

Handbuch *ADIP*



Entwicklung und Realisierung:

Prof. Dr. rer. nat. A. Zenger
Dipl.- Ing. M. Rau

*Programmtechnische
Umsetzung:*

Dr.-Ing. Ch. Winkler

Unterstützt durch:

Deutsche Bundesstiftung Umwelt
Referat für Gesundheit und Umweltschutz der
Landeshauptstadt München

In Kooperation mit:

Landesanstalt für Umweltschutz Bayern
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
(HLUG)

Vertrieb:

MetSoft GbR
Dr. K. Bigalke, Dipl.-Ing. M. Rau, Dr. Chr. Winkler

Support:

adip@metsoft.de

Copyright 2001:

Prof. A. Zenger, Ingenieurbüro Rau



Verwendete Warenzeichen:

Windows, Windows 95, Windows 98, Windows NT und Windows 2000 sind eingetragene Warenzeichen der Microsoft Corp.

MISKAM©

©Dr. J. Eichhorn, Arbeitsgruppe Stadtklima, Institut für Physik der Atmosphäre, Johannes-Gutenberg-Universität, D-55099 Mainz

Handbuch – ADIP Version 1.0, Februar 2002



1	Inhaltsverzeichnis	1
2	Vorbemerkung	2
	2.1 Anwendungsmöglichkeiten.....	2
	2.2 Interpretation der Ergebnisse	2
3	Systemvoraussetzung und Installationshinweis	4
	3.1 Notwendige Hard- und Software	4
	3.2 Installation von ADIP (Version 1.0).....	4
	3.3 Demoversion.....	4
4	Vorgehensweise am Beispiel von Parkgaragen.....	5
5	Aufbau der Programmoberfläche	6
	5.1 Menüleiste 1 Projekt.....	7
	5.1.1 <i>Neues Projekt anlegen</i>	7
	5.1.2 <i>Öffnen/Speichern/Schließen eines vorhandenen Projektes</i>	7
	5.1.3 <i>Drucken</i>	8
	5.1.4 <i>Eigenschaften</i>	8
	5.1.5 <i>Beenden</i>	8
	5.2 Menüleiste 2 Bearbeiten.....	9
	5.2.1 <i>Bebauungsstruktur</i>	9
	5.2.2 <i>Gesamtquellstärke</i>	13
	5.2.3 <i>Bodenquellen</i>	14
	5.2.4 <i>Ausbreitungsklassenstatistik</i>	16
	5.2.5 <i>Vorbelastung</i>	17
	5.3 Menüleiste 3 Ergebnisse	20
	5.3.1 <i>Berechnen</i>	20
	5.3.2 <i>Ergebnisse</i>	20
	5.4 Menüleiste 3 Hilfe.....	20
6	Wahl einer worst-case-Situation.....	26
	Anwendung des Modells ADIP - Hinweise für den Nutzer	
	6.1 Einfluß der Bebauungsstruktur	26
	6.2 Einfluß von Gebäudehöhe und Breite einer Straßenschlucht	27
7	Vorgehensweise anhand eines Beispielles	29
8	Literatur.....	34
9	Anhang	35
	9.1 Windrichtungs- und geschwindigkeitsverteilung in der BRD	35
	9.2 Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten in der BRD	36
	9.3 Synthetische Windrichtungsverteilungen in ADIP	37



2 Vorbemerkung

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens, gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, wurde das Screeningmodell ADIP entwickelt, welches eine einfache und schnelle Abschätzung von Immissionen um Punktquellen wie z.B. um Garagenabluftöffnungen ermöglicht. Die Einbindung von ortsspezifischen Windstatistiken und Vorbelastungen erlaubt die Berechnung von Jahresmittelwerten der Gesamtbelastung und somit den Vergleich der berechneten Immissionen mit planungsrelevanten Richt- und Grenzwerten. Die übersichtlich gestaltete graphische Benutzeroberfläche erlaubt auch fachfremden Nutzern eine einfache Handhabung des Modells.

2.1 Anwendungsmöglichkeiten

Mit Hilfe von ADIP können die Immissionen im Nahbereich bodennaher Abluftöffnungen von Parkgaragen und anderer bodennaher Punkt- und Linienquellen für standardisierte Bebauungsstrukturen und unterschiedliche meteorologische Situationen abgeschätzt werden.

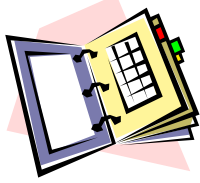
Im Vorfeld einer geplanten Baumaßnahme, bei der Analyse der Lage von Luftaustritten oder im Fall der Überprüfung bestehender Konflikte soll ADIP helfen,

- mögliche Belastungsschwerpunkte aufzuzeigen,
- Minderungspotentiale einzuschätzen
- sowie einen Vergleich der Relevanz unterschiedlicher Freisetzungsorte durchzuführen.

Neben der Ermittlung statistischer Werte (Jahresmittelwerte) besteht auch die Möglichkeit, Immissionskonzentrationen für einzelne Anströmrichtungen im Sinne einer worst-case-Abschätzung zu ermitteln.

2.2 Interpretation der Ergebnisse

Die Aufgabe des Screeningmodells ADIP zur Immissionsprognose um bodennahe Punkt- und Linienquellen besteht darin, abzuschätzen, ob in einem konkreten Fall mit immissionsseitigen Problemen zu rechnen ist. Dabei sollte im Sinne einer worst-case-Betrachtung bei der Zuordnung einer realen Bebauungs- und Quellsituation zu einer (verständlicherweise eingeschränkten Anzahl) im Modell zur Verfügung gestellten standardisierten Bebauungsstruktur und Quellenordnung so vorgegangen werden, daß das Ergebnis konservativ ist und damit "auf der sicheren Seite" liegt. Es wird darauf hingewiesen, daß das Modell ADIP jedoch keine detaillierte Immissionsprognose unter Berücksichtigung der realen Bebauung ersetzen kann.

**Wichtig**

Die mit ADIP berechneten Ergebnisse geben eine detaillierte Übersicht über die räumliche Verteilung der zu erwartenden Immissionen im Nahbereich von bodennahen Punkt- und Linienquellen. Die Genauigkeit der Prognose hängt jedoch von der Güte der Übereinstimmung zwischen der im Modell gegebenen standardisierten und der realen Bebauung ab. Die mit ADIP erzielten Ergebnisse dienen zur Ersteinschätzung in der Planungsphase und ersetzen kein Fachgutachten. Im Zweifelsfall muß zusätzlich eine Ausbreitungsrechnung für die zu prüfende Situation unter Berücksichtigung der realen Bebauung durchgeführt werden.



3 Systemvoraussetzung und Installationshinweis

3.1 Notwendige Hard- und Software

Das Programm ADIP ist unter den Windows-Versionen 95, 98, 2000 und NT lauffähig. Notwendig sind ein CD-ROM Laufwerk und mindestens 40 MB freie Festplattenkapazität.

Wichtig

Schließen Sie alle Programme außer Windows, bevor Sie ADIP starten, um eventuell mögliche Konflikte mit anderen Programmen zu vermeiden.

3.2 Installation von ADIP (Version 1.0)

Das Programm wird auf einer CD-Rom geliefert. Legen Sie die CD in das CD-Laufwerk ein. Führen Sie zur Installation setup.exe aus. Der Installationsassistent führt Sie durch die Installation.

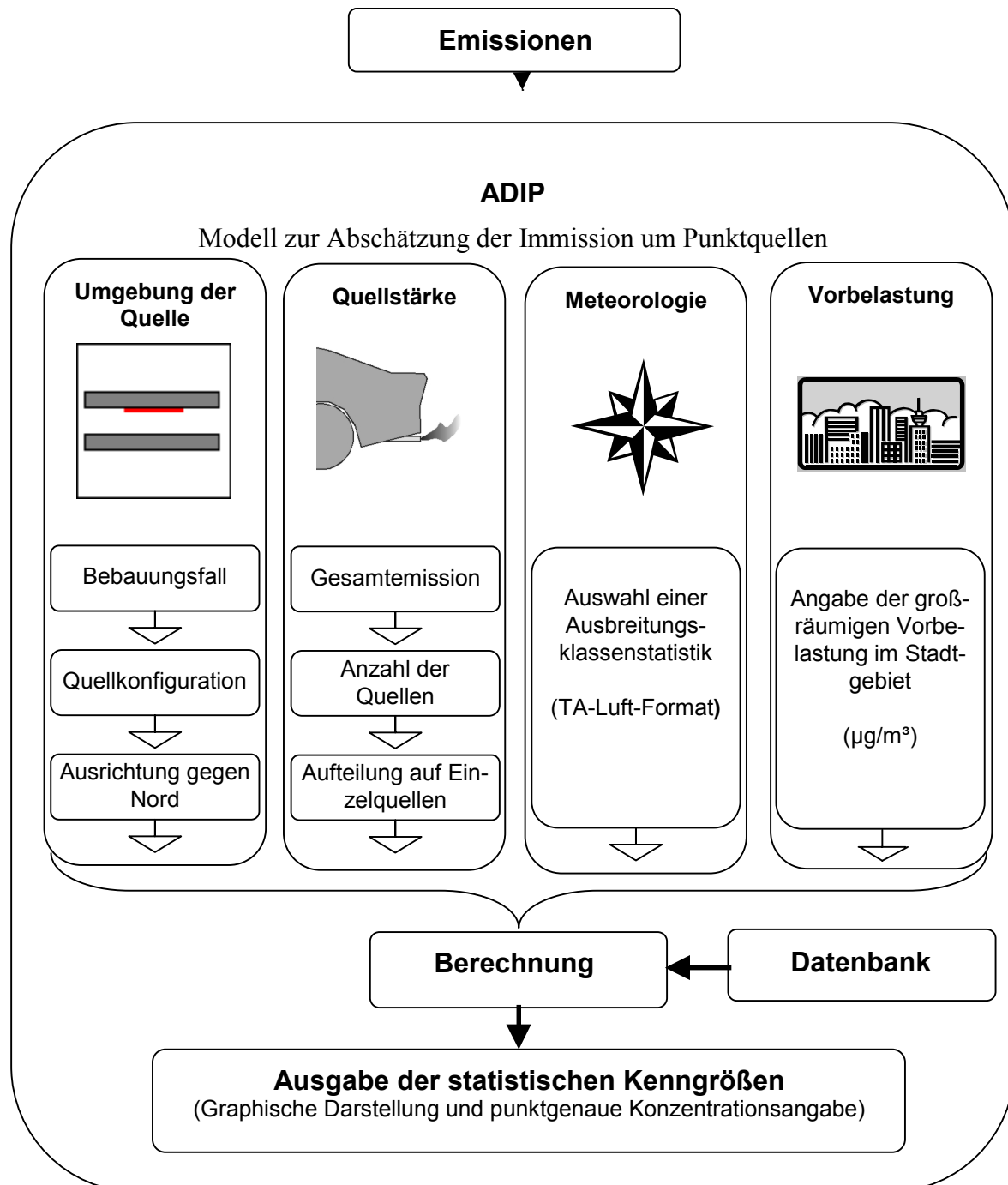
3.3 Demoversion

Die Demoversion unterscheidet sich von der Vollversion darin, dass lediglich zwei Bebauungsstrukturen aktiviert sind. Ansonsten ist die Funktionsfähigkeit des Programms voll gegeben.



