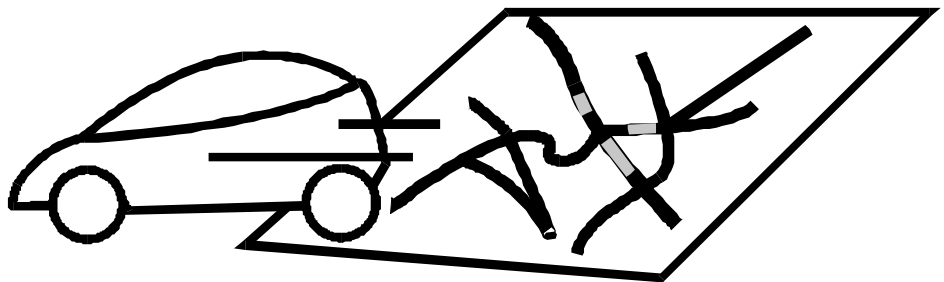


---

Version 3.0 unter ArcView

**IMMIS**<sup>net</sup>



© 2005 IVU Umwelt GmbH, Sexau





# Inhalt

<b>1</b>	<b>Modellbeschreibung</b>	<b>1</b>
1.1	Überblick.....	3
1.2	Beschreibung der Modellkomponenten.....	4
1.2.1	Punktquellenalgorithmus .....	4
1.2.2	Linienquellenalgorithmus .....	5
1.2.3	Flächenquellenalgorithmus .....	10
1.2.4	Bestimmung der meteorologischen Größen .....	13
1.2.5	Bestimmung der Vorbelastungskonzentrationen über einer Straßenschlucht .....	15
1.2.6	Parametrisierung der NO-NO <sub>2</sub> -Umwandlung .....	16
1.3	Schadstoffe.....	19
1.4	Eingabedaten.....	20
1.4.1	Überblick.....	20
1.4.2	Emissionsdaten .....	20
1.4.2.1	Flächenquellen .....	21
1.4.2.2	Linienquellen .....	21
1.4.2.3	Punktquellen.....	22
1.4.3	Hintergrundbelastung .....	22
1.4.4	Meteorologische Daten.....	22
1.4.4.1	Ausbreitungsklassenstatistik .....	22
1.4.4.2	Meteorologische Zeitreihe .....	23
1.4.5	Rezeptordaten .....	24
1.4.5.1	Rezeptoren.....	24
1.4.5.2	Strassenschluchten berechnen .....	24
1.4.6	Ganglinien.....	24
1.5	Ergebnisse.....	26
1.5.1	Ausgabedateien.....	26
1.5.1.1	Protokolldatei.....	26
1.5.1.2	Ergebnisdateien .....	26
1.6	Literatur.....	27

<b>2</b>	<b>Programmbenutzung</b>	<b>29</b>
2.1	IMMIS <sup>net</sup> unter ArcView .....	31
2.1.1	Installation .....	31
2.1.2	Menüstruktur .....	32
2.1.3	Quellen-Shapes zusammenfassen .....	33
2.1.3.1	Punktquellen .....	34
2.1.3.2	Parameter für Punktquellen-Shapedatei .....	35
2.1.3.3	Linienquellen .....	36
2.1.3.4	Parameter für Linienquellen-Shapedatei .....	37
2.1.3.5	Flächenquellen .....	38
2.1.3.6	Parameter für Flächenquellen-Shapedatei .....	39
2.1.3.7	Liste der verfügbaren Shapes .....	40
2.1.3.8	Zuordnung .....	40
2.1.4	Steuerdatei erstellen .....	41
2.1.5	Steuerdatei bearbeiten .....	42
2.1.6	IMMIS <sup>net</sup> starten .....	45
2.1.7	Straßenschlucht berechnen .....	45
2.1.8	Ergebnisse laden .....	46
2.1.9	IMMIS <sup>net</sup> Hilfe .....	46
2.1.10	Info .....	46



# 1 Modellbeschreibung





## 1.1 Überblick

IMMIS<sup>net</sup> ist ein immissionsklimatologisches Ausbreitungsmodell zur Berechnung der Vorbelastung über Straßenschluchten oder an beliebigen vorgegebenen Rezeptoren. IMMIS<sup>net</sup> wurde ursprünglich entwickelt, um die aus den Emissionen eines Verkehrsnetzes resultierenden Immissionen zu berechnen. Die aktuelle Version von IMMIS<sup>net</sup> ermöglicht zusätzlich die Berücksichtigung von Punkt- und Flächenquellen.

Auf der Basis der Gaußschen Rauchfahngleichung berechnet das Modell die Immissionen der Flächen-, Linien- und Punktquellen eines Untersuchungsgebietes. Dabei werden für jeden definierten Rezeptor der Jahresmittelwert und verschiedene Perzentile der Summenhäufigkeit bestimmt.

Eine optionale Erweiterung für IMMIS<sup>net</sup> generiert zusätzliche Ausgabedateien mit den stundenfein aufgelösten Immissionszeitreihen aller Rezeptoren.

Eingangsgrößen in das Modell sind eine klimatologische Häufigkeitsverteilung oder eine Zeitreihe der meteorologischen Parameter sowie die Emissionsdaten der betrachteten Quellen. Das Modell arbeitet chronologisch, d. h. für jede Stunde eines Jahres werden die Immissionsbeiträge aller betrachteten Quellen berechnet. Die für die jeweilige Stunde repräsentativen meteorologischen Bedingungen entstammen direkt der Zeitreihe oder werden bei Verwendung einer meteorologischen Häufigkeitsverteilung zufällig aus der klimatologischen Verteilung der meteorologischen Fälle gezogen. Die anzugebenden Jahresemissionen werden in Verursachergruppen klassifiziert oder direkt mit spezifischen Ganglinien in Form von Monats-, Wochen-, und Tagesgängen verknüpft mit denen das Modell stündliche Emission ermittelt.

## 1.2 Beschreibung der Modellkomponenten

### 1.2.1 Punktquellenalgorithmus

IMMIS<sup>net</sup> benutzt für Punktquellen die stationäre Gaußsche Rauchfahngleichung. Für jede Punktquelle und jede meteorologische Situation wird der Ursprung des verwendeten rechtwinkligen x,y-Koordinatensystems in den Fußpunkt der Punktquelle gelegt, wobei die x-Achse positiv in Windrichtung ist. Damit kann die Konzentration an einem Rezeptor mit den Koordinaten x,y für eine vorgegebene stationäre meteorologische Situation folgendermaßen beschrieben werden:

$$c(x, y, z) = \frac{Q \cdot V \cdot SF}{2 \cdot \pi \cdot u \cdot \sigma_y(x) \cdot \sigma_z(x)} \cdot \exp \left[ -0.5 \cdot \left( \frac{y}{\sigma_y(x)} \right)^2 \right]$$

Gleichung 1      Massenkonzentration der Luftverunreinigung am Aufpunkt mit den Koordinaten x,y,z

mit

c(x,y,z)	Massenkonzentration der Luftverunreinigung am Aufpunkt mit den Koordinaten x,y,z
Q	Emissionsmassenstrom in Masse pro Zeiteinheit
SF	Skalierungsfaktor zur Berechnung der Konzentrationen in den erwünschten Einheiten
V	Vertikalterm der Gaußschen Rauchfahngleichung
u	Transportgeschwindigkeit
$\sigma_y, \sigma_z$	horizontaler und vertikaler Ausbreitungsparameter

Der Vertikalterm V beschreibt in der Gaußschen Rauchfahngleichung die Vertikaldispersion :

$$V = \exp \left[ -0.5 \cdot \left( \frac{z_r - h_e}{\sigma_z(x)} \right)^2 \right] + \exp \left[ -0.5 \cdot \left( \frac{z_r + h_e}{\sigma_z(x)} \right)^2 \right] + \sum_{i=1}^{\infty} \left\{ \exp \left[ -0.5 \cdot \left\{ \frac{H_1}{\sigma_z(x)} \right\} \right] + \exp \left[ -0.5 \cdot \left\{ \frac{H_2}{\sigma_z(x)} \right\} \right] + \exp \left[ -0.5 \cdot \left\{ \frac{H_3}{\sigma_z(x)} \right\} \right] + \exp \left[ -0.5 \cdot \left\{ \frac{H_4}{\sigma_z(x)} \right\} \right] \right\}$$

Gleichung 2      Vertikaldispersion der Gaußschen Rauchfahngleichung

mit:

$h_e$  = Effektive Schornsteinhöhe

$H_1 = z_r - (2iz_i - h_e)$





$$H2 = z_r + (2iz_i - h_e)$$

$$H3 = z_r - (2iz_i + h_e)$$

$$H4 = z_r + (2iz_i + h_e)$$

$z_r$  = Rezeptorhöhe über Grund (m)

$z_i$  = Mischungshöhe (m)

Die Serienterme beschreiben die Effekte einer Reflexion der Rauchfahne an der Untergrenze (Mischungshöhe) einer abgehobenen Inversion.

Die effektive Schornsteinhöhe  $h_e$  wird nach dem im Anhang C der TA Luft (TA Luft 1986) beschriebenen Verfahren berechnet. Auch die horizontalen und vertikalen Ausbreitungsparameter werden aus der TA Luft übernommen.

## 1.2.2 Linienquellenalgorithmus

Die Emissionen des Verkehrs müssen als endliche Linienquellen behandelt werden. Da eine analytische Lösung der Diffusionsgleichung für endliche Linienquellen nur unter Einschränkungen ableitbar ist, werden solche Quellen oft durch eine Reihe von Punktquellen approximiert. Ein solch numerischer Ansatz erfordert aber einen hohen Rechenaufwand, insbesondere wenn ein ganzes Straßennetz berücksichtigt werden soll. Aus diesem Grunde wird in IMMIS<sup>net</sup> eine erstmalig von Yamartino (1989) präsentierte analytische Lösung benutzt, die auf den geringstmöglichen Approximationen beruht.

Betrachtet wird eine endliche Linienquelle am Boden, die in einem in die Windrichtung gedrehten Koordinatensystem (Koordinatenachse  $x'$  parallel zur Windrichtung) um den Winkel  $\theta$  gegen die  $y'$ -Achse geneigt ist (siehe Abbildung 1). Die Linienquelle liegt parallel zur  $y$ -Achse des Koordinatensystems  $x, y$ . Die Enden der Linienquelle werden am luvseitigen Ende mit  $Y_{luv}$  und am leeseitigen Ende mit  $Y_{lee}$  bezeichnet. Gesucht ist die Konzentration an einem Rezeptor, der im  $x, y$ -Koordinatensystem von der Linienquelle den Abstand  $x_r$  hat. Im  $x', y'$ -Koordinatensystem, dessen Nullpunkt auf der Linienquelle liegt, hat der Rezeptor die Koordinaten  $x'_r, y'_r$ . Die Entfernung  $x'_r$  zwischen Rezeptor und der Linienquelle ist damit gleich  $x_r / \cos \theta$  mit  $y'_r = l \cos \theta = 0$ .  $l$  bezeichnet dabei die Integrationsrichtung entlang der Linienquelle mit  $l=0$  im Nullpunkt des  $x', y'$ -Koordinatensystems.  $l_0$  ist der Integrationsstartpunkt auf der Linienquelle, da die Emissionen von  $Y_{lee}$  bis  $l_0$  nichts zu der Konzentration am Rezeptor beitragen. Der Punkt  $l_r$  in Abb. 1 liegt damit bei  $l = -x_r \cdot \tan \theta$ . Mit diesen Definitionen lassen sich zwischen den verschiedenen Koordinatensystemen folgende Beziehungen ableiten:

$$x' = x'_r + l \cdot \sin \theta = x_r / \cos \theta + l \sin \theta,$$

$$y' = l \cdot \cos \theta,$$

$$y = y_r + l - l_r = y_r + l + x_r \cdot \tan \theta$$

$$l = y - y_r - \tan \theta$$

Die durch die Emissionen der Linienquelle an dem Rezeptor mit den Koordinaten  $x_r, y_r$  verursachte Konzentration kann damit beschrieben werden durch:

$$C = \frac{q}{2 \cdot \pi \cdot u} \cdot l$$

Gleichung 3 Durch die Emissionen der Linienquelle an dem Rezeptor mit den Koordinaten  $x_r, y_r$  verursachte Konzentration

Mit:

$$l = \int_{i_1}^{i_2} \frac{dl \cdot \exp \left[ -\frac{1}{2} \cdot \left( \frac{y'}{\sigma_y(x') \cdot \sigma_z(x')} \right)^2 \right]}{\sigma_y(x') \cdot \sigma_z(x')}$$

Gleichung 4 Integration der Gaußschen Rauchfahngleichung entlang der Linienquelle

Dieser Ansatz beschreibt die Integration der Gaußschen Rauchfahngleichung für Punktquellen entlang der Linienquelle von  $i_1$  bis  $i_2$ .  $q$  bezeichnet die Emissionsstärke pro Einheitslänge  $dl$ ,  $u$  die Windgeschwindigkeit und  $\sigma_y$  und  $\sigma_z$  die Ausbreitungsparameter. Die die Reflexion am Erdboden beschreibenden Terme sind hier der Klarheit halber nicht mitaufgeführt.

Ohne Annahmen über die Form der Ausbreitungsparameter ist die Gleichung 4 nicht analytisch lösbar. Hier wird folgender Ansatz gewählt:

$$\sigma_y(x') = i_y \cdot (a' + l \cdot \sin\theta)$$

Gleichung 5 Ausbreitungsparameteransatz für  $\sigma_y$

$$\sigma_z(x') = i_z \cdot (a' + l \cdot \sin\theta)$$

Gleichung 6 Ausbreitungsparameteransatz für  $\sigma_z$

mit

$$i_y = \frac{\Delta \sigma_y(x')}{\Delta x'} \quad \text{bei } x' = x_r'$$

$$i_z = \frac{\Delta \sigma_z(x')}{\Delta x'} \quad \text{bei } x' = x_r'$$

und

$$a' = \frac{\sigma_z(x')}{i_z} \quad (A)$$

oder

$$a' = \frac{\sigma_y(x')}{i_y} \quad (B)$$



Da das Ergebnis einer Integration über die Linienquelle weitaus sensitiver bezüglich dem vertikalen Ausbreitungsparameter  $\sigma_z$  als dem horizontalen Ausbreitungsparameter  $\sigma_y$  ist, wird hier Definition (A) gewählt. Dies bedeutet, dass

$$\sigma_y(x_r') = \sigma_z(x_r') \cdot \frac{i_y}{i_z}$$

gesetzt werden muss. Der Ansatz impliziert also zwei Einschränkungen:

- Die Ausbreitungsparameter  $\sigma_y$  und  $\sigma_z$  dürfen über eine von der Quell-Rezeptor-Konfiguration abhängigen Distanz  $\Delta x'$  nur linear anwachsen,
- Die Ausbreitungsparameter  $\sigma_y$  und  $\sigma_z$  sind im Verhältnis  $\sigma_y/\sigma_z = i_y/i_z$  immer proportional zueinander.

