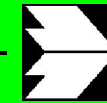


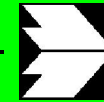
Von RLuS-Tunnelmodul bis MISKAM-Horizontalstrahlmodellierung. Luftschadstoffberechnungen an Tunnelportalen – Stand der Technik

Dipl.-Geogr. T. Nagel



- Grenzwerte der 39. BImSchV (derzeit NO₂-JM und PM10-TGW relevant)
- Entlüftung der Tunnel im Normalbetrieb erfolgt heute i.A. mittels Längslüftung (Kolbenwirkung der Fahrzeuge und/oder Strahlventilatoren).
→ Konzentrierte Abgabe der Abgase an den Portalen.
- Häufig ist der Luftaustausch durch geringe Windgeschwindigkeiten in bebauten Gebieten herabgesetzt.
- Vielzahl von Tunneln ist im städtischen Bereichen in Betrieb oder geplant,
→ d.h. Wohnnutzung/Büros im Nahbereich von Tunnelportalen sind betroffen
→ **Gefahr der Grenzwertüberschreitung**

→ relevant für LRP bzw. Planfeststellungsverfahren, Bauleitplanung



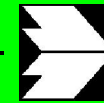
Eingangsbedingungen	Randbedingungen	Meteorologische Bedingungen
Zusammensetzung der Fahrzeugflotte	Topographie	Windrichtung
Fahrzeuggeschwindigkeit	Bebauung	Windgeschwindigkeit (u)
Verkehrsregime (RV, GV)	Bewuchs	Stabilität der Atmosphäre
Tunnelgeometrie	Portalform	(Strahlung)
Lüftungsregime	Portallage	(Temperatur)
	akt. Lärmschutz	

Eigenschaften des Abluftstrahls am Portal:

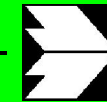
- Schadstoffbelastung
- Abluftgeschwindigkeit
- Volumenstrom

Eigenschaften der Abluftfahne:

- Länge
- Form
- Ausdehnung



RLuS-Tunnelmodul



Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen



Arbeitsgruppe Straßenentwurf

Richtlinien
zur
Ermittlung der Luftqualität an Straßen
ohne oder mit lockerer Randbebauung



RLuS 2012

Ausgabe 2012

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN
ARBEITSGRUPPE STRASSENENTWURF

Merkblatt

über

Luftverunreinigungen an Straßen

ohne oder mit lockerer Randbebauung

**MLuS 02,
geänderte Fassung 2005**

RLuS-Tunnelmodul: Eingabedaten

Verkehr, etc

Vorgang:

Aufpunkt:

Allgemein Tunnel Lärmschutz Kreuzung

Prognosejahr:

Verkehrsmenge

Jahresmittelwert
 Wertagswert

Gesamtverkehr (DTV): Kfz/24h

Schwerverkehr-Anteil
SV > 3.5 t: %

Straßentyp:

Tempolimit:

schlechter Straßenzustand

Anzahl der Fahrstreifen:

Längsneigung:

Immissionsort (Abstand vom Fahrbahnrand): m

Jahresmittelwert der Windgeschwindigkeit: m/s

Abbrechen Hilfe OK

Berechnung starten

Version 1.4 - [Protokoll]

Abrechnungsberechnungen Fenster

Abschätzung von Emissionen nach den Anforderungen der Luftqualität an Straßen (RLuS 2012),

Verkehr, etc

Vorgang:

Aufpunkt:

Allgemein Tunnel Lärmschutz Kreuzung

Tunneleffekt berücksichtigen

Tunneldaten

Portal

Breite: m

Höhe: m

Tunnellänge: m

Straßentyp:

Tempolimit:

Verkehrsfluß im Tunnel

Gegenverkehr Richtungsverkehr

Tunnellüftung

Fortluftabsaugung

Abgesaugter Volumenstrom: %

Abstand vom Tunnelportal:

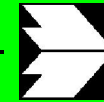
Lageplan

Abbrechen Hilfe OK

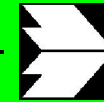
Berechnung starten

Lageplan, Tunnel

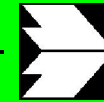
Das Diagramm zeigt ein Tunnelportal (rot markiert) auf der linken Seite. Ein grüner Pfeil zeigt den Abstand s vom Fahrbahnrand zum Immissionsort (blau markiert). Ein weiterer grüner Pfeil zeigt den Abstand x vom Tunnelportal zum Immissionsort. Ein Maßstab von 100m ist unten links angegeben.



- Anwendungsbedingungen von RLuS:
 - u.a. $TL > 50 \text{ km/h}$, Bebauungsdichte $< 50 \%$, Trogtiefen und Dammhöhen unter 15 m, maximaler Abstand vom Fahrbahnrand 200 m,
 - nicht in engen und tief eingeschnittenen Tälern bzw. Kesseln bzw. bei häufigen Schwachwindlagen und/oder Kaltluftabflüssen.
- Anwendungseinschränkungen vom Tunnelmodul:
 - Es wird empfohlen, einen minimalen Abstand zur Straße von 5 m nicht zu unterschreiten.
 - Bei größerer mittlerer Längsneigung als 1.5 % im Tunnel spezielle Untersuchungen durchführen



**Screeningverfahren
(z.B. PROKAS, LASAT etc.)
mit parametrisierter
Portalabluftmodellierung**



- Ansatz → 2stufige Ausbreitung

Stufe 1

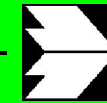
Portalabluft windunabhängig längs der Tunnelachse als Volumen(ersatz)quelle der Länge L und Höhe bzw. Anfangsverdünnung H

L und H sind abhängig von:
Portalgeometrie, Fahrregime, Portalumgebung, aktiven Lärmschutz, etc.

