

Diplomarbeit
zur Erlangung des akademischen Grades Dipl.-Ing. oder DI

Texturerhöhung von Einlegegurken

eingereicht von

Judith Mang

durchgeführt

in der Firma efko
Eferdinger Frischfrucht und Delikatessen GmbH

und am Institut für Lebensmitteltechnologie
des Departments für Lebensmittelwissenschaften und -technologie
der Universität für Bodenkultur, Wien

betreut von
Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing.Dr. Emmerich Berghofer

Wien, im August 2012

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich ganz besonders bei zwei Menschen bedanken:

Hubert Friedl: er hat mir diese Diplomarbeit angeboten und mir die praktische Arbeit ermöglicht. Er stand mir bei der Beantwortung fachlicher Fragen stets zur Seite.

Martina Floimayr, meine liebgewonnene Arbeitskollegin und Freundin: sie hat mich bei allen Arbeiten unterstützt; ohne ihre aufbauenden Worte sowie ihr Bemühen und Engagement wäre der Ausgang der vorliegenden Arbeit nicht absehbar gewesen.

Weiters danke ich allen Mitarbeitern der Fa. efko, ohne deren Unterstützung und Rückhalt die Arbeiten nicht so problemlos voran gegangen wären.

Auch danke ich meiner Familie und meinen Freunden, die mir immer mit Rat und Tat zur Seite standen.

I. Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Anbau und Ernte.....	2
2.1	Allgemeines	2
2.2	Anbau.....	3
2.3	Krankheiten.....	4
2.4	Ernte.....	5
2.5	Sortierschemen.....	6
3	Gurken.....	7
3.1	Morphologie.....	7
3.2	Inhaltsstoffe	7
4	Technologie der Gurkenverarbeitung.....	8
4.1	Rohwarenanlieferung und Sortierung.....	9
4.2	Rohwarenaufbereitung.....	9
4.3	Befüllung	10
4.4	Pasteurisieren und Etikettieren	11
5	Einflussfaktoren auf die Textur.....	12
5.1	Fermentierte Gurkenerzeugnisse	12
5.1.1	Allgemeines	12
5.1.2	Rohware.....	13
5.1.3	Fermentationsflora.....	14
5.1.4	Salz	14
5.1.5	Vorwärmebehandlung	16
5.1.6	Enzyme	16
5.1.7	Zusatz: Calcium.....	17
5.1.8	Lagerung.....	18
5.2	Nichtfermentierte Gurkenerzeugnisse	20

5.2.1	Allgemeines	20
5.2.2	Anbau und Ernte	20
5.2.2.1	Sorteneinfluss	20
5.2.2.2	Temperatur und Bodenfeuchte	21
5.2.3	Nacherntebehandlung	22
5.2.4	Rohwarenlagerung	23
5.2.5	Prozess	25
5.2.5.1	Reinigung	25
5.2.5.2	pH-Wert und Säure	25
5.2.5.3	Temperatureinflüsse	27
5.2.5.4	Vorwärmebehandlung	28
5.2.6	Zusätze	29
5.2.6.1	Calcium	29
5.2.6.2	Phenole	30
5.2.7	Enzyme	32
5.2.7.1	Allgemeines	32
5.2.7.2	Pektinmethylesterase (PME = E.C. 3.1.1.11)	33
5.2.7.3	Polygalacturonase (PG = E.C. 3.2.1.15/67)	35
5.2.7.4	Weitere Enzyme	37
5.2.8	Einflussfaktor Lagerung Fertigware	38
6	Aufgabenstellung	39
7	Bestandsaufnahme bisheriger Untersuchungen der Fa. efko	41
7.1	Lagerversuche efko	41
7.1.1	Versuchsreihe 2003	41
7.1.2	Versuchsreihe 2006	42
7.1.3	Versuchsreihe 2008	43
7.1.4	Versuchsreihe 2009	47

7.2	Enzymatische Untersuchungen	50
7.3	Kopfraum und Restsauerstoff	52
8	Material und Methoden	54
8.1	Rohmaterialien	54
8.2	Methoden	55
8.2.1	Texturmessung	55
8.2.1.1	Prinzip und Methode	55
8.2.1.2	Verwendete Geräte	55
8.2.1.3	Durchführung	57
8.2.2	Temperaturerfassung	57
8.2.3	Gurkenproduktion	58
8.2.4	Statistische Auswertung	58
8.2.5	Sensorische Beurteilung	59
8.2.5.1	Prinzip	59
8.2.5.2	Durchführung	59
9	Versuchsdurchführung	62
9.1	Prüfplan I - Belakung	63
9.2	Prüfplan II - Gurken gestichelt	65
9.3	Prüfplan III - Calcium	67
9.4	Prüfplan IV - Blanchiersversuche	69
9.5	Prüfplan V - Aufgusstemperatur und Calciumzugabe	71
9.6	Prüfplan VI - Lichtfaktor	73
9.7	Prüfplan VII - Erntezeitpunkt und Calciumzugabe	74
9.8	Prüfplan VIII - Erntezeitpunkt und Stichelung	76
10	Ergebnisse und Diskussion	78
10.1	Graphische Zusammenfassung der Versuchsauswertungen vom März 2011	78
10.2	Sensorische Beurteilung	81

10.2.1	Textur	81
10.2.2	Geschmack und Geruch.....	82
10.3	Detaillierte Analyse der efko-Auswertungen.....	85
10.3.1	Allgemeine Betrachtung der Veränderung.....	85
10.3.2	Prüfplan I.....	87
10.3.3	Prüfplan II.....	90
10.3.4	Prüfplan III	93
10.3.5	Prüfplan IV	94
10.3.6	Prüfplan V	97
10.3.7	Prüfplan VI.....	99
10.3.8	Prüfplan VII.....	100
10.3.9	Prüfplan VIII	102
11	Schlussfolgerungen	104
12	Zusammenfassung.....	106
13	Summary	107
14	Literaturverzeichnis.....	108
15	Anhang	111
15.1	Texturmessung.....	111
15.1.1	Daten Knackigkeitsmessung efko September 2010	111
15.1.2	Daten Knackigkeitsmessung BOKU November 2010	123
15.1.3	Daten Knackigkeitsmessung efko März 2011	129
15.1.4	Daten Knackigkeitsmessung BOKU März 2011	134
15.1.5	Daten Knackigkeitsmessung efko August 2011	139
15.1.6	Temperaturerfassungen	144
15.2	Sensorik	145
16	Lebenslauf.....	147

II. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Schematische Darstellung der Gurkenverarbeitung (Fa. efko)	8
Abb. 2: Kettensortiermaschine	9
Abb. 3: Trommelwachmaschine.....	9
Abb. 4: Auswertung der Lagerversuche 2003	42
Abb. 5: Versuchsauswertung Lagerversuche 2006	43
Abb. 6: Versuchsauswertung durch Betrachtung der Mittelwerte der Lagerversuche 2008 ..	45
Abb. 7: Versuchsauswertung des Kopfraumes der Lagerversuche 2008	46
Abb. 8: Versuchsauswertung durch Betrachtung der Mittelwerte der Lagerversuche 2009 ..	48
Abb. 9: Grafische Signifikanzprüfung der Versuchsreihe 2009.....	49
Abb. 10: Texturveränderung der Restsauerstoff Versuchsreihe.....	53
Abb. 11: Penetrometer	55
Abb. 12: TextureAnalyser	56
Abb. 13: Randomisierte Gurkenproben.....	61
Abb. 14: Produktions- und Versuchsplan I	64
Abb. 15: Produktions- und Versuchsplan II.....	66
Abb. 16: Produktions- und Versuchsplan III.....	68
Abb. 17: Produktions- und Versuchsplan IV	70
Abb. 18: Produktions- und Versuchsplan V	72
Abb. 19: Produktions- und Versuchsplan VI	73
Abb. 20: Produktions- und Versuchsplan VII	75
Abb. 21: Produktions- und Versuchsplan VIII.....	77
Abb. 22: Auswertung der Beliebtheitsprüfung an der BOKU	83
Abb. 23: Auswertung der Beliebtheitsprüfung in der efko	83
Abb. 24: Vergleiche der Mittelwerte des Prüfplanes I	88
Abb. 25: Vergleich der Mittelwerte der Kopfraumgurken des Versuchsplanes G.I	89
Abb. 26: Vergleiche der Mittelwerte des Prüfplanes II.....	91
Abb. 27: Box-Plot Darstellung von G.II.1.....	91
Abb. 28: Box-Plot Darstellung von G.II.2 und Standard	92
Abb. 29 Vergleich der Mittelwerte des Prüfplans III	93
Abb. 30: Vergleich der Mittelwerte des Prüfplans IV	95
Abb. 31: Box-Plot Gegenüberstellung von G.IV.1 und G.IV.2	96
Abb. 32 Vergleich der Mittelwerte des Prüfplans V	97

Abb. 33: Box-Plot Gegenüberstellung von G.V.1 und G.V.2	98
Abb. 34: Box-Plot Gegenüberstellung von G.V.3 und G.V.4	98
Abb. 35: Vergleich des Mittelwertes des Prüfplanes VI mit dem Standard	99
Abb. 36: Vergleich der Mittelwerte des Prüfplanes VII, des Standards sowie des „Standard alt“	101
Abb. 37: Box-Plot Darstellung von G.VII.2	101
Abb. 38: Vergleich der Mittelwerte des Prüfplans VIII, des Standards sowie des „Standard alt“	103
Abb. 39: Grafische Gegenüberstellung von G.VIII.1 und dem Standard	103
Abb. 40: Fragebogen zur sensorischen Beurteilung von Einlegegurken	146

III. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Anbauformen von Einlegegurken (Quelle: Merkblatt Essiggurken und Feld- gemüseanbau in Bayern)	4
Tab. 2: Sortierschema in Österreich	6
Tab. 3: Sortierschema in Deutschland	6
Tab. 4: Durchschnittswerte der Texturmessung	42
Tab. 5: Zusammenfassung der Versuchsansätze 2006	43
Tab. 6: Zusammenfassung der Versuchsansätze 2008	44
Tab. 7: Paarweiser Signifikanzprüfung der Versuchsansätze im Laufe eines Jahres.....	46
Tab. 8: Zusammenfassung der Lagerversuche 2009	47
Tab. 9: Zusammenfassung der Versuchsansätze "Kopfraum und Restsauerstoff"	52
Tab. 10: Restsauerstoffgehalt	53
Tab. 11: Proben für sensorische Beurteilung.....	59
Tab. 12: Deskriptoren zur sensorischen Beurteilung.....	60
Tab. 13: Durchschnittliche Knackigkeitswerte efko vom März 2011	79
Tab. 14: Durchschnittliche Knackigkeitswerte BOKU von März 2011	80
Tab. 15: Zusammenfassung der Texturparameter	84
Tab. 16: Zusammenfassung der Geruchsparameter	84
Tab. 17: Zusammenfassung der Geschmacksparameter.....	84
Tab. 18: Prozentuelle Texturveränderung im Laufe eines Jahres	86
Tab. 19: T-Test bei gepaarten Mittelwerten: G.I.3.....	89
Tab. 20: T-Test bei gepaarten Mittelwerten: G.I.1 und G.I.2	89
Tab. 21: T-Test bei gepaarten Mittelwerten: G.II.1	92
Tab. 22: T-Test für gepaart Mittelwerte: G.II.1 und Standard	92
Tab. 23: T-Test bei gepaarten Mittelwerten: G.IV.1 und G.IV.2.....	95
Tab. 24: -Test bei gepaarten Mittelwerten: G.IV	96
Tab. 25: T-Test bei gepaarten Mittelwerten: G.VI und Standard.....	100
Tab. 26: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.1	111
Tab. 27: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.2.....	112
Tab. 28: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.3.....	112
Tab. 29: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.4.....	113
Tab. 30: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.1.....	113
Tab. 31: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.2.....	114

Tab. 32: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.3.....	114
Tab. 33: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.4.....	115
Tab. 34: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.1	115
Tab. 35: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.2	116
Tab. 36: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.1	116
Tab. 37: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.2.....	117
Tab. 38: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.3	117
Tab. 39: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.4.....	118
Tab. 40: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.1	118
Tab. 41: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.2	119
Tab. 42: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.3	119
Tab. 43: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.4	120
Tab. 44: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VI.....	120
Tab. 45: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.1	121
Tab. 46: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.2.....	121
Tab. 47: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.1	121
Tab. 48: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.2	122
Tab. 49: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.1	123
Tab. 50: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.2.....	123
Tab. 51: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.3.....	123
Tab. 52: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.4.....	124
Tab. 53: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.1.....	124
Tab. 54: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.2.....	124
Tab. 55: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.3.....	124
Tab. 56: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.4.....	125
Tab. 57: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.1	125
Tab. 58: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.2	125
Tab. 59: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.1	125
Tab. 60: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.2.....	126
Tab. 61: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.3	126
Tab. 62: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.4.....	126
Tab. 63: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.1	126
Tab. 64: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.2	127
Tab. 65: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.3	127

Tab. 66: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.4	127
Tab. 67: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.1	127
Tab. 68: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.2	128
Tab. 69: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.1	128
Tab. 70: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.2	128
Tab. 71: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.1	129
Tab. 72: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.2	129
Tab. 73: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.3	129
Tab. 74: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.4	129
Tab. 75: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.1	130
Tab. 76: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.2	130
Tab. 77: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.3	130
Tab. 78: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.4	130
Tab. 79: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.1	130
Tab. 80: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.2	131
Tab. 81: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.1	131
Tab. 82: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.2	131
Tab. 83: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.3	131
Tab. 84: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.4	131
Tab. 85: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.1	132
Tab. 86: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.2	132
Tab. 87: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.3	132
Tab. 88: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.4	132
Tab. 89: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VI	132
Tab. 90: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.1	133
Tab. 91: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.2	133
Tab. 92: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.1	133
Tab. 93: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.2	133
Tab. 94: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.1	134
Tab. 95: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.2	134
Tab. 96: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.3	134
Tab. 97: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.4	134
Tab. 98: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.1	135
Tab. 99: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.2	135

Tab. 100: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.3	135
Tab. 101: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.4	135
Tab. 102: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.1	135
Tab. 103: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.2	136
Tab. 104: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.1	136
Tab. 105: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.2	136
Tab. 106: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.3	136
Tab. 107: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.4	136
Tab. 108: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.1	137
Tab. 109: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.2	137
Tab. 110: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.3	137
Tab. 111: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.4	137
Tab. 112: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VI	137
Tab. 113: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.1	138
Tab. 114: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.2	138
Tab. 115: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.1	138
Tab. 116: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.2	138
Tab. 117: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.1	139
Tab. 118: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.2	139
Tab. 119: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.3	139
Tab. 120: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.4	139
Tab. 121: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.1	140
Tab. 122: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.2	140
Tab. 123: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.3	140
Tab. 124: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.4	140
Tab. 125: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.1	140
Tab. 126: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.2	141
Tab. 127: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.1	141
Tab. 128: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.2	141
Tab. 129: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.3	141
Tab. 130: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.4	141
Tab. 131: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.1	142
Tab. 132: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.2	142
Tab. 133: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.3	142

Tab. 134: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.4	142
Tab. 135: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VI.....	143
Tab. 136: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.1	143
Tab. 137: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.2.....	143
Tab. 138: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.1	143
Tab. 139: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.2	143
Tab. 140: Temperaturerfassungen während der Produktion	144
Tab. 141: Gesammelte Deskriptoren des BOKU-Paneels.....	145

1 Einleitung

In Oberösterreich gab es 1990 etwa 400 Einlegegurkenanbauer. Es handelte sich dabei vorwiegend um kleine Betriebe, bei denen die Frauen Gurkenbeete bestellten. Durch Rationalisierungsprozesse, wie etwa der Einführung des Gurkenfliegers, kam es zu einem Wandel. Heute gibt es in Oberösterreich noch 27 Einlegegurkenanbauern, die durchschnittlich zwischen drei und zehn Hektar Gurken anbauen. Trotz des Flächenrückganges kam es zu einer Ertragssteigerung.

Der Verarbeitungsstandort Eferding bietet den Landwirten einen gesicherten Absatz und der Fa. efko einen ausreichenden Versorgungsstatus mit heimischen Einlegegurken.

Der Konsument beurteilt die Qualität von Essiggurken nicht ausschließlich über den typischen süß-sauren Geschmack. Besonders die bissfeste, knackige Konsistenz gilt als wesentliches Qualitätskriterium. In Österreich werden Essiggurken (im Glas pasteurisiert) mit einem Mindesthaltbarkeitsdatum von drei Jahren versehen. Bereits nach einem Jahr sind erste Texturveränderungen erkennbar. Dies äußert sich vor allem in der Abnahme der Knackigkeit, beginnend im Kopfraum des Glases. Obwohl dies ein natürlicher Vorgang ist, wird dadurch die Produktakzeptanz gemindert. Texturveränderungen stellten bereits bei der Markteinführung von Delikatessgurken durch Reiss 1928 ein Problem dar.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dieser Problematik. Es werden neue beziehungsweise alte Ansätze zur Erhöhung der Knackigkeit von pasteurisierten Essiggurken analysiert und teilweise praktisch umgesetzt.

2 Anbau und Ernte

2.1 Allgemeines

Die Einlegegurke (*Cucumis sativus L.*) gehört zur Familie der Kürbisgewächse (*Cucurbitaceae*) und bevorzugt warme, feuchte und windgeschützte Standorte. Als einjährige Kulturpflanze sind als Böden besonders humushaltiger sandiger Lehm sowie lehmiger Sand geeignet (ANONYM, 2010; LICHTENHAHN, 1997). Diese Böden sollten eine locker und leicht erwärmbare Struktur aufweisen und ein gutes Wasserhaltevermögen besitzen (LICHTENHAHN, 1997; JURIŠIĆ et al., 2006).

Gurken sind sehr temperaturempfindliche Pflanzen. Am Besten gedeiht die Gurke bei Temperaturen im Bereich von 22 bis 30 °C. Ungünstige Temperaturverläufe führen zu negativen Beeinflussungen der Ernte. Schon bei kurzzeitigen Lufttemperaturen von 3 bis 5 °C treten physiologische Schäden auf. Sinkt die Temperatur länger unter 12 °C so kommt es zu Wachstumsstockungen. Starke Temperaturschwankungen sowie niedrige Nachttemperaturen führen zu Krüppelbildung, bitteren Früchten und verstärktem Gurkenabstoßen. Feuchte und kühle Witterung fördern Pilz- und Bakterienerkrankungen (LATTAUSCHKE, 2002).

Gurken nutzen organischen Dünger besser als andere Gemüsearten und sollten daher in erster Tracht angebaut werden. Als Vorkultur eignen sich einjährige Pflanzen wie Leguminosen, Getreide oder auch andere Gemüsearten, nach denen eine Winterbegrünung angebaut wird (LICHTENHAHN, 1997). Im Bezirk Eferding wird Getreide als Vorfrucht bevorzugt, gefolgt von Mais (HAMEDINGER, 2011). Bei verstärktem Auftritt von Fusarien (Schimmelpilz) im Getreide sind diese Böden ungeeignet für den Gurkenanbau (ANONYM, 2008). Kohlgemüse eignet sich nicht als Vorfrucht (KRUG et al., 2002), weiters wird durch die Nachbarschaft zu Zucchini- und Kürbisbeständen die Virusübertragungsgefahr erhöht (ANONYM, 2010).

Im geschützten Anbau spielen Fruchtfolgeprobleme auf Grund großer Mengen organischer Dünger, zahlreiche Bodenschutzmaßnahmen sowie die Verwendung von Substrat keine große Rolle (KRUG et al., 2002).

Die Anbaupausen im Freilandanbau betragen mindestens drei Jahre, da Gurken selbstunverträglich sind (LICHTENHAHN, 1997; KRUG et al., 2002; ANONYM, 2008).

Aufgrund von Pachtverträgen werden im Bezirk Eferding einige Felder zweimal hintereinander mit Gurken bepflanzt, wobei dann eine Mindestpause von vier Jahren eingehalten wird (HAMEDINGER, 2011).

2.2 Anbau

Grundsätzlich werden im Gurkenanbau zwei Techniken angewandt, die Direktsaat und die Pflanzung (Tab. 1).

Bei der Direktsaat werden die Samen direkt in den Boden eingebracht. Dieses Anbauverfahren setzt voraus, dass keine Nachtfröste mehr zu erwarten sind, und die Bodentemperatur mindesten 12 °C beträgt, weil diese Temperatur für die Keimung benötigt wird. Die Aussaat beginnt Mitte Mai, die Ernte erfolgt von Anfang Juli bis Mitte September (LICHTENHAHN, 1997).

Bei der Pflanzung werden Jungpflanzen in Töpfen oder Multitopfplatten circa fünfzehn bis 20 Tage vor dem Aussetzen gezogen. Im Gewächshaus herrschen meist optimale Wachstumsbedingungen, weshalb die Pflanze vor dem Ausbringen aufs Feld abgehärtet (Akklimatisierung) werden muss. Vorteil dieser Methode ist der Schutz vor Schädlingen und witterungsbedingten Schäden sowie der frühe und gleichmäßige Erntestart. Diese Methode ist teurer als die Direktsaat und die Pflanzen sind weniger robust (LICHTENHAHN, 1997).

Ein Anbau ohne Bewässerung ist in heutiger Zeit aus betriebswirtschaftlicher Sicht nicht mehr vertretbar. Für die Beregnung werden entweder Überkopfbegner oder Tröpfchenbewässerungen eingesetzt. Letztere Methode zeichnet sich vor allem durch reduzierten Wasserverbrauch, genauere Wasserverteilung sowie der Möglichkeit der Bewässerung inklusive Dünger (Fertigation) aus. Dadurch wird eine optimale Mineralstoffversorgung garantiert, da je nach Bedarf Dünger rasch und effektiv auf das Feld ausgebracht werden kann (LICHTENHAHN, 1997). Überkopfbegner finden im Großanbau kaum noch Verwendung, da das Risiko für Blattkrankheiten (vor allem Falscher Mehltau und Grauschimmel) stark ansteigt (LATTAUSCHKE, 2002).

Während der Ertragsperiode benötigen die Pflanzen kontinuierlich Stickstoff. Dieser wird meist über das Bewässerungssystem zugeführt und erfolgt nach Stickstoffminimum

(N_{min})-Kontrolle (aktueller Versorgungsstand des Bodens mit mineralisiertem Nitrat-Stickstoff) bei Sollwertunterschreitung.

Die Anzahl der Pflanzenschutzmaßnahmen variiert zwischen vierzehn und 23 Behandlungen. Dies ist abhängig von den Witterungsbedingungen, den Bodenverhältnissen, dem Unkrautwuchs sowie der Krankheitsanfälligkeit (z.B. falscher Mehltau). Appliziert werden 1,5 Herbizid-, 10 Fungizid- und 3 Insektizidmaßnahmen (GOLDHOFER, et al., 2005).

Tab. 1: Anbauformen von Einlegegurken (Quelle: Merkblatt Essiggurken und Feldgemüseanbau in Bayern)

Anbauform	Aussaattermin	Pflanzung	Erntebeginn	Ernteende
Verfrühung (Vliesabdeckung, Direktsaat)	Mitte bis Ende April	-	Mitte bis Ende Juni	Ende August, Anfang September
Normalanbau (Direktsaat)	Mitte Mai	-	Anfang bis Mitte Juli	Mitte bis Ende September
Pflanzung	Anfang Mai	Mitte bis Ende Mai	Anfang Juli	Mitte September

2.3 Krankheiten

Als besondere Gefahren für den Gurkenanbau sind der Falsche Mehltau, die Eckige Blattflechtenkrankheit, die Blatt- oder Wiesenwanze sowie die Spinnmilbe (auch rote Spinne genannt), zu nennen. Der Echte Mehltau wurde durch Züchtungen aus dem Gurkenanbau weitest gehend eliminiert.

Ideale Bedingungen für die Entstehung des Falschen Mehltaus sind Nachttemperaturen über 15 °C, Blattnässedauer über fünf Stunden sowie intensive Feuchte. Zu erkennen ist der Befall anhand von Blattaufhellungen („Feuer am Dach“). Bei Warndiensthinweis beziehungsweise bei erhöhter Infektionsgefahr wird ein wirksames Fungizid ausgebracht. Die Wartezeit bis zur nächsten Ernte beträgt drei Tage. Bei Nichtbehandlung kann das gesamte Feld innerhalb einer Woche infiziert und damit der Bestand vernichtet werden.

Die Blatt- bzw. Wiesenwanzen stechen die Gurke an. Am Einstichloch knicken die Gurken ab (Krüppelbildung) und weisen braune Flecken auf (Qualitätseinbußen). Weites

saugt sie die Blätter aus, wodurch braune Ränder entstehen. Dies führt zu einer verringerten Assimilationsleistung der Pflanze. Für die Blattwanze direkt gibt es kein Pflanzenschutzmittel, jedoch sind auch Insektizide gegen Blattläuse wirksam.

Die Rote Spinne bzw. Spinnmilbe überzieht die Blätter mit Spinnennetzen und legt dort Eier. Dieses Insekt saugt den Saft aus dem Zellgewebe der Blattunterseite wodurch die Blätter welk werden und anschließend abgeworfen werden. Wird die anfängliche Nestbildung übersehen, breitet sich die Spinnmilbe nach dem Schlüpfen der Nachfahren sehr rasch über den gesamten Bestand aus. Durch das Ausbringen geeigneter Insektizide wird ihre Ausbreitung verhindert.

2.4 Ernte

Die Ernte von Einlegegurken ist sehr intensiv und beträgt ca. 80 % des gesamten Arbeitsaufwandes im Freilandanbau. Da Gurken unter optimalen Kulturbedingungen sehr schnell wachsen, müssen die Felder zwei bis viermal pro Woche abgeerntet werden. Größere Früchte führen zu schwächeren Pflanzen und reduzieren die Ertragsleistungen der kleinen Sortierungen. Die Einlegegurken dürfen nicht abgerissen werden, sondern müssen stiellos gepflückt werden. Einlegegurken werden meist von Hand geerntet, da sich maschinelle Verfahren bei mehrmaligen Ernten nicht bewährt haben. Dabei kommen sogenannte Gurkenflieger zum Einsatz. Diese besteht aus einem Schlepper, welcher seitlich mit sechs bis neun Meter lange Tragflächen versehen ist. Die Pflücker liegen bäuchlings etwa einen halben Meter über dem Boden auf dieser Liegefläche und legen die gepflückten Früchte auf ein Förderband. Der Gurkenflieger fährt mit 50 bis 100 m/h über das Feld (KRUG, et al., 2002; GOLDHOFER, et al., 2005).

Die Gurkenenernte weist große Schwankungen auf. Als Hauptgründe werden vor allem Faktoren wie Klima beziehungsweise Witterung angegeben, weniger agrotechnische Maßnahmen. Bereits Temperaturen von 3 bis 4 °C können physiologische Schäden verursachen. Auch Trockenstress führt zu Ernteeinbußen auf Grund abgestoßener Früchte und Fruchtdeformationen (ANONYM, 2010).

Im Jahr 2009 betrug der durchschnittliche Ertrag in Bayern 87 t/ha. Der durchschnittliche Gurkenenertrag lag in Österreich bei 55 t/ha. Grund für die Differenz zu Bayern liegt vor allem in der bevorzugten großen Sortierung. Während in Österreich etwa

79 % der Ware der Größensortierung A (3 bis 6 cm) und B (6 bis 9 cm) entsprechen (müssen), ist dies in Deutschland nicht üblich.

2.5 Sortierschemen

In Österreich sowie in Deutschland erfolgt die Sortierung der Gurken nach der Länge und dem größten Durchmesser. In Deutschland werden die größeren Sortierungen bevorzugt; die kleinste Sortierung beginnt bei 4 cm, während diese in Österreich bei 3 cm liegt (Tab. 1 und 2).

Alle Gurken, welche länger als 15 cm sind, werden in Österreich als Überläufer aus dem Prozess ausgeschieden

Tab. 2: Sortierschema in Österreich

Sortierung	Länge [cm]	Stück/kg
A	3-6	> 100
B	6-9	32-40
C	9-12	14-18
D	12-15	7-10
Überläufer	> 15	

Tab. 3: Sortierschema in Deutschland

Sortierung	Stück/kg
4-7 cm	>80
6-9 cm	32-40
9-12 cm	14-18
12-15 cm	7-10

3 Gurken

3.1 Morphologie

Als Urform der heutigen Kulturgurke gilt die an den Hängen des Himalayas gefundene *Cucumis sativus hardwickii*, welche kleine, bittere Früchte ausbildet. (BIELKA, 1986, KRUG et al., 2002). Bereits vor 3000 Jahren wurde die Gurke in Ägypten und Indien kultiviert. In der Antike wurde die Gurke im Mittelmeerraum von den Griechen, später auch von den Römern angebaut (BIELKA, 1986; KRUG et al., 2002; GOLDHOFER, et al., 2005). Erst im 16. und 17. Jahrhundert gelangte diese Frucht nach Deutschland (BIELKA, 1986). Die Kultivierung im Gewächshaus begann im 19. Jahrhundert von England aus, wobei ständig neue Kulturformen aus Indien eingeführt wurden (KRUG et al., 2002).

Das Gurkengewebe ist nicht einheitlich aufgebaut, sondern besteht aus unterschiedlichen Gewebezonen:

Von außen nach innen kann man die Frucht in drei Zonen unterteilen: Fruchtschale (Exocarp), Fruchtfleisch (Mesocarp) und Kernhaus (Endocarp).

Dabei ist die Schale meist fest, während das Kernhaus eine weiche Zellstruktur besitzt. Über die Gesamtlänge der Gurke nimmt die Texturstabilität vom Blütenende zum Stielende hin zu. Dies liegt vor allem an der Zunahme der relativen Kernhausfläche, was sich als weichere Textur äußert. Am Stielende ist die Fruchtschale meist dicker als am Blütenende (ZHANG 1994).

Es gibt zwei Einlegegurkenarten, glattschalige und stachelige. Die stacheligen Sorten weisen eine dickere, härtere Schale auf und werden daher bevorzugt für die Produktion fermentierter Gurken verwendet.

3.2 Inhaltsstoffe

Die Gurke hat eine Energiedichte von 8 bis 12 kcal/ 100 g. Neben durchschnittlich 96,5 % Wasser enthält sie 0,6 % Eiweiß, 0,2 % Fett und 1,8 % Kohlenhydrate.

4 Technologie der Gurkenverarbeitung

Abbildung 1 zeigt schematisch den Aufbau der Gurkenverarbeitung. Im folgenden Kapitel wird diese beispielhaft anhand der Firma efko erklärt.

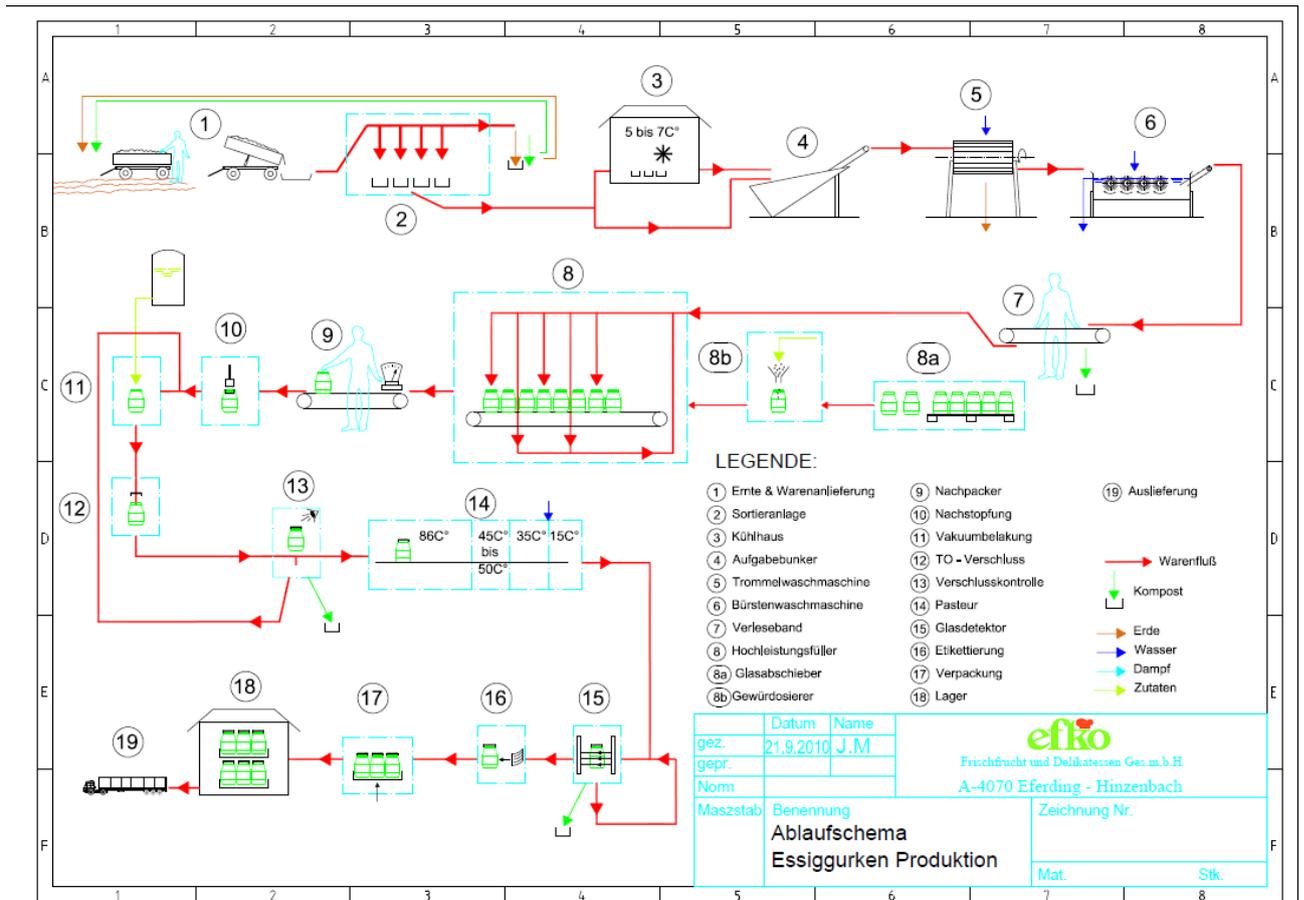


Abb. 1: Schematische Darstellung der Gurkenverarbeitung (Fa. efko)

4.1 Rohwarenanlieferung und Sortierung

Die angelieferte Rohware (1) wird über eine Kettensortiermaschine (2) in die verschiedenen Größen fraktioniert: Dabei werden die Gurken auf sich bewegenden Ketten transportiert und fallen auf Grund ihres Durchmessers an gewissen Stellen durch. Rotierende Scheiben sorgen dafür, dass sich die Rohware in Längsrichtung auf dem Kettenkonstrukt ausrichten.

Die verschiedenen Sortierungen werden in Wannen aufgefangen und entweder sofort weiterverarbeitet oder im Kühlhaus (3) zwischengelagert. Im Kühlhaus herrschen Temperaturen von 7-10 °C, wodurch die frischen Gurken einige Tage lagerfähig sind.



Abb. 2: Kettensortiermaschine

4.2 Rohwarenaufbereitung

Die vorsortierte Rohware wird in einem Aufgabebunker eingeweicht. In diesem werden die Gurken von den größten Verschmutzungen, wie beispielsweise Erdklumpen, befreit.

Die anschließende Feinreinigung erfolgt in großen Waschmaschinen:

Üblicherweise werden Gurken in einer Trommel- oder Bürstenwaschmaschine (5,6) gereinigt.

Die Verweilzeit der Gurken in der Waschmaschine hängt vom Verschmutzungsgrad ab.



Abb. 3: Trommelwaschmaschine

Auf einem nachfolgendem Verleseband (7) werden qualitativ nicht entsprechende Gurken, wie beispielsweise beschädigte, faule, gebrochene oder missfarbige, von Hand aussortiert und anschließend kompostiert. Das Sortierpersonal entfernt auch Fremdkörper, Pflanzenteile, Blätter und Fremdbesatz.

4.3 Befüllung

Die Leergläser werden über ein Glasaufgabesystem in den Abfüllprozess eingegliedert (8a).

Im Gewürzdosierer (8b) wird eine Gewürzmischung, bestehend aus Dill und Senfsaat (Spiegelgewürz), vorgelegt.

Die gereinigte Rohware wird zum Füller (8) gefördert. Zum Befüllen können verschiedene Maschinentypen eingesetzt werden, wie beispielsweise Rundfülltisch, Hochleistungsbandfüller, Rundläuferkammerfüller oder Bandfüller. Ziel ist es, die sperrigen Gurken bruchfrei in das Glas zu bringen, unterstützt durch Rüttelplatten und Vibrationstechniken.

Die mit Gewürzen und Gurken gefüllten Gläser werden von Mitarbeitern auf den Füllzustand und das Gewicht kontrolliert (9). Im nachfolgenden Stampfer (10) wird das Gemüse in das Gebinde gepresst, um Glasmündung und Kopfraum frei zu bekommen. Dies garantiert ein fehlerfreies Aufgießen und Verschließen des Glases.

Im nächsten Schritt werden die Gläser mit Marinade beschickt. Dies geschieht mittels Vakuumbelaker (11) oder Berieselungsblaker.

Der Vakuumbelaker besteht im Wesentlichen aus einer Vakuumpumpe und einem Vakuunkessel. Über ein Zuführband werden die Gläser in den Vakuumat an ein Füllventil gepresst. Dort wird abwechselnd Vakuum erzeugt und belakt. Eine Kopfraumscheibe sorgt für den nötigen Kopfraum.

Die belakten Gläser werden zur Gläserverschlussmaschine (12) (üblicherweise Twist-off = TO: Dampf-Vakuum Verschlussmaschine) geleitet. Über eine Führungsschiene werden die Deckel der Maschine zugeführt und unter strömenden Dampf auf das Glas aufgepresst. Der Dampf hat dabei eine Doppelfunktion: einerseits wird ein Teil der Luft (Sauerstoff) aus dem Kopfraum verdrängt, andererseits wird durch Abkühlung ein Vakuum erzeugt. Dadurch zieht sich der Deckel ein, was ein Qualitätskriterium für die Verschlussicherheit darstellt.

Im anschließenden Vakuumfehlermelder (13) wird das Vakuum, das Vorhandensein des Deckels und der Verschluss des Glases kontrolliert.

Als Qualitätskriterien gelten hier das gemessene Vakuum und die Sicherheit der Deckelandschließung.

4.4 Pasteurisieren und Etikettieren

Die verschlossenen und überprüften Gläser werden nun in den Pasteur (14) gefördert. Dabei wird das Gut über mehrere Zonen durch Besprühen mit entsprechend temperiertem Wasser erwärmt und abgekühlt

Als Qualitätskriterium gilt der maximal erreichte P-Wert im thermisch ungünstigsten Punkt, welcher sich im unteren Drittel des Glases befindet. Der P-Wert berechnet sich aus dem Temperatur/Zeitregime. Dieser sollte laut firmeninterner Erfahrung mindestens 0,3 betragen.

Die pasteurisierten Gläser werden über einen Glasdetektor (15) transportiert, welcher zum Erkennen von Fremdkörpern in der Fertigware dient. Dabei handelt es sich um einen Röntgenscanner, welcher ein rechtsgültiger Detektor zur Überwachung und Ausscheidung von anorganischen Bestandteilen mit höherer Dicht als Glas ist. Fehlerhafte Gläser werden automatisch ausgeschieden.

Anschließend werden die Gurkenkonserven etikettiert (16). Dies geschieht in einer vollautomatischen Etikettiermaschine.

Der nächste Schritt ist die Umverpackung (17) der einzelnen Gläser zu größeren Einheiten.

Die fertigen Paletten werden in Lagerhallen (18) bis zur Auslieferung (19) aufbewahrt.

5 Einflussfaktoren auf die Textur

Die meisten Veränderungen in thermisch behandelten pflanzlichen Lebensmitteln lassen sich auf den Abbau von Pektin zurück führen. Die Pektinveränderungen werden von vielen Faktoren beeinflusst, wie etwa der Rohwarenqualität, dem Produktionsverfahren und den Lagerungsbedingungen. Die Umgestaltungen der Pektinstruktur können durch enzymatische und/oder nichtenzymatische Mechanismen verursacht werden (SILA et al., 2008).

5.1 Fermentierte Gurkenerzeugnisse

5.1.1 Allgemeines

Fermentation ist die älteste Methode zur Haltbarmachung von Gurken und wurde bis zur Einführung der Pasteurisation in den 1940ern als einziges Konservierungsverfahren angewandt (FASINA et al., 2001).

Bei der Herstellung von fermentierten Gurken werden diese nach dem Sortieren und Waschen in Silos bzw. Fässer gefüllt und vollständig mit einer Salzlösung bedeckt (MEURER, 1991). Die 4 bis 10%ige Salzlösung erfüllt mehrere Funktionen: Sie dient als Selektivmedium für homofermentative Milchsäurebakterien wie zum Beispiel *Lactobacillus plantarum*, hilft bei der Erhaltung der Textureigenschaften während der Fermentation (bis zu einem Jahr) und verursacht den typischen Geschmack (McFEETERS et al., 2010).

Das Salz diffundiert in die Gurken, wodurch sich der Gehalt in der Lake um etwa die Hälfte reduziert. Infolge des Sauerstoffmangels stirbt das Gurkengewebe allmählich ab und die Zellmembran verliert ihre Semipermeabilität. Gelöste Zellbestandteile gehen in die Lake über und dienen dort den Mikroorganismen als Substrat. Unter optimalen Bedingungen unterdrücken homofermentative Milchsäurebakterien die Begleitflora, wodurch eine Milchsäuregärung stattfindet. Unerwünscht wachsende Kahmhaut, von Hefen gebildet, wird regelmäßig abgeschöpft, da diese Milchsäure abbauen und in Folge dessen zu einer Fehlgärung führen kann (MEURER, 1991).

Milchsäurebakterien wandeln den fermentierbaren Zucker zu Milchsäure und anderen Endprodukten um. Die Fermentation ist abgeschlossen, wenn wenig bis kein (0,1 % oder weniger) reduzierender Zucker in der Lake nachweisbar ist (FLEMING et al., 1987). Nach Beendigung der Vergärung enthält die Lake etwa 1 % Milchsäure und weist einen pH-Wert von 3,5 auf (MEURER, 1991).

Je nach Anforderung an den Salzgehalt des Fertigproduktes (2-5%) werden die vergorenen Gurken entsalzt oder mit ungesalzener Lake in Gläser gefüllt. Das Produkt wird meist aus Sicherheitsgründen nachpasteurisiert.

Die Textureigenschaften fermentierter Gurkenerzeugnisse werden von vielen Faktoren beeinflusst:

- Verwendeter Rohware
- Klimatischen Bedingungen, Erntezeitpunkt, mechanischer Belastung (siehe Kap. 5.2.2 und 5.2.3)
- Nacherntebehandlung (siehe Kap. 5.2.3)
- Enzyme (siehe auch Kap. 5.2.6)
- Zusätze
- Prozessbedingungen

5.1.2 Rohware

Als Rohware dienen in erster Linie Bestäubersorten, da parthenokarpe Sorten während der Fermentation zur Hohlraumbildung neigen. Dieser Nachteil wurde größtenteils durch genetische Modifikationen weg gezüchtet. Hauptsächlich werden stachelige Gurken eingesetzt, da diese eine härtere Fruchtschale besitzen und daher länger als knackig wahrgenommen werden.

Durch eine ausreichende Reinigung vor der Fermentation kann das Einbringen von an Blüten anhaftenden Pilzen vermieden werden. Einige Pilzarten können extrazelluläre Cellulasen bilden, welche das Weichwerden von Gurken begünstigen (MEURER, 1991; WEIDENBÖRNER, 1999; VOLDŘICH et al., 2009).

5.1.3 Fermentationsflora

Der Einsatz von Starterkulturen ist in der Praxis nicht mehr üblich (FRIEDL, 2012), wurde jedoch von verschiedenen wissenschaftlichen Publikationen empfohlen.

