

Institut für Landtechnik  
der Technischen Universität München

**Mechanische Belastungen  
bei der Ernte und Aufbereitung von Möhren**

**Heike Mempel**

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. H. Auernhammer

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. J. Meyer

2. Hon.-Prof. Dr. J. Zaske, Humboldt-Universität zu Berlin

Die Dissertation wurde am 20.01.2000 bei der  
Technischen Universität München eingereicht  
und durch die Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau  
am 17.04.2000 angenommen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>5</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>7</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>10</b>
<b>Verzeichnis der Abkürzungen</b> .....	<b>12</b>
<b>1 Einleitung und Problemstellung</b> .....	<b>13</b>
<b>2 Stand des Wissens</b> .....	<b>15</b>
2.1 Beschädigungen und deren Ursachen bei Ernte und Aufbereitung .....	15
2.2 Bewertung von Produktschäden .....	18
2.3 Objektive Quantifizierung mechanischer Belastungen.....	19
<b>3 Zielsetzung</b> .....	<b>21</b>
<b>4 Material und Methoden</b> .....	<b>22</b>
4.1 Anbau des Versuchsmaterials.....	22
4.2 Charakterisierung des Ausgangsmaterials .....	22
4.3 Belastungen in Praxisanlagen .....	23
4.4 Belastungen unter Laborbedingungen .....	27
4.4.1 Fallversuche.....	27
4.4.1.1 Einzelfallversuche .....	27
4.4.1.2 Mehrfachfallversuche.....	29
4.4.2 Schwingtisch.....	29
4.4.3 Kurzzeitlagerversuche im Anschluß an mechanische Belastungen.....	30
4.5 Meßverfahren zur Bewertung sichtbarer Beschädigungen .....	31
4.5.1 Bonitur der Beschädigungen.....	31
4.5.1.1 Bonitur nach Belastung in Praxisanlagen.....	31
4.5.1.2 Bonitur nach Belastungen unter Laborbedingungen .....	33
4.6 Meßverfahren zur Bewertung nicht sofort sichtbarer Schäden.....	33
4.6.1 Atmungsmessung.....	33
4.6.1.1 Aufbau der Anlage .....	33
4.6.1.2 Meßbedingungen - Einfluß von Luftstrom, Einlagerungsgewicht und Temperatur.....	35
4.6.1.3 Messung unterschiedlich belasteter Proben .....	36
4.6.2 Messungen zum Wasserhaushalt .....	39
4.6.2.1 Transpiration .....	39
4.6.2.2 Wasserpotential .....	40
4.6.3 Bestimmung von Gewebeeigenschaften.....	42

4.6.3.1	Werkzeuge / Prüfprogramm .....	43
4.7	Bestimmung der mechanischen Belastungen .....	46
4.7.1	Druckmeßkugel PMS-60 .....	46
4.7.1.1	Messungen in Praxisanlagen .....	47
4.7.1.2	Messungen unter Laborbedingungen .....	49
4.8	Statistische Verrechnungen .....	49
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>50</b>
5.1	Charakterisierung des Ausgangsmaterials .....	50
5.1.1	Atmung .....	50
5.1.2	Gewebeeigenschaften und Wasserhaushalt .....	53
5.2	Belastungen in Praxisanlagen .....	56
5.2.1	Bonitur .....	56
5.2.2	Atmung .....	60
5.2.3	Gewebeeigenschaften und Wasserhaushalt .....	63
5.2.4	Bestimmung der mechanischen Belastungen .....	66
5.3	Belastungen unter Laborbedingungen .....	70
5.3.1	Bonitur .....	70
5.3.2	Atmung .....	78
5.3.3	Gewebeeigenschaften und Wasserhaushalt .....	82
5.3.3.1	Transpiration .....	82
5.3.3.2	Elastizitätsmodul und Wasserpotential .....	83
5.3.4	Bestimmung der mechanischen Belastungen .....	89
<b>6</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>91</b>
6.1	Bewertung sichtbarer Beschädigungen .....	92
6.2	Bewertung nicht sichtbarer Beschädigungen .....	98
6.2.1	Atmung .....	98
6.2.2	Gewebeeigenschaften und Wasserhaushalt .....	103
6.3	Bestimmung von mechanischen Belastungen .....	108
6.3.1	Belastungen in Praxisanlagen .....	108
6.3.2	Übertragung der Belastungsmeßwerte auf das Beschädigungsverhalten von Möhren .....	111
<b>7</b>	<b>Schlußfolgerungen</b> .....	<b>115</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>117</b>
<b>9</b>	<b>Summary</b> .....	<b>120</b>
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>123</b>
<b>Anhang</b>	.....	<b>135</b>