

Leitfaden zur Erstellung von Immissionsprognosen mit AUSTAL2000 in Genehmigungsverfahren nach TA Luft und der Geruchsimmisions-Richtlinie. **Merkblatt 56**



**Leitfaden zur Erstellung von Immissionsprognosen mit AUSTAL2000 in
Genehmigungsverfahren nach TA Luft und der Geruchsimmissions-Richtlinie**

Merkblatt 56

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen 2006



IMPRESSUM

- Herausgeber: Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA NRW)
Wallneyer Straße 6 • D-45133 Essen
Telefon (02 01) 79 95-0
Telefax (02 01) 79 95-14 46
E-Mail: poststelle@lua.nrw.de
- Redaktion: Dipl.-Ing. Markus Hölscher, Landesumweltamt NRW
Dipl.-Met. Uwe Hartmann, Landesumweltamt NRW
- Titelbild: Grafik: Ergebnis einer Ausbreitungsrechnung im gegliederten Gelände
Fotos: Links Abluffahren eines Kraftwerks, rechts Tiermastbetrieb
- Copyright: Topographische Karten Landesvermessungsamt NRW
- ISSN: 0947-5788 Merkblätter
-
- Informationsdienste: Aktuelle Umweltdaten aus NRW sowie Informationen zu Umweltthemen (Wasser, Boden, Luft, Abfall, Altlasten, Anlagen/Umwelttechnik, Lärm/Erschütterungen, Radioaktivität, Licht/Elektrosmog, Gentechnik, Stoffdaten) unter
- www.landesumweltamt.nrw.de
- Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im
- Telefonansagedienst (02 01) 1 97 00
 - WDR-Videotext Tafeln 177 bis 179
- Bereitschaftsdienst: Nachrichtenbereitschaftszentrale des LUA NRW
(24-Std.-Dienst): Telefon (02 01) 71 44 88
- Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

Hinweise

Im Rahmen dieses Leitfadens werden Hinweise für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft (2002) mit dem Modell AUSTAL2000 gegeben. Durch den einfachen Bezug in einem immissionsschutzrechtlichen Gutachten auf diesen Leitfaden kann nicht zwangsläufig geschlossen werden, dass die im Gutachten getroffenen Annahmen und Einstellungen zu plausiblen Ergebnissen bei der Immissionsprognose führen. Hierzu sind die Einzelfälle zu vielfältig, als dass alle Details in einem allgemeinen Leitfaden festgelegt werden können.

Parameter, die der Nomenklatur von AUSTAL2000 entsprechen, werden *kursiv* gedruckt.

Das im Leitfaden genannte Programm „zg2s“ und die Excelliste werden im Internetangebot des LUA NRW (www.lua.nrw.de unter Luft -> Ausbreitungsrechnung -> TA-Luft Modell -> Leitfaden) zum Download angeboten.

Inhalt

Impressum	2
Hinweise	3
Inhalt	5
1 Einleitung	7
2 Grundlagen von AUSTAL2000	9
3 Anforderungen an das Gutachten und die Immissionsprognose	11
3.1 Allgemeine Daten und Aufgabenstellung	11
3.2 Schornsteinhöhenberechnung	11
3.2.1 TA Luft	12
3.2.2 Geruchsimmissions-Richtlinie	14
3.3 Immissionsprognose	14
3.3.1 Emissionsdaten	14
3.3.1.1 Quellgeometrie	15
3.3.1.2 Zeitliche Charakteristik	16
3.3.1.3 Situationsabhängige Charakteristik	19
3.3.1.4 Abluftfahnenüberhöhung	19
3.3.1.5 Deposition / Sedimentation	22
3.3.1.6 Chemische Umwandlung	23
3.3.2 Meteorologie	23
3.3.3 Modellparameter	24
3.3.3.1 Rechengebiet und Maschenweite	24
3.3.3.2 Anemometerstandort und -höhe	26
3.3.3.3 Verdrängungshöhe und Rauigkeitslänge	28
3.3.3.4 Statistische Unsicherheit und Partikelrate	31
3.3.4 Ausbreitungsrechnung für komplexes Gelände	33
3.3.4.1 Berücksichtigung von Bebauung	33
3.3.4.2 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten	34
3.4 Ergebnisdarstellung	39
4 Literaturverzeichnis	41
5 Liste der Formelzeichen	43
Anhang A: Prüfliste zur Gutachtenprüfung	45
Anhang B: Mustergutachten	55
Anhang C: Windinduzierte Quellen – Beispiel	57
Anhang D: <i>AUSTAL2000.log</i> -Dateien ausgesuchter Beispiele	61

1 Einleitung

Am 1. Oktober 2002 trat die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft 2002) in Kraft. Gemäß Anhang 3 ist zur Bestimmung der Immissionszusatzbelastung ein Lagrange'sches Partikelmodell nach VDI 3945 Blatt 3 (VDI 2000a) einzusetzen. Die EDV-technische Umsetzung des Anhangs 3 ist das Referenzmodell AUSTAL2000. Seit der Neufassung der Geruchsimmisions-Richtlinie (GIRL 2004) ist AUSTAL2000 auch zur Bestimmung von Geruchsstundenhäufigkeiten vorgesehen (Janicke u. Janicke 2004).

Ziel einer Immissionsprognose im Rahmen einer Anlagengenehmigung ist es, einen Nachweis darüber zu führen, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch Emissionen der zu genehmigenden Anlage nicht zu befürchten sind. Hierbei kann mittels Immissionsprognose zunächst nach Nr. 4.1 TA Luft 2002 geprüft werden, inwieweit die Immissionskenngrößen ermittelt werden müssen. Ergebnisse von Immissionsprognosen können herangezogen werden, um Beurteilungspunkte und damit potenzielle Orte für Vorbelastungsmessungen festzulegen. Die aus praktischen Gesichtspunkten wichtigste Anwendung ist der Nachweis der Irrelevanz nach Nummern 4.2.2, 4.3.2, 4.4.3 und 4.5.2 der TA Luft (2002). Hierbei ist zu beachten, dass die Irrelevanzregelung nur auf die Gesamtanlage bezogen ist. Folglich sind auch bei Änderungs-genehmigungen die Emissionen der gesamten Anlage zu berücksichtigen. Werden in der Immissionsprognose nur die Emissionen des Vorhabens betrachtet, muss in jedem Fall die Vorbelastung bekannt sein und an Beurteilungspunkten die Gesamtbelastung gebildet werden.

Der Leitfaden kann auch für die Ermittlung von Immissionskenngrößen zur Beurteilung, ob schädliche Umwelteinwirkungen beim Betrieb nicht genehmigungsbedürftiger Anlagen vorliegen, herangezogen werden, sofern eine Prüfung im Einzelfall ergibt, dass der damit verbundene Aufwand verhältnismäßig wäre.

Die modelltechnische Umsetzung des Anhangs 3 der TA Luft (2002) -AUSTAL2000 (Janicke und Janicke 2003) ist konzipiert worden, um eine hohe Flexibilität aufzuweisen und um somit den Besonderheiten des Einzelfalls gerecht zu werden. So hängt die Immissionsbelastung u. a. von den Umgebungsbedingungen und den meteorologischen Gegebenheiten ab.

Das Modellsystem umfasst daher u. a. die Möglichkeit,

- meteorologische Zeitreihen und Statistiken zu verwenden,
- beliebige räumliche und zeitliche Emissionen zu betrachten,
- Einflüsse des Geländes und der Bebauung sowie Schwachwindlagen zu berücksichtigen und
- chemische Umwandlungen in der Atmosphäre zu simulieren.

Das Rechenverfahren der TA Luft (2002) hat für alle Beteiligten, Gutachter sowie Behörden, eine grundlegende Umstellung zur Folge (Hartmann 2003).

Dieser Leitfaden soll dazu dienen, den Aufbau von zukünftig zu erstellenden Gutachten zur Ausbreitungsrechnung, vor allem im Hinblick auf die Kriterien Vollständigkeit, Nachvollziehbarkeit und Plausibilität, zu vereinheitlichen und die Vorgehensweisen zu harmonisieren.

Er ist daher gleichermaßen als Erkenntnisquelle für Gutachterbüros, Behörden und Antragsteller, die die eigenen in Auftrag gegebenen Gutachten bewerten wollen, gedacht. Hinsichtlich der Prüfung auf Vollständigkeit enthält der Anhang A eine Prüfliste. Darüber hinaus enthält der Leitfaden keinerlei Hinweise zur Bestimmung von Emissionsdaten. Es wird vorausgesetzt, dass die Emissionsdaten als maßgeblicher Eingabeparameter für Ausbreitungsrechnungen vorliegen. Im Leitfaden werden vielmehr Hinweise für die Modellierung der vielfältigen Quellsysteme gegeben.

2 Grundlagen von AUSTAL2000

Das Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 beruht auf der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3 (VDI 2000a). In AUSTAL2000 werden punktförmige Partikel, die einen Spurenstoff repräsentieren, auf ihrem Weg durch die Atmosphäre verfolgt. Die Partikel bewegen sich mit der mittleren Strömung und werden dabei zusätzlich dem Einfluss der Turbulenz ausgesetzt. Die Geschwindigkeit, mit der die Partikel transportiert werden, setzt sich zusammen aus der mittleren Windgeschwindigkeit, der Turbulenzgeschwindigkeit und der Zusatzgeschwindigkeit. Mit der Zusatzgeschwindigkeit kann u. a. die Sedimentationsgeschwindigkeit berücksichtigt werden.

AUSTAL2000 kann beliebig viele Emissionsquellen mit unterschiedlichen Quellgeometrien (Punkt-, Linien-, Flächen- und Volumenquellen) zeitabhängig verarbeiten. Die Ausbreitungsrechnung kann sowohl in einem ebenen Gelände als auch in gegliedertem Gelände und unter Gebäudeeinflüssen durchgeführt werden. In ebenem Gelände werden die zeitabhängigen meteorologischen Grenzschichtprofile gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 8 (VDI 2002) bestimmt. Hierzu werden die Größen Windrichtung und Windgeschwindigkeit in Anemometerhöhe, Mischungsschichthöhe, Rauheitslänge, Verdrängungshöhe und Monin-Obukhov-Länge benötigt. Für komplexes Gelände und Situationen, in denen Gebäudeeffekte zu berücksichtigen sind, ist dem Partikelmodell ein mesoskaliges, bzw. mikroskaliges diagnostisches Windfeldmodell vorgeschaltet (TA Luft 2002).

AUSTAL2000 kann darüber hinaus die Berechnung von Deposition und Sedimentation berücksichtigen. Die Berechnung der Umwandlung von NO nach NO₂ erfolgt gemäß der Richtlinie VDI 3782 Blatt 1 (VDI 2001). Die Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung wird gemäß Richtlinie VDI 3782 Blatt 3 (VDI 1985) bzw. für Kühltürme gemäß VDI 3784 Blatt 2 (VDI 1990) durchgeführt.

Die Konzentrationsverteilung des untersuchten Stoffes wird als räumlicher und zeitlicher Mittelwert über ein Volumenelement eines dreidimensionalen Auszählgitters und eines Zeitintervalls berechnet. Da die Anzahl der für die Simulation verwendeten Partikel in der Regel deutlich kleiner ist als die tatsächliche Anzahl von Spurenstoffteilchen, ist das Ergebnis der Ausbreitungsrechnung immer mit einer gewissen Unsicherheit (Stichprobenfehler) verbunden (VDI 3945 Blatt 3 – VDI 2000a). Dieser Stichprobenfehler hat nichts mit der Güte der Simulation zu tun, sondern ergibt sich aus dem statistischen Verfahren. In der TA Luft (2002) ist vorgegeben, dass dieser Stichprobenfehler, der von AUSTAL2000 für jede simulierte Komponente geschätzt wird, einen gewissen Wert in Abhängigkeit von der jeweiligen Kenngröße nicht überschreiten darf.

3 Anforderungen an das Gutachten und die Immissionsprognose

In den nachfolgenden Kapiteln wird aufgeführt, welche Informationen das Gutachten bzw. die Immissionsprognose enthalten muss, damit der Inhalt nachvollziehbar und prüfbar ist.

3.1 Allgemeine Daten und Aufgabenstellung

Das Gutachten mit der Immissionsprognose muss eindeutig mit Namen des Bearbeiters, Name und Anschrift des Gutachterbüros einschließlich Telefon- und Telefaxnummern sowie E-Mail-Adresse versehen werden. Das Gutachten sollte das Erstellungsdatum und eine Dokumentenkennung (Aktenzeichen, Projektnummer, o. ä) enthalten.

Es folgen Angaben zum Betreiber der Anlage und zur Art der Anlage sowie die allgemeine Beschreibung der Anlage und der geplanten Maßnahmen, beispielsweise Neuerrichtung einer Anlage oder wesentliche Änderung.

Eine Beschreibung und Einschätzung der Vorortsituation ist für die Durchführung einer Immissionsprognose unerlässlich. Hierzu ist ein Vororttermin nützlich, der entsprechend dokumentiert werden sollte, z. B. durch Bildmaterial. Das Gutachten muss eine eindeutige Einschätzung der näheren Umgebung ermöglichen. Hierzu gehört die Beschreibung

- der Landnutzung (Topographie),
- von Geländeerhebungen (Orographie) und
- der maßgeblichen lokalen Besonderheiten, die Einfluss auf die Strömung und Ausbreitung von Luftschadstoffen haben können.

In der Aufgabenstellung ist zu erläutern, welches Ziel die Immissionsprognose (z. B. Nachweis der Irrelevanz oder Ermittlung der Immissionskenngrößen) verfolgt und welche Schadstoffe betrachtet werden.

Die Beurteilungsgrundlagen wie z. B. verwendete Literaturangaben, Messberichte etc. sind zu dokumentieren und ggf. dem Gutachten beizufügen.

3.2 Schornsteinhöhenberechnung

Bei neu zu errichtenden Kaminen und bei bestehenden Kaminen, bei denen sich die Emissionsmassenströme auf Grund einer betrieblichen Maßnahme ändern, ist eine Schornsteinhöhenberechnung gemäß Nr. 5.5 TA Luft (2002) bzw. Nr. 2 GIRL (2004) erforderlich.

3.2.1 TA Luft

Die Schornsteinhöhe wird aus dem Nomogramm gemäß Nr. 5.5.3 der TA Luft (2002) für ebenes Gelände bestimmt. Für die Ermittlung der erforderlichen Schornsteinhöhe sind folgende Angaben notwendig:

- Schornsteindurchmesser in m
- Ablufttemperatur an der Schornsteinmündung in °C
- Abluftvolumenstrom im Normzustand trocken
- Emissionsmassenstrom in kg/h
- Faktor S gemäß Anhang 7 der TA Luft (2002)

Es können nur solche Stoffe bei der Schornsteinhöhenberechnung berücksichtigt werden, für die im Anhang 7 der TA Luft (2002) ein S-Faktor angegeben ist. Für die Temperatur, den Abluftvolumenstrom und den Emissionsmassenstrom sind jeweils die Werte einzusetzen, die sich beim bestimmungsgemäßen Betrieb unter den für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen ergeben.

Diese Festlegung hinsichtlich der „ungünstigsten Betriebsbedingung“ führt in der Praxis häufig zu unterschiedlichen Auslegungen, welche Emissionskonzentration zur Bestimmung der Emissionsmassenströme anzusetzen ist. So werden z. B. in der 13. BImSchV (2004) als Emissionsgrenzwerte Tagesmittelwerte und Halbstundenmittelwerte angegeben. Gemäß Nr. 2 des Anhangs 3 der TA Luft (2002) sind die Emissionsparameter als Stundenmittelwerte anzugeben. Theoretisch kommt der Halbstundenmittelwert dem Stundenmittelwert näher als der Tagesmittelwert.

Messwerte an bestimmten Anlagen haben gezeigt, dass gemessene Halbstundenmittelwerte auch niedriger als Tagesmittelwerte sein können. In diesen Fällen können in Absprache mit der Genehmigungsbehörde andere Emissionskonzentrationen festgelegt werden.

Der Schornstein muss nach Nr. 5.5.2 der TA Luft (2002) auf jeden Fall mindestens eine Höhe von 10 m über Flur und eine den Dachfirst um 3 m überragende Höhe haben. Bei einer Dachneigung von weniger als 20° ist die Höhe des Dachfirstes unter Zugrundelegen einer Neigung von 20° zu berechnen. Die Berechnung soll anhand des nachfolgenden Beispiels aufgezeigt werden.

Beispiel:

Ein Gebäude hat eine Grundfläche von 20 m Länge und 20 m Breite mit einer Höhe von 10 m. Das Dach hat eine Neigung von 15° (siehe Abbildung 1).

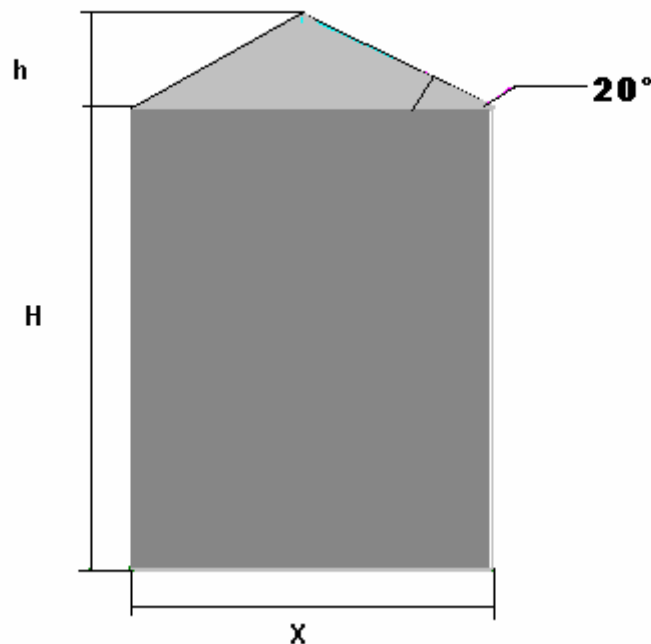


Abbildung 1: Bestimmung der Schornsteinhöhe
bei geneigten Dächern

Die korrigierte Firsthöhe für eine Dachneigung von 20° errechnet sich mittels der Formel:

$$h = X/2 * \tan(20^\circ)$$

Dabei ist:

h = Höhe des Firstes über dem Flachdach

X = Länge der Gebäuestirnwand

Weist die Grundfläche des zu betrachtenden Gebäudes einen rechteckigen Grundriss auf, muss zur Ermittlung der Schornsteinhöhe die Länge der Giebelwandseite herangezogen werden.

In der Richtlinie VDI 2280 (VDI 2005) wird neben der Mindesthöhe von 10 m über Flur und 3 m über First (Giebeldach) weiterhin festgelegt, dass die Ableitung der Abgase 5 m über Flach- und Shed-Dächern und 5 m über die Firsthöhe der Wohngebäude in 50 m Umkreis erfolgen muss.

Bei der Bestimmung der Schornsteinmindesthöhe ist weiterhin zu berücksichtigen, dass in den Fällen, in denen die geschlossene, vorhandene oder nach einem Bebauungsplan zulässige Bebauung oder der geschlossene Bewuchs mehr als 5% der Fläche des Beurteilungsgebietes beträgt, die nach Nr. 5.5.3 TA Luft (2002) bestimmte Schornsteinhöhe H' um den Zusatzbetrag J erhöht wird. Liegt die Anlage in einem Tal oder wird die Ausbreitung der Emissionen durch Geländeunebenheiten gestört, ist die ermittelte Schornsteinhöhe gemäß Richtlinie

VDI 3781 Blatt 2 (VDI 1981) zu korrigieren. Einflüsse von Bebauung, Bewuchs oder Geländeunebenheiten sind im Gutachten zu beschreiben und hinsichtlich der ermittelten Schornsteinbauhöhe zu bewerten.

