

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis.....	v
Umrechnungstabellen	ix
1 Einleitung und Aufgabenstellung	1
2 Grundlagen	3
2.1 Umgebungsbedingungen und äußere Einflüsse auf Lebensmittel	3
2.2 Einfluss von Sauerstoff und Licht auf Lebensmittel	6
2.2.1 Biotische Schädigungsmechanismen	6
2.2.2 Abiotische Schädigungsmechanismen.....	7
2.2.2.1 Oxidationsgeschwindigkeit von Lebensmittel-Inhaltsstoffen	7
2.2.2.2 Autoxidation	9
2.2.2.3 Photooxidation.....	11
2.2.3 Oxidative Schädigungsmechanismen bei Wurstwaren	13
2.2.4 Oxidative Schädigungsmechanismen bei Milchprodukten.....	16
2.3 Lösungs- und Diffusionsvorgänge von Sauerstoff in Lebensmitteln.....	20
2.4 Verpackungsmöglichkeiten oxidativ anfälliger Produkte (Verpackungsarten / Verpackungskonzepte)	26
2.4.1 Vakuumverpackungen	26
2.4.2 Schutzgasverpackungen (MAP).....	27
2.4.3 Aktive Verpackungssysteme.....	28
2.4.3.1 Definition.....	28
2.4.3.2 Rechtliche Situation.....	30
2.4.3.3 Sauerstoff-Scavenger in Lebensmittelverpackungen	31

2.5 Sauerstoff-Reaktionskinetik	35
2.5.1 Reaktionskinetik von Lebensmitteln	35
2.5.2 Reaktionskinetik von Sauerstoff-Scavengern	38
3 Materialien und Methoden	43
3.1 Analysenmethoden	43
3.1.1 Messung von Sauerstoffpartialdrucken	43
3.1.2 Farbmessung	47
3.1.3 Bestimmung der Beleuchtungsstärke und Bestrahlungsstärke	49
3.1.4 Sensorische Untersuchungen (Profilprüfung)	50
3.1.5 Bestimmung des Riboflavingehaltes	51
3.1.6 Bestimmung der Wasseraktivität (a_w -Wert)	52
3.1.7 Bestimmung des relativen Wassergehaltes	53
3.1.8 pH-Wert Messung	53
3.1.9 Bestimmung der Sorptionseigenschaften	53
3.1.10 Atomabsorptionsspektrometrie	54
3.1.11 Röntgenfluoreszenzanalyse	55
3.2 Verpackungsmethoden	55
3.2.1 Verschließen von Mentischalen	55
3.2.2 Verschließen von Bechern	56
3.3 Folienextrusion	56
3.4 Packstoffprüfung	57
3.4.1 Lichttransmissionsmessung	57
3.4.2 Sauerstoffdurchlässigkeitsbestimmung	57
3.4.3 Bestimmung der Wasserdampfsorptionseigenschaften	58

3.4.4 Bestimmung des Schichtaufbaus der hergestellten Folien.....	59
3.5 Versuchsdurchführung	59
3.5.1 Versuche in Messzellen / Modellversuche.....	59
3.5.1.1 Charakterisierung der Sauerstoff-Zehreigenschaften von Sauerstoff-Scavengern..	59
3.5.1.2 Charakterisierung des Einflusses von Sauerstoff und Licht auf Wurstwaren	66
3.5.1.3 Charakterisierung des Einflusses von Sauerstoff und Licht auf Naturjoghurt	76
3.5.2 Versuche mit abgepackten Lebensmitteln	79
3.5.2.1 Leberkäse.....	79
3.5.2.2 Naturjoghurt.....	81
4 Ergebnisse und Diskussion	83
4.1 Einfluss von Sauerstoff und sichtbarem Licht auf Wurstwaren.....	83
4.1.1 Sauerstoffzehrkinetik von Leberkäse.....	83
4.1.2 Vergrauungskinetik von Leberkäse	89
4.1.3 Simulation unterschiedlicher Verpackungsbedingungen.....	101
4.1.4 Einfluss der Schichtdicke von Leberkäse auf die formale Geschwindigkeitskonstante k	104
4.1.5 Modellversuche zur Ermittlung von Stofftransport-Kennwerten für Sauerstoff in Leberkäse sowie in einem Simulanzmedium	107
4.2 Einfluss von Sauerstoff und sichtbarem Licht auf Milchprodukte.....	109
4.2.1 Einfluss von sichtbarem Licht auf die Sauerstoffverteilung in Naturjoghurt unter unterschiedlichen Lagerbedingungen	109
4.2.2 Kinetik der Farbveränderung von Naturjoghurt.....	113
4.2.3 Ermittlung der Sauerstoffzehrung bei unterschiedlichen Verpackungs- und Lagerbedingungen	116
4.2.4 Einfluss der Joghurtmenge auf die formale Geschwindigkeitskonstante k	121
4.2.5 Modellversuche zur Ermittlung von Stofftransport-Kennwerten für Naturjoghurt....	122

4.3 Sauerstoffzehrkinetik eisenbasierter Sauerstoff-Scavenger-Systeme	124
4.3.1 Zehrkinetik Scavenger Typ 1 (Shelfplus®)	124
4.3.2 Zehrkinetik Scavenger-Typ 2 (Sachets)	135
4.3.3 Vergleich der beiden Scavenger-Varianten	142
4.4 Anwendungsaspekte eisenbasierter Sauerstoff-Scavenger	144
4.4.1 Einführung einer „Karenzzeit“ vor Licht-Exposition der verpackten Produkte	144
4.4.2 Leberkäse unter Schutzgasatmosphäre	146
4.4.3 Naturjoghurt	152
5 Zusammenfassung	163
6 Ausblick	171
7 Literatur	173
7.1 Fachliteratur	173
7.2 Eigene Veröffentlichungen und Tagungsbeiträge zur Anwendbarkeit von Sauerstoff- Scavengern	185
8 Anhang	189