

FORTSCHRITT-  
BERICHTE

**VDI**

Dipl.-Ing. Stefan Huber, München

**Inaktivierung gram-  
negativer Bakterien bei der  
konvektiven Trocknung**

Reihe **15**: Umwelttechnik

Nr. **188**

*21/00*

**HLuHB Darmstadt**



13919852

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Problemstellung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Stand des Wissens - Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1	Aufbau der prokaryotischen Zelle	3
2.2	Thermische Inaktivierung	5
2.3	Grundlagen der konvektiven Trocknung	6
2.4	Konservierungsmethoden	8
2.5	konvektive Konservierungsverfahren	9
2.5.1	Einflüsse auf die thermische Stabilität von Mikroorganismen	9
2.5.2	Sprüh Trocknung	12
2.5.3	Wirbelschichttrocknung	14
2.5.4	Sprühgranulation	14
2.6	Modellierung der Inaktivierung durch Trocknung	15
<b>3</b>	<b>Aufgabenstellung und Vorgehensweise</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>Modellierungskonzept</b>	<b>22</b>
4.1	Trocknung	22
4.1.1	Modellvorstellung	22
4.1.2	Stoffaustauschfläche	24
4.1.3	Trocknungsgeschwindigkeit	25
4.1.4	Stoffübergang	27
4.1.5	Wärmeübergang	29
4.1.6	Verknüpfung von Stoff- und Wärmeübergang	30
4.1.7	Beharrungstemperatur	30
4.2	Inaktivierung	31
4.2.1	Thermische Inaktivierung und freie Reaktionsenthalpie	31
4.2.2	Modellierung der nicht-thermischen Inaktivierung	34
4.3	Verknüpfung von Trocknungs- und Inaktivierungsmodell	35
4.4	Simulation der Gesamtinaktivierung während der Trocknung	36

<b>5. Material, Methoden und Versuchsdurchführung</b>	<b>38</b>
5.1 Charakterisierung des Mikroorganismus	38
5.2 Medien	38
5.3 Biomassegewinnung	39
5.3.1 Kulturführung	39
5.3.2 Fermentation	40
5.4 Trocknungsanlage und Versuchsdurchführung	41
5.5 Aktivitätsbestimmungen	45
5.5.1 Rehydratation	45
5.5.2 Keimzahlbestimmung	46
5.5.2 Abbauaktivität	46
5.6 Sorptionsisothermen	47
5.7 Thermische Inaktivierungsexperimente	49
5.8 Proteinbestimmung	49
5.9 Kalorimetrische Bestimmung der Proteindenaturierung mit DTA	50
5.10 Bestimmung des Zellwassergehaltes	51
5.10.1 Experimentelles Vorgehen	51
5.10.2 Berechnung des osmotischen Wassertransfers	55
<b>6. Experimentelle Ergebnisse</b>	<b>57</b>
6.1 Aktivitätsbestimmung	57
6.2 Biomasseproduktion	60
6.3 Sorptionsisothermen	61
6.4 Thermische Inaktivierung	64
6.5 Trocknungsverlauf	72
6.6 Aktivitätsverläufe und deren Einflußgrößen	78
6.6.1 Trocknungstemperatur	79
6.6.2 Strömungszustand	80
6.6.3 Relative Luftfeuchtigkeit	82
6.6.4 Suspensionsmedium	83
6.6.4.1 Vergleich von Mineralsalz, Gelatine und Saccharose	83
6.6.4.2 Höherwertige Ionen und Inosit	84
6.6.5 Porositätsveränderung der Cytoplasmamembran	85

6.7	Thermische Schädigung bei der Trocknung	89
6.7.1	Trocknungstemperatur und Restaktivität	89
6.7.2	Nachweis der thermischen Schädigung bei der Trocknung	90
6.8	Nicht-thermische Schädigung	92
6.8.1	Zusammenhang von Osmolalität, zellulärem Wassergehalt und Gutsfeuchte	92
6.8.2	Zusammenhang von Aktivität und Osmolalität	97
6.8.3	Gelatinekonzentration	101
6.8.4	Vorhaltetemperatur	102
<b>7</b>	<b>Diskussion</b>	<b>104</b>
7.1	Vergleich von Experiment und Modellrechnung	104
7.1.1	Trocknungsverlauf	104
7.1.2	Modellierung des thermischen Aktivitätsverlaufes	107
7.1.3	Nicht-thermische Schädigung	112
7.2	Diskussion der Dehydrierungsschädigung	118
7.2.1	Wirkungsweise der Gelatine	119
7.2.2	Zusammenhang von Inkubationstemperatur und Cytoplasmamembran	122
7.3	Technische Konsequenzen	124
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>126</b>
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>132</b>
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>137</b>