

Institut für Landtechnik  
der Technischen Universität München  
in Weihenstephan

## **Statische und dynamische Gewichtsermittlung in Fahrzeugen und Maschinen zur Futterernte**

**Josef Rottmeier**

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. Schnyder  
Prüfer der Dissertation: 1. apl. Prof. Dr. H. Auernhammer  
2. Univ.-Prof. Dr. Dr.h.c.(AE) H. Schön  
3. Univ.-Prof. Dr. L. Reiner

Die Dissertation wurde am 06. 03. 1996 bei der  
Technischen Universität München eingereicht  
und durch die Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau  
am 08. 05. 1996 angenommen.

# Inhalt

Seite

<b>1. Einleitung</b> . . . . .	1
<b>2. Problemstellung</b> . . . . .	3
<b>3. Stand der Technik und des Wissens</b> . . . . .	5
3.1 Gewichtsermittlung . . . . .	6
3.1.1 Stationäre Wiegetechnik . . . . .	8
3.1.2 Mobile Gewichtsermittlung . . . . .	11
3.2 Volumenstrommessung . . . . .	14
3.3 Masseflußermittlung . . . . .	16
<b>4. Zielsetzung</b> . . . . .	18
<b>5. Methodenwahl</b> . . . . .	20
5.1 Dehnungsmeßstreifen . . . . .	21
5.2 Dehnungsaufnehmer . . . . .	26
5.3 Bohrlochensoren . . . . .	28
5.4 Wägezellen . . . . .	30
5.4.1 DMS - Wägezelle . . . . .	32
5.4.2 Elastostatische Wägezelle . . . . .	35
5.5 Dehnungsmessungen und Spannungsanalysen für unterschiedliche Lastfälle . . . . .	37
5.5.1 Zug-/Druckspannung . . . . .	37
5.5.2 Biegespannung . . . . .	39
5.5.3 Scherspannung . . . . .	40
5.6 Zusammenfassende Einordnung . . . . .	42
<b>6. Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung</b> . . . . .	44
6.1 Untersuchte Ernte- und Transportfahrzeuge . . . . .	44
6.2 Sensorapplikationen . . . . .	48
6.2.1 Sensorapplikation an der Deichsel . . . . .	54
6.2.2 Sensorapplikation an der Achse . . . . .	55
6.3 Signalaufbereitung und Datenerfassung . . . . .	59
6.4 Wiegeablauf . . . . .	64
6.4.1 Statische Gewichtsermittlung . . . . .	64
6.4.2 Dynamische Gewichtsermittlung . . . . .	65
6.5 Fehlerbetrachtung . . . . .	66
6.6 Datenauswertung . . . . .	69

## II

<b>7. Versuchsergebnisse</b>	71
7.1 Statische Messungen	72
7.1.1 Biegespannung an Achse und Deichsel	72
7.1.2 Scherspannung an der Achse	76
7.1.3 Wägezellen zwischen Achse und Rahmen	82
7.1.4 Wägezelle in der Anhängerkupplung	84
7.1.5 Praktische Wiegeergebnisse	85
7.1.6 Diskussion der statischen Ergebnisse	88
7.2 Dynamische Messungen	89
7.2.1 Verrechnung mit Beschleunigungskräften	93
7.2.1.1 Maximale Beschleunigungswerte	93
7.2.1.2 Beschleunigungskräfte an unterschiedlichen Sensor- applikationsstellen	94
7.2.2 Signalaufbereitung	100
7.2.2.1 Digitale Filterung	100
7.2.2.2 Mittelwertbildung	102
7.2.3 Diskussion der dynamischen Ergebnisse	107
<b>8. Verfahrenstechnische Einordnung der Ergebnisse</b>	110
8.1 Funktionssicherheit	110
8.2 Rechtliche Anforderungen	112
8.3 Aufrüstbarkeit, Nachrüstbarkeit und Kapitalbedarf	113
8.4 Verfahrenstechnische Einordnung	118
8.4.1 Arbeitszeit	119
8.4.2 Verfahrenskosten	120
8.4.3 Teilflächenbezug	122
8.4.4 Datenverarbeitung	122
8.5 Zusammenfassende Betrachtung	123
8.6 Weiterführende Arbeiten	123
<b>9. Zusammenfassung</b>	126
<b>10. Summary</b>	131
<b>11. Literatur</b>	133