

# **Immissionsschutzbegutachtungen**

## **Grundlagen Teil 1: Immissionsprognosen**

**Ausbreitungsrechnungen  
mit  
AUSTAL2000**

**Januar 2017**

Anzahl Seiten: 15

erarbeitet durch:

Martin Kamp

Nevinghoff 40  
48147 Münster

Tel.: 0251-2376-365

[www.landwirtschaftskammer.de](http://www.landwirtschaftskammer.de)

## **Inhalt**

- 1 Verwendete Unterlagen
- 2 Einführung
- 3 Eingabeparameter
  - 3.1 Wetterdaten
  - 3.2 Anemometerhöhe
  - 3.3 Strömungsbedingungen (Topographie)
  - 3.4 Rauigkeitslänge
  - 3.5 Koordinatensysteme und AUSTAL2000
- 4 Quellenparameter
  - 4.1 Abgasfahnenüberhöhung
    - 4.1.1 Prinzip
    - 4.1.2 Entlüftungstechniken und Ableitbedingungen
    - 4.1.3 Parameter in AUSTAL2000 (Auswahl)
    - 4.1.4 Umsetzung der Abgasfahnenüberhöhung in Gutachten (mechanische Überhöhung)
  - 4.2 Luftraten in der Tierhaltung
  - 4.3 Ersatzquellensysteme
    - 4.3.1 Vertikale Linienquelle
    - 4.3.2 Parameter für Quellenmodellierung in AUSTAL2000

## **1 Verwendete Unterlagen**

Auflistung der in Immissionsschutzgutachten der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen und diesem Dokument verwendeten Unterlagen/Literatur:

### **BlmSchG**

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BlmSchG), Ausfertigungsdatum: 15.03.1974, in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 30. November 2016 (BGBl. I S. 2749)

### **4. BlmSchV**

Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen vom 2. Mai 2013 (BGBl. I, S. 973)

### **TA Luft**

Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) vom 24. Juli 2002, veröffentlicht im Gemeinsamen Ministerialblatt vom 30. Juli 2002 (GMBL. Heft 25 – 29, S. 511 – 605) in der jeweils geltenden Fassung

### **AUSTAL2000**

Referenzmodell zur Ausbreitungsrechnung nach Anhang 3 der TA Luft 2002; jeweils aktuelle Version, Copyright (c) Umweltbundesamt, Berlin, 2002-2014; Copyright (c) Janicke Consulting, Dunum, 1989-2014

### **AustalView**

Benutzer-Oberfläche für AUSTAL2000 (siehe oben). Produktentwicklung der Fa. ArguSoft GmbH & Co KG, Borgwedel, in Kooperation mit Lakes Environmental, Waterloo, Ontario in Canada; jeweils aktuelle Version

### **BauGB**

Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), zuletzt geändert durch Artikel 6 des Gesetzes vom 20. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1722)

### **BauNVO**

Baunutzungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Januar 1990 (BGBl. I S. 132), die zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 11. Juni 2013 (BGBl. I S. 1548) geändert worden ist

### **Richtlinie VDI 3945-3**

VDI 3945: „Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle“; Blatt 3: „Partikelmodell“; September 2000

## Richtlinie VDI 3894-1

VDI 3894: „Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen“; Blatt 1: „Haltungsverfahren und Emissionen - Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde“; September 2011

## Richtlinie VDI 3894-2

VDI 3894: „Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen“; Blatt 2: „Methode zur Abstandsbestimmung - Geruch“; November 2012

## KTBL-Heft 494

„Emissionen und Immissionen von Tierhaltungsanlagen – Handhabung der Richtlinie VDI 3894“; Darmstadt 2012

## Geruchsimmissions-Richtlinie (GIRL)

„Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen (Geruchsimmissions-Richtlinie - GIRL -) in der Fassung vom 29. Februar 2008 und einer Ergänzung vom 10. September 2008 mit Begründung und Auslegungshinweisen in der Fassung vom 29. Februar 2008“. Erarbeitet durch die Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI). RdErl. d. Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: V-3-8851.4.4 - v. 5.11.2009

## KTBL-Schrift 333

„Geruchs- und Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung“; Oldenburg, J.; Darmstadt 1989

## Richtlinie VDI 3788-1

VDI 3788: „Umweltmeteorologie - Ausbreitung von Geruchsstoffen in der Atmosphäre“; Blatt 1: „Grundlagen“, Juli 2000

## Richtlinie VDI 3782-3

VDI 3782: „Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre“; Blatt 3: Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung, Juni 1985

## KTBL-Schrift 447

„Handhabung der TA Luft bei Tierhaltungsanlagen, Ein Wegweiser für die Praxis“; KTBL, Darmstadt, 2006

## Leitfaden TA Luft Baden-Württemberg

„Leitfaden - Beurteilung von TA Luft-Ausbreitungsrechnungen in Baden-Württemberg“, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, August 2004, ergänzt Dezember 2004

## Merkblatt 56

„Leitfaden zur Erstellung von Immissionsprognosen mit AUSTAL2000 in Genehmigungsverfahren nach TA Luft und Geruchsimmissions-Richtlinie“, Landesumweltamt NRW, Essen, 2006

## Richtlinie VDI 3783-13

VDI 3783: „Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz“; Blatt 13: „Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft“, Januar 2010

## Richtlinie VDI 3781-4

VDI 3781: „Umweltmeteorologie“; Blatt 4: „Ableitbedingungen bei Abgasanlagen (Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen“, Entwurf Dezember 2015

## Richtlinie VDI 2280

„Ableitbedingungen für organische Lösemittel“, August 2005

## LAI

„Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz“, früher „Länderausschuss für Immissionsschutz“. Arbeitsgremium der Umweltministerkonferenz (UMK)

Veraltete Vorschriften:

TA Luft 1986 (seit 1.8.2002 durch aktuelle TA Luft abgelöst)

Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) vom 27. Februar 1986 (GMBI. S. 95);

Richtlinie VDI 3471 (nicht mehr gültig, ersetzt durch Richtlinie VDI 3894)

„Emissionsminderung Tierhaltung – Schweine“, Juni 1986

Richtlinie VDI 3472 (nicht mehr gültig, ersetzt durch Richtlinie VDI 3894)

„Emissionsminderung Tierhaltung – Hühner“, Juni 1986

Richtlinie VDI 3473-1E (nicht mehr gültig, ersetzt durch Richtlinie VDI 3894)  
VDI 3473: „Emissionsminderung Tierhaltung“, Blatt 1: „Rinder Geruchsstoffe“, Entwurf November 1994

Richtlinie VDI 3474E (nicht mehr gültig, ersetzt durch Richtlinie VDI 3894)  
„Emissionsminderung Tierhaltung Geruchsstoffe“, Entwurf März 2001

Alte Fassung der Geruchsimmissions-Richtlinie (GIRL) (nicht mehr gültig)  
„Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen in der Fassung vom 21. September 2004 mit Begründung und Auslegungshinweisen in der Fassung vom 21. September 2004“ des Länder-Ausschuss für Immissionsschutz (LAI), eingeführt zur Nutzung als Erkenntnisquelle mit Erlass des MUNLV NRW vom 20.10.2004 (Az.: V-4-8851.4.4)

KTBL-Arbeitspapier 126  
Handhabung der Richtlinien VDI 3471 Schweine und VDI 3472 Hühner; Schirz, St.; Darmstadt 1989

## 2 Einführung

Die hier dargelegten Informationen dienen als Grundlage für das Verständnis der Immissionsprognosen als Bestandteil der Gutachten der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, die für Genehmigungsverfahren Tierhaltungsanlagen erstellt werden.

