

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz

Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 36 (1974)

Heft: 12

Artikel: Geruchsemissionen aus landwirtschaftlichen Betrieben

Autor: Stuber, A. / Leimbacher, K.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1070372>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

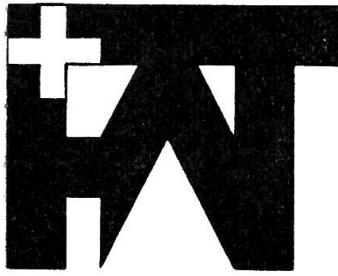
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



FAT-MITTEILUNGEN 12/74

Landtechnisches Mitteilungsblatt für die Praxis
herausgegeben von der Eidg. Forschungsanstalt für
Betriebswirtschaft und Landtechnik CH 8355 Tänikon

Verantwortliche Redaktion: Direktor Dr. P. Faessler

5. Jahrgang, September 1974

Geruchsemissionen aus landwirtschaftlichen Betrieben

A. Stuber, K. Leimbacher

Einige Expertisen im Zusammenhang mit Geruchsbelästigungen haben uns veranlasst, das Problem der Geruchsemission (Geruchsquelle, Geruchsausbreitung) und der Geruchsimmission (Geruchsbelästigung) eingehend zu untersuchen.

1. Geruchsquellen

Für die qualitative und quantitative Beurteilung von Geruchsemissionen sind folgende Faktoren massgebend:

- Tierart und Bestandesgrösse,

Tab. 1: Geruchsbelastungseinheiten (G Bel E)

Tierart	G Bel E	Minimale Luftrate m ³ /h
Zuchtkälber	0.2	13
Mastkälber	0.4	23
Zuchtrinder, Jungvieh	0.6	30
Mastrinder	0.8	35
Milchkühe	1.0	45
Jäger bis 30 kg Lebendgewicht	0.1	3
Mastschweine 30-100 kg Lebendgewicht	0.2	7
Zuchtschweine	0.3	18
Mast- und Zuchtgeflügel	0.01	0.15
Legehennen	0.02	0.4

- Entmistungsverfahren,
- Lüftungssystem,
- Lagern, Behandeln und Ausbringen von Mist.

1.1 Tierart und Bestandesgrösse

Die spezifischen Stallgerüche stammen überwiegend aus den Ausscheidungen der Tiere und der darauf folgenden Zersetzung der Exkremente. Die artspezifischen Tierausdünstungen bilden nur einen geringen Teil des Stallgeruches und hängen von der Tiergrösse, dem verwendeten Futter und den Stallklimaverhältnissen ab. Tabelle 1 berücksichtigt sowohl die Qualität als auch die Quantität der Geruchsemission. Dabei dient eine sogenannte Belastungseinheit (G Bel E) als Bezugsgrösse.

1.2 Entmistungsverfahren

Entscheidend für die Geruchsintensität ist weniger das vorhandene Flüssig- oder Festmistverfahren, sondern vielmehr die Dauer des Verbleibens der Exkremente im Stall. Es kommt also darauf an, ob täglich ein- oder mehrmals ausgemistet wird oder ob die Exkremente während eines tagelangen Aufenthaltes im feuchtwarmen Stallbereich in Gärung übergehen. Je nach Entmistungsverfahren sind die in Tab. 1 aufgeführten Geruchsbelastungseinheiten mit den in Tab. 2 aufgeführten Werten zu multiplizieren.

Tab. 2: Verfahrensbedingte Geruchsbelastungswerte

Entmistungsverfahren	Werte für geschlossene Ställe		offene Ställe
Hand- und mechanische Entmistung			
– nichttäglich	1.5	1.0	
– ein- oder mehrmals täglich	1.0	1.0	
Tiefstreue	1.5	1.0	
Flüssigmistlagerung im Stall	1.8	1.5	
Schwemmkanäle, Treibentmistung	1.5	1.0	
Umspülverfahren	1.8	1.5	
Ungenügende hygienische und klimatische Verhältnisse	2.5	1.8	

1.3 Lüftungssystem

Wir unterscheiden bekanntlich bei Ställen geschlossene und offene Gebäude. Bei offenen Ställen liegt das Luftvolumen und damit der lokale Verdünnungsgrad wesentlich über demjenigen eines geschlossenen Baukörpers. Das Lüftungssystem eines geschlossenen Stalles beeinflusst allerdings die Intensität der Geruchsemmission nur in geringem Masse. Insbesondere kann und darf es nicht als Geruchskorrektor einer schlecht funktionierenden Entmistung betrachtet werden. Eine Sekundärwirkung entsteht dann, wenn durch eine zu hohe Stallfeuchtigkeit infolge ungenügendem Wärmeschutz und unvollständiger Durchlüftung der Gärprozess von Exkrementen beschleunigt wird. Von Bedeutung ist die Lüftungsanlage bzw. deren Abluftelement für die Ausbreitung der Geruchsstoffe.

