



Untersuchungen zur Gebäudeberücksichtigung in der Ausbreitungsrechnung nach TA Luft

LANUV-Fachbericht 138

Inhalt

1	Einleitung.....	2
2	Vorgehensweise	3
2.1	Angesetzte Gebäudekonstellationen	5
3	Ergebnisse: Vergleich mit dem prognostischen Windfeldmodell	6
4	Vorschlag für mögliche Ersatzansätze für prognostisches Windfeldmodell	9
5	Weitere Vergleichsrechnungen.....	11
6	Ergebnisse: Vergleich mit dem diagnostischen Windfeldmodell.....	14
7	Fazit für den Bereich außerhalb des unmittelbaren Einflussbereichs der Gebäude	20
8	Zusammenfassung	21
9	Literatur	21
	Abbildungsverzeichnis.....	22

1 Einleitung

Gebäude sind Strömungshindernisse, die die Ausbreitung von Luftschadstoffen beeinflussen. Der Einfluss von Gebäuden auf die Ausbreitung ist daher bei der Ausbreitungsrechnung nach TA Luft zu betrachten. In Nr. 11 Anhang 2 TA Luft werden Vorgaben zur Berücksichtigung der Gebäudeeinflüsse getroffen. Liegt die Quellmündung in ausreichender Höhe über den Gebäuden (1,7-fache Gebäudehöhe) ist die Berücksichtigung über Rauigkeitslänge und Verdrängungshöhe ausreichend. Bei niedrigeren Quellhöhen ist dies nicht ausreichend. In solchen Fällen fordert die TA Luft für die Berücksichtigung der Gebäudeeinflüsse die Verwendung eines Windfeldmodells. Welches Windfeldmodell angewendet werden kann, hängt dabei von der Lage der relevanten Aufpunkte ab. Liegen die relevanten Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereichs der quellnahen Gebäude, kann ein diagnostisches Windfeldmodell verwendet werden. Ansonsten ist der Einsatz eines prognostischen Windfeldmodells zu prüfen. Je nach Situation kann dies zu einem erheblichen Mehraufwand führen. Es stellen sich daher zwei Fragen:

1. Kann anstelle der Verwendung des prognostischen Windfeldmodells die Immissionssituation für Aufpunkte im unmittelbaren Einflussbereich der quellnahen Gebäude durch Ersatzansätze ausreichend konservativ abgebildet werden?
2. Kann anstelle der Verwendung des diagnostischen Windfeldmodells für Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereichs der quellnahen Gebäude die Immissionssituation durch geeignete Ersatzansätze ausreichend konservativ abgebildet werden?

Die Frage 2 ist vor allem für Geruch interessant. Wird für Geruch die Vorbelastung und die Gesamtbelastung mittels Ausbreitungsrechnung ermittelt, müssen, gerade in landwirtschaftlich geprägten Regionen, oft auch Quellen in größerer Entfernung von der Anlage berücksichtigt werden. Dabei ist es möglich, dass streng nach TA Luft für alle diese Quellen Gebäudeeinflüsse zu berücksichtigen sind. In einem solchen Fall ist die Verwendung eines Windfeldmodells für die Gebäudeberücksichtigung bereits aus rechentechnischen Gründen schwierig bis unmöglich. Daher hat das LANUV für den Bereich typischer Tierhaltungsbetriebe zu diesen Fragen Untersuchungen durchgeführt. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in diesem Bericht dargestellt.

2 Vorgehensweise

Für die Untersuchungen wurden drei Gebäudekonstellationen definiert (Fall A, B und C), für die jeweils Vergleichsrechnungen mit AUSTAL durchgeführt wurden. Als prognostisches Windfeldmodell wurde das Modell MISKAM verwendet. Bei der Auswertung ist für Frage 1 die Ausbreitungsrechnung mit dem prognostischen Windfeldmodell die Referenzsimulation, für Frage 2 ist die Ausbreitungsrechnung mit dem diagnostischen Windfeldmodell die Referenzsimulation. Der betrachtete Auswertebereich für Frage 1 ist der unmittelbare Einflussbereich der quellenahen Gebäude. Für Frage 2 ist der Auswertebereich der Bereich außerhalb des unmittelbaren Einflussbereichs der quellenahen Gebäude.

Für die Untersuchung in Bezug auf das prognostische Windfeldmodell (Frage 1) wird der Stoff Ammoniak, angesetzt als Einheitsemission (1 g/s), betrachtet. Zusätzlich werden für eine Gebäudekonstellation (Fall A) Vergleichsrechnungen durchgeführt und ausgewertet (andere Meteorologie, Stoffe Geruch und PM₁₀), um zu prüfen, ob sich dies relevant auf das Fazit auswirkt. Für Frage 2 werden die Stoffe Geruch und Ammoniak betrachtet.

Als Ersatzquellen werden vertikal ausgedehnte Quellen angesetzt. Diese werden zum einen vom Erdboden bis zur Quellhöhe, zum anderen von halber Quellhöhe bis Quellhöhe modelliert. Diese Ansätze entsprechen Empfehlungen im Rahmen der TA Luft 2002.

Für die Auswertung wird die Differenz zwischen Referenzsimulation und Ersatzansatz dargestellt. Wenn die Differenz negativ ist, d. h., mit dem Ersatzansatz höhere Immissionswerte prognostiziert werden als durch die Referenzsimulation, kann der Ersatzansatz als konservativ eingestuft werden. Auch wenn die Differenz nur an einzelnen Punkten leicht über Null liegt, kann der Ersatzansatz in der Regel als ausreichend konservativ eingestuft werden.

Strenggenommen müsste für die Auswertung für jede Gitterzelle geprüft werden, ob diese im unmittelbaren Einflussbereich der quellenahen Gebäude liegt. Vereinfacht wurde die maximale Ausdehnung der Rezirkulationszone der jeweiligen Gebäude ermittelt und in erster Näherung dieser Bereich als Einflussbereich betrachtet. Für den Vergleich mit prognostischem Windfeldmodell werden die Gitterpunkte innerhalb dieses Bereichs betrachtet, für den Vergleich mit dem diagnostischen Windfeldmodell die Gitterpunkte außerhalb dieses Bereichs.

Tabelle 1: Zusammenfassung der für die Ausbreitungsrechnungen angesetzten Eingabedaten

Modell	AUSTAL3, Version 3.1.2
Meteorologie	Typische Station Münsterland Niederschlagsdaten UBA für einen Standort im Münsterland ergänzende Vergleichsrechnung: andere Meteorologie
Rauhigkeitslänge	0,2 m (Fall A) bzw. 0,1 m (Fall B, Fall C)
Maschenweite des prognostischen Windfeldmodells und der dazugehörigen Vergleichsrechnungen	4 m (Fall A, Fall B) bzw. 2 m (Fall C)
Maschenweite des diagnostischen Windfeldmodells und der dazugehörigen Vergleichsrechnungen	geschachteltes Gitter mit Maschenweiten von 4 m bis 64 m
Emission	Einheitsemission NH ₃ – Differenzbetrachtung keine Aussage über absolute Belastung ergänzende Vergleichsrechnung: Betrachtung der Stoffe PM ₁₀ und Geruch
Gebäudeberücksichtigung	prognostisches Windfeldmodell diagnostisches Windfeldmodell vertikale Ersatzquellen
Quellen	Kamine auf Gebäude Auslauffläche vor Gebäude
Quellhöhen	Quellhöhen je nach Quelle und untersuchtem Fall bodennah bis etwa 13 m je nach Quelle und Fall angesetzt als Punktquelle, vertikale Linienquelle oder Volumenquelle

2.1 Angesezte Gebäudekonstellationen

Die angesetzten Gebäudekonstellationen sind so gewählt, dass sie für Tierhaltungsbetriebe typisch sein sollten. Die im Modell angesetzten (aufgerasterten) Gebäudehöhen liegen dementsprechend bei Höhen von 6 bis 9 m.

Fall A stellt eine vereinfachte Konstellation dar mit zwei gleichen Stallgebäuden. Fall B und Fall C sind an reale Konstellationen angelehnt. Die jeweiligen Gebäudekonstellationen sind in Abbildung 1 und Abbildung 2 dargestellt.

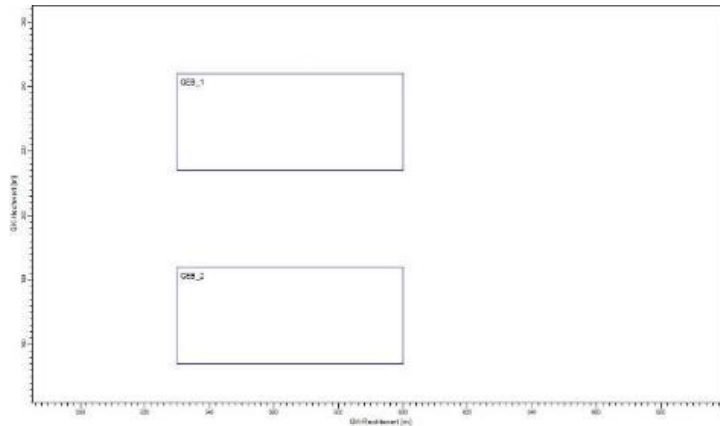


Abbildung 1: Gebäudekonstellation für den vereinfachten Fall A, zwei identische Stallgebäude mit einer Ausdehnung von 30 m x 70 m und einer aufgerasterten Höhe von 6 m. Der Abstand zwischen den Gebäuden beträgt 30 m.

