



IMMI

Berechnung von
Luftschadstoffen



IMMI - Handbuch Luftschadstoffe (Gase, Staub, Geruch)

3. Auflage



Herausgeber: Wölfel Engineering GmbH + Co. KG
Max-Planck-Straße 15
97204 Höchberg bei Würzburg

Telefon: +49 9 31 / 497 08 - 500
Telefax: +49 9 31 / 497 08 - 590
E-Mail: info@woelfel.de
Internet: www.woelfel.de

Verfasser: Denise Müller
Werner Kohl

Erscheinungsdatum: Oktober 2013

Copyright © 1992-2016 Wölfel Engineering GmbH + Co. KG.

Alle Rechte vorbehalten.

Alle Marken- und Produktnamen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Titelhälter.

IMMI ist und bleibt Eigentum von Wölfel. Bitte beachten Sie den End-Benutzer-Lizenzvertrag.

Es ist nicht gestattet, ohne schriftliche Genehmigung der Wölfel-Gruppe, das Handbuch zu reproduzieren oder unter Verwendung elektronischer Systeme zu verarbeiten, vervielfältigen oder zu verbreiten.

Änderungen vorbehalten.

Wölfel Engineering GmbH + Co. KG

Max-Planck-Straße 15

97204 Höchberg

Deutschland

Telefon: +49 9 31 497 08 - 500

E-Mail: info@woelfel.de

Website: www.woelfel.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	11
<hr/>		
2	Rechenmethoden	13
<hr/>		
3	Modellerstellung in IMMI	15
<hr/>		
3.1	Voreinstellung	15
3.2	Umsetzung des Gauß-Modells gemäß TA Luft 1986 und ÖNORM M 9440	15
3.2.1	Berechnungsparameter nach Gauß/TA Luft 1986 und Gauß/ÖNORM M 9440	16
3.2.2	Elementtypen nach Gauß/TA Luft 1986 bzw. ÖNORM M 9440	18
3.2.2.1	Allgemeine Parameter der Elementtypen Punkt-, Linien-, Flächenquelle	20
3.2.2.2	Gas-Punkt-, Linien-, Flächen-Quelle	21
3.2.2.3	Staub-Punkt-, Linien-, Flächen-Quelle	22
3.2.2.4	Geruch-Punkt-, Linien-, Flächen-Quelle	23
3.2.2.5	Element Straße	23
3.2.3	Hinweise zur ÖNORM M 9440	25
3.2.4	Berücksichtigung von Bebauung	26
3.2.5	Umwandlung von Straßen der Elementbibliotheken RLS-90, RVS 04.02.11 und MEZ 15036 in Schadstoffstraßen	26
3.3	Umsetzung des Partikel-Modells gemäß VDI 3945 Bl. 3 (TA Luft 2002 (AUSTAL2000))	27
3.3.1	Installation von AUSTAL2000	28
3.3.2	Berechnungsparameter nach Partikel/ TA Luft	28
3.3.2.1	Verwendung der Funktion Multicore	32
3.3.3	Elementtypen nach Partikel/ TA Luft 2002	33
3.3.3.1	Allgemeine Parameter der Elementtypen Punkt-, Linien-, Flächen-, Volumen- und vertikale Quelle	33
3.3.3.2	Quellenspezifische Parameter	36
3.3.3.3	Zeitabhängige Emission	38
3.3.3.4	Übergabe der Geometrie von IMMI nach AUSTAL2000	38
3.3.4	Berücksichtigung von Gebäuden	39
3.3.5	Umwandlung von Gauß- in Partikel-Quellen	41
4	Meteorologiedaten	43
<hr/>		
4.1	Aufbau von Meteorologiedateien	43
4.1.1	DWD - Format: Aufbau einer Jahresstatistik	43
4.1.2	DWD - Format: Aufbau einer Zeitreihe	45
4.1.3	RELSTA - Format: Aufbau einer Jahresstatistik	45
4.1.4	ASCII - Alternatives Format	47
4.2	Eingabe meteorologischer Daten in IMMI	48
4.2.1	Eingabe einer Jahresstatistik	49
4.2.2	Eingabe einer Zeitreihe	51

4.3	Verwaltung von Meteorologiedateien.....	52
5	Immissionsberechnung	53
5.1	Immissionsberechnung nach Gauß/TA Luft 1986.....	53
5.1.1	Einzelpunktberechnung.....	53
5.1.2	Rasterberechnung.....	54
5.2	Immissionsberechnung nach Gauß/ÖNORM M 9440	55
5.2.1	Einzelpunktberechnung nach ÖNORM M 9440	56
5.2.2	Rasterberechnung nach ÖNORM M 9440	56
5.3	Immissionsberechnung nach Partikel/TA Luft 2002	56
5.3.1	Einzelpunktberechnung von Partikeln	58
5.3.2	Rasterberechnung.....	59
5.3.2.1	Definition eines Rechengebietes	61
5.3.2.2	Geschachtelte Rechenetze	62
5.3.2.3	Statistische Unsicherheit	64
5.3.2.4	Geländesteilheit.....	65
6	Auswertung von Rastern - Konfliktplan	67
6.1	Bestimmung maximaler Halbstundenmittelwerte gemäß ÖNORM M 9440	68
6.2	Bestimmung von Überschreitungshäufigkeiten gemäß TA Luft 2002.....	68
6.2.1	Überschreitungshäufigkeiten für PM ₁₀	68
6.2.2	Überschreitungshäufigkeiten für NO ₂	69
6.2.3	Überschreitungshäufigkeiten für SO ₂	69
7	Fehlerbetrachtung	71
8	Anhang	75
8.1	Abkürzungsverzeichnis der Luftschadstoffe	75
8.2	Literatur	76
8.3	Bodenrauhigkeit nach dem CORINE-Kataster	77
8.4	Verdrängungshöhe.....	78
8.5	Das Canyon-Plume-Box-Modell (CPB).....	78
8.6	Eingabeparameter in AUSTAL2000	80
8.7	Beispiele	85
8.8	Tutorial: Berechnung nach Gauß/ TA Luft 1986.....	86
8.8.1	Ausbreitungsberechnung für eine Punktquelle.....	86
8.8.1.1	Programmstart.....	86
8.8.1.2	Vorbereitung	86
8.8.1.3	Einlesen von Meteorologiedaten	88
8.8.1.4	Definition der Gasarten	90
8.8.1.5	Eingabe der Geometrie und der Elementparameter	91
8.8.1.6	Angabe der Nordrichtung.....	92
8.8.1.7	Definition des Immissionsrasters.....	94

8.8.1.8	Berechnung des Immissionsrasters.....	94
8.9	Tutorial: Berechnung nach Partikel/ TA Luft 2002.....	96
8.9.1	Aufgabenstellung.....	96
8.9.2	Aufbau des Projektes - Hintergrundbild einlesen.....	97
8.9.3	Einlesen der meteorologischen Daten und Eingabe der Anemometerposition.....	98
8.9.4	Anlegen der Quellen / Eingabe der Emissionsdaten	100
8.9.5	Gebäude einzeichnen	102
8.9.6	Immissionspunkte setzen	102
8.9.7	Berechnungsparameter setzen.....	103
8.9.8	Definition des Rechengebietes/Rasterberechnung starten.....	104
8.9.9	Anzeige der Ergebnisse.....	106
8.9.9.1	Statistische Unsicherheit	106
9	Index	109

Abkürzungen

Abkürzung	Erläuterung
CPB	Canyon-Plume-Box
DWD	Deutscher Wetterdienst
f	Faktor
g/(h*km)	Gramm pro Stunde und Kilometer (Einheit für den längenbezogenen Emissionsmassenstrom)
g/(h*km ²)	Gramm pro Stunde und Quadratkilometer (Einheit für den flächenbezogenen Emissionsmassenstrom)
g/h	Gramm pro Stunde (Einheit für den Emissionsmassenstrom)
GE/s	Geruchseinheiten pro Sekunde
GIRL	Geruchsimmissionsrichtlinie
GV	Großvieheinheiten
h	Stunde
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren
I1Z	Zusatzbelastung 1
I2Z	Zusatzbelastung 2
IW1 / IW2	Immissionswert 1 / Immissionswert 2
km ²	Quadratkilometer
l _i	Länge des Teilstücks
mg/m ³	Milligramm pro Kubikmeter
MGE/h	Megageruchseinheiten pro Stunde
mm/s	Millimeter pro Sekunde
MW	Wärmestrom
Q	Emissionsmassenstrom
s _i	Abstand des Mittelpunkts des Teilstücks vom Immissionsort
TA Luft	Technische Anleitung Luft
UBA	Umweltbundesamt
V _{di} (mm/s)	Sinkgeschwindigkeit für Staub in Millimeter pro Sekunde

1 Einleitung

Seit der Version 5.041 bietet IMMI Möglichkeiten zur Berechnung der Ausbreitung von Luftschadstoffen, Geruch und Staub. Unterschiedliche Rechenmodelle stehen zur Verfügung, je nach Anwendung, Schadstoff und Regelfall. In IMMI sind die folgenden Modelle implementiert: Das Gauß-Fahnenmodell gemäß der TA Luft 1986 sowie das Partikelmodell der TA Luft 2002 (basierend auf der VDI 3945 Bl. 3). Ebenfalls ist das Gauß-Fahnenmodell der ÖNORM M 9440 (Österreichische Richtlinie) verfügbar.

Das Gauß-Fahnenmodell gemäß der TA Luft 1986 ist in jeder IMMI-Lizenz enthalten.

Grundsätzlich können Quellgeometrien von einem Rechenmodell in das andere übernommen werden. Somit ist die Möglichkeit des Vergleichs beim Umstieg auf das alternative Rechenverfahren gegeben. Vorsicht ist geboten bei den Schadstofftypen, die nicht generell eins zu eins übernommen werden können. So ist beispielsweise eine Staubquelle ein eigener Elementtyp in der Umsetzung der TA Luft 1986 und nicht einer von mehreren Luftschadstoffen, die einer Quelle zugeordnet sind, wie in der Umsetzung der TA Luft 2002.

Es ist zu beachten, dass die Umsetzung der TA Luft 2002 auf dem Rechenmodell AUSTAL2000 aufbaut, das vom Umweltbundesamt frei zur Verfügung gestellt wird. Durch die Verwendung dieses externen Rechenkerns ergeben sich Vorgaben, Forderungen und Einschränkungen, denen die Benutzerführung in IMMI entsprechen muss. Soweit möglich, versucht IMMI den Anwender von der Bedienung des Rechenkerns zu befreien. Rückmeldungen des Rechenkerns werden aber in IMMI angezeigt und erlauben die Kontrolle – ganz in der Tradition von IMMI als Lärmprognoseprogramm - durch den Benutzer. Diese können auch zur Dokumentation des Rechenlaufs verwendet werden.

Die Umsetzung der TA Luft 1986 ist eine komplette Eigen-Entwicklung der Wölfel-Gruppe mit entsprechender Qualitätssicherung. Hier wird nicht auf ein externes Rechenmodul zugegriffen.

2 Rechenmethoden

Folgende Richtlinien bzw. Rechenmodelle sind in IMMI implementiert:

Immissionsberechnungen:

- TA Luft 1986: Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft vom 27. Februar 1986 [2]
- TA Luft 2002: Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft vom 24. Juli 2002 [1] mit Verweis auf die
 - VDI 3945 Blatt 3: Umweltmeteorologie Atmosphärische Ausbreitungsmodelle Partikelmodell, Ausgabe September 2000 und AUSTAL2000 [3]
- GIRL - Geruchsimmisions-Richtlinie: Feststellung und Beurteilung von Gerüchen, Ausgabe 24. September 2008 [9]
- ÖNORM M 9440: Ausbreitung von luftverunreinigenden Stoffen in der Atmosphäre, Berechnung von Immissionskonzentrationen und Ermittlung von Schornsteinhöhen, Ausgabe November 1996 [5]
- Stern/Giebel: Empirische Ausbreitungsgleichung zur Immissions-Situation im unmittelbaren Nahbereich von Emissionsquellen - Formel nach STERN und GIEBEL, Ausgabe Oktober 1995 [6]
- Canyon-Plume-Box-Modell: Ergänzung des Gauß-Modell für enge Straßenschluchten, aus denen die Schadstoffe nur verzögert entweichen können und daher dort in erhöhter Konzentration vorliegen [12]

Emissionsberechnungen:

- HBEFA: Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.12 [7]
- Copert: Computerprogramme to calculate emissions from road transport [8]
- Oldenburg-Studie für Geruchsausbreitung [13]

3 Modellerstellung in IMMI

3.1 Voreinstellung

Im Menüpunkt <Projekt | Eigenschaften> wird unter **Prognosetyp** die Berechnungsart **Schadstoffe** ausgewählt.

Ist der Prognosetyp aktiviert, so kann als Prognoseart zwischen **Gauß/TA Luft 1986**, **Gauß/ÖNORM M 9440** (Richtlinie aus Österreich) und **Partikel/TA Luft** hin und her geschaltet werden.

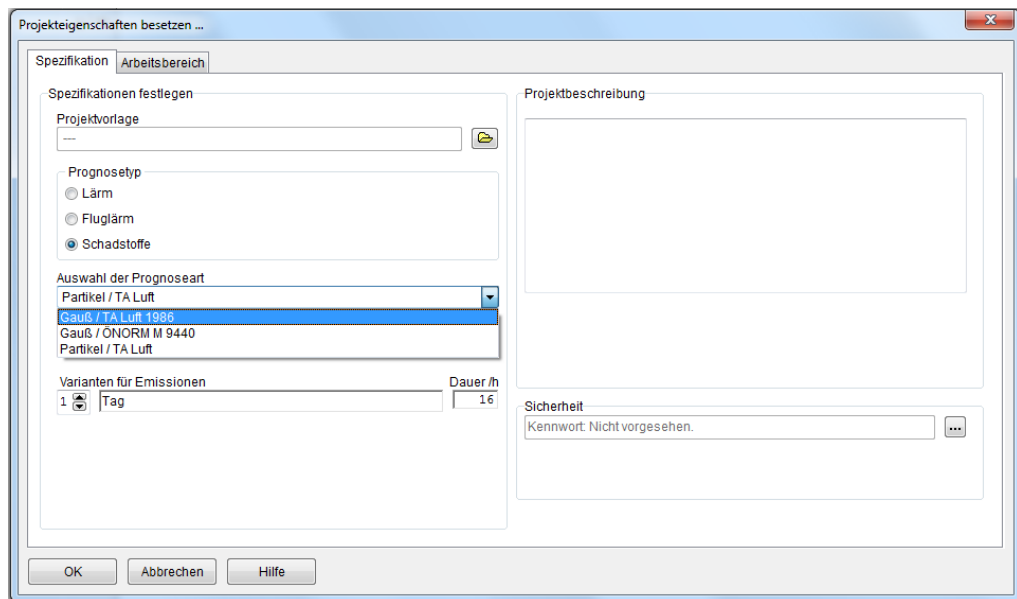


Abbildung 1: Auswahl des Prognosetyps "Schadstoffe" und der Prognoseart

3.2 Umsetzung des Gauß-Modells gemäß TA Luft 1986 und ÖNORM M 9440

IMMI enthält eine Umsetzung des Gauß-Modells gemäß der Ausbreitungsrechnung nach Anhang C der TA Luft 1986 sowie der österreichischen Norm ÖNORM M 9940.

3.2.1 Berechnungsparameter nach Gauß/TA Luft 1986 und Gauß/ÖNORM M 9440

Im Menüpunkt <Berechnung | Berechnungsparameter | Auswahl Kopie von Referenz | Bearbeiten | Parameter der Elementbibliotheken> werden auf der Seite Schadstoffe alle allgemeinen Parameter zur Immissionsberechnung aufgeführt.

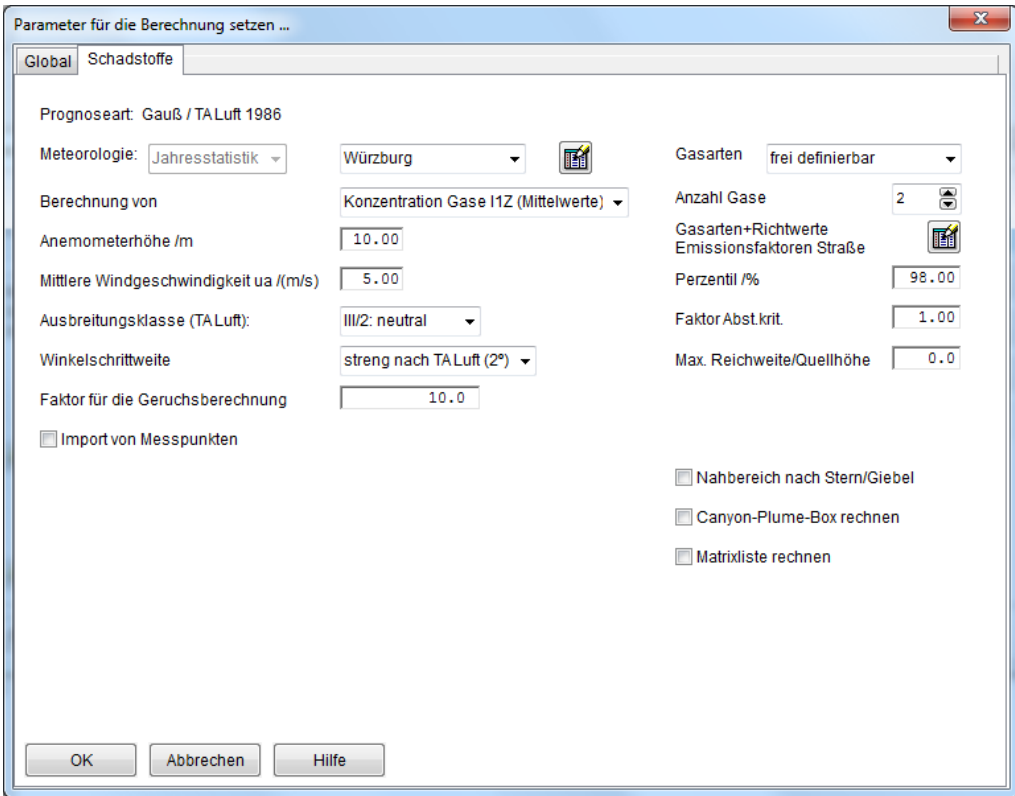
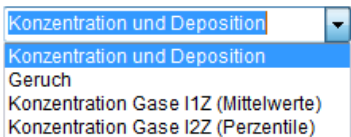


Abbildung 2: Parameter der Elementbibliothek Schadstoffe nach Gauß/TA Luft 1986 und ÖNORM M 9440

Folgende Parameter sind anzugeben:

- **Meteorologie:** Zugriff und Auswahl der meteorologischen Daten. Für weitere Erläuterungen siehe Kapitel *Meteorologiedaten*, ab Seite 41.
- **Berechnung von:** Auswahlliste mit den einzelnen zur Verfügung stehenden Rechenarten.



Die Auswahl erfolgt in Abstimmung mit den im Projekt verwendeten Quelltypen:

- **Konzentration und Deposition:** bei Staubquellen
- **Geruch:** bei Geruchsquellen
- **Konzentration Gase I1Z (Mittelwert) oder I2Z (Perzentile):** wird nur für Gasquellen verwendet. Die Berechnungen erfolgen entsprechend der Formeln und Gleichungen des

Anhangs C der TA Luft von 1986 bzw. ÖNORM M 9440.

- **Anemometerhöhe:** effektive Messhöhe über Grund. Die Standardmesshöhe beträgt 10 m.
- **Mittlere Windgeschwindigkeit u_a (m/s):** Wird nur bei vereinfachter Meteorologie angezeigt.
- **Ausbreitungsklasse (TA Luft):** Wird nur bei vereinfachter Meteorologie angezeigt.
- **Winkelschrittweite:** Für einzelne Berechnungen (z. B. der IZ-Werte) fordert die TA Luft eine Schrittweite von 2°. Für Überschlagsberechnungen sind 10°-Schritte anzuwenden.
- **Faktor für die Geruchsberechnung:** Defaultwert ist 10 für das Faktor-10 Modell. In besonderen Fällen, bspw. bodennahe Quellen, finden andere Faktoren Anwendung. Dies sollte jedoch mit dem zuständigen Sachbearbeiter in der Genehmigungs-/Aufsichtsbehörde abgestimmt werden.
- **Gasarten:** Je nach Eingabe der Emission kann zwischen **Frei definierbar** (= Individuelle Auswahl), **nach Copert** und **nach HBEFA 2.1** [8] unterschieden werden.

Hinweis: Bei Auswahl **nach HBEFA 2.1** [8] werden 2 weitere Schalter angezeigt: **Land und Untersuchungsjahr**. Hier kann zusätzlich zwischen Eingabedaten aus Deutschland, Österreich bzw. Schweiz sowie der Angabe des Untersuchungsjahres ausgewählt werden.

Land: Deutschland
Untersuchungsjahr: 2006

Abbildung 3: Eingabe der Gasarten und Richtwerte unter "frei definierbar"

- **Anzahl Gase:** Anzahl der verwendeten Gasarten
- **Gasarten + Richtwerte:** Hier werden die Gasarten und Richtwerte eingegeben:

Nr.	Emission	RW Immiss.-konz.
	Gasart	IZ /($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	SO ₂	0.000
2	NO _x	0.000
3	CO _V	0.000
4	CH ₄	0.000
5	CO	0.000
6	CO ₂	0.000
7	N ₂ O	0.000
8	NH ₃	0.000
9	Partikel	0.000
10	HAP	0.000
11	Dioxin	0.000

Nr.	Emission	RW Immiss.-konz.
	Gasart	IZ /($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	Gas1	0.000
2	Gas2	0.000
3	Gas3	0.000
4	Gas4	0.000
5	Gas5	0.000
6	Gas6	0.000
7	Gas7	0.000
8	Gas8	0.000
9	Gas9	0.000
10	Gas10	0.000
11	Gas11	0.000

In der Tabelle werden die für das Projekt zu verwendenden Gasarten angegeben sowie den einzelnen Gasarten Richtwerte zugeordnet. Die Zuordnung von Richtwerten ist fakultativ. Richtwerte dienen zur Berechnung von Konfliktplänen, die die räumliche Verteilung der Überschreitungen der Richtwerte an den Rezeptoren im Gitter zeigen. Die beiden Spalten **Gasart** und **RW Immiss.-Konz.** sind editierbar. In der ersten Spalte wird die Bezeichnung der Gase eingegeben. In der zweiten Spalte stehen dann die Richtwerte.

Wählt man unter **Gasarten** die Berechnung **nach Copert (Belgien)** bzw. **nach HBEFA 2.1** wird eine bestimmte Anzahl an Gasen vorgegeben.

- **Perzentil /%:** Neben der Berechnung von Konzentrationsmittelwerten erlaubt IMMI auch die Bestimmung von Perzentilen. Bei Berechnung nach Gauß/TA Luft 1986 wird das 98. Perzentil und bei Berechnung nach Gauß/ÖNORM M 9440 wird das 95. Perzentil voreingestellt.
- **Faktor Abstandskriterium:** IMMI zerlegt Linien- und Flächenquellen automatisch in Einzelquellen.
Hier gilt: $l_i = f * s_i$, wobei l_i die Länge des Teilstücks und s_i der Abstand des Mittelpunkts des Teilstücks vom Immissionsort ist. Der Faktor f gibt an, wie fein die Quelle unterteilt werden muss.
Die Dichte dieser Einzelquellen wird als Kompromiss aus Genauigkeit und Rechengeschwindigkeit gewählt. Abweichungen können eingestellt werden: Je größer der Faktor, desto mehr Einzelquellen werden entlang der Linie oder über die Fläche verteilt.
- **Max. Reichweite/Quellhöhe:** Möglichkeit, den Wirkradius von Quellen zu beschränken, z. B. bei sehr großen Datensätzen.
- **Nahbereich nach Stern/Giebel¹:** Verwendung eines österreichischen Ansatzes nach Stern/Giebel zur Bestimmung der Konzentrationen bei kleinräumiger Ausbreitung (< 70m Abstand von der Quelle).
- **Canyon-Plume-Box rechnen:** Das Canyon-Plume-Box-Modell (CPB) steht für Berechnungen nach Gauß/TA Luft 1986 bzw. Gauß/ÖNORM M9440 zur Verfügung. Ausführliche Informationen dazu finden Sie im Anhang *Das Canyon-Plume-Box-Model*, ab Seite 78.
- **Import von Messpunkten:** Öffnet den Dialog zum Importieren von Messpunkten.

3.2.2 Elementtypen nach Gauß/TA Luft 1986 bzw. ÖNORM M 9440

Mit dem IMMI Luftschadstoff-Modul wird die Ausbreitung von Gasen und Staub gemäß TA Luft 1986 bzw. ÖNORM M 9440, sowie von Gerüchen gemäß der GIRL berechnet.

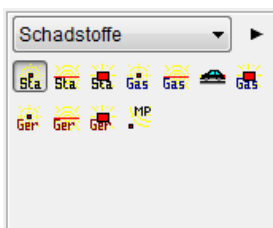


Abbildung 4: IMMI Elementtypen im Gauß-Modell

¹ STERN: Entfernung bis 10m von der Quelle: $S = Q / (0,14 * x^2 * u)$; GIEBEL: Entfernung von 10 bis 70m von der Quelle: $S = Q / (2 * x * 1,6 * u)$, wobei S = Immissionskonzentration (mg/h); Q Emission; u = Windgeschwindigkeit (m/s); x = Quellentfernung längs des Weges der Rauchfahne (m)

Folgende Typen von Schadstoffquellen können abgebildet werden:

	Punkt	Linie	Fläche
Gas	X	X	X
Staub	X	X	X
Geruchsstoff	X	X	X
Straßenverkehr		X	

Die Verwendung unterschiedlicher Quelltypen für die einzelnen Schadstofftypen Gas, Staub und Geruchsstoff ergibt sich aus den Unterschieden in der Ausbreitungsrechnung. Für Stäube kommt zum Gauß'schen Ausbreitungsmodell für den Schwebeteil noch das ‚source-depletion integral‘ hinzu, das die gravitationsbedingte Ablagerung am Boden berücksichtigt. Bei Geruchsstoffen wird das Faktor-10 Modell verwendet.

Zudem sind die Eingangsgrößen bei den 3 Schadstoffarten unterschiedlich, sowie letztlich auch die Einheiten der Ergebnisse:

- **Gas und Schwebeteil des Staubs werden als Konzentrationen in mg/m^3 ausgegeben.**
- **der am Boden deponierte Anteil der Staubpartikel wird als Masse in $\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ausgegeben.**
- **die Geruchsstoffe werden aus der künstlichen Einheit MGE/h emissionsseitig in % der Zeit mit Geruchswahrnehmung am Rezeptor (immissionsseitig) umgerechnet.** Bei Geruchsstoffen steht zudem die Möglichkeit zur Verfügung mittels Eingabe der Großvieheinheiten die Emission nach der Oldenburg-Studie (*Geruch-Punkt-, Linien-, Flächen-Quelle*, ab Seite 23) bestimmen zu lassen.

Hinweis: Der Straßenverkehr ist ein eigener Quelltyp, weil hier die Ermittlung der Emissionen durch die Anbindung an das COPERT- bzw. HBEFA 2.1/Mobilev-Emissionsmodell [8; 9] erfolgt.

3.2.2.1 Allgemeine Parameter der Elementtypen Punkt-, Linien-, Flächenquelle

Die Eingabemaschinen für Punkt-, Linien- und Flächenquellen unterscheiden sich nur durch die entsprechend anders gestaltete Eingabe der Geometrie. Neben die programminterne und nicht editierbare Kennung der Quelle wird der Name der Quelle als Zeichenkette eingetragen.

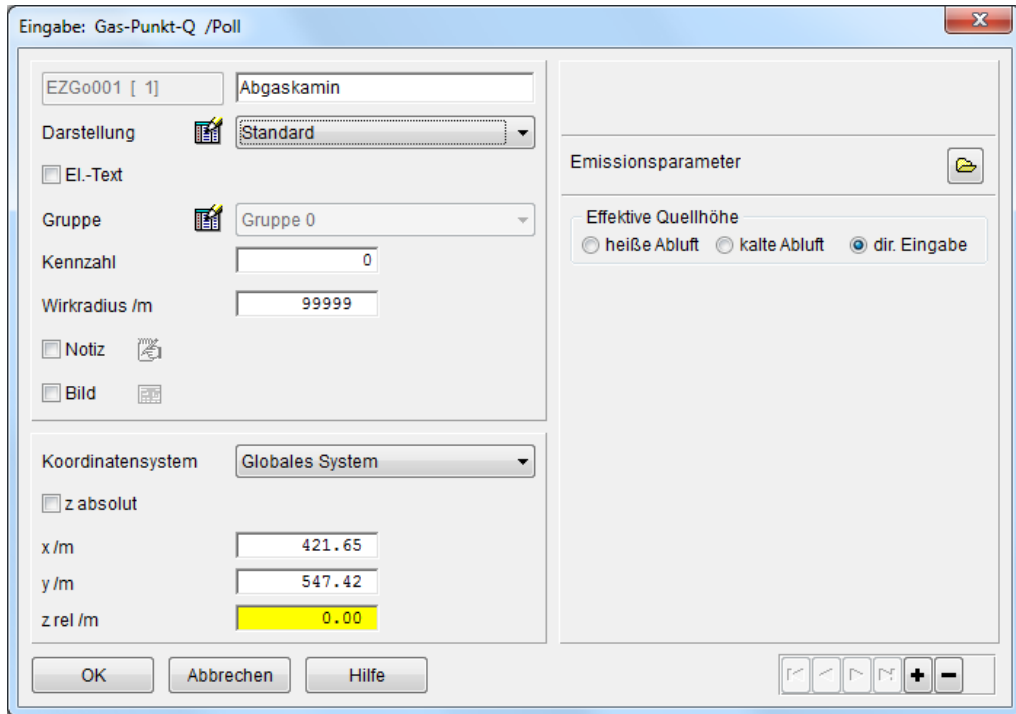


Abbildung 5: Eingabedialog am Beispiel für die Staubpunktquelle

- **Effektive Quellhöhe:** Die Berechnung der effektiven Quellhöhe ist auf 3 Arten möglich:
 - a) **Heiße Abluft:** Über Volumenstrom und Differenztemperatur wird zur Berechnung der effektiven Quellehöhe der Wärmestrom in MW ermittelt.
 - b) **Kalte Abluft:** Die effektive Quellhöhe wird aus dem Schornsteindurchmessers und der vertikalen Austrittsgeschwindigkeit der Abluft bestimmt.

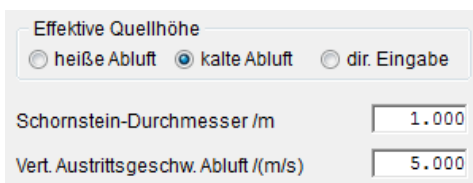


Abbildung 6: Eingabeparameter bei Auswahl "Kalte Abluft"

- c) **Direkte Eingabe:** Hier wird der angegebene z-Wert der Koordinate als effektive Quellhöhe verwendet.