1.4 Lagern, Behandeln und Ausbringen von Mist

Es handelt sich dabei um Emissionsquellen, die ausserhalb des Stalles und teilweise auch ausserhalb der Hofanlage liegen. Die Rückführung der tierischen Exkremeante in Form von Hofdünger in den Naturkreislauf ist zur Zeit immer noch als die brauchbarste Lösung anzusehen. Während der eigentlichen Lagerung von Fest- und Flüssigmist in vorschriftsgemässen Behältern treten Gerüche überhaupt nicht oder nur in sehr geringem Masse auf. Erst wenn Gülle umgerührt und ausgepumpt oder wenn Festmist abgestochen und verladen wird, ist mit Gerüchen zu rechnen. Letztere treten zudem nur zeitweise auf und verschwinden in relativ kurzer Zeit wieder.

Das Ausbringen und Verteilen von Hofdünger auf Grün- oder Ackerland ist vielfach mit einer starken Geruchsentwicklung verbunden. Diese ist beim Versprühen von Gülle zwangsläufig wesentlich stärker als beim Verteilen von Festmist mit dem Miststreuer. Zudem hält die Geruchsemmission beim Verteilen wesentlich länger an als bei der Entnahme auf dem Hof. Je nach Witterung ist noch nach fünf bis sechs Stunden mit einer – allerdings mässigen und verantwortbaren – Geruchsemmission zu rechnen. Zahlreiche Behandlungsverfahren (Belüftung, Kompostierung usw.) werden gegenwärtig erprobt. Dabei wird auch der Einfluss auf die Geruchsemmission abgeklärt. Einige Untersuchungen haben bereits positive Resultate erbracht, die sich allerdings noch nicht verallgemeinern lassen.

2. Ausbreitung von Gerüchen

Das Verhalten von Gerüchen in der Umgebung von Geruchsquellen hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Wetterbedingungen, insbesondere Windverhältnisse,
- topografische Verhältnisse,
- Geländebedeckungen.

2.1 Windverhältnisse

Die Geruchsstoffe bilden zusammen mit der Abluft eine mehr oder weniger konzentrierte Gaswolke, die je nach Windverhältnissen in Schwaden oder Fahnen verfrachtet wird. Eine Entmischung einer einmal gebildeten Gaswolke in dem Sinne, dass sich spezifisch schwerere Gase unten ansammeln und sich spezifisch leichtere nach oben verflüchtigen würden, ist aus physikalischen Gründen nicht möglich. Die Windgeschwindigkeit, vertikale Temperaturverteilung und Turbulenz bestimmen die Windverhältnisse und damit auch die Ausdehnung und Verfrachtung der Geruchswolken. Unter Turbulenz wird die Intensität der in einer Luftströmung vorhandenen Wirbel verstanden. Sie hängt von den in der unteren Atmosphäre herrschenden Temperaturgradienten, das heisst vom Temperaturgefälle in der Senkrechten ab (Abb. 1). Beträgt die Temperaturabnahme in der Senkrechten $1^\circ \text{C}/100 \text{ m}$ und mehr, so ist die Luft-

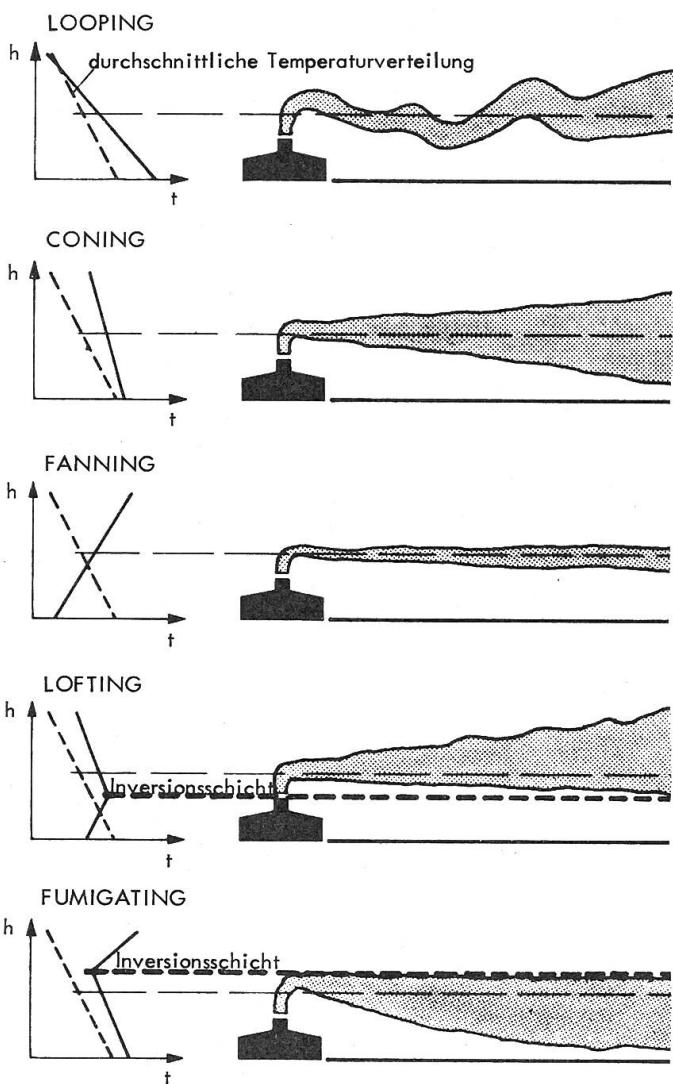


Abb. 1: Formen von Geruchsfahnen in Abhängigkeit des vertikalen Temperaturverlaufs. Höhe = h , Temperatur = t .

