

**Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,  
Aerodynamik, Umweltsoftware**

An der Roßweid 3, D - 76229 Karlsruhe

Telefon: +49 (0) 721 / 6 25 10 - 0

E-Mail: [info.ka@lohmeyer.de](mailto:info.ka@lohmeyer.de)

URL: [www.lohmeyer.de](http://www.lohmeyer.de)

**Messstelle nach §§ 26, 28 BImSchG**

**PC-BERECHNUNGSVERFAHREN  
ZUR ERMITTLUNG DER LUFTQUALITÄT AN STRASSEN  
OHNE ODER MIT LOCKERER RANDBEBAUUNG,  
RLuS 2012  
(Handbuch mit Hintergrundinformationen, Version 1.4)**

Auftraggeber: Bundesanstalt für Straßenwesen  
Brüderstraße 53

51427 Bergisch Gladbach

Programmerstellung: Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG  
Mohrenstraße 14, 01445 Radebeul  
Tel.: 0351-83914-0  
Fax: 0351-83914-59  
E-Mail: [info.dd@lohmeyer.de](mailto:info.dd@lohmeyer.de)

Bearbeitung Emissionsmodul: IFEU  
Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH  
Wilckensstraße 3, 69120 Heidelberg  
Tel.: 06221-47670  
Fax: 06221-476719  
E-Mail: [ifeu@ifeu.de](mailto:ifeu@ifeu.de)

Programmvertrieb: Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co KG  
An der Roßweid 3, 76229 Karlsruhe  
Tel.: +49(0)721-62510-0  
Fax: +49(0)721-62510-30  
E-Mail: [info.ka@lohmeyer.de](mailto:info.ka@lohmeyer.de)  
Internet: [www.lohmeyer.de](http://www.lohmeyer.de)



**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1</b>	<b>VORBEMERKUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INSTALLATIONSANWEISUNGEN .....</b>	<b>2</b>
	2.1 Installation.....	2
	2.2 Deinstallation .....	2
	2.2.1 MLuS-92, Stand 1998.....	2
	2.2.2 MLuS-92, Stand 2000, MLuS 02 und MLuS 02, geänderte Fassung 2005 .....	3
	2.2.3 RLuS, Stand 2012 .....	4
<b>3</b>	<b>BEDIENUNG DES PC-PROGRAMMS.....</b>	<b>5</b>
	3.1 Allgemeine Hinweise .....	5
	3.2 Programmsteuerung .....	6
	3.3 Menüpunkte und Eingabefelder .....	6
<b>A1</b>	<b>EMISSIONSMODELL .....</b>	<b>28</b>
<b>A2</b>	<b>IMMISSIONSMODELL .....</b>	<b>32</b>
<b>A3</b>	<b>GEBIETSTYPISCHE-VORBELASTUNGSWERTE .....</b>	<b>34</b>
<b>A4</b>	<b>AUSBREITUNGSMODELL TUNNELABLUFT.....</b>	<b>35</b>
<b>A5</b>	<b>MODEL ZUR BERÜCKSICHTIGUNG DES KREUZUNGSEINFLUSSES.....</b>	<b>36</b>
<b>A6</b>	<b>ÜBERSCHREITUNGSHÄUFIGKEITEN .....</b>	<b>39</b>
	<b>LITERATUR .....</b>	<b>41</b>
<b>A7</b>	<b>LIEFERBEDINGUNGEN .....</b>	<b>43</b>

Hinweise:

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.  
Literaturstellen sind im Text durch Name und Jahreszahl zitiert.

Es werden Dezimalpunkte (entspricht wissenschaftlicher Darstellung) verwendet, keine  
Dezimalkommata. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

## 1 VORBEMERKUNG

Die vorliegenden Seiten enthalten die für Installation und Bedienung des PC-Berechnungsverfahrens RLuS erforderlichen Angaben. Hintergrundinformationen zum Berechnungsverfahren sind in den „Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung“ (RLuS 2012) enthalten, die beim Verlag der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen bezogen werden kann. Adresse: FGSV Verlag GmbH, Wesselingener Straße 17, 50999 Köln, Fon: 02236/384630, Fax: 02236/384640, E-Mail: [info@fgsv-verlag.de](mailto:info@fgsv-verlag.de). Im Anhang dieses Handbuchs sind einige zusätzliche Hintergrundinformationen aufgeführt, die in den Richtlinien RLuS 2012 nicht enthalten sind bzw. auf die in RLuS 2012 verwiesen werden.

Das PC-Berechnungsverfahren ist an sich programmtechnisch so einfach konzipiert, dass es im Wesentlichen ohne Handbuch bedient werden kann, die Kenntnis der Hintergrundinformationen ist jedoch erforderlich für eine fachgerechte Immissionsprognose mit RLuS.

Das PC-Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (RLuS 2012) ist eine Weiterentwicklung des Merkblatts für Luftverunreinigungen an Straßen ohne bzw. mit lockerer Randbebauung, MLuS 02, geänderte Fassung 2005. Es enthält aktualisierte Emissionsfaktoren entsprechend dem „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.1 (UBA, 2010), aktualisierte Emissionsansätze für die PM10 / PM2.5 –Aufwirbelung und Abriebe, aktualisierte Minderungsfunktionen für Lärmschirme, ein NO-NO<sub>2</sub>-Konversionsmodell auf Basis eines vereinfachten Chemiemodells, aktualisierte Vorbelastungen sowie eine aktualisierte Ableitung des NO<sub>2</sub>-Kurzzeitbelastungswertes.

## 2 INSTALLATIONSANWEISUNGEN

### 2.1 Installation

Das Programmsystem läuft unter Windows-2000, Windows NT, Windows XP, Windows Vista und Windows 7. Nach der Installation werden auf der Festplatte ca. 20 MB belegt.

Die Installation erfolgt über Windows. Legen Sie bitte die RLuS-CD in das CD-Laufwerk.

Danach ist in einem Dateimanager (Windows-Explorer, Windows-Commander o.ä.) auf das CD- Laufwerk zu wechseln und die Datei `setup.exe` zu starten. Damit wird das Installationsprogramm für das Programmteil "Immissionsbestimmung" und „Emissionsbestimmung“ aufgerufen. Den Anweisungen des Install-Programms RLuS ist zu folgen.

Mit der erfolgreichen Installation werden Einträge in die Programmgruppe getätigt. Über die Ikone "RLuS" in der Programmgruppe „Lohmeyer / RLuS“ ist das Programm "RLuS" zu starten.

Sollten bei der Arbeit mit RLuS und unter Anspruchnahme der Hilfefunktionen noch Fragen offen sein, können Sie sich, falls Sie einen Anspruch auf Wartungsleistungen haben, per Fax an die Fax-Hotline des Programmvertriebers Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co KG, Fax-Nr.: 0351/83914-59 oder per E-Mail an [info.dd@lohmeyer.de](mailto:info.dd@lohmeyer.de) wenden.

### 2.2 Deinstallation

#### 2.2.1 MLuS-92, Stand 1998

Für die Deinstallation von MLuS-92, Stand 1998 steht kein Deinstallationsprogramm zur Verfügung. Löschen Sie daher in einem Dateimanager (z.B. Windows-Explorer) die Ordner `MLuS` (oder den entsprechenden, falls Sie MLuS-92, Stand 1998 in ein anderes Verzeichnis installiert haben) und `MLuS_emi` (oder den entsprechenden, falls Sie den Emissionsberechnungsteil von MLuS-92, Stand 1998 in ein anderes Verzeichnis installiert haben). Löschen Sie ebenfalls die Programmgruppe MLuS-Emissionsmodul reparieren. In der Programmgruppe „MLuS“ ist die Verknüpfung zum Programm MLuS-92, Stand 1998 zu entfernen.

## 2.2.2 MLuS-92, Stand 2000, MLuS 02 und MLuS 02, geänderte Fassung 2005

Die Deinstallation erfolgt automatisiert. Klicken Sie auf „Start/Einstellungen/Systemsteuerung“ (siehe **Abb. 2.1**).

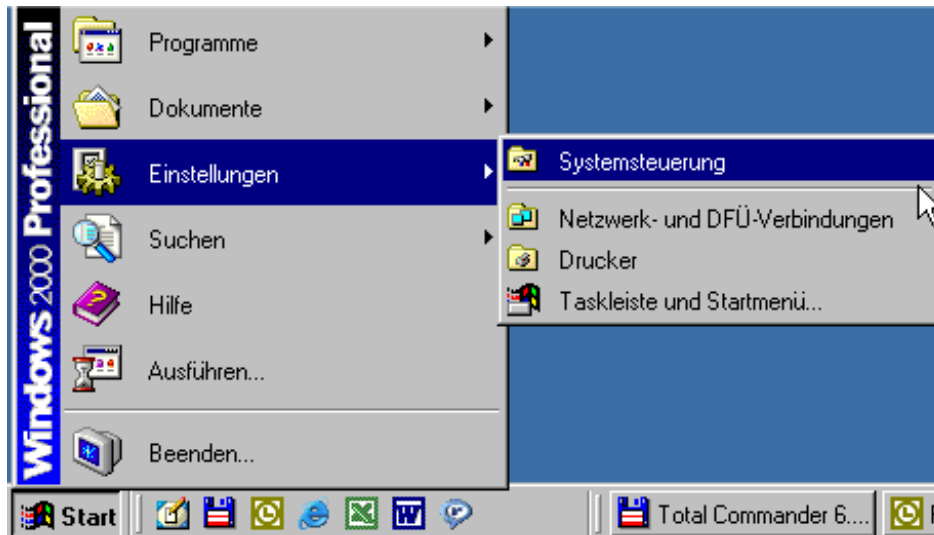


Abb. 2.1

Im Ordner „Systemsteuerung“ klicken Sie auf „Software“ (siehe **Abb. 2.2**).

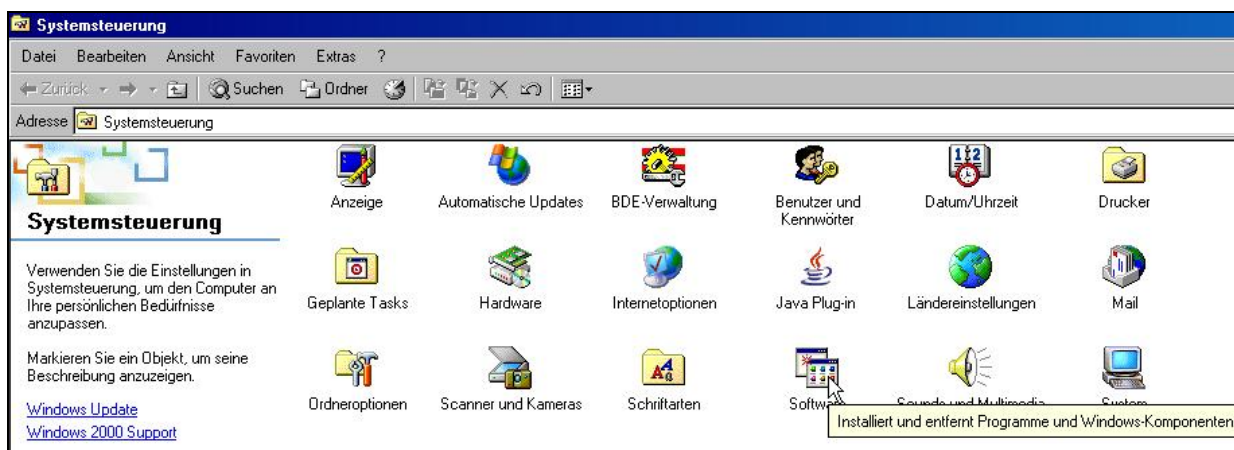


Abb. 2.2

Es erscheint der in **Abb. 2.3** dargestellten Dialog.

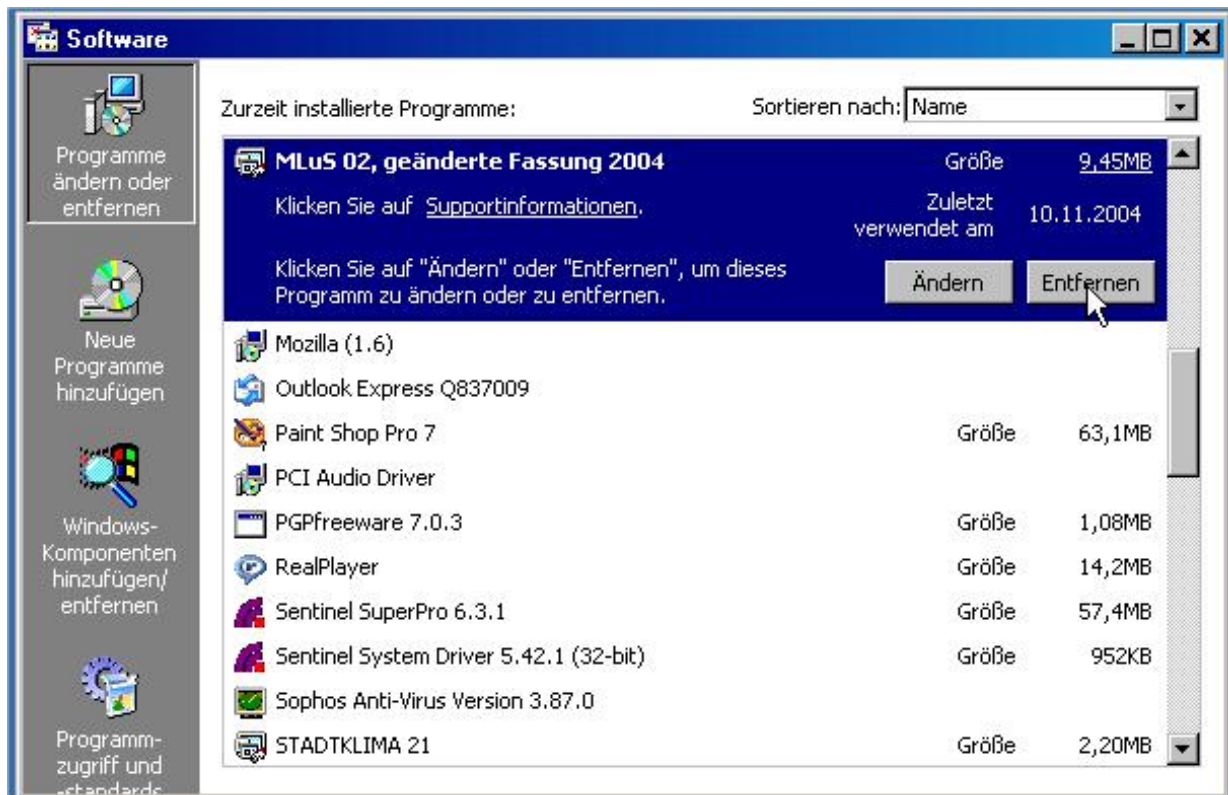


Abb. 2.3

Wählen Sie aus der Auswahlliste den Eintrag „MLuS-92, Stand 2000“, „MLuS 02“<sup>1</sup> bzw. „MLuS 02, geänderte Fassung 2005“ und betätigen den Button „Entfernen...“. Wiederholen Sie zur Deinstallation der Runtimeversion von MS ACCESS 2000 den letzten Schritt nachdem Sie aus der Auswahlliste den Eintrag „Microsoft ACCESS 2000 Runtime“ ausgewählt haben.

