

Umwelt

Agroscope Science | Nr. 59 / März 2018



Grundlagen zu Geruch und dessen Ausbreitung für die Bestimmung von Abständen bei Tierhaltungsanlagen

Autoren:

Beat Steiner, Margret Keck, Matthias Frei

Auftraggeber:

Bundesamt für Landwirtschaft

Bundesamt für Umwelt



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Dank

Wir danken den Mitgliedern der Arbeitsgruppe aus den nachfolgenden Institutionen für die fachlichen Beiträge:

Bundesamt für Umwelt BAFU

Abteilung Luftreinhaltung und Chemikalien
Abteilung Recht

Bundesamt für Landwirtschaft BLW

Fachbereich Ökologie
Fachbereich Hochbau und Betriebshilfen

Bundesamt für Raumentwicklung ARE

Sektion Recht und Finanzen

Vertreter von kantonalen Ämtern

für Umwelt sowie Raumentwicklung

Schweizerischer Bauernverband

Treuhand und Schätzungen

sowie unter anderen

dem Experten Mathias Rotach, Universität Innsbruck

und für die Agroscope-interne Mitarbeit von Christof Ammann, Iris Bachmann, Daniel Herzog, Daniel Hoop, Matthias Schick, Sabine Schrade

Impressum

Herausgeber:	Agroscope Forschungsbereich Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung Tänikon 1, 8356 Ettenhausen, Schweiz www.agroscope.ch Tel. +41 (0) 58 480 31 31
Kontakt	Beat Steiner beat.steiner@agroscope.admin.ch Margret Keck margret.keck@agroscope.admin.ch
Redaktion	Erika Meili
Gestaltung	Jacqueline Gabriel
Titelbild	Ursus Kaufmann
Download	www.agroscope.ch/science
Copyright	© Agroscope 2018
ISSN	2296-729X
ISBN	978-3-906804-47-7

Inhalt

Zusammenfassung	4
Résumé	5
Summary	6
1 Einleitung	7
2 Rechtsgrundlagen	8
2.1 Luftreinhaltung.....	8
2.1.1 Vorsorge (erste Stufe).....	8
2.1.2 Verschärfte Emissionsbegrenzungen (zweite Stufe)	9
2.2 Raumplanung	9
2.3 Hinweise zur Umsetzung der rechtlichen Grundlagen.....	10
3 Thematische Übersicht und Methodik	11
4 Quellstärke und Abklingverhalten von Geruch	16
4.1 Von geruchsrelevanten Flächen zur Quellstärke	16
4.2 Quellstärke und Abklingverhalten als Basis für den Abstand	18
4.3 Berücksichtigung von kleinen Beständen und Einzelquellen.....	20
4.4 Berücksichtigung von geruchsmindernden Massnahmen	21
4.4.1 Abluftreinigung	21
4.4.2 Abluffahrenüberhöhung.....	21
4.4.3 Alpung, Weide	22
5 Bemessung der Abstände	23
5.1 Konstellation bei Einzelquellen	23
5.2 Konstellation bei mehreren Quellen.....	25
6 Standortbewertung mit Blick auf die Geruchsausbreitung	27
7 Vergleich mit den bisherigen Grundlagen und Fazit	32
Literatur	34
Anhang	37
Begriffe	37
Anlagenteile	37
Tierart- und systemspezifische Faktoren	42

Zusammenfassung

Um Anwohner vor belastenden Geruchsmissionen von Tierhaltungsanlagen zu schützen, verlangt die Luftreinhalte-Verordnung (LRV) bei der Errichtung von Anlagen Mindestabstände. Zur Abstandsermittlung wurden bisher fachliche Grundlagen aus dem FAT-Bericht Nr. 476 von 1995 (Richner und Schmidlin 1995) sowie dem Vernehmlassungsentwurf vom 7. März 2005 (BUWAL und Agroscope FAT 2005) herangezogen. Veränderte Haltungssysteme, die Vielfalt der Anlagen sowie grössere Tierbestände erfordern eine Aktualisierung. Die vorliegenden fachlich-wissenschaftlichen Erkenntnisse beruhen auf einem breiten Methodenportfolio. Dazu zählen Untersuchungen zu Geruch von Einzelquellen, zur Geruchsausbreitung bei Gesamtanlagen sowie Erkenntnisse aus Fallstudien und von Geruchsbeschwerden. Die aktualisierten Grundlagen basieren für die Ermittlung der Quellstärke auf den geruchsrelevanten Flächen und für den Mindestabstand auf dem Abklingen von Geruch mit der Distanz. Somit sind Neuerungen bei Haltungssystemen sowie die Vielfalt weiterer Geruchsquellen wie Gärfutter- und Hofdüngerlager berücksichtigt. Die jeweilige einzelbetriebliche Situation lässt sich differenzierter aufnehmen. Der Anwendungsbereich wird zudem für grössere Bestände erweitert. Massnahmen zur Geruchsminderung setzen nicht pauschal, sondern bei den jeweiligen Einzelquellen an. Zur Abnahme der Geruchsintensität mit der Distanz liegt eine neue Datengrundlage zu Tierarten und Systemen vor. Die darauf basierende neue Abklingkurve trägt dem Schutzbedürfnis im Nahbereich besser Rechnung. Die heute weit verbreiteten diffusen, bodennahen Geruchsquellen sind in den tierart- und systemspezifischen Faktoren berücksichtigt. Die Bemessung des Abstandes erfolgt ausgehend von den äusseren emittierenden Quellen, womit sich die meist komplexen Quellkonstellationen aufnehmen lassen. Die gegenseitige Beeinflussung bei mehreren Quellen ist mit den Algorithmen der neuen Abklingkurve ergänzt. Mit einer Standortbewertung lässt sich abklären, ob mit Blick auf die Geruchsausbreitung allenfalls ein erweiterter Einwirkungsbereich von Geruch zu erwarten ist. Anhand von Indikatoren wird die Relevanz von lokaler Strömung aufgrund der Topografie, der Konstellation von Geruchsquellen sowie der betroffenen Zonen in der Umgebung ermittelt. Die aktualisierten fachlich-wissenschaftlichen Grundlagen ermöglichen eine bessere Planungs- und Investitionssicherheit für landwirtschaftliche Betriebe und betroffene Anwohner zum Schutz vor Geruchsmissionen.

Résumé

Pour protéger les riverains des immissions d'odeurs gênantes provenant des installations d'élevage, l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) exige le respect de distances minimales lors de la construction. Jusqu'ici les distances étaient calculées à partir des éléments fournis par le rapport FAT n° 476 (Richner et Schmidlin 1995) et par le projet mis en consultation le 7 mars 2005 (OFEFP et Agroscope FAT 2005). L'évolution des systèmes de détention des animaux de rente, la diversité des installations et l'augmentation de la taille des troupeaux nécessitent une actualisation. Les présentes connaissances techniques et scientifiques sont issues d'un large portefeuille de mesures. Parmi celles-ci, on compte des études sur l'odeur des sources individuelles, la propagation d'odeurs des installations dans leur ensemble, ainsi que les conclusions tirées des études de cas et des plaintes pour nuisances olfactives. Pour déterminer l'intensité de la source, les bases actualisées s'appuient sur les surfaces dégageant des odeurs et, pour calculer la distance minimale, sur la décroissance des odeurs avec l'augmentation de la distance par rapport à la source. Cette méthode permet de tenir compte des évolutions en matière de systèmes de détention ainsi que de la diversité des sources d'odeurs comme les stocks d'ensilage et d'engrais de ferme. Il est ainsi possible d'appréhender la situation de chaque exploitation de manière plus différenciée. Le champ d'application s'élargit en outre à des effectifs plus importants. Les mesures de réduction des odeurs ne s'appliquent plus de manière forfaitaire mais aux sources individuelles concernées. Il existe désormais une base de données relative aux espèces animales et aux systèmes de détention permettant de décrire la décroissance de l'intensité des odeurs avec la distance. La nouvelle courbe de décroissance établie à partir de ces données tient mieux compte de la nécessité de protéger la zone de proximité. Les sources d'odeurs diffuses, proches du sol, qui sont très répandues aujourd'hui sont prises en compte dans les facteurs spécifiques aux espèces animales et aux systèmes de détention. La distance se mesure désormais à partir des sources émettrices extérieures, ce qui permet d'appréhender les configurations de sources généralement complexes. Les influences réciproques en présence de plusieurs sources sont complétées par les algorithmes de la nouvelle courbe de décroissance. Une évaluation de l'emplacement permet de clarifier s'il faut éventuellement prévoir une zone d'impact élargie du point de vue de la propagation des odeurs. Le rôle des courants locaux est déterminé à partir d'indicateurs sur la base de la topographie, de la configuration des sources d'odeurs ainsi que des zones environnantes concernées. Les bases scientifiques et techniques actualisées permettent d'augmenter la sécurité de la planification et des investissements pour les exploitations agricoles et les riverains et de mieux protéger ces derniers contre les immissions d'odeurs.

Summary

To protect local residents from odour nuisance caused by animal husbandry systems, the Air Pollution Control Ordinance (LRV) requires that minimum distances be maintained when constructing livestock facilities. To date, technical principles contained in the FAT Report No. 476 from 1995 (Richner and Schmidlin, 1995) as well as the Draft Consultation Document of 7 March 2005 (Swiss Agency for the Environment, Forest and Landscape SAEFL and Agroscope FAT, 2005) have been used to determine appropriate distances. Changed housing systems, the variety of facilities involved and larger animal populations all call for an update of these principles. The technical and scientific findings presented here are based on a wide range of methods. Among these are studies on odour from single sources and on odour dispersion of whole systems, as well as findings from case studies and odour complaints. The updated principles for determining source strength are based on the odour-relevant areas; those for determining minimum distance are based on odour attenuation over distance. In this way, innovations in housing systems as well as the diversity of further sources of odour such as silage- and farmyard-manure stores are taken into account. The individual-farm situation in each case can be recorded in a more differentiated fashion. Furthermore, the scope of application is being expanded for larger livestock populations. Odour-reduction measures are not implemented in a blanket fashion, but for the individual sources in each case. A new data source on animal species and systems is available for attenuating odour intensity over distance. The new attenuation curve based on it better reflects the need for protection in the surrounding area. The nowadays-widespread diffuse odour sources near the ground are taken account of in the species- and system-specific factors. The distance is measured on the basis of the external emitting sources, thus allowing the largely complex source configurations to be recorded. The mutual influence of several sources is supplemented with the algorithms of the new attenuation curve. A site evaluation can clarify whether an extended odour impact range might be expected with regard to odour dispersion. Using indicators, the relevance of local flow is determined based on topography, the configuration of odour sources, and the affected zones in the surrounding area. The updated technical and scientific principles enable better planning- and investment security for farms and affected local residents for protection from odour nuisance.

1 Einleitung

Geruchsimmissionen von Tierhaltungsanlagen können für Anwohner belastend sein. Zur Vorsorge verlangt die Luftreinhalte-Verordnung (LRV) deshalb bei der Errichtung von Anlagen mit Tierhaltung die Einhaltung von Mindestabständen zu bewohnten Zonen. Die Ermittlung und Beachtung von Mindestabständen ist auf verschiedenen Verfahrensebenen bedeutsam: bei der Nutzungsplanung (Zonenplan), bei der Projektplanung, im Baubewilligungsverfahren sowie bei Geruchsbeschwerden. Bisher wurden in diesen Verfahren die fachlichen Grundlagen aus dem FAT-Bericht Nr. 476 (Richner und Schmidlin 1995) sowie dem Vernehmlassungsentwurf vom 7. März 2005 (BUWAL und Agroscope FAT 2005) zur Ermittlung der Mindestabstände genutzt.

Veränderte Haltungssysteme für Nutztiere in der Schweiz, die Vielfalt der Anlagen sowie grössere Bestände erfordern eine Aktualisierung der Herangehensweise zur Ermittlung von Abständen von Anlagen mit Tierhaltung zu bewohnten Zonen. Denn vermehrt sind Betriebe mit Tierhaltung von Geruchsbeschwerden betroffen.

In diesem Bericht werden aktualisierte fachlich-wissenschaftliche Erkenntnisse zu Geruchsquellen von Tierhaltungsanlagen und zur Geruchsausbreitung beschrieben, die auf einem breiten Methodenportfolio basieren. Dazu zählen Untersuchungen zu Geruch von Einzelquellen, zur Geruchsausbreitung von Gesamtanlagen bzw. zum Abklingen von Geruch mit der Distanz sowie Erkenntnisse aus Fallstudien und von Geruchsbeschwerden. Die aktualisierten fachlich-wissenschaftlichen Grundlagen können damit einen Beitrag zur Planungs- und Investitionssicherheit leisten.

2 Rechtsgrundlagen

Zur Einordnung der in diesem Bericht aktualisierten Grundlagen zu Geruch und dessen Ausbreitung zur Bestimmung von Abständen bei Tierhaltungsanlagen dienen die nachfolgende Übersicht der relevanten Rechtsgrundlagen sowie Hinweise zur Umsetzung. Der Schutz vor Luftverunreinigungen ist in den rechtlichen Grundlagen sowohl im Bereich der Luftreinhaltung als auch der Raumplanung verankert. Die entsprechenden Inhalte sind auf den verschiedenen Verfahrensebenen der Nutzungsplanung, der Bauprojektplanung sowie bei Belästigungsklagen bedeutsam.

2.1 Luftreinhaltung

Dem nachfolgenden Text zu den rechtlichen Grundlagen in der Luftreinhaltung liegen die Formulierungen aus Richner und Schmidlin (1995) zugrunde.

Das Umweltschutzgesetz (USG) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1.1.2017), SR 814.01, und die gestützt darauf erlassene Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 (Stand am 1.4.2017), SR 814.318.142.1, haben zum Ziel, die Menschen vor «schädlichen oder lästigen Luftverunreinigungen und damit auch vor erheblich störenden, übermässigen Geruchsbelästigungen zu schützen» (Art. 1 Abs. 1, Art. 7 Abs. 3 USG und Art. 1 Abs. 1 LRV).

Luftverunreinigungen werden durch Massnahmen an der Quelle nach einem zweistufigen System begrenzt (Emissionsbegrenzungen, Art. 11 Abs. 1 USG). In der ersten Stufe sind die Emissionen unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung vorsorglich so weit zu begrenzen, «als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist» (Art. 11 Abs. 2 USG). Die Emissionsbegrenzungen werden in der zweiten Stufe verschärft, wenn feststeht oder zu erwarten ist, «dass die Einwirkungen unter Berücksichtigung der bestehenden Umweltbelastung schädlich oder lästig werden» (Art. 11 Abs. 3 USG). «Einwirkungen werden sowohl einzeln als auch gesamthaft und nach ihrem Zusammenwirken beurteilt» (Art. 8 USG).

Anlagen, die den Umweltvorschriften des Bundes nicht genügen, müssen saniert werden (Art. 16 USG). Die Luftreinhalte-Verordnung (LRV) konkretisiert diese Vorschriften. Danach müssen neue und bestehende Anlagen so erstellt und betrieben werden, dass sie die in Anhang 1 LRV festgelegten vorsorglichen Emissionsbegrenzungen einhalten (Art. 3 und 7 LRV). Für die in Anhang 2 LRV genannten besonderen Anlagentypen gelten ergänzende oder abweichende Anforderungen (Art. 3 Abs. 2 LRV). Der Bundesrat hat ferner mit Anhang 7 LRV zur Beurteilung der Übermässigkeit Immissionsgrenzwerte festgelegt und in Artikel 2 Absatz 5 LRV Kriterien aufgestellt, aufgrund derer die Übermässigkeit festzulegen ist, wenn konkrete Immissionsgrenzwerte fehlen. Im Einzelnen gilt für Tierhaltungsanlagen das Folgende.

2.1.1 Vorsorge (erste Stufe)

Bei sämtlichen Tierhaltungsanlagen, unabhängig von ihrer Grösse und der gehaltenen Tierart, ist die Vollzugsbehörde verpflichtet, sämtliche technisch und betrieblich möglichen und wirtschaftlich tragbaren Emissionsbegrenzungen anzuordnen. Neue und bestehende Tierhaltungsanlagen müssen dabei insbesondere so ausgerüstet und betrieben werden, dass sie die Bestimmungen von Anhang 1 LRV einhalten.