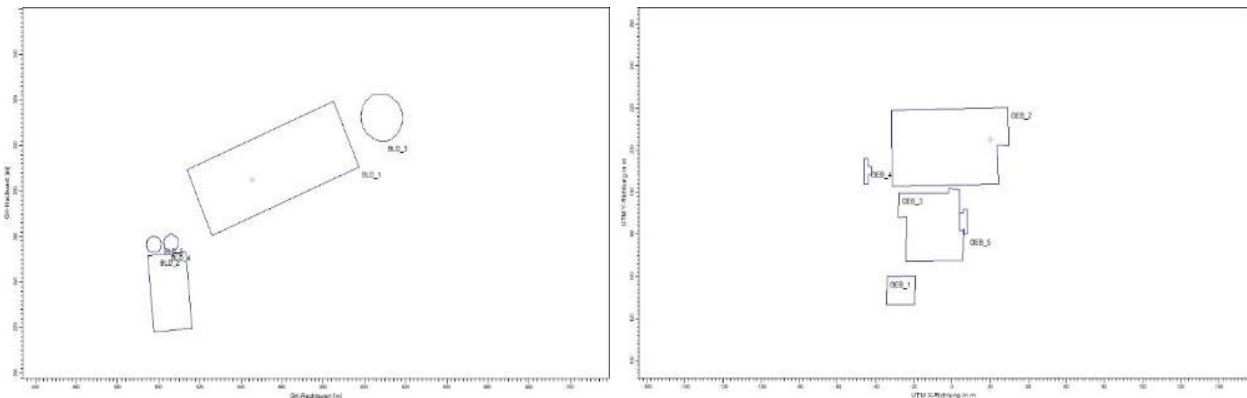


Abbildung 2: Gebäudekonstellationen für Fall B (links) und Fall C (rechts). Beide Fälle basieren auf realen Gebäudekonstellationen. Die Gebäudehöhen bei Fall B liegen zwischen 6 und 9 m, bei Fall C zwischen 3 m und 12 m.

3 Ergebnisse: Vergleich mit dem prognostischen Windfeldmodell

Aufgrund der Vielzahl der für diese Untersuchung betrachteten Fällen wird für den Vergleich mit dem prognostischen Windfeldmodell exemplarisch der vereinfachte Fall A einer Konstellation zweier identischer Stallgebäude für den Stoff Ammoniak gezeigt.

Die Auswertungen dieser Simulationen ergeben, dass für die Aufpunkte im unmittelbaren Einflussbereich der quellenahen Gebäude die bisherigen Ersatzansätze nicht in jedem Fall konservativ sind. D. h., mit dem Ersatzansatz werden unter bestimmten Bedingungen niedrigere Immissionswerte prognostiziert als durch die Referenzsimulation. Daraus ergibt sich für die Subtraktion beider Simulationen eine positive Differenz. In den nachfolgenden Abbildungen sind diese Werte stets in Blautönen dargestellt. Die Lage der jeweiligen Quellen und des Bezugspunkts des Rechengitters sind in den Abbildungen mit einem Symbol markiert.

Insbesondere zeigt sich eine Abhängigkeit von der Quellposition in Bezug auf die Gebäude. Liegt die Quelle mittig auf dem Gebäude, sind die bei auf Basis der TA Luft 2002 vorgeschlagenen Ersatzquellenansätze (diagnostisches Windfeldmodell, vertikale Ersatzquellen) in der Regel konservativ. Liegt die Quelle dagegen zum Gebäuderand verschoben oder neben dem Gebäude, sind die Ersatzansätze nicht mehr pauschal konservativ.

Beispielhaft ist dies für den Fall A in Abbildung 3 bis Abbildung 5 für den Stoff Ammoniak und zwei verschiedene Quellhöhen dargestellt. Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen den Fall einer Quellhöhe von mehr als der 1,2-fachen Gebäudehöhe, Abbildung 5 den Fall einer Quellhöhe von weniger als der 1,2-fachen Gebäudehöhe.

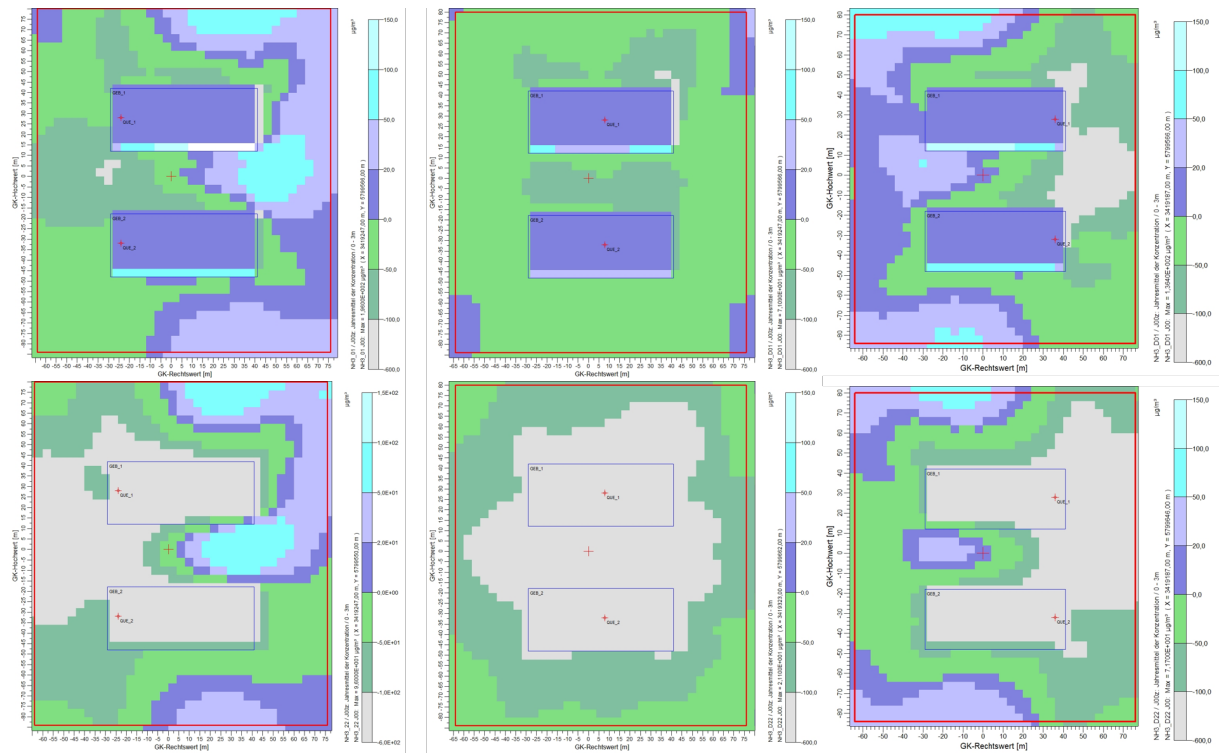


Abbildung 3: Fall A, Einzelkamin 10,0 m Höhe (> 1,2-fache Gebäudehöhe mit Position westlich (links), mittig (Mitte) oder östlich (rechts) auf dem Gebäude. Oben: Differenz Prognostisch minus diagnostisch; Unten: prognostisch minus Ersatzquelle halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

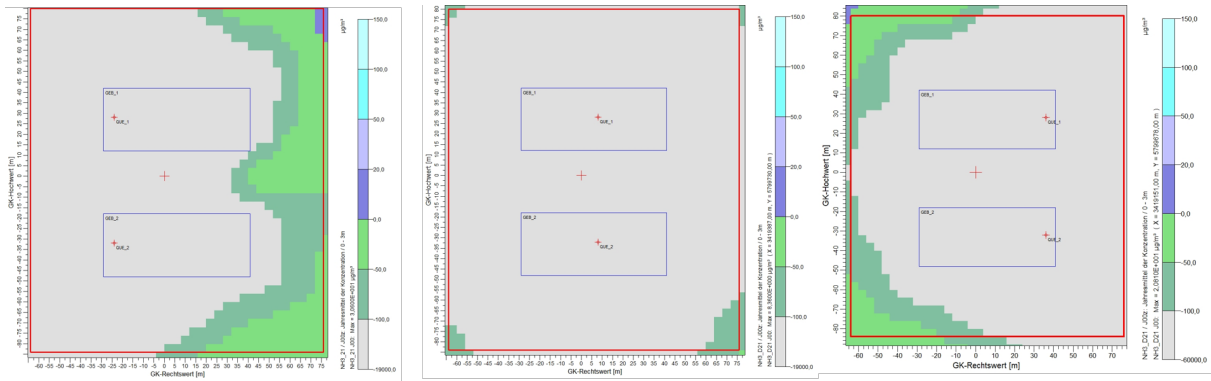


Abbildung 4: Fall A, Einzelkamin 10,0 m Höhe ($> 1,2$ -fache Gebäudehöhe) mit Position westlich (links), mittig (Mitte) oder östlich (rechts) auf dem Gebäude. prognostisch minus Ersatzquelle Erdboden bis Quellhöhe

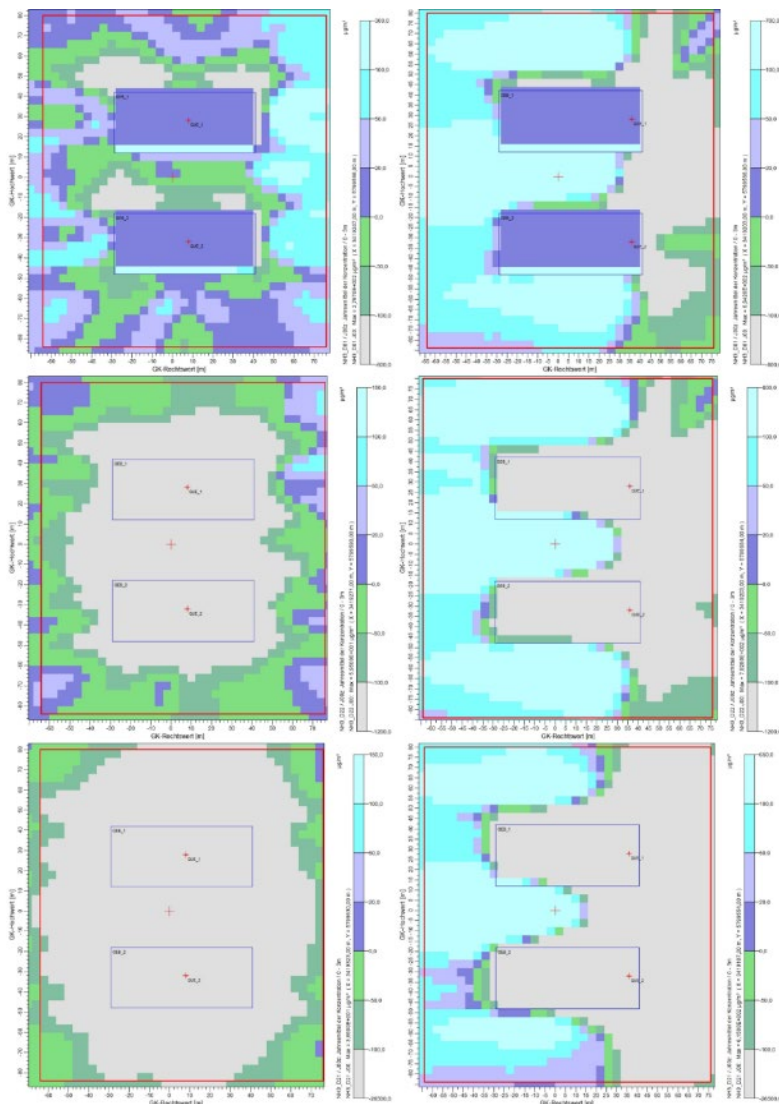


Abbildung 5: Fall A, Einzelkamin 7,1 m Höhe ($< 1,2$ -fache Gebäudehöhe) mit Position mittig (links) bzw. östlich (rechts) auf dem Gebäude
 Oben: Differenz Prognostisch minus diagnostisch
 Mitte: prognostisch minus Ersatzquelle halbe Quellhöhe bis Quellhöhe
 Unten: prognostisch minus Ersatzquelle Erdboden bis Quellhöhe