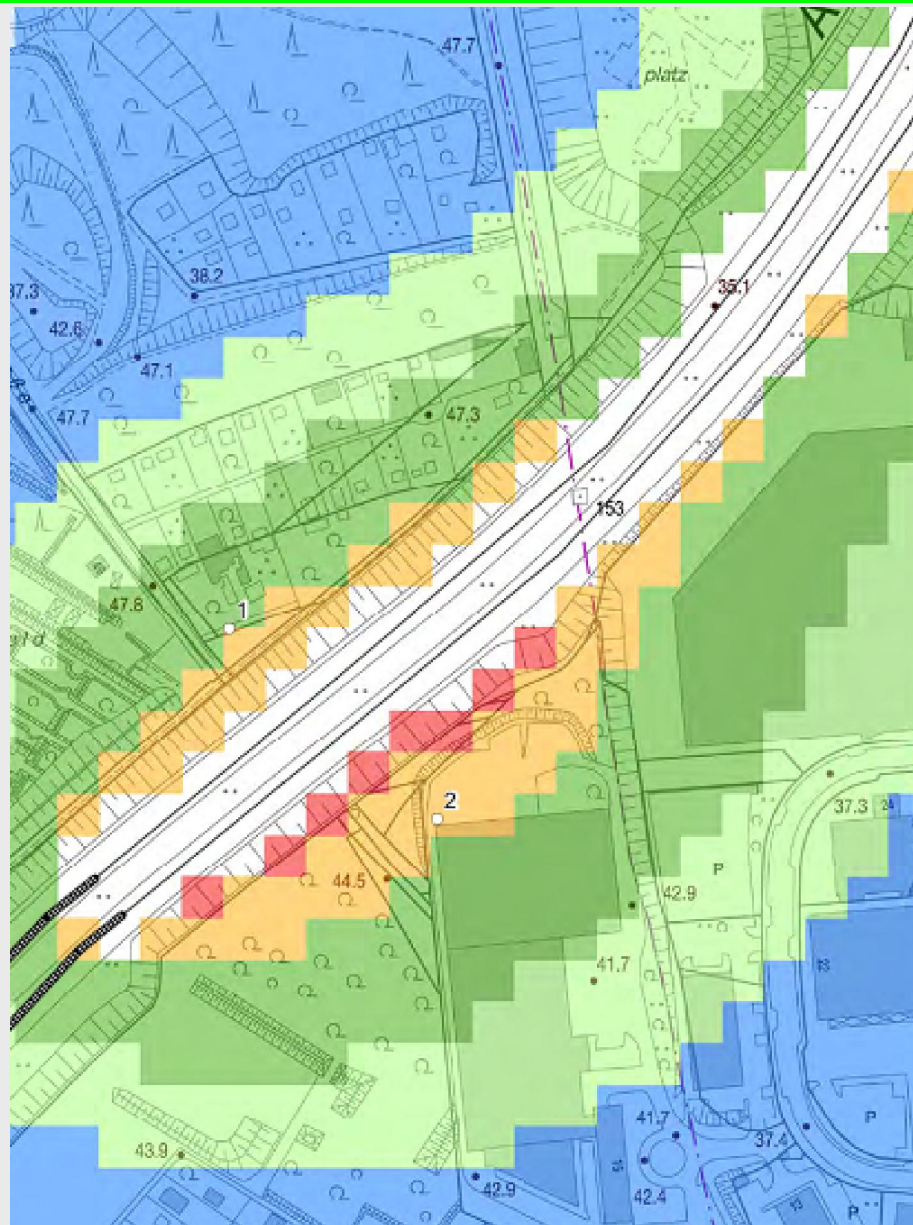
Stufe 2

Ausbreitungsberechnung für Volumen(ersatz)quelle

Typisches Screeningergebnis



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG
Karlsruhe und Dresden



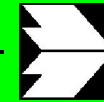
NO₂-Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

- >40 Grenzwert der 39. BImSchV
- 30 - 40
- 24 - 29
- 22 - 23
- 20 - 21
- 18 - 19

— Straße

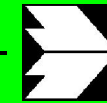
 Tunnel

○ Immissionsort mit Nr.