Für die «Anlagen der bäuerlichen Tierhaltung und der Intensivtierhaltung» gelten ergänzend die besonderen Vorschriften von Anhang 2 Ziffer 51 LRV (Art. 3 Abs. 2 Bst. a LRV), wobei zwischen der Errichtung von Anlagen und bestehenden Anlagen unterschieden wird:

«Bei der Errichtung von Anlagen müssen die nach den anerkannten Regeln der Tierhaltung erforderlichen Mindestabstände zu bewohnten Zonen eingehalten werden» (Anh. 2 Ziff. 512 LRV). Als Errichtung einer Anlage gilt auch der Umbau, die Erweiterung oder Instandstellung bestehender Anlagen, wenn dadurch höhere oder andere Emissionen zu erwarten sind oder mehr als die Hälfte der Kosten aufgewendet wird, die eine neue Anlage verursachen würde (Art. 2 Abs. 4 LRV).

Bei Vorliegen mehrerer Geruchsquellen sind diese als Gesamtanlage zu beurteilen, sofern zwischen den Quellen ein enger räumlicher und funktionaler Zusammenhang besteht. So ist zum Beispiel eine auf dem Grundstück eines Tierhaltungsbetriebs geplante Biogasanlage als Bestandteil der Tierhaltungsanlage anzusehen (Urteil des Bundesgerichts 1C_437/2009 vom 16. Juni 2010).

Für den Betrieb bestehender und zusätzlich auch für die Einrichtung neuer Anlagen verlangt Anhang 2 Ziffer 513 LRV, dass «die Lüftungsanlagen den anerkannten Regeln der Lüftungstechnik entsprechen» müssen (Art. 6 Abs. 1 LRV).

2.1.2 Verschärfte Emissionsbegrenzungen (zweite Stufe)

Ist bei der Errichtung neuer Tierhaltungsanlagen zu erwarten oder steht aufgrund des Betriebs bestehender Anlagen trotz der Anordnung aller vorsorglichen Massnahmen fest, dass übermässige Geruchseinwirkungen auftreten, ist die Vollzugsbehörde verpflichtet, verschärfte Emissionsbegrenzungen anzuordnen, so dass die Geruchseinwirkungen nicht übermässig werden, beziehungsweise übermässige Geruchseinwirkungen beseitigt werden (Art. 8 und 9 LRV). Diese Vorschrift gilt für sämtliche Anlagen, unabhängig von ihrer Grösse und der gehaltenen Tierart.

Übermässig sind Geruchsimmissionen dann, wenn aufgrund einer Erhebung feststeht, dass sie «einen wesentlichen Teil der Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden erheblich stören» (Art. 2 Abs. 5 Bst. b LRV). Das Mass der Unterschreitung des nach der vorliegenden Empfehlung ermittelten vorsorglichen Mindestabstands ist dabei ein Hinweis für das Vorliegen einer erheblichen Störung.

Verschärfte Emissionsbegrenzungen können als bauliche oder betriebliche Vorschriften angeordnet werden. Die verschärften Emissionsbegrenzungen werden bei bestehenden Anlagen durch eine Sanierungsverfügung angeordnet (Art. 9 LRV).

2.2 Raumplanung

Die mannigfaltigen Ansprüche an den Raum führen zu Nutzungskonflikten. Es ist Aufgabe der Raumplanung, die verschiedenen Nutzungen untereinander abzustimmen und die unterschiedlichen Interessen auszugleichen.

Die im Raumplanungsgesetz (RPG) vom 22. Juni 1979 (Stand am 1.1.2016), SR 700, verankerten Ziele und Grundsätze beinhalten auch Zielkonflikte. So kann der Grundsatz, Wohngebiete «vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen» möglichst zu verschonen (Art. 3 Abs. 3 Bst. b RPG), in Konflikt geraten mit dem Anliegen, die Landschaft zu schonen und von Bauten möglichst freizuhalten (Art. 3 Abs. 2 und Art. 16 Abs. 1 RPG).

Die umweltrechtlich geforderten Mindestabstände zu bewohnten Zonen sind nicht nur im Bewilligungs-, sondern auch im Planungsverfahren von Bedeutung, namentlich in der Nutzungsplanung, in welcher die Nutzung des Bodens parzellenscharf und allgemeinverbindlich festgelegt wird. Eine sorgfältige Nutzungsplanung lokalisiert relevante Geruchsquellen und prüft deren Auswirkungen auf vorgesehene Nutzungen, namentlich Wohnnutzungen. Hierbei dient der Mindestabstand als wichtiges Planungshilfsmittel.

Eine vorausschauende Planung bezieht zudem mögliche Entwicklungen (z. B. Stall- oder Baugebietserweiterungen) in die Überlegungen ein. Dies trägt dazu bei, Nutzungskonflikte gar nicht erst entstehen zu lassen. Damit dient eine vorausschauende Planung auch der Investitionssicherheit.

2.3 Hinweise zur Umsetzung der rechtlichen Grundlagen

Grundlagen zu Geruch, dessen Ausbreitung sowie die Abstandsbestimmung sind im Rahmen der Nutzungsplanung, der Bauprojektplanung sowie bei Belästigungsklagen erforderlich (Abb. 1). Für Planungsverfahren enthält das Raumplanungsgesetz in Art. 3 (RPG 2016) Entscheidungskriterien, die eine umfassende Interessenabwägung leiten sollen (VLP-ASPAN 2012). Dazu zählen unter anderem die Aspekte Mindestabstand, Standortbewertung mit Blick auf Geruchsausbreitung, landschaftliche Einordnung und Erschliessung. Zur Standortbewertung bezüglich der Zumutbarkeit durch Geruchsmissionen sind in Planungs- und Bauprojektverfahren auch Angaben zur Siedlungssituation sowie weiteren Emittenten im Umfeld der geplanten Anlage notwendig (Neser et al. 2005).

Zum Vorgehen bei Geruchsbeschwerden und in Klagefällen werden verschiedene Methoden angeführt (BAFU 2015, Steiner und Keck 2015, DEFRA 2010). Meist wird eine Kombination von verschiedenen Methoden erforderlich, mit einem Abwägen von Vor- und Nachteilen, um die konkrete Geruchssituation sachgerecht zu erfassen und zu bewerten. Zur Auswahl geeigneter Methoden dient insbesondere die umfassende Übersicht von Hayes et al. (2014).

Nachstehendes Schema (Abb. 1) gibt eine Übersicht zur Anwendung der fachlich-wissenschaftlichen Grundlagen zu Geruch und dessen Ausbreitung bei Tierhaltungsanlagen in den verschiedenen Verfahren.

Nutzungsplanung			
Geruchsquellen und Mindestabstand		Abstimmung auf vorgesehene Nutzung	
Bauprojektplanung			
<i>Vorstudie</i>	<i>Vorprojekt</i>	<i>Bauprojekt</i>	<i>Realisierung</i>
Voranfrage/Vorabklärung, auch mit Blick auf Standortbewertung bezüglich Geruch		Baubewilligungsverfahren	
Geruchsbeschwerden resp. -klagen bei bestehenden Anlagen			
Meist situationsspezifische Abklärungen erforderlich, die über eine Prüfung der Einhaltung des Mindestabstandes hinausgehen			

Abbildung 1: Übersicht zu verschiedenen Verfahren, in denen fachlich-wissenschaftliche Grundlagen zu Geruch und dessen Ausbreitung bei Tierhaltungsanlagen zum Einsatz kommen.

3 Thematische Übersicht und Methodik

Geruch und dessen Ausbreitung sind von verschiedenen Einflussgrößen abhängig. Diese sind für die Mindestabstandsberechnung und damit für Nutzungs- und Bauprojektverfahren relevant. Abbildung 2 zeigt eine thematische Übersicht zur Ermittlung des Mindestabstandes unter Einbezug von Geruchsquellen, -freisetzung, -ausbreitung und der jeweiligen Standortsituation. Zunächst werden Einzelquellen und Anlagen je nach Tierart mit den relevanten Bereichen von Stall, Auslauf, Futter- und Hofdüngerlager erfasst (Kapitel 4.1). Mit diesen Angaben werden die Quellstärke als Mass für die Geruchsemissionen und schliesslich der Mindestabstand anhand des Abklingverhaltens von Geruch mit der Distanz ermittelt (Kapitel 4.2). Zur Bemessung wird im Fall einer einzelnen Quelle der Mindestabstand aufgetragen (Kapitel 5.1). Bei Konstellationen mit mehreren Quellen wird unter Berücksichtigung der räumlichen Anordnung die kumulierte Quellstärke ermittelt (Kapitel 5.2). Ausgehend vom ermittelten Abstand kann die zuständige Behörde eine nach Zonen differenzierte Abstufung vornehmen. Anschliessend folgen die Bemessung des Mindestabstandes und die Darstellung der Umhüllungslinien (Kapitel 5). In Situationen mit lokalen Strömungen (Kapitel 6) kann die Reichweite von Geruch im Strömungspfad grösser sein. Daher bildet die Standortbewertung zu lokalen Strömungen und deren Einwirkung auf Wohngebäude und Zonen einen integralen Bestandteil dieses Berichts. Eine differenzierte, situationsbezogene Betrachtung der jeweiligen Standortkonstellation und der einzelbetrieblichen Situation ist wichtig.

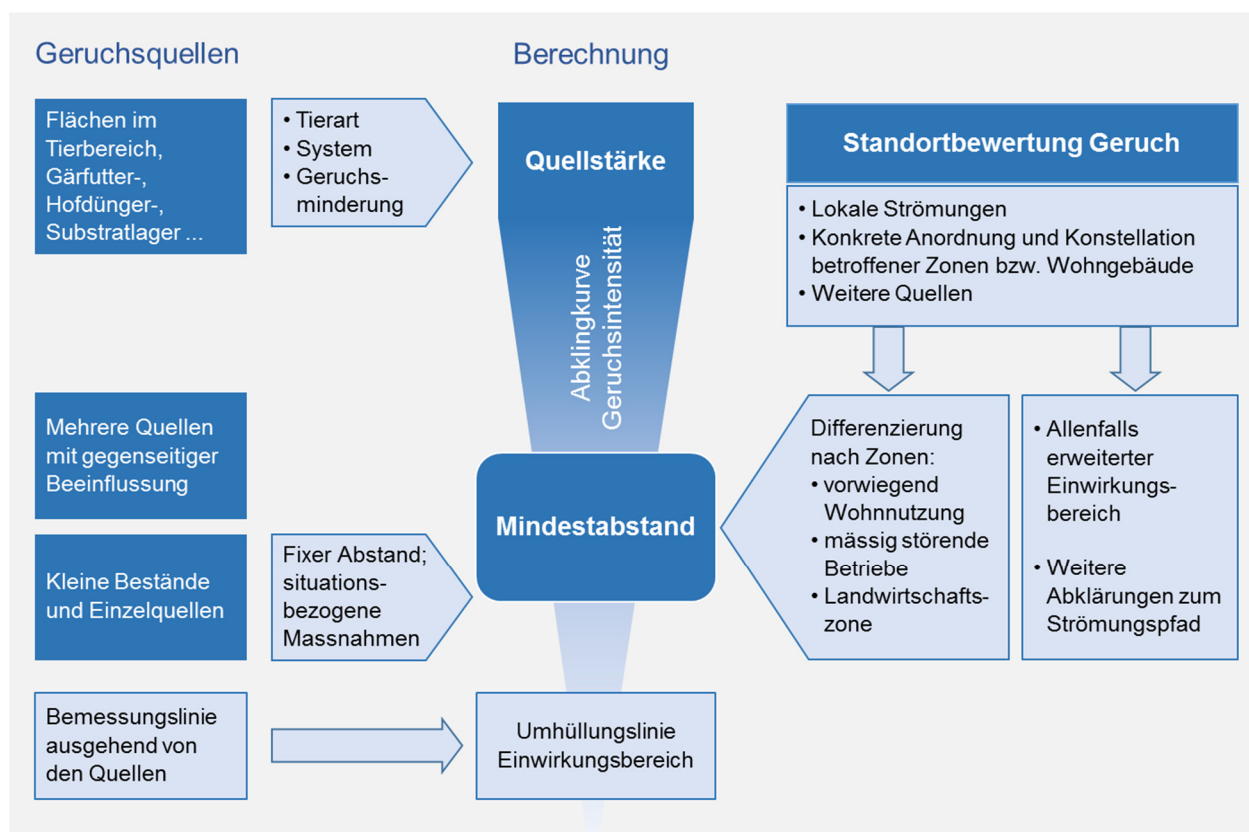


Abbildung 2: Übersichtsschema zur Ermittlung von Mindestabständen: Ausgehend von den Geruchsquellen erfolgt die Berechnung und Bemessung des Mindestabstandes, der je nach Zone differenziert werden kann. Im Rahmen der Standortbewertung zu Geruch werden lokale Strömungen und die konkrete Konstellation berücksichtigt.

Im Folgenden werden die Methoden und Erkenntnisquellen für die neuen fachlich-wissenschaftlichen Grundlagen zu Geruch und dessen Ausbreitung aufgezeigt. Diese berücksichtigen verschiedene Tierarten, Haltungssysteme sowie Lager von Futter, Hofdünger und Substraten. Um diese Vielfalt der Geruchsquellen und Standortkonstellationen mit Blick auf deren Quellstärke und Geruchsausbreitung zu erfassen, wurden verschiedene Erhebungen mit jeweils darauf abgestimmten Methoden durchgeführt. Weiter erfolgte ein breiter Austausch mit Experten sowie mit Vertretern von kantonalen Fachstellen im Bereich der Luftreinhaltung und Landwirtschaft, mit Juristen, Planern, Landwirten und von Geruch betroffenen Personen. Zu den verschiedenen Erkenntnisquellen zählten unter anderem:

- Situationsanalyse mit Befragung der kantonalen Fachstellen zur Anwendung und deren Erfahrungen mit Mindestabständen von Tierhaltungsanlagen im Jahr 2013
- Auswertung von Sekundärdaten zur Entwicklung der Tierhaltung und des Umfeldes in den vergangenen 20 Jahren
- Geruchsstoffkonzentration von Einzelquellen mit Probenahme und Olfaktometrie
- Geruchsfahnenbegehungen bei Gesamtanlagen
- Polaritätenprofil zur Hedonik von Einzelquellen als Hinweis auf deren Belästigungswirkung
- Situationsanalysen, Gutachten und Fallstudien von Praxisfällen mit Geruchsbeschwerden, insbesondere auch zur lokalen Strömung
- Vorstellung und Diskussion der fachlichen Grundlagen sowie Workshop mit Fallbeispielen beim Weiterbildungskurs für Baufachleute am 3./4.11.2015 (www.agroscope.ch/veranstaltungen)
- Vorstellung und Diskussion der fachlichen Grundlagen, Evaluation und Fazit bei der Informationsveranstaltung für kantonale Fachstellen zu Mindestabständen von Tierhaltungsanlagen am 28.10.2016.

Eine Übersicht zu den angewandten Methoden und neuen Erkenntnissen sowie relevante Literatur ist in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Methodik sowie Einordnung und Angaben aus der Literatur, die zu den neuen Erkenntnissen beigetragen haben. FAT-Bericht 476 (Richner und Schmidlin 1995), hier kurz als 476-1995 bezeichnet. Vernehmlassungsentwurf 2005 (BUWAL und Agroscope FAT 2005), hier kurz als E-2005 bezeichnet.

