

Optimierung der Rohwurstherstellung mit dem Ziel
der zeitlichen Reduktion der Rohwurstreifung mittels
Vortrocknen von Fleisch

**Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)**

**Fakultät Naturwissenschaften
Universität Hohenheim**

Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie

vorgelegt von

Stephanie Kathrin Ulmer

aus Reutlingen

2006

Die vorliegende Arbeit wurde am 23.11.2006 von der Fakultät Naturwissenschaften der Universität Hohenheim als „Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften“ angenommen.

Dekan:	<i>Prof. Dr. rer. nat. Heinz Breer</i>
1. berichtende Person:	<i>Prof. Dr. med. vet. Albert Fischer</i>
2. berichtende Person:	<i>Prof. Dr. - Ing. habil. Dr. h.c. Volker Kottke</i>
Eingereicht am:	19.09.2006
Mündliche Prüfung am:	19.12.2006

Berichte aus der Lebensmitteltechnologie

Kathrin Ulmer

**Optimierung der Rohwurstherstellung mit dem Ziel
der zeitlichen Reduktion der Rohwurstreifung
mittels Vortrocknen von Fleisch**

D 100 (Diss. Universität Hohenheim)

Shaker Verlag
Aachen 2007

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Hohenheim, Univ., Diss., 2006

Copyright Shaker Verlag 2007

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-6414-7

ISSN 1614-273X

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407/95 96 - 0 • Telefax: 02407/95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Für meinen Mann Heiko, meine Tochter Pauline und meine Eltern

1	Einleitung und Motivation	1
2	Grundlagen und Literatur	3
2.1	Rohwurst – Definition	3
2.2	Schnittfeste Rohwurst – Herstellung	3
2.2.1	Rohmaterialauswahl	3
2.2.2	Zutaten und Zusatzstoffe	4
2.2.2.1	Nitritpökelsalz	4
2.2.2.2	Starterkulturen	5
2.2.2.3	Zuckerstoffe	5
2.2.2.4	Gewürze	6
2.2.2.5	Sonstiges	6
2.2.3	Kutterschema	7
2.2.4	Füllen	8
2.3	Schnittfeste Rohwurst – Reifung / Trocknung	9
2.3.1	Interne Steuerungsparameter	9
2.3.2	Externe Steuerungsparameter	10
2.3.2.1	Räuchern	10
2.3.3	Rohwurstreifeverfahren	11
2.3.3.1	Schnellreifung	12
2.3.3.2	Normal- bzw. Langsamreifung	12
2.3.4	Vorgänge während der Reifung	12
2.3.4.1	Absäuerung	12
2.3.4.2	Umrötung und Farbbildung	13
2.3.4.3	Texturbildung	14
2.3.4.4	Abtrocknung	15
2.3.4.5	Aromabildung	16
2.4	Schnittfeste Rohwurst - Fermentation und Mikrobiologie	17
2.5	Schnittfeste Rohwurst – Lagerung	19
2.5.1	Oxidationsvorgänge	20
2.6	Möglichkeiten der Reifezeitverkürzung bei schnittfester Rohwurst	21
2.6.1	Einsatz von Glucono-delta-Lacton	22
2.6.2	Einsatz von proteolytischen und lipolytischen Enzymen	22
2.6.3	Einsatz von gefriergetrocknetem Fleisch	23
2.7	Trocknung	25
2.7.1	Grundlagen	25
2.7.2	Angewandte Trocknungsverfahren für Fleisch	29
2.7.2.1	Herkömmliche Solar- und Lufttrocknung	31
2.7.2.2	Gefriertrocknung	32
2.7.2.3	Mikrowellenvakuumtrocknung	33
2.8	Analytik	34
2.8.1	Thiobarbitursäurezahl (TBZ)	34
2.8.2	Hexanalgehalt mit Headspace-GC (HS-GC)	35
2.8.3	Headspace-Gaschromatographie/Massenspektrometrie (HS-GC/MS)	35
2.8.4	Elektronische Nase	37
2.8.5	Farbmessung	38
2.8.6	Textur/ Festigkeit	40
2.8.7	Sensorik	40
3	Material und Methoden	42
3.1	Apparate und Geräte für die technologischen Versuche	42
3.2	Materialien für die technologischen Versuche	43