In besonders orographisch gegliedertem Gelände (z. B.: tiefe Tallage) können darüber hinausgehende Überlegungen zur Schornsteinhöhenbestimmung notwendig sein (z. B.: Nielinger und Kost 2003).

3.2.2 Geruchsimmissions-Richtlinie

Entgegen der TA Luft (2002) ist für Kamine, die einen Geruchsstoffstrom emittieren, zur Bestimmung der Schornsteinhöhe gemäß Nr. 2 der GIRL (2004) eine Ausbreitungsrechnung erforderlich. Gemäß Nr. 2 GIRL (2004) ist die Schornsteinmindesthöhe so zu bemessen, dass die Kenngröße der zu erwartenden Zusatzbelastung auf der Beurteilungsfläche maximaler Beaufschlagung den Wert 0,06 nicht überschreitet.

Ist für mehrere Kamine eine Schornsteinhöhenbestimmung gemäß Nr. 2 der GIRL (2004) erforderlich, ist für jeden einzelnen Kamin eine eigene Ausbreitungsrechnung durchzuführen. Handelt es sich um Kamine mit dem gleichen Abluftverhalten (gleiche Abluftvolumenströme, Durchmesser, Geruchsstoffströme, Temperatur, Höhe) reicht es aus, nur eine Ausbreitungsrechnung für einen Kamin durchzuführen. Ist auf keiner Beurteilungsfläche der Wert 0,06 überschritten, ist diese Aussage auch auf die weiteren Kamine mit gleichen Emissionsdaten übertragbar.

Die Vorgaben der Richtlinie VDI 2280 (VDI 2005) gelten auch für die Ableitung von Geruchsstoffen.

3.3 Immissionsprognose

Die Immissionsprognose ist in vielen Genehmigungsverfahren wesentlicher Bestandteil der Antragsunterlagen. Sie dient zur Bestimmung und Bewertung der Immissionszusatzbelastung ausgehend von den Emissionen der zu untersuchenden Anlage. Das Gutachten mit der Immissionsprognose muss alle relevanten Fakten und Daten zur Anlage beinhalten, um nachvollziehbar zu sein. Der Aufbau eines immissionsschutzrechtlichen Gutachtens mit den notwendigen Angaben für eine Immissionsprognose ist in den folgenden Kapiteln dargelegt.

3.3.1 Emissionsdaten

Zur rechnerischen Ermittlung der Immissionszusatzbelastung ist die Angabe und genaue Beschreibung der Emissionsdaten der Anlage erforderlich. In Tabelle 1 werden die verschiedenen quellbezogenen Emissionsdaten aufgeführt, die für jede einzelne Quelle separat anzugeben sind:

Tabelle 1: Benötigte Quelldaten und ihre Einheiten für die Ausbreitungsrechnung

Bezeichnung	Einheit
Rechtswert/Hochwert der Quelle	m
Quellhöhe	m
Quellart	geführt, diffuse, etc.
Quellgeometrie	-
Austrittsfläche oder Durchmesser	m ² od. m
Abluftvolumenstrom	Nm ³ /h
Abluftgeschwindigkeit	m/s
Ablufttemperatur	°C
Emissionsmassenstrom	kg/h
Korngrößenverteilung	%
Betriebsdauer	h

Bei der Eingabe der Emissionsparameter der Quellen müssen diese als Stundenmittelwerte angegeben werden. Bei zeitlichen Schwankungen der Emissionsparameter (Angabe der Betriebsdauer) ist eine Zeitreihe zu verwenden. Ist eine solche Zeitreihe nicht verfügbar oder verwendbar, sind die beim bestimmungsgemäßen Betrieb für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen einzusetzen. Hängt die Quellstärke von den meteorologischen Bedingungen ab (windinduzierte Quellen), so ist dies entsprechend zu berücksichtigen (vgl. Abschnitt 3.3.1.3, TA Luft 2002).

3.3.1.1 Quellgeometrie

AUSTAL2000 bietet die Möglichkeit, Punkt-, Flächen-, Linien- und Volumenquellen zu berücksichtigen.

Mit Quellgeometrie sind die verschiedenen in der Praxis vorkommenden Quellformen gemeint, wie z. B. geführte Quellen in Form von Kaminen oder nicht geführte Quellen in Form von Dachreitern, Fenstern oder großflächige Quellen ohne Abluftfahnenüberhöhung (Klärbecken). Diese Angabe ist Grundlage für die Modellierung und Implementierung dieser Quellen in das Ausbreitungsmodell sowie für die Interpretation der Ergebnisse der Immissionsprognose, da schon die Bestimmung der Emissionsdaten einen erhöhten Unsicherheitsbereich aufweisen.

Häufig werden bei Anlagen mit vielen Emissionsquellen einzelne Quellen zu so genannten „Ersatzquellen“ zusammengefasst. Die Bestimmung der Ablufteigenschaften dieser Ersatzquellen ist aufgrund der Wechselwirkung der einzelnen Abluftfahnen nicht einfach. Es wird daher empfohlen, generell alle Einzelquellen in der Ausbreitungsrechnung einzeln zu berücksichtigen.

Hinweise zur Modellierung diffuser und gebäudenaher Quellen finden sich in Kapitel 3.3.1.4 und 3.3.4.1. Emissionsquellen (z. B. Klärbecken, Grabenbunker), die eine bodennahe Emissionshöhe von z. B. 0 m aufweisen, sind als vertikale Linienquellen oder Volumenquellen mit einer Höhe von 0 bis 1m zu modellieren.

3.3.1.2 Zeitliche Charakteristik

Es gibt viele Emissionsquellen, die nur zu bestimmten Zeiten im Jahresablauf emittieren bzw. zu unterschiedlichen Zeiten unterschiedliche Emissionsmassenströme aufweisen. Eine genehmigungspflichtige Anlage nach dem BImSchG emittiert z. B. 8 Stunden pro Arbeitstag organische Lösemittel oder eine Abfallbehandlungsanlage mit Kompostmieten weist einen höheren Geruchsstoffstrom beim Umsetzen auf als im Ruhezustand.

Für diese Emissionsquellen ist eine Zeitreihe der Emissionsparameter zu verwenden. In der Zeitreihe können die Quellstärken und die Parameter v_q (Austrittsgeschwindigkeit), q_q (Wärmestrom), s_q (Zeitskala zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung), t_q (Abgastemperatur), r_q (Relative Feuchte) und l_q (Flüssigwassergehalt) zeitabhängig gesetzt werden (Janicke 2006). Die Berücksichtigung einer Emissionszeitreihe setzt die genaue Kenntnis der tatsächlichen Emissionszeiten voraus.

Zur Bestimmung der Immissionsbelastung muss eine repräsentative meteorologische Zeitreihe einer geeigneten Wetterstation herangezogen werden (siehe Abschnitt 3.3.2). Damit können tageszeitliche unterschiedliche meteorologische Bedingungen berücksichtigt werden. So sind nachts häufiger Inversionen und Schwachwindlagen mit entsprechend ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen zu beobachten als tagsüber.

Häufig sind bei zeitabhängigen Emissionsquellen die genauen Emissionszeiten nicht bekannt. Im Rahmen von Genehmigungsverfahren ist es gutachterliche Praxis, in diesen Fällen die Emissionsmassenströme bzw. die Immissionen zeitlich zu wichten. Die nachfolgende Beschreibung der Vorgehensweise ist unabhängig von der Art der zugrundegelegten meteorologischen Daten (Statistik oder Zeitreihe). Es ist nur zwischen Schadstoffen nach TA Luft (2002) und Gerüchen, wie nachfolgend erläutert, zu unterscheiden:

Stoffe gemäß TA Luft (2002)

Bei der Bestimmung der Immissionsbelastung für Schadstoffe gemäß TA Luft (2002) kann der tatsächliche Emissionsmassenstrom über die Emissionsdauer gewichtet werden und anschließend mittels Ausbreitungsrechnung unter Verwendung einer meteorologischen Zeitreihe oder einer Ausbreitungsklassenstatistik die Immissionsbelastung bestimmt werden.

Wenn eine Wichtung durchgeführt wird, können nur Jahresmittelwerte bestimmt werden.

Gerüche

Bei der Geruchsausbreitungsrechnung ist die Vorgehensweise wie bei den Stoffen gemäß TA Luft (2002) nicht möglich. Grund hierfür ist die Tatsache, dass zur rechnerischen Bestimmung der Geruchsstundenhäufigkeit die Überschreitung einer Beurteilungsschwelle für jede Stunde geprüft wird.

Eine Reduzierung des tatsächlichen Geruchsstoffstromes durch Wichtung mit der Emissionsdauer führt dazu, dass die simulierte Geruchsstoffkonzentration in dieser Stunde unterschätzt wird und die Beurteilungsschwelle nicht ausgelöst wird. Dadurch wird die Geruchsstundenhäufigkeit in der Regel unterschätzt.

Dies soll anhand der nachfolgenden Abbildung 2 näher erläutert werden. Die durchgezogene Linie in der Abbildung 2 beschreibt den Verlauf der Geruchsstoffkonzentration am Beurteilungspunkt bei Berücksichtigung des stündlichen Geruchsstoffstromes. Die Beurteilungsschwelle wird in dem betrachteten Zeitabschnitt 12mal überschritten. Wird nun der Geruchsstoffstrom gewichtet, führt dies zu geringeren Geruchsstoffkonzentrationen (gestrichelte Linie). Die Beurteilungsschwelle wird jetzt nur noch 2mal überschritten.

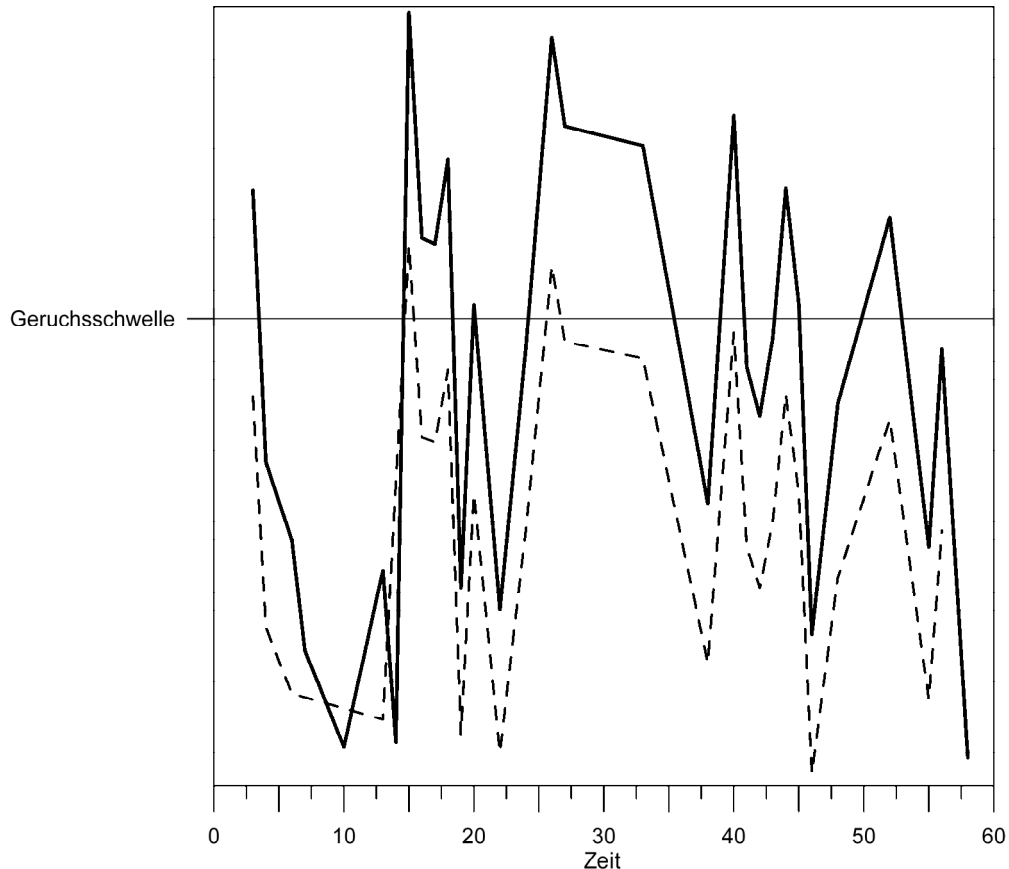


Abbildung 2: Verlauf der Geruchsstoffkonzentration mit Zeiten, in denen die Geruchsschwelle überschritten wird

Für die Fälle, bei denen der Geruchsstoff zeitlich variiert, wird aus pragmatischen Gesichtspunkten folgende Lösung empfohlen, die anhand des nachfolgenden Beispiels erläutert wird. Betrachtet werden soll eine Anlage mit folgenden Emissionsquellen:

Quelle 1 mit 100 GE/s*, Emissionsdauer 8760 h/a

Quelle 2 mit 30 GE/s*, Emissionsdauer 700 h/a

Quelle 3 mit 50 GE/s*, Emissionsdauer 2000 h/a

Quelle 4 mit 60 GE/s*, Emissionsdauer 2000 h/a

Quelle 5 mit 600 GE/s*, Emissionsdauer 8760 h/a

*=fiktive Annahme ohne Praxisbezug

Die Zeitanteile der einzelnen Quellen verdeutlicht die nachstehende Abbildung.

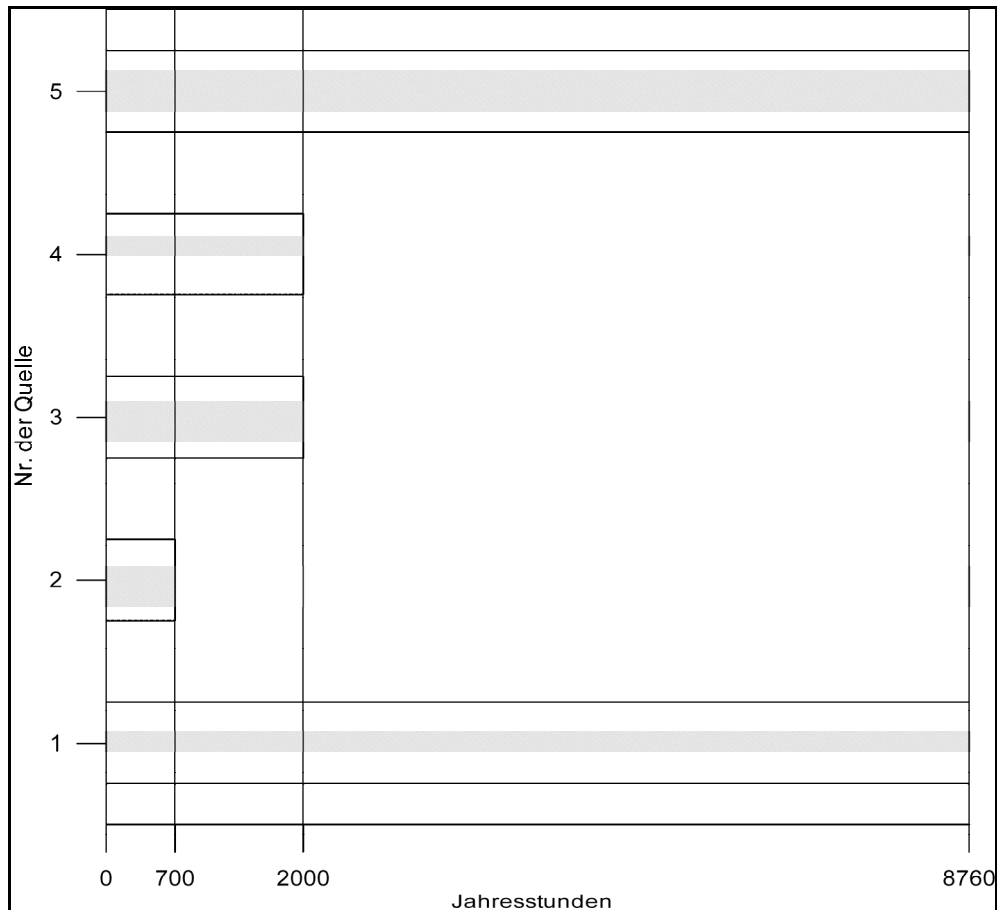


Abbildung 3: Zeitanteile der Emissionsquellen

Im vorliegenden Fall sind drei Ausbreitungsrechnungen erforderlich:

1. Rechnung: Berücksichtigung aller 5 Quellen; Ausbreitungsrechnung mit den stündlichen Geruchsstoffströmen. Die ermittelten Geruchsstundenhäufigkeiten werden gewichtet und zwar mit dem Faktor $700/8760^*$.
2. Rechnung: Berücksichtigung der Quellen Nr. 1, 3, 4 und 5; Ausbreitungsrechnung mit den stündlichen Geruchsstoffströmen. Die ermittelten Geruchsstundenhäufigkeiten werden gewichtet und zwar mit dem Faktor $(2000-700)/8760$.
3. Rechnung: Berücksichtigung der Quellen Nr. 1 und 5; Ausbreitungsrechnung mit den stündlichen Geruchsstoffströmen. Die ermittelten Geruchsstundenhäufigkeiten werden gewichtet und zwar mit dem Faktor $(8760-2000)/8760$.
4. Ergebnis: Die drei durch Wichtung ermittelten Geruchsstundenhäufigkeiten der drei Einzelrechnungen werden in jeder Beurteilungsfläche addiert.

*: Faktor 8760 bestimmt sich daraus, dass ein Kalenderjahr 8760 Stunden hat.

Im Gutachten ist auf jeden Fall nachvollziehbar zu erläutern, welche Emissionsquellen zeitabhängig berücksichtigt wurden und wie die Bestimmung der Immissionen (z. B. Emissionszeitreihe oder Wichtung) durchgeführt wurde.

3.3.1.3 Situationsabhängige Charakteristik

In manchen Fällen wird die Ausbreitung der zu betrachtenden Stoffe durch meteorologische Situationen beeinflusst. So hängt die Quellstärke z. B. bei Offenfrontställen von der Windgeschwindigkeit ab.

Obwohl windinduzierte Quellen vorrangig zeitabhängig modelliert werden sollten, wurde in AUSTAL2000 auch die Möglichkeit realisiert, die Quellstärke windgeschwindigkeitsabhängig, auch bei Verwendung einer Ausbreitungsklassenstatistik, anzusetzen (Janicke 2006).

Die Ermittlung des situationsabhängigen Emissionsmassenstroms für einen Offenfrontstall wird in Anhang C beispielhaft erläutert.

Es können die Parameter v_q (Austrittsgeschwindigkeit), q_q (Wärmestrom), s_q (Zeitskala zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung), t_q (Abgastemperatur), r_q (Relative Feuchte) und l_q (Flüssigwassergehalt) und die Quellstärken bezüglich der einzelnen Stoffe situationsabhängig vorgegeben werden (Janicke 2006).

3.3.1.4 Ablufffahnenüberhöhung

In AUSTAL2000 wird die Immissionszusatzbelastung nach Übertritt der Ablufffahne in die Atmosphäre in Abhängigkeit der Verhältnisse in der atmosphärischen Grenzschicht berechnet. Ein wichtiger und sensibler Parameter ist hierbei die Ablufffahnenüberhöhung. Sie ergibt sich aufgrund des Wärmeinhalts und/oder des dynamischen Impulses der Ablufffahne. Hierbei wird die Höhe über der Schornsteinmündung, die die Abluft in einer bestimmten Quellentfernung erreicht, als Ablufffahnenüberhöhung Δh bezeichnet (VDI 1985, vgl. Abbildung 4).