Sie verweisen darauf, dass durch die Verwendung von Starterkulturen eine Milchsäuregärung ohne Fehlgärung ermöglicht wird. Als Starterkultur dient vorwiegend das Bakterium *Lactobacillus plantarum*. Dies säuert das umgebende Medium auf einen pH-Wert von etwa 3,3 herunter und hemmt dadurch mikrobiell gebildete Polygalacturonasen (PG). Der rasche pH-Wert Abfall hemmt pflanzeigene Pektinmethylesterase (PME), welche negative Auswirkungen auf die Knackigkeit haben (MEURER, 1991).

Starterkulturen kommen vor allem bei sogenannten kontrollierten Gurkenfermentationen zum Einsatz (SINHA, 2011).

5.1.4 Salz

Bei der Fermentation von Gurken werden hohe Salzkonzentrationen benötigt. Dies dient der Aufrechterhaltung der Textureigenschaften, der mikrobiologischen Sicherheit sowie dem arttypischen Geschmack (FASINA et al., 2001; FLEMING et al., 1987; GUILLOU et al., 1992).

Durch eine bestimmte Salzkonzentration kann das Wachstum von Mikroorganismen unterdrückt werden. Diese bilden während der Fermentation pektionlytische und cellulolytische Enzyme, welche zum Erweichen des Gurkengewebes beitragen. BELL und ETCHELLES (1961) stellten fest, dass die Knackigkeit von fermentierten Gurken mit steigendem Salzgehalt zunahm, auch wenn mikrobielle Pektinasen zugesetzt wurden (BELL und ETCHELLES, 1961; McFEETERS et al., 1979; FLEMING et al., 1987; McFEETERS et al., 1989). FLEMING et.al (1987) publizierten hingegen, dass ein Salzgehalt von 2,5 % das Erweichen von Gurkengewebe verhindert, höhere Konzentrationen jedoch keine Einfluss auf die Knackigkeit ausüben würden.

Eine niedrige Salzkonzentration birgt das Risiko einer raschen Vermehrung von *Lactobacillus brevis*. Als heterofermentatives Milchsäurebakterium bildet es CO₂, wodurch

die Gruken vermehrt Hohlräume (bloater damage) bilden (MEURER, 1991). Andererseits wirken hohe Salzkonzentration (10 % und darüber) einer raschen Säurebildung entgegen, wodurch es ebenfalls zu einer Erhöhung der Gasbildung und somit zu Hohlraumbildung kommen kann (BELL und ETCHELLES, 1961).

Je höher der Salzgehalt, desto länger dauert es, bis die Fermentation beendet ist (BELL und ETCHELLES, 1961; BUESCHER et al, 1979). Bei einem Salzgehalt zwischen 0 % und 5 % kommt es in den ersten zwei Wochen der Fermentation zur einer starken Vermehrung von Milchsäurebakterien: von einer Anfangspopulation von 10^2 - 10^3 KBE/g auf etwa 10^9 KBE/g. Bei Fermentationen mit 10 % NaCl hingegen stieg die Populationsgröße nie über 10^7 KBE/g (GUILLOU et al., 1992).

MI YOO et al. (2006) untersuchten den Effekt verschiedener Salztypen in Kombination mit Vorwärmebehandlungen auf die Festigkeit von eingelegten Gurken. Für die Versuche wurden vier Salzvarianten verwendet, welche sich im Wesentlichen nur in ihrem Calcium- und Magnesiumgehalt unterschieden.

Die Proben wurden vor der Fermentation in der Lake bei 98 °C beziehungsweise 65 °C blanchiert. Am Knackigsten waren jene Gurken, welche unter Verwendung eines sehr reinen Salzes mit hohem Calcium- und Magnesiumanteil bei 98 °C blanchiert wurden. Die geringste Festigkeit wurde unter Verwendung von gereinigtem Salz mit sehr geringen Calcium- und Magnesiumanteil ermittelt.

Das Resultat lässt vermuten, dass ein Zusammenhang zwischen der Konzentration zweiwertiger Kationen in der Fermentationslake und der Knackigkeit besteht. Diese konnten sich mit freien Methylestergruppen vernetzen, welche durch die Aktivität der Pektinmethylesterase (PME) entstehen. Das Einwirken von höheren Temperaturen vor der Fermentation inaktivierte zwar die PME, jedoch wurde die Enzymproduktion während der Fermentation von Mikroorganismen induziert (MI YOO et al., 2006).

Die verstärkte Vernetzung der Pektinmoleküle durch die höheren Anteile von Calcium und Magnesium konnten mittels mikroskopischer Untersuchungen nachgewiesen werden. So zeigten Gurken, welche mit einem nahezu reinem Salz behandelt wurden, dünnere Mittellamellen als die anderen Proben (MI YOO et al.; 2006).

5.1.5 Vorwärmebehandlung

MARUVADA und McFEETERS (2009) versuchten niedrige Salzkonzentrationen (1,75 %) mit Vorwärmebehandlungen zu kompensieren. Die Gurken wurden vor der Fermentation bei 55, 65 und 75 °C blanchiert. Während einer dreimonatigen Lagerungsperiode wurde festgestellt, dass die Knackigkeit mit steigender Blanchiertemperatur besser erhalten blieb. Es stellte sich heraus, dass jene Gurken, welche zuvor bei 75 °C erhitzt wurden, weicher waren als der Standard (5,8 % NaCl), jedoch im Vergleich zur nicht wärmebehandelten Referenzprobe deutlich knackiger. Dies werteten sie als ein Zeichen dafür, dass enzymatische Vorgänge eine Rolle bei der Texturveränderung spielen. Der Erhitzungsprozess vor der Verarbeitung war jedoch nicht ausreichend, um die Salzkonzentration zu erniedrigen.

5.1.6 Enzyme

Für das Weichwerden fermentierter Gurken wird unter anderem das Enzym Polygalacturonase (PG) verantwortlich gemacht. Dieses spaltet das Pektin auf, wodurch das Gewebe seine Stabilität verliert. Das Erweichen hängt direkt mit dem Salzgehalt zusammen: Je geringer die Salzkonzentration, desto schneller schreitet der Pektinabbau voran (BUESCHER et al., 1979; BUESCHER und HUDSON, 1984). In einer 6 %igen Salzlösung waren die Texturminderungen doppelt so hoch wie in einer 20 %igen (BUESCHER et al., 1979).

Auch BELL und ETCHELLS (1961) untersuchten den Einfluss der Salzkonzentration auf die pektinolytische Veränderung des Gurkengewebes. Dabei stellten sie fest, dass eine Veränderung der Salzkonzentration alleine nicht ausreichte, um die Knackigkeit zu verändern. Jedoch schränkt eine höhere Salzkonzentration zugesetzte Polygalacturonasen ein, wodurch die Textur besser erhalten blieb. Dennoch führte eine erhöhte Zugabe von Pektinasen bei allen Salzkonzentrationen zu einer Erniedrigung der Knackigkeit. Weiters stellten sie fest, dass 1 ppm Polygalacturonase das Gurkengewebe im selben Maße erweichte wie 10 ppm Pektinase. Selbst bei Salzkonzentrationen von 16 bis 20 % führte eine Zugabe von Pektinasen zu einer Abnahme von 30 % der Anfangsfestigkeit innerhalb des ersten Monats.

Ein weiteres Enzym, welches für das Erweichen von fermentierten Gurkenerzeugnissen verantwortlich ist, stellt die β -1,4-Glucanase [Cx-Cellulase (Cx)] dar. BUESCHER und HUDSON (1984) überprüften den Einfluss von Cx auf die Knackigkeit fermentierter Gurken. In herkömmlichen Fermentationsproben wurde eine sehr geringe Cx Aktivität (10 ± 9 Einheiten) nachgewiesen, jene der PG war vernachlässigbar gering ($0,7 \pm 0,8$ Einheiten). Polygalacturonase mikrobiellen Ursprungs wies immer eine Cx-Aktivität auf. Durch die Zugabe von PG freier Cx zur Fermentationsbrühe stellten sie fest, dass Cx in den ersten vier Monaten der Lagerung keinen Effekt auf die Textur ausübte. Danach kam es jedoch zu einer signifikanten Erniedrigung der Knackigkeitswerte. Die Abnahme erfolgte zwischen dem vierten und zwölften Monat der Lagerung beinahe linear. Durch die Beimengung von Calcium konnte die negativen Auswirkungen von Cx unterbunden werden.

Sobald die Gurken in der Lake waren, nahm die Enzymaktivität rapide ab. Nur bei Pektinmethylesterase konnte eine Restenzymaktivität während der Fermentation und Lagerung detektiert werden. Dies legte die Vermutung nahe, dass eine enzymatisch bedingte Knackigkeitsabnahme während der ersten Tage der Fermentation stattfand (MARUVADA und McFEETERS, 2009).

5.1.7 Zusatz: Calcium

Calcium, welches in der Lebensmittelverarbeitung verwendet werden darf, erschwert den Pektinabbau in pflanzlichem Gewebe.

Durch die Zugabe von Calciumchlorid oder Calciumacetat wird der pH-Wert der Lake gesenkt und wasserunlösliche Calciumpektate bzw. -chelat gebildet. Dies bewirkt eine Verfestigung des Gewebes, wodurch der Pektinabbau durch Enzyme erschwert wird (BUESCHER et al., 1979; McFEETERS und FLEMING, 1990; MEURER, 1991). Gleichzeitig wird die Gewebestabilität während der Verarbeitung und Lagerung aufrecht erhalten (McFEETERS und FLEMING, 1990).

Durch die Beimengung von Calciumchlorid (CaCl_2) wurde auch bei verminderter und sogar salzfreier Fermentation nur ein geringer Knackigkeitsverlust beobachtet. Es zeigte sich, dass eine Zugabe von CaCl_2 am Beginn der Fermentation sich positiver auf die Textur auswirkt als eine spätere Beimengung (BEUSCHER et al., 1979; HUDSON und

BUESCHER, 1986). MARUVADA und McFEETERS (2009) stellen fest, dass Konzentrationen von 18 mM Calcium und 1M Salz zu der besten Texturerhaltung führten. Sie schlussfolgerten, dass diese Kombination sowohl enzymatische wie auch nicht-enzymatische Gewebeveränderungen verhindert.

BUESCHER et al. (1979) überprüften das Gewebeverhalten von Gurken bei Anwesenheit von Polygalacturonase und CaCl_2 . Bei den Proben mit Calcium wurde eine geringere Abnahme der Knackigkeit beobachtet, auch wenn sie eine niedrigere Salzkonzentrationen und einem hohem PG-Gehalt aufwiesen. Auch FLEMING et al. (1987) testeten die Wirkung von CaCl_2 in Anwesenheit anderer pektinabbauender Enzyme. Sie stellten fest, dass bereits eine Beimengung von 0,2 % CaCl_2 zur Lake zu einer erhöhten Anfangsfestigkeit und einer besseren Aufrechterhaltung der Knackigkeit führten.

Texturale Verbesserungen wurden in kleinen Gurken sowie großen geschnittenen Gurken vor allem durch die Zugabe von Calciumacetat erreicht (FLEMING et al., 1987).

Eine weitere Möglichkeit zur Erhöhung der Knackigkeit bei gleichzeitiger Senkung des Salzgehaltes stellte die Beimengung von Calciumchlorid in Kombination mit einem antimikrobiellen Agens dar. Dies sollte sowohl die Knackigkeit als auch mikrobielle Unversehrtheit garantieren. GUILLOU et al. (1992) verwendete für die Versuchsreihe Kaliumsorbat ($\text{C}_6\text{H}_7\text{KO}_2$) zur Unterdrückung der unerwünschten Keimflora. Sorbate inhibieren das Wachstum von Schimmelpilzen sowie einigen Bakterien und verhindern somit eine Enzyminduktion während der Fermentation. 0,2 % Kaliumsorbat unterdrückt Hefewachstum, wenn gleichzeitig Salz oder Calciumchlorid in der Lake sind. Ohne diese Zusätze wird das Wachstum lediglich verzögert. Die gleichen Erkenntnisse wurden in Bezug auf Schimmelpilze gewonnen. Nach sechsmonatiger Fermentation und Lagerung wiesen jene Gurken, welche mit 5 % NaCl, 0,2 % CaCl_2 und 0,2 % $\text{C}_6\text{H}_7\text{KO}_2$ angesetzt wurden, die besten Knackigkeitswerte auf.

5.1.8 Lagerung

Nach der Beendigung der Fermentation wird die Salzkonzentration erhöht. Dies dient einerseits der mikrobiologischen Unversehrtheit und andererseits der Gewährleistung der Erhaltung der Textureigenschaften. Das überschüssige Salz muss vor der Endabpackung

aus den Gurken herausgewaschen werden. Dadurch werden jedoch auch erwünschte Geschmacks- und Inhaltsstoffe entfernt.

Es wurde festgestellt, dass bei Abwesenheit von PG die Lagerungstemperatur den größten Einfluss auf die Texturerhaltung von fermentierten Gurken hat, während pH-Wert, Salzkonzentration sowie Lagerdauer eine eher nebensächliche Rolle spielen. Diese Erkenntnis führte zur Entwicklung eines Modells, welches diese vier Variablen beinhaltet. Es sagt aus, dass die Knackigkeit von fermentierten Gurken bei niedriger Salzkonzentration erhöht beziehungsweise erhalten werden kann, wenn die Gurken ausreichend gewaschen werden und die Lagertemperatur 15,5 °C oder weniger beträgt (FLEMING et al., 1987).

Auch SISTRUNK und KOZUP (1982) sowie GUILLOU et al. (1992) kamen zu dieser Erkenntnis. Sie stellten fest, dass Temperaturen von 30 °C und mehr zu einer signifikanten Verschlechterung der Textur führten.

5.2 Nichtfermentierte Gurkenerzeugnisse

5.2.1 Allgemeines

Der industrielle Ursprung der Essiggurken liegt bei der Znaimer Gurke. Bereits 1908 war diese auf dem Weg zum internationalen Markt. Die Gurken wurden damals mit Weingeistessig konserviert. Sie wurden sofort nach der Ernte eingelegt, da nur dieses Verfahren zu dem gewünschten Produkt führte: knackige, würzige „Essiggurkerl“.

1910 wurden die ersten Versuche unternommen, die Gurken durch Pasteurisation zu konservieren, aber erst 1934 hatte sich dieses Verfahren in den großen Betrieben durchgesetzt (ZUCKERRIEGEL 1990).

5.2.2 Anbau und Ernte

5.2.2.1 Sorteneinfluss

Heut zu Tage werden hauptsächlich parthenokarpe Einlegegurken angebaut. Bei diesen wörtlich übersetzten „jungfräulich Früchte tragenden“ Sorten erfolgen Fruchtansatz und Fruchtausbildung ohne Bestäubung. Die Früchte sind samenlos und können nicht vermehrt werden (ZHANG, 1994).

Parthenokarpe Sorten wurden für den Erzeuger gezüchtet und bieten mehrere Vorteile gegenüber Bestäubersorten:

- einen frühzeitigen und gleichmäßigen Fruchtansatz
- einen hohen Ertrag mit geringeren Krüppelanteil
- eine höhere Toleranz gegenüber Krankheiten
- einen offenen Wuchs (SCHWARZ, 1986)

Durch die Unabhängigkeit von Witterung und Bienenflug wird ein hoher Ertrag gewährleistet (ZHANG, 1994; SCHWARZ, 1986).

Als Nachteil wurden Qualitätseinbußen genannt, da diese Sorten zu verstärkter Hohlräumbildung während der Verarbeitung neigten. Es wurde jedoch festgestellt, dass die

Merkmale Festigkeit und Knackigkeit spezifische Sorteneigenschaften sind und nicht nur davon abhängen, ob es sich um eine bestäubende oder parthenokarpe Sorte handelt (SCHWARZ, 1986).

Auch wurden die meisten negativen Eigenschaften parthenokarper Sortern im Laufe der Jahre weggezüchtet. Für die Verarbeitung von Einlegegurken wird vor allem auf die Größe der Kernhausfläche geachtet (Qualitätskriterium). Je kleiner diese ist, umso knackiger ist das Endprodukt (FRIEDL, 2012).

5.2.2.2 Temperatur und Bodenfeuchte

Die Temperatur während des Anbaues und des Wachstums von Einlegegurken wirkt sich entscheidend auf die Textur aus. Mit steigender Temperatur verkleinerte sich die relative Kernhausfläche, was einen positiven Effekt auf die Textur hat (ZHANG, 1994; WEICHMANN, 1988). Eine Temperaturerhöhung von 20 auf 28 °C bewirkte eine Verbesserung der Knackigkeitswerte um 40 % (ZHANG, 1994). Die Früchte werden bei höheren Temperaturen jedoch schlanker, was nicht immer erwünscht ist (WEICHMANN, 1988).

Hohe Temperaturen begünstigen das Wachstum und somit die Erträge. WEICHMANN (1988) erkannte einen Zusammenhang zwischen der Textur und dem Ertrag: Je mehr Früchte eine Pflanze trug, desto schlechter waren die Textureigenschaften.

Gurken besitzen einen sehr hohen Transpirationskoeffizient. Dieser ist definiert als die verbrauchte Wassermenge in Liter für die Produktion von einem Kilogramm pflanzlicher Trockenmasse. Die Wasserversorgung stellt daher einen limitierenden Faktor im Anbau sowie in der Rohwarenqualität dar. Wassermangel führt zu Wachstumshemmungen und Entwicklungsstörungen der Pflanze. ZHANG (1994) stellte verminderte Knackigkeitswerte bei verringertem Wasserangebot fest. Tendenziell verursachte eine höhere Bodenfeuchte eine bessere Textur.

Die Düngung hat keinen Einfluss auf die Qualität von Einlegegurken. Sie beeinflusst den Ertrag, verändert die Textur jedoch nicht signifikant (WEICHMANN, 1988).

5.2.3 Nacherntebehandlung

Die Ernte der Einlegegurken erfolgt in der Praxis mittels eines Gurkenfliegers. Die abgepflückten Gurken werden auf ein Ablageband gelegt und zu einem mitfahrenden Transportwagen gefördert. Vom Ablageband fallen die Gurken in den Wagen, wobei die Fallhöhe je nach Füllstand bei maximal zwei Metern liegt. Dieser Schritt stellt die erste mechanische Belastung für die Einlegegurken dar (MAGNUSSEN, 2001). Auf dem landwirtschaftlichen Anhänger werden sie einer weiteren mechanischen Stresssituation ausgesetzt, dem vorherrschenden Druck der nachkommenden Gurken.

Der volle Wagen wird zu einer Firma transportiert und in eine Sortieranlage gekippt. Dies geschieht nicht immer unmittelbar nach der Ernte. Wenn der Wagen längere Zeit auf dem Feld steht und höhere Temperaturen herrschen, führt dies zu einer Erwärmung der Gurken. Dabei kommt es zu einer Erhöhung der Stoffwechselintensität, wobei sich die Haltbarkeit der Früchte mit der Höhe der einwirkenden Temperatur verkürzt. Diese Bedingungen in Verbindung mit hoher relativer Luftfeuchte bieten überdies einen idealen Nährboden für anhaftende Mikroorganismen.

WEICHMANN (1998) untersuchte den Temperaturanstieg von Gurken in losen Schüttungen. Er stellte fest, dass es im Verlauf einer Nacht nur am Hängerboden zu einem Temperaturrückgang kam. Schon 20 cm über dem Boden wurde eine Zunahme der Temperatur gemessen. In der Mitte des Anhängers kam es zu einem kontinuierlichen Temperaturanstieg auf über 30 °C. Dieser Anstieg ist auf die abgegebene Atmungswärme der Einlegefrüchte zurück zu führen. Der Großteil der untersuchten Gurken war für eine Zeitdauer von 17 Stunden Temperaturen über 20 °C ausgesetzt. Geht man von einer mittleren Stoffwechselintensität von 40 mg CO₂/kg*h aus, so werden je nach Lager- und Transporttemperaturen große Unterschiede in der Haltbarkeit errechnet: Bei 10 °C liegt diese bei drei Tagen, bei 20 °C bei circa 30 Stunden und bei 30 °C bei weniger als 20 Stunden. Dies stellt ein Problem dar, da die geernteten Gurken bis zu drei Tagen im Kühlraum gelagert werden.

Diese mechanischen Belastungen führten laut ABBOTT et al. (1991) zum Weichwerden des Gewebes und Ablösen der Fruchtschale. MILLER et al. (1987) sahen mechanischen Stress während der Ernte und des Transportes, hohe Temperaturen nach der Ernte sowie lange Lagerung zwischen Ernte und Verarbeitung ebenfalls als Gründe für das

Weichwerden des Fruchtfleisches und das Ablösen der Fruchtschale im Glas. Neben deutlichen Gewebeveränderungen konnte eine Aktivitätssteigerung pflanzeigener zellwandabbauender Enzyme beobachtet werden.

Die Verschlechterung der Zellwandeigenschaften ist auf zellwandabbauende Enzyme, anodische Peroxidase-Isoenzyme und Veränderungen der Pektinstruktur zurückzuführen (ABBOTT et al., 1991).

5.2.4 Rohwarenlagerung

Die Qualität verarbeiteter Einlegegurken steht in enger Beziehung zu verwendeten Rohware. Annähernd 75 % der Knackigkeit des Endproduktes lassen sich mit der Knackigkeit frischer Einlegegurken erklären. Nur etwa 25 % werden auf die Verarbeitung zurück geführt (WEICHMANN, 1988).

Da Gurken zu den kälteempfindlichen Gemüsesorten gehören, erleiden sie bei der Lagerung unter einer bestimmten Grenztemperatur physiologische Schäden, welche jedoch erst beim Wiedererwärmen, also während der Verarbeitung, sichtbar werden (WEICHMANN, 1988).

Als typische Kälteschäden sind äußerliche Veränderungen der Einlegegurke, wie Fäulnis, Farbveränderungen der Fruchtschale sowie Weichwerden des Gewebes zu nennen (ETCHELLS et al., 1973; CABRERA et al., 1992). Auf der Schale entstehen wässrige Stellen, welche von Mikroorganismen besiedelt werden können, wodurch diese schmierig und weich wird (WEICHMANN, 1988).

Für die Ausprägung der Kältestresssymptome sind sowohl die Tiefe der Temperatur wie auch die Einwirkdauer ausschlaggebend. Die Grenztemperatur, unter welcher es zu physiologischer Schädigung kommt, liegt je nach Literaturangabe zwischen 7 °C (WILLS) und 12,5 °C (APLAND). Andererseits stellte WEICHMANN (1988) fest, dass eine Lagertemperatur von 12 °C nach zwei Tagen zu einer Knackigkeitserhöhung führte. Nach einer Woche waren die Werte jedoch wieder auf die ursprünglichen Wert gesunken. Auch litten alle Qualitätsparameter unter diesen Bedingungen. So kam es zu Wasserverlust, Stumpfwerden der Schale und Verfärbungen.

Werden Gurken bei Temperaturen von 1 bis 4 °C transportiert oder gelagert, müssen diese sofort weiterverarbeitet werden, um die Symptome des Kältestresses zu vermeiden (WEICHMANN, 1988).

Eine hohe Luftfeuchte wirkt sich positiv auf die Qualität aus, da die Knackigkeit erhalten bleibt (WALTER et al, 1990). Während der Lagerung ist auf die Luftfeuchtigkeit zu achten, da Einlegegurken sehr leicht Wasser abgeben. Ein durchschnittlichem Gewichtsverlust von 6 % (welcher gleichzeitig jenem Wert entspricht, bei dem die Gurken zu welken beginnen) ist bei 8 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 98 % nach ungefähr zehn Tagen erreicht, bei einer relativen Luftfeuchte von 92 % bereits nach zweieinhalb Tagen. Ab einem Wasserverlust von etwa acht Prozent sind Einlegegurken nicht mehr für die Verarbeitung geeignet, sie werden gummiartig und weich. OZER et al. (2006) ermittelte als Lagerkonditionen für die anschließende Weiterverarbeitung 7 °C und 90 - 95 % relative Luftfeuchte für weniger als zehn Tage.

KUBO et.al (2000) stellte fest, dass die Gewebserweichung nicht nur mit der Reduktion des Turgordruckes in den Zellen, sondern auch mit physiologischen Veränderungen von Zellwandkomponenten zusammen hängen.

Eine CA (Controlled Atmosphere) Lagerung verlängert die Haltbarkeit von Einlegegurken. Durch eine veränderte Atmosphäre mit 3 % Sauerstoff und 15 % CO₂ konnte die Lagerdauer bei 4 °C auf bis zu drei Wochen erhöht werden. Allerdings wiesen diese Gurken nach der Verarbeitung einen Fremdgeschmack auf. Nach zweiwöchiger Lagerung konnte noch kein Fehlgeschmack erkannt werden (WEICHMANN, 1988).

Auch OMER et al. (2006) untersuchte den Effekt verschiedener Lagerungsbedingungen auf die Fertigware. Die Gurken wurden für 30 Tage bei unterschiedlichen atmosphärischen Konditionen gelagert und anschließend weiterverarbeitet. In einem Intervall von zehn Tagen wurden die Früchte analysiert. Der deutlichste Gewichtsverlust wurde bei den Gurken in normaler Atmosphäre (NA) verzeichnet. Am geringsten fiel er bei einer CA-Lagerung, zusammengesetzt aus 10 % CO₂ und 3 % O₂ beziehungsweise 20 % CO₂ und 3 % O₂, aus.

5.2.5 Prozess

5.2.5.1 Reinigung

Über Früchte anhaftende Blüten und Blätter können viele Mikroorganismen in die Lake gelangen und so das Endprodukt negativ beeinflussen. Eingebracht wurden auf diese Art diverse Hefen, wie beispielsweise *Pic. subpelliculosa*, *Pic. anomala*, *Can. Lacti* und *Can. Holmii*. Vor allem auf Blüten lebende Schimmelpilze, wie etwa *Alt. Tenuis*, *Asc. cucumis* und *Cla. caladosperioides*, sowie deren pekinolytischen und cellulolytischen Enzyme gelten als Mitverursacher des Strukturabbaues (WEIDENBÖRNER, 1999). Bei nicht ausreichender Reinigung wird die Enzymproduktion in der Lake induziert (FLEMING et al., 1987).

BELL und ETCHELLS (1961) isolierten vier Schimmelpilze von der Gurkenoberfläche. Es handelt sich dabei um *Fusarium roseum*, *F. oxysporum*, *F. solani* und *Ascochyta cucumis*. Mit diesen Isolaten wurden Lagerversuche angesetzt, wobei die Erzeugnisse unterschiedliche Salzgehalte aufwiesen. Alle vier Spezies reduzierten bereits nach einem Monat Inkubationszeit bei 30 °C die Knackigkeit von Einlegegurken signifikant, wobei die Auswirkungen bei niedrigen Salzkonzentrationen am bedeutensten waren.

5.2.5.2 pH-Wert und Säure

Essiggurken werden in einer Lake aus Essigsäure und anderen Zusatzstoffen eingelegt. Der Säuregehalt liegt bei süß-sauer eingelegten Gurkenerzeugnissen laut Codex Alimentarius zwischen 0,5 und 2 %, berechnet als Essigsäure. Der pH-Wert des Fertigproduktes beträgt nach der Gleichgewichtseinstellung etwa 4 (BRANDL et al. 2010).

McFEETERS und FLEMING (1991) stellten einen Zusammenhang zwischen pH-Wert und Knackigkeit fest. Mit steigendem pH-Wert, ausgehend von pH 2, nahm auch die Festigkeit zu. Bei einem pH-Wert von 2 konnte nach 24 stündiger Aufbewahrung im Kühlschrank die Knackigkeit nicht mehr ermittelt werden, da das Gewebe zu stark erweicht war. Die Erweichungsrate war bei neutralem sowie bei pH-Werten unter 4 sehr hoch.

Essigsäure hat sich als Säuerungsmittel bewährt, da andere Säuren einen negativen Einfluss auf die Textureigenschaften des Endproduktes ausüben: Bei Lagerversuchen wurden verschiedene Säuren getestet: Milch-, Citronen-, Äpfel-, Oxal- und Essigsäure. Oxalsäure, welche keine Verwendung in der Lebensmittelindustrie findet, wurde auf Grund ihrer Calcium und Magnesium abkapselnden Wirkung verwendet. Das Eindringen der Säure in das Gemüse erfolgte am schnellsten mit Oxalsäure, gefolgt von Essigsäure. Die Knackigkeit der Versuchsansätze wurde nach vier beziehungsweise acht Monaten ermittelt. Die Ergebnisse zeigten, dass Essigsäure zu den geringsten Knackigkeitseinbußen führte, während Oxalsäure die Essiggurken zu Brei werden ließ. Im Laufe der Lagerung stieg der Säuregehalt an, während der pH-Wert und die Knackigkeitswerte der Gurken sanken. Einzige Ausnahme waren die in Essigsäure eingelegten Früchte, bei denen nur ein geringer Anstieg des Säuregehaltes beobachtet wurde. Die Ergebnisse waren rätselhaft, da alle Versuchsansätze auf den gleichen Anfangs-pH-Wert eingestellt und unter Standardbedingungen pasteurisiert wurden. Die größten Abnahmen des Säuregehaltes führten zu den höchsten Knackigkeitseinbußen (BELL et al., 1972).

Als Grund für die Strukturveränderungen, jedoch nicht für die pH-Erniedrigung, konnte unter anderem die Stabilitätskonstanten ($\log K$) der Säuren für Calciumionen detektiert werden. Diese liegt für Essigsäure bei 0,53, für Oxalsäure bei 3. Die unterschiedlichen Wirkungsweisen lassen sich aber auch auf den Dissoziationsgrad der Säuren zurückführen. Bei einem pH-Wert von 4 ist Essigsäure zu 15 %, Milchsäure zu 61 %, Äpfelsäure zu 80 %, Citronensäure zu 88 % und Oxalsäure zu 95% dissoziiert. Oxal- und Citronensäure entziehen auf Grund ihrer komplexbildenden Eigenschaften dem Pektin Calcium und begünstigen damit das Weichwerden (BELL et al., 1972).

Rasches Heruntersäuern vor dem Erhitzungsprozesses schien sich positiv auf die Erhaltung der Gewebsstruktur auszuwirken (McFEETERS et al., 1991):

Pektin unterliegt enzymatischen und nicht-enzymatischen Veränderungen während der Verarbeitung und Lagerung von Gemüse. Während thermischer Prozesse führt die Depolymerisation von Pektin (β -Eliminationsreaktion) zur Verminderung von Textureigenschaften. Der pH-Wert und der Grad der Methylierung (DM) bestimmen dabei, ob es durch saure Hydrolyse oder eine β -Eliminationsreaktion abgebaut wird. Je höher der DM, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit der β -Eliminationsreaktion. Der minimale pH-Wert für diese Reaktion liegt bei 3,8 (FRAEYE et al. 2007). Die Reaktionsrate steigt mit

steigendem pH an, da Hydroxylionen diese Reaktion auslösen (SILA et al., 2008). Bei einem pH von 3 nimmt die Hydrolyserate ab, während die Pektinmethylierung zunimmt (KRALL et al., 1998).

Frische Gurken haben einen pH-Wert von 5,8 bis 6 (OMRAN et al., 1991). Erst durch den Erhitzungsprozess im sauren Aufguss kommt es zu einer Erniedrigung des DM und daher zu einer Unterdrückung der β -Eliminationsreaktion (FRAEYE, et al. 2007).

Eine weitere Möglichkeit zur Verhinderung der Depolymerisation von Pektin ist die Senkung der Methylveresterung des Pektins. Dies kann durch *in situ* Aktivierung endogener oder exogener Pektinmethylesterasen (PME) vor der thermischen Bearbeitung oder durch *in vivo* Genmanipulation erreicht werden (SILA et al., 2008).

5.2.5.3 Temperatureinflüsse

Um die Unbedenklichkeit von Essiggurken zu garantieren, müssen die eingelegten Produkte hitzebehandelt werden. Durch die Pasteurisation sollen Mikroorganismen und Enzyme deaktiviert werden, ohne das Produkt strukturell zu beeinträchtigen (RODRIGO et al., 1988).

BUCKENHÜSKES et al. (1990) überprüften den Einfluss verschiedener Pasteurisationstemperaturen auf die Textur von Einlegegurken. Bei einer Kerntemperatur von 80 °C für 35 Minuten konnten nur temperaturbedingte Schädigungen der Textur beobachtet werden, da keine Restenzymaktivität mehr nachweisbar war. Die konstantesten Knackigkeitswerte wurden bei einer Kerntemperatur von 75 °C ermittelt. Diese Temperatur scheint die optimale Balance zwischen Enzymdeaktivierung und Texturerhaltung zu sein. Einerseits konnte keine Enzymaktivität nachgewiesen werden und andererseits kam es zu keinen erhitzungsbedingten Texturveränderungen. Niedrigere Kerntemperaturen (70 und 65 °C) führten zu besseren Ausgangswerten, jedoch nahm die Knackigkeit während einer 18-wöchigen Lagerung stark ab. SISTRUNK und KOZUP (1982) führten ähnliche Ergebnisse an. So wurde die optimale Pasteurisationstemperatur mit 82 °C angegeben, bei welcher eine Kerntemperatur von etwa 77 °C erreicht wurde.

BELL et al. (1972) untersuchten den Einfluss der Pasteurisationsdauer auf die Knackigkeit. Die Gurkenproben wurden bei einer Temperatur von 73,8 °C für 0, 15, 30, 60, 180 und 240 Minuten pasteurisiert. Vor der Wärmebehandlung wurden die Gurken bis

zu pH-Werteinstellung in Wasser, Essig- bzw. Milchsäure gelagert (24 Stunden). Ab einer Hitzebehandlung von einer Stunde wiesen die sauer eingelegten Gurken eine verminderte Knackigkeit auf, während dies bei den in Wasser eingelegten Proben erst nach drei Stunden Wärmeeinwirkung der Fall war. Es scheint daher für Textur besser zu sein, die Gurken sofort nach der Belagung zu Pasteurisieren und nicht eine endgültige pH-Werteinstellung abzuwarten. Dies ist in der Praxis üblich.

5.2.5.4 Vorwärmebehandlung

Es zeigte sich, dass Gemüse, welches bei milden Temperaturen vorgekocht und anschließend pasteurisiert wurde, eine festere Konsistenz aufwies (ANTHON et al., 2005; MI YOO et al.; 2006; SILA et al., 2008). Gründe für diese Strukturhaltung konnten einerseits mit enzymatischen Reaktionen und andererseits mit der Inaktivierung von Mikroorganismen erklärt werden. Weiters fördert diese Behandlung die Entesterung von Pektinketten (GIERSCHNER et al., 1984).

Die Gurkenschale benötigt etwa 60 s, um seine Temperatur (± 5 °C) der Wassertemperatur anzugleichen. Eine Vorwärmebehandlung von weniger als 100 s reicht daher aus, um Mikroorganismen von der Gurkenoberfläche zu eliminieren (FASINA und FLEMING, 2001). Die Vorwärmebehandlung zur Reduzierung der mikrobiellen Belastung muss so ausgelegt sein, dass die Temperatur mindestens 6,5 mm in das Gurkengewebe eindringt. Auf der Gurkenoberfläche wurden 10^5 bis 10^7 aerobe Mikroorganismen, etwa 10^4 *Enterobacteriaceae* und rund 10^2 Sporenbildner nachgewiesen. Diese dringen bis zu 6 mm in die Frucht ein (MTTOS et al., 2005).

SISTRUNK und KOZUP (1982) stellten fest, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Blanchierbehandlung, der verwendeten Säure und der Zugabe von Calcium auf die Knackigkeitswerte besteht. Blanchieren in 0,2 %iger Calciumlösung bei 70 °C beziehungsweise 80 °C erhöhte die Knackigkeit von Gurken in Äpfel- und Milchsäure, jedoch nicht in Essigsäure.

MEURER (1991) zeigte, dass eine Vorwärmebehandlung von 55 und 65 °C zu einer höheren Texturstabilität führte. Als Grund sah er die Deaktivierung der Polygalacturonase (PG), während die Pektinmethylesterase (PME) kaum beeinträchtigt wurde. Dadurch konnte die PME das Pektin entestern, während die Membran thermisch denaturiert wurde. Dies

führt zu einer Erhöhung der Plasmamembran-Permeabilität, wodurch Calciumionen vermehrt durch die Zellwand diffundieren und sich mit Pektin vernetzen konnten. Auch SILA et al. (2008) kamen zu einem ähnlichen Ergebnis. Sie nahmen jedoch an, dass die PME zwischen 50 und 70 °C stimuliert wird. Durch den Anstieg der demethoxylierten Pektinpolysaccharide kommt es zu einer Reduktion der β -Eliminationsreaktion und dadurch zu einer geringeren Texturabnahme.

Unvergorene, blanchierte Gurkenscheiben in 0,6 % Essigsäure zeigten bei zunehmender Konzentration von einwertigen Kationen eine zunehmende Erweichungsgeschwindigkeit. Diese Ausprägung konnte bei nicht blanchierten Gurken nicht festgestellt werden, da die pflanzeigenen Pektinasen noch aktiv waren (McFEETERS et al. 1989).

5.2.6 Zusätze

5.2.6.1 Calcium

In Obst und Gemüse wird Pektin durch Pektinmethylesterasen (PME) entestert, was zur Entstehung freier Carboxylsäuren führt. Diese können mit zweiwertigen Kationen interagieren. Dadurch entstehen supramolekulare Verbindungen, welche nur schwer abbaubar sind (SILA et al., 2009; SILA et al., 2008; DEGRAEVE et al., 2003). Calciumpektate erhöhen die Stabilität der Mittellamell-Zellwände und erschweren dadurch den enzymatischen Abbau (HUDSON und BUESCHER, 1986).

In frischen Gurken ist Pektin zu 30-50 % entestert. Der Grad der Veresterung (DE) steht im direkten Zusammenhang mit der Stabilität und Konfiguration des Pektins. Mit zunehmender Methoxylierung steigt auch die Festigkeit der Pektinmakromoleküle an. Durch die Demethylierung geht das Pektin von einer gewundenen Molekularstruktur zu einer linearen Fibrillenkonfiguration über. Diese chemische Struktur ermöglicht es, dass Pektin mit einem hohen Methoxylgehalt mit Zucker und Säuren Gele bilden kann, während Pektin mit niedrigem Methoxylgehalte dazu multivalente Kationen benötigt.

In Gurken bewirkt eine Zugabe von zweiwertigen Kationen eine Reduzierung der Solubilisation und Entesterung des Pektins. Die Gewebefestigkeit ist daher von der Bildung unlöslicher und methylierter Pektinverbindungen abhängig.

Calciumchlorid hat zwei Funktionen als Stabilisator von Gewebe:

- Vernetzung mit Pektinmakromolekülen
- Reduzierung der Demethylierung von Pektin (HUDSON und BUESCHER, 1986)

Der natürliche Calciumgehalt von rohen Gurken liegt bei etwa 15 mg/100 g (GOLDHOFER und DUNST, 2005). Bereits ein Zusatz von 0,2 % CaCl₂ zur Lake führt bei Einlegegurken zur Erhöhung der Knackigkeit. Dieser Effekt konnte sowohl bei roh eingelegten wie auch bei vorwärmebehandelten Gurken beobachtet werden. Ein positiver Effekt des Calciums war vor allem bei längeren Lagerzeiten zu beobachten. Calciumpektate reduzieren anscheinend die protonenkatalysierten texturschädigenden Wirkungen des Erhitzungsprozesses und langer Lagerungen (MEURER, 1991).

McFEETERS und FLEMING (1991) untersuchten ebenfalls die Bedeutung von Calcium auf den Strukturabbau des Gurkengewebes. Die Versuche wurden über einen pH-Bereich von 2,5 bis 8,6 durchgeführt. Dabei stellten sie fest, dass der positive texturbeeinflussende Effekt dieser zweiwertigen Ionen oberhalb eines pH-Wertes von 5 abnahm. Es zeigte sich jedoch, dass alle Proben, welche 20 mM Calcium beinhalten, fester waren als die Referenzgruppe ohne Zusatz. Vor allem im stark sauren Bereich verzögerten Calciumionen das Erweichen. Sie schlussfolgerten, dass Calcium als Strukturstabilisator umso bedeutender ist, je niedriger der pH-Wert des Produktes ist.

Auch KRALL und McFEETERS (1998) beschäftigten sich mit dem Einfluss von Calcium auf die Hydrolyserate von Pektin bei einem pH-Wert von 3. Dabei stellten sie fest, dass eine Calciumkonzentration von 20 mM keinen signifikanten Effekt auf diese Rate ausübt. Der positive Effekt von Calcium wird demnach nicht durch Inhibierung der sauren Hydrolyse bewirkt.

Verstärkt wird die Wirkung von Calcium durch eine Erhöhung der PME Aktivität. Dies wird vor allem durch eine milde Vorwärmebehandlung erreicht (SILA et al., 2008).

5.2.6.2 Phenole

Als weiterer Stoff zur Erhaltung der Gewebeeigenschaften können Phenole genannt werden:

Durch den Einsatz von Phenolen kommt es auf Grund von Phenol-Pektin-Interaktionen zur Aufrechterhaltung texturgebender Eigenschaften. Dabei verbinden sich Hydroxyzimtsäuren, wie etwa die Ferulasäure oder Kaffeesäure, mit

Zellwandpolysacchariden unter Ausbildung veresterter Phenolkomponenten. Diese Zusammenschlüsse verhindern die Auflösung von Pektin während thermischer Prozesse. Dabei gelten Ferulasäure und ihre Derivate als bedeutend (TSAI et al., 2010). Der Zucker der Zellwände erhält in geringen Mengen Ferulasäure. Durch die Tätigkeit der Peroxidase und Hydrogenperoxid kommt es zur Vernetzung der Phenolgruppen mit Pektin. Durch die Inkubation mit Hydrogenperoxid könnte die thermische Erweichung des Gewebes reduziert werden: dies würde die endogene Peroxidase zur Verbindung pektinboundener Ferulasäure (vorwiegend Benzofuranform) innerhalb des Pektinkomplexes angeregt (SILA et al., 2008). Schon niedrige Dosen dieser Phenolsäure erhöhten bei Zwiebeln die Zellstabilität signifikant (TSAI et al., 2010).

Zellwandgebundene Phenole sind starke Antioxidantien und bioverfügbar. Sie können von intestinalen Enzymen abgebaut und in freier Form absorbiert werden (TSAI et al., 2010).

5.2.7 Enzyme

5.2.7.1 Allgemeines

Während der Verarbeitung und Lagerung können Zellwandveränderungen auftreten, welche zu einer Abnahme der Knackigkeit führen. Ursache ist der Abbau von Zellsubstanz, des Pektins. Dieses kann demethyliert und depolymerisiert werden (KRALL und McFEETERS, 1998).

Folgende Enzyme sind am Weichwerden essigsauer eingelegter Gurken beteiligt:

Cellulolytische Enzyme

Pectolytische Enzyme:

- Pektinmethylesterasen (PME)
- Polygalacturonase (PG)
- Pektin- und Pektatlyase (PL)

Hemicellulolytische Enzyme

Proteolytische Enzyme

Peroxidase

(OMRAN, et al., 1991)

Zu den pektinverändernden Enzymen in sauer eingelegten Gurken zählen vor allem die Pektinmethylesterase (PME = E.C. 3.1.1.11), die Polygalacturonase (PG = E.C. 3.2.1.15) sowie die Pektatlyase (PL = E.C. 4.2.2.2).

PME und PG entfalten ihre Aktivität jedoch nur eingeschränkt in Pflanzen. Nur in verletztem Gewebe und während der Reifung zeigen sie ihr maximales hydrolytisches Potential (SILA et al., 2008).

5.2.7.2 Pektinmethylesterase (PME = E.C. 3.1.1.11)

Pektinmethylesterasen sind vorwiegend in höheren Pflanzen und Pilzen, seltener in Bakterien und Hefen zu finden (MEURER, 1991).

Dieses Enzym katalysiert die spezifische Demethylierung von Pektin. Dabei wird hochverestertes Pektin durch Hydrolyse zu niederverestertem Pektin. Durch die Abgabe von Methanol (CH₃OH) und Protonen entsteht carboxyliertes Pektin mit negativ geladenen Gruppen (GUIAVARCH et al., 2003; SILA et al., 2008; SILA et al., 2009). Dieser Pektinkomplex kann einerseits mit divalenten Kationen (z.B. Ca²⁺ oder Mg²⁺) zu supramolekularen Konstruktionen vernetzt werden, andererseits jedoch dient er als Substrat für die Polygalacturonase. Dadurch ergeben sich zwei gegenteilige Effekte:

- Durch die Verbindung mit zweiwertigen Kationen findet eine Verstärkung des Gewebes statt.
- Durch die PG Aktivität kommt es zum weiteren Abbau und dadurch zu Texturverlusten (MEURER, 1991; SILA et al., 2008; SILA et al., 2009).