### 2.2.3 RLuS, Stand 2012

Die Deinstallation erfolgt automatisiert. Klicken Sie im Startmenü auf „Start/Programme/Lohmeyer/RLuS/Uninstall RLuS“ und folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm.

<sup>1</sup> Nur erforderlich in Verbindung der Programmversionen „MLuS-92, Stand 2000“, „MLuS 02“. Nicht erforderlich für die Version „MLuS 02, geänderte Fassung 2005“



### 3 BEDIENUNG DES PC-PROGRAMMS

Das PC-Programm hat eine kontextsensitive Hilfefunktion, die über den Fragezeichen-Button in der Kopfzeile oder die F1-Taste aufgerufen wird. Nachfolgend sind die im Programm gegebenen Hilfetexte, Menüpunkte und Eingabefelder aufgeführt und erläutert.

#### 3.1 Allgemeine Hinweise

**RLuS** ist eine programmtechnische Umsetzung der „Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung“ (RLuS 2012). **RLuS** setzt sich aus den beiden Programmteilen „Emissionsbestimmung“ und „Immissionsbestimmung“ zusammen. Zusätzlich sind ein Tunnelmodul, das die Berechnung der Immissionen im Nahbereich des Tunnelportals ermöglicht, ein Lärmschutzmodul, das die Berechnung der Immissionen hinter Lärmschutzbauten ermöglicht und ein Kreuzungsmodul integriert, das die Einflüsse einer kreuzenden Straße berücksichtigen kann. Inhaltliche und fachliche Erläuterungen zu dem Berechnungsverfahren sind in den „Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung“ (RLuS 2012) enthalten, die beim Verlag der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen bezogen werden kann. Adresse: FGSV Verlag GmbH, Wesselingener Straße 17, 50999 Köln, Fon: 02236/384630, Fax: 02236/384640, E-Mail: [info@fgsv-verlag.de](mailto:info@fgsv-verlag.de).

Zu den fachlichen Grundlagen siehe hierzu auch den begleitenden Forschungsbericht (Lohmeyer, 2011).

Die tabellarischen und grafischen Ausgabemodule wurden aufwendig gestaltet, obwohl es nicht primäres Ziel des Programms ist, alle in der Praxis vorkommenden Ansprüche an eine komfortable Ausgabe zu erfüllen. Für letzteres wurde eine Exportfunktion vorgesehen. Die damit exportierten Ergebnisse können vom Anwender in die gängigen komfortablen Textverarbeitungs-, Tabellenkalkulations- und Grafikprogramme eingelesen und nach seinen Wünschen gestaltet werden.

## 3.2 Programmsteuerung

Die Programmsteuerung und Initialisierung von Ein- und Ausgabefenstern erfolgt über die Kopfzeile per Mausklick. Damit wird eine Auswahl an Unterpunkten gegeben, deren Anklicken die entsprechenden Fenster öffnen. Einige dieser Funktionen sind zusätzlich über sogenannte Speedbuttons aufrufbar, die unter der Kopfzeile angeordnet sind. Beim Anfahren mit der Maus wird deren Funktion benannt. Erläuterungen der Eingabefelder sind jeweils mit der Taste F1 (Hilfetaste) aufrufbar.

Für die Berechnungen sind unter dem Menüpunkt Eingabe die Unterpunkte Verkehr und Vorbelastung auszufüllen. Erst danach sind weitere Funktionen sinnvoll durchführbar.

## 3.3 Menüpunkte und Eingabefelder

Nachfolgend werden die Funktionen der einzelnen Menüpunkte und die Eingabefelder erklärt. Diese Erklärungen sind alle auch im Programm über die kontextsensitive Hilfefunktion aufrufbar.

**Eingabe | Projekt laden:** Aufrufen eines bereits erarbeiteten und gespeicherten Datensatzes.

**Eingabe | Projekt speichern unter:** Nach der Bearbeitung eines Datensatzes kann dieser in diesem Menüpunkt unter einem gewählten Namen abgespeichert werden.

**Eingabe | Verkehr etc.:** (Speedbutton Pfeil) unterteilt für Verkehrsdaten, Tunneldaten, Angaben zum Lärmschutz und Kreuzungsdaten: Festlegung der Verkehrsdaten für die Emissionsbestimmung sowie Angabe der Windgeschwindigkeit und Abstand des Untersuchungspunktes zur Straße für eine lange gerade Straße in der Karteikarte "Allgemein". Zur Dokumentation kann ein Straßename und der Name des Immissionsortes eingegeben werden. In diesem Eingabefenster ist auch der Start der Berechnung möglich. In der Karteikarte Tunnel sind Daten des Tunnels einzugeben. In der Karteikarte Lärmschutz sind Angaben zu Lärmschutzwänden und -wällen festzulegen. In der Karteikarte Kreuzung sind Angaben zu einer kreuzenden Straße einzutragen. Es sind verschiedene Kombinationen der Karteikarten möglich. Nicht erlaubte Kombinationen werden beim Anklicken sofort über eine Warnung angegeben.

**Vorgang:** In dieses Feld kann der Name der betrachteten Straße eingegeben werden. Diese Eingabe dient der Übersichtlichkeit, ist aber nicht zwingend notwendig.

**Aufpunkt:** In dieses Feld kann der Name des betrachteten Aufpunktes bzw. Immissionsortes eingegeben werden. Diese Eingabe dient der Übersichtlichkeit, ist aber nicht zwingend notwendig.

### **Karteikarte Allgemein:**

**Prognosejahr:** Das Prognosejahr bestimmt die Zusammensetzung der Kfz-Flotte und damit die flottenspezifischen Emissionen. Möglich sind Jahresangaben von 2005 bis 2030. Mit der Eingabe des Prognosejahres werden auch die Berücksichtigungen der zeitlichen Entwicklungen der Vorbelastungen möglich, die in dem Menü "Vorbelastung" festzulegen sind.

**Verkehrsmenge - DTV:** Für die Verkehrsmenge ist die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) in Kfz pro 24 Stunden einzugeben. Der Eingabebereich reicht von 5 000 bis 200 000 Kfz/24 h. Zusätzlich ist anzugeben, ob die Verkehrsmengen als Jahresmittelwerte oder bezogen auf Werktage aufzufassen sind. Diese Einstufung ist der jeweiligen Verkehrszählung bzw. dem Verkehrsgutachten zu entnehmen.

**Schwerverkehrs-Anteil:** Der SV-Anteil gibt den Anteil der Kfz mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 3.5 t in Prozent der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV) an. Der Eingabebereich reicht von 0 % bis 50 %. Der Anteil leichter Nutzfahrzeuge wird programmintern festgelegt. Siehe hierzu auch den begleitenden Forschungsbericht (Lohmeyer, 2011) sowie **Abb. A1** im Anhang A1.

**Straßentyp und Tempolimit:** Nach der Festlegung des Straßentyps muss auch das Tempolimit festgelegt werden. Das Anklicken der weißen Eingabefelder oder des Pfeiles rechts neben dem jeweiligen Eingabefeld eröffnet nachstehende Auswahlmöglichkeiten, wobei die zulässigen Fahrgeschwindigkeiten (in km/h) separat gewählt werden können.

- Innerorts, Hauptverkehrsstraße, Geschwindigkeitsbeschränkung = 60 oder 80 km/h
  
- Innerorts, Stadtautobahn, Geschwindigkeitsbeschränkung = 60, 80, 100 oder 110/120 km/h

- Außerorts, Regionalstraße, Geschwindigkeitsbeschränkung = 60, 80 oder 100 km/h
- Außerorts, Fernstraße, Geschwindigkeitsbeschränkung = 60, 80, 100 oder 110/120 km/h
- Außerorts, Autobahn, Geschwindigkeitsbeschränkung = 80, 100, 110/120, 130 oder >130 km/h

Nähere Informationen über die Straßentypen sind dem begleitenden Forschungsbericht (Lohmeyer, 2011) zu entnehmen. Der Verkehrsfluss (flüssig, dicht, gesättigt, stopp & go) werden programmintern anhand typisierter Verkehrstages- und Wochengänge der Kapazität der Straße berechnet.

Mit der Angabe des Straßentyps wird auch der Emissionsansatz der PM10-Aufwirbelung gewählt.

**Straßenzustand:** Die Aktivierung des Schaltkastens "Schlechter Straßenzustand" ist bei allen Straßenkategorien möglich. Diese Wahl wirkt sich nur auf die Feinstaubemissionen (PM10) aus. Ein schlechter Fahrbahnzustand liegt im allgemeinen bei überwiegend sehr rissigen oder löchrigen Fahrbahnoberflächen verbunden mit unbefestigten oder sehr verschmutzten Nebenanlagen (Gehwege, Bankette, Randstreifen etc.) vor. Ein Vorschlag zur quantifizierten Bewertung des Straßenzustandes wird in Lohmeyer (2003) in Anlehnung an die „Zustandserfassung und -bewertung der Fahrbahnoberflächen von Straßen (ZEB)“ des FGSV- Arbeitsausschusses Systematik der Straßenerhaltung gegeben. Wird „schlechter Straßenzustand“ aktiviert, werden die nicht motorbedingten PM10-Emissionen mit einem Faktor 2 multipliziert.

**Anzahl der Fahrstreifen:** Angabe der Gesamtanzahl der Fahrstreifen in beiden Richtungen. Die Eingabe reicht von 1 Fahrstreifen bis maximal 8 Fahrstreifen.

**Längsneigung:** Angabe der Längsneigung der Straße in Prozent. Das Anklicken des weißen Eingabefeldes oder des Pfeiles rechts neben dem Eingabefeld eröffnet eine Auswahlmöglichkeit. Die Angaben 0 % und +/- 2 % bis +/- 6 % gelten für Straßen, auf denen der Verkehr in beiden Richtungen möglich ist. Die Angaben - 6 % bis + 6 % gelten nur für Einbahnstraßen.

**Immissionsort:** Der Immissionsort ist der Punkt bzw. Untersuchungspunkt, für den die Luftschadstoffbelastung berechnet wird. Die Angabe der Lage des Punktes wird als Abstand in Metern vom Fahrbahnrand (nicht Standstreifenrand) angegeben. Der Eingabebereich reicht von 0 m bis 200 m.

**Jahresmittel der Windgeschwindigkeit:** Die Angabe der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit bezieht sich auf eine Messhöhe von 10 m über Grund. Die Angabe ist in Metern pro Sekunde (m/s) einzutragen. Der Eingabebereich ist begrenzt auf Werte zwischen 0.5 m/s und 10 m/s, also die in Deutschland gemessenen typischen mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten.

### **Karteikarte Tunnel:**

In der Karteikarte sind Angaben für einen gegebenenfalls vorhandenen Tunnel einzugeben. Sobald die Schaltfläche „Tunneleffekt berücksichtigen“ angeklickt wird, öffnen sich mehrere Eingabefenster: Breite und Höhe des Tunnelportals, Tunnellänge, Auswahl der Fahrweise sowie der Tunnelkonzeption als Gegenverkehr bzw. Richtungsverkehr, Angaben über den prozentualen Anteil der Absaugung der Tunnelabluft über ein zentrales Lüfterbauwerk und Angabe des Abstandes  $x$  des zu betrachtenden Querschnittes für die Immissionsberechnung vom Tunnelportal (siehe **Abb. 3.1**). Der Straßentyp und das Tempolimit im Tunnel können von denjenigen des anschließenden Straßenabschnitts abweichen. Der Zusatz schlechte Straße für die Emissionsbestimmung von Feinstaub (PM10) ist im Tunnel nicht erforderlich. Ab einer Tunnellänge von 450 m wird die PM10-Aufwirbelung gegenüber freien Strecken modifiziert berücksichtigt.

Mit dem Ausfüllen dieser Schaltflächen wird bei der Immissionsberechnung zusätzlich zu RLuS das Tunnelmodul eingesetzt.

Ist die Schaltfläche "Tunneleffekt berücksichtigen" nicht aktiviert, werden die Immissionen an der Straße allein nach dem Rechenverfahren von RLuS berechnet.

Kombinationen des Tunnelmoduls mit dem Lärmschutzmodul sind möglich.

Kombinationen des Tunnelmoduls mit "Kreuzende Straße berücksichtigen" sind nicht möglich.