Thema Kapitel	Übersicht zur Methodik und zu neuen Erkenntnissen	Weiterführende Literatur zu den neuen Erkenntnissen
Quellstärke basierend auf geruchsrelevanten Flächen – Kapitel 4.1 sowie Anhang Tabelle A1-A6	<p>Umfangreiche Erhebungen zur Geruchsstoffkonzentration von Einzelquellen wie Gärfutter-, Hofdünger- und Substratlager sowie von den verschiedenen Funktionsbereichen der Rindvieh-, Schweine-, Legehennen- und Mastpoulehaltung wurden durchgeführt (Keck <i>et al.</i> 2004, Keck <i>et al.</i> 2011, Keck <i>et al.</i> 2013 und 2015). Auf Basis dieses vergleichenden Ansatzes wurde ermittelt, a) welche Einzelquellen geruchsrelevant sind, b) welche Anlageteile und Einzelquellen in die Ermittlung der Quellstärke eingehen und c) wie die Quellstärke für Geruch mit Flächen und Faktoren für Tierart, Haltungssystem und Art der Lagerung von Hofdünger sowie Gärfutter ermittelt wird.</p> <p>Bei Biogasanlagen wird das Substrat- und Gärrestlager wie Futter- und Hofdüngerlager einbezogen; mit einem fixen Faktor wird dieser Anlageteil berücksichtigt (Keck <i>et al.</i> 2013).</p> <p>Die Tabellen A1–A5 (Anhang) dienen zur Festlegung der geruchsrelevanten Anlageteile und Einzelquellen, jeweils mit dem tierartspezifischen Vokabular. Die tierart- und systemspezifischen Faktoren sind in Tabelle A6 (Anhang) aufgeführt.</p> <p>Sofern keine neue Datengrundlage vorlag (bei Truten, Schafen, Ziegen und Kaninchen), erfolgte ein Transfer der Geruchsbelastung aus 476-1995. Ausgehend von den im Jahr 1995 verbreiteten Haltungssystemen mit den jeweiligen Flächenangaben wurde eine Übereinstimmung des Abstandes bei einer mittleren Bestandesgrösse festgelegt.</p>	<p>Aviforum 2015 BLV 2014a BLV 2014b DZV 2013 FiBL 2017 Ogink 2010 Ogink et al. 2016 TSchV 2008 VDI 2011 Zähler 2008</p>
Quellstärke und Abklingverhalten als Basis für den Abstand – Kapitel 4.1 und 4.2	<p>Die immissionsseitige Geruchsintensität konnte bei Fahnenbegehungen in der Rindvieh- (Keck <i>et al.</i> 2016) und Schweinehaltung (Keck <i>et al.</i> 2004) u. a. mit der Fläche bzw. dem Stalltyp, der Distanz und der Windgeschwindigkeit erklärt werden. Darauf basieren die systemspezifischen Faktoren in Tabelle A6 (Anhang). Die Datengrundlage der Fahnenbegehungen (Keck <i>et al.</i> 2004, 2013 und 2016) ist auf Abstände zwischen 40 m und 400 m begrenzt. Die neue Abklingkurve beschreibt die Abnahme der Geruchsintensität mit der Distanz. Sie resultiert aus den Daten von Fahnenbegehungen bei Anlagen mit Tierhaltung und Biogasanlage (Keck <i>et al.</i> 2013).</p> <p>Der Mindestabstand ist als Schnittpunkt der Abklingkurve mit dem Schwellwert der Geruchsintensität definiert. Zur Festlegung des Schwellwertes dienten Begehungsdaten und der Mindestabstand gemäss 476-1995 als Referenz für das System «Schweinehaltung mit Ablufführung über Dach, ohne Auslauf» (Keck <i>et al.</i> 2004), womit der Mindestabstand zur Wohnzone bei einem Schwellwert von 0,2 übereinstimmt. In der Rindviehhaltung mit Anbinde- und Laufstallhaltung ohne Laufhof und ohne Gärfutter entsprechen die neuen Abstände denen von 476-1995 und E-2005.</p>	<p>Al Jubori & Van Langenhove 2016 Eckhof et al. 2012 Olesen et al. 2005 VDI 2012</p>

Thema Kapitel	Übersicht zur Methodik und zu neuen Erkenntnissen	Weiterführende Literatur zu den neuen Erkenntnissen
Berücksichtigung von kleinen Beständen und Einzelquellen – Kapitel 4.3	<p>Luftströmungen um Gebäude können im Nahbereich je nach Art, Grösse und Anordnung von Quellen, Gebäuden und Objekten die freie Geruchsausbreitung sowie das Abklingen von Geruch massgeblich beeinflussen. Um-, Überströmungs- sowie Kanalisierungseffekte können auftreten, was die Situation mit Blick auf das Abklingen von Geruch erschwert. Daher lässt sich für kleinräumige Konstellationen, schwache Einzelquellen und kleine Bestände kein rechnerischer Abstand ermitteln. Situationsbezogene Lösungen zur Vorsorge können in Kenntnis der konkreten einzelbetrieblichen Konstellation herangezogen werden.</p> <p>Der Mindestabstand von 20 m war in den bisher verwendeten Grundlagen (476-1995, E-2005) in der Regel auch bei niedrigeren Geruchsbelastungen einzuhalten. Bei weniger als vier Geruchsbelastungseinheiten erfolgte eine Rundung auf 20 m. Für kleine Bestände und auch für räumlich abgesetzte, schwache Einzelquellen wird in Anlehnung zur unteren Berechnungslimite ein fixer Abstand von 20 m beibehalten.</p>	<p>Al Jubori & Van Langenhove 2016 Eckhof et al. 2012 Olesen et al. 2005 Olesen et al. 2007</p>
Berücksichtigung geruchsmindernder Massnahmen – Kapitel 4.4	<p>Verfahrensintegrierte Massnahmen sind neu mit Flächen und Systemfaktoren bereits in Formel 2 differenziert berücksichtigt (Kap. 4.1 und 4.2). Dies gilt z. B. bei der Rinderhaltung mit/ohne Laufhof, bei Schweinehaltung mit freier bzw. Zwangslüftung oder beim Hofdüngerlager offen bzw. gedeckt. Es verbleiben die Massnahmen Vollweide/Alpung sowie Abluftreinigung und -fahnenüberhöhung, zu welchen jeweils Anforderungen formuliert sind.</p> <p>Die Formel zum Wirkungsgrad einer geruchsmindernden Massnahme wurde analog zu 476-1995 beibehalten, auch wenn zusätzlich das absolute Emissionsniveau und die Geruchsart von Bedeutung sind (Arends <i>et al.</i> 2006, Eckhof <i>et al.</i> 2012).</p>	<p>Arends et al. 2006 CercI'Air-Empfehlung 21D 2011 Eckhof et al. 2012 Hahne 2017 Ogink et al. 2008</p>
Bemessung ab geruchsrelevanten Quellen – Kapitel 5.1	<p>In Fahnenbegehungen war die Quellkonfiguration (Grösse, Art und Anordnung der Einzelquellen) und Anströmsituation (Keck <i>et al.</i> 2004 und 2013) relevant.</p> <p>Basierend auf diesen Erkenntnissen wird der Mindestabstand ausgehend von den jeweils äusseren Gebäude- bzw. Anlageteilen der emittierenden Quellen aufgetragen. Damit wird die räumliche Anordnung und Ausdehnung der Emissionsquellen einzelbetrieblich aufgenommen (analog zu Schaubberger <i>et al.</i> 2000) und differenzierter als der Zusatzabstand gemäss Eckhof <i>et al.</i> 2012.</p>	<p>Eckhof et al. 2012 Schaubberger et al. 2000 Schürmann 2007</p>
Abstand bei mehreren Quellen – Kapitel 5.2	<p>In Fahnenbegehungen wurde a) bei Betrieben mit benachbarten Ställen und verschiedenen Tierarten sowie b) bei Tierhaltung in Kombination mit Biogasanlagen ein Überlagern und Zusammenwirken der Geruchsimmissionen festgestellt (Keck <i>et al.</i> 2013). Dies zeigte sich auch in der Wahrnehmung von Mischgeruch oder zeitweise dominierenden Geruchsarten.</p> <p>Die Berichte 476-1995 sowie E-2005 enthielten bereits das Prinzip zur Berechnung der gegenseitigen Beeinflussung bei mehreren Stallgebäuden. Zusätzlich sind nun die Algorithmen der neuen Abklingkurve zur Ermittlung und Korrektur der gegenseitigen Beeinflussung von mehreren Ställen und damit zum Zusammenwirken aufgenommen. Um die jeweilige Quellkonfiguration und den Effekt von bestehenden Geruchsquellen in der Umgebung zu berücksichtigen, werden jedoch neu die äusseren Gebäude- bzw. Anlageteile einbezogen.</p>	<p>Arends <i>et al.</i> 2006 Arends 2009 Department of Environment and Conservation NSW 2006 Eckhof <i>et al.</i> 2012 Schürmann 2007 VDI 2012</p>

Thema Kapitel	Übersicht zur Methodik und zu neuen Erkenntnissen	Weiterführende Literatur zu den neuen Erkenntnissen
Standortbewertung mit Blick auf Geruchsausbreitung – Kapitel 6	<p>Sowohl die Befragung der kantonalen Fachstellen, die Analyse von Praxisfällen mit Geruchsbeschwerden, Fallstudien (Keck und Schmidlin 2000, Koutny 2002) als auch Fahnenbegehungen in den Abendstunden (Keck <i>et al.</i> 2013) zeigten auf, dass je nach Standortsituation vermehrt Geruchsprobleme auftreten.</p> <p>Bedingt durch topografische Gegebenheiten vor Ort kann im lokalen Strömungspfad ein erweiterter Einwirkungsbereich auftreten. Daher wurden zur Standortbewertung ein Vorgehen und Indikatoren formuliert, ob mit Blick auf die Geruchsausbreitung weitere Abklärungen erforderlich sind. Dieses Vorgehen hat sich in Planungssituationen bewährt.</p>	<p>Porch <i>et al.</i> 1989 Eckhof <i>et al.</i> 2012 Koutny 2002 Neser <i>et al.</i> 2005 Nielinger <i>et al.</i> 2005 Rotach u. Calanca 2003 Schauberger <i>et al.</i> 2006 VDI 3787; Bl. 5 2003 Whiteman 2000</p>

4 Quellstärke und Abklingverhalten von Geruch

Im Folgenden werden ausgehend von den geruchsrelevanten Flächen sowie den tierart- und systemspezifischen Faktoren die Ermittlung der Quellstärke, das Abklingen von Geruch mit der Distanz und die Ermittlung des Mindestabstands aufgezeigt. Es wird erläutert, wie geruchsmindernde Massnahmen berücksichtigt werden können. Für kleine Bestände und Einzelquellen sind Vorschläge zu situationspezifischen Vorsorgemassnahmen formuliert.

4.1 Von geruchsrelevanten Flächen zur Quellstärke

Je nach Tierart, Stallsystem sowie Art und Lager von Gärfutter und Hofdünger ist in der Tierhaltung eine grosse Vielfalt von Geruchsquellen anzutreffen. Das hier vorgestellte Prinzip der Abstandsberechnung basiert auf den geruchsrelevanten Flächen.

Für einzelne Anlagenteile von Tierhaltungsanlagen sind dementsprechend tierartspezifische Begriffe verankert. In den Tabellen A1–A5 im Anhang sind diese nach den Tierarten Rindvieh, Schweine, Geflügel, Pferde und für Biogasanlagen differenziert aufgeführt. Dabei wird erläutert,

- welche Anlagenteile und Einzelquellen mit der jeweiligen Fläche in die Abstandsberechnung eingehen (Spalte 4 «Fläche» mit X gekennzeichnet),
- welche Anlagenteile bzw. äusseren emittierenden Quellen bei der Festlegung der Bemessungslinien zu berücksichtigen sind (Spalte 5 «Bemessung» mit X gekennzeichnet),
- welche Anlagenteile in der Regel als nicht geruchsrelevant gewertet werden (Spalte 4 «Fläche» und Spalte 5 «Bemessung» mit – gekennzeichnet).

Ausgehend von den geruchsrelevanten Anlagenteilen und Einzelquellen wird die Quellstärke ermittelt. Eine Anlage besteht aus n einzelnen Quellen. Diese werden nach Art unterschieden: z. B. Tierbereich F_{Tier} , Gärfutterration $F_{Si,R}$, Gärfutter-, Hofdünger- und Substratlager F_{WQ} etc. (Tab. 2). Alle Einzelquellen einer Kategorie werden aufsummiert (Formel 1) und gehen anschliessend mit dem entsprechenden Faktor in die Formel (2) zur Berechnung der Quellstärke ein.

In Tabelle A6 im Anhang ist eine Übersicht der tierart- und systemspezifischen Faktoren zur Gewichtung der verschiedenen Geruchsquellen aufgeführt. Eine ordentliche Betriebsführung und die Einhaltung einer guten fachlichen Praxis werden dabei zu Grunde gelegt.

Tabelle 2: Erklärung der verwendeten Symbole

Symbol	Erklärung
A	Abstand [m]
$A_{0,5}$	Halbwertsdistanz, d. h. Abstand von der Quelle bis zu dem Punkt, an dem nur noch 50 % der ursprünglichen Geruchsintensität vorhanden sind.
η	Wirkungsgrad der geruchsmindernden Massnahme
η'	$\eta' = \eta - 0,1$; ohne Massnahme zur Geruchsminderung ist $\eta' = 0$ zu setzen.
F_{EQ}	Geruchsrelevante Fläche von Anlagenteilen und Einzelquellen [m ²]
F_{Tier}	Geruchsrelevante Fläche im Tierbereich [m ²]
F_{Si_R}	Geruchsrelevante Fläche der Gärfuttermation [m ²]
F_{WQ}	Weitere geruchsrelevante Flächen des Lagers für Gärfutter, Hofdünger, Substrate und Gärrest [m ²]
f_{BGA}	Faktor für den nicht flächenbezogenen Teil der Biogasanlage
f_{LM}	Tierart- und lebendmassespezifischer Faktor
f_{Si_R}	Rationsspezifischer Faktor (Vorlage der Gärfuttermation)
f_{Tier}	Tierart- bzw. systemspezifischer Faktor
f_{WQ}	Von der Art der Lagerung von Gärfutter, Hofdünger, Substrat und Gärrest abhängiger Faktor
$GI(A)$	Geruchsintensität im Abstand A
GI_{MA}	Schwellwert der Geruchintensität, bei Wohnzonen zumutbare Geruchsintensität 0,2
LM_{Tier}	Lebendmasse pro Tier [kg]
MA	Mindestabstand [m]
n_{Tier}	Anzahl Tiere
Q	Quellstärke als Mass für die Geruchsemission

Die **geruchsrelevante Fläche** berechnet sich beispielsweise für den Tierbereich (F_{Tier}) aus Lauf- und Liegeflächen sowie dem Auslauf wie folgt:

$$F_{Tier} = \sum_{i=1}^n F_{EQ(i)} \quad (1)$$

Die sogenannte Quellstärke Q dient als Mass für die Geruchsemission und wird hergeleitet aus flächen-, rations-, tierart- und systemspezifischen Einflussgrössen (f_{Tier} , f_{Si_R} , f_{WQ} , f_{LM} , f_{BGA} ; Tab. 2). Da die Quellstärke von den Flächen im Tierbereich mit weiteren Quellen additiv verknüpft ist, kann auch eine Berechnung der Quellstärke erfolgen, wenn nur ein Teil der Quellen vorhanden ist.

Die Wirkung von geruchsmindernden Massnahmen η kann für den jeweils betroffenen Tierbereich berücksichtigt werden (Kapitel 4.4).

