

Department für biogene Rohstoffe und Technologie der Landnutzung
Institut für Landtechnik
der Technischen Universität München

Untersuchungen zur Applikationsqualität von computergestützten Flüssigmistausbringssystemen

CLAUS-ULRICH HONOLD

Vollständiger Abdruck der vom 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. U. SCHMIDHALTER

PRÜFER DER 1. Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c.(AE KESZTHELY) J. SCHÖN

DISSERTATION: 2. Univ.-Prof. Dr. H. AUERNHAMMER

Die Dissertation wurde am 12.09.2001 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch das Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung,
Landnutzung und Umwelt am 09.10.2001 angenommen.

Untersuchungen zur Applikationsqualität von computergestützten Flüssigmistausbringssystemen

1. Einleitung	1
2. Stand des Wissens	4
2.1 Flüssigmist	4
2.1.1 Nährstoffgehalte	4
2.1.2 Fließeigenschaften	5
2.2 Technik der Flüssigmistausbringung	9
2.2.1 Auslaufverhalten	10
2.2.1.1 Beschreibung der Technik	10
2.2.1.2 Beschreibung der Längsverteilung	11
2.2.1.3 Technische Möglichkeiten zur Beeinflussung des Durchsatzes	16
2.2.2 Querverteilung	16
2.2.2.1 Verteilaggregate für flächige Flüssigmistablage	17
2.2.2.2 Verteilaggregate mit bandförmiger Flüssigmistablage	17
2.2.2.2.1 Zentral passive Dosierorgane für bandförmige Flüssigmistablage	21
2.2.2.2.2 Zentral aktive Dosierorgane für bandförmige Flüssigmistablage	22
2.2.2.2.3 Dezentral aktive Dosierorgane für bandförmige Flüssigmistablage	27
2.3 Computergestützte Flüssigmistausbringung	30
2.3.1 Aufbau von Dosiersystemen	30
2.3.1.1 Prozeßrechner (Bordcomputer)	31
2.3.1.2 Meßsysteme (Sensoren)	35
2.3.1.2.1 Sensoren zur Erfassung der Geschwindigkeit	37
2.3.1.2.2 Sensoren zur Erfassung der Fördermenge	42
2.3.1.2.3 Sonstige Sensoren	46

2.3.1.3 Stellglieder (Aktoren)	47
2.3.1.3.1 Linearmotoren mit mechanischen Stellgliedern (Dosierstrategie 1).....	47
2.3.1.3.2 Stromregelventile (Dosierstrategie 2).....	49
2.3.2 Beispiele für Dosiersysteme	49
3. Zielsetzung	53
3.1 Defizite bei der Flüssigmistausbringung.....	53
3.2 Faktorenmodell	54
3.3 Anforderungen an die Technik zur Flüssigmistausbringung	56
3.4 Teilziele	56
4. Material und Methoden.....	58
4.1 Versuchsaufbau	58
4.1.1 Konzeption und Aufbau des Prüfstandes.....	58
4.1.2 Technische Daten.....	61
4.1.3 Datenaufbereitung	62
4.2 Untersuchtes Gerät.....	62
4.3 Versuchsplanung.....	64
4.3.1 Flüssigmist.....	64
4.3.2 Versuchsschema für Durchsatz und Querverteilmgüte.....	65
4.3.2.1 Versuchsplan - Durchsatz und Querverteilmgüte.....	65
4.3.2.2 Bewertungskriterien.....	66
4.3.2.2.1 Bewertungskriterien Durchsatzmessung.....	66
4.3.2.2.2 Bewertungskriterien Querverteilung.....	69
4.3.3 Versuchsschema dynamische Mengenanpassung.....	72
4.3.3.1 Versuchsplan Schlupfkompensation	72
4.3.3.2 Versuchsplan variable Mengenanpassung	73

4.4 Einordnung des Prüfstandkonzeptes	73
5. Ergebnisse und Diskussion.....	75
5.1 Durchsatz.....	75
5.1.1 Dosiergenauigkeit und Dosierbereich.....	75
5.1.2 Systemübergreifende Diskussion der Dosiergenauigkeit und Folgerungen für die Neukonzeption Computergestützter Flüssigmistausbringsysteme	92
5.1.3 Systemübergreifende Diskussion Dosierbereich und Dosierspanne	96
5.1.4 Anlauf- und Entleerungsphase ausgewählter Systeme.....	97
5.2 Querverteiltgüte	101
5.2.1 Dezentrale Verteiler	101
5.2.1.1 Dezentral passiv: Düsenbalkenverteiler (System I).....	101
5.2.1.2 Dezentral aktiv: elektrisch angesteuerte Preßluftventile (System V)	104
5.2.2 Zentralverteiler	107
5.2.2.1 Zentralverteiler mit hydraulischem Antrieb	107
5.2.2.2 Zentralverteiler mit mechanischem Antrieb	115
5.2.3 Zusammenfassung der Ergebnisse zur Querverteilung und systemübergreifende Diskussion.....	117
5.3 Dynamische Mengenanpassung	119
5.3.1 Schlupfkompensation.....	119
5.3.2 Mengenverstellung.....	121
5.3.3 Diskussion der Ergebnisse zur dynamischen Mengenanpassung.....	122
6. Verfahrenstechnische Einordnung der Ergebnisse und Ableitung weiterführender Arbeiten	124
7. Zusammenfassung.....	127

LiteraturverzeichnisL, S.1 - 7

Anhang

Anhang 1: Programmlisting TestPoint A 1, S. 1 - 4

Anhang 2: Berechnung Dosiergenauigkeit A 2, S. 1 - 17

Anhang 3: Zeiten für Anlauf- und Entleerungsphase A 3, S. 1 - 5

Anhang 4: Dynamische Mengenanpassung A 4, S. 1 - 21

Anhang 5: Querverteilung A 5, S. 1 - 12