schichtung labil, es kommt zu einer starken Turbulenz. Liegt der Gradient um $-0.5^\circ \text{C}/100 \text{ m}$, so herrscht eine mittlere Turbulenz. Kleinere Gradienten oder gar eine vertikale Zunahme der Lufttemperatur (Inversion, Umkehrung) führen zu stabiler Luftschichtung mit laminarer Strömung (streifenförmige Ausbreitung ohne Turbulenz). Wie in Abb. 1 dargestellt, lassen sich die entstehenden Gasfahnen wie folgt charakterisieren:

Looping (Schleifen): starke vertikale Temperaturabnahme. Böige Winde mit wechselnden Geschwindigkeiten.

Coning (Kegel): schwache vertikale Temperaturabnahme. Gleichmässige Windgeschwindigkeit mit mittlerer Turbulenz.

Fanning (Flächenband): Inversion, vertikale Temperaturzunahme. Laminare Strömung ohne Turbulenz.

Lofting (ansteigend): Inversionsschicht, darüber Temperaturabnahme. Höhenwind mit mittlerer Turbulenz.

Fumigating (abfallend): Inversionsschicht, darüber Temperaturzunahme. Föhnlage mit mittlerer Turbulenz der Lokalwinde.

2.2 Topografische Verhältnisse

Die Geländeformen beeinflussen massgebend die örtlichen Windverhältnisse. Selbst auf kleinstem Raum sind grosse Unterschiede feststellbar. Eine übersichtliche und vielfach angewandte Darstellung der Windverhältnisse eines Ortes ist mit Hilfe sogenannter «Windrosen» möglich (Abb. 2). Dabei wird die Häufigkeit des Auftretens der einzelnen Windrichtungen (meistens acht) in Prozent von einem Kreis, der die Häufigkeit des Auftretens von Windstille (Calmen) beinhaltet, in jeweiliger Richtung hin abgetragen. Die Einflüsse aus den Geländeformen wirken prinzipiell in zweifacher Weise auf das Windfeld. Einmal entstehen die geländebedingten, lokalen Wind-