Mit der Novellierung der TA Luft im Jahr 2002 erfolgte die Umstellung vom Fahnenmodell nach Gauß<sup>1</sup> auf das Partikelmodell nach Lagrange<sup>2</sup>, konkretisiert durch das Referenzmodell „AUSTAL2000“ (frei verfügbare Software des Umweltbundesamtes als Referenz). Berechnungen zur Geruchsausbreitung waren in der Software zunächst nicht vorgesehen. Seit September 2004 wurde die Ausbreitungsrechnung mit AUSTAL2000 durch den Stoff „odor“ (Geruch) erweitert. Die dazu durchgeführten Modifikationen wurden mit den Anforderungen der GIRL abgestimmt. Für die aktuelle Fassung der GIRL, die aus dem Jahr 2008 stammt, wurde AUSTAL2000 erneut modifiziert: Es können die tierartspezifischen Gewichtungsfaktoren berücksichtigt werden, so dass nicht nur die Geruchsstundenhäufigkeiten, sondern bei entsprechender Dateneingabe auch belastungsrelevante Geruchshäufigkeiten ausgegeben werden.

Seit dem Jahr 2014 steht als Referenzsoftware die Variante „AUSTAL2000N“ zur Verfügung, die im Wesentlichen identisch mit AUSTAL2000 ist, jedoch zusätzlich die Berücksichtigung nasser Deposition gemäß Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 erlaubt. Darüber hinaus wird als weiterer Luftinhaltsstoff Bioaerosole (programmiert der Stoff „BAE“) zur Verfügung gestellt, wodurch statt über den Luftinhaltsstoff Staub („PM“) die Empfehlungen der Richtlinie VDI 4251 Blatt 3 erleichtert umgesetzt werden können.

Die „Immissionsprognose“ ist Teil eines „Gutachtens“. Während die Immissionsprognose in erster Linie wertfreie Ergebnisse liefern soll, findet bei einer Begutachtung eine Bewertung der Ergebnisse vor dem Hintergrund der Aufgabenstellung statt. Aufgrund der Komplexität der Prognostik ist der Übergang zwischen Immissionsprognosen und Gutachten fließend. Die „Ausbreitungsrechnung“ bezeichnet nur den eigentlichen Vorgang der Durchführung einer Berechnung, hier mit AUSTAL2000.

Die hier vorgelegten Informationen dienen als Grundlage für das Verständnis der Immissionsprognosen der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, also speziell für den Bereich der Landwirtschaft/Tierhaltung. Weitere, allgemeingültige Informationen sind den einschlägigen Vorschriften wie Richtlinien und Merkblättern zu entnehmen (vgl. Kap. 1).

<sup>1</sup> Gauß, Carl Friedrich, deutscher Mathematiker und Physiker, 1777-1855. Gaußsche (Normal-) Verteilung, die Verteilung einer stetigen Zufallsgröße, bei der die Wahrscheinlichkeitsdichte die Verteilung einer Glockenkurve hat.

<sup>2</sup> Lagrange, Joseph de, französischer Mathematiker, 1736-1813. Lagrangesche Bewegungsgleichungen der Mechanik für ein System von Massenpunkten.

### 3 Eingabeparameter

Im Zusammenhang mit der TA Luft sind Prognosen der zu erwartenden Immissionskonzentration und -deposition notwendig, um die Einhaltung der Immissionswerte zu prüfen. Dazu sind je nach Schadgas Jahres-, Tages-, und/oder Stundenmittelwerte zu berechnen. Für die Prognose von Gerüchen im Rahmen einer Bewertung nach GIRL sind stattdessen Immissionshäufigkeiten bezogen auf die Anzahl der Stunden eines Jahres relevant und von AUSTAL2000 ausgewertet.

#### 3.1 Wetterdaten

Bei der Wahl der Wetterdaten und der Beurteilung der möglichen Einflüsse auf die Strömungsbedingungen ist der Verhältnismäßigkeit im Einzelfall für eine Begutachtung Rechnung zu tragen. Im Verhältnis zu Beurteilungen allein auf der Grundlage von Abstandsregelungen erfolgt durch den Einsatz von Ausbreitungsrechnungen eine wesentlich differenziertere Untersuchung und Beurteilung von Emissionen und Immissionen. Damit gehen einher ein bereits erheblich größerer Aufwand sowie eine scheinbar in jeder Hinsicht höhere Genauigkeit. Während für die in der TA Luft durch eindeutige Immissionswerte geregelten Luftinhaltsstoffe (z.B. Staub) entsprechend verlässliche Detailkenntnisse aus Wissenschaft und Forschung vorliegen, bleiben die Entstehung und Wirkung von Gerüchen sowie auch anderen tierhaltungsrelevanten Luftinhaltsstoffen jedoch nur begrenzt erfassbar und sind nicht eindeutig durch Immissionswerte geregelt. Der Aufwand für Prognosen muss daher in einem dazu und zu allen weiteren Aspekten der Begutachtungen (z.B. Schwankungen der Emissionen) angemessenem Verhältnis bleiben. Das betrifft auch den Aufwand für die Wahl der Wetterdaten.

Die Wetterdaten finden im Gegensatz zum Gaußmodell nicht in Form von Ausbreitungsklassenstatistiken (AKS) Eingang in die Berechnungen, sondern durch so genannte Zeitreihen (abgekürzt „AKTerm“ oder „AKT“). In einer Zeitreihe ist für jede Stunde eines Jahres die Wettersituation durch Werte für Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Ausbreitungsklasse sowie ggf. weiteren Parametern angegeben (für AUSTAL2000 z.B. Niederschlagsdaten). Durch eine programminterne Umwandlung können beide Formen der Wetterdaten mit AUSTAL2000 verwendet werden. Sie haben jeweils Vor- und Nachteile.

Ein Vorteil der AKTerm ist, dass nicht nur die Ausbreitungsbedingungen (Wetterdaten), sondern auch Emissionen über ein Jahr stundengenau angegeben und damit in die Prognose eingehen können. Dies erfordert einen erheblichen Mehraufwand zur Anfertigung einer solchen Prognoseberechnung und kann in der Regel nicht vollständig dokumentiert und darüber hinaus durch den Leser entsprechend eingeschränkt geprüft werden. Nachteilig und auf eine Anwendung im Einzelfall beschränkt ist der Umstand, dass für Emissionen aus der Tierhaltung die notwendigen Detailinformationen nicht verfügbar sind oder ein bestimmtes Emissionsverhalten sich nicht in der dafür notwendigen Regelmäßigkeit wiederholt. Denn zu bedenken ist, dass das in der Prognoseberechnung verwendete Emissionsverhalten auf der zulässigen Betriebsweise der genehmigten Anlage basiert.

Bei der Verwendung von AKTerm-Zeitreihendaten ist nicht nur eine Überprüfung der örtlichen Übertragbarkeit, sondern zusätzlich eine Prüfung der Repräsentativität der Daten für eine Langfristigkeit notwendig, weil die Daten aus Messungen nur eines einzigen Jahres bestehen.

Die Verwendung einer AKTerm ist für Geruchsprognosen weniger geeignet als eine AKS. Denn Geruchsprognoseergebnisse bestehen nicht nur aus einer Verdünnungsberechnung, sondern zusätzlich aus einer statistischen Auswertung, nämlich der Auswertung der Überschreitungshäufigkeit der Geruchsschwellenkonzentration. Dadurch kommt für die Prognose von Geruchsmissionen der Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen eine besondere Bedeutung zu. Die Belastbarkeit der Windrichtungsverteilung, d.h. eine möglichst hohe Wahrscheinlichkeit, dass diese auch für die Zukunft zu erwarten ist (hohe statistische Sicherheit), steigt mit der Menge der zugrunde liegenden Anzahl der Werte. Grundsätzlich besitzt eine AKS wegen der ihr zugrunde liegenden Daten von mehreren Jahren im Vergleich zu einer AKTerm eine bessere statistische Sicherheit und dadurch eine größere Verlässlichkeit für Prognosen von Geruchsmissionen.