Damit ergibt sich für I folgender analytisch lösbarer Ausdruck:

$$I = \int_{l_1}^{l_2} \frac{dl \cdot \exp \left[ -\frac{1}{2} \cdot \left( \frac{l \cdot \cos \theta}{i_y \cdot i_z \cdot (a' + l \cdot \sin \theta)^2} \right)^2 \right]}{i_y \cdot i_z \cdot (a' + l \cdot \sin \theta)^2}$$

Die Integrationsgrenzen  $l_1$  und  $l_2$  sind gegeben durch:

$$l_1 = \max(l_0, l_{lee}) \quad \text{mit } l_0 = -x_r' / \sin \theta \quad \text{und } l_{lee} = y_{lee} - y_r - x_r \tan \theta$$

und

$$l_2 = l_{luv} = y_{luv} - y_r - x_r \cdot \tan \theta.$$

Bei dieser Schreibweise liegt  $l = 0$  im Nullpunkt des  $x', y'$ -Koordinatensystems.

Eine Transformation der Variablen in

$$p = \frac{1}{a' + l \cdot \sin \theta}$$

führt zu

$$I = \frac{-1}{i_y \cdot i_z \cdot \sin \theta} \int_{p_1}^{p_2} dp \exp \left[ -\frac{(1 - a' \cdot p)^2}{(\sqrt{2} \cdot i_y \cdot \tan \theta)^2} \right]$$

mit den entsprechenden Integrationsgrenzen  $p_1$  und  $p_2$ . Eine zweite Transformation mit der Variablen

$$s = \frac{(1 - a' \cdot p)^2}{(\sqrt{2} \cdot i_y \cdot \tan \theta)^2}$$

führt zu einem das Wahrscheinlichkeitsintegral enthaltenden Ausdruck:

$$I = \frac{\sqrt{2} \cdot i_y \cdot \tan\theta}{a' \cdot i_y \cdot i_z \cdot \sin\theta} \int_{s_1}^{s_2} ds \exp(-s^2)$$

Da  $a' i_z = \sigma_z(x_r')$ , ergibt sich damit für die Konzentration C:

$$C = \frac{q}{\sqrt{2 \cdot \pi} \cdot u \cdot \sigma_z(x_r') \cos\theta} \cdot \frac{1}{2} \cdot [\text{erf}(s_2) - \text{erf}(s_1)]$$

Gleichung 7 *Massenkonzentration aus einer Linienquelle*

mit

$$s = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot i_y \cdot \tan\theta} \cdot \frac{\frac{l}{a'} \sin\theta}{1 + \frac{l}{a'} \sin\theta}$$

Die Integrationsgrenzen  $s_1$  und  $s_2$  lassen sich aus den entsprechenden Grenzen  $l_1$  und  $l_2$  ableiten.

Betrachtet man eine unendlich lange Linienquelle, d.h.  $y_{lee} = -\infty$  und  $y_{luv} = +\infty$ , ergibt sich für die Integrationsgrenzen  $l_1$  und  $l_2$

$$l_1 = l_0 = -\frac{x_r'}{\sin\theta} \quad \text{bzw.} \quad l_2 = +\infty$$

und entsprechend

$$s_1 = \frac{-1}{\sqrt{2} \cdot i_y \cdot \tan\theta} \cdot \frac{x_r'}{a' - x_r'} \quad \text{bzw.} \quad s_2 = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot i_y \cdot \tan\theta}$$

Nimmt man weiter an, dass die unendliche Linienquelle senkrecht angeströmt wird ( $\theta = 0$ ), gehen die Integrationsgrenzen in Gleichung 7 gegen Unendlich, d.h.  $\text{erf}(\pm\infty) = \pm 1$  und die Gleichung 7 reduziert sich auf die bereits von Calder (1973) angegebene Lösung

$$C = \frac{q}{\sqrt{2\pi} \cdot u \cdot \sigma_z(x_r')}$$

für eine unendliche, senkrecht angeströmte Linienquelle, wobei der die Reflexion am Erdboden beschreibende Faktor 2 für eine Bodenquelle nicht berücksichtigt ist.

Die hier präsentierte analytische Lösung stellt eine neue Verallgemeinerung der analytischen Linienquellenlösungen dar. Die Lösung berücksichtigt den entlang der Linienquelle variierenden Abstand zum Rezeptor, d.h. die Emissionen der weiter von dem Rezeptor entfernt liegenden Teile der Linienquelle erreichen den Rezeptor mit einer größeren Verdünnung als die Emissionen der naheliegenden Teile. Es wird lediglich vorausgesetzt, dass die Ausbreitungsparameter im Einflussbereich der Quelle linear anwachsen. Die Gleichung 7 kann damit für alle Winkel zwischen Linienquelle und Windrichtung benutzt werden. Dies ist ein entscheidender Unterschied zu der kürzlich vorgestellten Lösung von Esplin (1995), die die Variation der Sigma-Parameter entlang der Linienquelle nicht berücksichtigt und daher bei kleinen Winkeln zwischen



Linienquelle und Windrichtung und langen Quellen nur mit Einschränkung verwendbar ist.

Es sei angemerkt, dass in IMMIS<sup>net</sup> die Gleichung 7 in einer leicht geänderten Version implementiert ist. Diese Version erlaubt die Berücksichtigung der Reflexionsterme auch für vom Boden abgehobene Linienquellen.

Ebenfalls berücksichtigt wird eine von den Fahrzeugen auf der Straße und der Breite der Straße bestimmte Anfangsturbulenz. Es werden folgende Ansätze verwendet:

$$\sigma_z(0) = \frac{d_{\text{turb}}}{\sqrt{2} \cdot \pi}$$

$$\sigma_y(0) = \sigma_z(0) \cdot \cos^2 \theta + \frac{B}{\sqrt{2} \cdot \pi} \cdot \sin^2 \theta$$

B ist die Fahrbahnbreite und

$$d_{\text{turb}} = H_v(0) + H_v(\infty) \cdot \left[ 1 - \exp\left(\frac{-v}{v_c}\right) \right]$$

$H_v(0)$  und  $H_v(\infty)$  sind die Längenskalen zur Beschreibung der Höhe der gut durchmischten Zone hinter den Fahrzeugen für stehende und sehr schnelle Fahrzeuge.  $v$  ist die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit und  $v_c$  eine kritische Fahrzeuggeschwindigkeit, bei der der Übergang von Wirbelschleppen für niedrige Fahrgeschwindigkeiten zu solchen für hohe Fahrgeschwindigkeiten erfolgt. Dieser Ansatz wurde von Eskridge und Rao (1983) aus numerischen Experimenten mit dem ROADWAY-Gittermodell abgeleitet. Die aus diesen Experimenten abgeleiteten Schwellenwerte sind  $H_v(0) = 0.26\text{m}$ ,  $H_v(\infty) = 3.4\text{m}$  und  $v_c = 55\text{km/h}$ .

Die Fahrbahnbreite spielt also nur dann eine Rolle, wenn der Winkel  $\theta$ , der die Orientierung der Straße zur Windrichtung beschreibt (siehe Abbildung 1) groß wird, d.h. bei zunehmender Parallelanströmung.

Dammlagen von Straßen werden in ähnlicher Weise durch additive Terme zu den Ausbreitungsparametern berücksichtigt.

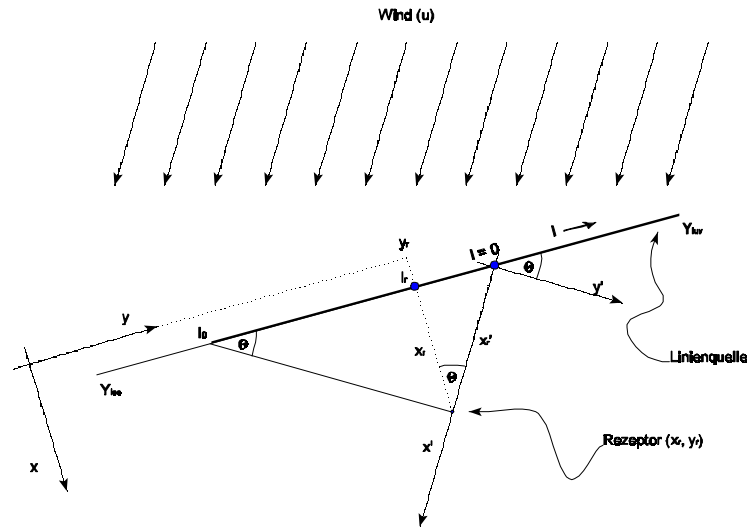


Abbildung 1 Geometrische Anordnung der Linienquelle und des Rezeptors

### 1.2.3 Flächenquellenalgorithmus

Alle Emissionen, die nicht aus Punkt- oder Linienquellen stammen, werden in IMMIS<sup>net</sup> als Flächenquellen behandelt. Der Beitrag der Emissionen einer Flächenquelle an einem Rezeptor ergibt sich formal aus der Lösung des zweidimensionalen Integrals

$$C_a = \int_a \int dx dy G(x,y)$$

mit  $C_a$  der Konzentration an einem Rezeptor aus den Emissionen der Flächenquelle und  $G(x,y)$  der Gaußschen Rauchfahngleichung. Die Integration über die Quelle erfolgt in einem in den Wind gedrehten Koordinatensystem, in dem die x-Achse mit der Windrichtung zusammenfällt (siehe Abbildung 2).

Die Konzentration an einem im Lee (x-Richtung) der Flächenquelle gelegenen Rezeptor lässt sich dann folgendermaßen darstellen:

$$c = \frac{Q_A}{2 \cdot \pi \cdot u} \cdot \int_x \frac{V \cdot SF}{\sigma_y(x) \cdot \sigma_z(x)} \cdot \left( \int_y \exp \left[ -0.5 \cdot \left( \frac{y}{\sigma_y(x)} \right)^2 \right] dy \right) dx$$

Gleichung 8 Konzentration an einem in Lee einer Flächenquelle gelegenen Rezeptor

mit:

QA	Emissionsrate der Flächenquelle pro Einheitszeit und Einheitsfläche
V	Vertikalterm (siehe Abschnitt 1.2.1)
SF	Skalierungsfaktor (siehe Abschnitt 1.2.1)
u	Transportgeschwindigkeit



$\sigma_y, \sigma_z$       horizontaler und vertikaler Ausbreitungsparameter

Der Vertikalterm  $V$  beschreibt in der Gaußschen Rauchfahngleichung die Vertikaldispersion und ist in Abschnitt 1.2.1 beschrieben.

Das Integral quer zur Windrichtung ( $y$ -Richtung) lässt sich analytisch lösen, da entlang einer endlichen Linie mit den durch die Ränder der Flächenquelle gegebenen Begrenzungen  $y_1$  und  $y_2$  integriert werden kann (siehe Abbildung 2). Wie bei der Linienquellenlösung, kann das Integral dann durch zwei Fehlerfunktionen dargestellt werden:

$$I_Y = \int_{y_1}^{y_2} \exp \left[ -0.5 \cdot \left( \frac{y}{\sigma_y(x)} \right)^2 \right] dy = \operatorname{erf} \left( \frac{y_2}{\sigma_y(x)} \right) - \operatorname{erf} \left( \frac{y_1}{\sigma_y(x)} \right)$$

Gleichung 9      Integral quer zur Windrichtung

wobei in diesem Falle im Gegensatz zur IMMIS<sup>net</sup>-Linienquellenlösung keine besondere Behandlung der Ausbreitungsparameter erforderlich ist, da die Linie immer senkrecht angeströmt wird.

Für die Integration in  $x$ -Richtung (d.h. in Windrichtung) wird ein numerisches Verfahren verwendet, das die Flächenquelle ausgehend von einer Unterteilung (Darstellung durch eine Linienquelle) sukzessive in immer kleinere Bereiche aufteilt. Die Prozedur wird solange fortgesetzt, bis sich die Konzentration an dem Rezeptor nur noch unwesentlich ändert. Das Verfahren beruht auf folgenden drei Schritten:

- a) Integration entlang der  $x$ -Richtung nach der Trapez-Regel mit einer anwachsenden Zahl von Stützpunkten (Verdoppelung bei jeder Iteration)
- b) Abschätzung des Integralwertes nach der Romberg-Methode (Press et al., 1986), bei der die Lösungssequenzen der Integrationen von Schritt a) mit einem Polynom höherer Ordnung (bei  $k$  Sequenzen der Ordnung  $k-1$ ) interpoliert und nach  $x \rightarrow 0$  (verschwindender Abstand zwischen den Stützpunkten) extrapoliert werden.
- c) Testen der Konvergenz des geschätzten Integralwertes von b)

Der Wert des Integrals wird danach als gewichtetes Mittel vorhergehender Schätzungen bestimmt:

$$I = \int_x \frac{V}{\sigma_y(X) \cdot \sigma_z(X)} \cdot I_Y dx = \frac{4}{3} \cdot I_{2N} - \frac{1}{3} \cdot I_N$$

Gleichung 10      Integral in Windrichtung

wobei das Integral sich auf den windaufwärts vom Rezeptor gelegenen Teil der Flächenquelle bezieht und  $I_N$  und  $I_{2N}$  die aufeinanderfolgenden Schätzungen des Integrals mit der Trapez-Regel auf der Basis von  $N$  bzw.  $2N$  Intervallen bezeichnen.