**Lageplan:** Mit einem Klick auf die Schaltfläche "Lageplan" wird zusätzlich ein kleines Fenster geöffnet, das die Grafik eines Tunnelportals enthält. Die Lage des als blauer Kreis dargestellten Immissionsortes ändert sich mit den Eingaben des Feldes "Abstand vom Tunnelportal" und in der Karteikarte "Allgemeines" des Feldes "Abstand vom Fahrbahnrand".

**Tunneldaten:** In den Eingabefenstern Breite und Höhe des Tunnelportals sowie Tunnellänge sind die Abmessungen des Tunnelportals in Metern. Die Eingabemöglichkeiten sind begrenzt. Bei falschen Eingaben erscheint eine Angabe mit dem möglichen Eingabeintervall.

**Tunnellänge:** Die Gesamtlänge des Tunnels in Metern eintragen.

**Straßentyp und Tempolimit:** Dient zur Erfassung einer Geschwindigkeitsbeschränkung im Tunnel. Die Straßenkategorie im Tunnel kann von derjenigen des anschließenden Straßenabschnitts abweichen. Der Zusatz schlechte Straßen für die Emissionsbestimmung von Feinstaub (PM10) ist im Tunnel nicht erforderlich. Ab einer Tunnellänge von 450 m wird die PM10-Aufwirbelung gegenüber freien Strecken modifiziert berücksichtigt.

**Verkehrsfluss im Tunnel:** In dem Feld "Verkehrsfluss im Tunnel" muss eingetragen werden, ob innerhalb des Tunnels der Verkehr im Gegenverkehr läuft, d.h. alle Richtungsspuren in einer Röhre. Bei getrennten Röhren ist die Schaltfläche Richtungsverkehr zu aktivieren.

**Tunnellüftung:** In dem Feld "Tunnellüftung" muss angegeben werden, ob innerhalb des Tunnels eine Lüftungsanlage mit Ausblasung der Tunnelabluft über einen Kamin gegeben ist. Mit dem Aktivieren der Schaltfläche öffnet sich die Eingabefläche "Abgesaugter Volumenstrom", in dem der Prozentanteil der Tunnelabluft, der über den Kamin ausgeblasen wird, einzutragen ist. Mit der Eingabe 100 % wird kein Tunneleffekt berücksichtigt.

**Abstand vom Tunnelportal:** Angabe des Abstandes  $x$  in Metern vom Portal entlang der Straße bis zum Querschnitt, an dem die Immissionen berechnet werden sollen. Siehe **Abb. 3.1**. Mit der Angabe des Abstandes vom Portal wird der Einfluss der Tunnelabluft zusätzlich zum Einfluss des Verkehrs auf der Straße berücksichtigt.

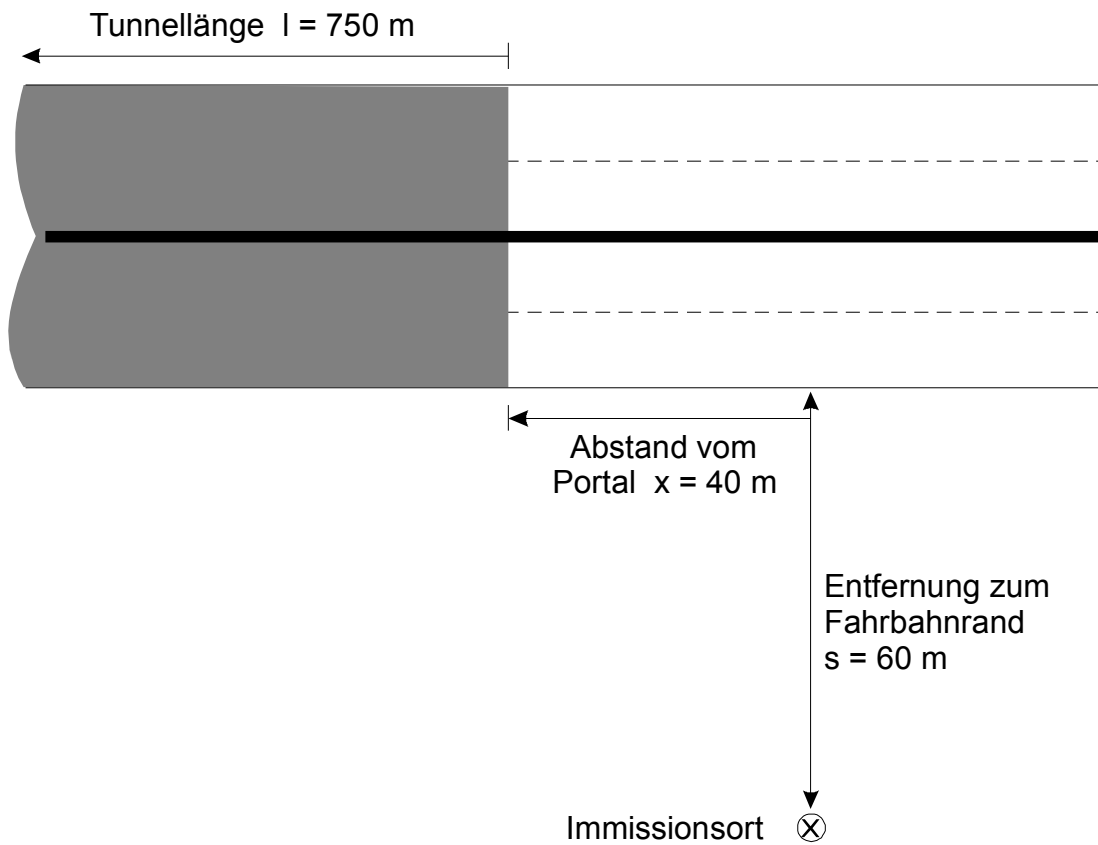


Abb. 3.1: Beispiel zur Definition des Immissionsortes relativ zum Tunnelportal

### Karteikarte Lärmschutz:

In dieser Karteikarte sind Angaben für Lärmschutzwände bzw. Lärmschutzwälle durchzuführen. Sobald die Schaltfläche „Lärmschutzmaßnahme berücksichtigen“ angeklickt wird, öffnen sich mehrere Eingabefenster: Typ des Lärmschutzes und Lärmschutzgeometrien. Das Anklicken und Ausfüllen einer Schaltfläche öffnet teilweise weitere Eingabefelder. Mit dem Ausfüllen dieser Schaltflächen wird bei der Immissionsberechnung zusätzlich zu RLuS ein entwickeltes Lärmschutzmodul (Lohmeyer, 2011) eingesetzt.

Mit einem Klick auf die Schaltfläche „Lageplan“ wird zusätzlich ein kleines Fenster geöffnet, das die Grafik einer Lärmschutzmaßnahme enthält. Die Lage des blau dargestellten Immissionsortes ändert sich mit den Eingaben der Felder „Wall-/Wandlänge“, „kürzester Abstand des Immissionsortes zum Beginn/Ende Wall/Wand“ und in der Karteikarte „Allgemeines“ des Feldes „Abstand vom Fahrbahnrand“. Damit können die Lagedaten überprüft werden. Ein Beispiel für den Lageplan ist in **Abb. 3.2** dargestellt.

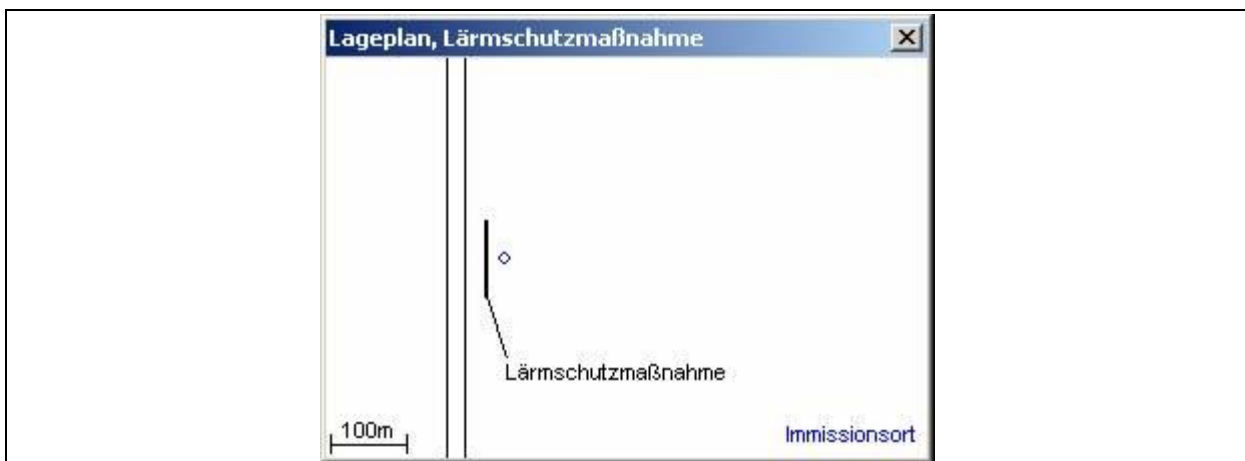


Abb. 3.2: Lageplan für eine Lärmschutzmaßnahme

Mit einem Klick auf die Schaltfläche "Querschnitt" wird zusätzlich ein kleines Fenster geöffnet, das eine Grafik des Lärmschutzes enthält. Das Öffnen der Grafik wird empfohlen, da diese zur Erklärung der Eingabefelder beiträgt. Die Querschnitte sind in **Abb. 3.3** und **Abb. 3.4** aufgezeigt.

RLuS kann nicht angewendet werden zwischen Lärmschutzbauwerk und Fahrbahn. Die Immissionen werden ausgehend von der Straße für Bereiche hinter dem Lärmschutzbauwerk berechnet.



Aussagen über die Belastungen auf dem Wall sind nicht möglich, auch wenn zufällig solch eine Konstellation erzeugt wird.

Die Auswahl der Straßenseite ist nicht möglich, d. h. einseitige und beidseitige Lärmschutzbauten werden im Zusammenhang mit der Immissionsbestimmung gleich behandelt.

Für Lärmschutzmaßnahmen mit Höhen unter 4 m sind im Rahmen der Anwendung von RLuS keine relevanten Wirkungen anzusetzen. D.h. für solche Bedingungen sind mit RLuS Immissionsbestimmungen ohne Berücksichtigung des Lärmschutzmoduls durchzuführen.

Ist die Schaltfläche "Lärmschutzmaßnahme berücksichtigen" nicht aktiviert, werden die Immissionen an der Straße nach dem Rechenverfahren von RLuS berechnet.

Kombinationen des Lärmschutzmoduls mit dem Tunnelmodul sind möglich.

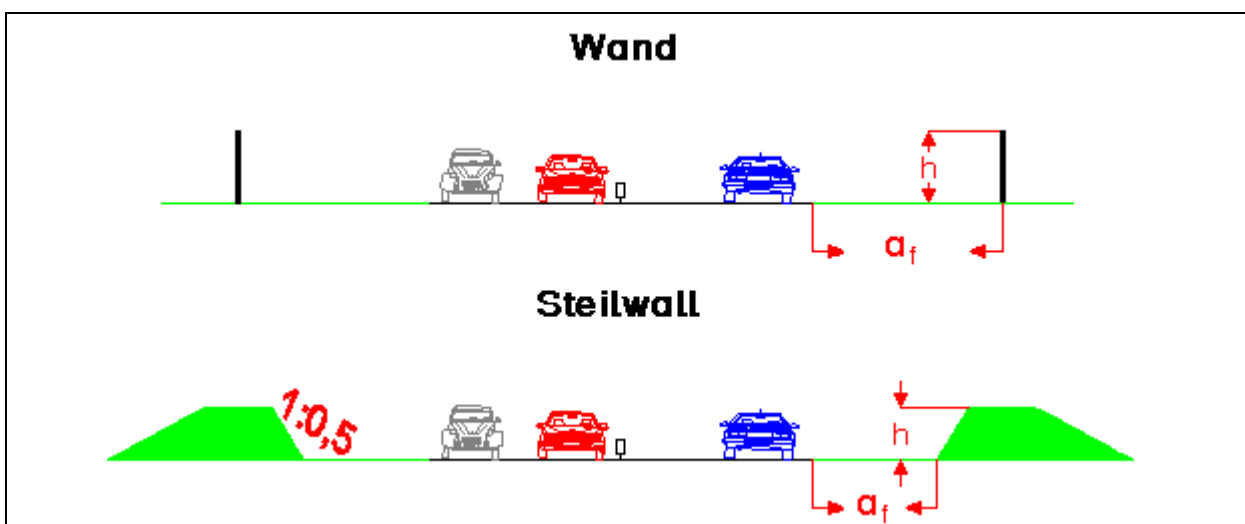


Abb. 3.3: Querschnitt für die Lärmschutzwand bzw. Steilwall. Lärmschutzwände/Steilwalle auf beiden Straßenseiten, die immissionsseitig gleich behandelt werden.

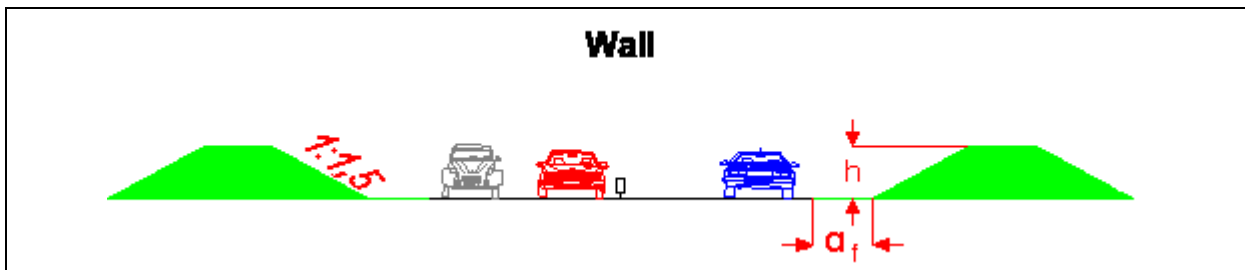


Abb. 3.4: Querschnitt für den Lärmschutzwand. Lärmschutzwälle auf beiden Straßenseiten, die immissionsseitig gleich behandelt werden.