3.2.2.2 Gas-Punkt-, Linien-, Flächen-Quelle

Der Eingabedialog des Elementtyps **Gas** ist wie folgt aufgebaut:

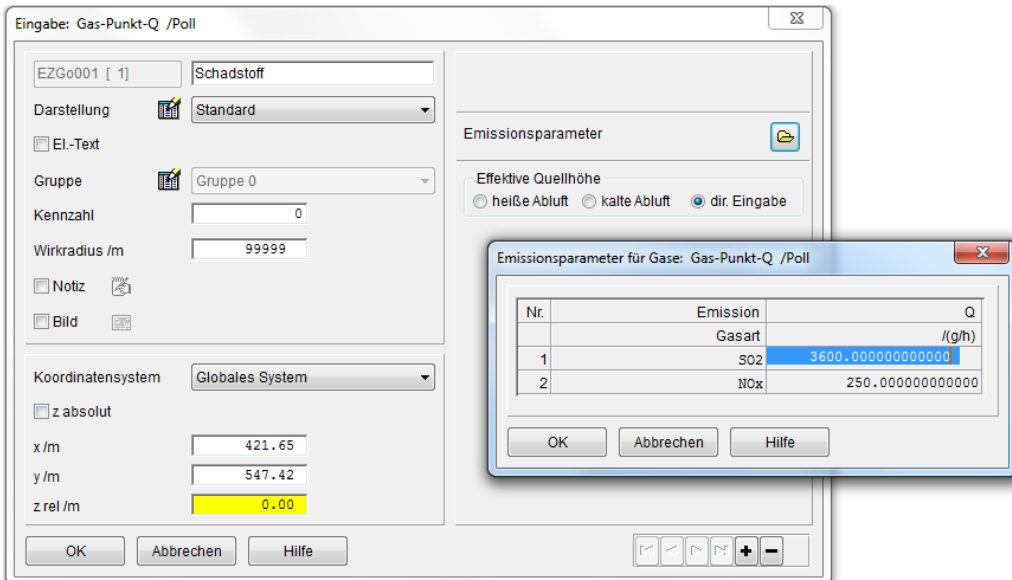


Abbildung 7: Eingabedialog einer Gas-Punkt Quelle

- **Emissionsmassenstrom Q (g/h):** Mittlerer stündlicher Emissionsmassenstrom des Schadstoffs. Die Anzahl der einzugebenden Gase sowie die Gasart wird unter **Parameter für Elementbibliotheken**, unter *Anzahl Gase* (im Kapitel "*Berechnungsparameter nach Gauß/TA Luft 1986 und Gauß/ÖNORM M 9440*" siehe Seite 16) definiert

Hinweis: Ein Beispiel (Industriekamin.IPR) für die Verwendung von Gasquellen finden Sie im IMMI-Installationsverzeichnis unter <... **Beispiele | Schadstoffe | Gaußmodell | 01_Punktquelle**>.

3.2.2.3 Staub-Punkt-, Linien-, Flächen-Quelle

Der Eingabedialog des Elementtyps **Staub** ist wie folgt aufgebaut:

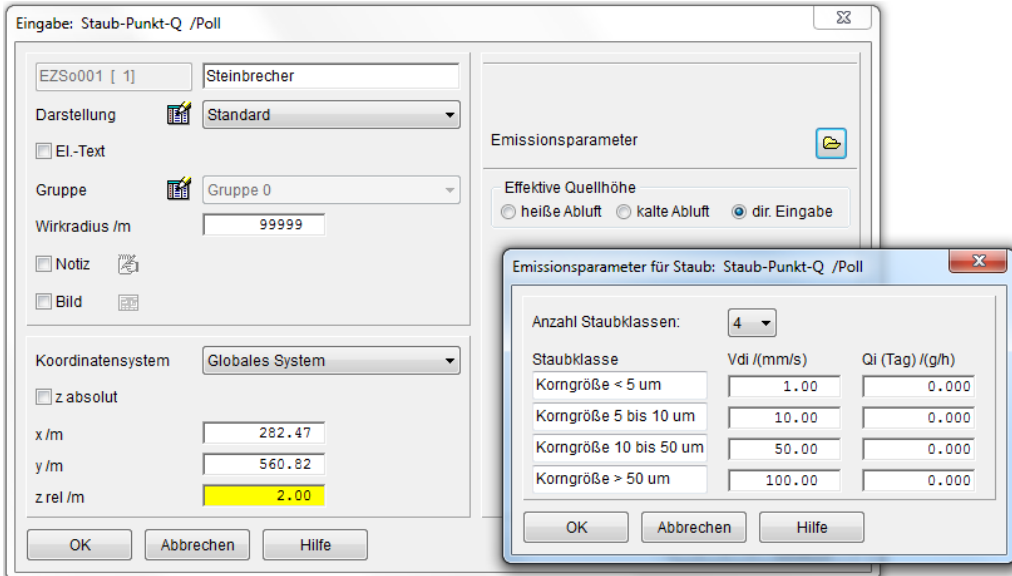
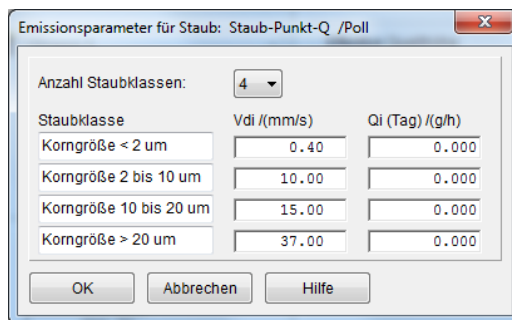


Abbildung 8: Eingabedialog einer Staub-Punkt-Quelle / Staubklassen nach TA Luft 1986

- **Emissionsparameter:** Die Schaltfläche öffnet den Dialog zur Eingabe der Emissionen.
 - **Anzahl Staubklassen:** Gültiger Wertebereich 1 bis 4 Staubklassen.
 - **Staubklasse:** Voreingestellt sind 4 Staubklassen gemäß der TA Luft 1986 bzw. ÖNORM M 9440. Diese Textinformationen können durch einen beliebigen Benutzertext ersetzt werden. In obiger Abbildung sind die Staubklassen nach TA Luft 1986 dargestellt. Die Einteilung der Staubklassen gemäß ÖNORM M 9440 erfolgt in anderen Korngrößen, siehe folgende Abbildung:



- **Vdi/(mm/s):** Sinkgeschwindigkeit abhängig von der Korngröße der Partikel. Voreingestellt sind die Werte der TA Luft 1986 bzw. ÖNORM M 9440.

Hinweis: Bei unbestimmter Staubgrößenklasse oder einem nicht trennbaren Gemisch, der als eine Emissionsmenge Q_i angegeben wird empfiehlt die TA Luft 1986 den Standardwert 70 mm/s.

- **Qi (Tag)/(g/h):** Mittlerer Tages-Emissionsmassenstrom in g/h pro Staubgrößenklasse.

Hinweis: Ein Beispiel (LoCoMess.IPR) für die Verwendung von Staubquellen finden Sie im IMMI-Installationsverzeichnis unter <... | **Beispiele** | **Schadstoffe** | **Gaußmodell** | **02_Staub**>

3.2.2.4 Geruch-Punkt-, Linien-, Flächen-Quelle

Der Eingabedialog des Elementtyps **Geruch** ist wie folgt aufgebaut:

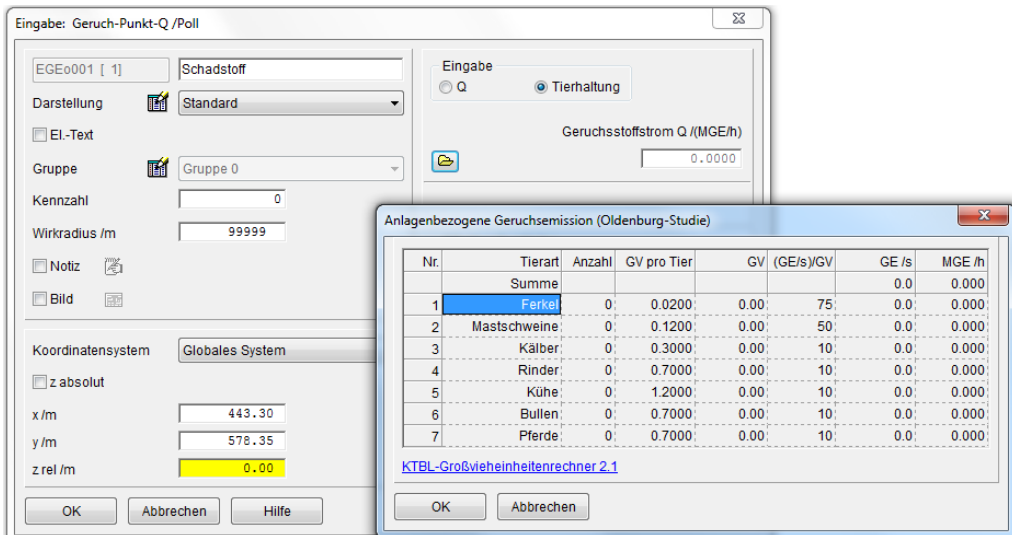


Abbildung 9: Eingabedialog für eine Geruch-Punkt-Quelle

- **Eingabe:**
 - **Q:** als direkter Wert des Geruchsstoffstroms in MGE/h
 - **Tierhaltung:** über Eingabehilfe gemäß der Oldenburg-Studie für Geruchsausbreitung [10]. Für jede Tierart ist die Anzahl der Tiere einzugeben. IMMI weist die daraus resultierenden Großvieheinheiten (GV) aus sowie die - von der Tierart abhängigen - Geruchseinheiten pro Sekunde (GE/s) und bestimmt die Megageruchseinheiten pro Stunde (MGE/h).
 - Link: **KTBL-Großvieheinheitenrechner 2.1** öffnet eine Website des KTBL's zur Berechnung von Großvieheinheiten (<http://daten.ktbl.de/gvrechner/navigation.do?selectedAction=GV-Home#start>)

Hinweis: Ein Beispiel (Beispiel-Geruch.IPR) für die Verwendung von Geruchsquellen finden Sie im IMMI-Installationsverzeichnis unter <... | **Beispiele** | **Schadstoffe** | **Gaußmodell** | **03_Geruch**>

3.2.2.5 Element Straße

Der Elementtyp Straße kann entweder als Linienquelle verwendet werden, der feste vorliegende Emissionsmassenströme oder der mittels des COPERT- bzw. HBEFA 2.1-Emissionsmodells Emissionsmassenströme zugeordnet werden. Die Auswahl des Emissionsmodells erfolgt unter

Parameter für Elementbibliotheken (im Kapitel "Berechnungsparameter nach Gauß/TA Luft 1986 und Gauß/ÖNORM M 9440" siehe Seite 16).

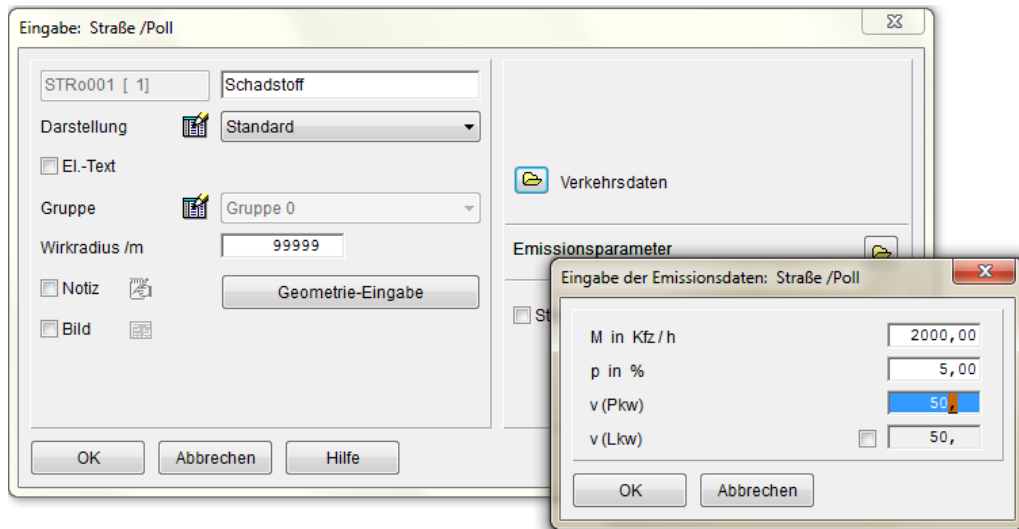


Abbildung 10: Eingabedialog für Straßenverkehrsquellen "nach Copert"

- **Verkehrsdaten:** Die Eingabe der Verkehrszahlen entspricht den Eingabefeldern des Emissionsmodells der RLS 90:
 - **M in Kfz/h:** maßgeblicher Verkehr in Fahrzeuge/h
 - **p in %:** prozentualer LKW- Anteil in %
 - **v (PKW):** Geschwindigkeit PKW in km/h
 - **v (LKW):** Geschwindigkeit LKW in km/h
 - **zus. Anteil Kaltstart (PKW) /%:** zusätzliche Emissionen beim Starten von einem kalten Motor
 - **zus. Anteil warme Emission (PKW) /%:** Verdampfungsverluste beim Abstellen des Motors
 - **zus. Anteil Tankatmung (PKW) /%:** Verdampfungsverluste beim abgestellten Fahrzeug aufgrund wechselnder Umgebungstemperatur

Die dann berechneten Werte sind über die Schaltfläche **Emissionsparameter** zugänglich und editierbar.

- **Emissionsparameter:** Die aus den Verkehrszahlen berechneten Werte werden über den Schalter Emissionsparameter angezeigt. Die Gasarten und ihre Position in der Tabelle werden durch die Auswahl der Berechnung unter den **Parametern für Elementbibliotheken** vorbesetzt und können nicht verändert werden. Siehe Abbildung "Emissionsparameter für Straßenverkehrsquellen nach HBEFA 2.1":

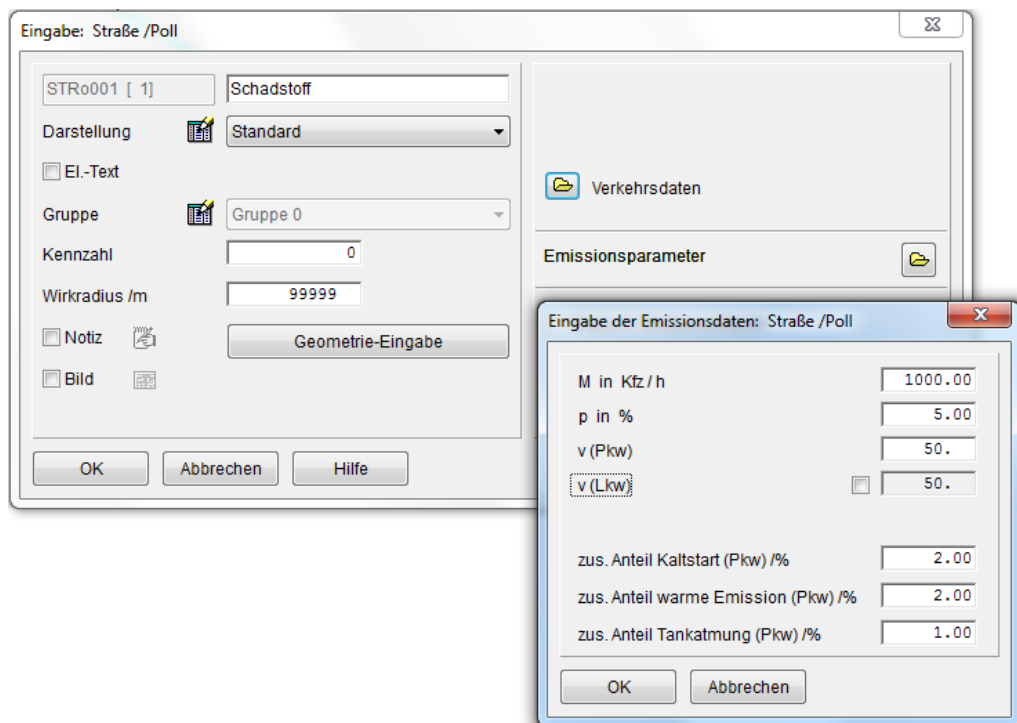


Abbildung 11: Emissionsparameter für Straßenverkehrsquellen "nach HBEFA"

- **Straße in Straßenschlucht:** Für Berechnungen mit dem Canyon-Plume-Box-Modell muss angegeben werden, ob sich die Straße in einer Straßenschlucht befindet.

Straße in Straßenschlucht

Breite Straßenschlucht /m

Höhe Straßenschlucht /m

Abbildung 12: Parameter für die Definition einer Straßenschlucht

Bei Verwendung müssen für die Berechnung die Parameter **Breite Straßenschlucht** und **Höhe Straßenschlucht** festgelegt werden.

Hinweis: Eine explizite Modellierung der umgebenden Häuser ist nicht erforderlich.

3.2.3 Hinweise zur ÖNORM M 9440

Die ÖNORM M 9440 unterscheidet sich zur TA Luft 86 in folgenden Punkten:

- In Österreich wird das 95. Perzentil bestimmt. Bei Berechnungen nach ÖNORM M 9440 wird dies automatisch unter Berechnungsparameter eingestellt.
- Berechnung nach Stern/Giebel für den Nahbereich von Quellen möglich.
- Österreichische Meteorologie gemäß ÖNORM M 9440:
 - Berechnung der maximalen Halbstundenmittelwerte (Rasterkalkül). Ausführliche Informationen zu Halbstundenmittelwerte finden Sie unter **Bestimmung maximaler Halbstundenmittelwerte gemäß ÖNORM M 9440** (ab Seite 68).
 - Berücksichtigung von Calmen

Hinweis: Die Umsetzung der Testaufgabe gemäß ÖNORM M 9440 finden Sie im IMMI-Installationsverzeichnis unter <Testaufg | ÖNORM M 9440>.

3.2.4 Berücksichtigung von Bebauung


Das Gauß-Fahnenmodell berücksichtigt keine Hindernisse bei der Ausbreitung von Schadstoffen. Jedoch ist es möglich, Ausdünnungen pauschal zu berücksichtigen. Hierzu wurde im IMMI der bereits implementierte Elementtyp  - **Bebauungsdämpfung** erweitert.

Abbildung 13: Eingabedialog der Bebauungsdämpfung

- **Schadstoffe (Gauß) D in %/100m:** Die prozentuale Minderung der Immissionskonzentration auf einem Ausbreitungsweg von 100m innerhalb des definierten Bebauungsdämpfungselements. Die Voreinstellung beträgt 10%.

3.2.5 Umwandlung von Straßen der Elementbibliotheken RLS-90, RVS 04.02.11 und MEZ 15036 in Schadstoffstraßen

Straßenelemente (Elementtyp STR) der Elementbibliotheken RLS-90, RVS 04.02.11 (Österreichische Vorschrift) und MSZ 15036 (Ungarische Vorschrift) können über die Funktion <Ändern | Elementtyp ändern> in Straßenelemente für Schadstoffe umgewandelt werden. Dabei werden die eingegeben Verkehrszahlen (M in Kfz/h für den Beurteilungszeitraum Tag) und die Geschwindigkeiten für PKW und LKW direkt übernommen.

3.3 Umsetzung des Partikel-Modells gemäß VDI 3945 Bl. 3 (TA Luft 2002 (AUSTAL2000))

Seit der Version 5.1.5 enthält IMMI eine Umsetzung der Ausbreitungsrechnung nach dem Partikelmodell der VDI 3945 Blatt 3, auf welches in der TA Luft 2002 verwiesen wird.

Die Ausbreitungsberechnung selbst erfolgt durch das vom Umweltbundesamt (UBA) zur Verfügung gestellte Programm AUSTAL2000 bzw. AUSTAL2000G (inklusive Geruch). Der Programmaufruf sowie der Datenaustausch werden – für den Benutzer unsichtbar – von IMMI automatisch durchgeführt, so dass Sie sich weiterhin nur mit der Programmbedienung in IMMI befassen müssen. Ein Fachverständnis für das Partikelmodell sowie die TA Luft 2002 wird, wie bei allen anderen IMMI-Bibliotheken, natürlich vorausgesetzt.

Hinweise zum AUSTAL2000:

- Der Programmphilosophie von AUSTAL2000 entsprechend sollte jedes Projekt in einem eigenen Verzeichnis angelegt werden.

Hinweis: Erfahrungsgemäß kann es Probleme beim Rechenlauf mit AUSTAL2000 geben, wenn der Pfad zum AUSTAL2000-Rechenverzeichnis sehr lang ist oder Sonderzeichen wie Umlaute enthält. Achten Sie daher darauf, das Rechenverzeichnis möglichst als Hauptverzeichnis Ihrer Festplatte oder als direktes Unterverzeichnis eines Hauptverzeichnisses anzulegen und Leerzeichen bzw. Umlaute zu vermeiden.

- AUSTAL2000 erwartet die Parameter für einen Rechenlauf in der Datei „austal2000.txt“, die im AUSTAL2000-Rechenverzeichnis von IMMI automatisch abgespeichert ist.
- Das Protokoll des Rechenlaufs wird in den Dateien „austal2000.log“ sowie „taldia.log“ im gleichen Verzeichnis geschrieben.
- Für jede Gas- oder Staubschicht (Immissionskonzentration, Deposition sowie statistische Unsicherheit) erzeugt AUSTAL2000 im Rechenverzeichnis eine eigene Datei mit der Endung „dmna“.
- AUSTAL2000 macht keinen prinzipiellen Unterschied zwischen Gas-, Staub- und Geruchsquellen. Deshalb gibt es in diesem Berechnungsmodus in IMMI nur Einzel-, Linien- und Flächenquellen des Typs Schadstoffe.
- Im IMMI-Installationsverzeichnis sind alle für die Berechnungen nach Partikel/ TA Luft benötigten Programme im AUSTAL2000- Ordner mitgeliefert (siehe Kapitel *Installation von AUSTAL2000*, ab Seite 28).

Hinweis Geruch: Seit Erscheinen des Modells AUSTAL2000G ist die Berechnung von Gerüchen mit IMMI möglich. Die Implementierung von Gerüchen in AUSTAL2000G beruht auf dem Forschungsbericht "Die Entwicklung des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000G" [14].

Die Beurteilung von Gerüchen erfolgt in Deutschland auf Grundlage der GIRL - Geruchsimmissionsschutzrichtlinie in der Fassung vom 29. Februar 2008. Die bewerteten Geruchsstundenhäufigkeiten für verschiedene Tierarten sind in der aktuellen AUSTAL-Version berücksichtigt.

3.3.1 Installation von AUSTAL2000

Bei der Installation von IMMI wird im Installationsverzeichnis der Unterordner **AUSTAL2000** angelegt. Alle Dateien und Programme, um Berechnungen gemäß AUSTAL2000 durchzuführen, stehen somit zur Verfügung.

Informationshalber sind folgende wichtige Programme/Dateien mit Erklärung aufgelistet.

- **austal2000.exe** Programm AUSTAL2000
- **zg2s.exe** Programm zur Bestimmung der Rauigkeitslänge für Deutschland
- **z0-gk.dmna / z0-utm.dmna** Rauigkeitskataster für Deutschland in Gauß-Krüger und UTM-Koordinaten
- **vdisp.exe** Programm zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung gemäß der Richtlinie Vdi 3784 Bl. 2
- **taldia.exe** Programm zur Berechnung des Windfeldmodells
- **anonym.aks** Beispiel-Jahresstatistik
- **anno95.akt** Beispiel-Zeitreihen

3.3.2 Berechnungsparameter nach Partikel/ TA Luft

Im Menü **<Berechnung | Berechnungsparameter | ... | Parameter der Elementbibliotheken | Schadstoffe>** sind die allgemeinen Parameter zur Immissionsberechnung aufgeführt. Die in **[eckigen Klammern fett geschriebenen]** Einträge in den folgenden Texten weisen auf den jeweiligen Parameter in AUSTAL2000 hin. Alle Parameter sind im Anhang aufgelistet und erklärt.

- **Meteorologie:** Zugriff und Auswahl der meteorologischen Daten. Es wird zwischen Jahresstatistik und Zeitreihe unterschieden. Für weitere Erläuterungen siehe Kapitel *Meteorologiedaten* (siehe Seite 41).
[as, az]
- **Qualitätsstufe:** Qualitätsstufe zur Festlegung der Freisetzungsrates von Partikeln. Der Wertebereich ist –4 bis +4, die Voreinstellung ist 0. Eine Erhöhung um 1 bewirkt die Verdoppelung der Partikelzahl und damit auch der Rechenzeit. Für „schnelle“ Überschlagsrechnungen empfiehlt sich der Wert –4.
[qs]
- **Windfeldbibliothek neu berechnen:** Eine bereits berechnete Windfeldbibliothek kann für weitere Rasterberechnungen verwendet und muss nicht vor jedem Rechenlauf neu berechnet werden. Voraussetzung für die Wiederverwendung ist, dass keine Änderungen in der Meteorologie, dem Gelände und der Bebauung vorgenommen wurden. Wenn dies der Fall ist, kann der Schalter deaktiviert werden.

Hinweis: Die Berechnung der Windfeldbibliothek kann je nach Größe des Projektes einige Stunden dauern und möglicherweise viel Speicherplatz auf der Festplatte verbrauchen.

- **Nur Windfeldbibliothek berechnen:** Neuberechnung der Windfeldbibliothek, ohne Ausbreitungsberechnung. Diese Funktion setzt man beispielsweise als Vorbereitung für Multicore-Berechnungen ein. Nach erfolgtem Rechenlauf kann man die Bibliotheken in die Multicore-Unterordner kopieren, so dass diese nicht von jedem Rechenkern einzeln berechnet

werden müssen. Für diese Funktion aktiviert man den Schalter. Anschließend kann der Schalter **Windfeldbibliothek neu berechnen** deaktiviert werden.

- **Partikelmodell mit zufälligen Startwerten:** Dieser Schalter steuert, dass Berechnungen mit zufällig gewählten Startwerten begonnen werden. Dies kann dazu genutzt werden, um statistische Schwankungen bei verschiedenen Berechnungsläufen der gleichen Qualitätsstufe zu analysieren. Ist dieser Schalter gesetzt, so weichen die Immissionsraster aus verschiedenen, ansonsten identischen Rechenläufen voneinander ab. Jedoch liegen diese Abweichungen innerhalb der statistischen Unschärfe. Bei Berechnungen unter Einsatz von **Multicore** (im Kapitel "**Verwendung der Funktion Multicore**" siehe Seite 32) wird dieser Schalter automatisch gesetzt.

[sd]

- **Anzahl Rechenkerne für Multicore-Berechnung:** Setzen der Anzahl der Rechenkerne für die Berechnung, siehe auch **Verwendung der Funktion Multicore** (siehe Seite 32)
- **Gebäudeumströmung rechnen:** Bei Aktivierung wird die Umströmung von Gebäuden berechnet. Ansonsten wird von einer freien Ausbreitung ausgegangen.
- **Gebäude aufrastern:** Gebäude werden in einer Datei aufgerastert. Komplexe Gebäudestrukturen können somit verwendet werden. Die Auflösung der Gebäudestrukturen hängt auch von der Feinheit des gewählten (innersten) Rechennetzes ab.

[rb]

- **Anemometer: x (rel.) /m und Anemometer: y (rel.) /m:** Die Position des Anemometers kann über die Eingabe der x- und y-Richtung festgelegt werden. Der Lageplanursprung gilt als Ausgangskordinate mit $x = 0$ und $y = 0$. Die Position des Anemometers wird im Lageplan durch ein Symbol angezeigt.

[xa, ya]


- **Anemometerhöhe /m:** Effektive Messhöhe über Grund. Die Standardmesshöhe beträgt 10 m.


[ha]

- **Gasarten:** Voreinstellung AUSTAL2000-Gase, die nicht geändert werden kann.
- **Anzahl Gase:** Die Anzahl der möglichen „Gasarten“ beträgt 57 und wird bei Wahl der Prognoseart **Partikel/TA Luft** (in den Projekteigenschaften) automatisch besetzt.
- **Gasarten + Richtwerte:** AUSTAL2000 erstellt Rasterdateien mit Jahresmittelwerten, maximale Tagesmittel, maximale Stundenmittel sowie Deposition für maximal 14 Schadstoffarten, außerdem Geruchshäufigkeiten für Geruchsschadstoffe. Dabei werden die Immissionskonzentrationen und Depositionen für alle Korngrößen einer Partikelart zusammengefasst. Für diese Immissionswerte können Richtwerte vorgegeben werden. Die Vorgaben nach TA Luft 2002 sind bereits voreingestellt.

Nr.	Emission Gasart	RW Immiss.-konz.			RW Deposition
		Tag ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Stunde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Stunde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	/($\text{mg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$)
1	SO ₂	50.000	125.000	350.000	0.000
2	NO _x	0.000	0.000	0.000	0.000
3	NO ₂	40.000	0.000	200.000	0.000
4	Bz1	5.000	0.000	0.000	0.000
5	TCE	10.000	0.000	0.000	0.000
6	F	0.400	0.000	0.000	0.000
7	NH ₃	0.000	0.000	0.000	0.000
8	PM	40.000	50.000	0.000	350.000
9	As	0.000	0.000	0.000	0.004
10	Pb	0.500	0.000	0.000	0.100
11	Cd	0.000	0.000	0.000	0.002
12	Ni	0.000	0.000	0.000	0.015
13	Hg	0.000	0.000	0.000	0.001
14	Tl	0.000	0.000	0.000	0.002
15	xx	0.000	0.000	0.000	0.000
16	ODOR	0.000	0.000	0.000	0.000

Die Vorgabe der Richtwerte dient der Erstellung von Konfliktkarten, die die Überschreitung der jeweiligen Richtwerte grafisch darstellen.

- **Joker-Gas:** Für das vom AUSTAL2000 vorgegebene Joker-Gas kann über den Button  ein beliebiger Name eingetragen werden.
- **Rauhigkeitslänge z0/m:** Die automatische Bestimmung der Bodenrauigkeit anhand des CORINE-Katasters ist in AUSTAL2000 implementiert (Achtung: Gauß-Krüger- oder UTM-Koordinaten und nur für Deutschland!) Außerhalb des Bundesgebiets (z. B. Österreich) muss die Rauigkeitslänge direkt angegeben werden. Weitere Informationen dazu finden Sie im Anhang **Bodenrauigkeit nach dem CORINE-Kataster** (siehe Seite 77) und in der TA Luft 2002. Über die Funktion **Diese Rauigkeitslänge immer verwenden** werden die eingegebenen Werte zur Berechnung herangezogen.

Über den Schalter  - **Rauhigkeitslänge auswählen** wird die Tabelle der Rauigkeitslängen gemäß TA Luft 2002, Tabelle 14 [1] angezeigt. Durch Doppelklick auf einen Eintrag wird die Rauigkeitslänge ausgewählt. Die Verdrängungshöhe wird dann automatisch berechnet.

[z0]

- **Verdrängungshöhe d0/m:** Verdrängungshöhe für meteorologische Profile. Die Voreinstellung ist: $d_0 = 6 \cdot z_0$. Weitere Informationen dazu finden Sie im Anhang *Verdrängungshöhe* (siehe Seite 78) und in der TA Luft 2002.

[d0]

3.3.2.1 Verwendung der Funktion Multicore

Bei AUSTAL2000-Rasterberechnungen können Multiprozessoren genutzt werden, wodurch die Rechenzeit minimiert wird. Die Einstellungen zur Nutzung der Multicore-Berechnungen finden Sie über den Menüpunkt **<Berechnung | Berechnungsparameter | ... | Schadstoffe>**.