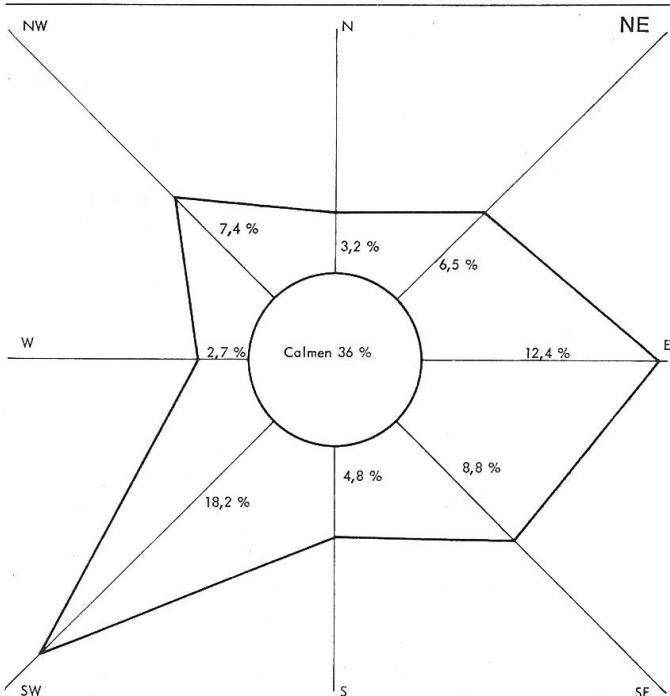


Abb. 2: Windrose

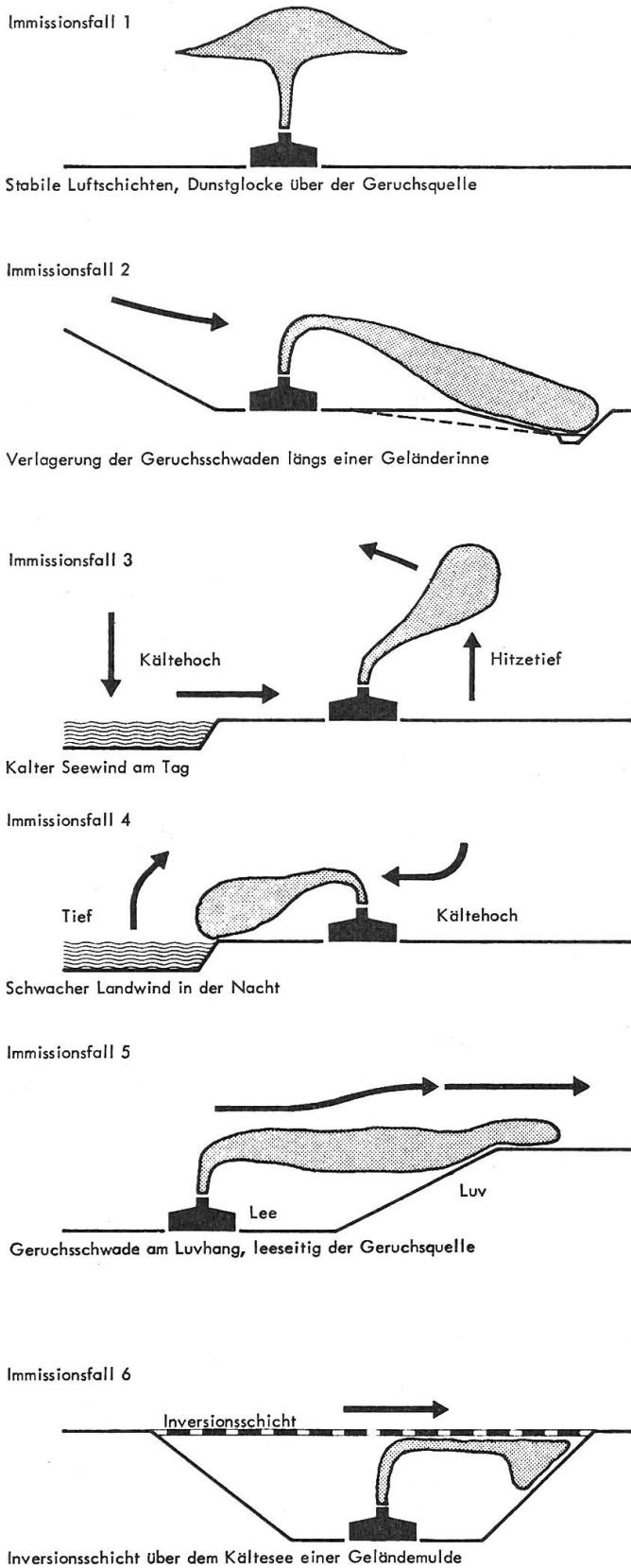


Abb. 3: Topografisch bedingte Immissionsfälle.

systeme, wie der Berg- und Talwind, der See- oder Landwind. Anderseits wird jeder Wind durch die Geländeform mehr oder weniger aus seiner Richtung abgelenkt, verstärkt oder abgeschwächt. Insbesondere wirken Täler als «Führungsrinnen» bei der Verlagerung von Geruchsschwaden bei laminaren Windverhältnissen. Ebenso können dem Wind zugekehrte Hänge (Luv) im Windschatten (Lee) einer Emissionsquelle so betroffen werden, dass dort intensiver Geruch festgestellt wird. Bezuglich der Beurteilung von Geruchsimmissionen ergeben diese Erkenntnisse wertvolle Hinweise auf das Verhalten von Geruchsschwaden, denn selbst bei geringer Luftströmung (absolute Windstille gibt es nicht!) verlagern sich die entstandenen Gaswolken meistens analog der für den betreffenden Ort gültigen «Windrose». Abb. 3 zeigt einige prinzipielle Immissionsfälle.

2.3 Geländebedeckungen

Aufgrund zahlreicher Beobachtungen wurde festgestellt, dass mit zunehmendem Abstand von der Erdoberfläche die Windgeschwindigkeiten zunehmen. Ebenso ändert sich mit zunehmender Höhe teilweise die Windrichtung und vor allem die Turbulenz der Luftströmung. Die Ursache dieser Veränderung besteht im unterschiedlichen Wirkungsgrad der Unebenheiten und Bedeckungen des Geländes, der sogenannten «Rauigkeit» und dem damit verbundenen Reibungswiderstand. Die höhenbedingten Änderungen des Windes in allen seinen charakteristischen Eigenschaften sind für die Beurteilung von Geruchsimmissionen ebenfalls von Bedeutung. Sie unterliegen, wie alle übrigen meteorologischen Einflussgrößen auch, witterungsbedingten Schwankungen und sind je nach Beschaffenheit der Erdoberfläche von Ort zu Ort verschieden. Für die durchschnittlichen Verhältnisse Mitteleuropas zeigt Abb. 4 die Zunahme der Windgeschwindigkeiten bei zunehmender Höhe. Eine analoge Wirkung bringt die Erhöhung der vertikalen Luftgeschwindigkeit aus nach oben offenen Abluftschächten (Abb. 5).