Für den Einsatz von AKS fordert die TA Luft, dass am Standort der Anlage die Häufigkeit von Windgeschwindigkeiten (Stundenmittelwerte) mit weniger als 1 m/s nicht 20 % der Jahresstunden erreichen. Nach Auskunft des Deutschen Wetterdienstes (DWD)<sup>3</sup> sind in NRW nicht nur bei den Wetterstationen, sondern auch bei der individuellen Prüfung von Standorten 20 % der Jahresstunden nicht erreicht worden. Die Forderung der TA Luft zielt in erster Linie auf stärker gegliedertes Gelände ab, in welchem es in Tallagen zu Problemen durch häufig sehr geringe Windgeschwindigkeiten und damit kritischen, undefinierten Ausbreitungssituationen kommen kann. Die Anforderung der Einhaltung von maximal 20 % ist damit in Gebieten NRWs im Regelfall erfüllt.

### 3.2 Anemometerhöhe

Grundsätzlich benötigt AUSTAL2000 Angaben zur Anemometerhöhe<sup>5</sup>, die nicht mit der tatsächlichen Messhöhe der Wetterstation übereinstimmen muss, von der die Wetterdaten stammen. Bei der Angabe der Anemometerhöhe in der Ausbreitungsrechnung werden die Verhältnisse der Rauigkeitslängen zwischen Messstandort und Prognosegebiet berücksichtigt. Ohne explizite Angabe wird der Standard von 10 m über Erdboden verwendet und der Einfluss der Rauigkeitslänge erfolgt automatisiert. Wird jedoch davon abgewichen, so ist bei der Höhenangabe der Einfluss der Rauigkeitslänge einzurechnen.

AUSTAL2000 berechnet bei der Verwendung von AKS die Anemometerhöhe „ha“ in Verbindung mit der automatisiert ermittelten Rauigkeitslänge „z0“ intern nach der Formel:  $ha = H + 6 \times z0$  und setzt dabei voraus, dass die Höhe des Anemometers am Messstandort (H) dem Standard von 10 m entspricht (Programmbeschreibung AUSTAL2000). Ist eine Abweichung von diesem Standard gegeben, muss die Anemometerhöhe ha einschließlich Berücksichtigung der Rauigkeitslänge angegeben. Wurde die Rauigkeitslänge beispielsweise auf  $z0 = 0,20$  m explizit angegeben und beträgt die Höhe des Anemometers am Messstandort 12 m, errechnet sich für den Parameter „ha“:

$$ha = H + 6 \times z0 = 12m + 6 \times 0,20m = 13,20m$$

Wird AUSTAL2000 ohne die Berücksichtigung der individuellen Strömungsbedingungen verwendet (vgl. Kap. 0), dann ist die geografische Lage des Anemometers innerhalb des Rechengebietes beliebig bzw. muss nicht explizit angegeben werden, denn das Strömungsfeld ist im gesamten Rechengebiet gleich (homogen). Wird AUSTAL2000 stattdessen im Modus „Komplexes Gelände“ verwendet, müssen Koordinaten im Rechengebiet für die Anemometerposition angegeben werden. Die Position kann einen erheblichen Einfluss auf die Prognoseergebnisse haben. Die Windbedingungen an der Position sollten möglichst gut mit dem Standort übereinstimmen, an dem die Wetterdaten gemessen wurden. In der Regel bedeutet dies einen durch die Orographie (natürliche Geländeoberfläche) möglichst wenig beeinflussten Bereich.

### 3.3 Strömungsbedingungen (Topographie)

Zur Berücksichtigung individueller Strömungsbedingungen (z.B. aufgrund von einflussreicher Topographie oder bei Nahbereichsbeurteilungen individuelle Hindernisumströmungen) kann der Einsatz eines Windfeldmodells zur Erzeugung eines individuellen Windfeldes sinnvoll sein. Die Verwendung eines Windfeldmodells wird der eigentlichen Ausbreitungsrechnung vorgeschaltet und bedeutet einen erheblichen Zusatzaufwand<sup>7</sup>, so dass die Notwendigkeit auch unter dem Aspekt der Verhältnismäßigkeit zu prüfen ist. Darüber hinaus ist die Möglichkeit eines sachgerechten Einsatzes für jeden Einzelfall zu prüfen, d.h. nicht jede Situation und Konstellation kann durch den Einsatz des Windfeldmodells simuliert werden bzw. führt auch nicht zwangsläufig zu genaueren/belastbareren Ergebnissen. Unabhängig von der Verhältnismäßigkeit werden in der TA Luft im Anhang 3, Nr. 10, Empfehlungen dazu gegeben.

<sup>3</sup> Auskunft des DWD fernmündlich am 7.3.2005

<sup>5</sup> Anemometer: Gerät zur Messung der Windgeschwindigkeit. Die Messung der repräsentativen atmosphärischen Windgeschwindigkeit hängt von der Höhe über Grund ab. Für eine Ausbreitungsrechnung benötigt das Prognosemodell Angaben zur Höhe und bei Ausbreitungsrechnungen mit individuellem Windfeld auch zur geografischen Lage.

<sup>7</sup> Mehraufwand u.a.: Beschaffung der Daten als digitales Höhenmodell und/oder manuelle Digitalisierung von Strömungshindernissen, erhöhte Rechnerkapazitäten, erhöhte Speicherkapazitäten, besonders hoher Aufwand für Plausibilitätsprüfungen, besonders hoher Aufwand zur Darstellung der zusätzlichen Informationen/Ergebnisse.

### 3.4 Rauigkeitslänge

Die Turbulenz durch die Topographie (Oberflächengestalt) im Beurteilungsgebiet wird für die Ausbreitungsrechnung flächendeckend durch die Rauigkeitslänge ( $z_0$ ) berücksichtigt. Die Rauigkeitslänge ist in Klassen eingeteilt. Zusammen mit dem Referenzmodell AUSTAL2000 steht ein Rauigkeitslängenkataster<sup>10</sup> zur Verfügung, aus dem - durch die Angabe von globalen Koordinaten (Gauß-Krüger; UTM, vgl. Kap. 3.5) - die zu verwendende Rauigkeitslänge entnommen werden kann. Dabei erfolgt eine Mittelwertbildung aus den Rauigkeiten im Umfeld der Emissionsquellen der Ausbreitungsrechnung.<sup>11</sup> Die Übereinstimmung der ermittelten Rauigkeitslänge mit den tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort ist zu überprüfen und bei Abweichungen der Parameter „ $z_0$ “ in AUSTAL2000 sachgerecht festzulegen. Dabei kann die Verwendung eines individuellen Windfeldes für Gebäude- und Hindernisumströmungen zu berücksichtigen sein.

### 3.5 Koordinatensysteme und AUSTAL2000

Durch AUSTAL2000 selbst und zusätzlich durch die Verwendung für die GIRL kommen verschiedene Gitter bzw. Raster mit Koordinatenangaben gleichzeitig zur Anwendung (vgl. Abbildung 1):

#### Gauß-Krüger-Koordinaten:

GK-Koordinaten werden in AUSTAL2000 nur für die Bestimmung der Rauigkeitslänge verwendet. In der Anwendungsoberfläche AustalView kann ein Projekt vollständig in Gauß-Krügerkoordinaten angelegt werden, d. h. in Darstellungen mit Lageplänen können diese Koordinaten als Randmaß gewählt werden.