4 Vorgehensweise am Beispiel von Parkgaragen

Grundlage einer jeden Immissionsprognose sind detaillierte Kenntnisse der Emissionen. Sind diese nicht bekannt, so müssen sie mit einem geeigneten Modell ermittelt werden. Für Parkgaragen wird das Modell [MOPELIT](#) (Zenger, van der Pütten, 1998) empfohlen, da es anhand von Messungen an bestehenden Tiefgaragen verifiziert ist, im Gründruck der VDI 2053 empfohlen wird und auf das Modell ADIP abgestimmt wurde. Welche Eingangsdaten und Arbeitsschritte in ADIP benötigt werden, um von der Emission einer lokalen, eng begrenzten Quellverteilung zur Immissionskonzentration an einem Untersuchungspunkt zu gelangen, verdeutlicht das nachstehende Flußdiagramm.





5 Aufbau der Programmoberfläche

Das Modell ADIP verfügt über eine benutzerfreundliche Windows-Oberfläche. Alle Programmoptionen sind in üblichen Pull-down-Menüs anwählbar.

Starten Sie das Programm ADIP.exe. Es erscheint folgende Oberfläche:



Startseite k...

Nach einigen Sekunden öffnet sich der Hauptbildschirm mit den Menüpunkten

- **Projekt**
- **Bearbeiten**
- **Ergebnisse**
- **Hilfe**

Die Bedeutung dieser Menüpunkte soll nachfolgend erläutert werden. Es wird empfohlen die beschriebene Reihenfolge stets einzuhalten, um keine notwendigen Eingaben zu vergessen.



5.1 Menüleiste 1 Projekt

In dieser Menüleiste finden sich alle Befehle zur Projektverwaltung; das bedeutet im Einzelnen: Projekte neu erstellen, bestehende Projekte öffnen, bearbeitete Projekte schließen, speichern oder unter einem anderen Namen speichern (speichern unter). Des Weiteren können von hier aus die Eigenschaften eines Projektes abgefragt und gedruckt (drucken) werden. Mit dem Schalter Statusfenster kann das Statusfenster aktiviert oder deaktiviert werden. Das Programm kann von hier aus beendet werden (beenden).



5.1.1 Neues Projekt anlegen

Um ein neues Projekt anzulegen, wählen Sie bitte den Menüpunkt Neu und geben den gewünschten Projektnamen ein. Ein zusätzlicher Kommentar ermöglicht Ihnen eine Spezifikation und hilft zu einem späteren Zeitpunkt, das Projekt eindeutig zu identifizieren. Die Beschreibung kann unter Eigenschaften (siehe unter Hauptmenü Projekt) jederzeit gelesen werden.

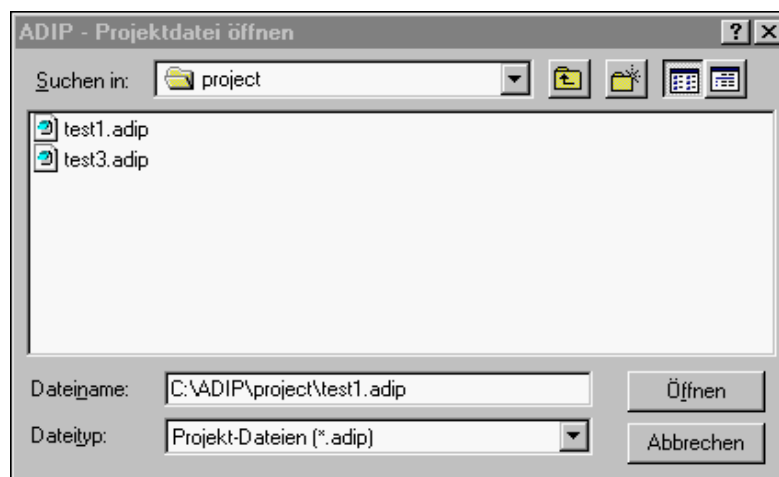
5.1.2 Öffnen/Speichern/Schließen eines vorhandenen Projektes

Existieren bereits Projektdateien, so können Sie diese mit dem Menüpunkt Öffnen laden. ADIP-Projektdateien sind durch den von Ihnen vorgegebenen Namen und die Endung **.adip** gekennzeichnet. Zum Öffnen muß das Verzeichnis spezifiziert werden, in dem die vorhande-



ne Projektdatei bei der letzten Sitzung abgelegt wurde. Mit Speichern wird die Projektdatei in dem Verzeichnis abgelegt, aus dem heraus sie gestartet wurde. Wollen Sie die Projektdatei umbenennen oder eine Projektdatei unter einem anderen Verzeichnis ablegen, dann wählen Sie Speichern unter. Eine neu angelegte Projektdatei wird, wenn Sie kein Verzeichnis angeben, unter x:\ADIP\Project abgelegt (x steht für den Laufwerksbuchstaben, unter dem Sie auf Ihrem Rechner ADIP eingerichtet haben).

Speichern legt die bearbeitete Projektdatei unter dem bestehenden Namen in dem festgelegten Verzeichnis ab.



5.1.3 Drucken

Mit Drucken können Sie eine Protokolldatei mit den von Ihnen für eine Projektdatei gewählten Eingaben erstellen.

5.1.4 Eigenschaften

Hier können Sie sich ergänzende Informationen zu einer Projektdatei, die Sie eventuell unter Neu, Bemerkungen eingegeben haben, anzeigen lassen.

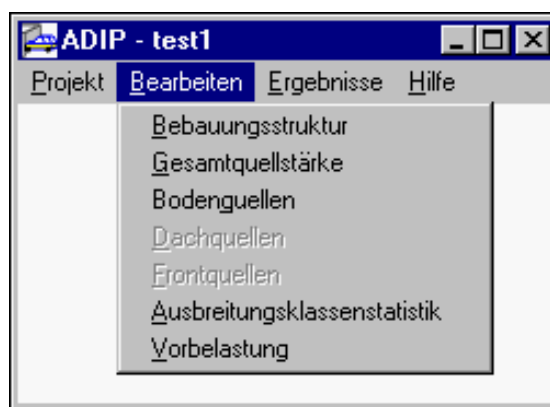
5.1.5 Beenden

Mit Beenden schließen Sie das Programm. Achten Sie darauf, vorgenommene Änderungen vorher zu speichern.



5.2 Menüleiste 2 Bearbeiten

Wenn Sie ein neues Projekt angelegt haben, müssen Sie vor der Immissionsberechnung erst alle erforderlichen Eingangsparameter, das sind die Bebauungsstruktur, die Ausrichtung gegen Nord, die Quellaufteilung und Positionen, die Quellstärken und die meteorologischen Eingangsgrößen festlegen. Die Vorgabe einer Vorbelastung ist möglich, aber nicht zwingend notwendig.

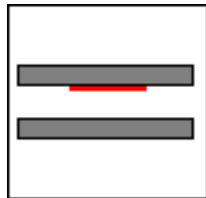
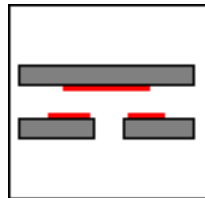
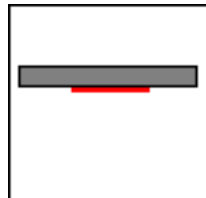
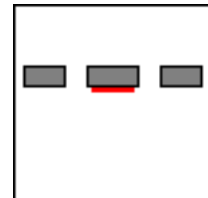
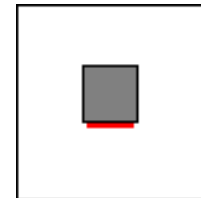


5.2.1 Bebauungsstruktur

Im Menüpunkt Bebauungsstruktur hat der Anwender die Möglichkeit, unter den standardisierten, in ADIP zur Verfügung stehenden Bebauungsgrundtypen, denjenigen Typ auszuwählen, der dem zu untersuchenden Fall am ähnlichsten ist. In der ADIP-Version 1.0 haben Sie die Auswahl zwischen den folgenden Grundtypen:

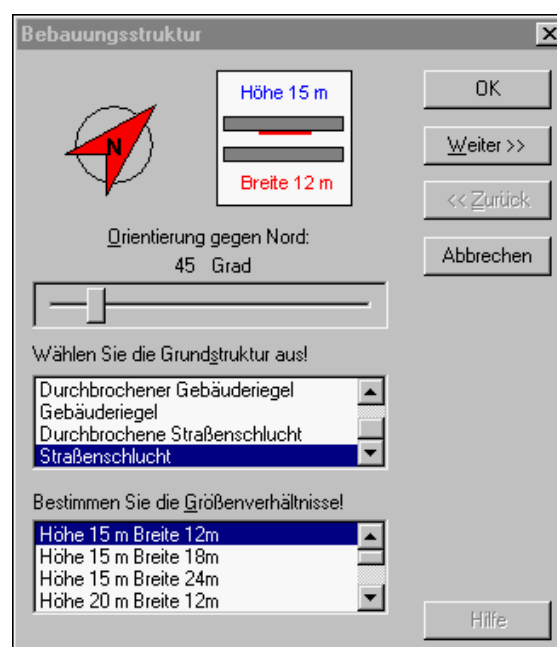
- freies Gelände
- Einzelgebäude
- unterbrochener einseitiger Gebäuderiegel
- durchgängiger einseitiger Gebäuderiegel
- einseitig unterbrochene Straßenschlucht
- durchgängige Straßenschlucht.