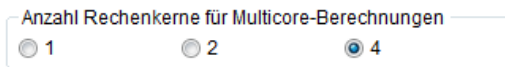


Abbildung 14: Auswahl der Anzahl der Rechenkerne beim Setzen der Berechnungsparameter

Die Zahl verwendbarer Rechenkerne ist immer eine Zweierpotenz, also 1, 2, 4, 8, Dies ist in der Art begründet, wie die Berechnung parallelisiert wird. Die Genauigkeit der Immissionsberechnung ist über die Anzahl der Probestartikel determiniert, die in ein bereits bestehendes Windfeld eingebracht werden und deren Trajektorien verfolgt werden. Gesteuert wird diese Anzahl über den Parameter **Qualitätsstufe** (= q). Eine Erhöhung der Qualitätsstufe um 1 bedeutet eine Verdopplung der Partikelzahl, und damit verbunden eine Verdopplung der Rechenzeit.

Beispiel: Eine Berechnung mit der Qualitätsstufe $q = 0$, könnte man durch 2 Berechnungen der Qualitätsstufe $q = -1$ gleichwertig ersetzen. Verfügt der Rechner über 4 Rechenkerne, so könnte der Rechenlauf durch 4 parallele Prozesse mit $q = -2$ ersetzt werden, wodurch die Rechenzeit nur noch ein Viertel der Rechenzeit bei $q = 0$ beträgt.

Vorgehensweise von IMMI:

Voraussetzung dafür sind unterschiedliche Startwerte der Rechenläufe. Diese Vorgehensweise verfolgt IMMI bei den Multicore-Berechnungen. Dabei wird im Projektordner für jeden Prozess automatisch ein eigener Unterordner angelegt, in dem die Steuerparameter für den jeweiligen AUSTAL2000-Rechenlauf übergeben werden. Beim Abschluss der Berechnung stehen hier auch die errechneten Teil-Immissionsraster zur Verfügung. Der Name des jeweiligen Unterordners ist gleich der Prozessnummer (also „1“, „2“, ...). Jeder Rechenlauf beginnt mit jeweils unterschiedlichen Startwerten.

Sind alle Rechenläufe abgeschlossen, so kombiniert IMMI diese Teilraster automatisch zu Gesamtrastern.

Hinweis 1: Die Berechnung der Windfeldbibliothek kann auf diese Weise nicht beschleunigt werden. Nach Auskunft des Ing.-Büro Janicke GbR (Autor von AUSTAL2000) gibt es auch keine Möglichkeit, im Rahmen von AUSTAL2000 hier eine Beschleunigung der Windfeldberechnung zu erzielen. Dies bedeutet, dass jeder AUSTAL2000-Prozess die Windfeldbibliothek selbst redundant berechnen muss. Liegt die Windfeldbibliothek jedoch bereits vor, so können Sie die Berechnung dadurch verkürzen, in dem Sie vor dem Start der Immissionsberechnungen den Ordner der bereits

berechneten Windfeldbibliothek („lib“) in den jeweiligen Prozessordner kopieren und im Dialog zu den Berechnungsparametern den Schalter „Windfeldbibliothek neu berechnen“ deaktivieren.

Hinweis 2: Da jeder Prozess einen kompletten AUSTAL2000-Rechenlauf beinhaltet, entsteht ein entsprechend höherer Bedarf an Arbeitsspeicher sowie an Massenspeicher.

3.3.3 Elementtypen nach Partikel/ TA Luft 2002

Mit diesem Elementtypen erfolgt die Ausbreitungsrechnung nach dem Partikelmodell der VDI 3945 Bl. 3 entsprechend der Vorgaben der TA Luft 2002.

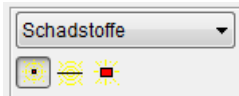


Abbildung 15: Quellarten beim Partikelmodell

Folgenden Typen von Schadstoffquellen können abgebildet werden:

- **Punktquelle**, z. B. Kamin, Abluftrohre
- **Linienquelle**, z. B. Fahrwege
 - **Vertikale Linienquelle**, z. B. Lüfterbänder
- **Flächenquelle**, z. B. Klärbecken, Biofilter
 - **Volumenquelle**, z. B. Fenster und Tore, verteilt über Betriebsgebäude

Der Rechenkern AUSTAL2000 unterstützt explizit 57 unterschiedliche Luftschadstofftypen (Gase, Stäube und Gerüche). Die Abkürzungen der einzelnen Schadstoffe sind im Anhang *Abkürzungsverzeichnis der Luftschadstoffe* (siehe Seite 75) erklärt. Emissionen zu allen diesen Luftschadstofftypen können in IMMI eingegeben werden. AUSTAL2000 legt intern die physikalischen Parameter für jeden Parameter fest, so werden Partikel/Stäube anders berechnet als Gase.

3.3.3.1 Allgemeine Parameter der Elementtypen Punkt-, Linien-, Flächen-, Volumen- und vertikale Quelle

Es gibt 3 Elementtypen: Punkt-, Linien- und Flächenquelle. Die Linienquelle kann auf eine vertikale Linienquelle und die Flächenquelle auf eine Volumenquelle erweitert werden und sind somit keine weiteren IMMI-Elementtypen.

Die Eingabedialoge unterscheiden sich nur durch die entsprechend anders gestaltete Eingabe der Geometrie. Neben dem programminternen Elementschlüssel wird der Name der Quelle als Zeichenkette eingetragen.

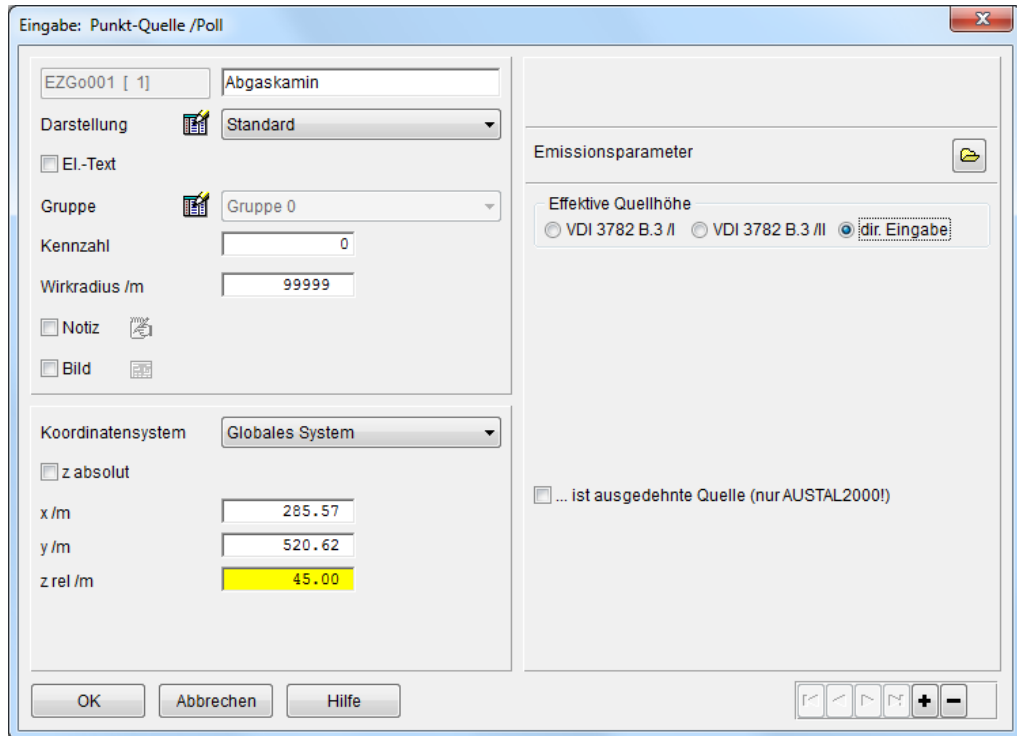



Abbildung 16: Eingabedialog am Beispiel einer Punktquelle

-  - **Emissionsparameter:** Über diesen Button öffnet sich der Eingabedialog für Gase, Staub und Geruch.

Hinweis: Gas- bzw. Staubemissionen werden in g/h und Geruchsemissionen in MGE/h eingegeben.

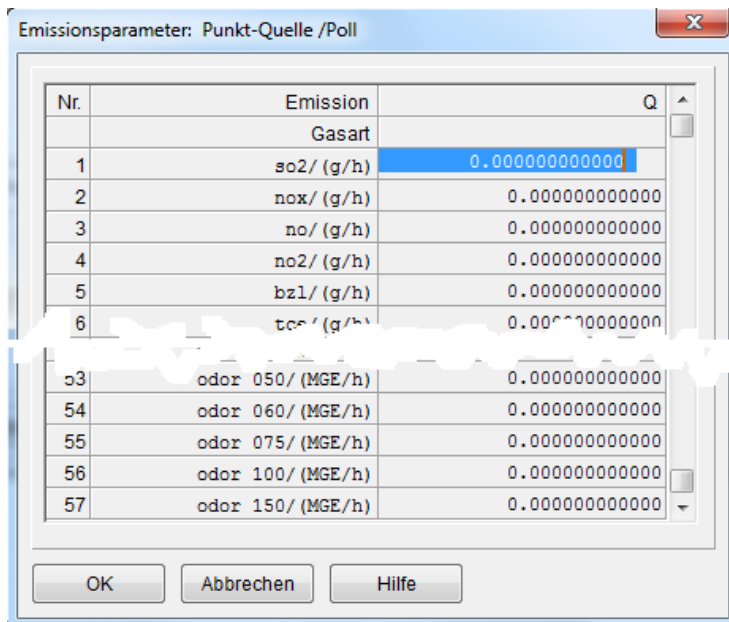


Abbildung 17: Emissionsparameter

Für die Eingabe von zeitabhängigen Emissionen ist das Einlesen einer meteorologischen Zeitreihe erforderlich, siehe Kapitel *Zeitabhängige Emission* (siehe Seite 38).

- **Effektive Quellhöhe:** Die Berechnung der effektiven Quellhöhe ist auf 3 Arten möglich:
 - **VDI 3782 Bl. 3/I [15]:** Über Volumenstrom, Differenztemperatur, vertikaler Austrittsgeschwindigkeit und Schornsteindurchmesser wird zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung der Wärmestrom in MW ermittelt.
[dq, vq, qq]
 - **VDI 3782 Bl. 3/II [15]:** Die effektive Quellhöhe wird aus dem Schornsteindurchmesser, der vertikalen Austrittsgeschwindigkeit und der Temperatur der Abluft bestimmt.

Effektive Quellhöhe

VDI 3782 B.3 /I
 VDI 3782 B.3 /II
 dir. Eingabe

Schornstein-Durchmesser /m

Vert. Austrittsgeschw. Abluft /(m/s)

Temperatur °C

[dq, vq, tq]

- **Direkte Eingabe:** Hier wird der angegebene z-Wert der Koordinate als effektive Quellhöhe verwendet.
[hq]

3.3.3.2 Quellspezifische Parameter

Neben den geometrisch bedingten Unterschieden in der Eingabe und Verwaltung der Quellkoordinaten, findet sich die geometriebezogene Eingabe der Emissionsmassenströme als einziger weiterer Unterschied.

[xq, yq, hq, wq]

Achtung: Geruch wird immer in MGE/h eingeben.

- **Punktquelle:** Eingabewert ist immer der Emissionsmassenstrom (Q in g/h)
- **Linienquelle:** Eingabewert ist entweder der Emissionsmassenstrom (Q in g/h) oder der längenbezogene Emissionsmassenstrom (Q' in g/h*km)

[aq, bq, cq]

- **Vertikale Linienquelle:** Eingabewert ist der Emissionsmassenstrom (Q in g/h)
- **Flächenquelle:** Eingabewert ist entweder der Emissionsmassenstrom (Q in g/h) oder der flächenbezogene Emissionsmassenstrom (Q'' in g/h*km²)

[aq, bq, cq]

- **Volumenquelle:** Eingabewert ist der Emissionsmassenstrom (Q in g/h)

[cq]

Hinweis: In der austrial2000.log-Datei werden die Emissionen immer in g/s ausgewiesen.

Hinweis 2: Verschiedene Beispiele für die Berechnung nach Partikel/ TA Luft finden Sie im IMMI-Installationsverzeichnis unter <... | **Beispiele** | **Schadstoffe** | **Partikelmodell** >.

Volumen- und vertikale Quelle

Die Volumenquelle und die vertikale Quelle sind keine weiteren Elementtypen. Sie werden über den Eingabedialog der Punkt-, Linien- bzw. Flächenquelle eingegeben.

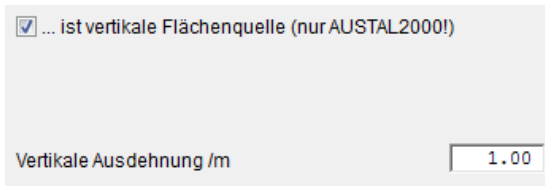
- **Volumenquelle:** Die Volumenquelle wird im Eingabedialog der Flächenschallquelle eingegeben. Dazu muss das Häkchen bei ... **ist Volumenquelle (nur AUSTAL2000!)** aktiviert werden.

The image shows a software dialog box for entering source parameters. At the top, there is a checkbox labeled "... ist Volumenquelle (nur AUSTAL2000!)" which is checked. Below this, there is a label "Vertikale Ausdehnung /m" followed by a text input field containing the value "1.00".

Abbildung 18: Eingabe der Volumenquelle

- **Vertikale Ausdehnung /m:** Die vertikale Ausdehnung der Quelle wird eingegeben.
[cq]

- **Vertikale Quelle:** Die vertikale Quelle wird im Eingabedialog der Linienquelle eingegeben. Dazu muss das Häkchen bei **... ist vertikale Quelle (nur AUSTAL2000)** aktiviert werden.



... ist vertikale Flächenquelle (nur AUSTAL2000!)

Vertikale Ausdehnung /m

Abbildung 19: Eingabe der vertikalen Quelle

- **Vertikale Ausdehnung /m:** Die vertikale Ausdehnung der Quelle wird eingegeben.
[cq]

3.3.3.3 Zeitabhängige Emission

Für die Eingabe von zeitabhängigen Emissionen muss als Meteorologiedatei eine Zeitreihe eingelesen sein (siehe *DWD - Format: Aufbau einer Zeitreihe* (siehe Seite 45)). Im Eingabedialog der Quelle (Punkt-, Linien- oder Flächenquelle) kann für jede Stunde des Tages die Emission eingegeben werden. Der Emissionsverlauf kann dann für jeden Wochentag und für jede Kalenderwoche definiert werden.

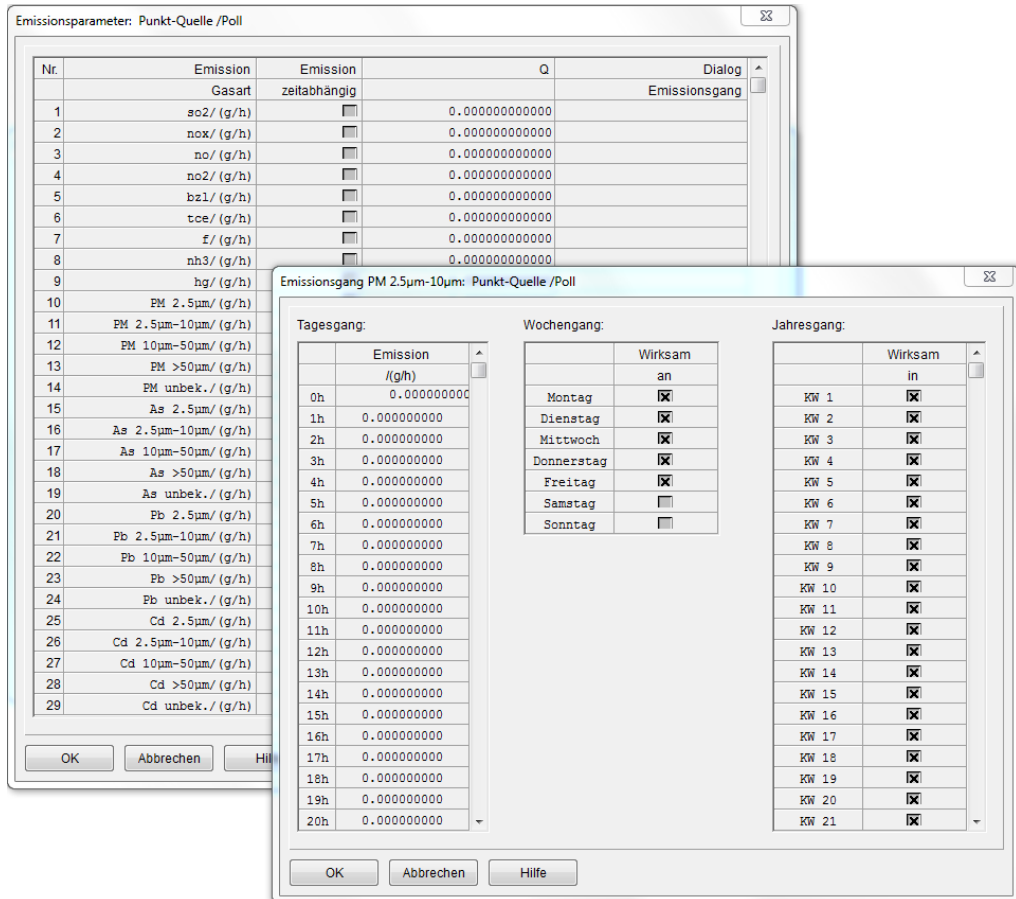


Abbildung 20: Eingabe von zeitabhängiger Emission

3.3.3.4 Übergabe der Geometrie von IMMI nach AUSTAL2000

Die Geometrie der 3 Elementtypen wird durch verschiedene Parameter an AUSTAL2000 übergeben.

Die relative Höhe wird immer über den Parameter hp definiert.

- **Punktquelle**

Die x- bzw. y-Koordinate einer Punktquelle in IMMI wird in AUSTAL2000 über die Parameter $[xq]$ und $[yq]$ wiedergegeben.

▪ **Linienquelle**

Die x- bzw. y-Koordinate der Knoten **[xp]** und **[yp]** einer Linienquelle und die Länge zwischen den Knoten **[aq]** werden aus IMMI an AUSTAL2000 übergeben. Der Winkel zwischen den Knoten wird in AUSTAL2000 über den Parameter **[wq]** definiert.

- **Vertikale Linienquelle:** Zusätzlich zu den Parametern der Linienquelle wird die vertikale Ausdehnung /m **[cq]** eingegeben.

▪ **Flächenquelle**

Die x- bzw. y-Koordinate des linken unteren Knoten **[xp]** und **[yp]** einer Flächenquelle und die Längen des Quaders **[aq]** und **[bq]** werden aus IMMI an AUSTAL2000 übergeben. Der Winkel zwischen den Knoten wird in AUSTAL2000 über den Parameter **[wq]** definiert.

- **Volumenquelle:** Zusätzlich zu den Parametern der Flächenquelle wird die vertikale Ausdehnung /m **[cq]** eingegeben.

3.3.4 Berücksichtigung von Gebäuden

Die Berücksichtigung von Gebäuden bei der Ausbreitungsberechnung erfolgt durch die Modellierung von Elementen vom Typ HAUS. Zusätzlich müssen in den **Berechnungsparametern** (im Kapitel "**Berechnungsparameter nach Partikel/ TA Luft**", siehe Seite 28) die Schalter zur Berechnung der Gebäudeumströmung gesetzt werden.

Gebäudeumströmung rechnen

Gebäude aufrastern

Abbildung 21: Funktionen zur Berechnung der Gebäudeumströmung

Sind diese zwei Bedingungen erfüllt, werden beim Start der Rasterberechnung die Gebäude an AUSTAL2000 übergeben. Die Gebäude werden dabei als Quader behandelt und auf ein Rechenraster aufgerastert (rechts im Bild). Eine Zelle wird als Gebäude vermerkt, wenn der Großteil der Zelle mit einem Gebäude ausgefüllt ist.

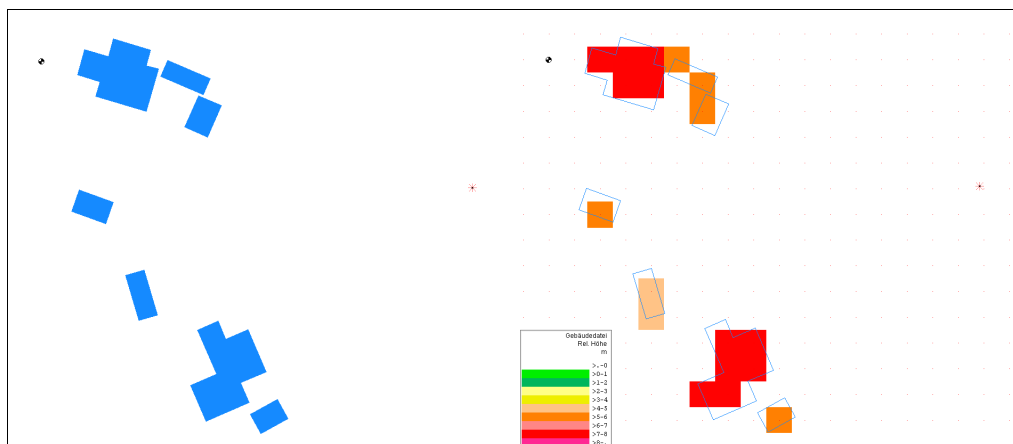


Abbildung 22: Gebäude in Lageplan und Aufrasterung für die Berechnung

Die aufgerasterten Gebäude sind in der von AUSTAL2000 erzeugten Datei „volout00.dmna“ abgelegt, welche im AUSTAL2000-Rechenverzeichnis zu finden ist. Zusätzlich wird die Datei "gebäude.dmna" abgelegt, die zusätzlich die Höhe der aufgerasterten Gebäude anzeigt und in IMMI visualisiert werden kann. Die Visualisierung erfolgt durch Import der Rasterdatei im Dialog der Rasterberechnung unter **<Extras: Rasterberechnung | Import | AUSTAL2000-Einzelraster>**

Hinweis: Weitere Informationen zur Festlegung der Gebäude in AUSTAL2000 finden Sie im Handbuch zu AUSTAL2000.

Hinweis: Im Installationsverzeichnis von IMMI finden Sie unter **< Beispiele | Schadstoffe | Partikel | 02_Gebäudeumströmung >** verschiedene Beispiele zur Gebäudeumströmung.

Vorgehensweise von IMMI für die Berücksichtigung von Gebäuden zur Gebäudeumströmung:

- Es werden nur Elemente des Elementtyps HAUS berücksichtigt.
- AUSTAL2000 kennt als Geometrien für Gebäude entweder Quader oder Zylinder. IMMI prüft ob das modellierte HAUS-Element sich eher einem Quader oder Zylinder anpasst und exportiert entsprechend die Geometrie.

Ein Quader ist ein geschlossenes HAUS-Element mit 5 Knoten. Werden allerdings mehr als 5 Knoten für die Modellierung eines rechteckigen Gebäudes verwendet, so exportiert IMMI einen achsenparallelen Quader, der das Gebäude umschließt.

Bei der Modellierung eines Zylinders muss das HAUS-Element mehr als 5 Knoten aufweisen und kreisförmig sein (Makro: Kreis erzeugen). IMMI prüft dann, wie regelmäßig die Knoten von einem Kreis abweichen und exportiert dann die Parameter für einen Zylinder.

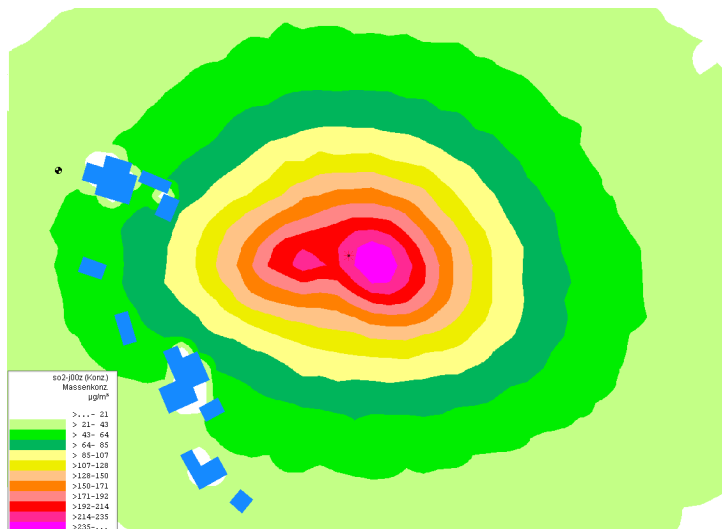


Abbildung 23: Beispiele für Gebäudeumströmung

3.3.5 Umwandlung von Gauß- in Partikel-Quellen

Bestehende Projekte, die auf Grundlage des Gauß-Modells/TA Luft 1986 bzw. ÖNORM M 9440 erstellt wurden, können mit nur einem Klick in Projekte nach dem Partikel-Modell/TA Luft umgewandelt werden.

Die Emissionen des Elements **Straße**, die gemäß HBEFA 2.1 erzeugt wurden, werden beim Umschalten auf die Prognoseart Partikel/TA Luft automatisch übernommen. Folgende Gasarten werden übernommen: CO (als Jokergas), NO_x, PM 2.5-10µm, Pb, SO₂, NH₃, Benzol.

4 Meteorologiedaten

Die Ausbreitungsrechnung von Luftschadstoffen ist nur bei Verwendung geeigneter meteorologischer Daten möglich.

In Deutschland werden entsprechende Daten vom Deutschen Wetterdienst (DWD) als Statistik- oder Jahresverlaufsdateien sowie Zeitreihen zur Verfügung gestellt. Zunehmend treten auch Privatunternehmen als Anbieter auf.

Ebenso wird das in Österreich verwendete RELSTA-Format unterstützt.

Für Zeitreihen steht auch ein alternatives Format (.ASCII) zur Verfügung.

4.1 Aufbau von Meteorologiedateien

4.1.1 DWD - Format: Aufbau einer Jahresstatistik

Die Textdateien sind in Deutschland nach dem Vorbild der DWD-Dateien einheitlich aufgebaut. Das Format dieser Textdateien im DWD-Format für eine Mehr-Jahresstatistik ist wie folgt:

```

ANONYM
01.10.1995 - 31.12.1999
KLUG/MANIER (TA-LUFT)
JAHR
ALLE FAELLE
107 101 89 78 75 75 75 66 64 62 62 69 75 82 85 75 71 64 66
96 89 80 71 69 66 66 59 57 55 55 62 69 73 75 69 64 57 59
107 105 101 94 91 89 89 85 80 75 73 78 87 91 94 89 80 73 71
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
105 110 117 110 110 110 130 137 133 117 96 89 89 96 103 105 101 94 87
94 98 103 98 96 98 114 121 119 103 87 80 80 87 91 94 89 82 78
98 110 114 117 117 133 158 178 176 158 137 121 123 128 135 133 126 117 110
160 176 194 210 249 325 423 496 514 471 416 382 375 386 389 382 352 325 295
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
16 16 16 16 16 18 21 25 25 25 21 16 16 16 18 18 18 18 18
21 21 23 23 23 25 30 34 34 34 27 23 21 21 25 25 25 25 25
32 34 37 41 46 55 69 75 80 75 66 53 43 43 48 53 53 55 53
155 142 153 187 247 345 473 606 697 699 597 453 331 277 281 311 345 366 373
101 66 55 73 139 217 325 464 597 629 519 352 229 169 165 185 219 263 336
25 11 2 2 9 18 27 46 85 107 85 48 27 21 25 37 53 80 128
2 0 0 0 0 0 0 0 2 7 2 2 0 0 2 7 16 30
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2 9
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2
16 16 18 16 16 18 18 18 18 18 16 16 16 18 18 21 21 18

```

Abbildung 24: DWD-Datei für eine Jahresstatistik

- In der 1. Zeile steht der Name der Region.
- Die Zeilen 2 bis 5 enthalten Informationen z. B. über den Zeitraum der Erfassung.
- Ab der 6. Zeile stehen die Windhäufigkeiten für alle Richtungs-Sektoren mit Schrittweite 10°.
- In jeder Zeile stehen 36 Zahlenwerte entsprechend der Anzahl der Sektoren, beginnend mit der Richtung 10°.
- Jede Zahl (ganzzahlig!) ist mit 5 Stellen angegeben.
- Zwischen den einzelnen Zahlenwerten ist kein Zwischenraum.
- In der DWD-Datei sind immer 9 aufeinanderfolgende Zeilen entsprechend der Windgeschwindigkeitsklassen gruppiert. Die Datei enthält entsprechend der Ausbreitungsklassen 6 Blöcke mit diesen Gruppen, d. h. insgesamt 54 Datenzeilen.
- Die Windhäufigkeiten sind auf 100.000 normiert.

[as]

Bei Verwendung des Moduls im Ausland ist eine Umformatierung ausländischer Dateien mit meteorologischen Daten in das bekannte DWD-Format erforderlich. Diese Umwandlung ist Aufgabe des Anwenders und geschieht nicht in IMMI. Ausnahmen von dieser Regel: IMMI unterstützt von belgischen meteorologischen Daten nach Bultynck-Malet (Sonderfall IBGE: Das Institut für Umweltmanagement der Region Brüssel-Hauptstadt verwendet ein eigenes Dateiformat für meteorologische Daten und Ausbreitungsklassen nach Bultynck-Malet).

Hinweis: Im Installationsverzeichnis von IMMI, im Unterordner **AUSTAL2000**, ist eine Beispieldatei (anonym.aks) abgelegt.

4.1.2 DWD - Format: Aufbau einer Zeitreihe

Eine Zeitreihe ist im DWD- Format wie folgt gebaut:

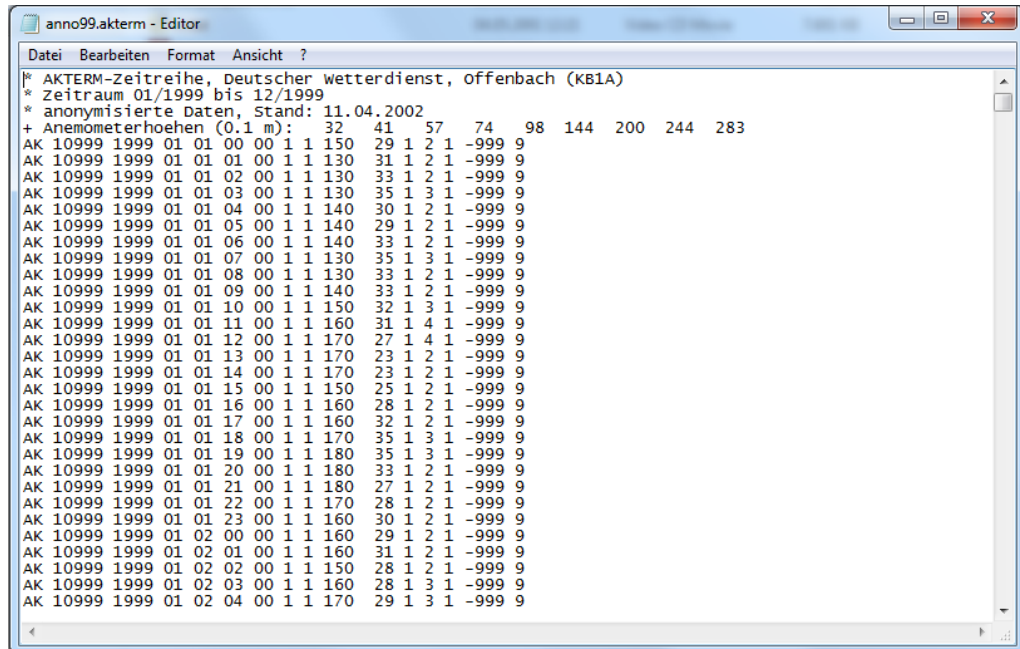


Abbildung 25: DWD-Datei für eine Zeitreihe

- Die Zeilen 1 bis 3 enthalten Informationen z. B. über den Zeitraum der Erfassung. Diese Informationen werden von IMMI ignoriert, müssen aber trotzdem in der Datei enthalten sein!
- Ab der 5. Zeile stehen für jede Stunde eines Jahres die Windhäufigkeit, die Windrichtung, die Windgeschwindigkeit und die Ausbreitungsklasse in einer Zeile

[az]

Hinweis: Im Installationsverzeichnis von IMMI, im Unterordner **AUSTAL2000**, mehrere Beispieldateien (z. B. anno99.akterm) abgelegt.