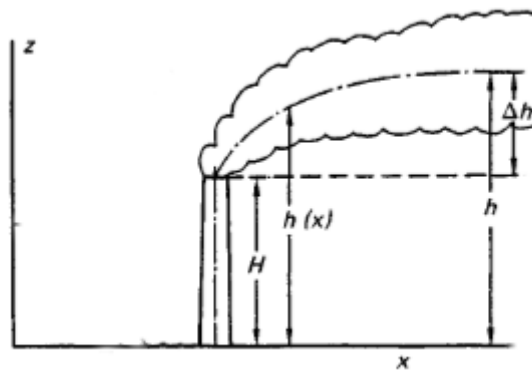


Abbildung 4: Schematische Darstellung (modifiziert) der Ablufffahnenüberhöhung aus der Richtlinie VDI 3782 Blatt 3 (VDI 1985). Mit H wird die Schornsteinbauhöhe und mit Δh die Ablufffahnenüberhöhung bezeichnet

Bereits im Richtlinien text der VDI 3782 Blatt 3 (VDI 1985), auf der die Bestimmungen der nach TA Luft (2002) durchzuführenden Immissionsprognosen beruhen, wird Stellung zu großen Messunsicherheiten bei der Ableitung der Überhöhungsformeln Bezug genommen. Grundsätzlich gelten die Gleichungen nur für Abluft aus Schornsteinen, die in den freien Luftstrom gelangen. Dies ist in der Regel gewährleistet, wenn folgende Bedingungen vorliegen:

- Quelhöhe mindestens 10 m über der Flur und 3 m über First und
- Abluftgeschwindigkeit in jeder Betriebsstunde minimal 7 m/s und
- eine Beeinflussung durch andere Strömungshindernisse (Gebäude, Vegetation, usw.) im weiteren Umkreis (in der Regel sollte ein Kreis mit einem Radius, der dem 10fachen der Quelhöhe entspricht, angesetzt werden) um die Quelle wird ausgeschlossen.

Bei der Berücksichtigung des dynamischen Impulses einer Abluftfahne in einer AUSTAL2000-Simulation ist zu beachten, dass der Parameter d_q (Durchmesser der Quelle) und der Parameter v_q (Ausströmgeschwindigkeit) größer Null gesetzt werden muss. Für v_q ist die unter den tatsächlichen Betriebsbedingungen (Betriebssauerstoffgehalt, Betriebstemperatur) auftretende Austrittsgeschwindigkeit einzusetzen.

Für den thermischen Impuls einer Abluftfahne wird der Parameter q_q eingegeben. Der Wärmestrom q_q ergibt sich aus der Abgastemperatur T_q in °C und dem Abluftvolumenstrom (f) im Normzustand in m^3/s gemäß der Formel (TA Luft 2002):

$$Q_q = 1,36 * 10^{-3} * (T_q - T_o) * R \quad \text{mit } T_o = 10^\circ\text{C}.$$

Wird im Gutachten eine Abluftfahnenüberhöhung berücksichtigt, sind die oben genannten Werte zur Bestimmung der Abluftfahnenüberhöhung anzugeben und plausibel darzulegen.

In der gutachterlichen Praxis stellt sich häufig die Frage, inwieweit die Abluftfahnenüberhöhung bei Anlagen angesetzt werden kann, die die Anwendungsvoraussetzungen der VDI 3782 Blatt 3 (VDI 1985) sowie die oben genannten Bedingungen nicht aufweisen. Beispiele dazu sind gebäudenaher Abluftführungen, wie es häufig bei landwirtschaftlichen Anlagen der Fall ist (Hartmann et al. 2004). Diese Quellen sind häufig impulsschwach (niedrige Abluftgeschwindigkeit) und weisen auch keine relevanten Abgastemperaturen auf, so dass ein dynamischer und thermischer Auftrieb nicht vorhanden ist. Vielmehr befinden sich die Quellen im direkten Einflussbereich der Gebäude, so dass von einer ungestörten Abluftführung nicht ausgegangen werden kann. Für die Durchführung einer Immissionsprognose ist es daher von großer Wichtigkeit, genaue Kenntnis über das Abluftverhalten zu haben, um eine sachgerechte Modellierung und damit eine im Sinne der TA Luft (2002) und GIRL (2004) angemessene Beurteilung der Immissionssituation zu ermöglichen.

In Hartmann et. al (2004) und Janicke (2005) wird anhand von vergleichenden Ammoniakuntersuchungen mittels Passivsammler-Messungen und Modellrechnungen gezeigt, dass an einem typischen landwirtschaftlichen Betrieb eine relevante Abgasfahnenüberhöhung nicht festgestellt wurde. Am besten werden die gemessenen Konzentrationen von den Ergebnissen der Rechnung getroffen, wenn die Ausbreitungsrechnung auf Grundlage eines dreidimensionalen Windfelds mit einem Windfeldmodell durchgeführt wird. Die Modellierung der landwirtschaftlichen Quellen mit vertikalen Linienquellen ohne Abluftfahnenüberhöhung überschätzt in der Regel die gemessenen Konzentrationen. Am schlechtesten ist die Übereinstim-

mung hinsichtlich Höhe der Konzentration, wenn die Quellen als Punktquellen mit oder ohne Überhöhung modelliert werden.

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung kann abgeleitet werden:

1. Bei gebäudenaher Abluftführung müssen Einflüsse der Gebäude berücksichtigt werden, vgl. Kapitel 10, Anhang 3 der TA Luft (2002) und Kapitel 3.3.4.1.
2. Die Einflüsse können durch den Einsatz des diagnostischen Windfeldmodells in AUSTAL2000 und Modellierung der Abluft ohne Überhöhung berücksichtigt werden. Die Anwendungsvoraussetzungen des Kapitels 10, Anhang 3 der TA Luft (2002) sind zu beachten.
3. Aus pragmatischen Gesichtspunkten können die Gebäudeeinflüsse durch die Modellierung der gebäudenahen Quellen mittels vertikaler Linienquellen ohne Ansatz einer Abluftfahnenüberhöhung berücksichtigt werden. Diese Regelung gilt allerdings nur für Abluftschächte, die sich auf einem Gebäude befinden und nicht für Quellen, die sich in der Nähe von Gebäuden befinden. Bei Quellkonfigurationen, bei denen die Höhe der Emissionsquellen größer als das 1,2fache der Gebäude ist, sind die Emissionen über eine Höhe von $h_q/2$ bis h_q gleichmäßig zu verteilen. Liegen Quellhöhen vor, die kleiner als das 1,2fache der Gebäude sind, sind die Emissionen über den gesamten Quellbereich (0 m bis h_q) zu verteilen.
4. Bei sehr komplexen Gebäudestrukturen und Quellhöhen, die niedriger als das 1,2fache der Gebäudehöhen betragen, kann das Windfeld auch mit einem prognostischen Modell simuliert werden. Hierzu liegen allerdings in Genehmigungsverfahren nur wenige Erfahrungen vor. Die Verwendung eines prognostischen Windfeldmodells ist auch nur bedingt TA Luft-konform. Im Einzelfall ist daher zu prüfen, inwieweit der Gebäudeeinfluss mit den o. a. Empfehlungen berücksichtigt werden kann.

Bei manchen Flächenquellen (z. B. Klärbecken) liegt es nahe, eine Abluftfahnenüberhöhung anzusetzen, da diese Quellen einen hohen Wärmeinhalt aufweisen. Geringe Windgeschwindigkeiten bewirken bei diesen Quellen jedoch, dass eine relevante Abluftfahnenüberhöhung nicht beobachtet werden kann, zumal die eingangs geschilderten Randbedingungen der VDI 3782 Blatt 3 (VDI 1985) nicht erfüllt sind. Eine Abluftfahnenüberhöhung ist daher bei diesen Quellen nicht zu berücksichtigen.

Abluftfahnenüberhöhung bei Kühltürmen

Bei der Ableitung von Abgasen über Kühltürme wird die Abgasfahnenüberhöhung gemäß VDI 3784 Blatt 2 (VDI 1990) berechnet. AUSTAL2000 verwendet intern das vom VDI zur Verfügung gestellte Programm VDISP.

Bei der Bestimmung der Abgasfahnenüberhöhung für Kühltürme ist zusätzlich die Angabe des Kühlturmdurchmessers, der Temperatur, der Austrittsgeschwindigkeit und des Feuchtegehaltes (Flüssigwassergehalt (kg/kg) der Abgasfahne oder die relative Feuchte) erforderlich.

Gemäß Seite 44/45 der Programmbeschreibung zu AUSTAL2000 (Janicke 2006) tritt, laut Prof. Schatzmann, „bei Kühltürmen bei hohen Windgeschwindigkeiten der so genannte „down wash“-Effekt bedingt durch höhere Nachbargebäude (z. B. Kesselhaus) auf. Die komplexen Schwaden/Bauwerks-Wechselwirkungen lassen sich mit numerischen Modellen derzeit noch nicht simulieren. Deshalb werden üblicherweise in Grenzschicht-Windkanälen Ex-

perimente durchgeführt, mit dem Ziel, so genannte Verstärkungsfaktoren zu bestimmen. Diese Faktoren dienen dazu, Rechenergebnisse zu korrigieren, wie sie mit den im Genehmigungsverfahren üblicherweise verwendeten Standardmodellen für die Bestimmung von Immissionskennwerten nach TA Luft (2002) ermittelt werden.“

Derzeit werden Überlegungen angestellt, in welcher Art und Weise Gebäudeeinflüsse an Kühltürmen mit Ausbreitungsrechnungen modelliert werden können. Bei Drucklegung dieses Leitfadens waren diese Untersuchungen noch nicht abgeschlossen.

3.3.1.5 Deposition / Sedimentation

Bei der Ausbreitung für Stäube sind trockene Deposition und Sedimentation zu berücksichtigen (TA Luft 2002). Die Ausbreitungsrechnung ist für jede der in Tabelle 13 Anhang 3 der TA Luft (2002) angegebenen Korngrößenklasse mit dem Emissionsmassenstrom der betreffenden Korngrößenklasse durchzuführen. Bei der Berechnung der Deposition von Staub und Staubinhalstoffen werden alle vier Klassen berücksichtigt.

Es ist im Gutachten zu erläutern, auf welcher Grundlage (Messung, Erfahrungswert, Literatur) die Korngrößenverteilung festgelegt wurde.

Ist die Korngrößenverteilung nicht im Einzelnen bekannt, sondern nur der Anteil am PM10, dann ist PM10 wie Staub der Klasse 2 (pm-2) zu behandeln. Für Staub mit einem aerodynamischen Durchmesser größer als 10 µm ist für die Depositionsgeschwindigkeit v_d der Wert 0,07 m/s und für die Sedimentationsgeschwindigkeit v_s der Wert 0,06 m/s zu verwenden (TA Luft 2002). Dies ist in AUSTAL2000 in der unbekanntem Klasse pm-u umgesetzt.

Unter bestimmten nachfolgend aufgelisteten Umständen kann die Ausbreitungsrechnung der Deposition im Ergebnis eine ringförmige Struktur aufweisen (Janicke u. Janicke 2003):

- Ausbreitungsrechnung mit einer Ausbreitungsklassenstatistik
- Häufiges Auftreten stabiler, windschwacher Wetterlagen
- Hohe Emissionsquelle ohne Abluftfahnenüberhöhung
- Niedrige Bodenrauhigkeit
- Geringer Anteil von PM10 im Gesamtstaub

Voraussetzung hierfür ist, dass nahezu alle der genannten Umstände zusammentreffen. In einem solchen Fall bietet AUSTAL2000 die Möglichkeit, unter dem Parameter *os* die Optionen NOSTANDARD und SPECTRUM einzugeben. Dies bewirkt, dass die Sedimentationsgeschwindigkeit v_s für jedes Partikel entsprechend seinem aerodynamischen Durchmesser nach VDI 3782 Blatt 1 (VDI 2001) berechnet wird und seine Depositionsgeschwindigkeit v_d um 0,01 m/s höher als v_s angesetzt wird (Janicke 2006).

3.3.1.6 Chemische Umwandlung

Bei der Berechnung der NO₂-Zusatzbelastung ist die chemische Umsetzung von Stickstoffmonoxid (NO) zu Stickstoffdioxid (NO₂) zu berücksichtigen. Hierzu ist der Emissionsmassenstrom von NO und NO₂ anzugeben.

Beispiel:

Der Emissionsmassenstrom von Stickstoffoxid NO_x (angegeben als Stickstoffdioxid) einer Feuerungsanlage beträgt 20 kg/h. Am Kaminaustritt ist der Anteil im Abgas von Stickstoffmonoxid (NO) 90% und der Anteil von Stickstoffdioxid (NO₂) 10%. Der Emissionsmassenstrom, der in der Ausbreitungsberechnung angegeben werden muss, beträgt:

- NO: 11,8 kg/h Berechnung: 20 kg/h * 0,9 / **1,53**
- NO₂: 2 kg/h Berechnung: 20 kg/h * 0,1

Der Faktor 1,53 ergibt sich aus dem Molmassenverhältnis von NO₂ zu NO. Der Stoff NO_x kann zusätzlich unabhängig von den Stoffen NO und NO₂ behandelt werden. Das bedeutet, dass hier in dem o. g. Beispiel für NO_x 20 kg/h angegeben werden muss.

3.3.2 Meteorologie

Das Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 ermöglicht sowohl die Berechnung der Immissionsbelastung auf Grundlage einer Zeitreihe als auch einer mehrjährigen Häufigkeitsverteilung der stündlichen Ausbreitungssituationen. Für die Ausbreitungsrechnung ist vorrangig eine meteorologische Zeitreihe zu verwenden. Eine Häufigkeitsverteilung der stündlichen Ausbreitungssituation kann verwendet werden, sofern mittlere Windgeschwindigkeiten von weniger als 1 m/s im Stundenmittel am Standort der Anlage in weniger als 20% der Jahresstunden auftreten. Diese Einschränkung gilt nicht für eine meteorologische Zeitreihe.

Die meteorologischen Daten (Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse) sind als Stundenmittel anzugeben, wobei die Windgeschwindigkeit vektoriell zu mitteln ist. Die Verwendbarkeit der Daten soll mindestens 90% der Jahresstunden betragen. Die Windrichtung ist in 36 Sektoren zu je 10° zu klassieren. Die Ausbreitungsrechnung für einen Windrichtungssektor ist in Form von Rechnungen über 5 Windrichtungen im Abstand von jeweils 2° durchzuführen. AUSTAL2000 berücksichtigt diese Vorgaben der TA Luft (2002) automatisch.

Liegen Windmessungen am Anlagenstandort vor, ist im Gutachten die genaue Lage (RW/HW) des Anemometers und die Anemometerhöhe (s. Kapitel 3.3.3.2) anhand eines Lageplanes anzugeben. Der Messbericht über die durchgeführten Windmessungen ist dem Gutachten zur Prüfung auf Verwendbarkeit der meteorologischen Daten (s. Vorgaben der Richtlinie VDI 3786 Blatt 2 – VDI 2000b) beizufügen. Die Prüfung bezieht sich in der Regel auf die Einhaltung der Anforderungen der Richtlinie VDI 3786 Blatt 2. Windmessungen, die vor dem Erscheinen dieser Richtlinie (Dezember 2000) durchgeführt wurden, müssen diese Anforderungen auch erfüllen, um für Immissionsprognosen verwendet werden zu können.

Um repräsentative Messungen für einen Standort zu erhalten, schreibt die VDI 3786 Blatt 2 unter anderem fest, dass

- a) ein möglichst ebener und hindernisfreier Standort gewählt wird sowie
- b) ein ausreichender Abstand von Gebäuden eingehalten wird.

Liegen keine meteorologischen Daten am Anlagenstandort vor, sind die Daten zu verwenden, die für den Standort der Anlage repräsentativ sind (TA Luft 2002). Die Übertragbarkeit dieser Daten auf den Standort der Anlage ist vom Gutachter zu prüfen und im Gutachten zu erläutern, ggf. unterstützt durch eine Übertragbarkeitsprüfung eines weiteren externen Sachverständigen.

Im Gutachten ist eine Bewertung der meteorologischen Daten hinsichtlich der Übertragbarkeit auf den Anlagenstandort durchzuführen. Die einfache Nennung der verwendeten meteorologischen Daten reicht nicht aus. Besonderes Augenmerk ist auf die verwendeten Daten in gegliedertem Gelände hinsichtlich Inversionswetterlagen, Kaltluftabflüsse und einen sehr hohen Anteil von Schwachwindsituationen zu richten. In diesem Fall können allg. Vorgaben in diesem Leitfaden nicht vorgegeben werden, da individuelle Gegebenheiten vor Ort die Ausbreitungsverhältnisse maßgeblich beeinflussen.

Für eine Übertragung von meteorologischen Daten reicht der Hinweis auf die räumliche Nähe der Windmessstation zum Anlagenstandort nicht aus.

Neben der räumlichen Repräsentativität der meteorologischen Daten ist auch die zeitliche Repräsentativität bei Verwendung einer meteorologischen Zeitreihe zu prüfen.

3.3.3 Modellparameter

In den nachfolgenden Kapiteln wird auf die zu berücksichtigenden Eingabeparameter eingegangen, die für die Ausbreitungsrechnung mit AUSTAL2000 zu beachten sind. Es werden auch die Grenzen für die Anwendbarkeit des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000 aufgezeigt.

3.3.3.1 Rechengebiet und Maschenweite

Gemäß TA Luft (2002) ist das Rechengebiet für eine einzelne Emissionsquelle das Innere eines Kreises um den Ort der Quelle, dessen Radius das 50fache der Schornsteinbauhöhe ist. Tragen mehrere Quellen der Anlage zur Zusatzbelastung bei, dann besteht das Rechengebiet aus der Vereinigung der Rechengebiete der einzelnen Quellen. Analog ist in Nr. 4.4.2 der GIRL (2004) die Größe des Beurteilungsgebietes festgelegt, dessen Radius dem 30fachen der Schornsteinbauhöhe entspricht. Als kleinster Radius ist gemäß TA Luft (2002) 1 km und gemäß GIRL (2004) ein Radius von 600 m vorgegeben. Wird vom Anwender nichts vorgegeben, stellt AUSTAL2000 diese Forderung der TA Luft (2002) bzw. der GIRL (2004) automatisch ein. Eine Abweichung von diesen Vorgaben ist im Gutachten zu begründen.

Bei besonderen Geländebedingungen ist es häufig erforderlich, das Rechengebiet größer zu wählen.

Die horizontale Maschenweite des Rechengitters zur Berechnung von Konzentration, Deposition und Geruchshäufigkeiten ist so zu wählen, dass Ort und Betrag der Immissionsmaxima mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden können. Dies ist in der Regel der Fall, wenn die horizontale Maschenweite die Schornsteinbauhöhe nicht überschreitet. In Quellentfernungen größer als das 10fache der Schornsteinbauhöhe kann die horizontale Maschenweite proportional größer gewählt werden.

AUSTAL2000 bestimmt die Maschenweite automatisch, wenn der Anwender keine andere Maschenweite vorgibt. Eine Änderung der oben genannten Einstellungen ist zu begründen, insbesondere bei einer Vergrößerung der Maschenweite.

AUSTAL2000 kann so genannte geschachtelte Rechengitter verarbeiten. Das bedeutet, dass mehrere Gitter mit unterschiedlicher Maschenweite ineinander geschachtelt werden. Dabei wird in der Umgebung der Quellen ein feinmaschigeres Netz verwendet, welches nach außen hin gröber wird. Für eine solche Schachtelung bestehen Einschränkungen. So muss eine Vergrößerung der Maschenweiten genau um den Faktor 2 erfolgen. Die Ränder eines feinen Netzes müssen auf den Gitterlinien des nächst gröberen Netzes liegen und das grobe Netz muss mindestens die Ausdehnung des nächst feineren Netzes besitzen. Damit ein geschachteltes Netz in AUSTAL2000 berücksichtigt wird, muss in der Eingabedatei *AUSTAL2000.txt* der Parameter *os = NESTING* gesetzt werden (Janicke 2006). Wird ein geschachteltes Rechengitter verwendet, ist dies im Gutachten zu beschreiben.