Die **Quellstärke** Q berechnet sich wie folgt:

$$Q = \sqrt[1,35]{F_{Tier} \cdot f_{Tier} \cdot (1 - \eta') + F_{Si_R} \cdot f_{Si_R} + F_{WQ} \cdot f_{WQ}} \cdot 0,016 \quad (2)$$

Bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen in Kombination mit Tierhaltung werden die flächen- und systemabhängigen Eingangsgrößen vom Tierbereich, Futter-, Hofdünger-, Substrat- und Gärrestlager berücksichtigt. Die Flächen vom Substrat- und Gärrestlager werden wie Futter- und Hofdüngerlager zur Ermittlung der Quellstärke einbezogen (Formel 3). Die Quellstärke Q berechnet sich dementsprechend wie folgt:

$$Q = \sqrt[1,35]{F_{Tier} \cdot f_{Tier} \cdot (1 - \eta') + F_{Si_R} \cdot f_{Si_R} + F_{WQ} \cdot f_{WQ} + f_{BGA}} \cdot 0,016 \quad (3)$$

Basierend auf Forschungsergebnissen ist bei Biogasanlagen zusätzlich ein fixer Faktor f_{BGA} von 1200 zu addieren (Formel 4).

$$Q = \sqrt[1,35]{F_{Tier} \cdot f_{Tier} \cdot (1 - \eta') + F_{Si_R} \cdot f_{Si_R} + F_{WQ} \cdot f_{WQ} + 1200} \cdot 0,016 \quad (4)$$

In Einzelfällen erfolgt die Ermittlung der Quellstärke anstatt über die geruchsrelevanten Flächen im Tierbereich über die Anzahl Tiere n_{Tier} und deren Lebendmasse LM_{Tier} (Formel 5). Dies kann zum Beispiel der Fall sein, wenn nur ein kurzer Abschnitt einer Aufzuchtphase von wachsenden Tieren zu berücksichtigen ist.

$$Q = \sqrt[1,35]{n_{Tier} \cdot LM_{Tier} \cdot f_{LM} + F_{Si_R} \cdot f_{Si_R} + F_{WQ} \cdot f_{WQ}} \cdot 0,016 \quad (5)$$

4.2 Quellstärke und Abklingverhalten als Basis für den Abstand

Mit zunehmendem Abstand zur Quelle A wird Geruch verdünnt, die mittlere Geruchsintensität GI nimmt entsprechend der Abklingkurve ab (Abb. 3). Nach dem Abstand $A_{0,5}$, der sogenannten Halbwertsdistanz, beträgt die mittlere Geruchsintensität GI noch die Hälfte der ursprünglichen Geruchsintensität an der Quelle (Formel 6). Auf Basis von Forschungsergebnissen beträgt $A_{0,5}$ 50 m.

$$GI(A) = (GI_{MA} + Q) \cdot e^{\left(\frac{-A \cdot \ln 2}{A_{0,5}}\right)} \quad (6)$$

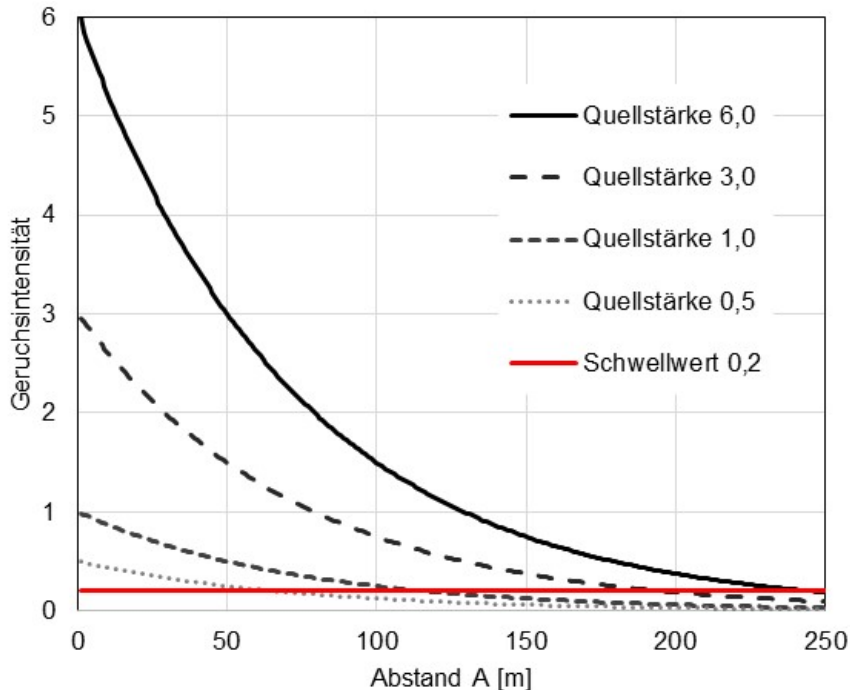


Abbildung 3: Vier Abklingkurven mit unterschiedlicher Quellstärke und dem Schwellwert der Geruchsintensität GI_{MA} von 0,2. Der Schnittpunkt von Abklingkurve und Schwellwert stellt jeweils den Mindestabstand dar.

Der Mindestabstand MA entspricht der Distanz ausgehend von der Quelle, bei welcher sich die Geruchsintensität auf ein zumutbares Mass, den sogenannten Schwellwert, reduziert hat. Zur Festlegung des Schwellwertes diente das System «Schweinehaltung mit Ablufführung über Dach, ohne Auslauf» gemäss Richner und Schmidlin (1995) als Referenz, womit der Mindestabstand bei einem Schwellwert von 0,2 übereinstimmt. Der Mindestabstand ist als Schnittpunkt der Abklingkurve mit dem Schwellwert der Geruchsintensität GI_{MA} definiert. Auch über den Mindestabstand hinaus kann es zeitweise zu Geruchsimmissionen kommen.

Durch ein Umformen der Gleichung 6 ergibt sich für den Mindestabstand MA die folgende Formel (7).

$$MA = -72,1 \ln \left(\frac{GI_{MA}}{GI_{MA} + Q} \right) \quad (7)$$

Wird als Schwellwert der Geruchsintensität GI_{MA} 0,2 gesetzt, so resultiert der Mindestabstand MA zur Wohnzone wie in Formel (8):

$$MA = -72,1 \ln \left(\frac{0,2}{0,2 + Q} \right) \quad (8)$$

Der Anwendungsbereich dieser Abstandsberechnung liegt mit Blick auf das Abklingverhalten von Geruch zwischen einer Quellstärke von 0,15 und 6,2. Dies entspricht in Formel (7) Abständen zwischen 40 m und 250 m, die auf Forschungsergebnissen bei den in der Schweiz vorherrschenden Produktionssystemen und Bestandsgrössen basieren. Werte ausserhalb dieses Bereiches sind von der Datengrundlage her nicht abgedeckt. Im Nahbereich werden zudem die Strömungsverhältnisse und damit die Geruchsausbreitung wesentlich durch Um- und Überströmen von Gebäuden beeinflusst. Dies kann in der Abstandsempfehlung in einer allgemeinen Form nicht berücksichtigt werden.

4.3 Berücksichtigung von kleinen Beständen und Einzelquellen

Für kleine Bestände, schwache Einzelquellen und auch in kleinräumigen Konstellationen zu angrenzenden Gebäuden oder Objekten lässt sich ein rechnerischer Abstand nicht ermitteln. Denn zwischen Gebäuden können Um- und Überströmungs- sowie Kanalisierungseffekte auftreten, was die Situation mit Blick auf das Abklingen von Geruch erschwert. Wie bereits gemäss FAT-Bericht Nr. 476 (Richner und Schmidlin 1995) definiert, ist ein minimaler Abstand von 20 m (dieser Abstand entsprach einer Geruchsbelastung von 4 GB) auch bei niedrigeren Geruchsbelastungen in der Regel einzuhalten. Dieser minimale Abstand darf jedoch aus juristischer Sicht nicht unbesehen, d. h. ohne weitergehende Klärung, auf den Bereich der hobbymässigen Tierhaltung übertragen werden (Urteil des Bundesgerichts BGE 1P.570/2001/zga vom 28.1.2002).

Für kleine Bestände und Einzelquellen können situationsspezifische Vorsorgemassnahmen getroffen werden (Beispiele): Mit Einbezug der konkreten Umgebung und Zone gilt es, in der jeweiligen einzelbetrieblichen Konstellation neben dem Stall auch weitere geruchsrelevante Bereiche wie Gärfutter- oder Hofdüngerlager sowie Ausläufe zu berücksichtigen. Dabei können beispielsweise folgende situationspezifischen Vorsorgemassnahmen zur Geruchsminderung beitragen:

Planung

- Anordnung von einzelnen geruchsrelevanten Quellen gezielt abgewandt von benachbarten Nutzungen mit Schutzbedarf
- Minimierung der mit Exkrementen verschmutzten Flächen durch Einrichten von Funktionsbereichen, um emittierende Oberflächen auf ein Minimum zu beschränken und gezielt zu platzieren

Planung und Betrieb

- Sicherstellen, dass Harn durch Einstreue gebunden wird oder von Oberflächen rasch abfliessen kann
- Mindestens einmal täglich Entfernen von Kot und Mist von Stallflächen (Ausnahme bei Tiefstreu mit frischer resp. trockener Einstreue) sowie von Auslauflächen; insbesondere in stark beanspruchten Bereichen Bodenausführungen wählen, die einfach zu säubern sind
- Gezieltes Auswechseln der Tretschicht im Auslauf, um eine Anreicherung von Exkrementen zu vermeiden
- Lager für geruchsintensive Stoffe wie Festmist so einrichten, dass eine permanente Abdeckung sichergestellt werden kann
- Abdecken von geruchsintensiven Stoffen wie Festmist unmittelbar nach der Beschickung, dem Mischen oder Aufschichten
- Abdecken von angebrochenen geruchsintensiven Futtermitteln unmittelbar nach der Entnahme; Verzicht auf das Füttern von Gärfutter und anderen geruchsintensiven Futtermitteln
- Mengenmässig und zeitlich begrenzte Lagerung geruchsintensiver Stoffe wie Gärfutter, Hofdünger, Kompost
- Aufräumen von Gülle und Umschichten von Festmist soweit möglich nur beim Abtransport oder zur Ausbringung

4.4 Berücksichtigung von geruchsmindernden Massnahmen

Geruchsmindernde Massnahmen können bei der Berechnung der Quellstärke einbezogen werden (Kapitel 4.1). Massnahmen mit einem Wirkungsgrad ab 10 % werden bereits in den bisherigen Regelungen (FAT-Bericht 476 und Vernehmlassungsentwurf E-2005 [BUWAL und Agroscope FAT 2005]) berücksichtigt und gehen mit entsprechendem Wirkungsnachweis in die Berechnung ein.

η	Wirkungsgrad der geruchsmindernden Massnahme
η'	$\eta' = \eta - 0,1$; ohne Massnahme zur Geruchsminderung ist $\eta' = 0$ zu setzen

4.4.1 Abluftreinigung

Abluftreinigungsanlagen verringern nicht per se die Geruchsemissionen. Um wirksam zu sein, müssen bestimmte Anforderungen eingehalten werden (CercI'Air 2011). Abluftreinigungsanlagen können grundsätzlich nur bei zwangsgelüfteten Ställen bei der Ermittlung von Mindestabständen berücksichtigt werden, wenn folgende Mindestanforderungen für Geruch erfüllt sind:

- max. 300 GE/m³ im Reingas
- kein Rohgasgeruch im Reingas wahrnehmbar (Arends *et al.* 2006)

Die Dimensionierung sowie die Ausführung von Lüftungs- und Abluftreinigungsanlagen müssen den geltenden Normen entsprechen, um eine geruchsmindernde Wirkung zu erzielen. Im Bereich der Stalllüftung gilt es, die jeweiligen tierartspezifischen erforderlichen Stallklimawerte einzuhalten. Die gegenseitige Abstimmung von Lüftungs- und Abluftreinigungsanlage sowie Kontrolle und Unterhalt beeinflussen massgeblich deren Funktionen und die geforderte kontinuierliche Abscheideleistung.

Werden bei zwangsbelüfteten Ställen Abluftreinigungssysteme eingesetzt, sind Anlagen einzubauen, welche die Anforderungen des internationalen Testprotokolls VERA (2010) oder Eignungstests wie den DLG-Signum-Test (DLG e.V. 2015) erfüllen. Ergebnisse, die sich auf eine bestimmte Tierart beziehen, sind nicht auf eine andere Tierart übertragbar.

Weiter ist zu beachten, dass eine Geruchsminderung nur von den Anlagenteilen zum Tragen kommt, deren Emissionen über die Abluftreinigungsanlage geführt werden. Andere emissionsrelevante Anlagen- oder Stallteile, Hofdünger- und Futterlager sowie weitere betriebliche Aktivitäten sind mit Blick auf deren Geruchsausbreitung zusätzlich zu berücksichtigen und insbesondere im Nahbereich geruchsrelevant. Es wurde zudem festgestellt, dass auch ordnungsgemäss betriebene Abluftreinigungsanlagen einen Eigengeruch aufweisen können (Arends *et al.* 2006). Die Autoren empfehlen einen Abstand von 50 m mit Abluftreinigungsanlagen nicht zu unterschreiten.

4.4.2 Abluffahnenüberhöhung

Eine Abluffahnenüberhöhung kann bei der Berechnung des Mindestabstandes nur unter speziellen Voraussetzungen berücksichtigt werden. Ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung ist nur gewährleistet (Eckhof *et al.* 2012), wenn

- a) die Quellhöhe mindestens 10 m über Flur und 3 m über First beträgt,
- b) die Abluftgeschwindigkeit in jeder Betriebsstunde mindestens 7 m/s ist und
- c) keine wesentliche Beeinflussung durch andere Strömungshindernisse (Gebäude, Vegetation etc.) im weiteren Umkreis um die Quelle zu erwarten ist.

Bei Konstellationen mit diffusen Quellen wie freie Lüftung, Laufhof, Auslauf, Wintergarten oder nicht gedeckte Hofdüngerlager kann keine Abluffahnenüberhöhung angerechnet werden, weil diffuse Emissionen das Immissionsmuster im Nahbereich dominieren. Liegen ausschliesslich gefasste Quellen vor und sind die oben genannten Anforderungen a) bis c) an einen ungestörten Abtransport erfüllt, kann für diesen Anlagenteil eine Geruchsminderung (bis zu 20 %) angesetzt werden.

4.4.3 Alpung, Weide

Eine relevante Geruchsminderung bei Alpung oder Weide ist dann zu erwarten, wenn Ställe über längere Zeiträume komplett leer stehen. Dies kann bei Vollweide von nicht gemolkenen Rindviehkategorien, Pferden und Kleinwiederkäuern und auch bei Alpung zutreffen. Das Mass der Geruchsreduktion könnte sich somit aus einem rechnerischen Vergleich ergeben von

- a) der Ausgangssituation (vom Tierbereich Flächen- und damit Abstandsberechnung in der Situation entsprechend der baulich geplanten Ausführung),
- b) mit der Vollweide-/Alpsituation (vom Tierbereich Flächen- und damit Abstandsberechnung in der Situation während der Alpung bzw. Vollweide).

Eine maximale Emissionsminderung von 50 % kann nur in Situationen mit Vollweide bzw. Alpung, in welchen emittierende Flächen dauerhaft reduziert sind, berücksichtigt werden.

5 Bemessung der Abstände

5.1 Konstellation bei Einzelquellen

Das hier vorgestellte Prinzip zur Abstandsbemessung geht von den jeweils äusseren Gebäude- bzw. Anlagenteilen der emittierenden Quellen aus. Ausgehend von den Bemessungslinien wird der erforderliche Mindestabstand (vgl. Kapitel 4) aufgetragen. Die daraus resultierende Umhüllungslinie um die emittierenden Quellen stellt den Einwirkungsbereich von Geruch dar.

Zu den äusseren Anlagenteilen zählen Lüftungsöffnungen, Fenster, Tore, Fassaden (auch Spaceboards oder Windschutznetze), Lauf-, Liegeflächen, Laufhöfe, Auslauflächen, offene oder perforiert gedeckte Güllekanäle, offene Güllelager, Entlüftungsöffnungen von gedecktem Güllelager, Festmist-, Gärfutter- und Substratlager (Abb. 4a–b). In den Tabellen A1–A5 (Anhang) sind die wesentlichen Anlagenteile nach Tierarten aufgeführt, die es bei der Abstandsbemessung zu berücksichtigen gilt. Weitere Bereiche sind in der Regel bei der Bemessung zu berücksichtigen, sofern sie sich in gemeinsamen, nicht abgetrennten Räumen befinden. Nicht emittierende Gebäudeteile, die am Rand der Anlage liegen, können dabei ausgeschlossen werden (Abb. 4b).

Bei Fassaden, Gebäudeseiten oder der Auslaufbegrenzung wird der Mindestabstand ausgehend von der Bemessungslinie als Parallele zur Geruchsquelle aufgetragen (Abb. 4c). Bei Eckpunkten wird der Radius des Mindestabstandes aufgetragen.

