Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Gelbes Heft 63

Geruchsfahnenbegehungen an Rinderställen

Landtechnische Berichte aus Praxis und Forschung

IMPRESSUM:

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
Postfach 22 00 12, 80535 München • http://www.stmelf.bayern.de/
RB-Nr. 08/99/20
Juni 1999

Redaktion: Referat Landmaschinenwesen und Energiewirtschaft
Die Beiträge dieser Schriftenreihe geben die Auffassung und Erkenntnisse der abfassenden Personen wieder.

Geruchsfahnenbegehungen

an Rinderställen

Bayerische Landesanstalt für Landtechnik
der Technischen Universität München – Weihenstephan

Vorstand:
Prof. Dr. Dr. h.c. (AE) Hans Schön

Projektleiter:
Akad. Dir. Dr.-Ing. H.-D. Zeisig

Sachbearbeiter:
Dr.-Ing. H.-D. Zeisig
Dipl.-Ing. (FH) G. Langenegger

unter Mitarbeit von:
J. Bachmaier, Altötting/Mühldorf
R. Böhner, Münchberg
W. Gerlach, Neumarkt
J. Huber, Ansbach
G. Mantel, Würzburg
D. Schoeley, Augsburg
L. Thomas, München
J. Wagner, Regensburg
W. Vollmer, Bayreuth
H. Zieglmair, Landshut

Inhalt

			Seite:
1.		Einleitung	7
2.		Zielsetzung	8
3.		Erkenntnisstand	9
4.		Versuchsdurchführung	15
5.		Ergebnisse	20
	5.1.	konventionelle Ställe	29
	5.2.	Aussenklimaställe	40
	5.3.	Geruchsfahnenbegehungen nach VDI 3940	45
6.		Prognosemodell für Geruchsimmissionen aus der Rinderhaltung	58
7.		Gültigkeitsbereich	74
8.		Zusammenfassung	75
9.		Literatur	77
Anhang:		Muster der Formblätter für die Durchführung der Begehungen (Blatt 1- 3)	

Verwendete Symbole:

(¯)	=	nicht signifikant
(*)	=	schwach signifikant
(**)	=	signifikant (99%-Niveau)
(***)	=	hoch signifikant (99,9%-Niveau)
log(10)	=	Logarithmus (zur Basis 10) – gleichbedeutend mit lg –
r	=	Korrelationskoeffizient
s´	=	Standartabweichung des Logarithmus
y	=	dokumentierter Testwert der Geruchsschwellenentfernung [m]
y´	=	Logarithmus der Geruchsschwellenentfernung, ergänzt durch additives Glied
ÿ´	=	Mittelwert des Logarithmus, ergänzt durch additives Glied
ÿ	=	geometrischer Mittelwert der Geruchsschwellenentfernung
µ(95%)	=	Unsymetrischer 95%-Vetrauensbereich für den Mittelwert der Grundgesamtheit
GV	=	Großvieheinheit, entspricht 500 kg Lebendmasse
GE	=	olfakrometrisch bestimmte Geruchseinheit – definitionsgemäß bedeutet 1 GE/m³ die unterste, mit der menschlichen Nase zu detektierende Geruchsstoffkonzentration

Vorwort:

Tierhaltungsbetriebe sind immer mit Geruchsemissionen verbunden, deren Ausbreitung in der näheren Umgebung zu berechtigten oder auch unberechtigten Beschwerden der Anwohner fuhren kann.

Mit diesen müssen sich zum einen die Betriebsleiter auseinandersetzen, zum anderen können sich ihnen auch die Genehmigungsbehörden oder die mit der Ortsplanung Beauftragten nicht verschließen.

In der vorliegenden Arbeit wird aufbauend auf den Ergebnissen von Geruchsfahnenbegehungen sowohl an konventionellen Rinderställen als auch an den in neuerer Zeit an Bedeutung gewinnenden Aussenklimaställen ein Prognosemodell für die zu erwartenden Geruchsimmissionen der Rinderhaltung erstellt, das eine Beurteilung der Immissionen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes erlaubt.

Zur Erzielung möglichst weitgehend gesicherter Ergebnisse wurden die dazu notwendigen Geruchsfahnenbegehungen in mehreren Gruppen durch eine größere Anzahl von Probanden an Rinderhaltungsbetrieben in den sieben Regierungsbezirken Bayerns durchgeführt.

Diese Untersuchungen waren nur durch die finanzielle und sachliche Unterstützung des Bayer. Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten möglich.

Die tatkräftige und engagierte Mitarbeit der Fachberater für Landtechnik und Fachberater für landwirtschaftliches Bauen der Dienststellen des Bayer. Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie von Umweltschutzingenieuren der Genehmigungsbehörden und die Mitarbeit der Probanden ermöglichten die zügige Durchführung der Untersuchungen. Für diese umfassende Mitarbeit danken wir den Beteiligten.

Genau so danken wir aber auch den Betriebsinhabern, die ihre Betriebe für diese Untersuchungen zur Verfügung gestellt haben.

(Prof. Dr. Hans Schön)

Geruchsfahnenbegehungen an Rinderställen

H. D. Zeisig und G. Langenegger
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Freising-Weihenstephan

1. Einleitung:

Die Haltung von landwirtschaftlichen Nutztieren ist i.d.R. immer mit verschiedenen Emissionen verbunden. Eine dieser Emissionen ist der Geruch, der u.U. eine Belästigung für benachbarte Anwohner darstellen kann. Allerdings ist nicht jede Geruchswahrnehmung eine Belästigung, geschweige denn eine erhebliche Belästigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (21) oder eine "wesentliche" Beeinträchtigung gemäß § 906 Bürgerliches Gesetzbuch.
Erst wenn eine "erhebliche Belästigung" vorliegt oder zu befürchten ist, hat das entsprechende Konsequenzen für den Betreiber einer Tierhaltungsanlage - genauso aber auch für die Träger der Planungshoheit und die Genehmigungsbehörden.

Gerüche aus Tierstallungen sind komplexe Gemische aus einer Vielzahl von Komponenten. So wurden beispielsweise im Güllegeruch - aber auch in der Stalluft - bisher rd. 250 verschiedene chemische Verbindungen nachgewiesen, von denen allerdings nur rd. 170 identifiziert worden sind.
Die menschliche Nase ist durchaus in der Lage, z.B. einen Rinderstallgeruch eindeutig von einem Schweinestallgeruch zu unterscheiden. Analytisch sind offensichtlich sowohl im Rinderstallgeruch als auch im Schweinestallgeruch in etwa die gleichen Komponenten vorhanden, allerdings mit Konzentrationsunterschieden einzelner chemischer Verbindungen bzw. Verbindungsgruppen (5,14). Daher ist es bislang nicht gelungen, durch Analyse der Einzelkomponenten das gewählte Beispiel des Rinderstallgeruches eindeutig von dem Schweinestallgeruch zu unterscheiden. Dies ist aufgrund neuerer Erkenntnisse wohl nur möglich durch den Einsatz spezieller, unspezifisch reagierender Detektoren (Stichwort: "künstliche Nase").
Aus diesem Grund ist beim augenblicklichen Entwicklungsstand der menschliche Geruchssinn nach wie vor das empfindlichste "Instrument" für die Erkennung und Unterscheidung von Gerüchen bzw. deren Klassierung.
Allerdings ist der menschliche Geruchssinn bzw. die menschliche Nase auch das Sinnesorgan, das u.a. durch subjektive Einflüsse mit am stärksten beeinflußt und somit manipuliert werden kann.
Aufgrund der Tatsache, daß emittierte Gerüche ggf. auch eine erhebliche Belästigung darstellen können, wobei erfahrungsgemäß der Belästigungsgrad mit der Entfernung von der Emissions-

quelle abnimmt, behilft man sich mit Abstandsregelungen, wie sie beispielsweise in der VDI-Richtlinie 3471 (27) oder auch der VDI-Richtlinie 3472 (28) enthalten sind.
Auch für die Rinderhaltung hat man versucht, eine VDI-Richtlinie (30) auf der Basis der VDI-Richtlinie 3471 und 3472 einzuführen. Der Gründruck dieser Richtlinie ist allerdings aufgrund offensichtlicher Mängel zurückgezogen worden.

Berücksichtigt man, daß der Geruchseindruck bzw. das Geruchsempfinden (hedonische Geruchswirkung) z.B. eines Schweinestallgeruches oder eines Hühnerstallgeruches ein anderer ist als der eines Rinderstallgeruches und daß offensichtlich die Staubkonzentrationen in der Stalluft bei Rinderställen und somit auch die emittierten Staubkonzentrationen deutlich niedriger sind als z.B. bei Schweineställen und Hühnerställen (1,20), so kann daraus geschlossen werden, daß die Entfernung, in der ein Rinderstallgeruch wahrgenommen werden kann anders sein wird als z.B. die eines Schweinestallgeruches bzw. die des entsprechenden Schweinestalles.

U.a. zum Erreichen einer ausreichenden Planungssicherheit besteht allerdings ein Bedarf an möglichst gut gesicherten Erkenntnissen über die zu erwartenden Geruchsemissionen aus Rinderhaltungsbetrieben bzw. die einzuhaltenden Abstände zu derartigen Betrieben bzw. Stallungen. Dieser Bedarf läßt sich nur befriedigen bei Vorliegen möglichst weitgehend gesicherter Erkenntnisse über die tatsächlich auftretenden Entfernungen, in denen ein Rinderstallgeruch wahrgenommen werden kann. Auf dieser Basis muß dann versucht werden, das für die Verwaltungspraxis bzw. die Genehmigungsbehörden wichtige Maß der Erheblichkeit einer Beeinträchtigung durch Gerüche aus der Rinderhaltung zu definieren.

2. Zielsetzung:

Ziel der durchgeführten Untersuchungen war zunächst, bei einer möglichst großen Anzahl von Rinderstallungen und mehrfachen Begehungen der Geruchsfahnen festzustellen, bis zu welcher Entfernung ein Rinderstallgeruch überhaupt wahrgenommen werden kann.
Diese Untersuchungen sollten zunächst an möglichst "normalen" Rinderstallungen in ihren verschiedenen Variationen bzw. Aufstallungsformen vorgenommen werden. Diese Gruppe der nachfolgend als "konventionelle" Ställe bezeichneten Rinderhaltungsbetriebe wurde in den Sommermonaten des Jahres 1993 untersucht (20).
Da in neuerer Zeit u.a. aus Kostengründen - aber auch aus tierhalterischen Gründen - sog. Außenklimaställe für die Rinderhaltung zunehmend an Bedeutung gewinnen, waren die gleichen Untersuchungen auch an einer möglichst großen Anzahl derartiger Außenklimaställe in ihren verschiedenen Variationen durchzuführen, um festzustellen, ob es bzgl. der Auswirkung der

Geruchsemissionen derartiger Außenklimaställe Unterschiede zu der Gruppe der "konventionellen" Ställe gibt.
Diese Untersuchungen der Außenklimaställe wurden im Laufe des Jahres 1997 - vorwiegend während der Sommermonate - durchgeführt.

Da im Laufe des Jahres 1993 die endgültige Fassung der VDI-Richtlinie 3940 (26) bekannt gemacht wurde, waren die in 1997 durchgeführten Untersuchungen der Außenklimaställe zu ergänzen durch Geruchsfahnenbegehungen nach VDI-Richtlinie 3940, um festzustellen, inwieweit die Ergebnisse von zwei verschiedenen Begehungsmethoden übereinstimmen bzw. voneinander abweichen.

Bei allen Untersuchungen war insbesondere zu berücksichtigen, daß das mit den gewonnenen Daten zu erstellende Prognosemodell eine Entscheidungshilfe für den Begriff der "erheblichen Belästigung" bzw. "wesentlichen" Beeinträchtigung liefern muß.

Bei einer Rinderhaltung ist das eigentliche Stallgebäude - oder die bei Außenklimaställen evtl. vorhandene, zum Stallgebäude gehörende freie Lauffläche - nicht die einzige Emissionsquelle für Gerüche. Weitere Emissionsquellen sind beispielsweise die Gülle- oder auch Festmistlagerung sowie die Silagelagerung.

Ziel der Untersuchungen war es daher auch, soweit als möglich auch diese zu der Rinderhaltung gehörenden Nebeneinrichtungen mitzuerfassen.

Unterschiedliche Haltungsverfahren oder Aufstallungsformen können unterschiedliche Geruchsemissionen hervorrufen. Daher sollten mit den durchgeführten Untersuchungen auch Hinweise gefunden werden, ob bestimmte Aufstallungsformen bzw. Haltungsverfahren besonders "emissionsträchtig" bzgl. der Geruchsemissionen sind.

3. Erkenntnisstand:

Für die Stallentlüftung von Rindviehställen sind i.d.R. Zwangslüftungsanlagen die Ausnahme. Lediglich Betriebe der spezialisierten Kälbermast sind häufig aufgrund der dort vorherrschenden Stallbauformen auf eine Zwangslüftung angewiesen. Das gleiche gilt auch z.B. für Bullenmastbetriebe mit Schlempefütterung, bei denen während der "Schlempe"-Saison (Spätherbst und Winter) aus Gründen der schnelleren Abfuhr des erhöhten Feuchtigkeitsanfalls eine Zwangsentlüftung der Ställe normalerweise angebracht und auch erforderlich ist.

Aber auch diese zuletzt genannten Stallungen arbeiten häufig während der Sommermonate bzw. außerhalb der "Schlempe"-Saison mit ausgeschalteten Ventilatoren und geöffneten Fenstern und Türen, d.h., mit einer freien Lüftung, die vorwiegend durch Temperaturunterschiede und Windkräfte beeinflußt wird.
Die Gründe dafür mögen in dem erhöhten Energiebedarf für die Zwangslüftung zu suchen sein, da beispielsweise ein Bullenmaststall mit ganzjähriger Zwangsentlüftung einen spezifischen Energieverbrauch für die Zwangslüftung von etwa 95 kWh/Bullenmastplatz und Jahr aufweist (16).

Milchviehhaltungsbetriebe und auch normale Rindermastbetriebe besitzen i.d.R. eine freie Lüftung, (Dunstkamine, Trauffirst- oder Traufschachtlüftung bzw. speziell in neuerer Zeit sog. Außenklimaställe).
Zwangsentlüftungsanlagen, die auch ganzjährig in Betrieb sind, sind in diesem Bereich relativ selten anzutreffen. Sie werden nur dort eingesetzt, wo in dieser Beziehung besonders ungünstige Stallbauformen eine Zwangsentlüftung erforderlich machen. Allerdings erfolgt dann normalerweise die Frischluftzuführung in den Stall über entsprechend zu öffnende Fenster und auch Türen, d.h., unkontrolliert, so daß auch in diesen Fällen häufig eine Kombination aus Zwangsentlüftung und freier Lüftung vorliegt.
Ein Grund für den relativ seltenen Einsatz von Zwangslüftungsanlagen in der Milchviehhaltung kann u.U. der relativ hohe Energiebedarf von etwa 165 kWh/Kuhplatz und Jahr (16) für den Betrieb einer derartigen Zwangslüftungsanlage sein, ein weiterer Grund ist auf jeden Fall die z.B. gegenüber Mastschweinen erheblich größere Temperaturtoleranz des Rindviehs.

Gegenüber Ställen mit Zwangsentlüftung besitzen Ställe mit freier Lüftung keine gezielte Abluftführung bzw. keinen eindeutig zu definierenden Bereich, in dem die Abluft austritt.

Abbildung 1 zeigt als Beispiel das Schema eines Trauf-First-Lüftungsstalles mit Windanströmung in Längsrichtung. Unter diesen Windrichtungsbedingungen tritt die Abluft überwiegend im Bereich der Luv-Seite sowohl im Firstbereich als auch im Traufenbereich aus, während der Frischlufteintritt überwiegend im Lee-Bereich sowohl an den Traufen als auch im First liegt.

Ändert sich bei dem Schema nach Abbildung 1 die Windrichtung, so verändert sich auch der Abluftaustritt bis hin zu reiner Seitenanströmung des Stallgebäudes, bei der unter bestimmten Windgeschwindigkeiten sogar sämtliche Abluft an der Lee-Seite im Traufbereich austritt, während die Frischluft sowohl im Firstbereich als auch an der Luv-seitigen Traufe in den Stallraum eintritt.

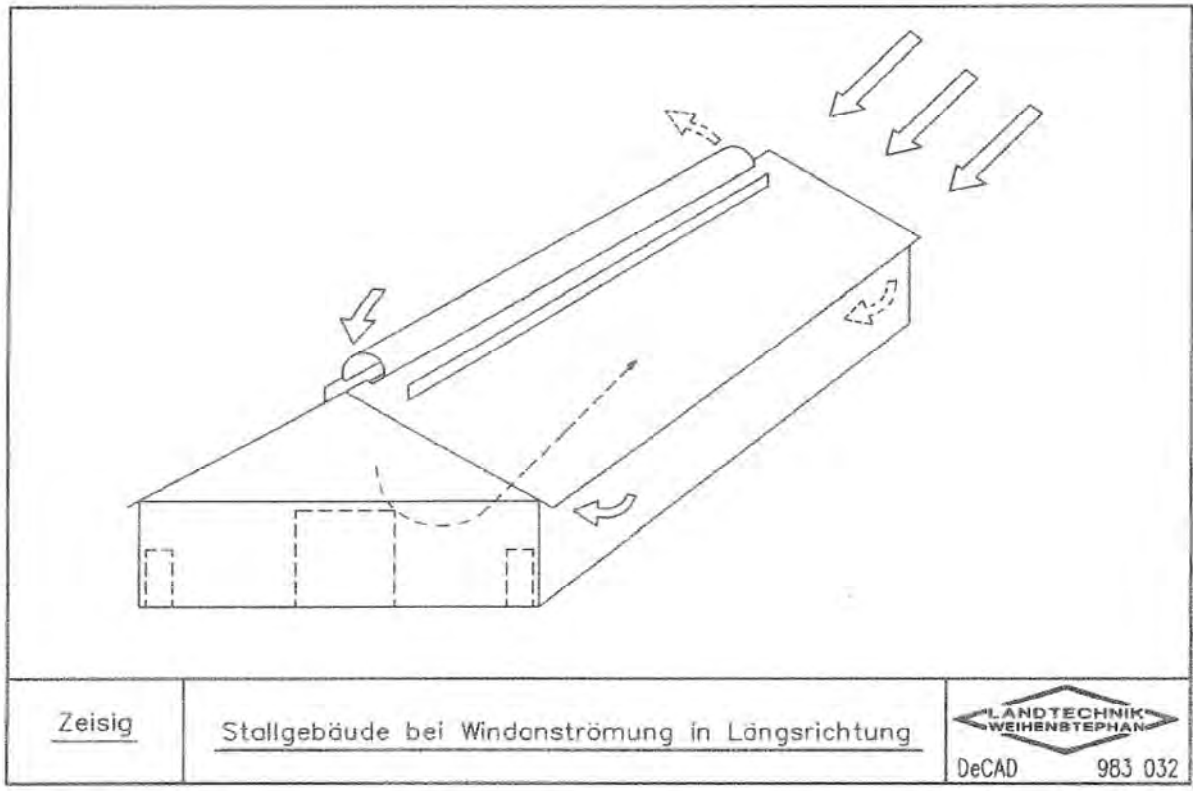


Abbildung 1

D.h., der konstruktiv für den Abluftaustritt vorgesehene Bereich im First eines derartigen Stalles (und analog auch der für den Frischlufteintritt vorgesehene Bereich an den Traufen) bestätigt sich unter praktischen Bedingungen i.d.R. nicht - einen Abluftaustritt nur im Firstbereich erhält man normalerweise nur bei absoluter Windstille und entsprechenden Temperaturdifferenzen zwischen Stalluft und Außenluft.

Das hat zur Folge, daß man bei derartigen Stallsystemen und auch ähnlichen Stallsystemen, die mit freier Lüftung betrieben werden, nicht von einem festen Emissionsschwerpunkt ausgehen kann. Der Emissionsschwerpunkt ändert seine Lage vorwiegend abhängig von der Windrichtung und auch der Windgeschwindigkeit, mit der ein derartiges Stallgebäude angeströmt wird. Diese Beobachtungen beruhen keineswegs auf neuen Erkenntnissen, sie wurden bereits im Rahmen von Untersuchungen zur Luftführung in Ställen (17,18) gemacht.

Ähnliche Beobachtungen lassen sich auch bei den sog. Außenklimaställen machen - es ist also keineswegs so, daß auch ein Außenklimastall vollkommen gleichmäßig durchströmt wird - es

treten auch hierbei immer Bereiche mit unterschiedlicher Durchströmung bzw. mit unterschiedlicher Belüftungsintensität und einer entsprechenden Verschiebung des Austritts der Abluft auf.

Geht man davon aus, daß bei freibelüfteten Ställen die Stalluft an den unterschiedlichsten Stellen austritt, ergeben sich nicht nur die in (17) und (18) beschriebenen Konsequenzen für die Stallhaltung, sondern auch die Frage nach der sinnvollen Definition eines Emissionsschwerpunktes, auf den sich evtl. Abstandsregelungen beziehen - wie z.B. in (27), (28) oder auch (30) versucht. Das gleiche gilt auch für das in der TA-Luft (22), dort in Abbildung 5 im Anhang wiedergegebene Abstandsdiagramm.

Für Geruchsimmissionen aus Vielstoffgemischen - wie sie die Geruchsimmissionen eines Tierhaltungsbetriebes bzw. eines Rinderstalles darstellen - existiert noch keine Meßmethode, die eine Festlegung von Grenzwerten erlaubt.
Obwohl die zur Zeit laufenden Untersuchungen mit Sensorarrays (Stichwort: "künstliche Nase") recht vielversprechend sind, ist dieses neue Verfahren zur Zeit noch nicht anwendbar.

Daher behilft man sich mit Abstandsregelungen, wie beispielsweise in der VDI-Richtlinie 3471 (Emissionsminderung Tierhaltung Schweine, (27)) und 3472 (Emissionsminderung Tierhaltung Hühner, (28)) wiedergegeben. Es wurde auch versucht, aufbauend auf die VDI-Richtlinie 3471 (27) das gleiche Schema für die Rinderhaltung anzuwenden (zurückgezogener Entwurf der VDI-Richtlinie 3473, Emissionsminderung Tierhaltung Rinder, (30)).

Die Abstandsregelung der VDI-Richtlinie 3471 und 3472 basiert auf Begehungen von Tierhaltungsbetrieben an etwa 600 Orten im Bundesgebiet, die bis einschließlich etwa 1977 durchgeführt wurden (13). Grundlage der Abstandsregelung ist eine nachträglich (nach den Begehungen) durchgeführte Punktebewertung der untersuchten Betriebe (13), wobei mit Hilfe der Punkte (max. 100 anrechenbare Punkte) der Stand der Technik der Tierhaltung bzgl. seiner Emissionsrelevanz beschrieben werden soll.
Je mehr Punkte bei diesem System erreicht werden, desto weniger Geruchsemissionen sollen in der Anlage bzw. dem entsprechenden Stall freigesetzt werden.

Nach (13) erreichten die untersuchten Betriebe bei den seinerzeitigen Erhebungen im Mittel nur 30 bis 35 Punkte, kein Betrieb lag über 65 Punkte.

Die aus den Ergebnissen der seinerzeit durchgeführten Begehungen erhaltenen Abstände wurden zu einer "Mittelwertkurve" zusammengefaßt und daraus das Abstandsdiagramm unter Hin-

zufügung eines "Sicherheitszuschlages" erstellt, wobei der "Sicherheitszuschlag" bei kleineren Bestandsgrößen (z.B. 20 GV) etwa 110 % und bei größeren Bestandsgrößen (z.B. 200 GV) etwa 93 % betrug.

D.h., die durch die Begehungen ermittelten Abstände wurden durchschnittlich etwa verdoppelt.

Selbst die Abstände in der derzeit gültigen 100-Punkte-Kurve der VDI-Richtlinie 3471 (27) liegen noch um durchschnittlich 20 bis 25 % über der seinerzeitigen, d.h., aus den Begehungen ermittelten "Mittelwertkurve" (13) mit 30 - 35 Punkten.

Diese Vorgehensweise ist nicht mehr nachvollziehbar - vor allem auch deshalb nicht, weil die Einzelwerte der seinerzeitigen Begehungen heute offensichtlich nicht mehr zur Verfügung stehen.

Es ist bekannt und auch zu erwarten, daß die Ergebnisse derartiger Begehungen nicht einer Gauß'schen Normalverteilung folgen (11) - i.d.R. ist eine logarithmische Normalverteilung zu erwarten, wie es auch einige von Wolfermann et. al. (15) veröffentlichte Ergebnisse von Begehungen an Hühnerställen zeigen.
Die in (15) wiedergegebene Ausgleichsgerade der ermittelten Abstände liegt auf jeden Fall zu hoch.
Setzt man hierfür - wie leicht zu überprüfen ist - die tatsächlich zutreffende logarithmische Normalverteilung an, so liegt der tatsächliche Mittelwert bzw. die diese beschreibende Ausgleichsgerade rd. 30 % unter der in (15) wiedergegebenen Ausgleichsgeraden.
Inwieweit das auch für alle der VDI-Richtlinien (27, 28) zugrunde liegenden, durch Begehungen ermittelte Abstandswerte zutrifft, ist ohne Kenntnis der Einzelwerte nicht nachvollziehbar.

Weiterhin soll nach den VDI-Richtlinien (27, 28) die Anlage bzw. der Stall um so emissionsärmer sein, je mehr Punkte nach dem in den Richtlinien wiedergegebenen Punkteschema erreicht werden.
Daher ist es unverständlich, daß eine höhere Sommerluftrate nach DIN 18910 (32) nach VDI-Richtlinie 3471 (27) mit bis zu 10 Punkten und nach VDI-Richtlinie 3472 (28) mit bis zu 20 Punkten bewertet wird, obwohl eine höhere Sommerluftrate eindeutig mit einem höheren Emissionsmassenstrom bzw. einem höheren "Geruchsstoffstrom" verbunden ist.

Die Geruchsstoffkonzentration - und z.B. auch die Ammoniakkonzentration - in einem Stall ist in dem hier interessierenden Bereich der Sommerluftraten unterproportional abhängig vom Luftdurchsatz.
Dabei verläuft die Geruchsstoffkonzentration und die Ammoniakkonzentration offensicht-

lich nicht unbedingt parallel, wie durchgeführte und zur Zeit noch laufende Untersuchungen erkennen lassen.
Das bedeutet, daß z.B. eine Verdoppelung des Luftdurchsatzes bzw. der Lüftungsrate nicht zu einer Halbierung der Geruchsstoffkonzentration im Stall - und damit auch der emittierten Geruchsstoffe - fuhrt und umgekehrt z.B. eine Halbierung des Luftdurchsatzes nicht eine Verdoppelung der Geruchsstoffkonzentration bewirkt.
Erst wenn dies der Fall wäre, wäre der "Geruchsstoffstrom" als Produkt aus Geruchstoffkonzentration und Luftdurchsatz gleich und würde damit die gleiche "Punktebewertung" rechtfertigen - keineswegs aber eine höhere Punktebewertung für den erhöhten Luftdurchsatz.

Selbstverständlich ist davon auszugehen, daß weder ein Gesetz und noch viel weniger eine VDI-Richtlinie alle möglichen Konflikte dieser Welt lösen kann. Aber zumindest sollte angestrebt werden, daß auch besonders eine derartige Richtlinie Rahmen und Rüstzeug für den Ausgleich von Interessen aller Seiten liefern kann. Dies ist aber bei den zitierten Richtlinien nicht der Fall.

Unabhängig von der Frage der sinnvollen Punktevergabe innerhalb der zitierten VDI-Richtlinien und auch unabhängig von der Frage der Ausweitung der seinerzeitig durchgeführten Begehungen gibt allerdings die Abstandsregelung der VDI-Richtlinie 3471 und 3472 (27, 28) aufgrund der "Verdoppelung" der ermittelten Entfernungen im Prinzip nur Abstände an, in denen i.d.R. nichts mehr zu riechen ist.

Dies widerspricht dem Grundgedanken des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (21), bei dem nur erhebliche Belästigungen bzgl. der Geruchseinwirkung mit schädlichen Umwelteinwirkungen gleich gesetzt werden. Auf den Geruch angewendet bedeutet das: Es darf durchaus etwas zu riechen sein, es darf nur nicht "erheblich" sein.

Mit dem Instrumentarium der bekannten VDI-Richtlinien 3471 und 3472 (27, 28) wurde versucht, auch für die Rinderhaltung eine analoge Richtlinie zu erstellen (30). Im wesentlichen lief sie darauf hinaus, daß man durch die Einführung von Geruchs-Äquivalenz-Faktoren die Geruchsemissionen bzw. den Geruch eines Rinderhaltungsbetriebes z.B. dem eines Schweinehaltungsbetriebes gleichzusetzen versuchte.

Unter der an sich nicht zulässigen Vernachlässigung der unterschiedlichen hedonischen Geruchswirkung eines .Rinderstallgeruches z.B. gegenüber einem Schweinestallgeruch sowie unter Vernachlässigung der unterschiedlichen Staub-Emissionsraten (20) und auch unabhängig von dem Niveau der olfaktometrisch festgestellten Geruchsstoffkonzentrationen erscheint

dies nur dann als evtl. möglicher Lösungsweg, wenn die Differenz zwischen olfaktometrisch festgestellter Geruchsschwelle und Erkennungsschwelle bei beiden Gerüchen gleich ist.
Dies ist - wie zur Zeit laufende Untersuchungen erkennen lassen - jedoch offensichtlich nicht der Fall.

Unabhängig davon führte Mißfeld (7) bereits 1974 aus: "Vergleichbar sind jedoch nur die GE (olfaktometrisch bestimmte Geruchseinheiten) gleicher Gerüche, z.B. Abluft eines Schweinestalles mit einem zweiten Schweinestall, aber nicht mit einem Hühnerstall, da verschiedene Geruchsarten trotz gleicher Geruchsschwellen unterschiedliche Empfindungen verursachen können".

Auch Oldenburg (8) führt 1989 zusammenfassend aus, daß es nicht möglich sei, mit Umrechnungsfaktoren von Geruchsemissionen einer Tierart auf eine andere zu schließen.

Daher erscheint es zweifelhaft, ob mit Hilfe von Geruchs-Äquivalenz-Faktoren in Anlehnung an die bekannte Abstandsregelung der VDI-Richtlinien (27, 28) eine sinnvolle Abstandsregelung für die Rinderhaltung erreicht werden kann - vor allem auch unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die VDI-Richtlinie 3471 (und auch 3472) im Grunde genommen nur Abstände angibt, in denen i.d.R. nichts mehr zu riechen ist.

Auch unter Berücksichtigung der Tatsache, daß eine Abstandsregelung prinzipiell ein relativ einfach zu handhabendes Instrument für Aufgaben der Ortsplanung darstellt, mußte daher versucht werden, eine Abstandsregelung zu finden, die auch eine Hilfestellung bei der Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen (21) darstellen kann.

4. Versuchsdurchführung:

In den Sommermonaten des Jahres 1993 wurden Geruchsfahnenbegehungen jeweils mit mehreren Probanden und mehrfacher Wiederholung an ausgewählten Rinderstallungen bzw. Rinderhaltungsbetrieben durchgeführt.
Die für diese Begehungen ausgewählten Betriebe hatten nahezu ausschließlich konventionelle Bauweisen (einschl. Trauf-First-Lüftungsställe), lediglich ein verschwindend geringer Anteil waren dabei sog. Offenstallungen bzw. Außenklimaställe. Da in neuerer Zeit sog. Außenklimaställe in den verschiedensten Bauformen aus verschiedenen Gründen verstärkt eingesetzt werden, ergab sich die Notwendigkeit, derartige Geruchsfahnenbegehungen während der Sommer- und Herbstmonate des Jahres 1997 an diesen Stallbauformen zu wiederholen.

Bei den ausgewählten Rinderstallungen/Betrieben hatten die Probanden bzw. Testpersonen entgegen der Windrichtung aus einer geruchsneutralen Umgebung auf die jeweilige Immissionsquelle zuzugehen (Fahnenbegehung). Dabei waren jeweils die Entfernungen zur nächstgelegenen Ecke bzw. Kante der betreffenden Emissionsquelle (wegen der problematischen Definition eines "Emissionsschwerpunktes" - s.a. Abschnitt 3) für die Klassierung "Geruch schwach wahrnehmbar" und "Geruch deutlich wahrnehmbar" anzugeben.
Da während der Geruchsfahnenbegehungen 1993 teilweise Irritationen bei einigen Probanden bzgl. der Einordnung der wahrgenommenen Gerüche auftraten, wurden die Klassierungen über die jeweiligen Versuchsleiter präzisiert. Diese Erläuterungen wurden in die Erhebungsbögen für die Begehungen 1997 von vorneherein aufgenommen (s.a. Anhang Blatt 2).

Unter "Geruch schwach wahrnehmbar" wird die Geruchsschwelle verstanden, die definitionsgemäß olfaktometrisch bei einer Geruchseinheit/m^3 (GE/m^3) liegt. D.h., diese Geruchsstoffkonzentration löst zwar einen Geruchsreiz aus (gegenüber der neutralen Umgebungsluft ein in irgendeiner Weise anderer Geruchseindruck), bei dem jedoch alleine anhand des Geruchseindruckes nicht erkannt werden kann, um welchen Geruch es sich handelt.

D.h., diese Geruchsstoffkonzentration läßt sich im Gelände i.d.R. nur bei bestimmter Vorgehensweise und bei Verwendung entsprechender Hilfsmittel einer bestimmten Quelle zuordnen.

Unter "Geruch deutlich wahrnehmbar" wird eine Geruchsstoffkonzentration im Konzentrationsbereich der Erkennungsschwelle bzw. Identifikationsschwelle verstanden. Hierbei ist eine Zuordnung zu einer bestimmten Quelle auch ohne sonstige Hilfsmittel möglich.

Um evtl. Gewöhnungseffekte soweit als möglich auszuschließen und auch um die wahrgenommenen Gerüche besser differenzieren zu können, waren die einzelnen Probandengruppen mit einer entsprechenden Anzahl von Gas-Halbmasken ausgerüstet.
Diese kurzzeitig aufzusetzenden Halbmasken "neutralisieren" auch innerhalb einer Geruchsfahne den Geruch, so daß nach Abnahme der Maske der dann wahrgenommene Geruch eindeutiger zuzuordnen ist.

Die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten jeweils einer Begehung in 2 m Höhe über dem Boden wurden durch entsprechende Luftgeschwindigkeitsmeßgeräte aufgenommen, die auf transportablen Windfahnen zu montieren waren.
Da die auf Windrichtungsänderungen sehr empfindlich reagierenden großflächigen Windfahnen auch aus größeren Entfernungen zu sehen sind, konnte selbst bei geringen Luftbewegungen die momentane Windrichtung auch von den Probanden festgestellt werden. In Zweifelsfällen wurden hierfür von den einzelnen Probandengruppen auch Strömungsprüfröhrchen eingesetzt.

Die von allen Probanden einzusehenden Windfahnen waren auch zu verwenden bei den in Abschnitt 5.3 beschriebenen Fahnenbegehungen nach VDI-Richtlinie 3940 (26). Dies hat entsprechende Konsequenzen für die dort vorzunehmende Klassierung der Geruchswahrnehmungen, da damit eine eindeutige Zuordnung der jeweiligen Geruchswahrnehmung zu einer Quelle möglich ist - zumindest aber wesentlich erleichtert wird.

Der Zustand der Bewölkung (Bedeckungsgrad) war auf den Erhebungsbögen der Geruchsfahnenbegehungen 1993 (20) nicht aufgeführt. Da die nachträgliche Ermittlung dieser für die Festlegung der während der jeweiligen Begehungen vorherrschenden Ausbreitungsbedingungen wichtigen Daten relativ zeitaufwendig war, waren diese Daten während der Begehungen 1997 gleichzeitig mitzuerfassen (s.a. Anhang Blatt 1).

Aufgrund der in 1993 gesammelten Erfahrungen wurden für die Begehungen 1997 alle Probandengruppen mit den Einrichtungen für einen "Triangel"-Test ausgerüstet.

Dieser Triangeltest dient zum einen zur Überprüfung, ob der jeweilige Proband - abhängig von seiner Tagesform - in der Lage ist, Gerüche zu unterscheiden - zum anderen hat der Triangeltest aber noch den Nebeneffekt, daß damit Probanden "trainiert" werden, Gerüche bewußt wahrzunehmen bzw. zu unterscheiden. D.h., der Proband "lernt" bereits vorher bewußt mit seinem Geruchssinn zu arbeiten.
Dabei hat der jeweilige Proband aus drei verdeckt vorgelegten Riechproben (hierfür wurden 50ml Weithalsflaschen, gefüllt mit rd. 25 ml "Geruchslösung" verwendet) durch Abriechen zu unterscheiden, welche zwei Riechproben gleich sind.

