

Institut für Landtechnik  
der  
Technischen Universität München  
in Weihenstephan

# Verfahrenstechnische Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen aus Lein und deren ökonomische und energetische Bewertung

von

Annette Ringleb

Vollständiger Abdruck der  
von der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau  
der Technischen Universität München  
zur Erlangung des akademischen Grades eines

**Doktors der Agrarwissenschaften**

genehmigten Dissertation

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. Dr. habil. M. Estler  
Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr. J. Schön  
2. Priv.-Doz. Dr. Dr. habil. G. Englert  
3. Univ.-Prof. Dr. G. Wenzel

Die Dissertation wurde am 20.05.96 bei der  
Technischen Universität München eingereicht und durch die  
Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau am 08.07.96  
angenommen

**Inhaltsverzeichnis**

**Abbildungsverzeichnis**

**Tabellenverzeichnis**

**Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen**

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b> .....	11
<b>2.</b>	<b>Stand des Wissens</b> .....	14
	2.1 Der Lein .....	14
	2.1.1 Verwendung und Anbau .....	14
	2.1.2 Eigenschaften der Leinfaser .....	16
	2.2 Ernte- und Aufbereitungsverfahren .....	20
	2.2.1 Ernteverfahren .....	20
	2.2.1.1 Traditionelle Ernteverfahren .....	20
	2.2.1.2 Röste .....	21
	2.2.1.3 Moderne Ernteverfahren .....	24
	2.2.2 Technische Aufbereitung .....	26
	2.2.3 Verarbeitung .....	32
	2.3 Bauphysikalische Anforderungen an Faserdämmstoffe .....	35
	2.4.1 Wärmeleitfähigkeit .....	36
	2.4.2 Festigkeitseigenschaften .....	41
<b>3.</b>	<b>Zielsetzung und methodisches Vorgehen</b> .....	43
<b>4.</b>	<b>Vorversuche zur Ernte und Probenherstellung</b> .....	46
	4.1 Ernte .....	46
	4.1.1 Faserlein .....	46
	4.1.2 Öllein .....	47
	4.2 Aufbereitung .....	48
	4.3 Verarbeitung .....	51
	4.3.1 Vliesbildung .....	51
	4.3.2 Verfestigung .....	55
<b>5.</b>	<b>Hauptversuche: Messung der bauphysikalischen Eigenschaften und der Faserparameter</b> .....	57
	5.1 Material und Methode .....	57
	5.1.1 Probenauswahl .....	57

## Inhaltsverzeichnis

---

5.1.2	Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit	58
5.1.3	Ermittlung der Faserparameter	60
5.1.4	Messung von Festigkeitseigenschaften	61
5.1.5	Messung der spezifischen Extinktion	62
5.2	Ergebnisse der bauphysikalischen Untersuchungen	62
5.2.1	Meßergebnisse Wärmeleitfähigkeit	62
5.2.2	Meßergebnisse Faserparameter	64
5.2.3	Zusammenhang von Wärmeleitfähigkeit und Faserparametern	66
5.2.4	Meßergebnisse Festigkeitseigenschaften	73
5.3	Folgerungen aus den Ergebnissen der bauphysikalischen Untersuchungen	75
<b>6.</b>	<b>Qualitative und wirtschaftliche Beurteilung der untersuchten Verfahren</b>	<b>76</b>
6.1	Qualitative Beurteilung der untersuchten Verfahren anhand technischer Kriterien	76
6.1.1	Qualitative Beurteilung der untersuchten Ernteverfahren	76
6.1.2	Qualitative Beurteilung der untersuchten Aufbereitungsverfahren	76
6.1.3	Qualitative Beurteilung der untersuchten Vliesbildungsverfahren	77
6.2	Wirtschaftliche Beurteilung der untersuchten Verfahren	78
6.2.1	Berechnungsgrundlagen	78
6.2.2	Modell	78
6.2.3	Methode	79
6.2.4	Wirtschaftliche Beurteilung der untersuchten Ernteverfahren	80
6.2.5	Wirtschaftliche Beurteilung der untersuchten Aufbereitungsverfahren	83
6.2.6	Wirtschaftliche Beurteilung der untersuchten Vliesbildungs- und Verfestigungsverfahren	88
6.3	Folgerungen aus der wirtschaftlichen Vergleichsrechnung	92
6.4	Energetische Beurteilung	93
<b>7.</b>	<b>Schlußfolgerungen und Einordnung der Ergebnisse</b>	<b>95</b>
<b>8.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>99</b>
<b>9.</b>	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>106</b>
<b>10.</b>	<b>Anhang</b>	<b>113</b>