Während im Fall der Quelhöhe $> 1,2$ -facher Gebäudehöhe der Ansatz einer vertikalen Ersatzquelle von Erdboden bis Quelhöhe im betrachteten Bereich konservativ ist (Abbildung 4 unten: Differenz kleiner Null, d. h. die Ergebnisse mit Ersatzquelle sind größer als die Ergebnisse mit prognostischem Windfeldmodell), ist bei einer Quelhöhe $\leq 1,2$ -facher Gebäudehöhe auch bei Ansatz einer Ersatzquelle von Erdboden bis Quelhöhe (Abbildung 5) die Differenz größer Null, so dass in diesen Bereichen die Ersatzquelle nicht konservativ ist.

Für den Fall einer einzelnen Quelle mit einer Quelhöhe von weniger als dem 1,2-fachen der Gebäudehöhe zwischen den beiden Gebäuden (Abbildung 6) ergeben sich Bereiche mit einer Differenz größer Null, d. h., keine geeigneten Ersatzquellenansätze. Bei einer Quelhöhe von mehr als dem 1,2-fachen der Gebäudehöhe ist eine Ersatzquelle von Erdboden bis Quelhöhe konservativ (nicht gezeigt).

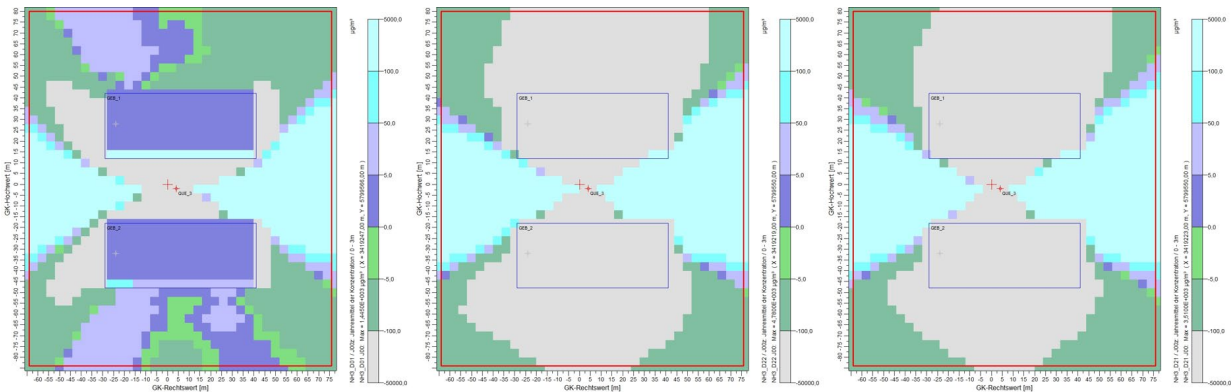


Abbildung 6: Fall A, Quelle 3 m Höhe zwischen den beiden Gebäuden.
 Links: Differenz Prognostisch minus diagnostisch
 Mitte: prognostisch minus Ersatzquelle Erdboden bis Quelhöhe
 Rechts: prognostisch minus Ersatzquelle halbe Quelhöhe bis Quelhöhe

4 Vorschlag für mögliche Ersatzansätze für prognostisches Windfeldmodell

Aus den vorhergehend dargestellten Ergebnissen wird ein Vorschlag für mögliche Ersatzansätze für ein prognostisches Windfeldmodell abgeleitet.

Wenn relevante Aufpunkte innerhalb der Einflussbereiche quellnaher Gebäude ausgewertet werden sollen, kann aus Sicht des LANUV für typische landwirtschaftliche Anlagen in der Regel folgende Empfehlung für vereinfachte Ansätze gegeben werden:

- Bei Ableitung mittig auf einem Gebäude:
 - Bei Quellhöhen größer als 1,2-fache Gebäudehöhe:
Verwendung eines diagnostischen Windfeldmodells oder Ansatz einer vertikalen Ersatzquelle von halber Quellhöhe bis Quellhöhe
 - Bei Quellhöhen bis 1,2-fache Gebäudehöhe:
Ansatz einer vertikalen Ersatzquelle von Erdboden bis Quellhöhe
- Bei Ableitung am Rand eines Gebäudes, auch bei mehreren Quellen, die zumindest zum Teil an den Rändern eines Gebäudes liegen:
 - Bei Quellhöhen größer als 1,2-fache Gebäudehöhe:
 - Für Aufpunkte auf der Gebäudeseite, an der die Quelle liegt:
diagnostisches Windfeldmodell oder Ansatz einer vertikalen Ersatzquelle von halber Quellhöhe bis Quellhöhe
 - Für alle anderen Aufpunkte:
Ansatz einer vertikalen Ersatzquelle von Erdboden bis Quellhöhe
 - Bei Quellhöhe bis 1,2-fache Gebäudehöhe:
 - Für Aufpunkte auf der Gebäudeseite, an der die Quelle liegt:
Ansatz einer vertikalen Ersatzquelle von halber Quellhöhe bis Quellhöhe
 - Für alle anderen Aufpunkte: keine sinnvolle Ersatzquelle bekannt
- Bei Ableitung neben einem Gebäude und Quellhöhe von mehr als der 1,2-fachen Gebäudehöhe:
 - Ansatz einer vertikalen Ersatzquelle von Erdboden bis Quellhöhe
- Bei Ableitung neben einem Gebäude und Quellhöhe kleiner gleich der 1,2-fachen Gebäudehöhe:
 - keine sinnvolle Ersatzquelle bekannt

In allen Fällen ist aufgrund der Ableitung innerhalb der Rezirkulationszonen der Gebäude nicht von einer freien Abströmung auszugehen. Daher ist ohne Ansatz einer Überhöhung zu rechnen. Ein Flusschema zur vorgeschlagenen Vorgehensweise ist in Abbildung 7 dargestellt.

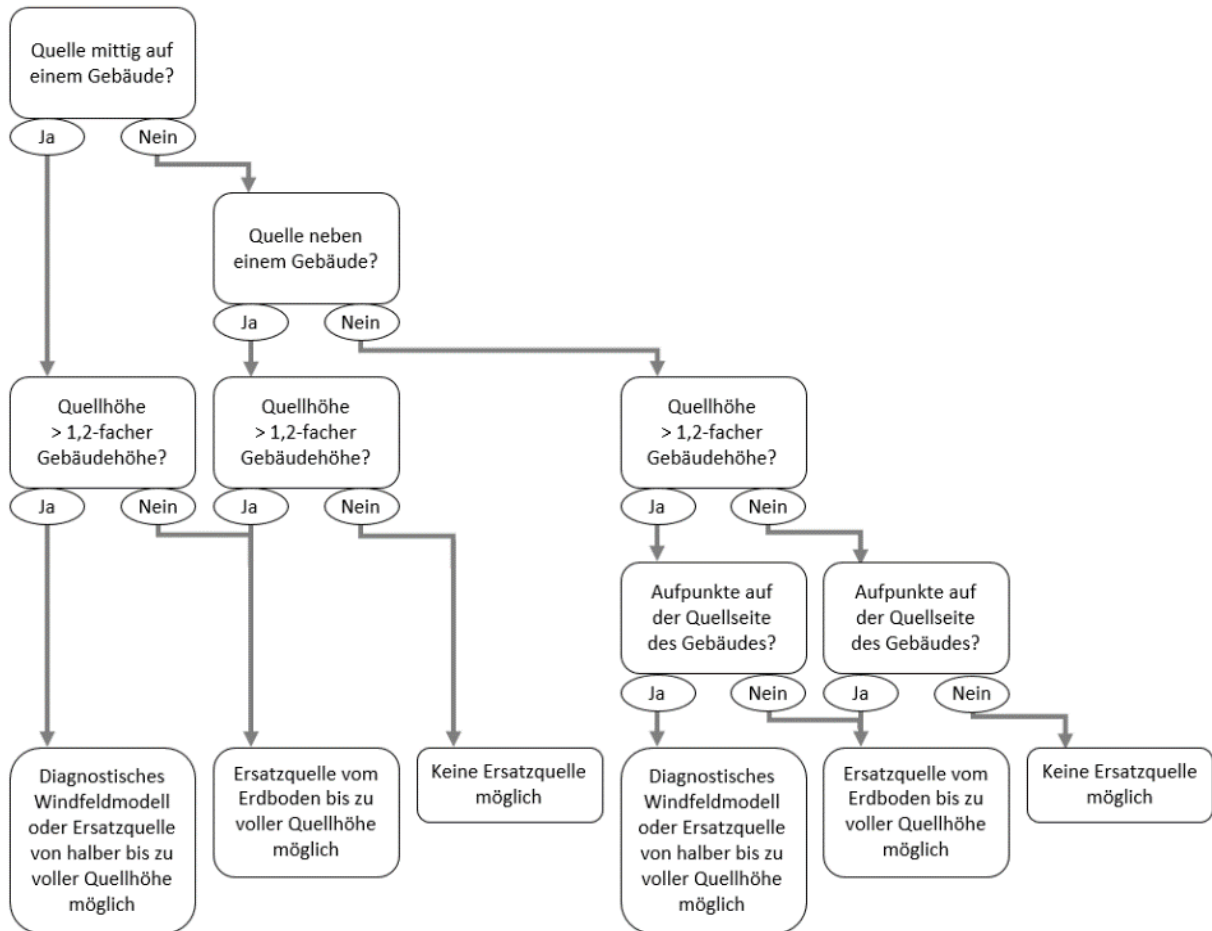


Abbildung 7: Schema für mögliche Ersatzquellenansätze im Einflussbereich quellnaher Gebäude in Abhängigkeit von der Quellposition für Quell- und Gebäudekonstellationen im Bereich Tierhaltungsanlagen.