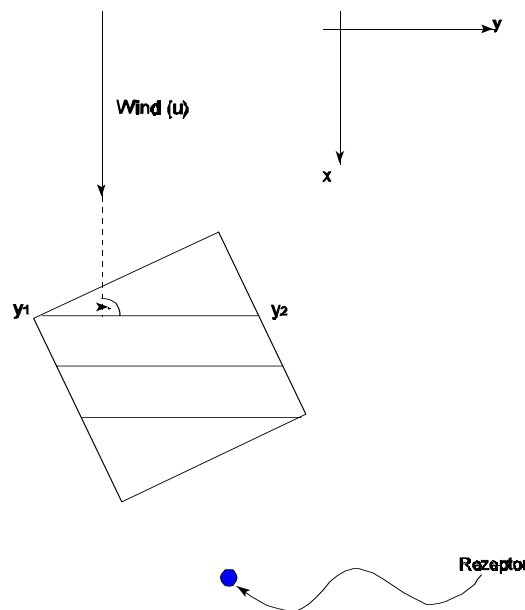
Die Integration wird beendet, falls eines der drei folgenden Kriterien erfüllt ist:

1. Schritt a) wurde zehnfach wiederholt. Dies ist gleichbedeutend mit einer Unterteilung der Fläche der Quelle in  $1 + 2^{N-1} = 513$  Teile für  $N=10$ .

2. Der mit dem Romberg-Verfahren extrapolierte Wert des Integrals unterscheidet sich nur um 0.01 Prozent von der vorhergehenden Schätzung und es wurden mindestens 4 Iterationen (Verdoppelungen der Stützpunkte) ausgeführt.
3. Der extrapolierte Wert des Integrals ist kleiner 1.0 E-10 und es wurden mindestens 3 Iterationen (Verdoppelungen der Stützpunkte) ausgeführt.

Die erste Bedingung beschränkt den Integrationsprozess. Die zweite Bedingung ist ein Kriterium für die Genauigkeit der Lösung und die dritte Bedingung stellt einen unteren Schwellenwert für die Größe des Integrals dar. Gegenüber einer einfachen Integration einer Flächenquelle mit dem Trapez-Regel bringt die zusätzliche Anwendung des Romberg-Verfahrens bei gleicher Genauigkeit eine erhebliche Verbesserung der Recheneffizienz.

Das hier beschriebene Verfahren ist in ähnlicher Weise auch in dem ISC (Industrial Source Complex)-Modell der US EPA integriert (EPA, 1995). Da nur der Teil der Flächenquelle in der Integration berücksichtigt wird, der windaufwärts von einem Rezeptor liegt, können auch Rezeptoren in oder neben der Flächenquelle behandelt werden.



**Abbildung 2** Unterteilung einer Flächenquelle mit 3 Linien in 4 Segmente. Die Integration quer zur Windrichtung erfolgt innerhalb der Grenzen  $y_1$  und  $y_2$  (eingezeichnet nur für die luvseitige Linie). Integration in x-Richtung erfolgt mit einer wachsenden Anzahl von Stützpunkten (Erhöhung der Anzahl von Segmenten)

Die im Modell verwendeten meteorologischen Größen sind Windgeschwindigkeit, Windrichtung, eine die atmosphärische Schichtung beschreibende Ausbreitungsklasse sowie die Mischungsschichthöhe.





## 1.2.4 Bestimmung der meteorologischen Größen

Wird als meteorologischer Datensatz eine vom Deutschen Wetterdienst (DWD) erstellte klimatologische Häufigkeitsverteilung benutzt, werden den dort definierten Klassen der Windgeschwindigkeit und Windrichtung die in der TA Luft festgeschriebenen Rechenwerte zugeordnet.

Bei der Windrichtung sind dies 36 Sektoren zu je 10°, beginnend bei Nord mit dem Sektor 1 (0°-10°). Als repräsentative Windrichtung wird die Klassenmitte gewählt, beim 1. Sektor also 5°. Eine Änderung der Windrichtung mit der Höhe wird nicht berücksichtigt.

Die Windgeschwindigkeit ist in den DWD-Häufigkeitsverteilungen in 9 Klassen eingeteilt. Jeder Klasse wird der in der TA Luft beschriebene repräsentative Rechenwert zugeordnet. Der niedrigste Rechenwert ist 1 m/s für Klasse 1, der höchste 12 m/s für Klasse 9.

Die Ausbreitungsklasse nach Klug/Manier wird direkt übernommen. In Abhängigkeit von dieser Klasse werden im Modell die für die Gaußschen Ausbreitungsgleichungen benötigten Ausbreitungsparameter  $\sigma_y$  und  $\sigma_z$  ausgewählt. Auch die Auswahl dieser Parameter erfolgt entsprechend der Vorgehensweise der TA Luft.

Das Modell arbeitet chronologisch, d.h. für jede Stunde eines Jahres werden die Immissionsbeiträge aller betrachteten Quellen berechnet. Die für die jeweilige Stunde repräsentativen meteorologischen Bedingungen werden zufällig aus der klimatologischen Verteilung der meteorologischen Fälle der betreffenden Stundengruppe gezogen. Das dabei verwendete Verfahren beruht auf der Inversion der Summenhäufigkeit (Bratley et. al., 1983, S. 134 ff), die sich aus den Auftrittshäufigkeiten der einzelnen durch eine Ausbreitungs-, Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsklasse definierten Ausbreitungssituationen bilden lässt.

Wird als Eingabedatensatz eine meteorologische Zeitreihe verwendet, so werden die angegebenen Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten ohne eine Klassifizierung verwendet. Um den Einschränkungen der Gaußschen Rauchfahngleichung gerecht zu werden, wird aber eine untere Grenzwindgeschwindigkeit von 1m/s festgelegt.

IMMIS<sup>net</sup> wird oft für die Berechnung der Konzentrationsverteilungen in Stadtgebieten eingesetzt. Stadtgebiete sind aerodynamisch rauher als ihre ländliche Umgebung. Die meteorologischen Häufigkeitsverteilungen des DWD werden meistens über aerodynamisch eher glatten Gelände (z. B. auf einem Flughafen) erhoben (die Angabe der Rauigkeit der Umgebung des Meßortes erfolgt in der Meteorologiedatei; siehe Abschnitt 1.4.4.2). Wird eine solche Verteilung für ein Stadtgebiet verwendet, muss berücksichtigt werden, dass die Stadtrauhigkeit die Windgeschwindigkeit reduziert. Dieser Effekt wird durch eine einfache, rauigkeitsabhängige Skalierung der gemessenen Windgeschwindigkeit berücksichtigt. Die Tabelle 1 zeigt die dazu verwendeten Skalierungsfaktoren für 4 Rauigkeitsklassen. Wurde die Windverteilung demnach auf einem Flugplatz erhoben (Rauigkeitslänge  $z_0$  ca. 0,1 m, Klasse 1) und soll diese Verteilung für eine Stadt (Rauigkeitslänge  $z_0$  mehrere m, Klasse 4) verwendet werden, so wird die auf dem Flugplatz gemessene Windgeschwindigkeit um 35% vermindert (Faktor 0,65).

Die in die Gaußschen Gleichungen eingehende Transportgeschwindigkeit ist nicht die in den meteorologischen Datensätzen enthaltene Geschwindigkeit in Anemometerhöhe, sondern die Geschwindigkeit in der effektiven Ausbreitungshöhe. Die Berechnung dieser Transportgeschwindigkeit erfolgt mit Hilfe eines Potenzansatzes aus der in der Anemometerhöhe gemessenen oder aus der für diese Höhe nach Tabelle 1 bestimmten Windgeschwindigkeit  $u_A$  :

$$u_T = u_A \cdot \left( \frac{z_T}{z_A} \right)^m$$

Es bedeuten:

- zA Anemometerhöhe in m
- zT Transporthöhe in m
- uA Windgeschwindigkeit in Anemometerhöhe
- uT Windgeschwindigkeit in Transporthöhe
- m stabilitätsabhängiger Exponent

Der die Form des Potenzprofils bestimmende Exponent ist stabilitätsabhängig und kann der Tabelle 2 entnommen werden.

**Tabelle 1 Skalierungsfaktoren zum Modifizieren gemessener Windgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Rauigkeit. Klasse 1 entspricht einer Rauigkeit von ca 0,1 m, Klasse 2 von ca. 0,3 m, Klasse 3 von ca. 1,0 m und Klasse 4 von ca. 3 m. Nach Lohmeyer (1996).**

Rechengebiet ----- Meßgebiet	Rauigkeits- klasse 1 (Flugplatz)	Rauigkeits- klasse 2 (Felder)	Rauigkeits- klasse 3 (Vorort)	Rauigkeits- klasse 4 (Stadtgebiet)
Rauigkeitsklasse 1	1.00	0.90	0.80	0.65
Rauigkeitsklasse 2	1.10	1.00	0.89	0.72
Rauigkeitsklasse 3	1.25	1.13	1.00	0.81
Rauigkeitsklasse 4	1.54	1.38	1.23	1.00

**Tabelle 2 Die zur Berechnung der Transportgeschwindigkeit verwendeten Exponenten in Abhängigkeit von der Ausbreitungsklasse und dem Ausbreitungsgelände (nach VDI-Richtlinie 3782).**

Ausbreitungsklasse nach Klug/Manier	Exponent m für Landgebiete	Exponent m für Stadtgebiete
I (sehr stabil)	0.37	0.52
II (stabil)	0.32	0.48
III/1 (neutral)	0.26	0.31
III/2 (neutral)	0.18	0.31
IV (labil)	0.14	0.31
V (sehr labil)	0.12	0.20

Da Mischungsschichthöhen im allgemeinen nicht zur Verfügung stehen, werden im vorliegenden Programmsystem den sechs Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier folgende, in der VDI-Richtlinie 3782 empfohlene charakteristische Mischungsschichthöhen zugeordnet (Tabelle 2). An dieser Untergrenze einer

Temperaturinversion wird angenommen, dass die emittierten Gase vollständig reflektiert werden. Ist die Schornsteinbauhöhe einer Punktquelle größer als die Mischungsschichthöhe, so wird die Konzentration am Boden gleich Null gesetzt. Ist die effektive Quellhöhe für die Ausbreitungsklassen I und II größer als die Mischungsschichthöhe, so wird die effektive Quellhöhe gleich der Mischungshöhe gesetzt.

**Tabelle 3** *Mischungsschichthöhe in Abhängigkeit von der Ausbreitungsklasse (nach VDI-Richtlinie 3782).*

Ausbreitungsklasse nach Klug/Manier	Mischungsschichthöhe in m
I (sehr stabil)	250
II (stabil)	250
III/1 (neutral)	800
III/2 (neutral)	800
IV (labil)	1100
V (sehr labil)	1100

### 1.2.5 Bestimmung der Vorbelastungskonzentrationen über einer Straßenschlucht

Ein wichtiges Einsatzgebiet von IMMIS<sup>net</sup> liegt in der stündlichen Bestimmung der Vorbelastung über Straßenschluchten, in denen die verlangten Kenngrößen mit dem CPB- oder IMMIS<sup>luft</sup>-Modell berechnet werden sollen. Die Vorbelastungskonzentrationen werden stündlich aus dem Beitrag aller im Untersuchungsgebiet erfassten Quellen ermittelt. Da das CPB-Modell zeitlich aufgelöst arbeitet, können die Überdachkonzentrationen stündlich mit den in der Straßenschlucht berechneten Konzentrationen überlagert werden. Eine empirische Bestimmung des NO<sub>2</sub>-98-Perzentils aus einer Vorbelastung und einer Zusatzbelastung in der Straße ist daher nicht erforderlich. Da IMMIS<sup>luft</sup>, im Gegensatz zu IMMIS<sup>cpb</sup>, direkt Jahresstatistiken ausgibt, werden für IMMIS<sup>luft</sup> die Perzentile über empirische Formeln ermittelt (siehe Abschnitt 1.2.6).

Prinzipiell muss die Vorbelastung über einer Straße ohne den Emissionsbeitrag dieser Straße berechnet werden. Die Emissionen des mit dem Straßenraum-Modell detailliert behandelten Straßenabschnitts dürfen in der Vorbelastungsberechnung also nicht berücksichtigt werden. Dies bringt in der praktischen Anwendung erhebliche Schwierigkeiten, da der Beitrag der Emissionen einer Straße zu den Immissionen in dem für die Berechnungen mit dem Straßenraum-Modell ausgewählten Straßenquerschnitt eine Funktion der Windrichtung ist: Bei einer reinen Queranströmung spielen die Emissionen außerhalb des betrachteten Straßenquerschnitts nur eine untergeordnete Rolle. Bei einer Längsanströmung tragen die bezüglich des betrachteten Straßenquerschnitts luvseitigen Emissionen der Straße erheblich zu den Immissionen bei. Dieser Effekt wird bei den Straßenraum - Berechnungen berücksichtigt. Will man die in die eigentlichen Straßenraumberechnungen eingehenden Emissionen bei der Vorbelastungsberechnung unberücksichtigt lassen, müsste dies dementsprechend windrichtungsabhängig gehandhabt werden.

Zur Umgehung der damit verbundenen Schwierigkeiten wird bei den IMMIS<sup>net</sup>-Vorbelastungsberechnungen für die betrachtete Straßenschlucht keine Verminderung der Emission vorgenommen, vielmehr erfolgt die stündliche Bestimmung der Vorbelastung für einen Straßenquerschnitt immer im Luv dieses Straßenquerschnitts. Der Abstand zum Straßenraum-Querschnitt wird dabei so gewählt, dass eine Doppelzählung von Emissionen nicht auftritt. Damit ist gewährleistet, dass die Emissionen der ausgewählten Straße, die detailliert mit dem Straßenraum-Modell behandelt wird, nicht in die Vorbelastungsberechnung eingehen.

### 1.2.6 Parametrisierung der NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlung

Die Schadstoffe werden im IMMIS<sup>net</sup>- und im CPB-Modell inert behandelt, d. h. sie unterliegen keinen chemischen oder physikalischen Umwandlungen. Für die meisten betrachteten Schadstoffe ist diese Annahme in dem hier betrachteten Skalenbereich gut erfüllt. Für NO<sub>2</sub> trifft dies aber nicht zu. NO<sub>2</sub> wird nur in geringem Maße direkt emittiert. Es entsteht im wesentlichen aus der Oxidation des Stickstoffmonoxids NO.

