8	Maisstärke	1	GKM	0,3			18600	16900	12040	9800
GT9	Maisstärke	1	GKM	0,08	Xanthan	0,08	12020	10600	9980	8870
GT10	Maisstärke, stab.	1,9					15600	12280	11106	10200
GT11	Maisstärke, stab.	1,1	GKM	0,3			15200	15200	14200	12200

Tabelle 12 Gemittelte Werte der sensorische Bewertung der Konsistenz Grundsauce Tomate über die 21tägige Lagerung, Untersuchung bei 3 °

Probennummer	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Tag der Untersuchung			
							0	10	14	21
GT1	Maisstärke	1,8					3,5	2,5	2,5	1
GT2	Weizenstärke	2,5					3,5	3	3	2
GT3	Kartoffelstärke	1,7					3,5	3	2	1
GT4	JBKM	0,7					3,5	3	3	3
GT5	GKM	0,5					3,5	3	3	3
GT6	GKM	0,2	Xanthan	0,15			3,5	3	3	3
GT7	Maisstärke	1	JBKM	0,3			3,5	3	2,5	2,5
GT8	Maisstärke	1	GKM	0,3			3,5	3	3	2,5
GT9	Maisstärke	1	GKM	0,08	Xanthan	0,08	3,5	3	3	2,5
GT10	Maisstärke, stab.	1,9					3,5	2,5	2,5	2,5
GT11	Maisstärke, stab.	1,1	GKM	0,3			3,5	3	3	3

Tabelle 13 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Grundsauce Tomate Tag der Herstellung

Probennummer	Aussehen 3°C			Aussehen 75°C			Mundgefühl 75°C			Geschmack 75°C
	opak	klumpig	bindungsstabil	opak	klumpig	bindungsstabil	cremig, glatt	schleimig	kleistrig	fremd
GT1	3	0	5	2	0	5	3	0	0	0
GT2	3	0	5	2	0	5	3	1	2	0
GT3	3	0	5	2	0	5	3	1	3	0
GT4	1	0	5	1	0	5	3	2	1	0
GT5	1	0	5	1	0	5	4	2	1	0
GT6	2	0	4	1	0	5	3	2	2	0
GT7	2	0	5	1	0	5	3	2	1	0
GT8	2	0	5	1	0	5	3	2	1	0
GT9	2	0	5	1	0	5	3	2	2	0
GT10	3	0	5	2	0	5	3	0	0	1
GT11	2	0	5	1	0	5	3	2	1	1

Tabelle 14 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Grundsauce Tomate, Tag 10

Probennummer	Aussehen 3°C			Aussehen 75°C			Mundgefühl 75°C			Geschmack 75°C
	opak	klumpig	bindungsstabil	opak	klumpig	bindungsstabil	cremig, glatt	schleimig	kleistrig	fremd
GT1	3	2	3	2	1	3	3	0	0	0
GT2	3	2	1	2	0	3	3	1	2	0
GT3	3	2	1	2	0	3	3	1	3	0
GT4	1	0	5	1	0	4	3	2	1	0
GT5	1	0	5	1	0	4	4	2	1	0
GT6	1	0	4	1	0	4	3	3	2	0
GT7	1	1	4	1	0	4	3	2	1	0
GT8	1	1	4	1	0	4	3	2	1	0
GT9	2	1	4	1	0	4	2	2	2	0
GT10	3	1	5	1	0	4	3	0	0	1
GT11	3	1	5	1	0	4	3	2	1	1

Tabelle 15 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Grundsauce Tomate, Tag 14

Probennummer	Aussehen 3°C			Aussehen 75°C			Mundgefühl 75°C			Geschmack 75°C
	opak	klumpig	bindungsstabil	opak	klumpig	bindungsstabil	cremig, glatt	schleimig	kleistrig	fremd
GT1	3	3	2	2	1	3	2	0	0	0
GT2	3	2	1	2	1	3	2	1	2	0
GT3	3	2	1	2	1	3	1	1	3	0
GT4	1	0	4	1	0	4	3	2	1	0
GT5	1	0	4	1	0	4	4	2	1	0
GT6	1	0	4	1	0	4	3	3	2	0
GT7	1	1	3	1	0	4	3	1	1	0
GT8	1	1	3	1	0	4	3	2	1	0
GT9	2	1	3	1	0	4	2	2	2	0
GT10	3	1	3	1	1	3	3	0	0	1
GT11	3	1	4	1	0	3	3	1	1	1

Tabelle 16 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Grundsauce Tomate, Tag 21

Probennummer	Aussehen 3°C			Aussehen 75°C			Mundgefühl 75°C			Geschmack 75°C
	opak	klumpig	bindungsstabil	opak	klumpig	bindungsstabil	cremig, glatt	schleimig	kleistrig	fremd
GT1	3	3	1	2	1	2	1	0	0	0
GT2	3	2	1	2	1	2	2	1	1	0
GT3	3	2	1	2	1	2	1	1	2	0
GT4	1	0	3	1	0	3	3	2	1	0
GT5	1	0	3	1	0	3	3	2	1	0
GT6	1	0	3	1	0	3	3	2	2	0
GT7	1	1	3	1	0	3	3	1	1	0
GT8	1	1	3	1	0	3	3	2	1	0
GT9	2	1	3	1	0	3	2	2	2	0
GT10	3	1	3	1	1	2	3	0	0	1
GT11	3	1	3	1	0	3	3	1	1	1

Dessertzubereitung Milch

Tabelle 17 Gemittelte Werte der Viskositätsmessung Dessertzubereitung Milch über Lagerdauer 21 Tage(Messung Rotationsviskosimeter Brookfield Spindel 4-5/ 5 rpm, 3°C, 20 s; in mPas-1)

Probennummer	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Tag der Untersuchung			
							0	10	14	21
DM1	Maisstärke	6					79200	62000	48480	35266
DM2	Kartoffelstärke	6,1					78320	37720	32016	15200
DM3	Maisstärke	2,5	JBKM	0,6			62160	59200	59200	52488
DM4	Maisstärke	2,5	JBKM	0,27	GKM	0,27	44400	43120	40220	39760
DM5	Maisstärke	2,5	GKM	0,5			62160	59430	50100	45620
DM6	Maisstärke	2,5	GKM	0,08	Xanthan	0,08	31920	30120	30120	30200
DM7	Maisstärke	2,5	GKM	0,08	Agar	0,08	17760	16470	16470	14420
DM8	Maisstärke	2,5	JBKM	0,08	Agar	0,08	18000	17240	17240	15200
DM9	Maisstärke	2,5	JBKM	0,08	Xanthan	0,08	24460	23940	23940	22100
DM10	Maisstärke, stab.	6,5					58500	52240	52240	52240

Tabelle 18 Gemittelte Werte der sensorische Bewertung der Konsistenz Dessertzubereitung Milch über die 21tägige Lagerung, Untersuchung bei 3 °

Probennummer	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Tag der Untersuchung			
							0	10	14	21
DM1	Maisstärke	6					5,0	3,5	3,0	2,5
DM2	Kartoffelstärke	6,1					5,0	3,0	3,0	2,0
DM3	Maisstärke	2,5	JBKM	0,6			4,0	4,0	4,0	4,0
DM4	Maisstärke	2,5	JBKM	0,27	GKM	0,27	4,0	4,0	4,0	3,5
DM5	Maisstärke	2,5	GKM	0,5			4,0	4,0	4,0	3,5
DM6	Maisstärke	2,5	GKM	0,08	Xanthan	0,08	4,0	4,0	4,0	3,5
DM7	Maisstärke	2,5	GKM	0,08	Agar	0,08	4,5	4,0	4,0	3,0
DM8	Maisstärke	2,5	JBKM	0,08	Agar	0,08	4,5	4,0	4,0	3,0
DM9	Maisstärke	2,5	JBKM	0,08	Xanthan	0,08	4,0	4,0	4,0	3,5
DM10	Maisstärke, stab.	6,5					4,0	4,0	4,0	3,0

Tabelle 19 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Dessertzubereitung Milch, Tag der Herstellung

Probennummer	Aussehen		Mundgefühl			Geschmack
	klumpig	bindungsstabil	cremig, glatt	schleimig	kleistrig	fremd
DM1	0	5	5	0	1	0
DM2	0	5	3	1	4	0
DM3	0	5	4	2	1	0
DM4	0	5	4	2	1	0
DM5	0	5	4	2	1	0
DM6	0	5	4	2	2	0
DM7	0	5	4	2	1	0
DM8	0	5	4	2	1	0
DM9	0	5	4	2	2	0
DM10	0	5	4	1	1	3

Tabelle 20 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Dessertzubereitung Milch, Tag 10

Probennummer	Aussehen		Mundgefühl			Geschmack
	klumpig	bindungsstabil	cremig, glatt	schleimig	kleistrig	fremd
DM1	4	2	2	0	1	0
DM2	4	2	3	1	3	0
DM3	2	4	4	2	1	0
DM4	2	4	4	2	1	0
DM5	2	4	4	3	1	0
DM6	2	4	4	2	3	0
DM7	1	4	4	2	1	0
DM8	1	4	3	1	1	0
DM9	1	4	3	3	2	0
DM10	2	4	3	0	1	3

Tabelle 21 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Dessertzubereitung Milch, Tag 14