Die Texturverbesserung wird der Abnahme der Löslichkeit des Pektins durch die PME zugeschrieben, vor allem in der Anwesenheit von Calciumionen und durch Limitierung der β -Elimination (GUIAVARCH et al., 2003).

Bereits 1951 identifizierten BELL et al. (1951) eine Pektinmethylesterase in Gurken. Die höchste Aktivität wurde in Blättern, Blüten und kleinen Früchten nachgewiesen. Obwohl die relative Aktivität mit zunehmender Fruchtgröße abnahm, blieb sie absolut betrachtet nahezu konstant (MEURER, 1991; OMRAN, et al., 1991). Pflanzeneigene PME schützen das Gewebe vor Mazeration durch pektinolytische Enzyme, welche von pflanzenpathogenen Keimen gebildet werden. Der PME Gehalt in verletztem Gurkengewebe ist daher deutlich höher als in gesunden Gurken. Im Inneren der Gurkenfrucht nimmt die PME Aktivität vom Exokarp über das Mesokarp zum Endokarp hin ab (OMRAN, et al., 1991). MARUVADA und McFEETERS (2009) konnten eine PME Aktivität von 2.870 nmol/min*g in frischen Einlegegurken detektieren.

Der isoelektrische Punkt der PME liegt etwas über 7, das pH-Optimum bewegt sich zwischen 6 und 8,5, wobei dieses bei höheren Salzkonzentrationen in den sauren Bereich verschoben wird. Das Temperaturoptimum der PME liegt je nach Sorte und Anbaugebiet zwischen 55 und 65 °C (OMRAN et al., 1991; MEURER, 1991). Bei Temperaturen über 60 °C treten erste Denaturierungserscheinungen auf. Eine 10-minütige Erhitzung auf 70 °C

führt zur vollständigen Inaktivierung (OMRAN, et al., 1991). MARUVADA und McFEETERS (2009) stellten eine 71 %ige Erhaltung der Enzymaktivität bei einer Blanchierbehandlung von 65 °C fest, während eine Deaktivierung bei 79 °C erfolgte. SILA et al. (2008) publizierten, dass die PME zu den hitzelabilen Enzymen gehört, jedoch druckstabil sei. Einige PMEs behielten ihre Aktivität auch bei Behandlungen von 900 mPa. Mäßige Drücke verzögern die thermische Inaktivierung der PME.

McFEETERS et al. (1985) beobachtete bei blanchierten Gurkenscheiben eine teilweise Reaktivierung während einer einmonatigen Lagerungsperiode. Dies legte die Vermutung nahe, dass in Gurke verschiedene Isoenzyme vorhanden sind.

Die Pektinmethylesterase ist im sauren Bereich ($\text{pH} < 4$) auf die Anwesenheit von Kationen angewiesen. In salzfreier Umgebung ist die PME vollständig inaktiviert. Erst bei steigendem NaCl- und/oder CaCl_2 Konzentrationen wird die PME Produktion induziert und gelangt durch Diffusion an ihren Wirkungsort (OMRAN et al., 1991). Unter Standardbedingungen liegt die Salzkonzentration des Aufgusses bei etwa 3%, nach der Gleichgewichtseinstellung zwischen Gurke und Aufguss beträgt sie circa 1,5-1,7 % (BRANDL et al., 2010). OMRAN et al. (1991) bewiesen, dass das pH-Optimum der PME durch eine Salzzugabe in den sauren Bereich verschoben wird. Bei pH 4 wurde die höchste Aktivität bei einer Salzkonzentration von 2 % erzielt, jedoch konnte eine Hemmung bei einem Salzgehalt über 3,5 % beobachtet werden.

Da PME den Grad der Pektin-Methylveresterung kontrolliert, kann durch Zugabe dieses Enzymes die Anzahl der Calcium-Bindungsstellen im Pektin erhöht werden (ANTHON et al., 2005). Es gibt bereits kommerziell erhältliche fungale PME Präparate, welche in Anwesenheit von Calcium zur Erhaltung einer festen Gewebestruktur beitragen (DEGRAEVE et al., 2003). Die zugesetzten PMEs sollten den vorhandenen endogenen Enzymgehalt erhöhen, beziehungsweise die inaktiven Enzyme auffüllen. Der Trend geht immer mehr zur Verwendung mikrobieller PME's, da diese großtechnisch herstellbar sind, sich positiver auf die Textur auswirken und nicht durch pflanzeigene PME-Inhibitoren deaktiviert werden (SILA et al., 2008). Positive Effekte wurden dabei schon mit Obst erzielt: Pfirsichhälften, welche mit Zitronen-PME und Calcium vakuumbehandelt wurden, wiesen eine viermal höhere Strukturstabilität als die Kontrollgruppen ohne Vakuuminfusion auf. Eine ähnliche Vorbehandlung wurde auch bei Erdbeeren angewandt bevor sie gefroren und anschließend zu Konfitüre weiterverarbeitet wurden. Marmeladen aus vorbehandelten Erdbeeren wurden als doppelt so beständig/stabil wahrgenommen als

herkömmliche Konfitüre. Weitere positive Ergebnisse wurden auch bei Apfelstücken, Erdbeerhälften und Himbeeren erzielt. Die Festigkeit der vakuuminfusionsbehandelten Früchte mit PME und Calcium wurde immer als signifikant besser bewertet als jene der Kontrollgruppe (DEGRAEVE et al., 2003).

Durch Vakuumimprägnation können die Nachteile der herkömmlichen Enzyminfusion umgangen werden. Durch das Vakuum wird eingeschlossene Luft anfangs in den Poren von Obst und Gemüse zurückgehalten und anschließend durch die Imprägnationslösung ersetzt. Dies geschieht durch das positive Druckdifferential, welches entsteht, wenn das Produkt wieder auf atmosphärischen Druck gebracht wird (DEGRAEVE et al., 2003).

5.2.7.3 Polygalacturonase (PG = E.C. 3.2.1.15/67)

Grundsätzlich werden zwei Arten von Polygalacturonasen unterschieden:

Exo-Polygalacturonasen (EC 3.2.1.67) werden von höheren Pflanzen, Pilzen und einigen Bakterien gebildet. Sie greifen Polygalacturonsäure an und spalten Monogalacturonsäureeinheiten vom nichtreduzierenden Kettenende her ab. Dadurch entstehen reduzierende Zucker (MEURER, 1991; OMRAN et al., 1991). Das pH-Optimum der pflanzeigenen exo-Polygalacturonase liegt je nach Literaturangabe zwischen 4 und 5,2. Während OMRAN et al. (1991) ein pH-Optimum zwischen 4 und 5 ermittelten, detektierte MEURER (1991) bei pH 4 nur etwa die Hälfte der Maximalaktivität. Beide kamen jedoch zu dem Ergebnis, dass die Aktivität oberhalb pH 5 abnahm.

Endo-Polygalacturonasen (EC 3.2.1.15) katalysieren die hydrolytische Spaltung innerhalb der Ketten. Sie kommen in höheren Pflanzen, in einigen Hefen und Bakterien sowie in pflanzenpathogenen Pilzen vor.

Die PG wird für das Auflösen der Mittellamellen während der Reifung von Obst und Gemüse verantwortlich gemacht. Es wurde ein Zusammenhang zwischen der reifebedingten Ethylenproduktion und der PG-Aktivität festgestellt. Es kam zu einer 20fachen Aktivitätssteigerung bei gleichzeitiger pH-Absenkung (MEURER, 1991). Sie bewirken eine Viskositätserniedrigung sowie eine Freisetzung reduzierender Gruppen (OMRAN et al., 1991).

Die Polygalacturonase ist wärmeempfindlicher als die PME. Bei einer Wärmebehandlung von 65 °C für sechs Minuten waren nur noch 16 % der Aktivität

nachweisbar (MARUVADA und McFEETERS, 2009). SILA et al. (2008) stellten fest, dass die PG, im Gegensatz zur PME, ein drucklabiles Enzym ist.

Calcium führte zu einer Steigerung der PG-Aktivität. Durch Zusatz von 0,2 bis 0,6 mM CaCl_2/L wurde die Aktivität gegenüber calciumchloridfreien Ansätzen verdoppelt (OMRAN et al., 1991) beziehungsweise um das 2,5fache erhöht (MEURER, 1991). Andere zweiwertige Kationen wie Mg^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} und Mn^{2+} hatten keinen Einfluss auf die Aktivität (MEURER, 1991). Durch Citrat und EDTA wird das Enzym vollständig gehemmt. Auch Kochsalz vermindert die Aktivität. Bereits ab einem Salzgehalt von 0,5 % halbiert sich die PG Aktivität.

Es konnte jedoch festgestellt werden, dass Gurken, welche in einer salzfreien Lake eingelegt wurden, höhere Knackigkeitswerte aufwiesen als jene in 0,5 % NaCl Aufguss. Als mögliche Ursache kann das Vorhandensein der endo-Polygalacturonase genannt werden. Dieses Enzym entfaltet seine optimale Wirkung bei Salzkonzentration von 0,1 bis 0,15 M NaCl. Dies entspricht einem Gehalt von 0,6 bis 0,9 %, welcher dem Standardsalzgehalt von Einlegegurken gleichkommt.

Die endo-PG Aktivität konnte vorwiegend im Endokarp nachgewiesen werden. MEURER (1991) stellte fest, dass auch bei Unterdrückung des Mikroorganismenwachstums durch Natriumazid eine Aktivität nachweisbar war. Dies legt die Vermutung nahe, dass die Gurke durch bestimmte Umgebungsfaktoren, wie beispielsweise Sauerstoffmangel, kurz nach dem Einlegen die Enzymproduktion induziert.

Die Polygalacturonase-Aktivität ist in jungen Früchten sehr gering. Erst während der Reifung kommt es zu einem Aktivitätsanstieg in den Früchten und Samen. Die Enzyminduktion geschieht während der Bildung von Ethen (C_2H_4), wodurch es zu einem pH-Wert Abfall in der Samenhöhle kommt (OMRAN et al., 1991). Während der etheninduzierten Reifung kann die PG-Aktivität um das 20fache zunehmen (MEURER, 1991). BUCKENHÜSKES et al. (1990) stellten fest, dass die PG im Laufe der Lagerung inaktiviert wird. Als mögliche Ursache nannten sie die Säureeinwirkung.

MARUVADA und McFEETERS (2009) konnten bei frischen Gurken keine Polygalacturonaseaktivität nachweisen. Es ist möglich, dass dieses Enzym durch die Kultivierung neuer Sorten noch weiter reduziert wurde.

5.2.7.4 Weitere Enzyme

Die Pektatlyase (PL = E.C. 4.2.2.2) kommt meist in Pathogenen vor. Es wurde jedoch festgestellt, dass sie auch in der Pflanze exprimiert werden kann. Sie katalysiert die Depolymerisation von Pektin, ähnlich der β -Eliminationsreaktion (SILA et al., 2008). Sie spaltet Pektin nicht-hydrolytisch unter Ausbildung von Doppelbindungen. Diese benötigen zur Aufrechterhaltung ihrer Aktivität zweiwertige Kationen (MEURER, 1991).

Die Peroxidase (E.C. 1.11.1.7) dient als Indikatorenzym für die ausreichende Erhitzung von pflanzlichen Lebensmitteln. Die Vollständige Hitzedeaktivierung dieses Enzyms im Sauergemüse geht oft mit Texturveränderungen einher. Weiters ist der Nachweis durch Isoenzyme sowie möglicher Reaktivierung nach dem Pasteurisieren erschwert (BUCKENHÜSKES et al., 1990).

Von der Gurkenpflanze wurden viele Pilze isoliert. Unter den zehn häufigsten befanden sich unter anderem *Fusariumroseum*, *Fusariumoxyprorum*, *Furariumsolani* und *Ascochytaacucumis*, welche die hydrolytischen Enzyme Pektinasen und Cellulasen erzeugen. Es wurde festgestellt, dass diese Enzyme vor allem über pilzbeladene Pflanzen in die Lake kamen und nur in geringen Mengen von den Gurken selbst stammten. Die Enzyme werden in den Pflanzen vor dem Einlegen in die Lake gebildet (BELL et al., 1961).

Mikrobielle Polygalacturonasen werden vorwiegend über Blüten in das Endprodukt eingebracht. Vor allem kleine Gurken wurden als Einbringer detektiert, da sie einen größeren Anteil an PG-geladener Blüten tragen. Sie werden durch hohe Salzkonzentrationen gehemmt (THOMPSON et al., 1979).

5.2.8 Einflussfaktor Lagerung Fertigware

Die Lagerung der fertigen Gurkenerzeugnisse übt ebenfalls einen Einfluss auf die Textur aus.

THOMPSON et al. (1979) untersuchte die Texturveränderungen von Einlegegurken bei verschiedenen Lagertemperaturen. Sie stellten fest, dass sowohl bei 4,4 °C als auch bei 15,5 °C die Knackigkeit während der Lagerung beinahe konstant blieb. Hingegen kam es zu einer kontinuierlichen Verschlechterung der Textur bei Lagerungstemperatur ab 26,6 °C. SISTRUNK und KOZUP (1982) kamen zu einem ähnlichen Ergebnis. Als Grenztemperatur, welche zu Texturerweichung führt, gaben sie jedoch 30 °C an.

Für die Gewebserweichung bei höheren Temperaturen und einem Salzgehalt von etwa 4 % wird die gurkeneigene Polygalacturonase verantwortlich gemacht. Ab einem Salzgehalt von 5,5 % ist die PG Aktivität vernachlässigbar (THOMPSON et al., 1979).

Bei einer Lagertemperatur von 1,1 °C kommt es zu einer Erhöhung der Knackigkeit. THOMPSON et al. (1979) ermittelten bei Versuchen, dass Essiggurken, welche bei 4,4 °C gelagert wurden, nach neun und zwölf Monaten eine größere Festigkeit aufwiesen als nach drei beziehungsweise sechs Monaten. Dieses Ergebnis erklärte er mit einer teilweisen Reaktivierung von Enzymen im Laufe der Lagerung.

6 Aufgabenstellung

Die vorliegende Arbeit befasste sich mit den Texturveränderungen von Essiggurken während der Verarbeitung und Lagerung. Die Einflussfaktoren sind vielseitig und können sowohl enzymatischen wie auch nicht-enzymatischen Ursprungs sein:

Ziel dieser Arbeit war es, nach einer Bestandsaufnahme der schon bisher in der Fa. efko durchgeführten Untersuchungen zur Textur von Einlegegurken, in systematischer Weise weitere Versuche zur Beibehaltung der Textureigenschaften während der Haltbarkeitsphase von drei Jahren durchzuführen. Dazu sollten folgende Versuchsansätze vorgenommen werden:

- Berieselungsbelakung - Als nicht-enzymatischer Ansatz gilt die Technologie der Berieselungsbelakung. Diese verhindert das Zerstören der Gewebsstruktur im oberen Bereich des Glases, wie es bei der Vakuumbelakung der Fall ist.
- Sticheln - Das Sticheln der Gurken vor der Verarbeitung soll zu einer raschen Säuerung und dadurch zu einer schnelleren Gleichgewichtseinstellung zwischen Lake und Gurke führen. Auf diese Weise kann lt. Literatur sowohl die saure Hydrolyse als auch die Depolymerisation von Pektin verhindert werden.
- Calciumzugabe - Zweiwertige Kationen haben die Eigenschaft, sich mit Pektin zu supramolekularen Komplexen zu verbinden. Diese Annahme wird durch Beimengung von Calcium zum Aufguss überprüft.
- Blanchieren - Durch das Blanchieren der Gurken vor dem eigentlichen Erhitzungsprozess soll die Polygalacturonase deaktiviert werden, während die Aktivität der Pektinmethylesterase stimuliert wird. Durch die thermische Denaturierung der Zellmembran und die Demethylierung von Pektin kann Calcium leichter in die Zellen diffundieren und sich mit Pektin vernetzen.
- Heißaufguss - Das Abfüllen der Einlegegurken mit heißem Aufguss soll den Blanchiervorgang simulieren, da dieser sehr aufwendig und kaum praxistauglich ist. Die Zugabe von Calcium soll den positiven Effekt dieses Versuches verstärken.
- Lagerbedingungen - Auch die Umgebungsbedingungen beeinflussen die Qualität von Lebensmitteln. Licht kann Farbe, Geschmack, Textur, aber auch die

Nährstoffzusammensetzung verändern. Dieser Faktor wird mit Hilfe von Dosenabfüllung eliminiert.

- Erntezeitpunkt - Es wird vermutet, dass auch der Erntezeitpunkt einen Einfluss auf Rohwarenqualität und somit auf das Produkt hat. Daher werden auch Einlegeversuche mit den letzten Gurken der Kampagne durchgeführt.

7 Bestandsaufnahme bisheriger Untersuchungen der Fa. efko

Bereits seit dem Jahr 2003 wurden in der Firma efko Versuche zur Erhöhung der Knackigkeit einerseits, und Ursachenforschung für die Texturerweichung andererseits, durchgeführt.

Die Messungen der Knackigkeit erfolgten in der Fa. efko mit einem Penetrometer. Firmenintern wurde ein Grenzwert für weiche Gurken ermittelt: dieser liegt bei etwa 45 N.

7.1 Lagerversuche efko

7.1.1 Versuchsreihe 2003

2003 wurden die ersten dokumentierten Lagerversuche zur Erhaltung der Gewebsstruktur von Essiggurken durchgeführt. Dafür wurden dem normalen Delikatessgurkenaufguss K1 g Calciumcitrat zugegeben (Tab. 4). Es handelte sich um 720 ml Gläser, welche händisch mit Aufguss versehen und verschlossen wurden.

Die Knackigkeitsermittlungen fanden 2003, 2004 sowie 2010 in der Fa. efko statt.

Es zeigte sich, dass jene Gurkenkonserven, welchen Calciumverbindungen zugesetzt wurden, im Mittel höhere Knackigkeitswerte aufwiesen (Abb.4).

Da im Jahr 2010 nur noch Gurkengläser mit calciumhaltigen Aufguss vorhanden waren, konnte kein Vergleich mit dem Standard gemacht werden.

Die relativ hohen Knackigkeitswerte (42,5 N) der sieben Jahre alten Gurken wurden auf die Anwesenheit von Calcium zurückgeführt. Calcium verlangsamte zwar den Strukturabbau, konnte jedoch die negativen Effekte des Alterns nicht verhindern. Der Aufguss war trüb und es kam zur Ausbildung eine Fehlgeschmackes.

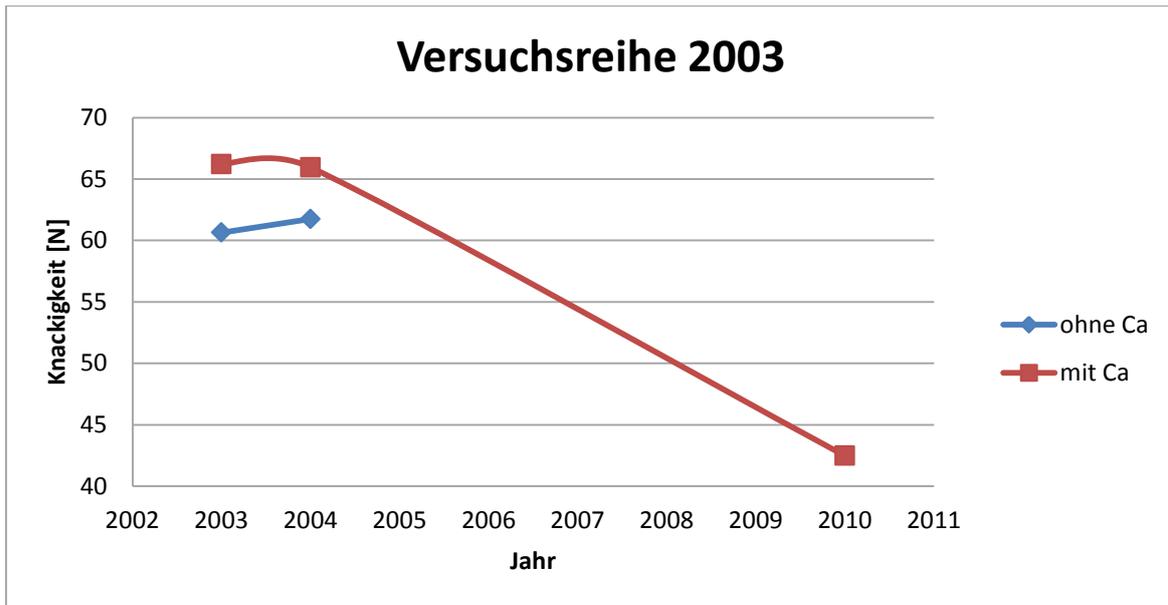


Abb. 4: Auswertung der Lagerversuche 2003

Tab. 4: Durchschnittswerte der Texturmessung

Auswertungsjahr	Mit Calcium [N]	Ohne Calcium [N]
2003	66,2	60,6
2004	65,9	61,7
2010	42,5	---

7.1.2 Versuchsreihe 2006

Für die Versuchsreihe 2006 wurden die Faktoren „Aufgusstemperatur“, „Kopfraumvolumen“ und „Ascorbinsäure“ als Texturstabilisatoren berücksichtigt (Tab.5).

Der Parameter „Kopfraum“ spielt bei der Vakuumbelakung eine wichtige Rolle: Ohne ein definiertes Kopfraumvolumen kann kein Vakuum ausgebildet werden. Der noch verbleibende Sauerstoff ermöglicht jedoch aeroben Enzymen die Aufrechterhaltung ihrer Aktivität. Dies könnte negative Einflüsse auf die Textur ausüben.

Mit dem Faktor „Aufgusstemperatur“ wurde das Blanchieren vor dem Einlegen simuliert.

Ascorbinsäure wurde als Säuerungsmittel sowie als Antioxdans eingesetzt.

Tab. 5: Zusammenfassung der Versuchsansätze 2006

Code	Temperatur Aufguss	Kopfraumvolumen [cm ³]	Ascorbinsäure
I	Standard (18 - 22 °C)	Normal	---
II	Heiß (60 °C)	Kein Kopfraum	---
III	Heiß (60 °C)	Normal	---
IV	Standard (18 - 22 °C)	Normal	K1

Die Knackigkeitswerte waren zu Beginn der Auswertungsperiode im Mittel bei allen Versuchsansätzen sehr ähnlich (Abb.4). Dieser Trend setzte sich auch im folgenden Jahr fort.

Erst nach vier Jahren zeigte sich, dass jene Proben, welche mit Ascorbinsäure (IV) angesetzt wurden, ihre Textureigenschaften am besten beibehielten. Ob dieses Ergebnis an der antioxidativen Wirkung der Ascorbinsäure lag, wurde nicht weiter verfolgt.

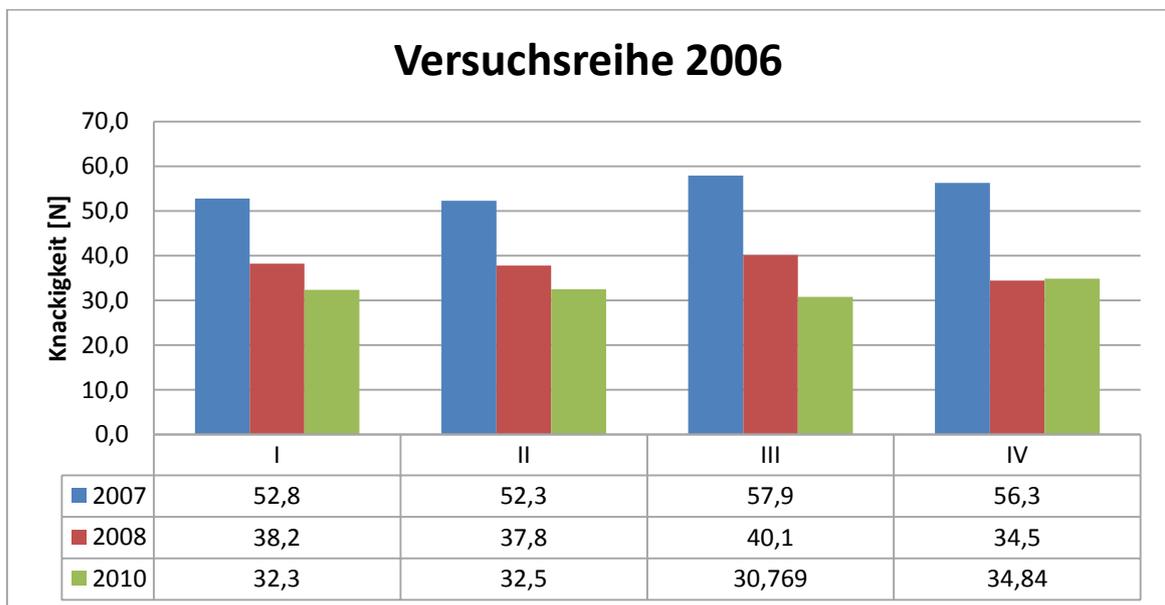


Abb. 5: Versuchsauswertung Lagerversuche 2006

7.1.3 Versuchsreihe 2008

2008 wurden weitere Versuche mit Calciumcitrat in verschiedenen Konzentrationen angesetzt. Dieser Ansatz wurde um die Faktoren „Aufgusstemperatur“ und

„Lagerungsbedingungen“ erweitert. In Tabelle 6 werden die Ansätze dieser Versuchsreihe zusammengefasst.

Tab. 6: Zusammenfassung der Versuchsansätze 2008

Code	Calcium-citrat	Temperatur Aufguss	Belakung	Lagerung
I	K1	Standard (18 - 22 °C)	Berieselungs-belakung	Normal
II	K1	Heiß (60 °C)	Berieselungs-belakung	Normal
III	K1	Standard (18 – 22°C)	Berieselungs-belakung	über Kopf, dunkel
IV	-	Standard (18 - 22 °C)	Vakuumbelakung	Normal
V	-	Standard (18 - 22 °C)	Berieselungs-belakung	über Kopf, dunkel
VI	-	Heiß (60 °C)	Berieselungs-belakung	Normal
VII	K2	Standard (18 - 22 °C)	Berieselungs-belakung	Normal

Normalerweise werden die pasteurisierten Gurkenerzeugnisse auf Paletten geschichtet und in Lagerhallen bis zur Auslieferung aufbewahrt. In diesen Hallen sind die Konserven vor direktem Sonnenlicht geschützt und die Temperatur liegt zwischen 15 °C und 18 °C.

Die „über Kopf“-Dunkellagerung wurde eingesetzt, um die Parameter Restlicht und Kopfraum zu eliminieren und dadurch Erkenntnisse über diese Einflussfaktoren zu gewinnen.

In Abb.5 sieht man, dass der Standard (IV) die niedrigsten Knackigkeitswerte erzielte. Im Laufe eines Jahres änderten sich diese Werte jedoch kaum. Die besten Knackigkeitsdaten wurden während des Lagerversuches unter Verwendung von heißem calciumhaltigen Aufguss (II) ermittelt.

Jene Versuchsansätze, welche „über-Kopf“ dunkel gelagert wurden (III und V), wiesen am Beginn der Untersuchung sehr ähnliche Werte auf. Die calciumfreie Variante (V) konnte ihre Texturmerkmale während der folgenden Lagerung noch verbessern, während bei der calciumhaltige Variante ein leichter Rückgang zu beobachten war. Dennoch wiesen

beide Ansätze nach zwei Jahren Lagerung die höchsten Knackigkeitswerte nach Variante II auf.

Der Einsatz von heißem Aufguss führte bei Versuchsansatz VI zu hohen Anfangswerten. Im Laufe eines Jahres kam es zu einem signifikanten Texturrückgang (Tab.7). Die Verwendung eines heißen Aufgusses alleine ist nicht ausreichend, um das Gurkengewebe dauerhaft zu stabilisieren.

Der Faktor „Kopfraum“ wurde durch Betrachtung der zwei obersten Gurken im Glas ermittelt (Abb. 7). Dabei ist ersichtlich, dass der Standard (IV) schlechter als die restlichen Versuchsansätze abschneidet:

Dies bestätigt die Annahme, dass durch Vakuumbelagung die Zellstruktur der obersten Gurken zu Schaden kommt. Es ist auch zu erkennen, dass Calciumverbindungen den Knackigkeitsverlust im Kopfraum nicht kompensieren können.

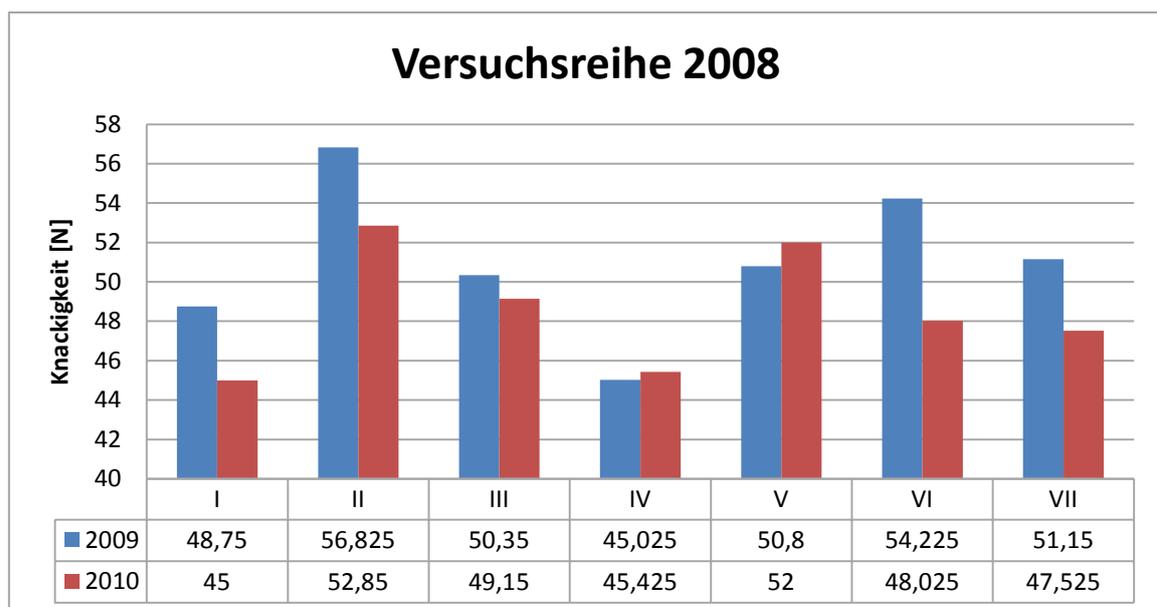


Abb. 6: Versuchsauswertung durch Betrachtung der Mittelwerte der Lagerversuche 2008

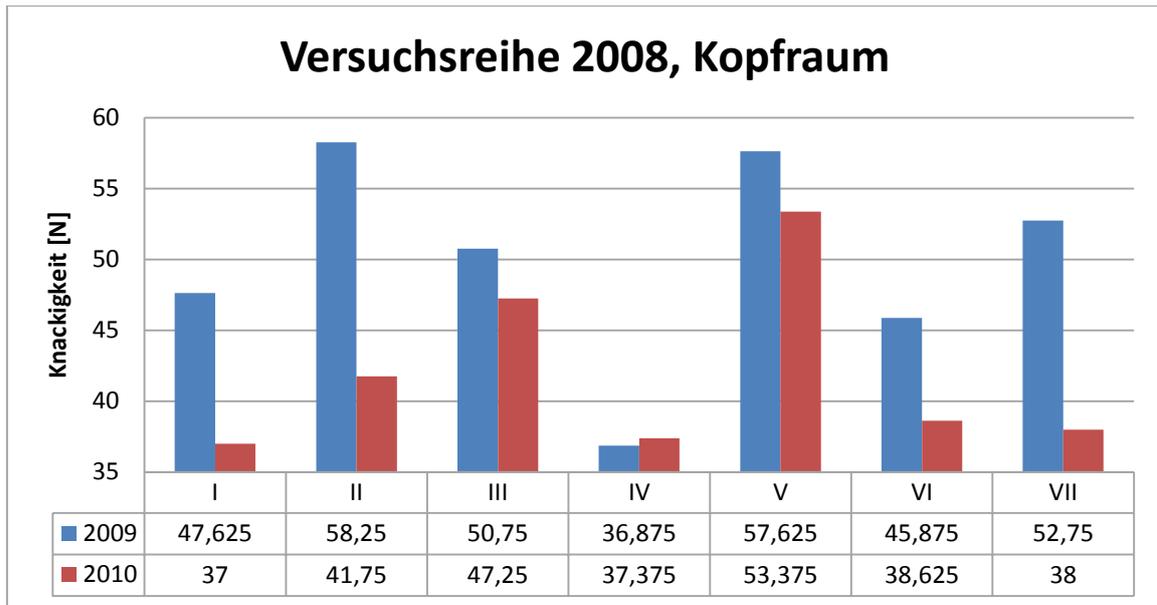


Abb. 7: Versuchsauswertung des Kopfraumes der Lagerversuche 2008

Tab. 7: Paarweiser Signifikanzprüfung der Versuchsansätze im Laufe eines Jahres

Paare	Gepaarte Differenzen				T	df	Signifikanz
	MW	Stabw	95% Konfidenzintervall der Differenz				
			Untere	Obere			
VI_2009 - VI_2010	6,20	16,59	0,89	11,51	2,36	39	0,02
II_2009 - II_2010	3,97	14,96	-0,81	8,76	1,68	39	0,10
III_2009 - III_2010	1,20	13,91	-3,25	5,65	0,55	39	0,59
IV_2009 - IV_2010	-4,40	14,25	-4,96	4,16	-0,18	39	0,86
V_2009 - V_2010	-1,20	14,22	-5,75	3,35	-0,53	39	0,60
VII_2009 - VII_2010	3,63	14,50	-1,02	8,27	1,58	39	0,12

7.1.4 Versuchsreihe 2009

2009 wurde eine weitere Versuchsreihe mit Calcium und verschiedenen Aufgusstemperaturen angesetzt. Hinzu kam, dass die Gurken von zwei Versuchsansätzen vor dem Einlegen gestichelt wurden. Die Lagerung erfolgte unter Normalbedingungen (Tab.8).

Tab. 8: Zusammenfassung der Lagerversuche 2009

Code	Calciumcitrat	Temperatur Aufguss	Bemerkung
I	K1	Standard (18 – 22 °C)	Berieselungsbelakung
II	K1	Heiß (60 – 65 °C)	Berieselungsbelakung
III	-	Standard (18 – 22 °C)	Vakuumbelakung
IV	-	Standard (18 – 22 °C)	Berieselungsbelakung
V	-	Heiß (60 – 65 °C)	Berieselungsbelakung
VI	K1	Standard (18 – 22 °C)	Gurken eingestochen Berieselungsbelakung
VII	-	Standard (18 – 22 °C)	Gurken eingestochen Berieselungsbelakung

Bei der ersten Datenerhebung 2010 wurde die Standardausführung (III) als die schlechteste detektiert, während die eingestochenen calciumhaltigen am besten abschnitten (Abb. 8).

Ausgehend vom Gesamtmittelwert aller Versuchsansätze, konnten drei statistisch signifikant unterschiedliche Gruppen definiert werden (Abb.9):

- Mittlere Knackigkeitswerte (52,2 N - 59,3N): I, II, V
- Hohe Knackigkeitswerte (über 59,3 N): VI, VII
- Niedrige Knackigkeitswerte (unter 52,2 N): III, IV

Die Gruppe mit den besten Textureigenschaften lässt sich klar definieren: es handelt sich um die gestichelten Gurken. Der rasche pH-Wert Abfall scheint einen positiven Effekt auf die Texturparameter zu haben.

In der Gruppe der mittleren Knackigkeitswerte befinden sich zwei Varianten mit Calcium sowie eine Variante ohne Calcium, dafür mit heißem Aufguss. Auch Versuchsreihe 2008 zeigte hohe Anfangswerte bei diesen Herstellungsvarianten. Ein Unterschied wurde erst im Laufe der Lagerung ersichtlich. Daher muss beobachtet werden, in welche Richtung sich der Trend im Zuge der nächsten Untersuchungen fortsetzt.

Die schlechtesten Ergebnisse wurden unter Verwendung von kaltem Standardaufguss erzielt, sowohl bei Berieselungs- wie auch bei Vakuumbelakung.

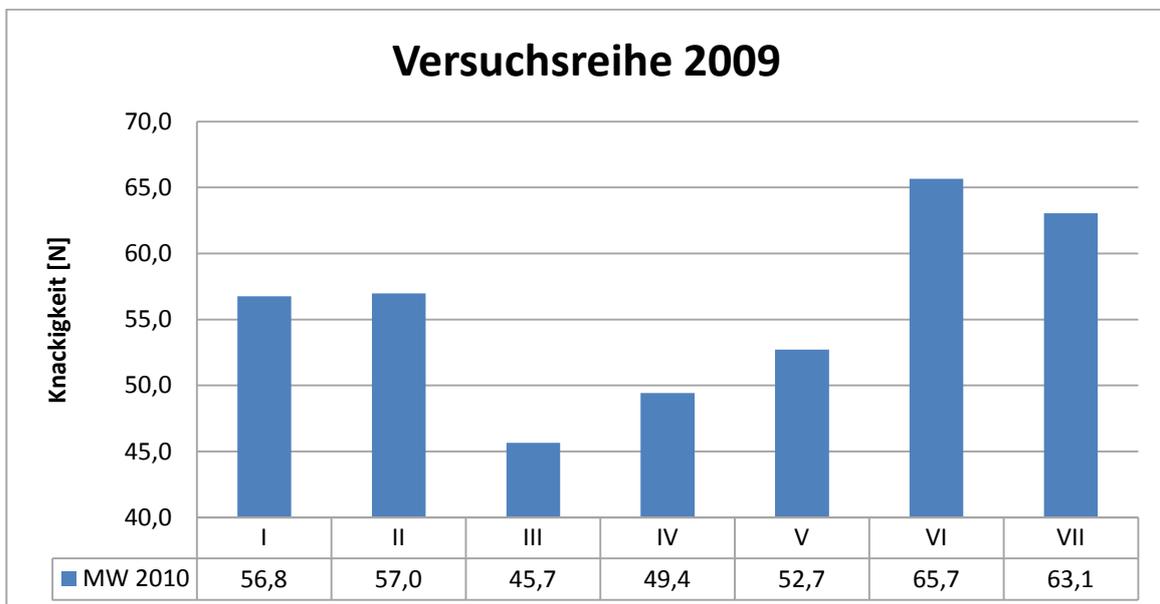


Abb. 8: Versuchsauswertung durch Betrachtung der Mittelwerte der Lagerversuche 2009

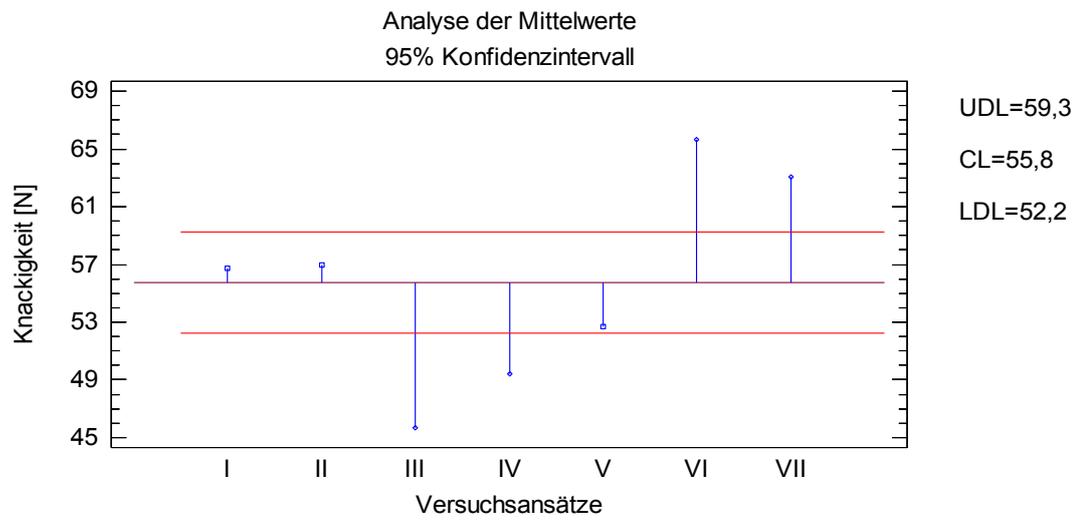


Abb. 9: Grafische Signifikanzprüfung der Versuchsreihe 2009

7.2 Enzymatische Untersuchungen

Ab 2004 wurden in Zusammenarbeit mit der BOKU enzymatische Untersuchungen an Einlegegurken durchgeführt:

Die erste Untersuchung galt der Anwesenheit von Pektinmethylesterasen. Das Probenmaterial wurde von der Fa. efko bereit gestellt. Untersucht wurden frische Gurken, Kräutergurken sowie Schlemmurgurken:

Nur in frischen Gurken konnte eine Pektinmethylesterase-Aktivität im Ausmaß von durchschnittlich 0,0878 Einheiten/g nachgewiesen werden. In den pasteurisierten Gurkenproben, welche sowohl aus knackigen und weichen Gurken bestanden, konnte hingegen keine PME gefunden werden. Aus diesem Grund wurde dieses Enzym als Verursacher des Texturabbaus verworfen.

In weiterer Folge wurde die Polygalacturonase-Aktivität bestimmt. Erneut konnte nur in der Rohware eindeutig die Anwesenheit dieses Enzyms nachgewiesen werden. Die anderen Gurkenproben waren nicht auswertbar, da die verwendete Methode entweder eine zu geringe Empfindlichkeit besaß oder zu einer starken Nebenfarbreaktion führt. Die Ergebnisse ließen keine eindeutigen Schlussfolgerungen zu.

Die Peroxidase gilt als Indikatorenzym für eine ausreichende Hitzebehandlung. Bei einer negativen Peroxidase-Reaktion wird im Allgemeinen von Enzymfreiheit gesprochen.

Dieses Enzym wurde bei unterschiedlich thermisierten Gurkenproben analysiert. Untersucht wurden sterilisierte, sowie bei unterschiedlichen Pasteurisationsbedingungen (78 °C bis 85 °C) wärmebehandelte Essiggurken.

Bei wiederholten Untersuchungen mit unterschiedlichen Methoden wurde bei den sterilisierten Gurkenkonserven die geringste Enzymaktivität nachgewiesen (bis 270 pico-Einheiten/kg). Zwischen den pasteurisierten Gurkenproben bestand kein signifikanter Unterschied ($p < 95$). Die Enzymaktivität lag zwischen 200 und 1400 pico-Einheiten/kg.

Jedoch konnte ein signifikanter Aktivitätsanstieg bei der Rohware während der Lagerung nachgewiesen werden. Die Aktivität stieg während einer Lagerperiode von sieben Tagen signifikant an. Daraus erzeugte Essiggurken wiesen jedoch keine erhöhten Enzymwerte auf. Ein Zusammenhang zwischen der Rohwarenlagerzeit und der Enzymaktivität wurde daher ausgeschlossen.

In weiterer Folge wurde überprüft, ob ein Zusammenhang zwischen der Lage der Gurke im Glas und der Enzymaktivität besteht. Da im Kopfraum ein höherer Sauerstoffgehalt herrscht, wurde in diesem Bereich eine höhere Enzymaktivität vermutet. In diesem Bereich beginnt der Texturabbau von Gurken. Als Untersuchungsmaterial dienten drei verschiedene Gurkenproben. Sie unterschieden sich in der Pasteurisationstemperatur sowie im Produktionsdatum. Jene Variante, welche bei 85 °C pasteurisiert wurde, wies keine Unterschiede in der Enzymaktivität auf. Bei den frisch eingelegten Gurken war die Enzymaktivität im unteren Glasbereich höher. Die dritte Probe, hierbei handelte es sich um Delikatessgurken aus dem Vorjahr, lies keine eindeutigen Schlussfolgerungen zu. Die Enzymaktivität variierte sehr stark innerhalb der Probenansätze.