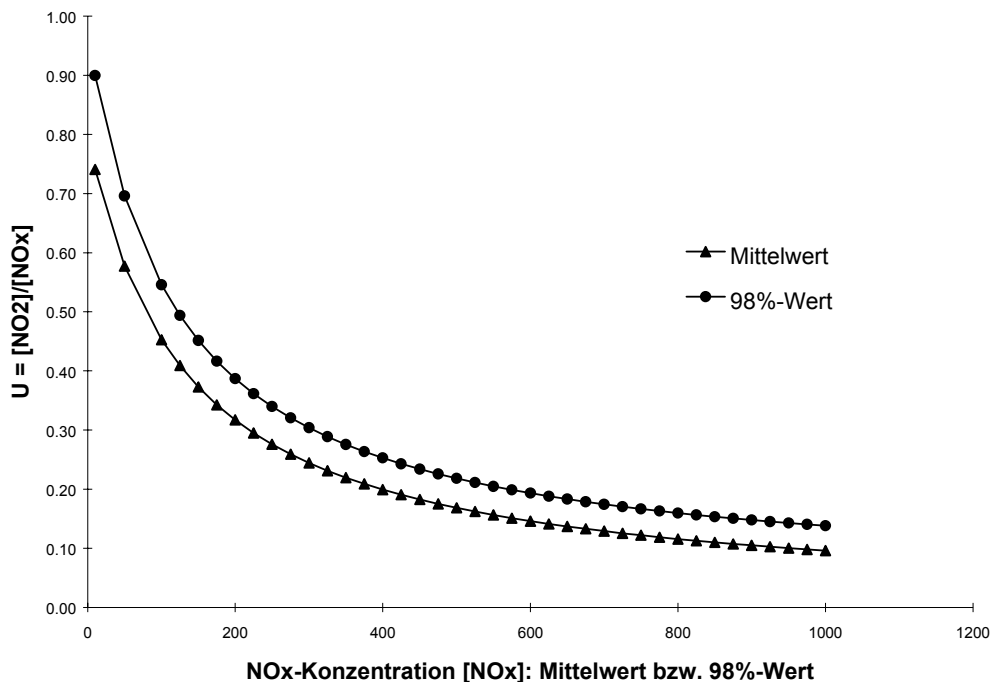
Die Emissionen von Kraftfahrzeugen werden im allgemeinen als NO<sub>x</sub>, der Summe von NO und NO<sub>2</sub>, angegeben. Die Ausbreitungsrechnung erfolgt daher für NO<sub>x</sub>. Der Schluss von NO<sub>x</sub> auf NO<sub>2</sub> ist allerdings nicht unproblematisch. Dies gilt insbesondere für den in der 23. BImSchV verlangten 98%-Wert der Summenhäufigkeitsverteilung. Einige Probleme, die damit im Zusammenhang stehen, sind:

- ✗ Der Anteil des NO<sub>2</sub> an den NO<sub>x</sub>-Emissionen hängt von vielen Faktoren ab. Von Einfluss ist offenbar u.a. die Verweilzeit des Gasgemisches im Auspuffsystem (Lenner und Lindqvist, 1983).
- ✗ Die Umwandlungsrate von NO in NO<sub>2</sub> ist Teil des photochemischen Prozesses, an dem NO<sub>2</sub>, NO, O<sub>3</sub> und einige hundert Kohlenwasserstoffe beteiligt sind. Damit ist die Umwandlung ein zeitabhängiger Prozess, was das NO<sub>2</sub>/NO Verhältnis am Rezeptor von der Transportzeit vom Emittenten zum Rezeptor abhängig macht.
- ✗ Die Bestimmung des 98%-Wertes einer Verteilung aus den Verteilungen der Vorbelastung und der Zusatzbelastung setzt die Kenntnis der Korrelation zwischen den beiden Verteilungen voraus.

Um ein einfach handhabbares Instrumentarium für den praktischen Einsatz zur Verfügung zu stellen, wird hier der NO<sub>2</sub>-Anteil aus den berechneten NO<sub>x</sub>-Immissionen mit Hilfe eines einfachen empirischen Verfahrens bestimmt.

Dieses empirische Verfahren basiert auf verschiedenen Umrechnungsalgorithmen, die aus gemessenen Werten bestimmt wurden.

Nach dem von Romberg et al. (1993) vorgeschlagenen Verfahren wird zuerst der Mittelwert für NO<sub>x</sub> (NO<sub>x; Mean; G</sub>) bestimmt.



**Abbildung 3** Umwandlungsraten  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  für den Jahresmittelwert und das Jahres-98%-Perzentil von  $\text{NO}_x$  in  $\text{NO}_2$  nach Romberg (1996)

Die  $\text{NO}_2$ -Immission ( $\text{NO}_{2,\text{Mean};G}$ ) wird dann mit einer aus den Meßdaten einer Vielzahl von Stationen empirisch abgeleiteten Umwandlungsformel für  $\text{NO}_x$ -Mittelwerte in  $\text{NO}_2$ -Mittelwerte berechnet:

$$\text{NO}_{2,\text{Mean};G} = \left[ \frac{103}{\text{NO}_{x,\text{Mean};G} + 130} + 0.005 \right] \cdot \text{NO}_{x,\text{Mean};G}$$

Eine entsprechende Formel wird von Romberg et al. (1996) auch zur Bestimmung des 98%-Wertes für  $\text{NO}_2$  angegeben:

$$\text{NO}_{2,\text{P98};G} = \left[ \frac{111}{\text{NO}_{x,\text{P98};G} + 119} + 0.039 \right] \cdot \text{NO}_{x,\text{P98};G}$$

Die Abbildung 3 zeigt die diesen Formeln zugrundeliegenden Regressionskurven.

Die Anwendung der Formeln von Romberg et al. (1996) setzt voraus, dass Mittelwert und 98%-Wert von  $\text{NO}_x$  bekannt sind. Dies ist bei der Anwendung von IMMIS<sup>net</sup> immer dann der Fall, wenn für frei definierte Rezeptoren (siehe Abschnitt 1.4.5.1) Gesamtbelastungen bestimmt werden, weil die Ableitung der empirischen Formel auf Gesamtbelastungen beruht. Wird IMMIS<sup>net</sup> zur Berechnung der Vorbelastung über Straßenschluchten eingesetzt, ist der hier beschriebene Ansatz zur Ermittlung von  $\text{NO}_2$ -Werten eigentlich nicht zulässig. In IMMIS<sup>luft</sup> werden die  $\text{NO}_2$ -Vorbelastungen jedoch nicht direkt verwendet. Die  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastungen werden in IMMIS<sup>luft</sup> direkt aus den  $\text{NO}_x$ -Werten ermittelt. Die  $\text{NO}_2$ -Vorbelastung kommt nur dann zum Tragen, wenn die in IMMIS<sup>luft</sup> errechneten  $\text{NO}_2$ -Werte unter den angegebenen (also wie hier beschrieben ermittelten) Vorbelastungen liegen.

Beim 98%-Wert ergibt sich zusätzlich das Problem, dass die Bestimmung des 98%-Werts der Gesamtbelastung exakterweise die stündliche Überlagerung von Vorbelastungs- und Zusatzbelastungswerten erfordert. Da die Vorbelastung im allgemeinen nicht in solch einer zeitlichen Auflösung vorliegt, müssen empirische Überlagerungsmethoden angewandt werden. Bei dem CPB-Modell stellt sich dieses Problem nicht, da die Vorbelastungskonzentrationen stündlich berechnet werden, so dass die Überlagerung mit den Zusatzkonzentrationen in der Straßenschlucht ebenfalls stündlich erfolgen kann.



## 1.3 Schadstoffe

IMMIS<sup>net</sup> berechnet Konzentrationen für bis zu 10 Schadstoffe aus den folgenden 17 möglichen Schadstoffen, die auch programmintern wie in folgender Auflistung bezeichnet werden.

Benzol	BAP	CO	CO2	CH4	HC
N2O	NH3	NM_HC	NOx	PAK	PM10
PB	RUSS	SO2	TOLUOL	XYLOL	

In diesem Handbuch bezeichnet im folgenden *Stoff* immer einen beliebigen dieser 17 Schadstoffe.

## 1.4 Eingabedaten

### 1.4.1 Überblick

IMMIS<sup>net</sup> besteht aus einem Hauptprogramm und einigen Unterprogrammen, die vom Hauptprogramm gesteuert werden. Der Benutzer muss lediglich die Eingabedateien erstellen und das Hauptprogramm starten. Der Aufruf anderer Programme zur Vor- oder Nachbereitung von Daten oder Ergebnissen ist nicht erforderlich.

IMMIS<sup>net</sup> benötigt folgende Eingabedateien:

- × eine Steuerdatei, die den Programmablauf regelt und alle anderen Datensätze benennt,
- × eine Punktquellendatei,
- × eine Linienquellendatei,
- × eine Flächenquellendatei,
- × eine Meteorologie-Datei,
- × eine Rezeptordatei,
- × eine Gangliniendatei.

Die verschiedenen Quelldateien müssen nur vorhanden sein, falls die betreffende Quellgruppe im Untersuchungsgebiet vertreten ist. Das Programm verlangt natürlich mindestens eine der drei Dateien. Auch die Rezeptordatei ist optional und muss nur vorhanden sein, falls die Berechnung an ausgewählten Rezeptoren erwünscht wird.

Die meisten der benötigten Dateien werden direkt aus ArcView heraus automatisch erstellt bzw. bearbeitet (siehe Abschnitt 2). Lediglich die Meteorologie und die Ganglinien müssen dem Programm zur Verfügung gestellt werden. Die Inhalte und - wo nötig - auch die Formate dieser Dateien werden im folgenden beschrieben.

Die nötigen Eingangsparameter werden von IMMIS<sup>net</sup> aus den jeweiligen Shape-Dateien direkt übernommen. Dafür müssen jeweils bestimmte Felder vorhanden sein, die bei der Beschreibung der Eingangsdaten ebenfalls angegeben sind. Eingangsparameter ohne Angabe von Feldnamen werden aus dem GIS direkt bestimmt.

### 1.4.2 Emissionsdaten

Das Modell verarbeitet Flächen-, Linien- und Punktquellen. Jeder dieser Quelltypen muss dem Modell in einer separaten Datei bereit gestellt werden. Ausgehend von den Jahresemissionen ermittelt das Modell aus vorgegebenen Monats-, Wochen- und Tagesgängen für jede Verursachergruppe eine stündliche Emission.

Die Quelldateien sind hier aus Dokumentationszwecken beschrieben um auch die direkte Verwendung bereits bestehender Quellen-Shapes zu ermöglichen. Zur Erstellung von Quellenshapes empfiehlt sich jedoch die Verwendung des Menüpunktes Quellenshapes zusammenfassen (siehe Abschnitt 2.1.3), über den aus





unterschiedlichen Eingangs-Shape-Dateien einfach IMMIS<sup>net</sup>-konforme Emissions-Shapes erstellt werden können.

#### 1.4.2.1 Flächenquellen

Eine Flächenquelle ist immer quadratisch und liegt parallel zu den Achsen eines rechtwinkligen Koordinatensystems. Die Quelle wird definiert durch:

- \* die Koordinaten des linken unteren Eckpunkts in GK-Koordinaten
- \* die Kantenlänge in m
- \* die Höhe der Emissionsquelle über Grund in m; Feld = [Height]
- \* die jährlichen Emissionen der betrachteten Schadstoffe in t/a; Felder = [EM\_Stoff]
- \* die Zuweisung zu einer von 11 Verursachergruppen über die entsprechende Gangliniennummer oder zu einer beliebigen anderen Ganglinie (siehe Abschnitt 1.4.6); Feld = [Type]

#### 1.4.2.2 Linienquellen

Eine Linienquelle bezeichnet einen Straßenabschnitt, innerhalb dessen die Verkehrsemissionen als konstant angesehen werden. In aller Regel sind dies auch gerade Abschnitte, also Strecken im mathematischen Sinn. Sollte eine Linienquelle nicht gerade sein (z. B. eine echte Polylinie in ArcView) wird sie von IMMIS<sup>net</sup> intern in gerade Abschnitte unterteilt. Als Linienquellen sind zwei verschiedene Eingabeformate möglich.

##### 1.4.2.2.1 Standardlinienquellen

Eine solche Quelle wird definiert durch:

- \* die Koordinaten des Anfangs- und Endpunkts des Straßenabschnitts in GK-Koordinaten
- \* die Höhe der Emissionsquelle über Grund in m; Feld = [EM\_Hoehe]
- \* die Breite der Straße in m; Feld = [EM\_Breite]
- \* die mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit in km/h; Feld = [V\_avg]
- \* die jährlichen Emissionen der betrachteten Schadstoffe für PKW-Auspuffemissionen t/(km \* a); Felder = [EM\_P\_Stoff]
- \* die jährlichen Emissionen der betrachteten Schadstoffe für LKW-Auspuffemissionen t/(km \* a); Felder = [EM\_L\_Stoff]
- \* die jährlichen Emissionen der betrachteten Schadstoffe für = KFZ- t/(km \* a); Felder = [EM\_V\_Stoff]
- \* die Zuweisung der PKW-Auspuffemissionen zu einer Ganglinie; Feld = [Type\_P]
- \* die Zuweisung der LKW-Auspuffemissionen zu einer Ganglinie; Feld = [Type\_L]
- \* die Zuweisung der Kfz-Verdunstungsemissionen zu einer Ganglinie; Feld = [Type\_V]

#### 1.4.2.2.2 IMMIS<sup>luft</sup>-Linienquellen

Alternativ können als Linienquellen auch IMMIS<sup>luft</sup>-Shapedateien verwendet werden. Alle Emissionseingangswerte sind dann - wie in IMMIS<sup>luft</sup> - in  $g/(m * d)$  bzw.  $mg/(m * d)$  für B(a)P und PAK.

Die IMMIS<sup>luft</sup>-Datenbank muss dafür um die folgenden Parameter erweitert werden:

- \* die Höhe der Emissionsquelle über Grund in m; Feld = [EM\_Hoehe]
- \* die Breite der Straße in m; Feld = [EM\_Breite]
- \* die mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit in km/h; Feld = [V\_avg]

Separate LKW-Auspuffemissionen und Kfz-Verdunstungsemissionen gibt es in diesem Fall in aller Regel nicht. Die Emissionswerte von IMMIS<sup>luft</sup> werden als Kfz-Emissionen betrachtet und es wird mit der Standardganglinie 1 für PKW-Auspuffemissionen gerechnet.