Kombinationen des Lärmschutzmoduls mit „Kreuzende Straße berücksichtigen“ sind nicht möglich.

**Lärmschutztyp:** Für die Immissionsberechnung können zwei Lärmschutztypen berücksichtigt werden: Wand/Steilwall und Wall.

Berücksichtigt werden Lärmschutzwände mit Höhen von 4 m bis 10 m; der Abstand Fußpunkt-Fahrbahnrand (äußerer Fahrstreifen) beträgt höchstens 7 m. Lärmschutzwänden gleichzusetzen sind Steilwälle mit straßenzugewandter Neigung von 1:0.5 oder steiler und straßenabgewandter Neigung von 1:2.5 oder steiler. Oder Lärmschutzwälle mit straßenzu- und abgewandter Neigung von 1:1.5 oder steiler mit aufgesetzter Wand; die Wandhöhe beträgt mindestens 1 m Höhe und der Abstand Wand-Fahrbahnrand (äußerer Fahrstreifen) beträgt höchstens 7 m.

**Wand/Steilwall:** Mit der Auswahl Wand/Steilwall sind weitere Eingabefelder aktiviert, die auszufüllen sind. Die Lärmschutzwand oder der Steilwall dürfen maximal 7 m vom Fahrbahnrand entfernt sein. Der Steilwall hat zur Straße gerichtet eine intensive Neigung von 1:0.5 oder steiler und zur anderen Seite hin ein geringeres Gefälle, aber nicht flacher als 1:2.5.

**Wall:** Mit der Auswahl Wall sind weitere Eingabefelder aktiviert, die auszufüllen sind. Ein Wall hat eine straßenzugewandte Neigung zwischen 1:0.5 und 1:1.5 und straßenabgewandter Neigung steiler oder gleich 1:2.5. Der Abstand Fußpunkt-Fahrbahnrand (äußerer Fahrstreifen) muss mindestens 1 m und darf höchstens 10 m betragen. Lärmschutzwällen gleichzusetzen sind Lärmschutzwälle mit straßenzugewandter Neigung zwischen 1:0.5 und 1:1.5 und abgewandter Neigung von 1:2.5 oder steiler mit aufgesetzter Wand,

die Wandhöhe beträgt unter 1 m und/oder der Abstand Wand-Fahrbahnrand (äußerer Fahrstreifen) liegt über 7 m und bis 10 m.

**Wall-/Wandhöhe:** Angabe der Höhe der Lärmschutzmaßnahme in Meter. Einzutragen ist die Höhe von der Straßenoberfläche bis zur oberen Kante der Wand bzw. des Walls. Die Eingabemöglichkeit ist wegen des Gültigkeitsbereiches des Lärmschutzmoduls auf Eintragungen von 4 m bis 10 m beschränkt.

In dem Lageplan (Querschnitt) zur Lärmschutzmaßnahme ist die Höhe des Walls bzw. der Wand mit „h“ bezeichnet.

**Wallfußabstand:** Der Wallfußabstand bezeichnet den Abstand vom Fahrbahnrand (Fahrstreifen, nicht Standstreifen) zum Fuß des nächstgelegenen Lärmschutzwalles in Meter. Dieser Abstand ist im Lageplan (Querschnitt) Lärmschutzmaßnahme mit  $a_f$  bezeichnet.

Diese Größe ist nicht auswählbar. Der Wallfußabstand muss  $\leq 7$  m sein.

### **Karteikarte Kreuzung:**

In dieser Karteikarte sind Angaben für einen Kreuzungsbereich bzw. eine kreuzende Straße durchzuführen. Sobald die Schaltfläche „Kreuzende Straße berücksichtigen“ angeklickt wird, öffnen sich mehrere Eingabefenster: Verkehrsmenge, SV-Anteil, Straßentyp und Tempolimit, „Schlechter Straßenzustand“, Anzahl der Fahrstreifen, Längsneigung, Abstand vom Kreuzungspunkt, Winkel zwischen den kreuzenden Straßen, Einmündung, Gegenüber und die Schaltfläche „Lageplan“. Die Verkehrsbelegung und die Emissionen der kreuzenden Straße dürfen nicht höher als die der zu betrachtenden RLuS-Straße in der Karteikarte „Allgemeines“ sein. Mit dem Ausfüllen dieser Schaltflächen wird bei der Immissionsberechnung zusätzlich zu RLuS das Kreuzungsmodul eingesetzt.

Mit einem Klick auf die Schaltfläche "Lageplan" wird zusätzlich ein kleines Fenster geöffnet, das eine Grafik der Kreuzung enthält. Das Öffnen der Grafik wird empfohlen, da diese zur Erklärung der Eingabefelder beiträgt. Der Lageplan ist in **Abb. 3.5** aufgezeigt. Dort wird die kreuzende bzw. einmündende Straße rot dargestellt. Die in der Karteikarte „Allgemeines“ eingegebene Straße ist schwarz eingezeichnet und weist eine horizontale

Ausrichtung auf. Die Lage des Immissionsortes ist als blauer Kreis eingezeichnet und richtet sich nach den Angaben im Eingabefeld „Abstand vom Kreuzungspunkt“, der Schaltfläche „Gegenüber“ und in der Karteikarte „Allgemeines“ nach der Eintragung „Abstand vom Fahrbahnrand“.

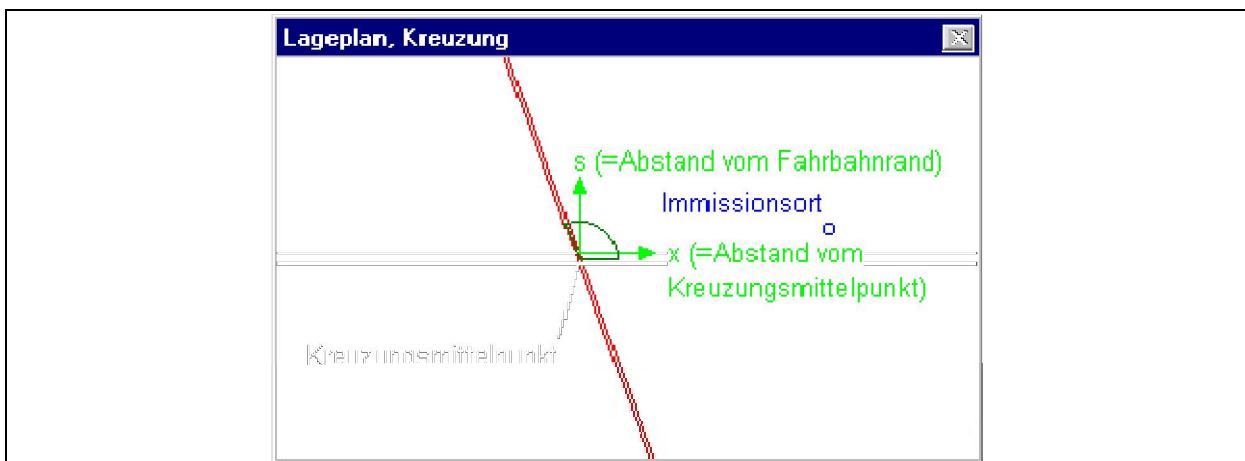


Abb. 3.5: Lageplan für eine Kreuzung

Die Verkehrsdaten einer Straße bzw. eines Straßenabschnittes werden durch die Kreuzung nicht verändert. Auf beiden Seiten der Kreuzung werden die selben Verkehrsdaten angesetzt.

Bei der Festlegung der Kreuzung sollte darauf geachtet werden, dass der Immissionsort nicht im Straßenraum der kreuzenden oder einmündenden Straße liegt. Entlang der kreuzenden bzw. einmündenden Straße werden die Immissionen verfahrensbedingt ab einem Abstand über 10 m berechnet.

Die Immissionsberechnung mit dem Kreuzungsmodul ist gegenüber der einfachen Anwendung von RLuS deutlich zeitaufwendiger. Die Berechnung kann einige Minuten in Anspruch nehmen und währenddessen nicht abgebrochen werden.

Innerhalb des Abstandes von 200 m beider kreuzenden Straßen werden die Ergebnisse der RLuS-Berechnungen überlagert. In größerem Abstand von der kreuzenden Straße wird deren Einfluss durch Verstärkungsfaktoren berücksichtigt, so dass ein Sprung der Immissionen durchaus möglich ist. Das Berechnungsverfahren der Auswirkungen der kreuzenden Straße ist relativ aufwendig. Für die Integration in RLuS wurden Vereinfachungen

chungen vorgenommen, die teilweise zu leicht variierenden Zusatzbelastungen parallel zu der kreuzenden Straße führen können.

Ist die Schaltfläche „Kreuzende Straße berücksichtigen“ nicht aktiviert, werden die Immissionen an der Straße nach dem Rechenverfahren von RLuS berechnet.

Kombinationen der Berechnungen „Kreuzende Straße berücksichtigen“ mit dem Lärm-schutzmodul und/oder dem Tunnelmodul sind nicht möglich.

Hinweis: Die Anwendung von RLuS ist auch nach der Integration des Kreuzungsmoduls an eine Reihe von Bedingungen geknüpft. Dazu gehört u. a. die Forderung nach einer mittleren Fahrgeschwindigkeit von über 50 km/h auf den betrachteten Straßen. Diese Bedingung wird bei sich planfrei kreuzenden Straßen erfüllt, nicht jedoch an plangleichen, z. B. lichtzeichengeregelten Kreuzungen oder Kreisverkehren.

**Abstand vom Kreuzungspunkt:** In dieses Eingabefeld ist der Abstand des Immissionsortes längs der betrachteten Straße von der Kreuzungsmitte beider Straßen in Metern einzutragen.

Positive Zahlenwerte bewirken, dass der Immissionsort rechts von der kreuzenden Straße liegt. Negative Zahlenwerte bewirken, dass der Immissionsort links von der kreuzenden Straße liegt. Der Eingabebereich reicht von -2 000 m bis 2 000 m, wird in Abhängigkeit vom Kreuzungswinkel teilweise verringert. Bei der Berechnung der Immissionen wird berücksichtigt, dass RLuS nur für Abstände bis 200 m senkrecht zur Straße, also auch zur kreuzenden Straße, gültig ist, also nur für die in **Abb. A5.4** (im Anhang A5) gekennzeichneten Bereiche. Dies wird vom Berechnungsprogramm überprüft. Sollte ein Immissionsort weiter entfernt liegen, wird kein Einfluss der kreuzenden Straße berücksichtigt.

Mit dieser Eingabe erscheint der Immissionsort in der Grafik „Lageplan, Kreuzung“ an dem ausgewählten Ort. Die kreuzende Straße ist rot im Lageplan eingezeichnet, die in der Karteikarte „Allgemeines“ festgelegte Straße ist schwarz dargestellt und weist eine horizontale Orientierung im Lageplan auf.

Bei der Festlegung der Kreuzung sollte darauf geachtet werden, dass der Immissionsort nicht im Straßenraum der kreuzenden oder einmündenden Straße liegt. Entlang der kreuzenden bzw. einmündenden Straße werden die Immissionen verfahrensbedingt ab einem Abstand über 10 m berechnet.

Soll der Immissionsort auf der anderen Seite der Ausgangsstraße liegen, ist die Schaltfläche "Gegenüber" anzuklicken.

Im Abstand von 200 m beider kreuzenden Straßen werden die Ergebnisse der RLuS-Berechnungen überlagert. In größerem Abstand von der kreuzenden Straße wird dessen Einfluss durch Verstärkungsfaktoren berücksichtigt, so dass ein Sprung der Immissionen durchaus möglich ist.

**Winkel zwischen kreuzenden Straßen:** Mit der Angabe des Winkels zwischen den kreuzenden Straßen wird die Geometrie der Kreuzung festgelegt. Die Angabe des Winkels erfolgt in Grad. Die Eingabe ist von 10 Grad bis 170 Grad bzw. von -10 Grad bis -170 Grad erlaubt.

Der einzugebende Winkel dreht bei positiven Zahlenwerten nach links, bei negativen Zahlenwerten nach rechts. Bei der Eingabe 90 Grad ist eine senkrechte Kreuzung gegeben.

Bei der Festlegung der Kreuzung sollte darauf geachtet werden, dass der Immissionsort nicht im Straßenraum der kreuzenden oder einmündenden Straße liegt. Entlang der kreuzenden bzw. einmündenden Straße werden die Immissionen verfahrensbedingt ab einem Abstand über 10 m berechnet.

Die Orientierung der kreuzenden Straßen kann anhand des Lageplans überprüft werden. Dies erleichtert die Eingaben erheblich.

**Einmündung:** Die Schaltfläche „Einmündung“ ermöglicht die Berücksichtigung einer in die bestehende Straße einmündenden Straße. Auch bei dieser Eingabe werden die Verkehrsdaten auf den einzelnen Abschnitten der bestehenden Straße nicht verändert.

Die Funktionalität der anderen Eingabefelder der Karteikarte „Kreuzung“ bleibt erhalten.

Die Lage der einmündenden Straße sollte im Lageplan überprüft werden. Sie ist dort rot dargestellt.

Bei der Festlegung der Kreuzung sollte darauf geachtet werden, dass der Immissionsort nicht im Straßenraum der kreuzenden oder einmündenden Straße liegt. Entlang der kreuzenden bzw. einmündenden Straße werden die Immissionen verfahrensbedingt ab einem Abstand über 10 m berechnet.

**Gegenüber:** Mit der Schaltfläche „Gegenüber“ wird die Lage des Immissionsortes in Bezug zu der bestehenden Straße, die in der Karteikarte „Allgemeines“ festgelegt ist, bestimmt. Ist die Schaltfläche nicht angekreuzt, befindet sich der Immissionsort oberhalb der bestehenden Straße. Ist die Schaltfläche angekreuzt, befindet sich der Immissionsort unterhalb der bestehenden Straße. Die Lage des Immissionsortes ist bei Einmündungen und bei Kreuzungen, die nicht im rechten Winkel verlaufen, von Bedeutung.