Diese Ergebnisse ließen keinen Zusammenhang zwischen der Enzymaktivität und den Texturwerten erkennen. Es wurde vermutet, dass das Erweichen des Gurkengewebes, vor allem im oberen Bereich des Glases, nicht auf die Restenzymaktivität zurück zu führen ist.

7.3 Kopfraum und Restsauerstoff

Einen weiteren Faktor, welcher für das Weichwerden von Essiggurken, vor allem im oberen Teil des Gebindes, mitverantwortlich sein könnte, stellt der Restsauerstoffgehalt dar. Verschiedene Proben wurden dafür analysiert (Tab. 9).

Tab. 9: Zusammenfassung der Versuchsansätze "Kopfraum und Restsauerstoff"

Code	Füllung	MHD	Produktionsdaten
3.1	Wasser		nicht pasteurisiert
3.2	„Efko Delikatess Gurken“ Nettofüllmenge 670 g	21/06/2009	produziert 2006
3.3	„Efko Delikatess Gurken“ Nettofüllmenge 670 g	10/01/2009	produziert 2005
3.4	„Efko Delikatess Gurken“ Nettofüllmenge 670 g	23/08/2007	produziert 2004; 80 °C Pasteurisationstemperatur
3.5	„Efko Delikatess Gurken“ Nettofüllmenge 670 g	23/08/2007	produziert 2004 85 °C
3.6	„Efko Delikatess Gurken“ Nettofüllmenge 670 g	05/07/2009	produziert 2006
3.7	Wasser		pasteurisiert

In Tabelle 10 sind die Werte der Restsauerstoffanalyse vom Jahr 2006 zusammengefasst. Die Auswertung lässt keine Schlüsse auf eine Korrelation von Kopfraumvolumen und Restsauerstoffgehalt zu.

Die Probe 3.3, welche neben dem mit Wasser gefüllten pasteurisierten Glas den höchsten Restsauerstoffgehalt im Kopfraum aufwies, zeichnet sich auch durch die höchsten Knackigkeitswerte im Jahr 2006 aus (Abb. 10). Allerdings wurden die anderen zwei untersuchten Proben 2005 produziert.

Die unterschiedlichen Ergebnisse legen die Vermutung nahe, dass das Probenalter einen Einfluss auf den Restsauerstoffgehalt sowie die Knackigkeit hat. Auf Grund der fehlenden Texturauswertung kann jedoch keine Verbindung zwischen Sauerstoffgehalt und Textur gemacht werden.

Tab. 10: Restsauerstoffgehalt

Code	Produktionsdatum	Ø Kopfraumvolumen [cm ³]	Ø Restsauerstoffgehalt [%] im Kopfraum
3.1	2006	70	14,8
3.2	2006	50,6	2,4
3.3	2005	60,5	18
3.4	2004	57	0,5
3.5	2004	55,8	0,3
3.6	2006	58,5	7,2
3.7	2006	70,1	18,7

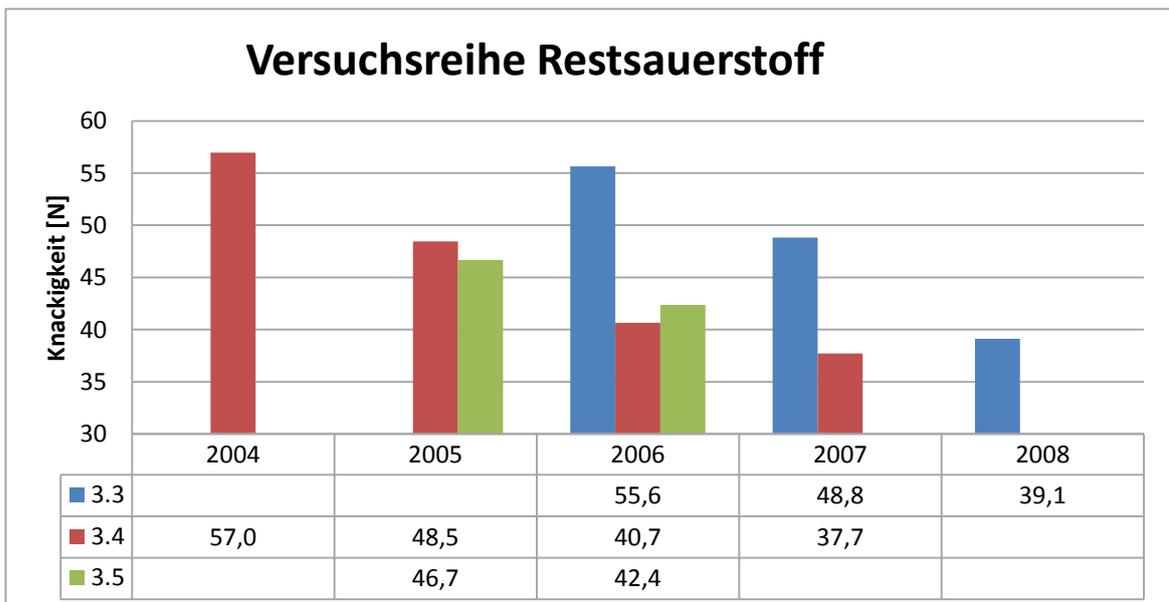


Abb. 10: Texturveränderung der Restsauerstoff Versuchsreihe

8 Material und Methoden

8.1 Rohmaterialien

Die Einlegegurken für die Versuchsreihen stammten aus der Erntesaison 2010 und wurden ausschließlich von den Vertragsbauern der Fa. efko angebaut und geliefert. Es handelte sich dabei um eine Mischung von vier parthenokarpen Sorten:

- Majestosa
- Marica
- Fuga
- NUN Opalit.

Verwendet wurden nur die Gurken der Sortierung B (6-9 cm), da diese auch für die Delikatessgurkenproduktion verwendet werden. Die Gurken wurden bis zur Verarbeitung im Kühlhaus der Fa. efko bei 6 bis 8 °C gelagert.

Für den Aufguss wurden folgende Zutaten verwendet:

- Gärungsessig (13,5 %)
- Salz
- Aromen
- Natrium-Saccharinat
- Calciumcitrat

Für die Gewürzmischung, welche in das Glas vorgelegt wurden, kamen folgende Zutaten zum Einsatz:

- Dill frisch
- Senfkörner
- Zwiebel frisch

8.2 Methoden

8.2.1 Texturmessung

8.2.1.1 Prinzip und Methode

Die Knackigkeit von Einlegegurken wird über den maximalen Kraftaufwand definiert, welcher nötig ist, um die Gurke zu durchstoßen.

Da die Knackigkeit vom Stielende zum Blütenende hin abfällt, wurde jede Gurke zweimal durchstoßen, zuerst am Stielende und dann am Blütenende.

8.2.1.2 Verwendete Geräte

Für die vorliegende Arbeit wurden zwei verschiedene Gerätetypen für die Ermittlung der Knackigkeit benutzt. Das Penetrometer als Handmessgerät und der Texture Analyser als vollautomatisches Prüfgerät.

- **Penetrometer: Beschreibung und Methode**

Das in der Fa. efko verwendete Penetrometer (Abb.11) ist ein Handgerät. Über einen Hebel wird Druck auf die Gurke ausgeübt. Die Maximalkraft wird auf das Messsystem PHYSIMETER[®] 906 MC-B übertragen und kann abgelesen werden. Das Gerät speichert zwei Werte: den Maximal- und den Minimalwert. Die Einheit wird in Newton [N] angegeben.

Als Messwerkzeug wurde ein Stempel mit einem Durchmesser von 6 mm verwendet. Das Messwerkzeug wurde bis an die Gurkenoberfläche des jeweiligen Endes (Stiel- und Blütenende) geführt und dann mit Kraft durch die Gurke gestoßen. Der Maximalwert wurde abgelesen und notiert.



Abb. 11: Penetrometer

Gerätedaten:

- Messsystem PHYSIMETER® 906 MC-B
- ERICHSEN
- Deutschland
- Messunsicherheit: 0,5 % vom Endwert

• Texture Analyser XT Plus Stable Micro Systems: Beschreibung und Methode

Der Texture Analyser (TA-XT Plus, Stable Micro Systems, GB) (Abb.12) ist eine vollautomatische Universalprüfmaschine. Dabei wird ein Prüfkörper mit konstanter Geschwindigkeit über eine definierte Wegstrecke auf die Probe gedrückt.

Die Testergebnisse werden von einer speziellen Software (Exponent für Windows) analysiert und als Kurvendarstellungen präsentiert.

Vor der Ermittlung des maximalen Kraftaufwandes zum Durchstoßen der Gurke wurden die notwendigen Parameter eingegeben:

- Vortestgeschwindigkeit: 4 mm/s
- Testgeschwindigkeit: 5 mm/s
- Rückgeschwindigkeit: 10 mm/s
- Sondenhöhe: 30 mm
- Auslöseart: Return to Start
- Testart: einfacher Test (Messe Kraft in Druckrichtung)

Als Messwerkzeug diente ein Blade mit einer Dicke von 6 mm. Für den Test wurde eine 50 N Kraftmesszelle verwendet.

Das Messwerkzeug fuhr mit einer Geschwindigkeit von 4 mm/s von einer Höhe von 30 mm auf die Gurke herab. Ab dem Widerstand der Gurkenoberfläche wurde die Geschwindigkeit auf 5 mm/s erhöht. Nach Beendigung des Widerstandes fuhr das Blade



Abb. 12: Texture Analyser

mit einer Geschwindigkeit von 10 mm/s in die Ausgangsstellung zurück. Bei dieser Messung wurden die Enden der Gurken abgeschnitten.

Vor dem Starten der Messungen wurde der Messverstärker mit Hilfe eines 5 kg-Standardgewichtes laut Bedienungsanleitung kalibriert.

8.2.1.3 Durchführung

Pro Glas wurden bei beiden Methoden zehn Gurken untersucht. Innerhalb des Glases herrscht ein Knackigkeitsgefälle: Daher wurden die Gurken vom Kopfraum zum Boden hin entnommen und die Knackigkeit ermittelt.

Da auch innerhalb der Essiggurke eine Knackigkeitsabnahme zu beobachten ist, wurde diese zweimal, am Blüten- und Stielende, durchstoßen und die maximale Kraft [N] notiert.

8.2.2 Temperaturerfassung

Zur Erfassung der Temperatur-Zeit-Verläufe wurde während der Pasteurisation ein „Logger“ (EBRO, EBI 125 A) mitgeführt. Dabei handelt es sich um eine Meßdose mit Interfaceanschluss zur computerunterstützten Datenerfassung.

Der „Logger“ wurde im unteren Drittel des Gurkenglases positioniert und zeichnete während der Hitzebehandlung die Temperatur auf. Der resultierende F-Wert gibt Aufschluss über den erreichten Pasteurisationseffekt.

8.2.3 Gurkenproduktion

Die Herstellung ist ausführlich in Kapitel 4 erklärt.

Folgende Geräte wurden für die Produktion der Gurkenversuche verwendet:

- Sortiermaschine (Fleischmann, Deutschland)
- Trommelwaschmaschine
- Bürstenwaschmaschine
- Füller (Hochleistungsfüller HLF 200, NIKO, 1992)
- Vakuumbelaker (NIKO, 2001)
- Verschlussmaschine (NIKO, 1999)
- Vakuumprüfmaschine (Technocap, 2004)
- Pasteur (NIKO, 1999)
- Stichelmaschine (Eigenbau Fa. efko)

8.2.4 Statistische Auswertung

Die statistischen Auswertungen wurden mit drei Programmen durchgeführt:

- Microsoft Office Excel 2007
- PASW 18
- STATGRAPHICS Centurion XV.II

8.2.5 Sensorische Beurteilung

8.2.5.1 Prinzip

Mit Hilfe einer deskriptiven (beschreibenden) Analyse wurden fünf Proben auf Unterschiede geprüft.

Ziel einer deskriptiven Analyse ist es, die Produkte genau zu beschreiben und die erkannten Produkteigenschaften zu quantifizieren. Durch Begriffsfindung und anschließende Reduktion durch Diskussion innerhalb eines Panels werden jene Deskriptoren definiert, welche für alle wahrnehmbar sind.

8.2.5.2 Durchführung

Die sensorische Beurteilung der Einlegegurken aus der Diplomversuchsreihe wurde zweimal durchgeführt. Einmal an der Universität für Bodenkultur und einmal in der Fa. efko.

Verkostet wurden jeweils fünf verschiedene Gurkenproben aus der Diplomversuchsreihe 2010 (Tab. 11):

Tab. 11: Proben für sensorische Beurteilung

Code	Produziert am	Eigenschaften
G.I.2	09.08.2010	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze
G.II.1	11.08.2010	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze
G.III.1	09.08.2010	Vakuumbelakung, Aufguss ohne Zusätze, mit Calcium
G.IV.1	12.08.2010	Gurken blanchiert, Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze
G.V.3	10.08.2010	Berieselungsbelakung, Aufguss heiß (60 °C), Standardaufguss mit Calcium

Auf der BOKU dienten acht ungeschulte Prüfpersonen als Probanden. Es handelte sich dabei ausschließlich um Studenten der Universität für Bodenkultur Wien.

Der erste Teil der Analyse wurde am 10. März 2011 im Seminarraum des Sensoriklabors durchgeführt.

Zur Findung der Deskriptoren wurden jedem Teilnehmer codiert je zwei Gurken pro Probe gereicht.

Um die Teilnehmer nicht zu beeinflussen, wurde nicht auf das eigentliche Prüfmerkmal des Testes, die Textur, hingewiesen. Jeder Proband listet alle Attribute, betreffend Geruch, Geschmack, Aussehen und Konsistenz, welche er als charakteristisch für eine Probe hielt, in einer bereitgelegten Deskriptorenliste auf (siehe Anhang Tab. 149).

In der zweiten Phase der Deskriptorenfindung wurden von einem Moderator alle Attribute gesammelt und auf einer Tafel notiert. In der folgenden Diskussionsrunde wurden jene Deskriptoren definiert, welche für alle Panelisten zu unterscheiden waren (Tab.12). Das Merkmal Aussehen wurde als nebensächlich erklärt und daher nicht in die Liste aufgenommen. Folgende Merkmale wurden als unterscheidbare detektiert:

Tab. 12: Deskriptoren zur sensorischen Beurteilung

Geruch	Sauergemüse (gar nicht bis stark) Dillgeruch (gar nicht bis stark) Würzegegeruch (schwach bis stark) Stechend (schwach bis stark)
Textur	Saftigkeit (trocken bis saftig) Schale (weich bis hart) Fruchtfleisch
Geschmack	Sauer Süßlich Nach Dill Schärfe Bitter

Im nächsten Schritt wurden anhand dieser Merkmale für jede Gurkenprobe gemeinschaftlich die Intensität sowie die Skalenenden anhand einer Intervallskala (100 mm) bestimmt. Mit Hilfe der gefundenen Deskriptoren und Eckpunkte wurde ein unskaliertes Verkostungsbogen erstellt und den folgenden Verkostungen beigelegt (siehe Anhang Abb. 40).

Die codierten Proben wurden in randomisierter Reihenfolge von den Probanden in den Sensorikkabinen zwei Mal verkostet. Für die Verkostungen wurden die obersten Gurken des Glases verworfen.

Die Vergleichsverkostung fand in der Fa. efko statt. Es beteiligten sich neun langjährige Mitarbeiter der Sauergemüseindustrie.

Auf Grund der Reproduzierbarkeit der Daten wurden keine neuen Deskriptoren definiert. Der Verkostung wurde derselbe Bewertungsbogen beigelegt, welcher auch auf der BOKU zum Einsatz kam.



Abb. 13: Randomisierte Gurkenproben

9 Versuchsdurchführung

Alle Versuche wurden unter definierten Bedingungen durchgeführt:

- Die Einwaage lag bei allen 720 ml Gläsern zwischen 380 g und 420 g
- Bei Verwendung von Spiegelgewürz wurden X g in das Glas vordosiert
- Der Kopfraum betrug zwischen 8 mm und 12 mm
- Alle Gläser wurden über eine TO-Verschluss Maschine verschlossen
- Alle Ansätze eines Versuchsplanes wurden über die gleiche Produktionslinie verschlossen und im gleichen Pasteur hitzebehandelt.
- Zur Temperaturerfassung während der Pasteurisation wurde ein Datenlogger mitgeführt.
- Die Versuchsansätze wurden unter den gleichen Bedingungen wie die Delikatessgurken gelagert; es gab keinen bis schwachen Lichteinfall.

9.1 Prüfplan I - Belakung

Alle Versuche des Prüfplanes I wurden am Montag dem 08. August 2010 durchgeführt. Die verwendete Rohware stammte aus der Ernte vom fünften und sechsten August und wurde im Kühlraum zwischengelagert.

Die Konserven von Versuchsplan G.I.1 bis G.I.3 wurden manuell mit Gurken beschickt. Bei der Versuchsreihe G.I.2 wurde vor dem Befüllen eine Gewürzmischung vorgelegt. Die Gläser der Versuchsansatzes G.I.1 wurden anschließend über die Vakuumbelakung mit Aufguss ohne Zusätze versehen. Sowohl bei Variante G.I.2 und G.I.3 wurde der Aufguss händisch zu dosiert. Für G.I.2 wurde der Aufguss ohne Zusätze verwendet, bei G.I.3 der Standardaufguss. Der Versuchsansatz G.I.4 wurde von der Standardproduktion desselben Tages entnommen.

Abbildung 14 zeigt den schematischen Aufbau dieses Versuchsansatzes.

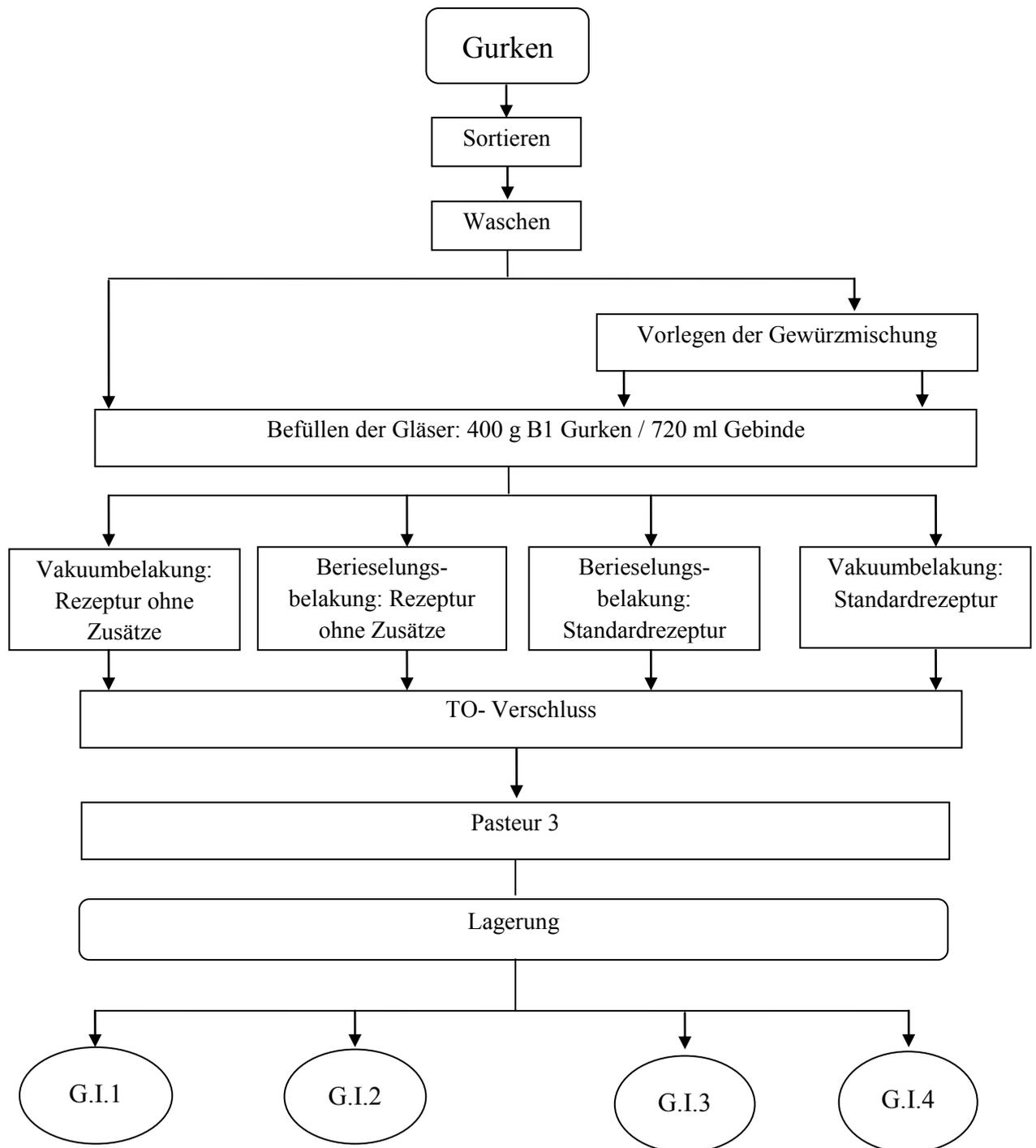


Abb. 14: Produktions- und Versuchsplan I

9.2 Prüfplan II - Gurken gestichelt

Alle Gläser für den Prüfplan II wurden am Mittwoch, dem 11. August 2010, angesetzt. Die verwendeten Gurken wurden am Vortag gewaschen und im Kühlhaus gelagert.

Die Gurken für Versuchsplan G.II.1 und G.II.2 wurden vor der Verarbeitung mittels Stichelmaschine eingestochen. Für die Variante G.II.2 wurde vor Befüllung die Gewürzmischung in den Gläsern vorgelegt. Die mit Gurken versehen Gläser wurden im nächsten Schritt mit Aufguss ohne Zusätzen versehen.

Für den Versuchsplan G.II.3 wurden die Gläser der normalen Produktion vor der Belakung entnommen und mit Standardaufguss versehen.

Die Proben G.II.4 wurden nur mit Gurken befüllt und anschließend in den normalen Produktionsprozess auf Höhe der Vakuumbelakung zugeführt.

Von der Produktionslinie 1 wurden 100 Gläser nach dem Verschließen entnommen. Diese wurden im Pasteur 3 mit den anderen Prüfgläsern hitzebehandelt. Der Standard wurde am Deckel mit einem „S“ versehen und ebenfalls auf eine Palette gestapelt.

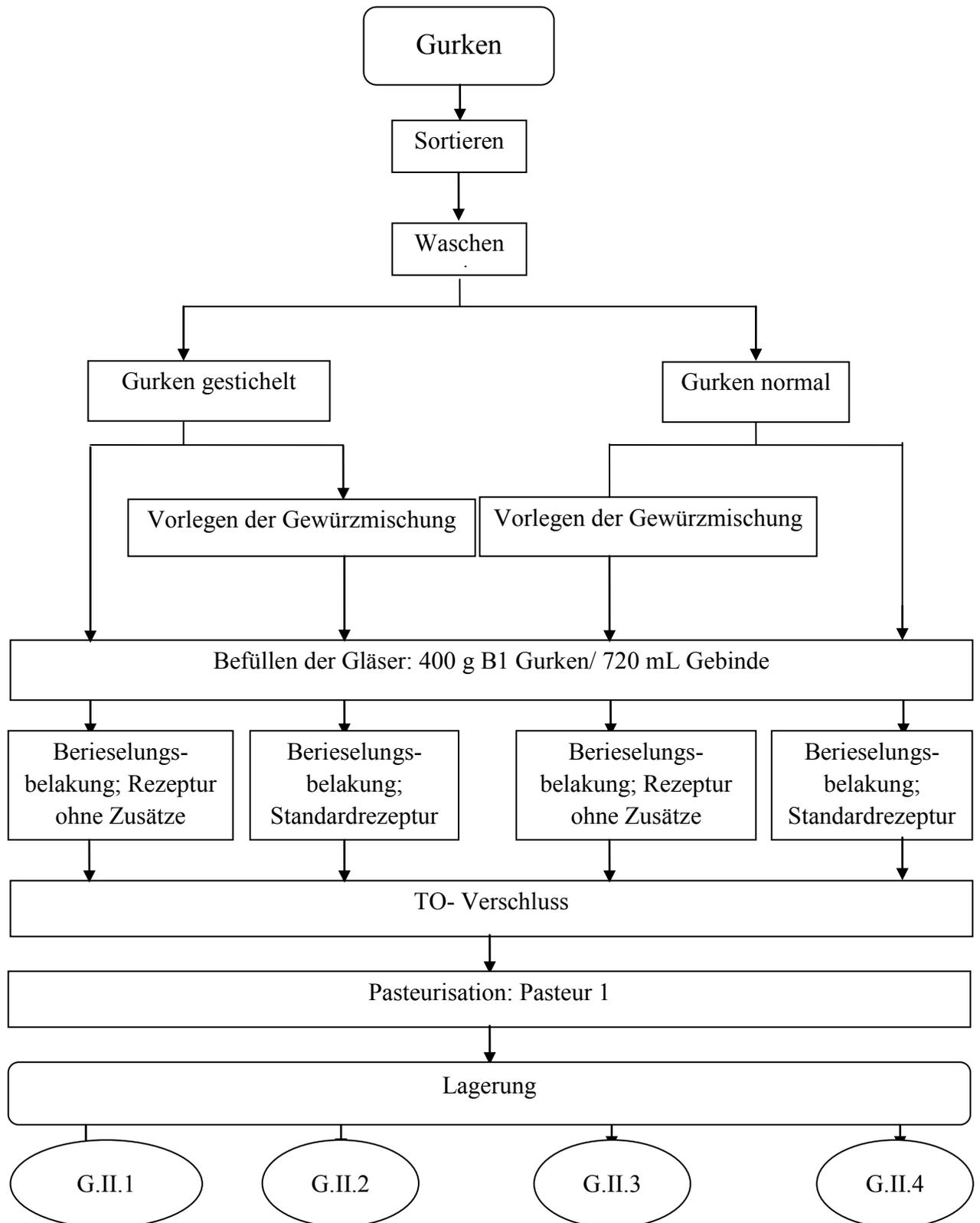


Abb. 15: Produktion- und Versuchsplan II

9.3 Prüfplan III - Calcium

Die Versuche des Prüfplanes III wurden am Montag, den 09. August 2010, durchgeführt. Die Gurken wurden am Wochenende angeliefert und im Kühlhaus gelagert.

Die Gläser für G.II.1 wurden händisch mit Gurken versehen. Über die Vakuumbelakung wurden sie mit einem Aufguss, welcher ohne Zusätze, jedoch mit Calciumcitrat versehen war, beschickt.

Für Versuchsansatz G.III.2 wurden die mit Gurken und Gewürzmischung versehenen Gläser der Standardproduktion entnommen. Die Belakung fand wieder über den Vakuumbelaker statt. Der verwendete Standardaufguss enthielt Calciumcitrat.

Abbildung 16 zeigt den Versuchs- und Produktionsablauf dieses Prüfplans.

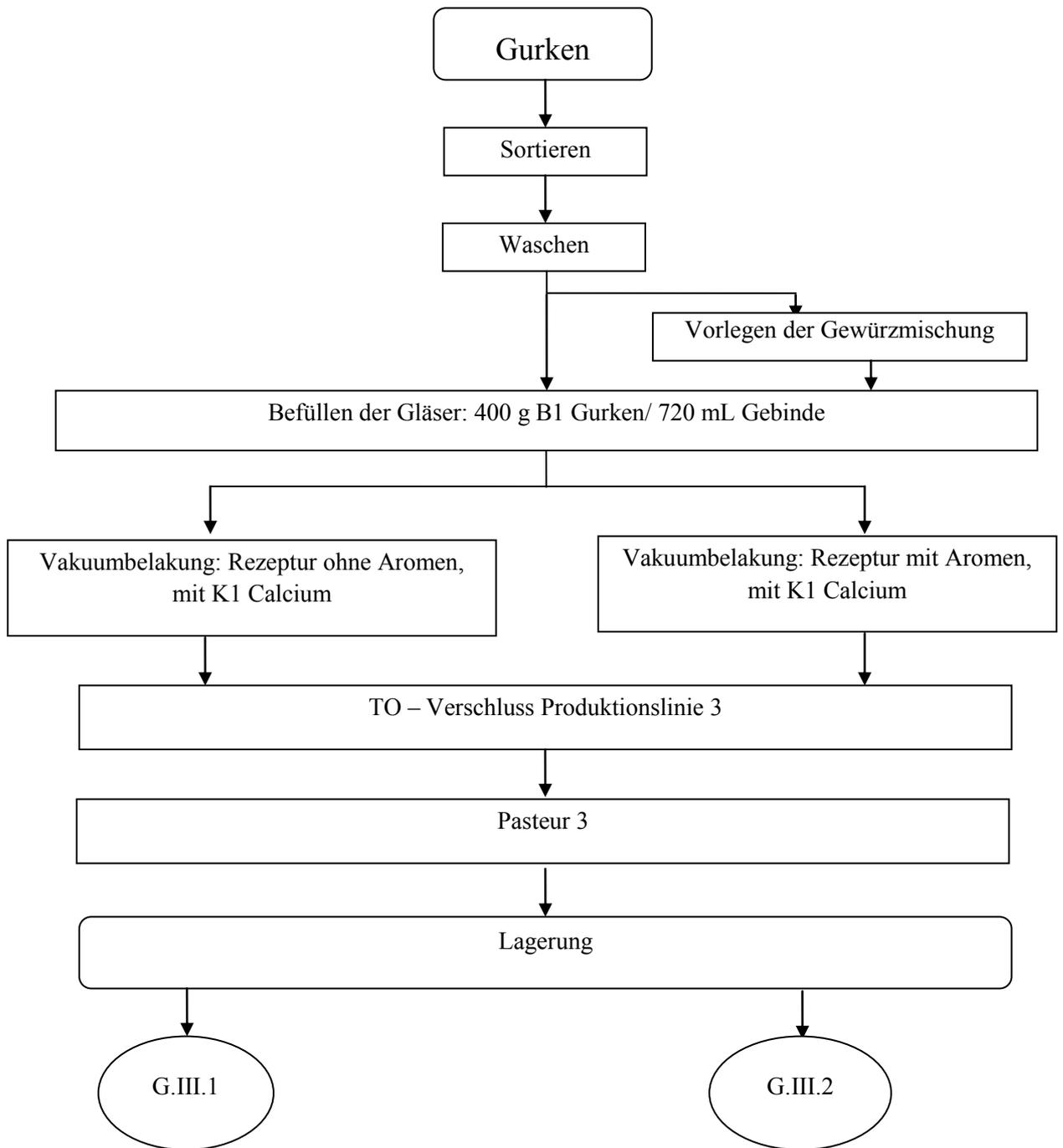


Abb. 16: Produktions- und Versuchsplan III

9.4 Prüfplan IV - Blanchierversuche

Abbildung 17 zeigt den Produktions- und Versuchsplan für den Prüfplan IV. Die verwendeten Gurken wurden am Montag, dem 09. August 2010, geliefert, am Dienstag gewaschen und anschließend im Kühlraum bis zur Verwendung am 12.08.2011 gelagert.

Für die Versuchsansätze G.IV.1 und G.IV.2 wurden die Gurken vor der Verarbeitung blanchiert. Die Blanchierbedingungen wurden auf Grund mehrerer Vorversuche folgendermaßen definiert und durchgeführt:

Der Kippkochkessel wurde mit 330 L befüllt. Folgende Temperatureinstellungen wurden eingestellt:

T_{aus} : 67 °C

T_{ein} : 62 °C

Beim Erreichen von 65 °C wurden 35 kg Gurken in den Kocher gekippt und für drei Minuten auf dieser Temperatur gehalten. Anschließend wurden 550 L Kaltwasser dazugeben, um die Gurken schneller abzukühlen (von 65 °C auf 44 °C Kerntemperatur). Nach 5 Minuten wurde das Wasser abgelassen die Gurken mit frischem kaltem Wasser gekühlt (auf etwa 24 °C Kerntemperatur). Nach 40 Minuten im kalten Wasser wurden die Gurken aus dem Kocher gekippt.

Die Einstellungen wurden so gewählt, da diese nicht zu einer temperaturbedingten Schädigung der Textur führten.

Die blanchierten Gurken, welche eine sehr biegsam waren, wurden in die Gläser eingebracht. Die manuelle Aufgussbeschickung erfolgte bei Variante G.IV.1 mit Aufguss ohne Zusätze, während für G.IV.2 der Standardaufguss zum Einsatz kam.

G.IV.3 und G.IV.4 wurden nach derselben Vorgehensweise hergestellt, jedoch wurden anstatt blanchierter Gurken rohe verwendet.

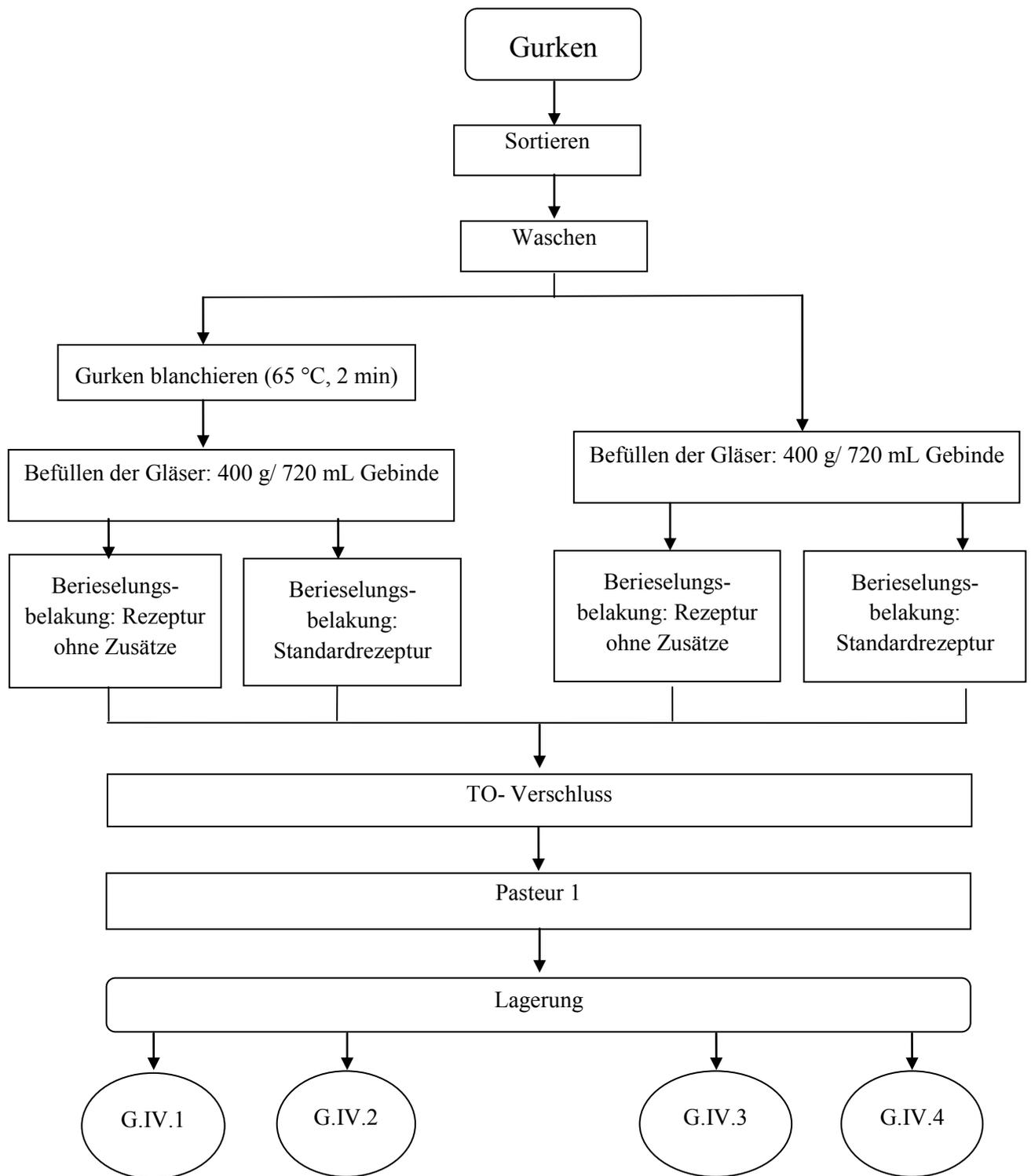


Abb. 17: Produktions- und Versuchsplan IV

9.5 Prüfplan V - Aufgusstemperatur und Calciumzugabe

Für diese Versuchsreihe wurden die Gurken von der Rohwarenanlieferung entnommen und gewaschen. Die Gurken der Sortierung B1 stammen vom Montag, dem 09.08.2010. Diese wurden über Nacht im Kühlhaus gelagert und am nächsten Tag verarbeitet.

Alle Gläser wurden per Hand mit Gurken versehen und mit Aufguss gefüllt. Während für die Varianten G.V.1 und G.V.2 ein Aufguss ohne Zusätze zum Einsatz kam, wurde diesem für die Varianten G.V.3 und G.V.4 Calcium zugesetzt.

Für die Versuchsreihe G.V.1 und G.V.3 wurde der Aufguss auf etwa 60 °C erhitzt. Dafür kam ein Glühweinkocher zum Einsatz.

Der Ablauf ist in Abbildung 18 dargestellt.

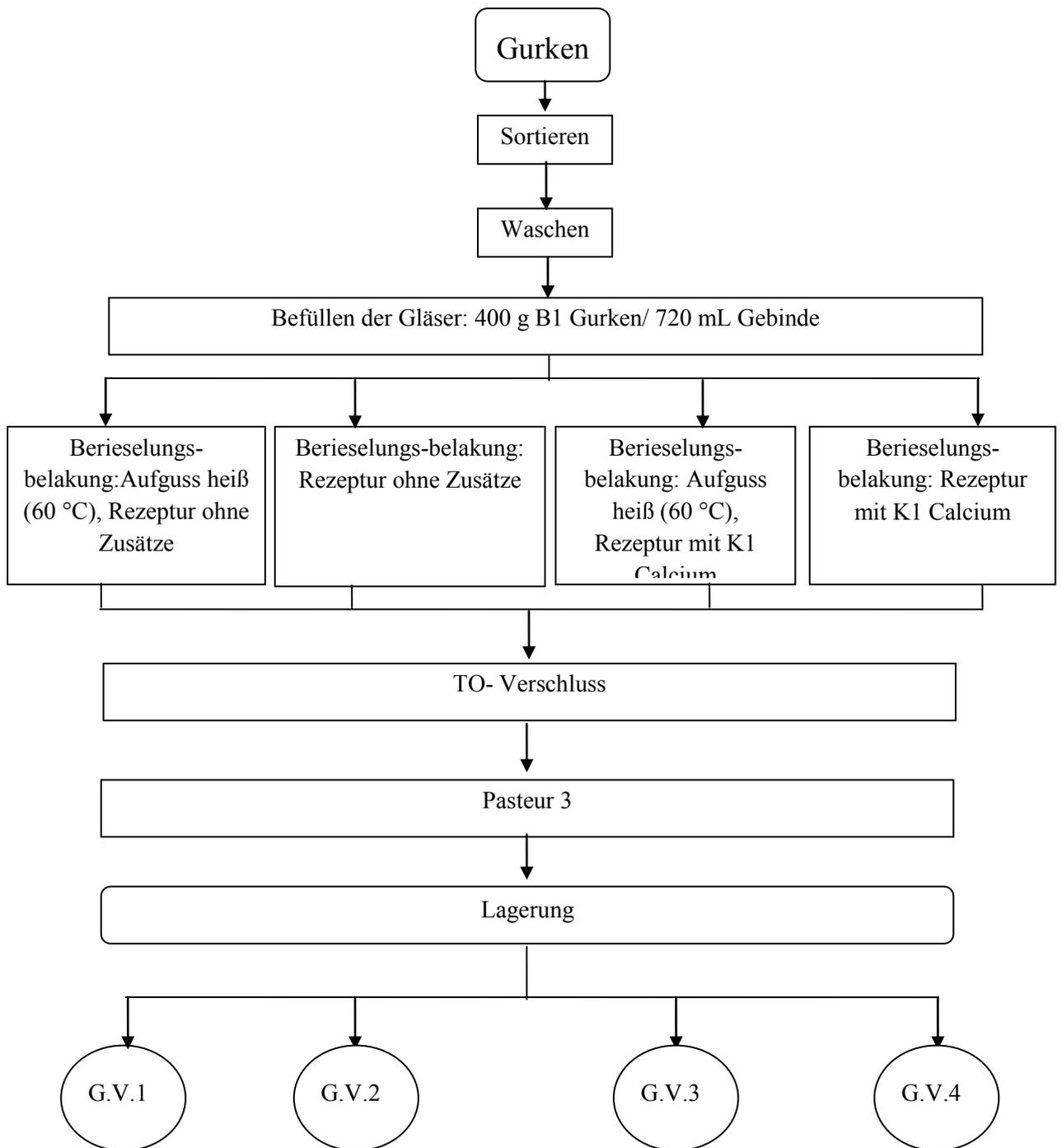


Abb. 18: Produktions- und Versuchsplan V

9.6 Prüfplan VI - Lichtfaktor

Abbildung 19 zeigt die schematische Darstellung der Gurken in Dosen zur Vermeidung von Lichteinfall während der Lagerung. Dieser Versuchsplan wurde am Mittwoch, den 25. August 2010, durchgeführt. Die Gurken wurden am Vortag angeliefert, gewaschen und bis zur Verwendung im Kühlhaus gelagert.

In 3 L Dosen wurden je 1700 g Gurken der Sortierung B1 eingelegt und mit 1400 mL 40 °C warmen Aufguss übergossen. Dies garantiert die erforderliche Kerntemperatur während der Pasteurisation.

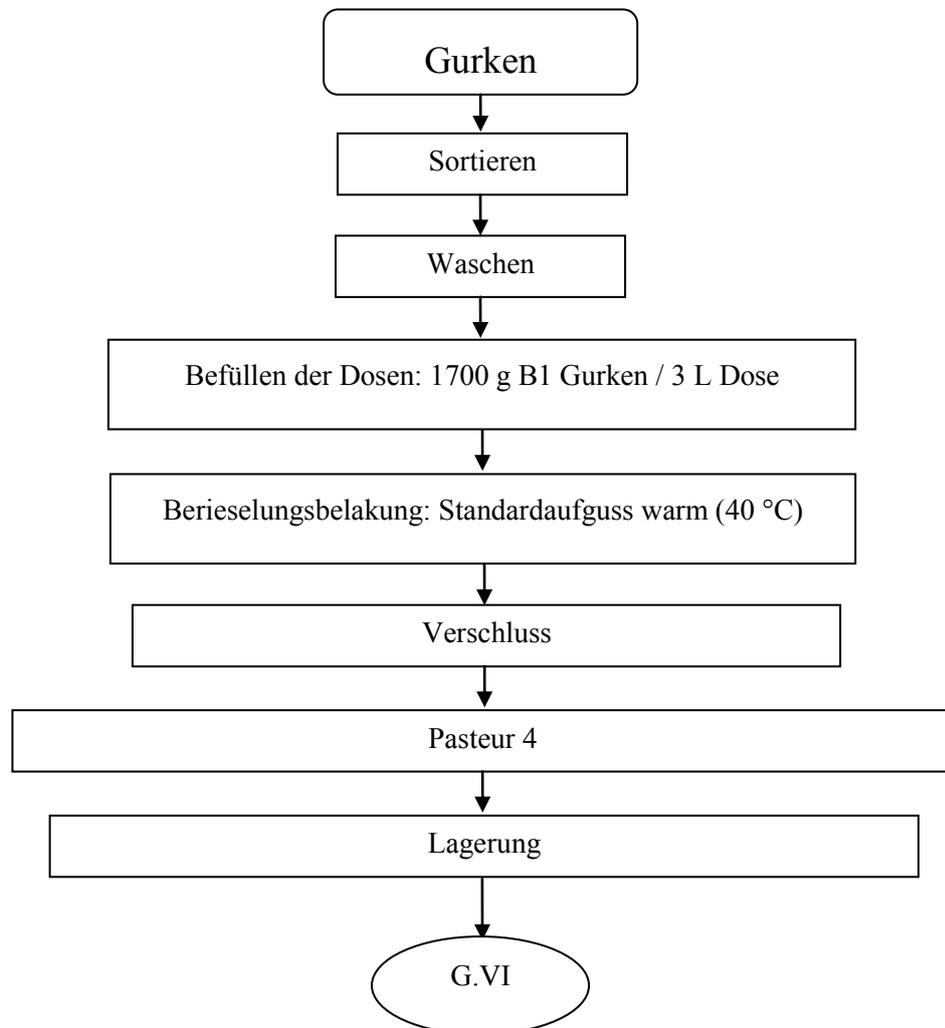


Abb. 19: Produktions- und Versuchsplan VI

9.7 Prüfplan VII - Erntezeitpunkt und Calciumzugabe

Diese Versuche wurden am Freitag, den 27. August 2010, durchgeführt. Die verwendeten Gurken wurden am 25. und 26. August angeliefert.