#### UTM-Koordinaten:

Statt Gauß-Krüger-Koordinaten können auch UTM-Koordinaten (Universal Transverse Mercator) unter Bezugnahme auf das Europäische Terrestrische Referenzsystem 1989 (ETRS89) verwendet werden (von der Landwirtschaftskammer NRW bevorzugtes System). Das Beurteilungsgebiet befindet sich in der Zone 32-Nord. Es handelt sich bei UTM um ein globales Koordinatensystem, das von AUSTAL2000 intern in Gauß-Krüger-Koordinaten umgerechnet wird. In der Anwendungsoberfläche AustalView kann ein Projekt vollständig in UTM-Koordinaten angelegt werden, d. h. in Darstellungen mit Lageplänen können diese Koordinaten als Randmaß gewählt werden.

#### Lokales Koordinatensystem:

Es ist auf dem Lageplan frei definiert und Bezugsgrundlage für alle weiteren Koordinatenangaben in AUSTAL2000. Auf dieses Koordinatensystem beziehen sich alle Angaben in AUSTAL2000 (z.B. Quellenkoordinaten in der Protokolldatei „austal2000.log“).

#### Rechengitter /-netz:

Durch die Festlegung eines (dreidimensionalen) Gitters werden (rechtwinklige) Zellen gebildet. Berechnet wird die Ausbreitung der Luftinhaltsstoffe von Zelle zu Zelle durch das gesamte Rechengitter.

#### Auswertungsraster:

Nach GIRL ist in einem Beurteilungsgebiet die Beurteilung in (Teil-) Flächen notwendig. Dazu wird ein Auswertungsraster definiert, das eine größere Kantenlänge besitzt, d.h. gröber als das Rechengitter ist. Die Immissionswerte dieses Auswertungsrasters errechnen sich als Mittelwerte aus den darunter liegenden Flächenwerten des Rechengitters. Die Auswertung der dreidimensional vorliegenden Ergebnisse bezieht sich auf die unterste Gitterebene, d.h. einer Referenzhöhe von 1,5 m.

<sup>10</sup> Rauigkeitslängenkataster (CORINE-Kataster): Daten zur Bodenbedeckung der Bundesrepublik Deutschland des Statistischen Bundesamtes, Wiesbaden. (CORINE: CoORDination of INformation on the Environment). Klassifizierung zitiert in der TA Luft, Tabelle 14.

<sup>11</sup> Anmerkung: Wenn für eine Begutachtung mehrere Ausbreitungsrechnungen mit unterschiedlichen Quellenkonstellationen erforderlich sind, können die durch AUSTAL2000 ermittelten Rauigkeitslängen voneinander abweichen, obwohl im Rechenggebiet konstant dieselben Strömungsbedingungen gegeben sind. Daher wird die Rauigkeitslänge für die Berechnung mit der größten Anzahl Quellen (Gesamtbelastung) für weitere Ausbreitungsrechnungen im Gutachten manuell als Parameter gesetzt.

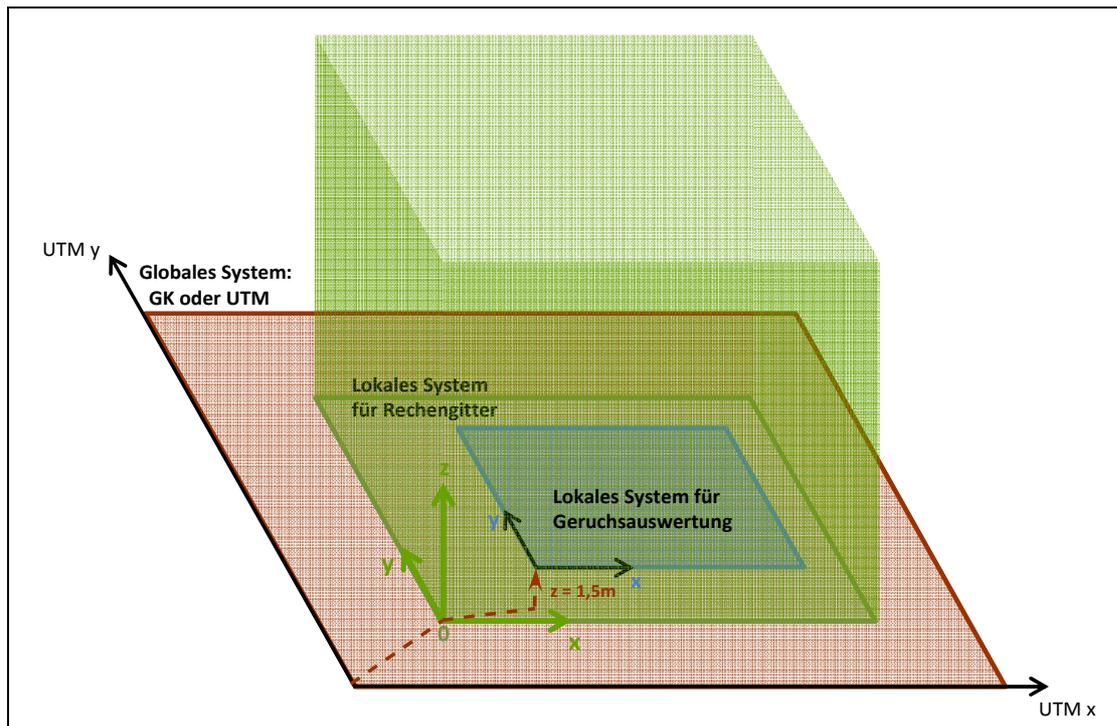


Abbildung 1: Koordinatensysteme in Verbindung mit der Ausbreitungsrechnung

## 4 Quellenparameter

Um Eingabedaten für Ausbreitungsrechnungen zusammenzustellen, sind Vorberechnungen notwendig, wie z.B. die Berechnungen des Geruchsstoffstromes (Quellstärke). Die einzelnen Berechnungen werden im Gutachten erläutert. Nachfolgend werden Grundlagen dazu angeführt.

Durch die Festlegung der Quellengeometrie wird das Emissionsverhalten der Abgasfahne beeinflusst (daher z.B. auch Anforderungen zu Schornsteinhöhen in der TA Luft). Einflussfaktoren sind die Austrittstemperatur, die Auströmgeschwindigkeit, der Quelldurchmesser und der Volumenstrom. Die Form der Quelle (Punkt-, Linien-, Flächen- oder Volumenquelle) hat ebenfalls einen Einfluss. Von diesen Daten hängt auch die sogenannte Abgasfahnenüberhöhung ab, die sich stark auf die Verdünnung der Abluft in der Atmosphäre auswirken kann.

Für Quellhöhen unter 10 m über Erdboden, wie sie in der Landwirtschaft sehr häufig vorkommen, gibt AUSTAL2000 im Protokoll einer Berechnung die Hinweise „Die Höhe  $h_q$  der Quelle (...) beträgt weniger als 10 m.“ und im weiteren „WARNUNG: Eine oder mehrere Quellen sind niedriger als 10 m. Die im Folgenden ausgewiesenen Maximalwerte sind daher möglicherweise nicht relevant für eine Beurteilung!“. Dadurch wird nicht die Anwendbarkeit von AUSTAL2000 bzw. des Modells in Frage gestellt, sondern lediglich mitgeteilt, dass nach Nr. 5.5.2 der TA Luft „der Schornstein (...) mindestens eine Höhe von 10 m über der Flur“ haben soll. Diese Anforderung der TA Luft bezieht sich auf Schornsteine (Ableitung von Rauch- oder anderen Abgasen) und widerspricht häufig den praktischen Bedingungen der Ableitung von verbrauchter Abluft aus Tierställen. Im Übrigen gelten Quellen, die diese Anforderungen nicht erfüllen, als „Diffuse Emissionen“ im Sinne der TA Luft Nr. 4.6.1.1.