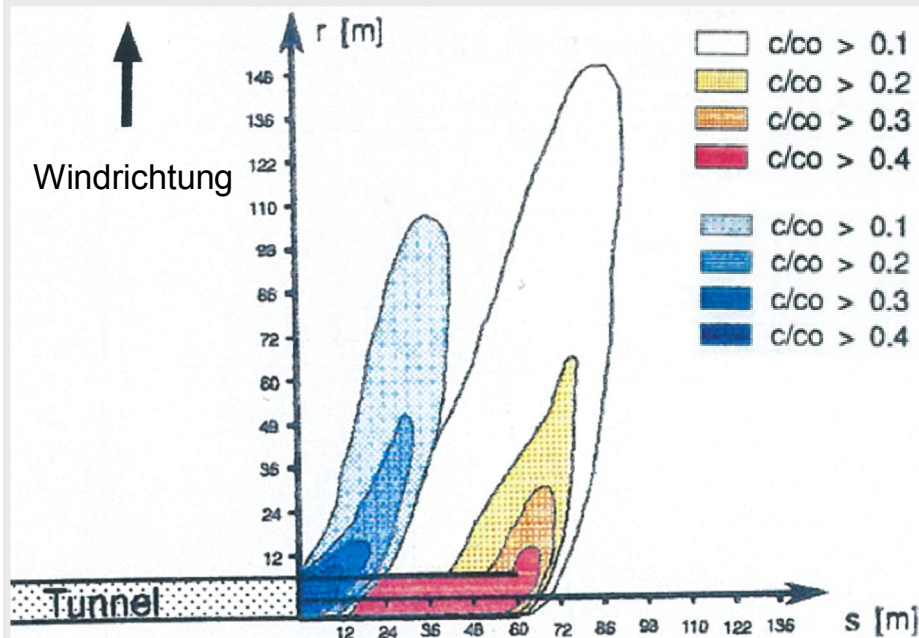
Mikroskalige Tunnelstrahlmodellierungen

Lärmschutzwände entlang der Straße ab Portal; Länge 60 m, Höhe 5 m

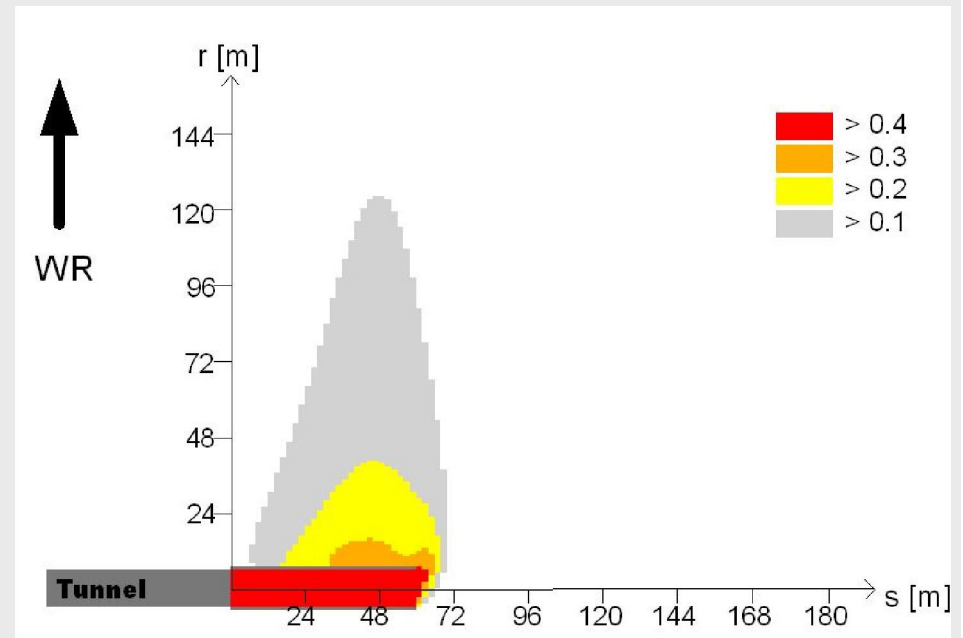


Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG
Karlsruhe und Dresden

Implementierung von waagrechttem Impulsstrahl in MISKAM,
Abgleich mit systematischen Ergebnissen im Windkanal (P.
Klein, 1993)

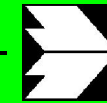


Windkanal

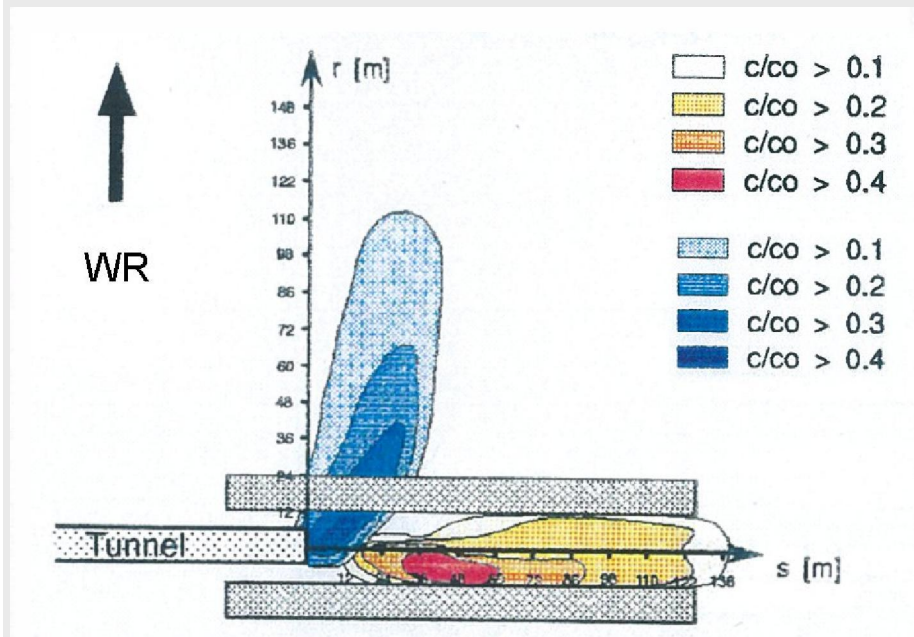


MISKAM

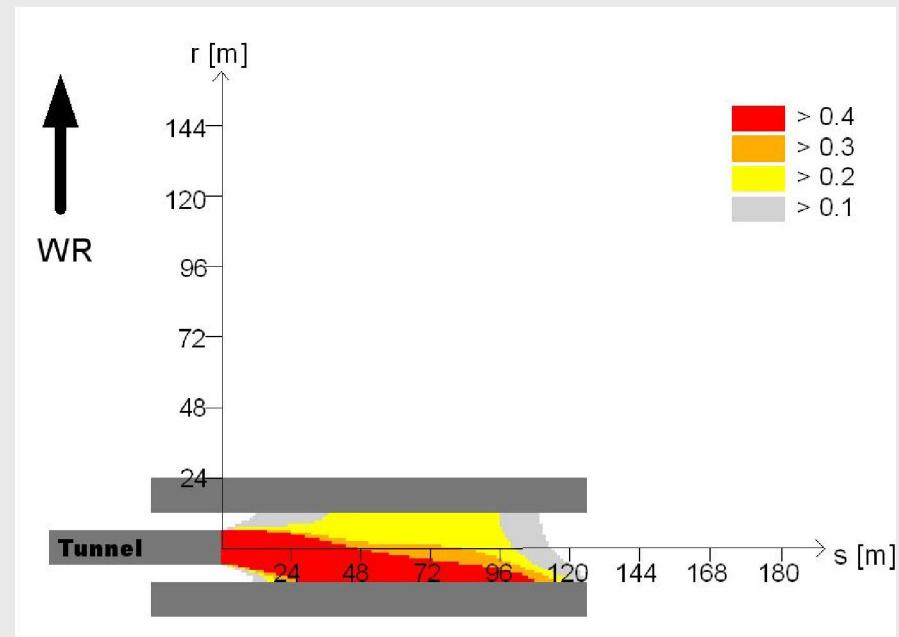
Geschlossene Randbebauung, Länge 120 m, Höhe 16 m



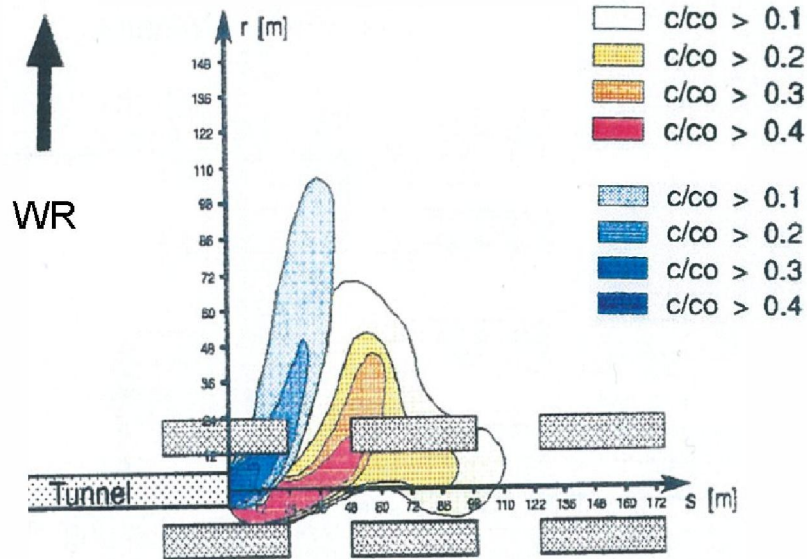
Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG
Karlsruhe und Dresden