Eine Veranschaulichung der einzelnen Gebäudestrukturen anhand von ausgewählten Photos und eine ausführliche Beschreibung, warum diese Strukturen unter aerodynamischen Gesichtspunkten gewählt wurden, findet sich in Zenger und Simon (2000) sowie in Rau und Zenger (2001).

Durchgängige
Straßenschluchtunterbrochene
Straßenschluchtdurchgängiger
Gebäuderiegelunterbrochener
Gebäuderiegel

Einzelgebäude

(Der Fall "Freies Gelände" ist nicht abgebildet). Für die Grundstrukturen "Einzelgebäude", "durchbrochener" und "durchgängiger Gebäuderiegel" sind mehrere Gebäudehöhen, für die Grundstrukturen "einseitig unterbrochene" und "durchgängige Straßenschlucht" mehrere Gebäudehöhen und Straßenbreiten wählbar. Für den Fall "Freies Gelände" kann zwischen zwei Quellhöhen (0,5 m/2,5 m) gewählt werden. Die rot markierten Bereiche geben die Bereiche möglicher Quellpositionen wieder (siehe auch 5.2.3). Im Fall, dass aufgrund abweichender geometrischer Ähnlichkeiten keine standardisierte Bebauungsstruktur eindeutig dem realen Fall zugeordnet werden kann, muß die Wahl unter konservativen Gesichtspunkten erfolgen. Hierzu wird auf das Kapitel 6 verwiesen.

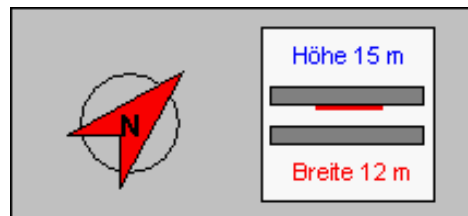


5.2.1.1 Orientierung gegen die Nordrichtung

Die gewählten Gebäude, Riegel oder Straßenschluchten sind normalerweise nicht entsprechend den Vorgaben von ADIP gegen Nord orientiert. Daher muß die Ausrichtung



gegen Nord spezifiziert werden. Hierzu hilft die Darstellung des gewählten Bitmaps zusammen mit dem Nordpfeil.



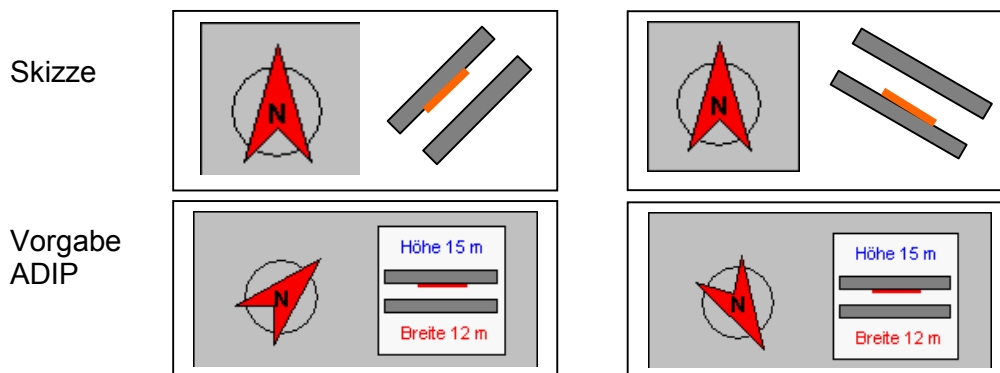
Mit dem Schiebeschalter im Menüfenster Bebauungsstruktur kann die Ausrichtung gegen Nord in 15° Schritten vorgenommen werden.



Es wird empfohlen, das Gebäude, die Straßenschlucht etc. und die zu untersuchende Quelle in der tatsächlichen Ausrichtung zusammen mit dem Nordpfeil auf einem Stück Papier zu skizzieren. Dann dreht man den Lageplan mit der Bebauung und der Quelle so lange, bis dieser mit dem gegebenen Bitmap übereinstimmt. Der Nordpfeil in ADIP muß so eingestellt werden, dass er mit dem Nordpfeil des Planes übereinstimmt. Das Vorgehen ist in der nachfolgenden Abbildung anhand von 2 Beispielen veranschaulicht.

Beispiel 1:

Beispiel 2:



Im Beispiel 1 handelt es sich um eine Quelle in einer Straßenschlucht. Die Schlucht ist um 45° gegen den Uhrzeigersinn gegen Nord gedreht. Die Quelle befindet sich im nördlichen Bereich. Um mit der Vorgabe von ADIP übereinzustimmen, muß das Bitmap um 30 Grad im Uhrzeigersinn gedreht werden. Der Nordpfeil zeigt dann in Richtung 45° und die Straßenschlucht ist, wie in der Bitmap vorgegeben, in Ost- West- Richtung ausgerichtet.



Im Beispiel 2 ist die Gebäudelängsachse ebenfalls nicht in Ost-West-Richtung ausgerichtet, sondern um 30° im Uhrzeigersinn gegen Nord gedreht. Zudem befindet sich die Quelle am unteren Rand der Straßenschlucht. Um eine Übereinstimmung mit der Vorgabe von ADIP zu erhalten, muß das Bitmap um 150° im Uhrzeigersinn gedreht werden.

5.2.1.2 Geometrie

Neben der Bebauungsstruktur und der Orientierung gegen Nord ist auch die Bebauungsgeometrie, das heißt die Höhe eines Einzelgebäudes, die Höhe und Breite einer Strassenschlucht etc. von zentraler Bedeutung. Im unteren Fenster des Menüpunktes Bebauungsstruktur werden zu jedem Bebauungstyp verschiedene geometrische Varianten angeboten. Dabei muß die Geometrie gewählt werden, die der real gegebenen Bebauungssituation am besten entspricht. Falls hierbei Zweifel bestehen oder ein Fall nicht eindeutig zugeordnet werden kann, sollte der geometrische Fall ausgewählt werden, bei dem ein konservativeres Ergebnis zu erwarten ist (siehe hierzu Kapitel 6).

Wenn Sie alle Angaben zur Bebauungsstruktur spezifiziert haben, betätigen Sie die Schaltfläche Weiter, um in die nächste Eingabemaske (Gesamtquellstärke) zu gelangen. Sie können den Menüpunkt wahlweise allerdings auch direkt im Pull-Down-Menü aufrufen.

Hinweis

Sie können alle auszufüllenden Eingabemasken der Reihe nach mit der Taste Weiter durchlaufen, um sicher zu sein, keine Angaben zu vergessen.

Mit der Taste Zurück können Sie jederzeit auch wieder in die zuvor ausgefüllten Masken gelangen, um zum Beispiel eine Korrektur vorzunehmen.

Wichtig

Sollte die gewählte Bebauungskonfiguration keine optimale Übereinstimmung mit der realen Bebauungsstruktur aufweisen, sollten Sie unbedingt, wie in Kapitel 6 beschrieben, eine weitere Berechnung mit einer ähnlichen Bebauungskonfiguration durchführen und im Sinne einer konservativen Abschätzung die höhere Konzentration für den Untersuchungsort als Ergebnis heranziehen.





5.2.2 Gesamtquellstärke

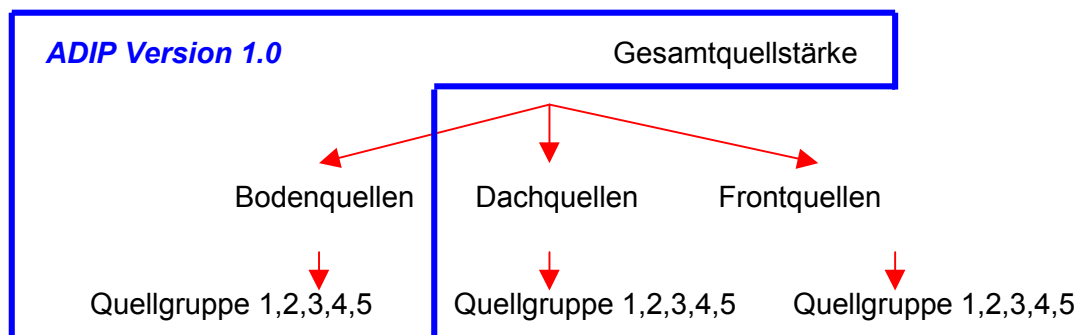
Nach der Festlegung der Umgebungsbebauung müssen die Quellstärken und Positionen der Emissionsquellen definiert werden. Prinzipiell sind hierbei

- Boden-,
- Dach- und
- Frontquellen

wählbar.

In der Basisversion (Version 1.0) von ADIP sind nur bodennahe Quellpositionen in einem Höhenbereich von 0-1 m (bei "Freiem Gelände" auch 2,5 m) über der Geländeoberfläche implementiert.

Allen Quellen gemeinsam kann für jeden Schadstoff eine Gesamtquellstärke zugeordnet werden. Diese Gesamtquellstärke wird dann in einem nächsten Schritt prozentual auf verschiedene Quellgruppen bzw. Einzelquellen verteilt. Dies ist im nachfolgenden Ablaufdiagramm schematisch dargestellt.