Da auch der Erntezeitpunkt einen Einfluss auf die Textureigenschaften von Einlegegurken haben könnte, handelte es sich bei der verwendeten Rohware um einer der letzten der Erntesaison 2010. Diese Rohware wurde auch für den Prüfplan VIII verwendet. Mit Gewürzmischung und Gurken versehen Gläser wurden der laufenden Produktion entnommen. Der Versuchsansatz G.VII.1 wurde mit calciumhaltigem Standardaufguss, G.VII.2 mit herkömmlichem Standardaufguss von Hand belakt. Der Versuchsaufbau ist in Abbildung 20 ersichtlich.

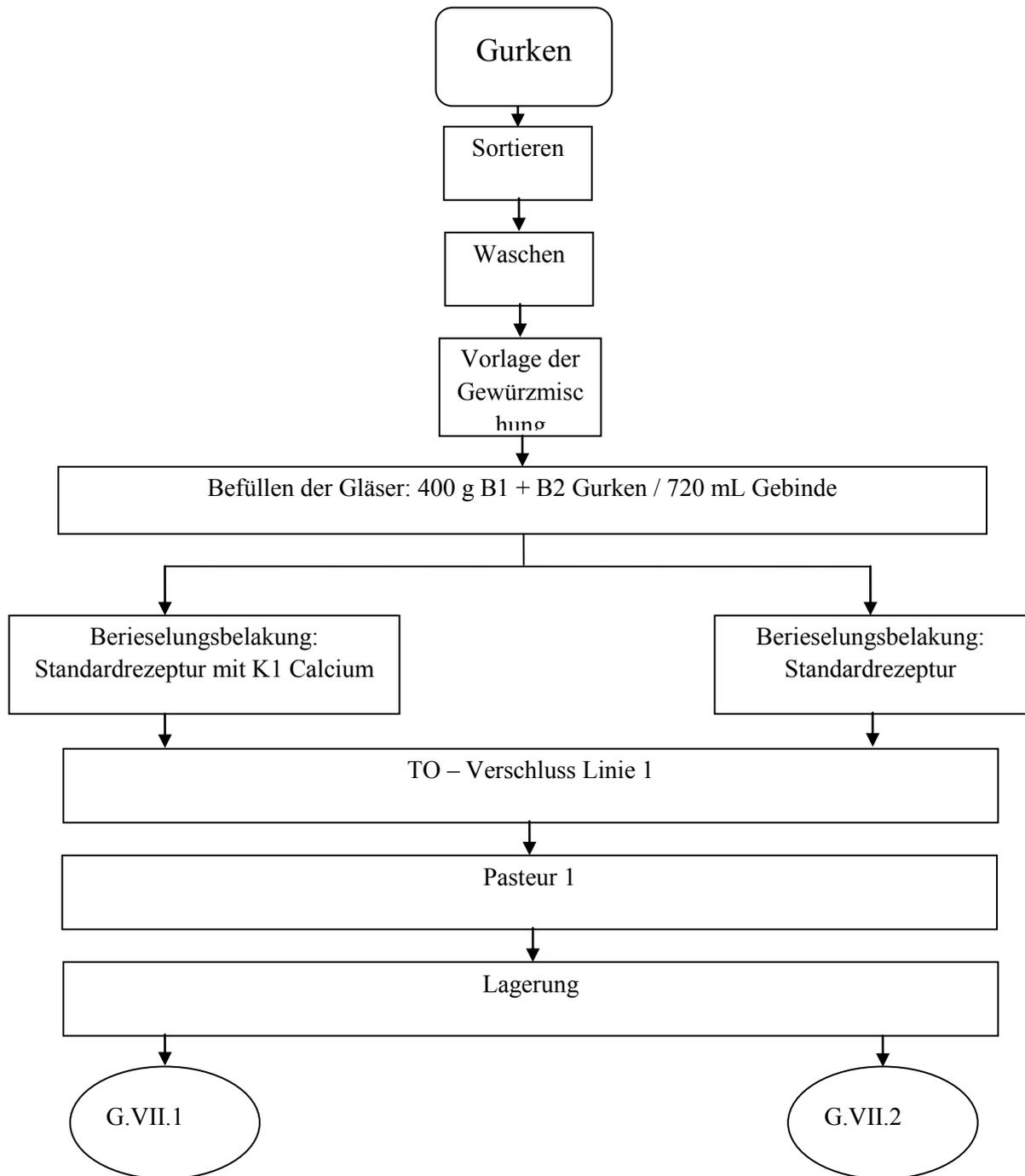


Abb. 20: Produktions- und Versuchsplan VII

9.8 Prüfplan VIII - Erntezeitpunkt und Stichelung

Diese Versuchsserie wurde am Montag, dem 30. August 2011, durchgeführt. Die verwendete Rohware stammt aus der Ernte vom 27. und 28. August. Dabei handelte es sich um die letzten Gurken der Saison.

Ein Teil der gewaschenen Gurken wurde mittels Stichelmaschine eingestochen und in die Gläser eingebracht. Die Berieselungsbelakung wurde mit Standardaufguss durchgeführt.

G.VIII.2 wurde mit herkömmlichen Gurken unter Verwendung von calciumhaltigem Standardaufguss mittels Berieselungsbelakung produziert.

Abbildung 21 zeigt den Versuchsaufbau dieses Prüfplans.

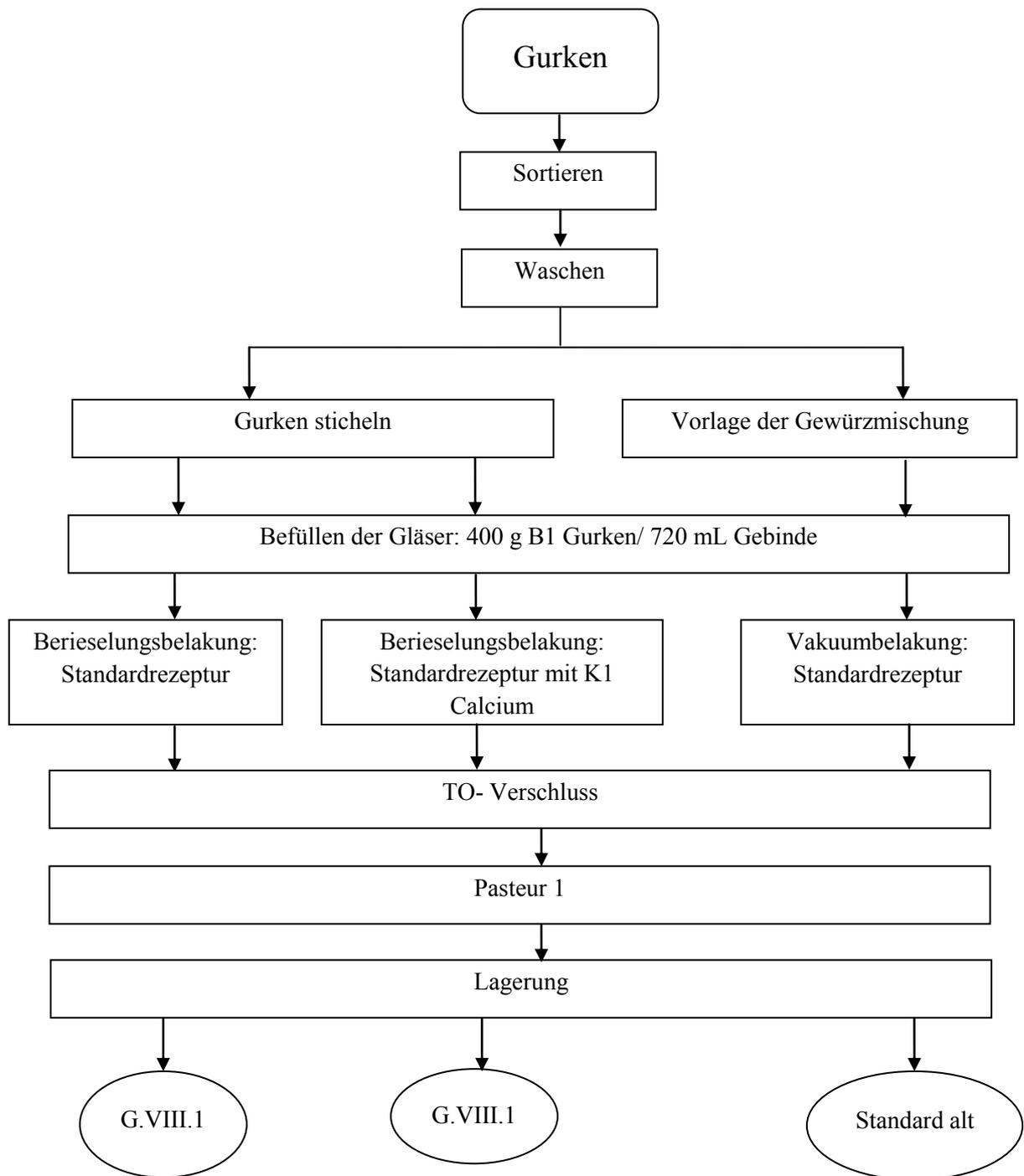


Abb. 21: Produktions- und Versuchsplan VIII

10 Ergebnisse und Diskussion

10.1 Graphische Zusammenfassung der Versuchsauswertungen vom März 2011

Die Texturmessungen fanden sowohl in der Fa. efko mittels Penetrometer als an der BOKU mittels Texture Analyser statt. Da verschiedene Kraftmesszellen verwendet wurden, können die Ergebnisse nicht direkt verglichen werden.

Mit Hilfe von Matrixdiagrammen (Tab. 13 und 14) wurden die verschiedenen Versuchsansätze aufgeschlüsselt und mit den durchschnittlichen Knackigkeitswerten versehen. Dieses System ermöglichte es, zwei verschiedene Methoden zu vergleichen beziehungsweise einen Trend zu erkennen. Zur Erstellung dieses Diagramms dienten die Daten der zweiten Auswertung. Diese fand eine halbes Jahr nach der Versuchsdurchführung im März 2011 statt.

Die besten sowie schlechtesten Werte wurden farblich markiert:

- grün steht für die höchsten,
- rot für die niedrigsten Knackigkeitswerte.

Beide Methoden wiesen laut Tab. 13 und 14 Essiggurken, welche mit heißem calciumhaltigen Standardaufguss mittels Berieselungsbelakung produziert wurden, als die knackigsten aus.

Auch eine Vorwärmebehandlung schien einen positiven Effekt auf die Texturstabilität auszuüben. Es zeigte sich, dass diese Gurken, unabhängig vom verwendeten Aufguss, ebenfalls sehr gute Knackigkeitswerte aufwiesen. Dieser Trend konnte schon bei den vorherigen Versuchsansätzen 2006 bis 2008 festgestellt werden.

Die schlechtesten Werte wurden sowohl mit dem Texture Analyser als auch mit dem Penetrometer für die berieselungsbelakte Standardvariante ermittelt.

Tab. 13: Durchschnittliche Knackigkeitswerte efko vom März 2011

	Knackigkeitswerte [N] efko März 2011					Erntezeit- punkt, gestichelt
	Vakuum belakung	Berieselung sbelakung	Gurken gestichelt	Gurken blanchiert	Erntezeit- punkt	
Vakuumbelakung/ Standardaufguss/ Spiegelgewürz					S alt 61	
Berieselungsbelakung/ Aufguss ohne Zusätze			G.II.1 63	G.IV.1 68		
Berieselungsbelakung/ Standardaufguss				G.IV.2 66		G.VIII.1 52
Berieselungsbelakung/ Standardaufguss/ Spiegelgewürz			G.II.2 60		G.VII.2 63	
Berieselungsbelakung/ Standardaufguss mit Calcium						G.VIII.2 60
Berieselungsbelakung/ Standardaufguss mit Calcium / Spiegelgewürz					G.VII.1 58	
Aufguss ohne Zusätze	G.I.1 66	G.I.2 / G.IV.3/ G.V.2 62/ 64/63				
Standardaufguss		G.II.4 / G.IV.4 62/ 63				
Standardaufguss Spiegelgewürz	G.I.4 56	G.I.3 56				
Aufguss ohne Zusätze/ Spiegelgewürz		G.II.3 63				
Aufguss ohne Zusätze/ mit Calcium	G.III.1 58					
Standardaufguss / mit Calcium	G.III.2 60	G.V.4 64				
Aufguss heiß ohne Zusätze		G.V.1 64				
Aufguss heiß mit Zusätze und Calcium		G.V.3 67				

Tab. 14: Durchschnittliche Knackigkeitswerte BOKU von März 2011

	Knackigkeitswerte [N] BOKU März 2011					
	Vakuumbelakung	Berieselungsbelakung	Gurken gestichelt	Gurken blanchiert	Erntezeitpunkt	Erntezeitpunkt, gestichelt
Vakuumbelakung/ Standardaufguss/ Spiegelgewürz					S alt 66	
Berieselungsbelakung / Aufguss ohne Zusätze			G.II.1 65	G.IV.1 75		
Berieselungsbelakung / Standardaufguss				G.IV.2 79		G.VIII.1 50
Berieselungsbelakung / Standardaufguss/ Spiegelgewürz			G.II.2 57		G.VII.2 57	
Berieselungsbelakung/ Standardaufguss mit Calcium						G.VIII.2 67
Berieselungsbelakung/ Standardaufguss mit Calcium / Spiegelgewürz					G.VII.1 50	
Aufguss ohne Zusätze	G.I.1 47	G.I.2 / G.IV.3/ G.V.2 51/57/55				
Standardaufguss		G.II.4 / G.IV.4 59/59				
Standardaufguss Spiegelgewürz	G.I.4 55	G.I.3 35				
Aufguss ohne Zusätze/ Spiegelgewürz		G.II.3 48				
Aufguss ohne Zusätze/ mit Calcium	G.III.1 43					
Standardaufguss / mit Calcium	G.III.2 50	G.V.4 76				
Aufguss heiß ohne Zusätze		G.V.1 61				
Aufguss heiß mit Zusätze und Calcium		G.V.3 78				

10.2 Sensorische Beurteilung

Für die sensorischen Beurteilung wurden fünf Proben verkostet. Es handelte sich um folgende Varianten:

- G.I.1: Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze
- G.II.2: Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze, Gurken gestichelt
- G.III.1: Vakuumbelakung, Aufguss ohne Zusätze, mit Calcium
- G.IV.1: Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze, Gurken blanchiert
- G.V.3: Berieselungsbelakung, Aufguss heiß ohne Zusätze, mit Calcium

10.2.1 Textur

Das BOKU-Panel definierte folgende Parameter für das Merkmal Textur:

- Saftigkeit,
- Festigkeit der Schale
- Härte des Fruchtfleisches.

Anhand der Abbildung 22 und 23 ist ersichtlich, dass beide Verkostungsgruppen die blanchierten Essiggurken (G.IV.1) als die knackigsten empfanden. Der Biss durch die Schale und das Fruchtfleisch wurden als sehr hart empfunden. Unterschiede waren bei dem Parameter „Saftigkeit“ zu erkennen. Während die Gruppe BOKU die Gurken als nicht saftig wahrnahmen, wurden sie von der Gruppe efko im oberen Mittelfeld eingereiht.

Auch die Gurken, welche mit Aufguss ohne Zusätze mit Berieselungsbelakung produziert wurden (G.I.2), schnitten bei beiden Panelgruppen sehr gut ab. Erneut waren Diskrepanzen bei dem Texturparameter Saftigkeit zu erkennen.

Die Variante, welche mit calciumhaltigen Aufguss ohne sonstige Zusätze vakuumbelakt wurde (G.III.1), wurde bei beiden Verkostungen als sehr saftig eingestuft. Die Verkostungsgruppen stimmten auch darin überein, dass das Fruchtfleisch als eher hart einzustufen ist. Keine Übereinstimmung wurde für den Texturparameter Schale gefunden.

Die Wahrnehmung reichte von gar nicht hart der BOKU-Gruppe bis mittelmäßig hart des efko-Panels.

Der Versuchsansatz G.V.3 wurde mit heißem calciumhaltigen Aufguss ohne Zusätze mit Berieselungsbelakung hergestellt. Das BOKU-Panel nahm diese Essiggurken als sehr saftig und die Schale als hart wahr. Die Festigkeit des Fruchtfleisches wurde als gering eingestuft. Von der efko-Gruppe war diese Variante bei allen Texturparametern im Mittelfeld angesiedelt.

Einig waren sich die Verkoster bei den gestichelten Gurken. Diese schnitten bei allen Texturdeskriptoren am Schlechtesten ab.

Vergleicht man die sensorische Wahrnehmung mit dem tatsächlich ermittelten Kraftaufwand (Tab.15), sieht man, dass die sensorische Wahrnehmung nicht immer mit der mechanischen Erfassung verglichen werden kann.

Eine Übereinstimmung gab es bei Variante G.IV.1. Beide Untersuchungsmethoden wiesen auf knackige Gurken hin.

Die Gurken von G.III.1 wurden bei der Verkostung als mittelmäßig eingestuft, während diese bei der Texturmessung die schlechtesten Ergebnisse erzielten.

Das Gegenteil war beim Versuchsansatz G.V.3 der Fall: mit durchschnittlich 78 N zählen sie zu den härtesten aller Proben.

10.2.2 Geschmack und Geruch

Zwischen den Verkostungsgruppen bestanden große Diskrepanzen bezüglich der sensorischen Wahrnehmung (Tab. 16 und 17):

Der größte Unterschied gab es bei den blanchierten Gurken: Das BOKU-Panel empfand diese als sehr bitter, scharf und dillig im Geschmack. Der Geruch wurde als sehr würzig und nach Dill beschrieben. Dieses Empfinden steht im klaren Gegensatz zu der Expertenmeinung, welche einzig einen Sauergemüsegeruch wahrnahmen.

Die Abbildungen 21 und 22 zeigen, dass das efko-Verkostungsteam weder die Geschmacksausprägungen bitter, scharf und dillig, noch die Geruchsbestandteile Dill, Würze und Stechend wahrnahmen.

Beim Schmecken und Riechen von Dill und Würze bewertete das BOKU-Panel rein subjektiv, da die Verkostungsproben weder Dill noch sonstige Aromastoffe enthielten.

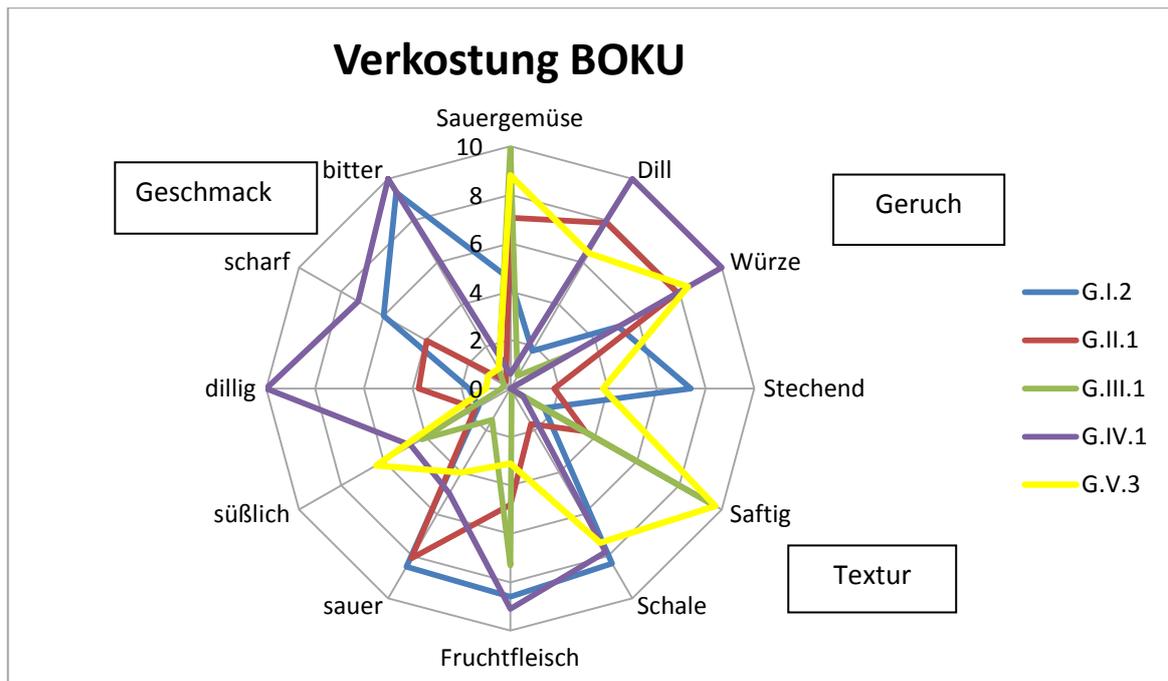


Abb. 22: Auswertung der Beliebtheitsprüfung an der BOKU

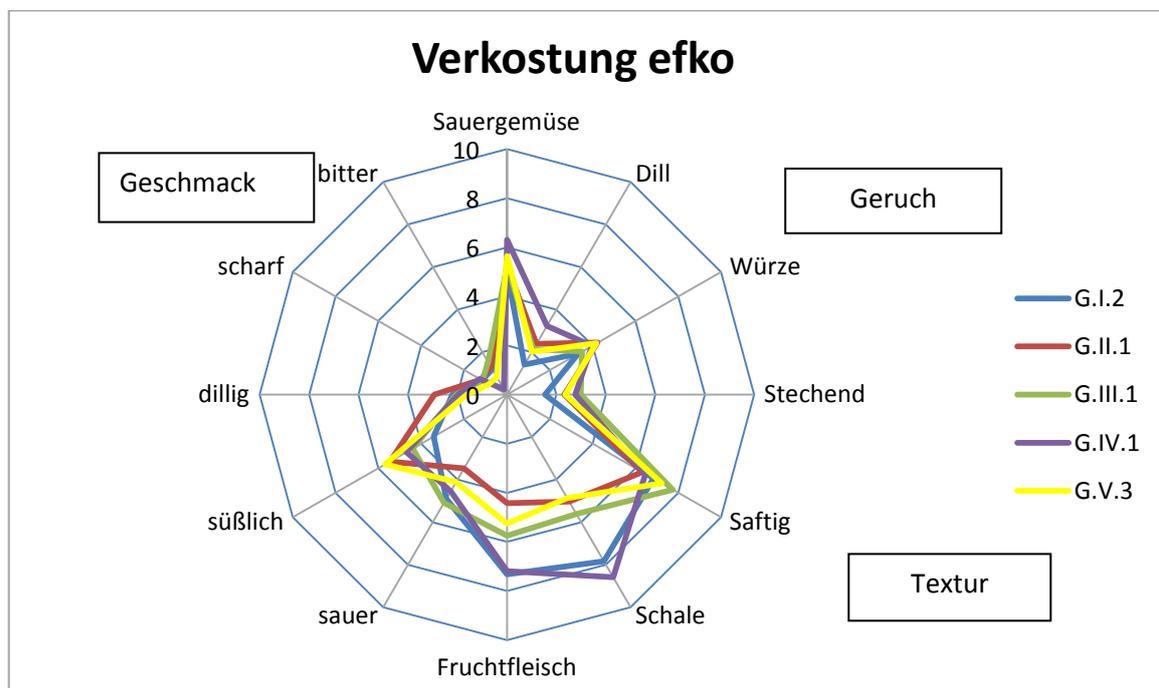


Abb. 23: Auswertung der Beliebtheitsprüfung in der efko

Tab. 15: Zusammenfassung der Texturparameter

	Knackigkeit [N]	efko	BOKU	efko	BOKU	efko	BOKU
		Saftig ¹		Schale ²		Fruchtfleisch ²	
G.I.2	51	6,8	1,6	7,8	8,3	7,3	8,6
G.II.1	65	6,3	3,5	5	1,7	4,4	4,8
G.III.1	43	7,7	9,7	5,6	0,1	5,7	7,3
G.IV.1	75	6,4	0,6	8,5	7,8	7,2	9,1
G.V.3	78	7,2	9,7	4,8	7,35	5,3	3,1

1... von trocken (0) bis saftig (10)

2... von weich (0) bis hart (10)

Tab. 16: Zusammenfassung der Geruchsparameter

	efko	BOKU	efko	BOKU	efko	BOKU	efko	BOKU
	Sauergemüse ¹		Dill ¹		Würze ²		Stechend ²	
G.I.2	5,0	4,5	1,4	1,8	3,3	5,1	1,5	7,4
G.II.1	5,2	7,1	2,4	7,9	4,2	7,9	2,3	1,8
G.III.1	5,2	10,0	2,1	0,6	3,5	2,7	3,0	0
G.IV.1	6,3	0,6	3,2	10	4,0	10	2,8	0
G.V.3	5,7	8,8	2,0	6,45	4,2	8,4	2,4	3,8

1... von gar nicht (0) bis stark (10)

2... von schwach (0) bis stark (10)

Tab. 17: Zusammenfassung der Geschmacksparameter

	efko	BOKU	efko	BOKU	efko	BOKU	efko	BOKU	efko	BOKU
	Sauer ¹		Süßlich ²		Dillig ²		Scharf ²		Bitter ³	
G.I.2	4,9	8,5	3,4	1,5	2,2	1,7	1,2	6	1,2	9,35
G.II.1	3,5	8,1	5,5	1,65	2,9	3,75	1,2	3,95	1,3	0,35
G.III.1	5,1	1,5	4,4	4,2	2,1	0,35	1,2	0,3	1,5	0,95
G.IV.1	4,5	5,0	4,7	4,7	2,0	10	1,3	7,2	0,3	10
G.V.3	4,1	4,0	5,7	6,35	1,6	1	0,8	1,05	0,8	0,95

1... von wenig (0) bis stark (10)

2... von gar nicht (0) bis stark (10)

3... von gar nicht (0) bis leicht (10)

10.3 Detaillierte Analyse der efko-Auswertungen

10.3.1 Allgemeine Betrachtung der Veränderung

In der Fa. efko wurden die Versuche im Laufe eines Jahres dreimal ausgewertet. Dies lässt Aussagen über die Texturveränderung innerhalb dieser Lagerungsperiode zu.

In Tabelle 18 wurde mit Hilfe eines Matrixdiagrammes die prozentuelle Veränderung im Laufe eines Jahres dargestellt. Diese Werte wurden aus dem absoluten Gesamtmittel der einzelnen Versuchsauswertungen gebildet.

Es zeigte sich, dass sich der positive Trend der Vorwärmebehandlung, welcher schon nach einem halben Jahr ersichtlich war, fortsetzte. Diese Gurken konnten ihre Textureigenschaften nicht nur beibehalten, sondern verbessern.

Das gleiche Ergebnis zeigte sich auch bei der Behandlung mit heißem calciumhaltigen Aufguss.

Den prozentuell größten Knackigkeitsverlust mit 24,9 % zeigte Variante G.VIII.1.

Ebenfalls sehr große Verluste waren bei den Varianten Erntezeitpunkt, Spiegelgewürz, Standardaufguss und Berieselungsbelakung (G.VII.2) sowie bei calciumhaltiger Aufguss ohne Zusätze und Vakuumbelakung zu verzeichnen.

Der Standard, dessen Werte sich um 15,7 % erniedrigten, konnte im schlechten Mittelfeld lokalisiert werden. Umso erstaunlicher ist, dass die Standardvariante mit den spät geernteten Gurken nur sehr geringe Knackigkeitsverluste aufwies.

Tab. 18: Prozentuelle Texturveränderung im Laufe eines Jahres

	September 2010 - August 2011 Ab- bzw. Zunahme [%]					
	Vakuumbelakung	Berieselungsbelakung	Gurken gestichelt	Gurken blanchiert	Erntezeitpunkt	Erntezeitpunkt, gestichelt
Vakuumbelakung/ Standardaufguss/ Spiegelgewürz	Standard -18,1				S alt - 5,19	
Berieselungsbelakung / Aufguss ohne Zusätze			G.II.1 - 6,1	G.IV.1 8		
Berieselungsbelakung / Standardaufguss				G.IV.2 6,2		G.VIII.1 -24,9
Berieselungsbelakung / Standardaufguss/ Spiegelgewürz			G.II.2 -6,1		G.VII.2 - 17,1	
Berieselungsbelakung/ Standardaufguss mit Calcium						G.VIII.2 - 9
Berieselungsbelakung/ Standardaufguss mit Calcium / Spiegelgewürz					G.VII.1 -6,9	
Aufguss ohne Zusätze	G.I.1 - 12,5	G.I.2 / G.IV.3/ G.V.2 - 9,5/ -15,5/ - 12,4				
Standardaufguss		G.II.4 / G.IV.4 - 10,6/ - 4,6				
Standardaufguss Spiegelgewürz	G.I.4 - 15,7	G.I.3 - 7,2				
Aufguss ohne Zusätze/ Spiegelgewürz		G.II.3 - 2,4				
Aufguss ohne Zusätze/ mit Calcium	G.III.1 - 17,9					
Standardaufguss / mit Calcium	G.III.2 - 9,7	G.V.4 - 4,6				
Aufguss heiß ohne Zusätze		G.V.1 8				
Aufguss heiß mit Zusätze und Calcium		G.V.3 1,2				

10.3.2 Prüfplan I

Versuchsplan I untersuchte die Einflussfaktoren „Belakungsform“, „Gewürzmischung“ und „Aufguss“.

Bei der Variable Belakung wurde die in der Praxis übliche Technik, die Vakuumbelakung (G.I.1 und G.I.4), mit der Berieselungsbelakung (G.I.2 und G.I.3) verglichen. Durch den Vakuumpfänger werden Luftbläschen aus dem Gurkenglas gesogen. Dies hat den Vorteil, dass beinahe kein Sauerstoff für enzymatische Reaktionen vorhanden ist. Jedoch wird vermutet, dass durch den angelegten Unterdruck der Turgor der Gurken zerstört wird, wodurch es zu einer frühzeitigen Erweichung des Gewebes kommt, vor allem im Kopfraum.

Der Faktor „Gewürzmischung“ wurde auf Grund der dadurch eingebrachten Enzyme berücksichtigt.

Der normale Delikatessgurkenaufguss enthielt neben Wasser, Säure und Salz noch Aromen und den Süßstoff Saccharin. Um den Einfluss dieser Komponenten zu untersuchen, wurden zwei Aufgüsse verwendet: die Standardvariante und eine Variante ohne Aromen.

Beim Vergleich der absoluten Mittelwerte der verschiedenen Versuchsansätze sieht man, dass alle vier Varianten während der Untersuchungsperiode an Knackigkeit verloren (Abb. 24).

Die Verwendung von Spiegelgewürz und Standardaufguss (G.I.3) scheint seine positiven Effekte auf die Textur erst im Laufe der Lagerung zu entfalten. Die Anfangsdaten lagen unter denen der anderen Varianten, und auch der Rückgang im ersten halben Jahr war signifikant (Tab. 19). Dieser Trend setzte sich jedoch nicht fort, im Gegenteil: Es kam im Laufe des zweiten Halbjahres zu einer Erhöhung der Texturwerte, welche allerdings unter den Ausgangswerten lagen. Auch bei vakuumbelakten Standardvariante konnte eine Knackigkeitserhöhung zwischen der zweiten und dritten Messung beobachtet werden. Da diese Ausprägung nur unter Verwendung von Spiegelgewürz zu beobachten war, lässt dies auf eine teilweise Reaktivierung eingebrachter Enzyme schließen.

Die Verwendung von Aufguss ohne Aromen führte unabhängig von der Belakungsform zu einer signifikanten Texturminderung im Laufe eines Jahres (Tab. 20). Die zugesetzten Aromen scheinen eine stabilisierende Wirkung auf das Gurkengewebe zu haben, obwohl diese keinen unmittelbaren Einfluss auf den Säuregehalt des Endproduktes ausüben.

Die Annahme, dass Vakuumbelakung im Gegensatz zur Berieselungsbelakung zu einer schnelleren Erweichung der Gurken im Kopfraum führt, konnte im Laufe eines Jahres nicht bestätigt werden: Zur Auswertung wurden die jeweils obersten zwei Gurken im Glas betrachtet (Abb. 25): Einzig die berieselungsbelakte Variante I.3 wies höhere Knackigkeitswerte auf, nicht jedoch Variante I.2, welche auf die gleiche Weise hergestellt wurde. Diese erzielte annähernd die gleichen Werte wie die vakuumbelakten Ansätze. Die Annahme, dass die Belakungsform einen signifikanten Einfluss auf die Textureigenschaften der Kopfraumgurken ausübt, konnte nicht bestätigt werden.

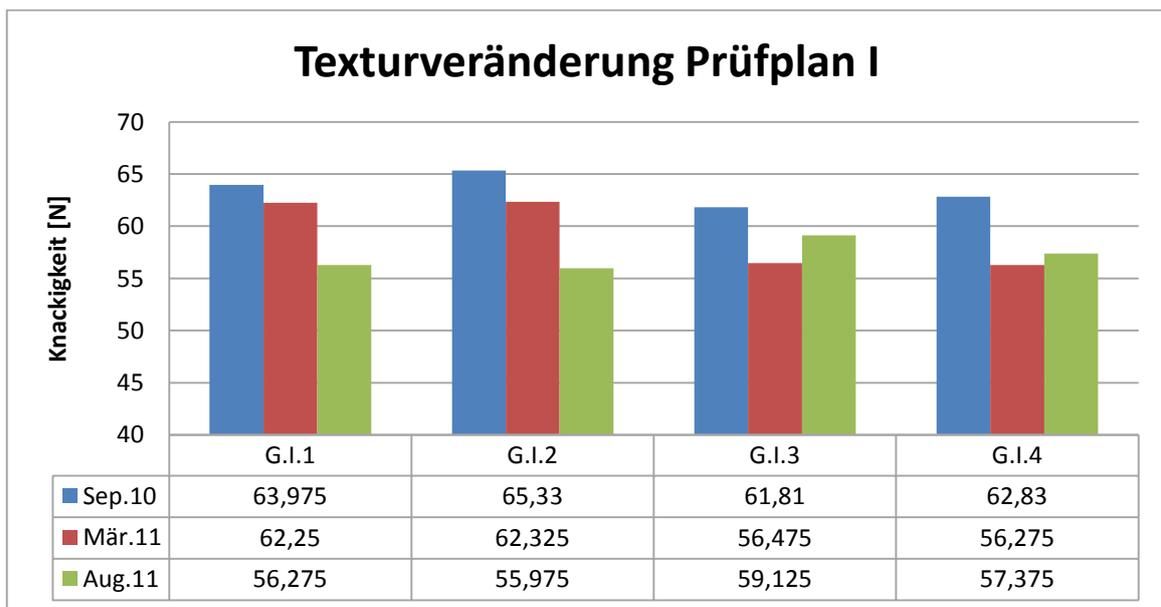


Abb. 24: Vergleiche der Mittelwerte des Prüfplanes I

Tab. 19: T-Test bei gepaarten Mittelwerten: G.I.3

Paare	Gepaarte Differenzen					T	df	Signifikanz
	MW	Stabw	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
I.3_Sep - I.3_März	4,25	5,80	1,30	1,54	6,96	3,27	19	0,002
I.3_Sep - I.3_Aug	3,35	9,11	2,04	-0,91	7,61	1,64	19	0,058
I.3_März - I.3_Aug	-0,90	8,35	1,87	-4,81	3,01	-0,48	19	0,318

Tab. 20: T-Test bei gepaarten Mittelwerten: G.I.1 und G.I.2

Paare	Gepaarte Differenzen					T	df	Signifikanz
	MW	Stabw	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
I.1_Sep - I.1_Aug	6,63	10,29	2,30	1,81	11,44	2,87	19	0,005
I.2_Sep - I.2_Aug	6,63	16,93	3,78	-1,30	14,55	1,75	19	0,048

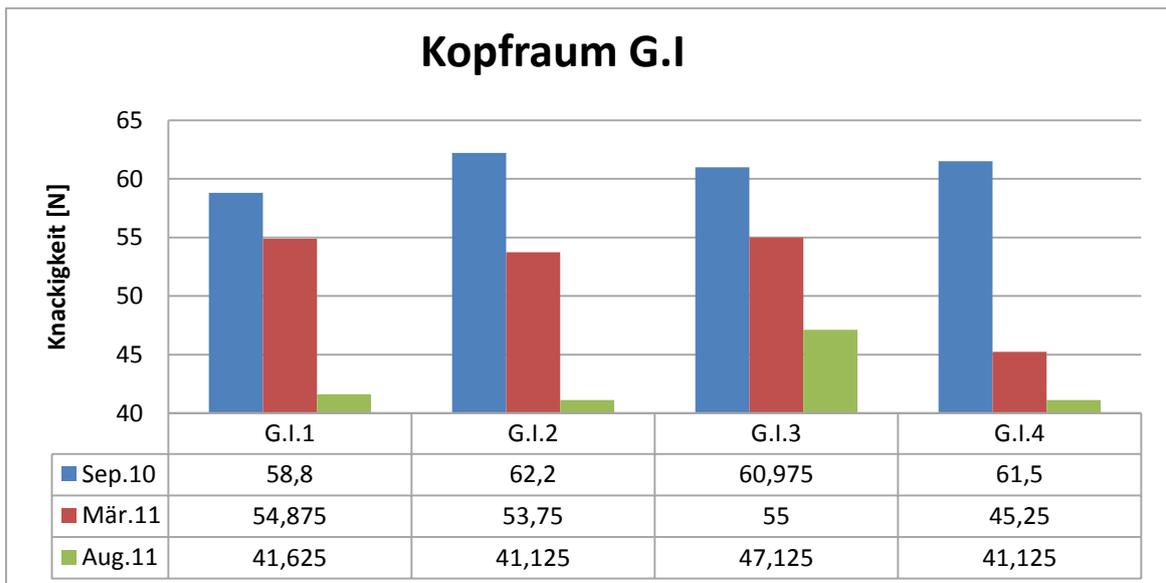


Abb. 25: Vergleich der Mittelwerte der Kopfraumgurken des Versuchsplanes G.I

10.3.3 Prüfplan II

Dieser Versuchsansatz berücksichtigte die Faktoren „rasche pH-Wert Erniedrigung“ und „Aufguss“.

Zur rascheren Säuregleichgewichtseinstellung wurden die Gurken vor der Verarbeitung mittels Stichelmaschine bearbeitet. Durch das Einstechen der Gurken kann der Aufguss schneller in das Gewebe diffundieren. Dies führt zu einem raschen pH-Wert-Abfall und zur Vermeidung diverser chemische Reaktionen, wie beispielsweise der β -Eliminationsreaktion. Laut McFEETERS (1991) sollte dieser Verfahrensschritt die Depolymerisationsreaktion während der thermischen Behandlung verhindern und dadurch zu knackigeren Gurken führen.

Die eingestochenen Gurken weisen am Beginn der Lagerungsperiode die besten Texturwerte auf (Abb. 26). Im Laufe eines Jahres verzeichneten die eingestochenen, mit Aufguss ohne Aromen berieselungsbelakten Gurken (G.II.1), einen signifikanten Texturrückgang auf (Abb. 27, Tab. 21). Eine rasche pH-Wert Absenkung alleine war nicht ausreichend, um die Textur dauerhaft zu stabilisieren.

Bei den eingestochenen Gurken, welche mit Standardaufguss und Spiegelgewürz produziert wurden (G.II.2), kam es im Laufe eines Jahres zu einer Trendumkehr. Einer anfänglichen Texturminderung bis März 2011 folgte ein Texturanstieg bis August 2011. Die zu diesem Zeitpunkt erreichten Werte lagen unterhalb der Knackigkeit der Ausgangswerte, jedoch über denen der anderen Versuchsansätze. Dieses Ergebnis lässt darauf schließen, dass entweder die dem Aufguss zugesetzten Aromen oder das Spiegelgewürz einen Einfluss auf die Textur des Endproduktes haben. Diese positiven Effekte, sowohl der Aromen wie der Gewürzvorlage, konnte auch bei Prüfplan I beobachtet werden.

Beim Vergleich der eingestochenen, mit Standardaufguss hergestellten Gurken (G.II.2) mit der Standardproduktion, wurde nach einem Jahr Lagerung ein signifikanter Unterschied erkennbar (Abb.28, Tab. 23).

Die Variante G.II.3 (Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze, Spiegelgewürz) konnte ihre Textureigenschaften beinahe beibehalten. Es wurde lediglich ein Rückgang von 2,4 % beobachtet. Der Vergleichsansatz, welcher mit Standardaufguss ohne Gewürzvorlage berieselungsbelakt wurde (G.I.4), verzeichnete während dieses Jahres eine

Minderung der Knackigkeit um etwa 11 %. Auch dieses Ergebnis lässt auf den positiven Effekt der Gewürzvorlage schließen.