Beispiel:

Eine Anlage besteht aus vier Quellen mit zwei Quellen von 15 m Höhe, einer Quelle mit 30 m und einer Quelle mit 120 m Höhe. Die Eingabe eines geschachtelten Rechengitters sieht in der Eingabedatei *AUSTAL2000.txt* folgendermaßen aus:

```
===== Beginn der Eingabe =====
ti „Beispiel“           'Projekt-Titel
gx xxxxxxx             'X-Koordinate des Bezugspunktes
gy xxxxxxx             'Y-Koordinate des Bezugspunktes
qs 0                   'Qualitätsstufe
as „anonym.aks“       'AKS-Datei
os +NESTING
xq -0.05    129.45    125.20    112.20
yq  0.10     61.10    -41.40    -41.40
hq 120.00    30.00    15.00     15.00
vq  15.66     6.72     4.91     4.91
dq   2.00     3.53     2.00     2.00
qq   6.33     3.02     0.38     0.38
xx   0.20     0.15     0.14     0.20
===== Ende der Eingabe =====
```

Die Eingabe *os = NESTING* bewirkt, dass AUSTAL2000 intern ein geschachteltes Rechengitter festlegt. Die Koordinaten werden in der Protokolldatei *AUSTAL2000.log* (siehe folgendes Beispiel) aufgelistet, wobei zunächst noch einmal die Werte der Eingabedatei wiederholt werden.

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti „Beispiel“
> gx xxxxxxxx
> gy xxxxxxxx
> qs 0
> as “anonym.aks”
> os +NESTING
xq -0.05 129.45 125.20 112.20
yq 0.10 61.10 -41.40 -41.40
hq 120.00 30.00 15.00 15.00
vq 15.66 6.72 4.91 4.91
dq 2.00 3.53 2.00 2.00
qq 6.33 3.02 0.38 0.38
xx 0.20 0.15 0.14 0.20
===== Ende der Eingabe =====
```

Festlegung des Rechennetzes:

```
dd 16 32 64 128 256
x0 -256 -640 -1536 -3072 -6144
nx 48 48 50 48 48
y0 -416 -768 -1536 -3072 -6144
ny 52 48 48 48 48
nz 19 19 19 19 19
```

Nachfolgend werden die Parameter des Rechengitters kurz beschrieben:

- dd = Horizontale Maschenweite des Rechengitters in m,
- x_0 = Linker Rand des Rechengebietes in m, relativ zum Bezugspunkt (Koordinate wird mit gx angegeben),
- nx = Anzahl der Gittermaschen in x-Richtung (West-Ost),
- y_0 = Unterer Rand des Rechengebietes in m, relativ zum Bezugspunkt (Koordinate wird mit gy angegeben),
- ny = Anzahl der Gittermaschen in y-Richtung (Nord-Süd),
- nz = Anzahl der Gittermaschen in z-Richtung (vertikal in die Atmosphäre).

Neben der automatischen Einstellung durch AUSTAL2000 kann der Anwender das Rechengitter eigenhändig vorgeben. Hierzu sind alle notwendigen Parameter wie Maschenweite (dd), linker unterer Eckpunkt des Rechengitters (x_0, y_0) und die Anzahl der Gitterzellen (nx bzw. ny) zu beschreiben. Bei Abweichungen von den Vorgaben des Anhangs 3 der TA Luft (2002) ist dies darüber hinaus im Gutachten zu begründen.

Zur Festlegung der vertikalen Maschenweite wird auf Kapitel 3.3.4.1 verwiesen.

3.3.3.2 Anemometerstandort und -höhe

In Abschnitt 3.3.2 wurde beschrieben, welche meteorologischen Eingangsgrößen für Immissionsprognosen mit AUSTAL2000 verwendet werden können. Dem Modell muss nun vorgegeben werden, für welchen Punkt im Rechengebiet die angegebenen Werte der Windrichtung, -geschwindigkeit und Ausbreitungsklasse (bzw. Monin-Obukhov-Länge) angesetzt werden

sollen. Dieser Punkt wird im folgenden „Anemometerstandort“ genannt. Der Ort, an dem tatsächlich die Windmessungen durchgeführt wurden, wird als „Standort der Windmessung“ bezeichnet.

Es lassen sich prinzipiell drei Fälle für die Festlegung des Anemometerstandorts unterscheiden:

a) Immissionsprognose in ebenem Gelände:

Die Wahl des Anemometerstandorts bei Rechnungen im ebenen und hindernisfreien Gelände kann frei gewählt werden, da das Windfeld horizontal homogen ist. In diesem Fall braucht eine explizite Angabe der Koordinaten des Anemometers (x_a, y_a) nicht erfolgen. AUSTAL2000 verwendet dann die Standardwerte.

b) Immissionsprognose im komplexen Gelände (Berücksichtigung von Gelände oder Bebauung), Windmessungen liegen im Rechengebiet vor:

Der Anemometerstandort muss dem Standort der Windmessung entsprechen. Die Vorgaben der VDI 3786 Blatt 2 (VDI 2000b) sind bei der Durchführung der Windmessung zu beachten.

c) Immissionsprognose im komplexen Gelände (Berücksichtigung von Gelände oder Bebauung), Windmessungen liegen im Rechengebiet nicht vor:

Werden Daten einer Windmessung verwendet, die nicht im Rechengebiet durchgeführt wurde, muss der Standort der Windmessung und der Anemometerstandort die gleichen topographischen Charakteristiken hinsichtlich Geländehöhe und Anströmprofil aufweisen. Eine ausführliche Beschreibung des festgelegten Anemometerstandorts mit kritischer Betrachtung muss im Gutachten erfolgen.

Ein weiterer zu berücksichtigender Parameter ist die Anemometerhöhe. Standardmäßig legt AUSTAL2000 die Anemometerhöhe h_a wie folgt fest (Standardwert für die Höhe der Windmessung beträgt 10 m):

$$h_a = 10 \text{ m} + d_0,$$

wobei

$$d_0 = 6 * z_0 \text{ ist.}$$

d_0 ist die sogenannte Verdrängungshöhe. Zur Festlegung der Rauigkeitslänge z_0 siehe Abschnitt 3.3.3.3.

Diese Festlegung gilt aber nur, wenn die Landnutzung (Rauigkeitsverhältnisse) am Standort der Windmessung der Landnutzung am Anlagenstandort annähernd entspricht. Die Rauigkeitsverhältnisse am Mess- und Anlagenstandort lassen sich anhand des im AUSTAL2000-Paket angebotenen Hilfsprogramms RL_inter überprüfen. Die in AUSTAL2000 anzusetzende Anemometerhöhe lässt sich dann hilfsweise wie folgt berechnen:

Am Messstandort wurde eine Windmessung in einer tatsächlichen Messhöhe H vorgenommen. Die Messhöhe H_S über Störniveau berechnet sich für den Messstandort dann:

$$H_S = H - 6 * z_{0_M}$$

z_{0M} bezeichnet in dieser Gleichung die Rauigkeitslänge am Messort. Die Anemometerhöhe h_a für AUSTAL2000 ergibt sich gemäß:

$$h_a = H_S + 6 * z_{0R}$$
$$\rightarrow h_a = H - 6 * z_{0M} + 6 * z_{0R}$$
$$\rightarrow h_a = H + 6 * (z_{0R} - z_{0M})$$

z_{0R} bezeichnet in den Gleichungen die Rauigkeitslänge im Rechengebiet. Wird eine meteorologische Zeitreihe des Deutschen Wetterdienstes im neuen Format verwendet, kann die dort hinterlegte „korrigierte Anemometerhöhe“ benutzt werden. Es wird empfohlen, die in den neuen meteorologischen Zeitreihen (AKTerm) hinterlegten korrigierten Anemometerhöhen auf Verwendbarkeit zu prüfen. Dies kann anhand der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit erfolgen.

3.3.3 Verdrängungshöhe und Rauigkeitslänge

Die Verdrängungshöhe d_0 gibt an, wie weit die theoretischen meteorologischen Profile auf Grund von Bewuchs oder Bebauung in der Vertikalen zu verschieben sind. Die Verdrängungshöhe ist als das 6fache der Rauigkeitslänge z_0 anzusetzen (TA Luft 2002).

Die Rauigkeitslänge z_0 beschreibt die Bodenrauigkeit des Geländes und ist ein Maß für die Turbulenz des Strömungsfeldes. Die Rauigkeitslänge gibt die Höhe über dem Erdboden an, in der die mittlere Windgeschwindigkeit den Wert Null annimmt.

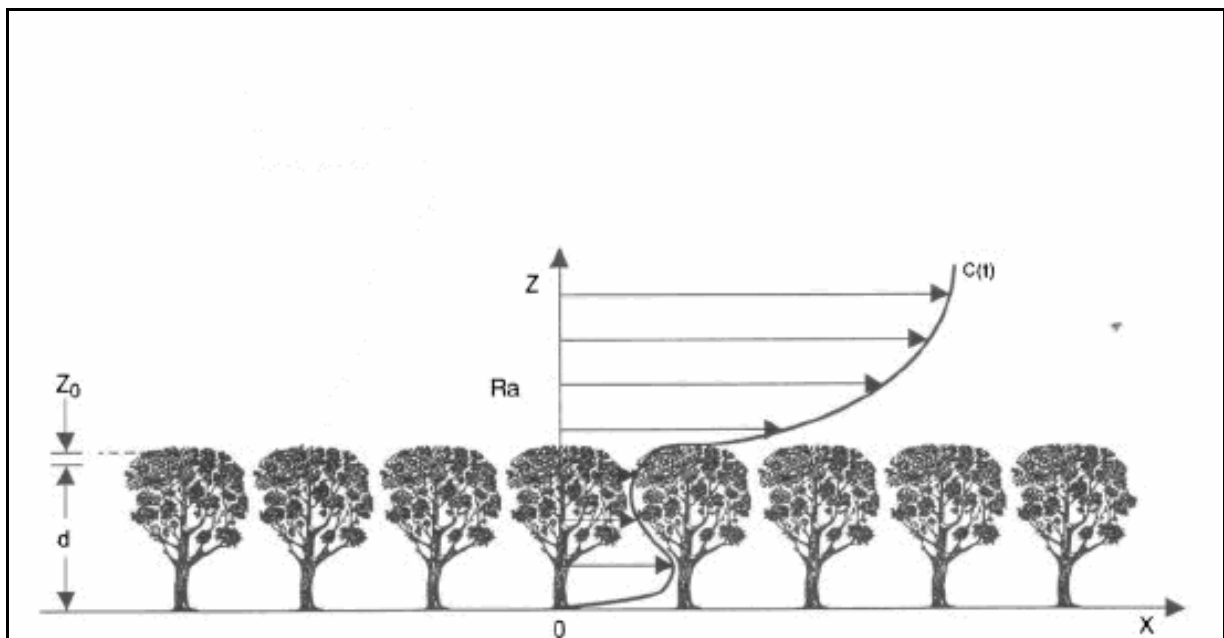


Abbildung 5: Grafische Darstellung der Rauigkeitslänge z_0 und Verdrängungshöhe d_0 (in der Grafik d), Quelle: Erismann und Draaijers (2003)

Die Rauigkeitslänge ist nach Tabelle 14 des Anhangs 3 der TA Luft (2002) aus den Landnutzungsklassen des CORINE-Katasters (Mohaupt-Jahr und Keil 2004) zu bestimmen. Sie ist für ein kreisförmiges Gebiet um die Quelle festzulegen, dessen Radius das 10fache der Bauhöhe der Quelle beträgt. Bei Quellhöhen < 20 m wird ein Radius von mindestens 200 m empfohlen.

Setzt sich das Gebiet (Radius das 10fache der Quellhöhe) aus Flächenstücken mit unterschiedlicher Bodenrauigkeit zusammen, so ist eine mittlere Rauigkeitslänge durch arithmetische Mittelung mit Wichtung entsprechend dem jeweiligen Flächenanteil zu bestimmen und anschließend auf den nächstgelegenen Tabellenwert zu runden. AUSTAL2000 bestimmt die Rauigkeitslänge selbständig.

Zur Festlegung der Rauigkeitslänge bei Berücksichtigung von Gebäuden siehe Kapitel 3.3.4.1.

Wird im Gutachten von der automatischen Bestimmung abgewichen, muss dies ausführlich im Gutachten begründet werden. Eine Kontrolle der verwendeten Rauigkeitslänge ist mit Hilfe des im AUSTAL2000-Programmpaket angebotenen Hilfsprogramm RL_Inter, den benötigten Koordinaten der Quelle und der Quellhöhe möglich.

Im einfachsten Fall liegt im Umkreis der Emissionsquelle eine homogene Verteilung der Rauigkeitslänge vor.

Bei sehr inhomogener Verteilung der Rauigkeitslänge im Rechengebiet, wie im nachfolgenden Beispiel (Abbildung 6 und 7) dargestellt, kann eine ausführlichere Betrachtung erforderlich sein. Im unten beschriebenen Beispiel sind Rauigkeitslängen zwischen 0,02 m bis 2,0 m zu finden. In diesem Fall bietet sich an, die Ausbreitungsrechnung für einzelne Sektoren durchzuführen. Im unten aufgeführten Beispiel ist dann eine Ausbreitungsrechnung mit $z_0 = 0,50$ m durchzuführen. Das Ergebnis ist dann im nordöstlichen Sektor zugrunde zu legen. Für die Ausweisung der Immissionen im westlichen Sektor ist eine Ausbreitungsrechnung mit $z_0 = 1,50$ m durchzuführen.

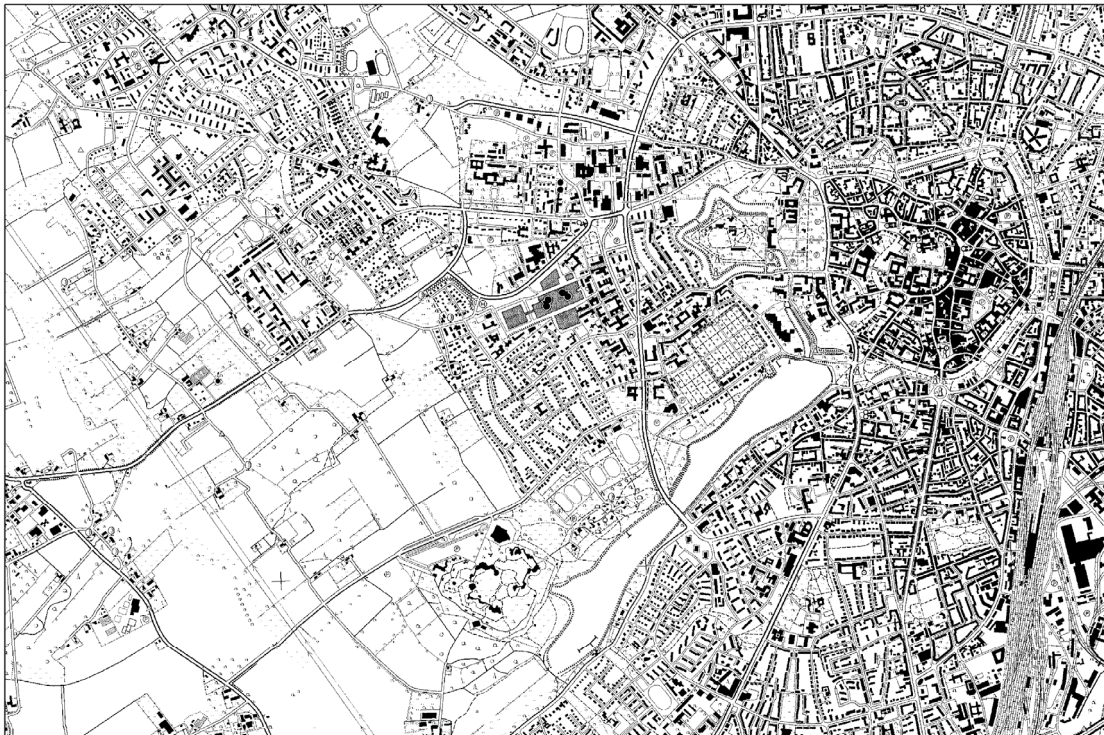


Abbildung 6: Ausschnitt aus der Topografischen Karte 1:25.000

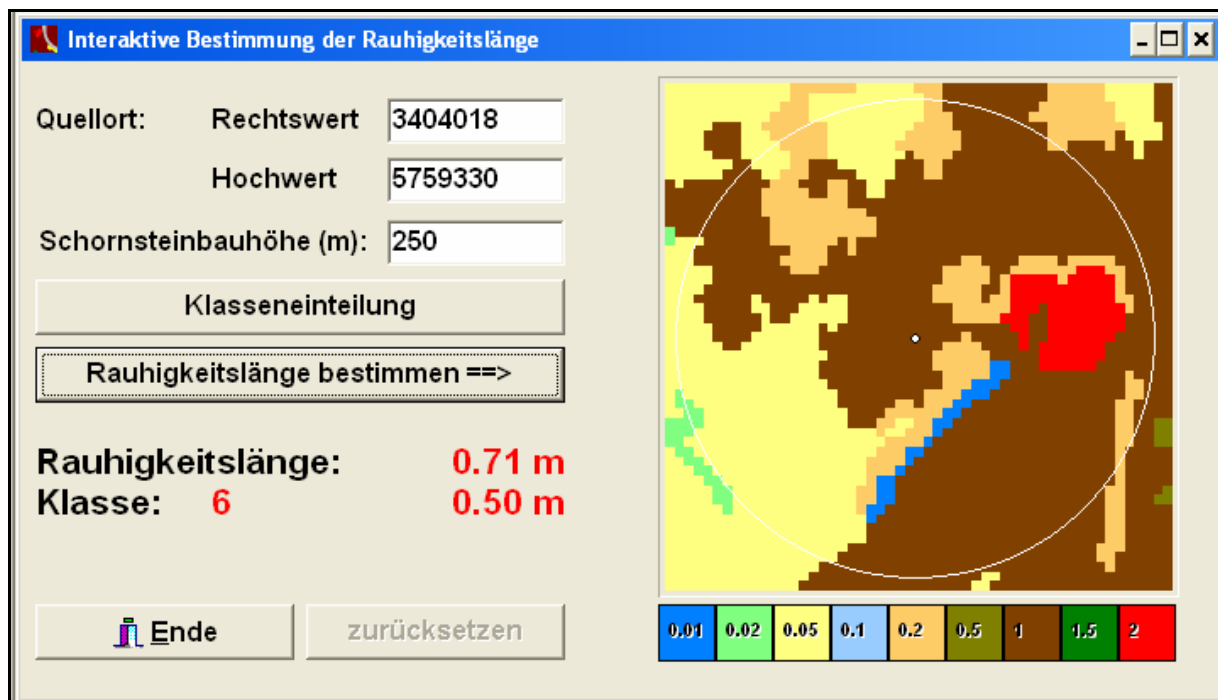


Abbildung 7: Darstellung des Programms RL_INTER für das in Abbildung 6 beschriebene Gebiet für eine 250 m hohe Quelle

3.3.3.4 Statistische Unsicherheit und Partikelrate

In Nr. 9 des Anhangs 3 der TA Luft (2002) ist festgelegt, dass die statistische Unsicherheit im Rechengebiet bei Bestimmung des Jahres-Immissionskennwertes 3% des Jahres-Immissionswertes nicht überschreiten darf und beim Tages-Immissionskennwert 30% des Tages-Immissionswertes. Gegebenenfalls ist die statistische Unsicherheit durch eine Erhöhung der Partikelzahl (Parameter q_s) zu reduzieren.

In der Protokolldatei (*AUSTAL2000.log*) wird die statistische Unsicherheit für Stoffe nach TA Luft (2002) in Prozent (siehe nachfolgende *AUSTAL2000.log*-Datei, Abbildung 8) in einer Klammer hinter der errechneten Konzentration angegeben, so dass hier ein direkter Vergleich mit den Anforderungen der TA Luft (2002) möglich ist. Allerdings wird hier nur die statistische Unsicherheit am Ort des Immissionsmaximums angezeigt. Die statistische Unsicherheit muss im gesamten Rechengebiet für alle betrachteten Stoffe die oben genannte Anforderung einhalten. Eine (graphische) Auswertung der statistischen Unsicherheit ist daher dem Gutachten beizufügen.

Bei einer Geruchsausbreitungsrechnung wird hinter der maximal errechneten Geruchshäufigkeit in einer Klammer die statistische Unsicherheit angegeben. Hierbei handelt es sich aber, entgegen der Angabe bei der Berechnung der Stoffe der TA Luft (2002), um den absoluten Stichprobenfehler. Im unten aufgeführten Beispiel (Abbildung 8) ist die maximal im Rechengebiet vorliegende Geruchshäufigkeit 67,7%. Der absolute Stichprobenfehler ist $\pm 0,36$. Der relative Stichprobenfehler errechnet sich nun aus dem Quotienten aus $0,36 / 67,7$ und ist im Beispiel 0,53%.

Um den Forderungen der TA Luft (2002) nachzukommen, ist ein Nachweis darüber zu führen, dass im gesamten Rechengebiet der relative Stichprobenfehler nicht größer als 3% des Jahresimmissionswertes ist. Die räumliche Verteilung des Stichprobenfehlers ist im Gutachten darzustellen.

Für Geruchsausbreitungsrechnungen wird empfohlen, eine Qualitätsstufe von +1 und höher anzusetzen.