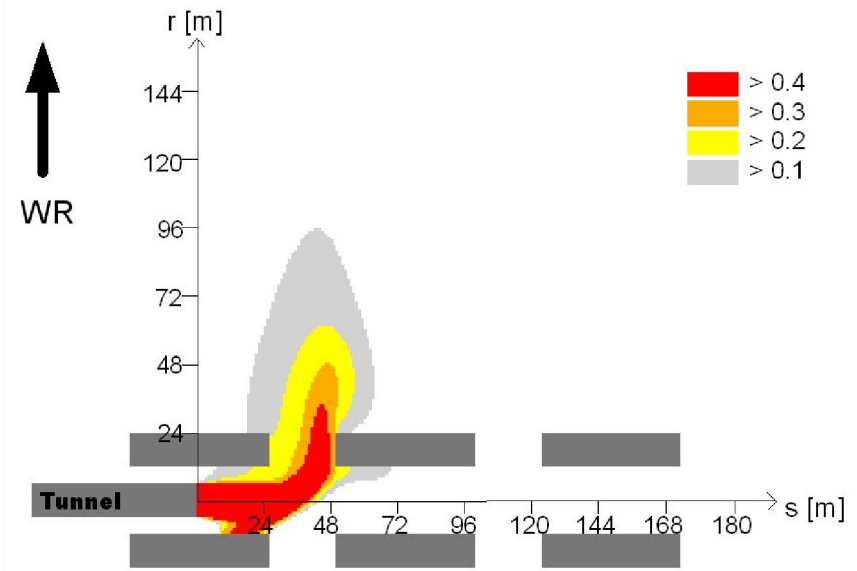
Windkanal



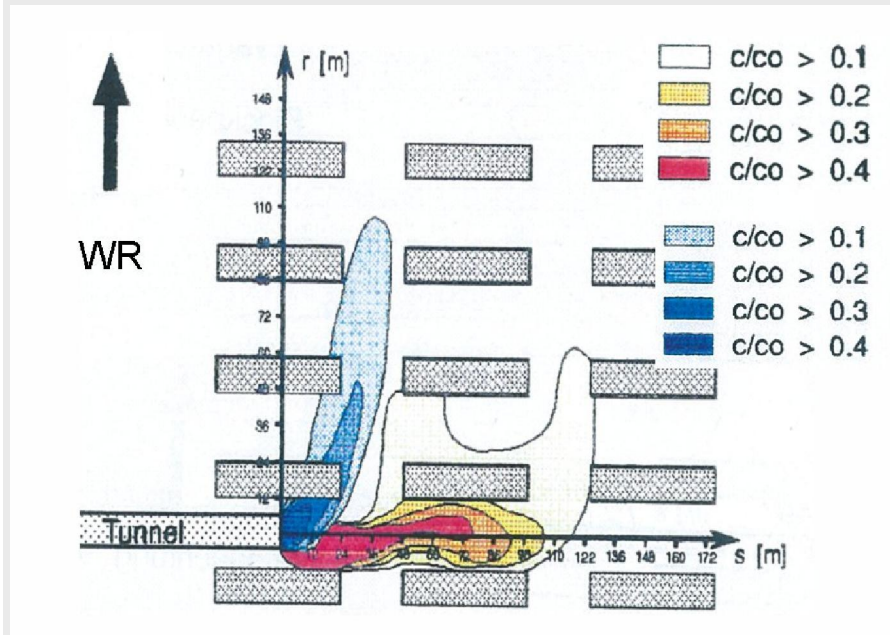
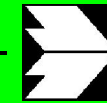
MISKAM



