

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik

Bodenbelastung und Bodenbeanspruchung unterschiedlicher Fahrwerkskonfigurationen

Rupert Geischer

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Agrarwissenschaften

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. J. Meyer

Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr. H. Bernhardt
2. Univ.-Prof. Dr. H. Auernhammer (i. R.)

Die Dissertation wurde am 11.01.2011 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt am 10.05.2011 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	14
Abkürzungen, Einheiten und Symbole	17
1 Einleitung	19
2 Problemstellung	21
3 Stand des Wissens	23
3.1 Grundlagen der Bodenmechanik	23
3.1.1 Bodenbelastung, Bodenbeanspruchung und Bodenverdichtung	24
3.1.1.1 Bodenverdichtungen	25
3.1.1.2 Anthropogene Bodenverdichtungen	26
3.1.2 Bodenkundliche Zusammenhänge	28
3.1.3 Technische Zusammenhänge	33
3.2 Bodenbeanspruchung durch landwirtschaftliche Fahrzeuge.....	50
3.3 Fahrwerke	53
3.3.1 Aufgaben und Anforderungen von Fahrwerken	53
3.3.2 Fahrwerkskomponenten.....	54
3.3.3 Fahrwerkskonfiguration und Aufbau	69
3.3.4 Einordnung landwirtschaftlicher Fahrwerke	76
3.3.4.1 Gesetzliche Vorgaben - Straßenverkehr.....	76
3.3.4.2 Bodenbelastung - Bodenbeanspruchung.....	78
4 Zielsetzung	84
5 Material und Methoden	89
5.1 Standortbeschreibung	91
5.2 Eingesetzte Fahrwerkstechnik.....	93
5.3 Fahrzeugparameter.....	95
5.4 Messprogramm auf den Parzellen.....	95
5.4.1 Dynamischer Druck - Messsysteme	96
5.4.2 Wahl der Schlauchdrucksonde	98
5.4.3 Dynamische Druckmessung.....	99
5.4.4 Eindringwiderstandsmessung - Penetrometer	105
5.4.5 Bodenphysikalische Kennwerte.....	106
5.4.5.2 Gesamtporenvolumen und Luftkapazität	107
5.4.6 Statistische Analyse der Messwerte	108

6	Ergebnisse	110
6.1	Standortanalyse - Bodenfeuchte	110
6.2	Maschinenparameter.....	112
6.3	Simulation mit TASC 2.0	113
6.4	Dynamische Bodendruckmessung	116
6.4.1	Analyse der Restdrücke	125
6.4.2	Dynamische Druckmessung unter Einbeziehung der Belastungsdauer	126
6.5	Eindringwiderstands- und Spurtiefenmessung.....	127
6.6	Bodenphysikalische Untersuchungen.....	130
7	Diskussion der Ergebnisse	141
7.1	Standortanalyse	141
7.2	Fahrzeugparameter.....	143
7.2.1	Rad- und Laufwerklasten.....	143
7.2.2	Mittlerer Kontaktflächendruck	144
7.3	Simulierte Druckspannungen (TASC 2.0).....	147
7.4	Bodendruckmessung mit Schlauchdrucksonden	150
7.4.1	Radfahrwerke.....	152
7.4.2	Gummibandlaufwerk (reibschlüssig).....	158
7.4.3	Gewichteter mittlerer verdichtungswirksamer Bodendruck (GMPw)	163
7.5	Eindringwiderstand.....	164
7.6	Fahrspursetzungen	167
7.7	Bodenphysikalische Parameter in Verbindung mit den Schadverdichtungsgrenzwerten	168
7.7.1	Trockenrohdichte	168
7.7.2	Gesamtporenvolumen, Luftkapazität und Luftleitfähigkeit.....	169
8	Schlussfolgerungen	173
9	Zusammenfassung	176
	Summary	179
	Literaturverzeichnis	181
	Anhang	192