```
2005-03-08 15:26:40 START ++++++
Ausbreitungs-Modell AUSTAL2000, Version 2.1.14-M2P
Copyright © Umweltbundesamt, Berlin, 2002-2005
Copyright © Janicke Consulting, Dunum, 1989-2005
Erstellungsdatum des Programms: Feb 11 2005, 11:31:10
===== Beginn der Eingabe =====
> ti „Vergleich10“
> gx .....
> gy .....
> qs 0
> as "anonym.aks"
> hq 10
> xq 0
> yq 0
> nh3 0.1154
> odor 5200
===== Ende der Eingabe =====
Darstellung im 3. Meridianstreifen: gx=....., gy=.....
Festlegung des Rechnetzes:
dd 16
x0 -1008
nx 126
y0 -1008
ny 126
nz 19
CORINE: Mittlerer Wert von z0 ist 0.794 m.
Der Wert von z0 wird auf 1.00 m gerundet.
Es wird die Anemometerhöhe ha=16.0 m verwendet.
1: ANONYM
2: 01.10.1995 - 31.12.1999
3: KLUG/MANIER (TA-LUFT)
4: JAHR
5: ALLE FAELLE
In Klasse 1: Summe=8751
In Klasse 2: Summe=21099
In Klasse 3: Summe=45347
In Klasse 4: Summe=13547
In Klasse 5: Summe=7725
In Klasse 6: Summe=3554
Statistik anonym.aks mit Summe=100023.0000 normalisiert
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für nh3
TMT: Datei vergleich/kamin10/nh3-j00z geschrieben.
TMT: Datei vergleich/kamin10/nh3-j00s geschrieben.
TMT: Datei vergleich/kamin10/nh3-depz geschrieben.
TMT: Datei vergleich/kamin10/nh3-deps geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für odor
TMT: Datei vergleich/kamin10/odor-j00z geschrieben.
TMT: Datei vergleich/kamin10/odor-j00s geschrieben.
Auswertung der Ergebnisse:
DEP: Jahresmittel der Deposition
J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
Maximalwerte, Deposition
NH3 DEP : 152.22 kg/(ha*a) (+/- 0.1%) bei x= 8 m, y= 8 m ( 64, 64)
Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m
NH3 J00 : 50.38 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 8 m, y= 8 m ( 64, 64)
Maximalwert der Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1.5 m
ODOR J00 : 67.7 % (+/- 0.36 ) bei x= 8 m, y= -8 m ( 64, 63)
2005-03-08 20:21:05 AUSTAL2000 ohne Fehler beendet
```

Abbildung 8: *AUSTAL2000.log*-Datei

3.3.4 Ausbreitungsrechnung für komplexes Gelände

Immissionsprognosen im komplexen Gelände sind erheblich aufwendiger und bergen wesentlich mehr Fehlermöglichkeiten als Immissionsprognosen im ebenen Gelände. Es wird daher empfohlen, die Vorgehensweise zur Erstellung einer Immissionsprognose vorab mit den zuständigen Behörden und Fachbehörden festzulegen.

3.3.4.1 Berücksichtigung von Bebauung

Einflüsse von Bebauung auf die Immissionen im Rechengebiet sind gemäß Nr. 10, Anhang 3 der TA Luft (2002), wie die nachfolgende Abbildung 9 zeigt, zu berücksichtigen.



Abbildung 9: Berücksichtigung von Bebauung gemäß Nr. 10 Anhang 3 der TA Luft

Die TA Luft (2002) unterscheidet demnach Anwendungsfälle in Abhängigkeit des Abstandes der Quelle von den Gebäuden und des Verhältnisses der Quell- zur Gebäudehöhe. Die TA Luft legt hiermit nicht nur fest, wann und wie Gebäudeeinflüsse zu berücksichtigen sind, sondern zeigt auch die Grenzen des diagnostischen Windfeldmodells auf. So können Gebäudeeinflüsse in der Regel mit einem diagnostischen Windfeldmodell berücksichtigt werden, wenn die Schornsteinbauhöhe größer als das 1,2fache und kleiner als das 1,7fache der Gebäudehöhen beträgt und die freie Abluftführung gewährleistet ist. Alternativ ist für Quellen, die sich auf einem Gebäude befinden oder für Abluftführungen am Gebäude die Modellierung als vertikale Linienquellen möglich (vgl. Abschnitt 3.3.1.4, Janicke 2005 und Hartmann et al. 2004).

Zur Modellierung gebäudenaher Quellen, bei denen die Schornsteinbauhöhe weniger als das 1,2fache der Gebäudehöhen beträgt, kann die Umströmung der Gebäude mit einem prognostischen mikroskaligen Windfeldmodell durchgeführt werden (VDI 3783 Blatt 9 - VDI, 2003). Hierzu liegen allerdings in Genehmigungsverfahren nur wenige Erfahrungen vor. Die Verwendung eines prognostischen Windfeldmodells ist auch nur bedingt TA Luft-konform. Im Einzelfall ist daher zu prüfen, inwieweit der Gebäudeeinfluss mit den oben angegebenen Empfehlungen berücksichtigt werden kann.

Die Gebäude werden in AUSTAL2000 wie Volumenquellen als Quader vorgegeben, wobei die Unterseite des Quaders immer auf dem Erdboden aufliegt. Kreisförmige Gebäude können ebenfalls in AUSTAL2000 definiert werden. Gebäude werden intern auf dem Rechenetz aufgerastet, d. h. die Gitterzellen des Rechenetzes werden als Gebäudezellen angesehen, die ganz oder überwiegend von Gebäuden ausgefüllt sind (Janicke 2006).

Die aufgerasterten Gebäude dürfen nicht mit Quellen überlappen, d. h. Quellen dürfen sich nicht innerhalb von Gebäuden befinden.

Das Windfeld zur Umströmung der Gebäude kann mit einem diagnostischen Windfeldmodell (z. B. TALdia) berechnet werden. Das Modell TALdia berechnet für jede der 6 Stabilitätsklassen 36 Windfelder. Sind Gebäude vorgegeben, berechnet das Modell TALdia zuerst ein divergenzfreies Windfeld ohne Gebäude. In dieses werden dann die Gebäudeeinflüsse eingearbeitet. Das Ergebnis ist ein divergenzfreies Windfeld mit an Gebäude angepassten Randbedingungen. Der angegebene Divergenzfehler („größte im Rechenetz gefundene Divergenzwert“) sollte unter 0,05 liegen (Janicke 2006). Ein entsprechender Hinweis ist in der Protokolldatei *TALdia.log* ablesbar.

Bei Ausbreitungsrechnungen mit Gebäude ist die Festlegung der horizontalen und vertikalen Maschenweite und der Rauigkeitslänge zu prüfen. Grund hierfür ist im Bezug auf die vertikale Maschenweite, dass die zu berücksichtigenden Gebäude im Rechenraster hinreichend genau abgebildet werden sollen. Entsprechend ist der Wert qb anzupassen und die Auflösung der Gebäude zu prüfen. Die Bestimmung der Rauigkeitslänge ist ebenfalls manuell vorzugeben, da bei der Bestimmung der Rauigkeitslänge, die Flächenanteile mit Gebäude heraus gerechnet werden müssen.

3.3.4.2 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Unebenheiten des Geländes sind in der Regel wie die nachfolgende Abbildung 10 verdeutlicht nur zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Die Steigung ist dabei aus der Höhendifferenz über eine Strecke zu bestimmen, die dem 2fachen der Schornsteinbauhöhe entspricht.

Geländeunebenheiten können in der Regel mit Hilfe eines mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells (z. B. TALdia) berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 nicht überschreitet und wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können.

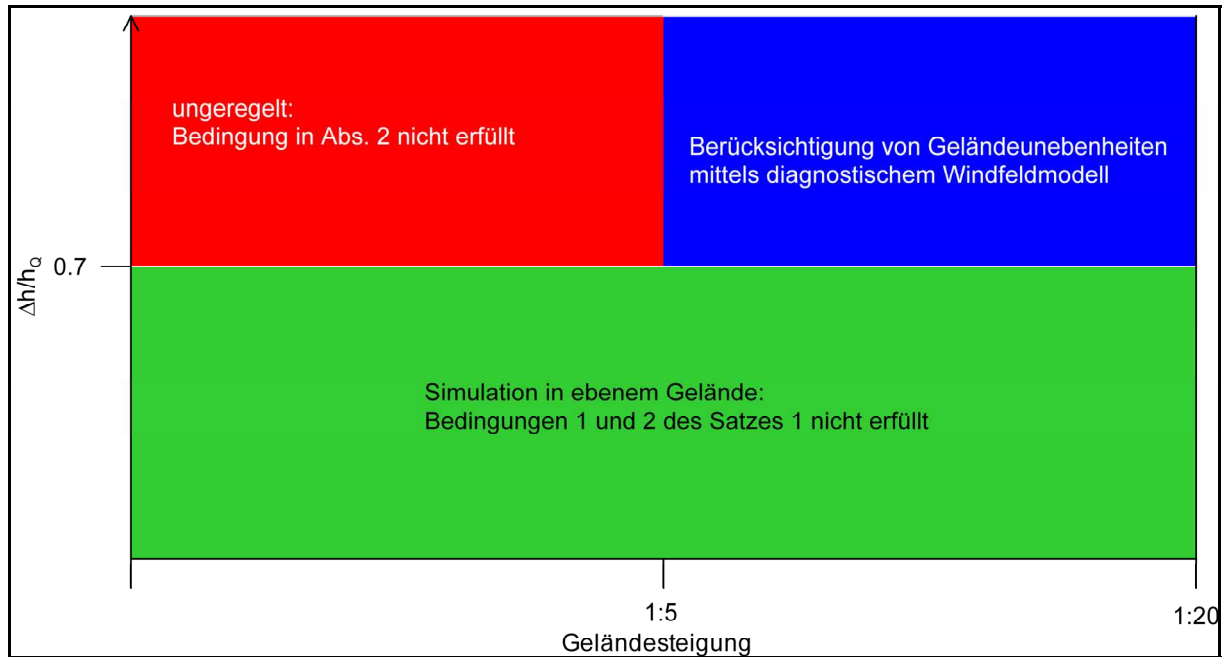


Abbildung 10: Berücksichtigung der Geländestruktur gemäß Nr. 11 Anhang 3 der TA Luft (2002)

Zur Berücksichtigung der Geländeunebenheiten muss in der Eingabedatei von AUSTAL2000 (*austal2000.txt*) der Parameter *gh* gesetzt werden. Der Wert des Parameters ist der Name der Datei mit dem digitalen Geländemodell (DGM), das die Informationen über die Geländehöhen im Rechengebiet enthält. Das DGM kann vom jeweiligen Landesvermessungsamt bezogen werden (Janicke 2006).

Das Windfeldmodell TALdia erwartet, dass in der Datei mit den Geländehöhen für alle Gitterpunkte gültige Höhenwerte angegeben sind. Aus diesen Werten bestimmt das Modell die Geländehöhen an den Gitterpunkten des Rechengitters und speichert sie als Datei *zg00.dmna* (bei geschachtelten Gittern entsprechend *zg01.dmna*, *zg02.dmna* usw.) im Projektordner ab. Die räumliche Auflösung des digitalen Geländemodells ist im Gutachten anzugeben. Die Maschenweite des Rechengitters braucht dabei nicht mit der Maschenweite des DGM übereinzustimmen, allerdings muss das Rechengebiet vollständig innerhalb des vom DGM abgedeckten Bereiches liegen. Enthält das Projektverzeichnis bereits die Datei *zg00.dmna* und ist das entsprechende Rechengitter explizit in der Eingabedatei definiert, dann wird der im Parameter *gh* angegebene Dateiname ignoriert und das Geländeprofil wird nicht neu berechnet (Janicke 2006).

Das Programm TALdia berechnet bei Eingabe eines Geländeprofils für jede der 6 Stabilitätsklassen zwei Windfelder, eines mit Süd-Anströmung und eines mit West-Anströmung und speichert diese Felder in einer Bibliothek (Janicke 2006, Janicke und Janicke 2003). Das Programm startet mit einem nicht divergenzfrem Feld und versucht, dies iterativ divergenzfrei zu machen. Anhand der Protokolldatei *TAL-dia.log* kann das Ergebnis dieses iterativen Verfahrens überprüft werden. Der Wert des „Divergenzfehlers“ sollte unter 0,05 liegen (s. auch Kapitel 3.3.4.1).

Wie die Abbildung 10 verdeutlicht, darf das Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 in Gelände mit Steigungen von mehr als 1:5 nicht zur Bestimmung der Immissionsbelastung verwendet werden. Einen ersten Anhaltspunkt für ein Gelände mit zu hohen Steigungen bietet folgende Information in der Protokolldatei *AUSTAL2000.log*:

„Die maximale Steilheit des Geländes ist 0.52 (0.47).“

Die erste Zahl ist die Steilheit, die beim Vergleich unmittelbar benachbarter Gitterpunkte gefunden wird, die zweite Zahl in Klammern ist der Wert, der beim Vergleich der übernächsten Gitterpunkte erhalten wird. Die Punkte haben dann in der Regel einen Abstand von der doppelten Bauhöhe der Quelle. Die Zahl 0.2 bedeutet einen Anstieg von 1:5 (Janicke 2006).

Falls anhand der oben genannten Information in der Protokolldatei die Steilheit des Geländes mehr als 1:5 beträgt, ist noch nicht bekannt, wie großflächig das Kriterium 1:5 im Rechengebiet überschritten wird, und wo es überschritten wird. Um dies zu überprüfen, wurde das Programm „zg2s“ erstellt, das im Internet unter www.austal2000.de sowie unter www.lua.nrw.de (Luft → Ausbreitungsrechnung → TA-Luft-Modell → Leitfaden) frei verfügbar ist. zg2s wertet die von AUSTAL2000 erstellte Datei mit den verwendeten Geländehöhen (i. A. *zg00.dmna*) aus und legt eine Datei *zg00_s.dmna* an, in der die Geländesteigungen an jedem Punkt des Rechengebiets enthalten sind.

Abbildung 11 zeigt beispielhaft eine graphische Auswertung des Programms zg2s. Es ist zu erkennen, dass nur an wenigen Stellen im Rechengebiet die Geländesteilheit den Wert 1:5 übersteigt. In weiten Teilen ist das Gelände flacher geneigt, so dass die Anwendung des diagnostischen Windfeldmodells möglich ist.

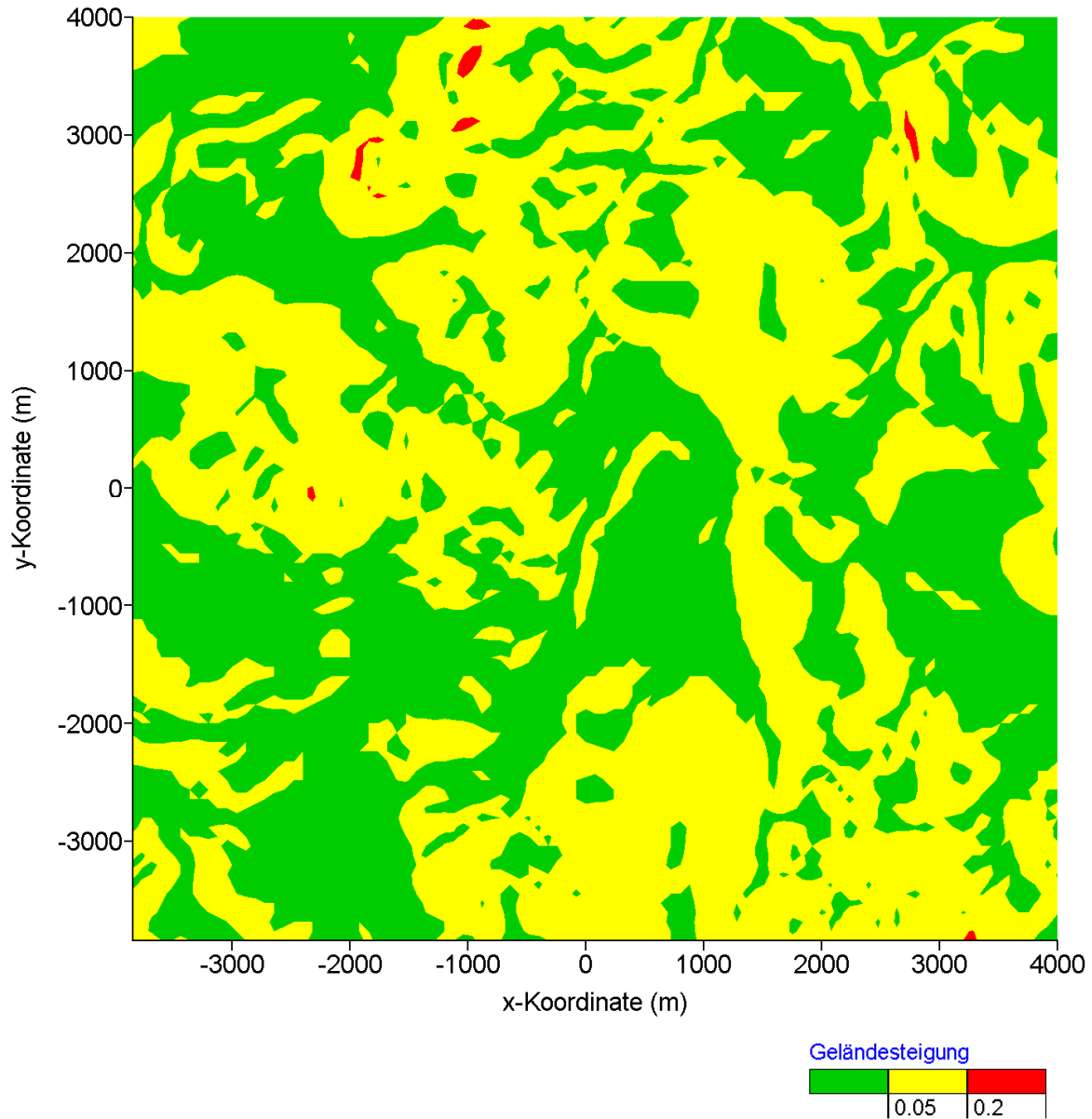


Abbildung 11: Ergebnisdarstellung zur Überprüfung der Steilheit im Rechengebiet / Beispiel 1

Anders verhält es sich in Abbildung 12. Hier wird deutlich, dass das Steigungskriterium zur Anwendbarkeit des diagnostischen Windfeldmodells großflächig überschritten wird. In einem solchen Fall kann TALdia unrealistische Windfelder mit hohen Vertikalwindgeschwindigkeiten berechnen, die auch zum Programmabbruch führen können. Die Kriterien zum Programmabbruch sind im Kapitel 9.3 der AUSTAL2000-Programmbeschreibung aufgeführt (Janicke 2006).

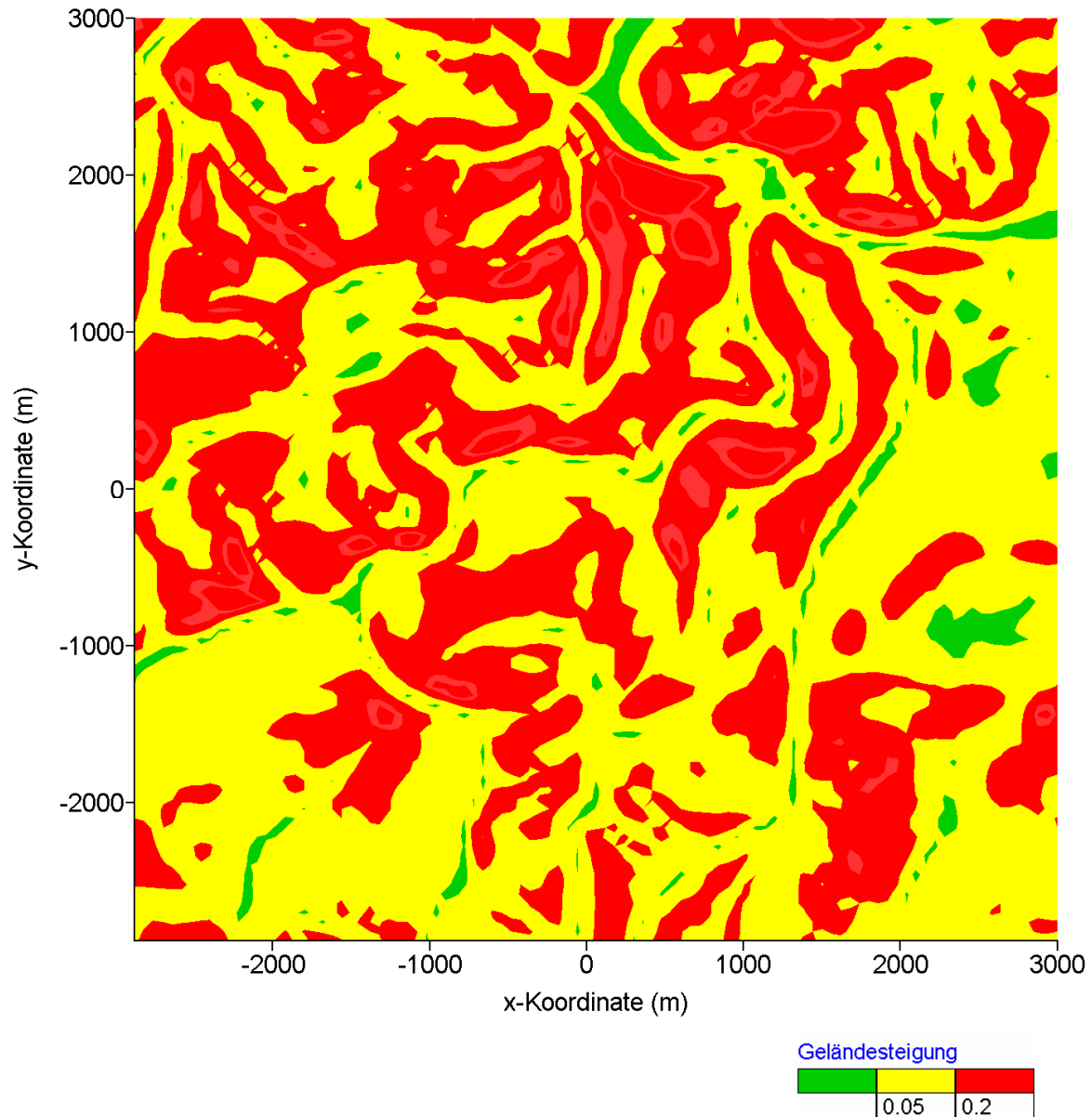


Abbildung 12: Ergebnisdarstellung zur Überprüfung der Steilheit im Rechengebiet / Beispiel 2

Bei so extremen Geländeformen sind folgende Vorgehensweisen denkbar:

- Strömungsuntersuchungen mit einem prognostischen mesoskaligen Windfeldmodell.
- Es wird die Immissionsbelastung im Rechengebiet für ein ebenes Gelände bestimmt und anschließend das Ergebnis mit einem Faktor 10 multipliziert. Dahinter steckt die Idee, dass der Einfluss des Geländes auf die Ausbreitungsrechnung in keinem Fall größer als 10 ist. In den meisten Fällen ist der Einfluss deutlich niedriger (Wichmann-Fiebig 1999). Die Nachteile dieser Methode sind:
 - Es ermöglicht nur eine Aussage über das Immissionsmaximum, nicht über die Lage des Maximums. Maßgebliche Beurteilungspunkte können daher nicht festgelegt werden.
 - Geruchsimmissionen können hiermit nicht ausgewiesen werden.
 - Die Einhaltung des Irrelevanzkriteriums nach TA Luft (2002) ist häufig nicht gegeben. Die Bestimmung der Vorbelastung und Bildung der Gesamtbelastung ist erforderlich.
- Maximalabschätzung anhand von bewusst pessimal abgeschätzten Emissionsdaten. Dies muss im Einzelfall abgewogen werden.
- Durchführung von Windmessungen am Anlagenstandort über einen definierten Zeitraum (in der Regel 1 Jahr) als Grundlage für die Ausbreitungsrechnung.

Bei Immissionsprognosen im gegliederten Gelände sollte frühzeitig eine Absprache zur Festlegung der Vorgehensweise zwischen Antragsteller, Gutachter, Genehmigungsbehörde und Fachbehörde festgelegt werden.

3.4 Ergebnisdarstellung

Das Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 legt im Projektordner zunächst eine Protokolldatei (*AUSTAL2000.log*) an, in der es unter anderem den Zeitpunkt der Rechnung, die Programmversion und den Namen des Projektordners vermerkt (Janicke 2006). Die Protokolldatei enthält in der Regel nur eine Aussage zum Ort und der Höhe des Immissionsmaximums.

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung werden für die verschiedenen Stoffe jeweils in separaten Dateien abgelegt. Die Dateinamen haben dabei die Form

Stoff – TypParameterNetz + den Zusatz dmna

Beispiel: *SO₂-j00z.dmna* = Jahresmittelwert der Zusatzbelastung an SO₂

Laut der Programmbeschreibung zur Version 2.2 von AUSTAL2000 werden die Konzentrationsfelder als 3-dimensionale Tabellen und die Depositionsfelder als 2-dimensionale Tabellen gespeichert. Tatsächlich wird bei den Konzentrationsfeldern nur die untere Schicht gespeichert und die eigentliche Tabelle ist 2-dimensional. Die genaue Struktur der Dateien ist im Anhang A der Programmbeschreibung zu AUSTAL2000 beschrieben (Janicke 2006).

Weiterhin bietet AUSTAL2000 die Möglichkeit, die Immissionen für ausgewählte Beurteilungspunkte im Rechengebiet zu ermitteln. Die Beurteilungspunkte (Monitorpunkte) können

in *AUSTAL2000.txt* eingegeben werden. Die Anzahl der Monitorpunkte ist allerdings beschränkt auf maximal 10. Die Ergebnisse für jeden Stoff und jeden Monitorpunkt sind u. a. in der Protokolldatei *AUSTAL2000.log* aufgelistet.

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung sind im Gutachten graphisch und tabellarisch darzustellen. Die Karten sind so aufzubauen, dass sie folgende Angaben enthalten:

- Maßstab der Karte
- Legende
- Stoffangabe
- Einheit (z. B. $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Erstellungsdatum
- Darstellung der Quellen

Die tabellarische Darstellung (beispielsweise das Immissionsmaximum im Rechengebiet) sollte folgendermaßen erfolgen:

Stoff	Immissionszusatzbelastung	Vorbelastung	Gesamtbelastung	Immissionswert
	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
A	Wert	Wert	Wert	Wert
B	Wert	Wert	Wert	Wert

Bei Betrachtung der Immissionssituation an ausgewählten Beurteilungspunkten ist die oben genannte tabellarische Darstellung für jeden Beurteilungspunkt separat durchzuführen.

Liegen keine Vorbelastungswerte der Immissionssituation im Einwirkungsbereich einer Anlage (Neuerrichtung oder wesentliche Änderung) vor, ist die Immissionszusatzbelastung der gesamten Anlage zu bestimmen und mit den Immissionswerten der TA Luft (2002) bzw. der GIRL (2004) zu vergleichen.

4 Literaturverzeichnis

13. BImSchV 2004: Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes -Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen – 13. BImSchV vom 20.07.2004.

Erisman und Draaijers 2003: Erisman, J. W. und G. Draaijers, 2003: Deposition to forests in Europe: most important factors influencing dry deposition and models used for generalisation. *Environmental Pollution*, 124, 379–388.

GIRL 2004: Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen (Geruchsimmissions-Richtlinie - GIRL) in der Fassung vom 21. September 2004 mit Begründung und Auslegungshinweisen, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Erlass Az.: V-4 - 8851.4.4 vom 11.10.2004, 35 S.

Hartmann 2003: Hartmann, U, 2003: Erste Erfahrungen mit dem neuen Ausbreitungsmodell der TA Luft (2002) – AUSTAL2000. In: *Immissionsschutz*, 8. Jg. , H. 3. Berlin: Erich-Schmidt-Verlag, S. 80-87.

Hartmann et al. 2004: Hartmann, U., A. Gärtner, M. Hölscher, B. Köllner und L. Janicke, 2004: Untersuchungen zum Verhalten von Abluftfahnen landwirtschaftlicher Anlagen in der Atmosphäre. Jahresbericht 2003 des Landesumweltamts NRW, Essen

Janicke 2005: Durchführung von Ausbreitungsrechnungen zur Unterstützung der Messplanung und Messauswertung im Rahmen des Projekts Relevanz der Ammoniak-Emissionen für die Immissionsbelastung mit Schwebstaub und für Vegetationsschäden. Ingenieurbüro Janicke, Dunum, im Auftrag des Landesumweltamts NRW, Essen

Janicke 2006: AUSTAL2000 – Programmbeschreibung zu Version 2.2.11, Stand: 25.03.2006. Ingenieurbüro Janicke, Dunum, im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin, Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hildesheim und Landesumweltamt Essen, 100 S.

Janicke und Janicke 2003: Janicke, L. und U. Janicke, 2003: Entwicklung eines modellgestützten Beurteilungssystems für den anlagenbezogenen Immissionsschutz. Ingenieurbüro Janicke, Dunum, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin, 125 S.

Janicke und Janicke 2004: Janicke, L. und U. Janicke, 2004: Die Entwicklung des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000G. Berichte zur Umweltphysik Nr. 5, Ingenieurbüro Janicke, Dunum, Meersburg, 124 S.

Mohaupt-Jahr und Keil 2004: Mohaupt-Jahr, B., M. Keil, 2004: The CLC2000 project in Germany and environmental applications of land use informations. In: Workshop CORINE Land Cover 2000 in Germany and Europe and its use for environmental applications, 20-21 January 2004, Berlin, UBA Texte 04/04, ISSN 0722-186X, pp. 37-45.

Nielinger und Kost 2003: Nielinger, J. und W. J. Kost, 2003: Ermittlung eines standortoptimierten Emissionsniveaus in komplexem Gelände zur Planungssicherheit in Genehmigungsverfahren. Fachtagung METTOOLS V, 6. bis 8.10.2003, Essen, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, Fachausschuss „Umweltmeteorologie, Berlin, S. 108-110.

TA Luft 2002: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift vom 24.07.02 zum Bundesimmissionschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft). – Gemeinsames Ministerialblatt vom 30.07.02, Nr. 25-29, 511-606.

VDI 1981: Ausbreitung luftfremder Stoffe in der Atmosphäre; Schornsteinhöhen unter Berücksichtigung unebener Geländeformen. VDI Richtlinie 3781 Blatt 2, Beuth-Verlag, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 17 S.

VDI 1985: Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre; Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung. VDI Richtlinie 3782 Blatt 3, Beuth-Verlag, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 15 S.

VDI 1990: Umweltmeteorologie - Ausbreitungsrechnung bei Ableitung von Rauchgasen über Kühltürme. VDI Richtlinie 3784 Blatt 2, Beuth-Verlag, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 28 S.

VDI 2000a: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle Partikelmodell. – VDI Richtlinie 3945 Blatt 3, Beuth-Verlag, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 60 S.

VDI 2000b: Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung – Wind. VDI Richtlinie 3786 Blatt 2, Beuth-Verlag, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 51 S.

VDI 2001: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Gauß'sches Fahnenmodell für Pläne zur Luftreinhaltung. VDI Richtlinie 3782 Blatt 1, Beuth-Verlag, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 40 S.

VDI 2002: Umweltmeteorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle. VDI Richtlinie 3783 Blatt 8, Beuth-Verlag, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 42 S.

VDI 2003: Umweltmeteorologie - Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung. VDI Richtlinie 3783 Blatt 9, Beuth-Verlag, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 28 S.

VDI 2005: Ableitbedingungen für organische Lösemittel. VDI Richtlinie 2280, Beuth-Verlag, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 7 S.

Wichmann-Fiebig 1999: Wichmann-Fiebig, M, 1999: Determining annual mean concentration values in complex terrain. Proceedings of the 6th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Modelling for Regulatory Purposes, Rouen

5 Liste der Formelzeichen

h_a	Anemometerhöhe (Dimension: Länge)
h	Höhe des Firstes über dem Flachdach (Dimension: Länge)
H'	Schornsteinhöhe aus Nomogramm Abbildung 2 TA Luft (Dimension: Länge)