Optional können für LKW-Auspuffemissionen und Kfz-Verdunstungsemissionen Felder wie bei den Standardlinienquellen verwendet werden. In diesem Fall werden die Werte aus den Standardemissionsfeldern von IMMIS<sup>luft</sup> als PKW-Auspuffemissionen interpretiert und es wird mit den drei Standardganglinien 1, 2 und 3 gerechnet.

#### 1.4.2.3 Punktquellen

Punktquellen werden definiert durch:

- \* die Koordinaten des Schornsteins in GK-Koordinaten
- \* die Höhe des Schornsteins in m; Feld = [Height]
- \* die Abgastemperatur in °C; Feld = [Temp]
- \* den Volumenstrom des Abgases in  $m^3/h$ ; Feld = [VolStr]
- \* die jährliche Emissionen der betrachteten Schadstoffe in t/a; Felder = [EM\_Stoff]
- \* die Zuweisung zu einer der Verursachergruppen oder beliebigen Ganglinie wie bei den Flächenquellen; Feld = [Type].

### 1.4.3 Hintergrundbelastung

Für jeden betrachteten Schadstoff kann eine großräumige Hintergrundbelastung in  $\mu g/m^3$  angegeben werden, die bei der Bestimmung aller Kenngrößen berücksichtigt wird.

## 1.4.4 Meteorologische Daten

### 1.4.4.1 Ausbreitungsklassenstatistik

IMMIS<sup>net</sup> benötigt als meteorologische Eingangsdaten eine für das Untersuchungsgebiet repräsentative Ausbreitungsklassenstatistik im für die Belange der TA LUFT 86 erstellten Format, wie sie z. B. vom Deutschen Wetterdienst (DWD) für viele Orte in Deutschland erstellt werden. Wie im folgenden Beispiel erkennbar, muss sie für

IMMIS<sup>net</sup> in der 6. Zeile um Angaben zur Anemometerhöhe und Rauigkeitsklasse der Messung ergänzt werden.

```

Beispiel-Ort
1971-1980
KLUG/MANIER (TA-LUFT)
JAHR
ALLE FAELLE
10 1  Anemometerhoehe und Rauigkeitsklasse der meteorologischen Messung
  194 359 579 836 964 904 712 509 348 ...
...
...

```

### 1.4.4.2 Meteorologische Zeitreihe

Alternativ zu einer Häufigkeitsverteilung kann auch eine stündliche Zeitreihe der meteorologischen Einflussgrößen Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse und Mischungsschichthöhe verwendet werden.

```

Meteorologiedatensatz synthetisch und chronologisch
Stuendliche meteorologische Situationen
ohne optionale Temperaturangabe
Erstellungsdatum 20.12.2000
Tag      Monat   Stunde   Jahr     WoTa     Misch    WiRi     WiGe     AKL
10 1  Anemometerhoehe und Rauigkeitsklasse der meteorologischen Messung
1 1 1 1997 4 -999.9 30 3.60 3
1 1 2 1997 4 -999.9 40 3.60 3
1 1 3 1997 4 -999.9 40 4.63 3
1 1 4 1997 4 -999.9 30 4.12 3
...
31 12 24 1997 4 -999.9 210 2.57 3

```

Die ersten vier Zeilen sind dabei beliebige Textzeilen. Die fünfte Zeile enthält <TAB>-getrennte „Spaltenüberschriften“. In der sechsten Zeile steht die Anemometerhöhe der Windmessung und die Rauigkeitsklasse des Messgebiets (siehe Abschnitt 1.2.4). Dann folgen <TAB>-getrennte Zeilen mit meteorologischen Datensätzen für jeweils eine Stunde, für die dann auch die Ausbreitungsrechnung durchgeführt wird.

Ein Datensatz besteht aus

- \* Tag aus {1, 2, ..., 31}
- \* Monat aus {1, 2, ..., 12}
- \* Stunde aus {1, 2, ..., 24}
- \* Jahr aus {1900, ..., 2030}
- \* Wochentag aus {1, 2, ..., 7}; 1 = Sonntag, 2 = Montag, ...
- \* Höhe der Mischungsschicht in m (falls nicht verfügbar: -999.9)
- \* Windrichtung in Grad
- \* Windgeschwindigkeit in m/s
- \* Ausbreitungsklasse nach Klug/Manier aus {1, 2, ..., 6}; 1 = stabil, ..., 6 = labil

## 1.4.5 Rezeptordaten

Die Immissionen werden wahlweise an vorzugebenden Rezeptoren oder über ausgewählten Straßenschluchten (siehe Abschnitt 1.4.5.2) berechnet.

### 1.4.5.1 Rezeptoren

Bei der freien Rezeptoreingabe sind für jeden Rezeptor anzugeben:

- × die Koordinaten in GK-Koordinaten
- × die Höhe des Rezeptors über Grund in m; Feld = [Height]

Für jeden so definierten Rezeptor werden der Jahresmittelwert und Perzentile der Summenhäufigkeit der Stundenwerte des betrachteten Schadstoffs berechnet und in der Ergebnisdatei ausgegeben.

### 1.4.5.2 Strassenschluchten berechnen

Sollen direkt die Vorbelastungskonzentrationen über einer Straßenschlucht berechnet werden (siehe Abschnitt 1.2.5), müssen folgende Angaben zur Straßenschlucht vorgegeben werden:

- × die Koordinaten der Straßenschluchtmittle des betrachteten Straßenquerschnitts in GK-Koordinaten
- × der Winkel zwischen Straßenlängsachse und der Nordrichtung in Grad
- × die Breite der Straßenschlucht in m; Feld = [Breite]
- × die Höhe der Bebauung in m; Feld = [Hoehe]

Diese Angaben entsprechen den von dem Straßenraum-Modell für eine Straßenschlucht benötigten Informationen. Die Vorbelastungskonzentrationen werden ebenfalls für jede Stunde in Abhängigkeit von der Windrichtung jeweils im Luv des betrachteten Straßenquerschnitts berechnet. Sollte eine Linienquelle nicht gerade sein (z. B. eine echte Polylinie in ArcView) wird sie von IMMIS<sup>net</sup> intern in gerade Abschnitte unterteilt.

Wird dieser Modus für gerade Straßen(-abschnitte) einer IMMIS<sup>luft</sup>-Datenbank verwendet, werden die berechneten Vorbelastungen direkt in die entsprechenden Felder der IMMIS<sup>luft</sup>-Datenbank eingetragen. Sind die entsprechenden Straßen(-abschnitte) der IMMIS<sup>luft</sup>-Datenbank nicht gerade, werden die Berechnungen ausgeführt, jedoch keine Vorbelastungswerte in die entsprechenden Felder der IMMIS<sup>luft</sup>-Datenbank eingetragen.

## 1.4.6 Ganglinien

IMMIS<sup>net</sup> rechnet für alle Emittenten mit Ganglinien zur Verteilung der Emissionen auf das Jahr. Diese Ganglinien werden in einer Gangliniendatei vorgehalten. Jede Quelle verweist über eine Gangliniennummer auf diese Datei.

Die ersten 11 Ganglinien sind beispielhafte vordefinierte Ganglinien für die Verursachergruppen

- × 1 = PKW-Auspuffemissionen
- × 2 = LKW-Auspuffemissionen
- × 3 = KFZ-Verdunstungsemissionen
- × 4 = Verteilung von Brennstoffen
- × 5 = Lösemittelverbrauch
- × 6 = Industrielle Verbrennungsprozesse
- × 7 = Nichtindustrielle Verbrennungsprozesse
- × 8 = Produktionsprozesse
- × 9 = Erdölverarbeitende Industrie
- × 10 = Flugverkehr
- × 11 = Binnenschifffahrt

Eine Ganglinie setzt sich zusammen aus je einem Monats-, Wochen- und Tagesgang und sieht beispielhaft wie folgt aus:

2																							
0.85	0.95	1	1.05	1.05	1.05	1.05	1.1	1.05	1	0.95	0.9												
0	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	0.65																	
0	0	0	0	0.1	0.1	1.1	1.9	2.3	2.3	2.3	2.3	2	2	2	1.9	1.4	1	0.6	0.4	0.2	0.1	0	0
0	0	0	0	0.1	0.1	1.1	1.9	2.3	2.3	2.3	2.3	2	2	2	1.9	1.4	1	0.6	0.4	0.2	0.1	0	0
0	0	0	0	0.1	0.1	1.1	1.9	2.3	2.3	2.3	2.3	2	2	2	1.9	1.4	1	0.6	0.4	0.2	0.1	0	0
0	0	0	0	0.1	0.1	1.1	1.9	2.3	2.3	2.3	2.3	2	2	2	1.9	1.4	1	0.6	0.4	0.2	0.1	0	0
0	0	0	0	0.1	0.1	1.1	1.9	2.3	2.3	2.3	2.3	2	2	2	1.9	1.4	1	0.6	0.4	0.2	0.1	0	0
0	0	0	0	0.1	0.1	1.1	1.9	2.3	2.3	2.3	2.3	2	2	2	1.9	1.4	1	0.6	0.4	0.2	0.1	0	0

Die erste Zeile ist dabei die Gangliniennummer. Die zweite Zeile enthält den Monatsgang mit Anteilen für Januar, Februar, ..., Dezember, deren Summe 12 ergeben muss. In der dritten Zeile findet sich der Wochengang mit Anteilen für Sonntag, Montag, ..., Samstag, deren Summe 7 ergeben muss. In den Zeilen 4 bis 10 finden sich die Tagesgänge mit den Anteilen für 0-1 Uhr, 1- 2 Uhr, ..., 23-24 Uhr, deren Summe jeweils 24 ergeben muss.

In der Gangliniendatei können hintereinander bis zu 999 Ganglinien definiert sein. Die Gangliniennummern können Lücken haben, müssen aber aufsteigend sortiert sein. Wie die Beispielgangliniendatei sollte die Gangliniendatei immer mindestens die Ganglinien 1 bis 11 für die Standardverursachergruppen enthalten.

## 1.5 Ergebnisse

### 1.5.1 Ausgabedateien

IMMIS<sup>net</sup> hat in der Standardversion zwei Arten von Ausgabedateien:

- \* die Protokolldatei mit der Kennung \*.out
- \* je eine Ergebnisdatei für jeden berechneten Schadstoff mit der Kennung \*.plt.*Stoff*

Alle Dateien sind Standard ASCII-Textdateien und mit jedem Texteditor lesbar.

#### 1.5.1.1 Protokolldatei

Pfad und Name dieser Datei wird in der Steuerdatei abgelegt. In die Protokolldatei werden alle für einen Rechenlauf wichtigen Informationen geschrieben. Dies sind u. a.:

- \* Angaben zum Rechenlauf (Anzahl und Art der Quellen, Anzahl der Rezeptoren, Ausgabe der Straßendefinitionen für die Straßenschlucht-Berechnungen, verwendete Meteorologie, ...),
- \* Ausgabe summarischer Kenngrößen aller Eingangsdaten,
- \* Fehlermeldungen bei falschen oder fehlerhaften Eingabedaten

#### 1.5.1.2 Ergebnisdateien

In diesen Dateien werden die an den Rezeptoren berechneten Konzentrationsgrößen für jeweils einen Schadstoff zusammen mit den Koordinaten der Aufpunkte ausgegeben. Pfad und Name der Datei werden ebenfalls im Steuerdatensatz festgelegt. Diese Dateien können über den Menüpunkt Ergebnisse laden (siehe Abschnitt 2.1.8) direkt in Shape-Dateien mit den entsprechenden Kenngrößen als Attribute umgewandelt werden.

### 1.5.2 IMMIS<sup>luft</sup>-Vorbelastung

Werden mit IMMISnet Straßenschluchten für gerade Straßen(-abschnitte) einer IMMIS<sup>luft</sup>-Datenbank berechnet, werden die errechneten Vorbelastungen zusätzlich direkt in die entsprechenden Felder der IMMIS<sup>luft</sup>-Datenbank eingetragen.



## 1.6 Literatur

- Blümel, H. und Liwicki, M. (1995)** EMISS- ein methodisch neuer Ansatz zur Ermittlung der Schadstoffemissionen des Kfz-Verkehrs. VDI-Berichte 1228 "Emissionen des Straßenverkehrs- Immissionen in Ballungsgebieten"
- Bratley, P., Fox, B., Schrage, L. (1983)** A guide to simulation  
Springer Verlag Berlin
- Calder, K.L. (1973)** On estimating air pollution concentrations from a highway in an oblique wind. Atmospheric Environment 7, 863-868
- EPA (1995)** User's guide for the industrial source complex (ISC3) dispersion models.  
EPA-454/B-95-003a
- Eskridge, R.E. und S.T. Rao (1983)** Measurement and prediction of traffic-induced turbulence and velocity fields near roadways. J. Climate and Appl. Met. 22, 1431-1443
- Esplin, G.J. (1995)** Approximate explicit solution to the general line source problem. Atmos. Environm. 29, pp.1459-1463
- FGU (1996)** Handbuch für Emissionsfaktoren. Immissionsberechnung nach §40 Abs.2 BImSchG. 438. FGU-Seminar Berlin 19-20 Sept. 1996. Veranstalter: Umweltbundesamt und Fortbildungszentrum Gesundheits- und Umweltschutz Berlin e.V.
- Hartmann, A. und Motz, G. (1994)** Kleinräumige Emissionsdatenbasis Ozon für die Modellregion Rhein-Main  
PROGNOS AG im Auftrag der Hessischen Landesanstalt für Umwelt
- HLfU (1996)** Luftschadstoffmessungen in drei unterschiedlichen Meßhöhen in der Höhenstraße von Frankfurt. Zwischenbericht Mai 1996, Hessische Landesanstalt für Umwelt
- Lenner, M., Lindqvist, O. (1983)** The NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> ratio in emissions from gasoline powered cars: high NO<sub>2</sub> percentage in idle engine measurements. Atmos. Environm. 17, pp.1395-1398
- Lohmeyer, A. (1996)** Entwurf der VDI-Richtlinie 3782, Bl.8: Ausbreitung von Kfz-Emissionen
- Ostmann, C. und Wiegand, G. (1995)** Ausbreitung von Kfz-Emissionen in Stadtstraßen - Modellergänzung, Programmaufbereitung und Erstellung eines Benutzerhandbuchs. IVU im Auftrage des Umweltbundesamts, Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, FE-Vorhaben 104 02811
- Ostmann, C. und Wiegand, G. (1996)** Ausbreitung von Kfz-Emissionen in Stadtstraßen - Modellergänzung, Programmaufbereitung und Erstellung eines Benutzerhandbuchs - CPB 3.8 Handbuch. IVU im Auftrage des Umweltbundesamts, Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, FE-Vorhaben 104 02811