Unter dem Menüpunkt Gesamtquellstärke (Emissionsmassenstrom aller Quellen) besteht die Möglichkeit, Emissionsmassenströme für vier verschiedene Schadstoffe, und zwar

- Benzol
- Ruß
- Stickoxide (NO_x, das ist die Summe aus NO und NO₂)
- und einen nicht spezifizierten, beliebigen Schadstoff (nn)

anzugeben. Es sind nicht alle Felder zwingend auszufüllen. Wenn man z.B. nur am Ergebnis für Benzol interessiert ist, reicht die Vorgabe eines Emissionsmassenstroms für Benzol.



Gesamtquellstärke ✕

Mittlere Gesamtquellstärke

Benzol	<input type="text" value="0.0"/>	mg/s	
Ruß	<input type="text" value="0.0"/>	mg/s	
Stickoxide	<input type="text" value="0.0"/>	mg/s	
nn	<input type="text" value="0.0"/>	mg/s	

5.2.3 Bodenquellen

Im Menüpunkt Bodenquellen werden die Position und die Größe von Quellen definiert. Nachströmöffnungen oder Garagenportale können unterschiedliche Längen aufweisen. Dem Benutzer stehen daher für jede gewählte Bebauungsstruktur verschiedene Bereiche zur Verfügung, innerhalb derer Quellen definiert werden können. Dies sind die rot markierten Bereiche. Mehrere Einzelquellen können auch zu Quellgruppen (z.B. zur Darstellung eines Portals oder eines Lüftungsbandes) zusammengefaßt werden. Durch Anklicken werden Quellen aktiviert. Die als Quellen aktivierten Zellen ändern ihre Farbe (Blautöne).

Definition

Einzelquelle: kleinste wählbare Einheit; 1,5 x 2 m

Quellgruppe: besteht aus einer oder mehreren Einzelquellen. Jeder Quellgruppe kann ein prozentualer Anteil der Gesamt-emission zugeordnet werden.

Nachfolgend wird beschrieben, wie man aus unterschiedlichen bodennahen Einzelquellen eine oder mehrere Quellgruppen bildet und diesen eine prozentuale Häufigkeit zuweist. Die kleinste, in ADIP wählbare Quelle ist eine Einzelquelle mit der Lineardimension von 2 m in x-Richtung (parallel zu den Gebäuden) und 1,5 m in y-Richtung (senkrecht zu den Gebäuden).



Bodenquellen [X]

Anteile der Quellgruppen an der Gesamtquellstärke

Gruppe 1
 Gruppe 2
 Gruppe 3
 Gruppe 4
 Gruppe 5

%
 %
 %
 %
 %

Quellgruppen gleich verteilen

Summe: 100 %

Gebäude
 Mögliche Quelle

Quellgruppe 1
emittiert 80%
der Gesamt-
quellstärke

Quellgruppe 2
emittiert 20%
der Gesamt-
quellstärke

Die Quellgruppen 1 und 2 setzen sich in diesem Beispiel aus jeweils 3 Einzelquellen zusammen. Ist eine Einzelquelle gewählt und damit aktiviert, so erscheint sie, je nach Zuordnung zu der jeweiligen "Quellgruppe", in einer bestimmten "Quellfarbe" (Quellgruppe 1 = hellblau bis Quellgruppe 5 = dunkelblau). Durch erneutes Anklicken kann die Quelle wieder deaktiviert werden.

Beliebige Quellgruppen mit unterschiedlichen Ausdehnungen wie z.B. Portale oder Nachströmöffnungen können so aus diesen Einzelquellen zusammengesetzt werden. Dabei besteht die Möglichkeit, die Gesamtemission nur einer Einzelquelle oder Quellgruppe zuzuordnen oder die Emission auf maximal fünf verschiedene Quellgruppen mit unterschiedlichen Prozentsätzen (z.B. ein Portal, das in 80% der Zeit emittiert und eine Nachströmöffnung, die in 20% der Zeit emittiert) zu verteilen. Mit dem Schalter Quellgruppen gleich verteilen kann die Gesamtemission gleichmäßig auf die unterschiedlichen Quellen bzw. Quellgruppen verteilt werden. Die Summe kann auch kleiner als 100 % sein; dann wird die Differenz Quellen zugeordnet, die nicht zur Immissionsbelastung im Untersuchungsareal beitragen (z. B. Kamin o.ä.).



Wichtig

Durch Anklicken der rot markierten Felder werden Einzelquellen oder Quellgruppen definiert. Sie wechseln dann die Farbe und erscheinen, je nach Zugehörigkeit, in unterschiedlichen Blautönungen. Jeder Quellgruppe kann zugeordnet werden, wie häufig sie prozentual aktiv ist, das heißt, wieviel sie zu der Gesamtquellstärke beiträgt. Durch erneutes Anklicken können die Einzelquellen wieder deaktiviert werden.

5.2.4 Ausbreitungsklassenstatistik

Zur Beurteilung der Luftqualität müssen die berechneten Benzol-, Ruß- und NO₂- Immissionskenngrößen im Bereich nutzungssensibler Punkte mit Richt- und Grenzwerten verglichen werden. Um diese Immissionskenngrößen mit ADIP zu bestimmen, ist eine Häufigkeitsverteilung der meteorologischen Kenngrößen am Untersuchungsort erforderlich. Diese standortspezifischen Informationen sind in einer Windstatistik aufgeführt. Für ADIP benötigen Sie eine Ausbreitungsklassenstatistik im gebräuchlichen TA-Luft Format. Diese können Sie beispielsweise beim Deutschen Wetterdienst in Offenbach erfragen.

Falls absolut keine Winddaten am Untersuchungsort zur Verfügung stehen, kann für eine erste, grobe Abschätzung eine synthetische Windverteilung angesetzt werden. Dazu werden allerdings Informationen über die Windrichtungsverteilung in der zu untersuchenden Stadt und die mittlere Windgeschwindigkeit in einer Bezugshöhe benötigt. Im Anhang 9.1 finden Sie als Hilfe eine graphische Übersicht über in verschiedenen Regionen vorherrschende Windrichtungsverteilungen. Die mittlere Windgeschwindigkeit können Sie zur groben Orientierung aus der Übersichtskarte im Anhang 9.2 entnehmen oder bei dem zuständigen Umweltamt erfragen. Im Zweifel sollten Sie eher eine niedrigere mittlere Windgeschwindigkeit ansetzen, da Sie dann konservativere Ergebnisse erhalten.

In ADIP stehen Ihnen eine Auswahl synthetischer Windstatistiken mit unterschiedlichen mittleren Windgeschwindigkeiten zur Verfügung, die in ähnlicher Form in der BRD häufig anzutreffen sind. Sie können eine passende Statistik aus dem Auswahlfenster durch Anklicken übernehmen. Die zugehörigen Windrichtungsverteilungen sind im Anhang 9.3 dargestellt.



Es wird betont, dass die vordefinierten, synthetischen Windstatistiken nur eine grobe Näherung darstellen, die nur dann verwendet werden dürfen, wenn die am Untersuchungsort herrschende Verteilung der Vorgabe hinreichend ähnelt. Besser ist es selbstverständlich, wenn Sie eine für den Untersuchungsort gültige Statistik für die Immissionsberechnung verwenden.

Klicken Sie zum Einlesen einer AKS im TA-Luft-Format die Schaltfläche Eigene AKS öffnen ... an.

Des Weiteren sind in diesem Menüpunkt folgende Parameter festzulegen:

- Anemometerhöhe

Die Höhe des Anemometers über Grund; sie kann der AKS entnommen werden. Bei den synthetischen Windstatistiken bezieht sich die Angabe der mittleren Geschwindigkeit auf eine Höhe von 10 m.

- Bebauung um Wetterstation

Für die Berechnung muß weiterhin die Bebauung um die Wetterstation angegeben werden. Sie haben die Wahl zwischen "keine" (Freiland; typischerweise ein Flughafen) oder "Innenstadt". Im Zweifelsfall geben Sie "keine" an. Dann erhalten Sie konservative Ergebnisse.

5.2.5 Vorbelastung

ADIP berechnet bisher nur die Immissionszusatzbelastung, die von der zu untersuchenden Anlage ausgeht. Um die Immissionsgesamtbelastung zu bestimmen, muß die Vorbelastung berücksichtigt werden. Über die Wahl Vorbelastung kommt man in das entsprechende Untermenü.



Vorbelastung X

Hintergrundkonzentrationen

	Jahresmittelwert	
Benzol	<input type="text" value="0.0"/>	µg/m ³
Ruß	<input type="text" value="0.0"/>	µg/m ³
Stickstoffdioxid	<input type="text" value="0.0"/>	µg/m ³
nn	<input type="text" value="0.0"/>	µg/m ³

Möchten Sie nur die reine Zusatzbelastung durch die Emission der Punktquelle berechnen, brauchen Sie die Vorbelastung nicht anzugeben.

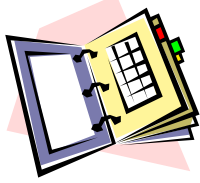
Es ist wichtig, zwischen der großräumigen Vorbelastung, z.B. für ganze Stadtgebiete, und der kleinräumigen Vorbelastung, etwa in einer Straßenschlucht, zu unterscheiden. Die großräumige Vorbelastung in einem Stadtgebiet kann man in der Regel beim zuständigen Umweltamt erfragen, die Vorbelastung in unmittelbarer Straßennähe kann jedoch nur mit Modellen oder Messungen ermittelt werden.

Sind keine Angaben über die Vorbelastung an Ihrem Untersuchungsort bekannt, so können die Werte in der folgenden Tabelle als grobe Anhaltswerte für die großräumige, innerstädtische Vorbelastung herangezogen werden.

Anhaltswerte für die Jahresmittelwerte der großräumigen, innerstädtischen Vorbelastung für einzelne Luftschadstoffe. Es wird darauf hingewiesen, dass besonders in verkehrsreichen Regionen und in schlecht belüfteten Arealen, wie z.B. in Straßenschluchten, auch höhere Vorbelastungen von bis zu 5-6 µg/m³ Benzol, 6-7 µg/m³ Ruß und 40-50 µg/m³ NO₂ auftreten können.