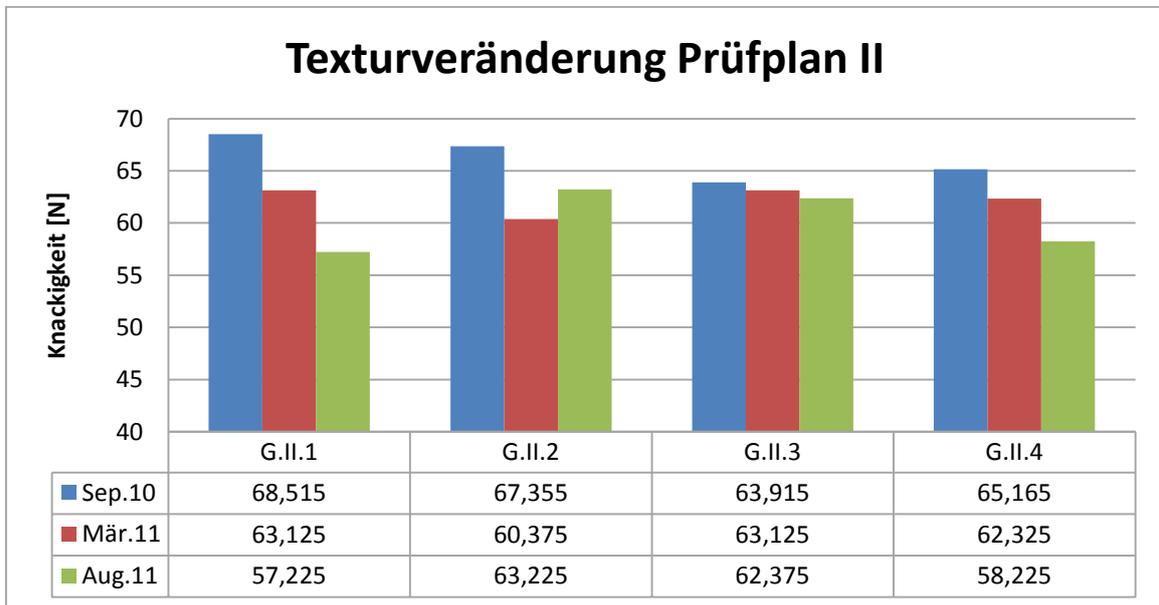


Abb. 26: Vergleiche der Mittelwerte des Prüfplanes II

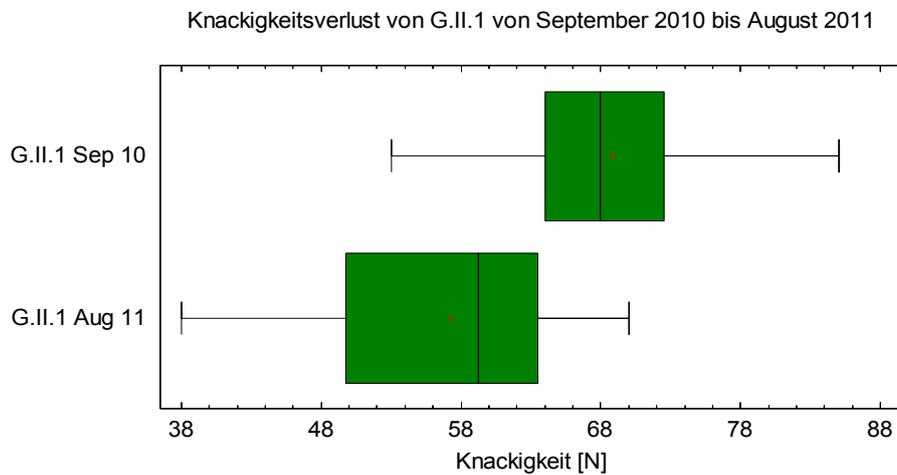


Abb. 27: Box-Plot Darstellung von G.II.1

Tab. 21: T-Test bei gepaarten Mittelwerten: G.II.1

Paar	Gepaarte Differenzen					T	df	Signifikanz
	MW	Stabw	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
G.II.1_Sep - G.II.1_Aug	8,15	10,11	2,26	3,42	12,88	3,60	19	0,001

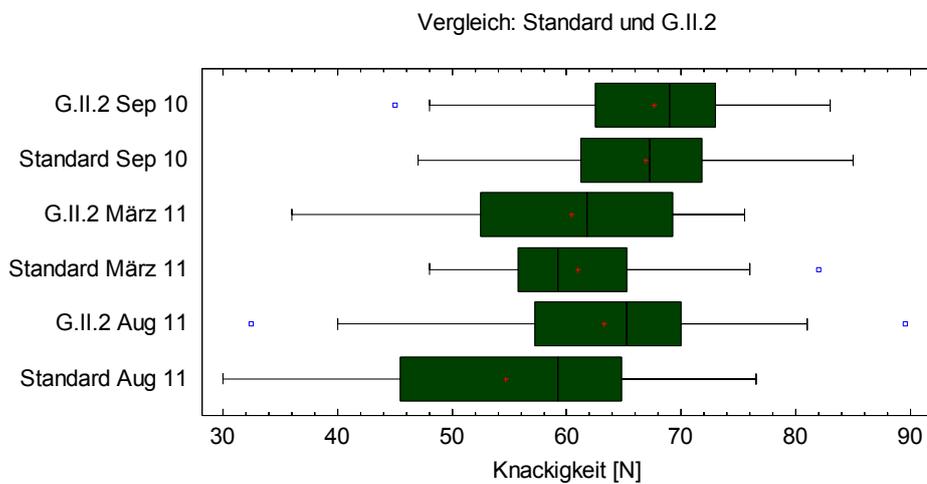


Abb. 28: Box-Plot Darstellung von G.II.2 und Standard

Tab. 22: T-Test für gepaart Mittelwerte: G.II.1 und Standard

Paare	Gepaarte Differenzen					T	df	Signifikanz
	MW	Stabw	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
G.II.2 Sep - Standard Sep	0,53	10,14	1,01	-1,49	2,54	0,52	99	0,303
G.II.2 März - Standard März	-0,60	9,67	2,16	-5,13	3,93	-0,27	19	0,392
G.II.2 Aug - Standard Aug	8,53	12,36	2,76	2,74	14,31	3,08	19	0,003

10.3.4 Prüfplan III

Laut Literatur lässt sich durch die Zugabe von zweiwertigen Kationen die Textur von Einlegegurken verbessern. Diese Annahme wurde in Prüfplan III untersucht.

Beide Versuchsansätze wurden vakuumbelakt. Der Unterschied bestand in der Zusammensetzung des Aufgusses. Während für G.III.1 calciumhaltiger Aufguss ohne Aromen verwendet wurde, kam bei G.III.2 calciumhaltiger Standardaufguss zum Einsatz.

Die Abnahme der Textur war bei der Variante mit Standardaufguss (G.III.2) nicht so stark ausgeprägt wie bei der Variante mit Aufguss ohne Zusätze (G.III.1) (Abb. 29). Wiederum zeigte sich, dass der Zusatz von Aromen einen positiven Effekt auf die Textureigenschaften hat.

Die prozentuelle Abnahme lag bei G.III.2 bei 9,7 %, bei G.III.1 bei etwa 18 %. Derselbe Rückgang konnte bei der Standardausführung beobachtet werden.

In dieser Versuchsreihe konnte die texturstabilisierende Wirkung von Calcium nicht bestätigt werden. Mit einem Texturrückgang von 18% waren sie mit dem Standard vergleichbar. In dieser Verarbeitungsform scheint Calcium keinen Einfluss auf die Textur zu haben. Das Ergebnis war auf Grund der Vorversuche (vgl. Kap. 7.1) nicht überraschend.

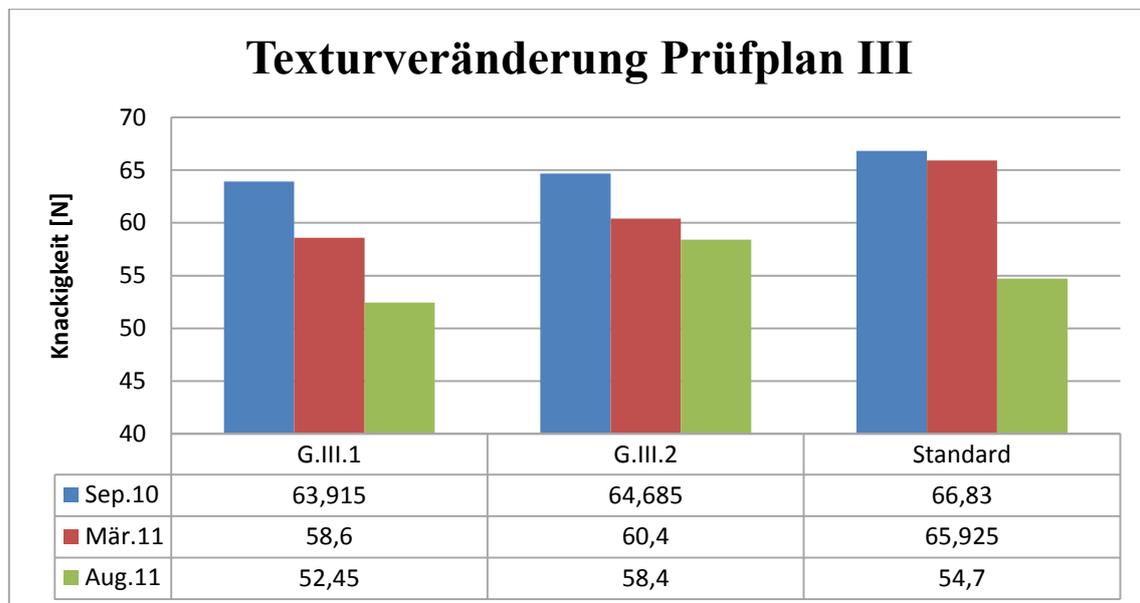


Abb. 29 Vergleich der Mittelwerte des Prüfplans III

10.3.5 Prüfplan IV

Dieser Versuchsansatz untersuchte die Parameter „Vorwärmebehandlung“ sowie „Aufguss“.

Aus der Literatur ist bekannt, dass sich Vorwärmebehandlung positiv auf die Textur auswirkt. Dadurch werden einerseits Mikroorganismen auf der Oberfläche deaktiviert, es kommt zu enzymatischen Reaktionen und die Pektinvernetzung wird verbessert (vgl. Kap. 5.2.5.4).

Zu Beginn der Untersuchungen wiesen die blanchierten Gurken Texturminderung auf. In weitere Folge kam es jedoch zu einer deutlichen Texturveränderung:

Nach einem Jahr Lagerung lagen die Knackigkeitswerte über den Anfangswerten (Abb. 30). Die besseren Texturwerte wurden dabei unter Verwendung des Standardaufgusses erreicht. Ungeachtet dessen konnte bei beiden Varianten eine signifikante Texturerhöhung im Laufe eines Jahres festgestellt werden (Tab. 23, Abb. 31).

Der positive Effekt der Vorwärmebehandlung zeigt sich auch im Vergleich zu den nicht blanchierten Referenzansätzen. Obwohl sich die Textureigenschaften der Variante G.IV.4 im Laufe eines Jahres zum Teil erholten, waren sie dennoch signifikant schlechter als der blanchierte Vergleichsansatz. Auch bei beim Vergleich der Varianten mit Aufguss ohne Aromen konnte ein signifikanter Unterschied detektiert werden (Tab. 24).

Diese positive Texturveränderung des Blanchierens kann mit der Aktivierung der PME und der Deaktivierung der PG erklärt werden. Dies ist bei Temperaturen zwischen 50 und 70 °C der Fall, je nach Literaturangabe. Durch die Vorwärmebehandlung wird die Zellmembran durchlässig für Mineralstoffe. Der natürliche Gehalt an Calcium im Ortswasser (80 mg/l) scheint auszureichen, um die Textur zu stabilisieren. Die Texturerhöhung im Laufe eines Jahres lässt vermuten, dass es zu einer teilweisen Reaktivierung der PME kommt. Auch McFEETERS et al. (1985) beschreiben eine Reaktivierung der PME in blanchierten Gurkenscheiben.

Die Texturerhöhung der berieselungsbelakten Variante mit Standardaufguss in der zweiten Auswertungsperiode lässt sich nicht erklären. Diese Beobachtung konnte bei vergleichbaren Versuchsansätzen nicht gemacht werden.

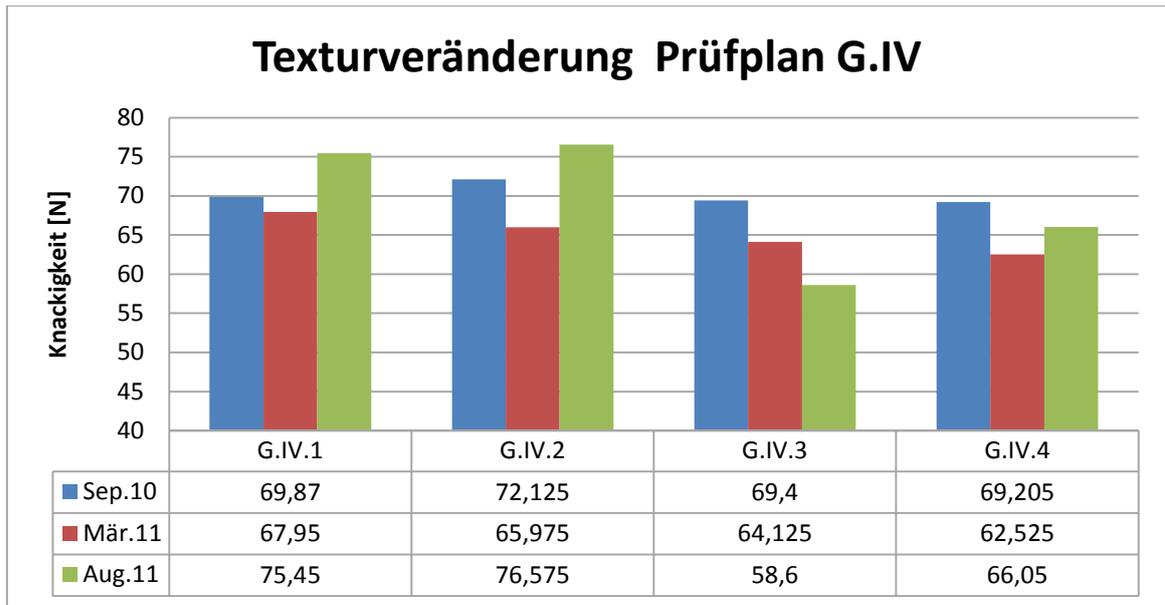


Abb. 30: Vergleich der Mittelwerte des Prüfplans IV

Tab. 23: T-Test bei gepaarten Mittelwerten: G.IV.1 und G.IV.2

Paare	Gepaarte Differenzen					T	df	Signifikanz
	MW	Stabw	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
G.IV.1Sep10 - G.IV.1Aug11	-7,35	11,49	2,57	-12,73	-1,97	-2,86	19	0,005
G.IV.2Sep10 - G.IV.2Aug11	-6,23	7,55	1,69	-9,76	-2,69	-3,68	19	0,001

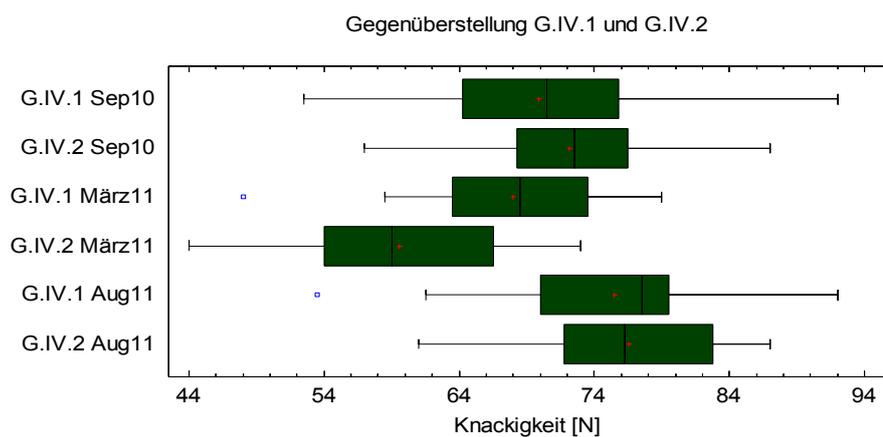


Abb. 31: Box-Plot Gegenüberstellung von G.IV.1 und G.IV.2

Tab. 24: -Test bei gepaarten Mittelwerten: G.IV

Paare	Gepaarte Differenzen					T	df	Signifikanz
	MW	Stabw	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
G.IV.1Sep10 - G.IV.3Sep10	0,47	11,10	1,11	-1,73	2,67	0,42	99	0,34
G.IV.1Aug11 - G.IV.3Aug11	16,85	11,10	2,48	11,65	22,05	6,79	19	0,000
G.IV.2Sep10 - G.IV.4Sep10	2,92	9,54	0,95	1,03	4,81	3,06	99	0,001
G.IV.2Aug11 - G.IV.4Aug11	10,53	8,91	1,99	6,36	14,69	5,29	19	0,000

10.3.6 Prüfplan V

In diesem Versuchsplan wurden die Faktoren „Aufgusstemperatur“ und „Calcium“ untersucht. Alle Versuchsansätze wurden mit Berieselungsbelakung hergestellt.

Durch die Erhöhung der Aufgusstemperatur wurden ähnlich positiven Effekte wie beim Blanchieren erhofft, jedoch ohne den zusätzlichen Technologieschritt im Kochkessel.

Beim Vergleich der Mittelwerte ist ersichtlich, dass die Variante mit kaltem calciumhaltigen Standardaufguss (G.V.4) am Beginn des Auswertungsperiode die besten Knackigkeitswerte aufwies (Abb. 32).

Im Laufe der Lagerung konnte die texturstabilisierende Wirkung der Heißabfüllung bestätigt werden. Beide Ansätze (G.V.1 und G.V.3) verzeichneten absolut betrachtet nur sehr geringe Texturminderungen. Ähnlich wie bei den blanchierten Gurken kam es im zweiten Halbjahr zu einer Erhöhung der Texturwerte. Der Unterschied zu den Referenzmustern mit kaltem Aufguss war jedoch nicht signifikant (Abb. 33 und Abb. 34).

Ein teilweiser Texturanstieg in der zweiten Auswertungsperiode war auch bei der Variante G.V.4 (kalter, calciumhaltiger Aufguss) zu erkennen. Diese Beobachtung konnte weder bei dem vakuumbelakten Gegenansatz (G.III.1) noch bei der Variante mit Spiegelgewürz gemacht (G.VII.1) werden. Ob sich dieser Trend fortsetzt, werden weiterführende Untersuchungen zeigen.

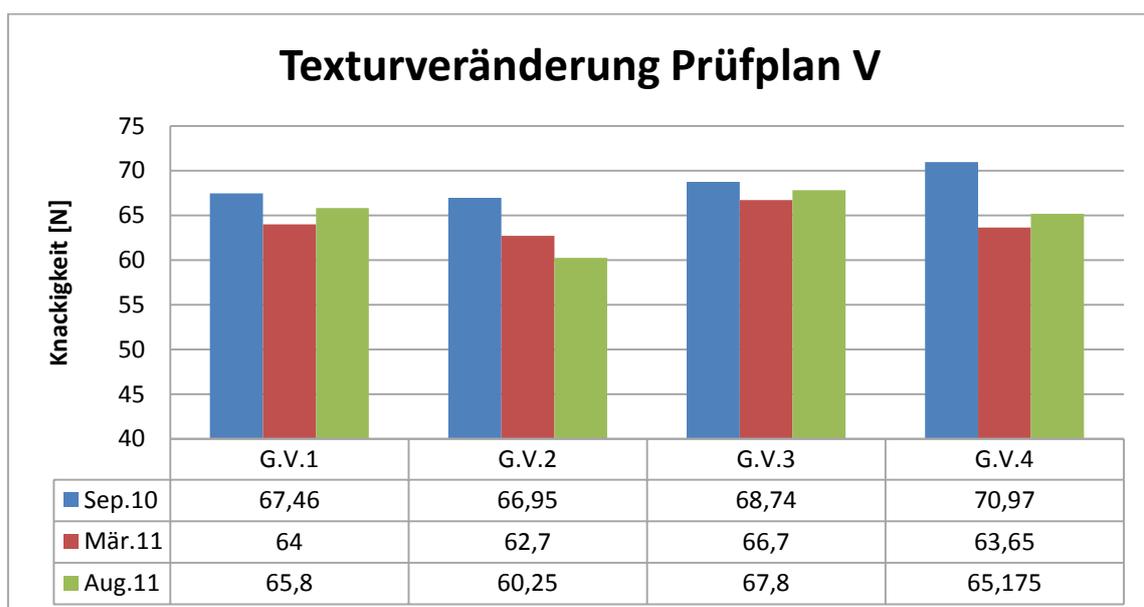


Abb. 32 Vergleich der Mittelwerte des Prüfplans V

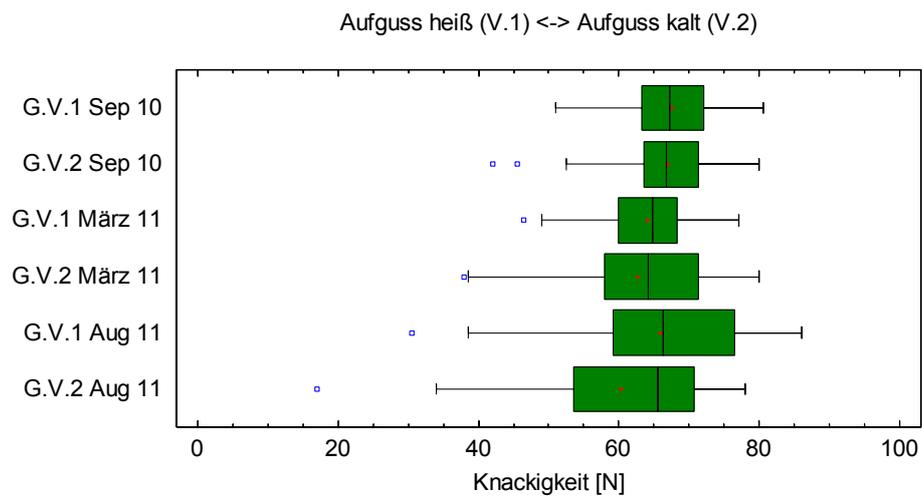


Abb. 33: Box-Plot Gegenüberstellung von G.V.1 und G.V.2

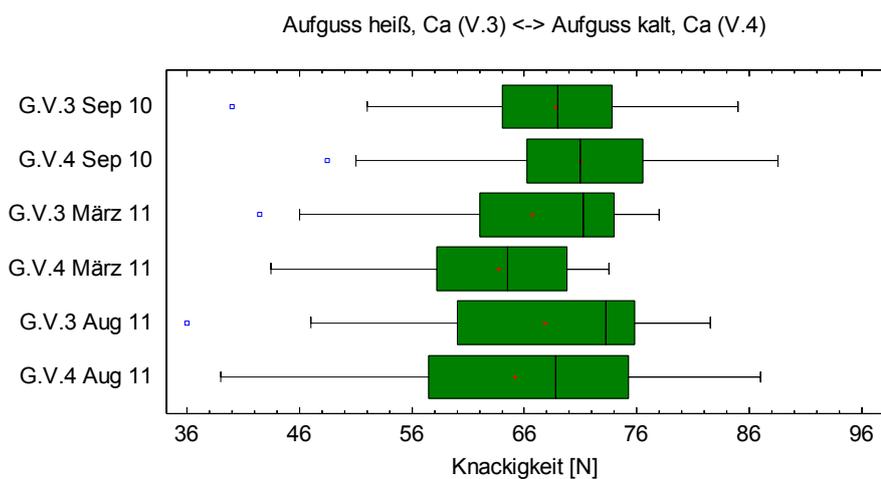


Abb. 34: Box-Plot Gegenüberstellung von G.V.3 und G.V.4

10.3.7 Prüfplan VI

Mit diesem Prüfplan wurde der Faktor „Lichteinfluss“ als Verursacher von Texturerweichungen überprüft. Dafür wurden die Gurken unter Verwendung von Standardaufguss in Dosen abgefüllt.

Diese Gurken wurden mit der Standardausführung verglichen (Abb. 35). Die Ausgangswerte beider Varianten waren zu Beginn der Untersuchung beinahe ident. Das gleiche Bild zeigte sich auch nach einem halben Jahr. Erst bei der dritten Texturmessung konnte ein Unterschied festgestellt werden:

Die Texturminderung des Standards war zu diesem Zeitpunkt mit durchschnittlich 18,1 % fast doppelt so groß wie bei der Variante ohne Licht mit etwa 9,8 %. Diese Ausprägung war im August 2011 signifikant (Tab. 25).

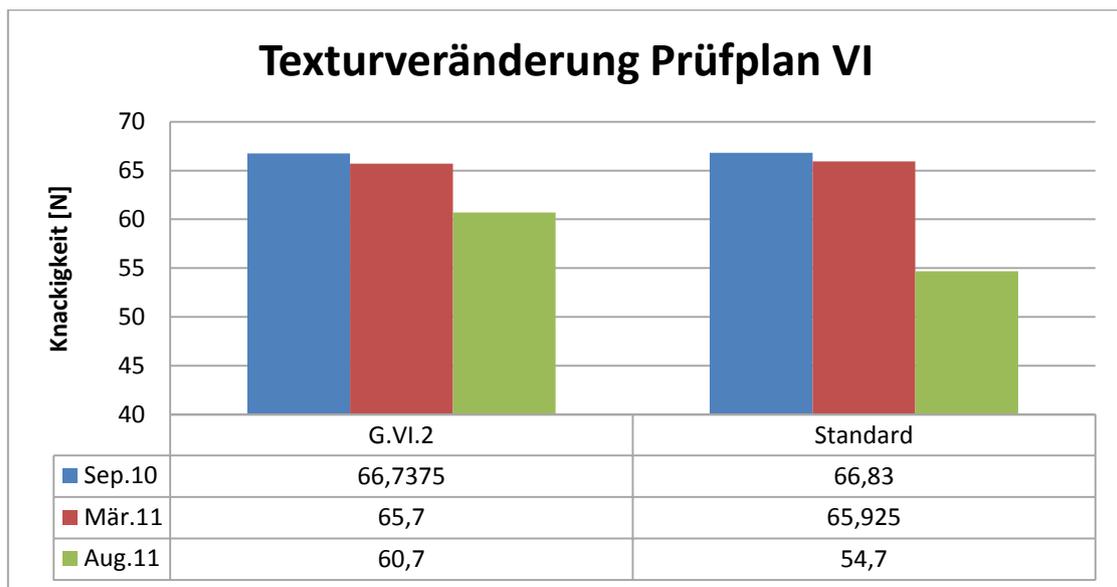


Abb. 35: Vergleich des Mittelwertes des Prüfplanes VI mit dem Standard

Tab. 25: T-Test bei gepaarten Mittelwerten: G.VI und Standard

Paare	Gepaarte Differenzen					T	df	Signifikanz
	MW	Stabw	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
S Sep10 - G.VI Sep10	0,01	11,05	1,75	-3,52	3,55	0,01	39	0,497
S März 11 - G.VIMärz11	0,08	12,38	2,77	-5,72	5,87	0,03	19	0,489
S Aug 11 - G.VI Aug11	-6,00	12,31	2,75	-11,76	-0,24	-2,18	19	0,021

10.3.8 Prüfplan VII

Der Prüfplan VII untersuchte die Faktoren „Erntezeitpunkt“ und „Calcium“.

Diese Versuche wurden mit den letzten Gurken der Ernteperiode 2010 angesetzt. Damit sollte überprüft werden, ob der Erntezeitpunkt einen Einfluss auf die Textur von Essiggurken hat. Am Ende der Kampagne werden die Gurken tendenziell schlechter.

Beide Versuchsansätze wurden mit Spiegelgewürz versehen und durch Berieselungsbelakung mit Aufguss versehen. Bei Versuchsplan G.VII.1 wurde dem Aufguss Calcium beigemischt.

Um einen Vergleich anzustellen, wurden diese Versuchspläne sowohl mit dem Standard der Juli- sowie Augustproduktion (gleichzeitig produziert mit G.VII, S alt) verglichen.

Anhand von Abb. 36 ist zu erkennen, dass die später geernteten Gurken nur im ersten halben Jahr ihre Textur veränderten. Der Unterschied zwischen G.VII.1 und G.VII.2 war am Beginn der Aufzeichnungen minimal. Nach einem halben Jahr konnte jedoch festgestellt werden, dass der Ansatz mit Calcium besserer Texturwerte erzielte. Die Abnahme der nicht-calciumhaltigen Variante war signifikant (Abb. 37).

Die besten Texturwerte konnten jedoch beim „Standard alt“ verzeichnet werden. Für diese Ausprägung konnte keine Erklärung gefunden werden.

Allen drei Ansätzen, welche mit den spät geernteten Gurken produziert wurden, war gemeinsam, dass sich ihre Texturwerte nach dem ersten halben Jahr kaum änderten ($\pm 2N$).

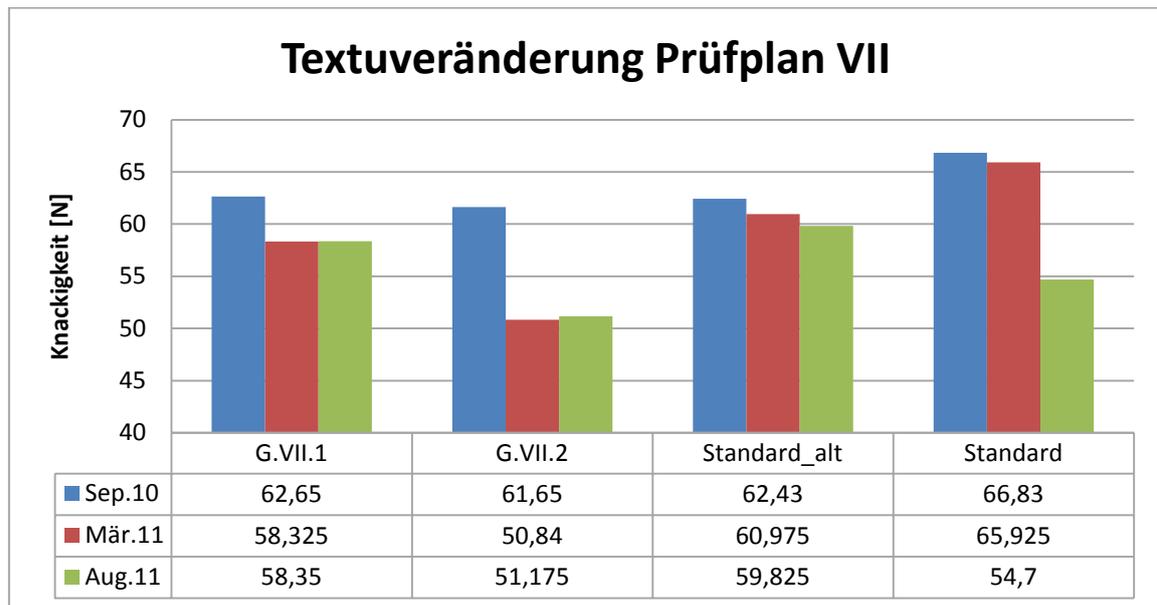


Abb. 36: Vergleich der Mittelwerte des Prüfplanes VII, des Standards sowie des „Standard alt“

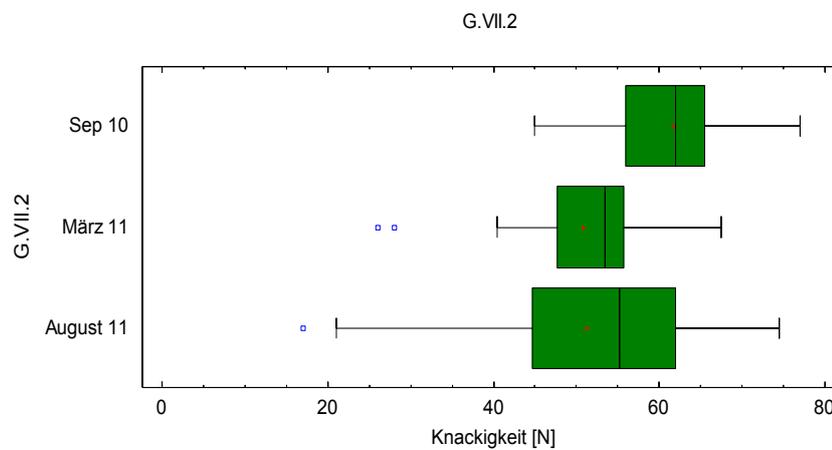


Abb. 37: Box-Plot Darstellung von G.VII.2

10.3.9 Prüfplan VIII

Dieser Versuchsplan untersuchte die Faktoren „Erntezeitpunkt“, „Stichelung“ und „Calcium“.

Beide Ansätze wurden mit eingestochenen Gurken hergestellt. Während bei der Variante G.VIII.1 der Standardaufguss zum Einsatz kam, wurde dieser bei Variante G.VIII.2 mit Calcium versetzt.

Zum Vergleich wurde die Ansätze von Prüfplan VIII mit dem Standard des gleichen Produktionsdatums sowie mit dem Standard der Juliproduktion verglichen (Abb.38). Anhand von Abb. 38 ist zu erkennen, dass das Einstechen alleine keinen positiven Effekt auf die Gurkenknackigkeit ausübt. Das Gegenteil war der Fall. Bereits nach einem halben Jahr waren diese Gurken signifikant weicher als der Standard (Abb. 39). Auch im Vergleich zu den Varianten des Prüfplanes G.VII wiesen diese Gurken die schlechtesten Werte auf.

Die Kombination von Einstechen und Calciumbeimengung (G.VIII.2) wirkte sich jedoch positive auf die Textur von Essiggurken aus. Die Knackigkeitsreduktion betrug in einem Jahr durchschnittlich nur neun Prozent. Die Werte nach einem Jahr waren sogar höher als jene des normalen Standards. Der Texturrückgang konnte durch diese Herstellungsart verzögert werden. Ob sich eine Trendumkehr wie bei Variante G.II.2 einstellt bzw. ob der texturstabilisierende Effekt erhalten bleibt, werden zukünftige Untersuchungen zeigen.

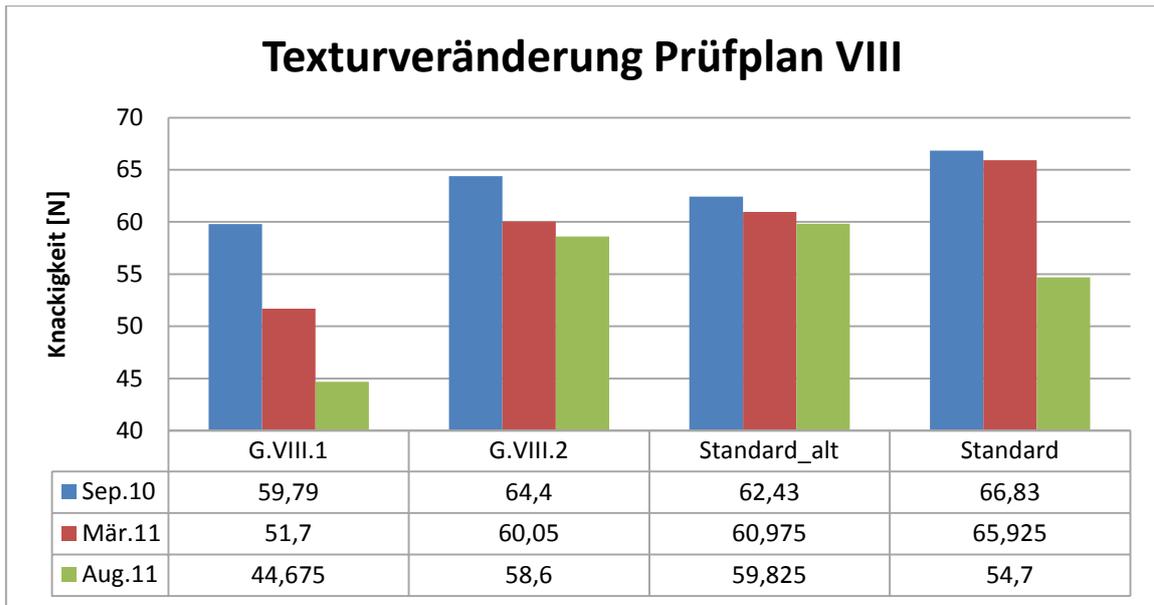


Abb. 38: Vergleich der Mittelwerte des Prüfplans VIII, des Standards sowie des „Standard alt“

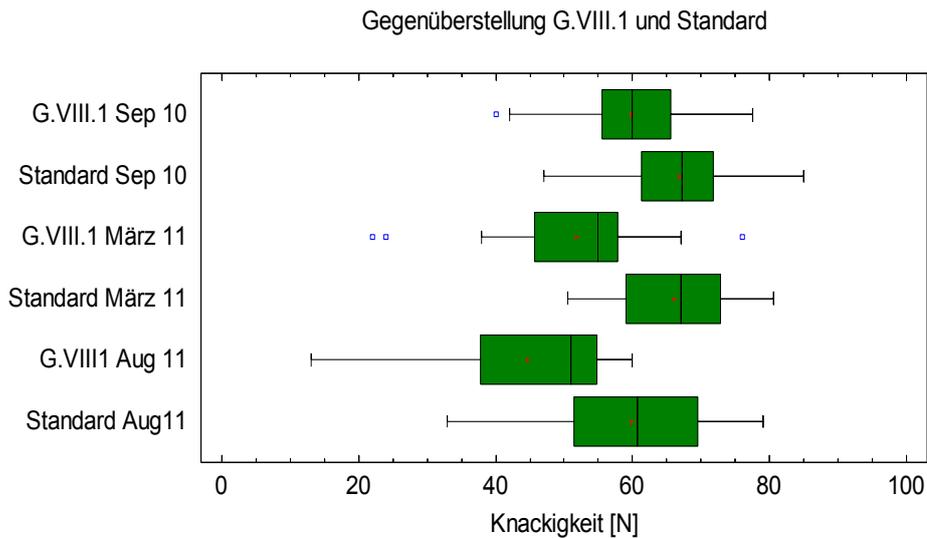


Abb. 39: Grafische Gegenüberstellung von G.VIII.1 und dem Standard

11 Schlussfolgerungen

Diese Arbeit diente der Ursachenforschung sowie -bekämpfung der negativen Texturveränderungen von Einlegegurken während ihrer Haltbarkeit von drei Jahren (in Österreich).

Da die Versuchsansätze nur über ein Jahr beobachtet wurden, kann keine endgültige Aussage gemacht werden.

Im Laufe dieses Jahres konnten aber folgende Beobachtungen gemacht werden:

- Die Belakungsform schien keinen Einfluss auf die Textur auszuüben. Auch bei den Gurken des Kopfraumes war kaum ein Unterschied zwischen Vakuum- und Berieselungsbelakung zu erkennen
- Auch eine rasche pH-Wert-Absenkung führte nicht zu den erwarteten Ergebnissen. Laut McFEETERS (1991) würde dies die Depolymerisation von Pektin verhindern und dadurch den Strukturabbau verhindern.
- Die texturstabilisierende Wirkung von Calcium, welche von vielen Autoren publiziert wurden, konnte ebenfalls nicht nachgewiesen werden. Calcium alleine scheint nicht auszureichen, um die Knackigkeit des Endproduktes dauerhaft zu stabilisieren.
- Die Zusätze zum Aufguss (Aromen) führten zu knackigeren Gurken als Ansätze ohne diese. Dieser Schritt war nur optional, da diese Zusätze die feine Geschmacksnote abrunden.
- Die Gewürzvorlage, bestehend aus Dill, Senfkörnern und Zwiebeln, führte zu knackigeren Gurken als die Referenzmuster. Über das Spiegelgewürz eingebrachte Enzym könnten Verursacher dieser positiven Ausprägung sein.
- Nur eine Wärmebehandlung führte zu dem gewünschten Ziel. Sowohl das Blanchieren vor der Verarbeitung, sowie das Produzieren mit heißem Aufguss führten zu einer dauerhaften Strukturstabilisierung. Alle Versuchsansätze verloren im ersten Halbjahr an Knackigkeit, jedoch kam es zu einem Texturanstieg im Laufe der zweiten Jahreshälfte. Dieses Ergebnis deckt sich mit der Beobachtung von McFEETERS (1985), welcher eine teilweise Raktivierung der PME während der Lagerung von blanchierten Gurken nachwies.

Die Texturveränderungen müssen über einen längeren Zeitraum betrachtet werden. Die bis dato gelieferten Ergebnisse lassen jedoch darauf schließen, dass vor allem Enzyme an der Texturstabilisierung beteiligt sind.

12 Zusammenfassung

Neben dem typischen Geschmack ist auch die Knackigkeit ein wichtiges Qualitätskriterium von Essiggurken. Obwohl Texturveränderungen den Geschmack nicht beeinträchtigen, mindern sie die Produktakzeptanz.

Ziel dieser Diplomarbeit war es, Methoden zu finden, die Textureigenschaften von Einlegegurken stabilisieren bzw. deren Knackigkeitsrückgang vermindern.

Anhand der Literaturangaben sowie diverser Vorversuche der Fa. efko kristallisierten sich mehrere Ansätze heraus: Variation der Belakungsform, Veränderung des Aufgusses, Beimengung von Calcium, sowie eine Wärmebehandlung.

Die verschiedenen Versuchsansätze wurden innerhalb eines Jahres dreimal auf ihre Knackigkeit untersucht. Obwohl der Versuchszeitraum von einem Jahr relativ gering war, lässt sich ein Trend erkennen:

Die blanchierten Gurken konnten ihre Anfangstexturwerte nicht nur beibehalten, sondern sogar um durchschnittlich 7 % erhöhen. Auch jene Essiggurken, welche mit heißem Aufguss abgefüllt wurden, konnten ihre Textureigenschaften beibehalten. Zu beobachten war, dass es erst nach einem halben Jahr zu einer Texturerhöhung kam. Dies deutet auf eine teilweise Reaktivierung von Enzymen hin.

Die prognostizierte Wirkung des Calciums als Texturstabilisierere konnte nicht erwiesen werden. Einzig in Kombination mit heißem Aufguss konnte eine Beibehaltung der Knackigkeit festgestellt werden.

13 Summary

Along with the genuine taste of pickled cucumbers one important aspect is the crispiness. Changes in texture don't affect the taste, however the product acceptance lessens.

It was the goal of this paper to find methods for stabilizing the characteristics of texture and to minimize the crisp degrading of pickled cucumbers.

The list of literature, together with previous trials of EFKO led to several approaches: variations in brine methods, changed pickle agents, adding Calcium and heat treatment.

The different approaches were examined three times upon their affect on the firmness of the bite. Even though the trial period of one year is fairly short, it revealed a tendency:

Not only could the blanched cucumbers maintain their texture readings but add an average 7%. Those pickles, which were canned with hot pickling liquid, could also maintain the texture qualities. It could be observed, that the texture readings rose after a time period of about 6 months. The re-activation of enzymes may be the reason for this phenomenon.

The proposed impact of Calcium as a stabilizer of texture could not be proven. A combination with hot pickling agent only contributed to maintaining the crisp bite.

14 Literaturverzeichnis

- ABOTT, D; und A. BORASTON: Structural Biology of Pectin Degradation by Enterobacteriaceae. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* (2008) 301-316.
- ANONYM: Herausgeber: Gemüsebau Niederbayern (2008). Online unter: www.alf-la.bayern.de/gartenbau/30134/linkurl_3.pdf, 28. 10 2010.
- ANONYM: Gemüseanbau in Niederbayern - Gelbes Heft (2010). 33 - 44.
- ANONYM: Wasserverband Eferding. Herausgeber: Wasserverband (2011). Online unter:http://root.riscompany.net/company/wv-eferding/download/NEWS_225567.pdf, 15.5.2012.
- ANTHON, G.E.; L. BLOT und D. BARRETT: Improved firmness in calcified diced tomatoes by temperature activation of pectin methylesterase. *Food Chemistry and Toxicology* (2005) 342 - 347.
- BAKER, R. und L. WICKER: Current and potential applications of enzyme infusion in the food industry. *Trends in Food Science & Technology* 7 (1996) 279 - 284.
- BELL, T.A.; J.L. TURNEY und J.L. ETCHELLS: Influence of different organic acids on the firmness of fresh-pack pickles. *Journal of food science* (1972) 446 - 449.
- BELL, T. A. und J. L. ETCHELLS: Influence of salt (NaCl) on Pectinolytic Softening of Cucumbers. *Journal of Food Science* (1960) 84 - 90.
- BUCKENHÜSKES, H.; H. OMRAN; E. SCHWARZ und K. GIESCHNER.: Nachweis von Restenzymaktivität in pasteurisierten Gurken. *Industrielle Obst- und Gemüseverwertung*(1990) 404 - 407.
- BUCKENHÜSKES, H.; K. GIERSCHNER und W.P. HAMMES: Theorie und Praxis der Pasteurisation. *Industrielle Obst- und Gemüseverwertung* (1988) 315 - 322.
- BUESCHER, R. und M. HUDSON: Softening of cucumber pickles by Cx-cellulase and its inhibition by calcium. *Journal of Food Science*(1984) 954 - 955.
- BUESCHER, R.W.; J.M. HUDSON und J.R. ADAMS: Inhibitor of Polygalacturonase softening of cucumber pickles by calcium chloride. *Journal of food science* (1979) 1786 - 1787.
- DEGRAEVE, P.; R. SAUREL und Y. COUTEL: Vacuum impregnation pretreatment with Pectinmethylesterase to Improve Firmness of Pasteurised Fruits. *Journal of Food science*(2003) 716 - 721.
- ETCHELLS, J.L.; T.A. BELL; R.N. COSTILOW; C.E. HOOD und T.E. ANDERSON. Influence of temperature and humidity on microbial, enzymatic, and physical changes of stored, pickling cucubers. *Applied Microbiology*(1973) 943 - 950.
- FASINA, O.O. und H.P. FLEMING: Heat transfer characteristics of cucumber during blanching. *Journal of Food Engineering* (2001) 203 - 210.
- FLEMING, H.P.; R.F. McFEETERS und R.L. THOMPSON: Effects of sodium chloride concentration on firmness retention of cucumbers fermented and stored with calcium chloride. *Journal of Food Science* (1987) 653 - 657.
- FRAEYE, I.; A. DE ROECK; T. DUVETTER; I. VERLENT; M. HENDRICKX und A. VON LOEY: Influence of pectin properties and processing conditions on thermal pectin degradation. *Food Chemistry* (2007) 555 - 563.
- FRIEDL, H: Mündliche Mitteilung (2011)
- GEISSLER, B.: Freilandgemüseproduktion. Herausgeber: Geissler, Kaufmann Bielka. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag(1986).
- GIERSCHNER, K.; H.-U. ENDRESS; R. VALENT und H. BUCKENHÜSKES: Technologische Einflüsse auf die Rheologie verarbeiteter Obst- und Gemüseprodukte. *Die industrielle Obst- und Gemüseverwertung*(1984) 263 - 272.