Für diese "Riechproben" wurden folgende Rezepturen verwendet:

trans-Anethol ($C_{10}H_{12}O$):	0,1 gr/100 ml Alkohol (C_2H_5OH)
Vanillin (Ethylvanillin) ($C_9H_{10}O_3$):	0,2 gr/100 ml Alkohol (C_2H_5OH)
Maltol ($C_6H_6O_3$):	0,3 gr/100 ml Alkohol (C_2H_5OH)
Limonen (Dipenten) ($C_{10}H_{16}$):	0,8 gr/100 ml Alkohol (C_2H_5OH)
Linalool ($C_{10}H_{18}O$):	0,8 gr/100 ml Alkohol (C_2H_5OH)

Ergänzend zu den obigen Geruchsfahnenbegehungen, die sowohl an konventionellen Ställen (1993) als auch an Außenklimaställen (1997) durchgeführt wurden, wurden in 1997 Geruchsfahnenbegehungen nach dem Schema der VDI-Richtlinie 3940 (26) durchgeführt. Der dafür verwendete Erhebungsbogen ist im Anhang, Blatt 2a beigefügt.

Hierfür hatten alle Probanden einer Begehung sich jeweils in einer bestimmten Entfernung von der Geruchsquelle aufzustellen und während einer Dauer von jeweils zehn Minuten in einem vorgegebenen Zeittakt alle 10 Sekunden ihre Geruchswahrnehmung gemäß dem Anhang auf Blatt 2a wiedergegebenen Klassierungsschlüssel der VDI-Richtlinie 3940 zu notieren.

Die Entfernungen von der Geruchsquelle waren i.d.R. durch die vorher durchzuführenden Positionen der Klassierung "Geruch deutlich wahrnehmbar" vorgegeben, so daß sich bei mehreren Probanden auch normalerweise mehrere Entfernungen für diesen Test nach VDI-Richtlinie 3940 ergaben.
Allerdings war es den Probandengruppen auch freigestellt, davon abweichende Entfernungen - auch größere Entfernungen - zu wählen.
Die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten während der Geruchsfahnenbegehungen nach VDI-Richtlinie 3940 waren getrennt zu erfassen bzw. anzugeben.

Zur Überprüfung der Geruchsempfindlichkeit der Probanden für die Begehungen 1997 wurden Geruchsschwellenbestimmungen mit n-Butanol und Schwefelwasserstoff mit Hilfe einer Gasmischstation durchgeführt.
Diese Gasmischstation erlaubt die Herstellung definierter Konzentrationen bzw. deren Zumischung zu einem Trägergasstrom von insgesamt bis zu sieben gasförmigen Komponenten plus zwei Flüssigkomponenten und dient u.a. für diverse Kalibrierzwecke.
Für die Überprüfung der Probanden wurde sie allerdings so eingesetzt, daß entweder nur Schwefelwasserstoff oder nur n-Butanol in verschiedenen Konzentrationen dem Trägergasstrom beigemischt wurde, der in einem Riechrohr endete.
Ein zweites, baugleiches Riechrohr war zu Vergleichszwecken mit konditionierter Neutralluft (gereinigte Außenluft, auf rd. 50 % relative Luftfeuchte angefeuchtet) beaufschlagt und in der gleichen "Riechkabine" untergebracht.

Die sonstigen aufzunehmenden Daten, wie die zum Zeitpunkt der Begehung vorhandene Stallbelegung, Füllungsgrad der Güllegrube bzw. des Festmistlagers sowie Füllungsgrad der Gärfuttersilos und z.B. sonstige Witterungsdaten waren vom jeweiligen Versuchsleiter getrennt zu erfassen.
Ebenso war es Aufgabe der jeweiligen Versuchsleiter, die Auswahl der Rinderhaltungsbetriebe bzw. Rinderställe vorzunehmen und dabei die Stallkapazität, die Art der Aufstallung sowie der Entmistungsverfahren, die Gülle- bzw. Festmistlagerkapazität sowie das Fassungsvermögen der Gärfuttersilos etc. aufzunehmen.

Für die Auswahl der Rinderstallungen bzw. rinderhaltenden Betriebe waren u.a. folgende Gesichtspunkte wesentlich:

- Milchviehhaltung oder Rindermast bzw. deren Kombination bei unterschiedlichen Bestandsgrößen, aber kein Mischbetrieb mit gleichzeitiger Schweine- oder Hühnerhaltung;

- Einzelhoflage ohne größeren Bewuchs/Baumbestand in unmittelbarer Nähe des Hofes bzw. der Stallungen;

- möglichst ebene, freie Lage der Hofstelle, kein naher, deutlich überragender Geländeanstieg;

- sonstige, in unmittelbarer Nähe befindliche Wirtschafts- und Wohngebäude dürfen den Stallbaukörper nicht wesentlich überragen;

- Abstand zu Wald, Fluß oder anderen größeren Gewässern sollte möglichst größer als etwa 500 m sein;

Weitere Vorgaben betrafen den Zeitraum der durchzuführenden Begehungen - überwiegend in den Sommermonaten von ca. Mai bis Ende September sowohl 1993 als auch 1997 - und die Witterungsbedingungen während der durchzuführenden Begehungen - möglichst bei warmer Witterung ohne Niederschlag bei Windgeschwindigkeiten unterhalb etwa 2,5 m/s.

Diese Zeiträume und Witterungsbedingungen wurden gewählt, da davon auszugehen ist, daß bei warmer Witterung die mikrobiologischen Umsetzungsvorgänge sowohl in den tierischen Exkrementen {Flüssigmist, Festmist) als auch z.B. in der im Stall befindlichen Silage verstärkt ablaufen und somit zu erhöhten Geruchsemissionen führen.
Ein weiterer, nicht zu vernachlässigender Aspekt ist die Tatsache, daß gerade bei warmer Witterung wahrgenommene Geruchsimmissionen zu verstärkten Reaktionen und u.U. auch Beschwerden evtl. Betroffener führen.

Mit diesen Vorgaben wurden in 1993 insgesamt acht und in 1997 insgesamt neun Probandengruppen bzw. Testgruppen gebildet, die in den einzelnen Regionen Bayerns die Begehungen weitgehend in dem o.a. Zeitraum durchgeführt haben.

5. Ergebnisse:

Mit den skizzierten Vorgaben wurden im Jahre 1993 insgesamt 206 Begehungen an insgesamt 42 Betrieben/Rinderstallungen innerhalb Bayerns durchgeführt.
An jeder Begehung waren mehrere Probanden bzw. Testpersonen beteiligt - i.d.R. zwischen zwei und vier Probanden pro Begehung - so daß in 1993 insgesamt jeweils 529 Einzelwerte für die Klassierungen "Geruch schwach wahrnehmbar" und "Geruch deutlich wahrnehmbar" dokumentiert wurden.
Dies gilt insbesondere für den Stallgeruch. Für andere Geruchswahrnehmungen, wie z.B. Güllegeruch, Festmistgeruch oder auch Silagegeruch wurden in 1993 entsprechend weniger Werte dokumentiert, da entweder auf dem jeweiligen Betrieb z.B. kein Festmist vorhanden war oder aber die Windrichtung bei der jeweiligen Begehung eine Unterscheidung des wahrgenommenen Geruches nicht erlaubte - z.B. dann nicht, wenn der Festmisthaufen entgegen der Windrichtung hinter dem Stall lag und die evtl. vorhandene Geruchsfahne des Festmisthaufens durch den Stallgeruch überdeckt wurde.

Für die Begehungen an Rinder-Außenklimastallungen im Jahre 1997 standen nur 30 geeignete Betriebe bzw. Stallungen zur Verfügung, bei denen insgesamt 115 Geruchsfahnenbegehungen mit ebenfalls jeweils mehreren Probanden durchgeführt wurden, so daß hieraus insgesamt je 372 Werte für die Klassierungen "Geruch schwach wahrnehmbar" und "Geruch deutlich wahrnehmbar" dokumentiert wurden.
Hierbei zählten zum "Stallgeruch" eines Offenstalles sämtliche aus dem Stallkomplex einschl. evtl. Laufhof oder auch evtl. außenliegendem Futtergang stammenden Gerüche.

Auf die Geruchsemissionen von Siloanlagen oder Güllebehältern etc. wurde bei den Begehungen 1997 weniger Wert gelegt bzw. diese teilweise mit erfaßten "Nebeneinrichtungen" wurden nicht gesondert ausgewertet.
Allerdings läßt sich aufgrund der wenigen Entfernungsangaben für diese "Nebeneinrichtungen" feststellen, daß diese Werte innerhalb des Bereiches der bereits 1993 gefundenen Werte für diese "Nebeneinrichtungen" lagen und somit die im Jahre 1993 durchgeführten Geruchsfahnenbegehungen an diesen "Nebeneinrichtungen" bestätigt haben.

Die Geruchsfahnenbegehungen nach VDI-Richtlinie 3940 (26) sind stark abhängig von einer konstanten Windrichtung über eine Dauer von mindestens zehn Minuten. Daher konnten auf diese Weise nur insgesamt 18 Betriebe untersucht werden, von denen insgesamt nur 81 Begehungen mit einem Probandenkollektiv zwischen drei und sechs Probanden auswertbar waren.

Bei dieser Art der Begehungen stellte sich außerdem heraus, daß ein relativ großer Anteil der Probanden für die Dauer von etwa 14 Tagen nach einer derartigen Begehung ausfiel, wenn eine solche Begehung bei relativ kühler Witterung (unterhalb etwa 15° C) und relativ hoher Windgeschwindigkeit (oberhalb etwa 3 bis 4 m/s) durchgeführt wurde.
Zumindest war der Geruchssinn dieser Probanden soweit beeinträchtigt, daß sie bei den durchgeführten Triangeltests ausschieden.
D.h., die Geruchsfahnenbegehungen nach VDI 3940 (26), ebenso auch die Rasterbegehungen nach VDI 3940 - genau so aber auch die Rasterbegehungen nach der Geruchsimmissionsrichtlinie des LAI (24) und nach der Geruchsimmissionsrichtlinie Sachsen (25) - stellen ein gewisses gesundheitliches Risiko für die Probanden dar, vor allem auch aufgrund der dortigen "Vorschrift", daß die Begehungen möglichst gleichmäßig über ein ganzes Jahr zu verteilen sind und somit natürlich auch wesentlich niedrigere Temperaturen anfallen als bei den von uns durchgeführten Begehungen.

Die Geruchsfahnenbegehungen 1993 an konventionellen Ställen und deren "Nebeneinrichtungen" wurden bei den in Abbildung 2 als Prozent-Summenkurve wiedergegebenen Windgeschwindigkeiten durchgeführt.

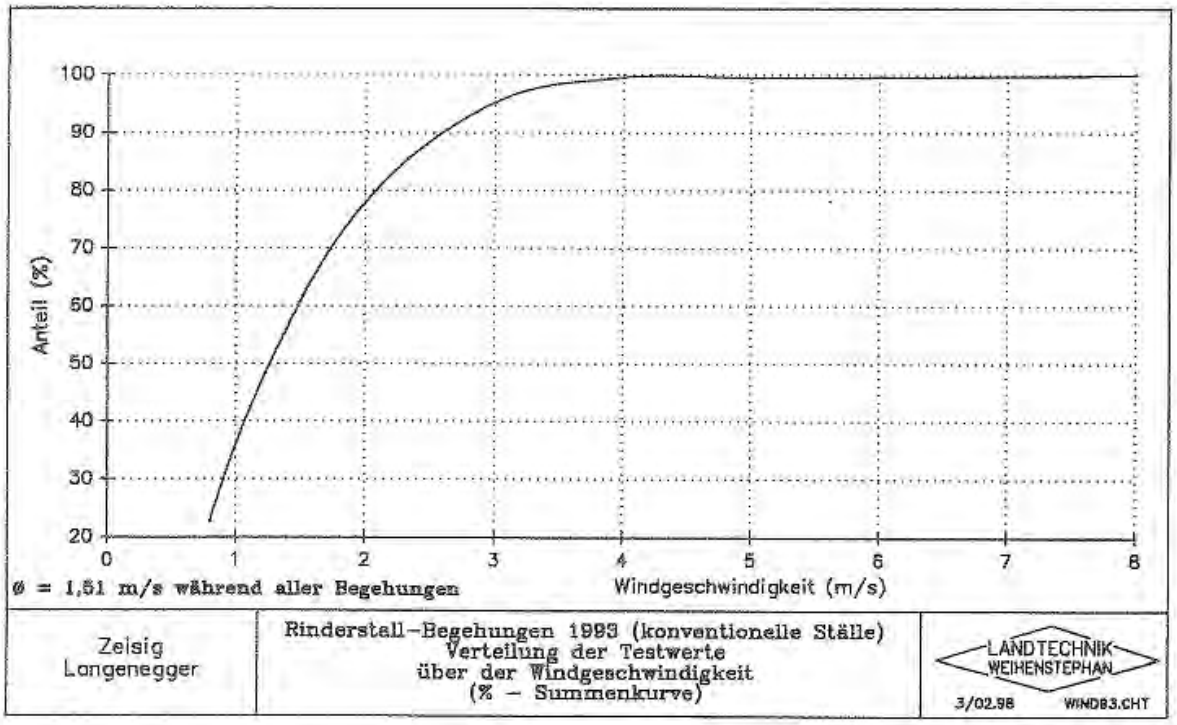


Abbildung 2

Den Lufttemperaturbereich bzw. dessen Anteil für diese in 1993 durchgeführten Begehungen zeigt die Abbildung 3.

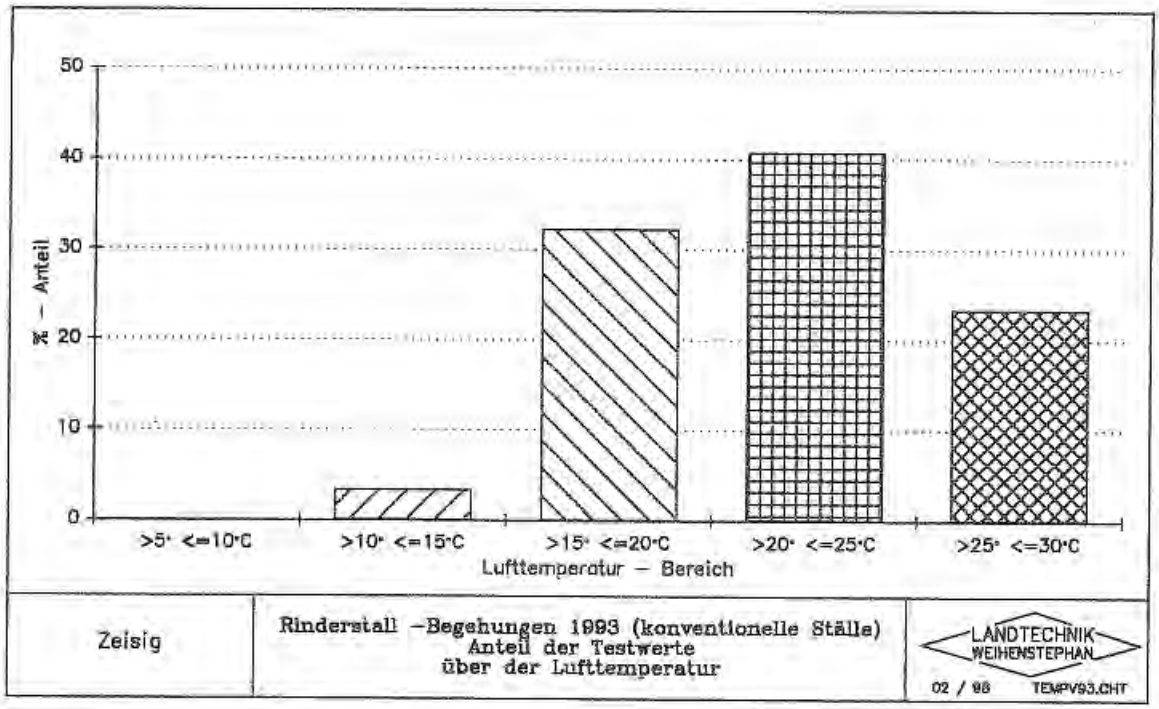


Abbildung 3

Daran ist zu erkennen, daß mehr als 95 % der dokumentierten Werte bei Außenlufttemperaturen zwischen 15 und 30° C ermittelt wurden.

Analog gilt für die in 1997 an Außenklimaställen durchgeführten Geruchsfahnenbegehungen für die Windgeschwindigkeit bzw. deren Anteil die Abbildung 4 und für die Temperaturverteilung in den einzelnen Lufttemperatur-Bereichen die Abbildung 5.

In 1997 wurden rd. 75 % aller Werte bei Außenlufttemperaturen zwischen 15 und 30° C dokumentiert, da bewußt versucht werden sollte, auch bei etwas niedrigeren Außenlufttemperaturen die entsprechenden Entfernungen für die wahrgenommenen Gerüche zu erfassen.

Für die Geruchsfahnenbegehungen nach VDI-Richtlinie 3940 (10-minütige Fixierung der Probanden in einer bestimmten Entfernung von der Quelle) ist der Anteil der durchschnittlichen

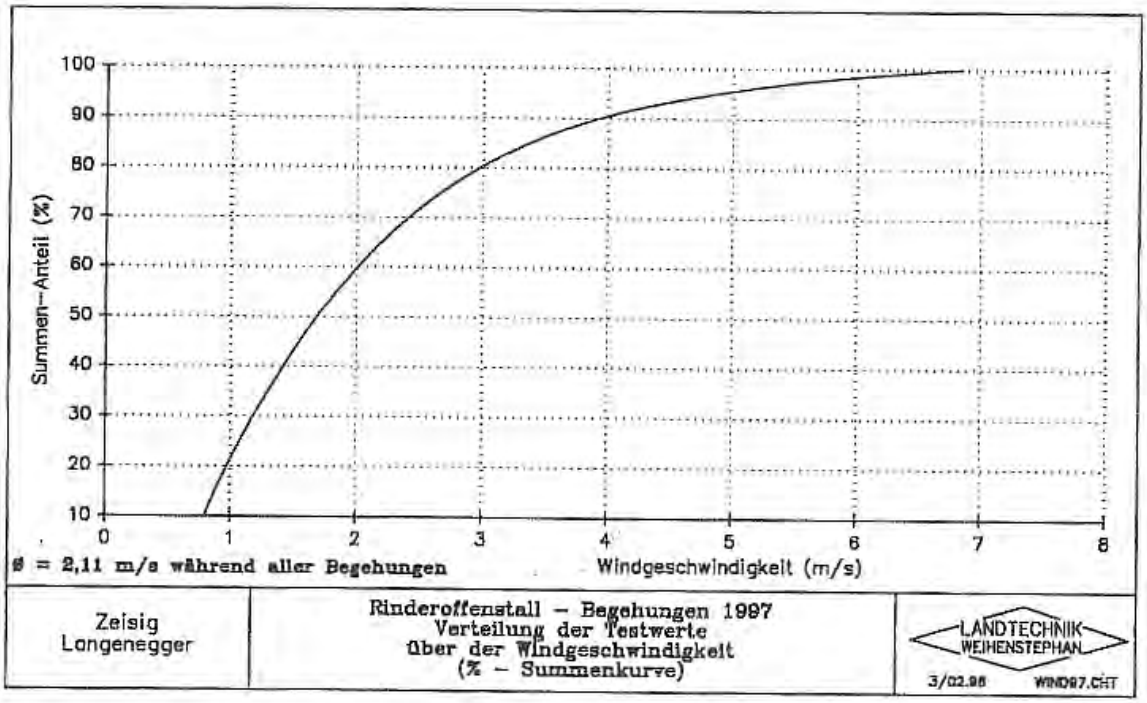


Abbildung 4

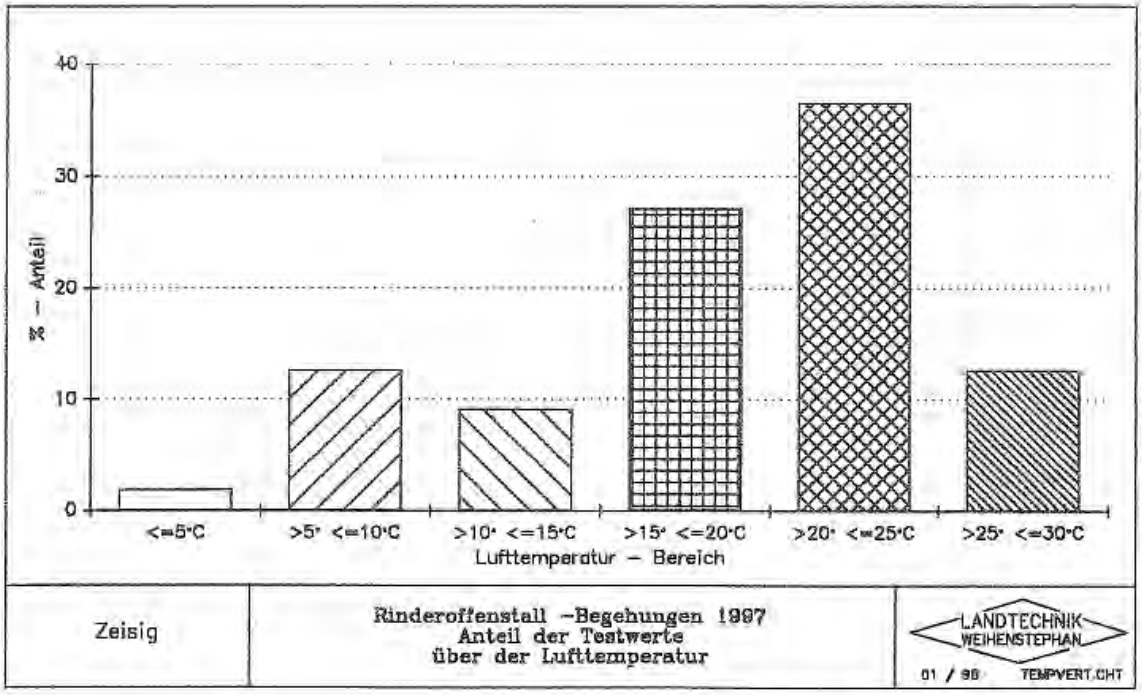


Abbildung 5

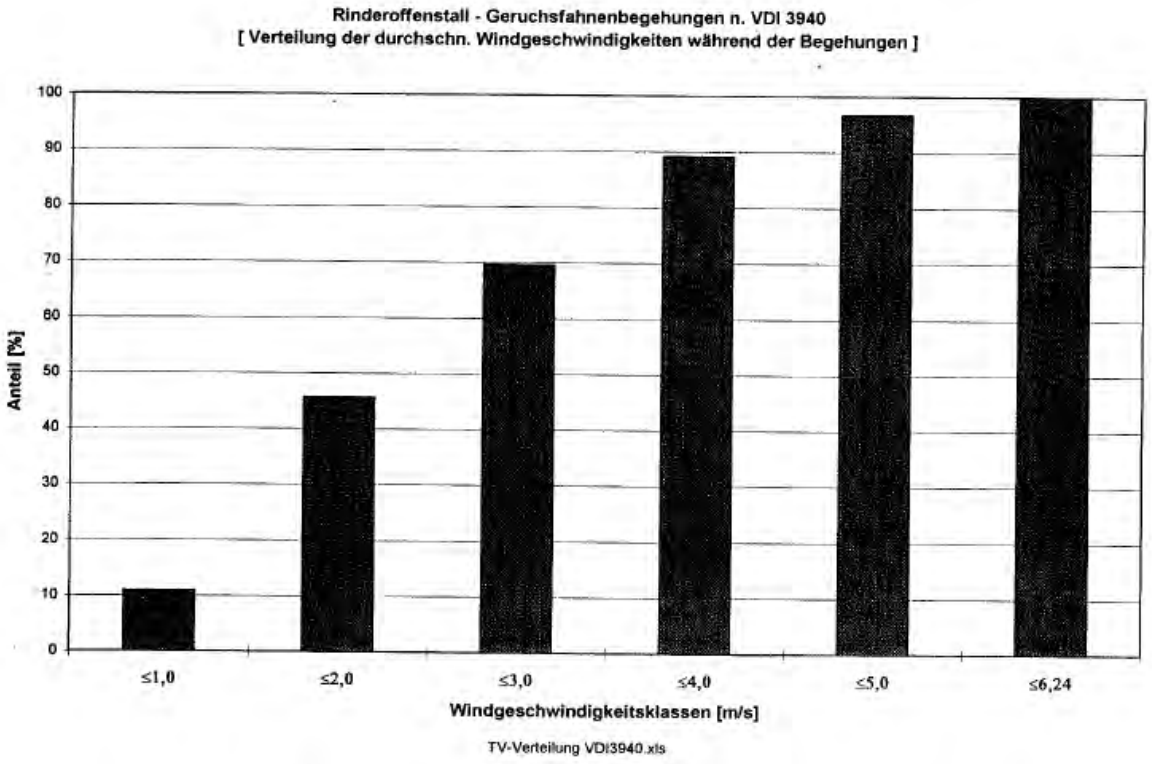


Abbildung 6

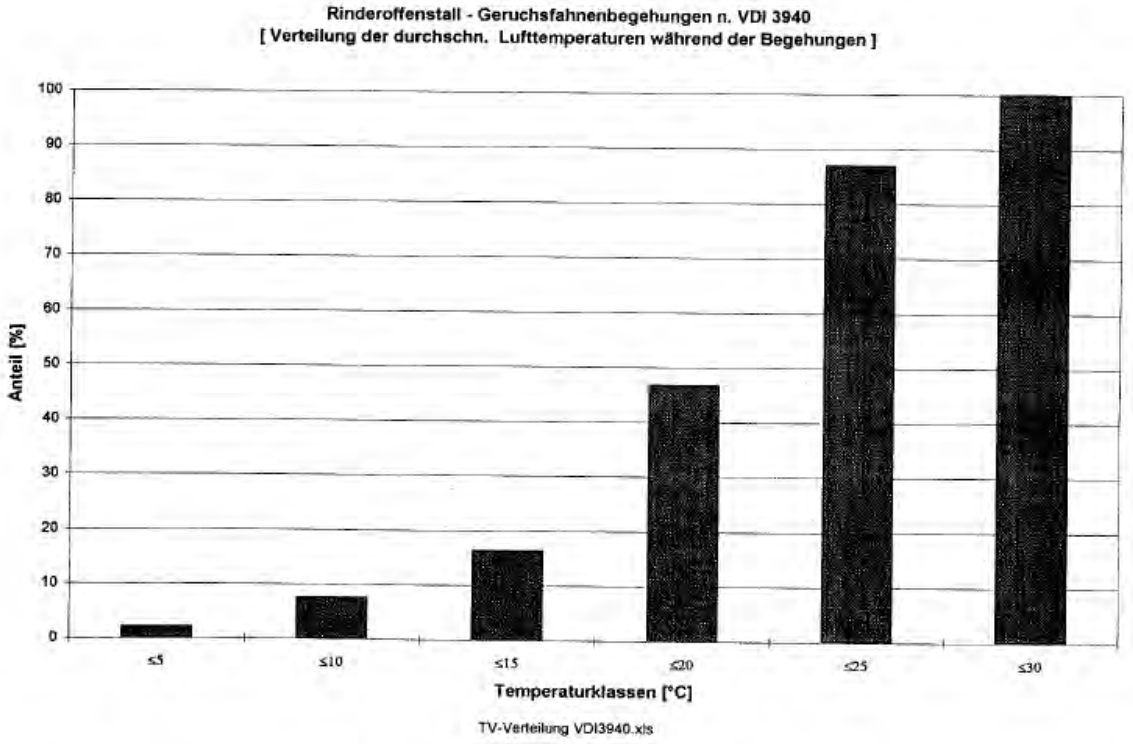


Abbildung 7

Windgeschwindigkeit während jeder dieser Begehungen in Abbildung 6 wiedergegeben. Hier betrug die höchste, während der Begehungsdauer ermittelte durchschnittliche Windgeschwindigkeit 6,24 m/s.

Abbildung 7 gilt analog für die Verteilung der durchschnittlichen Lufttemperaturen während dieser Begehungen.

Insbesondere die Größenordnung der durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten während aller Begehungen sowohl in 1993 als auch in 1997 erscheint durchaus repräsentativ für den süddeutschen Raum, wie die Abbildungen 8 und 9 zeigen.

Hierin sind die Stundenmittelwerte der durchschnittlichen Windgeschwindigkeit, gemessen in 2,5 m Höhe über dem Boden einmal an einer Station im Bereich Dachau als Beispiel für den südlichen Teil Bayerns (Abbildung 8) und zum anderen die einer Station im Bereich Staffelstein als Beispiel für den nördlichen Teil Bayerns (Abbildung 9) wiedergegeben.

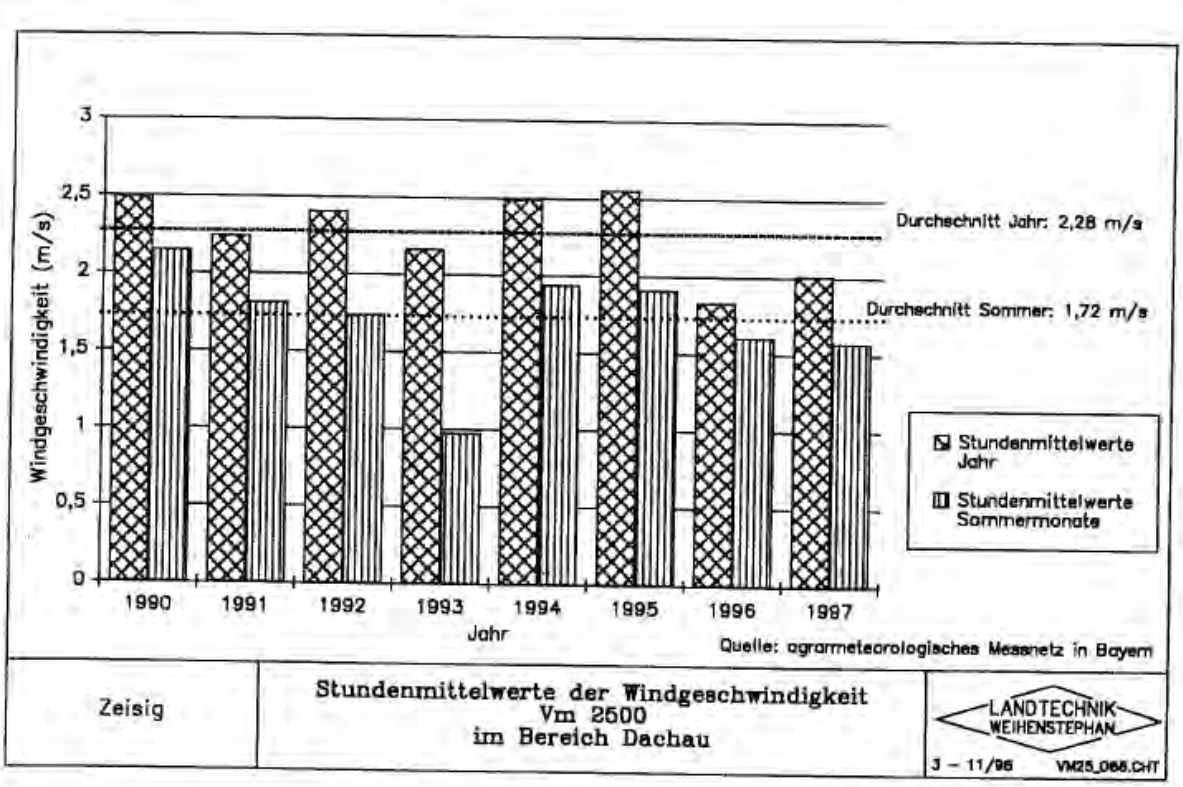


Abbildung 8

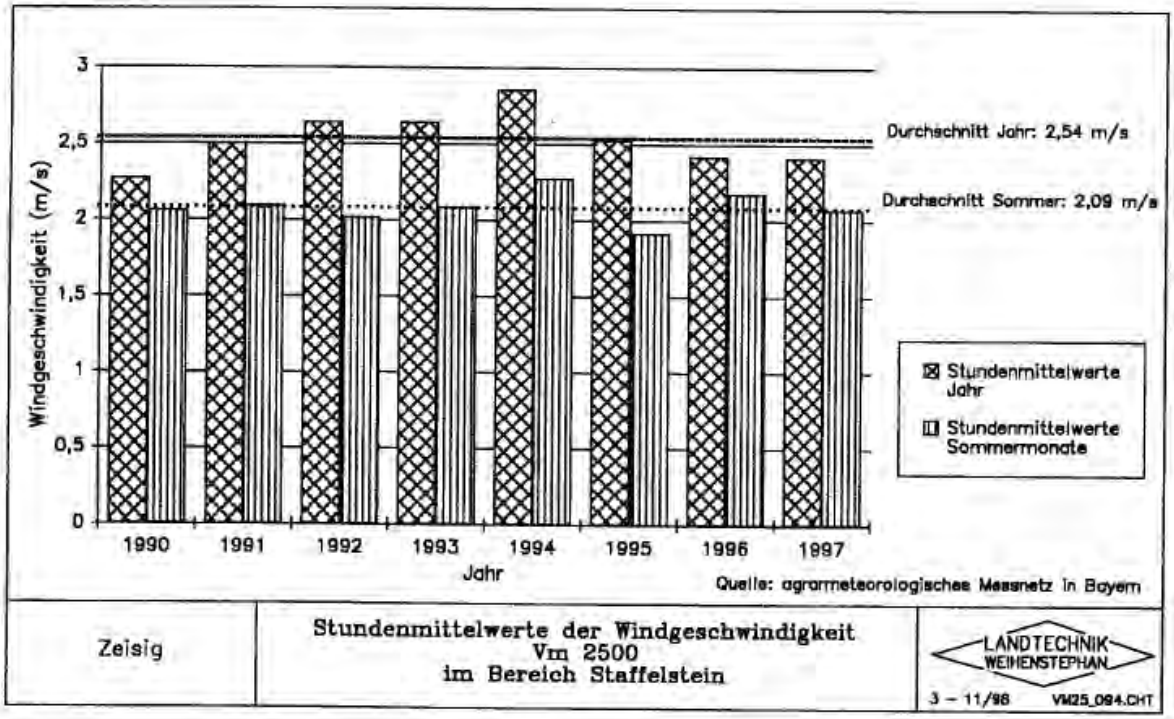


Abbildung 9

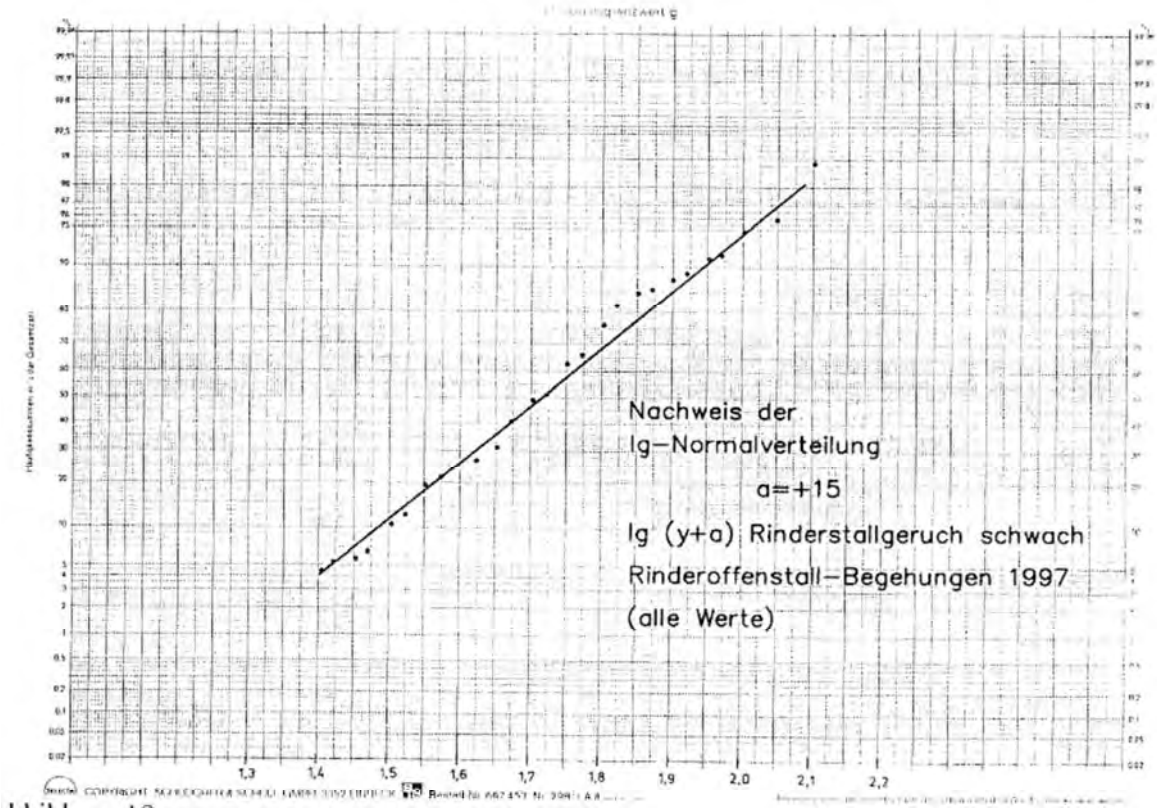


Abbildung 10

Im Durchschnitt der acht Jahre zwischen 1990 und 1997 wurden hierbei im Bereich Dachau 2,28 m/s Windgeschwindigkeit und im Bereich Staffelstein 2,54 m/s Windgeschwindigkeit festgestellt.

Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit während der Sommermonate, d.h., etwa in dem Bereich, in dem auch die Geruchsfahnenbegehungen durchgeführt wurden, lag bei beiden Stationen um rd. 0,5 m/s unter den Jahresdurchschnittswerten.

Wie bereits in (20) nachgewiesen, folgen die festgestellten Entfernungen der Geruchsfahnenbegehungen 1993 in recht guter Nährung einer logarithmischen Normalverteilung.

Dies gilt auch für die in 1997 ermittelten Werte der Rinderoffenstall-Begehungen für alle untersuchten Ställe bei beiden Klassierungen, wie die Abbildungen 10 und 11 zeigen.

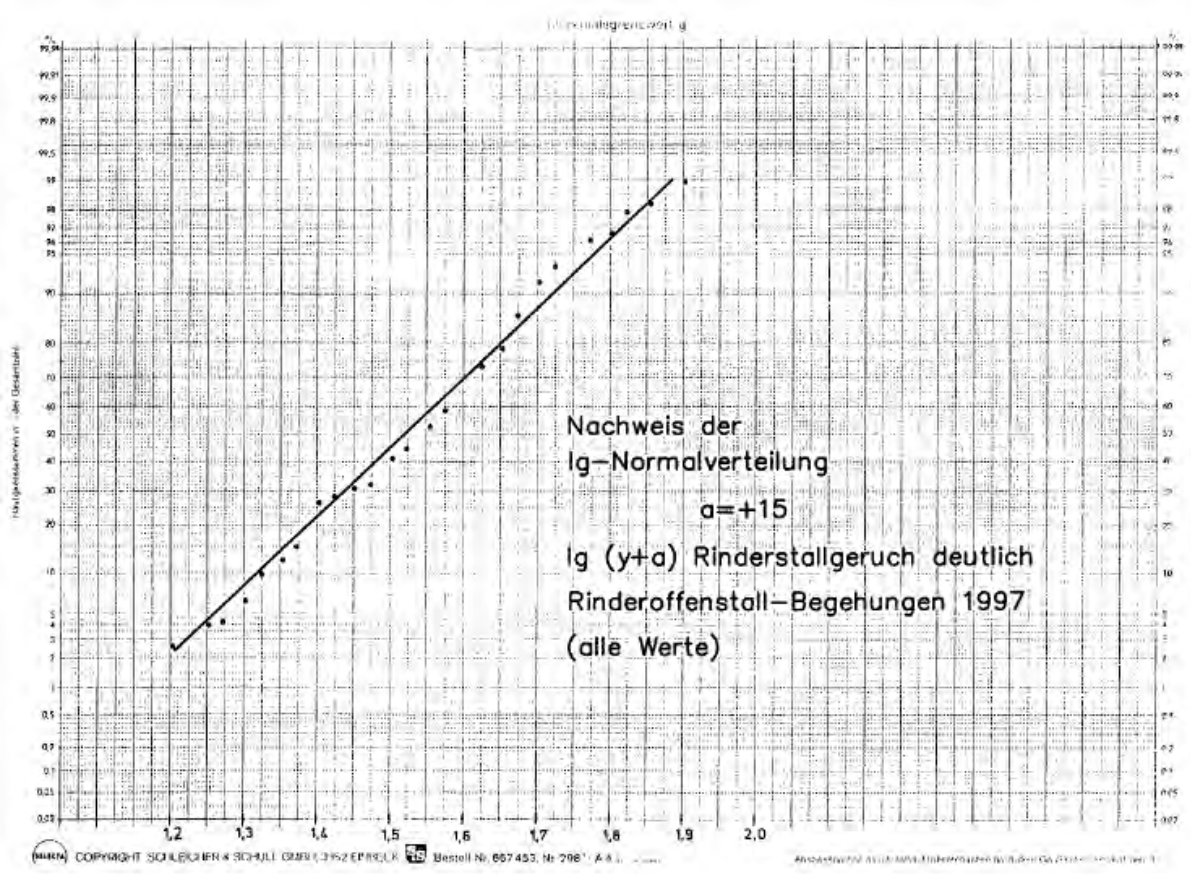


Abbildung 11

Aber auch bei allen untersuchten Ställen innerhalb dieser Gruppe mit offenem Laufhof ergibt sich ein ähnliches Bild -d.h., auch diese Werte sind logarithmisch normal verteilt. Dies ist in

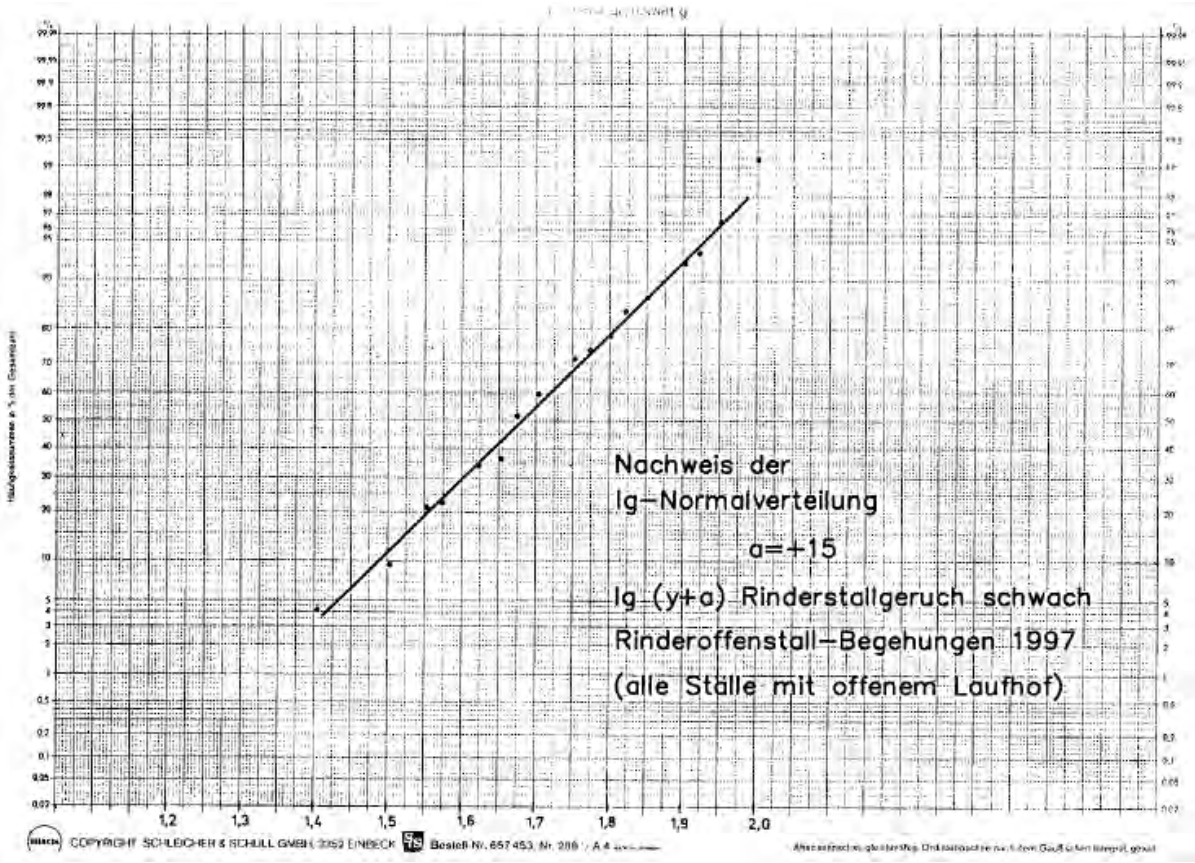


Abbildung 12

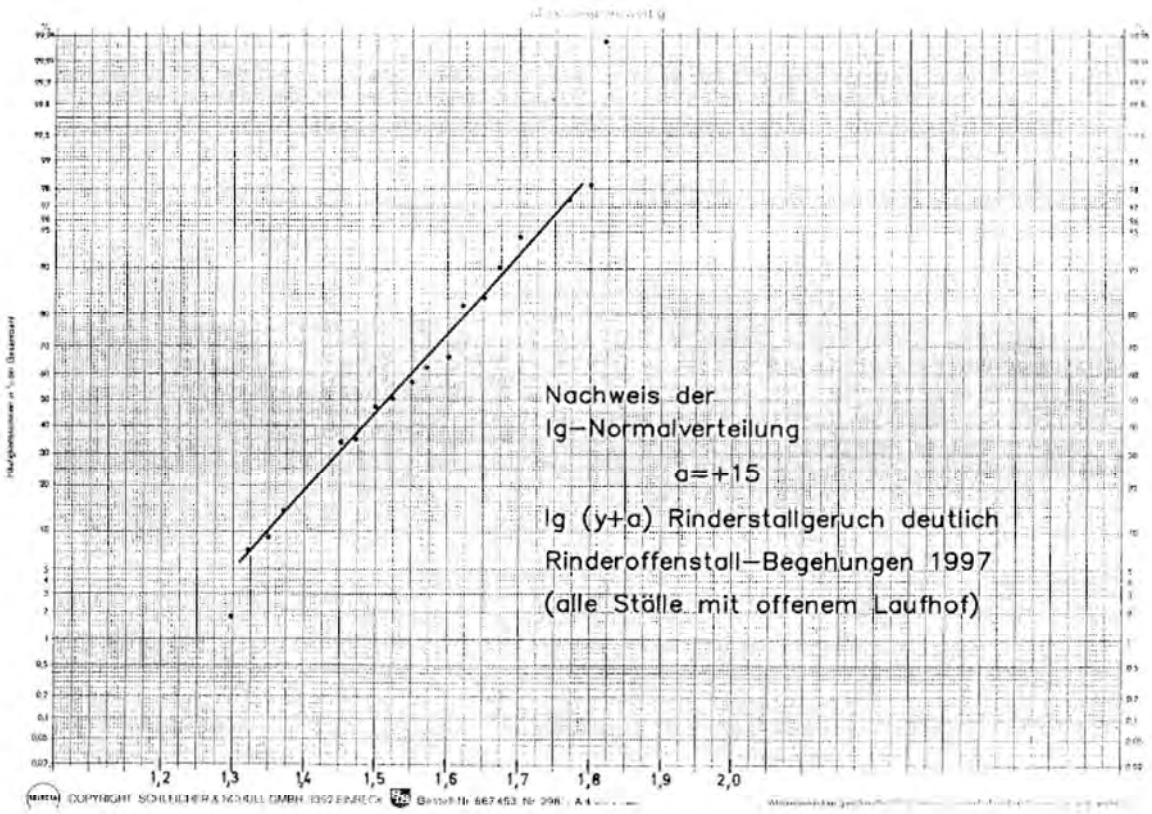


Abbildung 13

den Abbildungen 12 und 13 im Wahrscheinlichkeitsnetz dargestellt.

In den Abbildungen 10 bis 13 werden die festgestellten Entfernungswerte der jeweiligen Geruchs-Klassierungen zur Erzielung positiver Logarithmen (>1) durch ein additives Glied ergänzt und danach die statistischen Werte wie Mittelwert, Standardabweichung, Korrelationskoeffizient, Koeffizienten der Ausgleichsgerade sowie das Signifikanzniveau der entsprechenden Werte bestimmt.
Dies dient vorwiegend zur Überprüfung, ob die an den Ställen jeweils festgestellten Entfernungen z.B. abhängig sind von der Bestandsgröße oder der Stallbelegung.

Die gleiche Art der Darstellung dient auch zur Überprüfung, ob ein bestimmtes Stallsystem bzw. die dabei ermittelten Entfernungen sich signifikant von einem anderen Stallsystem unterscheiden - d.h., sie dienen der statistischen Klärung der Frage, ob vermeintliche Unterschiede der festgestellten Entfernungen bei verschiedenen Stallsystemen tatsächlich nachweisbar unterschiedlich sind.

Da aus der Darstellung der Logarithmen der additiv ergänzten Entfernungswerte nicht ohne Umrechnung die tatsächlichen Geruchsschwellenentfernungen und deren Abhängigkeiten erkennbar sind, wurden jeweils in einer zweiten Darstellung die tatsächlich festgestellten Entfernungswerte im normalen Maßstab dargestellt.
Gleichzeitig enthalten diese Darstellungen den geometrischen Mittelwert der jeweiligen Geruchsschwellenentfernungen sowie dessen 95 %-Vertrauensbereich und die jeweilige delogarithmierte Regression, die aus der logarithmischen Darstellung der Meßpunkte durch Kurvenanpassung nach der Methode der kleinsten Quadrate gewonnen wurde.

Diese Kurvenanpassung berücksichtigt naturgemäß auch Mehrfachbelegungen einzelner Entfernungswerte, die in der Punkt- bzw. Symboldarstellung der einzelnen Werte nicht erkennbar sind.

5.1. Konventionelle Ställe:

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Darstellung der Logarithmen der Testwerte und der Regressionsgeraden einmal für die Klassierung "Stallgeruch schwach wahrnehmbar" und zum anderen für die Klassierung "Stallgeruch deutlich wahrnehmbar", einmal aufgetragen über der Stallkapazität und zum anderen aufgetragen über der Bestandsgröße.
Hierin bedeutet die Stallkapazität die Anzahl der in dem jeweiligen Stallgebäude vorhandenen Tierplätze unabhängig davon, ob sämtliche Tierplätze belegt waren oder nicht.

Die Bestandsgröße bzw. der Rinderbestand bezieht sich auf die tatsächlich in dem Stall zum Zeitpunkt der Begehungen vorhandenen Tiere, ausgedrückt in 500 kg Lebendmasse (GV).

Die Bezeichnung "Geruchsschwellenentfernung" wird hierin synonym verwendet sowohl für die Entfernungen der Klassierungen "Geruch schwach wahrnehmbar" als auch für die Entfernungen "Geruch deutlich wahrnehmbar".

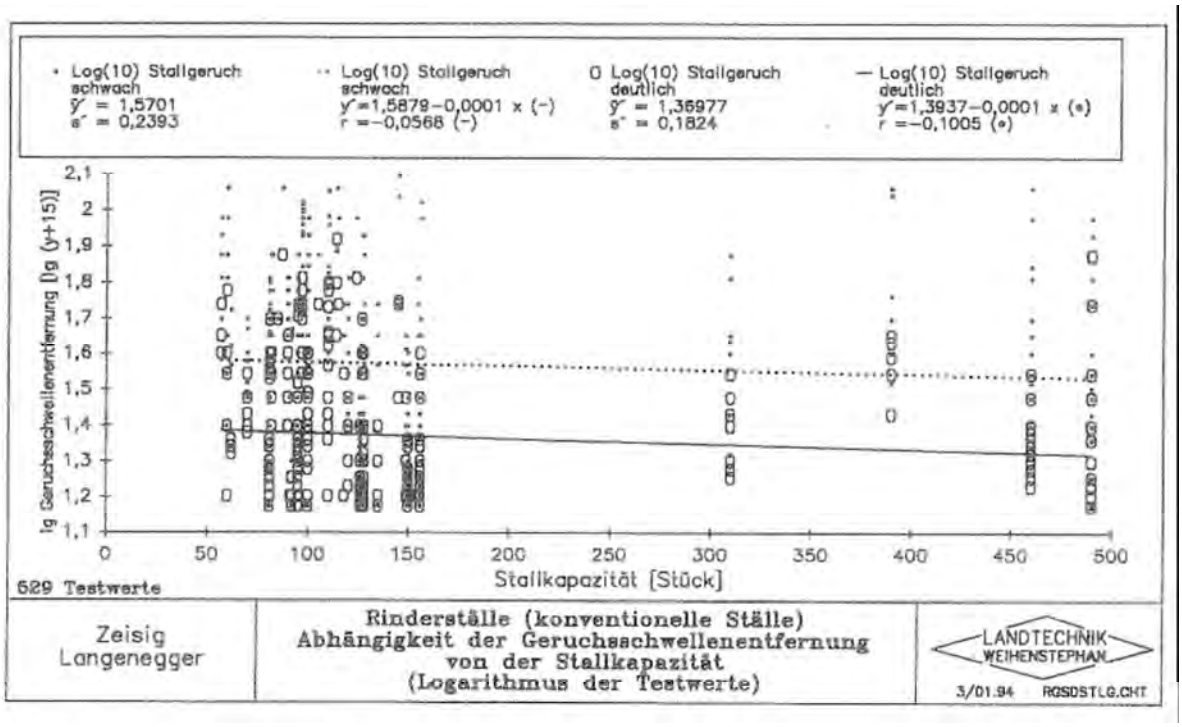


Abbildung 14

In Abbildung 14 sind die Logarithmen sämtlicher dokumentierter Entfernungen aus den Geruchsfahnenbegehungen an "konventionellen" Ställen aufgeführt.
Für die Klassierung "Stallgeruch schwach" zeigt weder der Korrelationskoeffizient noch das Steigungsmaß der Regressionsgeraden eine signifikante Abhängigkeit von der Stallkapazität. Lediglich die Klassierung "Stallgeruch deutlich" ergab mit den vorliegenden Werten eine schwach signifikante Abhängigkeit des in diesem Falle negativen Steigungsmaßes der Regressionsgeraden von der Stallkapazität.
Diese schwach signifikante Abhängigkeit darf jedoch nicht überbewertet werden, da, wie die Abbildung 15 mit der Darstellung der delogarithmierten Werte zeigt, auch die Regressionsgerade für die Klassierung "Stallgeruch deutlich" praktisch parallel zur x-Achse verläuft.

Das bedeutet, daß die festgestellten Geruchsschwellenentfernungen unabhängig von der Stallkapazität sind.

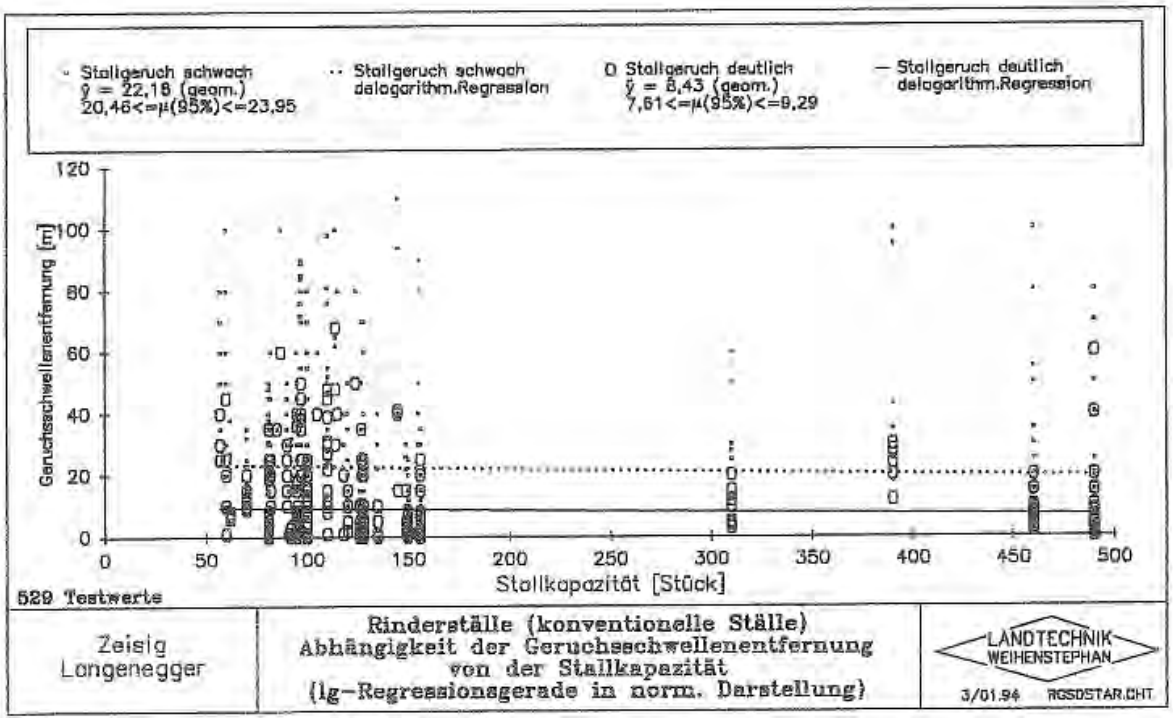


Abbildung 15

Verwendet man als Bezugsbasis nicht die Stallkapazität, sondern den tatsächlich im jeweiligen Stallgebäude zum jeweiligen Begehungszeitpunkt vorhandenen Tierbestand im Stall, so ergeben sich die in Abbildung 16 und 17 dargestellten Zusammenhänge.

Auch hierbei ist analog Abbildung 14 für die Klassierung "Stallgeruch deutlich" sowohl der Korrelationskoeffizient als auch das negative Steigungsmaß der Regressionsgeraden schwach signifikant. Aber ebenso wie bei Abbildung 14 darf diese schwache Signifikanz nicht überbewertet werden, da - wie die Abbildung 17 zeigt - in der delogarithmierten Darstellung die Regressionsgeraden praktisch parallel zur x-Achse verlaufen.

Auf jeden Fall sind die Differenzen des Abstandes der Ausgleichsgeraden bei kleinen Rinderbeständen gegenüber Rinderbeständen in einer Größenordnung von etwa 370 GV so gering,

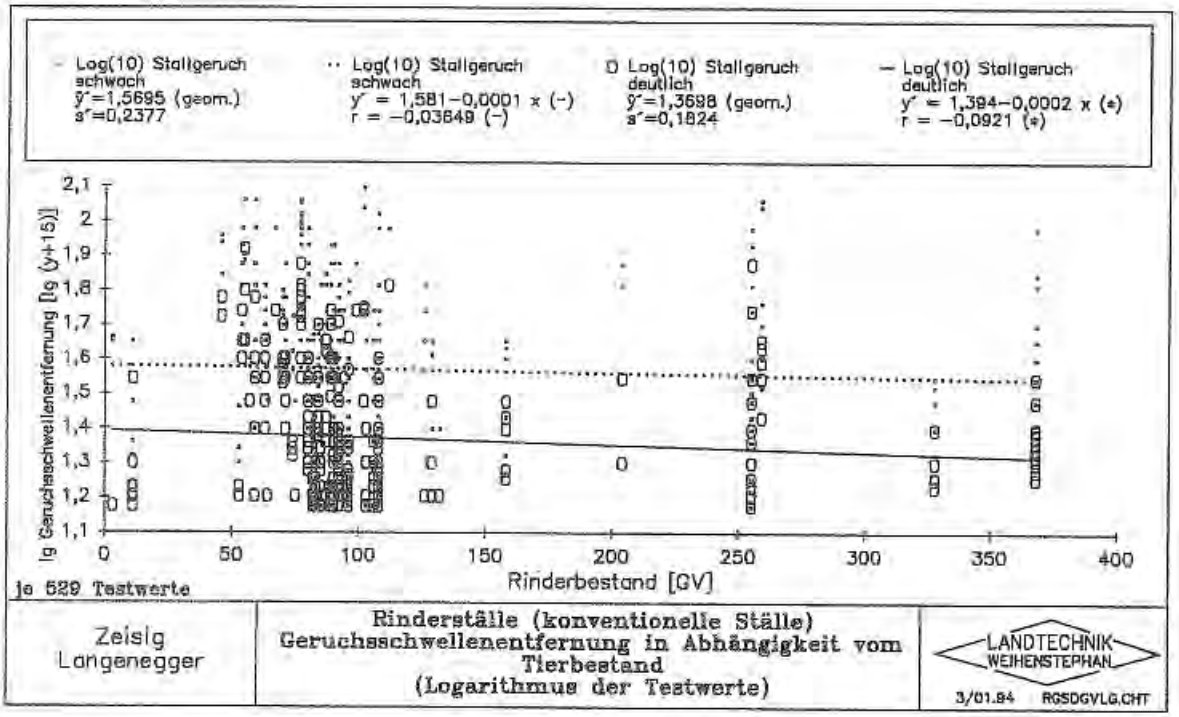


Abbildung 16

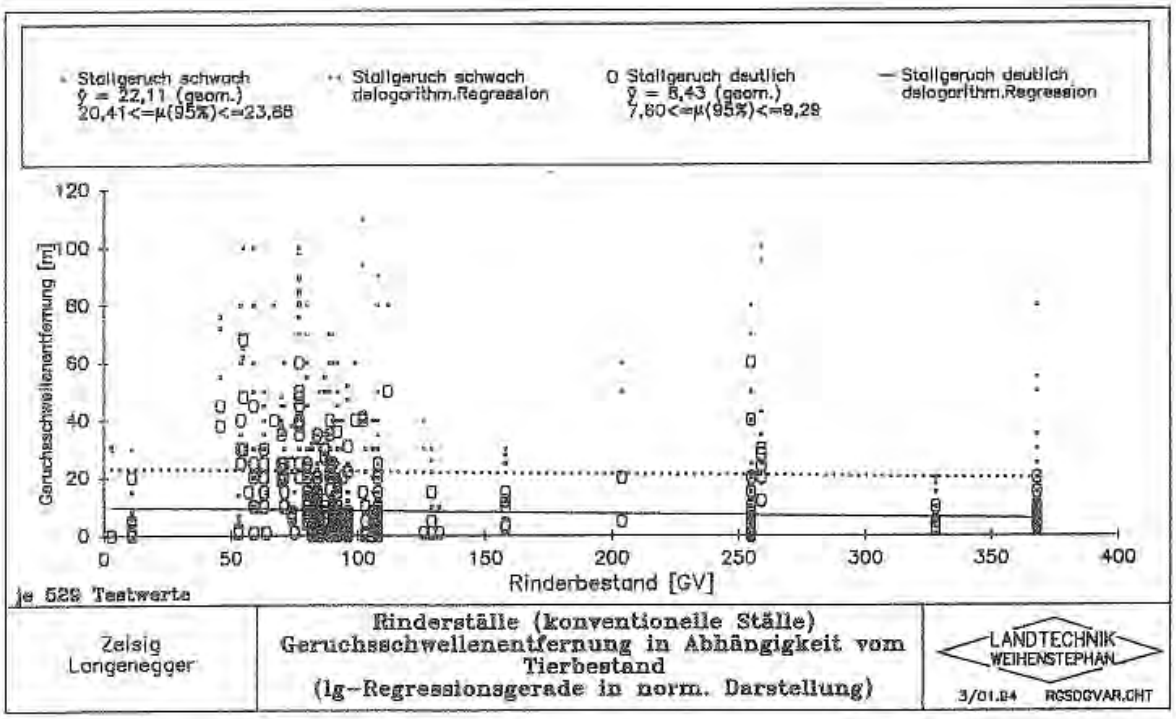


Abbildung 17

daß nicht von einer Abhängigkeit der Geruchsschwellenentfernung von der Bestandsgröße gesprochen werden kann. Zumindest gilt das für den untersuchten Bereich bis rd. 370 GV bzw. knapp 500 Stück Rindvieh (s.a. Abbildung 14 und 15).

Die Frage, ob eine Milchviehhaltung gegenüber einer Mastviehhaltung eine größere Geruchsschwellenentfernung aufweist, ließ sich mit den durchgeführten Untersuchungen nicht eindeutig klären. Zwar zeigten die Milchviehställe, in denen - wie üblich - auch die Nachzucht gehalten wurde, in der Tendenz etwas höhere Geruchsschwellenentfernungen für beide Klassierungen als die reinen Mastviehbetriebe, jedoch ergab die statistische Überprüfung (9,11), daß die beobachteten Entfernungsunterschiede nicht signifikant sind (20).

Die Untersuchung des Einflusses der Haltungssysteme auf die Geruchsschwellenentfernungen ergab trotz dem bei den Untersuchungen 1993 sehr geringen Anteil an Offenställen**,** daß die Geruchsschwellenentfernungen der Offenställe offensichtlich signifikant höher sind, als die der Boxenlaufställe einschl. Liegeboxenlaufställe.
Um die Differenzen besser absichern zu können, wurden daher auch die Begehungen an Offenställen bzw. allgemein - Außenklimaställen - in 1997 wiederholt.

Ein ähnlich hohes Signifikanz-Niveau ergab sich auch bei den Ställen mit Anbindehaltung gegenüber Boxenlaufställen (einschl. Liegeboxenlaufställen). Bei letzterem Vergleich muß jedoch berücksichtigt werden, daß praktisch alle untersuchten Betriebe mit Anbindehaltung gleichzeitig auch Milchviehbetriebe waren. Daher läßt sich aufgrund der dokumentierten Daten nicht spezifizieren, inwieweit die festgestellten Differenzen der Mittelwerte ausschließlich auf die Milchviehhaltung zurückzuführen sind.
Rinderhaltungsbetriebe mit Anbindehaltung sind häufig kleinere Betriebe - oft auch gleichzeitig Milchviehbetriebe - und i.d.R. in Ortslage angesiedelt. Aus diesem Grunde sind sie für derartige Geruchsfahnenbegehungen kaum geeignet.

Zu einer möglichst weitgehenden Klärung der Frage, ob generell eine Anbindehaltung sowohl bei Rindermast als auch bei Milchviehhaltung zu höheren Geruchsschwellenabständen führt als beispielsweise Liegeboxenlaufställe, wäre eine ausreichende Anzahl von Betrieben beider Produktionsrichtungen und beider Haltungssysteme erforderlich. Diese standen aber nicht zur Verfügung. Unabhängig davon verlieren Haltungssysteme mit Anbindehaltung aus verschiedenen Gründen zukünftig an Bedeutung.

Ein Einfluß der Entmistungssysteme (Flüssigmistverfahren, Festmistverfahren) auf die Geruchsschwellenentfernungen konnte nicht festgestellt werden (20).

Von den anläßlich der Geruchsfahnenbegehungen 1993 mit erfaßten Nebeneinrichtungen der Rinderhaltung wiesen die Güllelagerbehälter - gleichgültig ob geschlossene Lagerbehälter oder oben offene Güllebehälter - sehr niedrige durchschnittliche Geruchsschwellenentfernungen auf.

Abbildung 18 zeigt als Beispiel die festgestellten Geruchsschwellenentfernungen einschl. der delogarithmierten Regressionsgeraden für die normale Güllelagerang, d.h., ohne besondere Aktivitäten wie z.B. Gülleausfuhr kurz vor dem Begehungstermin oder auch Pump- bzw. Rührvorgänge im Güllebehälter.

In dem untersuchten Bereich bis zu einem Fassungsvermögen des Lagerbehälters von rd. 1400 m^3 konnte keine Abhängigkeit der Geruchsschwellenentfernung von der Güllelagerkapazität festgestellt werden.

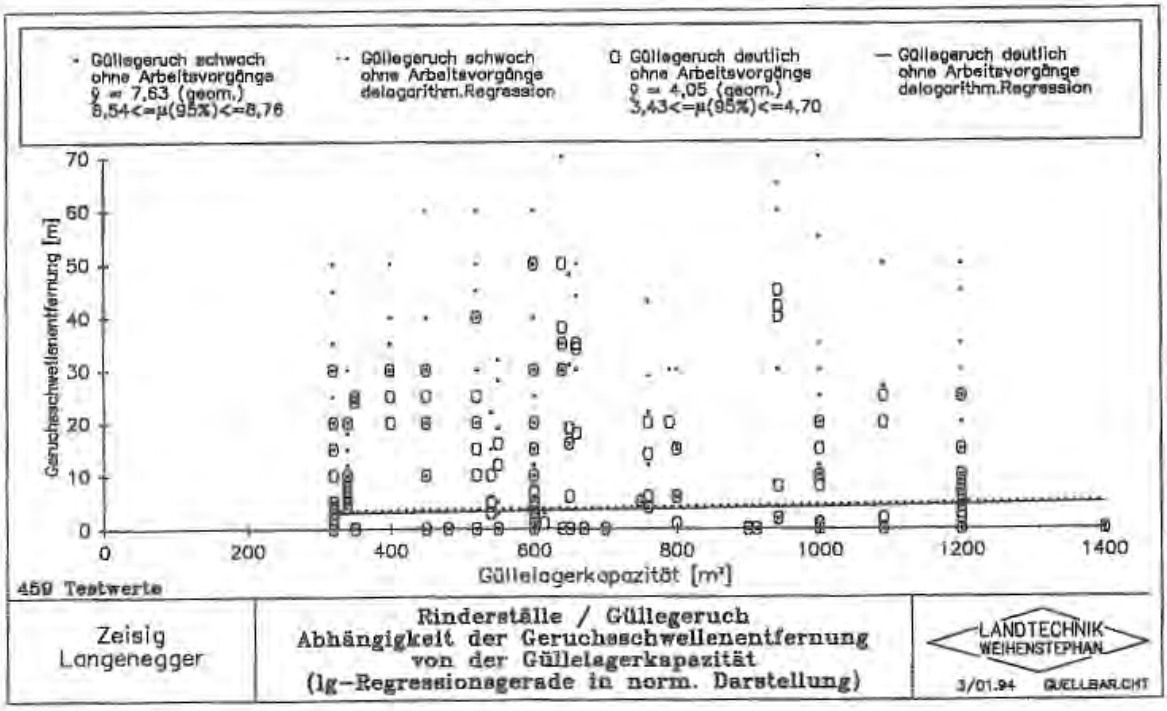


Abbildung 18

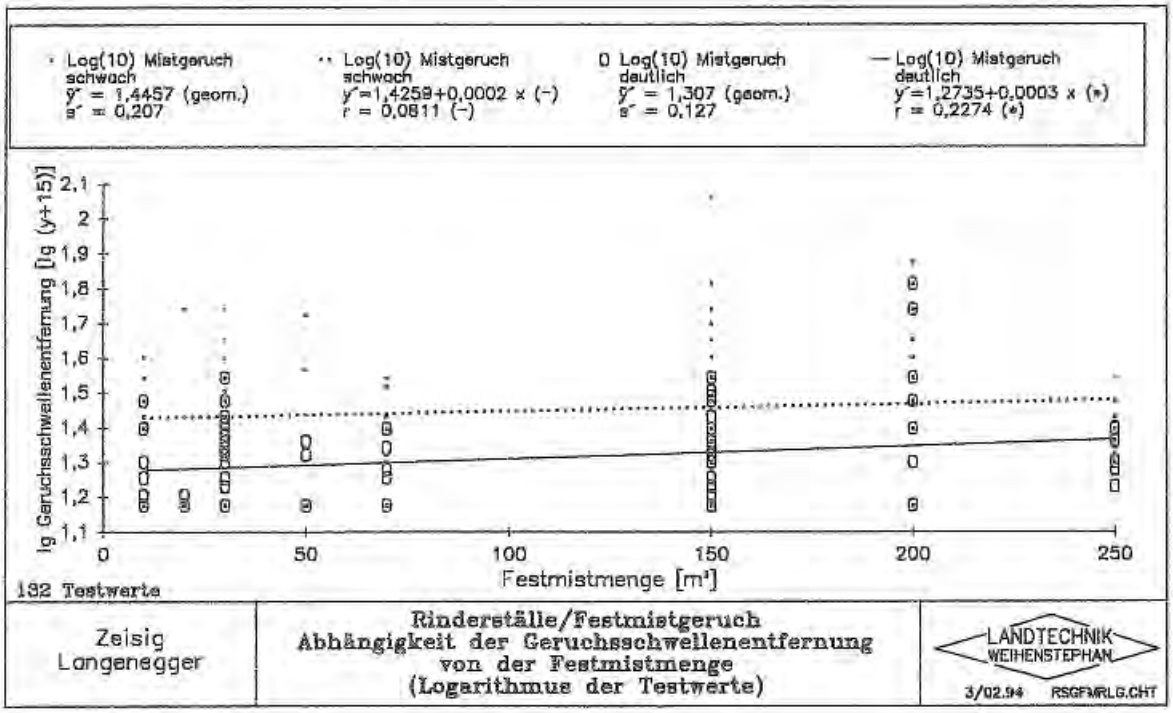


Abbildung 19

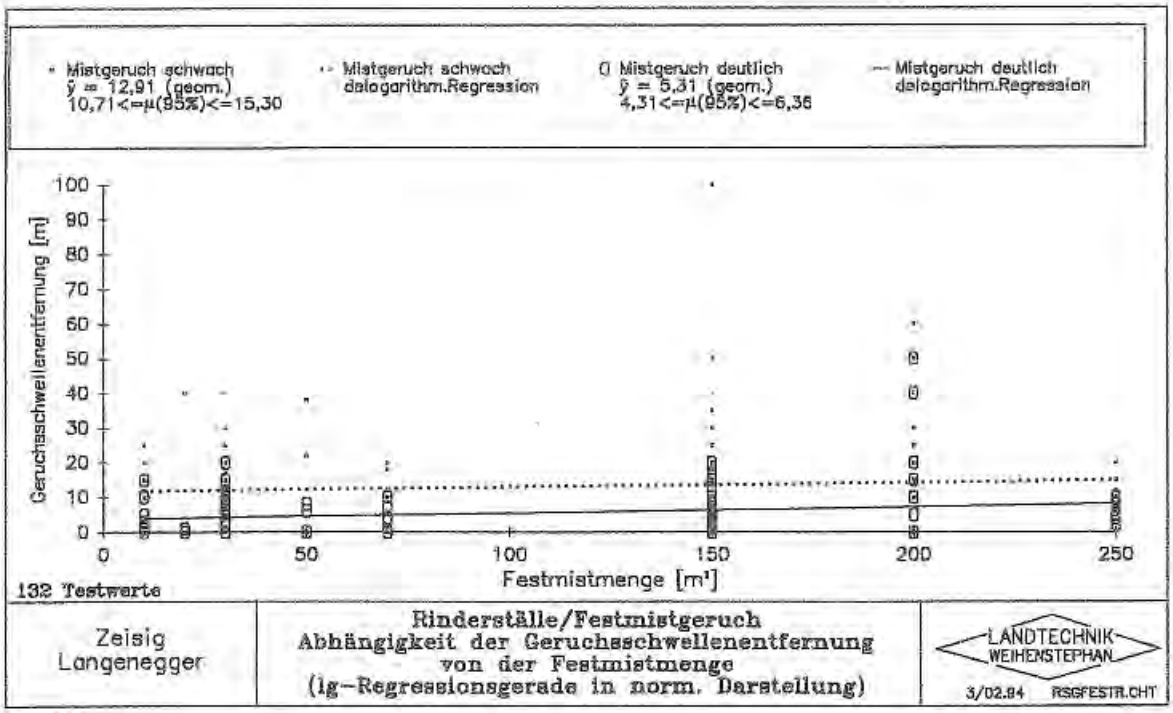


Abbildung 20

Auch Festmistlagerstätten bzw. Festmisthaufen. bis zu rd. 250 m^3 Inhalt zeigen nur eine schwache positive Abhängigkeit der festgestellten Geruchsschwellenentfernungen von der Festmistmenge, wie die Abbildungen 19 und 20 zeigen.