Schadstoff	Benzol	Ruß	Stickstoffdioxid
	2-4 µg/m ³	2-4 µg/m ³	25-35 µg/m ³

Bitte beachten Sie bei den Stickoxiden: bei den Emissionen werden Stickoxide angegeben. Bei der Vorbelastung wird ein Wert für Stickstoffdioxid (NO₂) eingegeben. Für diesen Wert liegen in aller Regel Messungen vor. Bei der Berechnung des Jahresmittelwertes wird die NO-NO₂-Konversion berücksichtigt.



Ende Bearbeiten

Nachdem Sie die Vorbelastung eingegeben haben, sind alle für die Berechnung notwendigen Eingangsgrößen im Projekt festgelegt. Bitte speichern Sie das Projekt vor der Berechnung noch einmal.

Projektstatusfenster

Auf der rechten Seite des Bildschirms haben Sie mittels eines Kontrollfensters jederzeit einen detaillierten Überblick darüber, welche Eingangsdaten Sie bereits festgelegt haben. Das Projektstatusfenster kann beliebig verschoben werden. Durch deaktivieren des Menüpunkts Statusfenster in der Menüleiste Projekt kann es ausgeblendet werden.

Starten Sie die Berechnung erst, nachdem Sie noch einmal alle Ihre Eingaben auf Vollständigkeit und Richtigkeit geprüft haben. Sollten Sie noch Änderungen vornehmen wollen, so können Sie diese wie bereits beschrieben im Menü Bearbeiten vornehmen.

Projektstatus ✕

Projekt

Name: test1
Datei: C:\ADIP\project\test1.adip

Bebauung

Grundstruktur: Durchbrochene Straßenschlucht
Größe: Höhe 15 m Breite 24m

Höhe 15 m

Breite 24 m

Gesamtquellstärke in mg/s

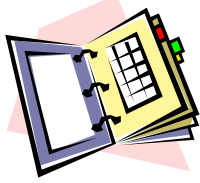
	Boden	Front	Dach
Benzol	0.0	0.0	0.0
Ruß	0.0	0.0	0.0
Stickoxide	0.0	0.0	0.0
nn	0.0	0.0	0.0
Berücksichtigt:	100 %	100 %	100 %

Ausbreitungsklassenstatistik

Gleichverteilt 1.0 m/s

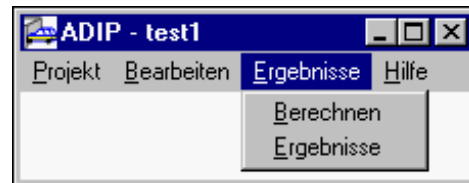
Hintergrundkonzentrationen in µg/m³

Benzol	0.0
Ruß	0.0
Stickstoffdioxid	0.0
nn	0.0

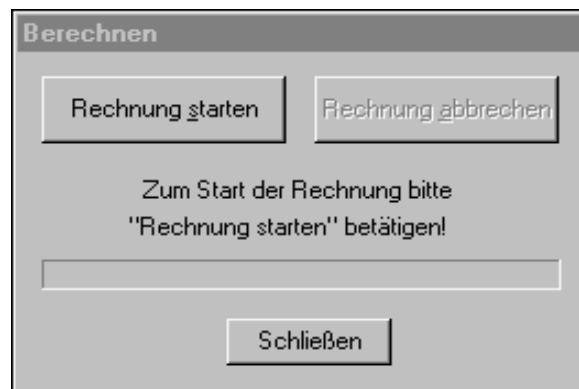


5.3 Menüleiste 3 Ergebnisse

5.3.1 Berechnen



Nach Eingabe aller Eingangsparameter können die Immissionskenngrößen berechnet werden. Dazu aktivieren Sie in der Menüleiste Ergebnisse unter dem Menüpunkt Berechnen den Schalter Rechnung starten.



Wichtig

Bei ADIP werden berechnete Ergebnisse nicht abgespeichert, allerdings alle projektspezifischen Eingangsdaten. Wenn Sie eine abgespeicherte Projektdatei aufrufen und die Ergebnisse betrachten wollen, müssen Sie die Berechnung noch einmal durchführen. Dies wurde deshalb so geregelt, weil die Berechnungen nur wenige Sekunden dauern.

5.3.2 Ergebnisse

Nachdem die Berechnung erfolgreich abgeschlossen wurde, können Sie sich unter dem Menüpunkt Ergebnisse die berechneten Immissionskonzentrationen im Nahbereich der Quelle graphisch darstellen lassen. Die Ergebnisdarstellung wird von einem zentralen Steuerelement verwaltet. Dort kann eingestellt werden, welchen Schadstoff und welche Ebene Sie betrachten wollen.

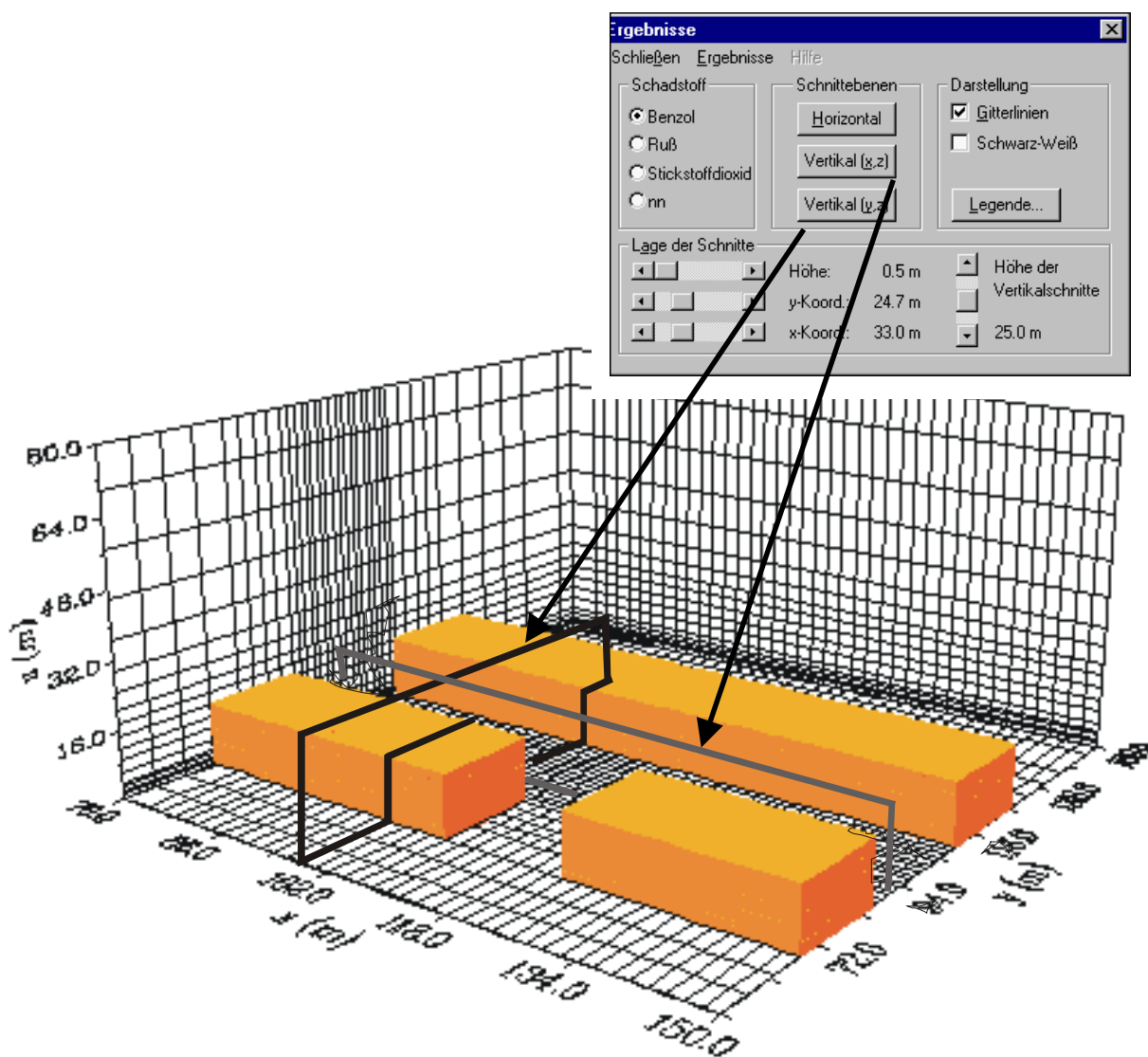


Sie können selbst die Höhe des Horizontalschnitts (x-y-Schnitt) und die Lage der Vertikalschnitte (y-Koordinate, an welcher der x-z-Schnitt positioniert ist bzw. x-Koordinate des x-z-Schnittes) festlegen. Des Weiteren können Sie festlegen, bis in welche Höhe die Vertikalschnitte dargestellt werden sollen. Die Gitterlinien können mit dem entsprechenden Schalter Gitterlinien ausgeblendet werden. Außerdem können Sie zwischen einer farbigen Darstellung und einer Darstellung in Graustufen (Schalter Schwarz-Weiß) wählen.

Die Möglichkeit, die Konzentrationen in unterschiedlichen Ebenen darzustellen, soll anhand eines Beispiels verdeutlicht werden. Berechnet wurde die Immissionsverteilung in einer unterbrochene Straßenschlucht. Die Immissionsverteilung kann in einer

- **bodenparallelen x-y Ebene** in unterschiedlichen Höhen
- **senkrechten x-z-Ebene** in unterschiedlichen Abständen y
- **senkrechten y-z-Ebene** in unterschiedlichen Abständen x

betrachtet werden. Dies ist in der nachstehenden Abbildung für eine x-z und y-z Ebene schematisch dargestellt.





Ergebnisse

Schließen Ergebnisse Hilfe

Schadstoff

- Benzol
- Ruß
- Stickstoffdioxid
- nn

Schnittebenen

- Horizontal
- Vertikal [x,z]
- Vertikal [y,z]

Darstellung

- Gitterlinien
- Schwarz-Weiß

Legende...