3.3	Rohmaterialien	44
3.4	Herstellung des getrockneten Fleisches.....	44
3.4.1	Luftgetrocknetes, fermentiertes Fleisch	44
3.4.2	Getrocknetes feinstzerkleinertes Fleisch.....	45
3.4.3	Mikrowellenvakuumgetrocknetes Fleisch.....	46
3.4.4	Gefriergetrocknetes Fleisch	47
3.5	Herstellung der Rohwurst.....	47
3.5.1	Rezeptur	47
3.5.1.1	Standardrezeptur für die Kontrollchargen	47
3.5.1.2	Standardrezeptur für Chargen mit getrocknetem Fleisch.....	48
3.5.2	Zutaten und Zusatzstoffe	48
3.5.3	Kutterschemen	49
3.5.3.1	Standardkutterschema – Kontrollchargen	49
3.5.3.2	Standardkutterschema – Chargen mit getrocknetem Fleisch.....	50
3.5.4	Füllen	51
3.6	Reifung.....	51
3.6.1	Reifeschema / Räuchern.....	51
3.6.2	Begleitende Messungen während der Reifung.....	52
3.6.2.1	Bestimmung des pH-Wertes	52
3.6.2.2	Bestimmung des a_w -Wertes	53
3.6.2.3	Bestimmung des Gewichtsverlustes	53
3.7	Lagerung	54
3.8	Versuchsdurchführungen	55
3.8.1	Variation der Trocknungstemperaturen von fermentiertem Fleisch.....	55
3.8.2	Behandlung des fermentierten Fleisches mit Räucherrauch	55
3.8.3	Einsatz unterschiedlicher Anteile an getrocknetem Fleisch	56
3.8.4	Einsatz von gefriergetrocknetem Fleisch	57
3.8.5	Verwendung unterschiedlicher Arten getrockneten Fleisches.....	58
3.8.6	Einsatz von Natriumdiphosphat.....	59
3.9	Mikrobiologie	60
3.9.1	Medien	60
3.9.1.1	Physiologische Kochsalz-Pepton-Lösung	60
3.9.1.2	Standard I – Agar	61
3.9.1.3	MRS – Agar	61
3.9.1.4	SK – Agar.....	62
3.9.2	Probenahme, Identifizierung und Keimzahlbestimmung	63
3.10	Analytik.....	64
3.10.1	Chemikalien für die analytischen Versuche	64
3.10.2	Analyse von Inhaltsstoffen	65
3.10.2.1	Analysenproben und Probenvorbereitung.....	65
3.10.2.2	Wasser.....	66
3.10.2.3	Asche.....	66
3.10.2.4	Fett.....	66
3.10.2.5	Eiweiß	66
3.10.2.6	Hydroxyprolin	66
3.10.3	Thiobarbitursäurezahl	67
3.10.4	Bestimmung des Hexanalgehaltes mit HS-GC.....	68
3.10.5	Bestimmung der organischen Säuren mit HPLC.....	69
3.10.6	Vergleich sensorischer und analytischer Eigenschaften mittels HS-GC/MS und elektronischer Nase	71
3.10.6.1	HS-GC/MS	71

3.10.6.2	Elektronische Nase	72
3.10.7	Texturmessung	73
3.10.8	Farbmessung	73
3.10.9	Sensorische Untersuchungen	74
3.10.9.1	Rangordnungsprüfung	74
3.10.9.2	Bewertende Prüfung mit Skale.....	75
3.10.10	Statistische Auswertungen	75
4	Ergebnisse	76
4.1	Rohwurstmasse – Temperatur, Eigenschaft und Wassergehalt.....	76
4.2	pH-Wert.....	76
4.3	a_w -Wert.....	77
4.4	Gewichtsverlust.....	78
4.5	Variation der Trocknungstemperaturen	79
4.6	Behandlung des fermentierten Fleisches mit Räucherrauch	83
4.7	Einsatz unterschiedlicher Anteile an getrocknetem Fleisch.....	87
4.8	Verwendung von gefriergetrocknetem Fleisch	92
4.9	Verwendung unterschiedlicher Arten getrockneten Fleisches.....	97
4.10	Einsatz von Natriumdiphosphat (NdP)	98
4.11	Mikrobiologie	102
4.12	Analyse von Inhaltsstoffen	105
4.13	Vergleich sensorischer und analytischer Eigenschaften mittels HS-GC/MS und elektronischer Nase.....	106
4.13.1	Sensorische Beurteilung des Geruchs und Geschmacks	106
4.13.2	HS-GC/MS und elektronische Nase.....	106
4.14	Bestimmung der organischen Säuren mit HPLC.....	109
5	Diskussion	112
5.1	Allgemeines.....	112
5.2	Einfluss der Herstellungsweise von getrocknetem Fleisch.....	113
5.3	Einfluss auf die Herstellung der Rohwurstmasse	117
5.4	Einfluss auf den Reifeverlauf und die Reifeparameter	120
5.4.1	pH-Wert und a_w -Wert	120
5.4.2	Gewichtsverlust und damit verbundene Reifezeitverkürzung.....	122
5.5	Einfluss auf die Textur und den Formerhalt.....	123
5.6	Einfluss auf den Geruch und den Geschmack	126
5.6.1	Vergleich sensorischer und analytischer Eigenschaften mittels Headspace-GC/MS und elektronischer Nase.....	127
5.7	Einfluss auf die Lagerstabilität.....	129
5.8	Fermentation und Mikrobiologie	131
5.9	Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit	133
6	Zusammenfassung	135
7	Literaturverzeichnis	138