In diesem Bereich kann der Anstieg der .Regressionsgeraden für die Klassierung "Mistgeruch deutlich" praktisch vernachlässigt werden, wie aus Abbildung 20 hervorgeht.

Allerdings erscheint es aufgrund der durchgeführten Begehungen wahrscheinlich, daß bei deutlich vergrößerten Festmistlagermengen der Einfluß auf die Geruchsschwellenentfernungen größer ist. Jedoch kann dies nicht mit letzter Sicherheit vorhergesagt werden, da bei den Geruchsfahnenbegehungen 1993 nur ein Betrieb eine Festmistlagermenge von rd. 1000 m^3 hatte und in dem Bereich zwischen 250 und 1000 m^3 Festmistlagermenge keine Werte dokumentiert werden konnten (20).

Bei den untersuchten Siloanlagen für die Bestimmung der Geruchsschwellenentfernungen des Silagegeruches handelt es sich nahezu ausschließlich um Flach- bzw. Fahrsiloanlagen. Bei Hoch- bzw. Tiefsilos, die vereinzelt mit erfaßt werden konnten, lagen die festgestellten Geruchsschwellenentfernungen - wenn nicht gerade Silage neben dem Silo verstreut herumlag - so nahe an der Siloaußenwand, daß eine Auswertung dieser Entfernungen nicht möglich und aufgrund der geringen Anzahl der Werte auch nicht sinnvoll war.

Weiterhin wird hier analog dem Gülle- bzw. Festmistgeruch nicht der Silagegeruch behandelt, der z.B. durch auf dem Futtertisch oder im Trog liegende Silage emittiert wurde. Diese Geruchsemissionen sind in den Geruchsemissionen des Stalles mitenthalten und ließen sich von diesen auch nicht getrennt wahrnehmen.

Der subjektive Eindruck, daß insbesondere dann, wenn Silage - speziell Grassilage - auf dem Futtergang verteilt bandförmig abgelegt war und dadurch der entsprechende Stall auch intensiver zu riechen war, konnte nicht durch entsprechend vergrößerte Geruchsschwellenentfernungen des Stallgeruches - weder bei den hier behandelten "konventionellen" Ställen noch bei den unter 5.2 behandelten Außenklimaställen - bestätigt werden (s.a. Abbildung 14 bis 17 sowie Abbildung 25 bis 29).

Der in den nachfolgenden vier Abbildungen behandelte Silagegeruch bezieht sich auf die Geruchsemissionen des Silolagerbehälters einschl. evtl. in unmittelbarer Nähe befindlicher Silage-Transportfahrzeuge sowie in unmittelbarer Nähe abgelegter Silagereste.

Für den Maissilagegeruch (Abbildung 21 und Abbildung 22) ließ sich weder bei der Klassierung "Silagegeruch schwach" noch bei der Klassierung "Silagegeruch deutlich" eine signifikante Abhängigkeit der Regressionsgeraden und ihres Steigungsmaßes von der Lagerraumkapazität nachweisen, wobei hier unter Lagerraumkapazität nur die Kapazität verstanden wird, die eindeutig für die Maissilage genutzt bzw. für Maissilage vorgesehen war.

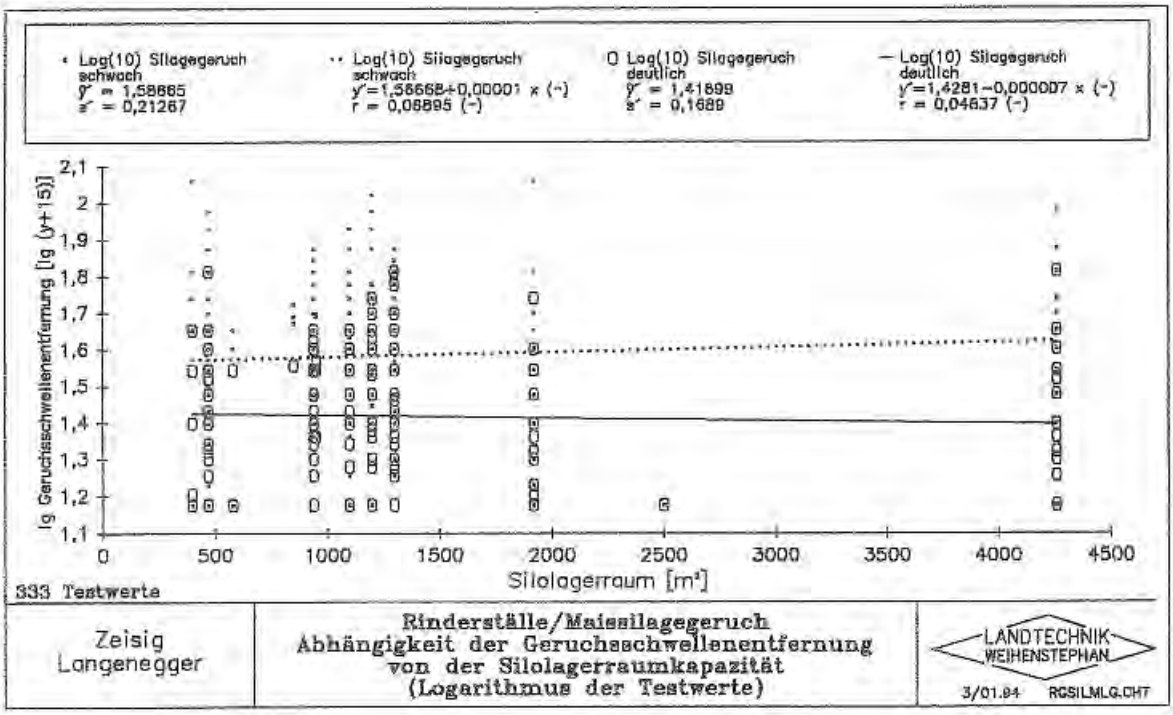


Abbildung 21

Der Bereich zwischen rd. 2000 m^3 und rd. 4000 m^3 Fassungsvermögen war bei den untersuchten Betrieben nicht vorhanden.

Für Grassilage ließ sich bei den untersuchten Betrieben häufig keine eindeutig zu definierende Silolagerraumkapazität ermitteln, da ein Teil der untersuchten Betriebe Grassilage auch in Form von Rundballen siliert hat und diese im Bereich der Hofstelle in der Nähe der Silolagerbehälter gelagert hatte.
Daher wurde als Bezugsgröße hier nur die tatsächliche jeweils vorhandene Grassilagemenge gewählt.

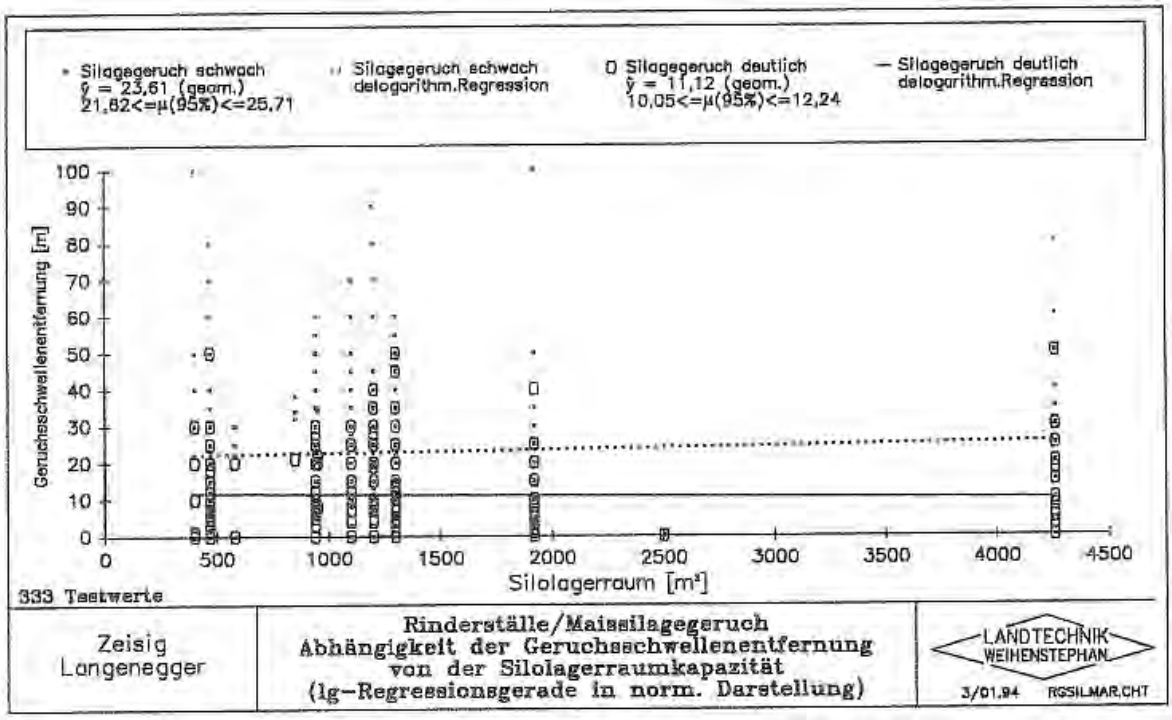


Abbildung 22

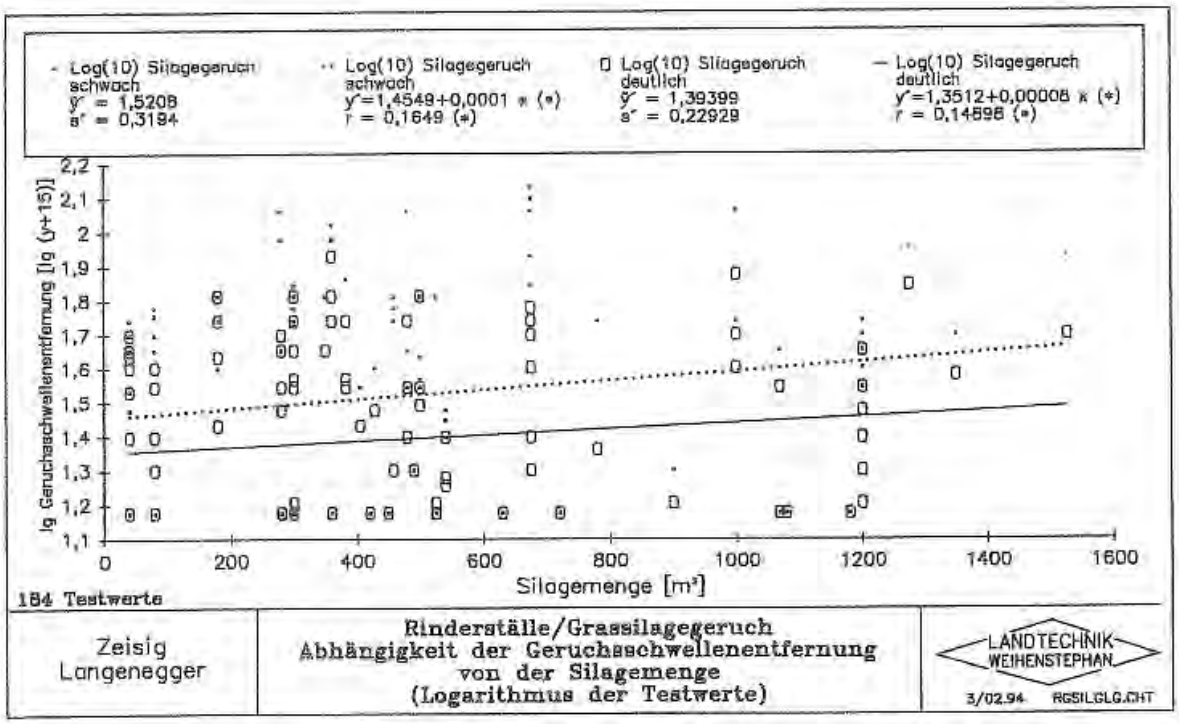


Abbildung 23

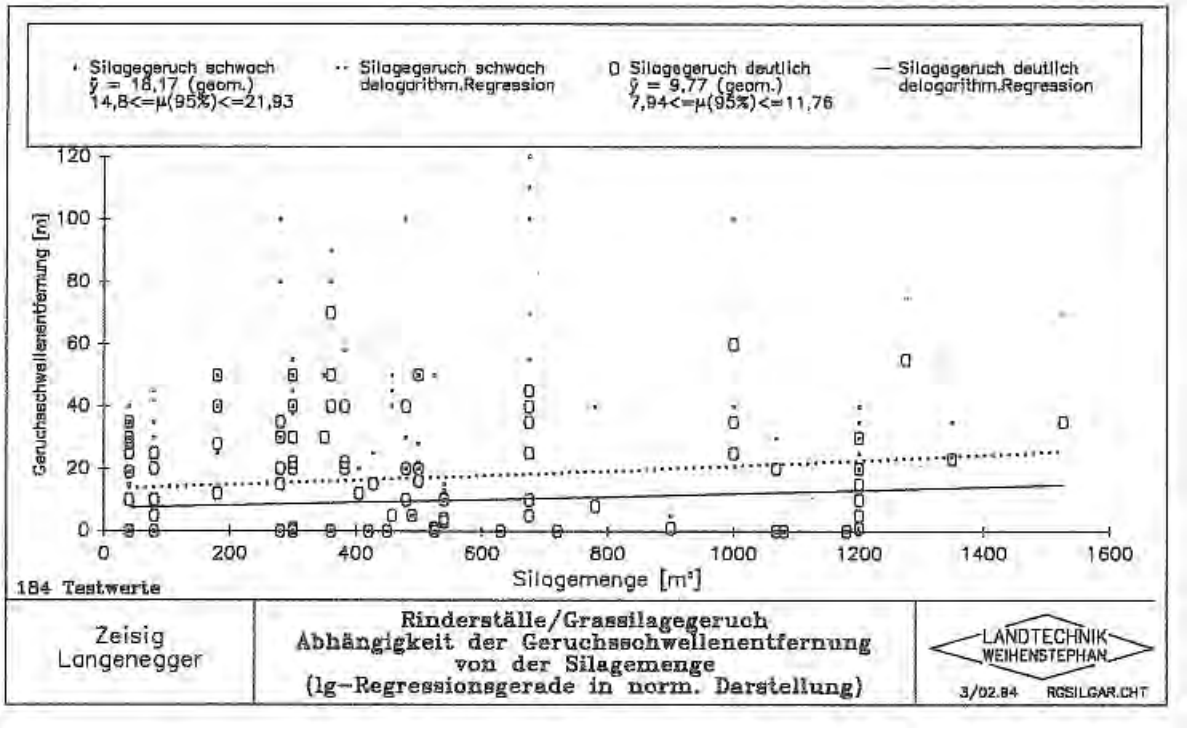


Abbildung 24

Wie aus Abbildung 23 hervorgeht, war sowohl für die Klassierung "Silagegeruch schwach" als auch für die Klassierung "Silagegeruch deutlich" der jeweilige Korrelationskoeffizient der Entfernungswerte schwach signifikant abhängig von der Grassilagemenge. Das gleiche gilt auch für das jeweilige positive Steigungsmaß der Regressionsgeraden.

Sowohl von den Probanden als auch von den jeweiligen Gruppenleitern wurde übereinstimmend festgestellt, daß sowohl bei den Geruchsemissionen der Maissilage als auch bei den Geruchsemissionen der Grassilage nicht unbedingt die freie Anschnittfläche z.B. eines Fahrsilos die Emissionsquelle darstellt, sondern daß die Geruchsemissionen vorwiegend durch im Silo oder in der Nähe abgelagerte Silagereste auch in relativ kleinen Mengen (z.B. geringe Mengen von Silageresten auf einen für den Silagetransport benutzten Fahrzeug) verursacht wurden.

Insbesondere bei Grassilage - weniger bei Maissilage - wurde festgestellt, daß Silagereste, z.B. aus dem Futtertrog herausgeräumte und neben dem Stall gelagerte Silagereste auch in relativ geringen Mengen (Mengen von teilweise deutlich unter 1 m^3) insbesondere dann, wenn sie der Witterung ausgesetzt waren und damit entsprechende Nachgärungen bzw. Faulprozesse abliefen, auch in relativ großen Entfernungen im oberen Bereich z.B. der in Abbildung 24 aufgeführten Geruchsschwellenentfernungen wahrgenommen werden konnten.

Diese Beobachtungen ließen sich jedoch nicht immer eindeutig den entsprechenden Entfernungswerten zuordnen, so daß die Abbildungen 21 bis 24 auch diese nicht der normalen Silagelagerang zuzurechnenden Umstände enthält.

Diese Beobachtungen bedeuten aber auch gleichzeitig, daß speziell aus dem Futtertrog ausgeräumte Grassilagereste - wenn sie über mehrere Tage z.B. neben dem Stall gelagert werden, zur Reduzierung der "Geruchsemissionen" nur im abgedeckten Zustand gelagert werden sollten.

Ein weiterer Aspekt speziell bei Grassilage, der sich ebenfalls nicht genau spezifizieren ließ, ist der teilweise berichtete Eindruck, daß Grassilage - insbesondere auch in Rundballen - während des eigentlichen Siliervorganges höhere Geruchsemissionen abgibt und auch größere Geruchsschwellenentfernungen aufweist als in dem Zeitraum danach. Dieser "Siliervorgang" ist zwar innerhalb der ersten drei bis sechs Wochen nach dem Wickeln der Rundballen abgeschlossen, jedoch erlauben die durchgeführten Untersuchungen nicht, diese "Beobachtungen" näher zu spezifizieren.

Die Summe dieser "Unsicherheiten" speziell bei Grassilage, bei der häufiger als bei Maissilage "Fehlgärungen" auftreten können und offensichtlich auch auftreten (mit entsprechenden Konsequenzen für die Geruchsschwellenentfernungen) läßt es angebracht erscheinen, die aus den festgestellten Geruchsschwellenentfernungen (Abbildung 23 und Abbildung 24) abzuleitende Immissionsprognose (s.a. Abschnitt 6) entsprechend vorsichtig anzuwenden.

5.2. Außenklimaställe:

Die Ergebnisse dieser in 1997 durchgeführten Geruchsfahnenbegehungen an allen sog. Außenklimaställen ergaben, daß die mittlere Geruchsschwellenentfernung im untersuchten Bereich bis zu rd. 200 Stück Rindvieh für die Klassierung "Stallgeruch schwach" positiv schwach signifikant von der Stallkapazität abhängt, nicht aber für die Klassierung "Stallgeruch deutlich", bei der das Steigungsmaß der Ausgleichsgerade (s.a. Abbildung 25) sogar leicht negativ ist.

Das gleiche gilt im Prinzip auch für die Abhängigkeit der jeweiligen Geruchsschwellenentfernungen von der zum Zeitpunkt der Begehungen vorhandenen Bestandsgröße.

Dieser in Abbildung 27 dargestellte Zusammenhang zeigt bis zu einer Bestandsgröße von rd. 240 GV für die Klassierung "Stallgeruch schwach" hier ebenfalls eine schwach signifikante Abhängigkeit, nicht aber für die Klassierung "Stallgeruch deutlich".

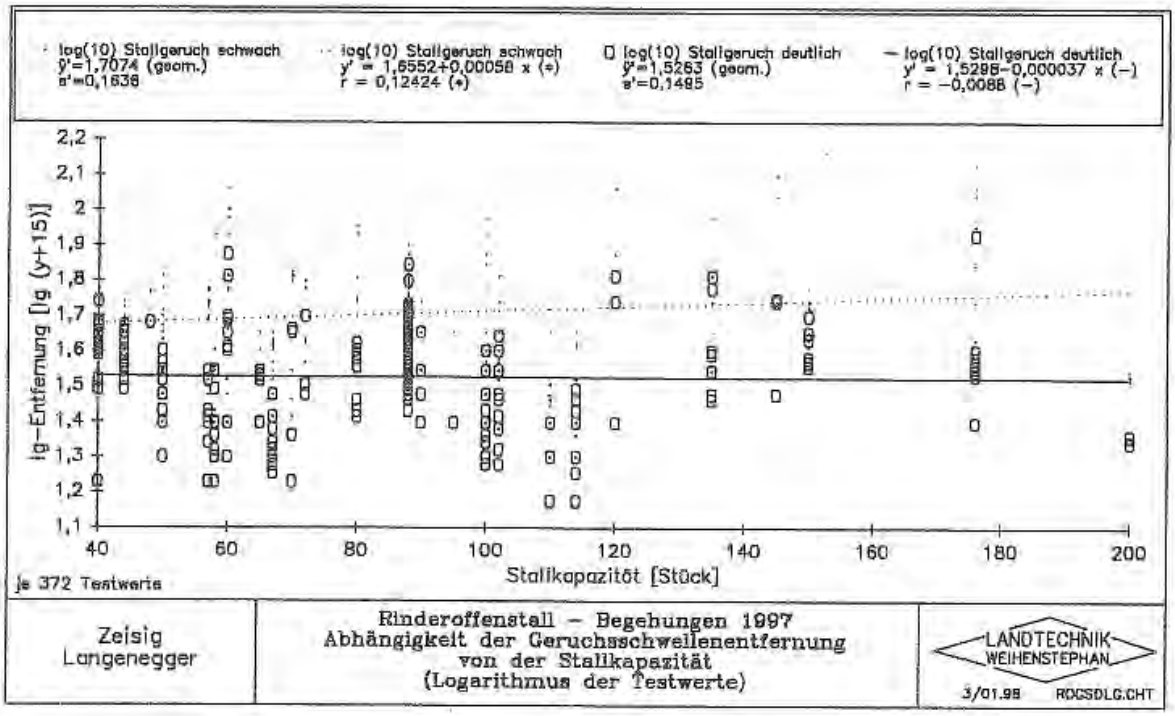


Abbildung 25

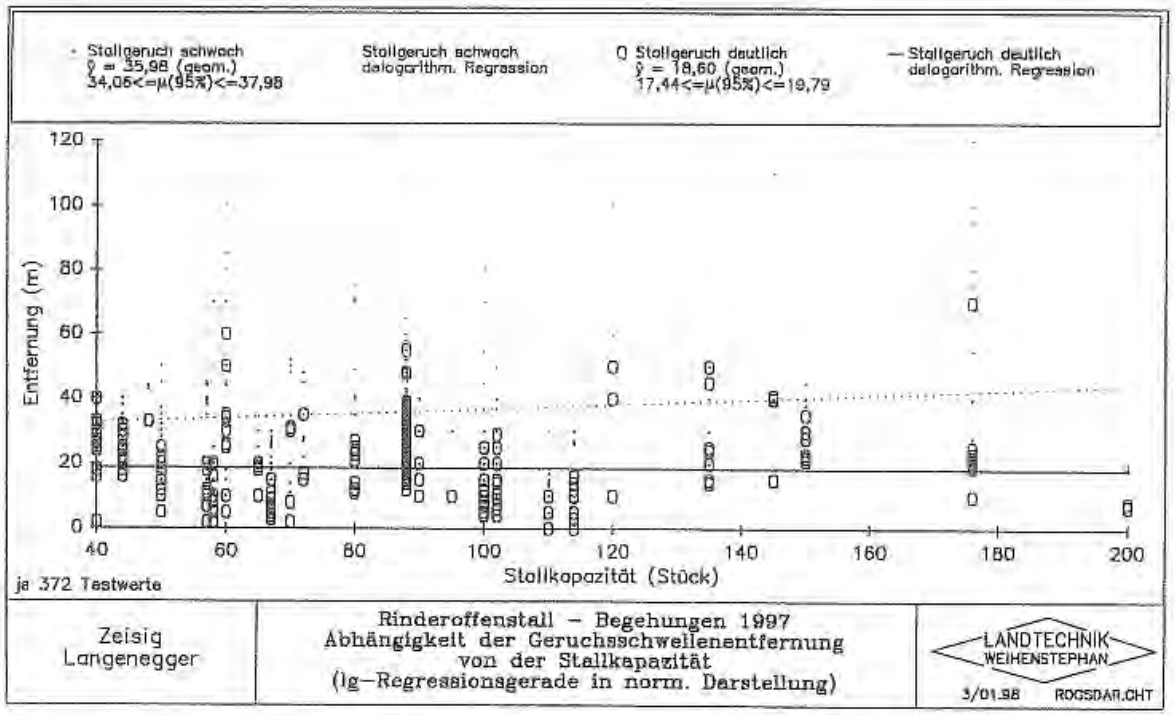


Abbildung 26

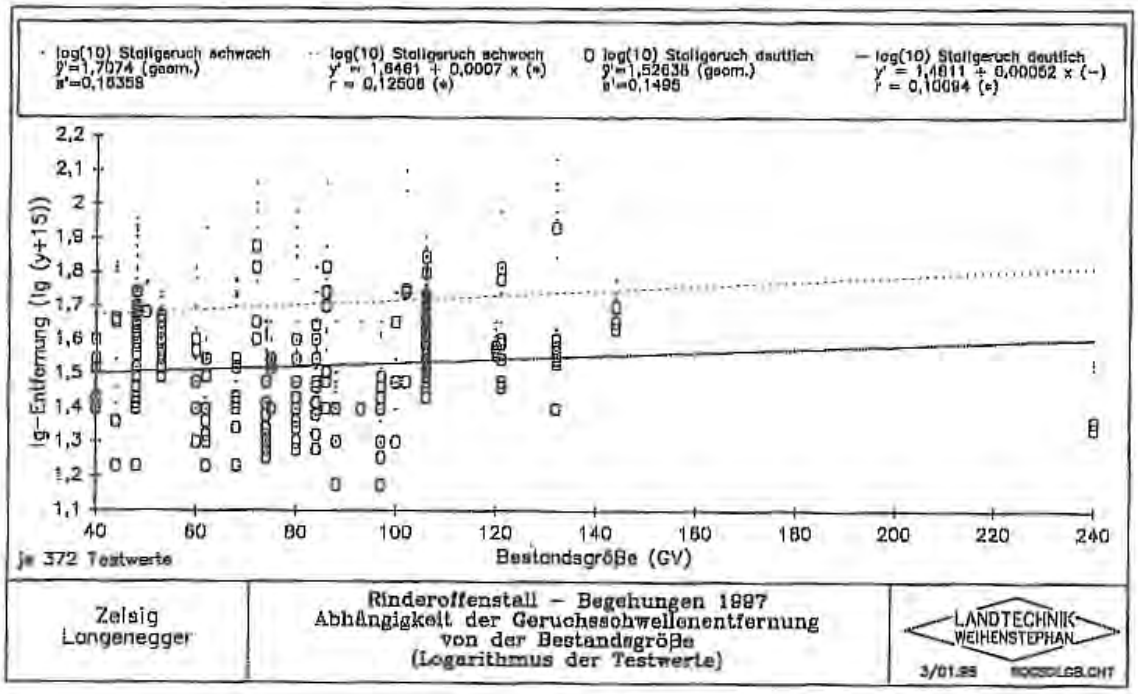


Abbildung 27

Allerdings ergab die Prüfung, ob die Differenz der Mittelwerte zwischen den Rinderstallbegehungen 1993 an konventionellen Ställen und 1997 an Außenklimaställen statistisch gesichert ist, daß sowohl für die Klassierung "Geruch schwach wahrnehmbar" als auch für die Klassierung "Geruch deutlich wahrnehmbar" die Differenz sich hoch signifikant (99,9 %-Niveau) unterscheidet. D.h., die Geruchsschwellenentfernungen für beide Klassierungen liegen bei den Außenklimaställen über den entsprechenden Geruchsschwellenentfernungen der "konventionellen" Ställe.
Das hat auch zur Konsequenz, daß für eine Immissionsprognose konventionelle Ställe und sog. Außenklimaställe (Offenställe) getrennt behandelt werden müssen.

Innerhalb der Gruppe der Offenställe bzw. Außenklimaställe nehmen evtl. die Ställe mit offenem Laufhof eine Sonderstellung ein. Die Überprüfung ergab jedoch, daß weder für die Klassierung "Stallgeruch schwach" noch für die Klassierung "Stallgeruch deutlich" bei Ställen mit offenem Laufhof die Geruchsschwellenentfernung signifikant abhängt von der Stallkapazität (s.a. Abbildung 28) oder der hier nicht wiedergegebenen Bestandsgröße.

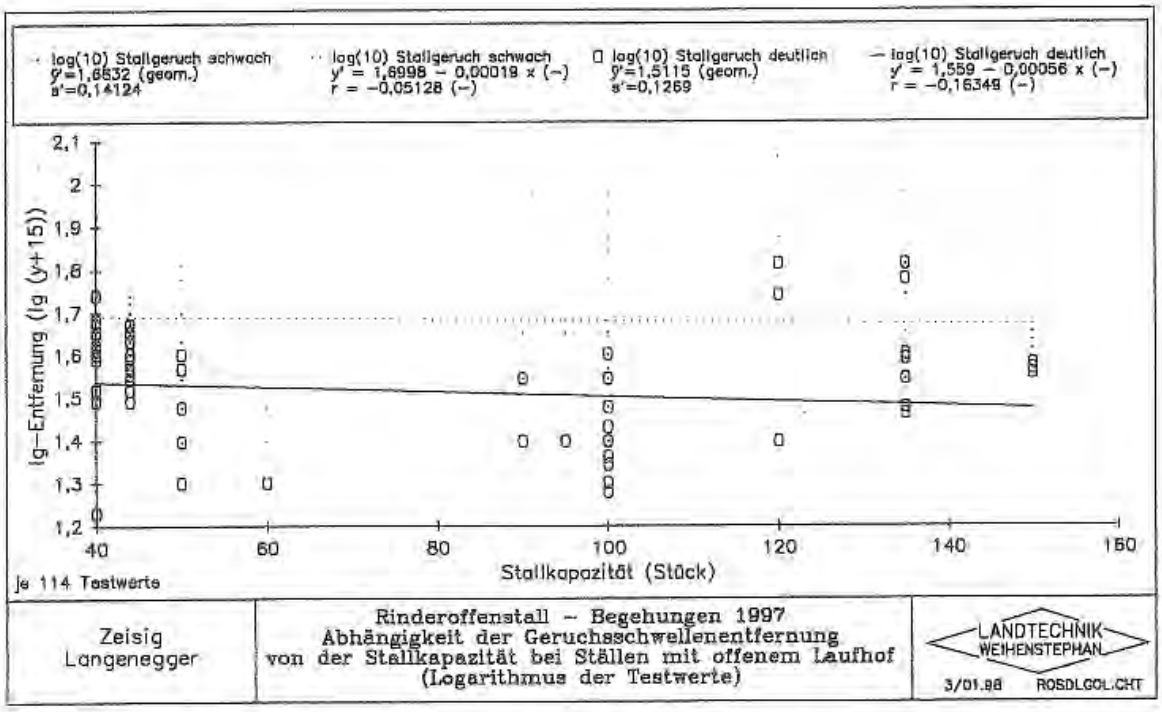


Abbildung 28

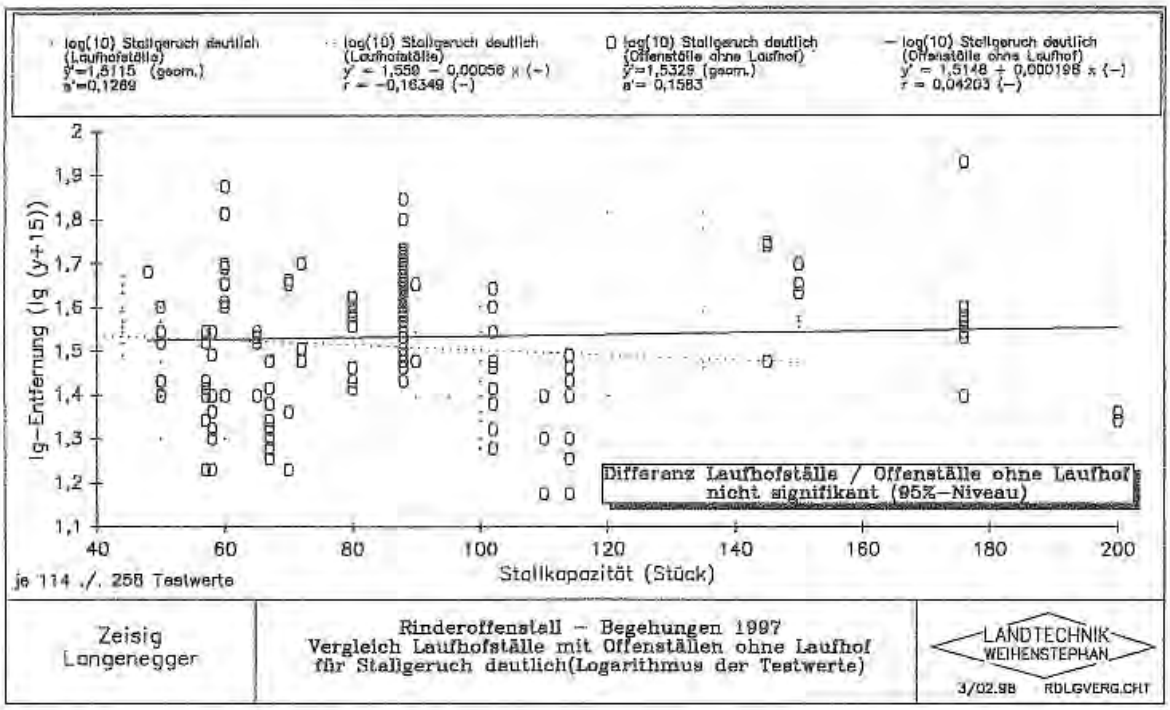


Abbildung 29

Der Vergleich von Ställen mit offenem Laufhof und Offenställen bzw. Außenklimaställen ohne Laufhof ist für die Klassierung "Stallgeruch deutlich" in Abbildung 29 in Abhängigkeit von der Stallkapazität wiedergegeben.
Die statistische Überprüfung, ob für diese Klassierung die Differenz der Mittelwerte sich signifikant unterscheidet, ergab - wie in Abbildung 29 aufgeführt - keinen signifikanten Unterschied.