4.1.3 RELSTA - Format: Aufbau einer Jahresstatistik

Das RELSTA-Format wird vorallem in Österreich von der Zentralanstalt für Meteorologie (ZAMG) (<http://www.zamg.ac.at/> / <http://www.zamg.ac.at/>) angeboten.

Das RELSTA-Format für eine Mehr-Jahresstatistik ist wie folgt aufgebaut:

Abbildung 26: RELSTA-Datei für eine Jahresstatistik

- 0. Zeile: Fileinformation, wie Filetyp, Fileversion, Erstellungsdatum und –Uhrzeit, Erstellungsprogramm
- 1. Zeile: Kommentare
- 2. Zeile: Gutachternummer, Ortsbezeichnung, Windrichtungsskala
- 3. Zeile: Anzahl der zugrunde liegenden Mws für den Gesamtzeitraum sowie Winter und Sommer
- Datenzeilen der Matrix:
Angabe der Ausbreitungsklasse und Windgeschwindigkeit und der dazugehörigen Verteilung der Windhäufigkeiten von 0-360° (36 Windrichtungen in 10° Schritten)
Angabe der Calmen unter Zeile 37.
- Die Anzahl der Zeilen richtet sich nach der Windrichtungsskala und ist Anzahl der Windrichtungen + 1 (360 wird wie 36 behandelt). Die (N + 1)-te Zeile (1. Windrichtungsklasse) repräsentiert die Calmen.
Alle anderen Zeilen müssen vorhanden sein, werden aber nicht verwendet.
Dies sind:
2 Kopfzeilen der Matrix
1 Summenzeile der Matrix
1 Leerzeile zwischen jeder Matrix nach Summenzeile
- Alle Jahreszeiten, Ausbreitungsklassen und Windrichtungen müssen vorhanden sein. Die Reihenfolge ist fix.
JAHR
Windrichtungen

Klasse 2
 Klasse 3
 Klasse 4
 Klasse 5
 Klasse 6
 Klasse 7
 WINTER
 SOMMER

Hinweis: Mit gewissen Abstrichen infolge der nicht völligen Kompatibilität zwischen dem RELSTA-Formats und dem DWD-Format kann Meteorologie auch für Ausbreitungsberechnungen mit dem Partikelmodell (AUSTAL2000) verwendet werden. Dazu konvertiert IMMI das RELSTA-Format automatisch in das DWD-Format, wenn eine AUSTAL2000-Berechnung mit einer solchen Meteorologie gestartet wird.

[as]

4.1.4 ASCII - Alternatives Format

Das alternative Format für eine Zeitreihe ist wie folgt aufgebaut:

- Es müssen mind. 8760 Zeilen vorliegen (Anzahl Stunden im Jahr). Der Beginn der meteorologischen Aufzeichnung kann ein beliebiges Datum sein, muss aber um Mitternacht beginnen.
- Einträge sind durch Semikola oder Tabulatoren getrennt.
- Jede Datenzeile enthält Messwerte für eine Stunde, wobei für jede Stunde eines Jahres ein Eintrag erwartet wird.
- Die Eingabe der Stunden erfolgt von 1-24.
- Die Eingaben für das Jahr müssen in einem Jahr sein.

Jahr	(4 Stellen)
Monat	(2 Stellen)
Tag	(2 Stellen)
Stunde	(2 Stellen)
Windgeschwindigkeit /(m/s)	(max. 3 Stellen)
Windrichtung /°	(max. 3 Stellen)
Globalstrahlung /(W/m ²)	(max. 4 Stellen)

- Die letzten 3 Einträge dürfen (in beschränktem Umfang) Lücken aufweisen. Diese Lücken werden durch Interpolation geschlossen.

4.2 Eingabe meteorologischer Daten in IMMI

Für die manuelle Eingabe und Verwendung externer Meteorologiedaten gelten die meteorologischen Vereinbarungen:

- Die Windrichtung ist die Richtung, aus der der Wind bläst.
- Norden ist „oben“ in der Windrose und entspricht 0 bzw. 360 Grad.
- Drehrichtung ist im Uhrzeigersinn.
- Osten = 90 Grad; Süden = 180 Grad; Westen = 270 Grad.

Die Eingabe der meteorologischen Daten ist unabhängig vom jeweils verwendeten Ausbreitungsmodell Gauß/TA Luft 1986 bzw. ÖNORM M 9440 oder Partikel/TA Luft. Üblicherweise werden bei Anwendungen in Deutschland DWD-Dateien eingelesen.


Für Anwendungen in Österreich wird die Verwendung von meteorologischen Daten nach ÖNORM M 9440 empfohlen.

Für Anwendungen in Belgien gelten in der Region Flandern die Ausbreitungsstatistiken nach Bultynck-Malet und in der Region Brüssel-Hauptstadt die Verwendung von meteorologischen Daten, die vom IBGE zur Verfügung gestellt werden, und deren Verwendung von IMMI direkt unterstützt wird.

Die manuelle Eingabe der Daten ist auch möglich.

Die Eingabe meteorologischer Daten erfolgt über <**Berechnung | Berechnungsparameter | ... | Parameter der Elementbibliotheken | Schadstoffe**>. In der sich dann öffnenden Eingabemaske aller Parameter für das Ausbreitungsmodell (diese Maske ist unterschiedlich je nachdem ob Gauß/TA Luft 1986 bzw. ÖNORM M 9440 oder Partikel/TA Luft ausgewählt wurde) findet sich immer eine Zeile der folgenden Form:

Abbildung 27: Auswahl zwischen Jahresstatistik und Zeitreihe und der meteorologischen Situation

Vorab kann zwischen der Eingabe einer Jahresstatistik und Zeitreihe unterschieden werden. Über die Auswahlliste **Region** lässt sich die für das aktuelle Projekt zu verwendende Meteorologiedatei einstellen. Mit dem Button  erfolgt der Aufruf der Eingabemaske zur Verwaltung der Meteorologiedateien.

4.2.1 Eingabe einer Jahresstatistik

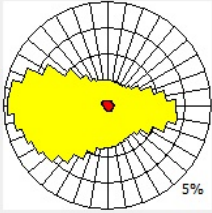
Für die Eingabe einer Jahresstatistik können folgende Parameter gesetzt werden:

Meteorologiedaten bearbeiten

Station: ANONYM Zeitraum: 01.10.1995 - 31.12.1999 Erweiterte Meteorologie-Daten

Ausbreitungsklassenmodell
 TA Luft
 ONORM M 9440
 IBGE
 Bultynck-Malet

DWD-Jahresstatistik einlesen
 DWD-Zeitreihe einlesen
 RELSTA-Jahresstatistik einlesen
 Meteorologie aus Zwischenablage



Windhäufigkeiten: Anteil der Windgeschwindigkeitsklasse 1.0 m/s (rote Fläche): 9.5%

Klasse	v/(m/s)	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	130°
I	1.0	96,0	89,0	80,0	71,0	69,0	66,0	66,0	59,0	57,0	55,0	55,0	62,0	69,0
I	1.5	107,0	105,0	101,0	94,0	91,0	89,0	89,0	85,0	80,0	75,0	73,0	78,0	87,0
I	2.0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
I	3.0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
I	4.5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
I	6.0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
I	7.5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
I	9.0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
I	12.0	105,0	110,0	117,0	110,0	110,0	110,0	130,0	137,0	133,0	117,0	96,0	89,0	89,0
II	1.0	94,0	98,0	103,0	98,0	96,0	98,0	114,0	121,0	119,0	103,0	87,0	80,0	80,0
II	1.5	98,0	110,0	114,0	117,0	117,0	133,0	158,0	178,0	176,0	158,0	137,0	121,0	123,0
II	2.0	160,0	176,0	194,0	210,0	249,0	325,0	423,0	496,0	514,0	471,0	416,0	382,0	375,0
II	3.0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

OK Abbrechen Hilfe

Abbildung 28: Eingabedialog einer Jahresstatistik

- **Station / Zeitraum:** Name des Standortes der meteorologischen Meßstation und Angabe des Messzeitraums
- **DWD-Jahresstatistik einlesen (.aks):** öffnet den Windows-Dateidialog zum Suchen und Öffnen einer Datei. Der Benutzer wählt die richtige DWD-Datei aus und IMMI liest den gesamten Datenbestand ein. Das Ergebnis wird angezeigt und kann editiert werden.
- **Erweiterte Meteorologiedatei:** Schaltet von einer simplen Einzeileneingabe in die übliche zweidimensionale und umfangreichere Tabelle für meteorologische Daten und Stabilitätsparameter um. Bei der Prognoseart Partikel/TA Luft ist die Wahl der erweiterten Meteorologie zwingend vorgeschrieben.
- **Ausbreitungsklassenmodell:** Auswahl des geeigneten Dateiformats je nach Ursprung der meteorologischen Datei.
 - Deutschland: Voreinstellung TA Luft beibehalten
 - Österreich: Umschalten auf ÖNORM M 9440
 - Belgien: je nach Anwendungsfall IBGE oder Bultynck-Malet.
- **Windhäufigkeiten:** Zweidimensionale Tabelle der Häufigkeitsverteilung der möglichen Kombinationen aus Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse.
- **Grafik in der rechten oberen Ecke:** Windrose der Häufigkeiten pro Sektor als Flächendiagramm (rot: Schwachwindsituationen bis 1,0 m/s).

Hinweis: Die Windrose kann zur Verwendung in der Projektdokumentation durch einen Klick mit der linken Maustaste in die Zwischenablage kopiert werden.

4.2.2 Eingabe einer Zeitreihe

Für die Eingabe einer Zeitreihe können folgende Parameter gesetzt werden:

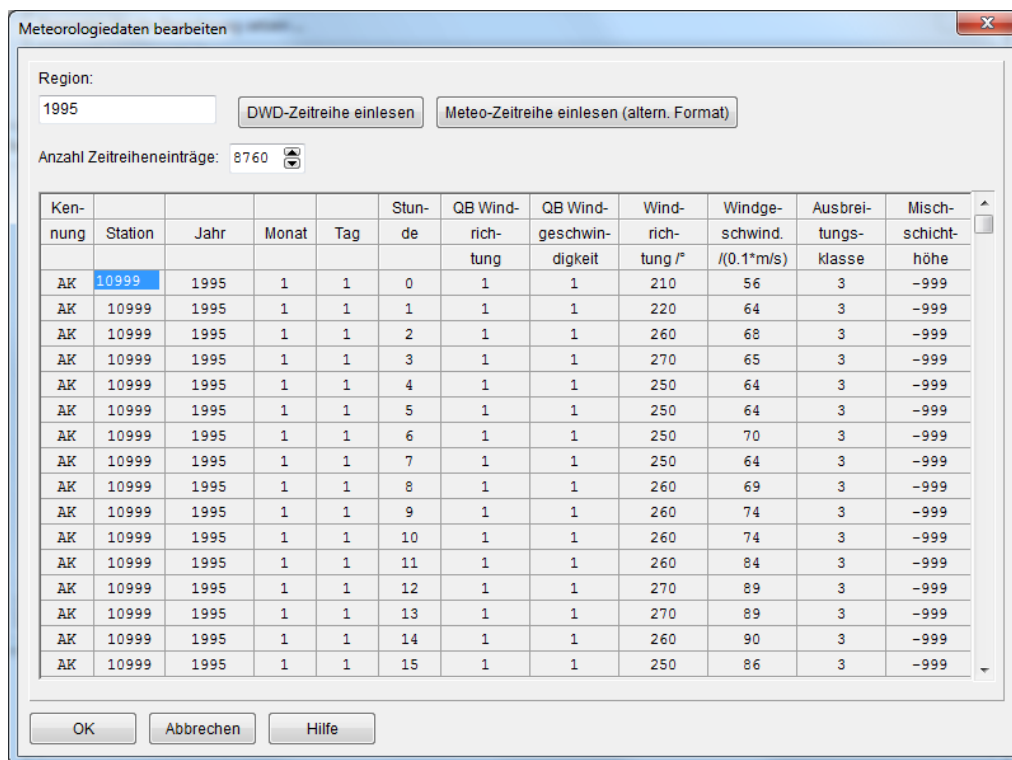


Abbildung 29: Eingabedialog einer Zeitreihe

- **Region:** Name des Standortes der meteorologischen Meßstation
- **DWD-Zeitreihe einlesen:** öffnet den Windows-Dateidialog zum Suchen und Öffnen einer Datei. Der Benutzer wählt die richtige DWD-Datei aus und IMMI liest den gesamten Datenbestand ein. Das Ergebnis wird angezeigt und kann editiert werden.
- **Meteo-Zeitreihe einlesen (alternat. Format):** öffnet den Windows-Dateidialog zum Suchen und Öffnen einer Datei. Der Benutzer wählt die richtige .ASCII-Datei aus und IMMI liest den gesamten Datenbestand ein. Das Ergebnis wird angezeigt und kann editiert werden.

4.3 Verwaltung von Meteorologiedateien

Die Verwaltung der Meteorologiedaten erfolgt in IMMI automatisch in Datenbanken. Es wird eine Datenbank für Jahresstatistiken und eine für Zeitreihen angelegt. Die Datenbanken werden automatisch im Ordner "DB" (bei Windows7 unter C:\ProgramData\IMMI\DB) angelegt. Die Jahresstatistiken sind in der Datei "POLLMET.DAT" und die Zeitreihen in der Datei "POLLMETZR.DAT" abgelegt. In diesen Datenbanken können beliebig viele Einträge verwaltet werden.

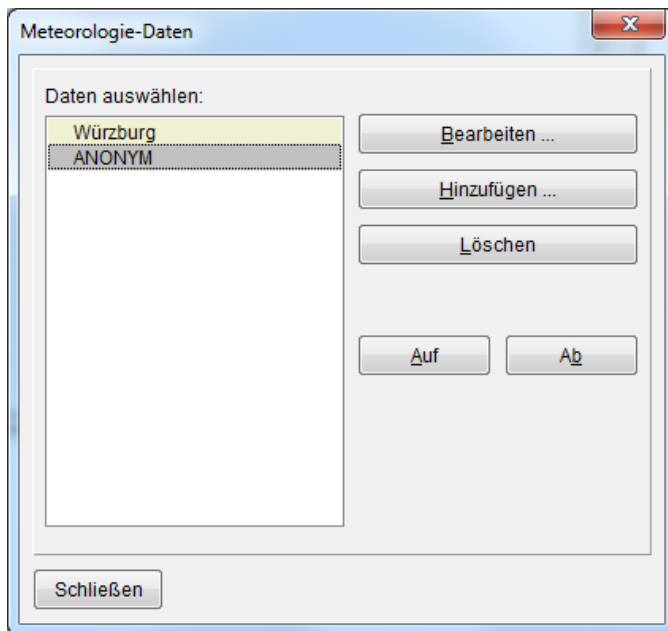


Abbildung 30: Liste der zur Verfügung stehenden Meteorologiedateien

- **Bearbeiten:** ruft den Eingabedialog für die ausgewählte (blauer Balken) meteorologische Station auf.
- **Hinzufügen:** ruft den Eingabedialog für die Eingabe einer neuen meteorologischen Station auf
- **Löschen:** löscht eine meteorologische Station aus der Liste.
- **Auf / Ab:** verschiebt die ausgewählte meteorologische Station um jeweils eine Position in der Liste nach oben oder nach unten.

Anmerkung: Mit Hilfe des Nordpfeils kann die Ausrichtung des Projektes beliebig gewählt werden. Diese Ausrichtung wird auch bei der Interpretation der meteorologischen Daten berücksichtigt. Bei Berechnungen mit dem Gauß-Modell (TA Luft 1986 und ÖNORM M 9440) bietet IMMI die volle Flexibilität. AUSTAL2000/Partikel-Modell erwartet jedoch grundsätzlich, dass Norden oben ist. Daher prüft IMMI beim Start der Ausbreitungsberechnung die Ausrichtung des Projektes. Nur wenn der Nordpfeil nach oben weist, wird die Berechnung an AUSTAL2000 übergeben. Wurde kein Nordpfeil modelliert, so ist Norden per Definition oben.

5 Immissionsberechnung



5.1 Immissionsberechnung nach Gauß/TA Luft 1986

Bei der Immissionsberechnung wird abhängig von der verwendeten Quellart und den Einstellungen im Menü **<Berechnung | Berechnungsparameter | Parameter der Elementbibliotheken | Schadstoffe >** an den Aufpunkten in der gewünschten Höhe eine oder mehrere der folgenden Größen berechnet:

- **Gasquellen:** Die Immissionskonzentration (Massenkonzentration in mm/m^3) oder ein Perzentil
- **Staub:** die Konzentration an Schwebstaub und die Staubdeposition am Boden (jeweils der IW1 (Mittelwert) und IW2 (Perzentil)).
- **Geruch:** Der Prozentteil geruchsbelastigter Stunden für Geruchsstoffquellen (Geruchshäufigkeiten in %)

Generell unterscheidet IMMI zwischen der Einzelpunktberechnung und der Rasterberechnung.

5.1.1 Einzelpunktberechnung

Zur Einzelpunktberechnung bedarf es der Definition eines oder mehrerer Rezeptoren mit dem Elementtypen  - **Immissionspunkt** aus der Standardbibliothek. Die Einzelpunktberechnung wird entweder aus dem Hauptmenü über **<Berechnung | Immissionskonzentration>** oder alternativ mittels des Buttons  aus der Speedleiste direkt unter dem Hauptmenü gestartet.

Ergebnislisten können exportiert werden: Textdateien, RTF-Dateien, Export nach MS EXCEL, MS WORD, HTML oder in die Zwischenablage sind möglich. Die Listen können auch direkt aus IMMI heraus gedruckt werden. Alle diese Funktionen (und weitere) sind über die rechte Maustaste bzw. über die Speedleiste zugänglich, sobald eine Liste angezeigt wird.

In der **Kurzen Liste** werden für jeden Immissionspunkt die Immissionskonzentration und/oder die -deposition ausgewiesen.

Table 1: Einzelpunktberechnung Gauß/TA Luft - Kurze Liste/Immissionskonzentration

Kurze Liste					
Immissionsberechnung					
Variante 0					
		I1Z NO2		I1Z SO2	
		IRW	Immiss.	IRW	Immiss.
		/(µg/m³)	/(µg/m³)	/(µg/m³)	/(µg/m³)
IPkt001	IPkt	30,00	0,66	20,00	0,42


Table 2: Einzelpunktberechnung Gauß/TA Luft - Kurze Liste/ Immissionskonzentration und Deposition

Kurze Liste									
Immissionsberechnung									
Schadstoffe									
		I1Z Konz.		I2Z Konz.		I1Z Depos.		I2Z Depos.	
		IRW	Immiss.	IRW	Immiss.	IRW	Immiss.	IRW	Immiss.
		/(µg/m³)	/(µg/m³)	/(µg/m³)	/(µg/m³)	/(mg/m²d)	/(mg/m²d)	/(mg/m²d)	/(mg/m²d)
IPkt001	MP 1	20,00	1,49	0,00	33,47	0,00	2,29	0,00	50,03
IPkt002	MP 2	20,00	0,72	0,00	19,85	0,00	1,01	0,00	26,60

5.1.2 Rasterberechnung

Die Rezeptoren sind in einem Raster mit konstanter Schrittweite angeordnet. Die Schrittweiten entlang der x-Achse und der y-Achse können unterschiedlich sein, bleiben aber in Achsenrichtung konstant. Raster werden vom Benutzer über das Menü **<Berechnung | Definition | Rechengebiete>** definiert.

Das Resultat einer Rasterberechnung ist eine flächenhafte Darstellung eines Konzentrations- oder Depositionsfeldes im Arbeitsbereich. Die Ausdehnung des berechneten Feldes wird durch die Definition der Rasterabmessungen bestimmt.

Die Rasterberechnung wird entweder aus dem Hauptmenü über <Berechnung | Rasterberechnung> oder mittels des Buttons  in der Speedleiste gestartet.

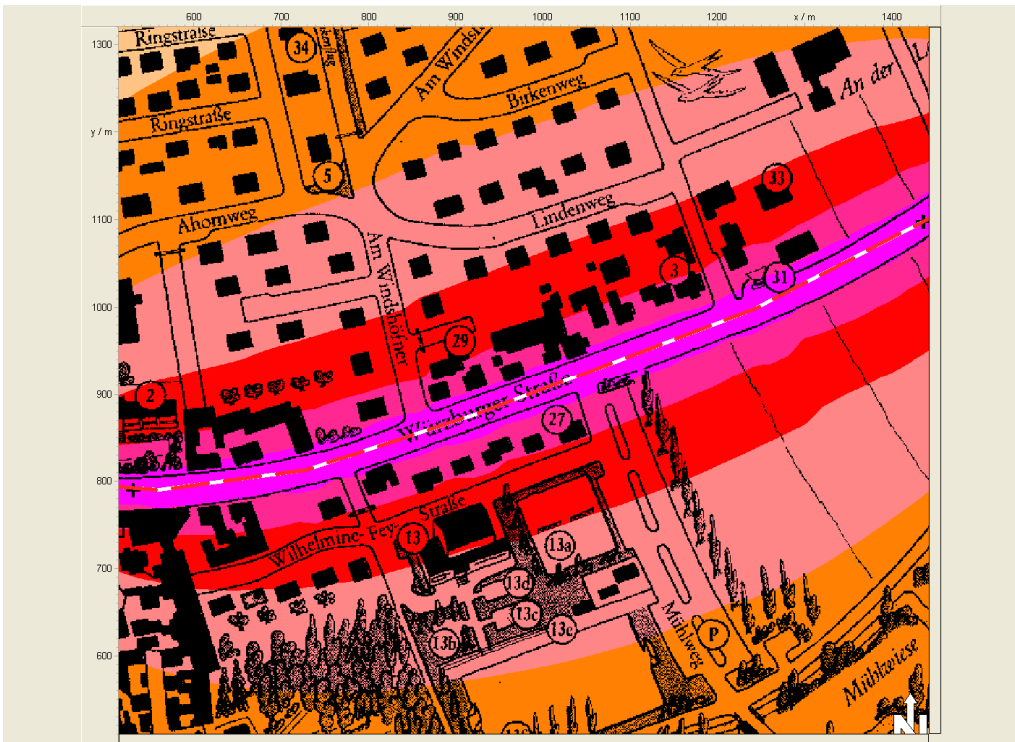


Abbildung 31: Immissionsraster

5.2 Immissionsberechnung nach Gauß/ÖNORM M 9440

Die Immissionsberechnung erfolgt im Wesentlichen wie die Berechnung nach Gauß/TA Luft 1986. Ausführliche Informationen dazu finden Sie im Kapitel *Immissionsberechnung nach Gauß/TA Luft 1986* (siehe Seite 53).

5.2.1 Einzelpunktberechnung nach ÖNORM M 9440

Für Einzelpunktberechnungen wurde die Matrixliste gemäß den österreichischen Anforderungen eingeführt. Hier wird für jede Schadstoffart und jeden Aufpunkt eine eigene Tabelle generiert, die die Immissionskonzentration des betreffenden Stoffes in Abhängigkeit von der Ausbreitungsklasse und der Windgeschwindigkeit zeigt.

Table 3: Einzelpunktberechnung Gauß/ÖNORM M 9440 - Matrixliste

IPkt001 »	IPkt		x = 336,1 m y = 610,7 m z = 2,0 m											
I1Z NO2			Variante 0								(Werte in µg/m³)			
Ausbreitungs- klasse	Kalmen	1 m/s	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	12 m/s		
Klasse 2	212,0	141,3	94,2	70,7	47,1	31,4	23,6	18,8	15,7	11,8	0,0	0,0		
Klasse 3	376,3	250,9	167,2	125,4	83,6	55,7	41,8	33,4	27,9	20,9	0,0	0,0		
Klasse 4	473,5	315,7	210,4	157,8	105,2	70,1	52,6	42,1	35,1	26,3	0,0	0,0		
Klasse 5	535,7	357,1	238,1	178,6	119,0	79,4	59,5	47,6	39,7	29,8	0,0	0,0		
Klasse 6	499,1	332,8	221,8	166,4	110,9	73,9	55,5	44,4	37,0	27,7	0,0	0,0		
Klasse 7	115,8	77,2	51,5	38,6	25,7	17,2	12,9	10,3	8,6	6,4	0,0	0,0		
Klasse 8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		

Hinweis: Die Matrixliste wird nur bei Gas-Berechnungen angezeigt.

5.2.2 Rasterberechnung nach ÖNORM M 9440

Die Vorgehensweise bei der Rasterberechnung entspricht der Berechnung nach Gauß/TA Luft 1986. Ausführliche Informationen finden Sie im Kapitel *Immissionsberechnung nach Gauß/TA Luft 1986* (siehe Seite 53).

5.3 Immissionsberechnung nach Partikel/TA Luft 2002

In der Prognoseart Partikel/ TA Luft werden grundsätzlich Rasterberechnungen durchgeführt.

Die Vorgehensweise bei der Rasterberechnung entspricht im Wesentlichen der Berechnung nach Gauß/TA Luft 1986, siehe Kapitel *Immissionsberechnung nach Gauß/TA Luft 1986* (siehe Seite 53).

AUSTAL2000 berechnet für alle Schadstoffarten den Jahresmittelwert (j00). Bei einigen Schadstoffen werden zusätzliche Parameter berechnet. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht aller berechneten Parameter.

Tabelle 1: Übersicht der Rasterergebnisse mit Dateinamen

Schadstoff	Mittelungszeit			Rasterdatei in AUSTAL2000
	Jahr	Tag	Stunde	
SO ₂	j00	t00 t03	s00 s24	so2-j00z.dmna/ so2-t00.dmna/ so2-s00z.dmna so2-t03.dmna/ so2-s24z.dmna
NO ₂	j00		s00 s18	no2-j00z.dmna/ no2-s18z.dmna no2-s00z.dmna
NO _x	j00			nox-j00z.dmna
PM	j00 dep	t00 t35		pm-j00z.dmna/ pm-depz.dmna/ pm-t35z.dmna / pm-t00z.dmna
NH ₃	j00 dep			nh3-j00z.dmna/ nh3-depz.dmna
xx (= Jokergas)	j00 dep			xx-j00z.dmna/ xx-depz.dmna
Odor (= Unbewerteter Geruchsstoff)	j00			odor-j00z.dmna
Odor_nnn (=Bewerteter Geruchsstoff)	j00			odor_nnn-j00z.dmna

Erläuterung:

j00: Jahresmittelwert der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit

dep: Jahresmittel der Deposition

tnn: Maximales Tagesmittel mit nn Überschreitungen

snn: Maximales Stundenmittel mit nn Überschreitungen

Die bewerteten Geruchsstoffe werden nach Tierarten (siehe GIRL 2008) unterteilt.

Tabelle 2: Bewertungsfaktoren für Gerüche


Stoffname	Bewertungsfaktor	Tierart
odor_040	0,40	für Baden-Württemberg: Milchkühe mit Jungtieren
odor_050	0,50	Milchkühe mit Jungtieren
odor_060	0,60	für Baden-Württemberg: Mastschweine, Sauen
odor_075	0,75	Mastschweine, Sauen
odor_100	1,00	für Baden-Württemberg: Mastgeflügel
odor_150	1,50	Mastgeflügel

Für jeden Schadstoff wird eine Rasterschicht berechnet. Die Einheiten der Rasterschichten unterscheiden sich nach dem berechneten Schadstoff.

Tabelle 3: Einheiten der Schadstoffarten

Schadstoff	Einheit
Gase (z.B. SO ₂)	µg/m ³
Staub (z.B. PM ₁₀)	kg/(ha*a)
Geruch	Geruchshäufigkeit/%

5.3.1 Einzelpunktberechnung von Partikeln

Innerhalb des Partikelmodells ist eine explizite Einzelpunktberechnung nicht möglich. Allerdings werden Einzelpunktberechnungen automatisch in die Rasterberechnung integriert, falls im Modell Elemente vom Typ Immissionspunkt modelliert sind. In diesem Fall führt AUSTAL2000 für alle Einzelpunkte automatisch eine Einzelpunktberechnung durch. Die Ergebnisse sind am Ende des Berechnungsprotokolls (austal2000.log) enthalten, das zusammen mit dem Ergebnisraster abgespeichert wird. Die austal2000.log-Datei ist im gleichen Verzeichnis wie die IMMI-Projekt-Datei abgespeichert. Diese Datei kann jederzeit über den  – Button in der Werkzeugkiste aufgerufen werden.

Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung
=====
=====
PUNKT 01 02 03
xp 0 635 754
yp 0 794 856
hp 2.0 2.0 2.0
-----+-----+-----+-----+-----+-----
SO2 J00 4.5 276.6 285.0 µg/m ³
SO2 S24 273 2273 2068 µg/m ³
SO2 S00 852 3077 3074 µg/m ³
-----+-----+-----+-----+-----+-----
NO2 J00 3.3 207.4 213.8 µg/m ³
NO2 S18 239 1753 1666 µg/m ³
NO2 S00 639 2308 2306 µg/m ³
-----+-----+-----+-----+-----+-----
BZL J00 0.11 6.91 7.13 µg/m ³
-----+-----+-----+-----+-----+-----
PM DEP 0.0000 0.0011 0.0011 g/(m ² *d)
PM J00 0.0 1.2 1.3 µg/m ³

Die Punkte in AUSTAL2000 werden automatisch durchnummeriert, dabei entspricht der Punkt 02 in AUSTAL2000 dem Immissionspunkt mit der Elementnummer IPKT0001 in IMMI usw.. Der Punkt 01 dient zur Vorgabe der Rasterhöhe und ist immer in der linken unteren Ecke des Rechengebietes.

Zu jedem Punkt werden die Koordinaten in x- und y-Richtung aufgelistet, sowie die Höhe und die Ergebnisse der verschiedenen Schichten (z. B. SO₂ J00 usw.).

[xp, yp, hp]

Hinweis: Es können maximal 19 Immissionspunkte definiert werden.

5.3.2 Rasterberechnung

Zur Vorbereitung der Immissionsrasterberechnung ist zunächst festzulegen, in welchem Bereich das Raster zu berechnen ist, welche Schrittweite gewählt werden soll und welche relative Höhe zum Gelände zu berücksichtigen ist.

Die Definition des Rasters erfolgt im Menü <**Berechnung** | **Definition** | **Rechengebiete**> und muss vor jeder Berechnung durchgeführt werden.

Die Berechnung erfolgt im externen Rechenkern AUSTAL2000. Während der Berechnung wird die Ausgabe von AUSTAL2000 von IMMI übernommen und der Fortschritt der Berechnung im Rechenfenster angezeigt.

Die Abmessungen des Rasterbereiches werden an den Rechenkern AUSTAL2000 über die austal2000.log-Datei übergeben.