## 4.1 Abgasfahnenüberhöhung<sup>12</sup>

### 4.1.1 Prinzip

Das Prinzip der Abgasfahnenüberhöhung ist in Abbildung 2 dargestellt. Die grundsätzliche Relevanz bei Ausbreitungsrechnungen wird an einem vereinfachten Rechenbeispiel deutlich: Bei einem Volumenstrom von ca. 8000 m<sup>3</sup>/h (Minimalluftfrate für in etwa 500 Mastschweine bei quasikontinuierlicher Belegung des Stalles<sup>13</sup>), einem Schachtdurchmesser von 0,6 m und einer Ausströmgeschwindigkeit von im Mittel ca. 7,8 m/s ergibt sich eine Abgasfahnenüberhöhung  $\Delta h$  von fast 4,7 m<sup>14</sup>. Vereinfacht bedeutet das, dass die Schachtbauhöhe in den Berechnungen im Durchschnitt um fast 4,7 m höher wirksam ist, als sie baulich ausgeführt ist. Das gewählte Beispiel ist zwar typisch - denn es handelt sich um Durchschnittswerte, so dass der Volumenstrom z.B. vom Belegungssystem des Stalles abhängt und außerdem nicht tatsächlich durch nur einen, sondern mehrere Schächte entlüftet würde -, jedoch können durch Zentralentlüftungen und Gruppenschaltungen (s.u.) solche Bedingungen gewährleistet werden.

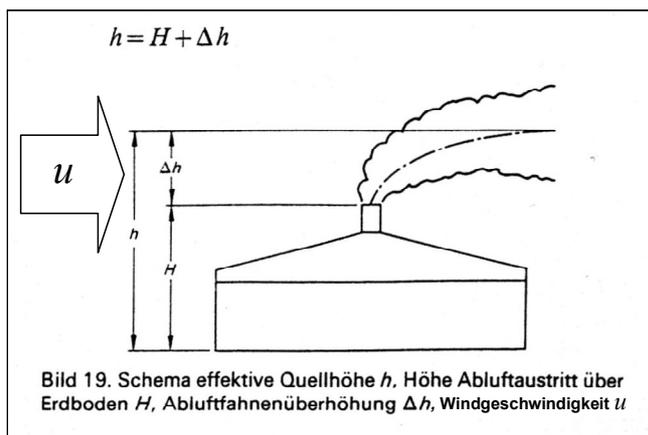


Abbildung 2: Prinzip der Abgasfahnenüberhöhung  
(Literaturquelle: VDI 3471, ergänzt)

### 4.1.2 Entlüftungstechniken und Ableitbedingungen

Die Ansätze jeder einzelnen Emissionsquelle im Gutachten richten sich nach den individuellen Bedingungen vor Ort und basieren auf den aktuellen Erkenntnissen aus Fachkreisen. Zu unterscheiden sind der thermische und mechanische Teil der Abgasfahnenüberhöhung. Die thermische Überhöhung wird durch den Wärmestrom (Volumenstrom in Verbindung mit dem Wärmeinhalt) hervorgerufen, die mechanische durch die Ausströmgeschwindigkeit. Die „Stabilität“ beider Überhöhungsanteile hängt vom Durchmesser der Quelle ab. Je größer der Durchmesser, desto stabiler und dadurch größer ist die Überhöhung. Folgende Elemente einer zentralen Abluftableitung bei Stallanlagen wirken sich auf die Abgasfahnenüberhöhung aus:

- Zentralentlüftung
- Gruppenschaltung von Ventilatoren/Abluftschächten<sup>15</sup>
- Gemeinsamer Austrittspunkt von Abluftschächten

<sup>12</sup> Der Begriff „Abgas“ in „Abgasfahne“ ist für die Tierhaltung nicht korrekt, denn es handelt sich hier um Atmungsluft für Tiere (und betreuende Menschen) und nicht um ein Prozessabgas z. B. im Sinne der TA Luft. Daher wird in der Regel der Begriff „Abluft“ (Abluftableitung, Abluftführung, Entlüftung etc.) verwendet. Bei der Fahnenüberhöhung handelt es sich jedoch mit dem Begriff „Abgasfahnenüberhöhung“ um einen Fachterminus, auf den u. a. die Richtlinie VDI 3782 Bezug nimmt. Er wird daher in diesem Zusammenhang beibehalten.

<sup>13</sup> Unter einem „quasikontinuierlich“ belegten Schweinemaststall ist zu verstehen, dass nicht der gesamte Stall Rein-Raus, sondern in mehreren Gruppen belegt wird. Das bedeutet, dass der Stall nie mit ausschließlich frisch eingestellten Jungtieren (Ferkeln) belegt ist und dadurch auch zu keinem Lüftungszeitpunkt eine entsprechend sehr geringe Lufrate in Betrieb ist.

<sup>14</sup> Beispielhafte Überhöhungsangabe unter folgenden Randbedingungen/Annahmen: Temperaturdifferenz zwischen Abluft und Außenluft = 5 Kelvin und atmosphärische Windanströmgeschwindigkeit = 3 m/s.

<sup>15</sup> „Abluftschacht“: Die Abluft aus Tierställen ist zu unterscheiden von Abgasen, die durch Schornsteine oder Kamine abgeleitet werden. Bei letzteren handelt es sich in der Regel um Abgase bzw. Rauchgase aus Verbrennungsprozessen. Daher wird bei Tierställen von (Abluft-) Schächten gesprochen. Der Luftvolumenstrom in Schächten wird i.d.R. durch Ventilatoren erzeugt (Zwangsentlüftung).

Bei einer Zentralentlüftung wird die Entlüftung der einzelnen Stallbereiche (Abteile) durch Klappen geregelt (im Gegensatz dazu erfolgt bei dezentraler, d.h. so genannter „abteilweiser Entlüftung“, die Regelung primär durch die Leistungseinstellung des Ventilators). Nach außen in die Atmosphäre wird ein einziger Gesamtvolumenstrom geleitet (im Gegensatz dazu treten bei abteilweiser Entlüftung einzelne Volumenströme getrennt nach außen).

Bei einer Gruppenschaltung werden alle Ventilatoren, die einen Gesamtvolumenstrom erzeugen, so miteinander kombiniert (in „Gruppen“ zusammengestellt), dass für die verschiedenen, nach schwankendem Bedarf notwendigen Luftleistungen nur die Anzahl dafür gerade notwendiger Ventilatoren läuft. Die Schaltung berücksichtigt dabei, dass Ventilatoren einen optimalen Leistungsbereich haben. Die optimal laufenden Ventilatoren leisten also den Grundbedarf des notwendigen Volumenstromes und ein Ventilator liefert den Rest. Das bedeutet, dass unabhängig von der gerade benötigten Luftleistung immer nur ein Ventilator nicht mit Vollast läuft. Der dabei für die Abgasfahnenüberhöhung relevante Aspekt ist, dass nur einer der Ventilatoren nicht die angesetzte Abluftausströmgeschwindigkeit liefert. Alle anderen laufen dagegen im Optimum und damit mit einer relativ hohen Ausströmgeschwindigkeit. Wird dagegen ein Stallabteil durch mehr als einen Ventilator entlüftet, können diese in Gruppe geschaltet werden, ohne dass es sich um eine Zentralentlüftung im üblichen Sinn handelt.