Allerdings ergab der ebenfalls für die Klassierung "Stallgeruch schwach" durchgeführte Signifikanztest, daß die Geruchsschwellenentfernungen der Klassierung "Stallgeruch schwach" sich schwach signifikant (auf dem 95 %-Niveau) zwischen beiden Varianten der Außenklimaställe unterscheiden.
Da aber die Klassierung "Stallgeruch schwach" nicht das Entscheidungskriterium für eine erhebliche Belästigung sein kann, erscheint es möglich, sowohl die Außenklimaställe mit offenen Laufhöfen als auch die sonstigen Außenklimaställe bzw. Offenställe für eine Immissionsprognose zusammenfassend zu betrachten.

Die anläßlich der Geruchsfahnenbegehungen von einigen Probanden geäußerte Vermutung, daß evtl. Ställe mit offenem Laufhof eine größere Geruchsschwellenentfernung aufweisen wenn in Richtung auf den Laufhof zugegangen wird, konnte durch die Auswertungen nicht bestätigt werden. Es zeigten sich bei der Auswertung für beide Varianten praktisch keine Unterschiede in den festgestellten Geruchsschwellenentfernungen - noch viel weniger ließen sich die geringen Unterschiede statistisch absichern.

Die oft geäußerte Vermutung, daß mit größerer Laufhoffläche auch der "Geruch" bzw. die Geruchsschwellenentfernungen ansteigen müßten - da sich große Laufhofflächen bekanntlich "schlechter" sauber halten lassen - konnte durch die durchgeführten Geruchsfahnenbegehungen nicht bestätigt werden.

Wie die Abbildung 30 zeigt, sind die festgestellten Geruchsschwellenentfernungen zwar hochsignifikant (99,9 %-Niveau) abhängig von der Größe der Laufhoffläche, allerdings ist das Steigungsmaß der Ausgleichsgeraden negativ.
Das bedeutet, je größer die Laufhoffläche ist, umso geringer sind die festgestellten Geruchsschwellenentfernungen für beide Klassierungen {Stallgeruch schwach bzw. Stallgeruch deutlich).
Allerdings darf hierbei nicht unberücksichtigt bleiben, daß die Entfernungen nicht zu irgend einem fiktiven Emissionsschwerpunkt, sondern immer zu der nächstgelegenen Ecke bzw. Kante der jeweiligen Emissionsquelle erfasst wurden.
D.h., ein offener Laufhof trägt zwar durchaus zu den Geruchsemissionen und damit auch den

Geruchsschwellenentfernungen bei, er ist aber nicht alleine entscheidend für die festgestellten Geruchsschwellenentfernungen.

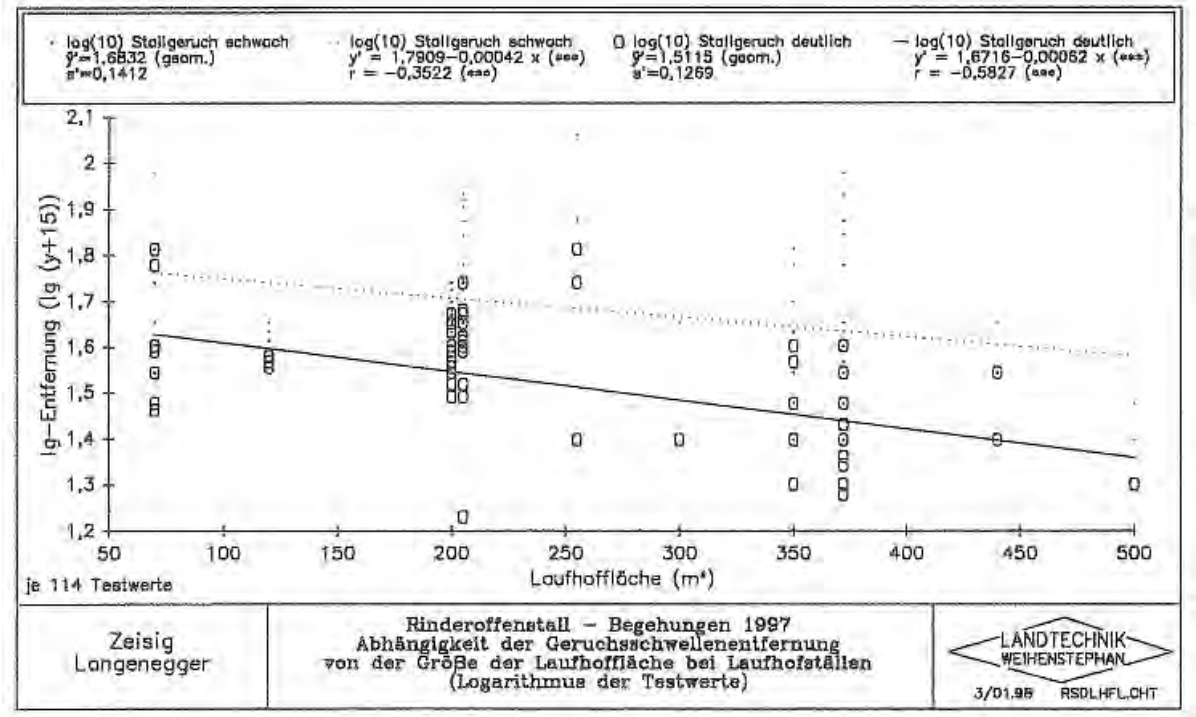


Abbildung 30

5.3 Geruchsfahnenbegehungen nach VDI-Richtlinie 3940:

In den nachfolgenden sechs Abbildungen sind Beispiele für den zeitlichen Verlauf der von den Probanden gewählten Klassierungen ihrer Geruchswahrnehmungen aufgetragen. Die y-Achse stellt die Klassierung nach der in der VDI-Richtlinie 3940 vorgegebenen Intensitätsskala dar. Hierin bedeutet:

0 = kein Geruch,
1 = Geruch sehr schwach,
2 = Geruch schwach,
3 = Geruch deutlich,
4 = Geruch stark etc..

Will man diese Intensitätsskala mit den unter Abschnitt 5.1 und 5.2 beschriebenen Geruchs-

fahnenbegehungen vergleichen, so entspricht die dort gewählte Klassierung "Geruch schwach wahrnehmbar" etwa der hier aufgeführten Stufe 1 (Geruch sehr schwach) und die Klassierung "Geruch deutlich wahrnehmbar" der hier aufgeführten Stufe 3 (Geruch deutlich). Dies vor allem auch deshalb, weil neben den sonstigen Bedingungen auch dieser Begehungen (keine Begehung über frisch gepflügten Acker, frisch gemähte Wiese etc. - s.a. Abschnitt 6) die Probanden durch die Beachtung der Windrichtung bzw. der Windfahne jede auch nur angenähert einem Stallgeruch ähnliche Geruchswahrnehmung dem Stall bzw. der Quelle zuordnen, wenn die Geruchsfahne aus Richtung der Quelle kommt.

Daher ist es für die Probanden nicht möglich, zunächst eine Geruchsstoffkonzentration im Bereich der Erkennungsschwelle "abzuwarten" und darüber dann noch eine Intensitätsskala nach VDI 3940 zu setzen. Letzteres erfordert den Einsatz eines objektiven und entsprechend kalibrierten Immissions-Meßverfahrens - das zur Zeit noch nicht zur Verfugung steht - und lässt sich mit der subjektiven Einstufung durch den menschlichen Geruchssinn nicht bzw. kaum erfassen.

Auf der x-Achse ist die Zeit aufgetragen, wobei die Dauer jeder Begehung nach VDI-Richtlinie 3940 zehn Minuten gleich 600 Sekunden beträgt und alle zehn Sekunden einheitlich von allen Probanden der zu diesem Zeitpunkt von ihnen wahrgenommene Geruch klassiert werden muß.

Abbildung 31 und 32 geben als Beispiel den Verlauf der Klassierungen bei gleicher durchschnittlicher Lufttemperatur und gleicher durchschnittlicher Windgeschwindigkeit unter den Ausbreitungsbedingungen der Ausbreitungsklasse IV einmal in 46 m Entfernung von der Quelle (Abbildung 31) und zum anderen in 27 m Entfernung von der Quelle (Abbildung 32) wieder.

Berücksichtigt man hier nur die Anzahl der Werte der Intensitätsstufe 3 und höher, so wären nach Abbildung 31 (46 m Entfernung) insgesamt nur elf positive Antworten entsprechend 3,67 % der Gesamtzahl anrechenbar.
Analog gilt für Abbildung 32 (27 m Entfernung) für die Intensitätsstufe 3 und höher ein Anteil von 15,67 % der gesamten Werte.

Der Vergleich dieses Beispiels erscheint zunächst auch logisch - je näher man an eine Quelle herankommt umso deutlicher und häufiger dürften auch die Geruchswahrnehmungen sein.

Allerdings zeigte die Auswertung dieser Begehungen, daß durchaus auch relativ häufig Gegenteiliges festgestellt wurde - wie das in Abbildung 33 und 34 wiedergegebene, ebenfalls unter konstanten äusseren Bedingungen aufgenommene Beispiel zeigt.

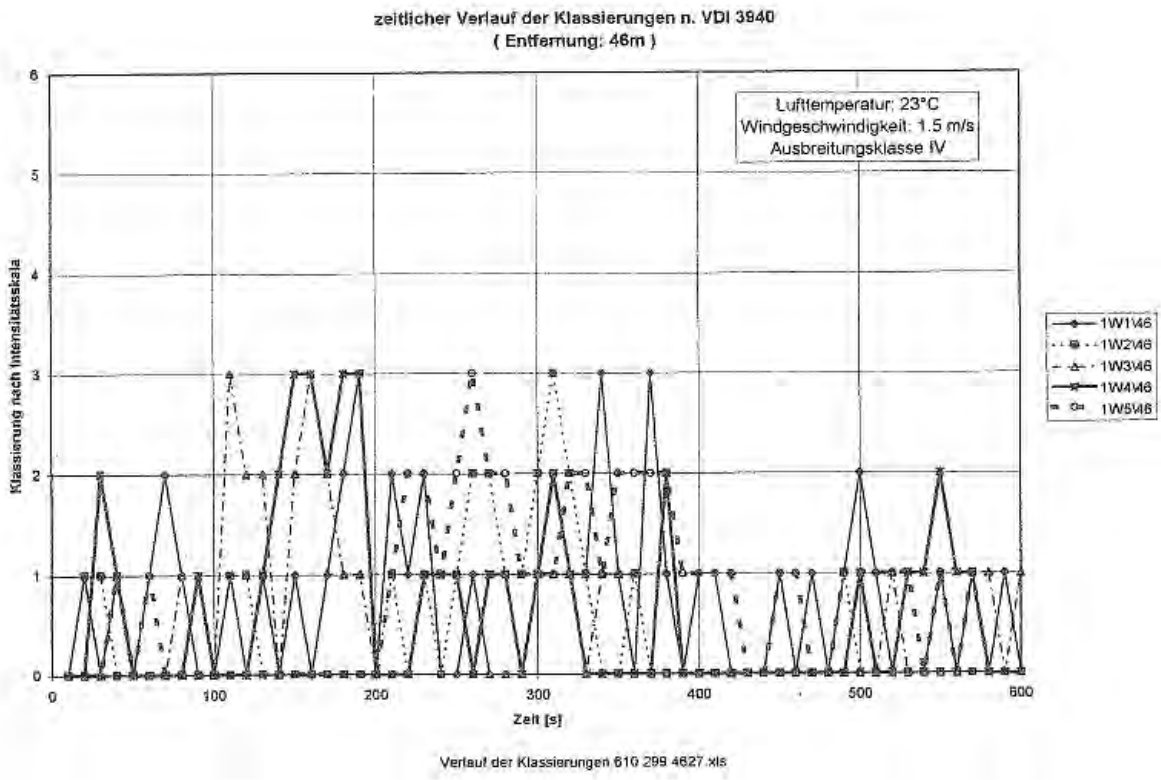


Abbildung 31

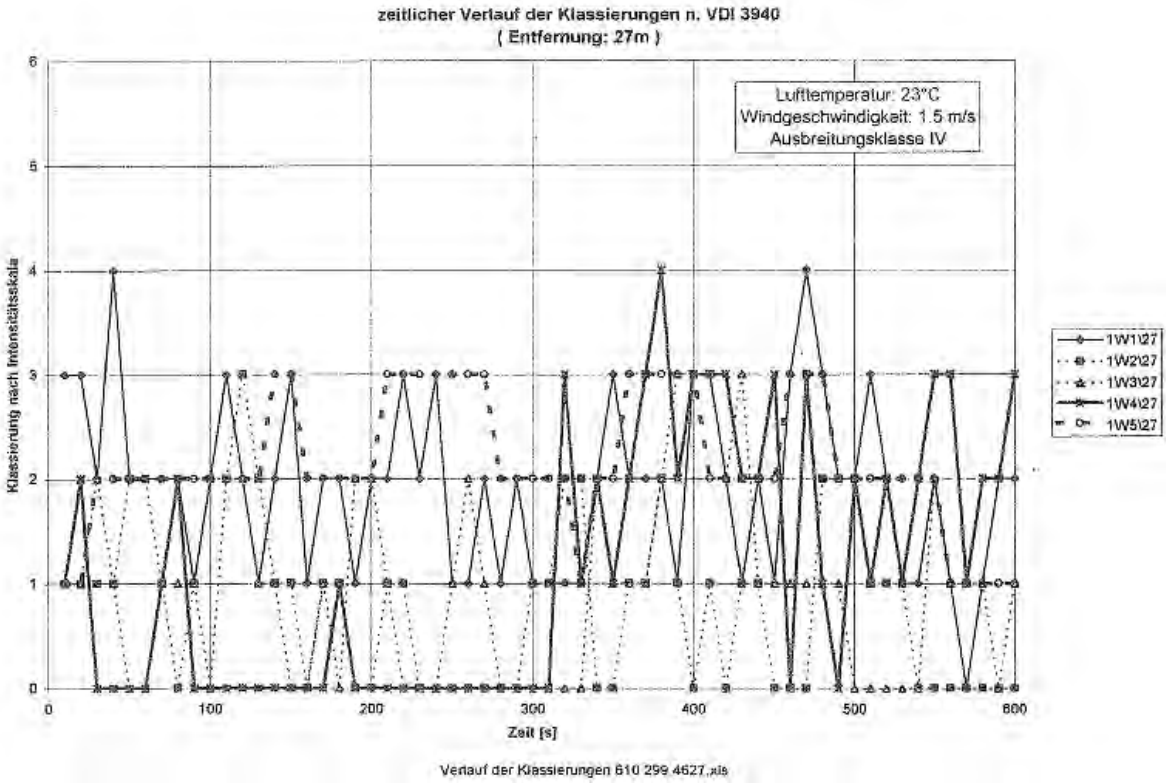


Abbildung 32

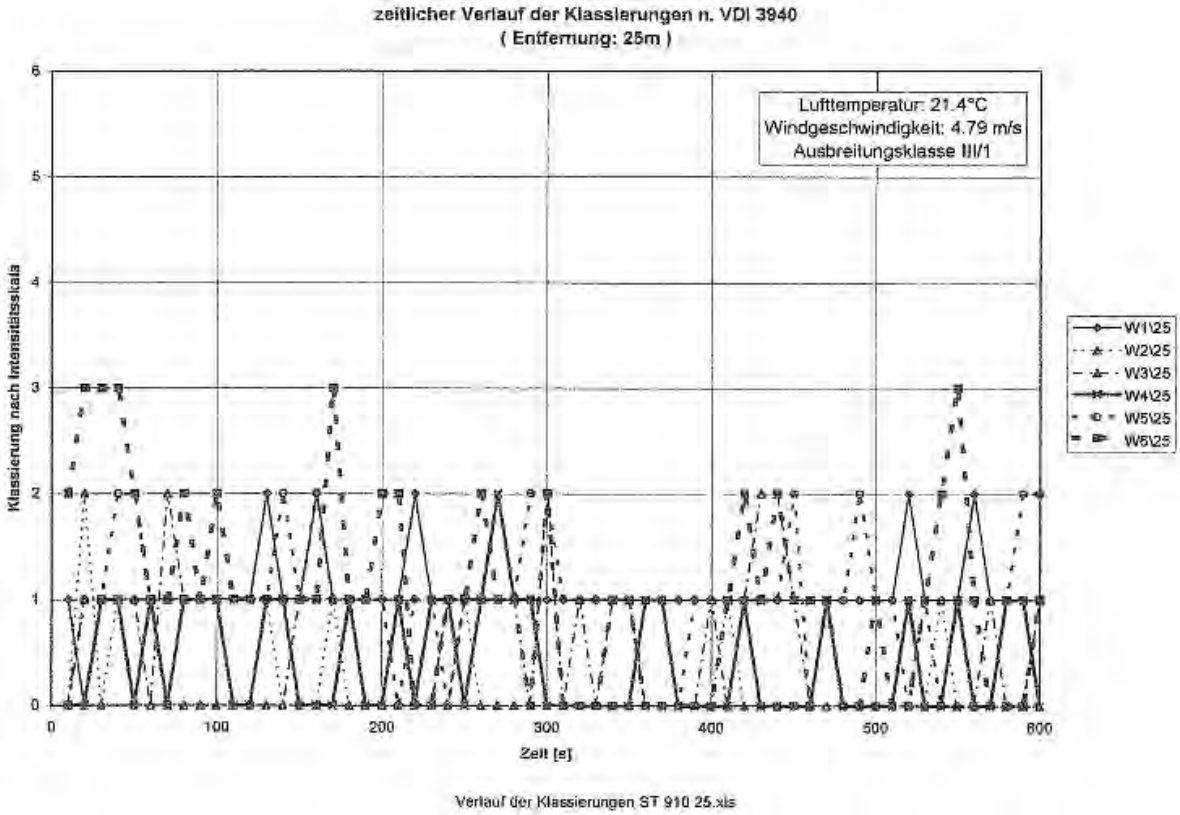


Abbildung 33

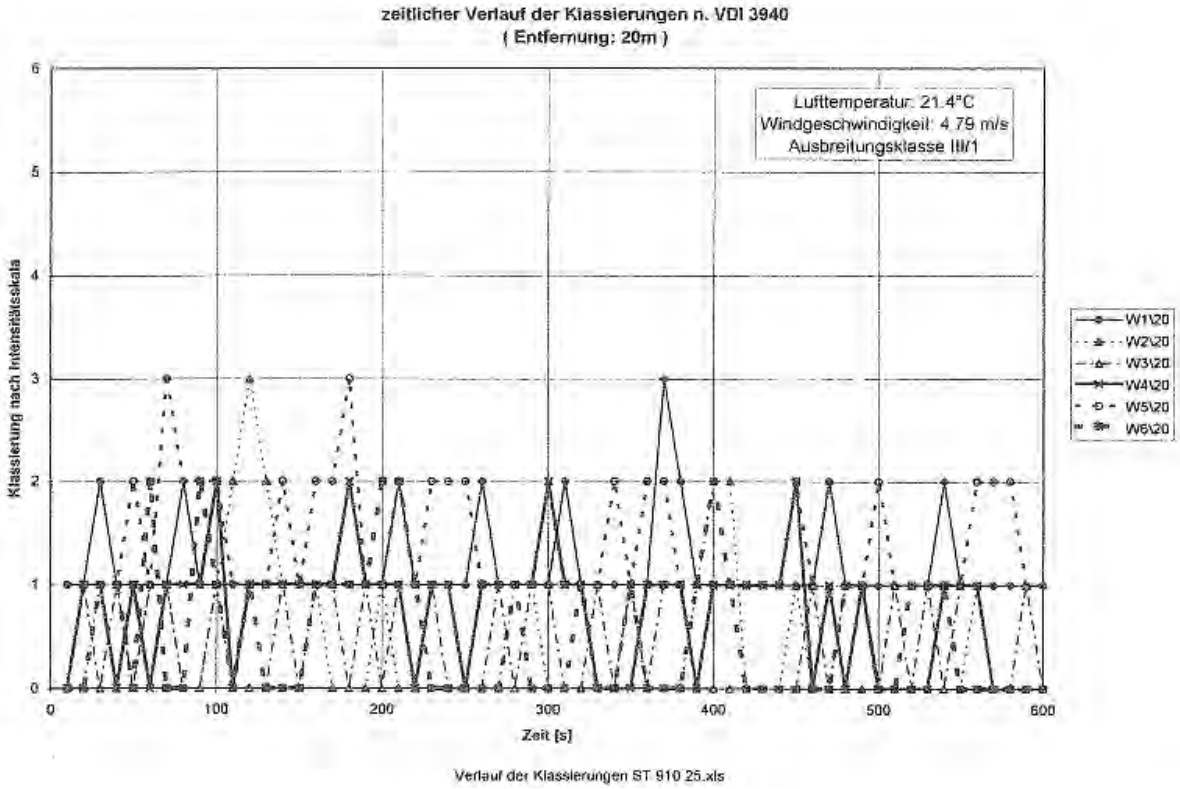


Abbildung 34

In Abbildung 33 erreichten bzw. überschritten insgesamt 1,39 % der Werte die Intensitätsstufe 3, während es in der geringeren Entfernung von 20 m (Abbildung 34) nur 1,11% der Gesamtzahl der Werte waren.
Diese Differenz ist zwar nicht groß, sie zeigt aber tendenziell, daß unter sonst gleichen Bedingungen in "größerer" Entfernung von der Quelle "mehr" zu riechen war.

Versucht man, die in den beiden obigen Abbildungen dargestellten Verläufe der Klassierungen der einzelnen Probanden näher zu analysieren, so läßt sich feststellen, daß die Unterschiede überwiegend auf den Probanden W6 zurückzuführen sind, dessen Verlauf der Klassierungen in den Abbildungen 35 und 36 nochmals getrennt dargestellt ist.
Die oben festgestellte Differenz wird für diesen Probanden noch größer, wenn zusätzlich auch die Intensitätsstufe 2 mit einbezogen wird.

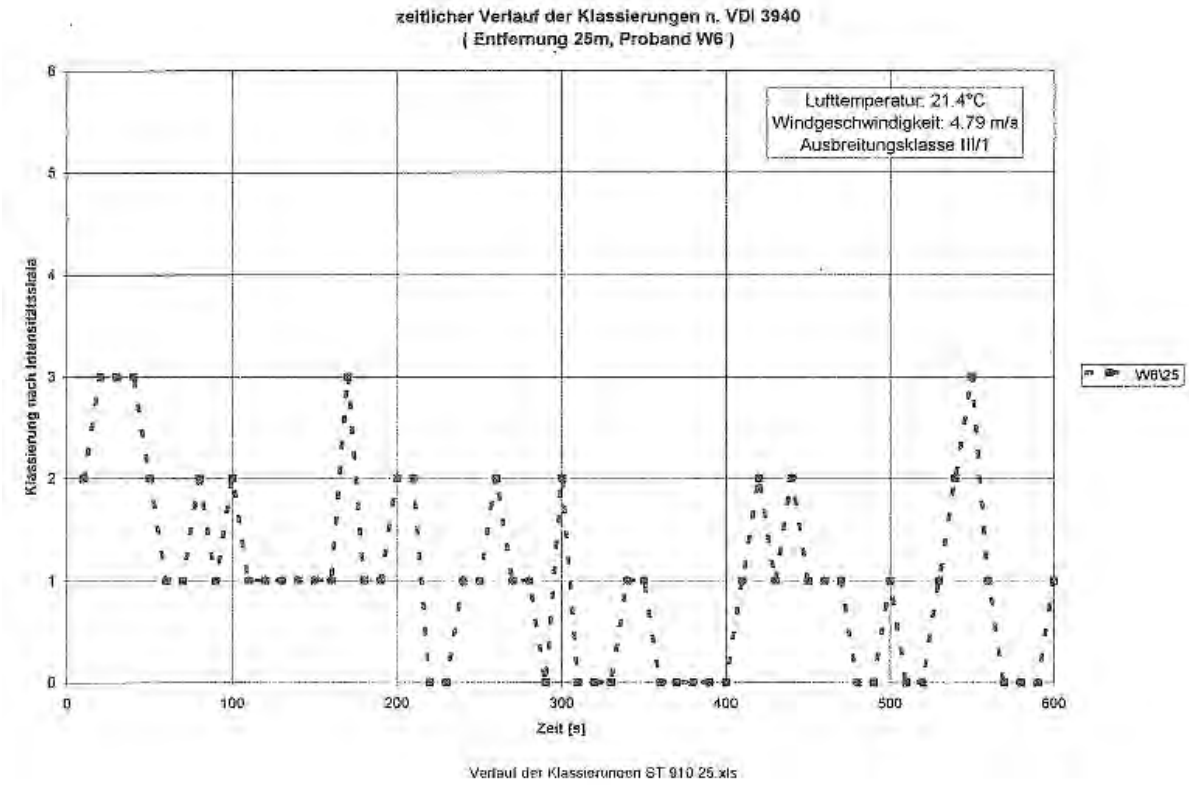


Abbildung 35

Dafür konnte keine logische Erklärung - außer der, daß derartige Begehungen nach diesem Schema mit einem hohen Maß an Unsicherheit behaftet sind - gefunden werden. Zum einen lag die überprüfte Geruchsempfindlichkeit für Schwefelwasserstoff und n-Butanol sowohl dieses

Probanden als auch aller anderen in den obigen Beispielen aufgeführten Probanden innerhalb der zulässigen Grenzwerte, die in der Geruchsemissionsrichtlinie (24) aufgeführt sind (Schwefelwasserstoff zwischen 1,5 und 6 µg/m^3, e-Butanol zwischen 250 und 1000 µg/m^3), zum anderen war die Reaktion auch dieses Probanden auf dem vor der Begehung durchgeführten Triangeltest positiv und zum dritten hatte dieser Proband in beiden Fällen (sowohl Abbildung 35 als auch Abbildung 36) einen Standort nahe der Mittelachse der Geruchsfahne, so daß ein mögliches - aber nicht beobachtetes - Meandern der Geruchsfahne für diesen Probanden ausgeschlossen ist.

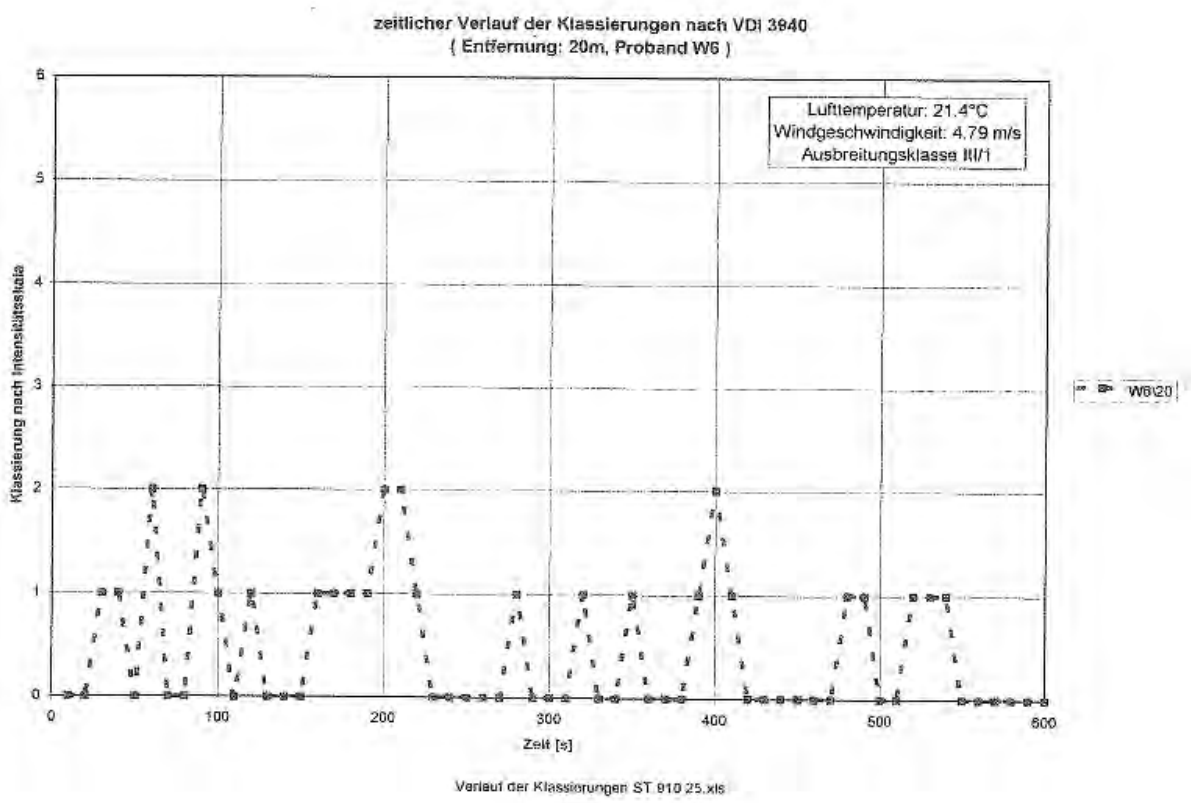


Abbildung 36

Im allgemeinen muß erwartet werden, daß im Bereich der Längsachse der Geruchsfahne die höchsten Geruchsstoffkonzentrationen innerhalb der jeweiligen Entfernungen von der Quelle auftreten.

Da das Ziel der durchgeführten Geruchsfahnenbegehungen war, einen Anhaltswert für die in bestimmten Entfernungen von einem Stall bzw. einer Quelle auftretenden Geruchsstoffkonzentrationen und evtl. deren Häufigkeiten zu erfassen, muß davon ausgegangen werden, daß die positiven Antworten der Probanden in bzw. in der Nähe der Geruchsfahnenachse einen verwertbaren Geruchszeitanteil (im Sinne der VDI-Richtlinie 3940) liefert, der in Verbindung mit

der jeweiligen Klassierung die Geruchs-Immissionssituation bzgl. der max. auftretenden Konzentrationen zumindest für den Untersuchungszeitraum hinreichend beschreibt.
Dabei geht es nicht um die Kalibrierung von Rechenmodellen zur Geruchsstoffausbreitung, die Erstellung von Immissionskatastern etc., wie sie beispielsweise auch als Zielsetzung in der VDI-Richtlinie 3940 aufgeführt sind.

In den Abbildungen 37 bis 39 ist der Anteil der Klassierungen nach VDI-Richtlinie 3940 für den Bereich der Geruchsfahnenachse eines Betriebes dieser Begehungen nach VDI-Richtlinie 3940 über der Entfernung zur Quelle bzw. zum Außenklimastall aufgetragen. Hierfür wurden bei sechs bzw. vier Probanden einer Begehung jeweils die zwei direkt neben der Geruchsfahnenachse stehenden Probanden bzw. deren Ergebnisse ausgewertet, während beispielsweise bei der Teilnahme von fünf Probanden nur der mittlere Proband (in der Geruchsfahnenachse stehend) ausgewertet wurde.

Insgesamt wurden für diesen Betrieb 33 nicht abgebrochene (wegen Windrichtungsänderungen etc.) Begehungen bzw. deren Entfernungswerte dokumentiert.

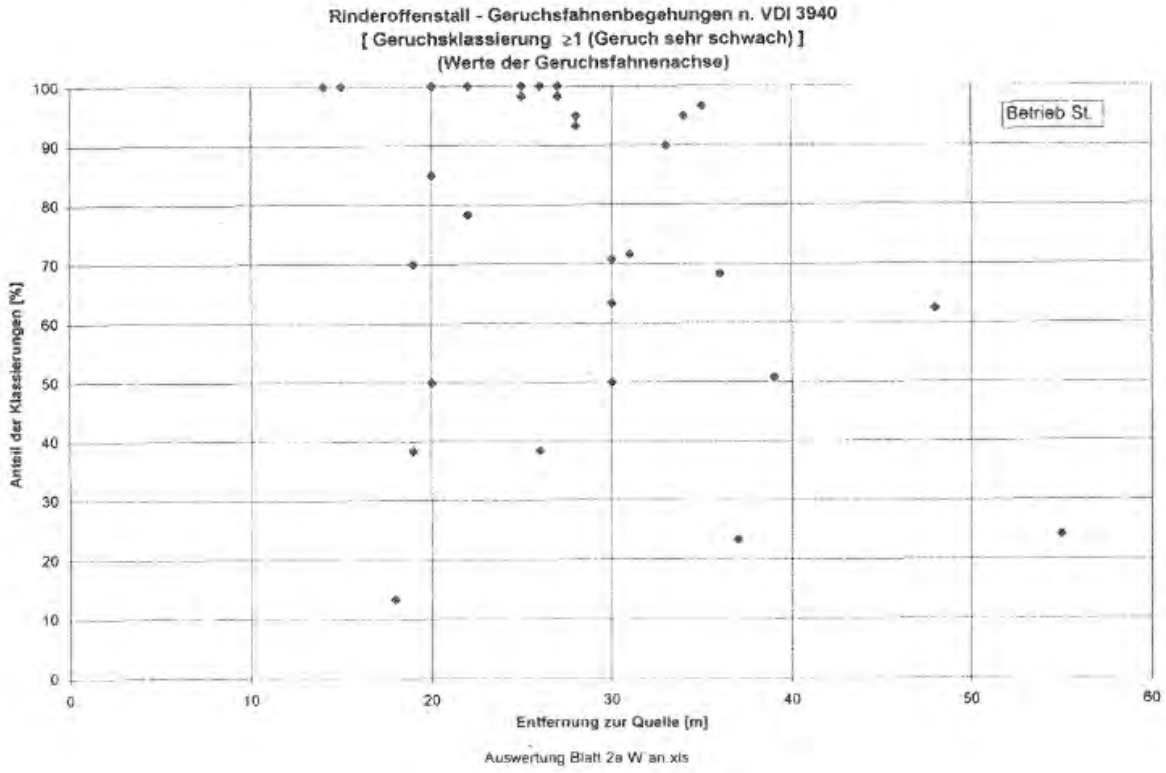


Abbildung 37

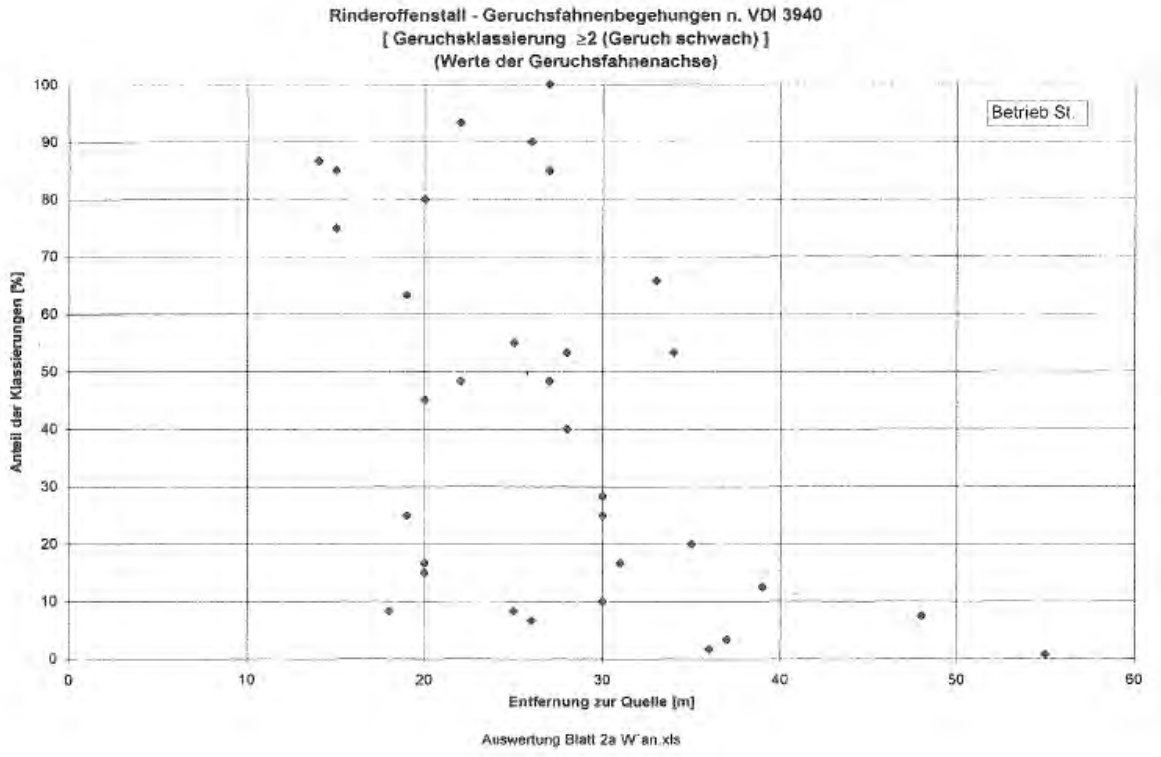


Abbildung 38

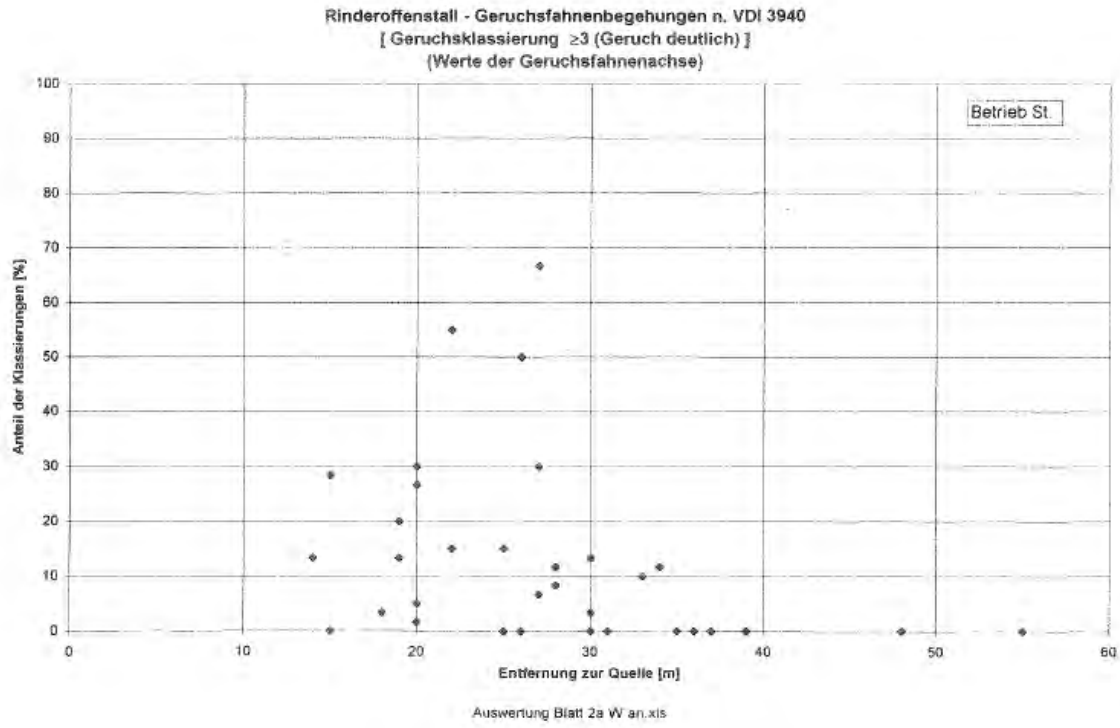


Abbildung 39

Abbildung 37 enthält die Werte der Geruchsklassierung > = 1, d.h., Geruchswahrnehmung sehr schwach und stärker.
Abbildung 38 gilt analog für die Geruchsklassierung > = 2, d.h., Geruch schwach und stärker, während Abbildung 39 die Werte für die Geruchsklassierung > = 3 (Geruch deutlich und stärker) wiedergibt. Dabei ist allerdings der Anteil der Stufe 4, d.h., Geruch stark, mit nur 0,22 % aller dokumentierten Werte verschwindend gering.