Probennummer	Aussehen		Mundgefühl			Geschmack
	klumpig	bindungsstabil	cremig, glatt	schleimig	kleistrig	fremd
DM1	4	2	1	0	1	0
DM2	3	2	2	1	3	0
DM3	2	3	4	2	1	0
DM4	2	3	4	2	1	0
DM5	2	3	4	3	1	0
DM6	2	3	4	2	3	0
DM7	1	3	3	2	1	0
DM8	1	3	3	2	1	0
DM9	1	3	3	2	2	0
DM10	2	3	2	0	1	3

Tabelle 22 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Dessertzubereitung Milch, Tag 21

Probennummer	Aussehen		Mundgefühl			Geschmack
	klumpig	bindungsstabil	cremig, glatt	schleimig	kleistrig	fremd
DM1	4	1	1	0	1	0
DM2	3	1	1	1	3	0
DM3	2	3	3	1	1	0
DM4	2	3	3	2	1	0
DM5	2	3	3	3	1	0
DM6	2	3	3	1	3	0
DM7	1	3	3	2	1	0
DM8	1	3	3	1	1	0
DM9	1	3	3	1	2	0
DM10	2	3	2	0	1	3

Dessertzubereitung Frucht

Tabelle 23 Gemittelte Werte der Viskositätsmessung Dessertzubereitung Frucht über Lagerdauer 21 Tage(Messung Rotationsviskosimeter Brookfield Spindel 4-5/ 5 rpm, 3°C, 20 s; in mPas-1)

Probennummer	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Tag der Untersuchung			
					0	10	14	21
DF1	Maisstärke	3,3			49200	24400	12050	3400
DF2	JBKM	0,7			17600	15010	14960	14210
DF3	Kartoffelstärke	3,4			56700	34276	10220	5580
DF4	Weizenstärke	4,5			52560	25820	15020	8702
DF5	Guar	0,65			9600	8320	8106	7510
DF6	JBKM	0,2	Xanthan	0,2	65000	56780	48200	42180
DF7	JBKM	0,2	Agar	0,2	54400	44840	42880	38800

Tabelle 24 Gemittelte Werte der sensorische Bewertung der Konsistenz Dessertzubereitung Frucht über die 21tägige Lagerung, Untersuchung bei 3 °

Probennummer	Zusatz	Konzentration in %	Zusatz	Konzentration in %	Tag der Untersuchung			
					0	10	14	21
DF1	Maisstärke	3,3			5	2	2	1
DF2	JBKM	0,7			3,5	3	3	2,5
DF3	Kartoffelstärke	3,4			5	2	1	1
DF4	Weizenstärke	4,5			5	2,5	2	1
DF5	Guar	0,65			3	3	2,5	2
DF6	JBKM	0,2	Xanthan	0,2	4	3,5	3	3
DF7	JBKM	0,2	Agar	0,2	4	3,5	3	3

Tabelle 25 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Dessertzubereitung Frucht, Tag der Herstellung

Probennummer	Aussehen			Mundgefühl			Geschmack
	opak	klumpig	bindungsstabil	cremig, glatt	schleimig	kleistrig	
DF1	3	1	4	4	0	1	0
DF2	0	0	5	4	2	2	0
DF3	3	1	4	4	1	3	0
DF4	3	1	4	4	1	3	0
DF5	2	0	4	4	3	2	0
DF6	1	1	5	4	1	3	0
DF7	0	1	5	4	1	1	0

Tabelle 26 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Dessertzubereitung Frucht, Tag 10

Probennummer	Aussehen			Mundgefühl			Geschmack
	opak	klumpig	bindungsstabil	cremig, glatt	schleimig	kleistrig	
DF1	3	4	2	3	0	1	0
DF2	0	1	4	4	2	2	0
DF3	3	3	2	2	1	3	0
DF4	3	4	2	2	1	3	0
DF5	2	2	3	3	3	2	0
DF6	1	1	4	3	2	3	0
DF7	0	1	3	3	1	1	0

Tabelle 27 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Dessertzubereitung Frucht, Tag 14

Probennummer	Aussehen			Mundgefühl			Geschmack
	opak	klumpig	bindungsstabil	cremig, glatt	schleimig	kleistrig	fremd
DF1	4	4	2	2	0	0	0
DF2	1	1	4	3	2	1	0
DF3	4	3	2	1	1	1	0
DF4	4	4	2	1	1	1	0
DF5	2	2	3	3	3	1	0
DF6	1	1	4	3	2	2	0
DF7	0	1	3	3	1	1	0

Tabelle 28 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Dessertzubereitung Frucht, Tag 21

Probennummer	Aussehen			Mundgefühl			Geschmack
	opak	klumpig	bindungsstabil	cremig, glatt	schleimig	kleistrig	fremd
DF1	4	4	1	2	0	0	0
DF2	1	2	3	3	2	1	0
DF3	4	3	1	1	1	1	0
DF4	4	4	1	1	1	1	0
DF5	2	2	3	2	3	1	0
DF6	2	2	3	2	2	2	0
DF7	1	1	3	2	1	1	0

Anhang

Anhang B :Gesamtergebnisse Themenbereich 2 „Antioxidantien“

Eisbergsalat:

Versuchsreihe 1:

Tabelle 29 Gemittelte Gaszusammensetzung bei 9tägiger Lagerung Eisbergsalat Versuchsreihe 1 Antioxidantien

Zusatz	0	CO ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)			0	O ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)		
		5	7	9		5	7	9
mit Rosmarin	0,04	10,7	14,6	12,65	21	8,7	0,4545	5,26
mit Ascorbinsäure	0,04	10,35	17,1	18,05	21	10,05	2,49	0,4305
mit Zitronensäure	0,04	8,6	13,4	13,9	21	10,8	5,145	5,055
mit Zitronensaft	0,04	8,2	10,15	11,75	21	10,39	8,845	6,905
mit Ingwer	0,04	7,65	9,445	10,3	21	10,65	9,735	7,93
ohne Zusatz	0,04	8,75	10,35	12,05	21	12,7	7,435	5,765

Tabelle 30 Gemittelte Ergebnisse der externen mikrobiologischen Untersuchung Eisbergsalat Versuchsreihe 1 Antioxidantien

Angabe Keimzahlen in KbE/g	Lagerzeitraum (in Tagen)			Zunahme bis Tag 7	Zunahme bis Tag 9
	5	7	9		
GKZ ohne Zusatz (in 10 ⁶)	k.A.	16	30	k.A.	14
GKZ mit Ascorbinsäure (in 10 ⁶)	2,5	6	19	3,5	13
GKZ mit Rosmarinextrakt (in 10 ⁶)	5,7	7	13	1,3	6
GKZ mit Ingwer (in 10 ⁶)	6,4	18	30	11,6	12
GKZ mit Zitronensaft (in 10 ⁶)	1,5	4,5	17	3	12,5
GKZ mit Zitronensäure (in 10 ⁶)	0,16	0,52	1	0,36	0,48
Enterobacteriaceae ohne Zusatz (in 10 ⁴)	10	29	38	19	9
Enterobacteriaceae mit Zitronensäure (in 10 ⁴)				0	0
Enterobacteriaceae mit Ascorbinsäure (in 10 ⁴)	5,6	34	30	28,4	-4
Enterobacteriaceae mit Rosmarinextrakt (in 10 ⁴)	5,4	7,5	20	2,1	12,5
Enterobacteriaceae mit Ingwer (in 10 ⁴)	6,6	21	10	14,4	-11
Enterobacteriaceae mit Zitronensaft (in 10 ⁴)	10	30	25	20	-5
Enterobacteriaceae mit Zitronensäure (in 10 ⁴)	2	5,9	25	3,9	19,1

Tabelle 31 Gemittelte Ergebnisse pH-Wert Eisbergsalat Versuchsreihe 1 Antioxidantien

	Lagerzeitraum (in Tagen)		
	5	7	9
pH-Wert ohne Zusatz	6,2	6,2	6,2
pH-Wert mit Zitronensäure	5,9	6,2	5,9
pH-Wert mit Ascorbinsäure	6,2	6,2	5,7
pH-Wert mit Rosmarinextrakt	6,2	6,45	6,3
pH-Wert mit Ingwer	6,3	6,05	6
pH-Wert mit Zitronensaft	5,95	6,2	5,7

Versuchsreihe 2:

Tabelle 32 Gemittelte Gaszusammensetzung bei 9tägiger Lagerung Eisbergsalat Versuchsreihe 2 Antioxidantien

Zusatz	0	CO ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)			0	O ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)		
		5	7	9		5	7	9
mit Rosmarin	0,04	8,4	10,4	11,2	21	9,115	6,845	5,91
mit Ascorbinsäure	0,04	7,3	11,25	12,8	21	10,85	5,635	4,135
mit Zitronensäure	0,04	8,3	12,9	11,55	21	11,85	6,25	8,33
mit Zitronensaft	0,04	8,5	12	13,1	21	10,39	5,95	5,38
mit Ingwer	0,04	7,9	10	12,15	21	9,845	7,385	4,805
ohne Zusatz	0,04	5,9	8,1	9,52	21	12,7	10,085	8,495

Tabelle 33 Gemittelte Ergebnisse der externen mikrobiologischen Untersuchung Eisbergsalat Versuchsreihe 2 Antioxidantien