- GOLDHOFER, H. und A. DUNST. „www.LfL.bayern.de“. Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Mai 2005. Online unter: http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen_url_1_53.pdf, 29.12.2010.
- GUIAVARCH, Y; D SILA; T DUVETTER; A VAN LOEY und M HENDRICKX. Influence of sugars and polyols on the thermal stability of purified tomato and cucumber pectinmethylesterases: a basis for TTI development. *Enzym and Microbial Technolog* (2003) 544 - 555.
- GUILLOU, A.A.; J.D. FLOROS und M.A. COUSIN: Calcium chloride and potassium sorbate reduce sodium chloride used during natural cucumber fermentation and storage. *Journal of food Science*(1992) 1364 - 1368.
- HAMEDINGER, S.: Mündliche Mitteilung (2011)
- HUDSON, J.M. und R.W. BUESCHER: Relationship between degree of pectin methylation and tissue firmness of cucumber pickles. *Journal of food science* (1986) 138 - 140, 149.
- JURIŠIĆ; KANISEK und BARKOVIĆ: Technologische und technische Faktoren und wirtschaftliche Resultate bei der Gurkenproduktion. *Interdisciplinary Management Research* (2006) 178 - 187.
- KRALL, S. und R. McFEETERS: Pectin Hydrolysis: Effect of Temperature, Degree of Methylation, pH, and Calcium on Hydrolysis Rate. *Journal fo food science*(1998) 1311-1315.
- KRUG, H.; H.P. LIEBIG und H. STÜTZEL: *Gemüseproduktion. Aktualisierte, erweiterte Fassung*, Ulmer, Stuttgart, 3-8001-3584-1 (2002) 330 - 345.
- KUBO, Y.; Y. XUE; A. NAKATSUKA; F. MATHOOKO; A. INABA und R. NAKAMURA: Expression of a Water Stress-induced Polygalacturonase Gene in Harvested Cucumber Fruit. *J.Japan.Soc.Hort.Sci.* (2000) 273 - 279.
- LATTAUSCHKE, G.: Hinweis zum umweltgerechten Anbau von Freilandgemüse im Freistaat Sachsen - Einlegegurken. *Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden*, (2002).
- LICHTENHAHN, M.: *Essigurken*. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (1997).
- MAGNUSSEN, A. *Stressbehandlung von Einlegegurken (Cucumis sativus L.)*. Dissertation an der Universität München (2001).
- MARUVADA, R. und R. McFEETERS: Evaluation of enzymatic and non-enzymatic softening in low salt cucumber fermentation. *International Journal of Food Science and Technology* (2009) 1108 - 1117.
- McFEETERS, R. und I. P. 'EREZ-D'IAZ: Fermentation of cucumbers brined with calcium chloride instead of sodium chloride. *Journal of food science* 57 (2010) 291 - 296.
- McFEETERS, R.F.; H.P. FLEMING und R.L. THOMPSON: Pectinesterase activity, pectin methylation, and texture changes during storage of blanched cucumber slices. *Journal of food science* (1985): 201 -205.
- McFEETERS, R.F.; M.M. SENTER und H.P. FLEMING: Softening effects of monovalent Cations in acidified cucumber mesocarp tissue. *Journal of food Science*(1989) 366 - 370.
- McFEETERS, R.F. und H.P. FLEMING: Effect of calcium ions on the thermodynamics of cucumber tissue softening. *Journal of food science*(1990) 446 - 449.
- McFEETERS, R.F. und H.P. FLEMING: pH Effect on Calcium Inhibition of Softening of Cucumber Mesocarp Tissue. *Journal of Food Science* (1991) 730 - 732, 735.
- MEURER, P.: *Einfluss pflanzeigener Enzyme und anderer Faktoren auf die Textur fermentierter Gurken*. Dissertation an der Universität Weinstephan (1991).

- MI YOO, K.; I. HWANG, G.; J. EOG und B. MOON: Effect of Salts and Preheating Temperature of Brine on the Texture of Pickled Cucumbers. *Journal of food science*(2006) 97 - 101.
- MILLER, A.R.; J.P. DALMASSO und D.W. KRETCHMAN: Mechanical stress, storage time, and temperature influence cell wall-degrading enzymes, firmness, and ethylene production of cucumber. *Journal of American Society of Horticultural Science*(1987) 666-671.
- MTTOS, F.R.;O.O. FASINA; L.D. REINA; H.P. RLEMING; T.F. BREID; G.S. DAMASCENO und F.V. PASSOS: Heat transfer and microbial kinetics modeling to determine the location of microorganisms within Cucumber fruit. *Journal of food science* (2005) 324 - 330.
- OMRAN, H.; H. BUCKENHÜSKES; E. JÄCKLE und K. GIERSCHNER: Einige Eigenschaften der Pectinesterase, der exo-Polygalacturonase und einer endo- β -1,4-Glucanase aus Einlegegurken. *Deutsche Lebensmittelrundschau* (1991) 151 - 156.
- OZER, M.; B. AKBUDAK; V. UYLASER und E. TAMER: The effect of controlled atmosphere storage on pickle production from pickling cucumbers cv. 'Tory'. *Eur. Food REs Technol*(2006) 118 - 129.
- RODRIGO, M. und A. ALVARRUIZ: The influence of fermentation and pasteurization on the texture of cucumber pickles. *Journal of Food Engineering* (1988) 113 - 125.
- SCHWARZ, E.: In *Sauergemüse und Feinkost*, Herausgeber: VLT: Verband der Lebensmitteltechnologien e.V. (1986).
- SILA, D.; T. DUVETTER; A. ROECK; I. VARLENT; C. SMOUT; G. MOATES; B. HILLS, M. HENDRICKX und A. VAN LOEY: Texture changes of processed fruits and vegetables: potential use of high-pressure processing. *Trends in Food Science & Technology*(2008) 309 - 319.
- SILA, D.N.; S. VAN BUGGENHOUT; T. DUVETTER; I. FRAEYE; A. DE ROECK; A. VAN LOEY und M. HENDRICKX: Pectin in Processed Fruits and Vegetables: Part II - Struktur-Funktion Relationships. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* (2009) 86 - 104.
- SINHA, N.: *Handbook of vegetables and vegetable processing*. 1. Auflage, Wiley-Blackwell, Iowa, 978-0-8138-1541-1 (2011).
- SISTRUNK, W.A. und J. KOZUP: Influence of processing methodology on quality of cucumber pickles. *Journal of food science*(1982) 949 - 953, 957.
- THOMPSON, R.L.; H.P. FLEMING und R.J. MONROE: Effects of storage conditions on firmness of brined cucumbers. *Journal of food science*(1979) 843 - 846.
- TSAI, P.; Y. SUN und S. HSIAO: Strengthening the texture of dried guava slice by infiltration of phenolic compounds. *Food research international* (2010) 825 - 830.
- WEICHMANN, J.: Temperaturbelastung von Einlegegurkenfrüchten zwischen Ernte und Verarbeitung. *Die industrielle Obst- und Gemüseverarbeitung* (1998) 267 - 269.
- WEICHMANN, J.: Einflüsse auf die Rohwarenqualität von Einlegegurken und Sellerie. *Industrielle Obst- und Gemüseverarbeitung*(1988) 310 - 315.
- WEIDENBÖRNER, M.: *Lebensmittel-Mykologie*. 1. Auflage, Behr's Verlag, Hamburg 3-86022-457-3(1999).
- ZHANG, H.: *Pflanzenbauliche Einflüsse auf die Textur parthenokarper Einlegegurken*. Dissertation Technische Universität München (1994).
- ZUCKERRIEGEL, H.: *Die Znaimer Gurke*. Wien: Eigenverlag (1990).

15 Anhang

15.1 Texturmessung

15.1.1 Daten Knackigkeitsmessung efko September 2010

Die Messungen wurden in der Fa. efko mittels Penterometer und auf der BOKU mittels Texture Analyser durchgeführt. In den untenstehenden Tabellen (Tab. 26 bis 139) sind die einzelnen Messergebnisse, die Mittelwerte sowie deren Standardabweichung und der Gesamtmittelwert pro Versuchsansatz zusammengefasst.

Tab. 26: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.1

G.I.1	Vakuumbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw.	MW gesamt
BE 1	54	52	53	60	65	67	51	57	62	56	57,7	5,58	63,975
SE 1	64	67	65	66	69	81	74	63	67	65	68,1	5,49	
BE 2	33	59	69	59	53	61	50	75	50	56	56,5	11,45	
SE 2	66	66	72	65	66	65	66	84	71	60	68,1	6,49	
BE 3	44	56	62	52	61	59	59	69	60	60	58,2	6,60	
SE 3	60	70	76	64	75	65	61	77	70	75	69,3	6,43	
BE 4	50	60	68	66	65	60	66	42	58	70	60,5	8,73	
SE 4	67	80	73	83	77	62	85	54	76	99	75,6	12,67	
BE 5	50	51	61	58	55	57	56	64	72	44	56,8	7,81	
SE 5	60	59	64	63	58	75	67	72	75	55	64,8	7,21	
BE 6	58	49	70	59	64	66	64	68	70	55	62,3	6,91	
SE 6	81	70	71	60	70	72	75	74	95	69	73,7	9,17	
BE 7	49	53	44	67	61	52	61	71	66	64	58,8	8,82	
SE 7	67	63	62	71	70	70	73	86	86	72	72	8,22	
BE 8	50	58	59	57	61	50	44	58	54	67	55,8	6,53	
SE 8	57	61	72	65	62	87	76	65	77	96	71,8	12,41	
BE 9	58	54	54	61	65	52	68	61	72	58	60,3	6,48	
SE 9	62	64	56	79	68	68	69	74	81	76	69,7	7,87	
BE 10	47	52	45	55	57	64	53	54	48	50	52,5	5,52	
SE 10	64	67	65	65	64	68	66	73	71	67	67	2,98	

Tab. 27: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.2

G.I.2	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	53	53	58	60	63	78	53	52	50	64	58,4	8,42	65,33
SE 1	68	72	74	68	92	82	78	75	63	74	74,6	8,15	
BE 2	74	63	68	62	53	63	56	44	58	56	59,7	8,31	
SE 2	92	65	70	75	60	72	60	63	79	67	70,3	9,87	
BE 3	50	51	69	80	56	50	50	51	57	74	58,8	11,30	
SE 3	55	66	74	83	60	82	54	82	66	79	70,1	11,39	
BE 4	67	57	52	64	70	60	61	60	63	60	61,4	5,04	
SE 4	69	65	62	75	74	81	76	75	72	79	72,8	5,96	
BE 5	50	59	56	58	64	74	60	53	54	60	58,8	6,70	
SE 5	70	74	76	65	78	107	68	69	63	64	73,4	12,84	
BE 6	52	48	69	60	53	54	71	60	50	69	58,6	8,54	
SE 6	54	55	73	83	75	80	72	93	63	70	71,8	12,17	
BE 7	56	51	50	60	42	63	53	63	59	60	55,7	6,70	
SE 7	70	59	70	73	52	85	68	78	85	63	70,3	10,65	
BE 8	61	58	67	66	60	61	65	56	58	55	60,7	4,16	
SE 8	64	67	78	75	62	65	77	66	63	68	68,5	5,95	
BE 9	54	60	54	65	52	60	60	60	54	70	58,9	5,63	
SE 9	60	62	82	80	79	72	76	79	62	80	73,2	8,64	
BE 10	63	54	64	55	58	52	64	71	52	63	59,6	6,35	
SE 10	73	68	72	63	66	72	69	73	77	77	71	4,52	

Tab. 28: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.3

G.I.3	Berieselungsbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	60	47	62	43	55	57	48	62	56	58	54,8	6,61	61,81
SE 1	71	52	65	55	68	73	64	65	61	70	64,4	6,80	
BE 2	49	54	62	53	63	42	62	58	60	55	55,8	6,66	
SE 2	68	68	67	75	65	72	64	63	62	75	67,9	4,72	
BE 3	56	50	64	54	66	60	53	53	56	57	56,9	5,07	
SE 3	59	55	70	55	69	72	68	67	68	70	65,3	6,43	
BE 4	43	70	42	42	56	66	57	63	54	53	54,6	10,00	
SE 4	69	71	65	70	61	71	61	65	67	62	66,2	3,99	
BE 5	57	60	50	55	64	58	66	67	44	58	57,9	7,11	
SE 5	59	66	65	59	71	64	68	79	52	60	64,3	7,48	
BE 6	63	62	64	61	56	53	54	60	45	73	59,1	7,58	
SE 6	65	64	66	78	62	55	72	50	55	81	64,8	10,05	
BE 7	58	65	44	37	61	62	65	57	67	84	60	12,81	
SE 7	61	68	56	60	71	65	80	61	68	95	68,5	11,52	
BE 8	47	63	64	58	79	58	57	67	63	51	60,7	8,86	
SE 8	54	70	68	60	65	62	62	74	71	63	64,9	5,95	
BE 9	48	58	56	64	65	63	69	52	67	64	60,6	6,83	
SE 9	52	66	67	68	71	70	81	69	78	66	68,8	7,76	
BE 10	50	56	67	63	49	48	51	63	50	63	56	7,29	
SE 10	61	68	72	64	56	53	64	64	67	78	64,7	7,26	

Tab. 29: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.4

G.I.4	Vakuumbelagung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	40	53	52	62	45	55	55	55	55	63	53,5	6,90	62,83
SE 1	48	72	60	66	60	75	65	59	74	65	64,4	8,18	
BE 2	51	42	69	70	59	52	58	50	65	52	56,8	9,08	
SE 2	63	49	79	72	62	60	88	62	71	65	67,1	10,90	
BE 3	55	56	50	57	56	70	70	46	70	55	58,5	8,59	
SE 3	70	61	59	76	69	80	94	58	76	70	71,3	10,94	
BE 4	54	67	60	51	56	52	54	45	60	63	56,2	6,43	
SE 4	60	70	62	70	77	63	60	70	62	87	68,1	8,69	
BE 5	60	53	61	60	72	60	51	61	57	45	58	7,23	
SE 5	62	93	72	80	78	84	66	78	64	68	74,5	9,86	
BE 6	50	61	45	45	62	63	45	67	52	64	55,4	8,86	
SE 6	76	65	65	62	69	70	64	69	68	66	67,4	3,95	
BE 7	70	55	62	50	63	50	64	75	60	59	60,8	7,98	
SE 7	76	63	65	66	63	62	66	83	63	74	68,1	7,09	
BE 8	58	67	65	69	60	55	62	68	47	62	61,3	6,73	
SE 8	62	77	78	77	70	63	70	70	49	66	68,2	8,82	
BE 9	53	49	57	50	50	65	69	57	57	62	56,9	6,76	
SE 9	64	57	62	55	64	67	69	59	70	67	63,4	5,10	
BE 10	56	64	54	52	53	55	68	61	61	50	57,4	5,82	
SE 10	67	68	65	60	72	71	85	71	68	66	69,3	6,53	

Tab. 30: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.1

G.II. 1	Gurken gestichelt, Berieselungsbelagung, Aufguss ohne Aromen										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	51	69	74	60	69	68	72	61	67	71	66,2	6,94	68,515
SE 1	54	89	75	71	84	81	85	64	71	83	75,7	10,88	
BE 2	62	62	50	57	63	61	70	63	68	69	62,5	5,95	
SE 2	63	64	73	83	73	68	80	75	73	101	75,3	11,01	
BE 3	52	53	54	67	55	63	75	56	69	60	60,4	7,83	
SE 3	54	55	67	72	82	76	79	64	86	81	71,6	11,27	
BE 4	50	61	62	73	66	51	61	70	64	69	62,7	7,57	
SE 4	56	73	79	80	72	74	73	80	78	72	73,7	7,04	
BE 5	63	53	72	54	68	75	63	65	64	78	65,5	8,15	
SE 5	71	62	80	62	87	87	94	75	88	81	78,7	11,04	
BE 6	54	59	62	58	68	79	67	63	77	75	66,2	8,55	
SE 6	76	84	65	74	91	91	71	67	61	83	76,3	10,64	
BE 7	54	55	64	54	74	65	57	60	62	72	61,7	7,17	
SE 7	80	62	71	76	81	74	68	78	73	78	74,1	5,88	
BE 8	54	52	66	55	63	69	64	65	60	61	60,9	5,63	
SE 8	58	67	91	77	80	72	78	70	69	84	74,6	9,41	
BE 9	60	62	54	53	54	64	62	54	62	57	58,2	4,24	
SE 9	64	66	69	58	72	82	73	61	77	63	68,5	7,53	
BE 10	54	54	59	64	70	76	76	54	58	58	62,3	8,77	
SE 10	68	62	68	79	75	82	89	73	76	80	75,2	7,87	

Tab. 31: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.2

G.II.2	Gurken gestichtelt, Berieselungsbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	50	58	74	69	61	63	69	70	66	59	63,9	7,13	67,355
SE 1	62	61	75	71	82	80	81	85	80	76	75,3	8,27	
BE 2	40	60	66	68	65	69	64	48	63	54	59,7	9,49	
SE 2	49	70	73	75	73	79	69	64	78	64	69,4	8,81	
BE 3	58	55	65	76	70	76	70	61	71	66	66,8	7,16	
SE 3	63	84	75	80	73	77	76	80	90	62	76	8,62	
BE 4	61	57	60	61	63	66	57	65	63	66	61,9	3,31	
SE 4	72	68	66	75	70	69	76	74	73	85	72,8	5,35	
BE 5	60	55	48	66	49	50	65	70	75	64	60,2	9,38	
SE 5	67	67	58	77	57	75	80	84	84	74	72,3	9,78	
BE 6	49	46	72	51	72	58	54	68	55	65	59	9,60	
SE 6	65	67	76	66	80	76	69	79	85	73	73,6	6,74	
BE 7	50	43	66	50	62	69	59	54	68	68	58,9	9,21	
SE 7	56	52	67	73	85	73	72	58	78	80	69,4	10,96	
BE 8	54	55	58	67	64	56	60	67	69	62	61,2	5,43	
SE 8	67	61	67	77	73	80	78	73	78	85	73,9	7,20	
BE 9	56	66	74	77	70	64	59	74	71	63	67,4	6,93	
SE 9	59	70	75	79	75	70	64	81	91	64	72,8	9,47	
BE 10	53	55	58	57	55	74	75	68	55	66	61,6	8,38	
SE 10	59	66	79	60	73	81	90	73	62	67	71	10,11	

Tab. 32: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.3

G.II.3	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	48	58	46	60	61	62	62	75	63	65	60	8,25	63,915
SE 1	60	62	50	71	83	74	77	78	69	77	70,1	10,07	
BE 2	58	58	57	44	54	63	40	53	66	59	55,2	7,98	
SE 2	67	81	69	64	70	69	62	61	78	69	69	6,39	
BE 3	52	47	58	67	45	54	57	56	53	58	54,7	6,18	
SE 3	54	52	76	72	60	66	79	93	80	60	69,2	13,08	
BE 4	55	50	73	46	54	50	62	57	78	62	58,7	10,27	
SE 4	73	54	75	64	78	76	65	88	84	85	74,2	10,64	
BE 5	59	65	60	60	64	55	61	65	59	53	60,1	3,98	
SE 5	89	85	81	79	69	89	76	69	72	80	78,9	7,45	
BE 6	44	49	57	67	61	50	60	64	71	62	58,5	8,53	
SE 6	55	63	75	77	69	68	88	83	72	87	73,7	10,55	
BE 7	50	52	54	60	68	48	50	53	59	52	54,6	6,06	
SE 7	62	61	74	64	87	58	60	66	69	72	67,3	8,68	
BE 8	42	50	56	71	54	63	62	53	74	47	57,2	10,25	
SE 8	58	80	66	75	68	77	78	78	76	67	72,3	7,13	
BE 9	52	42	51	59	52	55	65	65	57	58	55,6	6,90	
SE 9	54	43	64	71	55	72	80	72	58	76	64,5	11,70	
BE 10	50	53	60	73	43	56	57	40	52	62	54,6	9,48	
SE 10	54	60	64	77	69	65	78	72	81	79	69,9	9,05	

Tab. 33: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.4

G.II.4	Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	41	64	59	64	59	70	62	70	63	60	61,2	8,12	65,165
SE 1	55	70	79	84	76	73	75	94	65	66	73,7	10,81	
BE 2	40	52	62	64	58	55	76	59	55	65	58,6	9,43	
SE 2	51	82	75	82	97	73	85	71	57	72	74,5	13,37	
BE 3	52	60	77	64	53	70	59	64	66	77	64,2	8,72	
SE 3	54	77	87	76	66	71	85	72	71	79	73,8	9,51	
BE 4	40	60	63	53	59	44	58	62	57	50	54,6	7,75	
SE 4	58	82	67	63	74	54	67	64	61	60	65	8,12	
BE 5	48	48	68	64	55	58	64	54	62	64	58,5	7,04	
SE 5	55	58	72	70	57	70	81	73	80	75	69,1	9,36	
BE 6	42	50	58	65	46	62	69	65	58	58	57,3	8,78	
SE 6	51	62	67	77	53	70	80	67	70	64	66,1	9,22	
BE 7	70	55	57	56	54	68	52	61	67	67	60,7	6,73	
SE 7	72	60	91	71	94	83	81	67	78	68	76,5	10,89	
BE 8	48	50	49	56	55	52	68	63	64	64	56,9	7,29	
SE 8	52	70	71	64	58	79	73	89	97	70	72,3	13,47	
BE 9	43	65	69	58	65	48	66	64	67	65	61	8,72	
SE 9	45	68	72	59	68	66	75	71	70	72	66,6	8,75	
BE 10	53	50	57	60	61	66	55	54	58	66	58	5,33	
SE 10	71	54	68	75	94	81	97	73	66	68	74,7	13,00	

Tab. 34: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.1

G.III.1	Vakuumbelakung, Aufguss ohne Zusätze mit K1 Calciumcitrat										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	40	53	50	52	49	70	70	52	56	68	56	10,10	63,915
SE 1	53	56	65	74	55	73	88	61	59	81	66,5	11,95	
BE 2	55	53	56	65	45	60	60	63	63	45	56,5	7,15	
SE 2	60	71	62	75	63	66	62	81	65	56	66,1	7,52	
BE 3	53	58	50	65	66	66	46	60	66	54	58,4	7,40	
SE 3	60	70	59	73	67	69	57	63	73	73	66,4	6,20	
BE 4	50	60	53	51	57	69	60	68	62	53	58,3	6,73	
SE 4	54	72	67	63	69	74	69	82	53	77	68	9,30	
BE 5	51	41	52	64	52	60	61	58	67	67	57,3	8,27	
SE 5	62	60	74	81	81	76	64	60	71	78	70,7	8,53	
BE 6	48	58	62	72	65	57	62	55	58	68	60,5	6,87	
SE 6	57	75	76	74	90	72	73	61	68	74	72	8,94	
BE 7	55	66	71	62	66	68	60	65	81	52	64,6	8,19	
SE 7	68	69	73	74	71	86	64	78	85	86	75,4	8,00	
BE 8	58	72	68	70	69	62	50	63	48	62	62,2	8,20	
SE 8	59	72	87	79	74	73	61	64	54	67	69	9,96	
BE 9	57	60	61	59	63	63	60	47	56	60	58,6	4,65	
SE 9	72	62	63	64	68	64	64	61	66	74	65,8	4,29	
BE 10	51	46	51	70	61	61	50	63	60	55	56,8	7,39	
SE 10	79	55	53	72	68	81	74	74	66	70	69,2	9,22	

Tab. 35: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.2

G.III.2	Vakuumbelagung, Standardaufguss mit K1 Calciumcitrat, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	52	62	52	52	63	53	66	62	56	58	57,6	5,34	64,685
SE 1	58	69	68	61	85	64	69	64	58	72	66,8	7,98	
BE 2	72	58	61	43	42	60	67	59	56	72	59	10,34	
SE 2	85	63	62	65	60	65	70	76	78	74	69,8	8,19	
BE 3	50	62	51	48	60	61	68	67	55	56	57,8	6,96	
SE 3	62	63	58	56	66	83	92	83	63	71	69,7	12,20	
BE 4	53	70	57	54	57	70	68	75	70	55	62,9	8,39	
SE 4	69	62	75	78	61	79	72	80	95	70	74,1	9,87	
BE 5	65	58	55	62	63	59	61	42	57	56	57,8	6,41	
SE 5	75	60	77	76	69	69	69	51	66	58	67	8,46	
BE 6	41	63	55	67	67	44	58	49	68	58	57	9,73	
SE 6	54	67	61	71	64	62	69	59	69	69	64,5	5,46	
BE 7	62	58	62	69	61	56	72	82	72	79	67,3	8,88	
SE 7	65	78	74	82	70	63	81	89	76	61	73,9	9,10	
BE 8	55	60	61	72	62	63	60	51	57	61	60,2	5,51	
SE 8	56	63	72	74	72	64	63	55	67	73	65,9	6,90	
BE 9	59	68	58	60	47	61	58	42	65	72	59	8,98	
SE 9	64	85	88	79	76	74	61	67	69	85	74,8	9,45	
BE 10	67	62	58	49	57	57	56	54	67	70	59,7	6,63	
SE 10	69	78	62	69	75	62	66	58	78	72	68,9	6,95	

Tab. 36: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.1

G.IV.1	Gurken blanchiert, Berieselungsbelagung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	61	50	63	67	68	58	52	63	58	62	60,2	5,85	69,87
SE 1	71	69	65	89	82	66	70	66	62	68	70,8	8,34	
BE 2	52	61	69	60	72	60	56	79	57	66	63,2	8,23	
SE 2	79	77	78	83	76	91	62	82	68	86	78,2	8,40	
BE 3	66	48	65	61	65	60	60	65	83	57	63	8,84	
SE 3	69	63	95	71	79	71	79	104	94	80	80,5	13,20	
BE 4	51	66	72	56	54	68	51	67	76	78	63,9	10,19	
SE 4	68	70	77	76	63	72	74	109	93	79	78,1	13,47	
BE 5	65	58	68	70	66	69	69	64	60	55	64,4	5,15	
SE 5	75	76	89	77	80	74	89	90	67	73	79	7,86	
BE 6	68	50	63	64	58	76	56	77	63	72	64,7	8,73	
SE 6	82	64	90	65	73	81	58	78	66	100	75,7	13,06	
BE 7	60	58	50	68	50	69	54	62	57	67	59,5	7,03	
SE 7	64	66	60	78	55	70	57	80	60	75	66,5	8,90	
BE 8	63	57	67	67	58	52	77	65	65	70	64,1	7,11	
SE 8	69	67	74	74	89	86	79	78	77	74	76,7	6,83	
BE 9	90	64	61	73	73	73	72	54	67	61	68,8	9,89	
SE 9	94	74	68	81	79	91	82	93	81	94	83,7	9,02	
BE 10	68	68	51	73	46	68	58	54	58	78	62,2	10,32	
SE 10	86	73	60	75	64	69	83	63	90	79	74,2	10,27	

Tab. 37: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.2

G.IV.2	Gurken blanchiert, Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	61	62	66	50	68	68	56	67	54	67	61,9	6,52	72,125
SE 1	77	64	71	85	71	82	70	78	85	71	75,4	7,11	
BE 2	70	48	68	64	61	70	68	67	74	62	65,2	7,21	
SE 2	76	70	85	89	66	75	73	84	81	90	78,9	8,14	
BE 3	68	76	69	55	68	66	68	60	62	78	67	6,90	
SE 3	84	79	72	62	79	81	73	82	89	96	79,7	9,41	
BE 4	75	52	72	72	57	66	56	68	62	69	64,9	7,80	
SE 4	79	75	81	76	69	80	76	95	71	94	79,6	8,69	
BE 5	49	60	57	77	64	84	52	58	72	61	63,4	11,10	
SE 5	73	83	87	88	93	85	62	78	82	77	80,8	8,82	
BE 6	64	76	68	54	54	78	61	60	73	60	64,8	8,64	
SE 6	81	90	76	80	69	91	79	90	84	76	81,6	7,20	
BE 7	54	59	77	60	55	76	52	72	59	69	63,3	9,36	
SE 7	70	72	82	63	70	77	82	81	89	73	75,9	7,69	
BE 8	63	77	68	74	74	70	56	74	77	71	70,4	6,62	
SE 8	84	87	74	80	76	73	65	79	81	84	78,3	6,50	
BE 9	56	68	77	69	65	76	73	72	68	63	68,7	6,33	
SE 9	66	77	80	72	81	80	75	82	86	79	77,8	5,65	
BE 10	53	67	61	66	65	70	56	76	62	62	63,8	6,63	
SE 10	83	71	87	77	76	95	75	82	86	79	81,1	7,02	

Tab. 38: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.3

G.IV.3	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	60	46	45	63	66	65	54	70	55	63	58,7	8,46	69,4
SE 1	72	60	50	92	89	75	60	87	75	65	72,5	13,95	
BE 2	54	52	62	75	63	56	71	66	68	59	62,6	7,52	
SE 2	65	58	71	76	107	70	98	70	70	63	74,8	15,55	
BE 3	54	67	60	57	48	70	68	58	56	64	60,2	6,97	
SE 3	70	71	68	90	51	93	97	68	74	71	75,3	14,00	
BE 4	57	75	62	62	54	63	62	77	70	68	65	7,41	
SE 4	70	96	82	64	72	67	73	102	85	75	78,6	12,53	
BE 5	67	69	66	54	54	60	63	55	69	65	62,2	6,05	
SE 5	76	79	77	67	79	73	101	78	70	75	77,5	9,14	
BE 6	73	69	73	53	59	55	66	59	83	72	66,2	9,54	
SE 6	87	75	88	68	85	75	87	83	89	85	82,2	7,05	
BE 7	57	69	63	61	72	68	65	78	65	66	66,4	5,85	
SE 7	90	75	74	81	89	75	69	94	69	80	79,6	8,85	
BE 8	52	56	69	64	70	62	54	81	55	65	62,8	9,00	
SE 8	56	67	74	72	77	92	74	87	80	70	74,9	10,13	
BE 9	73	65	60	78	44	62	59	41	75	69	62,6	12,38	
SE 9	78	73	63	80	69	69	66	75	77	85	73,5	6,80	
BE 10	48	63	58	57	51	67	59	61	62	65	59,1	5,95	
SE 10	54	69	60	68	79	77	62	89	76	99	73,3	13,68	

Tab. 39: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.4

G.IV.4	Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	56	62	72	44	66	63	77	62	65	63	63	8,83	69,205
SE 1	66	80	79	61	74	79	106	75	78	79	77,7	11,78	
BE 2	62	61	64	67	59	57	62	70	71	67	64	4,64	
SE 2	72	81	75	77	76	76	66	75	76	89	76,3	5,89	
BE 3	70	64	50	65	72	66	67	64	66	74	65,8	6,51	
SE 3	73	70	72	86	100	78	84	75	76	94	80,8	10,00	
BE 4	56	54	78	51	73	56	59	56	75	62	62	9,71	
SE 4	76	89	95	77	80	64	78	88	76	79	80,2	8,64	
BE 5	69	54	58	71	71	75	56	68	54	50	62,6	9,05	
SE 5	70	66	75	85	88	84	77	70	58	76	74,9	9,28	
BE 6	54	58	50	45	60	76	57	62	65	68	59,5	8,95	
SE 6	78	72	80	79	91	93	58	82	94	87	81,4	10,92	
BE 7	61	61	51	73	64	66	68	72	69	62	64,7	6,46	
SE 7	71	74	79	77	78	87	78	76	70	69	75,9	5,30	
BE 8	54	55	50	58	62	62	62	58	54	62	57,7	4,32	
SE 8	59	70	64	63	80	63	85	65	70	66	68,5	8,15	
BE 9	56	54	42	68	73	61	69	69	56	47	59,5	10,30	
SE 9	72	64	78	69	96	64	72	74	79	83	75,1	9,59	
BE 10	60	62	56	57	74	54	47	65	73	55	60,3	8,49	
SE 10	75	93	77	77	77	72	65	66	78	62	74,2	8,80	

Tab. 40: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.1

G.V.1	Berieselungsbelakung, Aufguss heiß (~ 60 °C), Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	53	57	58	64	52	60	63	71	61	64	60,3	5,66	67,46
SE 1	56	64	70	77	73	65	75	81	85	80	72,6	8,93	
BE 2	53	45	50	66	64	64	65	65	62	68	60,2	7,89	
SE 2	65	69	66	81	92	68	69	70	74	87	74,1	9,36	
BE 3	58	79	56	70	64	64	60	64	60	69	64,4	6,80	
SE 3	76	63	69	76	76	84	85	93	68	70	76	9,14	
BE 4	58	64	50	54	62	60	66	56	64	63	59,7	5,12	
SE 4	67	70	52	85	86	70	72	65	71	81	71,9	10,16	
BE 5	62	53	53	60	56	61	66	59	65	64	59,9	4,68	
SE 5	88	57	64	72	73	66	87	77	75	75	73,4	9,61	
BE 6	60	63	62	41	56	66	58	70	66	52	59,4	8,34	
SE 6	73	65	67	70	78	84	79	87	88	71	76,2	8,26	
BE 7	57	54	70	62	52	64	60	72	67	54	61,2	7,02	
SE 7	75	64	86	84	72	97	83	83	72	80	79,6	9,23	
BE 8	50	52	54	56	66	71	71	57	67	66	61	8,01	
SE 8	79	70	76	75	74	87	79	96	73	73	78,2	7,81	
BE 9	54	56	53	59	54	61	67	56	62	56	57,8	4,42	
SE 9	57	66	78	79	82	68	75	83	69	70	72,7	8,17	
BE 10	65	60	50	56	57	55	50	58	59	54	56,4	4,55	
SE 10	67	64	63	87	96	77	58	86	74	70	74,2	12,24	

Tab. 41: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.2

G.V.2	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	56	71	69	68	52	63	57	62	56	60	61,4	6,36	66,95
SE 1	59	72	74	83	73	79	76	88	84	91	77,9	9,27	
BE 2	52	65	62	65	65	68	69	65	55	65	63,1	5,45	
SE 2	63	74	65	78	77	71	82	77	80	73	74	6,20	
BE 3	64	57	68	61	68	64	64	61	63	63	63,3	3,27	
SE 3	69	59	90	72	91	71	69	84	77	77	75,9	10,08	
BE 4	49	58	65	69	59	75	64	53	63	63	61,8	7,51	
SE 4	56	67	85	72	70	82	90	61	71	70	72,4	10,55	
BE 5	40	49	58	63	62	61	62	57	59	69	58	8,12	
SE 5	51	62	62	80	85	73	67	71	72	79	70,2	10,10	
BE 6	60	65	60	54	65	71	55	64	54	60	60,8	5,55	
SE 6	62	74	81	72	81	86	73	89	75	67	76	8,34	
BE 7	37	52	60	62	65	56	50	53	51	56	54,2	7,80	
SE 7	47	55	74	70	68	77	76	87	76	77	70,7	11,68	
BE 8	44	57	65	60	55	62	73	62	74	69	62,1	8,97	
SE 8	67	68	77	91	84	72	79	65	86	73	76,2	8,75	
BE 9	49	60	69	60	64	64	55	64	56	58	59,9	5,72	
SE 9	56	65	80	69	84	69	70	68	62	63	68,6	8,28	
BE 10	61	59	55	69	59	70	53	60	65	64	61,5	5,54	
SE 10	66	62	73	72	73	73	75	70	73	73	71	4,00	

Tab. 42: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.3

G.V.3	Berieselungsbelakung, Aufguss heiß (~ 60 °C), Standardaufguss mit K1 Calciumcitrat										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	53	60	54	61	74	60	54	55	56	64	59,1	6,38	68,74
SE 1	61	66	65	76	92	75	74	75	70	82	73,6	8,96	
BE 2	70	68	59	73	68	62	65	75	62	51	65,3	7,12	
SE 2	75	72	72	88	89	66	97	84	94	68	80,5	11,24	
BE 3	50	62	65	51	60	64	65	60	74	60	61,1	6,95	
SE 3	79	68	76	72	80	79	72	79	78	77	76	4,00	
BE 4	62	60	44	65	77	60	73	71	70	62	64,4	9,28	
SE 4	64	71	60	87	93	84	97	74	89	79	79,8	12,37	
BE 5	29	40	59	59	64	54	57	70	54	65	55,1	12,22	
SE 5	51	79	72	89	86	85	78	68	74	69	75,1	11,12	
BE 6	45	60	70	65	58	57	54	53	65	61	58,8	7,15	
SE 6	70	72	90	96	70	62	72	99	67	83	78,1	12,96	
BE 7	49	53	65	69	66	56	63	54	70	63	60,8	7,27	
SE 7	58	78	80	84	67	62	69	89	77	76	74	9,80	
BE 8	40	67	49	59	68	61	59	75	61	56	59,5	9,87	
SE 8	69	69	72	73	87	94	79	81	87	86	79,7	8,73	
BE 9	56	66	55	53	56	65	57	61	61	61	59,1	4,36	
SE 9	68	77	88	67	70	84	71	77	104	79	78,5	11,29	
BE 10	57	48	61	51	57	57	54	69	69	62	58,5	6,93	
SE 10	68	74	65	79	84	81	86	83	83	75	77,8	7,10	

Tab. 43: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.4

G.V.4	Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	52	52	58	73	61	70	67	66	80	63	64,2	8,94	70,965
SE 1	53	58	65	103	73	81	75	83	91	72	75,4	15,00	
BE 2	56	44	66	58	55	66	77	74	63	65	62,4	9,63	
SE 2	68	58	74	62	75	76	78	80	75	93	73,9	9,75	
BE 3	53	62	68	60	63	62	68	61	60	68	62,5	4,67	
SE 3	69	64	74	105	68	80	107	82	72	82	80,3	14,84	
BE 4	60	68	56	63	65	55	56	65	66	72	62,6	5,70	
SE 4	62	74	63	73	76	94	69	93	82	96	78,2	12,59	
BE 5	63	66	67	69	76	64	66	60	63	75	66,9	5,17	
SE 5	71	74	76	81	83	76	79	77	77	89	78,3	5,06	
BE 6	65	65	55	79	58	65	71	76	82	66	68,2	8,75	
SE 6	79	72	57	82	89	90	92	82	95	82	82	11,14	
BE 7	56	64	68	70	52	64	61	53	70	73	63,1	7,45	
SE 7	60	75	70	86	71	82	71	71	81	82	74,9	7,84	
BE 8	48	51	64	57	54	70	63	73	69	68	61,7	8,69	
SE 8	49	72	70	90	81	101	74	82	89	84	79,2	14,13	
BE 9	62	66	60	57	62	61	70	56	61	55	61	4,55	
SE 9	84	72	72	93	99	72	79	79	72	86	80,8	9,62	
BE 10	56	59	57	67	73	72	75	68	69	69	66,5	6,80	
SE 10	62	68	63	83	81	82	90	83	81	79	77,2	9,45	

Tab. 44: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VI

G.VI	Dosen, Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE	65	45	62	58	53	63	63	59	70	54	59,20	7,11	66,74
SE	86	72	64	64	71	73	86	65	73	76	73,00	8,01	
BE	60	62	53	66	60	64	61	60	49	54	58,90	5,28	
SE	79	89	81	80	65	73	94	65	74	76	77,60	9,26	
BE	50	70	57	63	67	66	63	65	59	58	61,80	5,87	
SE	76	72	75	81	70	68	88	77	62	69	73,80	7,33	
BE	64	63	62	58	55	52	51	56	47	54	56,20	5,57	
SE	84	81	68	69	84	78	81	62	64	63	73,40	9,05	

Tab. 45: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.1

G.VII.1	Berieselungsbelakung, Standardaufguss mit K1 Calciumcitrat, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	47	56	65	52	63	59	71	69	50	48	58,00	8,76	62,65
SE 1	58	70	74	79	74	63	80	72	72	56	69,80	8,23	
BE 2	59	38	43	47	57	72	55	41	48	50	51,00	10,09	
SE 2	62	42	54	66	79	80	67	69	56	79	65,40	12,37	
BE 3	58	71	63	57	58	54	48	58	71	45	58,30	8,49	
SE 3	62	80	84	76	62	60	76	70	96	56	72,20	12,56	
BE 4	49	58	56	50	51	56	59	58	65	43	54,50	6,28	
SE 4	52	63	79	65	59	66	76	69	67	65	66,10	7,71	
BE 5	59	70	45	46	61	55	57	59	56	49	55,70	7,53	
SE 5	64	72	85	92	71	85	69	67	69	81	75,50	9,45	

Tab. 46: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.2

G.VII.2	Berieselungsbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	57	52	56	44	51	70	54	51	43	49	52,70	7,60	61,65
SE 1	64	71	74	63	69	78	58	66	59	77	67,90	7,09	
BE 2	50	55	52	61	60	54	52	60	62	48	55,40	5,02	
SE 2	61	64	68	66	94	75	67	69	87	64	71,50	10,80	
BE 3	44	52	50	68	49	52	54	48	54	65	53,60	7,46	
SE 3	46	57	60	81	58	72	76	70	74	78	67,20	11,31	
BE 4	59	51	63	60	60	55	52	60	52	37	54,90	7,55	
SE 4	72	74	75	65	87	60	61	65	72	65	69,60	8,11	
BE 5	41	64	57	56	41	59	34	64	61	66	54,30	11,39	
SE 5	56	76	65	76	66	72	76	66	74	67	69,40	6,55	

Tab. 47: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.1

G.VIII.1	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	59	58	53	48	47	58	57	55	57	55	54,70	4,19	59,79
SE 1	69	76	57	55	64	64	59	58	67	66	63,50	6,42	
BE 2	54	49	67	56	57	55	60	58	50	56	56,20	5,07	
SE 2	77	75	88	61	65	76	74	84	56	61	71,70	10,54	
BE 3	40	38	58	66	48	46	54	51	66	68	53,50	10,84	
SE 3	46	46	71	70	52	67	62	74	76	77	64,10	12,03	
BE 4	68	41	52	53	57	54	52	64	47	58	54,60	7,78	
SE 4	71	60	72	60	58	65	52	78	71	92	67,90	11,56	
BE 5	37	62	48	49	62	59	57	45	48	42	50,90	8,67	
SE 5	43	64	59	72	67	80	54	66	50	53	60,80	11,12	

Tab. 48: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.2

G.VIII.2	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Standardaufguss mit Calcium										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	63	44	54	45	67	61	72	76	70	55	60,70	11,04	64,40
SE 1	79	60	78	63	81	78	81	80	82	59	74,10	9,41	
BE 2	65	69	64	57	64	65	47	53	58	59	60,10	6,62	
SE 2	67	79	76	64	69	94	76	58	76	61	72,00	10,52	
BE 3	62	58	63	58	53	62	58	45	72	53	58,40	7,23	
SE 3	74	72	69	63	67	74	79	65	98	67	72,80	10,09	
BE 4	49	68	61	57	55	57	45	64	59	57	57,20	6,68	
SE 4	77	72	69	73	68	58	72	65	69	61	68,40	5,74	
BE 5	44	46	41	68	44	71	59	62	49	49	53,30	10,81	
SE 5	65	60	49	70	67	84	68	78	57	72	67,00	10,12	

15.1.2 Daten Knackigkeitsmessung BOKU November 2010

Tab. 49: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.1

G.I.1	Vakuumbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	23	42	32	40	20	18	65	71	57	49	41,67	18,62	52,77
SE 1	30	32	65	46	81	29	35	99	106	44	56,641	29,37	
BE 2	23	45	19	16	44	33	37	22	71	54	36,445	17,60	
SE 2	17	62	47	68	57	31	55	109	36	68	54,953	25,37	
BE 3	47	76	31	38	47	70	42	62	91	28	53	20,63	
SE 3	40	59	66	96	78	94	67	81	81	74	73,735	16,78	

Tab. 50: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.2

G.I.2	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	13	74	66	74	57	62	41	63	65	50	56,375	18,44	55,39
SE 1	17	22	25	75	100	90	94	60	86	78	64,584	31,94	
BE 2	17	20	20	44	54	53	38	39	15	25	32,491	15,02	
SE 2	57	33	63	116	81	82	72	94	71	107	77,544	24,28	
BE 3	13	39	59	38	20	19	25	49	73	50	39	19,35	
SE 3	27	31	41	43	50	131	56	44	108	95	62,635	35,72	