Wie aus den obigen drei Abbildungen zu erkennen ist, streuen die Werte außerordentlich. Der Versuch, festzustellen, wovon diese Streuung abhängt, zeigte bestenfalls für die Lufttemperatur eine Tendenz - aber keine klare Abhängigkeit - zu größeren Entfernungen mit steigender Lufttemperatur.
Eine Abhängigkeit von der jeweils vorherrschenden durchschnittlichen Windgeschwindigkeit oder auch von der Ausbreitungsklasse konnte nicht festgestellt werden.

Das bedeutet, daß auf der Basis dieser Werte analog Abbildung 39 bestenfalls nur die äußerst unsichere Aussage gemacht werden könnte, daß oberhalb etwa 35 m Entfernung von der Quelle ein Geruchszeitanteil von 10 % der "Geruchsstunden" im Untersuchungszeitraum für einen deutlich wahrnehmbaren Geruch nicht festgestellt wurden.

Ein ähnliches, wenig eindeutiges Bild ergibt sich auch, wenn anstelle der Werte in der Geruchsfahnenachse sämtliche Werte aller Probanden, die an den Begehungen an diesem Außenklimastall beteiligt waren, verrechnet werden.

Bei einer Stallänge von rd. 56 m und einer Stallbreite von rd. 28 m einschl. außenliegender Futtergänge dieses Außenklimastalles hatte die Geruchsfahne je nach Windrichtung zwar unterschiedliche, aber doch immer entsprechend große seitliche Ausdehnungen, so daß sich die Probanden i.d.R. nicht mehr als max. 12 m neben der Geruchsfahnenachse befanden.

Das Ergebnis dieser Auswertung ist in den Abbildungen 40 bis 42 analog den Darstellungen in Abbildung 37 bis 39 wiedergegeben.

Unter Berücksichtigung aller Werte der Probanden würde sich nach Abbildung 42 der Wert mit 10 % "Geruchsstundenanteil" während des Untersuchungszeitraumes im Vergleich zu Abbildung 39 noch näher an 40 m heranschieben.

Unter Berücksichtigung der in Abschnitt 5.2. getroffenen Feststellung, daß die dort definierten

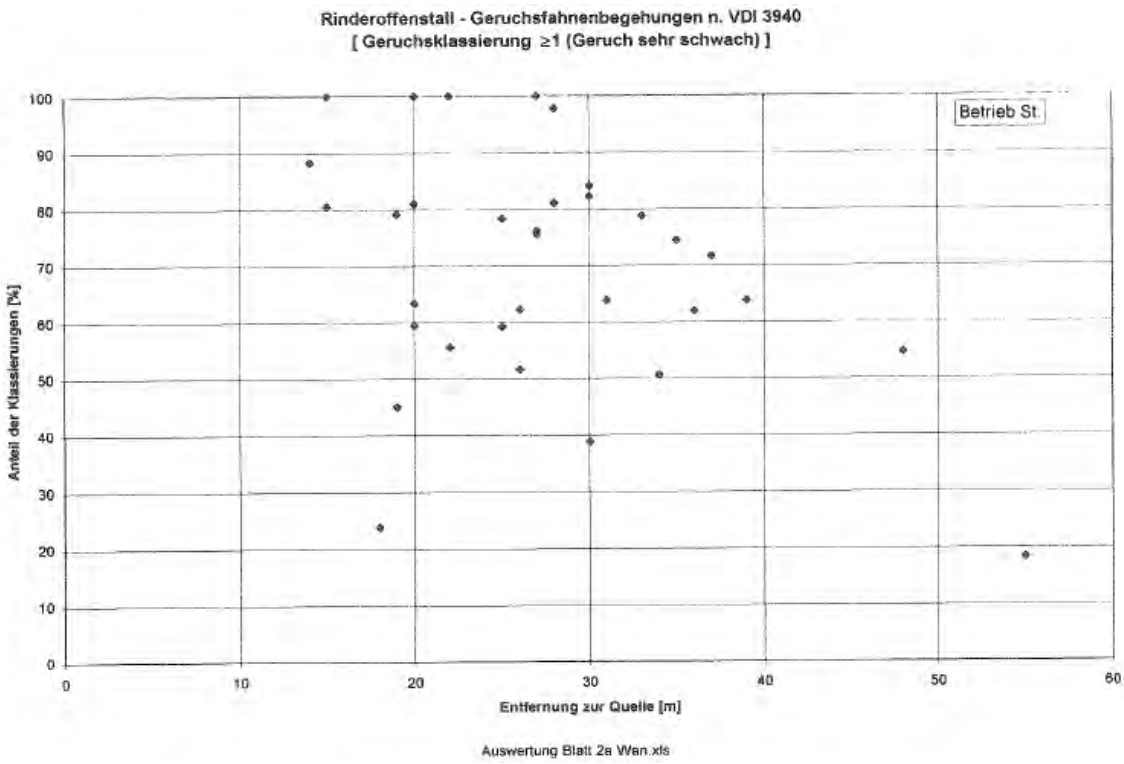


Abbildung 40

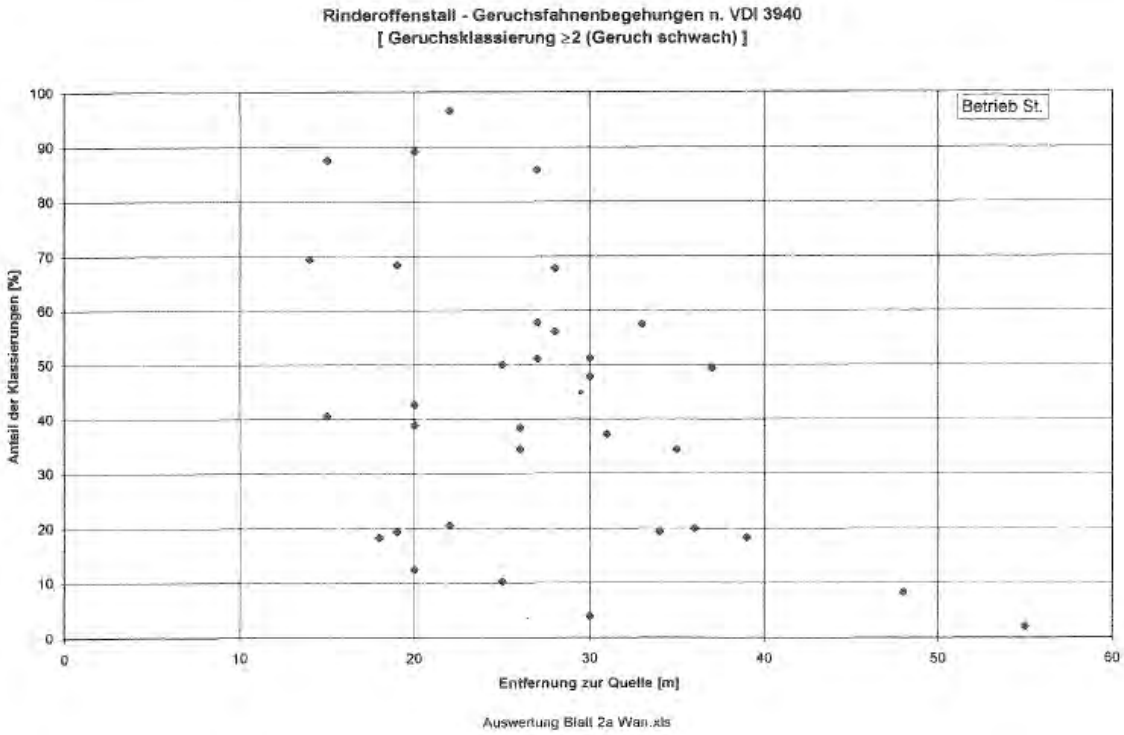


Abbildung 41

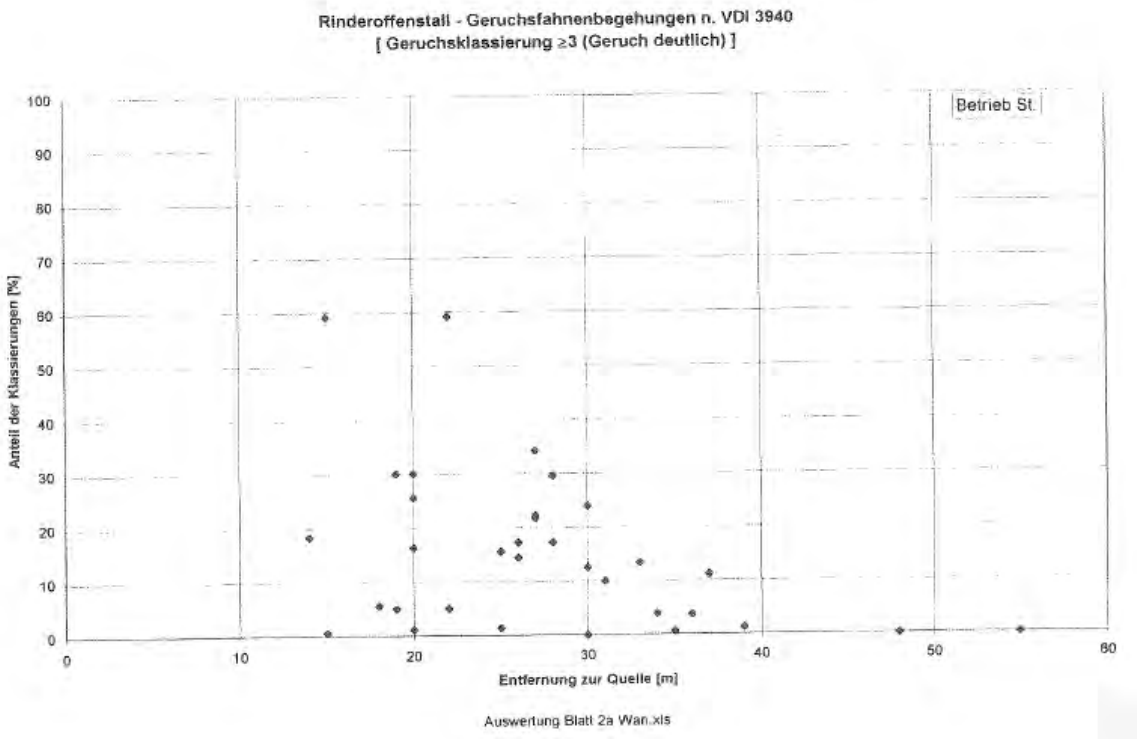


Abbildung 42

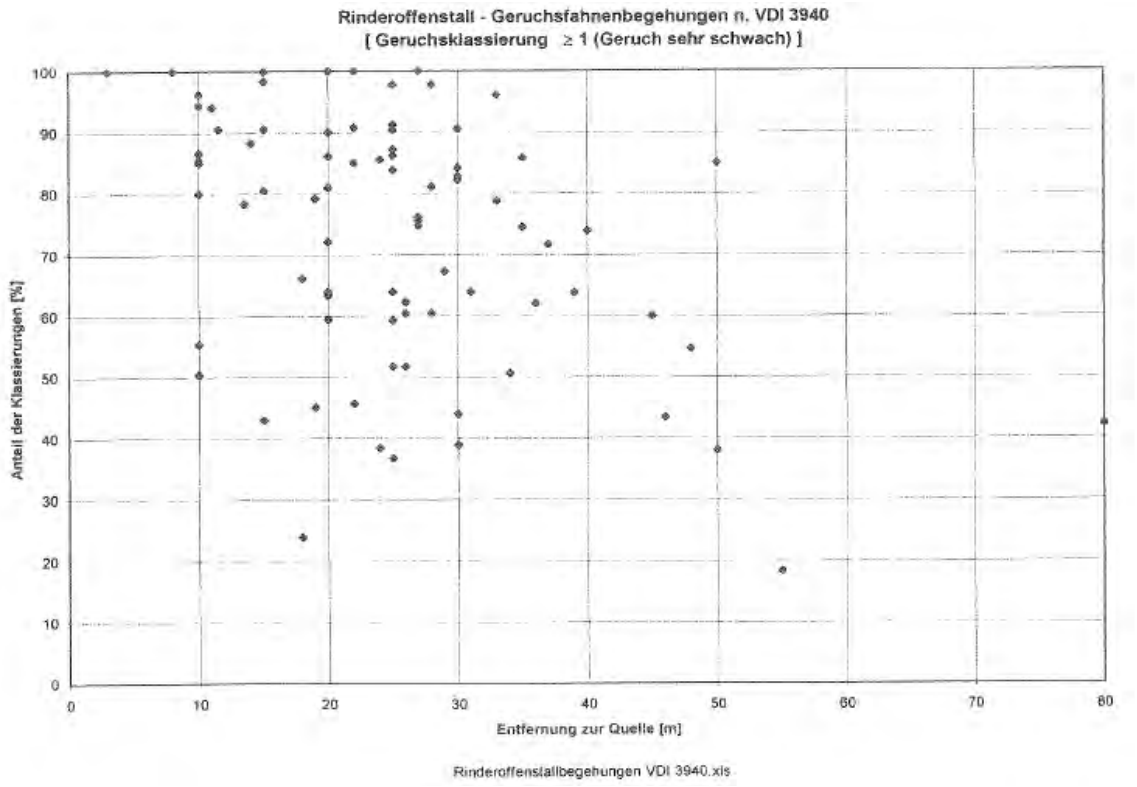


Abbildung 43

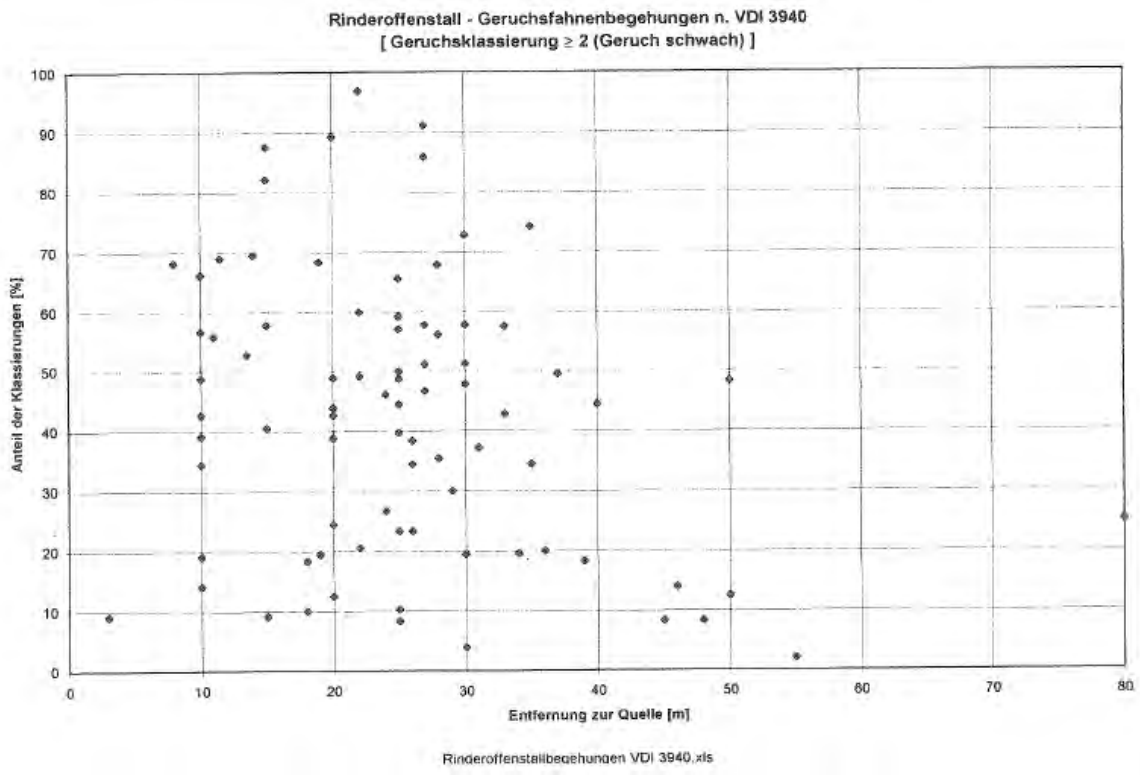


Abbildung 44

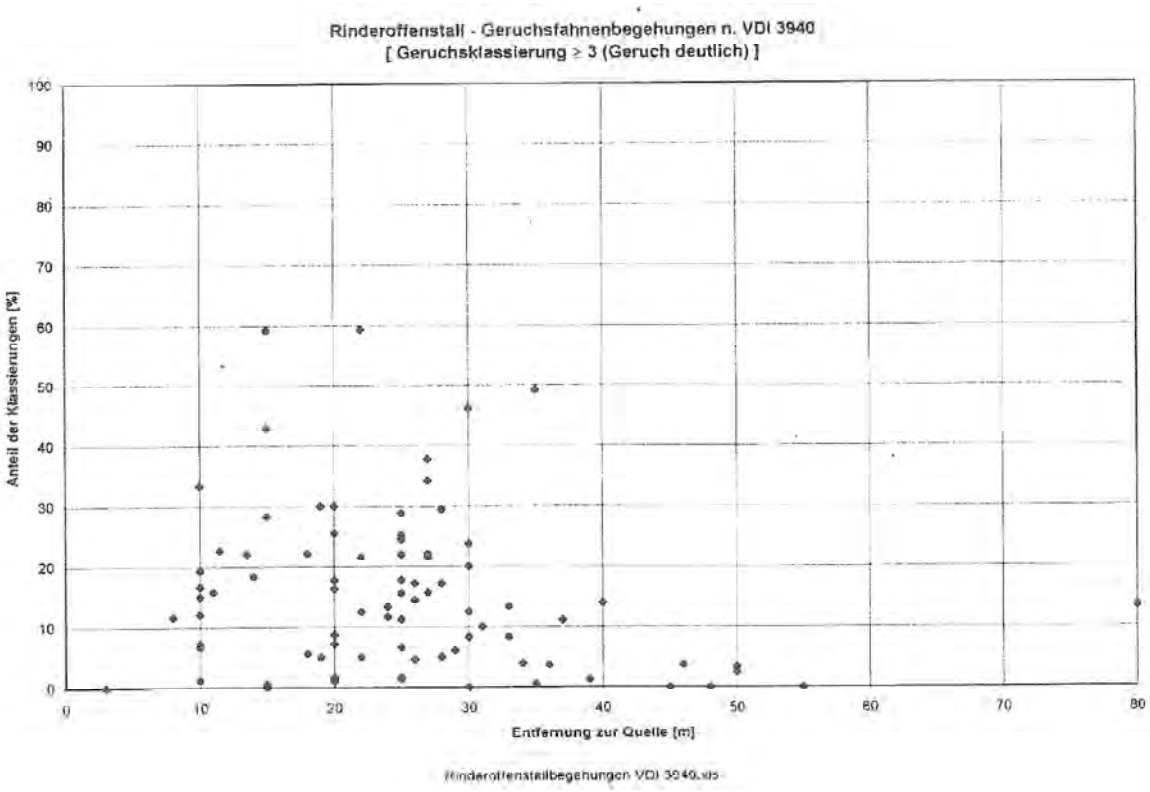


Abbildung 45

Geruchsschwellenentfernungen nicht abhängig sind von der Stallkapazität bzw. der Stallbelegung - zumindest gilt das für den untersuchten Größenordnungsbereich der Tierzahlen bzw. Stallkapazitäten - erscheint es auch möglich, sämtliche auswertbaren Geruchsfahnenbegehungen nach VDI-Richtlinie 3940 aller beteiligten Probandengruppen analog den Abbildungen 40 bis 42 zusammenzufassen. Dies ist in den Abbildungen 43 bis 45 erfolgt.

Die in diesen Abbildungen eingezeichneten Geruchsstundenanteile in den einzelnen Klassierungen unter 10 m Entfernung von der Quelle wurden hier keineswegs für die niedrigsten Außentemperaturen während der Begehungen dokumentiert - vielmehr lagen die Außentemperaturen bei dieser Gruppe der Begehungen über 20 °C - allerdings bei relativ niedrigen durchschnittlichen Luftgeschwindigkeiten unter 1 m/s und den Ausbreitungsbedingungen der Ausbreitungsklasse IV.

Nach Abbildung 45 würde sich im Vergleich zu Abbildung 42 oder auch 39 der 10-%-Geruchsstundenanteil auf über 40 m Entfernung von der Quelle vergrößern, wenn der ebenfalls über 10 % liegende Wert bei 80 m Entfernung vernachlässigt wird.

Die Streuung der Werte in den Abbildungen 37 bis 45 und die überprüfte - allerdings nicht nachzuweisende Abhängigkeit dieser "Geruchsstundenanteile" für alle Klassierungen von der Außenlufttemperatur, der Windgeschwindigkeit oder auch der Ausbreitungsklasse erlaubt es jedoch nicht, einen bestimmten Geruchsstundenanteil einer bestimmten Entfernung von der Quelle zuzuordnen.
Die obigen Darstellungen erlauben bestenfalls die an sich triviale Feststellung, daß der Geruchsstundenanteil sinkt, je größer die Entfernung zur Quelle oberhalb eines Entfernungsbereiches von etwa 30 bis 40 m wird.

Auch andere Probandengruppen außerhalb der obigen Geruchsfahnenbegehungen haben ähnliche Streuungen festgestellt, wie z.B. von Jungbluth et al. (4) berichtet.

Daher erscheint es fraglich, ob mit den Geruchsfahnenbegehungen nach dem Schema der VDI-Richtlinie 3940 (20) überhaupt ein gesicherter Anhaltswert für die Geruchsimmissionen in einer bestimmten Entfernung von der Quelle ermittelt werden kann.
Dies gilt in letzter Konsequenz auch für die Rasterbegehungen nach dem Schema dieser Richtlinie - wie z.B. in (2) berichtet. Genau so problematisch erscheinen auch die nach (24) erforderlichen Rasterbegehungen, die letztendlich auf der gleichen VDI-Richtlinie beruhen. Hierfür gilt insbesondere - unabhängig von den festgestellten Streuungen der "Meßwerte" - daß das auch in

der VDI-Richtlinie 3940 vorgeschlagene Rastermaß (unterster Wert 100 m) für eine realistische Abschätzung viel zu grob ist, wenn - wie im vorliegenden Fall der Rinderställe - das gesamte Immissionsgeschehen (bzgl. des Geruches) sich in deutlich niedrigeren Entfernungen von der Quelle abspielt.

6. Prognosemodell für Geruchsemissionen aus der Rinderhaltung:

Wie unter Abschnitt 5.3 erläutert, läßt sich mit den Ergebnissen der Geruchsfahnenbegehungen nach VDI-Richtlinie 3940 (26) - vor allem wegen der starken Streuung der Werte - keine Immissionsprognose erstellen. Auch die in Abschnitt 5.1 und 5.2 beschriebenen Begehungen liefern relativ stark streuende Werte, trotzdem lassen sich mit ihnen einige offensichtlich vorhandene Zusammenhänge eindeutig erkennen bzw. belegen.

Für die Entscheidung, ob ein wahrgenommener Geruch zu einer "erheblichen Beeinträchtigung" im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (21) führen kann oder nicht ist zunächst einmal Voraussetzung, daß der Geruch auch eindeutig erkannt werden kann.
Das bedeutet, daß für diese Entscheidung eine Geruchsstoffkonzentration im Bereich der Erkennungsschwelle - bzw. nach der in Abschnitt 5.1 und 5.2 verwendeten Klassierung ein "deutlich wahrnehmbarer" Geruch vorliegen muß, um überhaupt zu einer "erheblichen Beeinträchtigung" führen zu können.
Eine Geruchsstoffkonzentration im Bereich der olfaktometrisch definierten Geruchsschwelle (IGE/m^3) kann prinzipiell keinen Beitrag zu der Frage der Erheblichkeit einer Geruchsbeeinträchtigung liefern, da bei dieser Geruchsstoffkonzentration - in Abschnitt 5.1 und 5.2 mit "Geruch schwach wahrnehmbar" gekennzeichnet - eine eindeutige Zuordnung der Geruchswahrnehmung zu einer bestimmten Geruchsquelle i.d.R. nicht möglich ist. Bei den von uns durchgeführten Geruchsfahnenbegehungen war das nur durch die Verwendung entsprechender Hilfsmittel und entsprechender Einschränkungen der Geruchsfahnenbegehungen (wie z.B. keine Begehung über frisch gepflügten Acker, über eine frisch gemähte Wiese, über eine auch vor mehreren Tagen begüllte Fläche, kein blühendes oder frisch abgeerntetes Getreidefeld in der Nähe etc.) möglich.
Allerdings erscheint es hilfreich zur Abschätzung der Längenausdehnung einer Geruchsfahne, auch diese Geruchsstoffkonzentration bei den nachfolgenden Auswertungen mit zu berücksichtigen.

Unterteilt man die in den Abschnitten 5.1 und 5.2 wiedergegebenen Entfernungswerte für die jeweiligen Klassierungen in entsprechende Entfernungsklassen - und zwar derart, daß alle je-

weiligen Geruchswahrnehmungen zwischen beispielsweise 15,1 und 20 m der Entfernungsklasse 20 m, alle Entfernungswerte zwischen 20,1 und 25 m der Entfernungsklasse 25 m etc. zugeordnet werden und errechnet den prozentualen Artteil der jeweiligen Geruchsklassierung in diesen einzelnen Entfernungsklassen, so lassen sich diese Werte in Form einer Prozent-Summenkurve über den Entfernungsklassen auftragen, wie es als Beispiel in Abbildung 46 geschehen ist.

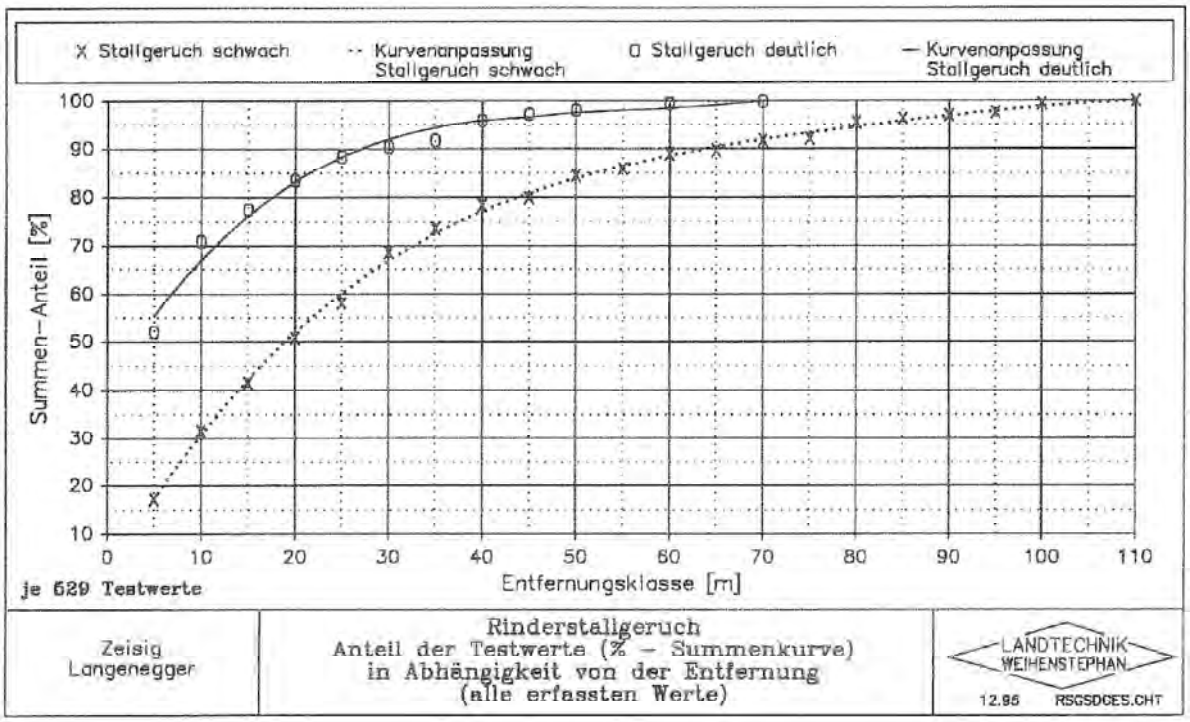


Abbildung 46

Hierin erkennt man, daß oberhalb einer Entfernung von beispielsweise 70 m kein deutlich wahrnehmbarer Stallgeruch dokumentiert wurde - oberhalb 110 m wurde analog kein "schwach wahrnehmbarer" Stallgeruch bei diesen, aus den Geruchsfahnenbegehungen 1993 stammenden Werten festgestellt.

Zum Ausgleich der Schwankungen und zur besseren Ablesbarkeit wurde durch die aus den jeweiligen Meßpunkten stammenden Prozentpunkte eine Kurvenanpassung gelegt, die bei allen folgenden Darstellungen gleicher Art einer linearen Regression dritten bis vierten Grades relativ gut folgt - lediglich im Bereich oberhalb etwa 95 % mußte die Regressionskurve u.U. geringfügig korrigiert werden.

In Abbildung 46 überschreitet beispielsweise die Kurve für die Klassierung "Stallgeruch deutlich" die 30-m-Linie bei rd. 92 %. Das bedeutet, daß in rd. 8 % der untersuchten Fälle bei einer Entfernung von 30 m zur Quelle noch eine Geruchsstoffkonzentration im Bereich der Erkennungsschwelle und evtl. darüber wahrgenommen werden konnte.
Diese 8 % "Überschreitungshäufigkeit" gelten jedoch nur, wenn sich die Geruchsfahne von der Quelle tatsächlich auch in Richtung auf den Immissionspunkt bzw. den oder die Probanden zubewegt, da diese Begehungen grundsätzlich immer entgegen der jeweils vorliegenden Windrichtung bzw. Wanderungsrichtung der Geruchsfahne im Sommerbetrieb, d.h., bei höchstem zu erwartenden "Geruchsmassenstrom" durchgeführt wurden.

Allerdings können die Werte der Abbildung 46 nicht unbedingt verallgemeinert werden, da insbesondere während der Begehungen an konventionellen Ställen in 1993 nicht die Ausbreitungsbedingungen aller Ausbreitungsklassen vorlagen. Vorgefunden wurden während der Begehungen vorwiegend die Ausbreitungsbedingungen der Ausbreitungsklassen III/1 bis einschl. V mit einem relativ großen Anteil der Ausbreitungsklasse V.
Daher erscheint es angebracht, zur Erhöhung der Aussagesicherheit dieser Prozent-Summenkurven nach Abbildung 46 die Auswirkung der Ausbreitungsbedingungen in den einzelnen Ausbreitungsklassen unter den Bedingungen von freibelüfteten Rinderställen einer näheren Betrachtung zu unterziehen.

Wie unter Abschnitt 3 ausgeführt, weisen freibelüftete Ställe keinen eindeutig zu definierenden Emissionsschwerpunkt auf (s.a. Abbildung 1). Speziell bei Trauf-First-Lüftungsställen sind i.d.R. im Sommerbetrieb - insbesondere auch bei niedrigen Windgeschwindigkeiten - zusätzlich zu den üblichen Zu- und Abluftöffnungen sämtliche Fenster und Türen bzw. auch Tore geöffnet. Dies ist für die Situation eines derartigen Stallgebäudes bei Windanströmung in Längsrichtung in Abbildung 47 skizziert.

Bei dieser Windrichtungssituation kann neben einem Abluftaustritt auch an den seitlichen Fenstern (in Abbildung 47 nicht eingezeichnet) insbesondere auch ein Abluftaustritt an den leeseitigen Toren bzw. Türen beobachtet werden, wenn auch an der Luvseite die Türen bzw. Tore geöffnet sind.
An den lee-seitigen Türen bzw. Tor tritt die Abluft überwiegend im oberen Bereich der Türen bzw. des Tores aus, wobei der Schwerpunkt des Abluftaustritts in diesem Bereich i.d.R. immer im oberen Tor- bzw. Türdrittel liegt, insbesondere bei höheren Luftgeschwindigkeiten kommt es teilweise an diesen lee-seitigen Türen bzw. Toren zu einem Frischlufteintritt, der i.d.R. in unmittelbarer Bodennähe erfolgt.