Angabe Keimzahlen in KbE/g	Lagerzeitraum (in Tagen)			Zunahme bis Tag 7	Zunahme bis Tag 9
	5	7	9		
GKZ ohne Zusatz (in 10 ⁶)	3,4	6	7,5	2,6	1,5
GKZ mit Ascorbinsäure (in 10 ⁶)	0,21	1,3	2,3	1,09	1
GKZ mit Rosmarinextrakt (in 10 ⁶)	2,7	16	36	13,3	20
GKZ mit Ingwer (in 10 ⁶)	3	32	23	29	-9
GKZ mit Zitronensaft (in 10 ⁶)	0,05	7	2,3	6,95	-4,7
GKZ mit Zitronensäure (in 10 ⁶)	0,0096	0,012	0,032	0,0024	0,02
Enterobacteriaceae ohne Zusatz (in 10 ⁴)	10	10	42	0	32
Enterobacteriaceae mit Zitronensäure (in 10 ⁴)				0	0
Enterobacteriaceae mit Ascorbinsäure (in 10 ⁴)	3,3	6,6	10	3,3	3,4
Enterobacteriaceae mit Rosmarinextrakt (in 10 ⁴)	1	10	8	9	-2
Enterobacteriaceae mit Ingwer (in 10 ⁴)	1,6	39	41	37,4	2
Enterobacteriaceae mit Zitronensaft (in 10 ⁴)	1	38	15	37	-23
Enterobacteriaceae mit Zitronensäure (in 10 ⁴)	0,08	0,46	1	0,38	0,54
Hefen ohne Zusatz (10 ²)	6	6	8	0	2
Hefen mit Zitronensäure (10 ²)	18	60	30	42	-30
Hefen mit Ascorbinsäure (10 ²)	12	24	50	12	26
Hefen mit Rosmarinextrakt (10 ²)	6	26	28	20	2
Hefen mit Ingwer (10 ²)	2	10	2	8	-8
Hefen mit Zitronensaft (10 ²)	46	18	8	-28	-10

Tabelle 34 Gemittelte Ergebnisse pH-Wert Eisbergsalat Versuchsreihe 2 Antioxidantien

	Lagerzeitraum (in Tagen)		
	5	7	9
pH-Wert ohne Zusatz	5,7	6,8	6,3
pH-Wert mit Zitronensäure	4,8	4,9	5
pH-Wert mit Ascorbinsäure	5,7	5,9	6,2
pH-Wert mit Rosmarinextrakt	6,2	6,2	6,5
pH-Wert mit Ingwer	5,2	6,3	4,9
pH-Wert mit Zitronensaft	5,2	6,7	6

Sensorik:

Tabelle 35 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Eisbergsalat Ascorbinsäure

Ascorbinsäure		Versuchsreihe 1			Versuchsreihe 2		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	1	2	1	1	1	1
	frisch	3	2	2	4	3	3
	farbig	3	3	2	4	3	3
	wässrig	1	1	0	2	1	2
	trockene Schnittstellen	1	1	0	0	1	1
<u>Geruch</u>	gärig	0	1	2	0	0	0
	säuerlich	0	0	1	0	0	1
	erdig	0	1	1	0	0	1
	muffig	0	1	2	1	0	0
<u>Geschmack</u>	gärig	0	0	1	0	0	1
	säuerlich	0	0	0	0	0	0
	erdig	0	1	1	0	0	0
	fremd	1	1	2	0	0	1
	flach	0	3	2	1	2	3
<u>Konsistenz</u>	bissfest	4	2	2	5	3	3

Tabelle 36 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Eisbergsalat Rosmarinextrakt

Rosmarinextrakt		Versuchsreihe 1			Versuchsreihe 2		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	2	1	3	4	4	4
	frisch	3	3	1	2	1	1
	farbig	3	4	2	2	1	1
	wässrig	0	0	0	2	1	2
	trockene Schnittstellen	1	1	2	1	2	3
<u>Geruch</u>	gärig	0	0	3	0	0	2
	säuerlich	0	0	0	0	0	0
	erdig	0	0	2	0	0	0
	muffig	0	0	0	0	1	3
<u>Geschmack</u>	gärig	0	0	0	0	0	2
	säuerlich	0	0	0	0	0	0
	erdig	0	0	0	0	0	1
	fremd	0	0	3	0	3	3
	flach	0	1	2	1	3	3
<u>Konsistenz</u>	bissfest	4	3	1	4	3	2

Tabelle 37 Ergebnisse sensorische Bewertung Eisbergsalat Ohne Zusatz

ohne Zusatz		Versuchsreihe 1			Versuchsreihe 2		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	2	2	2	2	2	3
	frisch	3	2	2	3	3	2
	farbig	3	3	2	3	3	2
	wässrig	0	0	0	1	1	0
	trockene Schnittstellen	2	2	0	3	3	4
<u>Geruch</u>	gärig	0	0	2	0	0	0
	säuerlich	0	0	1	0	0	0
	erdig	0	1	1	0	0	3
	muffig	0	2	2	1	1	3
<u>Geschmack</u>	gärig	0	0	0	0	0	0
	säuerlich	0	0	0	0	0	0
	erdig	0	0	1	0	0	2
	fremd	0	2	1	0	2	1
	flach	0	2	3	1	2	4
<u>Konsistenz</u>	bissfest	5	3	2	4	3	3

Tabelle 38 Ergebnisse sensorische Bewertung Eisbergsalat Zitronensaft

Zitronensaft		Versuchsreihe 1			Versuchsreihe 2		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	1	2	2	1	1	2
	frisch	3	2	2	5	4	3
	farbig	4	3	2	5	4	3
	wässrig	0	1	0	1	1	1
	trockene Schnittstellen	1	1	1	0	1	1
<u>Geruch</u>	gärig	0	1	3	0	0	0
	säuerlich	0	0	1	0	0	0
	erdig	0	1	1	0	0	0
	muffig	0	1	2	0	0	3
<u>Geschmack</u>	gärig	0	0	0	0	0	0
	säuerlich	0	0	0	0	0	0
	erdig	0	1	1	0	0	0
	fremd	1	1	2	0	2	2
	flach	1	3	4	1	2	3
<u>Konsistenz</u>	bissfest	5	3	2	5	4	3

Tabelle 39 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Eisbergsalat Ingwer

Ingwer		Versuchsreihe 1			Versuchsreihe 2		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	2	2	2	3	4	4
	frisch	3	3	1	2	2	2
	farbig	3	3	2	2	2	2
	wässrig	0	0	0	1	2	1
	trockene Schnittstellen	2	1	3	1	1	3
<u>Geruch</u>	gärig	0	0	0	0	0	0
	säuerlich	0	0	0	0	0	0
	erdig	0	1	1	0	0	1
	muffig	0	2	3	0	0	2
<u>Geschmack</u>	gärig	0	0	0	0	0	0
	säuerlich	0	0	0	0	0	0
	erdig	0	0	2	0	0	0
	fremd	1	1	0	3	3	2
	flach	0	2	3	1	3	4
<u>Konsistenz</u>	bissfest	4	3	2	4	3	2

Zitronensäure		Versuchsreihe 1			Versuchsreihe 2		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	1	2	2	1	1	1
	frisch	3	2	3	4	4	3
	farbig	3	3	3	4	4	3
	wässrig	1	0	0	3	4	4
	trockene Schnittstellen	0	1	1	0	1	0
<u>Geruch</u>	gärig	0	0	1	0	0	0
	säuerlich	0	0	0	1	0	0
	erdig	0	1	1	0	0	0
	muffig	0	1	2	1	0	3
<u>Geschmack</u>	gärig	0	0	0	0	0	1
	säuerlich	1	0	0	3	0	3
	erdig	0	0	1	0	0	3
	fremd	0	1	1	1	1	1
	flach	0	2	3	1	1	3
<u>Konsistenz</u>	bissfest	4	2	2	4	3	2

Gemüse

Versuchsreihe 1:

Tabelle 40 Gemittelte Gaszusammensetzung bei 9tägiger Lagerung Gemüse Versuchsreihe 1 Antioxidantien

Zusatz	CO ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)				O ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)			
	0	5	7	9	0	5	7	9
mit Rosmarin	0,04	10,3	11,8	14,55	21	2,45	1,965	0,0075
mit Ascorbinsäure	0,04	10,45	12	13,85	21	2,1	1,0435	0,344
mit Zitronensäure	0,04	11,85	13,3	16,05	21	3,65	1,635	0,0965
mit Zitronensaft	0,04	10,15	12,8	14,85	21	3,6	1,858	0,248
mit Ingwer	0,04	10,5	12,2	15,8	21	1,831	1,4725	0,0065
ohne Zusatz	0,04	9,35	11,55	14,9	21	3,54	3	0,0065

Tabelle 41 Gemittelte Ergebnisse der externen mikrobiologischen Untersuchung Gemüse Versuchsreihe 1 Antioxidantien