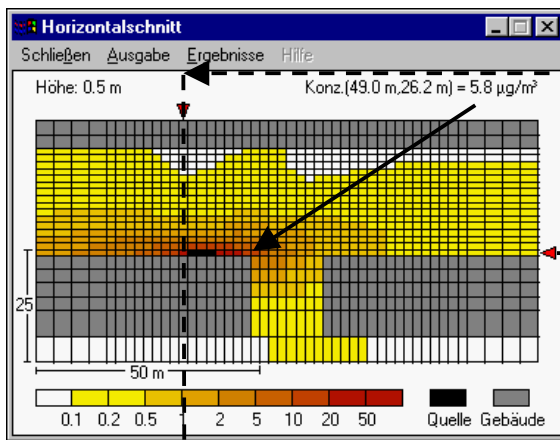
Lage der Schnitte

Höhe: 0,5 m Höhe der Vertikalschnitte

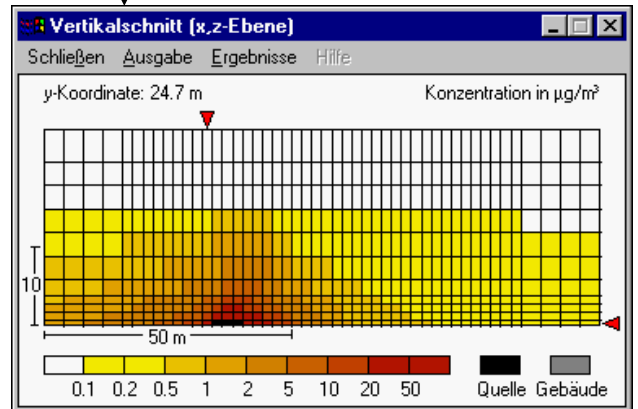
y-Koord.: 24,7 m

x-Koord.: 33,0 m

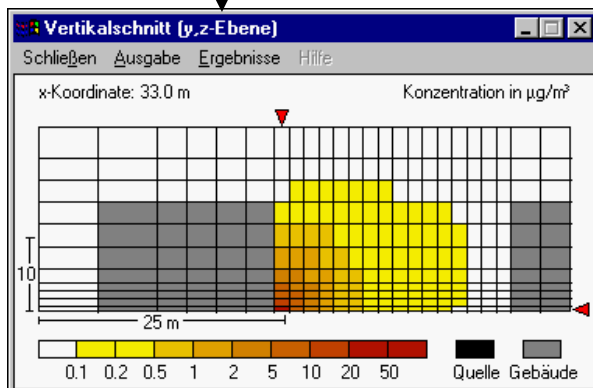
x-y- Ebene



x-z-Ebene



y-z-Ebene





Durch Anfahren mit dem Cursors kann die Konzentration in jedem Raumvolumen punktgenau angezeigt werden. Dies ist im Horizontalschnitt (x-y-Ebene) beispielhaft dargestellt. Boxen, die der Quellbox unmittelbar benachbart sind, dürfen dabei jedoch nicht ausgewertet werden.

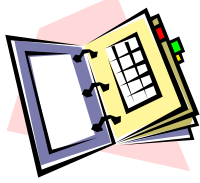
Wichtig

- **Alle Boxen, die unmittelbar an eine Quellbox angrenzen, dürfen für eine Immissionsabschätzung nicht betrachtet werden.**
- **Sollte die gewählte Bebauungskonfiguration keine optimale Übereinstimmung mit der realen Bebauungsstruktur aufweisen, sollten Sie unbedingt, wie in Kapitel 6 beschrieben, eine weitere Berechnung mit einer anderen Annahme durchführen und die höhere Konzentration für den Untersuchungsort als Ergebnis heranziehen.**

5.3.2.1 Legende

Die Skala in den Grafiken kann verändert werden. Hinterlegt sind gleich abgestufte Skalen. Die in der Skizze angegebenen Maximalwerte pro Stoff sind als Defaultwerte eingestellt. Durch Änderung der maximalen Konzentrationen werden die nichtlinearen Farbkodierungen geändert. Allerdings kann in der aktuellen Version 1.0 von ADIP nicht jeder beliebige Wert eingegeben werden. Möglich ist derzeit bei einer Spreizung der Skala eine Vergrößerung des Ausgangswertes von bspw. 100 bei Benzol auf 200, 500 und bei einer Stauchung der Skala eine Verkleinerung auf 50/20/10/5/2/1.

Maximale Konzentration		
Benzol	50.0	µg/m³
Ruß	50.0	µg/m³
Stickstoffdioxid	200.0	µg/m³
nn	100.0	µg/m³



5.3.2.2 Ausgabe

In den einzelnen Fenstern der graphischen Darstellung der Schnitte sehen Sie den Menüpunkt Ausgabe. Sie haben zwei Ausgabemöglichkeiten, und zwar die Ausgabe auf einen Drucker und die Ausgabe in die Zwischenablage zur Einbindung der jeweiligen Grafik in bspw. eine Word-Datei.

Hinweis für die Ausgabe über die Zwischenablage

Sie können eine Grafik, die Sie über die Zwischenablage in ein anderes Programm einfügen, dort positionieren und in der Größe ändern. Vermeiden Sie allerdings die Aktivierung der Grafik, da die Beschriftung der Grafiken unter Umständen verloren gehen kann.

5.4 Menüleiste 4 Hilfe

Die online-Hilfe ist bei der Version 1.0 noch nicht realisiert. Wir verweisen auf das ausführliche Handbuch.



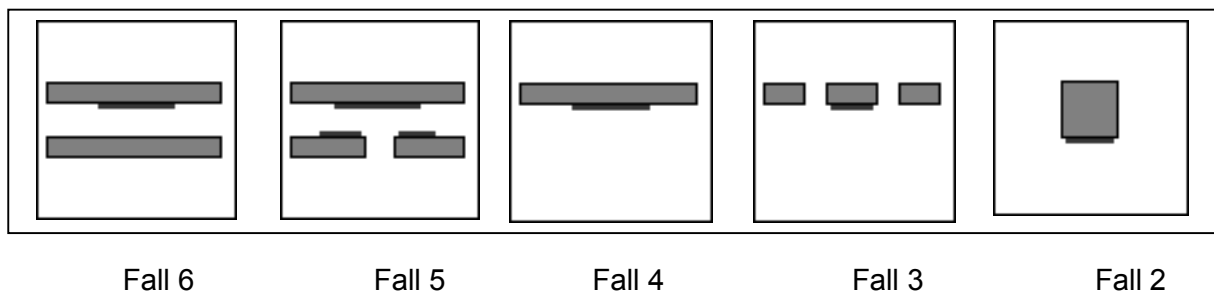
6 Wahl einer worst-case-Situation

Anwendung des Modells ADIP – Hinweise für den Nutzer

In das Screeningmodell ADIP sind eine begrenzte Anzahl, nach strömungsdynamischen Gesichtspunkten ausgewählte, Bebauungsstrukturen eingebunden, die mit unterschiedlichen Quellpositionen und Quellgeometrien kombiniert werden können. Mit den in ADIP vorgegebenen Bebauungsstrukturen ist es sicher nicht möglich, alle in der Realität vorkommenden Gebäudeanordnungen nachzubilden. Das heißt, der Nutzer muß aus den in ADIP angebotenen Gebäudestrukturen diejenige auswählen, die der real gegebenen Gebäudeanordnung "am ähnlichsten" ist und ein Gefühl dafür entwickeln, wie genau das so ermittelte Ergebnis ist. Falls er sich über die Ähnlichkeit nicht im Klaren ist, sollte er eine Struktur wählen, mit der er eher konservative Ergebnisse erwarten kann. Diese Einschätzung ist für den ungeübten Nutzer sicher problematisch. In diesem Kapitel sollen daher dazu Hilfestellungen gegeben werden.

6.1 Einfluß der Bebauungsstruktur

Die in ADIP gegebenen Bebauungsstrukturen sind bis auf Fall 1 (freier Platz) in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Rot sind die Bereiche skizziert, innerhalb derer Quellen ange wählt werden können.

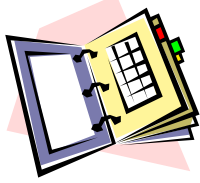


Zusammenstellung der in ADIP gegebenen standardisierten Bebauungsstrukturen

Im Fall, dass ein konkreter Anwendungsfall nicht eindeutig einer Gebäudeanordnung zugeordnet werden kann, stellt sich die Frage, auf welche in ADIP vorhandene Gebäudeanordnung zurückgegriffen werden sollte, um eine konservative Abschätzung zu gewährleisten.

Wie umfangreiche Tests gezeigt haben, ist eine generelle Aussage nur schwer zu treffen, da sie von

- der Lage der Quelle relativ zur Bebauung
- der Lage des Rezeptors relativ zur Quelle



- der Verteilung der auftretenden Windrichtungen (Windstatistik)

abhängt. Detaillierte Informationen hierzu finden sich in Rau und Zenger (2001). Es wird daher folgende Vorgehensweise vorgeschlagen.

"Einseitige" Bebauungsstrukturen (Fälle 2-4):

Die Bebauungsstrukturen 2 – 4 stehen für die Fälle, in denen eine direkte Beeinflussung der Schadstoffausbreitung durch Gebäude, die der Quelle gegenüberliegen, ausgeschlossen werden kann. Falls im konkreten Fall ein Einzelgebäude vorliegt, kann sich die Frage stellen, ob ein seitlich benachbartes Gebäude das Ausbreitungsverhalten beeinflusst. Um sicherzugehen wird in diesem Fall sinnvollerweise eine Berechnung bei ähnlicher Quellenordnung für den Fall 2 und den Fall 3 durchgeführt. Als Ergebnis sind die jeweils konservativeren Werte zu nehmen.

Falls Unsicherheiten dahingehend bestehen, ob ein konkreter Anwendungsfall eher dem Fall 3 (einseitig durchbrochene Randbebauung) oder dem Fall 4 (einseitiger, sehr langer Gebäuderiegel) zuzuordnen ist, d.h. ob die Durchströmung zwischen den Einzelgebäuden wie in Fall 3 relevant ist, empfiehlt sich jeweils eine Berechnung mit Fall 3 und eine mit Fall 4.