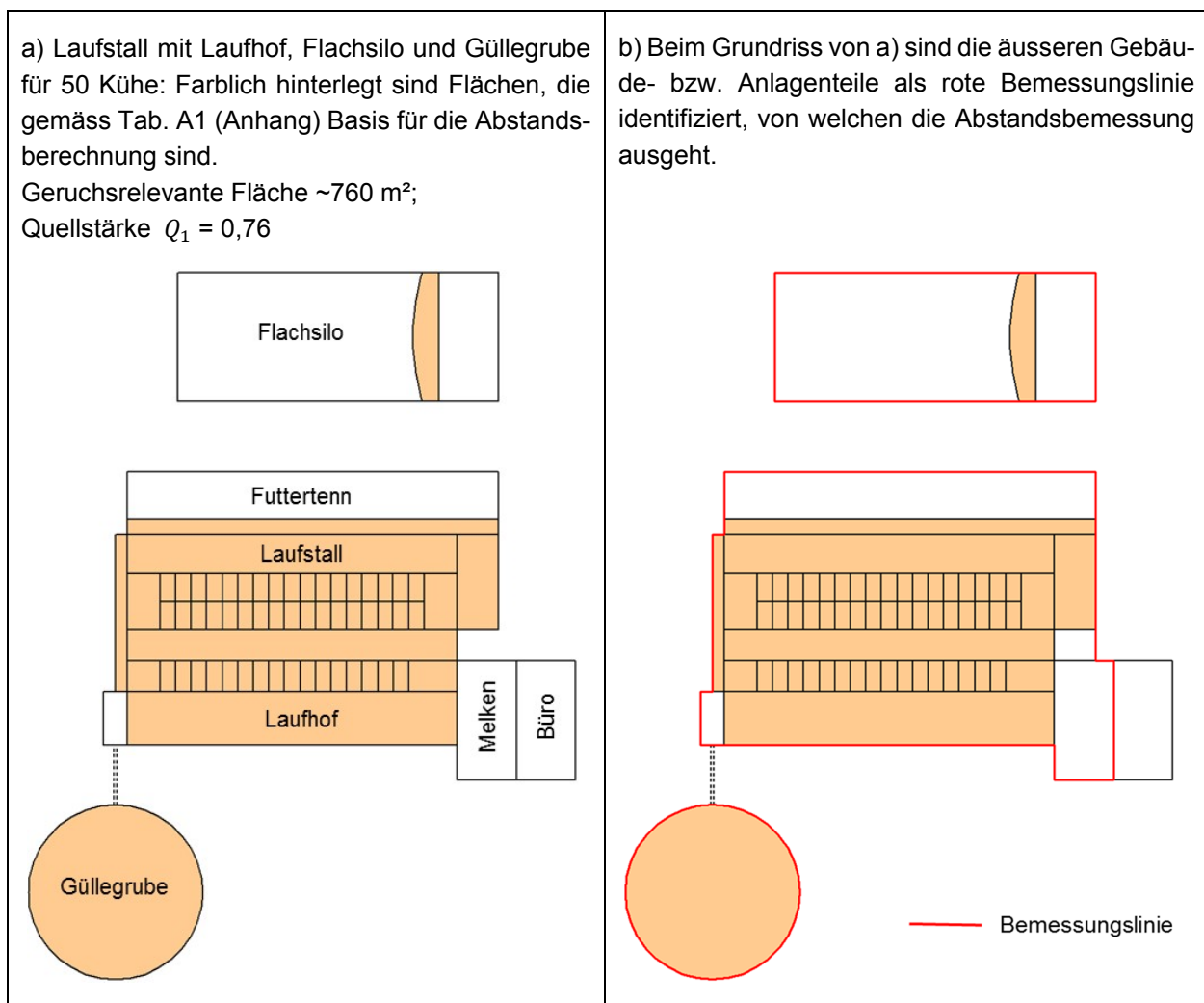
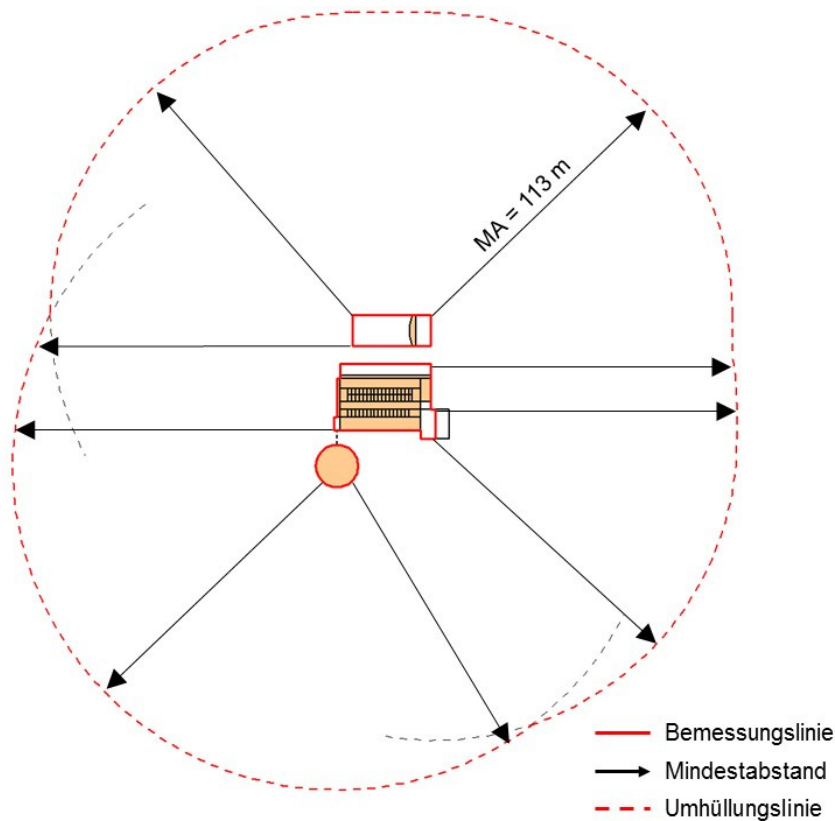


Abbildung 4a–b: Darstellung der geruchsrelevanten Flächen (a) und der Bemessungslinien (b) an einem Beispiel mit Milchviehhaltung.



c) Quelle Q_1 (mit einer Quellstärke Q_1 von 0,76), bei welcher ausgehend von den Bemessungslinien der Mindestabstand MA mit 113 m aufgetragen ist.

Abbildung 4c: Ausgehend von den Bemessungslinien werden der Mindestabstand und damit die Umhüllungslinien dargestellt.

Die Dimensionierung und bauliche Ausführung von Behältern sowie von Lagerflächen und deren Proportionen (Länge, Breite, Tiefe) beeinflussen direkt die geruchsrelevante Fläche und damit den berechneten Mindestabstand. Weiter wirkt sich mit der Abstandsbemessung die gezielte Positionierung bzw. Anordnung von Einzelquellen (z. B. Position von Flachsilo, Güllelager) auf die Lage der Umhüllungslinien und damit den Einwirkungsbereich aus.

Analog zu Kapitel 4.3 kann für eine räumlich abgesetzte, schwache Einzelquelle, z. B. ein abgedecktes Lager mit Rindergülle oder ein Hochsilo mit Gärfutter, ein fixer Mindestabstand von 20 m angewendet werden (Abb. 5), wozu Quellstärken bis zu 0,03 zählen. Befindet sich die Umhüllungslinie mit 20 m für dieses Einzelobjekt noch innerhalb des Bereichs der übrigen Gesamtanlage, bleibt die Umhüllungslinie der Gesamtanlage massgebend. Darüber hinausreichende Bereiche werden für das Einzelobjekt mit 20 m bemessen. Für die Ermittlung der Quellstärke des Gesamtobjekts sind solche Quellen zu berücksichtigen.

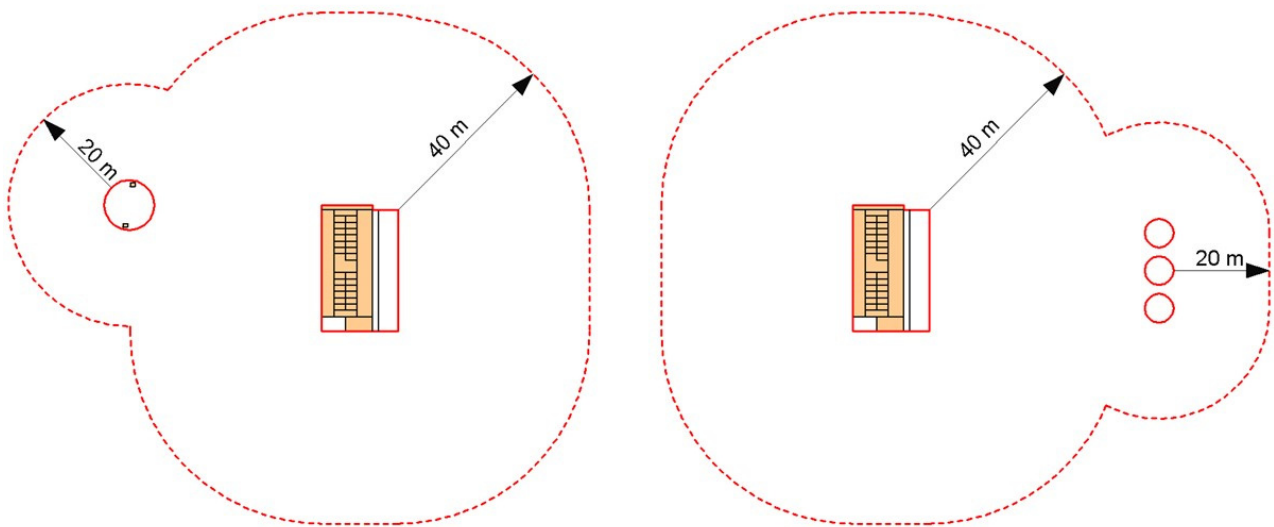


Abbildung 5: Räumlich abgesetzte, schwache Einzelquellen mit einer Quellstärke unter 0,03 können mit einem fixen Mindestabstand von 20 m berücksichtigt werden. Dargestellt sind ein abgedecktes Lager mit Rindergülle und Hochsilos mit Gärfutter.

5.2 Konstellation bei mehreren Quellen

Geruchsimmissionen von mehreren Ställen bzw. Quellen können sich überlagern und sind dementsprechend bei der Bewertung der Immissionssituation kumulativ zu berücksichtigen. Dies ist der Fall, wenn mehrere Emissionsquellen zusammenwirken. In solchen Fällen ist eine Korrektur des Mindestabstandes erforderlich.

Bei mehreren Quellen ist zunächst der Mindestabstand MA_1 bis MA_N jeder einzelnen Quelle (z. B. Q_1 und Q_2 bis Q_N) separat zu ermitteln. Die gegenseitige Beeinflussung wird pro Quelle einzeln berechnet. Dabei kommt unter Einbezug der kürzesten Distanz zwischen diesen Quellen die aufgrund der Abklingkurven resultierende Quellstärke am Ort der betrachteten Quelle hinzu. Dementsprechend ergibt sich der korrigierte Mindestabstand (MA_1').

Die Quelle Q_1 wird um die Beeinflussung der Quellen Q_n in den Distanzen D_n (kürzeste Distanz zwischen Q_1 und Q_n) korrigiert (Formel 9).

$$Q_1' = Q_1 + \sum_{n=2}^N GI_n(D_n) \quad (9)$$

Der Abstand mehrerer Quellen und deren gegenseitige Beeinflussung ist zu berücksichtigen (siehe auch Kapitel 3)

- bis zur kürzesten Distanz zwischen diesen Quellen von 200 m und
- darüber hinaus mindestens bis zur Summe der unbeeinflussten Mindestabstände MA_1 und MA_n .

Mehrere Quellen mit einer kürzesten Distanz unter 50 m werden zu einer gemeinsamen Quelle zusammengefasst. Deutliche Auswirkungen sind insbesondere bei nahe beieinanderliegenden Quellen und vor allem für schwache Quellen im Einwirkungsbereich von starken Quellen zu erwarten. In Abbildung 6 ist die gegenseitige Beeinflussung mit zwei Quellen beispielhaft dargestellt, in Abbildung 7 mit drei Quellen.

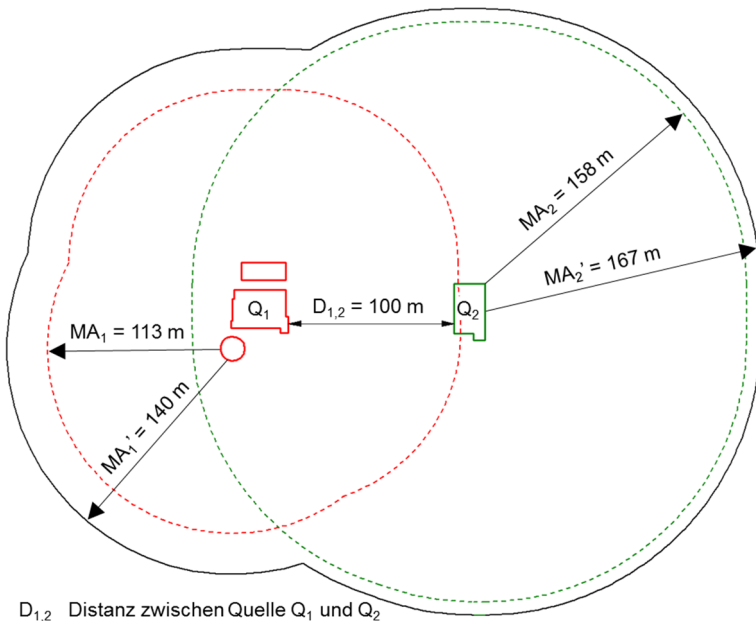


Abbildung 6: Gegenseitige Beeinflussung und Abstandsbemessung bei zwei Quellen unter Einbezug der kürzesten Distanz D zwischen diesen Quellen.

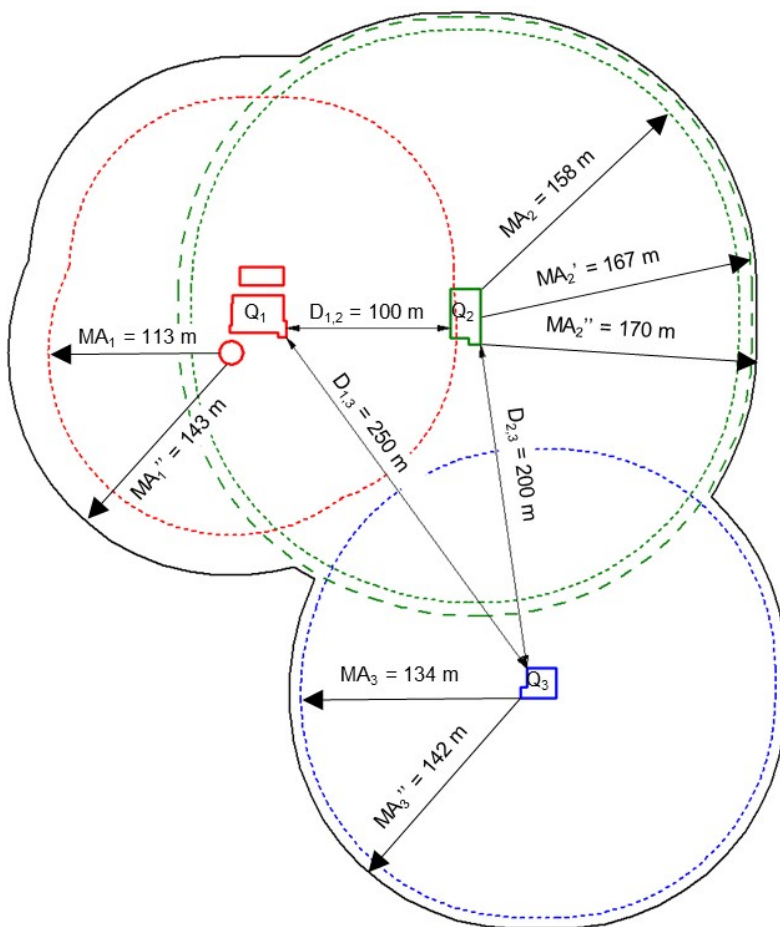


Abbildung 7: Gegenseitige Beeinflussung und Abstandsbemessung bei drei Quellen unter Einbezug der kürzesten Distanz D zwischen diesen Quellen.

Zwei Quellen Q_1 (Abb. 4a–c) und Q_2 mit Berücksichtigung der gegenseitigen Beeinflussung:

Quelle Q_2 , ein Stall mit 300 Mastschweinen erfordert einzeln einen MA_2 von 158 m. Die kürzeste Distanz $D_{1,2}$ zwischen Quelle Q_1 und Q_2 beträgt 100 m. Bei Quelle Q_1 wird der MA_1 um die Beeinflussung durch Q_2 korrigiert. Ein korrigierter MA_1' von 140 m resultiert. Bei Quelle Q_2 ergibt die Korrektur einen MA_2' von 167 m.

Die gegenseitige Beeinflussung wirkt sich vor allem auf die kleinere Quelle aus.

Ausgehend vom Beispiel mit zwei Quellen in Abbildung 6 wird eine dritte Quelle Q_3 ergänzt: Der Stall Q_3 mit 180 Mastschweinen erfordert einzeln einen MA_3 von 134 m. Da sich die Umhüllungsflächen von Q_1 und Q_3 nicht schneiden, ist keine Korrektur um deren gegenseitige Beeinflussung erforderlich. Eine Korrektur ist zwischen den Quellen Q_2 und Q_3 vorzunehmen. MA_2'' erhöht sich von 167 m auf 170 m, MA_3 von 134 auf MA_3'' mit 142 m.

6 Standortbewertung mit Blick auf die Geruchsausbreitung

Die lokale Standort- und Strömungssituation wirkt sich auf die Geruchsausbreitung aus. Im Rahmen der Nutzungsplanung (Zonenplan), der Projektplanung, des Baubewilligungsverfahrens oder bei Belästigungsklagen ergänzt eine Standortbewertung die Mindestabstandsberechnung. Eine Standortbewertung kann bereits in einer frühen Phase der Projektierung klärend wirken.