Ein gemeinsamer Austrittspunkt von Schächten spielt eine Rolle bei der thermischen Überhöhung. Liegen die Schächte nah genug beieinander, dann wirken diese wie ein einziger Volumenstrom, setzen sich jedoch aus den Volumenströmen der einzelnen Schächte zusammen. Da die thermische Überhöhung von der Größe des Volumenstroms (bzw. Wärmestroms) abhängt, werden auf diese Weise verbesserte Überhöhungen erreicht. Als Orientierung dafür, ob bei einzelnen Schächten ein gemeinsamer Volumenstrom vorliegt, wird beispielsweise im Leitfaden zur TA Luft von Baden-Württemberg als Zitat der LAI angegeben: der 5-fache Mündungsdurchmesser als Abstand zwischen den einzelnen Schächten darf nicht überschritten sein.

#### 4.1.3 Parameter in AUSTAL2000 (Auswahl)

Das Emissionsverhalten der zu einer Zentralentlüftung gehörenden Schächte ist durch Gruppenschaltungen so komplex, dass es in der Ausbreitungsrechnung nicht durch einzelne Quellen für jeden Ventilator/Schacht, sondern nur durch die Modellierung einer Ersatzquelle wiedergegeben werden kann. Diese Ersatzquelle muss so parametrisiert sein, dass eine sachgerechte Wirkung simuliert wird. Dies wird i.d.R. erreicht, wenn für die folgenden Eingangsparameter in AUSTAL2000 die angegebenen Werte verwendet werden (beachte Kap. 4.1.4!):

- **vq**: eine realistische mittlere Ausströmgeschwindigkeit<sup>17</sup>  
→ maximal 8 bis 10 m/s
- **qq**: ein Wärmestrom, berechnet mit einem realistischen mittleren Volumenstrom  
→ liegt nach neueren Erkenntnissen bei ca. 28 % der Sommerluft rate bei relativ gleichmäßigem Tierbesatz/-gesamtgewicht in der Schweinehaltung (vgl. Kap. 4.2)
- **dq**: ein realistischer Ersatzquellendurchmesser  
→ konservativer Ansatz: der bauliche Durchmesser nur einer der Schächte, die in Gruppe geschaltet sind (die Verwendung eines Äquivalentdurchmessers, berechnet aus der Summe der Austrittsflächen aller Schächte, führt zu einer Überschätzung der Abgasfahnenüberhöhung und kann daher nicht verwendet werden!)

Das Ausmaß der Überhöhung hängt von den Windgeschwindigkeiten ab (wirken im rechten Winkel auf den senkrecht nach oben ausströmenden Abluftstrom, vgl. Abbildung 2): Je höher die Windgeschwindigkeit, desto geringer die Überhöhung. Bei einem großen Verhältnis von Windgeschwindigkeit zu Ausströmgeschwindigkeit kann es auch zu einem Abriss der Abgasfahne an der Schachtmündung kommen. Die Überhöhungsformeln beinhalten zwar nicht ex-

<sup>17</sup> realistische mittlere Ausströmgeschwindigkeit: bei Gruppenschaltungen kann von Ausströmgeschwindigkeiten bei den einzelnen Ventilatoren von mindestens 8 m/s ausgegangen werden, i.d.R. deutlich höher. Einer der Ventilatoren läuft individuell geregelt und daher zeitweise auch unter 8 m/s. Ist für einen Gesamtvolumenstrom nur eine geringe Leistung des Regelventilators notwendig, dann liegt zwar für diesen Schacht nur eine geringere Ausströmgeschwindigkeit vor, jedoch auch ein geringerer Volumenstrom, so dass der Emissionsanteil verhältnismäßig gering ist. Die übrigen Ventilatoren liefern Vollast, also auch optimale Ausströmgeschwindigkeit. Diese geringfügige Abweichung durch eine geringere Ausströmgeschwindigkeit ist daher vernachlässigbar.

plizit solche Bedingungen, jedoch sinkt der Wert der Abgasfahnenüberhöhung mit zunehmender Windgeschwindigkeit beträchtlich. Diese Zusammenhänge sind in der Ausbreitungsrechnung mit AUSTAL2000 (Referenzmodell) enthalten.

Die thermische Überhöhung findet im Vergleich zur mechanischen über einen längeren Zeitraum bzw. in einer größeren Entfernung vom Austrittspunkt statt (zudem hat die thermische Überhöhung i.d.R. auch ein entsprechend höheres Ausmaß). Daraus ergibt sich, dass bei der Modellierung einer Ersatzquelle (vgl. Kap. 4.3) im Einzelfall zwischen der thermischen und mechanischen Überhöhung unterschieden werden kann. Bei relativ niedrigen Auslasshöhen über First kann die mechanische Überhöhung bereits stattgefunden haben, wenn die Abluffahne in den Leewirbelsog des Gebäudes gerät und an einer weiteren Überhöhung durch den Wärmeinhalt (thermischer Anteil) gehindert wird. Durch die Setzung der entsprechenden Parameter in der Ausbreitungsrechnung können die Auswirkungen dieser Bedingungen simuliert werden.

Eine für die Praxis ausreichend umfangreich wirksame Abgasfahnenüberhöhung ist i.d.R. erst zu erwarten, wenn die Auslasshöhe mindestens 10 m über Grund und 3 m über Firstniveau beträgt. Zusätzlich wird eine Ausströmgeschwindigkeit von im Durchschnitt mindestens 7 m/s empfohlen. Bei der Festlegung dieser Randbedingungen handelt es sich um eine Konvention. Vorausgesetzt wird, dass durch Strömungseinflüsse im Umkreis keine nachteilige Beeinflussung besteht. Andernfalls sollten diese durch Verwendung eines individuellen Windfeldes berücksichtigt werden.

#### **4.1.4 Umsetzung der Abgasfahnenüberhöhung in Gutachten (mechanische Überhöhung)**

Die Kriterien für eine wirksame Abgasfahnenüberhöhung werden verwaltungstechnisch der TA Luft entnommen, indem auf die Nr. 5.5.2 „Ableitung über Schornsteine“ Bezug genommen wird: Quellenmündung in mindestens 10 m über Erdboden und 3 m über Dachfirst.

#### **Richtlinie VDI 2280**

Als zusätzliches Kriterium wird von den Behörden auf der Grundlage der Richtlinie VDI 2280 (auf die in der Richtlinie VDI 3783-13 Bezug genommen wird) ein Minimum für die Ausströmgeschwindigkeit „vq“ in AUSTAL2000 gefordert:  $vq \geq 7 \text{ m/s}$ . Diese Vorgabe ist in der Richtlinie VDI 2280 als Empfehlung aufgeführt und dient der allgemeinen Vorsorge - ohne einen Bezug zu Ausbreitungsrechnungen. In der Richtlinie VDI 3782-3, die die physikalischen Berechnungsgrundlagen der Abgasfahnenüberhöhung behandelt und zu den Grundlagen für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft (AUSTAL2000) gehört, ist diese Einschränkung für die verwendeten Überhöhungsformeln nicht zu entnehmen.

#### **Randbedingungen (VDI 3781-4)**

Die Anforderungen an die Höhe der Quellenmündung als solche nutzt der Minderung von Immissionen nur vernachlässigbar, stattdessen steht dabei im Vordergrund, eine ausreichend freie Abströmung zu gewährleisten, um eine Abgasfahnenüberhöhung zu ermöglichen. Denn diese beträgt ein Vielfaches der baulichen Erhöhung von 3 m über First. Daher sind neben den Mindesthöhen weitere Voraussetzungen zu berücksichtigen, ohne deren Erfüllung die Forderungen nicht den gewünschten Effekt liefern. Im Rahmen der aktuellen Aktivitäten in Fachkreisen zur Novellierung der TA Luft, liegt die völlig neu abgefasste Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 „Ableitbedingungen bei Abgasanlagen“ im Entwurf vom Dezember 2015 vor. Sie ist maßgebliche Grundlage für die Anforderungen der TA Luft Nr. 5.5, beschreibt die wesentlichen Anforderungen für die Voraussetzung von Abgasfahnenüberhöhungen und legt entsprechende Randbedingungen fest. Die oben genannte Richtlinie VDI 2280 ist in die Neufassung der VDI 3781-4 integriert und wird daher mit Erscheinen eines gültigen Weißdrucks zurückgezogen.