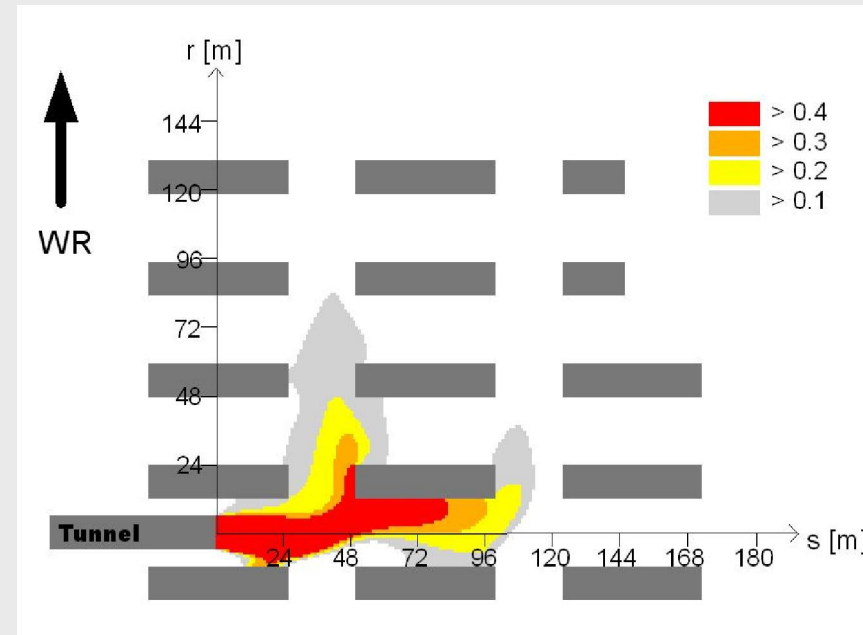
Windkanal



MISKAM



Windkanal

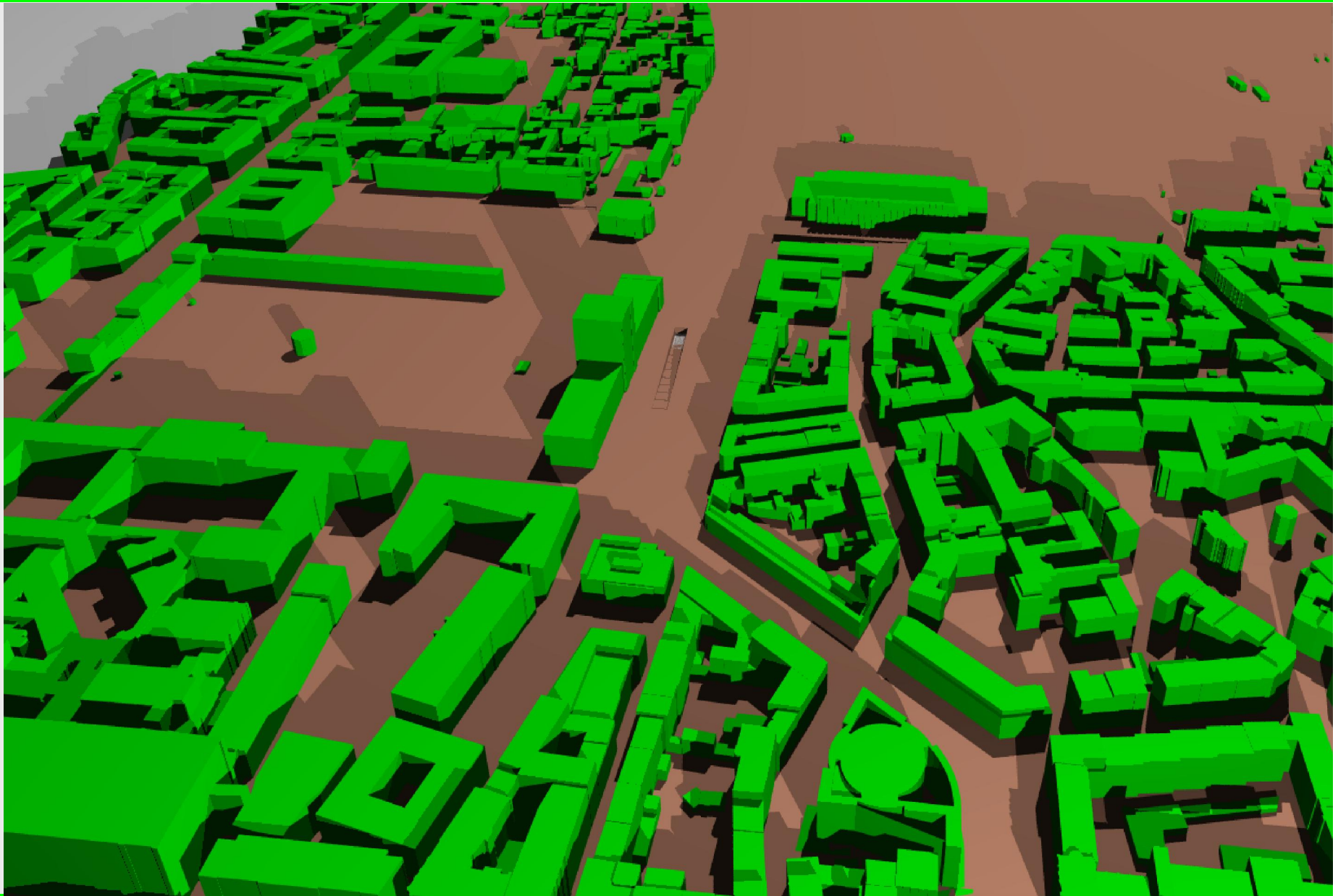


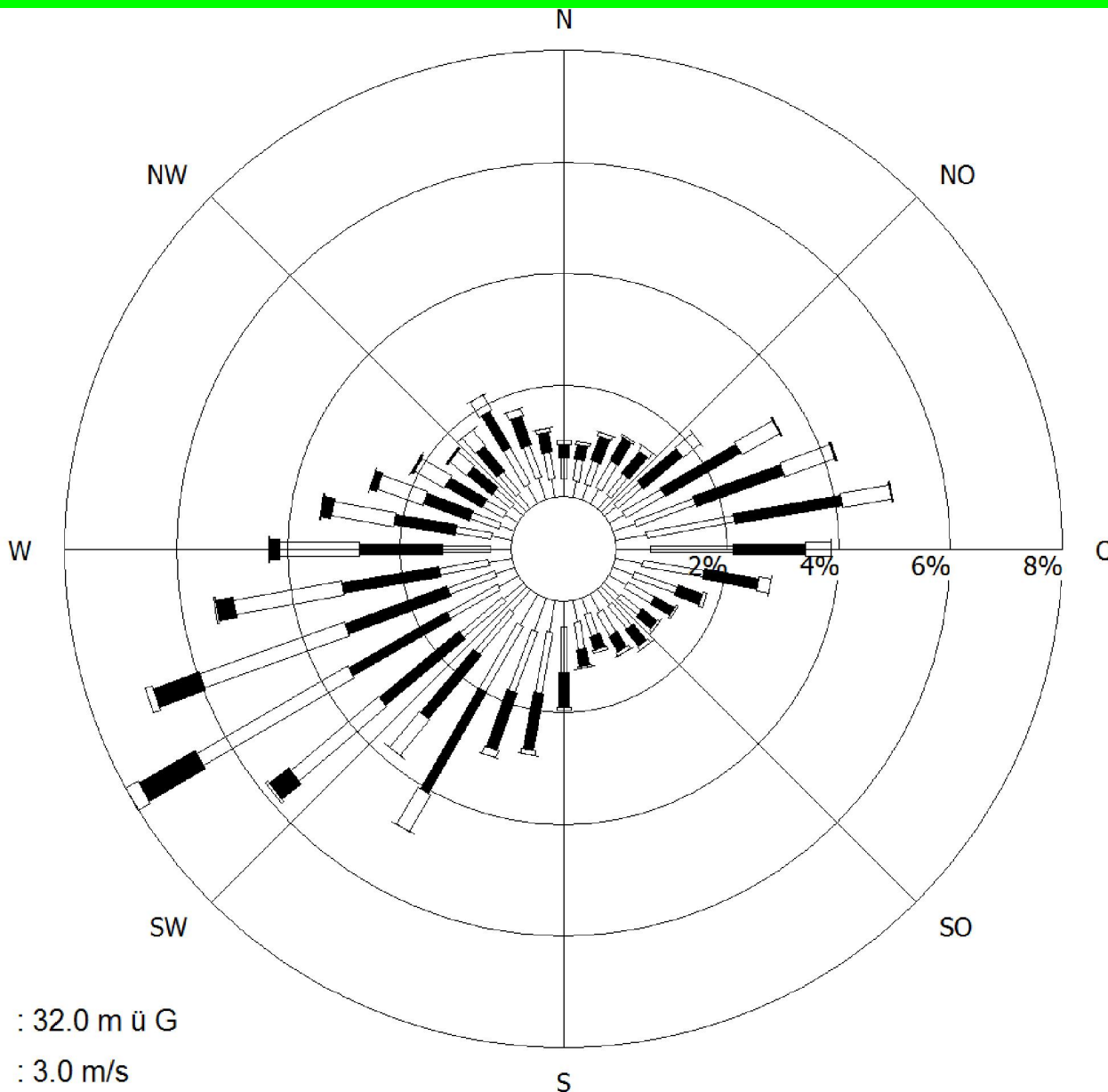
MISKAM

Beispiel 1: Stadt, Perspektivische Darstellung



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG
Karlsruhe und Dresden

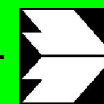