Hinweis: Bei der Rasterberechnung kann die relative Höhe des zu berechnenden Rasters eingestellt werden. IMMI wählt zu der gewünschten Höhe die von AUSTAL2000 vorgegebene Grenzschicht aus. Die Grenzschichthöhen /m in AUSTAL2000 sind dabei wie folgt:
0 3 6 10 16 25 40 65 100 150 200 300 400 500 600 700 800 1000 1200 1500.

[hp]

Beispiel: Bei einer festgelegten Rasterhöhe von relativ 2,99 m in IMMI wird in AUSTAL2000 die 1. Grenzschicht „0“ verwendet. Ab 3,00 m wird die 2. Grenzschicht „3“ verwendet.

Nach Ende der Berechnung schreibt AUSTAL2000 einen Bericht in die austal2000.log-Datei. IMMI öffnet diese Datei und zeigt den Inhalt auf dem Bildschirm an:

```

AUSTAL 2000: Protokoll der Rasterberechnung
2013-09-27 12:27:22
TalServer: C:\Users\WmsCluster.WOELFEL\Documents\H50A95C_mit Gelände

Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.5.1-WI-x
Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2011
Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2011

Arbeitsverzeichnis: C:\Users\WmsCluster.WOELFEL\Documents\H50A95C_mit Gelände

Erstellungsdatum des Programms: 2011-09-12 15:49:55
Das Programm läuft auf dem Rechner "IMMICLUSTER01".
===== Beginn der Eingabe =====
> tj "H50A95C_Gelände"
> az "C:\Users\WmsCluster.WOELFEL\Documents\H50A95C_mit Gelände\laustal2000.akterm"
> gh "C:\Users\WmsCluster.WOELFEL\Documents\H50A95C_mit Gelände\laustal2000.top"
> gx 4601540.00 ' Nullpunkt Rechtswert
> gy 5399140.00 ' Nullpunkt Hochwert
> xa 2860.0 ' Anemometerposition
> ya 2860.0
> ha 10.0
> qs -2
> os NESTING
> x0 2340.00 1636.00 484.00
> y0 2140.00 1436.00 284.00
> z0 22.00 84.00 136.00

```

Abbildung 32: AUSTAL2000.log wird automatisch in IMMI nach Ende der Rasterberechnung angezeigt

Die Ausgabedatei (austal2000.log-Datei) sowie die berechneten Rasterschichten (.dmna), finden Sie in dem AUSTAL2000-Rechenverzeichnis, wo Sie Ihr IMMI-Projekt abgespeichert haben.

Hinweis: Die Eingabedatei (austal2000.txt), die AUSTAL2000 für die Berechnung benötigt, finden Sie ebenfalls in diesem Verzeichnis. Hier können Sie gern noch einmal Ihre Eingabedaten überprüfen.

5.3.2.1 Definition eines Rechengebietes

Die Definition eines Rechengebietes erfolgt im Menü <**Berechnung** | **Definition** | **Rechengebiete**>.

Abbildung 33: Definition eines Rechengebietes

- **Bezeichnung:** Name des Rechengebietes
- **Schrittweite dx/m / dy/m:** Eingabe der konstanten Schrittweite in x- und y-Richtung.
- **Bereich:** Der Bereich, in dem das Raster berechnet werden soll, kann auf verschiedene Weise festgelegt werden:
 - **Arbeitsbereich:** Das Raster umfasst generell den gesamten Arbeitsbereich, d.h., bei Änderungen des Arbeitsbereichs werden die Rasterabmessungen automatisch angepasst.
 - **Rechteck:** Das Raster wird in einem Rechteck-Bereich berechnet, der durch die Eingabefelder **Von ... bis ...** festgelegt ist. Die Eingabe der Werte manuell oder interaktiv erfolgen. Bei Interaktiver Festlegung geht man wie folgt vor: Im Lageplan wird ein Zoom auf den gewünschten Ausschnitt durchgeführt. Anschließend werden die entsprechenden Grenzen durch Drücken der Schaltfläche **Planausschnitt übernehmen** übernommen.

Weitere Hilfsfunktionen, wie **Raster an Fixpunkt ausrichten**, **Kopieren von ...** und **Umgriff markieren** stehen zum Festlegen der Rechengrenzen zur Verfügung. Eine ausführliche Beschreibung finden Sie in der IMMI-Online-Hilfe.

[x_0, y_0 (= Linke untere Ecke des Rechengebietes), dd]

Hinweis: Ohne Gebäude wird normalerweise mit einem Rechnetz gearbeitet. Die Festlegung erfolgt wie oben beschrieben.

Eine weitere Möglichkeit zur Definition von Rechengebieten ist die Verwendung der Funktion **Geschachteltes Rechnernetz**, die Rechnernetze gemäß der TA Luft automatisch bestimmt. Die vollständige Funktionalität ist im nächsten Abschnitt beschrieben.

5.3.2.2 Geschachtelte Rechnernetze

Für Rasterberechnungen wird der zu berechnende Bereich manuell mit einer konstanten Schrittweite festgelegt.

Bei Berechnungen mit Gebäuden, Gelände bzw. mehreren Quellen ist diese Vorgehensweise unzweckmäßig. In der Nähe von Quellen und Gebäuden sollte mit einem feinmaschigeren Netz gerechnet werden als im weiter entfernten Bereich. Ausführliche Informationen dazu sind im Handbuch zu AUSTAL2000 (siehe IMMI-Installationsverzeichnis, Unterordner AUSTAL2000), im Kapitel 3.8 zu finden.

Die Festlegung von Rechnernetzen erfolgt über den Schalter **Geschachteltes Rechnernetz** im Menü **<Berechnung | Definition | Rechengebiete>**.

Beim ersten Start des Dialogs für das geschachtelte Rechnernetz, ist die Funktion Geschachteltes Rechnernetz aktivierbar. Durch Setzen der Funktion **Automatische Netzschachtelung** werden Rechnernetz gemäß TA Luft generiert.

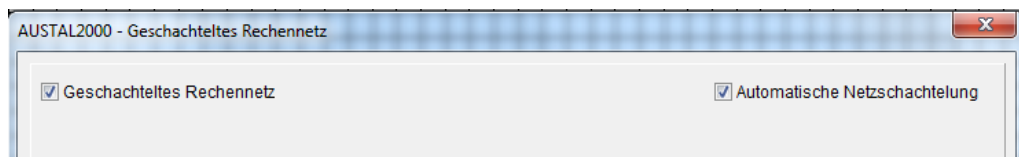


Abbildung 34: Aktivieren der Funktion zum Setzen von mehreren Rechnernetzen

Wird die Funktion Automatische Netzschtelung deaktiviert, erweitert sich der Dialog, um die generierten Netze anzuzeigen. Dabei ermittelt IMMI zunächst automatisch die Parameter gemäß TA Luft und gemäß der Randbedingungen von AUSTAL2000.

Netz	x0	y0	dd	nx	ny	x1	y1
1:	901854	5674310	4	47	55	902040	5674526
2:	901766	5674254	8	45	47	902120	5674622
3:	901590	5674078	16	45	47	902296	5674814
4:	901462	5673950	32	31	33	902424	5674974

Abbildung 35: Anzeige der Abmessungen der einzelnen Netze

- **Vorgabe gemäß TA Luft:** Die automatische Bestimmung der Parameter entspricht diesem Button.
- **Rastergrenzen aus Nutzgebiet:** öffnet einen Dialog, in dem man ein modelliertes Nutzungsgebiet als Vorgabe für die Rastergrenzen ausgewählt werden kann. IMMI berechnet hieraus die optimalen Rastergrenzen unter Berücksichtigung der Randbedingungen der TA Luft sowie AUSTAL2000. Die Raster sind auch bei unregelmäßig geformten Nutzungsgebieten achsenparallele Rechtecke.
- **Rastergrenzen aus Planausschnitt/Arbeitsbereich:** Abhängig davon, ob der Lageplan den gesamten Arbeitsbereich oder einen Ausschnitt darstellt, werden aus diesen Grenzen die Rechennetze bestimmt.

Hinweise:

Bei entsprechender Modellierung des Nutzungsgebiets kann ein größeres Rechengebiet resultieren als TA Luft bzw. AUSTAL2000 fordern.

Bei ungünstiger Wahl des Nutzungsgebiets kann das resultierende Rechengebiet wesentlich größer als erwartet sein.

Achten Sie darauf, dass in jedem Rechennetz die Anzahl der Rasterschritte nx bzw. ny den Wert 300 nicht überschreitet. AUSTAL2000 kann keine größeren Netze verarbeiten.

Die durch den Automatismus erzeugten Parameter für die Netzschtelung lassen sich anschließend manuell übersteuern. Dazu lässt sich für jede Netzebene die linke untere Ecke (x0,y0) festlegen. Für das erste Netz kann auch die Gitterschrittweite (dd) gewählt werden. Die

Gitterschrittweiten der äußeren Netze folgen daraus automatisch (Verdopplung der Schrittweite des jeweils nächstgrößeren Netzes).

Der jeweilige rechte obere Rand kann nicht unmittelbar eingegeben werden, sondern über die Festlegung der Anzahl von Gitterpunkten n_x bzw. n_y .

Entsprechend der Vorgabe von AUSTAL2000 müssen n_x und n_y ungeradzahlig sein.

Beim Abschließen des Dialogs führt IMMI einen Konsistenzcheck gegenüber AUSTAL2000 durch.

[**os**, **x0**, **y0**, **dd**, **n_x** , **n_y**]

Hinweise:

AUSTAL2000 empfiehlt ausdrücklich, für die Rastergrenzen sowie die Gitterschrittweite ganzzahlige Werte zu verwenden. Deshalb lässt IMMI nur die Eingabe ganzzahliger Werte zu.

Es können maximal 8 Netze angegeben werden.

Die von AUSTAL2000 festgelegten Rechennetze [**x_0** und **y_0**] und Rasterschrittweite [**dd**] wird in der `austal2000.log`-Datei dokumentiert (siehe folgendes Beispiel):

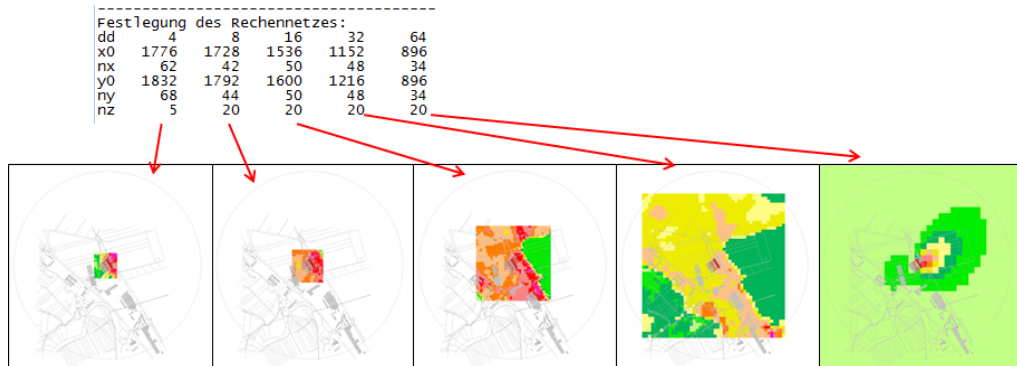


Abbildung 36: Tabellarische und grafische Ausgabe der Rechengebiete und Ergebnisse

5.3.2.3 Statistische Unsicherheit

Kann für die betreffende Größe die statistische Unsicherheit berechnet werden, dann wird für jede Rasterschicht eine separate Datei mit der Bezeichnung **s** abgespeichert, z. B. `so2-j00s.dmna`.

Diese Dateien können über das Menü zur Rasterberechnung **<Extras: Rasterberechnung | Import | AUSTAL2000-Raster (Statistik)>** importiert werden.

Hinweis: Bei Geruchsberechnungen wird nicht der relative Fehler, sondern der absolute Fehler, angegeben. Der relative Fehler muss also noch bestimmt werden.

Ausführliche Informationen zur Berechnungen der statistischen Unsicherheit finden Sie im Handbuch zu AUSTAL2000 (`austal2000.pdf`), welches im IMMI-Installationsverzeichnis mitgeliefert wird.

5.3.2.4 Geländesteilheit

Die Geländesteilheit wird in der austal2000.log-Datei dokumentiert und als Datei (zg00_s.dmna) ausgegeben. Folgender Satz wird beispielsweise ausgegeben:

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

Die Geländesteilheit über das gesamte Rechengebiet kann in IMMI visualisiert werden. Über das Menü der Rasterberechnung unter <Extras: Rasterberechnung | Import | AUSTAL2000-Einzelraster> kann die Rasterdatei für die Geländesteilheit (zg00_s.dmna) importiert werden.

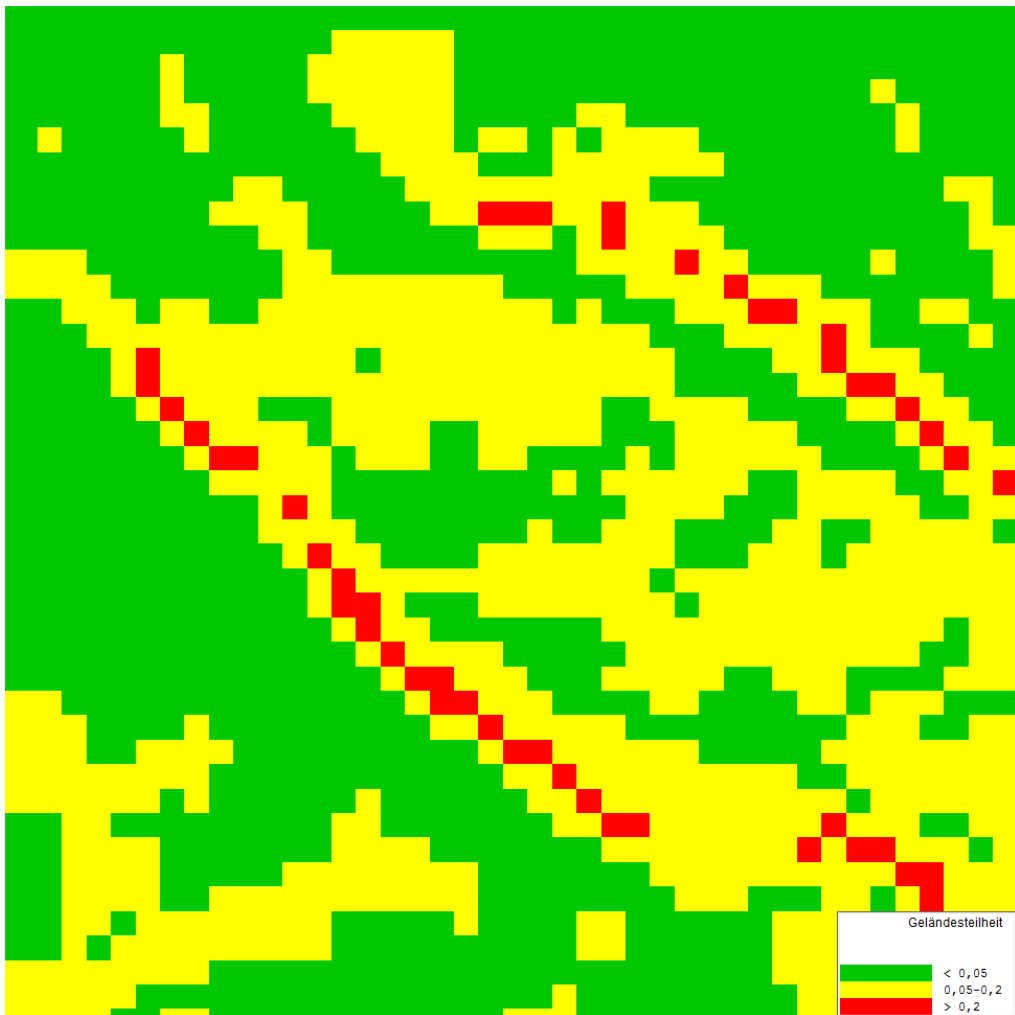


Abbildung 37: Beispiel: Anzeige der Geländesteilheit

Eine vordefinierte Farbskala **Geländesteilheit** ist bei der Auswahl der Farbskalen verfügbar.

6 Auswertung von Rastern - Konfliktplan

Über den Menüpunkt <Berechnung | Extras: Rasterberechnung | Kalkül | Auswerten | Konfliktplan für Schadstoffe> können Konfliktpläne für Luftschadstoffraster erstellt werden. Hierbei werden die errechneten Immissionskonzentrationen bzw. Staubdepositionen mit den jeweiligen Richtwerten verglichen.

Für Berechnungen nach **Gauß/TA Luft 1986 und ÖNORM M 9440** werden die Immissionsrichtwerte im Menüpunkt < Berechnung | Berechnungsparameter | Parameter für Elementbibliotheken | Schadstoffe > festgelegt.

Für Berechnungen nach **Partikel/TA Luft 2002** wird die Anzahl der Überschreitungen automatisch berechnet, siehe *Immissionsberechnung nach Partikel/TA Luft* (im Kapitel "*Immissionsberechnung nach Partikel/TA Luft 2002*" siehe Seite 56).

In der folgenden Grafik wird ein Konfliktplan für SO_2 (= Immissionskonzentration – Richtwert) dargestellt. Die Gebiete, in denen der Richtwert überschritten ist, werden farblich gekennzeichnet.

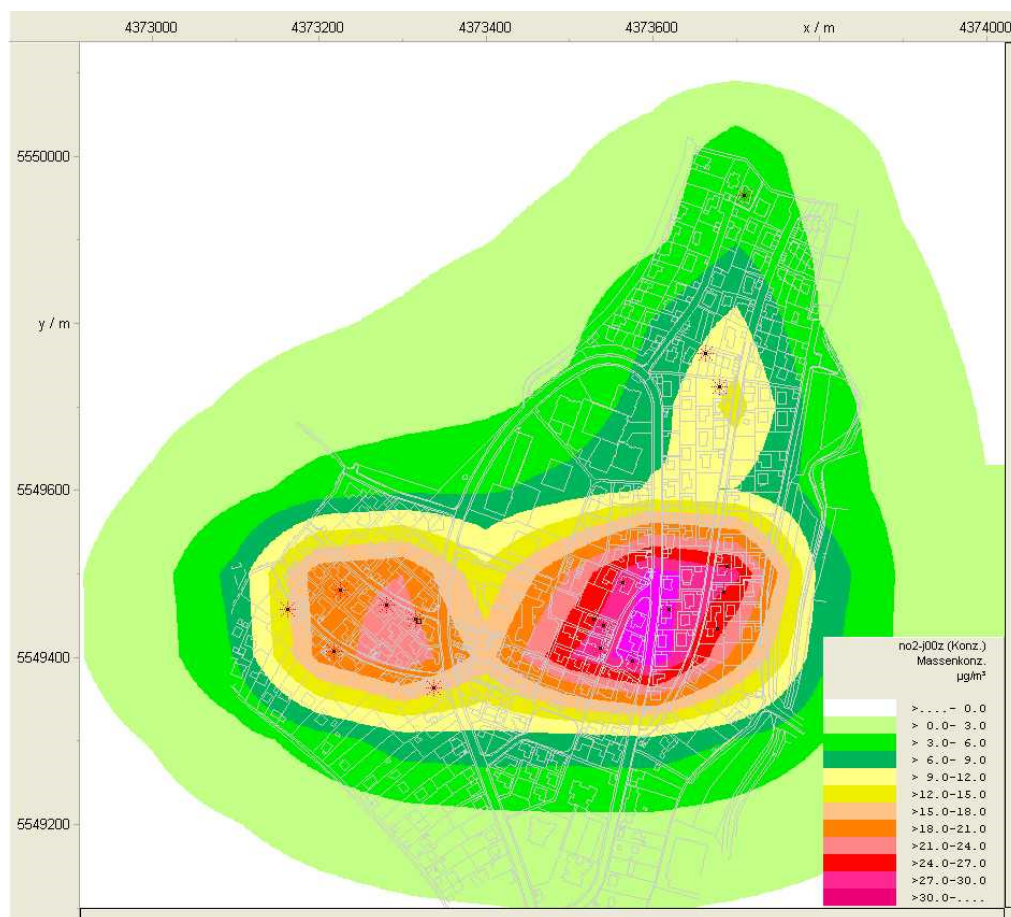


Abbildung 38: Konfliktplan für SO_2

6.1 Bestimmung maximaler Halbstundenmittelwerte gemäß ÖNORM M 9440

Im Anhang A der ÖNORM M 9440, Bild A.2, wird der Zusammenhang zwischen dem maximalen Halbstundenmittelwert und dem 95-Perzentil - getrennt für Sommer und Winter - grafisch dargestellt.

Im Menü <Extras: Rasterberechnung | Kalkül | Auswerten > unter der Funktion **Auswerten** und **Operation auswählen** finden Sie die Funktion zur Bestimmung der Halbstundenmittelwerte für Sommer und Winter.

6.2 Bestimmung von Überschreitungshäufigkeiten gemäß TA Luft 2002

6.2.1 Überschreitungshäufigkeiten für PM₁₀

Nach TA Luft 2002 darf der Tagesmittelwert der PM₁₀-Konzentration von 50 µg/m³ maximal 35-mal im Jahr überschritten werden. Im Menü <Extras: Rasterberechnung | Kalkül | Auswerten | **PM10: Anzahl 24h-Wert > 50 µg/m³** > wird die Anzahl der zulässigen Überschreitungen unter Verwendung des folgenden *Diagramms*² bestimmt und ausgegeben.

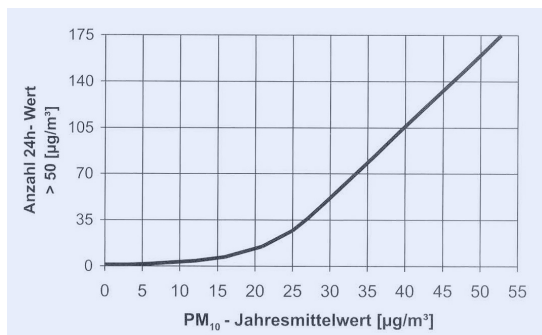


Abbildung 39: Diagramm zur Bestimmung der Überschreitungshäufigkeiten für PM10

Hinweis: Bei Berechnungen nach Partikel/TA Luft (AUSTAL2000) wird die Überschreitungshäufigkeit für PM₁₀ automatisch mit berechnet. Das Ergebnis finden Sie in der Rasterschicht „pm-t35z.dmna“.

² Merkblatt über Luftverunreinigung an Straßen ohne oder mit lockerer Bebauung - MLuS 2002, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2002

6.2.2 Überschreitungshäufigkeiten für NO₂

Nach TA Luft 2002 darf der Stundenmittelwert für NO₂ von 200 µg/m³ maximal 18-mal im Jahr überschritten werden. Im Menü <Extras: Rasterberechnung | Kalkül | Auswerten | NO₂: Anzahl 1h-Wert > 200 µg/m³> wird die Anzahl der zulässigen Überschreitungen unter Verwendung des folgenden **Diagramms**³ bestimmt und ausgegeben.

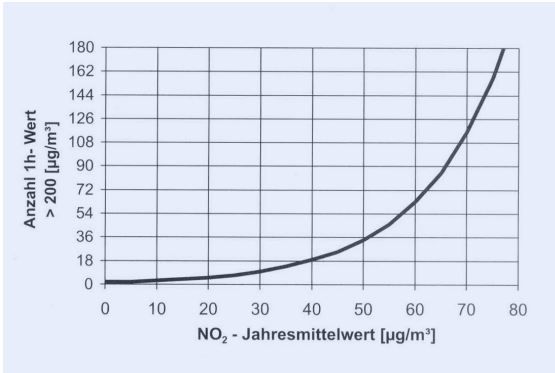


Abbildung 40: Diagramm zur Bestimmung der Überschreitungshäufigkeiten für NO₂

Hinweis: Bei Berechnungen nach Partikel/TA Luft (AUSTAL2000) wird die Überschreitungshäufigkeit für NO₂ automatisch mit berechnet. Das Ergebnis finden Sie in der Rasterschicht „no2-s18z.dmna“.

6.2.3 Überschreitungshäufigkeiten für SO₂

Nach TA Luft 2002 darf der Stundenmittelwert für SO₂ von 350 µg/m³ maximal 24-mal im Jahr ebenso das Tagesmittel von 125 µg/m³ maximal 3-mal im Jahr überschritten werden.

Hinweis: Bei Berechnungen nach Partikel/TA Luft (AUSTAL2000) wird die Überschreitungshäufigkeit für SO₂ automatisch mit berechnet. Das Ergebnis finden Sie in der Rasterschicht „so2-t03z.dmna“ (Überschreitung Tagesmittel) bzw. „so2-s24z.dmna“ (Überschreitung Stundenmittel).

³ Merkblatt über Luftverunreinigung an Straßen ohne oder mit lockerer Bebauung - MLuS 2002, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2002

7 Fehlerbetrachtung

Die Ausgabedateien austal2000.log und taldia.log, die automatisch angezeigt werden, wenn die Berechnung nicht startet, listen am Ende verschiedene Meldungen auf.

Die häufigsten Meldungen werden in der folgenden Tabelle aufgelistet und erläutert.

Fehlermeldung (taldia.log):

*** Es sind höchstens 20 Monitorpunkte zulässig!
(TalInp.TipCheck.241)

Erläuterung / Hinweise zur Behebung:

Es dürfen maximal 19 Immissionspunkte im Projekt angelegt werden. 1 Immissionspunkt ist für die Rasterberechnung vorbelegt.

---> <Projekt | Elemente>

Fehlermeldung (taldia.log):

*** Der Parameter "ya" darf nicht in Absolutkoordinaten angegeben sein!
(TalInp.TipCheck.240)

Erläuterung / Hinweise zur Behebung:

Die Position des Anemometers (ya) muss in relativen Koordinaten angegeben werden, d.h. die Lage im Arbeitsbereich angeben.

--> < Berechnung | Berechnungsparameter | ... | Parameter für Elementbibliotheken | Schadstoffe >

Fehlermeldung (taldia.log):

Die Höhe hq der Quelle 1 hat einen unzulässigen Wert (>300m)!

Erläuterung / Hinweise zur Behebung:

Die Höhe der Quelle ist zu hoch und muss geändert werden.

--> <Projekt | Elemente>

Fehlermeldung (taldia.log):

*** Ungeeignetes Windfeld G:/Denise/KUNDENPROJEKTE/S12-732_Axis/2009-08-12/work/./lib/w1001a00.arr (Va=0.13)!

(TALdia.WND:ClcUref.6)

*** Can't set uref!

(TALdia.ClcWnd.91)

*** Internal error!

(TALdia.TwnServer.65)

Erläuterung / Hinweise zur Behebung:

Die Position des Anemometers (ya) liegt in der Nähe von Quellen bzw. Gebäuden. Es empfiehlt sich das Anemometer an den Rand des Projektes zu setzen.

--> <**Berechnung** | **Berechnungsparameter** | ... | **Parameter für Elementbibliotheken** | **Schadstoffe**>

Fehlermeldung (taldia.log):

*** DMK: SOR konvergiert nicht.

(TalDMK.calculateWField.12)

*** Can't calculate dmk field!

(TALdia.ClcDMK.3)

*** Can't calculate dmk field!

(TALdia.ClcWnd.51)

Erläuterung / Hinweise zur Behebung:

Die Meldung tritt bei Berechnung mit Gebäuden auf. Die Rasterschrittweite ist so grob, dass alle Gebäude durch die Maschen fallen (siehe volout00.dmn). TALdia stolpert dann, weil es mit Gebäuden rechnen soll, obwohl effektiv gar keine vorhanden sind. Für eine sachgerechte Behandlung der angegebenen Gebäude muß eine deutlich feinere Schrittweite gewählt werden.

--> siehe <**Berechnung** | **Definition** | **Rechengebiete**>

Fehlermeldung (taldia.log):

*** improper wind field ($|V_s| > 50.0$)!

(TalPrf.Clc3dMet.4)

*** can't calculate profile array!

(TalPrf.PrfServer.14)

*** error in server for prfa000.arr!

(TalTmn.TmnMake.6)

Erläuterung / Hinweise zur Behebung:

Die Meldung besagt, dass in mindestens einer Gitterzelle die Geschwindigkeitskomponente durch den Boden der Zelle einen Betrag größer 50 m/s aufweist. Das ist in der Regel ein Hinweis darauf, dass etwas in den Eingabedaten oder der Anwendung des Windfeldmodells nicht stimmt.

Ursache ist vermutlich die Steigung des Geländes, die am unteren Rechenrand mit Werten über 1:1 weit außerhalb des Anwendungsbereiches für das Modell liegt (1:5 nach TA Luft). Auffallend an den Daten ist, dass dies gerade die letzte Zeile der Geländedatei betrifft.

Fehlermeldung (taldia.log):

Rechengebiet: 4428342 < x < 4430518, 5394370 < y < 5396546

Geländedatei: 4428462 < x < 4430494, 5394362 < y < 5396394

*** Das Rechengebiet liegt nicht im digitalisierten Bereich!

(TalInp.makeSurface.4)

*** Ein Geländeprofil für Netz 3 konnte nicht erstellt werden!

(TalInp.TipCheck.211)

Erläuterung / Hinweise zur Behebung:

Diese Meldung erscheint hauptsächlich bei der Verwendung von geschalteten Netzen für die Berechnung.

Rechengebiet und Geländedatei haben nicht die gleichen Abmessungen.

Es ist darauf zu achten, dass der Arbeitsbereich des Projekts groß genug ist. Im Fehlerfall weist IMMI auf diesen Umstand hin mit dem zusätzlichen Hinweis, dass die von AUSTAL2000 gesetzten Rastergrenzen (und damit vorausgesetzten Grenzen des Arbeitsbereichs) in "taldia.log" dokumentiert sind.