5 Weitere Vergleichsrechnungen

Zusätzlich zu den oben dargestellten Untersuchungen wurden Vergleichsrechnungen durchgeführt, um zu prüfen, wie sich verschiedene Parameter auswirken. Dabei wurden folgende Parameter variiert:

1. Meteorologie: Andere Station ohne Niederschlag (Abbildung 8)
2. Stoffe PM₁₀ (Abbildung 9) bzw. Geruch (Abbildung 10) statt NH₃
3. Auswertung Ammoniakdeposition (Abbildung 11)

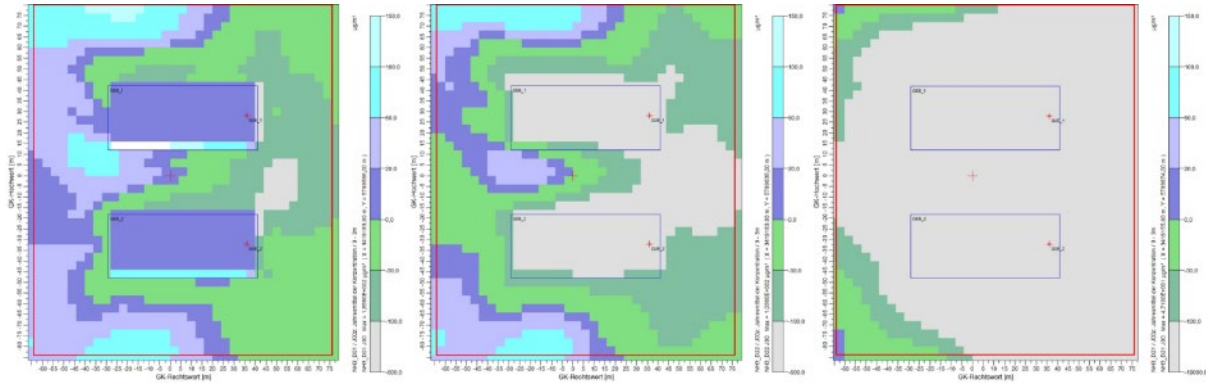


Abbildung 8: Berechnung mit anderer Meteorologie für Fall A
 Einzelkamin 10 m Höhe östlich auf dem Gebäude
 Links: Differenz Prognostisch minus diagnostisch
 Mitte: prognostisch minus Ersatzquelle halbe Quellhöhe bis Quellhöhe
 Rechts: prognostisch minus Ersatzquelle Erdboden bis Quellhöhe

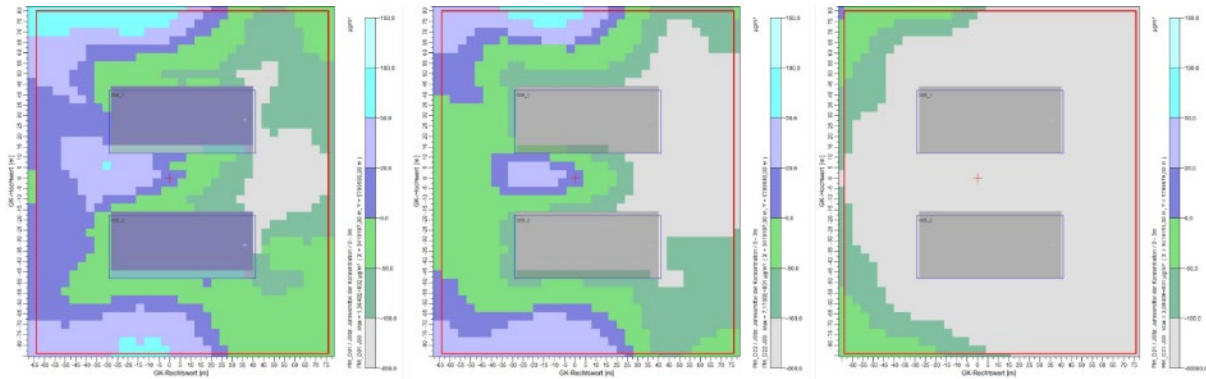


Abbildung 9: Berechnung PM₁₀ für Fall A
 Einzelkamin 10 m Höhe östlich auf dem Gebäude
 Links: Differenz Prognostisch minus diagnostisch
 Mitte: prognostisch minus Ersatzquelle halbe Quellhöhe bis Quellhöhe
 Rechts: prognostisch minus Ersatzquelle Erdboden bis Quellhöhe

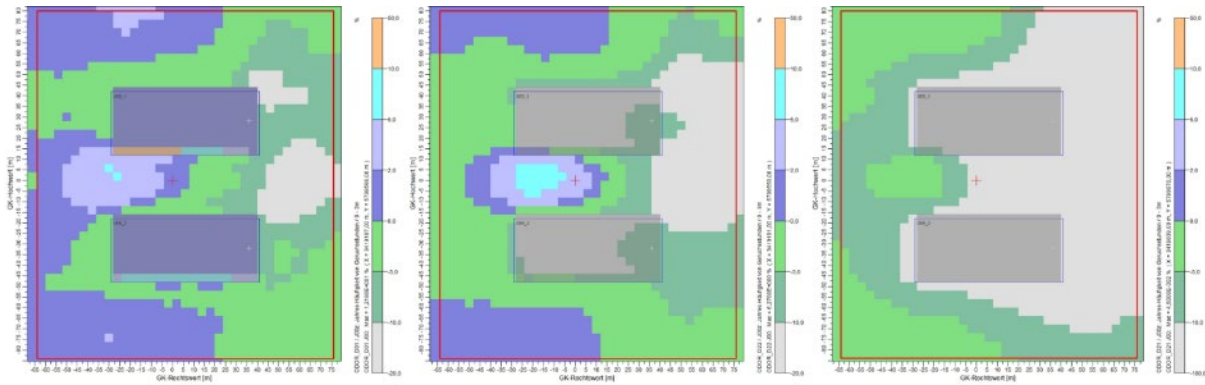


Abbildung 10: Berechnung Geruch für Fall A
 Einzelkamin 10 m Höhe östlich auf dem Gebäude
 Links: Differenz Prognostisch minus diagnostisch
 Mitte: prognostisch minus Ersatzquelle halbe Quellhöhe bis Quellhöhe
 Rechts: prognostisch minus Ersatzquelle Erdboden bis Quellhöhe

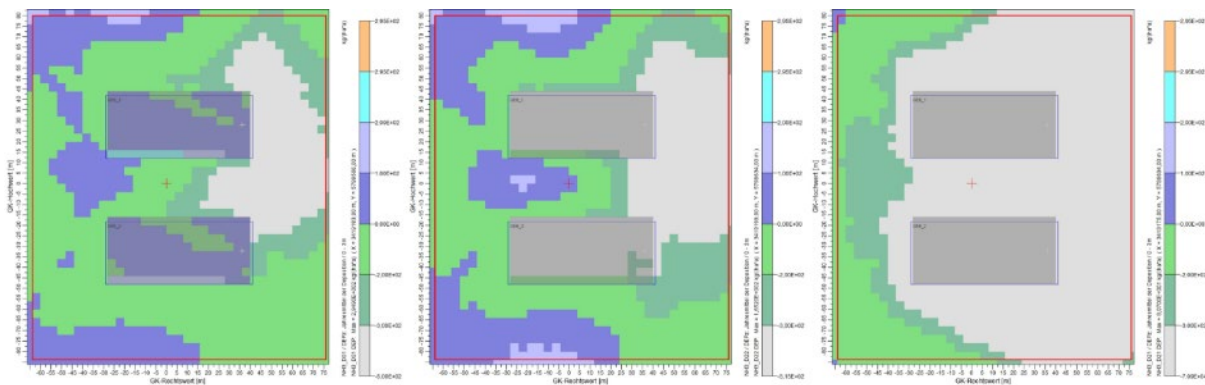


Abbildung 11: Auswertung Ammoniakdeposition für Fall A
 Einzelkamin 10 m Höhe östlich auf dem Gebäude
 Links: Differenz Prognostisch minus diagnostisch
 Mitte: prognostisch minus Ersatzquelle halbe Quellhöhe bis Quellhöhe
 Rechts: prognostisch minus Ersatzquelle Erdboden bis Quellhöhe

Es zeigt sich, dass je nach Stoff und je nach Meteorologie Unterschiede im Detail auftreten. Die grundsätzlichen Erkenntnisse in Bezug auf die Anwendbarkeit von Ersatzquellen für den Bereich außerhalb des formalen Anwendungsbereichs des diagnostischen Windfeldmodells sind jedoch unverändert. Ähnlich verhält es sich bei den übrigen Gebäudekonstellationen. Auch hier sind die Ergebnisse nicht identisch zu dem vereinfachten Fall, führen aber gleichfalls zu keiner grundlegend anderen Aussage. Als Beispiel sind in Abbildung 12 und Abbildung 13 die Ergebnisse für den Fall B und den Fall C bei einer Quellhöhe von weniger als der 1,2-fachen Gebäudehöhe gezeigt.