Meßhöhe : 32.0 m ü G

Wind.Geschw. : 3.0 m/s

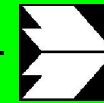
Beispiel 1: NO₂-Jahresmittel mit Impuls



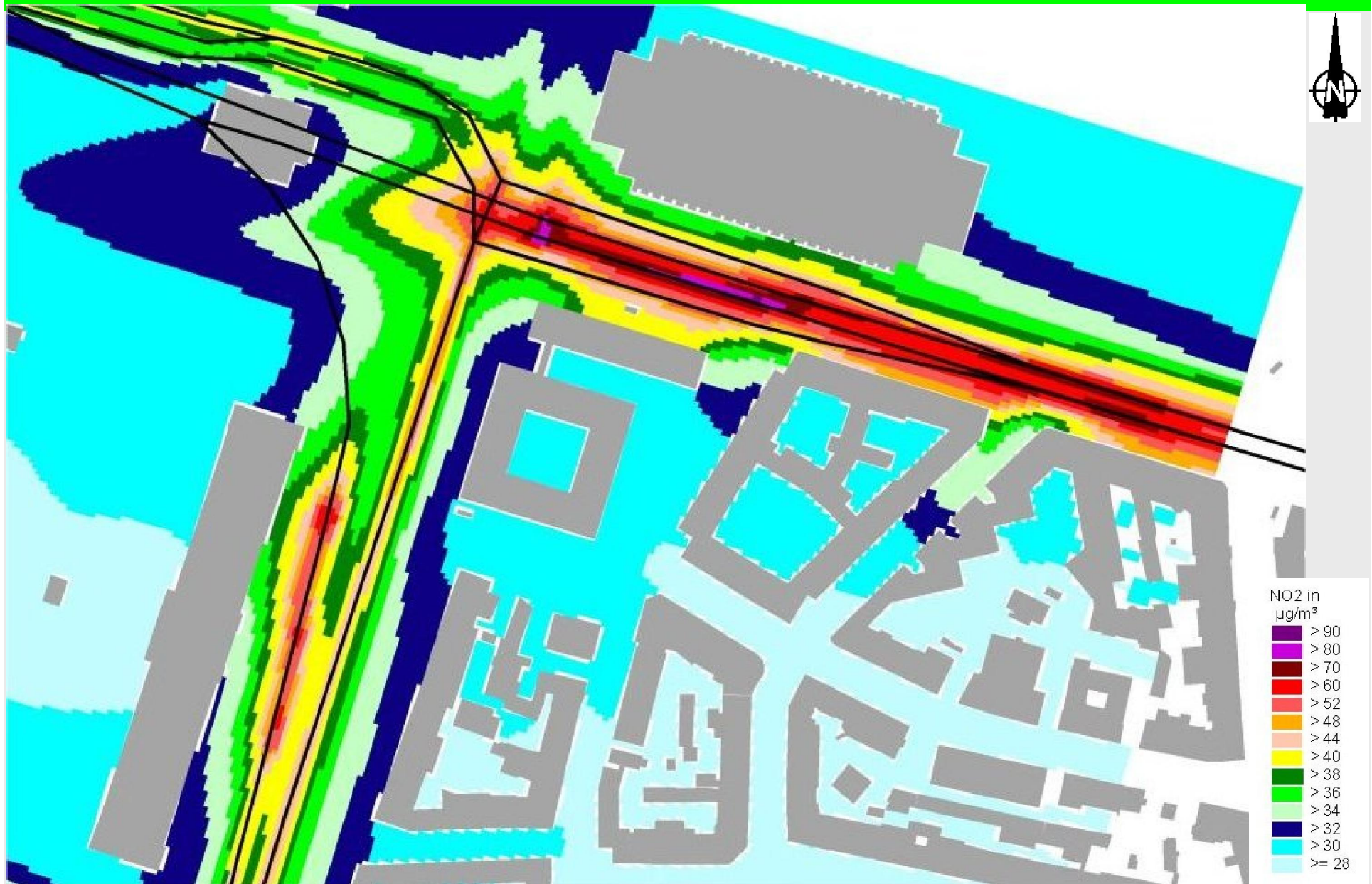
Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG
Karlsruhe und Dresden



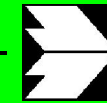
Beispiel 1: NO₂-Jahresmittel ohne Impuls