8 Anhang

8.1 Abkürzungsverzeichnis der Luftschadstoffe

Abkürzung	Schadstoff		
	Deutsch	Englisch	Französisch
SO ₂	Schwefeldioxid	sulphur dioxide	dioxyde de soufre
NO _x	Stickstoffoxide	nitrogen oxide	oxyde d'azote
NO	Stickstoffmonoxid	nitrogen monoxide	monoxyde d'azote
NO ₂	Stickstoffdioxid	nitrogen dioxide	dioxyde d'azote
Bzl	Benzol	benzene	benzène
TCE	Tetrachlorethan	trichloroethylene	trichloroéthane
F	Fluorwasserstoff	hydrogen fluoride	fluorhydrique
NH ₃	Ammoniak	ammonia	ammoniac
PM	Schwebstaub	particulate matter	particules en suspension
As	Arsen	arsenic	arsenic
Pb	Blei	lead	plomb
Cd	Kadmium	cadmium	cadmium
Ni	Nickel	nickel	nickel
Hg	Quecksilber	mercury	mercure
Tl	Thallium	thallium	thallium
Xx	Jokergas	free user-defined gas	gas au choix de l'utilisateur
COV	VOC Flüchtige organische Verbindungen	VOC volatile organic compounds	COV composés organiques volatils
CH ₄	Methan	methane	méthane
CO	Kohlenstoffmonoxid	carbon monoxide	monoxyde de carbone
CO ₂	Kohlenstoffdioxid	carbon dioxide	dioxyde de carbone
N ₂ O	Distickstoffmonoxid	dinitrogen oxide	protoxyde d'azote
HAP	PAK polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	PAH polycyclic aromatic hydrocarbon	HAP hydrocarbures aromatiques polycycliques

8.2 Literatur

Ausführliche Informationen zum Programm AUSTAL2000 finden Sie unter:

- AUSTAL2000: Programmbeschreibung zu Version 2.2, Stand 2006-03-25, Ingenieurbüro Janicke, Dunum

Weitere Literatur:


- [1] TA Luft 2002: Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft vom 24. Juni 2002
- [2] TA Luft 1986: Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft vom 27. Februar 1986
- [3] VDI 3945 Bl. 3: Umweltmeteorologie Atmosphärische Ausbreitungsmodelle Partikelmodell vom September 2000
- [4] Die Entwicklung des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000G, Berichte zur Umweltphysik, Nummer 5, ISSN 1439-8222, Hrsg. Ing.-Büro Janicke.
- [5] ÖNORM M 9440: Ausbreitung von luftverunreinigenden Stoffen in der Atmosphäre, Berechnung von Immissionskonzentrationen und Ermittlung von Schornsteinhöhen, Ausgabe November 1996
- [6] Stern/Giebel: Empirische Ausbreitungsgleichung zur Immissionssituation im unmittelbaren Nahbereich von Emissionsquellen - Formel nach STERN und GIEBEL, Ausgabe Oktober 1995
- [7] HBFA: Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1: Oldenburg, Jörg: Geruchs- und Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung, Kiel 1989
- [8] Copert: Computerprogramme to calculate emissions from road transport
- [9] GIRL 2008: Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen (Geruchsimmissions-Richtlinie) in der Fassung vom 29. Februar 2008 mit Begründung und Auslegungshinweisen in der Fassung vom 29. Februar 2008
- [10] VDI 3783 Bl. 13: Umweltmeteorologie Qualitätssicherung in der Immissionsprognose Anlagenbezogener Immissionsschutz Ausbreitung gemäß TA Luft, Entwurf Dezember 2007
- [11] MLuS 02: Merkblatt über Luftverunreinigung an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2002
- [12] Hotchkiss, R.S. and F.H. Harlow, 1973. Air Pollution Transport in Street Canyons
- [13] Oldenburg, Jörg: Geruchs- und Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung, Kiel 1989
- [14] Im Auftrag von: Landesanstalt für Umweltschutz (Karlsruhe), Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (Hildesheim), Landesumweltamt NRW (Essen). Zusammenfassender Bericht: LUTZ JANICKE, ULF JANICKE: Die Entwicklung des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000G, Berichte zur Umweltphysik, Nummer 5, ISSN 1439-8222, Hrsg. Ing.-Büro Janicke, Dunum (August 2004), siehe www.janicke.de.
- [15] VDI 3782 Bl. 3: Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre - Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung, Ausgabe Juni 1985

8.3 Bodenrauigkeit nach dem CORINE-Kataster

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch die mittlere Rauigkeitslänge z_0 bestimmt. In der TA Luft 2002 sind folgende Bodenrauigkeiten definiert:

Tabelle 4: Rauigkeitslängen (Quelle: TA Luft 2002)

z_0 in m	CORINE-Klasse
0,01	Strände, Dünen und Sandflächen (331); Wasserflächen (512)
0,02	Deponien und Abraumhalden (132); Wiesen und Weiden (231); Natürliches Grünland (321); Flächen mit spärlicher Vegetation (333); Salzwiesen (421); In der Gezeitenzone liegende Flächen (423); Gewässerläufe (511); Mündungsgebiete (522)
0,05	Abbauflächen (131); Sport- und Freizeitanlagen (142); Nicht bewässertes Ackerland (211); Gletscher und Dauerschneegebiete (335); Lagunen (521)
0,10	Flughäfen (124); Sümpfe (411); Torfmoore (412); Meere und Ozeane (523)
0,20	Straßen, Eisenbahn (122); Städtische Grünflächen (141); Weinbauflächen (221); Komplexe Parzellenstrukturen (242); Landwirtschaft und natürliche Bodenbedeckung (243); Heiden und Moorheiden (322); Felsflächen ohne Vegetation (332)
0,50	Hafengebiete (123); Obst- und Beerenobstbestände (222); Wald-Strauch-Übergangsstadien; (324)
1,00	Nicht durchgängig städtische Prägung (112); Industrie- und Gewerbeflächen (121); Baustellen (133); Nadelwälder (312)
1,50	Laubwälder (311); Mischwälder (313)
2,00	Durchgängig städtische Prägung (111)

Diese Liste steht beim Eingeben der Bodenrauigkeit im Menü der Berechnungsparameter über den Button  zur Verfügung.

Für das Gebiet der BRD liegt ein Rauigkeitskataster vor (in der Datei z0-gk.dmnt.gz bzw. z0-utm.dmnt.gz). Dieses wird automatisch verwendet, wenn das Projekt im Gauß-Krüger- oder UTM-Koordinatensystem vorliegt.

In der austrial2000.log-Datei wird der Wert der automatischen Bestimmung aufgelistet. Dies ist beispielsweise in folgender Abbildung dargestellt.

Standard-Kataster z0-gk.dmna (3b0d22a5) wird verwendet.
Z0: Darstellung in Zone 3: Quelle 01 (4604600, 5402000) -> (3825154, 5410467)
Aus dem Kataster bestimmter Mittelwert von z0 ist 0.304 m.
Der Wert von z0 wird auf 0.20 m gerundet.

Abbildung 41: Auflistung der Bodenrauigkeit in austrial2000.log

8.4 Verdrängungshöhe

Die Verdrängungshöhe d_0 gibt an, wie weit die theoretischen meteorologischen Profile aufgrund von Bewuchs oder Bebauung in der Vertikalen zu verschiedenen sind. Die Verdrängungshöhe ist das 6fache der Rauigkeitslänge z_0 (siehe Kapitel *Bodenrauigkeit nach dem CORINE-Kataster* (siehe Seite 77)), bei dichter Bebauung als das 0,8fache der mittleren Bebauungshöhe anzusetzen.

8.5 Das Canyon-Plume-Box-Modell (CPB)

Das CPB-Modell stellt eine Ergänzung des *Gauß-Modell* (im Kapitel "Umsetzung des Gauß-Modells gemäß TA Luft 1986 und ÖNORM M 9440" siehe Seite 15) für enge Straßenschluchten dar, aus denen die Schadstoffe nur verzögert entweichen können und daher dort in erhöhter Konzentration vorliegen.

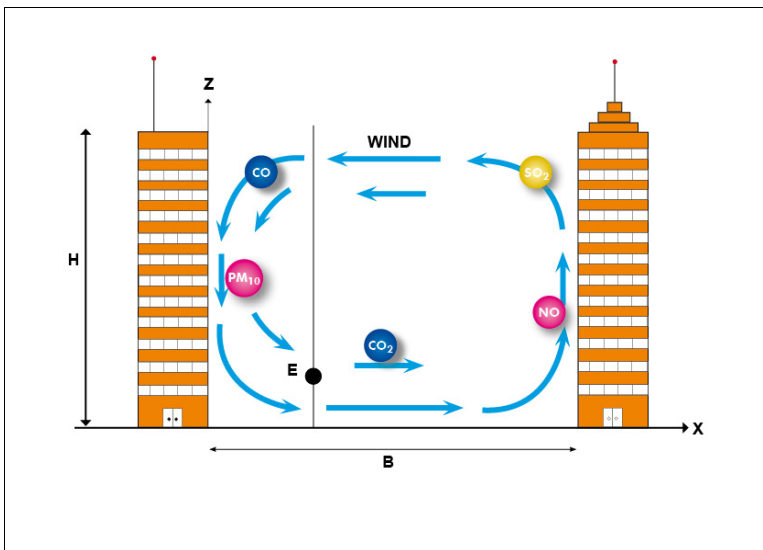


Abbildung 42: Strömungsfeld in einer Straßenschlucht gemäß CPB

In dem Dialog für Berechnungsparameter (Seite **Schadstoffe**) wird das CPB-Modell über den Schalter **Canyon-Plume-Box rechnen** aktiviert.

Für jede Schadstoffstraße wird individuell festgelegt, ob sie in einer Straßenschlucht liegt:



Straße in Straßenschlucht

Breite Straßenschlucht /m

Höhe Straßenschlucht /m

Abbildung 43: Definition der Schlucht

Hier werden auch die für die Berechnung relevanten Parameter Breite und Höhe der Straßenschlucht festgelegt. Eine explizite Modellierung der umgebenden Häuser ist nicht erforderlich.

Bei der Immissionsberechnung prüft IMMI automatisch, ob der jeweilige Immissionspunkt innerhalb einer Straßenschlucht liegt und aktiviert in diesem Fall zusätzlich zur normalen Immissionsberechnung gemäß dem Gaußmodell die CPB-Berechnung. Dabei wird die jeweilige meteorologische Situation berücksichtigt. Insbesondere wird geprüft, ob die Bedingung für Rezirkulation erfüllt ist. Nur wenn die Windrichtung von der Richtung der Straßenachse für den jeweiligen Straßenabschnitt gleich oder größer als 20 Grad abweicht, kann eine Rezirkulation einsetzen.

Hinweis 1: Aufgrund der in den meteorologischen Daten nicht explizit enthaltenen Globalstrahlung muss IMMI diese in Abhängigkeit von der jeweiligen Ausbreitungsklasse und der Windgeschwindigkeit in Höhe der Straßenschluchten-Oberkante abschätzen. Da die Globalstrahlung über einen komplizierten Formalismus in die Ausbreitungsberechnung eingeht, ist eine Abschätzung des damit induzierten Fehlers bei der Immissionsberechnung nur schwer möglich.

Wir planen die Prüfung der expliziten Eingabe der Globalstrahlung. Da das Canyon-Plume-Box-Modell nach Hotchkiss/Harlow nicht für einzelne meteorologische Situationen verifiziert ist, wäre aber die Datenerhebung der Globalstrahlung für 54 meteorologische Situationen (6 Ausbreitungsklassen mit jeweils 9 Windgeschwindigkeiten) in Deutschland bzw. für 66 meteorologische Situationen in Österreich sehr aufwendig.

Hinweis 2: Innerhalb von Straßenschluchten ist eine Erhöhung der Immissionskonzentration zu erwarten, während abseits der Straßen eine Erniedrigung der Konzentration infolge Bebauung angenommen werden kann. Deshalb wurde der IMMI-Elementtyp "Bebauung" für die Ausbreitungsberechnung von Schadstoffen erweitert. Hier lässt sich eine prozentuale Konzentrationsminderung in Prozent pro 100 m Ausbreitungsweg festlegen. Durch den Einsatz von CPB zusammen mit der Bebauungsdämpfung wird der Anwendungsbereich des Gaußmodells erheblich erweitert.

Geplant ist eine Ergänzung des Parameters "Konzentrationsminderung" in Bebauungsgebieten durch die Wahl einer Bebauungssituation (z. B. "lockere Bebauung" oder "geschlossene Häuserfront").

8.6 Eingabeparameter in AUSTAL2000

Parameter	Anzahl der Parameter	Beschreibung
ab	(nb)	Ausdehnung der Gebäude in x-Richtung, wenn keine Drehung vorliegt (Standardwert 0). Ein Gebäude wird als Quader definiert, der um die vertikale Achse gedreht sein kann. Ohne Drehung bezeichnen xb und yb in der Aufsicht die linke untere Ecke des Quaders und cb ist seine vertikale Ausdehnung (der Quader liegt immer am Erdboden auf). Die Parameter ab und bb sind seine Ausdehnungen in x- und y-Richtung. Der Winkel wb bezeichnet eine Drehung um die linke untere Ecke gegen den Uhrzeigersinn (in Grad). Zylinderförmige Gebäude (z.B. Kühltürme) können über einen negativen Wert von bb definiert werden, sein Betrag bezeichnet dann den Durchmesser des Zylinders. In diesem Fall muß der Parameter ab den Wert 0 haben, xb und yb bezeichnen den Mittelpunkt der Zylindergrundfläche und wb wird ignoriert.
aq	(nq)	Ausdehnung der Quelle in x-Richtung, wenn keine Drehung vorliegt (Standardwert 0). Eine Quelle wird als Quader definiert, der um die vertikale Achse gedreht sein kann. Ohne Drehung bezeichnen xq und yq in der Aufsicht die linke untere Ecke des Quaders und hq ist sein Abstand vom Erdboden. Die Parameter aq, bq und cq sind seine Ausdehnungen in x-, y- und z-Richtung. Der Winkel wq bezeichnet eine Drehung um die linke untere Ecke gegen den Uhrzeigersinn (in Grad).
as	(1)	Name der Häufigkeitsstatistik von Ausbreitungssituationen (AKS). Steht die AKS nicht im Projektordner, dann ist der Pfad relativ zum Projektordner oder absolut anzugeben. Wenn im Projekt-Ordner keine Zeitreihe zeitreihe.dmna steht (siehe Abschnitt 7), dann muß für eine Rechnung entweder mit as eine Statistik oder mit az eine AKTerm angegeben sein.
az	(1)	Name der meteorologischen Zeitreihe (AKTerm) (vgl. as).
bb	(nb)	Ausdehnung des Gebäudes in y-Richtung, wenn keine Drehung vorliegt (Standardwert 0), vgl. ab.
bq	(nq)	Ausdehnung der Quelle in y-Richtung, wenn keine Drehung vorliegt (Standardwert 0), vgl. aq.
cb	(nb)	Vertikale Ausdehnung des Gebäudes (Standardwert 0), vgl. ab.
cq	(nq)	Vertikale Ausdehnung der Quelle (Standardwert 0), vgl. aq.
d0	(1)	Verdrängungshöhe d0 der meteorologischen Profile (Standardwert 6z0).
dd	(nn)	Horizontale Maschenweite des Rechengitters (Standardwert bei Rechnungen ohne Gebäude ist die kleinste angegebene mittlere Quellhöhe $hq+0.5*cq$, mindestens aber 15 m). Das Rechengitter besteht in x-Richtung aus nx Gittermaschen beginnend bei x0, entsprechend in y-Richtung. Ist die Lage und die Ausdehnung des Rechengbietes nicht angegeben, dann wird es bei Rechnungen ohne Gebäude so

Parameter	Anzahl der Parameter	Beschreibung
		gewählt, daß für jede Quelle ein Kreis mit dem 50-fachen der mittleren Quellhöhe im Inneren des Rechenggebietes liegt. Bei Rechnungen mit Gebäuden wird standardmäßig mit geschachtelten Netzen gerechnet, wobei sich Lage und Ausdehnung der Netze an der Quell- und Gebäudekonfiguration orientieren (siehe Abschnitt 11).
dq	(nq)	Durchmesser der Quelle (Standardwert 0). Dieser Parameter wird nur zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung verwendet, vgl. qq.
gh	(1)	Name der Datei mit dem digitalen Geländemodell (typischerweise im Format ArcInfo GRIDASCII). Der Dateiname wird nur ausgewertet, sofern das Geländeprofil zg0l.dmn (Netznummer 1, l = 0 ohne Netzschachtelung) noch nicht vorliegt. Andernfalls wird dieser Parameter nur verwendet um anzuzeigen, daß für komplexes Gelände gerechnet werden soll. In diesem Fall reicht als Parameterwert ein Stern (siehe Abschnitt 3.6).
gx	(1)	Die angegebenen Quellkoordinaten werden zur Berechnung von z 0 intern auf den Streifen umgerechnet, in dem das Gauß-Krüger-Rauhigkeitskataster (Datei z0-gk.dmn) definiert ist (standardmäßig der 3. Streifen), siehe Abschnitt B.3.
gy	(1)	Hochwert des Koordinaten-Nullpunktes in Gauß-Krüger-Koordinaten, vgl. gx.
ha	(1)	Anemometerhöhe ha über Grund. Wird der Wert der Anemometerhöhe explizit vorgegeben, wird er benutzt. Ansonsten wird, falls eine AKTerm, die Angaben zur Anemometerhöhe für alle Rauhigkeitsklassen enthält, vorgegeben ist, hieraus der zur aktuellen Rauhigkeitslänge gehörige Wert ausgesucht. Sonst wird der Standardwert 10 m + d 0 verwendet.
hh	(nz + 1)	Vertikales Raster, angegeben durch die z-Koordinaten der Randpunkte der Schichten als Höhe über Grund. Die Standardsetzung bei Rechnungen ohne Gebäude ist hh 0 3 6 10 16 25 40 65 100 150 200 300 400 500 600 700 800 1000 1200 1500. Bei Rechnungen mit Gebäuden siehe qb. Ein Setzen dieses Parameters ist nur wirksam, wenn gleichzeitig die Option NOSTANDARD angegeben ist (siehe Parameter os).
hp	(np)	Höhe des Monitorpunktes (Beurteilungspunkt) über Grund (Standardwert 1.5).
hq	(nq)	Höhe der Quelle (Unterkante) über dem Erdboden (Standardwert nicht vorhanden, dieser Parameter muß gesetzt werden), vgl. aq.
lc	(1)	Sprachspezifische Zahlendarstellung: Hat lc den Wert C, dann wird bei der Zahlenausgabe ein Dezimalpunkt verwendet (dies ist der Standard), bei german wird ein Dezimalkomma verwendet. Dieser Parameter kann durch die Aufrufoption -A überschrieben werden.
lq	(nq)	Flüssigwassergehalt der Abgasfahne in kg/kg bei Ableitung der Abgase über einen Kühlturm (Standardwert 0). Ist dieser Parameter mit einem Wert größer 0

Parameter	Anzahl der Parameter	Beschreibung
		angegeben, dann wird für die betreffende Quelle die Abgasfahnenüberhöhung gemäß VDI 3784 Blatt 2 berechnet. lq kann zeitabhängig vorgegeben werden.
nx	(nn)	Anzahl der Gittermaschen in x-Richtung, vgl. dd.
ny	(nn)	Anzahl der Gittermaschen in y-Richtung, vgl. dd.
nz	(nn)	Anzahl der Gittermaschen in z-Richtung. Dieser Parameter braucht nicht vorgegeben zu werden, er wird vom Programm automatisch gesetzt. Das Programm setzt die Anzahl immer auf den durch hh festgelegten Maximalwert nz, nur bei Netzschachtelung mit Gebäuden wird die Anzahl für das feinste Netz so gewählt, daß es sich bis zur doppelten Höhe des höchsten Gebäudes erstreckt.
os	(1)	<p>Zeichenkette zur Festlegung von Optionen. Werden mehrere Optionen angegeben, dann sind die Schlüsselworte bzw. Zuweisungsteile unmittelbar hintereinander durch ein Semikolon getrennt zu schreiben.</p> <p>Bei Standardrechnungen sind folgende Optionen möglich:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ NESTING Statt eines einzigen Netzes mit einheitlicher Maschenweite werden geschachtelte Netze mit unterschiedlicher Maschenweite generiert (siehe Abschnitt 3.8). ▪ -NESTING Bei Rechnungen mit Gebäuden wird keine Netzschachtelung generiert. ▪ SCINOTAT Alle berechneten Konzentrations- oder Depositionswerte werden in wissenschaftlicher Schreibweise (Exponentialdarstellung mit 4 signifikanten Stellen) dargestellt. <p>Abweichungen vom Standardverhalten werden durch die Option NOSTANDARD ermöglicht. Es sind u.a. folgende Angaben in Kombination mit der Option NOSTANDARD möglich (siehe auch Anhang A):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ BS=c BS Bei Rechnungen mit dem Stoff odor bzw. odor_nnn wird der Wert c BS als Beurteilungsschwelle verwendet (Standardwert 0.25 GE / m³). ▪ PRFMOD Das Grenzschichtmodell nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 13 wird entsprechend der im Anhang von Berichte zur Umweltphysik Nummer 7 (2011) betrachteten Variante modifiziert. Siehe Anhang H. ▪ SORRELAX Bei der Berechnung der Gebäudeumströmung mit dem Modellansatz DMK werden für das dort verwendete SOR-Verfahren (successive over-relaxation) weniger stringente Abbruchkriterien verwendet. Ein Abbruch der Windfeldberechnung aufgrund beispielsweise eines ungünstig gewählten Vertikalrasters kann mit dieser Option unter Umständen umgangen werden. ▪ SPECTRUM Bei sedimentierendem Staub wird die Masse innerhalb einer Korngrößenklasse gleichmäßig über den gesamten Korngrößenbereich verteilt und die Sedimentationsgeschwindigkeit wird für jedes Partikel entsprechend

Parameter	Anzahl der Parameter	Beschreibung																		
		<p>seinem aerodynamischen Durchmesser berechnet, siehe Anhang E.</p> <ul style="list-style-type: none"> PREAD Der Minimalwert des horizontalen Diffusionskoeffizienten und damit die minimale horizontale Fahnenbreite wird heraufgesetzt, um künstliche Sternstrukturen in der Immissionsverteilung zu vermeiden (siehe Anhang F). 																		
qb	(1)	<p>Qualitätsstufe für die automatische Festlegung der Rechenetze und des Vertikalrasters bei Rechnungen mit Gebäuden (Standardwert 0). Das unterste Vertikalintervall hat immer die Ausdehnung von 0m bis 3 m. Darüber hat das Vertikalraster bis zum Überschreiten der doppelten Höhe des höchsten Gebäudes die Maschenweite Δz. Die Maschenweite nimmt dann bis zum nächstfolgenden Wert des Standardrasters (siehe hh) pro Intervall um 50% in ganzzahligen Werten zu, darüber werden die Stützpunkte des Standardrasters verwendet.¹³ Das feinste Netz hat die horizontale Maschenweite Δx. Die Werte von Δx und Δz sind wie folgt festgelegt:</p> <table border="1"> <tr> <td>qb</td> <td>-3</td> <td>-2</td> <td>-1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Δx</td> <td>32</td> <td>16</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Δz</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> </table>	qb	-3	-2	-1	0	1	Δx	32	16	8	4	2	Δz	6	4	3	3	2
qb	-3	-2	-1	0	1															
Δx	32	16	8	4	2															
Δz	6	4	3	3	2															
qq	(nq)	<p>Wärmestrom M_q des Abgases in MW (Standardwert 0) zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung nach VDI 3782 Blatt 3. Er ist aus der Abgastemperatur T_q (in °Celsius) und dem Volumenstrom des Abgases (f) im Normzustand R14 (in m³/s) gemäß $M_q = 1.36 \cdot 10^{-3} \cdot (T_q - T_0) \cdot R$ zu berechnen mit $T_0=10$ °Celsius. Wird nur der Parameter qq aber nicht vq angegeben, dann wird die Abgasfahnenüberhöhung nach VDI 3782 Blatt 3 nur mit dem thermischen Anteil (wie in der alten TA Luft) berechnet. Der Impulsanteil kann nur wirksam werden, wenn sowohl vq wie dq größer 0 sind. Qq kann zeitabhängig vorgegeben werden. Wird der Parameter qq verwendet, dann sollte der Parameter tq nicht angegeben werden oder den Wert 0 besitzen.</p>																		
qs	(1)	<p>Qualitätsstufe zur Festlegung der Freisetzungsrates von Partikeln (Standardwert 0). Eine Erhöhung um 1 bewirkt jeweils eine Verdoppelung der Partikelzahl und damit eine Verringerung der statistischen Unsicherheit (Streuung) um den Faktor $1/p^2$. Allerdings verdoppelt sich damit auch die Rechenzeit. Entsprechendes gilt für eine Verringerung des Wertes. Standardmäßig wird eine AKS mit mindestens 43 000 000 Partikeln gerechnet, eine AKTerm mit mindestens 63 000 000 Partikeln.</p>																		

Parameter	Anzahl der Parameter	Beschreibung
rb	(1)	Name der Datei mit den aufgerasterten Gebäudeumrissen (DMNA-Format). Sie kann alternativ zur expliziten Vorgabe von Gebäuden (vgl. ab) verwendet werden. Der Datenteil ist zwei-dimensional und enthält für jede Zelle des Rasters als Integer-Wert die Anzahl der Vertikalintervalle mit der Ausdehnung dz zur Festlegung der Gebäudehöhe. Die Intervallbreite dz, der linke Rand x0, der untere Rand y0 und die Maschenweite dd des Rasters müssen im Dateikopf vermerkt sein. Das Raster muß nicht mit dem verwendeten Rechengitter übereinstimmen, seine Zellen werden vor der Rechnung analog zu explizit vorgegebenen Gebäuden automatisch auf dem Rechengitter aufgerastert.
rq	(nq)	Relative Feuchte der Abgasfahne in Prozent bei Ableitung der Abgase über einen Kühlturm (Standardwert 0). Ist dieser Parameter mit einem Wert größer 0 angegeben, dann wird für die betreffende Quelle die Abgasfahnenüberhöhung gemäß VDI 3784 Blatt 2 berechnet. rq kann zeitabhängig vorgegeben werden.
sd	(1)	Anfangszahl des Zufallszahlengenerators (Standardwert 11111). Durch Wahl einer anderen Zahl wird eine andere Folge von Zufallszahlen generiert, so daß in den Ergebnissen eine andere Stichprobe vorliegt.
sq	(nq)	Zeitskala TU (siehe VDI 3945 Blatt 3 Abschnitt D5) zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung. Wird dieser Parameter angegeben, dann wird die Abgasfahnenüberhöhung nach dem in VDI 3945 Blatt 3 Abschnitt D5 angegebenen Verfahren berechnet, wobei der Parameter vq als Zusatzgeschwindigkeit U interpretiert wird. Sq kann zeitabhängig vorgegeben werden.
ti	(1)	Zeichenkette zur Kennzeichnung des Projektes. Diese Kennzeichnung wird in alle bei der Rechnung erzeugten Dateien übernommen.
tq	(nq)	Abgastemperatur in Grad Celsius (Standardwert 0) zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung. Wird der Parameter tq verwendet (vorzugsweise für die Berechnung der Überhöhung nach VDI 3784 Blatt 2), dann sollte der Parameter qq nicht angegeben werden oder den Wert 0 besitzen. tq kann zeitabhängig vorgegeben werden..
ux	(1)	Rechtswert (easting) des Koordinaten-Nullpunktes in UTM-Koordinaten. Zur Bestimmung von z 0 erfolgt keine Koordinatenumrechnung, die Koordinaten ux und uy müssen also in derselben Zone wie das verwendete Rauigkeitskataster (Datei z0-utm.dmna) vorgegeben werden, siehe Abschnitt B.3.
uy	(1)	Hochwert (northing) des Koordinaten-Nullpunktes in UTM-Koordinaten, vgl. ux.
vq	(nq)	Ausströmgeschwindigkeit des Abgases (Standardwert 0), vgl. qq. Dieser Parameter ist nur wirksam, wenn der Parameter dq auf einen Wert größer Null gesetzt ist. vq kann zeitabhängig vorgegeben werden.

Parameter	Anzahl der Parameter	Beschreibung
wb	(nb)	Drehwinkel des Gebäudes um eine vertikale Achse durch die linke untere Ecke (Standardwert 0), vgl. ab.
wq	(nq)	Drehwinkel der Quelle um eine vertikale Achse durch die linke untere Ecke (Standardwert 0), vgl. aq.
x0	(nn)	Linker (westlicher) Rand des Rechengebietes, vgl. dd.
xa	(1)	x-Koordinate der Anemometerposition (Standardwert 0). Die Position des Anemometers muß innerhalb des Rechengebietes liegen.
xb	(nb)	x-Koordinate des Gebäudes (Standardwert 0), vgl. ab.
xp	(np)	x-Koordinate des Monitorpunktes (Beurteilungspunkt).
xq	(nq)	x-Koordinate der Quelle (Standardwert 0), vgl. aq.
y0	(nn)	Unterer (südlicher) Rand des Rechengebietes, vgl. dd.
ya	(1)	y-Koordinate der Anemometerposition (Standardwert 0), vgl. xa.
yb	(nb)	y-Koordinate des Gebäudes (Standardwert 0), vgl. ab.
yp	(np)	y-Koordinate des Monitorpunktes (Beurteilungspunkt).
yq	(nq)	y-Koordinate der Quelle (Standardwert 0), vgl. aq.
z0	(1)	Rauhigkeitslänge z0 . Ist dieser Parameter nicht angegeben, wird die Rauhigkeitslänge automatisch mit Hilfe des Rauhigkeitskatasters berechnet, siehe Abschnitt B.3, und auf einen der in der TA Luft vorgegebenen Werte gerundet. Hierfür müssen entweder gx und gy oder ux und uy vorgegeben sein. Bei Verwendung der Option NOSTANDARD und expliziter Vorgabe von z 0 wird der für die Grenzschichtprofile verwendete Wert von z 0 nicht auf einen der in der TA Luft vorgegebenen Werte gerundet, wohl aber zur Herleitung der Monin-Obukhov-Länge aus einer Klug / Manier-Klassenangabe und zum Auslesen der Anemometerhöhe aus dem Datenkopf einer Zeitreihen-Datei.

8.7 Beispiele

Im Installationsverzeichnis von IMMI gibt es im Unterordner **Beispiele / Schadstoffe / Gaußmodell** und **Partikelmodell** zahlreiche Beispiele.

8.8 Tutorial: Berechnung nach Gauß/ TA Luft 1986

8.8.1 Ausbreitungsberechnung für eine Punktquelle

Sie lernen das Programm am denkbar einfachsten Beispiel einer Einzelschadstoffquelle kennen. Von der Konstruktion des Emittenten am Bildschirm bis hin zur ersten Einzelpunkt- und Rasterberechnung enthält dieses Beispiel bereits alles, was Sie für eine Projektbearbeitung - zumindest in einem einfachen Fall - wissen müssen.

Natürlich gibt es bei den Bearbeitungsschritten Alternativen zur hier aufgezeigten Vorgehensweise. Nachdem Sie einmal mit der von uns vorgeschlagenen Vorgehensweise zum Ergebnis gekommen sind, sollten Sie weitere Möglichkeiten im Programm „erkunden“. Besonders hilfreich ist hierzu auch die Lektüre der Erläuterungen zum Menüsystem.

Hinweis: Das im Folgenden beschriebene Beispiel **Kamin** ist auch unter der Prognoseart Gauß/ÖNORM M 9440 verfügbar. Die beschriebene Vorgehensweise ist die gleiche, teilweise weichen die Dialoge ab. Der Hauptunterschied ist, dass Sie unter Prognosetyp Gauß/ÖNORM M 9440 einstellen müssen.

8.8.1.1 Programmstart

Sie starten IMMI mit einem Doppelklick auf das IMMI-Programmsymbol und können das IMMI-Programmsymbol und können (nach "Beenden" der Hilfe) mit der Bearbeitung eines neuen "leeren" Projekts beginnen. Wählen Sie im Startdialog die Option **Neues Projekt erstellen** aus und klicken Sie **OK**. Der Dialog zur Besetzung der Projekteigenschaften öffnet sich.

8.8.1.2 Vorbereitung

In einem IMMI-Projekt können Schadstoffquellen und Schallquellen gemeinsam modelliert werden. Über den Schalter Prognosetyp im Menüpunkt <Projekt | Eigenschaften> wird festgelegt, ob Schallimmissionen oder Luftschadstoffimmissionen gerechnet werden.

- Wählen Sie als Prognosetyp: **Schadstoffe** und unter **Auswahl der Prognoseart: Gauß/TA Luft 1986**, das Gauß-Fahnenmodell.
- In dem Dialog wählen Sie nun die Seite **Arbeitsbereich** und übernehmen dort die voreingestellten Grenzen des Arbeitsbereiches:

x/ m 0 bis 1000

y/ m 0 bis 1000

Geländehöhe in den Eckpunkten:

z1 bis z4 0 m

- Bestätigen Sie diese Werte durch Anklicken der **OK**-Schaltfläche.

Projekteigenschaften besetzen ...