Angabe Keimzahlen in KbE/g	Lagerzeitraum (in Tagen)			Zunahme bis Tag 7	Zunahme bis Tag 9
	5	7	9		
GKZ ohne Zusatz (in 10 ⁶)	34	70	77	36	7
GKZ mit Zitronensäure (in 10 ⁶)	9	74	66	65	-8
GKZ mit Ascorbinsäure (in 10 ⁶)	30	70	50	40	-20
GKZ mit Rosmarinextrakt (in 10 ⁶)	32	60	82	28	22
GKZ mit Ingwer (in 10 ⁶)	19	70	59	51	-11
GKZ mit Zitronensaft (in 10 ⁶)	29	48	43	19	-5
Enterobacteriaceae ohne Zusatz (10 ⁵)	50	7	4	-43	-3
Enterobacteriaceae mit Zitronensäure (10 ⁵)	8,2	6,5	2,8	-1,7	-3,7
Enterobacteriaceae mit Ascorbinsäure (10 ⁵)	4,7	5,1	4,5	0,4	-0,6
Enterobacteriaceae mit Rosmarinextrakt (10 ⁵)	8,2	8	3,3	-0,2	-4,7
Enterobacteriaceae mit Ingwer (10 ⁵)	4,7	7,8	4,6	3,1	-3,2
Enterobacteriaceae mit Zitronensaft (10 ⁵)	10	8,6	3,1	-1,4	-5,5
Enterobacteriaceae mit Zitronensaft (10 ⁴)	100	86	31	-14	-55

Tabelle 42 Gemittelte Ergebnisse pH-Wert Gemüse Versuchsreihe 1 Antioxidantien

	Lagerzeitraum (in Tagen)		
	5	7	9
pH-Wert ohne Zusatz	5,9	5,05	4,8
pH-Wert mit Zitronensäure	4,85	5,45	4,7
pH-Wert mit Ascorbinsäure	5,15	5,15	5
pH-Wert mit Rosmarinextrakt	5,1	4,95	5,15
pH-Wert mit Ingwer	5,05	5,2	4,7
pH-Wert mit Zitronensaft	4,6	5,35	4,6

Versuchsreihe 2:

Tabelle 43 Gemittelte Gaszusammensetzung bei 9tägiger Lagerung Gemüse Versuchsreihe 2 Antioxidantien

Zusatz	0	CO ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)			0	O ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)		
		5	7	9		5	7	9
mit Rosmarin	0,04	12,3	14,3	14,7	21	0,008	0,004	0,007
mit Ascorbinsäure	0,04	11,1	14,6	14,4	21	1,56	0,004	0,005
mit Zitronensäure	0,04	11,9	14,5	15,3	21	1,86	0,354	0,714
mit Zitronensaft	0,04	10,6	15	15	21	4,48	0,005	0,004
mit Ingwer	0,04	12,5	14,9	13,5	21	0,004	0,006	1,08
ohne Zusatz	0,04	11,8	14,8	15,1	21	0,017	0,007	0,003

Tabelle 44 Gemittelte Ergebnisse der externen mikrobiologischen Untersuchung Gemüse Versuchsreihe 2 Antioxidantien

Angabe Keimzahlen in KbE/g	Lagerzeitraum (in Tagen)			Zunahme bis Tag 7	Zunahme bis Tag 9
	5	7	9		
GKZ ohne Zusatz (in 10 ⁶)	3,5	30	75	26,5	45
GKZ mit Zitronensäure (in 10 ⁶)	0,2	0,37	2,5	0,17	2,13
GKZ mit Ascorbinsäure (in 10 ⁶)	3,1	12	44	8,9	32
GKZ mit Rosmarinextrakt (in 10 ⁶)	2,2	67	60	64,8	-7
GKZ mit Ingwer (in 10 ⁶)	2,8	42	39	39,2	-3
GKZ mit Zitronensaft (in 10 ⁶)	3	24	31	21	7
Enterobacteriaceae ohne Zusatz (10 ⁵)	0,14	10	10	9,86	0
Enterobacteriaceae mit Zitronensäure (10 ⁴)	0,032	0,07	2	0,038	1,93
Enterobacteriaceae mit Ascorbinsäure (10 ⁵)	3,1	6	18	2,9	12
Enterobacteriaceae mit Rosmarinextrakt (10 ⁵)	0,21	2,6	11	2,39	8,4
Enterobacteriaceae mit Ingwer (10 ⁵)	3,9	5,7	23	1,8	17,3
Enterobacteriaceae mit Zitronensaft (10 ⁵)	0,17	8,2	2,8	8,03	-5,4
Hefen ohne Zusatz (10 ³)	0,62	13	30	12,38	17
Hefen mit Zitronensäure (10 ³)	4,2	27	12	22,8	-15
Hefen mit Ascorbinsäure (10 ³)	10	6,6	12	-3,4	5,4
Hefen mit Rosmarinextrakt (10 ³)	4,4	6	4,2	1,6	-1,8
Hefen mit Ingwer (10 ³)	11	10	36	-1	26
Hefen mit Zitronensaft (10 ³)	5,2	24	10	18,8	-14
Schimmelpilz ohne Zusatz (10 ²)	2	6	2	4	-4
Schimmelpilz mit Zitronensäure (10 ²)	2	4	10	2	6
Schimmelpilz mit Ascorbinsäure (10 ²)	6,4	6	6	-0,4	0
Schimmelpilz mit Rosmarinextrakt (10 ²)	2	2	2	0	0
Schimmelpilz mit Ingwer (10 ²)	2	2	4	0	2
Schimmelpilz mit Zitronensaft (10 ²)	4	4	8	0	4

Tabelle 45 Gemittelte Ergebnisse pH-Wert Gemüse Versuchsreihe 2 Antioxidantien

	Lagerzeitraum (in Tagen)		
	5	7	9
pH-Wert ohne Zusatz	5	5	5,4
pH-Wert mit Zitronensäure	4,75	4,45	4,8
pH-Wert mit Ascorbinsäure	5,15	5,25	4,9
pH-Wert mit Rosmarinextrakt	4,9	4,55	5,1
pH-Wert mit Ingwer	4,9	5	4,8
pH-Wert mit Zitronensaft	5,95	4,95	5,4

Sensorik:

Tabelle 46 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Gemüse Ascorbinsäure

Ascorbinsäure	Versuchsreihe 1			Versuchsreihe 2		
	Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
	5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>						
bräunlich, grau	3	1	1	0	1	1
frisch	4	2	3	4	3	2
farbig	2	3	3	4	3	3
wässrig	1	2	1	1	2	3
trockene Schnittstellen	0	1	1	1	1	1
<u>Geruch</u>						
gärig	0	1	1	0	2	0
säuerlich	0	1	0	0	1	1
erdig	0	0	1	0	1	0
muffig	0	1	1	0	1	2
<u>Geschmack</u>						
gärig	0	1	1	0	0	1
säuerlich	0	0	0	0	1	0
erdig	0	0	0	0	0	0
fremd	0	1	1	1	2	1
flach	0	2	3	1	3	3
<u>Konsistenz</u>						
bissfest	5	2	2	5	3	4

Tabelle 47 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Gemüse Rosmarinextrakt

Rosmarinextrakt	Versuchsreihe 1			Versuchsreihe 2		
	Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
	5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>						
bräunlich, grau	3	1	1	1	2	3
frisch	3	2	1	3	2	2
farbig	1	3	1	3	3	2
wässrig	0	1	1	1	1	1
trockene Schnittstellen	0	1	1	0	1	3
<u>Geruch</u>						
gärig	0	1	1	0	0	0
säuerlich	0	0	1	0	0	0
erdig	0	0	0	0	0	0
muffig	0	1	1	0	1	1
<u>Geschmack</u>						
gärig	0	0	2	0	0	1
säuerlich	0	0	1	0	0	0
erdig	0	0	0	0	0	0
fremd	0	1	1	0	1	1
flach	0	3	3	1	2	3
<u>Konsistenz</u>						
bissfest	5	2	3	4	3	3

Tabelle 48 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Gemüse ohne Zusatz

Ohne Zusatz	Versuchsreihe 1			Versuchsreihe 2		
	Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
	5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>						
bräunlich, grau	3	0	1	1	1	2
frisch	3	3	2	3	3	2
farbig	1	3	2	3	3	3
wässrig	1	2	0	1	1	1
trockene Schnittstellen	0	1	2	0	2	2
<u>Geruch</u>						
gärig	0	0	1	0	0	1
säuerlich	0	0	0	0	0	0
erdig	0	0	1	0	0	0
muffig	0	1	1	0	1	1
<u>Geschmack</u>						
gärig	0	0	1	0	0	0
säuerlich	0	0	0	0	0	0
erdig	1	0	0	0	0	0
fremd	0	1	1	0	0	1
flach	0	2	3	1	2	3
<u>Konsistenz</u>						
bissfest	5	3	2	4	3	3

Tabelle 49 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Gemüse Zitronensaft

Zitronensaft	Versuchsreihe 1			Versuchsreihe 2		
	Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
	5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>						
bräunlich, grau	3	0	1	0	0	1
frisch	3	2	3	4	4	3
farbig	1	3	3	4	4	4
wässrig	0	1	2	1	1	1
trockene Schnittstellen	0	2	2	1	1	2
<u>Geruch</u>						
gärig	0	1	0	0	0	0
säuerlich	0	1	0	1	0	0
erdig	0	0	0	0	0	0
muffig	0	1	1	0	0	1
<u>Geschmack</u>						
gärig	0	1	0	0	0	0
säuerlich	0	0	0	0	0	0
erdig	0	0	0	0	0	0
fremd	0	1	1	1	0	2
flach	0	3	3	1	1	3
<u>Konsistenz</u>						
bissfest	5	2	3	4	3	3