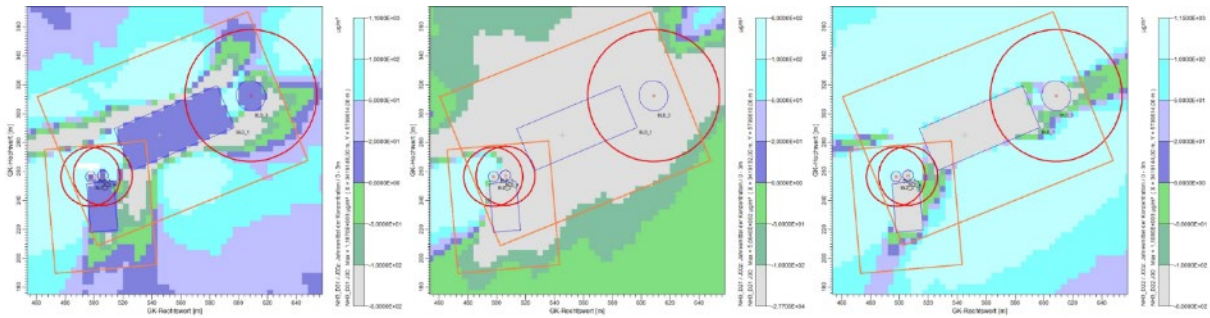


Abbildung 12: NH₃, Fall B.
 Kamine in Reihe, Quellhöhe 10 m, Gebäudehöhe 9 m
 Rote/orangefarbene Umrandungen kennzeichnen die maximale Ausdehnung der Rezirkulationszone.
 Ersatzquellenansätze: Links: diagnostisches Windfeldmodell
 Mitte: Boden bis Quellhöhe
 Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

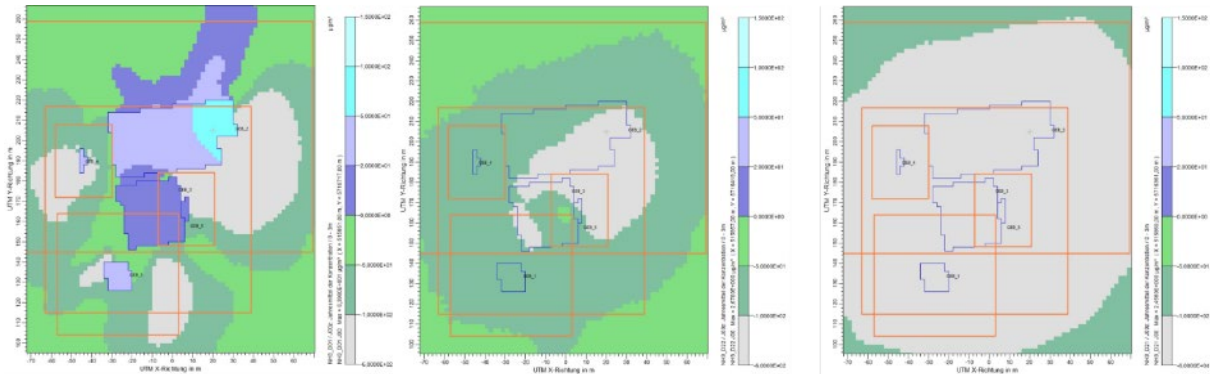


Abbildung 13: NH₃, Fall C.
 Einzelkamin, Höhe 8,5 m, Gebäudehöhe maximal 9 m
 Rote/orangefarbene Umrandungen kennzeichnen die maximale Ausdehnung der Rezirkulationszone.
 Ersatzquellenansätze: Links: diagnostisches Windfeldmodell
 Mitte: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe
 Rechts: Boden bis Quellhöhe

6 Ergebnisse: Vergleich mit dem diagnostischen Windfeldmodell

Auch innerhalb des Anwendungsbereichs des diagnostischen Windfeldmodells kann in manchen Fällen der Ansatz von Ersatzquellen sinnvoll sein. Dies gilt beispielsweise für die Ermittlung der Gesamtbelastung an Gerüchen, insbesondere bei weiter entfernt liegenden Vorbelastungsquellen. Hier ist eine Berücksichtigung der Gebäude im Umfeld der Vorbelastungsquellen unter Umständen rein technisch nicht möglich, da die erforderliche Auflösung des Rechengitters in Kombination mit der erforderlichen Ausdehnung die Modellgrenzen übersteigen kann. Aus diesem Grund wurden zusätzliche Vergleichsrechnungen für einen Teil der betrachteten Situationen mit dem diagnostischen Windfeldmodell (Referenzlauf) und Ersatzquellenansätzen (vertikale Ersatzquelle vom Erdboden bis zur Quellhöhe bzw. von der halben bis zur vollen Quellhöhe) durchgeführt.

Der Vergleich zeigt, dass für Geruch im Bereich außerhalb des unmittelbaren Einflussbereichs der Gebäude der Ansatz vertikaler Ersatzquellen vom Erdboden bis zur Quellhöhe als insgesamt konservativ eingestuft werden kann. Auch wenn an einzelnen Gitterpunkten die Berechnung mit diagnostischem Windfeldmodell etwas höhere Werte liefert, sind diese Punkte bzw. die Unterschätzung vernachlässigbar. Dies zeigt sich auch bei der Betrachtung der relativen Abweichung, bei der nur für wenige Punkte ein Wert $> 10\%$ vorliegt. Der Ansatz einer Ersatzquelle von der halben bis zur vollen Quellhöhe ergibt in manchen Fällen eine deutlichere Unterschätzung (Abbildung 18 bis Abbildung 21). In anderen Fällen ist auch dieser Ersatzquellenansatz ausreichend konservativ (z. B. Abbildung 14 bis Abbildung 17). Insofern kann der Ansatz einer Ersatzquellenmodellierung von der halben bis zur vollen Quellhöhe zwar nicht pauschal empfohlen werden, in Einzelfällen aber gerechtfertigt sein. Dies wäre im jeweiligen konkreten Einzelfall zu prüfen.

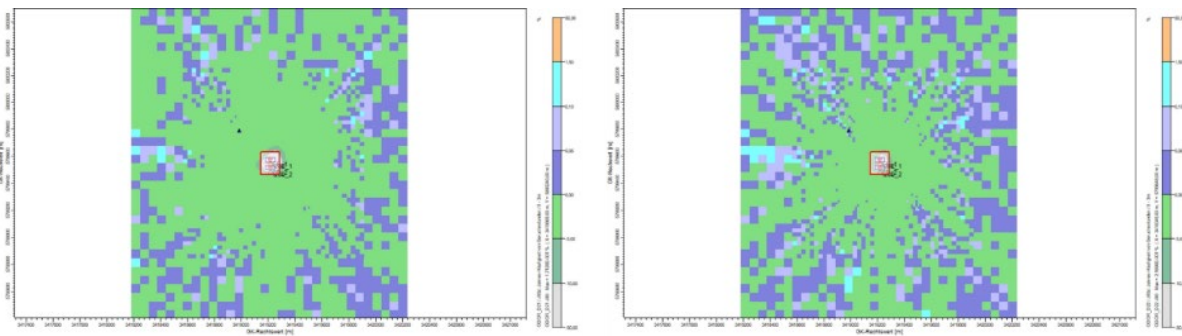


Abbildung 14: Differenz Geruch für Fall A
 Einzelkamin mittig auf Gebäude, Höhe 7,1 m, Gebäudehöhe 6 m
 Ersatzquellenansätze: Links: Erdboden bis Quellhöhe,
 Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

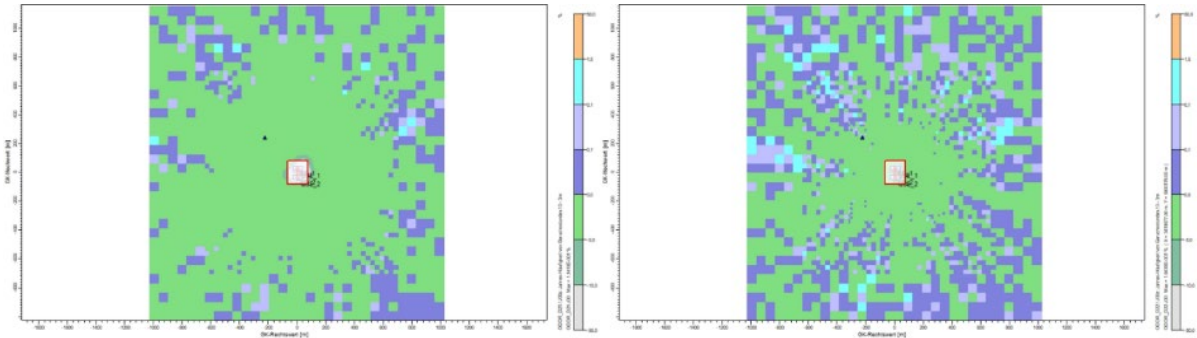


Abbildung 15: Differenz Geruch für Fall A
 Einzelkamin mittig auf Gebäude, Quellhöhe 8,5 m, Gebäudehöhe 6 m
 Ersatzquellenansätze: Links: Erdboden bis Quellhöhe
 Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

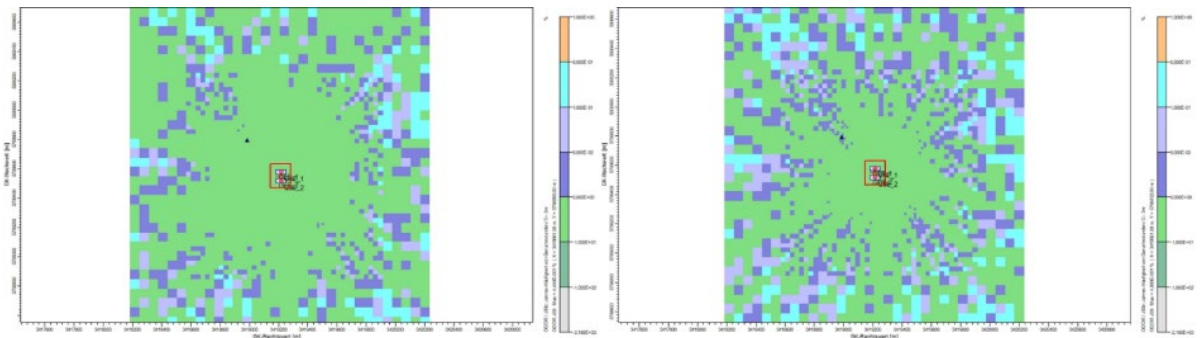


Abbildung 16: Relative Abweichung Geruch für Fall A
 Einzelkamin mittig auf Gebäude, Quellhöhe 7,1 m, Gebäudehöhe 6 m
 Ersatzquellenansätze: Links: Erdboden bis Quellhöhe
 Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