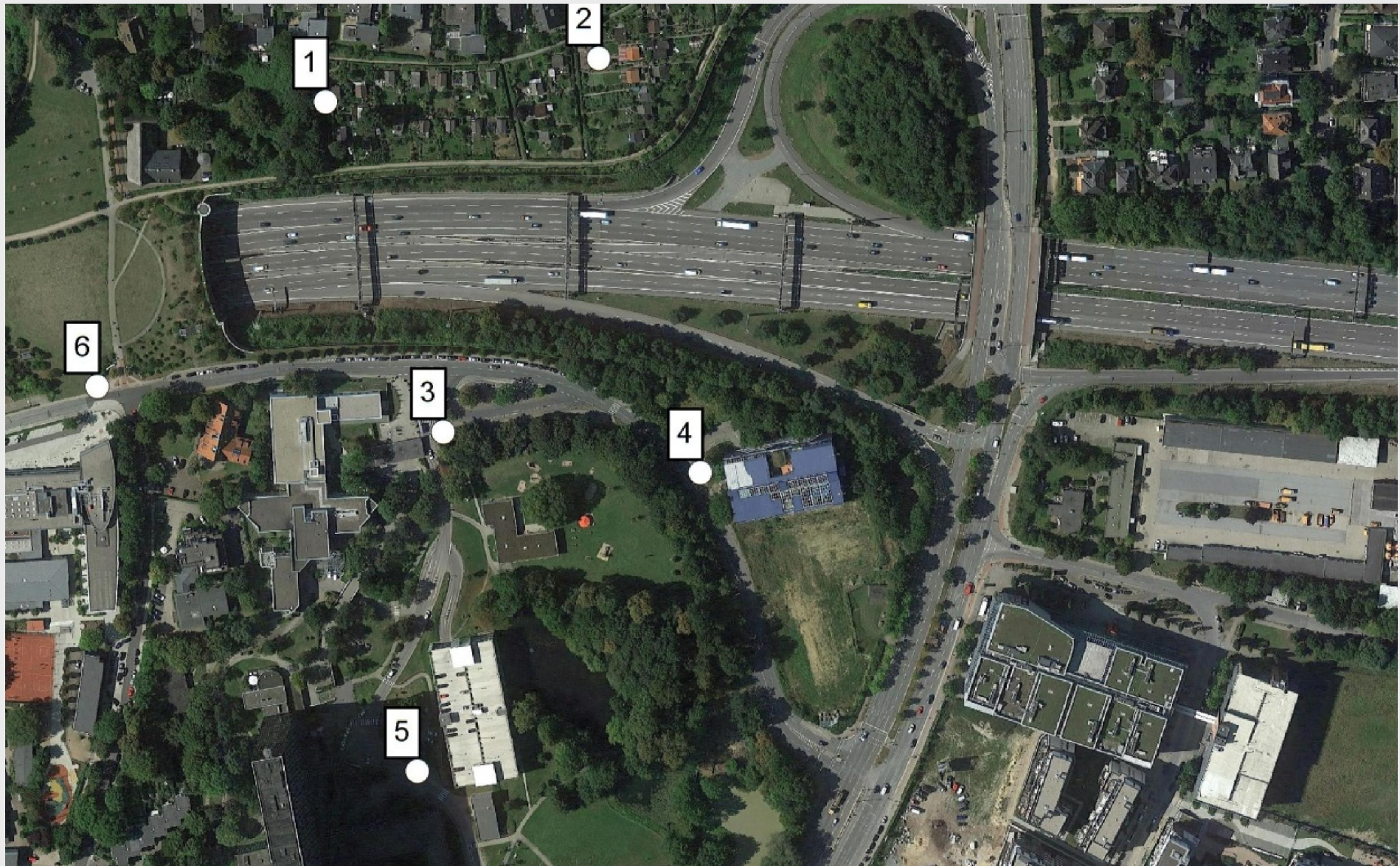
Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG
Karlsruhe und Dresden