#### **Abgasfahnenüberhöhung in der Ausbreitungsrechnung**

Der Umfang der Abgasfahnenüberhöhung schlägt sich in den Ausbreitungsrechnungen durch die Setzung der entsprechenden Parameter in AUSTAL2000 nieder.

Der für die Berücksichtigung einer Abgasfahnenüberhöhung behördlich vorgegebene Wert von 7 m/s ist als Mindestwert festgelegt worden, soll jedoch in der Ausbreitungsrechnung eingesetzt werden, obwohl die Ausbreitungsrechnung in Verbindung mit den vorliegenden Aufgabenstellungen (Immissionen durch Tierhaltungen) nicht die Verwendung von Mindest-, sondern von Mittelwerten erfordert.

Die aufgrund der vorgenannten Forderungen im Einzelnen notwendigen Dimensionierungen der Lüftungstechnik sind im jeweiligen Gutachten enthalten. Die dort angesetzten Ausströmgeschwindigkeiten und Durchmesser wurden für jede Quelle in Abhängigkeit von Volumenstrom, Einzelschachtdurchmesser, Anzahl der Schächte und Gruppenschaltung individuell ermittelt. Kann im Einzelfall die geforderte Ausströmgeschwindigkeit über die Dimensionierung nicht erreicht werden, sind die Werte als Vorgabe gesetzt (d.h. können über Bypass-Lösungen gewährleistet werden).

Um die real komplexen Bedingungen einer Zentralentlüftung und Gruppenschaltungen als Quelle in die Möglichkeiten der Ausbreitungsrechnung mit AUSTAL2000 zu übertragen/transferieren, ist ein Ersatzquellensystem notwendig. Die verwendeten und von Behörden geforderten Ansätze stellen dabei in allen Teilbereichen konservative Vorgaben dar. Dadurch ist bei den prognostizierten Immissionen von einer Überschätzung auszugehen, mit der ein Beitrag dazu geliefert wird, dass die Ergebnisse der Prognoseberechnungen auf der sicheren Seite liegen.

Das Ersatzquellensystem ist – vor dem Hintergrund der o.g. verwaltungstechnischen Forderungen der Behörden – wie folgt aufgebaut (mit Fokus auf Schweinehaltungen):

- Begrenzende Größe ist die Minimalluftfrate einer Lüftungskonzeption auf der Grundlage der DIN 18910. Sie kann bei einem quasikontinuierlich<sup>18</sup> belegten Stall mit ca. 20 % der Maximalluftfrate (Sommerluftfrate „SLR“)<sup>19</sup> kalkuliert werden. Für diese Luftfrate ist nur ein Ventilator in Betrieb. Der Schacht für diesen Ventilator muss in seinem Durchmesser so ausgelegt sein, dass er die geforderte Mindestausströmgeschwindigkeit von 7 m/s erreicht. Die sich individuell ergebende Ausströmgeschwindigkeit wird als „vq“ in der Ausbreitungsrechnung angesetzt. Ist eine höhere Mindestausströmgeschwindigkeit gewünscht, kann an dieser Stelle durch die Wahl des Schachtdurchmessers Einfluss genommen werden.
- Einfluss auf die Abgasfahnenüberhöhung nimmt auch der Durchmesser der Quelle (Schachtdurchmesser). Dieser geht als Parameter „dq“ in die Berechnungen ein und muss daher auch angegeben und festgeschrieben werden. Je größer der Durchmesser, desto stabiler und deshalb auch größer ist die Abgasfahnenüberhöhung. Der Durchmesser ergibt sich aus der Mindestausströmgeschwindigkeit (s.o.) und muss für die Anwendbarkeit der Überhöhungsformeln in AUSTAL2000 auch real existieren. Ein errechneter „Ersatzdurchmesser“ aus der Summe der Auslassflächen aller einzelnen Schächte einer Gruppenschaltung würde stattdessen zu einer deutlichen Überschätzung der mechanischen Abgasfahnenüberhöhung führen. In der Regel werden für Gruppenschaltungen Ventilatoren mit demselben Durchmesser eingesetzt. Für die Ausbreitungsrechnung wird als „dq“ der Durchmesser nur *einer* dieser Schächte verwendet. Diese Vorgehensweise stellt einen konservativen Ansatz dar.
- Die durchschnittliche Ausströmgeschwindigkeit der Lüftung mit Gruppenschaltung liegt deutlich höher, da die Zuschaltung der an der Gruppenschaltung beteiligten Ventilatoren nicht beim Minimum, sondern höheren Leistungen erfolgt. Sie liegt daher zwischen der Geschwindigkeit bei Minimalluftfrate und dem Optimalbetrieb/Maximum eines Ventilators (abhängig vom Ventilator typ bis zu ca. 12 m/s).

<sup>18</sup> Unter einem „quasikontinuierlich“ belegten Schweinemaststall ist zu verstehen, dass nicht der gesamte Stall Rein-Raus, sondern in mehreren Gruppen belegt wird. Das bedeutet, dass der Stall nie mit ausschließlich frisch eingestellten Jungtieren (Ferkeln) belegt ist und dadurch auch zu keinem Lüftungszeitpunkt eine entsprechend sehr geringe Luftfrate in Betrieb ist.

<sup>19</sup> Anmerkung: In der DIN18910 werden zwei Temperaturzonen in Deutschland unterschieden. Für den weit überwiegenden Teil Deutschlands sowie ganz NRW ist aufgrund der Temperaturzone eine Lüftungsauslegung mit  $\Delta T = 3 \text{ K}$  vorgesehen. Aufgrund der Richtlinie VDI 3471 (ab ca. Ende 2012 durch VDI 3894 ersetzt) wurde vielfach  $\Delta T = 2 \text{ K}$  festgelegt, um eine entsprechende Punktebewertung zu erreichen. Letztgenannte Festlegung entspricht nicht mehr dem aktuellen Stand des Wissens.

- Sind Einzelheiten der geplanten bzw. notwendigen Lüftung zum Zeitpunkt der Prognoseanfertigung noch nicht bekannt, wird auf die behördliche Mindestforderung begrenzt, d.h.  $v_q = 7 \text{ m/s}$  in AUSTAL2000 eingesetzt.

Die dargestellte Vorgehensweise ersetzt keine Lüftungsplanung, sodass in der Regel von den hier erfolgten Ansätzen Abweichungen bei der Umsetzung in der Praxis des Einzelfalls entstehen. Jedoch werden in den Gutachten praxisgerechte Ansätze verwendet, durch die maßgebliche Abweichungen nicht zu erwarten sind.