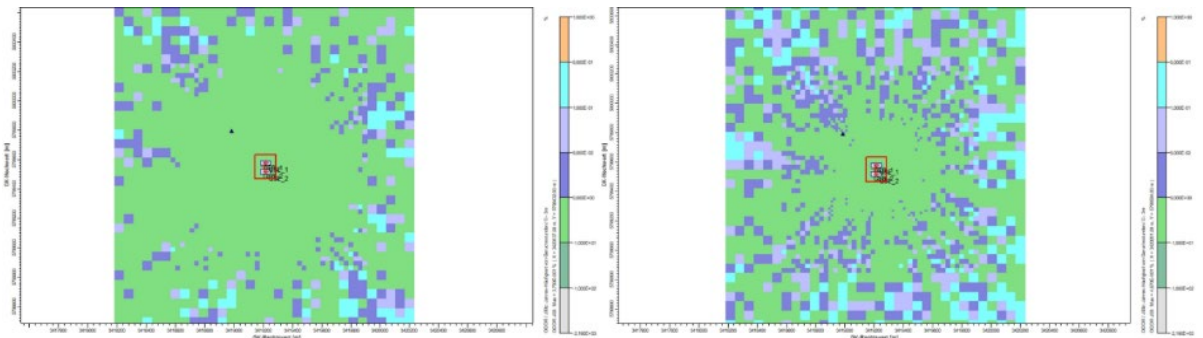


Abbildung 17: Relative Abweichung Geruch für Fall A
 Einzelkamin mittig auf Gebäude, Quellhöhe 8,5 m, Gebäudehöhe 6 m
 Ersatzquellenansätze: Links: Erdboden bis Quellhöhe
 Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

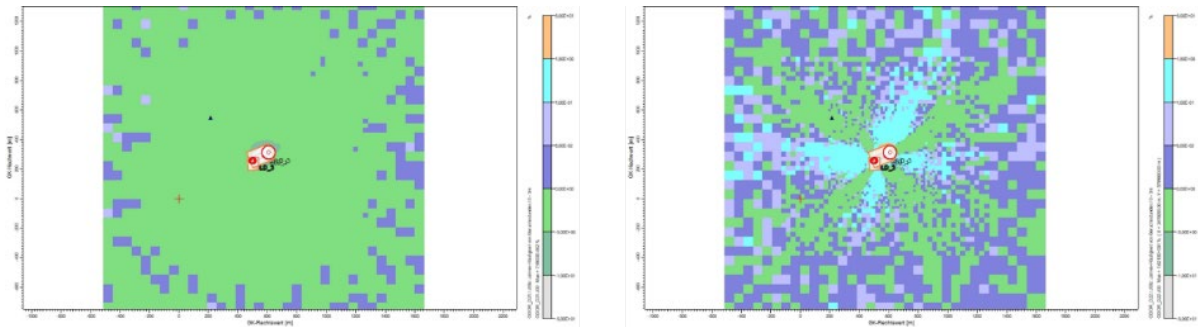


Abbildung 18: Differenz Geruch für Fall B
Kamine in Reihe, Quellhöhe 10 m, Gebäudehöhe 9 m
Ersatzquellenansätze: Links: Erdboden bis Quellhöhe
Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

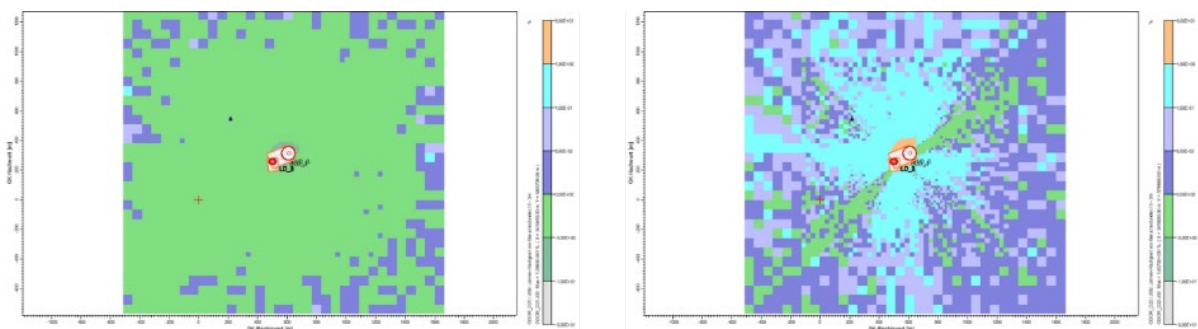


Abbildung 19: Differenz Geruch für Fall B
Kamine in Reihe, Quellhöhe 11 m, Gebäudehöhe 9 m
Ersatzquellenansätze: Links: Erdboden bis Quellhöhe
Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

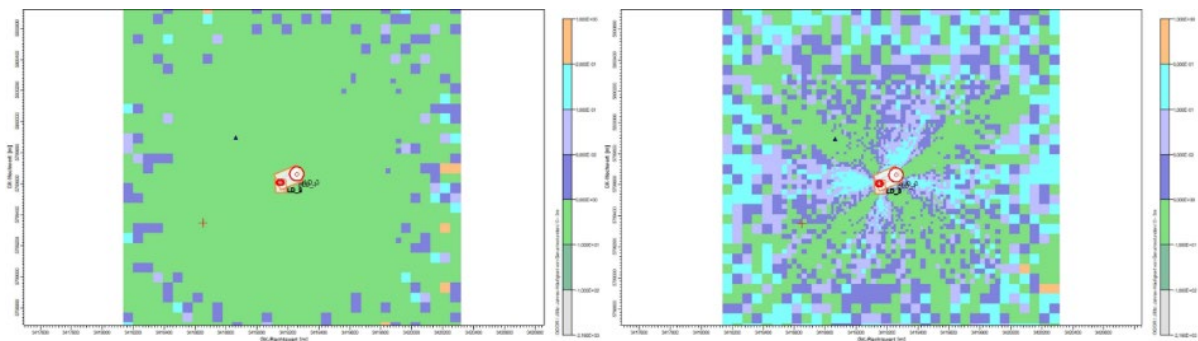


Abbildung 20: Relative Abweichung Geruch für Fall B
Kamine in Reihe, Quellhöhe 10 m, Gebäudehöhe 9 m
Ersatzquellenansätze: Links: Erdboden bis Quellhöhe
Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

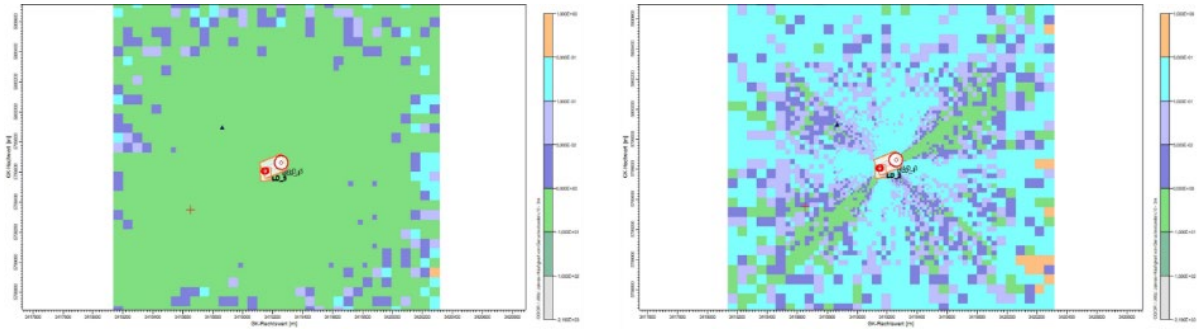


Abbildung 21: Relative Abweichung Geruch für Fall B
 Kamine in Reihe, Quellhöhe 11 m, Gebäudehöhe 9 m
 Ersatzquellenansätze: Links: Erdboden bis Quellhöhe
 Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

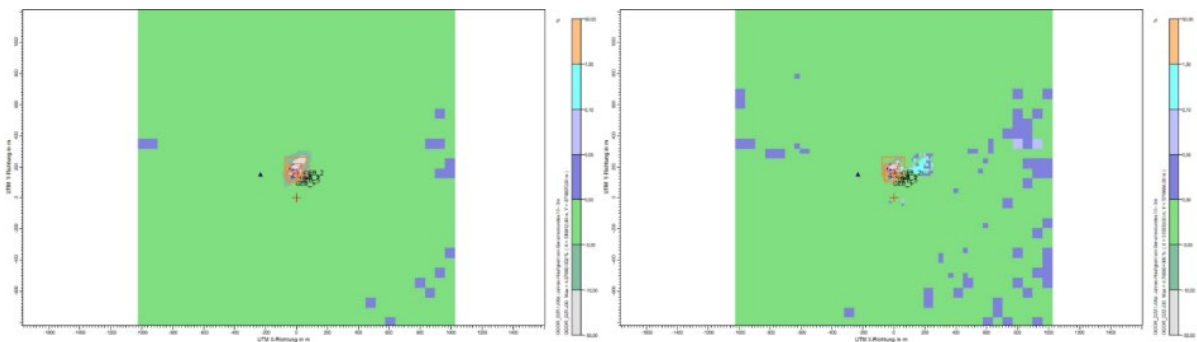


Abbildung 22: Differenz Geruch für Fall C
 Einzelkamin, Höhe 8,5 m, Gebäudehöhe maximal 9 m
 Ersatzquellenansätze: Links: Erdboden bis Quellhöhe
 Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

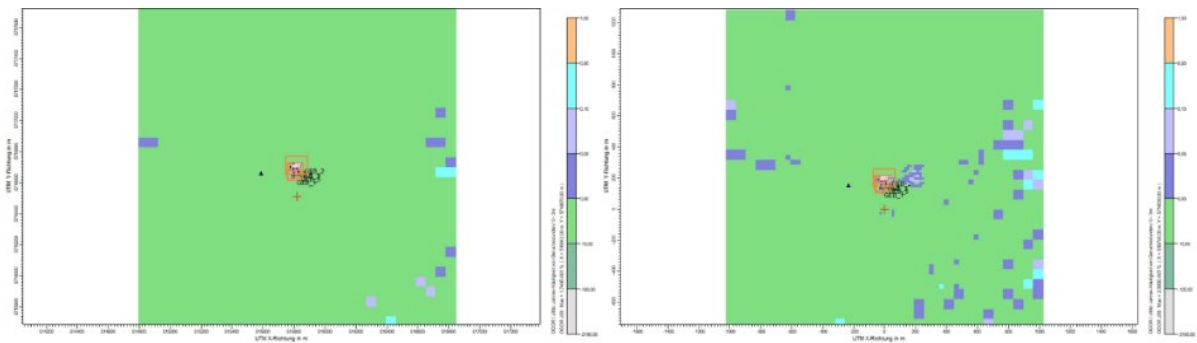


Abbildung 23: Relative Abweichung Geruch für Fall C
 Einzelkamin, Höhe 8,5 m, Gebäudehöhe maximal 9 m
 Ersatzquellenansätze: Links: Erdboden bis Quellhöhe
 Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

Für Ammoniak ergibt sich ein anderes Bild. Hier liegt bei Ansatz vertikaler Ersatzquellen für größere Bereich des Rechengebiets die berechnete Immissionszusatzbelastung unter der entsprechenden Kenngröße bei Verwendung des diagnostischen Windfeldmodells. Die relativen Abweichungen liegen bei dem Ansatz einer vertikalen Ersatzquelle von Erdboden bis zur vollen Quellhöhe überwiegend im Bereich < 10 %.