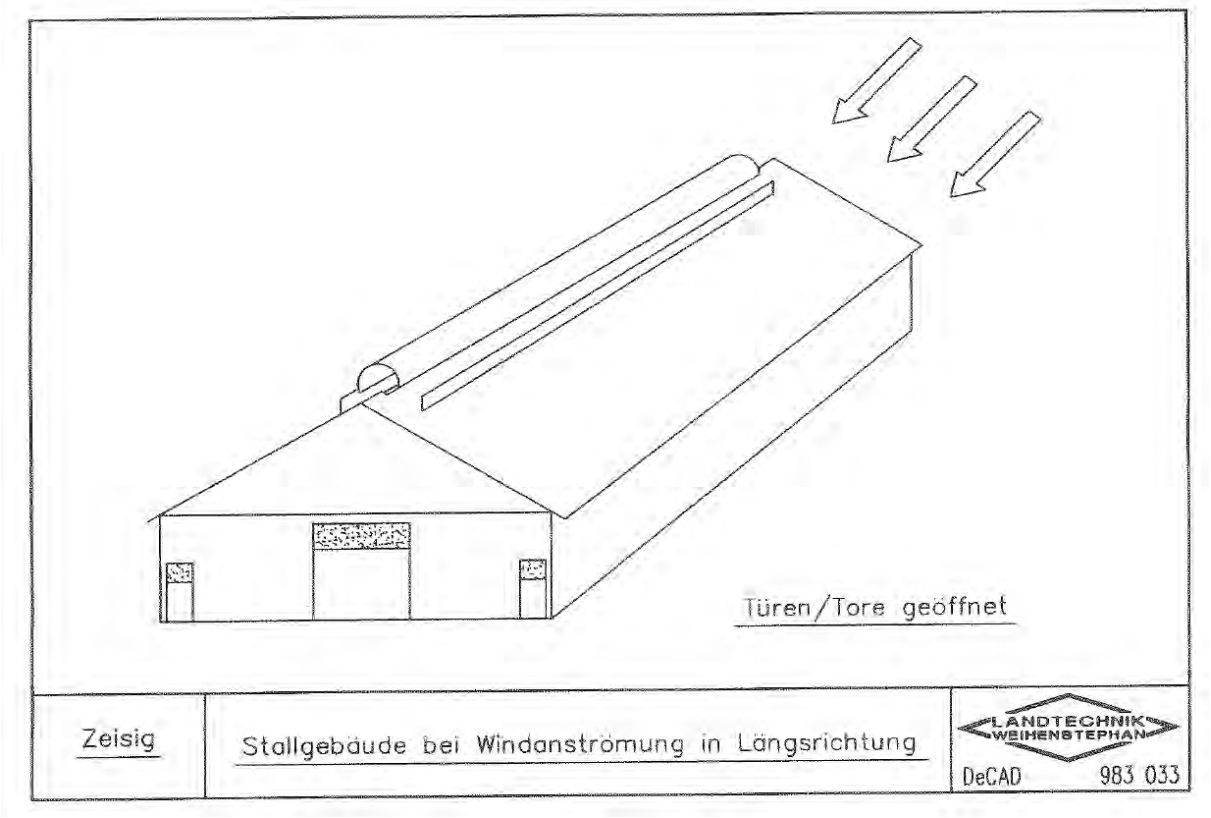


Abbildung 47

Der Versuch der Erfassung der Abluftmenge an diesen lee-seitigen Stallöffnungen ergab speziell bei niedrigen Windgeschwindigkeiten in einer Größenordnung von etwa 1 m/s in diesem Bereich Abluftdurchsätze in der Größenordnung der nach DIN 18910 (32) erforderlichen Sommerlufttraten.
Für den gesamten Stall ist die Luftrate nicht unwesentlich höher, da ein Teil der Abluft auch an den sonstigen Öffnungen, besonders an den Stallängswänden, ein- bzw. austritt.

Für die in den Abbildungen 48 und 49 für zwei Windgeschwindigkeiten dargestellte relative Immissionskonzentration bei den Ausbreitungsbedingungen der einzelnen Ausbreitungsklassen für den Entfernungsbereich zwischen 10 und 80 m von der Quelle bzw. von dieser lee-seitigen Giebelseite aus wurde daher einheitlich der der vorgefundenen Stallbelegung entsprechende Luftdurchsatz nach DIN 18910 zugrunde gelegt.

Wie aus diesen beiden Abbildungen zu erkennen ist, treten nach der Ausbreitungsrechnung die höchsten relativen Immissionskonzentrationen in einem Entfernungsbereich bis zu 30 m bei den Ausbreitungsbedingungen der Ausbreitungsklassen III/1 und III/2 auf, wenn die Geruchsstoffkonzentration direkt in der Verlängerung der Stall-Längsachse betrachtet wird. In diesem

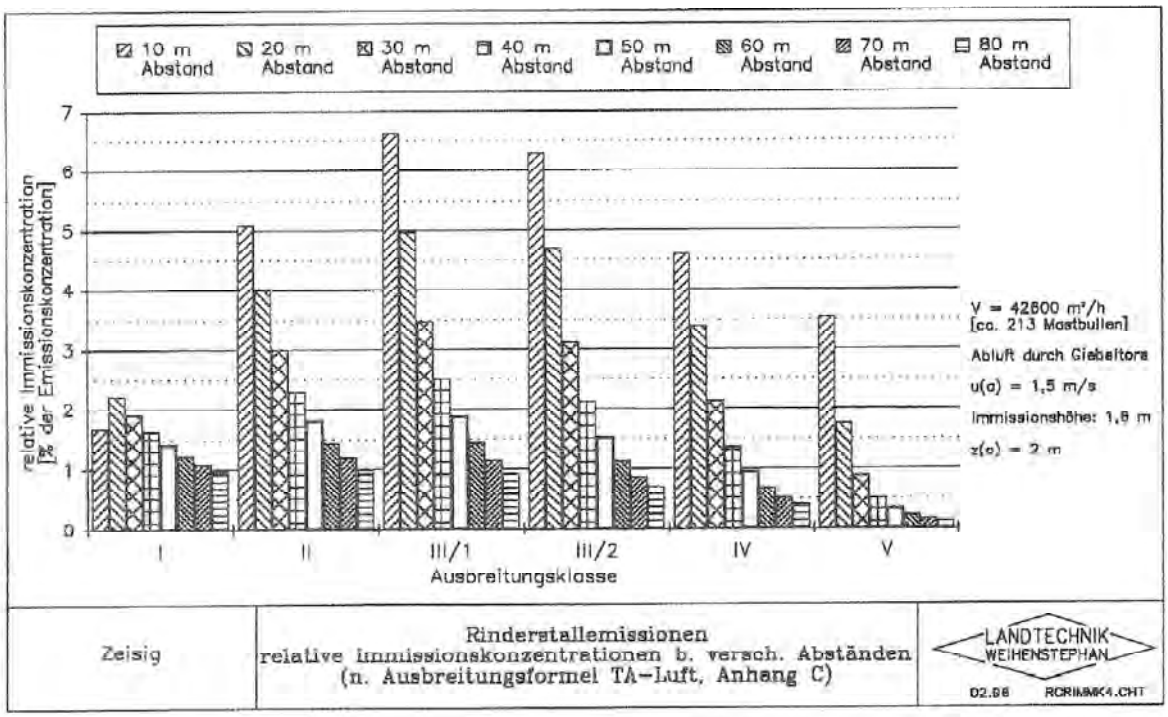


Abbildung 48

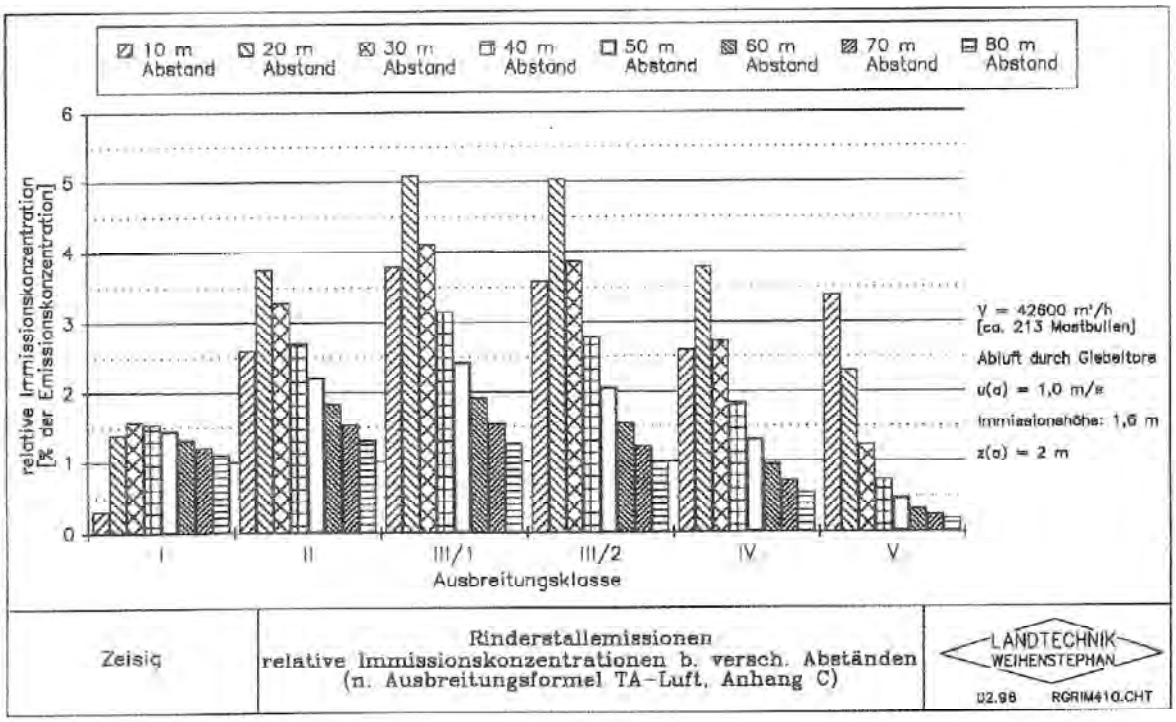


Abbildung 49

Entfernungsbereich sind die relativen Immissionskonzentrationen höher als die der anderen Ausbreitungsklassen und schließen damit auch die Werte der Ausbreitungsklassen I und II ein. Auch die relative Geruchsstoffkonzentration der Ausbreitungsklasse IV übertrifft noch die relative Immissionskonzentration der Ausbreitungsklasse I bis zu einem Entfernungsbereich von etwa 30 bis 40 m.
Die Ausbreitungsbedingungen der Ausbreitungsklasse V wirken sich nur im unmittelbaren Nahbereich aus, deren relative Immissionskonzentration wird jedoch bei den Ausbreitungsbedingungen der Ausbreitungsklassen III/1 bis IV i.d.R. mit abgedeckt.
Dies gilt auch für die Ausbreitungsbedingungen der Ausbreitungsklasse II, wobei festzustellen ist, daß die Ausbreitungsbedingungen der Ausbreitungsklassen I und II i.d.R. erst bei größeren Entfernungen oberhalb etwa 70 m einen erkennbaren Beitrag zur Immissionskonzentration liefern können.

Bei dem Größenbereich der Emissionskonzentration ist zu erwarten, daß die Erkennungsschwelle ("Geruch deutlich") - wenn sie für Rinderställe mit etwa 3 GE/m^3 angesetzt wird - bei etwa 4 bis 5 % der Emissionskonzentration in der Verlängerung der Längsachse des Stalles auftritt.

Das bedeutet, daß der Konzentrationsbereich der Erkennungsschwelle unter den Ausbreitungsbedingungen der Ausbreitungsklasse III/1 und III/2 in etwa 20 m und unter den Ausbreitungsbedingungen der Ausbreitungsklasse IV in etwa 10 m Entfernung von diesen geöffneten Stalltüren bzw. dem geöffneten Stalltor auftritt.

Diese Größenordnung unter den Bedingungen der Abbildung 48 konnte auch durch die Geruchsfahnenbegehungen an diesem Stall unter den gleichen Bedingungen bestätigt werden (s.a. Abbildung 17 bei rd. 160 GV).

Das bedeutet für die Darstellung nach Abbildung 46 bzw. für die daraus abzuleitende Überschreitungshäufigkeit, daß ein höheres Maß an Sicherheit zu erwarten ist, wenn für analoge Darstellungen nur die Werte der Geruchsfahnenbegehungen verrechnet werden, die bei den Ausbreitungsbedingungen der Ausbreitungsklassen III/1 bis IV dokumentiert wurden. Diese Vorgehensweise reduziert zwar die Anzahl der insgesamt dokumentierten Werte - bei den Geruchsfahnenbegehungen 1993 an konventionellen Ställen in stärkerem Maße als bei den Begehungen an Außenklimaställen in 1997, da bei letzteren verstärkt die Ausbreitungsklassen III/1 bis IV berücksichtigt wurden - jedoch erscheint dies im Sinne einer erhöhten Aussagesicherheit und einer besseren Übertragbarkeit der Ergebnisse vertretbar.

Unter Berücksichtigung dieser Zusammenhänge folgt aus der Abbildung 46 die Abbildung 50, in der nur die dokumentierten Werte der Ausbreitungsbedingungen der Ausbreitungsklassen III/1 bis IV verrechnet wurden.

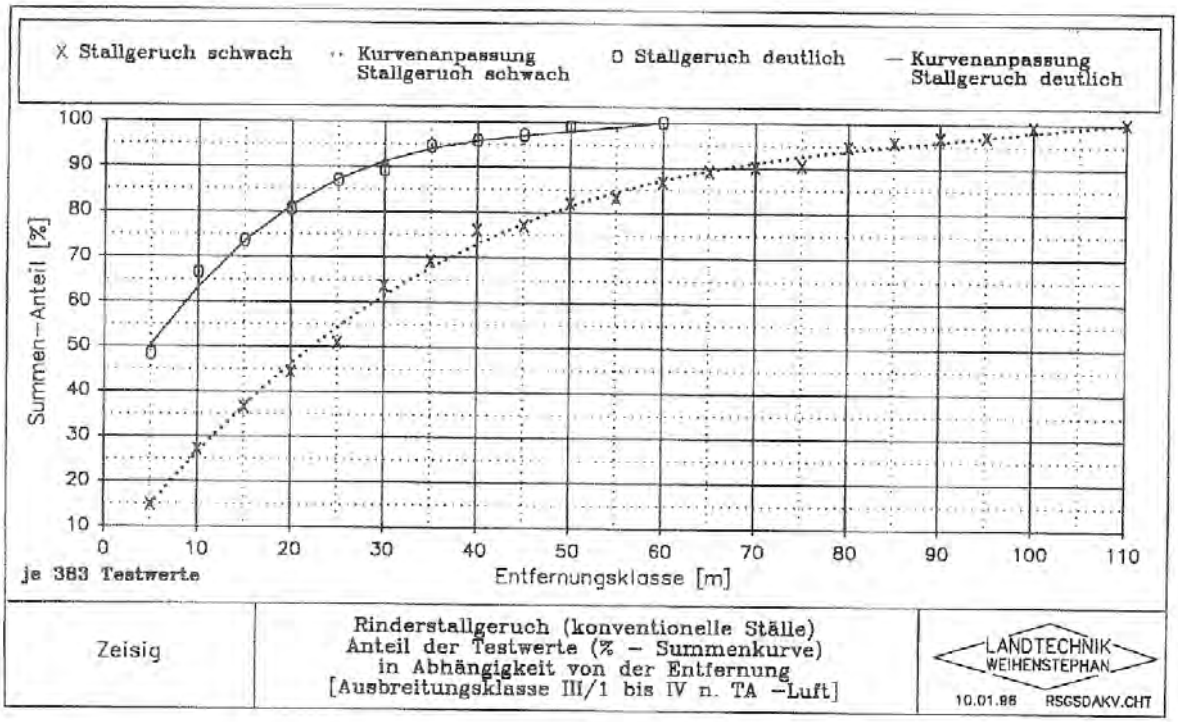


Abbildung 50

Abbildung 51 beinhaltet die gleichen Werte wie Abbildung 50, es ist hier lediglich die Differenz zu 100 %, d.h., die prozentuale Überschreitungshäufigkeit direkt über der Entfernungsklasse bzw. der Entfernung aufgetragen, um so ohne Zwischenrechnungen die Überschreitungshäufigkeit ablesen zu können.

Die Abbildung 51 gilt für alle konventionellen Stallbauweisen einschl. Trauf-First-Lüftungsställen in dem untersuchten Größenbereich, bei denen im Sommerbetrieb eine freie Lüftung vorliegt, d.h., die speziell im Sommerbetrieb überwiegend über geöffnete Fenster und Türen be- und entlüftet werden.

Analog Abschnitt 3 und 5.2 haben sog. Außenklimaställe bzw. Rinderoffenställe andere Geruchsschwellenentfernungen. Deren Überschreitungshäufigkeit in Abhängigkeit von der Entfernungsklasse bzw. der Entfernung ist analog der Abbildung 51 in Abbildung 52 zusammenfassend dargestellt.

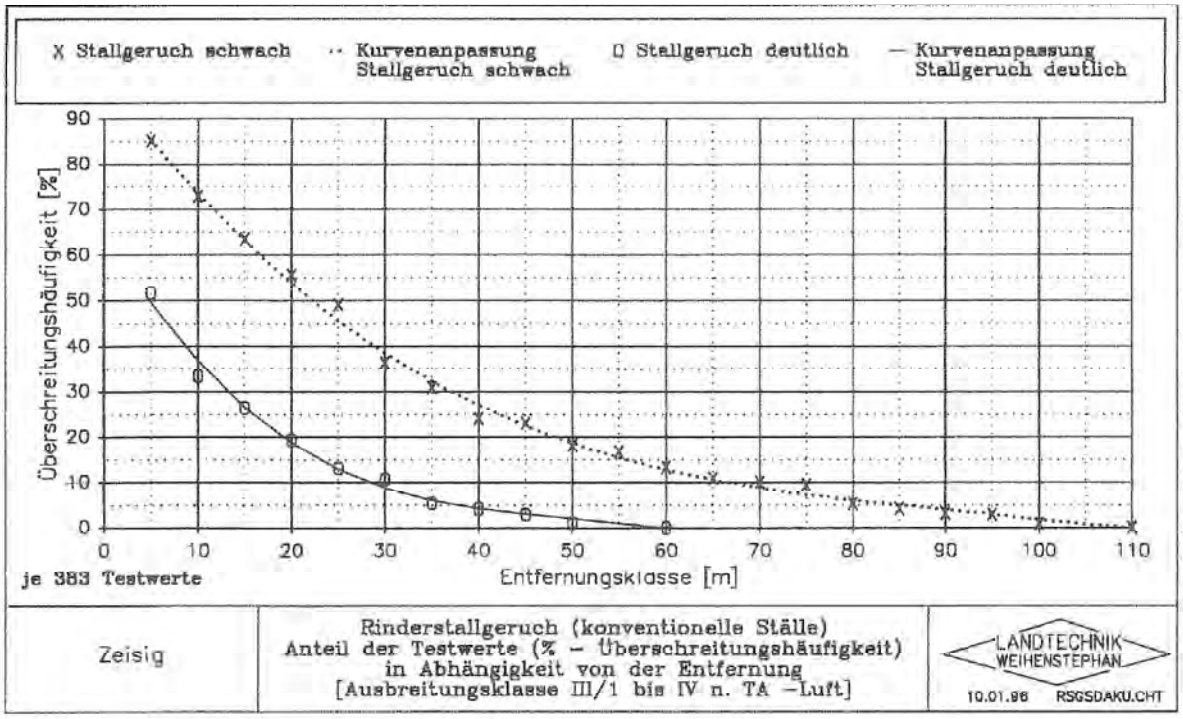


Abbildung 51

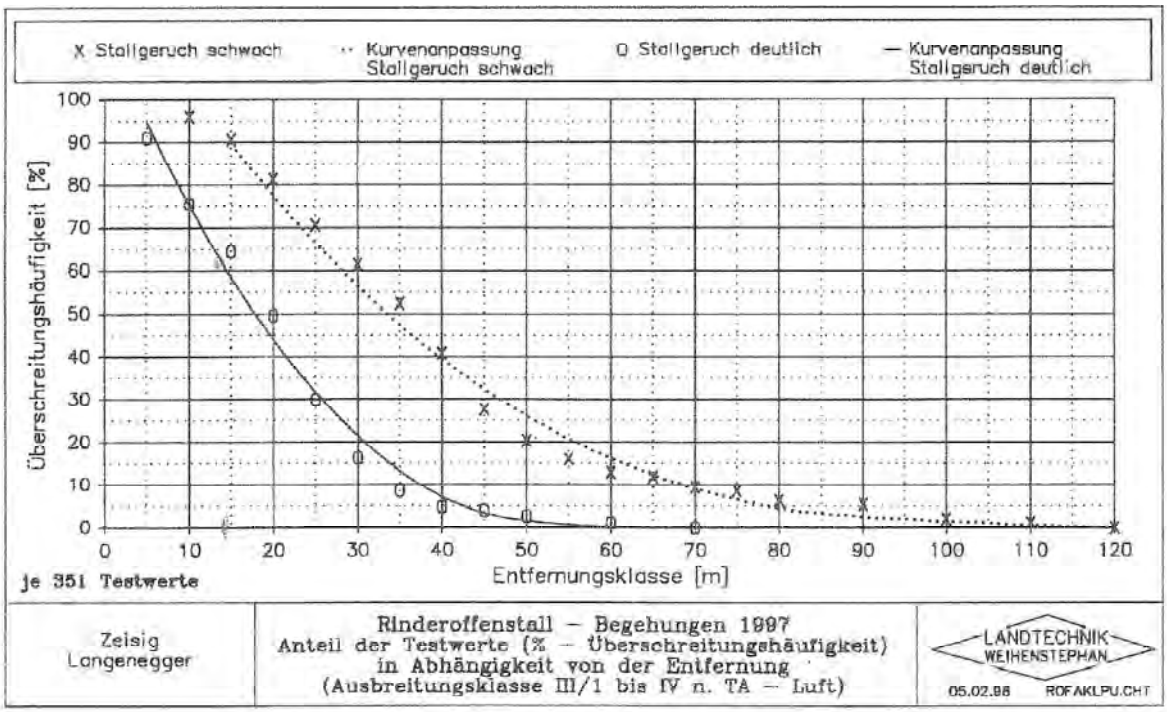


Abbildung 52

Im Vergleich zu konventionellen Ställen (Abbildung 51) zeigen die Außenklimaställe bzw. Rinderoffenställe bei gleichem Abstand von der Quelle eindeutig größere Überschreitungshäufigkeiten. So wird beispielsweise bei konventionellen Ställen die 10-%-Linie der Überschreitungshäufigkeit bei etwa 28 m Entfernung erreicht, während bei Außenklimaställen dies erst bei etwa 37 m der Fall ist.

Vergleicht man den Kurvenverlauf der Überschreitungshäufigkeit für die Klassierung "Stallgeruch deutlich" in Abbildung 52 mit den analogen Darstellungen der Geruchsfahnenbegehungen nach VDI-Richtlinie 3940 in Abbildung 39, 42 oder auch 45, so fällt auf, daß die in diesen Abbildungen dargestellten Anteile der Klassierungen für "Geruch deutlich oder stärker" im wesentlichen unterhalb dem Kurvenverlauf für "Geruch deutlich" in Abbildung 52 liegen bzw. sich dort häufen.

Ausgehend von den in den Abbildungen 48 und 49 dargestellten Zusammenhängen kann geschlossen werden, daß auch für die Nebeneinrichtungen der Rinderhaltung (Silos, Güllebehälter etc.) in dem zur Diskussion stehenden Entfernungsbereich dann die höchste Überschreitungshäufigkeit auftritt bzw. wahrscheinlich ist, wenn die Ausbreitungsbedingungen der Ausbreitungsklasse III/1 bis IV vorliegen.
Hierfür war zwar keine direkte Überprüfung möglich (sie dürfte ohne eine objektive Geruchs-Immissionsmessung - Stichwort: "künstliche Nase" mit begleitenden Turbulenzmessungen - auch wenig sinnvoll sein), jedoch bestätigte die Ausweitung der dokumentierten Werte für diese Nebeneinrichtungen, daß auch hierbei die Überschreitungshäufigkeit tendenziell dann am größten wird, wenn nur die Ausbreitungsbedingungen der Ausbreitungsklassen III/1 bis IV verwendet werden.
Zur Erhöhung der Aussagesicherheit werden daher analog den Abbildungen 51 und 52 auch für diese Nebeneinrichtungen nur die Geruchsfahnenbegehungen verwendet, die während der Ausbreitungsbedingungen der Ausbreitungsklassen III/1 bis IV durchgeführt wurden.

Abbildung 53 gilt für Maissilage-Flachbehälter (Fahrsilos) mit einem Fassungsvermögen von bis zu rd. 4300 m^3 (s.a. Abschnitt 5.1).

Die Abbildung 54 gilt für mit Rindergülle gefüllte Güllelagerbehälter bis zu einem Fassungsvermögen von rd. 1400 m^3, wobei die üblichen Arbeitsvorgänge, wie sachgerechtes Befüllen der Lagerbehälter etc. in diesen Überschreitungshäufigkeiten mit enthalten sind.
Nicht enthalten sind jedoch die mit verstärkten Geruchsemissionen verbundenen Arbeiten wie Homogenisieren der Gülle unmittelbar vor der Ausfuhr und die Ausfuhr der Gülle.

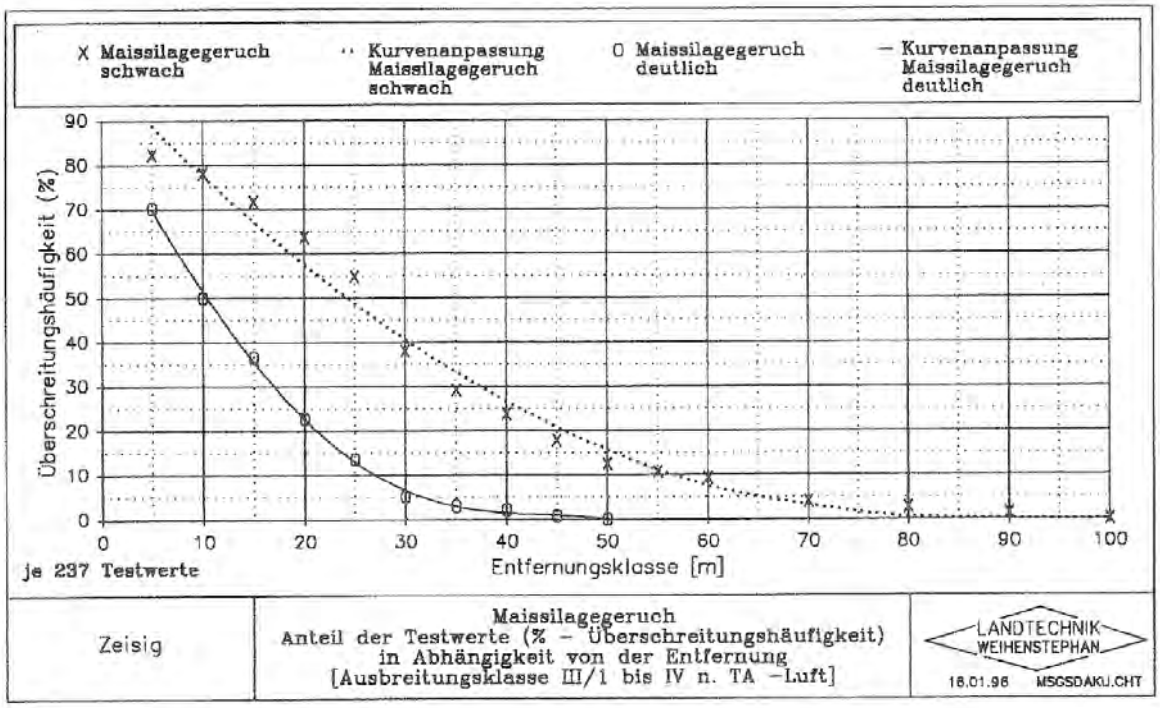


Abbildung 53

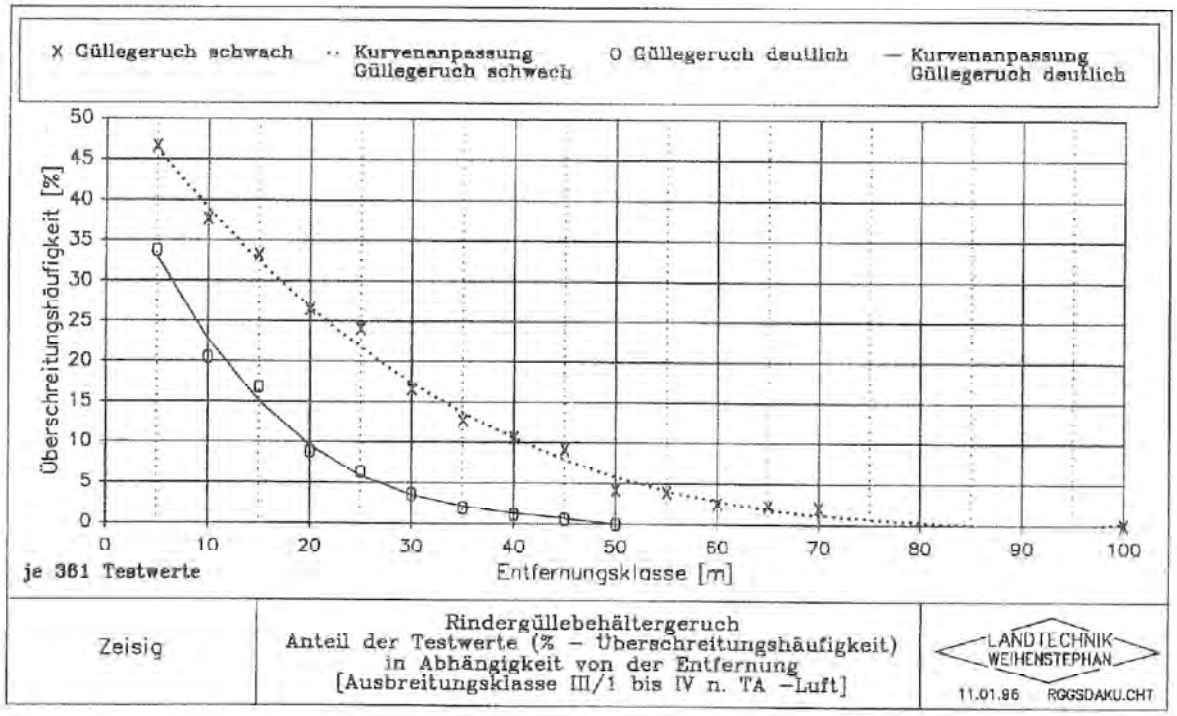


Abbildung 54

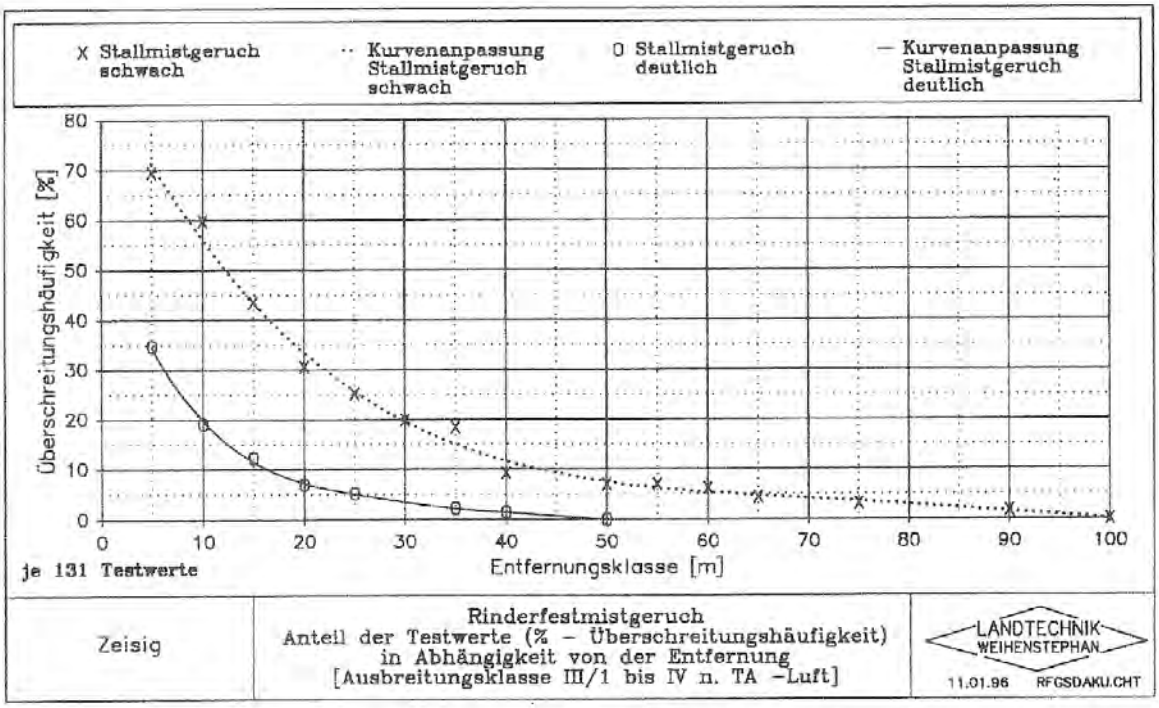


Abbildung 55

Abbildung 55 gilt für die Geruchsemissionen der normalen Festmistlagerung mit Festmistlagermengen bis zu rd. 250 m^3.

Auf die Ermittlung der Abhängigkeit der Überschreitungshäufigkeit von der Entfernung für einen Grassilagegeruch bzw. für Siloanlagen, in denen Grassilage bereitet und gelagert wird, wird aufgrund der in Abschnitt 5.1 erläuterten Beobachtungen und den damit verbundenen Unsicherheiten für eine Prognose der daraus stammenden Geruchsimmissionen hier verzichtet. Es ist zwar davon auszugehen, daß auch Grassilage, wenn sie ordnungsgemäß bereitet (insbesondere verdichtet) und gelagert wird im wesentlichen keine anderen Überschreitungshäufigkeiten ergibt als Maissilage, jedoch sind die Möglichkeiten von "Fehlgärungen" bei Grassilage offensichtlich erheblich höher als bei Maissilage, so daß diese "Unzulänglichkeiten" zusätzlich bewertet werden müssen, wie es in Abschnitt 7 versucht wird.

Die in den Abbildungen 51 bis 55 aufgeführten Überschreitungshäufigkeiten gelten nur dann, wenn sich die Geruchsfahne bzw. Geruchswolke auch tatsächlich von der Quelle in Richtung auf den jeweiligen Immissionspunkt zubewegt, da diese Werte auch nur auf diese Weise ermittelt

wurden.
Um zu einem realistischen Zeitanteil mit Hilfe dieser Werte zu gelangen, wird daher zusätzlich noch der Zeitanteil benötigt, in dem die Geruchswolke die entsprechende Bewegungsrichtung aufweist.

Daraus folgt, daß zusätzlich eine für den jeweiligen Standort gültige - auf möglichst langjährigen Aufzeichnungen beruhende Windrichtungsverteilung - benötigt wird.
Derartige Windrichtungsaufzeichnungen sind normalerweise beim Deutschen Wetterdienst zu erhalten - sie sind allerdings auch als langjährige Durchschnittswerte aus den entsprechenden Darstellungen im Deutschen Klimaatlas für die einzelnen Bundesländer zu entnehmen.
Für den hier zur Diskussion stehenden Zweck und Entfernungsbereich sind die im Deutschen Klimaatlas aufgeführten Windrosen mit 45°-Einteilung i.d.R. vollkommen ausreichend (s.a. Streubereich der 3-Minuten-Mittelwerte in Abbildung 57), wenn sie auf den jeweiligen Standort übertragbar sind.

Allerdings gibt es Witterungssituationen, unter denen die Wanderungsrichtung einer Abluftfahne bzw. einer Abluftwolke nicht prognostizierbar ist. Diese Situationen werden auch durch den in den Windrosen im Deutschen Klimaatlas wiedergegebenen Kalmenanteil nur unzureichend definiert.

Diese Witterungssituationen der "nicht prognostizierbaren Wanderungsrichtung" sind i.d.R. gekennzeichnet durch relativ geringe Windgeschwindigkeiten (nahe der Windstille) bei gleichzeitig relativ hohen Außenlufttemperaturen.
Unter derartigen Bedingungen treten erfahrungsgemäß stark schwankende Richtungsänderungen der Luftbewegungen zumindest in der bodennahen Schicht auf, wie es auch aus dem Vergleich der Abbildungen 56 und 57 hervorgeht.

In Abbildung 56 sind 3-Minuten-Mittelwerte der Windgeschwindigkeit aufgetragen über der Abwicklung der Windrichtung, wobei 0 bzw. 360° eine Windrichtung aus Nord bedeuten, 90° eine solche aus Ost, 180° eine solche aus Süd etc..
In diesem Zeitraum von genau einer Stunde herrschte eine durchschnittliche Windgeschwindigkeit von 0,23 m/s, wobei die Windgeschwindigkeit und Windrichtung aufgenommen wurde in 2,5 m Höhe über dem Boden mittels einer USAT-Sonde (Prinzip der Ultraschallmessung für Windgeschwindigkeiten, Windrichtungen etc.).
An dieser Abbildung ist zu erkennen, daß bei diesem Stundenmittelwert der Windgeschwindigkeit die Windrichtungen sich praktisch über die gesamte Richtungsskala verteilen.