- Press, W.H., B.P.Flannery, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling (1989)** Numerical Recipes. Cambridge University Press
- Romberg, Lohmeyer, Bösingher (1993)** Papier in der VDI-AG "Ausbreitung von Kfz-Emissionen" vom 1./12.3.1993
- Stern, R. (1996)** Ausbreitungsmodelle für Immissionsberechnungen nach §40 Abs. 2 BImSchG. In: Handbuch für Emissionsfaktoren. Immissionsberechnung nach §40 Abs.2 BImSchG. 438. FGU-Seminar Berlin 19-20 Sept. 1996. Veranstalter: Umweltbundesamt und Fortbildungszentrum Gesundheits- und Umweltschutz Berlin e.V.
- Steven, H. (1996)** Anwendung des Handbuchs Emissionsbestimmung unter Berücksichtigung von Tages-, Wochen- und Jahregängen der Verkehrsbelastung und der Temperatur. VDI-Schriftenreihe Band 24 " Ausbreitung von Kfz-Emissionen- Emissionsmodellierung". Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN.
- TA Luft (1986)** Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 27.2.1986 - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
- TÜV Berlin/Brandenburg (1991)** Immissionsmessungen an beispielhaften Meßpunkten in Straßenverkehrsnahe, Nr. U-90/923 im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin
- VDI (1992)** Gaußsches Ausbreitungsmodell für Luftreinhaltepläne. VDI 3782, Bl.1
- Wiegand, G. (1996)** Anwendungserfahrungen mit dem CPB-Modell. In: Handbuch für Emissionsfaktoren. Immissionsberechnung nach §40 Abs.2 BImSchG. 438. FGU-Seminar Berlin 19-20 Sept. 1996. Veranstalter: Umweltbundesamt und Fortbildungszentrum Gesundheits- und Umweltschutz Berlin e.V.
- Yamartino, R.J. (1989)** Modification of highway air pollution models for complex site geometries. TIDG Document No R8806-002-RD, Sigma Research Corporation
- Yamartino, R.J. und Wiegand, G. (1986)** Development and evaluation of simple models for the flow, turbulence and pollutant concentration fields within an urban street canyon. Atmos. Environm. 20, pp. 2137-2156





## 2 Programmbenutzung





## 2.1 IMMIS<sup>net</sup> unter ArcView

### 2.1.1 Installation und Deinstallation

Zur Verwendung von IMMIS<sup>net</sup> wird ein PC mit MS-Windows NT 4.0-SP5 oder höher sowie ArcView 3.2 oder höher der Firma ESRI benötigt. Während der Nutzung von IMMIS<sup>net</sup> wird immer wieder geprüft, ob der mitgelieferte Dongle auf dem LPT1-Port aufgesteckt ist.

Zur Installation von IMMIS<sup>net</sup> sind Administratorrechte auf dem Installations-PC erforderlich. Sollten Sie bereits eine vorherige Version von IMMIS<sup>net</sup> installiert haben, deinstallieren Sie diese zunächst.

Starten Sie die Datei IMMISnet\_Setup.exe und folgen Sie den Anweisungen des Installationsprogrammes. Am Ende der Installation wird kurz ArcView gestartet, um automatisch die IMMIS<sup>net</sup>-Erweiterung (Extension) zu installieren und sofort wieder beendet. In ähnlicher Weise wird bei einer eventuellen Deinstallation die Extension wieder entfernt. Außerdem wird zusätzlich die Installation der Dongle-Treiber gestartet. (Sollten Sie bereits einen IMMIS<sup>net</sup>-Dongle installiert haben, können Sie die Dongle-Installation abbrechen.) Am Ende der Dongle-Installation erscheint auf Englisch die Frage ob der Computer neu gestartet werden soll. Wählen Sie hier bitte die Option „No, I will restart my Computer later.“ Und bestätigen Sie mit OK, um zur eigentlichen IMMIS<sup>net</sup>-Installation zurückzukehren. An deren Ende können Sie den Computer direkt neu starten oder zu einem späteren Zeitpunkt vor der ersten Benutzung von IMMIS<sup>net</sup> manuell neu starten.

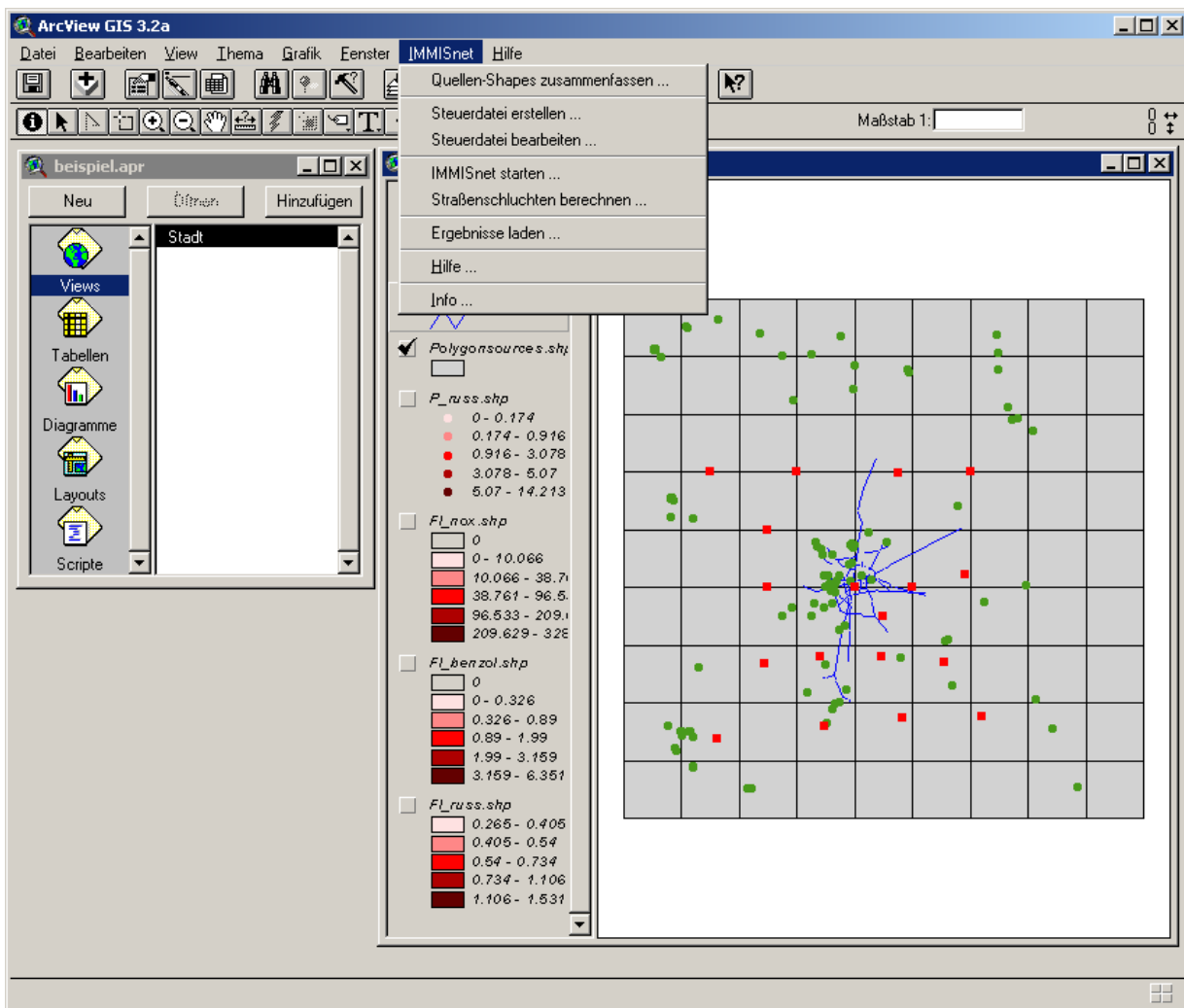
Die Extension muss unter ArcView geladen werden. Dazu rufen Sie in ArcView im Menü Datei den Menüeintrag Erweiterungen... (Extensions) auf. Nach Auswahl dieses Befehls öffnet sich der Dialog Erweiterungen. Im Dialog Erweiterungen finden sich alle Erweiterungen aufgelistet, die sich im Erweiterungsverzeichnis befinden. Markieren Sie den Eintrag IMMISnet 3.0.x und bestätigen Sie mit OK. Im mitgelieferten Beispiel-Projekt ist die Extension bereits geladen.

Nach einer eventuellen Deinstallation von IMMIS<sup>net</sup> können Sie die Dongle-Treiber deinstallieren über Systemsteuerung|Software|CRYPTO-BOX 512 sofern sie nicht weitere IMMIS<sup>net</sup>-Produkte betreiben.

## 2.1.2 Menüstruktur

Unter ArcView erscheint, wenn die Extension geladen ist, bei einem aktiven View ein eigenes Menü für IMMIS<sup>net</sup>.

- Quellen-Shapes zusammenfassen ...      Quellen gleicher Art aus verschiedenen Shapes zu einer Quelldatei zusammenführen
- Steuerdatei erstellen ...                Steuerdatei für eine IMMIS<sup>net</sup>-Rechnung neu erstellen
- Steuerdatei bearbeiten ...              vorhandene Steuerdatei bearbeiten
- IMMIS<sup>net</sup> starten ...                      IMMIS<sup>net</sup>-Berechnung im Standardmodus starten
- Straßenschluchten berechnen ...        IMMIS<sup>net</sup>-Berechnung im IMMIS<sup>luft</sup>-Modus starten
- Ergebnisse laden ...                     Ergebnisdateien einladen
- Hilfe ...                                    IMMIS<sup>net</sup>-Hilfe anzeigen
- Info ...                                     Info-Dialog anzeigen lassen

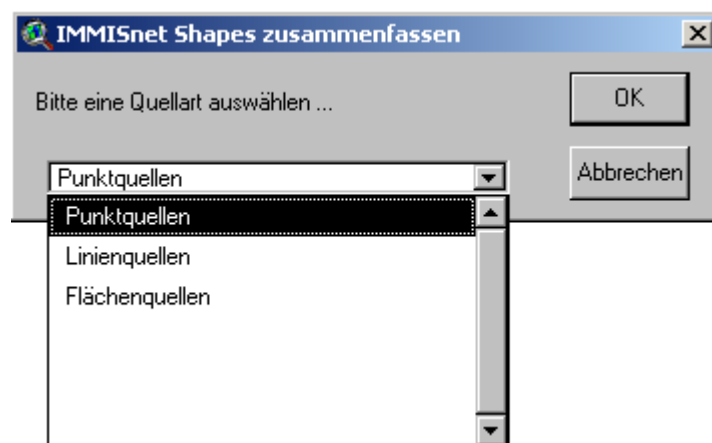


### 2.1.3 Menüpunkt Quellen-Shapes zusammenfassen

Der Menüpunkt "Quellen-Shapes zusammenfassen" erlaubt die einfache Erstellung von IMMIS<sup>net</sup>-konformen Quelldateien wie sie in Abschnitt 1.4.2 beschrieben sind. Dabei werden nicht nur die Felder den Vorgaben entsprechend benannt, sondern es lassen sich auch die Einheiten der Emissionen bequem in die von IMMIS<sup>net</sup> geforderten Einheiten umrechnen.

Die Hauptfunktionalität dieses Menüpunktes ist jedoch die Möglichkeit, mehrere Shapedateien einer Quellgeometrie, also z. B. ein flächenhaftes Emissionskataster für Hausbrand, Kleingewerbe und industrielle Flächenquellen in ein „Gesamt-Flächenemissionskataster“ zu integrieren, das dann als Eingabeshape für IMMIS<sup>net</sup> verwendet werden kann. Bei der Zusammenführung mehrerer Shapedateien mit dieser Funktionalität wird in der neu erstellten Ergebnis-Shapedatei zur Dokumentation für jedes Shape der Name der Ursprungsdatei und die dortige ID-Nummer abgespeichert.

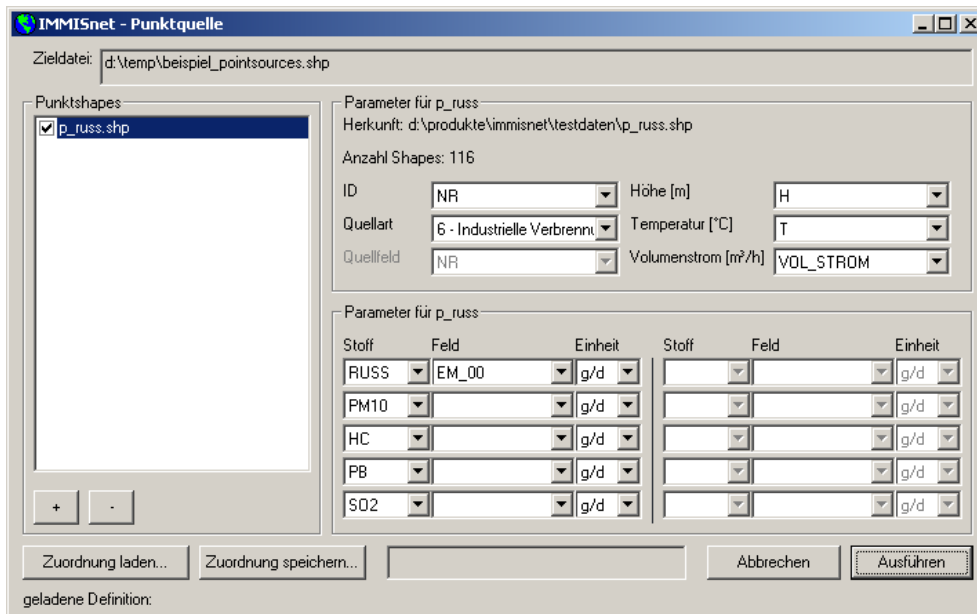
Die Anwahl des Menüpunktes öffnet den Auswahldialog "IMMISnet Shapes zusammenfassen", in dem die zu bearbeitende Quellart ausgewählt wird.