Tabelle 50 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Gemüse Ingwer

Ingwer	Versuchsreihe 1			Versuchsreihe 2		
	Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
	5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>						
bräunlich, grau	3	0	1	0	1	1
frisch	3	3	3	4	3	3
farbig	1	3	3	4	3	4
wässrig	0	0	1	1	2	2
trockene Schnittstellen	0	1	1	0	3	3
<u>Geruch</u>						
gärig	0	1	0	0	0	0
säuerlich	0	0	0	0	0	0
erdig	0	0	0	0	0	0
muffig	0	1	0	0	0	1
<u>Geschmack</u>						
gärig	0	0	0	0	0	0
säuerlich	0	0	0	0	0	0
erdig	0	0	0	0	0	0
fremd	1	3	2	0	3	3
flach	0	3	3	1	2	2
<u>Konsistenz</u>						
bissfest	6	3	3	4	3	4

Tabelle 51 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Gemüse Zitronensäure

Zitronensäure	Versuchsreihe 1			Versuchsreihe 2		
	Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
	5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>						
bräunlich, grau	2	0	0	0	1	2
frisch	3	2	2	4	4	2
farbig	2	3	3	4	4	3
wässrig	0	3	3	1	2	4
trockene Schnittstellen	0	2	0	2	1	0
<u>Geruch</u>						
gärig	0	1	1	0	0	1
säuerlich	0	0	0	2	0	2
erdig	1	0	1	0	0	0
scharf	0	0	0	0	0	1
muffig	0	1	2	0	2	1
<u>Geschmack</u>						
gärig	0	1	2	0	0	2
säuerlich	0	1	1	0	0	1
erdig	0	0	0	0	0	0
scharf	0	0	1	0	0	0
bitter	0	0	0	0	0	0
fremd	0	1	2	0	3	2
flach	0	3	3	1	3	2
<u>Konsistenz</u>						
bissfest	5	2	2	4	3	3

Anhang

Anhang C :Gesamtergebnisse Themenbereich 2 „Schutzatmosphäre und Verpackung“

Eisbergsalat:

Tabelle 52 Gemittelte Gaszusammensetzung bei 9tägiger Lagerung Eisbergsalat PAPE Folienschlauchbeutel Schutzatmosphäre und Verpackung

PA-PE Folienschlauchbeutel	C O ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)				O ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)			
	0	5	7	9	0	5	7	9
MAP	23	17,85	24,45	27,6	5	0,0165	0,004	0,31
Air	0,04	9,3	11,6	15,25	21	8,41	5,5	0,6065
Biogon	5	16,1	16,05	11,7	5	0,001	0,0005	0,004

Tabelle 53 Gemittelte Gaszusammensetzung bei 9tägiger Lagerung Eisbergsalat PAPE Tiefziehbeutel Schutzatmosphäre und Verpackung

PA-PE-Tiefziehbeutel	CO ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)				O ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)			
	0	5	7	9	0	5	7	9
MAP	23	20,9	22,65	23,1	5	1,52	0,3565	0,1015
Air	0,04	13,4	8,3	9,05	21	6,15	10,85	9,65
Biogon	5	18,95	12,6	11,25	5	1,63	2,375	2,81
Mikroperforation	0,04	2,25	2,15	1,9	21	19,1	19,05	19,55

Tabelle 54 Gemittelte Gaszusammensetzung bei 9tägiger Lagerung Eisbergsalat PLA Folienschlauchbeutel Schutzatmosphäre und Verpackung

PLA-Folienschlauchbeutel	C O ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)				O ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)			
	0	5	7	9	0	5	7	9
MAP	23	3,1	0,95	2,1	5	18,15	20,25	19,2
Air	0,04	2,05	3,95	1,35	21	18,9	16,4	19,9
Biogon	5	2,35	2,1	0,75	5	18,2	19	20,3
Mikroperforation	0,04	1,1	1,25	0,75	21	20,05	19,7	20,35

Tabelle 55 Gemittelte Gaszusammensetzung bei 9tägiger Lagerung Eisbergsalat OPP Folienschlauchbeutel Schutzatmosphäre und Verpackung

OPP-Folienschlauchbeutel	C O ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)				O ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)			
	0	5	7	9	0	5	7	9
MAP	23	17,15	14,95	13,45	5	0,3115	0,0825	0,2525
Air	0,04	6,3	7,8	7,25	21	10,95	7,375	7,555
Biogon	5	15,65	16,85	6,1	5	0,62	0,931	2,3
Mikroperforation	0,04	1,45	1,85	1,4	21	19,65	19,1	19,75

Tabelle 56 Gemittelte Ergebnisse der externen mikrobiologischen Untersuchung Eisbergsalat PAPE Folienschlauchbeutel

PAPE-Folienschlauchbeutel	Lagerzeitraum (in Tagen)			Zunahme bis Tag7	Zunahme bis Tag 9
	5	7	9		
Angabe Keimzahlen in KbE/g					
GKZ MAP in 10 ⁶	0,32	16	24	15,68	8
GKZ Air 50% in 10 ⁶	2	6,7	10	4,7	3,3
GKZ Biogon in 10 ⁶	0,41	2,8	31	2,39	28,2
Enterobacteriaceae MAP in 10 ⁴	0,16	0,8	23	0,64	22,2
Enterobacteriaceae Air 50% in 10 ⁴	3,3	5	0,02	1,7	-4,98
Enterobacteriaceae Biogon in 10 ⁴	1,7	5,2	54	3,5	48,8
Hefen MAP in 10 ²	4	2	4	-2	2
Hefen Air 50% in 10 ²	40	54	16	14	-38
Hefen Biogon in 10 ²	2	6	2	4	-4
Schimmelpilz MAP in 10 ²	2	2	2	0	0
Schimmelpilz Air 50% in 10 ²	2	4	2	2	-2
Schimmelpilz Biogon in 10 ²	2	2	4	0	2

Tabelle 57 Gemittelte Ergebnisse der externen mikrobiologischen Untersuchung Eisbergsalat PAPE Tiefziehbeutel

PAPE-Tiefziehbeutel	Lagerzeitraum (in Tagen)			Zunahme bis Tag7	Zunahme bis Tag 9
	5	7	9		
Angabe Keimzahlen in KbE/g					
GKZ MAP in 10 ⁶	0,22	1,8	10	1,58	8,2
GKZ Air 50 in 10 ⁶	3,1	10	18	6,9	8
GKZ Biogon in 10 ⁶	0,41	5,8	12	5,39	6,2
GKZ Mikroperforation, Air 50% in 10 ⁶	3,4	9,6	30	6,2	20,4
Enterobacteriaceae MAP in 10 ⁴	0,44	1,9	22	1,46	20,1
Enterobacteriaceae Air 50% in 10 ⁴	10	4,5	34	-5,5	29,5
Enterobacteriaceae Biogon in 10 ⁴	2,8	13	35	10,2	22
Enterobacteriaceae Mikroperforation,Air50% in 10 ⁴	8,6	10	39	1,4	29
Hefen MAP in 10 ²	6	28	6	22	-22
Hefen Air 50% in 10 ²	8	30	4	22	-26
Hefen Biogon in 10 ²	18	16	12	-2	-4
Hefen Mikroperforation, Air 50% in 10 ²	4	80	12	76	-68
Schimmelpilz MAP in 10 ²	2	10	2	8	-8
Schimmelpilz Air 50% in 10 ²	2	2	4	0	2
Schimmelpilz Biogon in 10 ²	8	2	4	-6	2
Schimmelpilz Mikroperforation, Air 50% in 10 ²	8	6	2	-2	-4

Tabelle 58 Gemittelte Ergebnisse der externen mikrobiologischen Untersuchung Eisbergsalat PLA Folienschlauchbeutel

PLA-Folienschlauchbeutel	Lagerzeitraum (in Tagen)			Zunahme bis Tag7	Zunahme bis Tag 9
	5	7	9		
Angabe Keimzahlen in KbE/g					
GKZ MAP in 10 ⁶	1,9	10	24	8,1	14
GKZ Air 50% in 10 ⁶	18	9,2	47	-8,8	37,8
GKZ Biogon in 10 ⁶	3,2	9	35	5,8	26
GKZ Mikroperforation, Air 50% in 10 ⁶	5	12	24	7	12
Enterobacteriaceae MAP in 10 ⁴	2,6	8	37	5,4	29
Enterobacteriaceae Air 50% in 10 ⁴	2,9	10	41	7,1	31
Enterobacteriaceae Biogon in 10 ⁴	7,7	6,3	35	-1,4	28,7
Enterobacteriaceae Mikroperforation,Air50% in 10 ⁴	2,2	22	30	19,8	8
Hefen MAP in 10 ²	4	40	24	36	-16
Hefen Air 50% in 10 ²	2	38	2	36	-36
Hefen Biogon in 10 ²	8	22	16	14	-6
Hefen Mikroperforation, Air 50% in 10 ²	4	80	16	76	-64
Schimmelpilz MAP in 10 ²	14	4	4	-10	0
Schimmelpilz Air 50% in 10 ²	2	2	2	0	0
Schimmelpilz Biogon in 10 ²	2	8	2	6	-6
Schimmelpilz Mikroperforation, Air 50% in 10 ²	2	4	2	2	-2

Tabelle 59 Gemittelte Ergebnisse der externen mikrobiologischen Untersuchung Eisbergsalat OPP Folienschlauchbeutel