"Beideitige" Bebauungsstrukturen (Straßenschluchten, Fälle 5-6):

Falls die reale Bebauungssituation den Charakter einer Straßenschlucht mit langen Gebäuderiegeln aufweist, sind die Fälle 5 und 6 relevant. Die Auswirkung einer Öffnung eines der Gebäuderiegel (bspw. Einmündung einer Seitenstraße) auf die Ausbreitung ist dann, wenn eine Quellposition innerhalb der ersten 20 –30 m seitlich von dieser Öffnung liegt, schwer einzuschätzen. In diesem Fall wird empfohlen, Berechnungen sowohl für den Fall 5 als auch den Fall 6 durchzuführen und das konservativere Ergebnis zu wählen.

6.2 Einfluß von Gebäudehöhe und Breite einer Straßenschlucht

Die Ausbreitungsbedingungen in einer Straßenschlucht werden maßgeblich von der Gebäudehöhe (H) und dem Abstand der Gebäude (B) bestimmt. Bei einem H/B-Verhältnis von etwa $\geq 0,8$ bis 1,0 bildet sich in der Schlucht bei einer senkrechten Anströmung der Straßenschlucht ein Wirbel aus, der die Strömungs- und Verdünnungsverhältnisse bestimmt. Bei einem Verhältnis von ca. $H/B \geq 2$ beobachtet man in Bodennähe einen zweiten Wirbel, der die bodennah freigesetzten Emissionen von der Höhe abgekoppelt. In der Basisversion von ADIP können Straßenschluchten nur mit fest vorgegebenen Höhen und Breiten gewählt werden. Es stellt sich die Frage, welche Kombination in einem speziellen Fall herangezogen werden sollte, falls die tatsächliche Straßengeometrie von der idealisierten abweicht. Ziel einer Immissionsprognose zum Schutz der Anwohner muß sein, dass bei Wahl einer von der



realen Situation abweichenden Bebauungsstruktur ein konservatives Ergebnis erzielt wird, das heißt, dass die Immissionen eher über- als unterschätzt werden. Um ein konservatives Ergebnis abzuleiten, kann man zumindest für eine annähernd gleichverteilte Windrichtungsverteilung folgendes Schema vorschlagen.

	Reale Gebäudehöhe und Höhe ADIP stimmen in etwa überein		Reale Straßenbreite und Straßenbreite ADIP stimmen in etwa überein	
	Reale Straßenbreite ist größer als Straßenbreite in ADIP	Reale Straßenbreite ist kleiner als Straßenbreite in ADIP	Reale Gebäudehöhe ist größer als Höhe in ADIP	Reale Gebäudehöhe ist kleiner als Höhe in ADIP
Rezeptor in Bodennähe (bis 5 m)	Ergebnis eher konservativ	kleinere Breite in ADIP wählen	Ergebnis eher konservativ	Kleinere Höhe in ADIP wählen
Rezeptor in größerer Höhe (größer 5 m)	Ergebnis eher konservativ	kleinere Breite in ADIP wählen	kleinere Höhe in ADIP wählen	Ergebnis eher Konservativ



7 Vorgehensweise anhand eines Beispielles

Betrachtet werden soll eine (Büro-) Tiefgarage mit 350 Stellplätzen, in der die Pkw im Mittel 170 m zurücklegen. Über den Tag verteilt fahren 600 Pkw ein bzw. aus. Die Schichtverteilung entspricht der in der BRD im Jahr 2000. Die Fahrzeuge stehen im kollektiven Mittel 5 h in der Garage. Die Ablufführung ist CO – gesteuert. Mit MOPELIT wurde ermittelt, dass die mechanische Lüftungsanlage etwa 0,5 h/d während der Maximalemission aktiv ist und dass so in dieser Zeit etwa 10 % der Gesamtemission über Dach entweicht. Der Rest verläßt die Garage über ein Einfahrtsportal mit einer Breite von 4 m und einer Höhe von 2 m. Das Portal liegt in einer Straßenschlucht mit 24 m Breite und 14 m Höhe. Die Straßenschlucht ist in Ost-West-Richtung ausgerichtet. Das Portal befindet sich auf der nördlichen Straßenseite. Die Windrichtungsverteilung ist bekannt. Die Vorbelastung beträgt:

(Jahresmittel):
 im Bereich der Straße

Benzol	Ruß	NO ₂
6	5	30 µg/m ³

Die Berechnung mit MOPELIT ergibt folgende Emissionen [mg/s]:

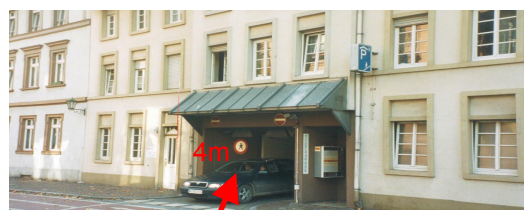
Mittlere Emission	NOx	CO	HC	Benzol	Ruß
Mittelwerte berechnen	2,1870E+00	6,7381E+01	1,5066E+01	6,2947E-01	1,5561E-01



a) Wahl einer ähnlichen Umgebungsbebauung

H	15	25	25	15	15	25
B	24	24	18	18	12	12

b) Festlegung der Quellpositionen





Da laut Aufgabenstellung im Beispiel 10% der Gesamtemission über Dach abgeführt werden, wird unter der Rubrik "Anteil der Quellgruppe 1 an der Gesamtquellstärke" ein Wert von 90% eingetragen.

- c) Festlegung der Quellstärke. Hier werden die Ergebnisse der Berechnung mit Mopelit eingetragen.

Mittlere Gesamtquellstärke		
Benzol	0,629	mg/s
Ruß	0,156	mg/s
Stickoxide	2,187	mg/s
nn	0.0	mg/s

- d) Auswahl der AKS: Die Windrichtungen seien gleichverteilt mit einer mittleren Windgeschwindigkeit von 3 m/s

Auswahl einer Ausbreitungsklassenstatistik

Vordefinierte Statistiken:

- Gleichverteilt 1.5 m/s
- Gleichverteilt 2.0 m/s
- Gleichverteilt 2.5 m/s
- Gleichverteilt 3.0 m/s**

Eigene Statistik:

Öffnen... Name: NN

Weitere Angaben

Höhe der Windmessung über Grund (in m): 10.0

Bebauung um Wetterstation: keine (Freiland) dicht (Innenstadt)



e) Festlegung der Vorbelastung

Vorbelastung [X]

Hintergrundkonzentrationen

	Jahresmittelwert	
Benzol	6.0	µg/m³
Ruß	5.0	µg/m³
Stickstoffdioxid	30.0	µg/m³
nn	0.0	µg/m³



Buttons: OK, Weiter >>, << Zurück, Abbrechen, Hilfe

f) Kontrolle der Eingaben (Projektstatus); vor der Berechnung erfolgt noch einmal eine Überprüfung der Eingabedaten

Projektstatus [X]

Projekt
 Name: Beispiel
 Datei: C:\ADIP\project\Beispiel.adip

Bebauung
 Grundstruktur: Straßenschlucht
 Größe: Höhe 15 m Breite 24m

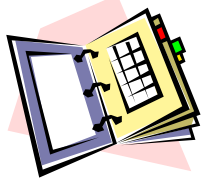
Gesamtquellstärke in mg/s

	Boden	Front	Dach
Benzol	0.60	0.00	0.00
Ruß	0.20	0.00	0.00
Stickoxide	2.20	0.00	0.00
NN	0.00	0.00	0.00
Berücksichtigt:	100 %	100 %	100 %

Ausbreitungsklassenstatistik
 Gleichverteilt 3.0 m/s

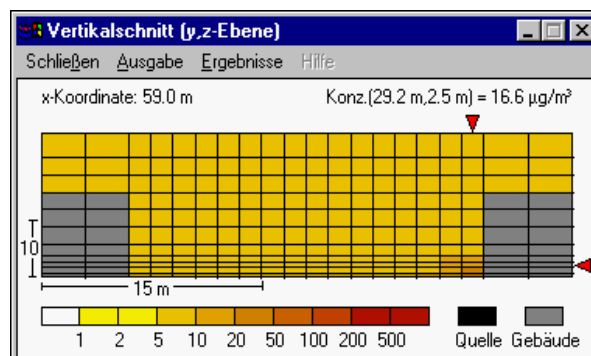
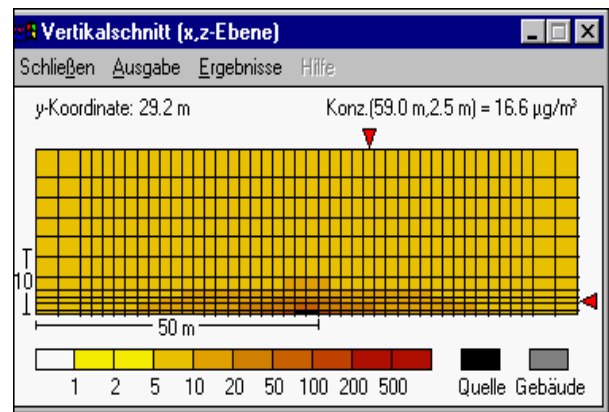
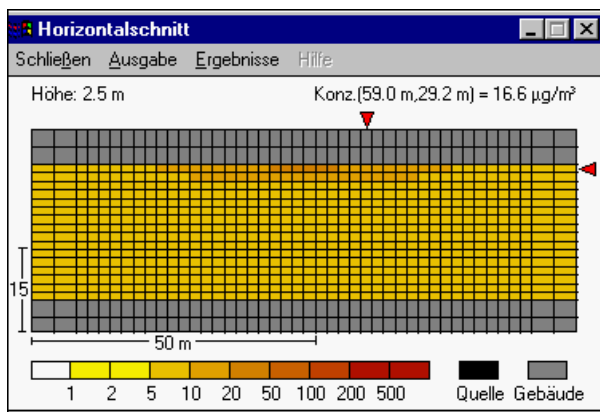
Hintergrundkonzentrationen in µg/m³

Benzol	6.0
Ruß	5.0
Stickstoffdioxid	30.0
nn	0.0



g) Ergebnis

Der Jahresmittelwert der Benzolimmission beträgt 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seitlich des Portals (5. Box rechts der Quelle) und in 2,5 m Höhe (3. Box über Grund) direkt vor der Hauswand $16,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die gedachte Verlängerung der roten Pfeile an den Grafiken schneiden sich exakt in dem gesuchten Aufpunkt.