In den folgenden Dialogen werden der Name der Zieldatei (Quellen-Ausgabe Shape) spezifiziert und anschließend die gewünschten Shapes aus einer Liste ausgewählt.

### 2.1.3.1 Punktquellen

Sollen Punktquellen zusammengeführt werden, öffnet sich folgender Dialog.



Dieser Dialog erfordert folgende Einstellungen:

- Zieldatei zur Information dargestellt, Pfad und Dateiname wurden bei Aufruf des Dialogs vorher ausgewählt
- Punkt-Shapes siehe folgenden Abschnitt 2.1.3.7
- Parameter für ... siehe folgenden Abschnitt 2.1.3.2
- Zuordnung laden siehe folgenden Abschnitt 2.1.3.8
- Zuordnung speichern siehe folgenden Abschnitt 2.1.3.8
- Abbrechen die Zusammenführung der Punktquellen-Shapes in IMMIS<sup>net</sup>-konforme Quelldateien wird abgebrochen
- Ausführen die markierten Punktquellen-Shapes werden den Einstellungen entsprechend zusammengeführt
- geladene Definition siehe folgenden Abschnitt 2.1.3.8

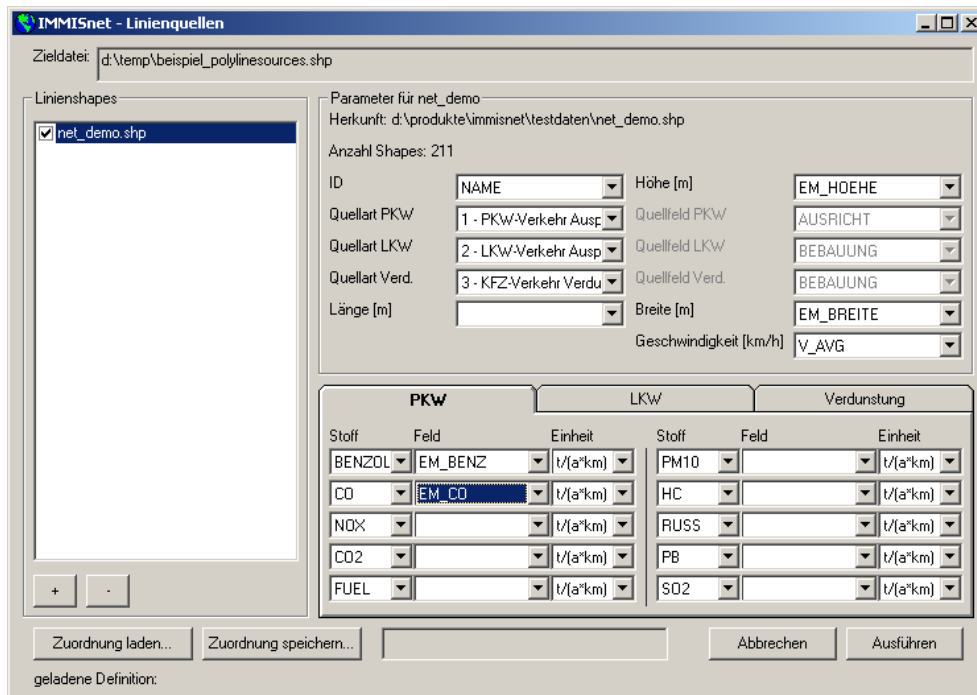


### 2.1.3.2 Parameter für Punktquellen-Shapedatei

Herkunft	Pfad und Dateiname der markierten Punktquellen-Shapedatei
ID	Numerisches Datenbankfeld, das die ID der Punktquellen enthält
Quellart	<p>Auswahl der Art der vorliegenden Emissionen von 11 möglichen Verursacherguppen</p> <p>Wird "0 - aus Quellfeld" gewählt, weil die Emissionen keiner dieser Quellarten entsprechen, muss ein Datenbankfeld angegeben werden, das die Identifikationsnummer der zu benutzenden Ganmlinie enthält (siehe Abschnitt 1.4.6)</p>
Quellfeld	Datenbankfeld, das die Identifikationsnummer der zu benutzenden Ganmlinie enthält, wenn "0 - aus Quellfeld" als Quellart gewählt wurde
Höhe	Datenbankfeld, das die Höhe der Punktquellen enthält
Temperatur	Datenbankfeld, das die Temperatur der Punktquellen enthält
Volumenstrom	Datenbankfeld, das die Volumenstrom der Punktquellen enthält
Stoff, Feld, Einheit	<p>zu einem gewählten Stoff, muss hier das Datenbankfeld, das die Emissionswerte für diesen Stoff enthält, und die Einheit, in der die Emissionswerte vorliegen, ausgewählt werden.</p> <p>Die Auswahl muss für jeden gewünschten Schadstoff durchgeführt werden.</p>

### 2.1.3.3 Linienquellen

Sollen Linienquellen zusammengeführt werden, öffnet sich folgender Dialog.



Dieser Dialog erfordert folgende Einstellungen:

**Zieldatei** zur Information dargestellt, Pfad und Dateiname wurden bei Aufruf des Dialogs vorher ausgewählt

**Linien-Shapes** siehe folgenden Abschnitt 2.1.3.7

**Parameter für ...** siehe folgenden Abschnitt 2.1.3.4

**Zuordnung laden** siehe folgenden Abschnitt 2.1.3.4

**Zuordnung speichern** siehe folgenden Abschnitt 2.1.3.4

**Abbrechen** die Zusammenführung der Linienquellen-Shapes in IMMIS<sup>net</sup>-konforme Quelldateien wird abgebrochen

**Ausführen** die markierten Linienquellen-Shapes werden den Einstellungen entsprechend zusammengeführt

**geladene Definition** siehe folgenden Abschnitt 2.1.3.8



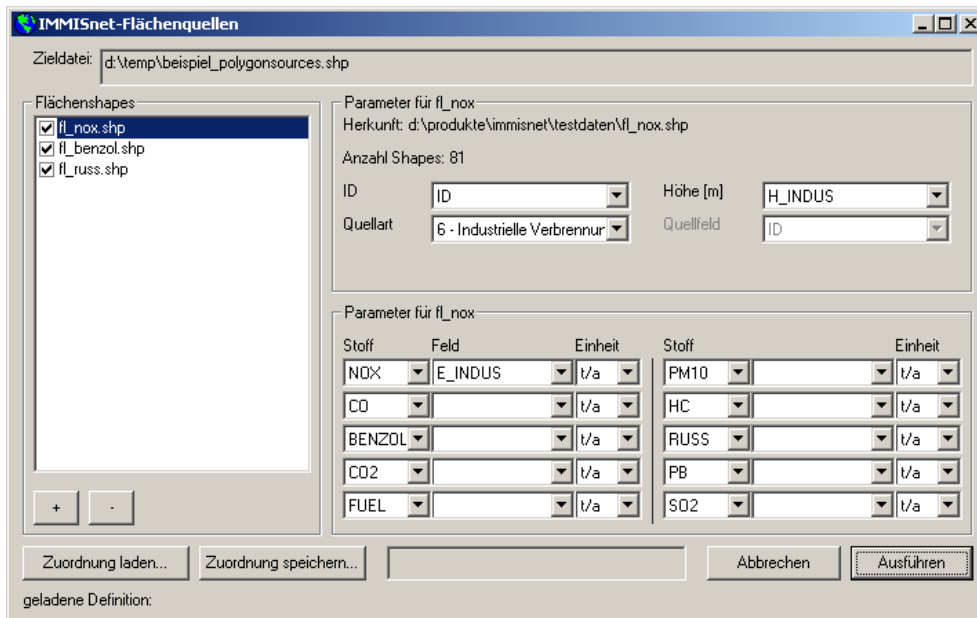


#### 2.1.3.4 Parameter für Linienquellen-Shapedatei

Herkunft	Pfad und Dateiname der markierten Linienquellen-Shapedatei
Anzahl Shapes	Anzahl der enthaltenen Linienquellen
ID	Numerisches Datenbankfeld, dass die ID der Linienquellen enthält
Höhe	Datenbankfeld, dass die Höhe der Linienquellen enthält
Quellart PKW, LKW und Verdunstung	<p>Auswahl der Art der vorliegenden Emissionen von 11 möglichen Verursacherguppen</p> <p>Wird "0 - aus Quellfeld" gewählt, weil die Emissionen keiner dieser Quellarten entsprechen, muss ein Datenbankfeld angegeben werden, dass die Identifikationsnummer der zu benutzenden Ganglinie entspricht (siehe Abschnitt 1.4.6)</p>
Quellfeld PKW, LKW und Verdunstung	Datenbankfeld, dass die Identifikationsnummer der zu benutzenden Ganglinie enthält, wenn "0 - aus Quellfeld" als Quellart gewählt wurde
Länge	<p>Datenbankfeld, dass die Länge der Linienquellen enthält. Dieses Feld ist optional. Wird kein Feld ausgewählt, wird die Länge des zugehörigen Shapes verwendet. Wird ein Feld angegeben, dann wird die Länge aus dem Feld verwendet, wenn sie größer ist, als die Länge des Shapes. Dies ist z. B. dann sinnvoll, wenn in den Shape-Dateien generalisierte Linienführungen vorliegen, die genauen Streckenlängen aber bekannt sind.</p>
Breite	Datenbankfeld, dass die Breite der Linienquelle enthält
Geschwindigkeit	Datenbankfeld, dass die Geschwindigkeit der Emittenten enthält
Stoff, Feld, Einheit	<p>zu einem gewählten Stoff, muss hier das Datenbankfeld, dass die Emissionswerte für diesen Stoff enthält, und die Einheit, in der die Emissionswerte vorliegen, ausgewählt werden.</p> <p>Die Auswahl muss für jeden gewünschten Schadstoff und zwar für alle drei möglichen Quellen PKW, LKW, Verdunstung getrennt durchgeführt werden.</p>

### 2.1.3.5 Flächenquellen

Sollen Flächenquellen zusammengeführt werden, öffnet sich folgender Dialog.



Dieser Dialog erfordert folgende Einstellungen:

- Zieldatei zur Information dargestellt, Pfad und Dateiname wurden bei Aufruf des Dialogs vorher ausgewählt
- Flächen-Shapes siehe folgenden Abschnitt 2.1.3.7
- Parameter für ... siehe folgenden Abschnitt 2.1.3.6
- Zuordnung laden siehe folgenden Abschnitt 2.1.3.6
- Zuordnung speichern siehe folgenden Abschnitt 2.1.3.6
- Abbrechen die Zusammenführung der Flächenquellen-Shapes in IMMIS<sup>net</sup>-konforme Quelldateien wird abgebrochen
- Ausführen die markierten Flächenquellen-Shapes werden den Einstellungen entsprechend zusammengeführt
- geladene Definition siehe folgenden Abschnitt 2.1.3.8



### 2.1.3.6 Parameter für Flächenquellen-Shapedatei

Herkunft	Pfad und Dateiname der markierten Flächenquellen-Shapedatei
Anzahl Shapes	Anzahl der enthaltenen Flächenquellen
ID	Numerisches Datenbankfeld, das die ID der Flächenquellen enthält
Höhe	Datenbankfeld, das die Höhe der Flächenquellen enthält
Quellart	Auswahl der Art der vorliegenden Emissionen von 11 möglichen Verursachergruppen  Wird "0 - aus Quellfeld" gewählt, weil die Emissionen keiner dieser Quellarten entsprechen, muss ein Datenbankfeld angegeben werden, das die Identifikationsnummer der zu benutzenden Ganglinie enthält (siehe Abschnitt 1.4.6)
Quellfeld	Datenbankfeld, das die Identifikationsnummer der zu benutzenden Ganglinie enthält, wenn "0 - aus Quellfeld" als Quellart gewählt wurde
Stoff, Feld, Einheit	zu einem gewählten Stoff, muss hier das Datenbankfeld, das die Emissionswerte für diesen Stoff enthält, und die Einheit, in der die Emissionswerte vorliegen, ausgewählt werden.  Die Auswahl muss für jeden gewünschten Schadstoff durchgeführt werden.

### 2.1.3.7 Liste der verfügbaren Shapes

Liste aller zur Zusammenführung zur Verfügung stehender Shapedateien der jeweiligen Quellengeometrie. Die Shapedateien können durch An- bzw. Ausklicken der Checkbox bei der Erstellung der Quelldateien beachtet bzw. ignoriert werden.

Über die  - Schaltfläche und die  - Schaltfläche können nachträglich Quellen-Shapedateien geladen bzw. aus der Liste gelöscht werden.

### 2.1.3.8 Zuordnung

Alle Einstellungen, die in den Dialogen für Punkt-, Linien- und Flächendateien geändert werden, können als Definition in einer Zuordnungsdatei gespeichert werden.

Zuordnungen, die abgespeichert wurden, können über diese Definitionsdateien auch wieder geladen werden. Die Zieldatei wird beim Laden einer Zuordnung nicht verändert, sondern bleibt die ursprünglich ausgewählte (siehe Abschnitt 2.1.3)

Wurde eine Zuordnung geladen oder gespeichert, werden Pfad und Dateinamen der Definitionsdatei angezeigt.

Die gespeicherten Zuordnungen führen u. U. zu fehlerhaften bzw. ungewollten Verknüpfungen, wenn zwischen Speicherung und erneutem Laden Felder aus den Eingangs-Shapedateien gelöscht wurden.

## 2.1.4 Menüpunkt Steuerdatei erstellen

Alle Parameter zur Durchführung einer IMMIS<sup>net</sup>-Berechnung werden in der Steuerdatei abgespeichert. Um eine Steuerdatei für IMMIS<sup>net</sup> neu zu erstellen, benutzen Sie den Menüpunkt "Steuerdatei erstellen". Es öffnet sich der Dialog "Quell- und Rezeptordateien" in dem festgelegt wird, welche Quellen-Shapedateien und welche Rezeptor-Shapedatei bei der Berechnung verwendet werden sollen. Dabei muss mindestens eine Quellen-Shapedatei und eine Rezeptordatei ausgewählt werden.