Die Lage des Immissionsortes sollte im Lageplan überprüft werden.

Bei der Festlegung der Kreuzung sollte darauf geachtet werden, dass der Immissionsort nicht im Straßenraum der kreuzenden oder einmündenden Straße liegt. Entlang der kreuzenden bzw. einmündenden Straße werden die Immissionen verfahrensbedingt ab einem Abstand über 10 m berechnet.

**Eingabe I Vorbelastung (Speedbutton Weltkugel):** Festlegung der Vorbelastung zur Berechnung der Gesamtbelastung. Die Gesamtbelastung setzt sich aus der verkehrsbedingten Zusatzbelastung durch die betrachtete Straße und der Vorbelastung zusammen.

**Vorbelastung:** Festlegung der Vorbelastung zur Berechnung der Gesamtbelastung. Die Gesamtbelastung setzt sich aus der verkehrsbedingten Zusatzbelastung durch die betrachtete Straße und der Vorbelastung zusammen.

Für künftige Jahre können Reduktionen der Vorbelastungen berücksichtigt werden, die aus Interpretationen und Extrapolationen der Messdaten der letzten Jahre bis Jahrzehnte sowie den Emissionsentwicklungen abgeleitet sind.

Das Fenster „Vorbelastung“ setzt sich aus zwei Karteikarten zusammen: Eingabe Vorbelastung für (Jahr) und Vorbelastung für Prognosejahr (Jahr). In der Karteikarte „Eingabe Vorbelastung für (Jahr)“ sind die Daten der Vorbelastung, wie z. B. verfügbare Messwerte, direkt in die Eingabefelder einzugeben. Anzugeben sind die Jahresmittelwerte der jeweiligen Schadstoffe. Zudem ist zu empfehlen, das Eingabefeld „Bezugsjahr für Vorbelastung“ auszufüllen. Mit der Schaltfläche „Null setzen“ rechts neben den Eingabefeldern können alle Vorbelastungseinträge auf Null gesetzt werden. Sind keine Messdaten verfügbar, können typisierten Daten in der Schaltfläche „Typisierte Vorbelastung“ ausgewählt und übernommen werden. Dieses Vorgehen ist mit der zuständigen Immissionsschutzbehörde abzustimmen. Mit dieser Aktion wird das Bezugsjahr für Vorbelastung immer auf 2006 gesetzt. Auch nach dieser Aktion sind Änderungen der Vorbelastungswerte in den Eingabefeldern der Vorbelastung sowie in dem Feld Bezugsjahr für Vorbelastung möglich.

Für Berechnungen in zukünftigen Jahren können Reduktionen der Vorbelastungen berücksichtigt werden. Die erforderlichen Eingaben sind in der Karteikarte „Vorbelastung für Prognosejahr (Jahr)“ zu tätigen. Ist die Schaltfläche „Keine Reduktion“ aktiviert, werden die in der Karteikarte „Eingabe Vorbelastung für (Jahr)“ festgelegten Werte auch für das Prognosejahr angesetzt. Dies entspricht einer konservativen Vorgehensweise. Ist die Schaltfläche „Keine Reduktion“ deaktiviert, werden Reduktionsfaktoren für die in der Schaltfläche „typisierte Vorbelastung“ [Karteikarte „Eingabe Vorbelastung für (Jahr)“] ausgewählte Gebietskategorie, das Bezugsjahr der Vorbelastungswerte und das Prognosejahr der Karteikarte „Verkehr etc.“ herangezogen. Das Prognosejahr ist in der Kopfzeile der Karteikarte aufgelistet. Die abgeleiteten Vorbelastungswerte für das Prognosejahr und die Reduktionsfaktoren sind in der Karteikarte „Vorbelastung für Prognosejahr (Jahr)“ auf grauem Grund aufgeführt. Sollten die Reduktionsfaktoren einer anderen Gebietskategorie herangezogen werden, ist dies mit der Auswahl der runden Schaltflächen möglich. Die Auflistung der Tabelle der Reduktionsfaktoren ist mit dem Anklicken der **F1**-Taste in dem Feld Reduktionsfaktoren gegeben.

Mit der OK-Schaltfläche werden die Eingaben bestätigt und das Fenster verlassen. In diesem Fenster kann auch direkt die Berechnung mit der entsprechenden Schaltfläche gestartet werden. Die Eingabedaten werden dabei bestätigt und gespeichert.



**Vorbelastungswerte:** Die für das Untersuchungsgebiet anzusetzende Vorbelastung ist für alle Schadstoffe in die jeweiligen Eingabefelder einzutragen. Anzugeben sind die Jahresmittelwerte der jeweiligen Schadstoffe. Diese Daten sind vorliegenden Informationen, wie beispielsweise verfügbaren aktuellen Messdaten, zu entnehmen. Sollten keine Daten verfügbar sein, können Anhaltswerte der im Programm integrierten typisierten Vorbelastung entnommen werden. Dieses Vorgehen ist mit der zuständigen Immissionsschutzbehörde abzustimmen. Sind aus einer vorhergegangenen Berechnung schon Werte in den Eingabefeldern enthalten, können alle Vorbelastungseingaben mit der Schaltfläche „Null setzen“ mit dem Wert 0 versehen werden.

Bei Berechnungen für zukünftige Jahre können Reduktionen der Vorbelastungen berücksichtigt werden, indem entweder geschätzte Vorbelastungsdaten in die Eingabefelder eingetragen werden oder in RLuS vorgeschlagene Reduktionsfaktoren zur Anwendung kommen. Die erforderlichen Eingaben für die vorgeschlagenen Reduktionsfaktoren sind in der Karteikarte „Vorbelastung für Prognosejahr (Jahr)“ wie im Kapitel Vorbelastung beschrieben zu tätigen.

**Typisierte Vorbelastungen:** Mit dem Anklicken der quadratischen weißen Schaltfläche links neben dem Schriftzug „typisierte Vorbelastungen anzeigen“ wird ein weiteres weißes Eingabefeld geöffnet. Das Anklicken des weißen Eingabefeldes oder des Pfeiles rechts neben dem Eingabefeld eröffnet eine Auswahlmöglichkeit. Die ausgewählten typisierten Vorbelastungswerte sind weiter unten aufgelistet. Die Auswahlmöglichkeit reicht von Vorschlägen für die Vorbelastung in gering belastetem Freiland bis in stark belastete Großstädte. Mit dem Anklicken der Schaltfläche „Übernehmen“ werden diese ausgewählten Werte in die darüber liegenden Eingabefelder der Vorbelastung übernommen. Jeder Wert kann dort noch geändert werden. Die typisierten Vorbelastungswerte werden automatisch auf das Bezugsjahr 2006 gesetzt. Nach der Auswahl der Werte kann das Bezugsjahr in der entsprechenden Schaltfläche modifiziert werden.

Hinweis: Für die Berechnung der  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen wird ein Chemiemodell angewendet. Dieses benötigt die Vorgabe der Ozon-Vorbelastung. Diese ist aus Messdaten abzuleiten und/oder mit der zuständigen Immissionsschutzbehörde abzustimmen. Typisierte Ozon-Vorbelastungen werden nicht angegeben. Im Rahmen der Entwicklung des  $\text{NO-NO}_2$ -Konversionsmodells konnte gezeigt werden, dass mit einem Ozon-Jahresmit-

telwert im Jahr 2000 von  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und einer jährlichen Steigerung von  $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vorliegende Messdaten gut reproduziert werden konnten.

**Bezugsjahr für Vorbelastung:** Das Bezugsjahr für Vorbelastung gibt das Jahr an, auf das sich die eingetragenen Vorbelastungswerte wie z. B. Messwerte beziehen. Sind die Vorbelastungsdaten mit der Schaltfläche „Typisierte Vorbelastung“ übernommen, wird das Bezugsjahr für Vorbelastung immer auf 2006 gesetzt. Auch nach dieser Aktion sind Änderungen der Vorbelastungswerte in den Eingabefeldern der Vorbelastung sowie in dem Feld Bezugsjahr für Vorbelastung möglich. Die Angabe des Bezugsjahres für Vorbelastung ist notwendig für die Berücksichtigung von Reduktionen der Vorbelastungen in zukünftigen Jahren, die in der Karteikarte Vorbelastung für Prognosejahr (Jahr) festgelegt werden.

**Eingabe I Beurteilungswerte:** Festlegung der Beurteilungswerte bestehend aus Grenzwerten. Mit der Schaltfläche „Zurücksetzen“ werden die derzeit gültigen Beurteilungswerte eingetragen. Die Nennung der Beurteilungswerte ermöglicht eine entsprechende grafische Ergebnisdarstellung.

**Beurteilungswert:** Beurteilungswerte sind Grenz- oder Zielwerte entsprechend der rechtsverbindlichen Verordnungen. Diese Daten sind entweder vorliegenden Informationen zu entnehmen oder können mit der Schaltfläche "Zurücksetzen" auf die derzeit gültigen und im Programm genannten Beurteilungswerte eingestellt werden. Die Nennung der Beurteilungswerte ermöglicht eine entsprechende grafische Ergebnisdarstellung. Die gültigen oder gewünschten Beurteilungswerte sind für die Schadstoffe in die jeweiligen Eingabefelder einzutragen und müssen größer als Null sein. Eingaben sind nur für die Schadstoffe möglich, für die verbindliche lufthygienische Beurteilungswerte bestehen. Die Angaben können auch variiert werden, so dass z.B. Vorsorgewerte zur Beurteilung herangezogen werden. Alle Eingabefelder der Beurteilungswerte sind auszufüllen. Mit der OK-Schaltfläche werden die Eingaben bestätigt und das Fenster verlassen. Sind aus einer vorhergegangenen Berechnung schon Werte in den Eingabefeldern enthalten, können alle Eingaben mit der Schaltfläche „Zurücksetzen“ auf die Voreinstellung der Beurteilungswerte gesetzt werden.

Die Standardeinstellung beinhaltet für die Jahresmittelwerte die Grenzwerte der 39. BImSchV für NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, Benzol, BaP und Feinstaub (PM10 und PM2.5), sowie den gleitenden 8-Stundenmittelwert für CO.

Die Beurteilungswerte für die Kurzzeitbelastung an NO<sub>2</sub> und PM10 werden als Überschreitungshäufigkeiten bestimmter Konzentrationswerte entsprechend der 39. BImSchV nachrichtlich im unteren Bereich der Karteikarte aufgeführt.

Die Eingabebereiche sind bei den Schadstoffen unterschiedlich, müssen aber immer größer als Null sein. Bei Eingaben außerhalb der jeweiligen Eingabebereiche erscheint unmittelbar eine Meldung auf dem Bildschirm, die den jeweiligen Eingabebereich nennt.

**Eingabe I Druckereinrichtung:** Festlegung der Einstellungen des Druckers.

**Eingabe I Zeichensatz einstellen:** Festlegung der Einstellungen des Zeichensatzes bzw. der Schriftgröße für die Ausgabefenster "Protokoll" und "Tabelle". Die Einstellungen sind für das jeweilige Ausgabefenster durchzuführen und erscheinen sowohl am Bildschirm als auch im Ausdruck. Mit dem Beenden von RLuS wird der voreingestellte Zeichensatz initialisiert.

**Eingabe I Seite einrichten:** Hier können die Seitenränder für den Ergebnisausdruck eingerichtet werden. Zudem ist ein Eintrag als Überschrift möglich.

**Eingabe I Beenden:** Beendet das Programm RLuS. Dies ist auch mit der Tastenkombination Alt F4 sowie mit dem Anklicken des Kreuzes am rechten oberen Bildrand gegeben. Das Programm wird nur beendet, wenn kein Eingabefenster (Eingabe Verkehr oder Eingabe Vorbelastung) aktiv ist; d. h. diese Fenster müssen zuerst geschlossen werden.

**Berechnung (Speedbutton Schlüssel):** Ermöglicht den Start der Berechnung in dem Unterpunkt „Berechnung starten“. Dies sollte erst dann erfolgen, wenn die Eingabemasken vollständig ausgefüllt sind.

**Fenster:** Ermöglicht Variationen der Darstellungen am Bildschirm. Mit dem Unterpunkt „Überlappend“ können mehrere geöffnete Fenster überlappend und hintereinander angeordnet werden. Die Größe der Fenster wird in der Kopfzeile rechts oben durch Anklicken des Rechtecksymbols auf Bildschirmgröße bzw. durch zwei Rechtecke auf Teilbildschirmgröße gesetzt. Die

geöffneten und verfügbaren Fenster sind fortlaufend nummeriert aufgeführt. Mit dem Anklicken einer der nummerierten Zeilen wird dieses Fenster in den Vordergrund geholt.

**Ausgabe I Protokoll zeigen (Speedbutton RL):** Ruft das Fenster „Protokoll“ auf und zeigt alle verwendeten Eingabedaten sowie die Berechnungsergebnisse für den gewählten Immissionsort der Zusatzbelastung im oberen Block und der Gesamtbelastung im unteren Block. Zwischen den beiden Blöcken sind die Überschreitungen der NO<sub>2</sub>- und PM10-Konzentrationen entsprechend der 39. BImSchV sowie die gleitenden 8-Stundenmittelwerte für CO aufgeführt, deren Ableitung im Anhang erläutert ist. Im Titel ist aufgeführt, welche Module bei der Immissionsberechnung zum Einsatz gekommen sind. Innerhalb des Protokolls sind Editierfunktionen möglich. Mit der rechten Maustaste kann im Fenster "Protokoll" ein in der Zwischenablage abgelegter Text eingefügt werden.

**Ausgabe I Protokoll drucken:** Initialisiert das Drucken des aktuellen Protokolls. Nach dem Aufruf wird das Fenster „Drucken“ geöffnet, das die Druckereinstellung angibt und mit der OK-Schaltfläche bestätigt werden muss.

