

Dipl.-Ing. Harald Bäder, Karlsruhe

**Über das Trocknungs-  
verhalten und  
die Migration bei der  
Hochfrequenz-trocknung  
von Einzelkörpern**

Reihe **3**: Verfahrenstechnik

Nr. **519**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>VIII</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1. Einführung .....	1
1.2. Stand des Wissens .....	4
1.3. Zielsetzung.....	6
<b>2. Theorie</b>	<b>8</b>
2.1. Feldberechnung bei der Hochfrequenztrochnung .....	8
2.1.1. Die wirbelstromfreie quasistationäre Näherung.....	8
2.1.2. Grenzverhalten der Feldgrößen .....	10
2.1.3. Analytische Lösungen für Platte, Zylinder und Kugel.....	10
2.1.4. Die äußere Feldstärke .....	13
2.2. Energieeintrag durch das elektrische Feld .....	14
2.3. Die Dielektrizitätskonstante des Trocknungsguts.....	17
2.3.1. Polarisation.....	17
2.3.2. Die Dielektrizitätskonstante von Wasser.....	18
2.3.3. Die Dielektrizitätskonstante heterogener Systeme.....	22
2.4. Einfache Modellierung der Hochfrequenztrochnung .....	25
2.5. Schlußfolgerungen für die Hochfrequenztrochnung .....	27
<b>3. Experimentelles</b>	<b>32</b>
3.1. Versuchsmaterialien .....	32
3.1.1. Trocknungsgut.....	32
3.1.2. Gutsfeuchte.....	35
3.2. Versuchsanlage .....	35
3.3. Versuchsdurchführung .....	39
3.4. Versuchsauswertung .....	42
3.4.1. Trocknungsverlauf und Temperaturverlauf.....	42
3.4.2. Feuchteprofile von Keramikkörpern .....	45
3.4.3. Salzprofile und Feuchteprofile von PUR-Schaumstoffkörpern .....	46
<b>4. Versuchsergebnisse und Diskussion</b>	<b>48</b>
4.1. Trocknungsverhalten von Keramikkörpern .....	48
4.1.1. Einfluß der Hochfrequenzspannung.....	49
4.1.2. Einfluß des Kondensatorplattenabstands.....	49
4.1.3. Einfluß der elektrischen Leitfähigkeit der Gutsfeuchte .....	51
4.1.4. Einfluß des Volumens des Trocknungsguts .....	53

4.1.5.	Einfluß der Geometrie des Trocknungsguts .....	54
4.1.6.	Einfluß des Materials .....	55
4.1.7.	Einfluß der Luftfeuchte .....	61
4.1.8.	Einfluß der Trocknungskanalwände .....	61
4.1.9.	Feuchteprofile von Zylindern .....	63
4.2.	Migration bei der Hochfrequenztrocknung .....	67
4.2.1.	Temperaturprofil und Reproduzierbarkeit .....	68
4.2.2.	Einfluß der Hochfrequenzspannung .....	72
4.2.3.	Einfluß des Kondensatorplattenabstands .....	73
4.2.4.	Einfluß der Gutslänge .....	76
4.2.5.	Einfluß der Strömungsgeschwindigkeit .....	78
4.2.6.	Einfluß der Umströmungstemperatur .....	80
4.2.7.	Feuchteprofile und Salzprofile während der Trocknung .....	83
<b>5.</b>	<b>Vergleich Messung - Einfache Modellierung</b> .....	<b>91</b>
5.1.	Aerolith 5 .....	91
5.2.	PUR-Schaumstoff .....	102
<b>6.</b>	<b>Ausführliche Modellierung</b> .....	<b>109</b>
6.1.	Theoretische Grundlagen .....	109
6.1.1.	Feldgleichungen .....	110
6.1.2.	Bilanzen .....	113
6.1.3.	Kinetik .....	117
6.1.4.	Gleichgewicht .....	119
6.1.5.	Gleichungssystem .....	120
6.1.6.	Anfangsbedingungen und Randbedingungen .....	123
6.1.7.	Numerisches Lösungsverfahren .....	124
6.1.8.	Möglichkeiten und Grenzen der ausführlichen Modellierung .....	125
6.2.	Rechenergebnisse und Diskussion .....	127
6.3.	Vergleich mit der einfachen Modellierung und mit dem Experiment .....	141
<b>7.</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>148</b>
<b>8.</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>152</b>
8.1.	Stoffwerte .....	152
8.1.1.	Aerolith 5 .....	152
8.1.2.	PUR-Schaumstoff .....	153
8.1.3.	Wasser (1) .....	153
8.1.4.	NaCl-Lösung .....	155
8.1.5.	Luft (2) .....	157
8.1.6.	Wasserdampf-Luft Gemisch .....	158

---

8.2. Struktogramm des Rechenprogramms (einfache Modellierung).....	159
8.3. Trocknungsversuche.....	164
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>258</b>