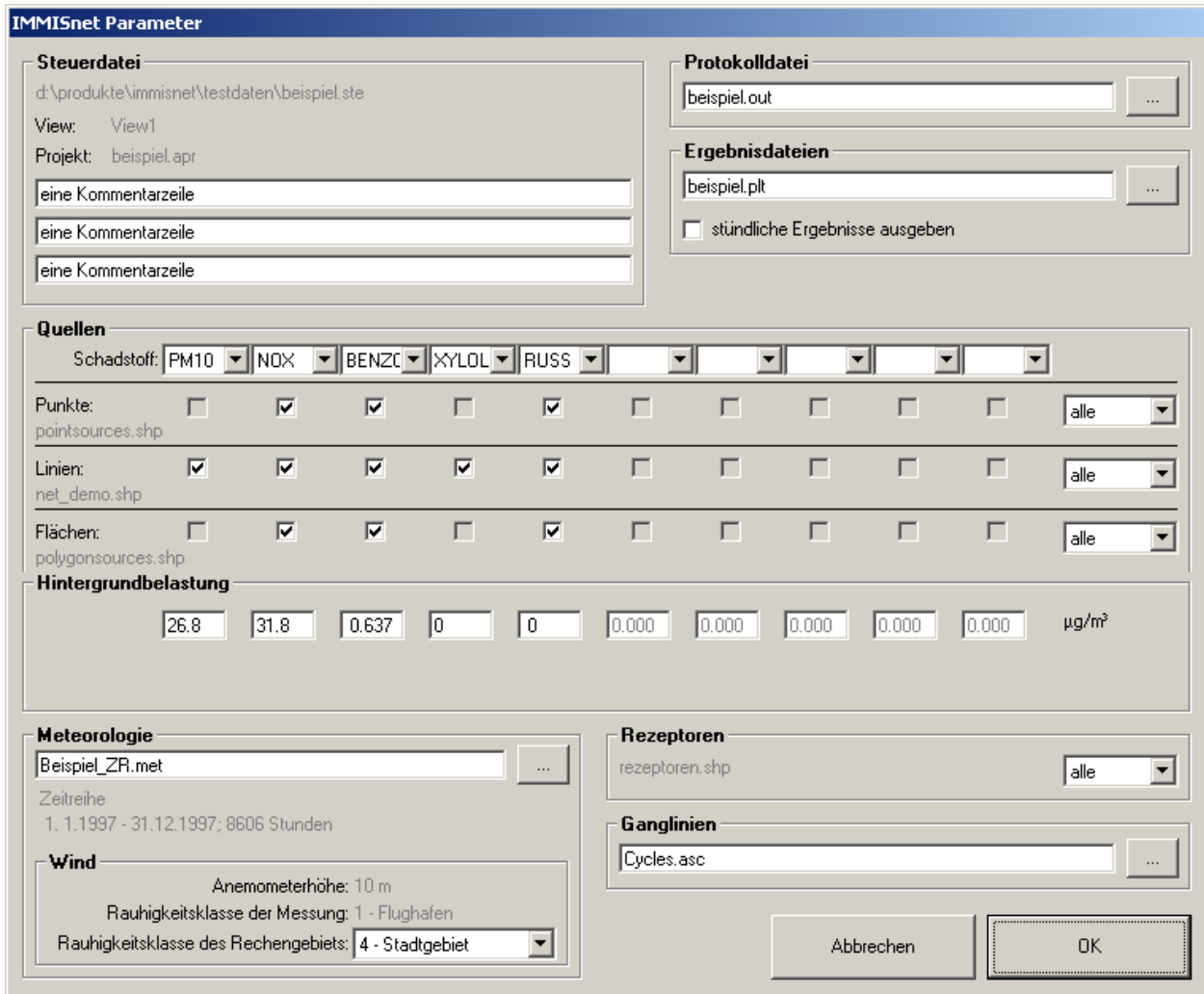


Punktquellen	Wählen Sie aus der Liste aller im aktiven View eingeladenen Punkt-Shapes, das Shape mit Ihren Punktquellen
Linienquellen	Wählen Sie aus der Liste aller im aktiven View eingeladenen Linien-Shapes, das Shape mit Ihren Linienquellen
Flächenquellen	Wählen Sie aus der Liste aller im aktiven View eingeladenen Polygon-Shapes, das Shape mit Ihren Flächenquellen
Rezeptoren	Wählen Sie aus der Liste aller im aktiven View eingeladenen Punkt-Shapes, das Shape mit Ihren Rezeptorpunkten
Abbrechen	Hiermit brechen Sie das Erstellen einer IMMIS <sup>net</sup> -Steuerdatei ab
OK	Hiermit bestätigen Sie die Auswahl und fahren mit der Angabe von Pfad und Dateinamen und dem Dialog "IMMIS <sup>net</sup> Parameter" (siehe 2.1.5) fort

Wenn Sie den Dialog mit OK bestätigen, geben Sie noch den Pfad und Dateinamen für die zu erstellende Steuerdatei an (die Angaben müssen DOS-kompatibel sein, dürfen also z. B. keine Leerzeichen enthalten) und es öffnet sich der Dialog "IMMIS<sup>net</sup> Parameter", der im folgenden Abschnitt 2.1.5 beschrieben ist.

### 2.1.5 Menüpunkt Steuerdatei bearbeiten

Mit dem Dialog "IMMISnet Parameter" kann eine Steuerdatei neu angelegt oder eine vorhandenen Steuerdatei bearbeitet werden. Dieser Dialog wird auch vor Beginn einer Berechnung zur Information und für geringfügige Änderungen nochmals angezeigt.



Wie bei allen IMMIS<sup>net</sup>- Ein- und Ausgabedateien ist auch hier der Punkt das gültige Dezimaltrennzeichen.

#### Steuerdatei

**Pfad und Dateiname** der Pfad und Dateiname der bestehenden Steuerdatei oder der zuvor angegebene Pfad und Dateiname der zu erstellenden Steuerdatei werden zur Information angezeigt



**View und Projekt** ArcView-Projekt und View, aus der die Steuerdatei erstellt wird bzw. ursprünglich erstellt wurde werden zur Information angegeben

**Kommentarzeilen** IMMIS<sup>net</sup> ermöglicht die Beschreibung eines IMMIS<sup>net</sup>-Projektes/Rechenlaufes in drei Kommentarzeilen

### **Protokolldatei**

**Pfad und Dateiname** Geben Sie hier Pfad und Dateiname der Protokolldatei an. Sie können den -Button nutzen, um die gewünschte Datei auszuwählen (siehe Abschnitt 1.5.1.1). Die Angaben müssen DOS-kompatibel sein, dürfen also z. B. keine Leerzeichen enthalten.

### **Ergebnisdatei**

**Pfad und Dateiname** Geben Sie hier Pfad und Dateiname der Ergebnisdatei an. Sie können den -Button nutzen, um die gewünschte Datei auszuwählen (siehe Abschnitt 1.5.1.2). Die Angaben müssen DOS-kompatibel sein, dürfen also z. B. keine Leerzeichen enthalten. Zusätzlich kann hier angegeben werden, ob IMMIS<sup>net</sup> stündliche Ergebnisse ausgeben soll.

### **Quellen**

**Schadstoff** IMMIS<sup>net</sup> berechnet bis zu 10 Schadstoffe parallel. Wählen Sie die zu berechnenden Schadstoffe aus der Liste aller in IMMIS<sup>net</sup> verfügbaren Stoffe (siehe Abschnitt 1.3). Für jeden ausgewählten Schadstoff werden dann die darunter stehenden Checkboxen freigeschaltet, wenn in den Quelldateien Emissionen für diesen Schadstoff entsprechend der Beschreibung aus Abschnitt 1.4.2 vorliegen.

**Punkte, Linien, Flächen** Wenn in der darüber stehenden Liste ein Schadstoff ausgewählt wurde, sind die Checkboxen für Punkt-, Linien- oder Flächenquellen freigeschaltet, wenn in den entsprechenden Quelldateien Emissionen für diesen Schadstoff entsprechend der Beschreibung aus Abschnitt 1.4.2 vorliegen. Durch Auswahl der Checkboxen kann bestimmt werden, ob die vorhandenen Emissionen in den IMMIS<sup>net</sup>-Rechenlauf einbezogen werden sollen.

Zur Information ist der Pfad und Dateiname der Shapedateien der Punkt-, Linien- und Flächenquellen angegeben.


#### Auswahl

Für jede der Quellarten kann in der am Ende der jeweiligen Zeile stehenden Liste ausgewählt werden, ob die Berechnung für alle Quellen oder für eine Selektion durchgeführt werden soll. Die Selektion ist die aktuelle Auswahl der Shapedatei im aktiven View. Sind in der Steuerdatei spezifizierte Shapedateien nicht Teil der aktiven View, werden die Shapedateien in ArcView in die aktive View geladen. In einem solchen Fall können keine Selektionen bestehen und es werden alle Quellen der jeweiligen Datei verwendet.

#### Hintergrundbelastung

Für jeden ausgewählten Schadstoff kann eine großräumige Hintergrundbelastung vorgegeben werden.

#### Meteorologie

**Pfad und Dateiname** Geben Sie hier Pfad und Dateiname der Meteorologiedatei (Zeitreihe oder Ausbreitungsklassenstatistik, siehe Abschnitt 1.4.4) an. Sie können den -Button nutzen, um die gewünschte Datei auszuwählen. Die Angaben müssen DOS-kompatibel sein, dürfen also z. B. keine Leerzeichen enthalten.

**Information** Sie bekommen an dieser Stelle eine kurze Informationen über die ausgewählte Meteorologiedatei angezeigt.

#### Wind

**Anemometerhöhe** Die Anemometerhöhe wird aus der Meteorologiedatei ausgelesen und angezeigt

**Rauhigkeitsklasse der Messung** Die Rauhigkeitsklasse der Messung wird aus der Meteorologiedatei ausgelesen und angezeigt

**Rauhigkeitsklasse des Rechengebietes** Wählen Sie hier die Rauhigkeitsklasse des Rechengebietes aus

#### Rezeptoren


**Auswahl** Wählen Sie in der Auswahlliste, ob die Berechnung für alle Rezeptoren oder für eine Selektion durchgeführt werden soll.





Die Selektion ist die aktuelle Auswahl der Shapedatei im aktiven View. Ist die in der Steuerdatei spezifizierte Rezeptordatei nicht Teil der aktiven View, wird die Shapedatei in ArcView in die aktive View geladen. In einem solchen Fall kann keine Selektion bestehen und es werden alle Rezeptoren verwendet.

## Ganglinien

**Pfad und Dateiname** Geben Sie hier Pfad und Dateiname der Gangliniendatei an. Sie können den -Button nutzen, um die gewünschte Datei auszuwählen (siehe Abschnitt 1.4.6). Die Angaben müssen DOS-kompatibel sein, dürfen also z. B. keine Leerzeichen enthalten.

**Abbrechen** Der Dialog wird geschlossen und entweder wird die Steuerdatei nicht angelegt oder Änderungen werden nicht gespeichert und ein etwaiger IMMIS<sup>net</sup>-Rechenlauf wird nicht gestartet.

**OK** Der Dialog wird geschlossen und entweder wird eine Steuerdatei neu angelegt oder Änderungen werden gespeichert und ein etwaiger IMMIS<sup>net</sup>-Rechenlauf wird gestartet.

### 2.1.6 Menüpunkt IMMIS<sup>net</sup> starten

Dieser Menüpunkt führt zu einer Dialogbox, in der die Steuerdatei ausgewählt werden muss, für die eine IMMIS<sup>net</sup> Rechnung durchgeführt werden soll. Wie bei „Steuerdatei bearbeiten ...“ wird die Steuerdatei angezeigt und es können noch Änderungen vorgenommen werden.

Nach dem Betätigen der Schaltfläche „OK“ werden etwaige Änderungen gespeichert und IMMIS<sup>net</sup> in einer DOS-Box zur Rechnung im Hintergrund gestartet. ArcView ist damit zum Weiterarbeiten freigegeben.

### 2.1.7 Menüpunkt Straßenschluchten berechnen

Dieser Menüpunkt startet die Berechnung in einer DOS-Box. ArcView wird während dieser Berechnung blockiert, um die korrekte Übertragung der Ergebnisse in die IMMIS<sup>luft</sup>-Datenbank zu gewährleisten.

IMMIS<sup>net</sup> berechnet für ausgewählte gerade Straßen einer IMMIS<sup>luft</sup>-Shapedatei Vorbelastungen und trägt die Ergebnisse direkt in die IMMIS<sup>luft</sup>-Datenbank ein (siehe Abschnitt 1.4.5.2).

Zur Bestimmung der Gesamtbelastungen und Perzentile in IMMIS<sup>luft</sup> muss für gesamte Datenbank anschließend mit IMMIS<sup>luft</sup> gerechnet werden.

Der Standardansatz für die Straßenschluchtberechnung ist wie folgt:

- Straßenabschnitte in ArcView auswählen
- normale Steuerdatei als Grundlage auswählen
- Namen für neu zu erstellende Steuerdatei auswählen
- Steuerdatei gegebenenfalls modifizieren und mit „OK“ die Berechnung starten

Alternativ kann unter „IMMISnet starten ...“ einer Steuerdatei für Straßenschluchten ausgewählt und berechnet werden. In diesem Fall werden aber keine Werte in die IMMIS<sup>luft</sup>-Datenbank eingetragen, sondern es stehen nur die üblichen Ausgabedateien zur Verfügung.

### **2.1.8 Menüpunkt Ergebnisse laden**

Über diesen Menüpunkt können IMMIS<sup>net</sup> Ergebnisdateien (\*.plt.Stoff) geladen und direkt in Shapedateien umgewandelt werden. Die Einheiten der Werte in der Ergebnis-Shapedatei sind [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]. Pfad und Name der Ergebnisdateien eines Rechenlaufes sind in der zugehörigen Steuerdatei festgelegt.

### **2.1.9 Menüpunkt IMMIS<sup>net</sup> Hilfe**

Unter diesem Menüpunkt ist dieses Dokument als Online-Hilfe verfügbar.

### **2.1.10 Menüpunkt Info**

Hier finden Sie Informationen zu Versionen und Copyright.