H_M	Messhöhe am Ort der Windmessung über Grund (Dimension: Länge)
H_S	Messhöhe am Ort der Windmessung über Störniveau (Dimension: Länge)
J	Mittlere Höhe der Bebauung (Dimension: Länge)
Q_q	Wärmestrom (Dimension: Energie)
R	Abluftvolumenstrom (Dimension: Volumen/Zeit)
T_0	Referenztemperatur (Wert: 283,15 Kelvin)
T_q	Abgastemperatur (Dimension: Kelvin)
X	Länge der Gebäuestirnwand (Dimension: Länge)
z_{0_M}	Rauhigkeitslänge am Messort (Dimension: Länge)
z_{0_R}	Rauhigkeitslänge im Rechengebiet (Dimension: Länge)

Anhang A: Prüfliste zur Gutachtenprüfung

1. Allgemeines (Kapitel 3.1)

Vorgang:

Auftraggeber:

Anschrift:

.....

Planer:

Gutachter/ -büro:

Bearbeiter des Gutachtens:

Telefon:

Aktenzeichen:

Erstellungsdatum:

Aufgabenstellung:

Handelt es sich um eine Neuerrichtung?

Handelt es sich um eine wesentliche Änderung?

Welche Stoffe werden betrachtet?

Erfolgt eine Prüfung auf Irrelevanz?

Wird die Gesamtbelastung ermittelt?

Wurde die Vorortsituation beschrieben?

Wurden Messberichte beigelegt? Ja Nein

Wenn Ja, welche?

.....

.....

Erfolgte eine Literaturangabe?

2. Schornsteinhöhenberechnung (Kapitel 3.2)

Werden Kamine neu errichtet? ja nein

Erfolgt an einem bestehenden Kamin eine wesentliche Änderung? ja nein

Wurde für die neuen Kamine bzw. für den Kamin mit der wesentlichen Änderung eine Schornsteinhöhenberechnung durchgeführt? ja nein

Erfolgte die Schornsteinhöhenberechnung gemäß Nr. 5.5 TA Luft oder Nr. 2 GIRL? TA Luft GIRL

Sind bei der Schornsteinhöhenberechnung gemäß TA Luft folgende Angaben bekannt (Kapitel 3.2.1)?

Schornsteindurchmesser in m? ja nein

Ablufttemperatur an der Mündung? ja nein

Abluftvolumenstrom im Normzustand trocken? ja nein

Emissionsmassenstrom in kg/h? ja nein

Wurden umliegende Bebauung oder Geländeunebenheiten berücksichtigt? ja nein

Falls nein, hätten Bebauung oder Geländeunebenheiten berücksichtigt werden müssen? ja nein

Sind die Anforderungen gemäß Nr. 5.5.2 TA Luft erfüllt? ja nein

Erfolgte für die Kamine, die einen Geruchsstoffstrom emittieren eine separate Ausbreitungsrechnung gemäß GIRL (Kapitel 3.2.2)? ja nein

Ist die Geruchshäufigkeit von 0,06 auf jeder Beurteilungsfläche unterschritten? ja nein

3. Emissionsdaten (Kapitel 3.3.1)

Wie viele Quellen werden berücksichtigt?

Um welche Art von Quellen handelt es sich? (Kapitel 3.3.1.1)

Punktquellen ja nein

Linienquellen ja nein

Flächenquellen ja nein

Volumenquellen ja nein

Wird mehr als eine Quellart genannt, bitte in Kapitel 8 der Prüfliste erläutern!

Liegen zu den einzelnen Emissionsquellen folgende Angaben vor? ja nein

Rechtswert/Hochwert der Emissionsquelle ja nein

Höhe der Emissionsquelle: ja nein

Durchmesser oder Austrittsfläche der Quelle: ja nein

Abluftvolumenstrom in Norm, feucht: ja nein

Abluftvolumenstrom in Norm, trocken: ja nein

Austrittsgeschwindigkeit: ja nein

Ablufttemperatur: ja nein

Emissionsmassenstrom: ja nein

Betriebsdauer ja nein

Fehlen relevante Quellen? ja nein
(Wenn ja, bitte in Kap. 8 der Prüfliste erläutern)

Sind im Gutachten Angaben zur Korngrößenverteilung von Staub
und den partikelgebundenen Stoffen gemacht worden? ja nein

Wurden einzelne Quellen zu „Ersatzquellen“ zusammengefasst? ja nein

Wenn ja, sind folgende Daten der „Ersatzquellen“ bekannt? ja nein

Rechts-/Hochwert: ja nein

Höhe der Quelle: ja nein

Durchmesser der Quelle: ja nein

Ablufttemperatur: ja nein

Austrittsgeschwindigkeit: ja nein

Emissionsmassenstrom: ja nein

Betriebsdauer: ja nein

Haben Emissionsquellen eine zeitliche Charakteristik?
(Kapitel 3.3.1.2) ja nein

Wenn ja, wurde dies vom Gutachter berücksichtigt? ja nein

Wenn ja, ist die Vorgehensweise zur Berücksichtigung der zeitlichen
Charakteristik im Gutachten beschrieben? ja nein

Haben Emissionsquellen eine situationsabhängige Charakteristik?
(Kapitel 3.3.1.3) ja nein

Wenn ja, wurde dies vom Gutachter berücksichtigt? ja nein

Wenn ja, ist die Vorgehensweise zur Berücksichtigung der situati-
onsabhängigen Charakteristik im Gutachten beschrieben? ja nein

Wurde eine Abluftfahnenüberhöhung (Kapitel 3.3.1.4) berücksichtigt?

a) Bei allen Quellen

b) Bei manchen Quellen

c) Bei keiner Quelle

Falls a) oder b), bitte in Kap. 8 der Prüfliste erläutern!

Wurde die Abluftfahnenüberhöhung an einem Kühlturm betrachtet? ja nein

4. Meteorologie (Kapitel 3.3.2)

Liegen Windmessungen am Anlagenstandort vor? ja nein

Wenn ja, wie sind folgende Daten?

Lage des Messortes:

Anemometerhöhe:

Messzeitraum:

Höhe über NN:

Wurde der Messbericht dem Gutachten beigelegt? ja nein

Erfolgte die Messung sachgerecht bzw. ist auszuschließen, dass umstehende Hindernisse zu einer relevanten Messwertverfälschung führen? ja nein

Wurden Messdaten einer Station außerhalb des Beurteilungsgebietes berücksichtigt? ja nein

Welche Messdaten wurden verwendet?

a) Langjährige Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) des DWD

b) Ausbreitungszeitreihe (AKTerm) des DWD

c) Andere

Welche Daten liegen vor?

Station:

Höhe über NN:

Anemometerhöhe:

Messzeitraum:

Wurde die Übertragbarkeit der Daten auf das Untersuchungsgebiet ja nein
nachgewiesen?

Falls ja, wie wurde sie nachgewiesen?

Übertragbarkeitsprüfung des DWD

Eigene Übertragbarkeitsprüfung

Wurden Angaben zu Inversionswetterlagen, Kaltluftabflüssen und ja nein
Schwachwindanteil gemacht?

5. Modellparameter (Kapitel 3.3.3)

Enthält das Gutachten folgende Angaben zum Rechengitter?

Horizontale Maschenweite dd? ja nein

Linker Rand des Rechengitters (x_0, y_0)? ja nein

Anzahl der Gittermaschen (n_x, n_y, n_z) ja nein

Wie groß ist demnach das Rechengebiet (Kapitel 3.3.3.1):

Ist das Rechengebiet ausreichend? ja nein

Ist der Anemometerstandort (Kapitel 3.3.3.2) im gegliederten ja nein
Gelände im Gutachten angegeben?

Ist die Anemometerhöhe im Gutachten angegeben? ja nein

Enthält das Gutachten die Angabe zur berücksichtigten Rauigkeits- ja nein
länge?

Wurde die statistische Unsicherheit für jeden Stoff im Beurteilungs- ja nein
gebiet ermittelt und ausgewiesen?

6. Ausbreitung für komplexes Gelände (Kapitel 3.3.4)

Befinden sich im Nahbereich der Quellen Gebäude? ja nein

Falls ja, erfüllen sie die Kriterien gemäß Nr. 10 Anhang 3 TA Luft?
(Kapitel 3.3.4.1) ja nein

Falls ja, wurden die Gebäude berücksichtigt? ja nein

Falls ja, wie wurden die Gebäude berücksichtigt?

Mit einem diagnostischen Windfeldmodell ja nein

Mit vertikaler Linienquellen ja nein

Sonstige? ja nein

Falls nein, bitte in Kap.8 der Prüfliste erläutern!

Wie ist das Relief des Untersuchungsgebietes? (Kapitel 3.3.4.2)

Flach ja nein

Überwiegend flach/ leicht gegliedert ja nein

Stark gegliedert ja nein

Wurde das Untersuchungsgebiet im Gutachten ebenso beschrieben? ja nein

Ist das diagnostische Windfeldmodell anwendbar (Steigung zwischen
1:20 und 1:5)? ja nein

Falls nein, wurde im Gutachten das Gelände berücksichtigt? ja nein

Falls ja, wie wurde der Einfluss des Geländes berücksichtigt?

Prognostisches Windfeldmodell? ja nein

Diagnostisches Windfeldmodell? ja nein

Ebenes Gelände / Faktor 10? ja nein

Maximalabschätzung der Emissionsdaten? ja nein

Meteorologische Messungen durchgeführt? ja nein

7. Ergebnisdarstellung (Kapitel 3.4)

- Wurde das Ergebnis grafisch dargestellt? ja nein
- Werden der Maßstab und die Legende angegeben? ja nein
- Wurde das Ergebnis tabellarisch dargestellt? ja nein
- Wird die statistische Unsicherheit mit angegeben? ja nein
- Werden die Ergebnisse mit den Immissionswerten der TA Luft bzw. GIRL verglichen? ja nein

8. Erläuterungen

1) Erläuterungen zu Kapitel 1 „Allgemeines“

.....
.....
.....
.....

2) Erläuterungen zu Kapitel 2 „Schornsteinhöhenberechnung“

.....
.....
.....
.....

3) Erläuterungen zu Kapitel 3 „Emissionsdaten“

.....
.....
.....
.....

4) Erläuterungen zu Kapitel 4 „Meteorologie“

.....
.....
.....
.....

5) Erläuterungen zu Kapitel 5 „Modellparameter“

.....
.....
.....
.....

6) Erläuterungen zu Kapitel 6 „Komplexes Gelände“

.....
.....
.....
.....

7) Erläuterungen zu Kapitel 7 „Ergebnisdarstellung“

.....
.....
.....
.....

Anhang B: Mustergutachten

Nachfolgend wird noch einmal der Aufbau einer Immissionsprognose mit den relevanten Angaben des Gutachters dargelegt.

Teil 1:

Deckblatt mit Titel, Gutachter, Nummer des Gutachtens, Erstellungsdatum, Telefon.
Auftraggeber mit Anschrift und Telefon.

Inhaltsverzeichnis.

Neuerrichtung einer Anlage oder wesentliche Änderung.

Schadstoffe xx, xy und xz werden betrachtet.

Es wird die Gesamtbelastung ermittelt und mit den Immissionswerten der TA Luft verglichen.

Am xx.xx.xxxx fand eine Vorortbegehung zur Einschätzung der Aufgabenstellung statt.

Beschreibung der Standortverhältnisse / Geländestruktur.

Folgende Messberichte wurden dem Gutachten beigefügt...

Literaturangabe.

Teil 2: Schornsteinhöhenberechnung

Es wird ein neuer Kamin Q1 errichtet.

Für den Kamin Q1 erfolgt eine Schornsteinhöhenberechnung gemäß Nr. 5.5 TA Luft.

Mittlere Bebauung und Bewuchs mit einer Höhe von xx wurden berücksichtigt.

Geländeeinfluss gemäß Richtlinie VDI 3781 Bl. 2 berücksichtigt.

Teil 3: Emissionsdaten

Relevante Emissionsquellen sind Q1 und Q2.

Beides gefasste Quellen mit Höhen von ...m.

Abluftvolumenströme Norm trocken, Abluftvolumenströme Norm feucht.

Ablufttemperatur, Durchmesser der Quellen, RW/HW, Austrittsgeschwindigkeit,

Emissionsmassenströme.

Die Quellen wurden als Punktquellen mit dynamischem und thermischem Impuls der Abluftfahne modelliert, da....

Die unterschiedlichen Emissionszeiten wurden mittels Emissionszeitreihe berücksichtigt.

Für die Komponente Staub und die Staubinhaltsstoffe wird gemäß dem beigefügten Messbericht xy von einer Korngrößenverteilung von

xx% Klasse 1, <2,5 µm

xx% Klasse 2, 2,5 – 10 µm

xx% Klasse 3, 10 – 50 µm

xx% Klasse 4, > 50 µm ausgegangen.

Die Stickoxide haben an der Kaminmündung eine Verteilung von xx% NO und xx% NO₂.

Teil 4: Meteorologie

Mögliche meteorologische Stationen.
Entfernung zum Anlagenstandort.
Anströmprofil Anlagenstandort und Messstation.
Übertragbarkeitsprüfung mit Ergebnis.
Verwendung AKS Station xx aus dem Zeitraum xxxx-xxxx.
Darstellung Windhäufigkeitsverteilung.
Kaltluftabflüsse am Anlagenstandort.

Teil 5: Modellparameter

Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 Version 2.1.14.
Rechengebiet hat eine Ausdehnung von ..m x ...m.
Maschenweite xx.
Der Anemometerstandort wurde an die Stelle RW / HW ins Modell eingegeben.
Die Anemometerhöhe beträgt xx m.
Im Rechengebiet wird eine mittlere Rauigkeitslänge $z_0 = x,xx$ m berücksichtigt.
Die statistische Unsicherheit im Rechengebiet für den Jahresmittelwert des Stoffes xx überschreitet an keiner Stelle 3%.

Teil 6: Komplexes Gelände

Die maximale Gebäudehöhe ist das 1,4fache der Emissionshöhe und es ist eine Abluftführung in den freien Luftstrom gewährleistet, folglich wurden Gebäude mittels des diagnostischen Windfeldmodells des Programmpaketes AUSTAL2000 berücksichtigt.
Berücksichtigte Gebäuden mit Höhenangabe.
Geländesteigung mehr als 1:20 und Höhenunterschiede mehr als 0,7fache Gelände berücksichtigt.
Gelände übersteigt nicht Kriterium 1:5
Berechnung des Windfelds mit dem diagnostischen Windfeldmodell TALdia.

Teil 7: Ergebnis

Ergebnisdarstellung grafisch mit Legende und Maßstab.
Ergebnistabelle.
Die Vorbelastung im Rechengebiet beträgt gemäß der Vorbelastungsmessung (Bericht-Nr. , vom.....) $xx,x \mu\text{g}/\text{m}^3$.
Die ermittelten Immissionsbelastungen (Gesamtbelastung) liegen unter den Grenzwerten der TA Luft.

Teil 8: Unterschrift Gutachter

Anhang C: Windinduzierte Quellen – Beispiel

Im Folgenden soll anhand eines Beispiels die Erstellung eines Datensatzes für eine windinduzierte Quelle (Abhängigkeit des Geruchsstoffstromes von der Windgeschwindigkeit) beschrieben werden. Hierzu ist für jeden nachfolgend beschriebenen Erstellungsschritt ein Exceltabellenblatt beigefügt.

Beispiel:

Es wird ein Offenfrontstall mit 1650 Milchviehplätzen betrachtet. Vorab müssen die 1650 Milchviehplätze umgerechnet werden in GV-Einheiten (Faktor 1,2). Zusätzlich muss noch die NH₃-Jahresemission berechnet werden. Diese Daten wurden in das erste Exceltabellenblatt eingetragen (Ausgangsdaten).

1. Schritt:

Im 1. Schritt wird die zu berücksichtigende dreidimensionale Ausbreitungsklassenstatistik umgewandelt in eine zweidimensionale durch Addition der 36 Windrichtungsklassen. Man erhält eine bestimmte Anzahl an Fällen verteilt auf die 9 Windgeschwindigkeitsklassen und die 6 Stabilitätsklassen.

2. Schritt:

Im 2. Schritt wird die Häufigkeitsverteilung der ermittelten Fälle umgerechnet auf 8760 Jahresstunden. Beispielhaft bestimmt sich der Wert für die erste Zelle unter Punkt 2 folgendermaßen:

$$(3209 / 100010) * 8760 = 281,1$$

3. Schritt:

Als nächstes wird für das Beispiel eine Abhängigkeit der Emissionen von der Windgeschwindigkeit in Form der Wurzelfunktion angenommen. Man zieht daher aus jedem Rechenwert der Geschwindigkeitsklasse die Wurzel und fügt den Ergebniswert in eine zweidimensionale Tabelle bezogen auf die 6 Stabilitätsklassen und die 9 Windgeschwindigkeitsklassen ein (Schritt 3.1). Diese Tabelle wird anschließend 1:1 in die normierte Einheit g/s umgewandelt (Schritt 3.2).

4. Schritt:

Diese normierten Emissionen werden multipliziert mit den im 2. Schritt ermittelten Ausbreitungsverhältnissen und dem Faktor 3,6. Für die erste Zelle ergibt sich beispielhaft:

$$281,1 \text{ h/a} * 1 \text{ g/s} * 3,6 \text{ [(kg*s)/(g*h)]} = 1011,9 \text{ kg/a}$$

Man erhält als Summe aller Zellen die Gesamtemission (hier: 63970,3 kg/a). Es ist nun zu gewährleisten, dass diese Summe gerade der Gesamtjahresemission (hier: 24040,5 kg/a) des Betriebs entspricht. Die in Schritt 4 normierte Emission wird sich in aller Regel aber von der tatsächlichen Eingangsemission unterscheiden. Folglich ermittelt man den Quotienten aus Beiden.

In unserem Beispiel ergibt sich ein Faktor aus $63970,3 / 24040,5 = 2,66093862$

5. Schritt:

Durch diesen Faktor (hier: 2,66093862) werden die normierten Emissionen aus 3.2 dividiert. Das Ergebnis ist der Eingangsdatensatz für AUSTAL2000.

6. Schritt:

Im 6. Schritt wird lediglich noch einmal die Gegenprobe durchgeführt um zu prüfen, ob tatsächlich unter Berücksichtigung der Auftretshäufigkeiten der meteorologischen Situationen die Gesamtmenge von Ammoniak emittiert wird.

Exceltabellen zu dem Beispiel:

Austal2000-Eingangsdaten mit windgeschwindigkeitsabhängigen Emissionen

(im Sinne von Zi.2 des Anhangs 3 der TA-Luft in Verbindung mit der Programmbeschreibung zu Austal2000 Seite 23f)

Ausgangsdaten des Beispiels

Milchviehplätze	1650
kgNH ₃ /(Platz*a)	14,57
GV	1980,0
NH ₃ -Emissionen [kg/a]	24040,5

1. Anzahl Fälle aus der Ausbreitungsklassenstatistik AKS (Summe 100010)

	Rechenwert der Windgeschwindigkeit gemäß Tabelle 18 TA Luft								
100010	1,0	1,5	2,0	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	12,0
AK 1	3209	1811	2401	0	0	0	0	0	0
AK 2	3121	1812	2395	7376	0	0	0	0	0
AK 3.1	356	356	775	8899	17688	13041	7390	3892	4062
AK 3.2	333	405	697	3990	3965	1500	806	365	232
AK 4	1495	541	543	1815	1165	384	165	79	36
AK 5	792	211	250	1002	535	85	33	2	0

2. Stunden der jeweiligen Ausbreitungssituationen (bezogen auf ein Jahr)

	Rechenwert der Windgeschwindigkeit gemäß Tabelle 18 TA Luft								
8760	1,0	1,5	2,0	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	12,0
AK 1	281,1	158,6	210,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AK 2	273,4	158,7	209,8	646,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AK 3.1	31,2	31,2	67,9	779,5	1549,3	1142,3	647,3	340,9	355,8
AK 3.2	29,2	35,5	61,1	349,5	347,3	131,4	70,6	32,0	20,3
AK 4	130,9	47,4	47,6	159,0	102,0	33,6	14,5	6,9	3,2
AK 5	69,4	18,5	21,9	87,8	46,9	7,4	2,9	0,2	0,0

3.1 Geschwindigkeitsabhängigkeit definieren

Im Beispiel wurzelabhängig

	Rechenwert der Windgeschwindigkeit gemäß Tabelle 18 TA Luft								
	1,0	1,5	2,0	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	12,0
AK 1	1,00	1,22	1,41	1,73	2,12	2,45	2,74	3,00	3,46
AK 2	1,00	1,22	1,41	1,73	2,12	2,45	2,74	3,00	3,46
AK 3.1	1,00	1,22	1,41	1,73	2,12	2,45	2,74	3,00	3,46
AK 3.2	1,00	1,22	1,41	1,73	2,12	2,45	2,74	3,00	3,46
AK 4	1,00	1,22	1,41	1,73	2,12	2,45	2,74	3,00	3,46
AK 5	1,00	1,22	1,41	1,73	2,12	2,45	2,74	3,00	3,46

3.2 Normierter Emissionsmassenstrom

Emission in [g/s]

	Rechenwert der Windgeschwindigkeit gemäß Tabelle 18 TA Luft								
	1,0	1,5	2,0	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	12,0
AK 1	1,00	1,22	1,41	1,73	2,12	2,45	2,74	3,00	3,46
AK 2	1,00	1,22	1,41	1,73	2,12	2,45	2,74	3,00	3,46
AK 3.1	1,00	1,22	1,41	1,73	2,12	2,45	2,74	3,00	3,46
AK 3.2	1,00	1,22	1,41	1,73	2,12	2,45	2,74	3,00	3,46
AK 4	1,00	1,22	1,41	1,73	2,12	2,45	2,74	3,00	3,46
AK 5	1,00	1,22	1,41	1,73	2,12	2,45	2,74	3,00	3,46

4. Hilfsrechnung: nicht normierte, ausbreitungssituationsabhängige Emission

Matrixprodukt aus dem normierten Emissionsmassenstrom und den Stunden der jeweiligen Ausbreitungssituationen (Tab. 2 u. 3.2), angegeben als Jahresemissionen [kg/a]

	Rechenwert der Windgeschwindigkeit gemäß Tabelle 18 TA Luft								
63970,3	1,0	1,5	2,0	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	12,0
AK 1	1011,9	699,4	1070,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AK 2	984,1	699,8	1068,0	4028,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AK 3.1	112,3	137,5	345,6	4860,3	11831,7	10072,8	6381,7	3681,8	4437,0
AK 3.2	105,0	156,4	310,8	2179,2	2652,2	1158,6	696,0	345,3	253,4
AK 4	471,4	208,9	242,1	991,3	779,3	296,6	142,5	74,7	39,3
AK 5	249,7	81,5	111,5	547,3	357,9	65,7	28,5	1,9	0,0

Faktor: $63970,3 / 24040,5 = 2,66093862$

5. Emissionsmassenstrom für AUSTAL2000

Rechenwert der Windgeschwindigkeit gemäß Tabelle 18 TA Luft									
	1,0	1,5	2,0	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	12,0
AK 1	0,38	0,46	0,53	0,65	0,80	0,92	1,03	1,13	1,30
AK 2	0,38	0,46	0,53	0,65	0,80	0,92	1,03	1,13	1,30
AK 3.1	0,38	0,46	0,53	0,65	0,80	0,92	1,03	1,13	1,30
AK 3.2	0,38	0,46	0,53	0,65	0,80	0,92	1,03	1,13	1,30
AK 4	0,38	0,46	0,53	0,65	0,80	0,92	1,03	1,13	1,30
AK 5	0,38	0,46	0,53	0,65	0,80	0,92	1,03	1,13	1,30

6. Gegenprobe (Prüfsumme)

Matrixprodukt aus dem Eingangsdatensatz für AUSTAL2000 (Schritt 5) und den Stunden der jeweiligen Ausbreitungssituationen, angegeben als Jahresemissionen [kg/a]

Rechenwert der Windgeschwindigkeit gemäß Tabelle 18 TA Luft									
24040,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	12,0
AK 1	380,3	262,8	402,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AK 2	369,8	263,0	401,4	1513,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AK 3.1	42,2	51,7	129,9	1826,5	4446,4	3785,4	2398,3	1383,6	1667,5
AK 3.2	39,5	58,8	116,8	819,0	996,7	435,4	261,6	129,8	95,2
AK 4	177,2	78,5	91,0	372,5	292,9	111,5	53,5	28,1	14,8
AK 5	93,9	30,6	41,9	205,7	134,5	24,7	10,7	0,7	0,0

Anhang D: *AUSTAL2000.log*-Dateien ausgesuchter Beispiele

Auf den nachfolgenden Seiten sind einige Beispielrechnungen und die dazugehörigen Ausgabedateien *AUSTAL2000.log* dargestellt. Einleitend zu jedem Beispiel wird kurz erläutert, was mit den festgelegten Eingabewerten modelliert werden soll. Die wesentlichen Parameter, die für die Berechnung für das jeweilige Problem (z. B. bei der Berechnung mit Gelände) wichtig sind, sind in der Ausgabedatei rot markiert

Hinweis:

In jedem Beispiel wurde der RW / HW des Bezugspunktes (gx, gy) anonymisiert durch die Zeichenkette „XXXXXXX“.

Beispiel 1:

Berechnet wurde die NO₂-Zusatzimmission für einen 40 m hohen Kamin mit **thermischem und dynamischem Impuls der Abluftfahne**. Der Emissionsmassenstrom an Stickstoffoxiden beträgt 40 kg/h. An der Mündung des Kamins setzen sich die **Stickstoffoxide** zu 90% aus NO und zu 10% aus NO₂ zusammen. Als **Meteorologie** wurde die **Anonym.aks** aus AUSTAL2000 verwendet. Geländeform ist eben.

2005-08-02 17:02:26 START ++++++

TalServer:D:/Austal2000/Beispiel1

Ausbreitungs-Modell AUSTAL2000, Version 2.2.1-M2P

Copyright © Umweltbundesamt, Berlin, 2002-2005

Copyright © Janicke Consulting, Dunum, 1989-2005

Arbeitsverzeichnis: D:/Austal2000/Beispiel1

Erstellungsdatum des Programms: Apr 13 2005, 10:49:29

===== Beginn der Eingabe =====