Beispiel 2: Lage und Messpunkte

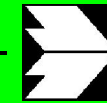


Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG
Karlsruhe und Dresden

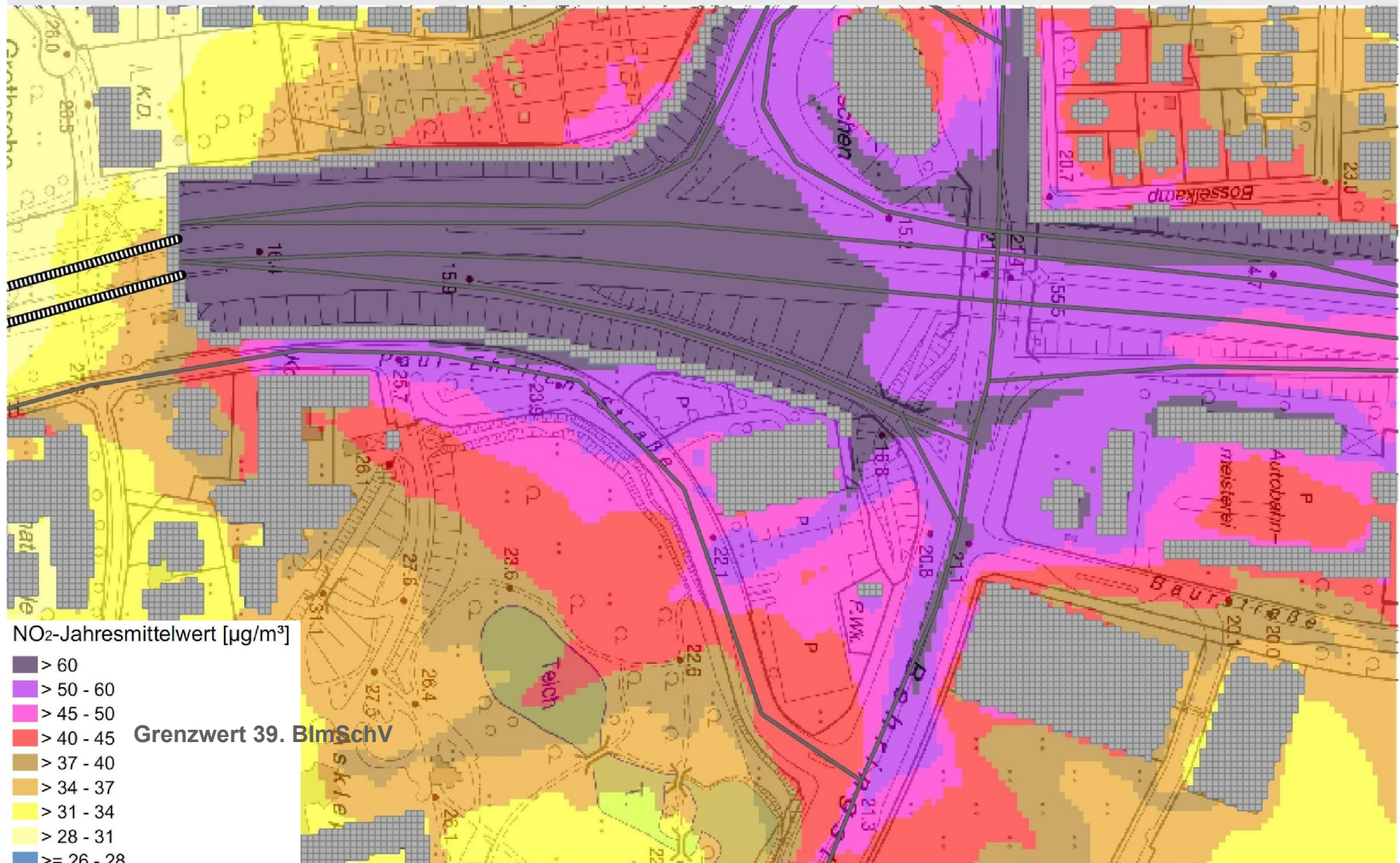


Quelle: Google Earth (02/2015)

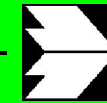
Beispiel 2: berechnete NO₂-Mittelwerte



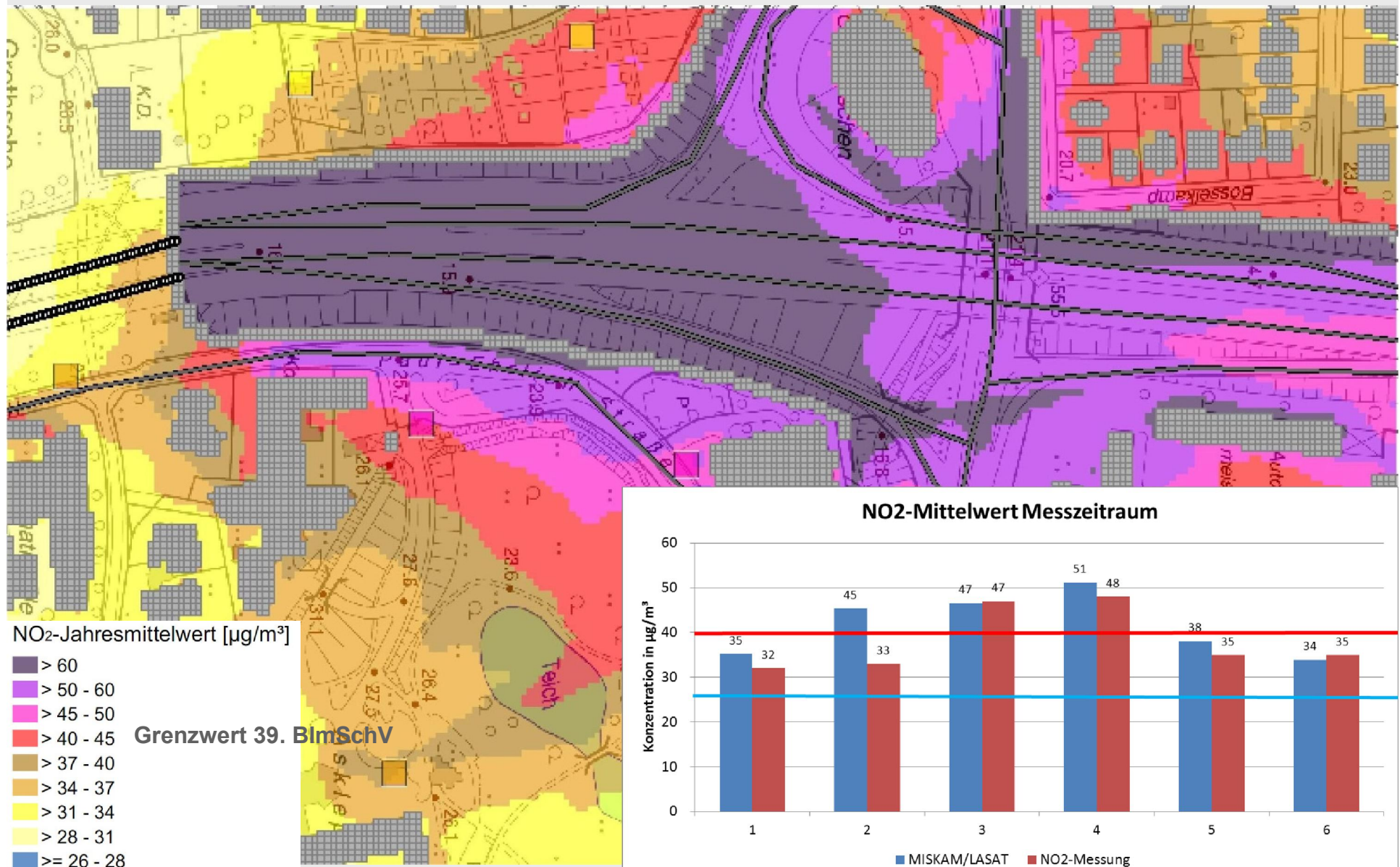
Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG
Karlsruhe und Dresden

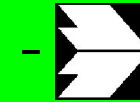


Beispiel 2: NO₂-Immissionen, Rechnung, Messung



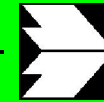
Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG
Karlsruhe und Dresden



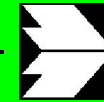


Es kann explizit berücksichtigt werden:

- Reale Tunnelportalgeometrien: z.B. abschirmende Wirkung von Einschnittslagen und Lärmschutzwänden bzw. Wälle
- Reale Straßengeometrien (Fahrstreifenfein, Straßennetz)
- Ausprägung der Portalabluftfahne entsprechend Abluftgeschwindigkeit und äußerem Windfeld
- Rauigkeit des Rechengebietes
- Gebäudeumströmungen
- Vergleiche zu Windkanalstudien (z.B. P. Klein) und Messdaten zeigen gute Übereinstimmungen bzgl. Form und Ausprägung der Abluftfahne



- Es stehen Vorgehensweisen und Modellansätze für die Prognose der Immissionen an Tunnelportalen zur Verfügung,
- die örtlichen Gegebenheiten prägen die Anforderungen an die Wahl des Modellansatzes
- Gebäude und Bauten im Nahbereich des Portals stellen die höchsten Anforderungen an die Modellwahl



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

(T.Nagel@Lohmeyer.de)