Spezifikation Arbeitsbereich

Arbeitsbereich definieren

	von ...	bis ...	Ausdehnung	Die Fläche beträgt
x /m	0.00	1000.00	1000.00	1.00 km ²
y /m	0.00	1000.00	1000.00	
z /m	0.00	100.00	100.00	

Geländehöhen in den Eckpunkten

z1 /m	0.00
z2 /m	0.00
z3 /m	0.00
z4 /m	0.00

Globales Koordinatensystem:

Koordinatensystem: Lokales Koordinatensystem

Anpassen an vorhandene Elemente

OK Abbrechen Hilfe

Abbildung 44: Definition des Arbeitsbereichs

8.8.1.3 Einlesen von Meteorologiedaten

In diesem Abschnitt wird die Meteorologie, als wichtigster Parameter für die Berechnung, eingelesen.

- Wählen Sie das Menü **<Berechnung | Berechnungsparameter | ... | Parameter für Elementbibliotheken | Schadstoffe>** aus:

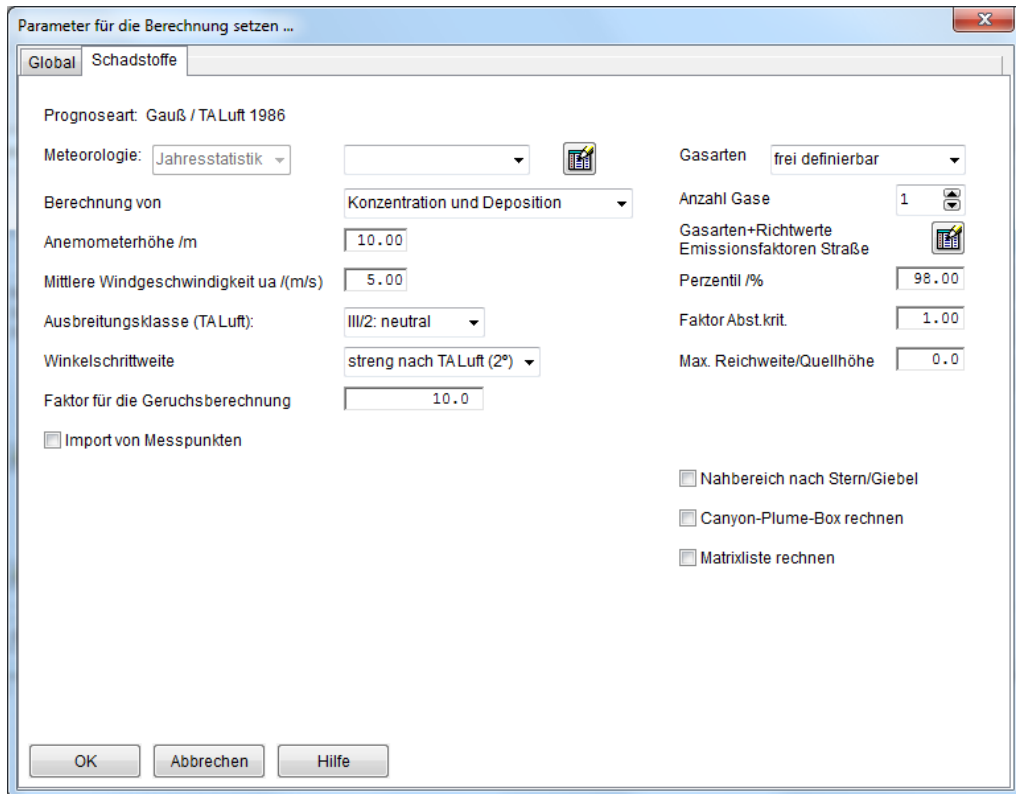



Abbildung 45: Dialog zum Setzen der Parameter für die Ausbreitungsrechnung nach Gauß/TA Luft 1986

- Klicken Sie auf die Schaltfläche  - **Referenzliste bearbeiten** in der Zeile **Meteorologie**, um die Meteorologiedaten einzulesen.
- In der Liste der aktiven meteorologischen Stationen, klicken Sie die Schaltfläche **Hinzufügen...**
- Stellen Sie sicher, dass als **Ausbreitungsklassenmodell: TA Luft** eingestellt ist, und dann auf die Schaltfläche **DWD-Jahresstatistik** einlesen klicken.

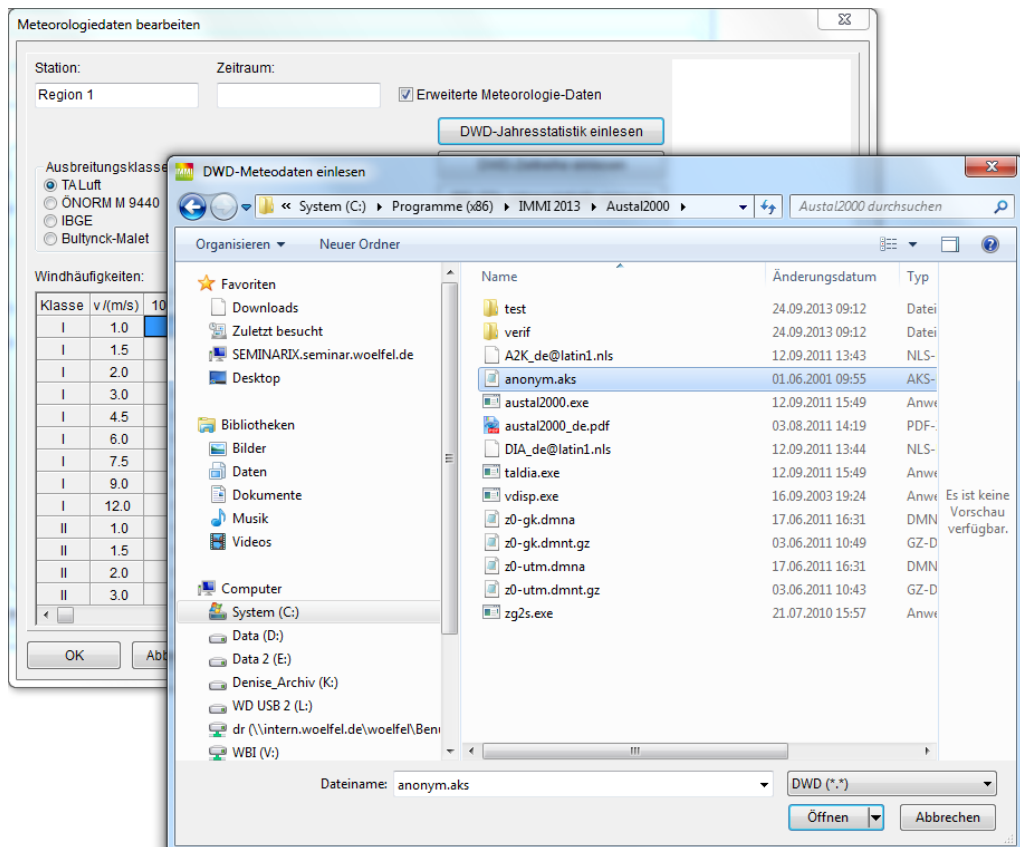


Abbildung 46: Meteorologiedaten einlesen

- Suchen Sie über den Windows Explorer nach der Datei **anonym.aks** (IMMI-Installationsverzeichnis/Ordner **AUSTAL2000**)
- Klicken Sie auf **Öffnen**, um die Datei zu laden.
- Bestätigen Sie die Meldung über das erfolgreiche Einlesen der DWD-Datei mit einem Klick auf **OK**.

Meteorologiedaten bearbeiten

Station: ANONYM Zeitraum: 01.10.1995 - 31.12.1999 Erweiterte Meteorologie-Daten

Ausbreitungsklassenmodell
 TA Luft
 ÖNORM M 9440
 IBGE
 Bultynck-Malet

DWD-Jahresstatistik einlesen
DWD-Zeitreihe einlesen
RELSTA-Jahresstatistik einlesen

Windhäufigkeiten: Anteil der Windgeschwindigkeitsklasse 1.0 m/s (rote Fläche): 10.0%

Klasse	v/(m/s)	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	130°
I	1.0	107.0	101.0	89.0	78.0	75.0	75.0	75.0	66.0	64.0	62.0	62.0	69.0	75.0
I	1.5	96.0	89.0	80.0	71.0	69.0	66.0	66.0	59.0	57.0	55.0	55.0	62.0	69.0
I	2.0	107.0	105.0	101.0	94.0	91.0	89.0	89.0	85.0	80.0	75.0	73.0	78.0	87.0
I	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
II	1.0	105.0	110.0	117.0	110.0	110.0	110.0	130.0	137.0	133.0	117.0	96.0	89.0	89.0
II	1.5	94.0	98.0	103.0	98.0	96.0	98.0	114.0	121.0	119.0	103.0	87.0	80.0	80.0
II	2.0	98.0	110.0	114.0	117.0	117.0	133.0	158.0	178.0	176.0	158.0	137.0	121.0	123.0
II	3.0	160.0	176.0	194.0	210.0	249.0	325.0	423.0	496.0	514.0	471.0	416.0	382.0	375.0


OK Abbrechen Hilfe

Abbildung 47: Dialog zum Bearbeiten der Meteorologiedaten nach erfolgreichem Einlesen von "anonym.aks"

- Beenden Sie den Dialog mit **OK**.
- Kehren Sie zunächst in die Maske **Parameter für die Berechnung setzen ...** zurück, indem Sie nacheinander die Schaltflächen **OK** und **Schließen** betätigen.
- Wählen Sie unter **Region ANONYM** aus der Liste aus.
- Setzen Sie im Menüpunkt **Winkelschrittweite** die Winkelschrittweite der Berechnung von **streng nach TA Luft (2°)** auf **vereinfacht (10°)**. Für die Berechnung in diesem Tutorial ist das ausreichend.

8.8.1.4 Definition der Gasarten

Im Folgenden werden die Gasarten für die Berechnung festgelegt.

- Setzen Sie im Dialog **Parameter für die Berechnung setzen.../ Anzahl Gase** die Anzahl der Gase auf **2**.
- Tragen Sie unter  - **Gasarten und Richtwerte** - die Namen der Gase ein.

Hinweis: Zusätzlich können Richtwerte definiert werden.

- Geben Sie für das erste Gas **NO₂** ein und für das zweite **SO₂**. Richtwerte sollen keine angegeben werden.

Nr.	Emission	RW Immiss.-konz.
	Gasart	I1Z /(µg/m³)
1	NO2	0.000
2	SO2	0.000

Abbildung 48: Eingabe der Gasarten

- Schließen Sie den Dialog mit **OK**.
- Verlassen Sie den Dialog **Parameter für die Berechnung setzen ...** mit einem Klick auf **OK** und **Schließen**, so sind Sie im **Lageplan**, dem wohl wichtigsten und am häufigsten verwendeten Programmteil in IMMI.

8.8.1.5 Eingabe der Geometrie und der Elementparameter


Auf der linken Seite des Bildschirms befindet sich die Werkzeugkiste mit einer Fülle von „Knöpfen“, die für besondere Funktionen stehen.

In folgenden Schritten konstruieren Sie die Quellengeometrie einer Schadstoffquelle mit der Maus am Bildschirm:

- Schalten Sie auf die Elementbibliothek **Schadstoffe**



Abbildung 49: Werkzeugkiste links des Lageplan mit aufgeklappter Liste der Bibliotheken für die Prognoseart Gauß/TA Luft 1986

- Klicken Sie das Element **Gas-Punktquelle** (Gas-Punkt Q/ Poll) an.
- Wechseln Sie auf  - **Elemente konstruieren** und klicken Sie nun in die Mitte des Lageplans, um die Punktquelle zu konstruieren.
- Sofort öffnet sich der Dialog zum Bearbeiten des Elements.
- Geben Sie folgende Parameter ein:
 - Bezeichnung der Punktschallquelle: **Industriekamin**
 - zrel /m: **20 m**
 - Effektive Quellhöhe: **Direkte Eingabe**

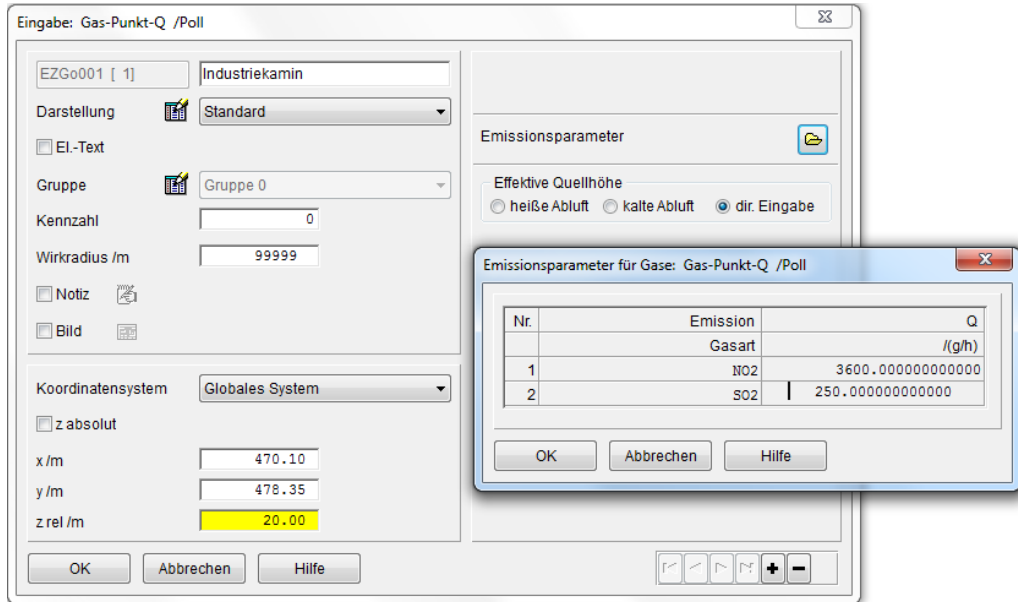



Abbildung 50: Daten einer Industriequelle mit heißer Abluft

-  Emissionsparameter: **NO₂: 3600 g/h** und **SO₂: 250 g/h**
- Das Definieren der Quelle ist hiermit abgeschlossen.
- Verlassen Sie den Dialog über **OK**. Die Punktquelle ist nun im Lageplan sichtbar.

8.8.1.6 Angabe der Nordrichtung

Die Angabe der Nordpfeils ist zwingend erforderlich.

- Wechseln Sie auf Bibliothek **Standard**. Damit werden die Elemente ausgewählt, die unabhängig von Vorschriften zu definieren sind - z. B. der Nordpfeil.



Abbildung 51: Bibliothek Standard mit Element Nordpfeil

- Klicken Sie das Element **Nordpfeil** an.
- Gehen Sie mit dem Cursor an eine beliebige Position (möglichst am Rand) des Arbeitsbereiches (Achtung: **Konstruieren** aktivieren!) und klicken dort die linke Maustaste. Das Element wird gesetzt und der Dialog zum Bearbeiten des Elements öffnet sich, sobald die Maustaste losgelassen wird.

In dieser einfachen ersten Übung wird die Nordrichtung unverändert gelassen: Der Pfeil weist nach oben und dort ist nun Norden festgelegt. Sollten Sie mit einem zur Nordrichtung um einen bekannten Betrag verdrehten Plan arbeiten, können Sie hier über die Pfeile neben **Winkel**/^o entsprechende Anpassungen vornehmen

- Schließen Sie den Dialog mit **OK**.
- Speichern Sie das Projekt über **<Projekt | Projekt sichern unter ...>** ab.

Hinweis: IMMI-Projekte haben die Endung **.IPR**.

8.8.1.7 Definition des Immissionsrasters


- Gehen Sie zum Menü <**Berechnung** | **Definition** | **Rechengebiete**>, um das Raster zu definieren.
- Klicken Sie auf **Bearbeiten**.

Abbildung 52: Rasterdefinition

- Ändern Sie die Rasterschrittweite auf **50 m in x und in y**.
- Geben Sie eine relative Höhe (des Rasters) von **2 m für z/m (relativ)** an.
- Verlassen Sie den Dialog über **OK** und die Rasterliste über **Schließen**.

8.8.1.8 Berechnung des Immissionsrasters

Nun soll das Raster berechnet werden.

- Starten Sie die Rasterberechnung mit dem Befehl  - **Raster berechnen**.
- Klicken Sie im Dialog auf **Berechnen**, um die Berechnung zu starten.
- Schließen Sie den Dialog und das Ergebnis wird angezeigt.

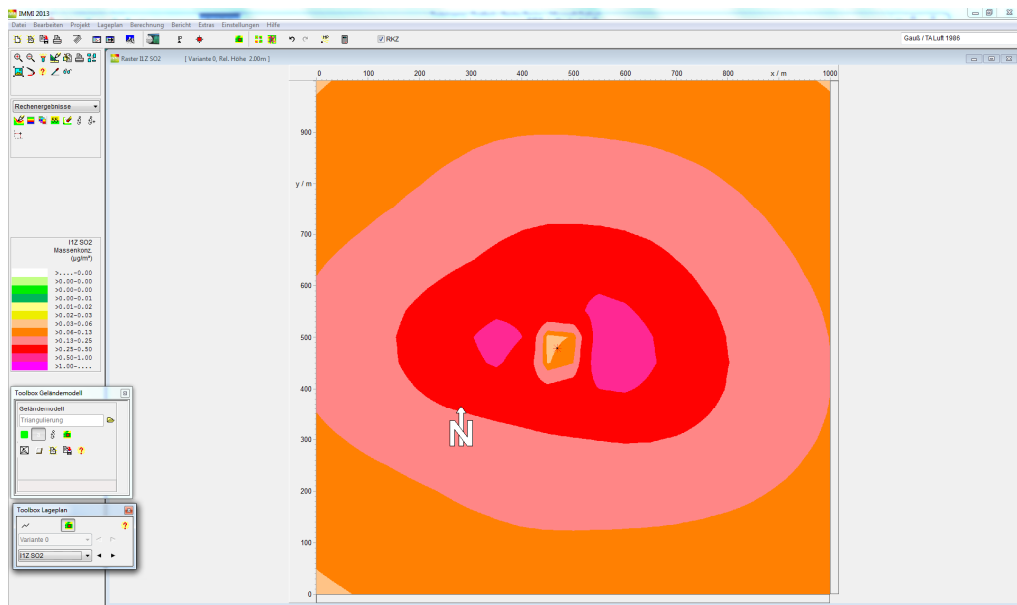


Abbildung 53: Immissionsrater (50 m x 50 m Rasterschrittweite) für NO₂

Mit der Toolbox Lageplan können Sie zwischen den Rasterschichten wechseln. Schauen Sie sich einmal das SO₂-Raster an!

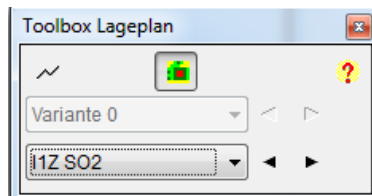


Abbildung 54: Toolbox zum Umschalten zwischen den Rasterergebnissen

- Zu beachten ist, dass in vielen Dialogfenstern ein Klick mit der rechten Maustaste ein lokales Menü öffnet, das in jeweiligen Zusammenhang sinnvolle Befehle zur Verfügung stellt.
- Weiterhin steht Ihnen bei Problemen das Hilfesystem (<F1> oder Hilfe-Button) zur Verfügung.

Hinweis: Das Beispiel finden Sie im IMMI-Installationsordner < ... | **Beispiel | Schadstoffe | Gaußmodell | 04_Tutorial | Industriekamin.IPR**>

8.9 Tutorial: Berechnung nach Partikel/ TA Luft 2002

Seit der Version 5.1.5 enthält IMMI eine Umsetzung der Ausbreitungsrechnung nach dem in der TA Luft 2002 genannten Lagrange'schen Partikelmodell (VDI 3945 Bl. 3).

Die Ausbreitungsberechnung selbst erfolgt durch das vom Umweltbundesamt zur Verfügung gestellte Programm AUSTAL2000 bzw. AUSTAL200G. Der Programmaufruf sowie der Datenaustausch werden – für den Benutzer unsichtbar – von IMMI automatisch durchgeführt, so dass Sie sich weiterhin nur mit der Programmbedienung in IMMI befassen müssen. Ein Fachverständnis für die neue TA Luft wird wie bei allen anderen IMMI-Bibliotheken natürlich vorausgesetzt.

Die Bearbeitung von Projekten nach Partikel/TA Luft 2002 soll Ihnen im folgenden Beispiel näher gebracht werden. Das Beispiel setzt Kenntnisse mit der Software IMMI voraus.

8.9.1 Aufgabenstellung

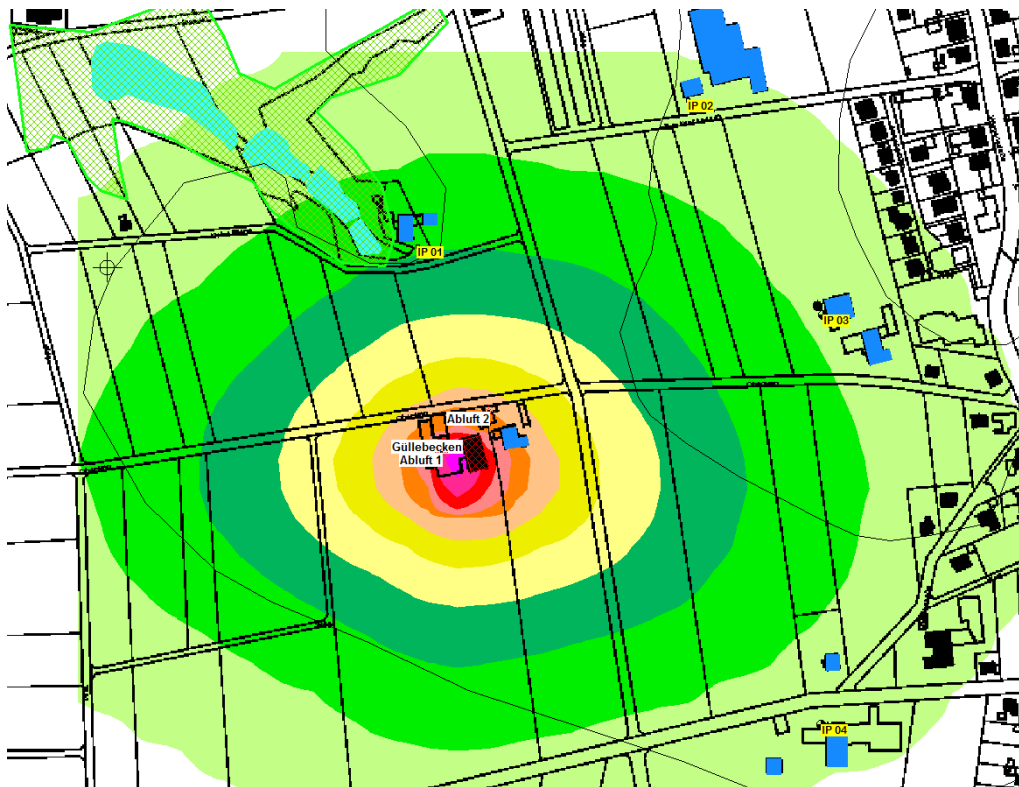


Abbildung 55: Übersicht Lageplan

Am Rande der Ortschaft Dünne soll ein landwirtschaftlicher Betrieb zur Milchkuhhaltung entstehen. Die dadurch zu erwartenden Geruchsbelastungen sind zu prüfen.

Es soll der Nachweis erbracht werden, dass die nahegelegenen Anwohner und Naturschutzgebiete nicht beeinträchtigt werden.

Die Berechnung der Tieremissionen erfolgt nach der VDI 3794 Bl. 2. Die Bewertung von Gerüchen ist nach Geruchsimmissionsschutzrichtlinie (GIRL 2008) vorzunehmen.

Als Immissionswerte sind in der GIRL, Nummer 3.1, folgende Werte (relative Häufigkeit von Geruchsstunden in Bezug auf die Gesamtjahresstunden) für verschiedene Baugebiete genannt:

Tabelle 1: Immissionswerte IW für verschiedene Nutzungsgebiete

Wohn- /Mischgebiete	Gewerbe- /Industriegebiete	Dorfgebiete
0,10	0,15	0,15

Abbildung 56: Immissionsrichtwerte nach GIRL2008

Durch den bei der Tierhaltung entstehender Ammoniak, welcher sich ab einer gewissen Immissionskonzentration schädlich auf die Pflanzen auswirken kann, muss sichergestellt sein, dass die Naturschutzgebiete nicht betroffen sind. Gemäß TA Luft, Anhang 1, darf die Zusatzbelastung von $3\mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschritten werden.

8.9.2 Aufbau des Projektes - Hintergrundbild einlesen

Im ersten Schritt laden Sie das vorbereitete Projekt.

- Laden Sie das Projekt **Tiermastanlage.IPR** über **<Datei | Projekt laden ...>** aus dem IMMI-Installationsordner (...Beispiel\Schadstoffe\Partikelmodell\03_Tutorial)
- Sehen Sie sich die eingestellten Parameter unter **<Projekt | Eigenschaften>** an.

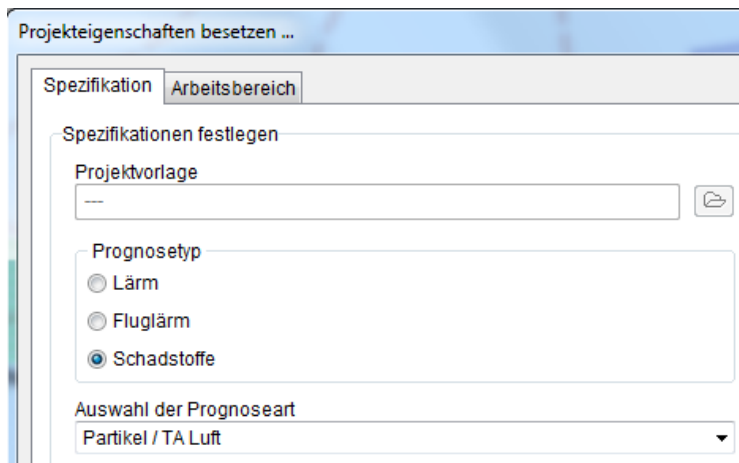


Abbildung 57: Projekt-Eigenschaften bei Partikelmodellberechnungen

- Machen Sie sich mit dem Projekt vertraut.

Hintergrundbild einlesen

- Laden Sie das Hintergrundbild **Dünne.jpg** über **<Lageplan | Einrichten | Hintergrundbild>** ein.
- Gehen Sie über **Hinzufügen** und **Durchsuchen** in den Beispielordner (... \Beispiel \Schadstoffe \Partikelmodell03_Tutorial) und öffnen Sie das **Duene_Lageplan.JPEG**.

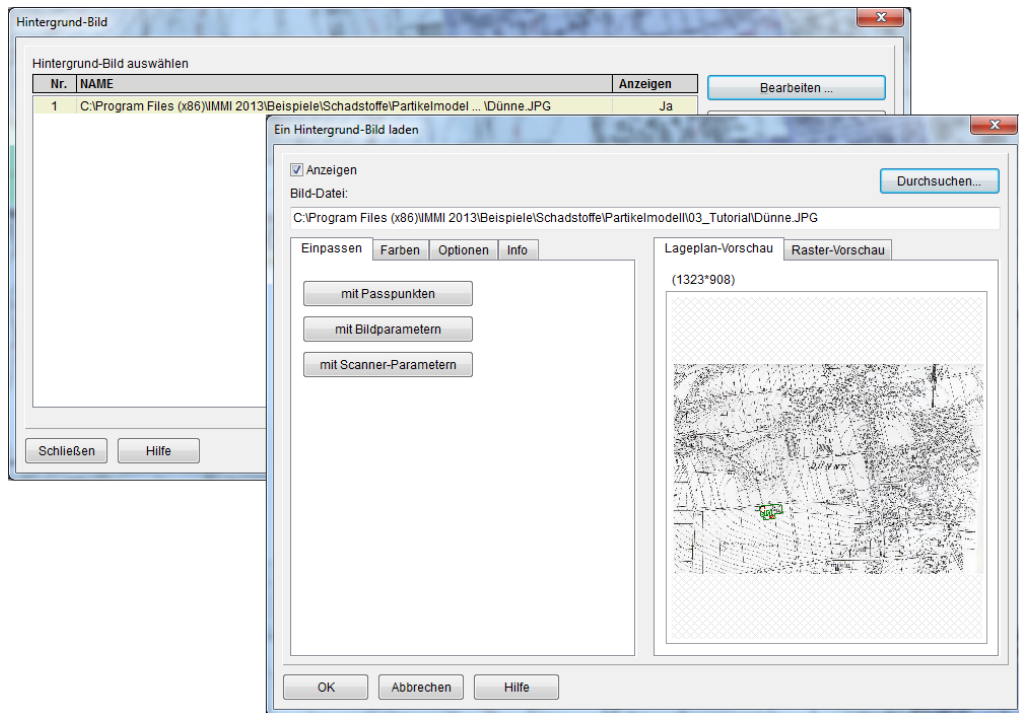


Abbildung 58: Hintergrundbild einlesen

- Das Hintergrundbild ist georeferenziert und wird automatisch eingelesen.
- Bestätigen Sie die Anzeige mit **OK** und schließen Sie die Dialoge.

8.9.3 Einlesen der meteorologischen Daten und Eingabe der Anemometerposition

Für die Berechnung werden die meteorologischen Daten (Jahresstatistik) der nächstgelegenen Messstation vom Deutschen Wetterdienst (DWD) eingelesen.

- Gehen Sie zum Menü **<Berechnung | Berechnungsparameter | ... | Parameter für Elementbibliotheken | Schadstoffe>**, um die DWD-Datei einzulesen.

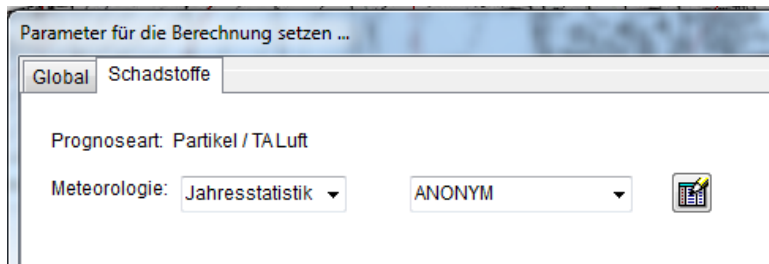


Abbildung 59: Parameter der IMMI-Elementbibliothek Schadstoffe nach Partikel TA Luft

Klicken Sie auf den Button  - **Referenzliste bearbeiten**.

- Wählen Sie Hinzufügen und **DWD-Jahresstatistik einlesen**.
- Im Beispielordner finden Sie die Datei **Duenne.aks**. Öffnen Sie die Datei.