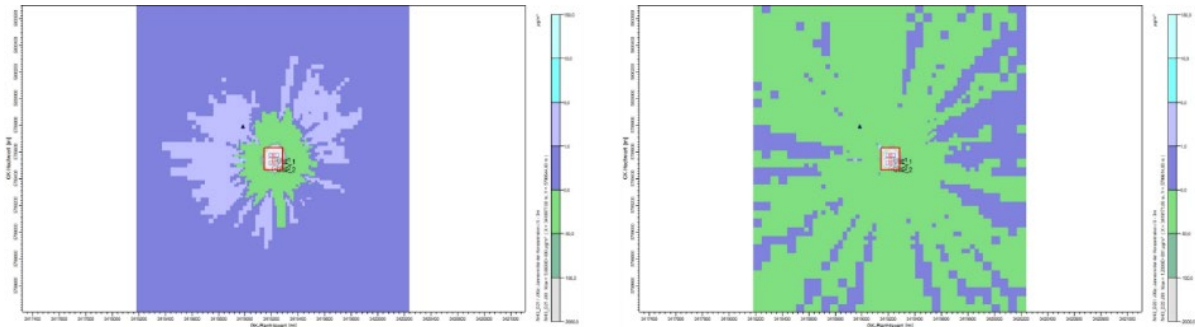


Abbildung 24: Differenz NH_3 für Fall A
 Einzelkamin mittig auf Gebäude, Quellhöhe 7,1 m, Gebäudehöhe 6 m
 Ersatzquellenansätze: Links: Erdboden bis Quellhöhe
 Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

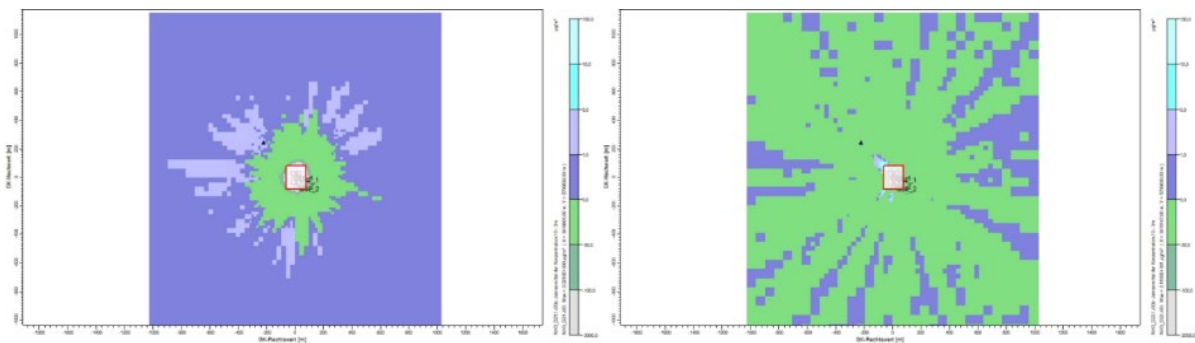


Abbildung 25: Differenz NH_3 für Fall A
 Einzelkamin mittig auf Gebäude, Quellhöhe 8,5 m, Gebäudehöhe 6 m
 Ersatzquellenansätze: Links: Erdboden bis Quellhöhe
 Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

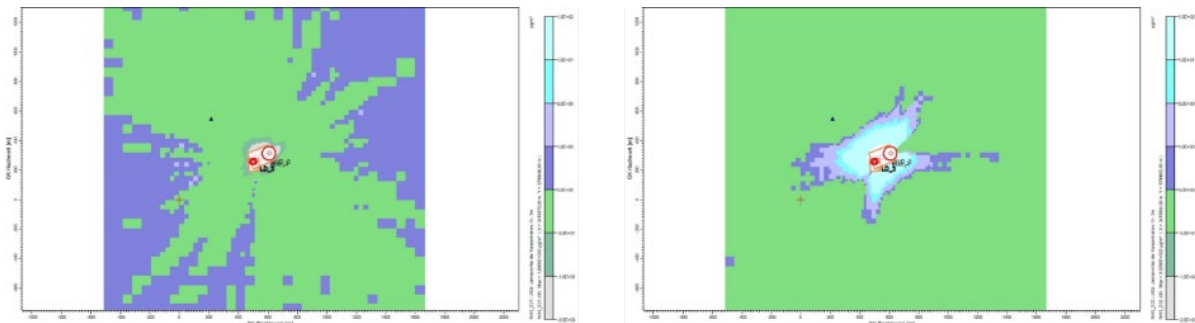


Abbildung 26: Differenz NH_3 für Fall B
 Kamine in Reihe, Quellhöhe 10 m, Gebäudehöhe 9 m
 Ersatzquellenansätze: Links: Erdboden bis Quellhöhe
 Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

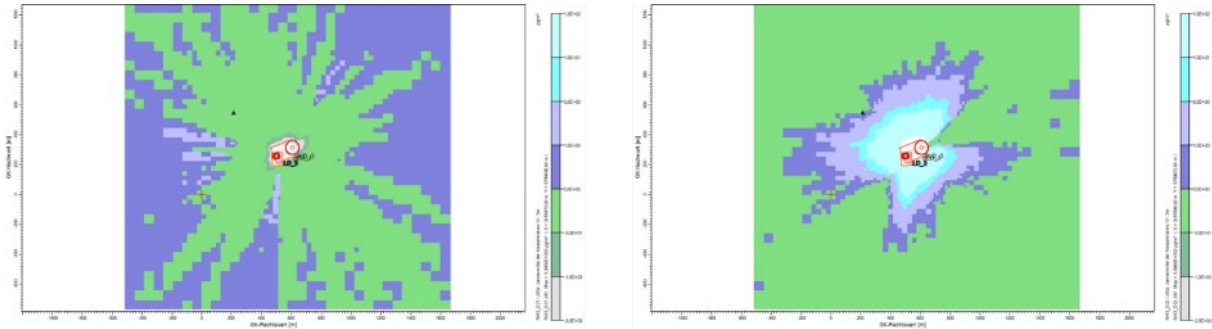


Abbildung 27: Differenz NH_3 für Fall B
 Kamine in Reihe, Quellhöhe 11 m, Gebäudehöhe 9 m
 Ersatzquellenansätze: Links: Erdboden bis Quellhöhe
 Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

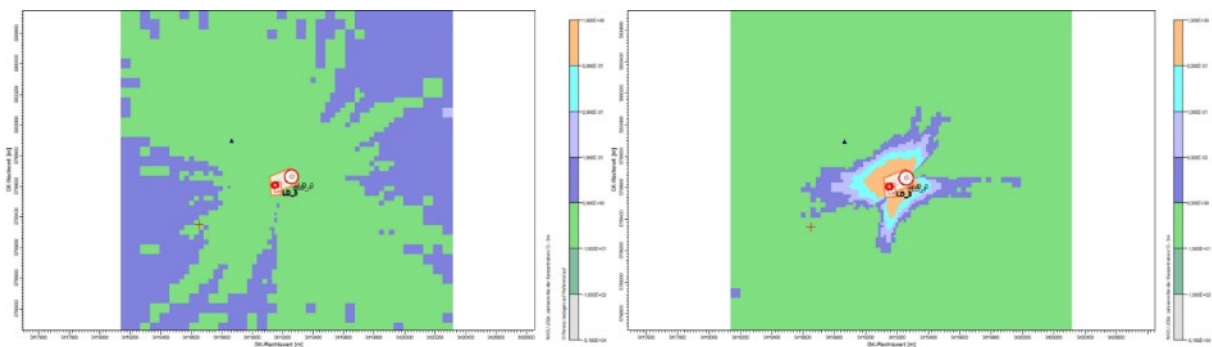


Abbildung 28: Relative Abweichung NH_3 für Fall B
 Kamine in Reihe, Quellhöhe 10 m, Gebäudehöhe 9 m
 Ersatzquellenansätze: Links: Erdboden bis Quellhöhe
 Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

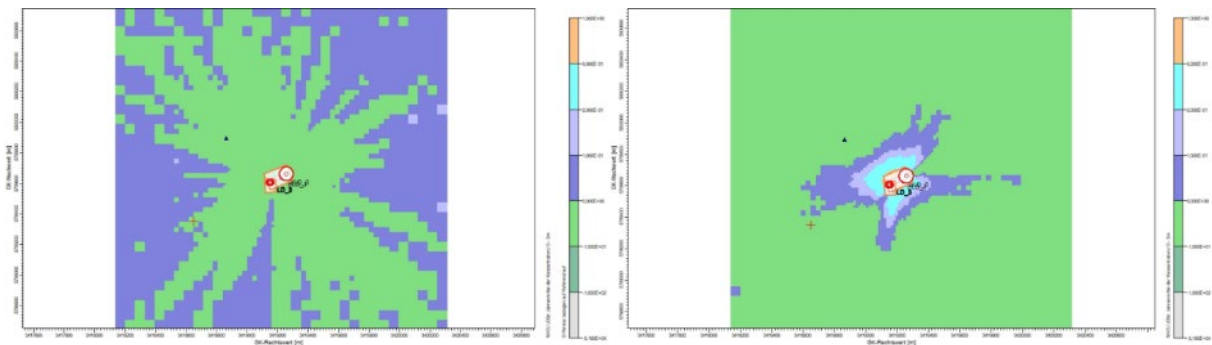


Abbildung 29: Relative Abweichung NH_3 für Fall B
 Kamine in Reihe, Quellhöhe 11 m, Gebäudehöhe 9 m
 Ersatzquellenansätze: Links: Erdboden bis Quellhöhe
 Rechts: halbe Quellhöhe bis Quellhöhe

Zudem ist das Ergebnis bei Ammoniak von der jeweiligen Quell- und Gebäudekonfiguration abhängig. Als grobe Verallgemeinerung lässt sich sagen, dass der Ansatz der Ersatzquelle vom Erdboden bis zur vollen Quellhöhe in größerer Entfernung von der Quelle zu niedrigeren Konzentrationen führt als die Verwendung des diagnostischen Windfeldmodell, während zumindest in manchen Fällen der Ansatz von halber Quellhöhe bis zur vollen Quellhöhe in Quell-

nähe zu teils deutlichen Unterschätzungen führt (Abbildung 24 bis Abbildung 29). Eine pauschale Empfehlung für einen Ersatzquellenansatz ist auf dieser Grundlage nicht sinnvoll und in der Regel auch nicht erforderlich.