Bei den in Bodennähe fliessenden Geruchsschwaden gilt es ebenfalls, die quer zum Verlauf stehenden Hindernisse wie Hecken, Strassendämme, Waldränder und Gebäudefluchten zu beachten. An diesen Hindernissen staut sich die Geruchsschwade und rei-

chert sich bis zum Ab- oder Ueberfliessen stark mit Geruchsstoffen an. Im Hinblick auf die Konsequenzen der Geländebedeckungen auf das Verhalten der Luftströmungen ist darauf zu achten, dass der Abluftaustritt möglichst hoch angesetzt wird. Damit wird



Abb. 4: Zunahme der Windgeschwindigkeiten in der Höhe in Prozenten der Windgeschwindigkeiten auf dem Niveau 2 m über Terrain.

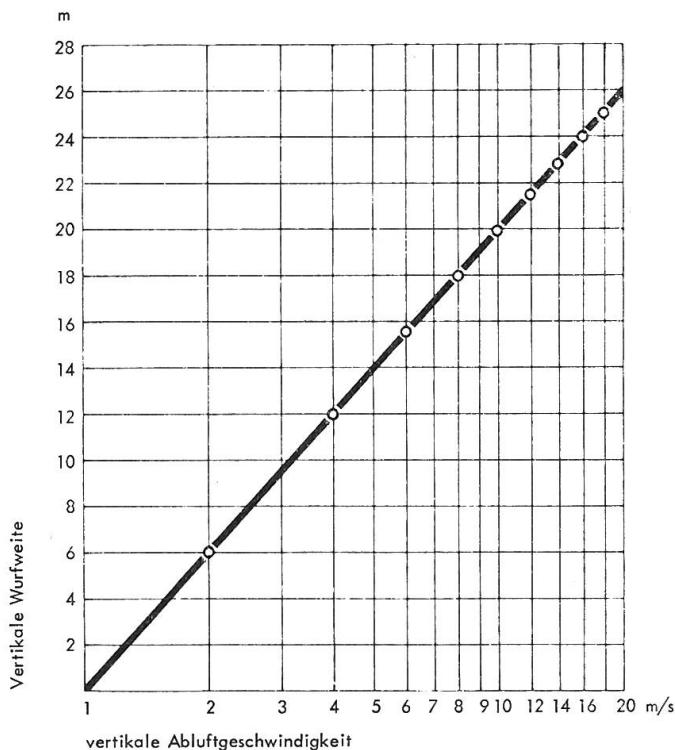
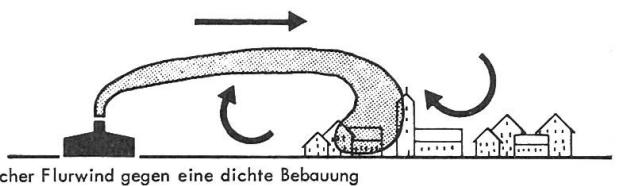
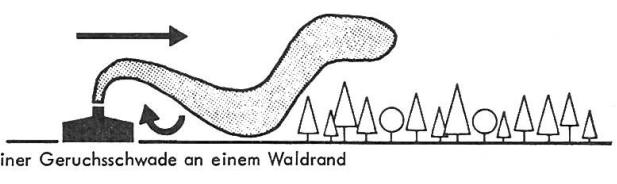


Abb. 5: Vertikale Wurfweite in Abhängigkeit der Luftgeschwindigkeit bei nach oben offenen Abluftöffnungen.

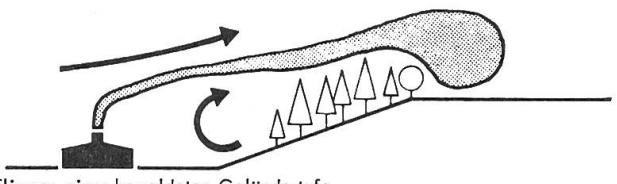
Immissionsfall 7



Immissionsfall 8



Immissionsfall 9



Immissionsfall 10

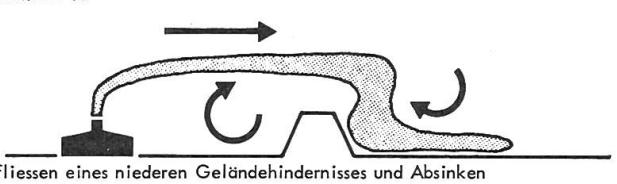


Abb. 6: Immissionsfälle, die von Geländebedeckungen abhängen.

durch die erhöhte Turbulenz eine intensivere Verdünnung erreicht und ein Stau an tieferliegenden Geländebehindernissen vermieden (Abb. 6, Immissionsfälle 7 bis 10).

3. Schutzabstände

Eine der wichtigsten Massnahmen zur Gewährleistung des Faktors Lufthygiene ist die Festsetzung von Abständen zwischen Wohngebiet einerseits und den Landwirtschaftsbetrieben anderseits. Für die Festsetzung anhand wissenschaftlicher Hilfsmittel genügen die vorhandenen Unterlagen nicht, so dass man versucht, auf vorwiegend empirischer Basis zu einer Regelung zu gelangen.

3.1 Empirische Abstandslisten und Bewertungsmassstäbe

Verschiedene Länder besitzen bereits Abstandslisten von schutzbedürftigen Gebieten zu Geruchsquellen. Die betreffenden Angaben variieren aber trotz gleicher Voraussetzungen von Land zu Land derart, dass sie keine brauchbaren Ansatzpunkte liefern.