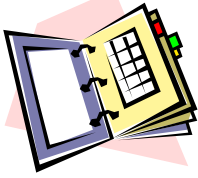
8 Literatur

Brenk, H.D., 1978: Ein anwendungsbezogenes Konzept zur Berechnung der Umweltbelastung durch Abluftemissionen kerntechnischer Anlagen für Standorte in der Bundesrepublik Deutschland. Kernforschungsanlage Jülich GmbH, Jül-1485, (als Manuskript gedruckt ISSN-0366-0885).

Rau, A., Zenger, A., 2001: Entwicklung eines benutzerfreundlichen Screening-Modells zur Abschätzung der Immissionskonzentrationen im Nahbereich von innerstädtischen Parkanlagen und Tiefgaragen. Abschlußbericht über das Projekt 08391, Deutsche Bundesstiftung Umwelt.

Zenger, A., v.d.Pütten, N., 1998: Entwicklung eines numerischen Modells zur Prognose der Emissionen und mittleren Luftqualität in Tiefgaragen. Abschlußbericht über das Projekt 12667, Deutsche Bundesstiftung Umwelt.

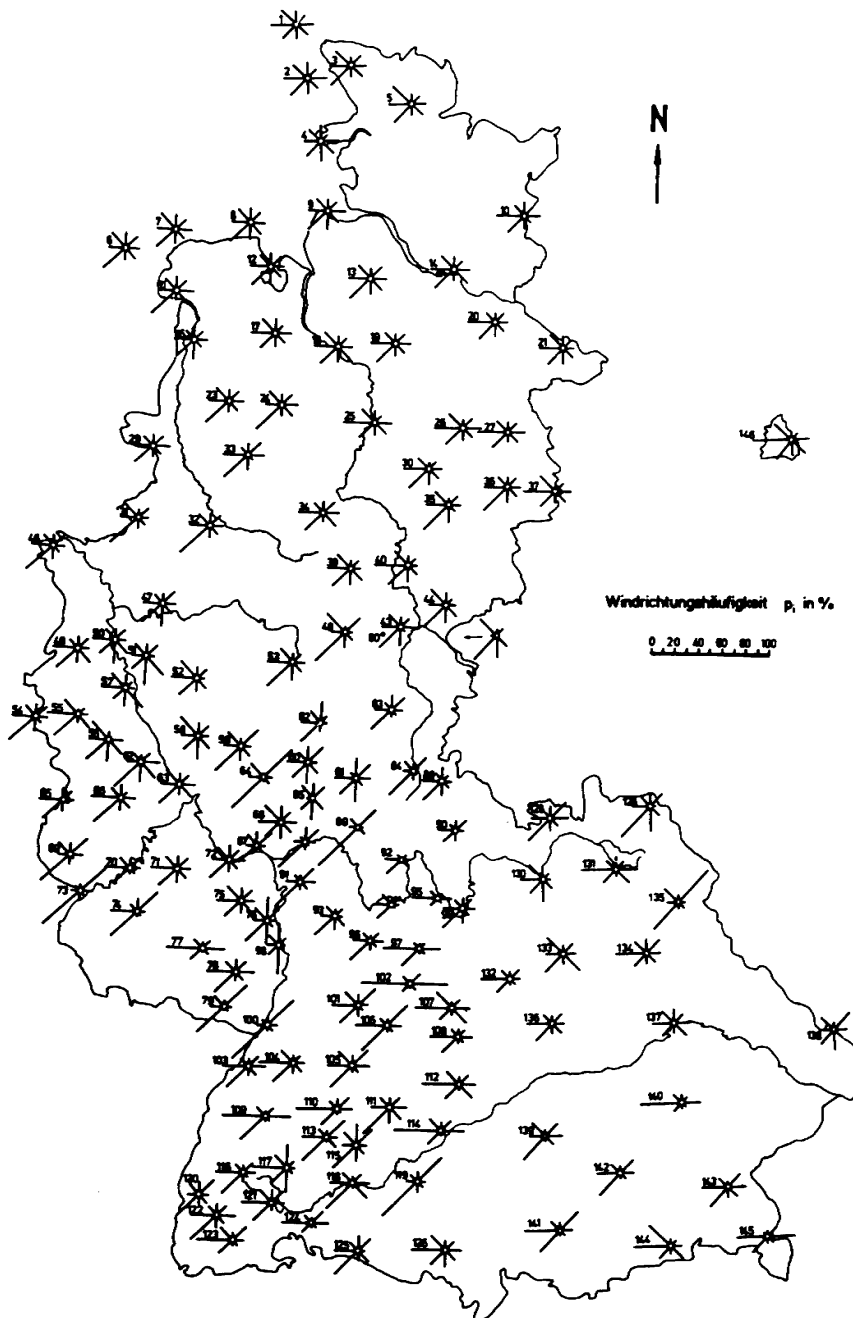
Zenger, A., Simon, H., 2000: Ermittlung typischer Gebäudekonfigurationen in der Umgebung von Pkw-Tiefgaragen sowie Erfassung weiterer Garagen-Kenngrößen.



9 Anhang

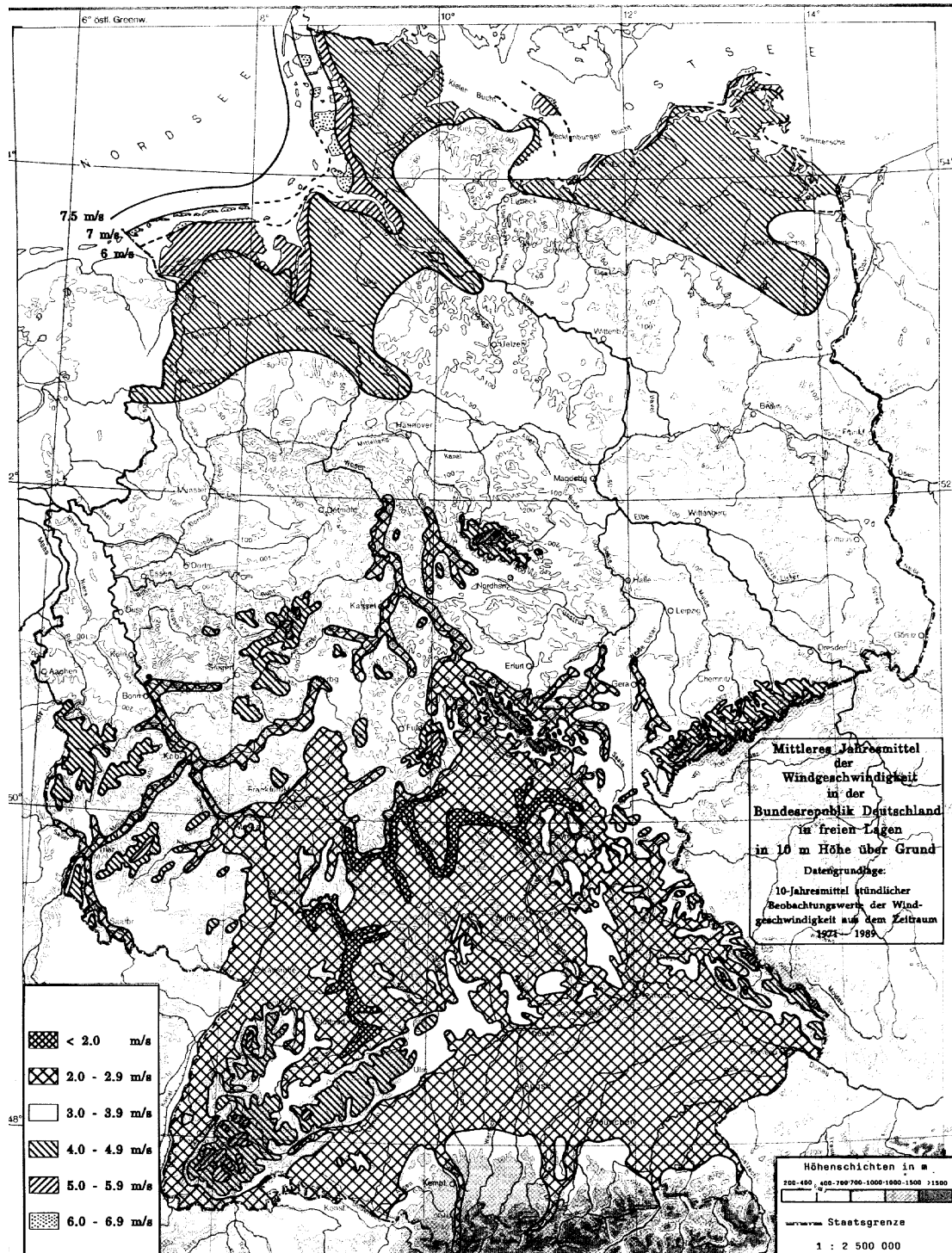
9.1 Windrichtungs- und geschwindigkeitsverteilung in der BRD

Jahresmittelwerte der Windrichtungsverteilung für 146 Stationen in den alten Ländern der BRD (Brenk, 1978)





9.2 Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeit in der BRD (Quelle DWD)





9.3 Synthetische Windrichtungsverteilungen in ADIP

Nachfolgend sind die synthetischen Windrichtungsverteilungen dargestellt, die in ADIP mit einer mittleren Windgeschwindigkeit von

1,5 / 2 / 2,5 und 3 m/s

fest implementiert sind. Es sei erneut betont, dass diese Statistiken nur zur groben Abschätzung herangezogen werden dürfen, wenn keine exakte Windrichtungs- und Geschwindigkeitsverteilung bekannt ist.