Tab. 51: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.3

G.I.3	Berieselungsbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	53	38	29	69	77	52	21	58	55	18	47,208	19,99	57,02
SE 1	56	96	80	98	61	51	45	74	42	52	65,515	20,43	
BE 2	32	62	22	51	16	40	29	71	46	59	43,007	18,25	
SE 2	30	74	76	74	79	45	53	52	63	74	61,909	16,26	
BE 3	45	26	25	74	29	29	45	36	44	60	41	16,05	
SE 3	25	75	87	149	124	85	69	70	76	70	83,07	33,34	

Tab. 52: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.4

G.I.4	Vakuumbelagung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	52	37	64	13	67	53	21	47	51	58	46,25	17,78	56,99
SE 1	67	46	71	20	138	55	57	79	33	87	65,339	32,69	
BE 2	19	31	50	47	71	49	47	44	45	37	43,91	13,44	
SE 2	40	51	96	98	110	50	84	93	53	70	74,675	24,80	
BE 3	51	82	51	45	48	54	65	47	14	26	48	18,80	
SE 3	35	81	43	58	96	72	66	86	24	74	63,438	23,36	

Tab. 53: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.1

G.II. 1	Gurken gestichelt, Berieselungsbelagung, Aufguss ohne Aromen										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	75	76	80	66	83	74	79	78	75	70	75,49	4,87	75,52
SE 1	80	78	80	84	83	76	81	81	82	82	80,671	2,35	
BE 2	61	79	82	76	84	64	67	66	66	69	71,343	8,03	
SE 2	58	70	64	69	79	81	87	77	78	77	73,954	8,63	
BE 3	56	70	68	73	84	75	77	78	79	76	74	7,56	
SE 3	73	73	85	83	68	79	83	78	75	84	78,032	5,76	

Tab. 54: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.2

G.II.2	Gurken gestichelt, Berieselungsbelagung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	59	62	69	82	81	82	60	80	71	77	72,358	9,39	76,28
SE 1	59	82	52	83	81	84	83	79	82	81	76,577	11,35	
BE 2	56	66	73	69	80	71	81	70	80	80	72,511	8,14	
SE 2	64	74	84	85	85	78	82	83	83	70	78,841	7,09	
BE 3	67	78	76	72	68	61	87	85	82	86	76	8,93	
SE 3	65	82	75	80	85	88	82	88	82	84	81,135	6,82	

Tab. 55: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.3

G.II.3	Berieselungsbelagung, Aufguss ohne Zusätze , Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	66	65	66	68	67	75	75	72	68	85	70,763	6,27	72,70
SE 1	69	78	70	80	75	82	79	80	69	64	74,574	5,96	
BE 2	63	61	81	83	73	80	57	73	71	73	71,503	8,77	
SE 2	66	56	77	87	74	82	63	76	80	76	73,737	9,57	
BE 3	72	55	56	69	79	83	78	78	72	74	71	9,44	
SE 3	68	56	56	81	84	77	80	80	75	84	74,129	10,65	

Tab. 56: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.4

G.II.4	Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	64	56	67	66	78	69	79	70	79	63	69,212	7,84	70,30
SE 1	68	64	71	69	76	64	80	83	60	78	71,267	7,75	
BE 2	63	69	67	71	68	76	77	69	66	74	69,987	4,45	
SE 2	66	61	65	77	71	63	85	69	81	80	71,875	8,43	
BE 3	64	69	55	69	63	67	69	80	73	78	69	7,33	
SE 3	67	64	57	71	72	61	78	75	82	80	70,804	8,31	

Tab. 57: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.1

G.III.1	Vakuumbelakung, Aufguss ohne Zusätze mit K1 Calciumcitrat										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	23	22	47	22	61	58	73	55	48	52	46,056	18,05	54,96
SE 1	22	50	70	78	86	98	108	75	96	80	76,278	24,99	
BE 2	19	16	41	23	34	33	56	35	62	50	36,908	15,50	
SE 2	57	71	59	44	45	74	99	60	79	94	68,155	18,93	
BE 3	10	48	41	47	42	40	19	53	66	32	40	16,10	
SE 3	18	36	84	47	64	98	65	67	74	74	62,711	23,48	

Tab. 58: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.2

G.III.2	Vakuumbelakung, Standardaufguss mit K1 Calciumcitrat, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	25	45	74	42	26	41	33	44	85	77	49,133	21,73	60,57
SE 1	45	61	122	90	110	45	28	47	65	59	67,243	30,45	
BE 2	55	45	65	48	56	62	62	84	73	49	59,934	12,01	
SE 2	79	52	96	49	83	97	79	73	79	86	77,454	16,09	
BE 3	52	62	51	81	25	46	25	75	16	65	50	22,01	
SE 3	49	47	84	69	26	34	76	93	47	72	59,787	22,06	

Tab. 59: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.1

G.IV.1	Gurken blanchiert, Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	37	36	77	103	41	80	63	65	48	57	60,72	21,53	75,84
SE 1	90	74	101	99	75	67	131	104	65	92	89,917	20,44	
BE 2	20	84	49	36	70	41	71	48	83	80	58,103	22,19	
SE 2	47	89	51	59	123	56	134	83	148	91	88,146	36,34	
BE 3	32	60	20	71	55	70	42	74	103	62	59	23,54	
SE 3	73	96	79	104	115	76	80	93	153	121	99,075	25,12	

Tab. 60: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.2

G.IV.2	Gurken blanchiert, Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	63	60	80	72	58	49	29	48	68	81	60,749	15,87	77,38
SE 1	94	55	102	110	93	55	94	85	89	129	90,682	22,49	
BE 2	45	49	59	80	109	81	79	80	45	70	69,8	20,49	
SE 2	90	146	65	108	126	94	83	77	86	80	95,302	24,67	
BE 3	19	57	72	72	119	59	40	59	111	61	67	29,65	
SE 3	33	47	94	107	115	62	74	71	88	117	80,902	28,61	

Tab. 61: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.3

G.IV.3	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	11	45	20	28	30	37	30	38	72	58	37,144	17,82	57,88
SE 1	30	69	113	66	40	60	43	74	161	59	71,601	38,77	
BE 2	38	20	50	51	52	51	39	53	57	18	42,882	13,93	
SE 2	26	56	63	53	83	71	151	70	97	91	75,924	33,30	
BE 3	22	41	33	52	57	39	26	63	75	59	47	17,36	
SE 3	19	55	60	78	116	80	46	82	134	61	73,118	33,47	

Tab. 62: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.4

G.IV.4	Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	16	11	51	54	56	62	67	53	53	63	48,627	19,39	66,62
SE 1	32	43	86	79	130	88	70	70	113	88	79,835	29,03	
BE 2	37	48	48	67	33	39	71	55	75	61	53,526	14,79	
SE 2	29	90	89	65	73	62	63	89	86	85	73,103	19,22	
BE 3	30	28	84	43	56	77	24	79	77	16	51	26,38	
SE 3	26	134	103	85	108	108	97	115	99	56	93,257	31,11	

Tab. 63: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.1

G.V.1	Berieselungsbelakung, Aufguss heiß (~ 60 °C), Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	26	48	48	22	38	76	32	73	77	96	53,52	25,37	74,85
SE 1	48	63	45	62	83	143	59	96	92	116	80,764	31,71	
BE 2	21	28	37	95	59	47	47	97	40	71	54,184	26,22	
SE 2	43	130	108	120	173	146	68	100	74	122	108,53	38,91	
BE 3	39	26	45	58	77	89	54	50	74	44	55	19,29	
SE 3	62	54	75	99	109	97	94	136	139	101	96,69	27,91	

Tab. 64: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.2

G.V.2	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	20	55	33	52	34	31	45	40	82	67	45,941	18,59	64,22
SE 1	41	78	59	40	63	107	89	140	160	99	87,689	39,90	
BE 2	14	54	43	49	55	34	50	79	100	49	52,736	23,41	
SE 2	31	73	67	67	84	83	77	83	97	78	74,132	17,46	
BE 3	15	45	50	83	58	33	64	47	20	70	48	21,48	
SE 3	41	55	71	97	62	82	118	106	22	111	76,361	31,85	

Tab. 65: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.3

G.V.3	Berieselungsbelakung, Aufguss heiß (~ 60 °C), Standardaufguss mit K1 Calciumcitrat										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	21	93	89	70	71	51	51	44	90	42	62,251	24,36	84,49
SE 1	31	116	139	141	133	152	32	152	98	87	107,94	45,78	
BE 2	32	52	97	50	66	73	62	49	120	59	65,999	25,48	
SE 2	40	68	91	141	66	60	95	144	105	95	90,495	33,85	
BE 3	52	53	65	75	113	56	69	82	93	75	73	19,22	
SE 3	60	78	93	116	111	138	89	128	114	143	107,08	26,57	

Tab. 66: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.4

G.V.4	Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	29	81	59	73	76	59	62	90	107	31	66,608	24,24	89,43
SE 1	118	71	132	79	166	136	102	150	129	28	111,14	41,59	
BE 2	44	105	66	68	72	65	62	97	52	52	68,235	19,24	
SE 2	108	127	64	116	92	116	155	122	113	42	105,66	32,36	
BE 3	86	42	80	80	88	64	61	103	70	71	74	16,87	
SE 3	101	60	111	123	148	139	154	106	83	79	110,51	31,10	

Tab. 67: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.1

G.VII.1	Berieselungsbelakung, Standardaufguss mit K1 Calciumcitrat, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	43	26	96	70	43	67	90	77	23	59	59,466	25,35	83,54
SE 1	42	96	93	133	51	52	122	202	120	101	101,15	47,83	
BE 2	24	72	32	57	35	83	79	100	49	104	63,562	28,51	
SE 2	13	128	49	82	143	131	170	138	79	74	100,49	48,84	
BE 3	21	105	55	86	86	48	42	32	64	31	60	27,79	
SE 3	115	88	153	136	172	169	98	61	102	71	116,63	39,61	

Tab. 68: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.2

G.VII.2	Berieselungsbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	12	33	60	48	48	41	57	42	70	82	49,199	19,55	65,75
SE 1	24	36	67	142	57	73	96	83	32	138	74,768	41,18	
BE 2	21	43	26	23	33	93	45	43	71	72	47,07	24,19	
SE 2	71	55	92	132	124	95	141	104	80	108	100,28	27,46	
BE 3	12	38	90	39	27	50	47	61	42	68	45	21,83	
SE 3	26	57	91	78	95	72	60	151	72	79	78,062	32,18	

Tab. 69: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.1

G.VIII.1	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	7	50	13	86	43	50	76	61	68	81	53,514	26,95	57,48
SE 1	25	81	25	83	75	100	120	31	78	74	69,212	32,14	
BE 2	9	53	15	33	38	56	50	53	66	30	40,229	18,57	
SE 2	41	54	25	80	74	103	39	62	77	74	62,792	23,34	
BE 3	10	66	57	38	71	42	13	22	63	44	42	21,89	
SE 3	39	37	70	110	96	101	99	53	89	73	76,685	26,42	

Tab. 70: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.2

G.VIII.2	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Standardaufguss mit Calcium										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	59	57	67	82	78	77	80	87	81	78	74,715	9,99	76,43
SE 1	58	79	74	82	83	85	72	79	83	78	77,431	7,95	
BE 2	65	74	76	82	85	79	70	73	80	77	76,036	5,88	
SE 2	59	82	80	88	85	80	80	82	83	87	80,497	8,10	
BE 3	68	75	76	72	75	53	76	82	67	53	72	9,92	
SE 3	72	79	82	87	84	52	87	89	75	78	78,319	10,76	

15.1.3 Daten Knackigkeitsmessung efko März 2011

Tab. 71: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.1

G.I.1	Vakuumbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	44	60	53	51	65	65	59	60	62	72	59,1	8,01	62,25
SE 1	49	78	72	67	70	66	68	64	77	82	69,3	9,20	
BE 2	38	52	56	73	59	54	65	52	42	56	54,7	10,10	
SE 2	60	58	61	79	70	63	70	75	54	69	65,9	7,95	

Tab. 72: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.2

G.I.2	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	38	50	54	52	64	60	59	53	60	59	54,9	7,39	62,33
SE 1	51	69	63	59	89	81	64	63	85	78	70,2	12,42	
BE 2	43	65	56	61	72	71	52	54	51	50	57,5	9,51	
SE 2	43	71	75	64	83	78	60	63	66	64	66,7	11,14	

Tab. 73: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.3

G.I.3	Berieselungsbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	45	57	54	38	54	56	48	46	60	69	52,7	8,78	56,48
SE 1	65	62	63	53	56	64	56	58	63	71	61,1	5,34	
BE 2	40	58	60	40	55	45	52	58	51	53	51,2	7,28	
SE 2	52	61	64	64	62	55	65	63	62	61	60,9	4,18	

Tab. 74: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.4

G.I.4	Vakuumbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	30	45	41	51	54	52	61	54	60	66	51,4	10,54	56,28
SE 1	34	51	53	71	74	56	67	68	68	70	61,2	12,48	
BE 2	33	52	53	56	41	41	58	53	55	55	49,7	8,31	
SE 2	46	71	56	70	55	65	63	62	57	83	62,8	10,30	

Tab. 75: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.1

G.II. 1	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Aromen										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	43	35	58	56	62	59	50	58	59	69	54,9	9,80	63,13
SE 1	47	46	70	88	72	78	82	80	69	90	72,2	15,25	
BE 2	46	51	54	60	65	58	60	55	67	58	57,4	6,26	
SE 2	53	53	57	61	69	63	78	73	98	75	68	13,82	

Tab. 76: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.2

G.II.2	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	30	48	54	71	64	60	48	61	56	60	55,2	11,29	60,38
SE 1	42	52	58	77	73	80	72	83	80	64	68,1	13,67	
BE 2	45	47	40	49	59	58	56	72	61	57	54,4	9,29	
SE 2	54	49	49	61	60	69	67	79	81	69	63,8	11,29	

Tab. 77: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.3

G.II.3	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	27	50	50	64	60	50	54	55	66	64	54	11,34	63,13
SE 1	32	52	77	69	83	70	80	63	83	80	68,9	16,31	
BE 2	55	39	45	54	61	59	51	64	59	61	54,8	7,87	
SE 2	69	68	71	72	64	80	97	67	88	72	74,8	10,44	

Tab. 78: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.4

G.II.4	Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	37	59	57	59	46	56	55	66	61	56	55,2	8,16	62,33
SE 1	51	60	60	66	64	71	63	80	92	64	67,1	11,54	
BE 2	41	51	52	54	60	44	70	66	55	58	55,1	8,96	
SE 2	78	59	62	76	63	80	86	77	71	67	71,9	8,90	

Tab. 79: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.1

G.III.1	Vakuumbelakung, Aufguss ohne Zusätze mit K1 Calciumcitrat										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	50	44	55	63	65	57	51	62	55	44	54,6	7,44	58,60
SE 1	55	57	63	66	67	75	53	75	63	63	63,7	7,51	
BE 2	53	42	51	61	53	50	60	47	48	49	51,4	5,76	
SE 2	63	51	67	71	59	79	69	71	59	58	64,7	8,22	

Tab. 80: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.2

G.III.2	Vakuumbelagung, Standardaufguss mit K1 Calciumcitrat, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	45	53	51	62	49	61	54	49	65	53	54,2	6,46	60,40
SE 1	67	67	55	71	55	70	67	65	80	55	65,2	8,15	
BE 2	38	49	43	62	68	64	72	42	54	60	55,2	11,79	
SE 2	52	66	63	77	72	72	79	65	63	61	67	8,11	

Tab. 81: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.1

G.IV.1	Gurken blanchiert, Berieselungsbelagung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	49	73	52	71	38	73	67	52	67	67	60,9	12,16	67,95
SE 1	71	74	66	73	58	85	70	73	80	76	72,6	7,37	
BE 2	62	58	74	55	62	50	61	62	74	55	61,3	7,76	
SE 2	67	77	84	80	74	67	77	85	77	82	77	6,29	

Tab. 82: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.2

G.IV.2	Gurken blanchiert, Berieselungsbelagung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	44	56	67	73	69	58	66	44	64	52	59,3	10,23	65,98
SE 1	65	61	87	88	75	83	78	65	72	69	74,3	9,56	
BE 2	57	56	59	48	62	59	49	71	71	66	59,8	7,98	
SE 2	65	59	85	59	84	63	66	74	78	72	70,5	9,63	

Tab. 83: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.3

G.IV.3	Berieselungsbelagung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	35	52	51	56	54	55	68	45	59	57	53,2	8,72	64,13
SE 1	57	64	64	63	57	57	86	73	64	65	65	8,84	
BE 2	61	63	68	55	64	64	63	66	48	48	60	7,18	
SE 2	69	81	90	74	89	75	68	89	86	62	78,3	10,11	

Tab. 84: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.4

G.IV.4	Berieselungsbelagung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	38	53	54	58	60	65	48	64	62	61	56,3	8,34	62,53
SE 1	46	55	64	68	82	71	66	78	68	80	67,8	11,16	
BE 2	50	46	52	59	45	48	54	54	82	52	54,2	10,61	
SE 2	60	72	59	70	71	84	69	79	84	70	71,8	8,61	

Tab. 85: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.1

G.V.1	Berieselungsbelakung, Aufguss heiß (~ 60 °C), Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	44	56	59	54	61	59	60	63	62	62	58	5,66	64,00
SE 1	54	64	71	66	67	95	72	74	66	67	69,6	10,47	
BE 2	44	53	62	67	65	64	54	51	64	55	57,9	7,55	
SE 2	49	64	75	77	84	71	82	65	72	66	70,5	10,19	

Tab. 86: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.2

G.V.2	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	36	47	67	52	64	60	46	55	51	60	53,8	9,38	62,70
SE 1	40	61	83	80	72	68	72	62	72	82	69,2	12,77	
BE 2	31	67	51	57	62	66	8	64	64	62	53,2	19,14	
SE 2	46	82	64	73	85	77	93	65	96	65	74,6	15,21	

Tab. 87: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.3

G.V.3	Berieselungsbelakung, Aufguss heiß (~ 60 °C), Standardaufguss mit K1 Calciumcitrat										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	54	37	54	62	51	66	60	57	64	69	57,4	9,19	66,70
SE 1	58	48	69	81	91	78	79	87	86	82	75,9	13,65	
BE 2	39	49	63	61	60	63	64	62	62	59	58,2	7,98	
SE 2	53	53	89	68	96	84	82	75	87	66	75,3	14,94	

Tab. 88: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.4

G.V.4	Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	53	52	58	61	55	63	57	44	68	55	56,6	6,59	63,65
SE 1	71	63	76	77	86	69	90	70	72	71	74,5	8,13	
BE 2	38	42	55	58	53	71	68	49	59	49	54,2	10,42	
SE 2	49	61	71	66	59	74	71	94	79	69	69,3	12,16	

Tab. 89: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VI

G.VI	Dosen, Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE	51	59	72	61	63	58	74	49	55	49	59,1	8,79	66,43
SE	86	88	80	72	84	77	80	72	60	59	75,8	10,10	
BE	55	62	54	56	58	71	49	60	55	58	57,8	5,85	
SE	87	67	86	74	65	72	80	64	60	75	73	9,25	

Tab. 90: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.1

G.VII.1	Berieselungsbelakung, Standardaufguss mit K1 Calciumcitrat, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	46	47	50	54	48	49	52	51	41	58	49,6	4,65	58,33
SE 1	47	59	69	63	79	57	70	63	65	61	63,3	8,54	
BE 2	40	58	56	60	59	48	57	47	56	64	54,5	7,25	
SE 2	76	64	59	73	70	81	9	78	73	76	65,9	21,04	

Tab. 91: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.2

G.VII.2	Berieselungsbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	41	25	55	46	58	50	54	56	53	51	48,9	9,78	50,85
SE 1	50	27	55	46	58	50	54	56	53	51	50	8,79	
BE 2	28	52	54	53	50	46	46	44	55	39	46,7	8,29	
SE 2	28	56	57	56	62	53	56	88	80	42	57,8	17,0	

Tab. 92: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.1

G.VIII.1	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	23	57	40	47	40	54	41	43	49	48	44,2	9,44	51,70
SE 1	25	57	60	69	49	71	52	62	56	69	57	13,47	
BE 2	21	48	41	35	42	75	54	53	50	57	47,6	14,36	
SE 2	23	64	67	41	48	77	58	60	65	77	58	16,69	

Tab. 93: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.2

G.VIII.2	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Standardaufguss mit Calcium										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	41	52	48	52	59	54	53	67	53	39	51,8	8,07	60,05
SE 1	48	70	54	83	63	65	67	107	83	78	71,8	16,87	
BE 2	40	50	50	53	64	58	58	53	56	46	52,8	6,80	
SE 2	70	61	66	58	66	63	61	65	64	64	63,8	3,33	

15.1.4 Daten Knackigkeitsmessung BOKU März 2011

Tab. 94: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.1

G.I.1	Vakuumbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	7,1	12	17	32	22	19	25	25	18	22	19,85	6,95	46,37
SE 1	26	15	26	135	35	87	35	108	19	25	51,10	42,73	
BE 2	13	9,9	18	26	48	22	43	35	30	62	30,76	16,56	
SE 2	19	78	73	124	53	81	90	129	115	76	83,75	33,42	

Tab. 95: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.2

G.I.2	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE	27	22	56	72	81	13	44	49	61	47	47,269	21,56	47,27
SE	22	113	52	64	80	36	104	34	70	67	64,266	29,58	
BE	20	14	47	25	27	69	32	32	33	37	33,628	15,39	
SE	43	57	60	44	70	65	68	24	110	39	58,173	23,47	

Tab. 96: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.3

G.I.3	Berieselungsbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE	14	21	18	18	23	32	13	30	23	10	20,137	7,18	20,14
SE	21	35	50	45	34	72	43	25	65	14	40,425	18,59	
BE	14	12	17	49	21	15	19	69	27	44	28,767	19,06	
SE	21	23	38	90	79	32	22	80	72	59	51,557	27,31	

Tab. 97: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.4

G.I.4	Vakuumbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE	15	33	19	36	20	56	36	55	16	114	40,07	29,98	40,07
SE	69	98	37	27	38	75	64	89	24	110	63,182	30,56	
BE	16	45	33	25	27	63	23	43	65	63	40,379	18,29	
SE	32	58	86	117	28	68	64	95	95	98	74,152	29,19	

Tab. 98: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.1

G.II.1	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Aromen										MW	Stabw	MW gesamt
BE	13	36	39	40	56	70	71	37	54	50	46,494	17,40	46,49
SE	18	27	21	40	94	86	46	104	159	114	70,695	47,36	
BE	19	18	69	54	21	41	53	66	70	83	49,443	23,61	
SE	16	33	88	109	124	77	146	61	121	164	93,888	47,80	

Tab. 99: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.2

G.II.2	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE	9,8	18	23	39	65	34	68	29	87	17	38,94	25,69	38,94
SE	11	20	27	73	37	38	75	33	121	57	49,17	33,08	
BE	6,1	16	46	50	69	88	58	42	70	51	49,737	24,61	
SE	10	28	45	124	162	142	79	99	66	133	88,725	51,53	

Tab. 100: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.3

G.II.3	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE	8	13	16	19	57	64	48	20	24	55	32,473	21,06	32,47
SE	77	68	16	59	36	67	89	39	84	91	62,728	24,93	
BE	12	27	8	33	58	87	64	42	75	71	47,851	27,31	
SE	25	33	16	33	69	42	52	50	100	62	48,163	24,47	

Tab. 101: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.4

G.II.4	Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE	12	34	35	35	55	71	75	40	52	28	43,667	19,54	43,67
SE	31	30	134	80	89	125	116	49	95	119	86,896	38,69	
BE	32	16	41	42	21	50	47	28	24	40	34,112	11,63	
SE	12	31	70	85	126	65	105	112	36	82	72,27	37,25	

Tab. 102: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.1

G.III.1	Vakuumbelakung, Aufguss ohne Zusätze mit K1 Calciumcitrat										MW	Stabw	MW gesamt
BE	23	54	38	37	17	57	51	41	21	16	35,56	15,57	35,56
SE	17	84	29	63	113	62	69	17	77	20	54,999	33,12	
BE	20	23	15	22	16	37	54	58	21	46	31,13	16,06	
SE	20	48	26	46	41	25	109	100	28	93	53,686	33,99	

Tab. 103: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.2

G.III.2	Vakuumbelagung, Standardaufguss mit K1 Calciumcitrat, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE	33	39	51	48	25	59	30	48	26	41	40,025	11,54	40,03
SE	35	72	115	82	89	99	83	67	35	35	71,395	28,35	
BE	12	33	20	50	22	66	28	16	31	16	29,454	17,02	
SE	22	37	19	67	69	62	102	72	87	35	57,422	27,80	

Tab. 104: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.1

G.IV.1	Gurken blanchiert, Berieselungsbelagung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE	46	53	68	57	15	99	70	64	69	67	60,818	21,41	60,82
SE	36	83	114	84	58	34	121	87	161	72	84,836	39,05	
BE	62	43	46	49	74	122	33	58	61	83	62,944	25,41	
SE	48	84	44	65	126	106	125	98	74	133	90,51	32,39	

Tab. 105: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.2

G.IV.2	Gurken blanchiert, Berieselungsbelagung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE	22	86	41	52	29	37	47	91	59	59	52,214	22,50	52,21
SE	103	54	83	100	61	73	133	119	122	102	95,201	26,65	
BE	46	52	85	146	50	53	59	93	69	58	71,101	30,39	
SE	45	58	97	97	153	66	93	138	103	119	96,938	34,29	

Tab. 106: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.3

G.IV.3	Berieselungsbelagung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE	12	20	84	39	45	63	16	39	70	35	42,376	23,85	42,38
SE	19	32	110	86	50	110	93	83	94	50	72,577	32,50	
BE	12	35	44	14	31	56	93	96	46	39	46,579	28,80	
SE	23	25	67	52	87	80	118	113	82	38	68,419	33,93	

Tab. 107: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.4

G.IV.4	Berieselungsbelagung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE	14	57	30	38	17	30	54	101	57	47	44,513	25,34	44,51
SE	18	44	57	65	51	45	105	151	77	92	70,48	37,67	
BE	10	56	48	49	31	65	29	64	45	56	45,278	17,35	
SE	15	76	88	59	50	131	33	93	68	137	74,91	39,10	

Tab. 108: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.1

G.V.1	Berieselungsbelakung, Aufguss heiß (~ 60 °C), Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE	60	36	43	93	30	36	48	27	72	75	51,864	22,08	51,86
SE	55	41	71	58	55	93	81	64	102	93	71,383	20,23	
BE	14	34	29	63	49	71	77	47	61	40	48,526	19,73	
SE	24	17	72	84	88	109	63	102	101	54	71,503	31,94	

Tab. 109: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.2

G.V.2	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE	15	26	40	54	65	56	77	59	62	78	53,21	20,46	53,21
SE	21	42	44	39	62	102	76	66	104	124	67,921	33,33	
BE	7,4	14	27	40	24	61	61	50	43	42	36,895	18,32	
SE	16	68	34	37	115	70	77	76	113	35	64,007	33,77	

Tab. 110: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.3

G.V.3	Berieselungsbelakung, Aufguss heiß (~ 60 °C), Standardaufguss mit K1 Calciumcitrat										MW	Stabw	MW gesamt
BE	34	32	64	45	61	64	51	41	40	74	50,662	14,58	50,66
SE	30	32	122	60	87	101	102	62	127	118	84,108	36,22	
BE	57	54	80	74	90	65	63	66	84	29	66,177	17,51	
SE	82	89	61	171	143	153	128	94	113	66	110,06	37,82	

Tab. 111: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.4

G.V.4	Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE	22	71	54	47	68	77	27	62	61	60	54,817	18,25	54,82
SE	22	115	105	61	152	168	58	104	90	83	95,927	43,64	
BE	40	41	39	92	25	42	60	114	80	61	59,399	28,23	
SE	30	88	125	115	125	80	113	63	126	90	95,541	31,67	

Tab. 112: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VI

G.VI	Dosen, Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE	54	28	19	48	68	35	26	72	40	45	43,632	17,45	43,63
SE	104	112	64	128	81	122	92	110	168	131	111,26	29,04	
BE	44	34	65	80	61	67	46	32	84	60	57,375	17,89	
SE	95	81	84	126	90	49	96	59	132	97	90,664	25,73	

Tab. 113: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.1

G.VII.1	Berieselungsbelakung, Standardaufguss mit K1 Calciumcitrat, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE	36	18	68	27	58	63	53	63	55	26	46,875	18,30	40,46
SE	47	63	118	59	94	93	121	91	151	97	93,441	31,66	
BE	20	58	38	106	84	40	94	63	51	60	61,328	26,66	
SE	33	97	111	102	144	95	187	75	156	95	109,37	43,53	

Tab. 114: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.2

G.VII.2	Berieselungsbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE	46	25	41	63	41	50	39	59	28		43,584	12,60	43,58
SE	21	57	22	60	46	112	132	34	77		62,383	38,72	
BE	9,1	31	32	47	52	100	76	36	47	78	50,787	26,88	
SE	9,5	39	48	37	60	148	90	77	94	108	71,018	40,75	

Tab. 115: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.1

G.VIII.1	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE	19	30	22	38	55	37	67	49	46	41	40,455	14,88	40,46
SE	27	31	47	66	33	92	46	88	99	78	60,784	27,25	
BE	9,5	17	43	13	38	85	42	48	28	72	39,577	24,69	
SE	22	77	25	39	19	104	80	47	90	102	60,532	33,65	

Tab. 116: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.2

G.VIII.2	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Standardaufguss mit Calcium										MW	Stabw	MW gesamt
BE	49	15	36	17	76	23	56	22	62	18	37,44	21,83	37,44
SE	39	105	16	94	96	58	85	69	89	118	76,767	31,52	
BE	12	73	53	94	49	80	75	79	48	40	60,31	24,30	
SE	81	74	159	77	98	80	101	102	69	113	95,481	26,50	

15.1.5 Daten Knackigkeitsmessung efko August 2011

Tab. 117: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.1

G.I.1	Vakuumbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	28	31	55	54	54	58	45	63	45	52	48,5	11,38	55,98
SE 1	30	49	86	62	63	65	54	70	59	76	61,4	15,31	
BE 2	37	54	47	54	53	60	56	61	57	52	53,1	6,94	
SE 2	48	56	55	58	64	64	65	63	67	69	60,9	6,47	

Tab. 118: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.2

G.I.2	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	29	50	65	56	55	62	51	56	63	55	54,2	10,14	59,13
SE 1	30	59	70	77	59	63	61	62	67	77	62,5	13,25	
BE 2	26	43	34	43	64	63	65	52	67	63	52	14,69	
SE 2	42	50	51	71	68	69	94	74	72	87	67,8	16,29	

Tab. 119: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.3

G.I.3	Berieselungsbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	41	57	54	61	52	54	50	62	62	62	55,5	6,80	57,38
SE 1	53	59	56	65	58	69	55	65	72	67	61,9	6,52	
BE 2	34	39	48	52	63	50	53	53	50	60	50,2	8,64	
SE 2	54	40	68	59	80	58	55	60	81	64	61,9	12,25	

Tab. 120: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.I.4

G.I.4	Vakuumbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	21	38	33	38	41	43	48	55	49	56	42,2	10,57	52,95
SE 1	33	41	48	63	44	52	75	59	64	71	55	13,65	
BE 2	46	42	56	54	62	49	49	51	40	49	49,8	6,49	
SE 2	54	54	62	73	65	67	75	60	75	63	64,8	7,80	

Tab. 121: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.1

G.II. 1	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Aromen										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	37	42	42	44	50	44	44	57	63	60	48,3	8,78	57,23
SE 1	39	44	58	45	76	73	61	70	75	77	61,8	14,66	
BE 2	41	48	59	54	52	61	52	56	56	67	54,6	7,15	
SE 2	55	51	68	66	68	65	62	59	75	73	64,2	7,58	

Tab. 122: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.2

G.II.2	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	20	44	47	65	55	55	69	67	59	59	54	14,42	63,23
SE 1	45	71	52	66	78	77	93	83	81	81	72,7	14,70	
BE 2	38	45	50	41	52	76	56	84	55	53	55	14,55	
SE 2	42	71	75	58	73	83	58	95	80	77	71,2	15,04	

Tab. 123: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.3

G.II.3	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	24	37	58	51	60	60	70	63	70	60	55,3	14,52	62,38
SE 1	44	43	81	68	65	89	96	74	92	81	73,3	18,57	
BE 2	22	28	48	62	47	65	74	68	74	72	56	19,00	
SE 2	31	33	67	66	56	72	84	76	82	82	64,9	19,36	

Tab. 124: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.II.4

G.II.4	Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	18	18	54	51	65	49	63	63	53	49	48,3	17,03	58,23
SE 1	38	22	63	66	69	65	81	80	87	61	63,2	19,85	
BE 2	39	46	55	43	47	67	61	57	68	66	54,9	10,64	
SE 2	42	58	67	69	51	84	84	61	76	73	66,5	13,72	

Tab. 125: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.1

G.III.1	Vakuumbelakung, Aufguss ohne Zusätze mit K1 Calciumcitrat										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	34	35	57	57	57	52	63	53	48	48	50,4	9,52	52,45
SE 1	37	59	60	69	63	55	80	57	69	54	60,3	11,40	
BE 2	26	47	36	49	50	47	61	45	47	48	45,6	9,17	
SE 2	27	53	44	54	54	57	64	69	55	58	53,5	11,44	

Tab. 126: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.III.2

G.III.2	Vakuumbelagung, Standardaufguss mit K1 Calciumcitrat, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	25	45	45	67	45	53	64	56	57	57	51,4	12,06	58,40
SE 1	31	54	63	78	59	64	76	81	63	66	63,5	14,32	
BE 2	27	44	53	67	52	67	51	62	48	58	52,9	11,95	
SE 2	43	49	66	71	70	76	74	72	68	69	65,8	10,91	

Tab. 127: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.1

G.IV.1	Gurken blanchiert, Berieselungsbelagung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	48	61	67	70	63	72	65	63	75	68	65,2	7,45	75,45
SE 1	59	91	88	82	66	83	74	77	91	90	80,1	11,06	
BE 2	71	58	52	74	76	73	78	81	65	70	69,8	9,07	
SE 2	88	65	85	74	81	90	106	94	95	89	86,7	11,45	

Tab. 128: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.2

G.IV.2	Gurken blanchiert, Berieselungsbelagung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	42	67	61	66	76	64	63	80	75	69	66,3	10,54	76,58
SE 1	80	69	86	87	96	71	97	94	85	95	86	10,10	
BE 2	64	56	70	67	68	71	74	73	77	78	69,8	6,53	
SE 2	82	80	71	85	80	96	78	81	94	95	84,2	8,27	

Tab. 129: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.3

G.IV.3	Berieselungsbelagung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	29	37	38	58	53	52	54	63	57	62	50,3	11,59	58,60
SE 1	34	44	54	70	69	54	69	74	72	76	61,6	14,28	
BE 2	35	37	55	73	66	64	64	62	53	56	56,5	12,30	
SE 2	46	41	64	76	70	82	70	71	62	78	66	13,34	

Tab. 130: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.IV.4

G.IV.4	Berieselungsbelagung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	38	47	58	64	59	58	63	74	71	65	59,7	10,69	66,05
SE 1	50	61	76	73	71	73	79	95	73	67	71,8	11,68	
BE 2	35	53	71	54	51	84	66	67	72	68	62,1	13,89	
SE 2	37	65	75	73	66	90	76	71	73	80	70,6	13,77	

Tab. 131: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.1

G.V.1	Berieselungsbelakung, Aufguss heiß (~ 60 °C), Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
	BE 1	34	55	61	86	51	75	73	58	56			
SE 1	43	58	82	86	67	89	83	95	64	72	73,9	16,07	
BE 2	25	54	52	67	50	61	55	54	74	60	55,2	12,92	
SE 2	36	74	67	86	65	87	85	73	86	68	72,7	15,54	

Tab. 132: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.2

G.V.2	Berieselungsbelakung, Aufguss ohne Zusätze										MW	Stabw	MW gesamt
	BE 1	14	55	38	49	54	72	59	52	56			
SE 1	20	60	49	55	82	73	81	58	77	81	63,6	19,56	
BE 2	31	34	67	59	68	53	73	63	61	51	56	14,06	
SE 2	37	51	69	78	75	72	83	87	65	78	69,5	15,23	

Tab. 133: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.3

G.V.3	Berieselungsbelakung, Aufguss heiß (~ 60 °C), Standardaufguss mit K1 Calciumcitrat										MW	Stabw	MW gesamt
	BE 1	32	60	54	43	60	63	80	53	62			
SE 1	40	80	61	57	63	89	80	64	82	82	69,8	15,22	
BE 2	31	68	63	62	56	69	62	68	74	75	62,8	12,59	
SE 2	63	83	86	90	80	81	87	72	91	79	81,2	8,53	

Tab. 134: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.V.4

G.V.4	Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
	BE 1	35	44	58	49	70	53	56	71	73			
SE 1	47	53	64	81	83	62	73	84	82	106	73,5	17,42	
BE 2	38	47	40	65	59	76	66	65	63	67	58,6	12,62	
SE 2	40	68	55	76	81	87	73	71	77	81	70,9	13,93	

Tab. 135: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VI

G.VI	Dosen, Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	56	53	53	60	51	60	48	56	72	58	56,7	6,62	60,70
SE 1	59	60	60	61	57	77	70	70	77	78	66,9	8,41	
BE 2	49	47	55	65	50	57	53	55	58	60	54,9	5,45	
SE 2	56	63	60	80	64	57	75	64	60	64	64,3	7,62	

Tab. 136: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.1

G.VII.1	Berieselungsbelakung, Standardaufguss mit K1 Calciumcitrat, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	51	42	54	40	43	61	54	51	70	58	52,4	9,28	58,35
SE 1	64	55	56	61	61	74	73	57	77	60	63,8	8,01	
BE 2	29	45	46	53	56	55	50	67	56	55	51,2	9,93	
SE 2	45	60	54	61	75	75	73	84	64	69	66	11,52	

Tab. 137: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VII.2

G.VII.2	Berieselungsbelakung, Standardaufguss, Spiegelgewürz										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	22	18	39	51	46	57	71	61	37	64	46,6	17,66	51,18
SE 1	23	24	51	58	89	59	78	68	52	74	57,6	21,56	
BE 2	14	23	47	47	53	48	52	58	51	56	44,9	14,53	
SE 2	20	35	64	60	79	56	61	61	59	61	55,6	16,43	

Tab. 138: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.1

G.VIII.1	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Standardaufguss										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	13	19	32	49	57	44	48	58	52	49	42,1	15,60	44,68
SE 1	18	31	35	55	58	47	49	62	67	53	47,5	15,23	
BE 2	9	14	41	50	51	50	45	50	48	38	39,6	15,46	
SE 2	17	32	49	55	65	64	60	52	55	46	49,5	14,92	

Tab. 139: Knackigkeitsdaten der Versuchsreihe G.VIII.2

G.VIII.2	Gurken gestichelt, Berieselungsbelakung, Standardaufguss mit Calcium										MW	Stabw	MW gesamt
BE 1	39	48	60	43	68	58	65	66	53	51	55,1	9,96	58,60
SE 1	50	63	68	61	87	62	77	72	59	93	69,2	13,26	
BE 2	18	24	41	64	52	57	46	62	60	62	48,6	16,38	
SE 2	42	71	48	73	59	66	47	68	78	63	61,5	12,20	

15.1.6 Temperaturerfassungen

In Tabelle 140 sind die Temperaturaufzeichnungen der Versuchsreihen zusammengefasst.

Tab. 140: Temperaturerfassungen während der Produktion

Versuchsansatz	Maximaltemperatur [°C]	P-Wert
G.I.1	82,4	0,88
G.I.2	82,6	1,01
G.I.3	82,2	0,88
G.I.4	82,6	1,09
G.II.1	83,2	1,74
G.II.2	82,3	1,01
G.II.3	82,4	0,97
G.II.4	82,5	1,27
G.III.1	82,3	0,88
G.III.2	82,1	0,85
G.IV.1	79,7	0,44
G.IV.2	79,7	0,43
G.IV.3	79,5	0,43
G.IV.4	79,6	0,46
G.V.1	83,1	1,41
G.V.2	82,5	0,97
G.V.3	83,2	1,47
G.V.4	82,5	1
G.VI	83,7	1,32
G.VII.1	80,9	0,72
G.VII.2	81,1	0,82
G.VIII.1	80,1	0,45
G.VIII.2	79,9	0,41

15.2 Sensorik

In Tabelle 141 sind die gefundenen Deskriptoren der codierten Proben des BOKU-Paneels zusammengefasst:

Tab. 141: Gesammelte Deskriptoren des BOKU-Paneels

Probencode	Deskriptoren
306 = G.I.2	Beim Abbeißen nicht so knackig / sehr knackig; mittelmäßig knackig; fester Biss Rauchig, pfeffrig, bitter, künstlicher Geschmack, wenig Geschmack, leicht zitronig, süßlich, Sauermilchgeschmack, angenehmer Nachgeschmack, leichtes „Säurebrennen“ Starker Essiggeruch, säuerlicher Geruch, muffig, abgestanden, ranzig
182= G.II.1	Biss nicht knackig, aber beim Kauen knackig, sehr knackig, lautes Krachen, weiches Inneres Pfeffriger Geschmack, sauer, essiglastig, wenig sauer, salzig, langer Nachgeschmack, fad Würziger, pfeffriger Geruch
769= G.III.1	Kein knackiger Biss, wenig knackig, sehr weich, sehr saftig, Lätschad / knackig, krachen leiser Säuerlich, salzig, chemischer Beigeschmack, wässrig, Süßstoffaroma, neutral, Sauer im Nachgeschmack Scharfer Geruch, alter Geruch
472 = G.IV.1	Nicht so knackig, harte Schale; weich beim Angreifen, lasch, zähe Schale, bissfest, sehr knackig Sauer, pfeffrig, süßlich, alter Geschmack, würzig, Dillgeschmack, „gemüsig“, wie abgelaufene Milch, frisch Riechen stark nach Essig, süß/säuerlicher Geruch, alter, abgestandener Geruch, fruchtig
918 = G.V.3	Knackiger fester Biss, am Knackigsten, sehr knackig, harte Schale, Inneres weich, sehr saftig Salzig, trocken, würzig, scharf/pfeffrig, süß, nach Dill, leicht sauer Scharfer Geruch, nicht sauer im Nachgeschmack, weiches Mundgefühl

Abb. 40: Fragebogen zur sensorischen Beurteilung von Einlegegurken

Sensorische Beurteilung von Essiggurken

Name: _____

Alter: _____

Geschlecht: M W

Raucher Nichtraucher

1. Geruch

Sauergemüse |-----|
gar nicht stark

Dill |-----|
gar nicht stark

Würzegeuruch |-----|
schwach stark

Stechend |-----|
schwach stark

2. Textur

Saftigkeit |-----|
trocken saftig

Schale |-----|
weich hart

Fruchtfleisch |-----|
weich hart

3. Geschmack

Sauer |-----|
wenig stark

Süßlich |-----|
gar nicht stark

Nach Dill |-----|
gar nicht stark

Bitter |-----|
gar nicht stark

16 Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Judith Mang
geboren am 28.07.2012
Familienstand ledig

Ausbildung

1989 - 1993 Volksschule
1993 - 1997 Hauptschule
1997 - 1998 Polytechnischer Lehrgang
1998 - 2002 BORG, naturwissenschaftlicher Zweig
2003 - 2009 Lebensmittel- und Biotechnologie an der BOKU Wien
seit 2009 Lebensmittelwissenschaften und -technologie an der BOKU

Praktika

Sep. 2005 Praktikum Fa. efko
Sep. 2006 Praktikum Fa. efko
Sep. 2007 Auslandspraktikum Georgien
Sep. 2008 Praktikum Agrana
Juli - Sep. 2009 Praktikum Fa. efko
Juli - Sep. 2010 Praktikum Fa. efko

Weitere Qualifikationen

Sprachen: Englischkenntnisse (korrespondenzfähig),
Schwedisch(Grundkenntnisse)
EDV-Kenntnisse: MS-Office, Windows