```
> ti „Beispiel1“           'Projekt-Titel
> gx xxxxxxx             'X-Koordinate des Bezugspunktes
> gy xxxxxxx             'Y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 0                    'Qualitätsstufe
> as „anonym.aks“        'AKS-Datei
> xq 0.0
> yq 0.0
> hq 40.00                'Quellhöhe
> aq 0.00
> bq 0.00
> cq 0.00
> wq 0.00
> vq 8.00                 'Austrittsgeschwindigkeit
> dq 1.00                 'Durchmesser der Quelle
> qq 2.00                 'Wärmestrom
> lq 0.0000
> rq 0.00
> tq 0.00
> NO 6.536
> NO2 1.111
> NOx 11.11
```

===== Ende der Eingabe =====

Festlegung des Rechnetzes:

```
dd 40
x0 -2000
nx 100
y0 -2000
ny 100
nz 19
```

CORINE: Mittlerer Wert von z0 ist 0.050 m.

Der Wert von z0 wird auf 0.05 m gerundet.

Es wird die Anemometerhöhe ha=10.3 m verwendet.

1: ANONYM

2: 01.10.1995 - 31.12.1999

3: KLUG/MANIER (TA-LUFT)

4: JAHR

5: ALLE FAELLE

In Klasse 1: Summe=8751

In Klasse 2: Summe=21099

In Klasse 3: Summe=45347
In Klasse 4: Summe=13547
In Klasse 5: Summe=7725
In Klasse 6: Summe=3554
Statistik anonym.aks mit Summe=100023.0000 normalisiert

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für no2
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel1/no2-j00z geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel1/no2-j00s geschrieben.
TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für nox
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel1/nox-j00z geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel1/nox-j00s geschrieben.
TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für no2
TQL: Datei D:/Austal2000/Beispiel1/no2-s18z geschrieben.
TQL: Datei D:/Austal2000/Beispiel1/no2-s00z geschrieben.

Auswertung der Ergebnisse:

DEP: Jahresmittel der Deposition
J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

NO2 J00 : 0.3 µg/m³ (+/- 2.6%) bei x= 740 m, y= -300 m (69, 43)
NO2 S18 : 15 µg/m³ (+/- ? %) bei x=-1820 m, y= 460 m (5, 62)
NO2 S00 : 114 µg/m³ (+/- ? %) bei x= 220 m, y=-1540 m (56, 12)
NOX J00 : 2.0 µg/m³ (+/- 2.3%) bei x= 900 m, y= -20 m (73, 50)

2005-08-02 21:10:44 AUSTAL2000 ohne Fehler beendet

Beispiel 2:

Berechnet wird die SO₂-Zusatzbelastung für 3 Quellen mit **unterschiedlichen Auslasshöhen** (12 m, 36 m 60 m). Die Geländeform ist eben. Die Quellen 2+3 werden als Punktquellen mit Abluftfahnenüberhöhung und die **Quelle 1 als Flächenquelle** ohne Abluftfahnenüberhöhung berücksichtigt.

2005-03-23 15:58:32 START ++++++

TalServer: D:/Austal2000/Beispiel2

Ausbreitungs-Modell AUSTAL2000, Version 2.1.14-M2P

Copyright © Umweltbundesamt, Berlin, 2002-2005

Copyright © Janicke Consulting, Dunum, 1989-2005

Arbeitsverzeichnis: D:/Austal2000/Beispiel2

Erstellungsdatum des Programms: Feb 11 2005, 11:31:10

===== Beginn der Eingabe =====