Das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) hat zusammen mit der Kommission des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) «Reinhaltung der Luft» einen auf Analyse und Gewichtung der Einflussfaktoren beruhenden Bewertungsmassstab für die Emissionsquelle «Stallabluft» entwickelt. Die betreffenden Angaben widersprechen

jedoch den bisherigen Erkenntnissen über die Ausbreitung von Gaswolken, so dass sie nur einen bedingten Aussagewert besitzen. Zudem muss man sich darüber klar sein, dass meteorologische und topografische Bedingungen eine so wichtige Rolle spielen, dass solchen Abständen keine allgemeine Gültigkeit beigemessen werden kann.

3.2 Ausbreitungsmodell

Im Gegensatz zu allgemeinen Abstandslisten sollen die erforderlichen Schutzabstände mit Hilfe von mathematisch-meteorologischen Diffusionsmodellen, unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse, berechnet werden. Dazu dient uns die grundlegende Theorie des englischen Meteorologen O.G. Sutton. Den Ausgang dazu bildet das in Abb. 7 dargestellte Ausbreitungsmodell. Die aus einer Punktquelle P strömende Geruchswolke wird in Windrichtung in der Weise verwirbelt, dass die äussere Begrenzung mit der x-Achse einen konstanten Winkel α bildet. Die Geruchswolke stellt somit einen liegenden Halbkegel dar, dessen Achse mit der x-Achse zusammenfällt. Nimmt man weiter an, dass der ganze Querschnitt gleichmäßig mit Geruchsstoffen gefüllt sei, so ist

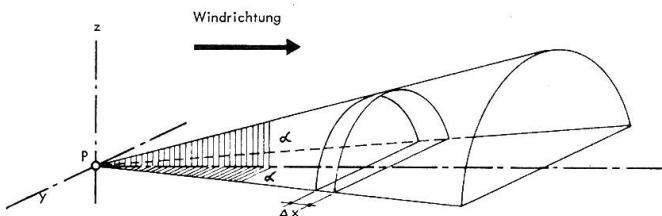


Abb. 7: Schematische Darstellung der Ausbreitung eines Geruchsschwadens aus einer Punktquelle P.