**Ausgabe I Protokoll speichern unter:** Öffnet das Fenster „Speichern unter“, in dem der Name der zu erstellenden Datei [Name].TXT anzugeben ist. Erstellt wird eine Datei im ASCII-Format, die mit Editoren, Word, Excel etc. eingelesen werden kann.

**Ausgabe I Grafik zeigen (Speedbutton Diagramm):** Ruft das Fenster „Grafik“ auf und zeigt ein Balkendiagramm mit den Immissionen in Abhängigkeit der Entfernung vom Fahrbahnrand. Die Beschriftung und Legende der Grafik richtet sich nach der eingestellten Auswahl. In der Überschrift ist aufgeführt, welche Module bei der Immissionsberechnung zum Einsatz gekommen sind. Änderungen der Darstellungen sind mit den Menüpunkten Ausgabe Kurvenauswahl und Ausgabe Skalierung bzw. mit dem Betätigen der rechten Maustaste möglich. In der Grafik können die Werte der einzelnen Balken mit gedrückter linker Maustaste abgelesen werden. Mit dem Anklicken der Überschrift der Grafik wird ein Fenster geöffnet, in dem die Überschrift ergänzt bzw. geändert werden kann.

**Ausgabe I Kurvenauswahl (auch rechte Maustaste im Grafik-Fenster):** Bietet die Auswahl der Schadstoffe und der Darstellung der Zusatzbelastung bzw. Gesamtbelastung, der Gesamtbelastung mit aufgezeigter Vorbelastung als Konzentrationen in [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] oder im prozentualen Verhältnis zum Beurteilungswert, wobei der jeweilige Beurteilungswert in der Legende

genannt wird. Wird bei den Immissionen nur ein Schadstoff ausgewählt, erscheint der entsprechende Beurteilungswert als rote Linie in der Balkengrafik. Die Berechnungsergebnisse der Überschreitungshäufigkeiten für NO<sub>2</sub> und PM10 sowie die gleitenden 8-Stundenmittelwerte für CO werden nicht grafisch ausgegeben. Mit dem Anklicken der weißen Eingabefelder kann die Anzeige ein- bzw. ausgeschaltet werden.

**Einstellung „Vor und Gesamt“-Belastung:** Bewirkt in der Legende das Anführen von folgenden Bezeichnungen: JM = Jahresmittelwert, V = Vorbelastung, G = Gesamtbelastung.

**Auswahl "Beurteilungswert":** Bei dieser Auswahl erscheint der jeweils angesetzte Beurteilungswert in der Legende mit der Bezeichnung B.

**Ausgabe I Skalierung (auch rechte Maustaste im Grafik-Fenster):** Das Fenster „Einstellungen“ bietet die Änderung der Skalierung der aktuellen Balkengrafik. Dort kann der größte Skalierungswert, die Angabe der Anzahl der Intervalle der Y-Achse und die Anzahl der Nachkommastellen eingegeben werden. Mit diesem Unterpunkt kann die grafische Darstellung nach eigenen Vorlieben gestaltet werden. Der Eingabebereich des maximalen Skalierungswertes reicht von 0.005 bis 30 000. Die mögliche Anzahl der Intervalle der Y-Achse reicht von 1 bis 25. An der Achse werden die jeweiligen Maximalwerte der Intervalle aufgeführt, die sich aus dem Maximalwert und der Anzahl der Intervalle ableiten. Die Anzahl der Nachkommastellen für die Beschriftung der Y-Achse reicht von keiner bis drei Nachkommastellen.

**Ausgabe I Farbauswahl (auch rechte Maustaste im Grafik-Fenster):** Bietet die Änderung der Farbgebung der Balkengrafik in dem geöffneten Fenster „Farbauswahl“. Das Anklicken einer Farbfläche öffnet eine Farbpalette, aus der eine neue Farbe ausgewählt werden kann. Das ist für jede Farbfläche möglich. Diese Änderungen werden unter der aktiven Palettennummer gespeichert. Verfügbar sind insgesamt 10 Farbpalettennummern, die in der Eingabefläche „Palettennummer“ ausgewählt werden können. Voreingestellt ist in allen Palettennummern die selbe Farbskala, die entsprechend der eigenen Anforderungen geändert werden können. Mit diesem Unterpunkt kann die grafische Darstellung nach eigenen Vorlieben gestaltet werden.

**Ausgabe I Grafik drucken:** Initialisiert das Drucken der aktuellen Grafik. Nach dem Aufruf wird das Fenster "Drucken" geöffnet, das die Druckereinstellung angibt und mit der OK-Schaltfläche bestätigt werden muss.

**Ausgabe I Grafik speichern unter:** Öffnet das Fenster „Speichern unter“, in dem der Name der zu erstellenden Datei [Name].BMP anzugeben ist. Erstellt wird eine Datei im Bitmap-Format, die mit Grafikprogrammen, Word etc. eingelesen werden kann.

**Ausgabe I Tabelle zeigen (Speedbutton Tabelle):** Ruft das Fenster „Tabelle“ auf und zeigt die verwendeten Eingabedaten, die Berechnungsergebnisse der Zusatzbelastung im oberen Block und der Gesamtbelastung im unteren Block. Dargestellt sind die Immissionen in Abhängigkeit des Abstandes vom Fahrbahnrand für alle Schadstoffe ausgedrückt in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Am unteren Ende der Tabelle sind auch die Überschreitungshäufigkeiten der Konzentrationswerte der Kurzzeitbelastungen für  $\text{NO}_2$  und  $\text{PM}_{10}$  entsprechend der 39. BImSchV sowie die gleitenden 8-Stundenmittelwerte für CO enthalten, deren Ableitung in den Richtlinien RLuS 2012 erläutert ist. Im Titel ist aufgeführt, welche Module bei der Immissionsberechnung zum Einsatz gekommen sind.

**Ausgabe I Tabelle drucken:** Initialisiert das Drucken der aktuellen Tabelle. Nach dem Aufruf wird das Fenster „Drucken“ geöffnet, das die Druckereinstellung angibt und mit der OK-Schaltfläche bestätigt werden muss.

**Ausgabe I Tabelle speichern unter:** Öffnet das Fenster „Speichern unter“, in dem der Name der zu erstellenden Datei [Name].TXT anzugeben ist. Erstellt wird eine Datei im ASCII-Format, die mit Editoren, Excel etc. eingelesen werden kann.

**Ausgabe I Tabelle exportieren:** Öffnet das Fenster „Speichern unter“, in dem der Name der zu erstellenden Datei [Name].CSV anzugeben ist. Erstellt wird eine Datei im ASCII-Format, die direkt in Excel in geeignetem Tabellenformat eingelesen werden kann.

## **ANHÄNGE**

## A1 EMISSIONSMODELL

Die Erläuterung der Emissionsbestimmung ist in der Broschüre „Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung“ (RLuS 2012) im Kapitel 3.2.1 „Emissionsbestimmung“ enthalten, die beim Verlag der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen bezogen werden kann. Adresse: FGSV Verlag GmbH, Wesselingener Straße 17, 50999 Köln, Fon: 02236/384630, Fax: 02236/384640, E-Mail: [info@fgsv-verlag.de](mailto:info@fgsv-verlag.de). Die Emissionsfaktoren basieren auf dem derzeit aktuellen Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA Version 3.1) von 2010. Weiterführende Informationen finden sich auch im begleitenden Forschungsbericht (Lohmeyer, 2011)

Im Folgenden werden Erläuterungen zur Bestimmung der PM10-Feinstaubemissionen aufgeführt, auf die in der Broschüre RLuS 2012 verwiesen werden.

### Abgasemission

Die im Abgas enthaltenen Partikel sind auf Grund ihrer Größenverteilung zu 100 % der PM10-Staubfraktion zuzuordnen (Klingenberg et al., 1991). Deshalb lassen sich die PM10-Emissionen im Abgas von Kraftfahrzeugen mithilfe des HBEFA (UBA, 2010) bestimmen.

### Staubaufwirbelung und Abrieb

Untersuchungen der verkehrsbedingten Partikelmissionen zeigen, dass neben den Partikeln im Abgas auch nicht motorbedingte Partikelemissionen zu berücksichtigen sind, hervorgerufen durch Straßen-, Kupplungs- und Bremsbelagabrieb, Aufwirbelung von auf der Straße aufliegendem Staub etc. Diese Emissionen sind im HBEFA nicht enthalten, sie sind auch derzeit nicht mit zufriedenstellender Aussagegüte zu bestimmen. Die Ursache hierfür liegt in der Vielfalt der Einflussgrößen, die bisher noch nicht systematisch parametrisiert wurden und für die es derzeit auch keine verlässlichen Aussagen gibt.

Im der vorliegenden Programmversion von RLuS werden die PM10-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen und Straßenbelag) und infolge der Wiederaufwirbelung (Resuspension) von Straßenstaub für Straßen im guten Straßenzustand entsprechend der von Düring et al. (2004) und deren Aktualisierung in Lohmeyer (2011) beschriebenen Vorgehensweise berechnet. Es werden für die Berechnung der Emissionen für die Summe aus Reifen-, Brems-, Straßen- und Kupplungsabrieb sowie Wiederaufwirbelung von eingetragenem Straßenstaub die in der **Tab. A1** aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet. Für Straßen im schlechten Zustand werden die in der **Tab. A1** aufgeführten Emissionsfaktoren entsprechend Lohmeyer (2011) mit



einem Faktor von 2 multipliziert. Ein schlechter Fahrbahnzustand liegt im allgemeinen bei überwiegend sehr rissigen oder löchrigen Fahrbahnoberflächen verbunden mit unbefestigten oder sehr verschmutzten Nebenanlagen (Gehwege, Bankette, Randstreifen etc.) vor. Ein Vorschlag zur quantifizierten Bewertung des Straßenzustandes wird in Lohmeyer (2003) in Anlehnung an die „Zustandserfassung und -bewertung der Fahrbahnoberflächen von Straßen (ZEB)“ des FGSV- Arbeitsausschusses Systematik der Straßenerhaltung gegeben.

Die Bildung von so genannten sekundären Partikeln aus heißen Abgasen während der Abkühlung und Ausbreitung wird im vorliegenden Fall nicht berücksichtigt, da dieser Prozess nur in großen Entfernungen (10 km bis 50 km) von den Schadstoffquellen dominiert (Filliger et al., 1999).

### **Hinweis zum Anwendungsbereich der im RLuS integrierten PM10-Emissionsfaktoren**

Auf folgende Besonderheiten in Bezug auf den Anwendungsbereich der im RLuS integrierten PM10-Emissionsfaktoren sei verwiesen:

- Für kleine Verkehrsstärken (DTV <14 000 Kfz/d) lag bei der Festlegung der Emissionsfaktoren kein Vergleich Immissionsmessung zu -berechnung bzw. abgeleitete PM10-Emissionsfaktoren für Außerortsstraßen vor. Die vorgeschlagenen Emissionsfaktoren sind dort nicht verifiziert. Die Beschränkung auf DTV >5 000 Kfz/d im RLuS-PC-Programm wurde deswegen nicht verändert. Die PM10-Berechnungsergebnisse sind dort jedoch unsicherer.
- Die Ableitung der Emissionsfaktoren für Tunnel erfolgt für Tunnel mit Tunnellängen zwischen 450 m und 6 400 m. Für kürzere Tunnel lagen keine Daten vor. Zumal wächst bei kürzeren Tunneln die Wahrscheinlichkeit, dass das Schadstoffverhalten wie an freien Strecken und die in Tunneln allgemein übliche vorsichtige und geschwindigkeitsbegrenzte Fahrweise aufgehoben ist. Deshalb werden im RLuS für überdeckelte Tunnel und tunnelähnliche Strecken kleiner 450 m die Emissionsfaktoren für freie Strecken verwendet.

Verkehrssituation (nach HBEFA)	Tempo- limit [km/h]	Emissionsfaktor für PM10-Auf/Ab je Kfz [mg/km]	
		LV	SV
<b>Autobahn</b>			
Autobahn	> 130	30	130
Autobahn	130	30	130
Autobahn	110/120	30	130
Autobahn	100	30	130
Autobahn	80	30	130
<b>Außerortsstraßen</b>			
Fernstraße	110/120	30	130
Fernstraße	100	30	130
Fernstraße	80	30	130
Fernstraße	60	30	130
Regionalstraße	100	30	130
Regionalstraße	80	30	130
Regionalstraße	60	30	130
<b>Innerortsstraßen</b>			
IO>50	80	30	130
IO>50	60	30	130
<b>Tunnelstrecken</b>			
Tunnel Autobahn	100	5	130
Tunnel Autobahn	80	5	130
Tunnel Fernstraße	100	5	130
Tunnel Fernstraße	80	5	130
Tunnel Fernstraße	60	5	130
Tunnel Regionalstraße	100	5	130
Tunnel Regionalstraße	80	5	130
Tunnel Regionalstraße	60	5	130
Tunnel IO>50	80	5	130
Tunnel IO>50	60	5	130

Tab. A1: PM10-Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abriebe (Auf/Ab) differenziert nach Verkehrssituation für nichteingehauste Strecken und Tunnel.

Der Anteil leichter Nutzfahrzeuge am DTV wird entsprechend Abb. A1 berücksichtigt.