```
> ti „Beispiel2“           'Projekt-Titel
> gx xxxxxxx             'X-Koordinate des Bezugspunktes
> gy xxxxxxx             'Y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 0                    'Qualitätsstufe
> os NESTING
> as "D:/Austal2000/test/anonym.aks" 'AKS-Datei
> xq 0.0      30.0   60.0
> yq 0.0      -50.0   0.0
> hq 12.00   36.0   60.0
> aq 2.00      0.0   0.0           'Flächenhafte Ausdehnung der Quelle in x-Richtung
> bq 5.00      0.0   0.0           'Flächenhafte Ausdehnung der Quelle in y-Richtung
> cq 0.00      0.0   0.0
> wq 60.00     0.0   0.0
> vq 0.00      8.0   8.0
> dq 0.00      2.0   2.0
> qq 0.00      2.0   2.0
> sq 0.00      0.0   0.0
> lq 0.0000    0.0   0.0
> rq 0.00      0.0   0.0
> tq 0.00      0.0   0.0
> so2 10.0     2.08  2.08
```

===== Ende der Eingabe =====

Festlegung des Rechnernetzes:

```
dd  16  32  64 128
x0 -384 -768 -1536 -3072
nx  48  48  48  48
y0 -384 -768 -1536 -3072
ny  48  48  48  48
nz  19  19  19  19
```

CORINE: Mittlerer Wert von z0 ist 0.055 m.

Der Wert von z0 wird auf 0.05 m gerundet.

Es wird die Anemometerhöhe ha=10.3 m verwendet.

1: ANONYM

2: 01.10.1995 - 31.12.1999

3: KLUG/MANIER (TA-LUFT)

4: JAHR

5: ALLE FAELLE

In Klasse 1: Summe=8751

In Klasse 2: Summe=21099

In Klasse 3: Summe=45347

In Klasse 4: Summe=13547

In Klasse 5: Summe=7725

In Klasse 6: Summe=3554

Statistik D:/Austal2000/test/anonym.aks mit Summe=100023.0000 normalisiert

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für so2

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel2/so2-j00z01 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel2/so2-j00s01 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel2/so2-j00z02 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel2/so2-j00s02 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel2/so2-j00z03 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel2/so2-j00s03 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel2/so2-j00z04 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel2/so2-j00s04 geschrieben.

TQL: Berechnung von Kurzzeit-Mittelwerten für so2

TQL: Datei D:/Austal2000/Beispiel2/so2-s24z01 geschrieben.

TQL: Datei D:/Austal2000/Beispiel2/so2-s00z01 geschrieben.

TQL: Datei D:/Austal2000/Beispiel2/so2-s24z02 geschrieben.

TQL: Datei D:/Austal2000/Beispiel2/so2-s00z02 geschrieben.

TQL: Datei D:/Austal2000/Beispiel2/so2-s24z03 geschrieben.

TQL: Datei D:/Austal2000/Beispiel2/so2-s00z03 geschrieben.

TQL: Datei D:/Austal2000/Beispiel2/so2-s24z04 geschrieben.

TQL: Datei D:/Austal2000/Beispiel2/so2-s00z04 geschrieben.

Auswertung der Ergebnisse:

DEP: Jahresmittel der Deposition

J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit

Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

SO2 J00 : 172.7 µg/m³ (+/- 0.6%) bei x= 104 m, y= -8 m (1: 31, 24)

SO2 T03 : n.v.

SO2 T00 : n.v.

SO2 S24 : 4622 µg/m³ (+/- ? %) bei x= -312 m, y= -72 m (1: 5, 20)

SO2 S00 : 14157 µg/m³ (+/- ? %) bei x= 152 m, y= -136 m (1: 34, 16)

2005-03-23 18:32:08 AUSTAL2000 ohne Fehler beendet

Beispiel 3:

Berechnet werden soll die Geruchsimmissionszusatzbelastung für eine 1500 Mastschweine-Anlage. Die Abluftführung erfolgt über 6 Kamine mit einer Bauhöhe von 8 m über Grund. Die Bauhöhe der Stallanlage beträgt 6,5 m. Die Emissionsquellen werden als **vertikale Linienquellen** von 4 bis 8 m ohne Abluftfahnenüberhöhung modelliert. Es wird händisch ein **Rechengitter** vorgegeben und es erfolgt eine Betrachtung der Geruchsimmission an einem **Monitorpunkt**.

2005-08-02 14:38:45 START ++++++

TalServer: D:/Austal2000/Beispiel3

Ausbreitungs-Modell AUSTAL2000, Version 2.2.1-M2P

Copyright © Umweltbundesamt, Berlin, 2002-2005

Copyright © Janicke Consulting, Dunum, 1989-2005

Arbeitsverzeichnis: D:/Austal2000/Beispiel3

Erstellungsdatum des Programms: Apr 13 2005, 10:49:29

===== Beginn der Eingabe =====

```
> ti „Beispiel3“           'Projekt-Titel
> gx xxxxxxx             'X-Koordinate des Bezugspunktes
> gy xxxxxxx             'Y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 0                    'Qualitätsstufe
> as „anonym.aks“        'AKS-Datei
> dd 16 32                'Zellengröße (m)
> x0 -352 -704            'X-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 46 46                'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -352 -704            'Y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 46 46                'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> xq 0.00 10.00 20.00 0.00 10.00 20.00
> yq 0.00 0.00 0.00 0.00 10.00 10.00
> hq 4.00 4.00 4.00 4.00 4.00 4.00 'Quellhöhe Unterkante
> aq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> bq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> cq 4.00 4.00 4.00 4.00 4.00 4.00 'Ausdehnung der Quelle in z-Richtung
> wq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> vq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> dq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> qq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> sq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> lq 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
> rq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> tq 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
> odor 1300 1300 1300 1300 1300 1300
> xp 57.74
> yp 651.91
> hp 1.50
```

===== Ende der Eingabe =====

Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.

Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.

CORINE: Mittlerer Wert von z0 ist 0.050 m.

Der Wert von z0 wird auf 0.05 m gerundet.

Es wird die Anemometerhöhe ha=10.3 m verwendet.

1: ANONYM
2: 01.10.1995 - 31.12.1999
3: KLUG/MANIER (TA-LUFT)
4: JAHR
5: ALLE FAELLE
In Klasse 1: Summe=8751
In Klasse 2: Summe=21099
In Klasse 3: Summe=45347
In Klasse 4: Summe=13547
In Klasse 5: Summe=7725
In Klasse 6: Summe=3554
Statistik anonym.aks mit Summe=100023.0000 normalisiert

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für odor
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel3/odor-j00z01 ausgeschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel3/odor-j00s01 ausgeschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel3/odor-j00z02 ausgeschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel3/odor-j00s02 ausgeschrieben.
Auswertung der Ergebnisse:

DEP: Jahresmittel der Deposition
J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
WARNUNG: Eine oder mehrere Quellen sind niedriger als 10 m.
Die im folgenden ausgewiesenen Maximalwerte sind daher
möglicherweise nicht relevant für eine Beurteilung!

Maximalwert der Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1.5 m

ODOR J00 : 83.1 % (+/- 0.25) bei x= 8 m, y= 8 m (1: 23, 23)

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung

PUNKT 01

xp 58

yp 652

hp 1.5

-----+-----

ODOR J00 2.3 %

2005-08-02 17:02:26 AUSTAL2000 ohne Fehler beendet

Beispiel 4:

Die landwirtschaftliche Anlage aus Beispiel 3 wird verlegt in ein Gebiet, in dem **Geländeunebenheiten** mittels des diagnostischen Windfeldmodells TALdia des Programmpaketes AUSTAL2000 berücksichtigt werden müssen. Hierbei muss der **Anemometerstandort** händisch vorgegeben werden. AUSTAL2000 bestimmt die maximale Steilheit im Rechengebiet automatisch und schreibt diese in die Ausgabedatei. In diesem Fall wird die Ammoniakzusatzbelastung ermittelt.

2005-08-03 10:18:14 START ++++++
TalServer:D:/AUSTAL2000/Beispiel4

Ausbreitungs-Modell AUSTAL2000, Version 2.2.0-M2P
Copyright © Umweltbundesamt, Berlin, 2002-2005
Copyright © Janicke Consulting, Dunum, 1989-2005

Arbeitsverzeichnis: D:/AUSTAL2000/Beispiel4
Erstellungsdatum des Programms: Mar 23 2005, 13:51:43

===== Beginn der Eingabe =====

```
> ti „Beispiel 4“           'Projekt-Titel
> gx xxxxxx              'X-Koordinate des Bezugspunktes
> gy xxxxxx              'Y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 0                   'Qualitätsstufe
> as „anonym.aks“        'AKS-Datei
> xa 518.63              'X-Koordinate des Anemometers
> ya 262.52              'Y-Koordinate des Anemometers
> os +NESTING
> gh „gelaende.grd“      'Gelände-Datei
> xq 0.00    10.00    20.00    0.00    10.00    20.00
> yq 0.00    0.00    0.00    10.00    10.00    10.00
> hq 4.00    4.00    4.00    4.00    4.00    4.00
> aq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> bq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> cq 4.00    4.00    4.00    4.00    4.00    4.00
> wq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> vq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> dq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> qq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> sq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> lq 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
> rq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> tq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> nh3 0.02886  0.2886  0.02886  0.02886  0.02886  0.02886
```

===== Ende der Eingabe =====

Die Höhe hq der Quelle 1 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 3 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 4 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 5 beträgt weniger als 10 m.
Die Höhe hq der Quelle 6 beträgt weniger als 10 m.

Festlegung des Rechnernetzes:

```
dd  16  32  64
x0 -352 -704 -1024
nx  46  46  32
y0 -352 -704 -1024
ny  46  46  32
nz  19  19  19
```

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 1 ist 0.24 (**0.18**).

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 2 ist 0.18 (0.16).

Die maximale Steilheit des Geländes in Netz 3 ist 0.20 (0.15).

CORINE: Mittlerer Wert von z0 ist 0.050 m.

Der Wert von z0 wird auf 0.05 m gerundet.

Es wird die Anemometerhöhe ha=10.3 m verwendet.

1: ANONYM

2: 01.10.1995 - 31.12.1999

3: KLUG/MANIER (TA-LUFT)

4: JAHR

5: ALLE FAELLE

In Klasse 1: Summe=8751

In Klasse 2: Summe=21099

In Klasse 3: Summe=45347

In Klasse 4: Summe=13547

In Klasse 5: Summe=7725

In Klasse 6: Summe=3554

Statistik anonym.aks mit Summe=100023.0000 normalisiert

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für nh3

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel4/nh3-j00z01 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel4/nh3-j00s01 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel4/nh3-depz01 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel4/nh3-deps01 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel4/nh3-j00z02 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel4/nh3-j00s02 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel4/nh3-depz02 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel4/nh3-deps02 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel4/nh3-j00z03 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel4/nh3-j00s03 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel4/nh3-depz03 geschrieben.

TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel4/nh3-deps03 geschrieben.

Auswertung der Ergebnisse:

DEP: Jahresmittel der Deposition

J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit

Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

WARNUNG: Eine oder mehrere Quellen sind niedriger als 10 m.

Die im folgenden ausgewiesenen Maximalwerte sind daher
möglicherweise nicht relevant für eine Beurteilung!

Maximalwerte, Deposition

NH3 DEP : 87.46 kg/(ha*a) (+/- 0.5%) bei x= 72 m, y= -8 m (1: 27, 22)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

NH3 J00 : 66.92 µg/m³ (+/- 0.1%) bei x= 40 m, y= 8 m (1: 25, 23)

2005-08-03 18:47:31 AUSTAL2000 ohne Fehler beendet

Beispiel 5:

Berechnet werden soll die Ammoniakimmissionszusatzbelastung für eine 1500 Mastschweine-Anlage. Die Abluftführung erfolgt über 6 Kamine mit einer Bauhöhe von 10 m über Grund und 3 m über First. Das Verhältnis von Kaminbauhöhe zu Gebäudebauhöhe beträgt 1,43. Der Einfluss des **Gebäudes** kann mit dem diagnostischen Windfeldmodell des Programmpakets von AUSTAL2000 berücksichtigt werden. Die Geländeform ist eben.

2005-08-09 13:59:09 START ++++++
TalServer:D:/AUSTAL2000/Beispiel5

Ausbreitungs-Modell AUSTAL2000, Version 2.2.0-M2P

Copyright © Umweltbundesamt, Berlin, 2002-2005

Copyright © Janicke Consulting, Dunum, 1989-2005

Arbeitsverzeichnis: D:/Austal2000/Beispiel5

Erstellungsdatum des Programms: Mar 23 2005, 13:51:43

===== Beginn der Eingabe =====

```
> ti „Beispiel 5“           'Projekt-Titel
> gx xxxxxxx             'X-Koordinate des Bezugspunktes
> gy xxxxxxx             'Y-Koordinate des Bezugspunktes
> qs 0                    'Qualitätsstufe
> as „anonym.aks“        'AKS-Datei
> xa 518.63               'X-Koordinate des Anemometers
> ya 262.52               'Y-Koordinate des Anemometers
> os +NESTING
> xq 0.00    10.00    20.00    0.00    10.00    20.00
> yq 0.00    0.00     0.00    10.00    10.00    10.00
> hq 10.00   10.00   10.00   10.00   10.00   10.00
> aq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> bq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> cq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> wq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> vq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> dq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> qq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> sq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> lq 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
> rq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> tq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> nh3 0.02886  0.2886  0.02886  0.02886  0.02886  0.02886
> qb 0                    'Qualitätsstufe
> xb -19.82
> yb 21.49
> ab 35.94
> bb 70.38
> cb 7.00
> wb 270.59
```

===== Ende der Eingabe =====

Die maximale Gebäudehöhe beträgt 7.0 m.

Festlegung des Vertikalrasters:

```
0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 25.0 40.0 65.0
100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0
1200.0 1500.0
```

Festlegung des Rechennetzes:

```
dd  4  8  16  32  64
x0 -72 -112 -352 -704 -1024
nx  44  32  46  46  32
```

y0 -80 -128 -352 -704 -1024
ny 42 34 46 46 32
nz 5 21 21 21 21

CORINE: Mittlerer Wert von z0 ist 0.050 m.
Der Wert von z0 wird auf 0.05 m gerundet.
Es wird die Anemometerhöhe ha=10.3 m verwendet.

1: ANONYM
2: 01.10.1995 - 31.12.1999
3: KLUG/MANIER (TA-LUFT)
4: JAHR
5: ALLE FAELLE

In Klasse 1: Summe=8751
In Klasse 2: Summe=21099
In Klasse 3: Summe=45347
In Klasse 4: Summe=13547
In Klasse 5: Summe=7725
In Klasse 6: Summe=3554

Statistik D:\AustalVw\ProjekteLUA\Leitfaden\VariableEmissionen\anonym.aks mit Summe=100023.0000 normalisiert

Bibliotheksfelder „zusätzliches K“ werden verwendet (Netze 1,2).
Bibliotheksfelder „zusätzliche Sigmas“ werden verwendet (Netze 1,2).

TMT: Auswertung der Ausbreitungsrechnung für nh3
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-j00z01 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-j00s01 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-depz01 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-deps01 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-j00z02 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-j00s02 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-depz02 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-deps02 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-j00z03 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-j00s03 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-depz03 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-deps03 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-j00z04 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-j00s04 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-depz04 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-deps04 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-j00z05 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-j00s05 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-depz05 geschrieben.
TMT: Datei D:/Austal2000/Beispiel5/nh3-deps05 geschrieben.

Auswertung der Ergebnisse:

DEP: Jahresmittel der Deposition

J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit

Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Maximalwerte, Deposition

NH3 DEP : 109.90 kg/(ha*a) (+/- 1.1%) bei x= 62 m, y= -22 m (1: 34, 15)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

NH3 J00 : 41.64 µg/m³ (+/- 0.5%) bei x= 50 m, y= -18 m (1: 31, 16)

2005-08-09 22:25:17 AUSTAL2000 ohne Fehler beendet