## 4.2 Luftraten in der Tierhaltung

Die DIN 18910 gibt Maximalluftraten für Tierhaltungen verschiedener Tierarten an, die in geschlossenen, wärmege-dämmten Ställen zwangsentlüftet werden. Die Maximalluftraten sind sogenannte Sommerluftraten (SLR) und dienen der Auslegung der Lüftungsanlage. Die tatsächlichen Volumenströme von Tierhaltungsanlagen schwanken, unter anderem in Abhängigkeit von der Jahreszeit. Zu diesen Schwankungen liefert die DIN 18910 keine Informationen. Abbildung 3 zeigt das Ergebnis von Auswertungen der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (Bernhard Feller, 11/2005) in Ställen zur Schweinehaltung. Daraus folgt, dass weit überwiegend nur geringe Luftraten benötigt werden. Tabelle 1 zeigt eine Auswertung, durch die im Durchschnitt von einer Luftrate auszugehen ist, die mindestens 28 % der SLR entspricht.<sup>20</sup>

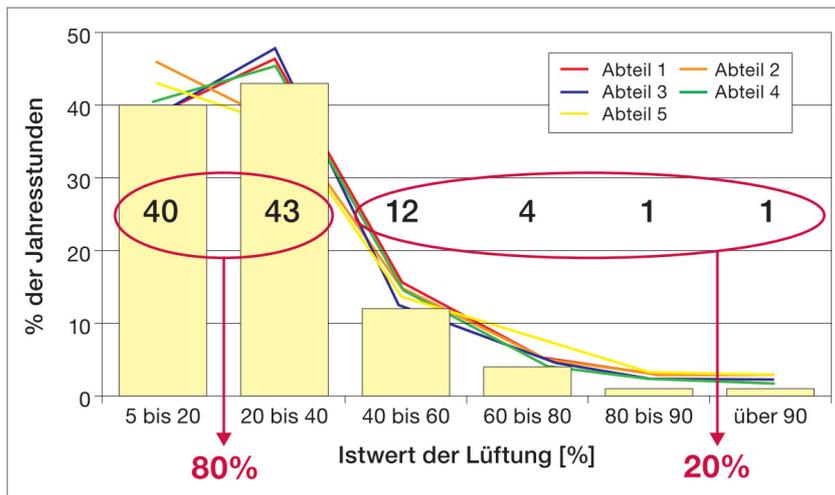


Abbildung 3: Klassifizierte Verteilung der Volumenstromanteile der Sommerluftrate (Schweinehaltung) über die Stunden eines Jahres (Literaturquelle: Bernhard Feller 2005)

Tabelle 1: Auswertung der Abbildung 3

Betriebszustände	Leistung	Jahresstunden	Leistung X % der Jahresstd.
Luftrate Anteil an SLR	% im Mittel	%	% %
über 90 % (= SLR)	95	1	95
80 % bis 90 %	85	1	85
60 % bis 80 %	70	4	280
40 % bis 60 %	50	12	600
20 % bis 40 %	30	43	1290
5 % bis 20 %	12,5	40	500
		$\Sigma 101$	$\Sigma 2850$
<b>gewichteter Jahresmittelwert: <math>2850 \% / 101 \% = 28 \%</math></b>			

<sup>20</sup> Dieses Ergebnis weicht von früheren Erkenntnissen ab (KTBL-Schrift 126 Handhabung Richtlinien VDI 3471 u. VDI 3472), die auf der Grundlage von Literaturangaben von einer jahresdurchschnittlichen Luftrate von 47% ausgegangen sind.

Die Daten können von den entsprechenden Angaben in den Antragsunterlagen (Antragsformulare) abweichen, da dort z.T. Angaben zur Auslegung der Lüftung bzw. zur möglichen Leistung der gewählten Ventilatoren gemacht werden. Für die Immissionsprognose jedoch sind die tatsächlichen Betriebszustände bzw. der Jahresdurchschnitt maßgeblich. Darüber hinaus müssen die Planungsdaten der Antragsunterlagen unter Umständen (z.B. bei Gruppenschaltungen von Ventilatoren/Abluftschächten) in der Weise aufbereitet werden, dass ein sachgerechter Einsatz für das Prognosemodell gegeben ist (vgl. Kap. 4.1).

### **4.3 Ersatzquellensysteme**

Durch die Aufbereitung der Lüftungsdaten und bei Verzicht auf die Verwendung eines individuell berechneten Windfeldes (d.h. ohne Gebäudeumströmung), kann ein so genanntes Ersatzquellensystem modelliert werden. Das bedeutet, dass ersatzweise Daten für eine Quelle angegeben werden, durch die ein möglichst realitätsnahes bzw. sachgerechtes Abströmverhalten im Berechnungsmodell erzeugt wird. Die Notwendigkeit eines solchen Ersatzquellensystems wurde bereits in Verbindung mit der Abgasfahnenüberhöhung (Kap. 4.1) angesprochen. Ein weiterer Anlass kann beispielsweise durch Randbedingungen vorgegeben sein, durch die eine Abgasfahnenüberhöhung nicht wirksam wird. Dann sind u.a. Ausströmgeschwindigkeit und Volumenstrom auf den Wert „0“ zu setzen bzw. als Eingabeparameter gar nicht anzugeben, obwohl die Quelle in der Realität tatsächlich eine Ausströmgeschwindigkeit und einen Volumenstrom besitzt (konservativer Ansatz zur Stützung einer Prognose mit Ergebnissen auf der sicheren Seite).

#### **4.3.1 Vertikale Linienquelle**

Statt der Berücksichtigung der Gebäudeumströmungen durch die Berechnung eines individuellen Windfeldes mit einer Punktquelle, kann als Ersatzquellensystem eine vertikale Linienquelle verwendet werden (Richtlinie VDI 3783-13). Unterliegt eine Punktquelle aufgrund der Bedingungen vor Ort diffusen Abströmbedingungen, dann kann die Übertragung dieser Bedingungen auf die Ausbreitungsrechnung durch die Verwendung einer vertikalen Linienquelle erfolgen. Insbesondere der so genannte „down-wash“-Effekt, d.h. die Abgasfahne wird durch Wirbelzonen des Gebäudes, auf der sich die Quelle befindet, nach unten in Richtung Boden gezogen, findet dadurch Berücksichtigung. Der Ansatz einer vertikalen Linienquelle besteht aus einer senkrecht ausgedehnten und waagrecht ausströmenden Emissionsquelle.

Sind vor Ort für eine Abgasfahnenüberhöhung die entsprechenden Abströmbedingungen gegeben, kann auch hierfür als Ersatzquelle eine vertikale Linienquelle verwendet werden. Da auch bei idealen Abströmbedingungen ein - deutlich geringerer - Einfluss des Gebäudes auf die Quelle bzw. die Abgasfahne vorliegt, wird der Ansatz einer Punktquelle den Bedingungen allein nicht gerecht. Soll dieser Einfluss zur Reduzierung des Begutachtungsaufwandes nicht explizit durch ein individuelles Windfeld berücksichtigt werden, dann kann eine vertikale Linienquelle mit Abgasfahnenüberhöhung zum Ansatz gebracht werden. Dazu sind u.a. die Angabe eines Quellendurchmessers und Ausströmgeschwindigkeit (senkrecht nach oben) notwendig, die für eine vertikal und linienförmig ausgerichtete Quelle zunächst nicht plausibel erscheinen. Jedoch werden die Parameter  $d_q$ ,  $v_q$  und  $q_q$  in AUSTAL2000 ausschließlich dazu verarbeitet, wie sich die Überhöhung der freigesetzten Stoffe/Partikel, also die Abgasfahne, verhält. Programmintern werden in AUSTAL2000 alle Quellen in virtuelle Punktquellen aufgelöst, d.h. Quellen besitzen keine Ausdehnung.

#### **4.3.2 Parameter für Quellenmodellierung in AUSTAL2000**

Zu der Modellierung von Ersatzquellensystemen geben das Merkblatt 56 und die Richtlinie VDI 3783-13 Empfehlungen, die eine starke Schematisierung darstellen, um letztlich in verwaltungstechnische Vorgaben zu münden. Entgegen der Entwurfsfassung dieser Richtlinie wurden Vorgaben zur Modellierung von Ersatzquellensystemen wieder zurückgenommen.