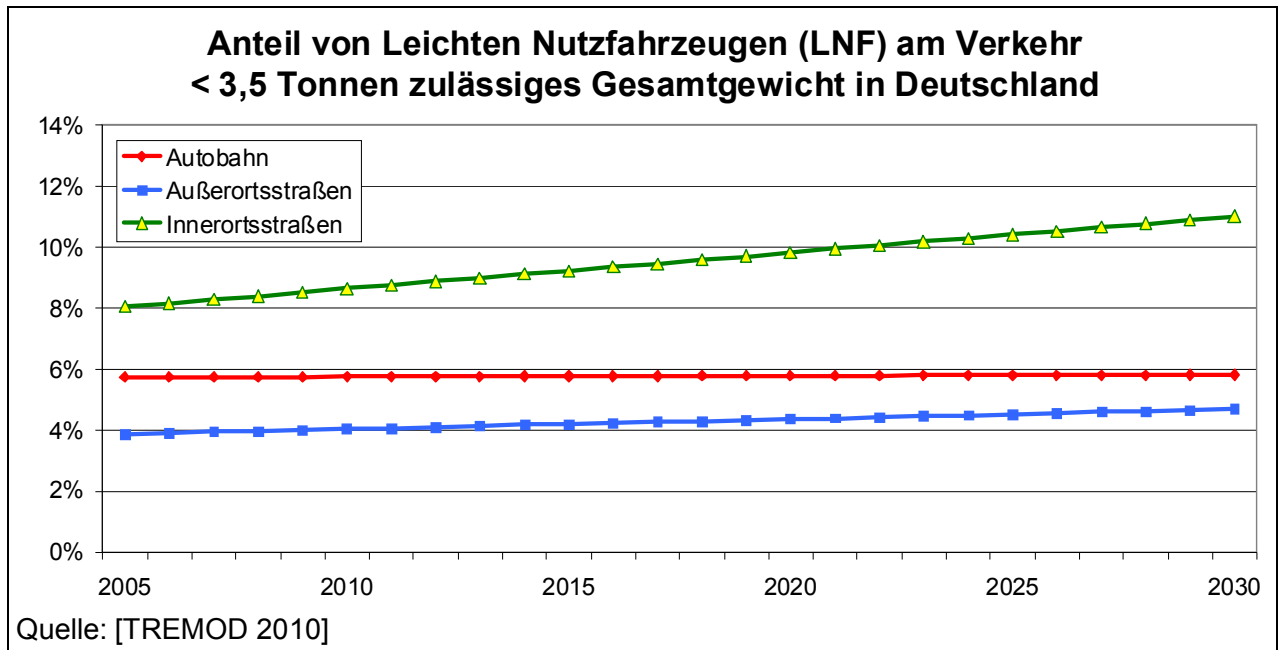


Abb. A1: In RLU-S berücksichtigter Anteil leichter Nutzfahrzeuge am Verkehr kleiner 3.5 t zulässigen Gesamtgewichts

## A2 IMMISSIONSMODELL

Die Erläuterung der Immissionsbestimmung ist in „Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung“ (RLuS 2012) im Kapitel 3.2.2 „Immissionsbestimmung“ enthalten, die beim Verlag der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen bezogen werden kann. Adresse: FGSV Verlag GmbH, Wesselingener Straße 17, 50999 Köln, Fon: 02236/384630, Fax: 02236/384640, E-Mail: [info@fgsv-verlag.de](mailto:info@fgsv-verlag.de).

In RLuS 2012 wird folgende Gleichung für die Bestimmung der bodennahen Konzentration  $K_i$  (s) für einen beliebigen Immissionsort in 1.5 m Höhe und im Abstand s vom Fahrbahnrand aufgeführt:

$$K_i(s) = k_n \cdot e_i \cdot g(s) \cdot f_u$$

Es bedeuten:

$K_i(s)$  Konzentration des inerten Schadstoffs [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]

$k_n$  bodennahe Konzentration normiert mit dabei vorliegenden längenspezifischen Emissionen der Straße [ $\text{h}/\text{m}^2$ ],

$e_i$  längenspezifische Emission der Straße für Schadstoff i [ $\text{mg}/\text{m} \cdot \text{h}$ ],

$g(s)$  Ausbreitungsfunktion der Schadstoffe [-],

$f_u$  Funktion zur Berücksichtigung der Windgeschwindigkeit [-].

Der Faktor  $k_n$  quantifiziert die mittels langjähriger Feldmessdaten ermittelten Zusammenhänge zwischen den längenspezifischen Emissionen und den entsprechenden bodennahen Immissionskonzentrationen. Er wird als normierte Bezugsgröße mit  $0.067 \text{ h}/\text{m}^2$  im RLuS-Berechnungsverfahren angesetzt.

Die Schadstoffkonzentration verringert sich mit zunehmendem Abstand vom Fahrbahnrand.

Für den Jahresmittelwert der Schadstoffkonzentration ergibt sich folgende Funktion:

$$g(s) = 1 - 0.166 \ln(1 + s)$$

Als Funktion zur Berücksichtigung der Windgeschwindigkeit ergibt sich:

$$f_u = 2.3/u$$

Im Folgenden werden Erläuterungen zum Verfahren zur Ermittlung der Stickstoffdioxid-Kenngrößen, insbesondere der Koeffizienten der Umwandlungsfunktion, aufgeführt, auf die in den Richtlinien RLuS 2012 verwiesen werden.

Es wird ein NO/NO<sub>2</sub>-Konversionsmodell unter Berücksichtigung primärer NO<sub>2</sub>-Emissionen und der Ozon-Hintergrundbelastungen auf Basis eines vereinfachten Chemiemodells für Jahresmittelwerte der Konzentrationen angewendet (Lohmeyer, 2011). Es stellt die analytische Lösung für die NO<sub>2</sub>-Konzentration aus der NO-NO<sub>2</sub>-Ozon-Reaktionschemie für das photochemische Gleichgewicht dar.

$$[\text{NO}_2] = 0.5 \left( B - \sqrt{B^2 - 4([\text{NO}_x] [\text{NO}_2]_O + [\text{NO}_2]_n / k\tau)} \right)$$

Mit den Variablen

$$[\text{NO}_2]_n = [\text{NO}_2]_V + [\text{NO}_2]_B ; [\text{NO}_2]_O = [\text{NO}_2]_n + [\text{O}_3]_B ; B = [\text{NO}_x] + [\text{NO}_2]_O + \frac{I}{k} \left( J + \frac{I}{\tau} \right)$$

Hierbei ist

$$[\text{NO}_2]_V = p([\text{NO}_x] - [\text{NO}_x]_B)$$

[NO<sub>x</sub>] ist die NO<sub>x</sub>-Konzentration an der Verkehrsmessstation, [NO<sub>x</sub>]<sub>B</sub>, [NO<sub>2</sub>]<sub>B</sub> sowie [O<sub>3</sub>]<sub>B</sub> sind die jeweiligen Vorbelastungskonzentrationen. p = NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> ist der Anteil primärer NO<sub>2</sub>-Emissionen am NO<sub>x</sub> (wird mittels HBEFA3.1 berechnet). Die Größen J und k wurden anhand von Literaturwerten sowie τ nach Anpassung an NO<sub>2</sub>-Messdaten einheitlich wie folgt festgelegt:

$$J = 0.0045 \text{ pro Sekunde}$$

$$k = 0.00039 \text{ (ppb s)}^{-1}$$

$$\tau = 40 \text{ Sekunden (freie Ausbreitung)}$$

Dieses vereinfachte Chemiemodell reproduziert sowohl die langjährigen NO<sub>2</sub>-Trends als auch vorliegende Messwerte an Autobahnen besser als Parametrisierungen nach Romberg et al. (1996) und Bächlin et al. (2008)<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Hinweis: Bei sehr niedrigen NO<sub>x</sub>-Zusatzbelastungen liefert dieses vereinfachte Chemiemodell unter bestimmten Bedingungen negative NO<sub>2</sub>-Zusatzbelastungen. In diesem Fall wird die NO<sub>2</sub>-Zusatzbelastung auf Null gesetzt.

### **A3 GEBIETSTYPISCHE-VORBELASTUNGSWERTE**

Die in dem Programm RLuS enthaltenen gebietstypischen Vorbelastungswerte sind in den „Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (RLuS 2012)“ im Anhang A „Gebietstypische Vorbelastungswerte“ enthalten. Dort ist auch eine Tabelle mit gebietstypischen Schätzwerten der Reduktionsfaktoren für die Vorbelastungswerte zwischen 2005 und 2030 aufgeführt.

#### **A4 AUSBREITUNGSMODELL TUNNELABLUF**

Die Erläuterung zur Luftschadstoffausbreitung an Tunnelportalen ist in den „Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (RLuS 2012)“ im Kapitel 3.3 „Tunnelmodell“ enthalten. Im Folgenden werden Erläuterungen zum Gültigkeitsbereich des Tunnelmoduls gegeben.

Der Gültigkeitsbereich des Tunnelmoduls RLuT entspricht zum einen dem Anwendungsbereich von RLuS. Weiterhin wurde das Modell bis in eine Entfernung vom Portal längs der Straße von 430 m getestet. Bis zu dieser Entfernung ist der Einfluss der Portalfahne soweit abgeklungen, dass er nicht mehr relevant ist.

Es können keine Aussagen zur Immissionsbelastung hinter dem Portal ( $s < 0$ ) gemacht werden. Sie ist neben den Portalemissionen im Wesentlichen vom Verhältnis der Portalabluftgeschwindigkeit zur Windgeschwindigkeit abhängig und nicht zu vernachlässigen.

Immissionsorte am Fahrbahnrand können unter Umständen direkt in der Portalfahne liegen. Deshalb können dort die Schadstoffkonzentrationen zu hoch berechnet werden. Es sind aber auch Fälle möglich, wo durch die Einführung der Korrekturfunktion die Konservativität dort nicht gewährleistet sein kann. Aus diesem Grund wird empfohlen, einen minimalen Abstand zur Straße von 5 m nicht zu unterschreiten.

Die Längsneigung wurde im Tunnelmodul nicht explizit berücksichtigt, da im Allgemeinen Tunnel keine größere mittlere Längsneigung als 1.5 % aufweisen. Längsneigungen bis 1.5 % werden durch das Tunnelmodul gut reproduziert. Bei größeren Längsneigungen sind spezielle Untersuchungen notwendig, da dann die Portalimmissionen sehr stark von den individuellen Gegebenheiten des Tunnels abhängig sind. So werden zum Beispiel die PKW-Geschwindigkeiten anders beeinflusst als die LKW-Geschwindigkeiten, beim Gegenverkehrsregime wird sich die Emission nicht mehr gleichmäßig auf beide Portale aufteilen usw.

## A5 MODEL ZUR BERÜCKSICHTIGUNG DES KREUZUNGSEINFLUSSES

Die Erläuterung zur Berücksichtigung kreuzender Straßen auf die Luftschadstoffbelastung ist in den „Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (RLuS 2012)“ im Kapitel 3.4 „Kreuzungsmodell“ enthalten. Im Folgenden werden Hinweise für die Praxis der Anwendung des Kreuzungsmoduls gegeben.

Der Anwendungsbereich des RLuS-Kreuzungsmoduls (RLuK) entspricht dem Anwendungsbereich von RLuS erweitert auf Kreuzungen und Einmündungen und ist in **Abb. A5.1** schematisch dargestellt. Voraussetzung für die Anwendbarkeit von RLuK ist, dass der Verkehr auf der kreuzenden Straße nicht größer ist als auf der zu betrachtenden Straße.

Der maximale Abstand des Immissionsortes vom Fahrbahnrand der betrachteten Straße beträgt entsprechend den Vorgaben der RLuS 200 m. Darüber hinaus berücksichtigt RLuK den Kreuzungseinfluss bis in eine Entfernung von maximal  $1\ 000\ \text{m}/\sin\ \alpha$  für alle Kreuzungswinkel  $\alpha$  von der Kreuzung längs der betrachteten Straße mit Hilfe von Verstärkungsfaktoren. Ab dieser Entfernung ist der Einfluss der Emissionen des Verkehrs auf der kreuzenden Straße auf die Schadstoffkonzentrationen entlang der betrachteten Straße soweit abgeklungen, dass er auch bei sehr hohen Verkehrsbelegungen nicht mehr relevant ist.

Der Sonderfall einer dreiarmigen Kreuzung, also einer „Einmündung“, ist im RLuS-Kreuzungsmodul berücksichtigt, vorausgesetzt, die Bedingung für den Einsatz des RLuS sind auch für die einmündende Straße erfüllt ( $\text{DTV} \geq 5\ 000\ \text{Kfz}/24\ \text{h}$ ,  $\bar{v} \geq 50\ \text{km/h}$  etc.).

In der programmtechnischen Umsetzung des Kreuzungsmoduls ist sichergestellt, dass in dem in **Abb. A5.1** gekennzeichneten Anwendungsbereich mit der jeweils dort aufgezeigten Methodik gerechnet wird. Außerhalb des Anwendungsbereiches ist keine Berechnung der Immissionen möglich.

Bei nicht rechtwinklig kreuzenden Straßen kann es im diagonal schraffierten Bereich der **Abb. A5.1** in ungünstigen Fällen zu einer Sprungstelle bei den Konzentrationen kommen, da RLuS nur bis 200 m Abstand von der kreuzenden Straße gilt. Wenn in ungünstigen Fällen den errechneten Konzentrationsverläufen in Abhängigkeit von der Entfernung zur Straße eine leichte Welligkeit überlagert ist, dann liegt das daran, dass die Linienquelle (Straße) in eine endliche Zahl von Punktquellen aufgeteilt wurde. Die Zahl der Punktquellen wurde beim vorliegenden Abschätzverfahren klein gewählt, ein Vermeiden der o.a. Welligkeit hätte höhere Rechenzeiten erfordert.



Es ist zu beachten, dass RLuK nicht an lichtzeichengeregelten Kreuzungen bzw. an Kreuzungen, an denen das Fahrverhalten demjenigen an LSA-Kreuzungen entspricht, angewendet werden kann, denn dort liegen z.B. andere, nicht im Anwendungsbereich von RLuS liegende Emissionen vor.