Mit einer Standortbewertung können lokale Strömungen in der Umgebung, die Anordnung und Konstellation der betroffenen Zonen bzw. Wohngebäude sowie weitere Geruchsquellen in der Umgebung aufgezeigt werden. Dabei wird geklärt, ob in einem Teil des Beurteilungsgebietes ein erweiterter Einwirkungsbereich von Geruch zu erwarten ist (Abb. 8). Aufgrund von topografischen Gegebenheiten können lokale Strömungen (Strömungspfade) ausgelöst werden. Zum Beispiel kann während den Abendstunden und nachts Kaltluft dem Geländegefälle folgend abfließen. Dabei ist die Verdünnung von Schadstoffen und damit auch von Geruch eingeschränkt.

Abbildung 8 zeigt schematisch, dass in Richtung der lokalen Strömung (in der Regel der Falllinie) ein erweiterter Einwirkungsbereich von Geruch resultieren kann. Mit Blick auf die immissionsseitige Relevanz sind die Konstellation von Geruchsquellen und bewohnten Zonen bzw. Wohngebäuden für weitere Abklärungen entscheidend. Liegen in diesem Teilgebiet keine betroffenen Zonen oder Wohngebäude, kann auf weitere Abklärungen verzichtet werden.

Als Hilfsmittel zur Standortabklärung eignen sich Karten im Massstab 1 : 10 000 und 1 : 25 000 sowie Klimaanalyse- und Planungshinweiskarten.

Link zu «Karten der Schweiz – Schweizerische Eidgenossenschaft»: <http://map.geo.admin.ch/> (> Geokatalog > Grundlagen und Planung > Raumplanung > Bauzonen) sowie Zonenpläne auf kantonalen Informationssystemen.

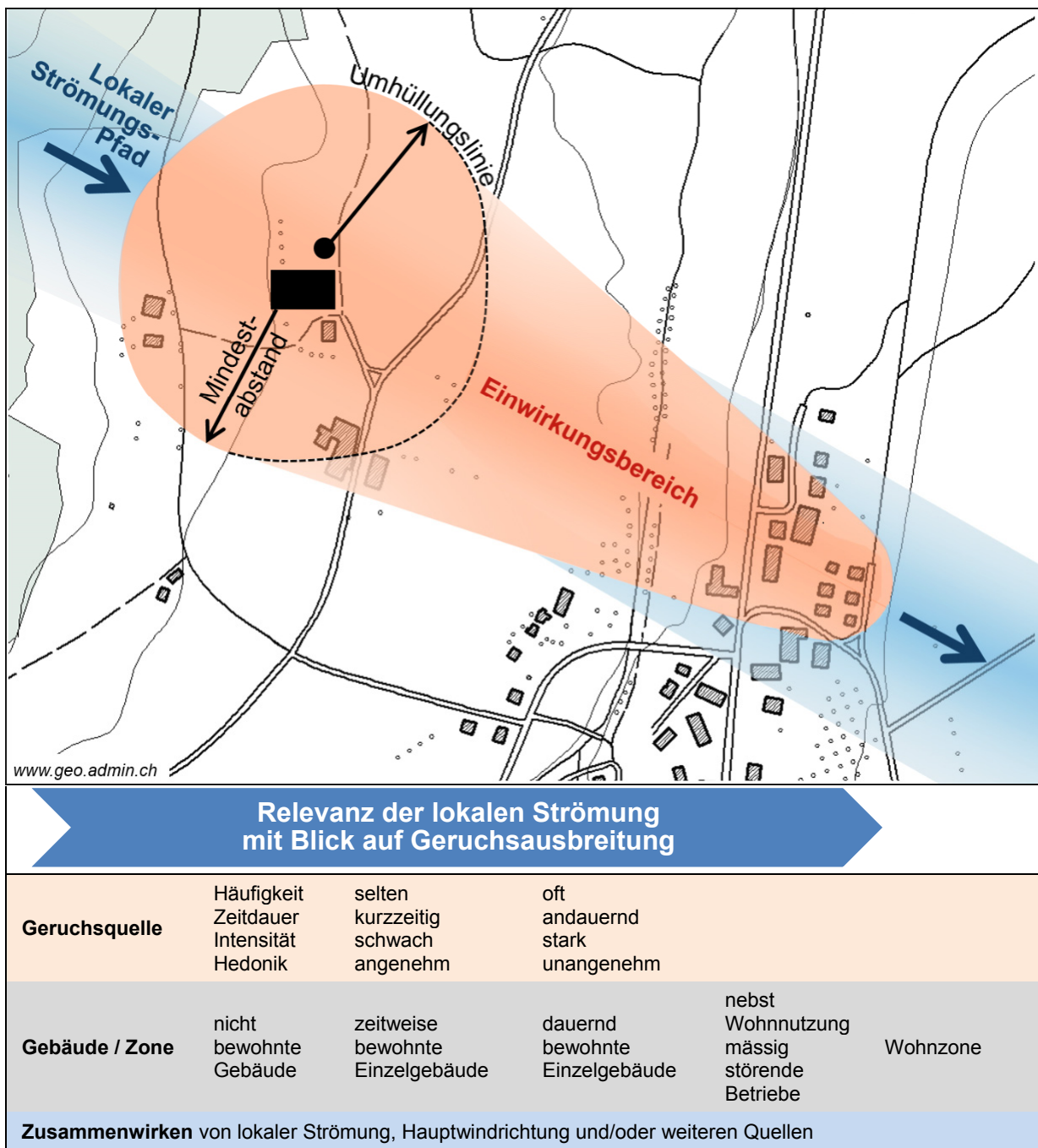


Abbildung 8: Ausschnitt aus einem Beurteilungsgebiet mit dem Mindestabstand einer Tierhaltungsanlage, lokalem Strömungspfad und allenfalls erweitertem Einwirkungsbereich. Die Konstellation von Geruchsquellen und bewohnten Zonen bzw. Wohngebäuden sind für weitere Abklärungen entscheidend.

Potenzielle lokale Strömungen (Kaltluftabflusspfade) sind anhand der dominierenden Topographie in einem Radius von rund 2 km zu erwarten. Dazu zählen:

- a) Hangabwind/Kaltluftabfluss sowie Talwind entlang der lokalen Neigung (Falllinien) bereits ab 1° (das entspricht 1,7 %)
- b) See-/Landwind sowie
- c) Kanalisierungseffekte entlang von Rinnen, Flüssen, Bächen etc.

Auch Kaltluftammelgebiete^a bzw. -stau in Talkesseln und Mulden können sich auf lokale Strömungen auswirken. Ausgehend von der lokalen Strömung in der Umgebung sind potenziell von Geruchsimmissionen betroffene Zonen bzw. Wohngebäude zu identifizieren. Weiter sind Lage und Zusammenwirken der geplanten und bereits vorhandenen Geruchsquellen zu evaluieren, falls sie in einen gemeinsamen Strömungspfad emittieren (Abb. 9).

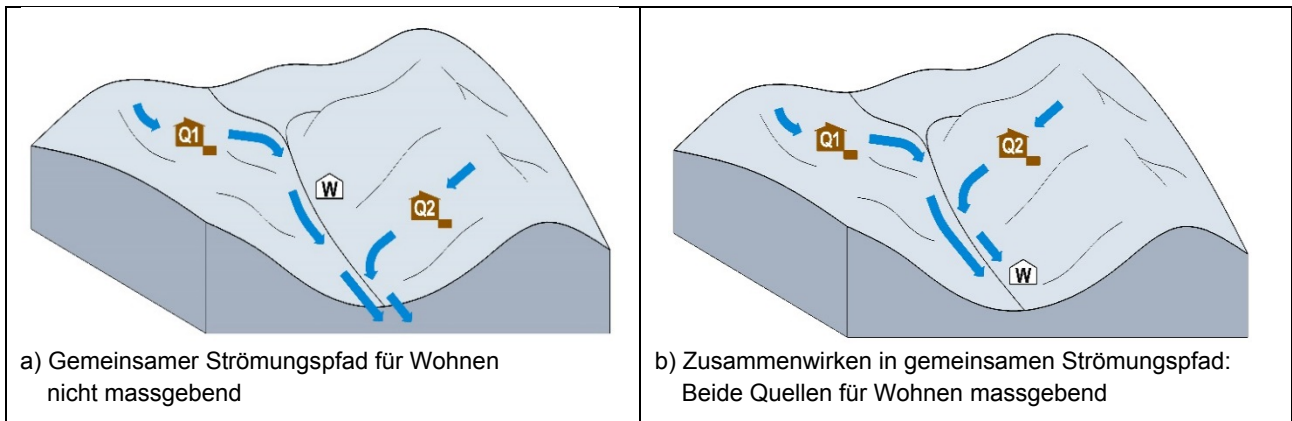


Abbildung 9: Beispiele zum gemeinsamen Strömungspfad (Q: Quelle; W: betroffene Zone bzw. Wohngebäude).

Ob durch die topografische Lage, die Landnutzung oder die lokale Strömungssituation Auswirkungen auf die Geruchsausbreitung zu erwarten sind, können die in Tabelle 3 aufgeführten Indikatoren aufzeigen.

Tabelle 3: Indikatoren zum Einfluss der lokalen Strömungssituation und der Quellkonstellation auf die Geruchsausbreitung (siehe auch Kapitel 3)

<p>1a) Im Bereich vor, unmittelbar um bzw. nachgelagert zur Geruchsquelle weist das Gelände ein Gefälle von 1° und mehr auf. Potenziell betroffene Zonen oder Wohngebäude sind hangabwärts der Geruchsquelle gelegen.</p> <p>1b) Die Geruchsquelle liegt in einem Tal oder ihr Strömungspfad führt in ein Tal bzw. in ein Gebiet mit Rinnen, dessen topografische Verhältnisse eine kanalisierte Strömungsrichtung ergeben. Potenziell betroffene Zonen oder Wohngebäude sind innerhalb des fünffachen Mindestabstands talabwärts der Geruchsquelle gelegen.</p> <p>Abbildung 10 dient als Grundlage zur Illustration der verschiedenen unter 1a) und 1b) genannten Konstellationen und zur Bewertung.</p>
<p>2) Für den gewählten Standort liegen lokale Winddaten vor, die Hinweise auf eine gerichtete Strömung geben.</p>
<p>3) Lokale Strömungen oder Stausituationen sind vor Ort bekannt. Diese lassen sich auch von anderen Phänomenen ableiten (z. B. Lagen mit häufigem Bodenfrost, Kaltluftsee, Inversionslagen).</p>
<p>4) Am gewählten Standort treten Land- bzw. Seewinde auf. Land-/Seewinde können bis in eine Distanz, die der doppelten Ausdehnung des Gewässers (in der Verlängerung von der Quelle zum Ufer) entspricht (nicht aber mehr als ca. 10 km beträgt), auftreten.</p>
<p>5) Es liegen komplexe oder unklare Konstellationen vor (z. B. Zusammentreffen von zwei Tälern).</p>

^a Ein Kaltluftammelgebiet ist charakterisiert durch Temperaturinversion. In den unteren Luftschichten sammelt sich kalte Luft an. Dies erfolgt invers zur normalen Temperaturabnahme mit der Höhe.

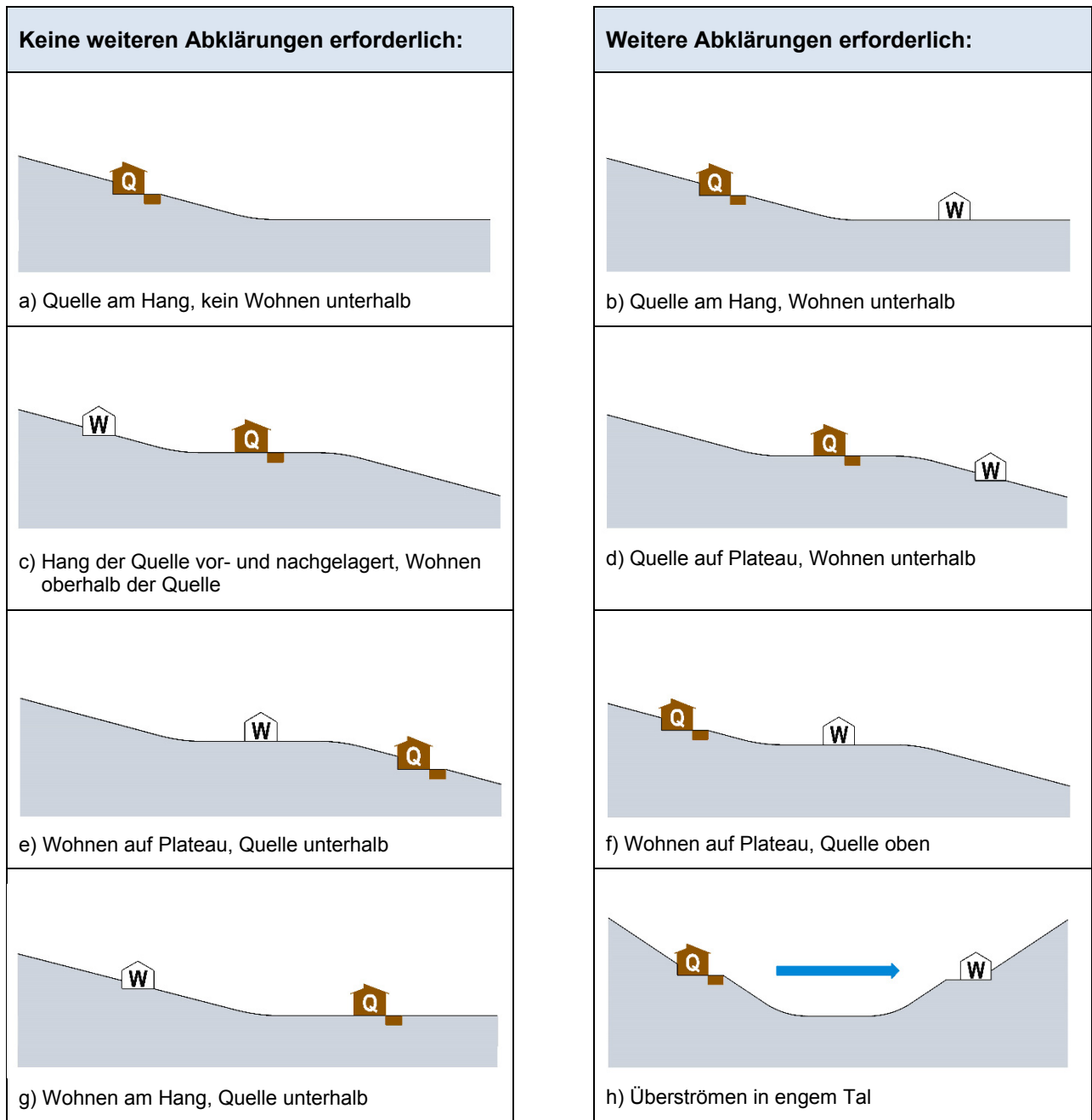


Abbildung 10: Darstellung der verschiedenen Standortkonstellationen; Q Quelle; W Betroffene Zonen und Wohngebäude.

Ist aufgrund der lokalen Strömung und Konstellation von Geruchsquellen und bewohnten Zonen ein erweiterter Einwirkungsbereich zu erwarten, so können als Lösungsansätze

- a) Anpassungen an den Einzelquellen und deren Anordnung (z. B. haltungs-, fütterungs- und lüftungsbezogene Aspekte) geprüft,
- b) die Standortkonstellation optimiert (z. B. Verschieben, Auslagern) oder
- c) ein Alternativstandort sondiert werden.

Für vertiefte fachliche Abklärungen dienen

- a) Informationen zu allfälligen Geruchswahrnehmungen im lokalen Strömungspfad,
- b) die Nutzung lokaler bodennaher Winddaten und/oder Temperaturprofile,
- c) Rauchproben zur Visualisierung und Eingrenzung des Strömungspfad,
- d) Untersuchungen der lokalen Strömungsprozesse mit Hilfe von gezielten Indikatoren (z. B. Indikator-gase),
- e) Ausbreitungsmodellierung zu den standortbezogenen, bodennahen Strömungsprozessen.