OPP-Folienschlauchbeutel	Lagerzeitraum (in Tagen)			Zunahme bis Tag7	Zunahme bis Tag 9
	5	7	9		
Angabe Keimzahlen in KbE/g					
GKZ MAP in 10 ⁶	6,5	3,5	17	-3	13,5
GKZ Air 50% in 10 ⁶	9,2	8	19	-1,2	11
GKZ Biogon in 10 ⁶	0,018	10	18	9,982	8
GKZ Mikroperforation, Air 50% in 10 ⁶	2,7	8,8	35	6,1	26,2
Enterobacteriaceae MAP in 10 ⁴	3,6	6	35	2,4	29
Enterobacteriaceae Air 50% in 10 ⁴	7,4	10	18	2,6	8
Enterobacteriaceae Biogon in 10 ⁴	6,1	7,3	30	1,2	22,7
Enterobacteriaceae Mikroperforation,Air50% in 10 ⁴	4,4	6,6	24	2,2	17,4
Hefen MAP in 10 ³	2,6	1	12	-1,6	11
Hefen Air 50% in 10 ³	0,4	6,8	0,6	6,4	-6,2
Hefen Biogon in 10 ³	1,6	1	5,6	-0,6	4,6
Hefen Mikroperforation, Air 50% in 10 ³	3	2,4	5,2	-0,6	2,8
Schimmelpilz MAP in 10 ²	2	2	6	0	4
Schimmelpilz Air 50% in 10 ²	2	2	2	0	0
Schimmelpilz Biogon in 10 ²	4	2	6	-2	4
Schimmelpilz Mikroperforation, Air in 50% in 10 ²	18	8	4	-10	-4

Tabelle 60 Gemittelte Ergebnisse pH-Wert Eisbergsalat PAPE Folienschlauchbeutel

PAPE-Folienschlauchbeutel	Lagerzeitraum (in Tagen)		
	5	7	9
pH-Wert MAP	5,7	6,1	6,2
pH-Wert Air 50%	6,2	5,9	6,3
pH-Wert Biogon	5,6	6,4	6,2

Tabelle 61 Gemittelte Ergebnisse pH-Wert Eisbergsalat PAPE Tiefziehbeutel

PAPE-Tiefziehbeutel	Lagerzeitraum (in Tagen)		
	5	7	9
pH-Wert MAP	6,3	6,1	5,95
pH-Wert Air 50%	6,1	5,9	6,9
pH-Wert Biogon	6,1	6,45	6
pH-Wert Mikroperforation, Air 50%	5,6	6,2	6,3

Tabelle 62 Gemittelte Ergebnisse pH-Wert Eisbergsalat PLA Folienschlauchbeutel

PLA-Folienschlauchbeutel	Lagerzeitraum (in Tagen)		
	5	7	9
pH-Wert MAP	5,8	6,2	6
pH-Wert Air 50%	5,9	6,1	5,6
pH-Wert Biogon	5,8	6,1	5,6
pH-Wert Mikroperforation, Air 50%	5,8	6,1	5,95

Tabelle 63 Gemittelte Ergebnisse pH-Wert Eisbergsalat OPP Folienschlauchbeutel

OPP-Folienschlauchbeutel	Lagerzeitraum (in Tagen)		
	5	7	9
pH-Wert MAP	6,3	6,2	6,4
pH-Wert Air 50%	5,9	6,2	5,95
pH-Wert Biogon	5,1	6,6	6,5
pH-Wert Mikroperforation, Air 50%	6,1	6,4	5,8

Sensorik:

Tabelle 64 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Eisbergsalat PAPE Tiefziehbeutel

PAPE Tiefziehbeutel		Air			MAP		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	5	7	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	3	3	3	1	1	0
	frisch	2	3	2	3	3	3
	farbig	2	3	2	4	4	3
	wässrig	0	1	0	0	0	0
	trockene Schnittstellen	1	2	3	1	2	1
<u>Geruch</u>	gärig	0	0	1	0	0	2
	säuerlich	0	0	0	0	0	1
	erdig	2	0	0	0	1	1
	muffig	2	1	2	2	2	3
<u>Geschmack</u>	gärig	0	0	0	0	0	0
	säuerlich	0	0	0	0	0	0
	erdig	0	0	1	0	1	0
	fremd	0	0	0	0	0	0
	flach	4	3	2	3	3	3
<u>Konsistenz</u>	bissfest	3	3	3	3	2	3

Tabelle 65 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Eisbergsalat PAPE Tiefziehbeutel

PAPE Tiefziehbeutel		Biogon			Mikroperforation		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	1	2	2	3	4	4
	frisch	4	3	2	2	2	1
	farbig	4	3	3	2	2	1
	wässrig	1	0	0	0	0	0
	trockene Schnittstellen	2	2	2	2	3	4
<u>Geruch</u>	gärig	0	0	1	0	0	1
	säuerlich	0	0	0	0	0	1
	erdig	0	1	1	2	1	2
	muffig	2	2	2	3	3	3
<u>Geschmack</u>	gärig	0	0	0	0	0	0
	säuerlich	0	0	0	0	0	0
	erdig	0	0	0	0	0	0
	fremd	0	0	0	0	0	0
	flach	2	3	4	3	3	4
<u>Konsistenz</u>	bissfest	4	3	3	3	3	3

Tabelle 66 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Eisbergsalat PAPE Folienschlauchbeutel

PAPE Folienschlauchbeutel		Air			MAP		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	2	2	1	1	1	0
	frisch	3	2	3	3	4	2
	farbig	3	3	3	3	4	3
	wässrig	0	0	0	0	0	0
	trockene Schnittstellen	1	2	1	1	1	2
<u>Geruch</u>	gärig	0	0	1	2	3	3
	säuerlich	0	0	1	1	1	1
	erdig	0	1	1	0	0	0
	muffig	3	1	2	2	2	3
<u>Geschmack</u>	gärig	0	0	0	0	2	4
	säuerlich	0	0	0	0	0	0
	erdig	0	1	0	0	0	0
	fremd	0	0	0	1	1	0
	flach	3	3	3	3	3	3
<u>Konsistenz</u>	bissfest	4	3	2	3	3	2

Tabelle 67 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Eisbergsalat PAPE Folienschlauchbeutel

PAPE Folienschlauchbeutel		Biogon		
		Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	2	1	1
	frisch	3	3	3
	farbig	3	3	3
	wässrig	0	0	0
	trockene Schnittstellen	2	1	2
<u>Geruch</u>	gärig	3	3	3
	säuerlich	2	1	1
	erdig	2	0	0
	muffig	3	3	2
<u>Geschmack</u>	gärig	3	3	2
	säuerlich	1	1	0
	erdig	1	0	0
	fremd	2	0	0
	flach	3	3	3
<u>Konsistenz</u>	bissfest	3	3	3

Tabelle 68 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Eisbergsalat OPP Folienschlauchbeutel

OPP Folienschlauchbeutel		Air			MAP		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	2	3	3	1	1	0
	frisch	3	3	2	3	2	2
	farbig	4	3	2	3	3	3
	wässrig	0	0	0	0	0	0
	trockene Schnittstellen	1	2	3	2	1	2
<u>Geruch</u>	gärig	0	0	1	1	2	2
	säuerlich	1	0	1	0	0	1
	erdig	0	1	2	0	0	0
	muffig	2	1	3	2	2	3
<u>Geschmack</u>	gärig	0	0	0	0	1	1
	säuerlich	0	0	0	0	0	0
	erdig	0	0	1	0	0	0
	fremd	0	0	0	0	0	0
	flach	3	3	3	3	3	3
<u>Konsistenz</u>	bissfest	3	3	3	3	3	3

Tabelle 69 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Eisbergsalat OPP Folienschlauchbeutel

OPP Folienschlauchbeutel		Biogon			Mikroperforation		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	2	1	3	2	3	4
	frisch	3	2	1	3	2	1
	farbig	3	3	2	3	2	2
	wässrig	0	0	0	0	0	0
	trockene Schnittstellen	2	1	3	3	3	3
<u>Geruch</u>	gärig	3	2	2	0	1	0
	säuerlich	0	1	1	0	0	0
	erdig	0	1	1	0	2	2
	muffig	2	3	3	2	3	3
<u>Geschmack</u>	gärig	1	3	1	0	1	0
	säuerlich	0	1	0	0	0	0
	erdig	0	2	1	0	0	1
	fremd	0	2	0	0	0	0
	flach	3	3	4	3	4	4
<u>Konsistenz</u>	bissfest	3	3	2	3	3	2

Tabelle 70 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Eisbergsalat PLA Folienschlauchbeutel

PLA Folienschlauchbeutel		Air			MAP		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	4	3	4	2	3	3
	frisch	2	2	1	3	2	2
	farbig	2	3	2	3	3	2
	wässrig	0	0	0	0	0	0
	trockene Schnittstellen	1	3	4	2	3	2
<u>Geruch</u>	gärig	0	0	0	0	0	1
	säuerlich	0	0	0	1	0	0
	erdig	1	1	3	2	1	1
	muffig	3	1	3	2	3	2
<u>Geschmack</u>	gärig	0	0	0	0	0	0
	säuerlich	0	0	0	0	0	0
	erdig	0	1	0	1	1	0
	fremd	0	0	0	0	1	0
	flach	3	3	4	3	3	3
<u>Konsistenz</u>	bissfest	3	3	2	4	3	3