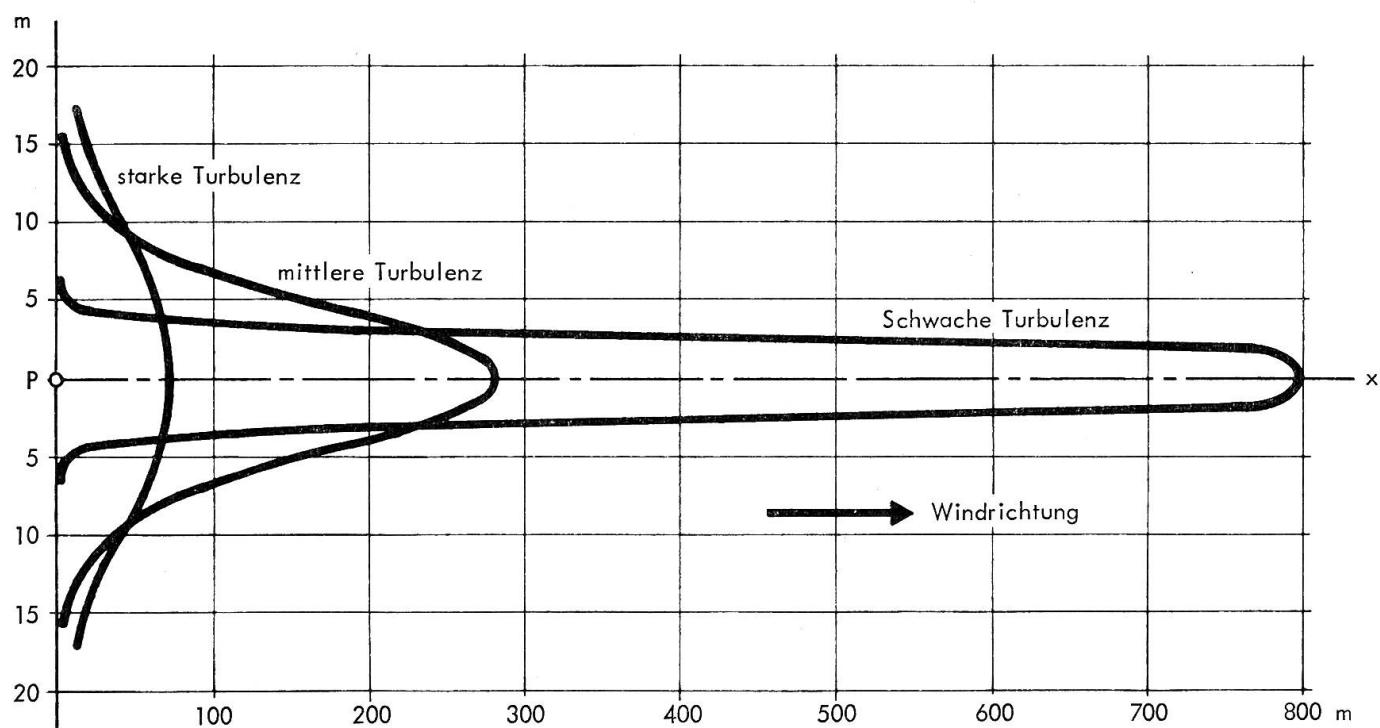


Abb. 8: Ungefährer Verlauf der Geruchskonzentration (Geruchsschwellen) auf dem Niveau 2 m über Terrain bei konstanter Windgeschwindigkeit aber unterschiedlicher Turbulenz.

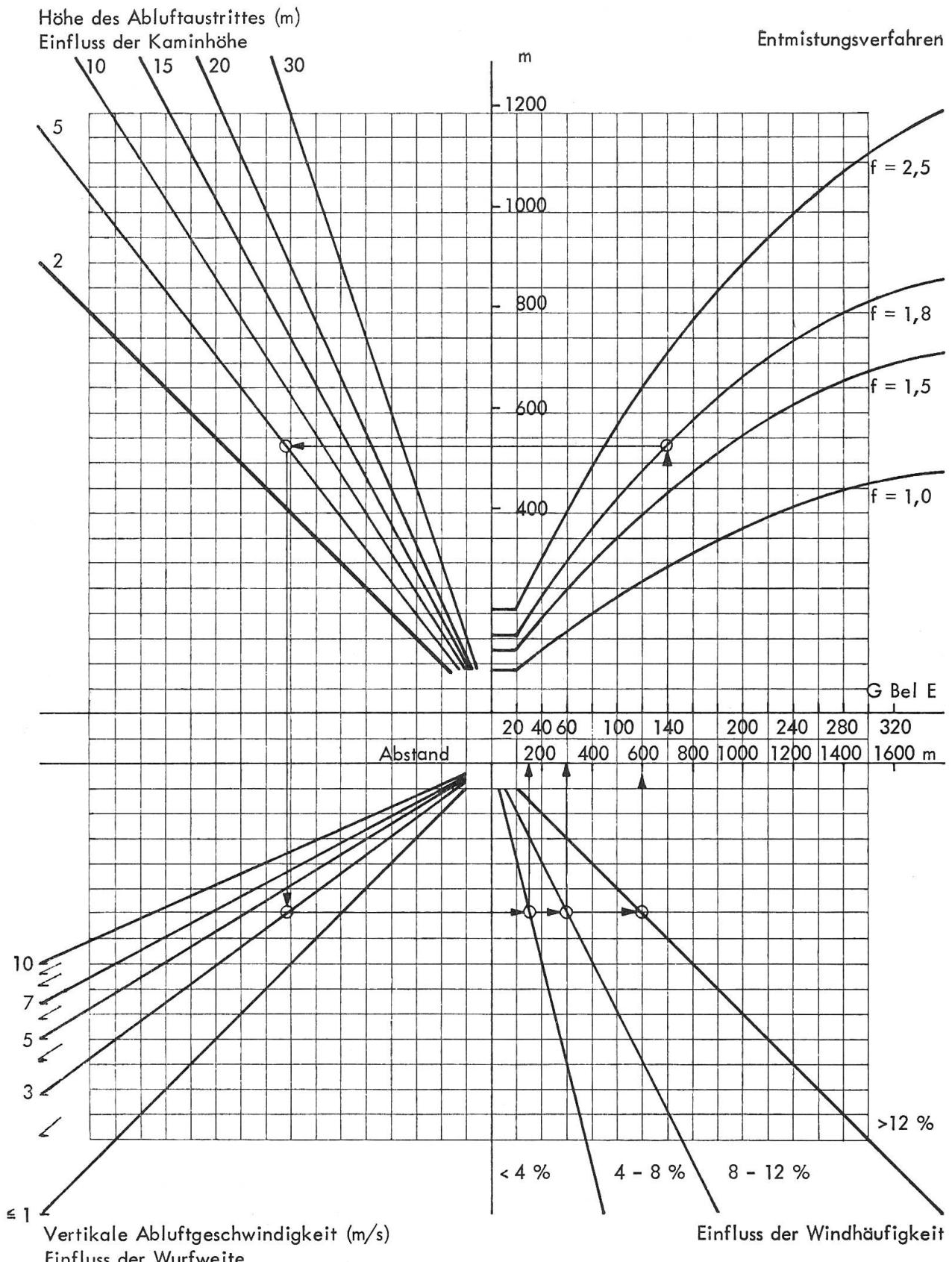


Abb. 9: Geruchsemmission landw. Betriebsgebäude. Abstand zur nächsten Wohnsiedlung.
Beispiel: 140 G Bel E, Flüssigmistlagerung im geschlossenen Stall f, 1,8, Kaminhöhe 5 m, vertikale Luftgeschwindigkeit 3 m/s.