7 Vergleich mit den bisherigen Grundlagen und Fazit

Mit Blick auf Themen wie neue Haltungssysteme, grössere Tierbestände sowie Standortbewertung entsprechen die fachlichen Grundlagen aus dem FAT-Bericht 476 (Richner und Schmidlin 1995) sowie dem Vernehmlassungsentwurf aus dem Jahr 2005 (kurz E-2005, BUWAL und Agroscope FAT 2005) nicht mehr dem aktuellen Stand. Die aktualisierten fachlichen Grundlagen im vorliegenden Bericht basieren auf den geruchsrelevanten Flächen zur Ermittlung der Quellstärke, dem Abklingen von Geruch mit der Distanz und dem Mindestabstand. Der Wechsel von den Bezugsgrössen Tierzahl bzw. Grossvieheinheiten, abgestuft nach Geschlecht, Lebendmasse bzw. Alter zur neuen Bezugsgrösse geruchsrelevante Fläche ermöglicht es, wesentliche Neuerungen bei Haltungssystemen zu berücksichtigen. Damit lässt sich die jeweilige einzelbetriebliche Situation differenzierter aufnehmen. Mit der Bezugsgrösse geruchsrelevante Fläche werden Unstimmigkeiten durch variierende Tierzahlen sowie Anpassungen bei der Einteilung von Tierkategorien vermindert.

Die Vielfalt der Einzelquellen, Systeme und Anlagen sowie deren Geruchsrelevanz ist neu mit tierartspezifischem Vokabular aufgenommen. Damit sind im Vergleich mit den Korrekturfaktoren aus FAT-Bericht 476 (Richner und Schmidlin 1995) und E-2005 (BUWAL und Agroscope FAT 2005) weniger Unklarheiten bei der Anwendung zu erwarten. Auch weitere Quellen wie Gärfutter-, Hofdünger- und Substratlager sind analog berücksichtigt.

Massnahmen zur Geruchsminderung wurden bisher pauschal für die gesamte Tierhaltungsanlage berücksichtigt. Neu beziehen sich diese mit Nachweis der geruchsmindernden Wirkung auf die jeweils erfassten Einzelquellen, was zu mehr Planungssicherheit führt.

Zur Abnahme der Geruchsintensität mit der Distanz liegt eine bessere Datengrundlage zu Tierarten und Systemen vor. Die neue Abklingkurve trägt dem Schutzbedürfnis im Nahbereich besser Rechnung und erweitert den Anwendungsbereich für neue Systeme und grössere Betriebe. Diffuse bodennahe Geruchsquellen sind in heutigen Haltungssystemen weit verbreitet und haben immissionsseitig eine hohe Relevanz. Indem solche Quellen nun in den tierart- und systemspezifischen Faktoren berücksichtigt sind, ist eine sachgerechte Anwendung bei der Abstandsermittlung auch für diese Tierhaltungsanlagen möglich.

Früher bildeten die Stallmittelpunkte die Basis der Abstandsbemessung und bei der gegenseitigen Beeinflussung. Unterschiede in der Art, Grösse und Anordnung von Quellen und Gebäuden wurden damit jedoch nicht ausreichend berücksichtigt. Bereits FAT-Bericht 476 (Richner und Schmidlin 1995) wendet bei Ställen mit weiteren Gebäuden im Abstand von weniger als 50 m die nächstgelegenen Austrittsöffnungen der Stallabluft als Emissionspunkt an. Nach E-2005 (BUWAL und Agroscope FAT 2005) erfolgte die Bemessung ab den nächstliegenden Austrittsöffnungen der Abluft, der Fassade bzw. der Auslaufbegrenzung. Zusätzliche Emissionsquellen wie Hofdünger- und Gärfutterlager konnten bereits einbezogen werden. Mit der nun erläuterten Bemessung ausgehend von den äusseren emittierenden Quellen lässt sich die heute meist komplexe Quellkonstellation, mit Vielfalt bei räumlicher Anordnung, Ausdehnung und Kombination von Einzelquellen aufnehmen. Das Prinzip der gegenseitigen Beeinflussung bei mehreren Quellen ist mit den Algorithmen der neuen Abklingkurve ergänzt und bildet somit die räumliche Konstellation ebenfalls zutreffender ab.

Die rechnerische Abstandsermittlung bei schwachen Quellen und kleinräumigen Konstellationen ist nach unten begrenzt. Gleichwohl ist die immissionsseitige Wirkung in solchen Fällen häufig relevant. Sowohl für die Planung als auch für den Betrieb sind daher beispielhaft situationsspezifische Vorsorgemassnahmen formuliert.

Mit Blick auf die Geruchsausbreitung betonten bereits Stuber und Leimbacher (1974) die wichtige Rolle der meteorologischen und topographischen Bedingungen. In FAT-Bericht 476 (Richner und Schmidlin 1995) wurden Windeinflüsse sowie häufige Immissionsfälle je nach den topografischen Verhältnissen und lokalen Strömungen aufgeführt. In E-2005 (BUWAL und Agroscope FAT 2005) wurden die verschiedenen Phänomene erläutert und anhand von Kriterien Korrekturfaktoren festgelegt, womit in Strömungspfaden erweiterte Mindestabstände resultierten. Mit der im vorliegenden Bericht beschriebenen Standortbewertung wird die Relevanz von lokaler Strömung und allenfalls erweitertem Einwirkungsbereich mit Blick auf Geruchsausbreitung, ausgehend von der Konstellation der Geruchsquellen und bewohnten Zonen, über Indikatoren abgeklärt. Mit dem vorliegenden Wissen zur Standortbewertung könnte bereits in Planungsverfahren das Risiko für das Auftreten von unerwarteten Geruchsbelästigungen verringert werden.

Mit diesen Aktualisierungen sind die neuen fachlich-wissenschaftlichen Erkenntnisse aufgenommen. Damit lassen sich die Vielfalt und Neuerungen der Haltungssysteme, grössere Bestände sowie einzelbetriebliche Konstellationen treffender abbilden. Dies ermöglicht eine bessere Planungs- und Investitionssicherheit für landwirtschaftliche Betriebe und betroffene Anwohner zum Schutz vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen.

Literatur

- Al Jubori M., 2016. Atmospheric modelling. Master of Science in Environmental Sanitation, Universiteit Ghent, 133 S. Zugang: <https://lib.ugent.be/catalog/rug01:002275075> [23.01.2018].
- ARE, 2017. Minimale Geodatenmodelle, Bereich Nutzungsplanung - Modelldokumentation Version 1.1. Nr. 73, Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Ittigen, 51 S. Zugang: https://www.are.admin.ch/are/de/home/raumentwicklung-und-raumplanung/grundlagen-und-daten/minimale-geodatenmodelle/nutzungsplanung.html/minimale_geodatenmodellebereichnutzungsplanung-modelldokumentati.pdf [24.2.2017].
- Arends F., 2009: Beurteilung der Geruchsgesamtbelastung mit Austal2000. Seminar der LUFA Nord-West, Oldenburg, 27.10.2009, 21 S.
- Arends F., Franke G., Grimm E., Gramatte W., Häuser S. & Hahne J., 2006. Abluftreinigung für Tierhaltungsanlagen. KTBL, Darmstadt, *KTBL-Schrift* **451**, 86 S.
- Aviforum, 2015. Geflügel halten. Eier und Geflügel produzieren und vermarkten. Landwirtschaftliche Lehrmittel, Edition Imz, B7-I, 87 S.
- BAFU, 2015. Empfehlung zur Beurteilung von Gerüchen. Geruchsempfehlung. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, Entwurf, *Umwelt-Vollzug*, 45 S.
- BLV, 2014a. Tierschutz-Kontrollhandbuch Nutztiere: Rinder, Schweine, Pferde, Schafe, Ziegen, Legehennen, Mastgeflügel, Kaninchen. Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV), Bern. Zugang: <https://www.blv.admin.ch/blv/de/home/tiere/rechts--und-vollzugsgrundlagen/hilfsmittel-und-vollzugsgrundlagen/kontrollhandbuecher.html> [5.1.2017].
- BLV, 2014b. Verordnung über die Haltung von Nutztieren und Haustieren vom 27. August 2008 (Stand am 1.1.2014). SR 455.110.1. Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV), Bern.
- BUWAL & Agroscope FAT, 2005. Mindestabstände von Tierhaltungsanlagen. Revision FAT-Bericht Nr. 476. Vernehmlassungsentwurf vom 7.3.2005. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, und Agroscope, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik Tänikon (FAT), Ettenhausen, 33 S.
- Cercl'Air, 2011. Minderung von Emissionen aus der Landwirtschaft – Abluftreinigung bei Tierhaltungsanlagen – Technische Informationen zum Vollzug Luftreinhaltung. Schweizerische Gesellschaft der Lufthygiene-Fachleute, *Cercl'Air-Empfehlung* **21-D**, 11 S.
- DEFRA, 2010. Odour Guidance for Local Authorities. Department for Environment, Food and Rural Affairs, London. 110 S. Zugang: <https://www.gov.uk/government/publications/odour-guidance-for-local-authorities> [31.8.2015].
- Department of Environment and Conservation NSW, 2006. Assessment and management of odour from stationary sources in NSW. Technical Notes. Zugang: <https://www.environment.nsw.gov.au/resources/air/20060441notes.pdf> [11.12.2017].
- DLG e.V., 2015. DLG-Prüfrahmen «Abluftreinigungssysteme für Tierhaltungsanlagen». Stand Februar 2015. DLG e.V., Gross-Umstadt. Zugang: http://www.dlg.org/fileadmin/downloads/tests/Abluftreinigung_Tierhaltung.pdf [23.01.2018].
- Eckhof W., Gallmann E., Grimm E., Hartung E., Kamp M., Koch R., Lang M., Schauburger G., Schmitzer R. & Sowa A., 2012. Emissionen und Immissionen von Tierhaltungsanlagen – Handhabung der Richtlinie VDI 3894. KTBL, Darmstadt, *KTBL-Schrift* **494**, 216 S.
- FiBL, 2017. Stallmasse für die Haltung von Nutztieren im biologischen Landbau in der Schweiz. Ausgabe Schweiz. Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Frick. Zugang: <https://shop.fibl.org/chde/mwdownloads/download/link/id/117/> [23.01.2018].

- Hahne J., 2017. Emissionsminderung mit Abluftreinigung. Weiterbildungskurs für Baufachleute, 7./8.11.2017, Aadorf und Agroscope Tänikon, Ettenhausen. ALB-CH, Agroscope, suisse-meliö und Agridea. Zugang: https://www.agroscope.admin.ch/dam/agroscope/de/dokumente/aktuell/Veranstaltungen/wbk-baufachtagung/2017/08-hahne.pdf.download.pdf/08_WBK_2017_Hahne_D.pdf [23.01.2018].
- Hayes J.E., Stevenson R.J. & Stutz R.M., 2014. The impact of malodour on communities: A review of assessment techniques. *Science of the Total Environment* **500–501**, 395–407.
- Keck M., Frei M. & Steiner B., 2016. Vergleich der Geruchsimmission von Rindviehställen mit und ohne Laufhof. *Agrarforschung Schweiz* **7(10)**, 442–447.
- Keck M., Keller M., Frei M., Steiner B. & Schrade S., 2015. Geruchsstoffkonzentrationen bei Flächenquellen landwirtschaftlicher Biogasanlagen und ausgewählte Polaritätenprofile. In: Gerüche in der Umwelt (Ed. VDI Wissensforum GmbH). *VDI-Berichte* **2252**, 139–147.
- Keck M., Koutny L., Schmidlin A. & Hilty R., 2004. Minimum distances in Switzerland for pig housing systems with exercise yards and natural ventilation. VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, *VDI-Berichte* **1850**, 229–238.
- Keck M. & Schmidlin A., 2000. Ansätze zur Minderung der Geruchsbelastung bei einem Offenstall für Mastschweine. In: Bewertung von Geruchsbelastungen aus der Landwirtschaft (Ed. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft), 24./25.10.2000, Braunschweig, Sonderveröffentlichung **031**, Darmstadt, 7–13, 7 S.
- Keck M., Schmidlin A., Zeyer K., Emmenegger L. & Schrade S., 2011. Geruchskonzentration und -emission von Milchviehställen mit Laufhof. *Agrarforschung Schweiz* **2** (3), 114–119.
- Keck M., Schrade S., Frei M., Keller M. & Weber K., 2013. Geruchsquellen bei Biogasanlagen. Situationsanalyse – Geruchsstoffkonzentration von Einzelquellen – Fahnenbegehungen bei einem Betrieb. Bundesamt für Energie (BFE), Bern. BFE-Schlussbericht 290971, 60 S.
- Koutny L., 2002. Geruchsausbreitung aus der Tierhaltung: Standorteinfluss. *Agrarforschung* **9** (8), 346–351.
- Neser S., Rattinger K. & Wensauer E., 2005. UVP-Leitfaden für Anlagen der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Bayern. Teilprojekt C: Umweltverträglichkeitsprüfung in der Tierhaltung (UVP) praxisnahe Umsetzung des UVPG in Bayern. Leitfaden. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, LfL Bayern, 121 S., Zugang: <http://www.lfl.bayern.de/ilt/umwelttechnik/emissionen/127719/index.php> [23.01.2018].
- Nielinger J., Kost W.-J. & Kunz W., 2005. Complex terrain & special meteorological conditions. 10th Intern. Conf. on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, 17–20 Oct 2005, Crete, 1 S.
- Ogink N., 2010. Vaststelling van geuremissiefactoren in de Regeling geurhinder en veehouderij op basis van geuremissie-onderzoek. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, *Rapport* **391**, 1–36.
- Ogink N., Melse R. & Mosquera J., 2008. Multi-pollutant and one-stage scrubbers for removal of ammonia, odor, and particulate matter from animal house and exhaust air. In: Livestock Environment VIII, Iguassu Falls, Brazil, Conf. Proc. 31 Aug – 4 Sept, 2008, 8 S.
- Ogink N., Mosquera J., Ellen H. & van Harn J., 2016. Evaluation of change in odour emission from broiler barns over the last 20 years in the Netherlands. In: CIGR-AgEng, June 26–29, 2016, Aarhus, Denmark, 6 S.
- Olesen H., Berkowicz R. & Løfstrøm P., 2007. OML: Review of model formulation. National Environmental Research Institute, Denmark, *NERI Technical Report* No. **609**, 130 S. Zugang: <http://www.dmu.dk/Pub/FR609.pdf> [23.01.2018].
- Olesen H., Løfstrøm P., Berkowicz R. & Ketzel M., 2005. Regulatory odour model development: Survey of modelling tools and datasets with focus on building effects. National Environmental Research Institute, Denmark, *NERI Technical Report* No. **541**, 62 S. Zugang: http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrappporter/rappporter/FR541.pdf [23.01.2018].
- Porch W., Barr S., Clements W., Archuleta J., Fernandez A., King C., Neff W. & Hosker R., 1989. Smoke flow visualisation in a tributary of deep valley. *American Meteorological Society* **70** (1), 30–35.

- Richner B. & Schmidlin A., 1995. Mindestabstände von Tierhaltungsanlagen. Empfehlungen für neue und bestehende Betriebe. *FAT-Berichte Nr. 476*, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik Tänikon (FAT), Ettenhausen, 16 S.
- Rotach M. & Calanca P., 2003. Microclimate. In: *Encyclopaedia of Atmospheric Sciences* (Eds. J. Holton, J. Pyle & J. Curry). Elsevier, Amsterdam, 1301–1307.
- Schauberger G., Piringer M. & Petz E., 2006. Odour episodes in the vicinity of livestock buildings: A qualitative comparison of odour complaint with model calculations. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **114**, 185–194.
- Schürmann G., 2007. Inverse Ausbreitungsmodellierung zur Emissionsratenbestimmung heterogener Flächenquellen. Dissertation, Universität Augsburg, Augsburg, 104 S.
- Steiner B. & Keck M., 2015. Situationsanalyse bei Geruchsbeschwerden über Rinderställe. *Agrarforschung Schweiz* **6** (11–12), 500–507.
- Stuber A. & Leimbacher K., 1974. Geruchsemissionen aus landwirtschaftlichen Betrieben. *FAT Mitteilung* **69**, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik Tänikon (FAT), Ettenhausen, 7 S.
- VERA, 2010. Test Protocol for Air Cleaning Technologies. Version 1, Stand 17.9.2010. Verification of Environmental Technologies for Agricultural Production VERA, Denmark, Zugang: http://www.vera-verification.eu/fileadmin/download/Test_programs/Aircleaning_v2.pdf [6.12.2017].
- VDI, 2003: Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft. *VDI-Richtlinie 3787*, Verein Deutscher Ingenieure VDI, Düsseldorf, Blatt 5, 85 S.
- VDI, 2011: Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen – Haltungsverfahren und Emissionen – Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde. *VDI-Richtlinie 3894*, Verein Deutscher Ingenieure VDI, Düsseldorf, Blatt 1, 84 S.
- VDI, 2012. Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen – Methode zur Abstandsbestimmung Geruch. *VDI-Richtlinie 3894*, Verein Deutscher Ingenieure VDI, Düsseldorf, Blatt 2, 52 S.
- VLP-ASPAN 2012. Raumplanung in der Schweiz: Eine Kurzeinführung. Schweizerische Vereinigung für Landesplanung VLP-ASPAN, Bern, 9 S. http://www.vlp-aspan.ch/sites/default/files/at_de_1.pdf [11.12.2017].
- Whiteman C.D., 2000. Mountain meteorology – fundamentals and applications. Oxford University Press, New York.
- Zähler M., 2008. Abmessungen für Aufstallungssysteme. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, Ettenhausen. 4 S.