Tabelle 71 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Eisbergsalat PLA Folienschlauchbeutel

PLA Folienschlauchbeutel		Biogon			Mikroperforation		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	3	3	4	3	3	4
	frisch	2	2	2	2	2	2
	farbig	2	2	2	3	3	2
	wässrig	0	0	0	0	0	0
	trockene Schnittstellen	3	3	2	1	2	3
<u>Geruch</u>	gärig	3	1	0	0	0	1
	säuerlich	1	0	0	0	0	0
	erdig	3	0	0	1	1	2
	muffig	3	3	3	2	2	3
<u>Geschmack</u>	gärig	0	0	0	0	0	1
	säuerlich	0	0	0	0	1	0
	erdig	0	0	0	0	0	1
	fremd	0	0	0	0	0	0
	flach	4	4	4	2	3	4
<u>Konsistenz</u>	bissfest	3	3	2	3	3	2

Gemüse:

Tabelle 72 Gemittelte Gaszusammensetzung bei 9tägiger Lagerung Gemüse PAPE Folienschlauchbeutel Schutzatmosphäre und Verpackung

PA-PE -Folienschlauchbeutel	CO ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)				O ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)			
	0	5	7	9	0	5	7	9
MAP	23	21,9	23,75	24,3	5	0,0035	0,004	0,003
Air	0,04	13,85	17,3	18,9	21	0,003	0,002	0,002
Biogon	5	12,15	13,9	17,8	5	0,002	0,0025	0,0025

Tabelle 73 Gemittelte Gaszusammensetzung bei 9tägiger Lagerung Gemüse PAPE Tiefziehbeutel Schutzatmosphäre und Verpackung

PA-PE-Tiefziehbeutel	CO ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)				O ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)			
	0	5	7	9	0	5	7	9
MAP	23	35,2	35,25	34,55	5	0,002	0,0025	0,001
Air	0,04	9,3	15,1	17,9	21	5,96	0,002	0,001
Biogon	5	8,45	9,8	10,25	5	0,321	0,002	0,003
Mikroperforation	0,04	3,45	5,15	9,6	21	17,35	15,2	10,4

Tabelle 74 Gemittelte Gaszusammensetzung bei 9tägiger Lagerung Gemüse PLA Folienschlauchbeutel Schutzatmosphäre und Verpackung

PLA-Folienschlauchbeutel	CO ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)				O ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)			
	0	5	7	9	0	5	7	9
MAP	23	7,85	6,75	5	5	11,805	11,14	13,845
Air	0,04	3,45	14,3	5,35	21	17,1	5,3	14,7
Biogon	5	4,35	4,45	5,9	5	14,5	14,11	13,5
Mikroperforation	0,04	3,45	4,1	5,6	21	17,15	16,35	15,05

Tabelle 75 Gemittelte Gaszusammensetzung bei 9tägiger Lagerung Gemüse OPP Folienschlauchbeutel Schutzatmosphäre und Verpackung

OPP-Folienschlauchbeutel	CO ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)				O ₂ -Konzentration (%) Lagerzeitraum (in Tagen)			
	0	5	7	9	0	5	7	9
MAP	23	17,6	12,2	16,95	5	0,2125	0,089	1,151
Air	0,04	10,1	9,65	12,4	21	1,7245	3,21	0,032
Biogon	5	9,85	9,85	11,2	5	0,063	0,168	0,052
Mikroperforation	0,04	3,4	3,8	6,4	21	17,45	16,45	13

Tabelle 76 Gemittelte Ergebnisse der externen mikrobiologischen Untersuchung Gemüse PAPE Folienschlauchbeutel

PAPE-Folienschlauchbeutel	Lagerzeitraum (in Tagen)			Zunahme bis Tag7	Zunahme bis Tag 9
	5	7	9		
Angabe Keimzahlen in KbE/g					
GKZ MAP in 10 ⁷	3,1	3,3	30	0,2	26,7
GKZ Air 50% in 10 ⁷	3,2	2,9	17	-0,3	14,1
GKZ Biogon in 10 ⁷	14	2,6	10	-11,4	7,4
Enterobacteriaceae MAP in 10 ⁴	4,2	34	38	29,8	4
Enterobacteriaceae Air 50% in 10 ⁴	26	18	41	-8	23
Enterobacteriaceae Biogon in 10 ⁴	41	14	33	-27	19
Hefen MAP in 10 ²	14	20	4	6	-16
Hefen Air 50% in 10 ²	10	62	80	52	18
Hefen Biogon in 10 ²	32	52	8	20	-44
Schimmelpilz MAP in 10 ²	2	2	2	0	0
Schimmelpilz Air 50% in 10 ²	4	2	2	-2	0
Schimmelpilz Biogon in 10 ²	2	2	2	0	0

Tabelle 77 Gemittelte Ergebnisse der externen mikrobiologischen Untersuchung Gemüse PAPE Tiefziehbeutel

PAPE-Tiefziehbeutel	Lagerzeitraum (in Tagen)			Zunahme bis Tag7	Zunahme bis Tag 9
	5	7	9		
Angabe Keimzahlen in KbE/g					
GKZ MAP in 10 ⁷	3,7	1,9	30	-1,8	28,1
GKZ Air 50% in 10 ⁷	4,2	3,3	14	-0,9	10,7
GKZ Biogon in 10 ⁷	7,4	1,8	30	-5,6	28,2
GKZ Mikroperforation, Air 50% in 10 ⁷	10	30	30	20	0
Enterobacteriaceae MAP in 10 ⁴	22	8	6	-14	-2
Enterobacteriaceae Air 50% in 10 ⁴	53	26	40	-27	14
Enterobacteriaceae Biogon in 10 ⁴	160	48	36	-112	-12
Enterobacteriaceae Mikroperforation, Air50% in 10 ⁴	100	140	2600	40	2460
Hefen MAP in 10 ²	48	12	22	-36	10
Hefen Air 50% in 10 ²	200	160	140	-40	-20
Hefen Biogon in 10 ²	100	96	60	-4	-36
Hefen Mikroperforation, Air 50% in 10 ²	360	1000	1700	640	700
Schimmelpilz MAP in 10 ²	2	12	6	10	-6
Schimmelpilz Air 50% in 10 ²	4	4	2	0	-2
Schimmelpilz Biogon in 10 ²	6	2	2	-4	0
Schimmelpilz Mikroperforation, Air 50% in 10 ²	10	4	20	-6	16

Tabelle 78 Gemittelte Ergebnisse der externen mikrobiologischen Untersuchung Gemüse PLA Folienschlauchbeutel

PLA-Folienschlauchbeutel	Lagerzeitraum (in Tagen)			Zunahme bis Tag7	Zunahme bis Tag 9
	5	7	9		
Angabe Keimzahlen in KbE/g					
GKZ MAP in 10 ⁷	5,9	30	30	24,1	0
GKZ Air 50% in 10 ⁷	8,1	13	30	4,9	17
GKZ Biogon in 10 ⁷	6,3	30	15	23,7	-15
GKZ Mikroperforation, Air 50% in 10 ⁷	13	12	30	-1	18
Enterobacteriaceae MAP in 10 ⁴	95	3300	2900	3205	-400
Enterobacteriaceae Air 50% in 10 ⁴	85	200	5600	115	5400
Enterobacteriaceae Biogon in 10 ⁴	32	120	2600	88	2480
Enterobacteriaceae Mikroperforation,Air50% in 10 ⁴	91	340	4900	249	4560
Hefen MAP in 10 ²	100	20000	46000	19900	26000
Hefen Air 50% in 10 ²	380	23000	170000	22620	147000
Hefen Biogon in 10 ²	310	22000	32000	21690	10000
Hefen Mikroperforation, Air 50% in 10 ²	620	84000	100000	83380	16000
Schimmelpilz MAP in 10 ²	2	4	12	2	8
Schimmelpilz Air 50% in 10 ²	8	2	14	-6	12
Schimmelpilz Biogon in 10 ²	8	2	18	-6	16
Schimmelpilz Mikroperforation, Air 50% in 10 ²	10	2	30	-8	28

Tabelle 79 Gemittelte Ergebnisse der externen mikrobiologischen Untersuchung Gemüse OPP Folienschlauchbeutel

OPP-Folienschlauchbeutel	Lagerzeitraum (in Tagen)			Zunahme bis Tag7	Zunahme bis Tag 9
	5	7	9		
Angabe Keimzahlen in KbE/g					
GKZ MAP in 10 ⁷	3	12	15	9	3
GKZ Air 50% in 10 ⁷	8,6	6,7	9,4	-1,9	2,7
GKZ Biogon in 10 ⁷	4,7	5,4	2,4	0,7	-3
GKZ Mikroperforation, Air 50% in 10 ⁷	15	13	12	-2	-1
Enterobacteriaceae MAP in 10 ⁴	8,3	32	6,6	23,7	-25,4
Enterobacteriaceae Air 50% in 10 ⁴	74	200	8500	126	8300
Enterobacteriaceae Biogon in 10 ⁴	86	88	18	2	-70
Enterobacteriaceae Mikroperforation,Air50% in 10 ⁴	180	180	3000	0	2820
Hefen MAP in 10 ²	18	21000	340	20982	-20660
Hefen Air 50% in 10 ²	84	3300	1300	3216	-2000
Hefen Biogon in 10 ²	70	2200	600	2130	-1600
Hefen Mikroperforation, Air 50% in 10 ²	540	13000	24000	12460	11000
Schimmelpilz MAP in 10 ²	2	6	2	4	-4
Schimmelpilz Air 50% in 10 ²	6	12	2	6	-10
Schimmelpilz Biogon in 10 ²	2	2	2	0	0
Schimmelpilz Mikroperforation, Air in 50% in 10 ²	12	6	100	-6	94