Die modelltechnischen Einschränkungen der Anwendbarkeit des diagnostischen Windfeldmodells gelten nur für die Ermittlung der Gesamtbelastung und der Vorbelastung von Gerüchen; für alle anderen Stoffe wird nur die Zusatz- oder Gesamtzusatzbelastung mit Ausbreitungsrechnungen ermittelt. Hierfür ist die TA Luft-konforme Verwendung des diagnostischen Windfeldmodells außerhalb des direkten Einflussbereichs quellnaher Gebäude möglich.

7 Fazit für den Bereich außerhalb des unmittelbaren Einflussbereichs der Gebäude

Für den Bereich außerhalb des unmittelbaren Einflussbereichs der Gebäude kann bei den Ausbreitungsrechnungen für Gerüche die Modellierung vertikaler Ersatzquellen vom Erdboden bis zur vollen Quellhöhe als ausreichend konservativ im Vergleich zur Verwendung des diagnostischen Windfeldmodells eingestuft werden. Der Ansatz vertikaler Ersatzquellen von deren halber bis zur vollen Quellhöhe ist nicht unbedingt konservativ und bedarf individueller Betrachtungen des jeweiligen konkreten Einzelfalls und einer entsprechenden Begründung.

Für alle anderen Stoffe ist der Ansatz von vertikalen Ersatzquellen nicht pauschal als konservativ einzustufen. Es gibt sowohl Bereiche, in denen dieser Ansatz konservativ ist, als auch Bereiche, in denen durch den Ansatz von Ersatzquellen die prognostizierte Immissionszusatzbelastung unterschätzt wird. Der Ansatz von vertikalen Ersatzquellen kann daher für andere Stoffe als Geruch nicht pauschal empfohlen werden. Falls ein solcher Ansatz gewählt wird, muss seine Eignung für den aktuellen Fall gezeigt werden, etwa mittels Vergleichsrechnungen. In der Regel wird ein solcher Ersatzquellenansatz für andere Stoffe als Geruch im Anwendungsbereich des diagnostischen Windfeldmodells nach TA Luft nicht als erforderlich angesehen.

8 Zusammenfassung

Die Untersuchungen des LANUV haben für die betrachteten Gebäudekonstellationen in manchen Fallkonstellationen die Möglichkeit vereinfachter Ersatzansätze für relevante Aufpunkte im Einflussbereich quellnaher Gebäude ergeben. In anderen Fällen lassen sich keine Ersatzansätze finden, die das Kriterium der Konservativität im Vergleich zum prognostischen Windfeldmodell erfüllen.

Für den Bereich, in dem nach TA Luft das diagnostische Windfeldmodell anwendbar ist, ist für Geruch die Modellierung vertikaler Ersatzquellen vom Erdboden bis zur vollen Quellhöhe ausreichend konservativ. Die Modellierung vertikaler Ersatzquellen von deren halber bis zu vollen Quellhöhe kann ebenfalls ausreichend konservativ sein. Dies lässt sich jedoch nicht pauschal beantworten und müsste für den jeweiligen konkreten Fall gezeigt werden.

Für alle anderen Stoffe außer Geruch sind die beschriebenen Ersatzquellenansätze nicht durchweg als konservativ einzustufen. Somit ist eine Modellierung von vertikalen Ersatzquellen nicht generell möglich. Die Eignung von Ersatzquellen muss daher jeweils für den konkreten Fall geprüft werden und das jeweilige Prüfungsergebnis ist nachvollziehbar darzulegen.

Ob oder inwieweit die Erkenntnisse aus den dargestellten Ausbreitungsberechnungen über die oben beschriebenen Konstellationen hinaus auch auf andere Prognosesituationen mit beispielsweise höheren Gebäuden oder Schornsteinen übertragbar sind, lässt sich auf Basis der vorliegenden Untersuchungen nicht einschätzen.

9 Literatur

EICHHORN, J. (2011). MISKAM Handbuch zu Version 6. Wackernheim: giese-eichhorn umwelt-meteorologische software.

JANICKE (2021): AUSTAL – Programmbeschreibung zu Version 3.1. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Ingenieurbüro Janicke, Überlingen

TA Luft (2021): Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18.08.2021. GMBI. S. 1050.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Gebäudekonstellation für den vereinfachten Fall A.	5
Abbildung 2:	Gebäudekonstellationen für Fall B (links) und Fall C (rechts)	5
Abbildung 3:	Fall A, Einzelkamin 10,0 m Höhe (> 1,2-fache Gebäudehöhe mit Position westlich (links), mittig (Mitte) oder östlich (rechts) auf dem Gebäude	6
Abbildung 4:	Fall A, Einzelkamin 10,0 m Höhe (> 1,2-fache Gebäudehöhe) mit Position westlich (links), mittig (Mitte) oder östlich (rechts) auf dem Gebäude	7
Abbildung 5:	Fall A, Einzelkamin 7,1 m Höhe (< 1,2-fache Gebäudehöhe) mit Position mittig (links) bzw. östlich (rechts) auf dem Gebäude	7
Abbildung 6:	Fall A, Quelle 3 m Höhe zwischen den beiden Gebäuden	8
Abbildung 7:	Schema für mögliche Ersatzquellenansätze im Einflussbereich quellnaher Gebäude in Abhängigkeit von der Quellposition für Quell- und Gebäudekonstellationen im Bereich Tierhaltungsanlagen.	10
Abbildung 8:	Berechnung mit anderer Meteorologie für Fall A Einzelkamin 10 m Höhe östlich auf dem Gebäude	11
Abbildung 9:	Berechnung PM ₁₀ für Fall A Einzelkamin 10 m Höhe östlich auf dem Gebäude	11
Abbildung 10:	Berechnung Geruch für Fall A Einzelkamin 10 m Höhe östlich auf dem Gebäude	12
Abbildung 11:	Auswertung Ammoniakdeposition für Fall A Einzelkamin 10 m Höhe östlich auf dem Gebäude	12
Abbildung 12:	NH ₃ , Fall B. Kamine in Reihe, Quellhöhe 10 m, Gebäudehöhe 9 m.	13
Abbildung 13:	NH ₃ , Fall C. Einzelkamin, Höhe 8,5 m, Gebäudehöhe maximal 9 m	13
Abbildung 14:	Differenz Geruch für Fall A Einzelkamin mittig auf Gebäude, Höhe 7,1 m, Gebäudehöhe 6 m	14
Abbildung 15:	Differenz Geruch für Fall A Einzelkamin mittig auf Gebäude, Quellhöhe 8,5 m, Gebäudehöhe 6 m	15
Abbildung 16:	Relative Abweichung Geruch für Fall A Einzelkamin mittig auf Gebäude, Quellhöhe 7,1 m, Gebäudehöhe 6 m	15
Abbildung 17:	Relative Abweichung Geruch für Fall A Einzelkamin mittig auf Gebäude, Quellhöhe 8,5 m, Gebäudehöhe 6 m	15
Abbildung 18:	Differenz Geruch für Fall B Kamine in Reihe, Quellhöhe 10 m, Gebäudehöhe 9 m	16
Abbildung 19:	Differenz Geruch für Fall B Kamine in Reihe, Quellhöhe 11 m, Gebäudehöhe 9 m	16

Abbildung 20:	Relative Abweichung Geruch für Fall B Kamine in Reihe, Quellhöhe 10 m, Gebäudehöhe 9 m.....	16
Abbildung 21:	Relative Abweichung Geruch für Fall B Kamine in Reihe, Quellhöhe 11 m, Gebäudehöhe 9 m.....	17
Abbildung 22:	Differenz Geruch für Fall C Einzelkamin, Höhe 8,5 m, Gebäudehöhe maximal 9 m.....	17
Abbildung 23:	Relative Abweichung Geruch für Fall C Einzelkamin, Höhe 8,5 m, Gebäudehöhe maximal 9 m.....	17
Abbildung 24:	Differenz NH ₃ für Fall A Einzelkamin mittig auf Gebäude, Quellhöhe 7,1 m, Gebäudehöhe 6 m.....	18
Abbildung 25:	Differenz NH ₃ für Fall A Einzelkamin mittig auf Gebäude, Quellhöhe 8,5 m, Gebäudehöhe 6 m.....	18
Abbildung 26:	Differenz NH ₃ für Fall B Kamine in Reihe, Quellhöhe 10 m, Gebäudehöhe 9 m.....	18
Abbildung 27:	Differenz NH ₃ für Fall B Kamine in Reihe, Quellhöhe 11 m, Gebäudehöhe 9 m.....	19
Abbildung 28:	Relative Abweichung NH ₃ für Fall B Kamine in Reihe, Quellhöhe 10 m, Gebäudehöhe 9 m.....	19
Abbildung 29:	Relative Abweichung NH ₃ für Fall B Kamine in Reihe, Quellhöhe 11 m, Gebäudehöhe 9 m.....	19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Zusammenfassung der für die Ausbreitungsrechnungen angesetzten Eingabedaten.....	4
-------------------	--	---

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0 Telefax 02361 305-3215 E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de
Autoren	Dr. Heike Hebbinghaus, Andreas Weidmann-Rose, Lisa Rogalla, Dr. Winfried Straub und Dr. Sabine Wurzler (LANUV)
Titelbild	Kathrin Kwiatkowski (LANUV)
ISSN	1864-3930 (Print), 2197-7690 (Internet), LANUV-Fachberichte
Stand	Februar 2023
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucher schutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext
Bereitschaftsdienst	Nachrichtensbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst) Telefon 0201 714488

Landesamt für Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de