

Lehrstuhl für Landtechnik
der Technischen Universität München

VJK
Entwicklung und Validierung einer Chemosensor-Technologie zur
kontinuierlichen Geruchsmessung in Rinder- und Schweineställen

Barbara Maier

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.) genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. R. Meyer-Pittroff

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. (AE Keszthely) J. Schön,
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing., Dr.-Ing. h.c. P. A. Wilderer

Die Dissertation wurde am 27.05.2002 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt am 01.07.2002 angenommen.

INHALT:

1	Einleitung und Problemstellung	10
2	Stand der Technik	13
2.1	Probenahme	14
2.1.1	Probenahme in Gasprobenbeuteln	14
2.1.2	Probenahme durch Anreicherung auf Feststoffen	15
2.1.3	Probenahme durch Anreicherung in flüssigen Medien	16
2.1.4	Bewertung der Probenahmetechniken	16
2.2	Volumenstrommessung	17
2.3	Photoakustische Infrarot Spektroskopie (PAS)	18
2.4	Methoden zur Geruchsmessung	19
2.4.1	Olfaktometrie	20
2.4.1.1	Probandenkollektiv	21
2.4.1.2	Olfaktometer	22
2.4.1.3	Ablauf der olfaktometrischen Untersuchung	22
2.4.1.4	Geruchsstoffkonzentrationen	23
2.4.1.4.1	Geruchsschwelle (Wahrnehmungsschwelle)	23
2.4.1.4.2	Erkennungsschwelle	24
2.4.1.4.3	Geruchsintensität	24
2.4.1.4.4	Hedonische Geruchswirkung	25
2.4.2	Chemosensor-Array	26
2.4.2.1	Metalloxid-Sensoren	27
2.4.2.2	Polymer-Sensoren	28
2.4.2.3	Quarz Microbalance-Sensoren	28
2.4.2.4	Auswertungen	29
2.4.3	Gaschromatographie-Massenspektroskopie	31
2.5	Bewertung des Standes der Technik	32
3	Zielsetzung	34
4	Material	35
4.1	Geruchsproben und deren Herstellung	35
4.2	Stallluftproben	36
5	Methoden Ergebnisse und Diskussion	37
5.1	Probenahme	37
5.1.1	Vergleich von Kunststofffolien für Gasprobenbeutel	37
5.1.1.1	Wiederfindungsraten von Methan	38

5.1.1.2	Wiederfindungsraten von Ammoniak	38
5.1.1.3	Wiederfindungsraten bei Stallluft.....	39
5.1.1.4	Diskussion der Materialien für Gasprobenbeutel:.....	40
5.2	Methode der Olfaktometrie	42
5.2.1	Überprüfung des Probandenkollektives	43
5.2.1.1	Beispiel einer Überprüfung einer Olfaktometriegruppe mit n-Butanol	44
5.2.1.2	Beispiel einer Überprüfung einer Olfaktometriegruppe mit Schwefelwasserstoff	45
5.2.2	Konzentrationsmessung mittels Olfaktometrie	47
5.2.3	Diskussion der Olfaktometrie	50
5.3	Chemosensor-Array	52
5.3.1	Methode der Chemosensor-Messungen	52
5.3.2	Einfluss der Nullluft auf die Messungen.....	56
5.3.3	Adaption für Aussenmessungen.....	58
5.3.4	Anpassung der Messroutine	59
5.3.5	Reproduzierbarkeit des Sensorsummensignals	60
5.3.6	Sensorsummensignal bei quantitativen Messungen.....	62
5.3.7	Diskussion der Methodenentwicklung Chemosensor-Array.....	63
5.4	Zusammenführung der Werte der Olfaktometrie und der Chemosensoren (Entwicklung der kontinuierlichen Geruchsmessung).....	64
5.4.1	Diskussion der Zusammenführung der Werte der Olfaktometrie und der Chemosensoren.....	65
5.4.2	Statistik	67
5.5	Erprobung des entwickelten Systems bei kontinuierlichen Messungen.....	68
5.5.1	Monitoring an einem Rinderstall.....	68
5.5.1.1	Betrieb	68
5.5.1.2	Versuchsaufbau	68
5.5.1.3	Kalibration.....	69
5.5.1.4	Monitoring der Geruchsstoffkonzentrationen	69
5.5.2	Monitoring an zwei Stallabteilen für Mastschweine	70
5.5.2.1	Betrieb	71
5.5.2.2	Volumenstrommessung	71
5.5.2.3	Versuchsaufbau	71
5.5.2.4	Kalibration.....	71
5.5.2.5	Monitoring der Geruchsstoffkonzentrationen	73
5.5.2.6	Monitoring der Geruchsemissionsraten.....	74
5.5.3	Vergleich von Haltungssystemen in der Mastschweinehaltung.....	77
5.5.3.1	Betrieb	77
5.5.3.2	Versuchsaufbau	78
5.5.3.3	Volumenstrommessung	79
5.5.3.3.1	Volumenstromermittlung in den Außenklimastall- Versuchsabteilen.....	79
5.5.3.3.2	Volumenstrombestimmung im konventionellen Warmstall.....	79
5.5.3.4	Kalibration.....	80
5.5.3.5	Monitoring der Geruchsstoffkonzentrationen	80
5.5.3.6	Monitoring der Geruchsemissionsraten.....	81
5.5.4	Diskussion der Ergebnisse der Monitorings	84

6	DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN: EIGNUNG DES SYSTEMS ZUR KONTINUIERLICHEN GERUCHSMESSUNG.....	86
7	WEITERFÜHRENDE ARBEITEN.....	88
8	ZUSAMMENFASSUNG	89
9	SUMMARY	92