Tabelle 80 Gemittelte Ergebnisse pH-Wert Gemüse PAPE Folienschlauchbeutel

PAPE-Folienschlauchbeutel	Lagerzeitraum (in Tagen)		
	5	7	9
pH-Wert MAP	5,3	5	4,55
pH-Wert Air 50%	5,2	4,55	4,55
pH-Wert Biogon	5,2	4,8	4,5

Tabelle 81 Gemittelte Ergebnisse pH-Wert Gemüse PAPE Tiefziehbeutel

PAPE-Tiefziehbeutel	Lagerzeitraum (in Tagen)		
	5	7	9
pH-Wert MAP	6,5	4,55	4,5
pH-Wert Air 50%	5,9	4,6	4,45
pH-Wert Biogon	5,3	4,5	4,55
pH-Wert Mikroperforation, Air 50%	5,3	4,55	4,55

Tabelle 82 Gemittelte Ergebnisse pH-Wert Gemüse PLA Folienschlauchbeutel

PLA-Folienschlauchbeutel	Lagerzeitraum (in Tagen)		
	5	7	9
pH-Wert MAP	5,4	4,6	4,6
pH-Wert Air 50%	5,9	5	4,4
pH-Wert Biogon	5,5	4,95	4,75
pH-Wert Mikroperforation, Air 50%	5,7	4,8	4,9

Tabelle 83 Gemittelte Ergebnisse pH-Wert Gemüse OPP Folienschlauchbeutel

OPP-Folienschlauchbeutel	Lagerzeitraum (in Tagen)		
	5	7	9
pH-Wert MAP	5,9	5,1	4,45
pH-Wert Air 50%	5,1	4,75	4,9
pH-Wert Biogon	5,5	4,5	4,55
pH-Wert Mikroperforation, Air 50%	4,8	4,8	4,9

Sensorik:

Tabelle 84 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Gemüse PAPE Tiefziehbeutel

PAPE Tiefziehbeutel		Air			MAP		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	0	0	1	0	1	2
	frisch	4	3	3	3	3	1
	farbig	4	3	3	4	3	2
	wässrig	1	2	3	4	3	4
	trockene Schnittstellen	0	0	0	0	0	0
<u>Geruch</u>	gärig	0	0	1	1	2	1
	säuerlich	0	0	0	0	2	0
	erdig	0	0	0	1	1	0
	muffig	0	1	2	2	2	1
<u>Geschmack</u>	gärig	0	0	0	2	3	1
	säuerlich	0	0	0	1	2	1
	erdig	0	0	0	1	1	0
	fremd	0	0	0	1	2	1
	flach	2	3	3	2	2	3
<u>Konsistenz</u>	bissfest	3	3	3	3	3	2

Tabelle 85 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Gemüse PAPE Tiefziehbeutel

PAPE Tiefziehbeutel		Biogon			Mikroperforation		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	1	2	1	1	1	1
	frisch	3	2	2	3	3	2
	farbig	3	3	3	3	3	3
	wässrig	2	3	2	3	2	3
	trockene Schnittstellen	1	0	0	1	0	0
<u>Geruch</u>	gärig	0	1	1	1	0	2
	säuerlich	0	1	0	0	0	1
	erdig	1	1	0	0	1	1
	muffig	1	3	2	1	1	3
<u>Geschmack</u>	gärig	0	2	1	3	0	1
	säuerlich	0	1	0	1	0	1
	erdig	0	1	0	2	1	0
	fremd	0	2	0	3	0	1
	flach	2	3	3	3	2	3
<u>Konsistenz</u>	bissfest	3	3	3	3	3	3

Tabelle 86 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Gemüse PAPE Folienschlauchbeutel

PAPE Folienschlauchbeutel		Air			MAP		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	1	0	1	1	1	2
	frisch	3	3	3	2	2	2
	farbig	4	3	3	3	3	3
	wässrig	3	2	1	3	4	1
	trockene Schnittstellen	0	1	0	0	0	0
<u>Geruch</u>	gärig	0	1	2	1	1	3
	säuerlich	0	1	1	1	2	1
	erdig	0	0	0	1	1	1
	muffig	0	1	2	1	0	3
<u>Geschmack</u>	gärig	1	0	1	0	1	2
	säuerlich	1	0	1	0	1	1
	erdig	0	0	0	0	1	1
	fremd	0	0	1	0	0	0
	flach	2	2	3	1	3	3
<u>Konsistenz</u>	bissfest	3	3	3	3	3	2

Tabelle 87 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Gemüse PAPE Folienschlauchbeutel

PAPE Folienschlauchbeutel		Biogon		
		Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	2	2	3
	frisch	2	2	1
	farbig	3	3	2
	wässrig	4	3	4
	trockene Schnittstellen	0	1	1
<u>Geruch</u>	gärig	1	1	2
	säuerlich	1	1	1
	erdig	1	1	1
	muffig	2	2	1
<u>Geschmack</u>	gärig	1	2	3
	säuerlich	1	1	1
	erdig	1	1	1
	fremd	1	2	2
	flach	3	3	3
<u>Konsistenz</u>	bissfest	2	4	2
	Hedonisch	3	3	3

Tabelle 88 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Gemüse OPP Folienschlauchbeutel

OPP Folienschlauchbeutel		Air			MAP		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	1	0	1	2	0	2
	frisch	3	3	3	3	3	1
	farbig	4	3	3	4	3	3
	wässrig	2	3	2	3	2	4
	trockene Schnittstellen	1	0	1	0	1	0
<u>Geruch</u>	gärig	0	1	1	0	1	2
	säuerlich	0	1	0	0	1	1
	erdig	0	1	0	0	1	1
	muffig	0	1	2	0	1	3
<u>Geschmack</u>	gärig	0	1	1	1	1	1
	säuerlich	0	1	0	1	1	1
	erdig	1	1	0	0	1	1
	fremd	0	1	0	0	0	2
	flach	2	2	2	2	3	4
<u>Konsistenz</u>	bissfest	3	3	3	3	3	2

Tabelle 89 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Gemüse OPP Folienschlauchbeutel

OPP Folienschlauchbeutel		Biogon			Mikroperforation		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	1	1	2	0	0	1
	frisch	2	2	2	3	3	3
	farbig	3	3	3	3	3	3
	wässrig	3	3	4	3	3	1
	trockene Schnittstellen	0	0	0	0	0	1
<u>Geruch</u>	gärig	0	1	1	0	0	1
	säuerlich	1	0	2	0	0	0
	erdig	1	1	1	1	1	1
	muffig	0	1	2	2	2	2
<u>Geschmack</u>	gärig	1	1	1	0	0	1
	säuerlich	0	0	1	0	0	1
	erdig	1	0	1	0	1	0
	fremd	1	1	2	0	0	0
	flach	3	2	3	2	2	3
<u>Konsistenz</u>	bissfest	3	3	2	3	3	3

Tabelle 90 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Gemüse PLA Folienschlauchbeutel

PLA Folienschlauchbeutel		Air			MAP		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	0	1	1	1	1	1
	frisch	3	3	3	2	3	2
	farbig	3	3	3	3	3	3
	wässrig	2	2	1	3	2	2
	trockene Schnittstellen	1	1	1	0	1	1
<u>Geruch</u>	gärig	0	1	2	0	0	1
	säuerlich	0	0	1	0	1	1
	erdig	1	1	0	1	1	1
	muffig	0	1	2	1	1	2
<u>Geschmack</u>	gärig	0	3	0	1	1	1
	säuerlich	0	1	0	0	1	0
	erdig	1	1	0	1	1	1
	fremd	0	3	0	0	1	1
	flach	2	2	3	2	3	3
<u>Konsistenz</u>	bissfest	3	3	3	3	3	3

Tabelle 91 Gemittelte Ergebnisse sensorische Bewertung Gemüse PLA Folienschlauchbeutel

PLA Folienschlauchbeutel		Biogon			Mikroperforation		
		Lagerzeitraum in Tagen			Lagerzeitraum in Tagen		
		5	7	9	5	7	9
<u>Aussehen</u>	bräunlich, grau	2	0	1	1	1	1
	frisch	1	2	1	3	2	2
	farbig	3	3	3	3	3	3
	wässrig	3	1	2	1	1	1
	trockene Schnittstellen	0	0	1	1	1	1
<u>Geruch</u>	gärig	0	0	0	0	1	3
	säuerlich	0	1	0	0	1	1
	erdig	0	1	1	0	1	2
	muffig	0	2	1	0	2	3
<u>Geschmack</u>	gärig	0	0	0	1	2	2
	säuerlich	0	0	0	0	1	2
	erdig	0	1	1	0	1	1
	fremd	0	2	0	0	2	2
	flach	2	2	3	3	2	3
<u>Konsistenz</u>	bissfest	3	3	3	3	3	3