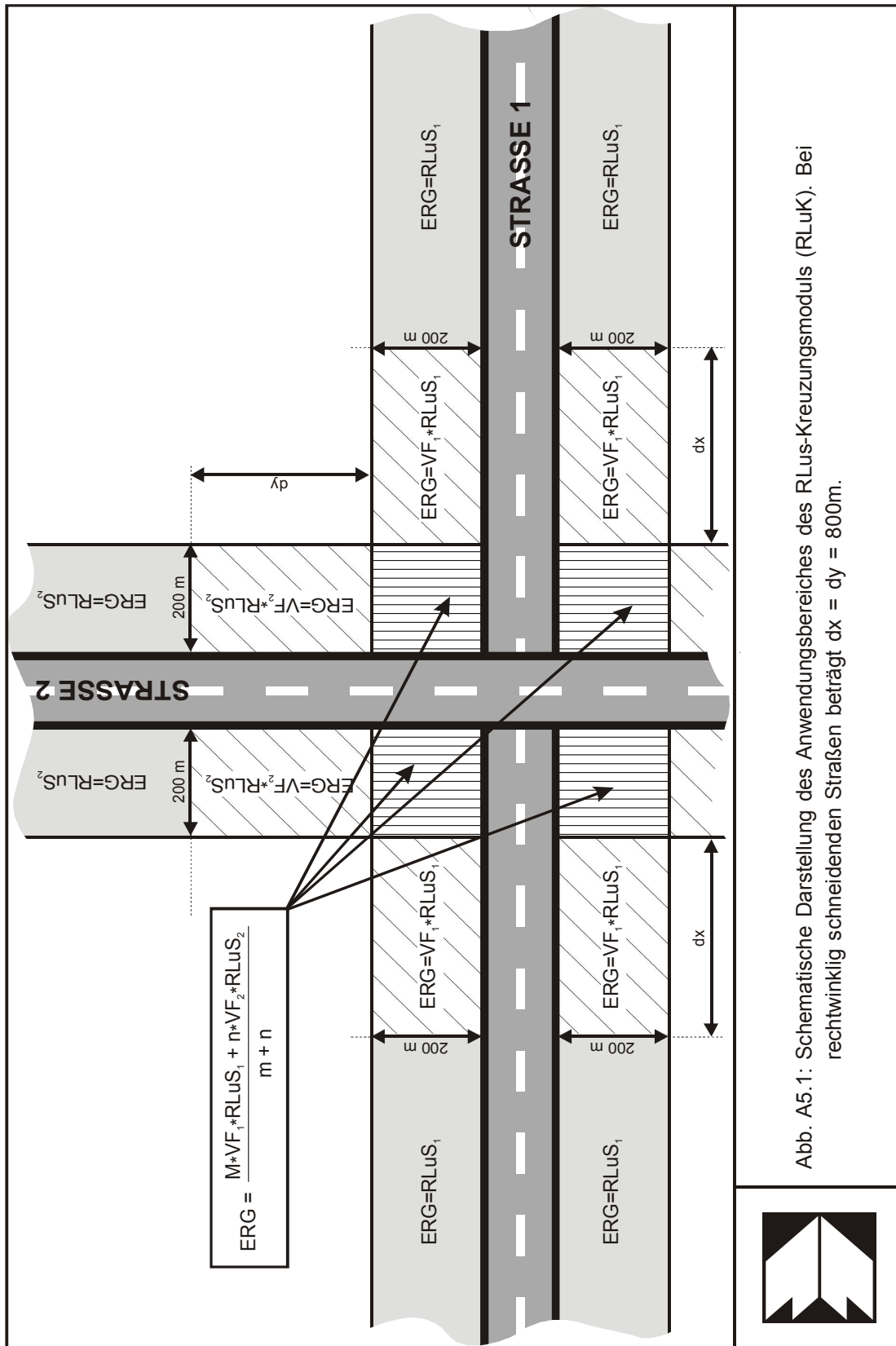


Abb. A5.1: Schematische Darstellung des Anwendungsbereiches des RLus-Kreuzungsmoduls (RLuK). Bei rechtwinklig schneidenden Straßen beträgt dx = dy = 800m.



## A6 ÜBERSCHREITUNGSHÄUFIGKEITEN

### Überschreitungshäufigkeit PM10-Tagesgrenzwert

Der Ansatz zur Ermittlung der Anzahl von Überschreitungen des PM10-Tagesgrenzwertes von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde im Rahmen eines Forschungsprojekts der Bundesanstalt für Straßenwesen beschrieben (Lohmeyer, 2002). Dabei wurde aus 914 Messdatensätzen der Jahre 1999 bis 2003 aus dem gesamten Bundesgebiet der Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert und der Überschreitungshäufigkeit untersucht.

Die dort abgeleitete „Best-Fit“-Funktion wurde für die Anwendung in den „Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung“ (RLuS 2012) mit einem Sicherheitszuschlag von  $2 \cdot \sigma$  versehen. Die entsprechende Berechnungsfunktion lautete dann:

$$\begin{aligned} \text{Anzahl der Tage} > 50 \mu\text{g}/\text{m}^3 = & \\ = -6,5 \cdot 10^{-05} \cdot \text{PM}_{10}(\text{JM})^4 + 0,00694 \cdot \text{PM}_{10}(\text{JM})^3 - & \\ -0,15 \cdot \text{PM}_{10}(\text{JM})^2 + 1,1064 \cdot \text{PM}_{10}(\text{JM}) + & \\ + 2 \cdot [0,23 \cdot \text{PM}_{10}(\text{JM})] & \end{aligned}$$

Für Jahresmittelwerte oberhalb von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ist dabei die Überschreitungshäufigkeit auf 165 Tage zu begrenzen. Eine Überschreitungshäufigkeit von 35 Tagen wird unter Berücksichtigung des Sicherheitszuschlags von  $2 \cdot \sigma$  bei einem Jahresmittelwert von  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert.

### Überschreitungshäufigkeit NO<sub>2</sub>-Stundengrenzwert

Hierzu wurden in Lohmeyer (2011) Messdaten aus den Landes- und UBA-Messnetzen der Jahre 2000 bis 2009 ausgewertet.

Es wurde festgestellt, dass bei den vorliegenden Messdaten eine Überschreitung der pro Jahr 18 erlaubten NO<sub>2</sub>-Stundenwerte erst ab einem NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von  $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eingetreten ist. Die Wahrscheinlichkeit des Eintretens ist allerdings auch da sehr gering. Es wird folgende Berechnungsfunktion verwendet:

$$\text{Anzahl 1h-Wert} > 200 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 0.4 \cdot \exp(0.07 \cdot \text{NO}_2(\text{Jahresmittel})).$$

Dies stellt (insbesondere im kritischen Bereich um die 18 Überschreitungen) die Einhüllende Kurve an die aktuellen Messdaten dar. Auch hier wird oft die tatsächliche Anzahl von Überschreitungen eher geringer sein als die Messdaten.

### **Gleitender CO-8h-Mittelwert**

Auf Basis von Messdatenauswertungen wird der gleitende CO-8h-Mittelwert mittels folgender Funktion abgeschätzt:

$$\text{Gleitender CO-8h-Mittelwert} = 5.18 * \text{CO (Jahresmittelwert)}.$$

## LITERATUR

39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchst-mengen - 39. BImSchV) Vom 2. August 2010. S. 1065-1104. Bundesgesetzblatt Jahr-gang 2010 Teil I Nr. 40, ausgegeben zu Bonn am 5. August 2010.
- Bächlin et al. (2008): Untersuchungen zu Stickstoffdioxid-Konzentrationen, Los 1 Überprüfung der Rombergformel. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. Projekt 60976-04-01. Gutachten im Auftrag von: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbrau-cherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.
- Düring, I., Lohmeyer, A. (2004): Modellierung nicht motorbedingter PM10-Emissionen von Straßen. KRdL-Experten-Forum „Staub und Staubinhaltsstoffe“, 10./11. November 2004, Düsseldorf. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenaus-schuss KRdL, KRdL-Schriftenreihe Band 33.
- Filliger, P., Puybonnieux-Texier, V., Schneider, J. (1999): PM10 Population Exposure – Tech-nical Report on Air Pollution, Prepared for the WHO Ministerial Conference for Environ-ment and Health, London, June 1999, Published by Federal Department of Environment, Transport, Energy and Communications Bureau for Transport Studies, Berne, Switzer-land.
- Klingenberg, H., Schürmann, D., Lies, K.-H. (1991): Dieselmotorabgas - Entstehung und Mes-sung. In: VDI-Bericht Nr. 888, S. 119-131.
- Lohmeyer, A., Düring, I., Lorentz, H., Moldenhauer, A. (2002): FE-Projekt 02.207/2000/LRB "Prognose der Vorbelastung und Berücksichtigung der RL 96/62/EG im MLuS 02, geän-derte Fassung 2005. Im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen durchgeführt vom Ingenieurbüro Lohmeyer, Karlsruhe und Dresden.
- Lohmeyer (2003): Quantifizierung der PM10-Emissionen durch Staubaufwirbelungen und Ab-rieb von Straßen auf Basis vorhandener Messdaten. Ingenieurbüro Dr.-Ing. Achim Loh-meyer, Karlsruhe unter Mitarbeit von UMEG Karlsruhe und IFEU Heidelberg. Pro-jekt 1772, Februar 2003. Gutachten im Auftrag von: Ministerium für Umwelt und Verkehr, Stuttgart. Herunterladbar unter <http://www.lohmeyer.de/literatur.htm>.

Lohmeyer (2011): Aktualisierung des MLuS 02, geänderte Fassung 2005 bezüglich Emission, Lärmschutzmodul, NO/NO<sub>2</sub>-Konversion, Vorbelastung und Fortschreibung 22. BImSchV, FE 02.0255/2004/LRB. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul. Projekt 70405-08-01. Gutachten im Auftrag von: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.

MLuS 02 (2005): Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (geänderte Fassung 2005). Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln. Ausgabe 2005 (ersetzt durch RLuS 2012).

RLuS (2012): Richtlinien über Luftverunreinigungen an Straßen ohne und mit lockerer Randbebauung. RLuS 2012, Version 1.0 vom 12.12.2011. FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf, Köln.

Romberg, E., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R. und Röth R. (1996): NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlung für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. In: Staub-Reinhaltung der Luft, Vol. 56, Nr. 6, p. 215-218.

UBA (2010): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1/Januar 2010. Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS AG Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit IFEU Heidelberg. Hrsg.: Umweltbundesamt Berlin. <http://www.hbefa.net/d/start.html>.

## A7 LIEFERBEDINGUNGEN

Die gelieferte Software fällt unter den Schutz des Urheberrechtsgesetzes, alle Urheberrechtsrechte und andere geistigen Eigentumsrechte in bezug auf die Software verbleiben dem Programmator und dem Lizenzgeber. Der Anwender erhält eine beschränkte, nicht ausschließliche und widerrufliche Lizenz zur Verwendung der Software. Der Anwender verpflichtet sich, die Software weder zu irgendwelchen Zwecken an andere Benutzer zu verleihen, zu vermieten, zu leasen oder zu unterlizenzieren. Der Anwender verpflichtet sich, die Software in angemessener Weise vor unbefugter Benutzung, Modifizierung, Vervielfältigung, Verteilung und Veröffentlichung zu schützen. Der Anwender erhält das Recht, zu Sicherheitszwecken eine Kopie der Software anzufertigen. Unverzüglich nach Erhalt der Software erfolgt eine Abnahmeprüfung durch den Anwender. Hierbei eventuell festgestellte Fehler wird der Lizenzgeber innerhalb von 14 Tagen beseitigen oder Ersatz liefern. Jede weitere Gewährleistung wird ausgeschlossen. Die hinter der Software stehenden Modelle oder Modellvorstellungen stellen den Stand der Technik zur Zeit der Entwicklung der Software dar. Für die Richtigkeit der Formeln, Modelle und/ oder Programme wird keine Gewähr übernommen. Garantien bezüglich der Nutzung und Eignung der Software für einen bestimmten Zweck werden nicht gegeben. Im gesetzlich weitest zulässigen Umfang übernimmt der Lizenzgeber keine irgendwelche Haftung für direkte oder indirekte Schäden aufgrund von Personenschäden, entgangenem Gewinn, Betriebsunterbrechung, Verlust von Geschäftsdaten oder irgendwelche finanziellen Verluste die sich aus dem Einsatz oder der Unmöglichkeit des Einsatzes dieses Produktes ergeben. Der Lizenzgeber haftet für Schäden in voller Höhe, soweit der Schaden von ihm oder einem Erfüllungsgehilfen vorsätzlich verursacht wird. Entsprechendes gilt bei grober Fahrlässigkeit mit der Maßgabe, dass die Haftung auf den Ersatz des für den Lizenzgeber vorhersehbaren unmittelbaren Schadens begrenzt ist. In allen anderen Fällen ist die Haftung auf den Kaufpreis der Software begrenzt.

The software supplied falls within the protection of the copyright law; all proprietary rights and other intellectual property rights in relation to the software are retained by the program author and the licensor. The user is granted a limited, non-exclusive and revocable licence to use the software. The user agrees not to lend, let, lease or sublicense the software to other users for any purpose whatsoever. The user agrees to protect the software in an appropriate manner from unauthorised use, modification, duplication, distribution and publication. The user is entitled to make copies of the software for backup purposes.

The user shall carry out an acceptance test immediately after receipt of the software. Any errors which may be detected in this test will be eliminated by the licensor within 14 days, or a replacement will be provided. Any further warranty is excluded. The models or model representations on which the software is based constitute the state of the art at the time of development of the software. No guarantee is accepted for the accuracy of the equations, models and/or programs. No guarantees are given with regard to usage and suitability of the software for a specific purpose. As far as possible but according to law, the licensor is not liable for direct or indirect damages caused by personal injury, escaped profit, interruption of business, loss of business data or any other financial losses, resulting from the use or the impossibility to use the product. The licensor is liable for damage to the full extent if the damage is caused maliciously by himself or any of his representatives. The same applies to gross negligence, with the provision that the liability is limited to reimbursement for the direct damage which is predictable to the licensor. In all other cases, liability is limited to the price of the software.