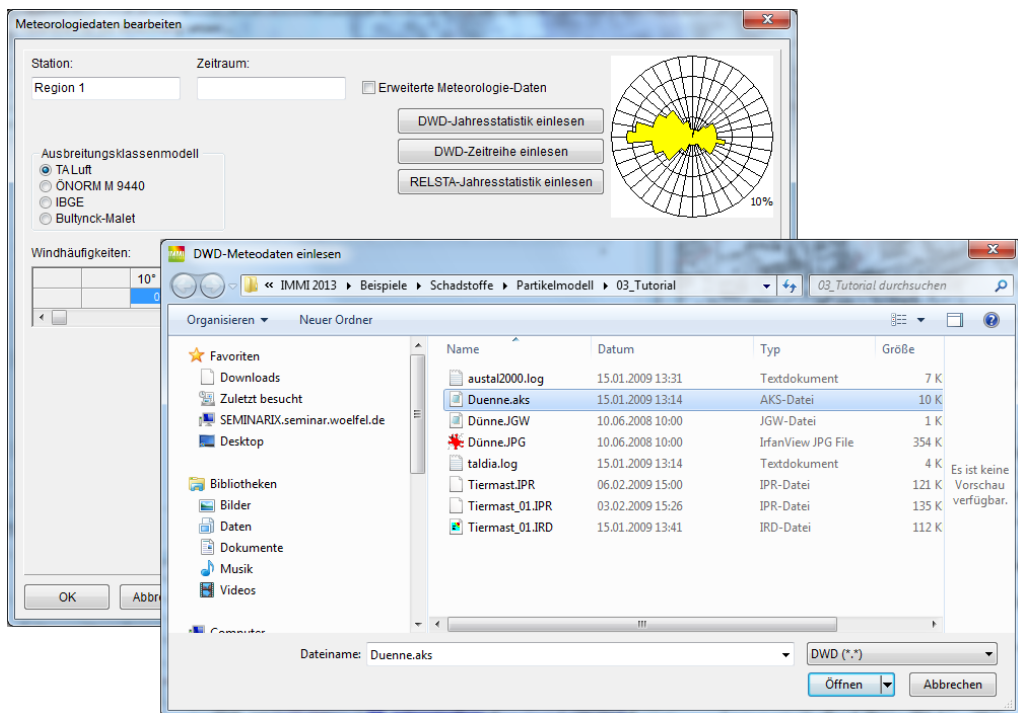


Abbildung 60: Meteorologiedaten einlesen

- Die Datei wird importiert.
- Bestätigen Sie die Meldung über das erfolgreiche Einlesen der DWD-Datei mit einem Klick auf **OK**.

Hinweis: Die Windrose rechts oben kann durch Klicken auf das Bild in die Zwischenablage kopiert werden.

- Kehren Sie zunächst in die Maske **Parameter für die Berechnung setzen ...** zurück, indem Sie nacheinander die Schaltflächen **OK** und **Schließen** betätigen.
- Wählen Sie unter **Region Duenne** aus der Liste aus.
- Geben Sie unter **Anemometerposition in x/m** und **y/m** folgende Koordinaten ein:

x/m: 470612

y/m: 5786278

- Schließen Sie alle Dialoge.

8.9.4 Anlegen der Quellen / Eingabe der Emissionsdaten

Im eingelesenen Hintergrundbild ist der neue Stall mit Lüftern und anliegende Güllebecken eingezeichnet. Vor der Konstruktion der Quellen wird die Emission gemäß VDI 3894 Bl. 2 berechnet.

Die Quellstärke berechnet sich gemäß Formel 4 der Norm wie folgt:

$$Q = M_T \cdot q_T$$

mit M = mittlere Tiermasse und q = tierspezifischer Emissionsfaktor.

Für unser Beispiel berechnet sich Q unter Verwendung der Tabellen aus Anhang A und B wie folgt:

$$\begin{aligned}
 Q &= 120 \text{ Tierplätze} \cdot \frac{1,2 \text{ GV}}{\text{Tierplatz}} \cdot 12 \frac{\text{GE}}{\text{s} \cdot \text{GV}} \\
 &= 1728 \frac{\text{GE}}{\text{s}}
 \end{aligned}$$

Das entspricht 6,2 MGE/h.

- Zoomen Sie sich in den Bereich der Anlage, siehe Bild unten.

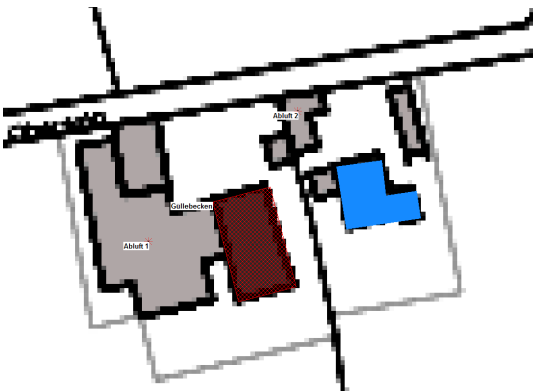


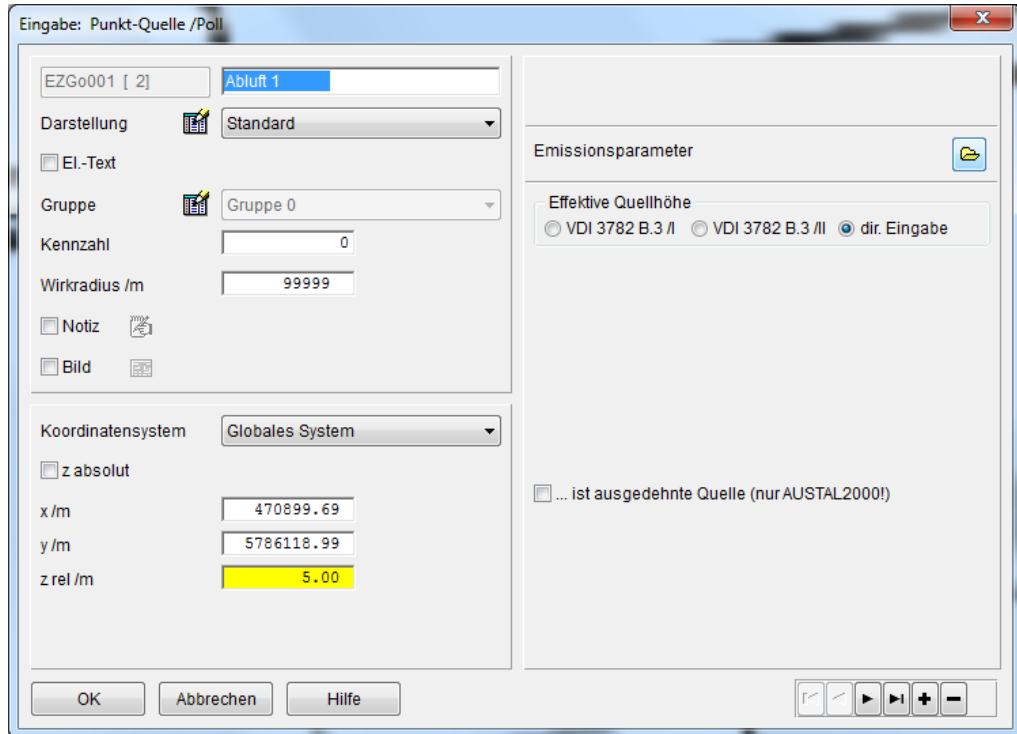



Abbildung 61: Lageplan der Tiermastanlage

- Wechseln Sie links in der Werkzeugkiste auf die Elementbibliothek **Schadstoffe** und wählen Sie die  - **Punktquelle** aus.
- Aktivieren Sie die  - **Elemente konstruieren**-Funktion.
- Klicken Sie mit der Maus in etwa in die Mitte der Stallanlagen. Der Eingabedialog öffnet sich.




Eingabe: Punkt-Quelle /Poll

EZGo001 [2] Abluft 1

Darstellung  Standard

El.-Text

Gruppe  Gruppe 0

Kennzahl

Wirkradius /m



Notiz 

Bild 


Koordinatensystem

z absolut

x /m

y /m

z rel /m



Emissionsparameter 

Effektive Quellhöhe

VDI 3782 B.3 /I VDI 3782 B.3 /II dir. Eingabe

... ist ausgedehnte Quelle (nur AUSTAL2000!)

OK Abbrechen Hilfe

- Geben Sie einen Namen und Höhe ($z=5\text{m}$) ein.
- Geben Sie unter  - **Emissionsparameter** für **Odor = 6,2 MGE/h** ein.
- Verfahren Sie genauso mit der zweiten Quelle.
- Im nächsten Schritt soll das Güllebecken eingezeichnet werden.
- Wählen Sie aus der Elementbibliothek **Schadstoffe** die **Flächenquelle** aus. Beginnen Sie mit dem Modellieren der Güllebecken (rot im Bild). Der Eingabedialog der Quelle öffnet sich automatisch.
- Geben Sie einen **Namen** und unter  - **Emissionsparameter** unter **NH₃ = 180,2 g/h** und unter **Odor = 2,0 MGE/h** ein.
- Setzen Sie den Haken bei **El.Text**, um die Elemente automatisch zu beschriften.
- Schließen Sie alle Dialoge.

8.9.5 Gebäude einzeichnen

Die Gebäude der umliegenden Einwohner sind bereits eingezeichnet. Zeichnen Sie im folgenden Schritt das Gebäude auf dem Bauernhof ein.

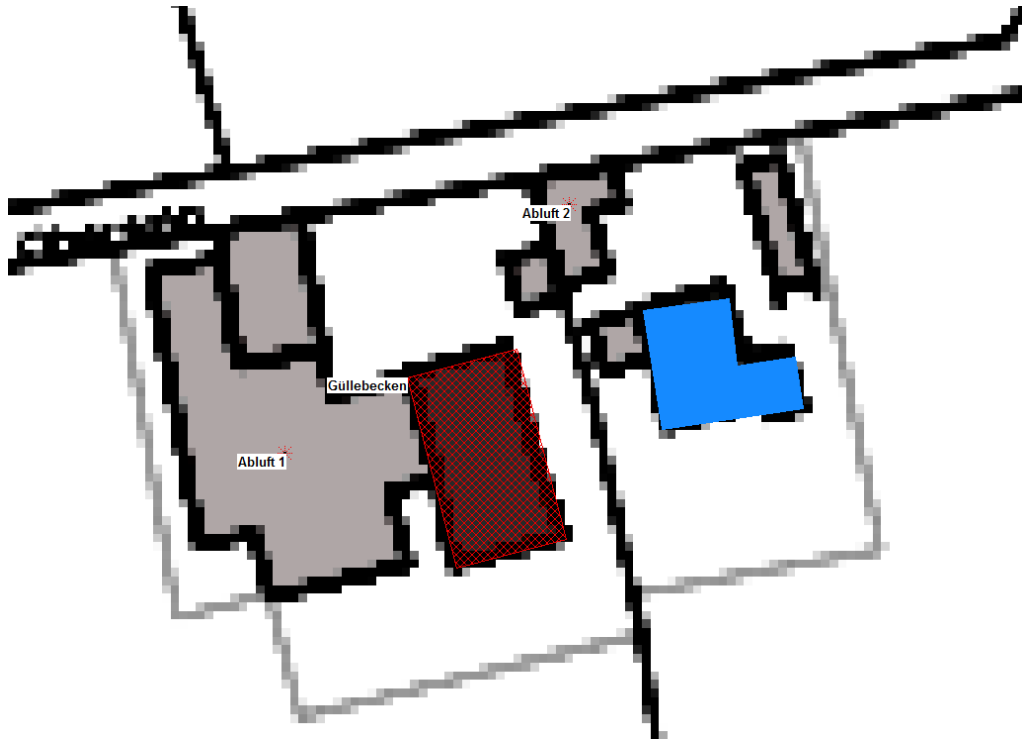




Abbildung 62: Lageplan der Tiermastanlage

- Wählen Sie die Elementbibliothek **Standard** und  - **Haus** aus.
- Zeichnen Sie das im Bild blau eingezeichneten Gebäude nach.
- Sichern Sie das Projekt.

Hinweis: IMMI-Projekt-Dateien haben die Endung .IPR.

8.9.6 Immissionspunkte setzen

Im Bereich der nahegelegenen Wohnbebauung sollen Aufpunkte gesetzt werden.

- Wählen Sie die Elementbibliothek **Standard** und  - **Immissionspunkt** aus.
- Setzen Sie insgesamt 4 Aufpunkte vor die umliegenden Gebäude. Die Lage entnehmen Sie dem folgenden Bild.

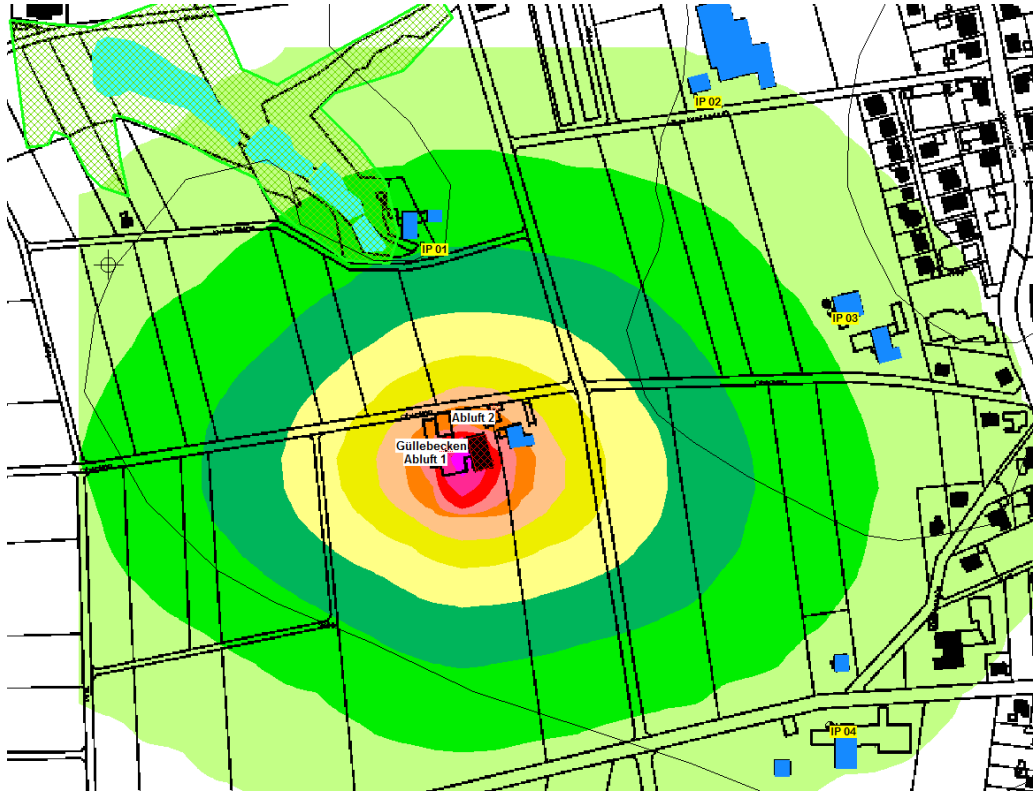


Abbildung 63: Übersicht Lageplan

- Die **relative Höhe** der Aufpunkte soll **1,5m** betragen.
- Aktivieren Sie die Elementdarstellung (El.-Text).

8.9.7 Berechnungsparameter setzen

Um die nötigen Parameter für die Berechnung zu setzen, kehren wir in das Menü der Berechnungsparameter zurück.

- Gehen Sie zum Menü **<Berechnung | Berechnungsparameter | ... | Parameter für Elementbibliotheken | Schadstoffe>**.
- Wählen Sie unter **Qualitätsstufe -4** aus. Für unsere Beispielrechnung ist dies ausreichend.
- Prüfen Sie, ob der Haken bei **Windfeldbibliothek neu berechnen** gesetzt ist, damit das Windfeld berechnet wird (taldia.exe).
- Die Gebäudeumströmung wird bei unseren Beispiel nicht berücksichtigt, deshalb müssen die Schalter **Gebäudeumströmung rechnen** und **Gebäude aufrastern** deaktiviert werden.

- Die Rauigkeitslänge wird vom Programm selbst berechnet. Da das Projekt in UTM-Koordinaten vorliegt, wird direkt auf das hinterlegte COREINE-Kataster zugegriffen. Die Verdrängungshöhe wird gemäß der Formel $d(0) = 6 \cdot z(0)$ bestimmt.
- Alle Parameter sollten nun wie in folgender Abbildung gesetzt sein.

Abbildung 64: Parameter der Berechnung

- Schließen Sie alle Dialoge.

8.9.8 Definition des Rechengebietes/Rasterberechnung starten

Im folgenden Schritt soll das Rechengebiet festgelegt werden. Zuvor zoomen wir uns in den Bereich der Quellen und Aufpunkte, um diesen Bereich für das Rechengebiet festzulegen.

- Gehen Sie ins Menü **< Berechnung | Definition | Rechengebiete >**, um das Raster zu definieren.
- Wählen Sie **Hinzufügen**.
- Geben Sie dem Raster einen Namen und tragen Sie unter **dx/m** und **dy/m** jeweils **25m** ein. Die **relative Höhe** des Rasters soll **1,5m** betragen.
- Drücken Sie **Planausschnitt übernehmen**, um die Abmessungen des gezoomten Bereichs zu übertragen.

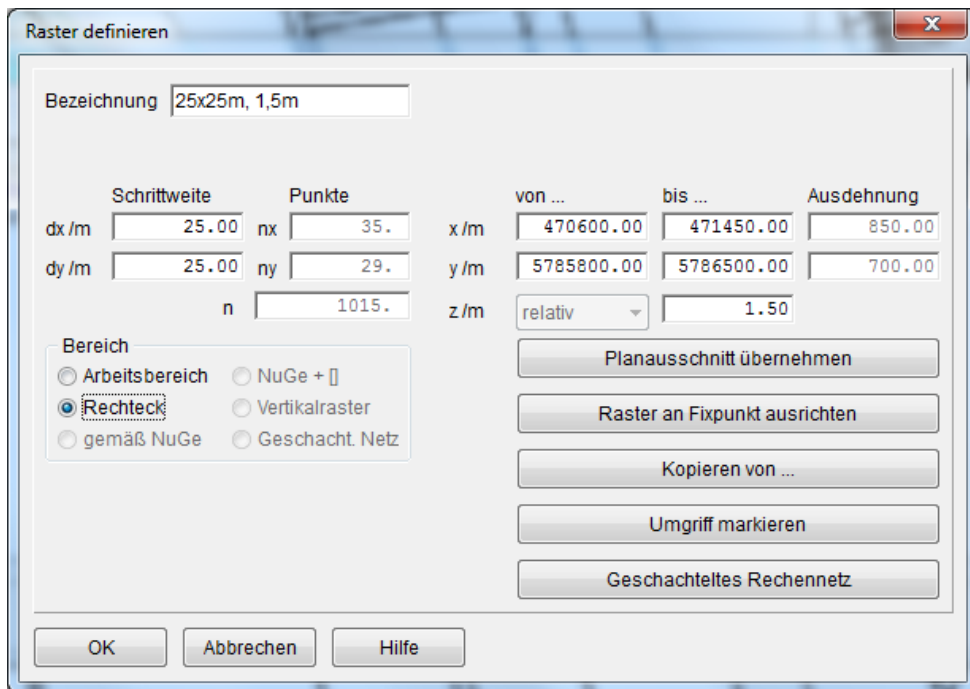

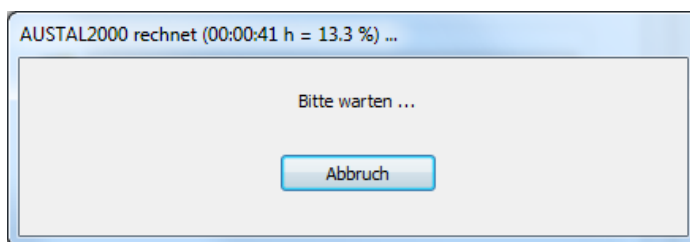


Abbildung 65: Raster definieren

- Schließen Sie Dialoge.
- Starten Sie die Rasterberechnung über  - **Raster berechnen** - in der Speedbuttonleiste direkt unter dem Hauptmenü und starten Sie die Berechnung mit Drücken des Buttons **Berechnen**.

IMMI startet die Berechnung, die im externen Rechenkern AUSTAL2000 durchgeführt wird. Der Fortschritt der Berechnung wird im Rechenfenster angezeigt.



Das Resultat der Rasterberechnung ist eine flächenhafte Darstellung eines Konzentrations- oder Depositionsfeldes im Arbeitsbereich. Die Ausdehnung des berechneten Feldes wird durch die Definition der Rasterabmessungen bestimmt. Die Berechnung dauert je Leistung des Computers ein paar Minuten.

8.9.9 Anzeige der Ergebnisse

Das berechnete Immissionsraster wird angezeigt. Das angezeigte Raster ist der Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid (nh3-j00z).


- Schließen Sie den Berechnungsdialog, um das Raster zu sehen.
- Mit Hilfe der **Toolbox Lageplan** können Sie zwischen den Ergebnisschichten wechseln.
- Links in der Werkzeugkiste **Rechenergebnisse** kann über den Button  - Parameter anzeigen, die **austal2000.log**-Datei angezeigt werden.
- Studieren Sie die Rechenergebnisse.

Table 4: Tabellarische Anzeige der austal2000.log-Datei

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m												
=====												
NH3	J00	: 393.37 µg/m³ (+/- 0.0%) bei x= 425 m, y= 385 m (14, 14)										
Maximalwert der Geruchsstundenhäufigkeit bei z=1.5 m												
=====												
ODOR	J00	: 100.0 % (+/- 0.0) bei x= 425 m, y= 360 m (14, 13)										
Auswertung für die Beurteilungspunkte: Zusatzbelastung												
=====												
PUNKT		01	02	03	04	05						
xp		424	727	378	611	726						
yp		363	498	556	682	146						
hp		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5						
-----+-----+-----+-----+-----+-----												
NH3	DEP	1641.39	0.1%	1.26	3.5%	2.15	3.0%	0.77	4.7%	0.67	5.7%	kg/(ha*a)
NH3	J00	173.16	0.1%	0.48	1.5%	0.95	1.2%	0.32	1.9%	0.29	2.4%	µg/m³
ODOR	J00	100.0	0.0	6.2	0.1	8.1	0.1	4.4	0.1	4.0	0.1	%
=====												
2013-10-01 10:04:55 AUSTAL2000 beendet.												

- Über die Funktionsleiste kann die Tabelle in verschiedene Formate exportiert werden.
- Schließen (Kreuz rechts oben) Sie die Liste.

Hinweis: Diese Datei austal2000.log finden Sie im Projekt-Verzeichnis.

Herzlichen Glückwunsch. Das erste Projekt ist geschafft!

8.9.9.1 Statistische Unsicherheit

Die Ergebnisse besitzen aufgrund der Berechnungsart eine Statistische Unsicherheit.

Diese sollte nach TA Luft bei Jahres-Immissionswert (j00) 3% und beim Tages-Immissionswert (t00) 30% nicht überschreiten. Die Statistische Unsicherheit wird ebenfalls berechnet.

Die Ergebnisse liegen als Rasterschicht vor.

- Importieren Sie die Ergebnisse über das Menü <Extras: Rasterberechnung | Kalkül | Import | AUSTAL2000-Raster (Statistik)>.
- Das Ergebnis wird angezeigt. Die Forderungen der TA Luft sind eingehalten.

Hinweis: Das komplette Beispiel finden Sie im IMMI-Installationsordner <...| Beispiel | Schadstoffe | Partikelmodell | 03_Tutorial | Tiermastanlage_01.IPR>.

9 Index

A

Abluft	
Heiße	20
Kalte	20
Anemometerhöhe	28
AUSTAL2000	
Anemometerstandort	28
Eingabeparameter	80
Hinweise	27
Installation	27
Rechenverzeichnis	27

B

Bebauungsdämpfung	23
Beispiele	85
Berechnungsparameter	
Gauß/ÖNORM M 9440	16
Gauß/TA Luft 1986	16
Partikel/ TA Luft 2002	28
Bodenrauigkeit	28, 77

C

Canyon-Plume-Box	
Definition der Strassenschlucht	23

E

Elementtyp	
nach Gauß/TA Luft 1986	18
nach Partikel/ TA Luft 2002	33
Straße	23
Emissionsberechnung	
Richtlinien	13

F

Fehlerbetrachtung	71
Flächenquelle	
Gauß/ TA Luft 1986	20
ÖNORM M 9440	20
Partikel/ TA Luft	33

G

Gase	
Abkürzungen	75
Anzahl	28
Gasarten	28
Gauß/ TA Luft 1986	
Bebauung	26
Berechnungsparameter	16
Flächenquelle	20
Linienquelle	20
Punktquelle	20
Gebäudeumströmung	28

Partikelmodell	39
Geländesteilheit	65

H

Halbstundenmittelwerte	23
------------------------	----

J

Jahresstatistik	
Eingabe	49

K

Kaltstart	23
-----------	----

L

Linienquelle	
Gauß/ TA Luft 1986	20
ÖNORM M 9440	20
Partikel/ TA Luft	33
Literatur	76

M

Meteorologie	
Eingabe	48
Verwaltung	52
Meteorologieformat	
ASCII - Alternatives Format	47
DWD	

Jahresstatistik	43
-----------------------	----

Zeitreihe	45
-----------------	----

Modellerstellung	15
Partikel/ TA Luft	27

O

Oldenburg-Studie	15
ÖNORM M 9440	
Flächenquelle	20
Hinweise	25
Linienquelle	20
Punktquelle	20

P

Partikel / TA Luft 2002	
Berechnungsparameter	28
Gebäude	39
Quellarten	33
Punktquelle	
Gauß/ TA Luft 1986	20
ÖNORM M 9440	20
Partikel/ TA Luft	33

Q

Qualitätsstufe	28
Quellhöhe	

Direkte Eingabe	20
Effektive	20, 33
Eingabe, direkt	33
VDI 3782 Bl. 3/I	33
VDI 3782 Bl. 3/II	33
R	
Raster	
Auswertung	67
Konfliktplan	67
Rasterberechnung Gauß	54
Rasterberechnung Partikel	59
Rauigkeitslänge	28
Rechengebiet	
Definition	61
Rechenmethoden	13
Richtwerte	28
S	
Straße	
Element	23
Verkehrsdaten	23
Straßenschlucht	23
T	
taldia.log	28
U	
Unsicherheit, statistische	64
V	
VDI 3782 Bl. 3/I	33
VDI 3782 Bl. 3/II	33
VDI 3945 Bl. 3	
Elemente	28
Verdrängungshöhe	28
Verkehrsdaten	23
W	
Windfeldbibliothek	28
Z	
Zeitreihe	
Eingabe	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Auswahl des Prognosetyps "Schadstoffe" und der Prognoseart	15
Abbildung 2: Parameter der Elementbibliothek Schadstoffe nach Gauß/TA Luft 1986 und ÖNORM M 9440 16	
Abbildung 3: Eingabe der Gasarten und Richtwerte unter "frei definierbar"	17
Abbildung 4: IMMI Elementtypen im Gauß-Modell	18
Abbildung 5: Eingabedialog am Beispiel für die Staubpunktquelle	20
Abbildung 6: Eingabeparameter bei Auswahl "Kalte Abluft"	20
Abbildung 7: Eingabedialog einer Gas-Punkt Quelle	21
Abbildung 8: Eingabedialog einer Staub-Punkt-Quelle / Staubklassen nach TA Luft 1986	22
Abbildung 9: Eingabedialog für eine Geruch-Punkt-Quelle	23
Abbildung 10: Eingabedialog für Straßenverkehrsquellen "nach Copert"	24
Abbildung 11: Emissionsparameter für Straßenverkehrsquellen "nach HBEFA"	25
Abbildung 12: Parameter für die Definition einer Straßenschlucht	25
Abbildung 13: Eingabedialog der Bebauungsdämpfung	26
Abbildung 14: Auswahl der Anzahl der Rechenkerne beim Setzen der Berechnungsparameter	32
Abbildung 15: Quellarten beim Partikelmodell	33
Abbildung 16: Eingabedialog am Beispiel einer Punktquelle	34
Abbildung 17: Emissionsparameter	35
Abbildung 18: Eingabe der Volumenquelle	36
Abbildung 19: Eingabe der vertikalen Quelle	37
Abbildung 20: Eingabe von zeitabhängiger Emission	38
Abbildung 21: Funktionen zur Berechnung der Gebäudeumströmung	39
Abbildung 22: Gebäude in Lageplan und Aufrasterung für die Berechnung	39
Abbildung 23: Beispiele für Gebäudeumströmung	40
Abbildung 24: DWD-Datei für eine Jahresstatistik	43
Abbildung 25: DWD-Datei für eine Zeitreihe	45
Abbildung 26: RELSTA-Datei für eine Jahresstatistik	46
Abbildung 27: Auswahl zwischen Jahresstatistik und Zeitreihe und der meteorologischen Situation	48
Abbildung 28: Eingabedialog einer Jahresstatistik	49
Abbildung 29: Eingabedialog einer Zeitreihe	51
Abbildung 30: Liste der zur Verfügung stehenden Meteorologiedateien	52
Abbildung 31: Immissionraster	55
Abbildung 32: AUSTAL2000.log wird automatisch in IMMI nach Ende der Rasterberechnung angezeigt ...	60
Abbildung 33: Definition eines Rechengebietes	61
Abbildung 34: Aktivieren der Funktion zum Setzen von mehreren Rechennetzen	62
Abbildung 35: Anzeige der Abmessungen der einzelnen Netze	63
Abbildung 36: Beispiel: Anzeige der Geländesteilheit	65
Abbildung 37: Konfliktplan für SO ₂	67
Abbildung 38: Diagramm zur Bestimmung der Überschreitungshäufigkeiten für PM ₁₀	68
Abbildung 39: Diagramm zur Bestimmung der Überschreitungshäufigkeiten für NO ₂	69
Abbildung 40: Auflistung der Bodenrauigkeit in austal2000.log	78
Abbildung 41: Strömungsfeld in einer Straßenschlucht gemäß CPB	78
Abbildung 42: Definition der Schlucht	79
Abbildung 43: Definition des Arbeitsbereichs	87
Abbildung 44: Dialog zum Setzen der Parameter für die Ausbreitungsrechnung nach Gauß/TA Luft 1986 ..	88
Abbildung 45: Meteorologiedaten einlesen	89
Abbildung 46: Dialog zum Bearbeiten der Meteorologiedaten nach erfolgreichem Einlesen von "anonym.aks"	90
Abbildung 47: Eingabe der Gasarten	91
Abbildung 48: Werkzeugkiste links des Lageplan mit aufgeklappter Liste der Bibliotheken für die Prognoseart Gauß/TA Luft 1986	91
Abbildung 49: Daten einer Industriequelle mit heißer Abluft	92
Abbildung 50: Bibliothek Standard mit Element Nordpfeil	93
Abbildung 51: Rasterdefinition	94

Abbildung 52: Immissionsrater (50 m x 50 m Rasterschrittweite) für NO ₂	95
Abbildung 53: Toolbox zum Umschalten zwischen den Rasterergebnissen.....	95
Abbildung 54: Übersicht Lageplan.....	96
Abbildung 55: Projekt-Eigenschaften bei Partikelmodellberechnungen.....	97
Abbildung 56: Hintergrundbild einlesen.....	98
Abbildung 57: Parameter der IMMI-Elementbibliothek Schadstoffe nach Partikel TA Luft.....	99
Abbildung 58: Meteorologiedaten einlesen.....	99
Abbildung 59: Lageplan der Tiermastanlage.....	100
Abbildung 60: Lageplan der Tiermastanlage.....	102
Abbildung 61: Übersicht Lageplan.....	103
Abbildung 62: Parameter der Berechnung.....	104
Abbildung 63: Raster definieren.....	105

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Rasterergebnisse mit Dateinamen.....	57
Tabelle 2: Bewertungsfaktoren für Gerüche.....	57
Tabelle 3: Einheiten der Schadstoffarten.....	58
Tabelle 4: Rauigkeitslängen (Quelle: TA Luft 2002).....	77