die Konzentration umgekehrt proportional der Windgeschwindigkeit und umgekehrt proportional dem Quadrat des Abstandes x von der Quelle P. Im weiteren hängt die Konzentration vom Ausbreitungswinkel α des Geruchsschwadens, das heisst von der Turbulenz der Windströmung ab. Diese vereinfachte Betrachtung berücksichtigt lediglich die durchschnittliche Konzentration über den gesamten Schwadenquerschnitt, nicht aber die Konzentrationsverteilung. Es ist klar, dass die Konzentration in der Achse des Schwadens am höchsten, an den Rändern am geringsten sein muss. In Abb. 8 ist deshalb die Konzentrationsverteilung am Boden für eine bestimmte Menge an Geruchsstoffen für die verschiedenen Windbedingungen dargestellt. Dabei werden die Schwadenränder gleichzeitig als Geruchsschwelle betrachtet.

3.3 Nomogramm zur Bestimmung von Schutzabständen

Die beschriebenen Einflussfaktoren wurden im Hinblick auf einen vereinfachten Rechnungsgang in ein Nomogramm (Abb. 9) gefasst. Zuerst ist die Menge der Geruchsbelastungseinheiten gemäss Tabelle 1 zu errechnen. Im eingetragenen Beispiel sind es 140 G Bel E. Im darüberliegenden Feld 1 sind die Einflusskurven der gewählten Entmischungsverfahren (Tab. 2) aufgetragen. Bei Flüssigmistlagerung im geschlossenen Stall gilt der Faktor $f=1.8$. Von 140 G Bel E ist deshalb eine Senkrechte zur betreffenden Kurve zu ziehen. Im Feld 2 oben links berücksichtigen die Strahlen die Höhe der Abluftöffnung über dem Niveau 2 m über Terrain (stark ausgezogener Strahl). Vom erwähnten Punkt in Feld 1 ist eine Horizontale zum betreffenden Strahl zu ziehen, im Beispiel 5 m. Handelt es sich bei der Abluftanlage wie in unserem Beispiel um einen nach oben offenen Kamin, so wird auf dem entsprechenden Strahl der «vertikalen Abluftgeschwindigkeit» im Feld 3 gelotet. Erfolgt der Abluftaustritt horizontal, so gilt der unterste Strahl. Das Feld 4 berücksichtigt den Einfluss der Windhäufigkeit. Vom Punkt im Feld 3 wird eine Horizontale ins Feld 4 gezogen. Die vertikalen Projektionen von den Schnittpunkten im Feld 4 ergeben die erforderlichen Schutzabstände von 160 m, 320 m und 650 m je nach Windhäufigkeit.

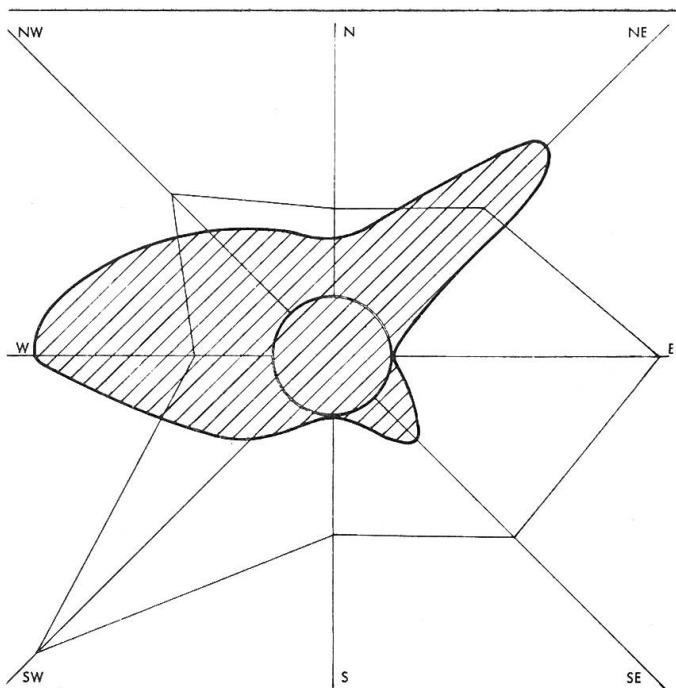


Abb. 10: Flächenkarte der Geruchsausbreitung aufgrund der für den Ort gültigen «Windrose».

3.4 Flächenkarte der Geruchsausbreitung

Die Ergebnisse aus dem Nomogramm sind in einer Karte massstäblich aufzutragen. Als Grundlage dient uns die Windrose. Der Abtrag der erforderlichen Schutzabstände erfolgt jedoch ab dem Calmenkreis in Windrichtung und nicht wie bei der Windrose gegen den Wind.

Nachdruck der ungekürzten Beiträge unter Quellenangabe gestattet.

FAT-Mitteilungen können als Separatdrucke in deutscher Sprache unter dem Titel «Blätter für Landtechnik» und in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 24.—, Einzahlungen an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheck 30 - 520. In beschränkter Anzahl können auch Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.