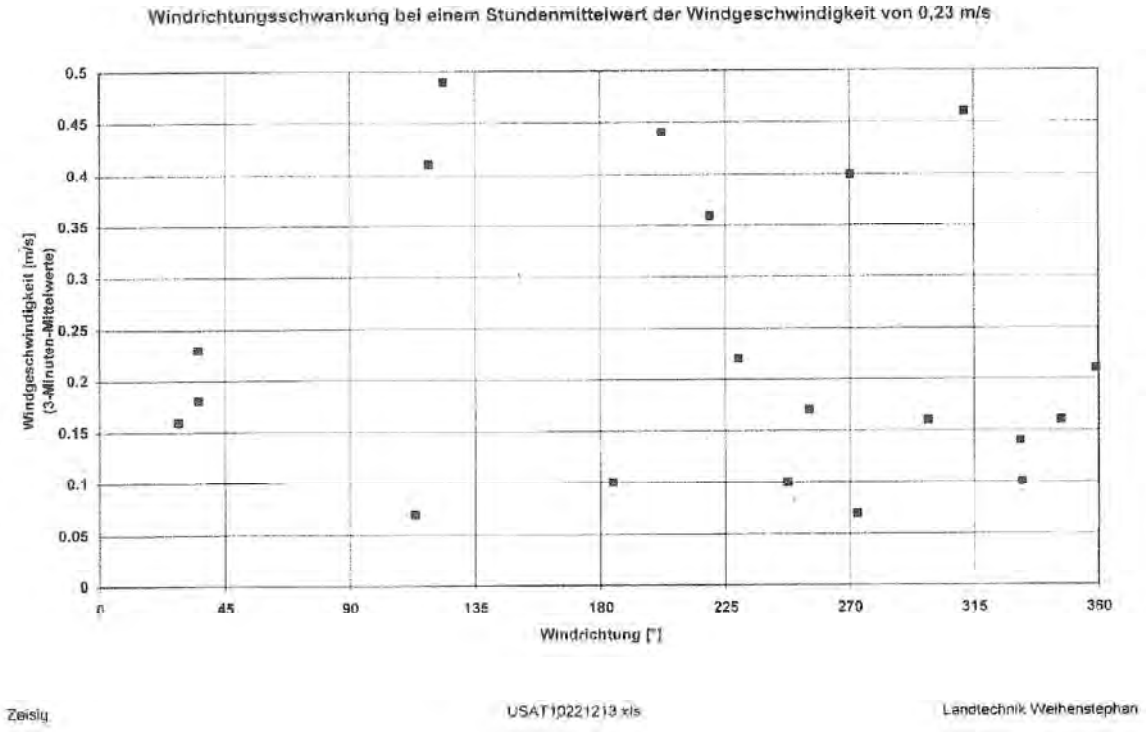


Abbildung 56

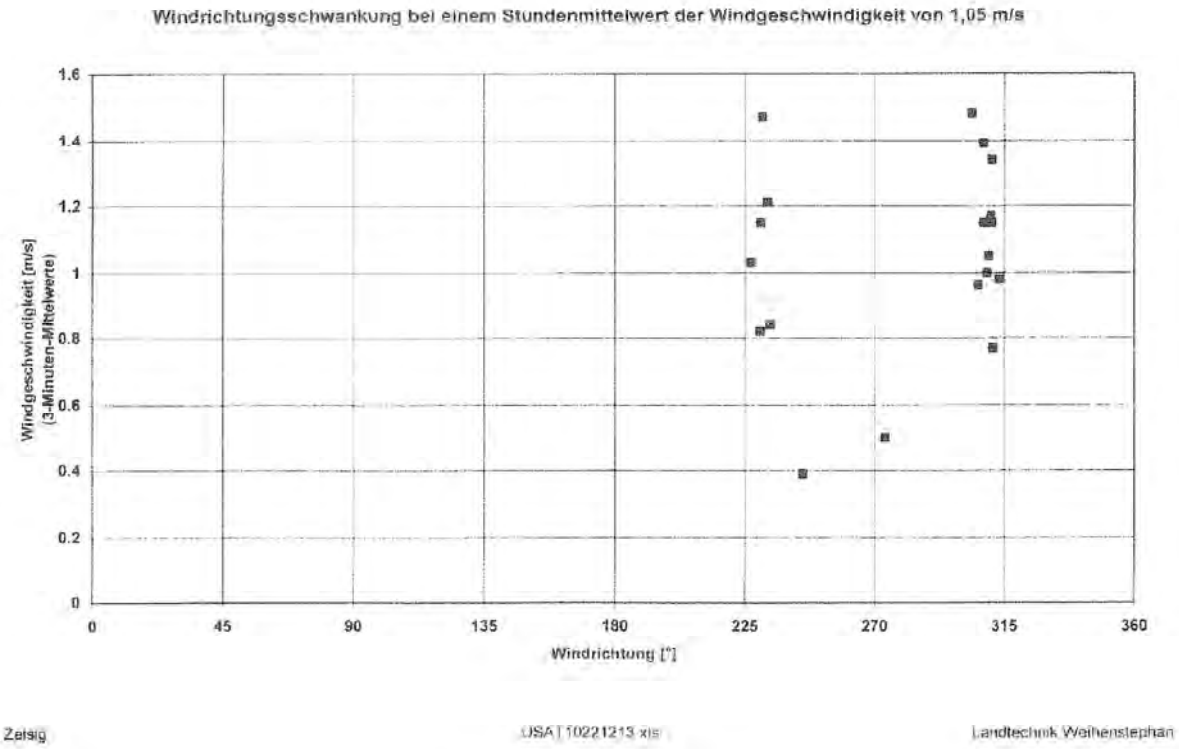


Abbildung 57

Im Gegensatz dazu ändert sich die Windrichtung bei höheren Stundenmittelwerten der Windgeschwindigkeit nur in einem wesentlich kleineren Bereich, wie das Beispiel der Abbildung 57 mit einem Stundenmittelwert der Windgeschwindigkeit von 1,05 m/s zeigt.

Bei dem höheren Stundenmittelwert der Windgeschwindigkeit des Beispiels der Abbildung 57 schwankte die Windrichtung nur in einem Bereich zwischen rd. 225 und 315°, d.h., die 20 3-Minuten-Mittelwerte liegen alle zwischen Südwest und Nordwest.

Bei niedrigen Stundenmittelwerten der Windgeschwindigkeit und gleichzeitig relativ hohen durchschnittlichen Außenlufttemperaturen treten jedoch nicht nur starke Schwankungen der Windrichtungen auf, es kommt dabei auch offensichtlich zu partiellen Abwärtsströmungen.

Bereits in den 70er Jahren durchgeführte Beobachtungen an sichtbar gemachten Abluftfahnen von zwangsentlüfteten Ställen mit vertikalem Luftausblas haben gezeigt, daß bei Stundenmittelwerten der Windgeschwindigkeit < = etwa 0,8 m/s und gleichzeitigen Lufttemperaturen > = etwa 20°C von einem Stall in der freien Luftströmung abwandernde Abluftwolken selbst in praktisch ebenem Gelände auch aus Höhen von etwa 20 bis 25 m über Erdboden und auch in größeren Entfernungen vom Stall von etwa 200 bis 300 m partiell in einzelnen Bereichen wieder in Richtung Erdboden "gedrückt" wurden.

Für die hier zur Diskussion stehende Fragestellung bedeutet das, daß auch derartige Situationen der "nicht prognostizierbaren Wanderungsrichtung" einer Abluftwolke neben den üblichen Windrosen mit berücksichtigt werden müssen.

Geht man davon aus, daß immer dann, wenn Windgeschwindigkeiten als Stundenmittelwerte < = 0,8 m/s bei gleichzeitiger Lufttemperatur > = 20°C vorliegen, auch diese "nicht prognostizierbaren Wanderungsrichtungen" der Abluftwolke auftreten und addiert diesen Zeitanteil zu dem aus einer Windrose erhaltenen relevanten Windrichtungs- bzw. Zeitanteil der Windrichtung, so erhält man damit eine wohl realistischere Abschätzung des Zeitanteils einer evtl. möglichen Beeinträchtigung.
Dies vor allem dann, wenn mehrjährige Aufzeichnungen dieser "Witterungsbedingungen" für den jeweiligen Standort, bzw. auf diesen übertragbar, vorliegen.
Mit dieser Vorgehensweise werden auf jeden Fall auch kurzzeitigere Geruchseinwirkungen (kürzer als 1 Stunde) zumindest teilweise mit erfasst.

Diese Daten, d.h., Stundenmittelwerte der Windgeschwindigkeit < = 0,8 m/s bei gleichzeitigen

71

Lufttemperaturen > = 20°C lassen sich beispielsweise aus den Aufzeichnungen der Meßstationen des agrarmeteorologischen Meßnetzes in Bayern ermitteln, wobei diese zwischenzeitlich mehr als 120 in Bayern vorhandenen Meßstationen dichter verteilt sind als beispielsweise die registrierenden Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes, so daß damit auch relativ gut gesicherte Werte am jeweiligen Standort ermittelt bzw. auf diesen übertragen werden können.

Auch in anderen Bundesländern existiert teilweise bzw. befindet sich ein ähnliches Meßnetz mit analogen Stationen im Aufbau. Daher kann auch hier ggf. auf die Werte derartiger Stationen zurückgegriffen werden.

Will man für diesen Zweck jedoch die Daten des Deutschen Wetterdienstes bzw. dessen Aufzeichnungen heranziehen, so ist zu berücksichtigen, daß die agrarmeteorologischen Stationen die Windgeschwindigkeit in 2,5 m Höhe über dem Boden und die hier zu verwendende Lufttemperatur in 2 m Höhe über dem Boden aufzeichnen, während i.d.R. die Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsaufzeichnungen der Stationen des Deutschen Wetterdienstes sich auf 10 m Höhe über dem Boden beziehen.

Der Zeitanteil der "nicht prognostizierbaren Wanderungsrichtung" läßt sich definitionsgemäß nur für die warme Jahreszeit, d.h., für die Sommermonate ermitteln.
Der Windrichtungsanteil aus den Aufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes liegt aber häufig nur als prozentualer Jahresstundenanteil vor.

Im Sinne einer "worst case"-Abschätzung erscheint es aber angebracht, den prozentualen Anteil der "Sommermonatsstunden" für die "nicht prognostizierbare Wanderungsrichtung" zu dem jeweils vor Ort relevanten Windrichtungsanteil aus den oben zitierten Windrosen zu addieren und diesen Prozentsatz dann mit der in den Abbildungen 52 bis 55 wiedergegebenen Überschreitungshäufigkeit für den Konzentrationsbereich der Erkennungsschwelle (Geruch deutlich) im Entfernungsbereich des Immissionspunktes (z.B. Wohnhaus des Nachbarn) zu multiplizieren.

Man erhält damit einen prozentualen Jahresstundenanteil, in dem ein Geruch im Konzentrationsbereich der Erkennungsschwelle (oder evtl. darüber) im jeweiligen Immissionspunkt wahrgenommen werden kann.

Diese obigen Geruchsstoffkonzentrationen und deren Zeitanteil schließen besondere Aktivitäten, wie beispielsweise die i.d.R. mit erheblichen Emissionen verbundene Gülleausfuhr und das unmittelbar vor der Ausfuhr erforderliche Homogenisieren des Lagerbehälterinhaltes nicht mit

ein.

Geht man davon aus, daß die jährlich auszufahrende Güllemenge normalerweise an bis zu neun Tagen eines Jahres zu verschiedenen Ausbringterminen ausgebracht wird und unterstellt ferner den ungünstigen Fall, daß immer dann, wenn Gülle abgefahren werden muß auch den ganzen Tag über mit erheblichen, daraus stammenden Geruchsimmissionen im jeweiligen Immissionspunkt gerechnet werden muß, so entspricht dieser Zeitanteil rd. 2,5 % der Jahrestage bzw. Jahresstunden.

Letzterer Anteil wäre ggf. noch dem nach dem obigen Schema zu ermittelnden Anteil hinzuzurechnen, wobei allerdings festgestellt werden muß, daß speziell für derartig zeitlich begrenzte Arbeiten wie das Beispiel der Gülleausfuhr durchaus Möglichkeiten des passiven Schutzes für den evtl. Betroffenen bestehen (bei einem Wohnhaus z.B. Schließen der Fenster), die bei den sonstigen Geruchsimmissionen nach Abbildung 52 bis 55 nicht vorhanden bzw. nicht zumutbar sind.

Inwieweit der o.e. Zeitanteil mit Geruchsimmissionen im Bereich der Erkennungsschwelle - evtl. unter Hinzuziehung besonders emissionsträchtiger Arbeitsgänge wie der o.e. Gülleausfuhr - eine erhebliche Beeinträchtigung im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes darstellt, läßt sich nicht allgemein entscheiden.
Hier ist auf jeden Fall die jeweilige örtliche Situation mit zu berücksichtigen.

Allerdings existieren durchaus einige Richtwerte aufgrund höchstrichterlicher Entscheidungen. Daraus folgt beispielsweise, daß gegenüber Wohnhäusern oder Wohnungen einschl. deren unmittelbaren Naherholungsbereich in einem Dorfgebiet Geruchsstoffkonzentrationen im Bereich der Erkennungsschwelle und einer Häufigkeit von 10 bis 12 % der Jahresstunden noch keine erhebliche Beeinträchtigung im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes sind.

Eine derartige Entscheidung bedeutet wiederum, daß für Abstände zur nächstgelegenen Ecke bzw. Kante der Immissionsquelle mit einer Überschreitungshäufigkeit von 10 % und weniger nach den Abbildungen 52 bis 55 es i.d.R. nicht erforderlich ist, auf den betreffenden Standort übertragbare Windrichtungsverteilungen und Anteile der "nicht prognostizierbaren Wanderungsrichtung" der Abluftfahne zu ermitteln.
Bislang konnte selbst unter ungünstigen Bedingungen kein Standort gefunden werden, bei dem die Summe aus relevantem Windrichtungsanteil und "nicht prognostizierbarem" Anteil 50 % der Jahresstunden überschritten hat. I.d.R. lagen die Anteile deutlich unter diesem Wert.

73

7. Gültigkeitsbereich:

Prinzipiell gelten die in den Abbildungen 52 bis 55 dargestellten Überschreitungshäufigkeiten für die den Geruchsfahnenbegehungen zugrunde liegenden Bestandsgrößen, Lagerraumgrößen etc..

D.h., der Gültigkeitsbereich beschränkt sich für konventionelle Rinderställe auf Stallkapazitäten bis zu knapp 500 Stück Rindvieh bzw. Bestandsgrößen bis zu etwa 370 GV, bei Rinderoffenstallungen auf Stallkapazitäten bis zu 200 Stück Rindvieh bzw. Bestandsgrößen bis zu rd. 240 GV, bei Maissilage bis zu Silolagerraumgrößen von rd. 4300 m^3, bei Güllebehältern bis zu Lagerkapazitäten von rd. 1400 m^3 und bei Rinderfestmist bis zu einer Festmistmenge von rd. 250 m^3.

Allerdings sind keine logischen Gründe bekannt und erkennbar, die einer Ausdehnung des Gültigkeitsbereiches auf beispielsweise 10, 20 oder gar 25 % größere Bestände bzw. Lagerraumgrößen etc entgegenstehen.

In unmittelbarer Nähe größerer und vor allem auch tieferer Gewässer lassen sich die in den Abbildungen 52 bis 55 dargestellten Zusammenhänge nicht verwenden, da hier insbesondere während der Sommermonate und speziell bei Windstille in den späten Nachmittagsstunden und Abendstunden eine Abluftfahne bzw. -wolke aus einer Quelle immer in Richtung Gewässer wandert bzw. "kriecht", wobei sie sich auf dem Weg zum Gewässer offensichtlich kaum verdünnt.
Bis zu welchen Entfernungen in dieser Beziehung der Einzugsbereich eines Gewässers reicht, ist in letzter Konsequenz noch nicht restlos geklärt.
Allerdings ist bekannt, daß ein Gewässer mit einer Oberfläche von etwa 200 m x 50 m und einer durchschnittlichen Tiefe von etwa 15 bis 20 m diesen Effekt bis zu einer Entfernung von etwa 120 m vom Ufer hat, sich aber in einer Entfernung von rd. 250 bis 300 m nicht mehr auswirkt. Fließgewässer mit entsprechender Wassermenge, wie z.B. der Rhein in seinem Oberlauf, können diesen "Einzugsbereich" bis zu etwa 2 km Entfernung vom Ufer aufweisen.

Allerdings bewirkt nicht jedes Gewässer diesen Effekt. Flur-Entwässerungsgräben oder auch Bachläufe von z.B. 1 m Breite und etwa 0,5 bis 1 m Wassertiefe sind in dieser Beziehung zu vernachlässigen.

Besondere, relativ enge Tallagen, wie sie beispielsweise in einigen bewohnten Gebieten des Bayerischen Waldes oder auch in einigen Gegenden der bewohnten Alpenregion vorkommen, gestalten die Übernahme von Windrichtungsaufzeichnungen problematisch, da in diesen Berei-

74

chen die Winde vorwiegend in Richtung der Talachse wehen.
Der gleiche Effekt tritt insbesondere bei Schwachwindlagen auch in stark kupiertem Gelände, wie beispielsweise in einigen Tallagen Oberfrankens und auch im Bereich von Ulm bzw. Neu-Ulm auf.
In dieser Situation empfiehlt sich die Verwendung von Windrichtungsaufzeichnungen einer evtl. auch weiter entfernt gelegenen Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes, deren Umgebungssituation aber im wesentlichen der Umgebungssituation des zu bearbeitenden Standortes entsprechen muß.

Besonders windgeschützte Muldenlagen oder auch Standorte mit dichter umliegender Bebauung können die Abschätzung des Anteiles der "nicht prognostizierbaren Wanderungsrichtung" der Abluftwolke erschweren, da die Übertragbarkeit der Aufzeichnungen der i.d.R. auf freiem Feld stehenden agrarmeteorologischen Wetterstationen auf derartige Standorte ohne entsprechende Zuschläge nicht ohne weiteres gewährleistet ist.

Wegen der in Abschnitt 5.1 und Abschnitt 6 skizzierten Probleme von mit Grassilage gefüllten Silobehältern ist die Überschreitungshäufigkeit in Abhängigkeit der Entfernung für mit Grassilage gefüllte Siloanlagen nicht angegeben worden.
Ordnungsgemäße Silagebereitung und -lagerung vorausgesetzt, kann die Kurve für Maissilage verwendet werden, wenn gleichzeitig sowohl aus dem Futtertrog ausgeräumte Silagereste neben dem Stall oder auch vom Silo abgeräumte, nicht verwendbare Grassilage nur in abgedecktem Zustand zwischengelagert wird (keine freie, der Witterung ausgesetzte Lagerung derartiger Silagereste).
Ist dies nicht gewährleistet oder nicht zu gewährleisten, können derartige, dem Verderb ausgesetzte Silagereste auch noch in etwa 100 bis 120 m Entfernung zu deutlich wahrnehmbaren Geruchsimmissionen führen, selbst dann, wenn es sich um relativ geringe Silagemengen (ein bis zwei Schubkarrenfüllungen) handelt. Daher sind bei Grassilage diese eben erwähnten Punkte besonders zu beachten.

8. Zusammenfassung:

Mit den durchgeführten Geruchsfahnenbegehungen sowohl an konventionellen Ställen als auch an Rinderoffenställen bzw. Außenklimaställen und den für die Rinderhaltung erforderlichen Geruch-emitierenden Nebeneinrichtungen wurde versucht, Anhaltswerte für die Beschreibung einer erheblichen Geruchsbeeinträchtigung im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes zu erarbeiten.

75

Dabei wurde festgestellt, daß sowohl bei konventionellen Rinderställen in der üblichen Betriebsweise als auch bei Rinderoffenstallungen sich ein Emissionsschwerpunkt nicht definieren läßt.

Dies gilt auch für die zur Rinderhaltung erforderlichen geruchsemitierenden Nebeneinrichtungen.

Als entscheidende Entfernung wurde daher die Entfernung zwischen dem jeweiligen Immissionspunkt und der nächstgelegenen Ecke oder Kante des Stallgebäudes, des Laufhofes, der Siloanlage, des Güllebehälters oder des Festmisthaufens gewählt.

Als weiteres Ergebnis konnte nachgewiesen werden, daß die jeweiligen Geruchsschwellenentfernungen nicht abhängig sind beispielsweise von der Bestandsgröße im untersuchten Bereich bis zu knapp 400 GV für konventionelle Ställe und bis zu rd. 240 GV für Rinderoffenställe, von der Silolagerraumgröße im untersuchten Bereich bis zu rd. 4300 m^3 Fassungsvermögen, von der Güllelagerraumkapazität bis zu rd. 1400 m^3 oder auch von der Festmistlagermenge bis zu rd. 250 m^3 Festmist.

Aus den Begehungsdaten der Geruchsfahnenbegehungen konnte eine Überschreitungshäufigkeit für bestimmte Geruchsstoffkonzentrationen angegeben werden, die sich in Abhängigkeit von der Entfernung zur jeweiligen Quelle ändert.

Die ebenfalls durchgeführten Geruchsfahnenbegehungen nach dem in der VDI-Richtlinie 3940 angegebenen Schema konnten im Sinne der Zielsetzung nicht ausgewertet werden bzw. ergaben ein in sich widersprüchliches Bild. .Allerdings lagen die damit festgestellten Geruchsstundenanteile überwiegend unterhalb der festgestellten Überschreitungshäufigkeit für die im Sinne der Zielstellung relevante Geruchsstoffkonzentration im Konzentrationsbereich der Erkennungsschwelle.

Mit Hilfe der Geruchsstoffkonzentration im Konzentrationsbereich der Erkennungsschwelle und deren Überschreitungshäufigkeit in einer bestimmten Entfernung zur Quelle kann in Verbindung mit der für den jeweiligen Standort gültigen Windrichtungsverteilung einschl. der Zeitanteile, für die die Wanderungsrichtung einer Abluftfahne nicht eindeutig prognostiziert werden kann, sowohl die Geruchsstoffkonzentration als auch die Häufigkeit des Auftretens dieser Geruchsstoffkonzentration im Immissionspunkt ermittelt bzw. abgeschätzt werden und damit ein Maß für die Erheblichkeit der auftretenden Geruchsimmission aus der Rinderhaltung ermittelt werden.

76

9. Literatur:

1. Batel, W.: Geruchsstoff-, Staub- und Lärmbelastung in Anlagen der Tierproduktion, gemessen im Verlauf eines Jahres - Zweiter Bericht. In: Grundl. Landtechnik Bd. 27 (1977), S. 83-87.

2. Both. R., Essers, K.-H., Gliwa. H.. Külske, S.: Untersuchungen zur Geruchsausbreitung an einem großen Schweinemastbetrieb. In: Jahresbericht 1995 des Landesumweltamtes NRW., (LUA - Essen), S. 77-82.

3. Gustafsson, G.: Technische Maßnahmen zur Minderung von Geruchs- und Schadstoffemissionen aus Tierproduktionsanlagen. In: KTBL-Arbeitspapier Nr. 174, KTBL-Darmstadt, 1992, S. 80-91.

4. Jungbluth, T., Hartung. E.: Ermittlung von Geruchsschwellen bei Rinderställen und Neufestlegung von Geruchsäquivalenzfaktoren. Endbericht des Instituts für Agrartechnik der Uni. Hohenheim zum gleichnamigen Untersuchungsvorhaben vom 26.02.1996.

5. Kaeser, K.J.: Über die Entwicklung von Glaskappilaren und die Analytik von Geruchsstoffen. Diss. Techn. Uni. München, 1979.

6. Lunnev, C.M., Smith, R.J.: An Odour Emission Rate Model For Beef Cattle Feedlots. In: Proceedings International Conference on air pollution from Agricultural Operations, Febr. 7-9, 1996, Kansas City, (Missouri), S. 221-227.

7. Mißfeld. B.: Geruchsminderung durch Haltungsverfahren. KTBL-Schrift Nr. 183, KTBL (Hrsg.), Darmstadt, 1974.

8. Oldenburg. J.: Geruchs- und Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung. KTBL-Schrift Nr. 333, KTBL-Darmstadt, 1989.

9. Renner, E.: Mathematisch - statistische Methoden in der praktischen Anwendung. 2. Auflage, Parey, Berlin u. Hamburg, 1981.

10. Riemann, U.. Rix. J.: Vorschläge zur Abänderung der VDI-Richtlinie 3471 "Auswurf begrenzung Tierhaltung - Schweine". DGS, 27. Jhrg. (1975), S. 327-329.

11. Sachs. L: Statistische Auswertungsmethoden. 3. Auflage, Springer, Berlin Heidelberg, New York, 1972.

12. Schaumberger, G., Präger. M., Eder. J., Fiebger, H.. Köck. M., Lazar, R., Pichler-Semmelrock, F., Quendler. Th.. Swoboda, M., Thiemann, J.. Teufelhart, J.: Österreichische Richtlinie zur Beurteilung von Immissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, 57.Jhrg.(1997), S. 399-408.

13. Schirtz, St.: Handhabung der VDI-Richtlinien 3471 Schweine und 3472 Hühner, Emis sionsminderung Tierhaltung. KTBL-Arbeitspapier Nr. 126, KTBL (Hrsg.), Darmstadt, 1989.

14. Schreier, P.: Gaschromatographisch-massenspektrometrische Untersuchungen von Geruchsstoffen der Tierhaltung, in: VDI-Berichte Nr. 228, VDI-Düsseldorf, 1975, S. 127-130.

15. Wolfermann, H.-F., Horning. J., Klingenschmitt, D.: Ursachen von Geruchsbelästigun gen bei Tierställen und Maßnahmen zu ihrer Verminderung. In: KTBL-Schrift Nr. 272, S. 23-50, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL, Hrsg.), Darmstadt, 1982.

77

16, Zeisig. H.D., Holzer, A., Kreitmeier, J,, Langenegger, G., Tastel. P., Zirnqibl. O.: Analyse des elektrischen Leistungs- und Energiebedarfes für einige ausgewählte Bereiche der Innenwirtschaft landwirtschaftlicher Betriebe. Schriftenreihe der Landtechnik Wei henstephan (Hrsg.), Heft 5, Freising, 1981.

17. Zeisig. H.D., Kreitmeier, J.: Möglichkeiten und Probleme der Trauf-First-Lüftung in Rindviehställen. Der Tierzüchter, 34, Jhrg., (1982), S.303-305.

16. Zeisig. H.D., Kreitmeier, J.: Grundlagen und Dimensionierung von Lüftungsanlagen mit Zwangslüftung und freier Lüftung. In: Referateband zum Weihenstephaner Baugespräch 1984, Landtechnik Weihenstephan, (Hrsg.), Freising, 1984, S. 53-68.

19. Zeisig, H.D., Kreitmeier, J.: Grundlagen der Dimensionierung und Ausführung von Porenlüftungsanlagen. Schriftenreihe der Landtechnik Weihenstephan (Hrsg.), Heft 2, Freising, 1988.

20. Zeisig. H.D., Langenegger, G.: Geruchsemissionen aus Rinderställen. Gelbes Heft Nr. 52, Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.), Mün chen, 1994.

21. -------: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreini gungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge. Bundes-Immissionsschutzgesetz (BimSchG). i. d. Fassung vom 14.05.1990. BGBI I, S. 880-901.

22. -——: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft), vom 28.08.1974 in der Fassung vom 27.02.1986, GMBI. 1986, S.95 ff.

23. -------: Verordnung über die bauliche Nutzung (BauNVO) vom 23.01.1990. BGBI I, S. 132 ff, zuletzt geändert am 23.04.1993, BGBI I, S. 466.

24. ------: Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen. (Geruchsimmissions-Richtlinie). Länderausschuß für Immissionsschutz, LAI-Schriftenreihe Bd. 5, Erich-Schmidt-Verlag, Berlin, 1994.

25. ----- -: Geruchsimmissionsrichtlinie Sachsen. Sächsisches Amtsblatt Nr. 17 v. 22.04.1993, S. 514-521.

26. -------: VDI-Richtlinie 3940, Bestimmung der Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen. Beuth-Ver!ag, Berlin, 1993.

27. -------: VDI-Richtlinie 3471, Emissionsminderung Tierhaltung Schweine. Beuth-Verlag, Berlin, 1986.

28. ------ : VDI-Richtlinie 3472, Emissionsminderung Tierhaltung Hühner. Beuth-Verlag, Berlin, 1986.

29. ------ : Entwurf VDI-Richtlinie 3881, Blatt 4, Olfaktometrie - Geruchsschwellenbestimmung, Anwendungsvorschriften u. Verfahrenskenngrößen. Beuth-Verlag, Berlin, 1989.

30. -------: Entwurf VDI-Richtlinie 34 73, Emissionsminderung Tierhaltung Rinder, (zurückgezogen!), Beuth-Verlag, Berlin, 1994.

31. --------: Vorläufige Richtlinie zur Beurteilung von Immissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen. Bundesministerium für Umwelt (Hrsg.).Wien, 1995.

32. --------- DIN 18910, Wärmeschutz geschlossener Ställe. Beuth-Verlag, Berlin, 1992.

Anhang

Muster der Formblätter für die Durchführung der Begehungen Blatt 1-3

Geruchsemissionen aus Rinderoffenstallungen

Blatt 1

Betriebs-Nr.:.....Ort/Gemarkung:.....

Sachbearbeiter: .....Reg.Bez.:.....

Datum: ..... Uhrzeit: von..... bis .....

Lageplan Nr.: ..... Blatt Nr.: .....

Hof-/Stall-Lage: (....) Ortsrand (....) Aussenbereich

.....

Luftdruck: (....)steigend (....)gleichbleibend (....)fallend

Lufttemperatur: ..... °C (....) Sonnenschein (....) bewölkt (....) Regen

Gesamtbedeckung (Bewölkung): (....) 0/8 ÷ 2/8 (....) 3/8 ÷ 5/8 (....) 6/8 ÷ 8/8

Windrichtung: von ..... bis ..... ϕ .....

Windgeschwindigkeit:

1. Anemometerablesung: ..... (m) 2. Anemometerablesung: .....(m)

Zeit:.....(min) Zeit: .....(min)

ϕ Geschwindigkeit: .....(m/s) ϕ Geschwindigkeit: .....(m/s)

.....

Stallbelegung: (Kapazität siehe Lageplan bzw. Blatt 3)

Kühe ca. .....% Nachzucht ca. ..... % Mastrinder/Mastbullen ca. .....%

Füllung Güllesilo: ca. ..... %

bei **offener** Güllelagerung: (....) mit oder (....) ohne geschlossene Schwimmschicht

Füllung Festmistlagerstätte: ca. ..... %

Füllung Futtersilo (Silage): ca. ..... %

Verschmutzung der Laufhoffläche:

(.....) frisch geräumt ca. ..... cm Mistauflage

(.....) Mistauflage trocken (.....) Mistauflage feucht/nass

Bemerkungen: (z.B. Silage auf Futtergang, verdorbene Silage neben Futtersilo oder Stall, Gülle am Vormittag ausgefahren, Windrichtung stark [mehr als ≈90°] schwankend etc.)

.....

.....

.....

.....

.....

Zeisig / Landtechnik Weihenstephan 01.97

Geruchsemissionen aus Rinderstallungen

Blatt 2

Betriebs-Nr.:.....

Datum:..... Uhrzeit: von..... bis.....

Testperson (Name):.....
(für jede Testperson bitte ein Blatt)

[ϕ Windrichtung, ϕ Windgeschwindigkeit und Lufttemperatur siehe Blatt 1]

Grundsätzlich wird immer gegen den Wind aus ausreichender Entfernung auf das betreffende Objekt zugegangen! (Hilfsmittel -Windfahne etc.- beachten!!)

Geruchsschwellenentfernungen:

(Entfernung zum Stall / befestigter Freilauffläche / Festmistlager bzw. Silo, bitte - wenn möglich - die nachfolgenden Gerüche bzw. Entfernungen getrennt angeben)

	schwach wahrnehmbar* (Wahrnehmungsschwelle) [m]	deutlich wahrnehmbar** (Erkennungsschwelle) [m]
Stallgeruch (Rinder)		
Güllegeruch		
Stallmistgeruch		
Gras		
Silagegeruch Mais		

* **Geruchsänderung gegenüber dem üblichen Umgebungsgeruch (neutrale Umgebung), normalerweise nur mit Hilfsmitteln (Windfahne, Gasmaske etc.) dem betreffenden Geruch zuzuordnen ! [entspricht der Wahrnehmungsschwelle]**

** **Geruchswahrnehmung (erstmalig) eindeutig dem betreffenden Geruch (auch ohne Hilfsmittel) zuzuordnen !**
[entspricht der Identifikationsschwelle / Erkennungsschwelle]

Bemerkungen:.....

.....

.....

Zeisig / Landtechnik Weihenstephan 01.97

Meßprotokoll Rinderstallbegehung **Blatt 2a**

Betrieb Nr.:..... Datum:.....

Name (Teilnehmer): .....

Meßpunkt (Standort):..... (bitte nur auf Schema unten rechts ankreuzen !)

Meßbeginn: .....Uhr Meßende: .....Uhr

Bitte in der Liste alle 10 Sekunden beginnend bei 1 den wahrgenommenen Stallgeruch (ohne Einsatz von "Hilfsmitteln"!) nach Intensitätsskala (unten links) eintragen !

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45

46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

Intensitätsskala:

0 = kein Geruch

1 = sehr schwach

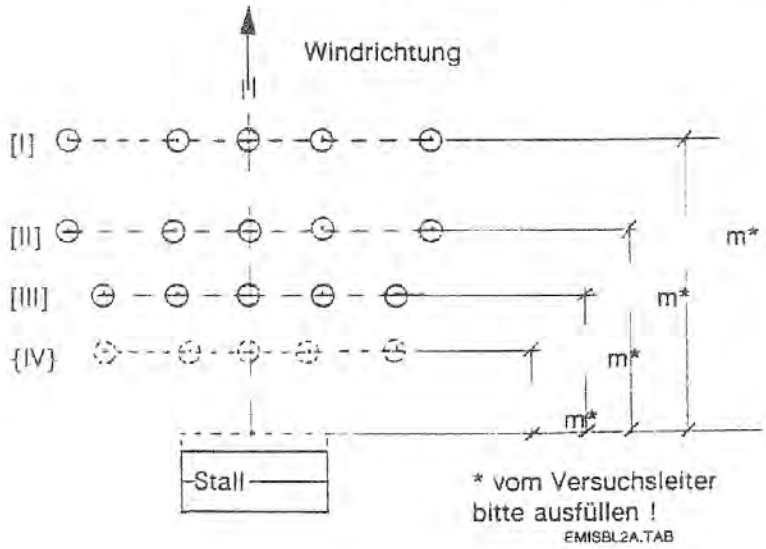
2 = schwach

3 = deutlich

4 = stark

5 = sehr stark

6 = extrem stark



Bemerkungen: .....

.....

Geruchsemissionen aus Rinderoffenstallungen

Blatt 3

Betriebs-Nr.:.....

Art der Rinderhaltung:

Milchvieh	(...)
Milchvieh mit Nachzucht	(...)
Bullen/Rinder-Mast	(...)

Stallart:

1 Offenfrontstall: (...) mit (...) ohne überdachtem Futtergang/Fressplatz
Laufgänge planbefestigt (...) Laufgänge Spaltenboden (...)

2. offener Laufhofstall: (...) mit (...) ohne überdachtem Futtergang/ Fressplatz
Laufhof planbefestigt (...) Laufhof (Teil-)Spaltenboden (...)

3. "Cucetta"-Stall:
Laufgänge planbefestigt (...) Laufgänge Spaltenboden (...)
Fressplatz planbefestigt (...) Fressplatz Spaltenboden (...)

4. sonstig. Offenstall mit Laufhof:
Laufhof planbefestigt (...) Laufhof (Teil-)Spaltenboden (...)

Laufhoffläche: (gesamt) .....m^2

Stallplätze (Kapazität bzw. max. Tierplatzzahl):

Kühe	..... Stück
Kalbinnen	..... Stück
Jungvieh	..... Stück
Mastbullen/-Rinder	..... Stück

Futtergrundlage:

Heu	(...)
Grassilage	(...)
Maissilage	(...)
Grünfutter	(...)
Sonstige	(...)

Futterlagerung (Silage- Lagerkapazität):

Tiefsilo	..... m^3
Hochsilo	..... m^3
Flachsilo	..... m^3
Sonstiges (z.B. Rundballen)	..... m^3 .....

Entmistung:

Festmist	(...) Schlepper	(...) Schubstange etc.
Flüssigmist	(...) mechanisch	(...) Kanäle

Festmistlagerung: (Kapazität) ca. .....m^3 (...) offen (...) 2÷3 Seiten geschlossen

Güllelagerung: (Kapazität) .....m^3 (...) mit oder (...) ohne Decke

Zeisig / Landtechnik Weihenstephan 01.97