Anhang

Begriffe

Stichwort	Erläuterung
Abklingverhalten	Abnahme der Geruchsintensität durch Verdünnung mit zunehmender Distanz zur Quelle
Beurteilungsgebiet	Perimeter in der Umgebung von Geruchsquellen, der bei der Standortbewertung berücksichtigt wird
Einwirkungsbereich, Einwirkungsgebiet	Gebiet, in dem Immissionen durch Geruchsquellen zu erwarten sind
Flächenquelle	Flächen, von welchen Geruchsemissionen freigesetzt werden, z. B. bei Lauf- und Liegeflächen, Gülle- und Mistoberflächen sowie Anschnittflächen von Gärfutter
Freie Lüftung	Die freie Lüftung von Ställen erfolgt über Thermik und/oder Windanströmung; dazu gehören Varianten wie Trauf-First-Lüftung, Querlüftung, Offenfront- oder Kaminlüftung
Geruchsemission	Übertritt von Geruchsstoffen in die offene Atmosphäre
Geruchsimmission	Einwirkungen von Geruchsstoffen auf den Menschen. Sie können beschrieben werden durch die Häufigkeit, Dauer, Qualität, Intensität und hedonische Wirkung
Geruchsintensität	Stärke der Geruchsempfindung von «kein Geruch» bis «extrem starker Geruch»
Nahbereich	Entspricht dem Bereich um die Quelle(n) und nahe gelegene Gebäude sowie Hindernisse, welche die Geruchsausbreitung beeinflussen. Im Nahbereich werden die Strömungsverhältnisse und damit die Geruchsausbreitung wesentlich durch Um- und Überströmen von Gebäuden beeinflusst
Schwellwert der Geruchsintensität	Gilt als Mass für die nutzungsabhängige, zumutbare Geruchsimmission. Die Geruchsintensität nimmt mit zunehmender Distanz zur Quelle entsprechend der Abklingkurve ab
Quellstärke	In diesem Bericht als indirektes Mass für die Geruchsemission, hergeleitet aus flächen-, tierart- und systemspezifischen Einflussgrössen
Zwangslüftung	Bei zwangsbelüfteten Ställen erfolgt der Austausch von Stall- und Aussenluft mit Ventilatoren; ein Zwangslüftungssystem kann als Unter-, Über- und Gleichdrucksystem ausgeführt werden

Anlagenteile

Erläuterung der Symbole: (In den nachfolgenden Tabellen A1-A5)

- X Anlagenteile bzw. Einzelquellen sind
- in Spalte 4 mit der Fläche für die Abstandsermittlung,
 - in Spalte 5 für die Abstandsbemessung zu berücksichtigen.
- Anlagenteile werden als nicht geruchsrelevant gewertet.

Tabelle A1: Anlagenteile der Rindviehhaltung zur Ermittlung der Flächen und Bemessung

Anlagenteile		Einzelquellen	Fläche	Bemessung
Futterlager und -aufbereitung	Gärfutter	Hochsilo	–	X
		Flachsilo: Anschnittfläche in der grössten Ausdehnung	X	X
		Siloballen, -schlauch	–	(X) ^a
	Flüssigfutter	Flüssigfutter Kälbermast	X	X
	Frischgemüse, Obst	Karotten, Kartoffeln, Futterrüben, Obst	–	–
	Trockenfutter	Heulager	–	– ^b
		Kraftfutterlager	–	– ^b
Futterzubereitung	stationäre Mischanlage für Gärfutter	X	X	
Einstreulager		Getreide-, Rapsstroh, Strohwürfel, Sägemehl, Sand u. ä.	–	– ^b
		Kompost, Feststoffe von separierter Gülle	X	X
Stallanlage	Futternorlage	Futterkrippe, -tröge: mit Gärfutter	X	X
		Futtertisch, -krippe, -tröge: ohne Gärfutter	–	X
		Abrufstation	–	X
		Selbstfütterung Flachsilo oder Raufe, falls Gärfutter	X	X
	Anbindestall	Läger	X	X
		Kotgraben	X	X
		Schwemmkanal	X	X
	Laufstall Liegeflächen	Tiefstreue, Tretmist, Kompost, Igluhaltung	X	X
		Hoch-, Tiefboxen	X	X
		Liegeflächen perforiert	X	X
	Laufflächen	Laufflächen planbefestigt	X	X
		Laufflächen perforiert	X	X
	Bereich aussen	Laufhof planbefestigt	X	X
		Laufhof perforiert	X	X
	Stall	Stallgang	–	X
		Abkalbebereich, Krankenbucht	X	X
	Melken	automatisches Melksystem	X	X
Melkstand		–	X	
Warteraum separat		–	X	
Übrige Bereiche	Gülle-, Querkanäle offen bzw. mit perforierter Abdeckung	X	X	
	Weideauslauf mit Grasbewuchs	–	–	
	Lunge für Gärfuttersilos	–	–	
	Raum mit Milchtank	–	–	
	Büro, Technik- und Geräteräume	–	– ^b	
Hofdünger- lager	flüssig	offenes Lager für Gülle sowie Dünngülle aus Separierung	X	X
		abgedecktes Lager für Gülle sowie Dünngülle	–	X
		Entlüftungsöffnung bei abgedecktem Güllelager	X	X ^c
	fest	Festmistlager	X	X
		Lager für Feststoffe aus Separierung	X	X

^a Falls stationäre Lagerorte und/oder angebrochene Ballen.

^b Solche Bereiche sind bei der Bemessung zu berücksichtigen, sofern sie sich in gemeinsamen, nicht abgetrennten Räumen befinden.

^c Bemessung erfolgt ab dem Rand des Güllelagers.

Tabelle A2: Anlagenteile der Schweinehaltung zur Ermittlung der Flächen und Bemessung

Anlagenteile		Einzelquellen	Fläche	Bemessung
Futterlager und -aufbereitung	Gärfutter	Hochsilo	–	X
		Flachsilo: Anschnittfläche in der grössten Ausdehnung	X	X
		Siloballen, -schlauch	–	(X) ^a
	Flüssigfutter, Nebenprodukte	geschlossene Tanks	–	–
	Frischgemüse, Obst	Karotten, Kartoffeln, Futterrüben, Obst	–	–
	Trockenfutter	Futtersilos für Getreide	–	– ^b
	Futterzubereitung	Futterküche	–	X
Einstreulager		Getreidestroh, Strohwürfel, Sägemehl u. ä.	–	–
		Kompost, Feststoffe aus separierter Gülle	X	X
Stallanlage	Futternvorlage	Futtertröge und -raufen	X	X
		Abruffütterung, Automaten	X	X
		Bereich mit Tiefstreu	X	X
	Stallbereich innen	Bereich lose eingestreut	X	X
		Bereich planbefestigt	X	X
		Bereich perforiert	X	X
	Stallbereich aussen	Auslauf planbefestigt	X	X
		Auslauf perforiert	X	X
	Stall	Stallgang	–	X
Tierbehandlung	Deckzentrum, Tierbehandlung	X	X	
Übrige Bereiche		Güllekanäle mit perforierter Abdeckung	X	X
		Büro, Technik- und Geräteräume	–	– ^b
Hofdünger- lager	flüssig	offenes Lager für Gülle sowie Dünggülle aus Separierung	X	X
		abgedecktes Lager für Gülle sowie Dünggülle	–	X
		Entlüftungsöffnung bei abgedecktem Güllelager	X	X ^c
	fest	Festmistlager	X	X
		Lager für Feststoffe aus Separierung	X	X

^a Falls stationäre Lagerorte und/oder angebrochene Ballen.

^b Solche Bereiche sind bei der Bemessung zu berücksichtigen, sofern sie sich in gemeinsamen, nicht abgetrennten Räumen befinden.

^c Bemessung erfolgt ab dem Rand des Güllelagers.

Tabelle A3: Anlagenteile der Geflügelhaltung zur Ermittlung der Flächen und Bemessung

Anlagenteile		Einzelquellen	Fläche	Bemessung
Futterlager	Trockenfutter	Futtersilo	–	– ^a
Einstreulager		Getreidestroh, Strohwürfel, Hobelspäne u. ä.	–	–
Stallanlage	Stallbereich innen	Stallgang	–	X
		Stallgrundfläche zuzüglich erhöhte Kotbandflächen	X	X
	Stallbereich aussen	Aussenklimabereich (AKB), überdacht, eingestreut	X	X
		Allwetterauslauf Kies, Holzschnitzel	X	X
Übrige Bereiche		Weideauslauf mit Grasbewuchs	–	–
		Büro, Technik- und Geräteräume	–	– ^a
		Eiersortierraum	–	–
Hofdüngerlager	flüssig	offenes Lager für Gülle sowie Dünngülle aus Separierung	X	X
		abgedecktes Lager für Gülle sowie Dünngülle	–	X
		Entlüftungsöffnung bei abgedecktem Güllelager	X	X ^b
	fest	Kotlager	X	X

^a Solche Bereiche sind bei der Bemessung zu berücksichtigen, sofern sie sich in gemeinsamen, nicht abgetrennten Räumen befinden.

^b Bemessung erfolgt ab dem Rand des Güllelagers.

Tabelle A4: Anlagenteile der Pferdehaltung zur Ermittlung der Flächen und Bemessung

Anlagenteile		Einzelquellen	Fläche	Bemessung
Futterlager	Gärfutter	Hochsilo	–	X
		Flachsilo: Anschnittfläche in der grössten Ausdehnung	X	X
		Siloballen, -schlauch	–	(X) ^a
	Trockenfutter	Heu-, Krafftutterlager	–	– ^d
Einstreulager		Getreide-, Rapsstroh, Strohwürfel, Sägemehl u. ä.	–	–
Stallanlage	Futternorlage	Fressstände	X	X
		Einzelbox lose eingestreut oder Tiefstreue	X	X
	Liegeflächen, Laufflächen	Gruppenhaltung: Liegefläche lose eingestreut oder Tiefstreue	X	X
		Laufflächen	X	X
		Stallgang	–	X
	Allwetterauslauf	Auslauf, mit weicher Tretschicht, auch kombiniert mit Reitplatz	X ^b	X ^b
Auslauf mit harter Tretschicht		X ^b	X ^b	
Übrige Bereiche		Weide mit Grasbewuchs	–	–
		Reitplatz, -halle	–	–
		Führanlage ^c , Longierzirkel	–	–
		Duschplatz, Putz-/Schmiedeplatz, Solarium	–	(X) ^c
		Geräte- und Sattelkammer	–	–
Hofdüngerlager	flüssig	offenes Lager für Gülle sowie Dünngülle aus Separierung	X	X
		abgedecktes Lager für Gülle sowie Dünngülle	–	X
		Entlüftungsöffnung bei abgedecktem Güllelager	X	X ^e
	fest	Festmistlager	X	X

^a Falls stationäre Lagerorte und/oder angebrochene Ballen.

^b Die Auslaufläche pro Tier geht mit den Mindestanforderungen gemäss Tierschutzverordnung TSchV vom 23. April 2008 (Stand am 1.5.2017), SR 455.1, in die Abstandsberechnung ein; darüber hinausgehende Flächen führen zu keiner weiteren Abstandserhöhung, werden jedoch bei der Abstandsbemessung berücksichtigt.

^c Einbezug je nach Nutzungshäufigkeit, Grösse und Standort angezeigt.

^d Solche Bereiche sind bei der Bemessung zu berücksichtigen, sofern sie sich in gemeinsamen, nicht abgetrennten Räumen befinden.

^e Bemessung erfolgt ab dem Rand des Güllelagers.

Tabelle A5: Anlagenteile bei Biogasanlagen zur Ermittlung der Flächen und Bemessung

Anlagenteile		Einzelquellen	Fläche	Bemessung
Substratlager / -aufbereitung		Substrate inklusive deren Aufbereitung	X	X
Substratvorlage		Vorlagebehälter	–	X
		Beschickungsvorrichtung	–	X
Übrige Bereiche		Blockheizkraftwerk (BHKW)	–	X
		Gasfackel o. ä.	–	X
		Technik- und Geräteräume	–	–
Fermenter, Güllelager, Gärrestlager	flüssig	Vorgrube	X	X
		Gärbehälter, Fermenter, Gasspeicher, Überdruckventil	–	X
		Nachgärer	–	X
		Behälter für Gülle, Gärgülle sowie Dünngülle aus Separierung	X	X
	fest	Gärrestlager resp. Feststoffe aus Separierung	X	X
		Aufbereitung von Feststoffen	X	X

Tierart- und systemspezifische Faktoren

Tabelle A6: Übersicht zu den tierart- und systemspezifischen Faktoren zur Gewichtung der einzelnen Geruchsquellen

Faktor und Bereich	
f_{BGA}	Faktor für den nicht flächenbezogenen Teil der Biogasanlage
f_{LM}	Tierart- bzw. lebendmassespezifischer Faktor
$f_{Si,R}$	Rationsspezifischer Faktor (Vorlage der Gärfuttermation)
f_{Tier}	Tierart- bzw. systemspezifischer Faktor
f_{WQ}	Von der Art der Lagerung von Gärfutter, Hofdünger, Substrat und Gärrest abhängiger Faktor

Bereich	Beschreibung	Spezifischer Faktor
Tierart, -kategorie und Haltungssystem		f_{Tier}
Rind: alle Kategorien	- Anbindehaltung - Laufstall ohne Laufhof - Laufstall mit Laufhof, Igluhaltung	0,20 0,10 0,15
Schwein Mast und Remonten	- Einraum-Tiefstreusystem, ohne weitere Flächen - Zwangslüftung, Abluftführung über Dach, ohne bzw. mit Auslauf - freie Lüftung, Abluftführung nicht über Dach, ohne bzw. mit Auslauf	0,40 1,00 1,20
Galt- und Deckbereich, auch mit Zuchteber	- Zwangslüftung, Abluftführung über Dach, ohne bzw. mit Auslauf - freie Lüftung, Abluftführung nicht über Dach, ohne bzw. mit Auslauf	0,50 0,60
Abferkelbereich: säugende Zuchtsauen inkl. Saugferkel	- Zwangslüftung, Abluftführung über Dach, ohne bzw. mit Auslauf - freie Lüftung, Abluftführung nicht über Dach, ohne bzw. mit Auslauf	0,20 0,25
Ferkelaufzucht: abgesetzte Ferkel	- Einraum-Tiefstreusystem, ohne weitere Flächen - Zwangslüftung, Abluftführung über Dach, ohne bzw. mit Auslauf - freie Lüftung, Abluftführung nicht über Dach, ohne bzw. mit Auslauf	0,30 0,80 1,00
Geflügel		
Legehennen	Aufzucht-, Mast-, Elterntiere	0,50
Mastpoulets	Aufzucht-, Mast-, Elterntiere	0,55
Truten	Aufzucht-, Mast-, Elterntiere	0,30
Pferd	alle Kategorien	0,02
Schaf	Aufzucht-, Mast-, Muttertiere, Milchschafe	0,23
Ziege	Aufzucht-, Mast-, Muttertiere, Milchziegen	0,24
Kaninchen	Mast, Aufzucht	0,08
Vorlage der Gärfuttermation		$f_{Si,R}$
Futtermaterial	Rationen mit Gärfutter im Trog und auf dem Futtertisch	1,00
Lager von Gärfutter, Hofdünger, Substrat und Gärrest		f_{WQ}
Futterlager	Anschnittflächen bei Gärfutter im Lager	1,00
Hofdünger	- Rindergülle	0,20
	- Gülle von den weiteren Tierarten bzw. Mischgülle	1,00
	- Festmist von Pferden	0,20
	- Festmist bzw. Gemisch von verschiedenen Tierarten	1,00
	- separierte Feststoffe	1,00
Biogasanlage	Lager von Substraten und Gärrest	1,00
Biogasanlage		f_{BGA}
	Anlagenteil – nicht flächenbezogen	1200



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope