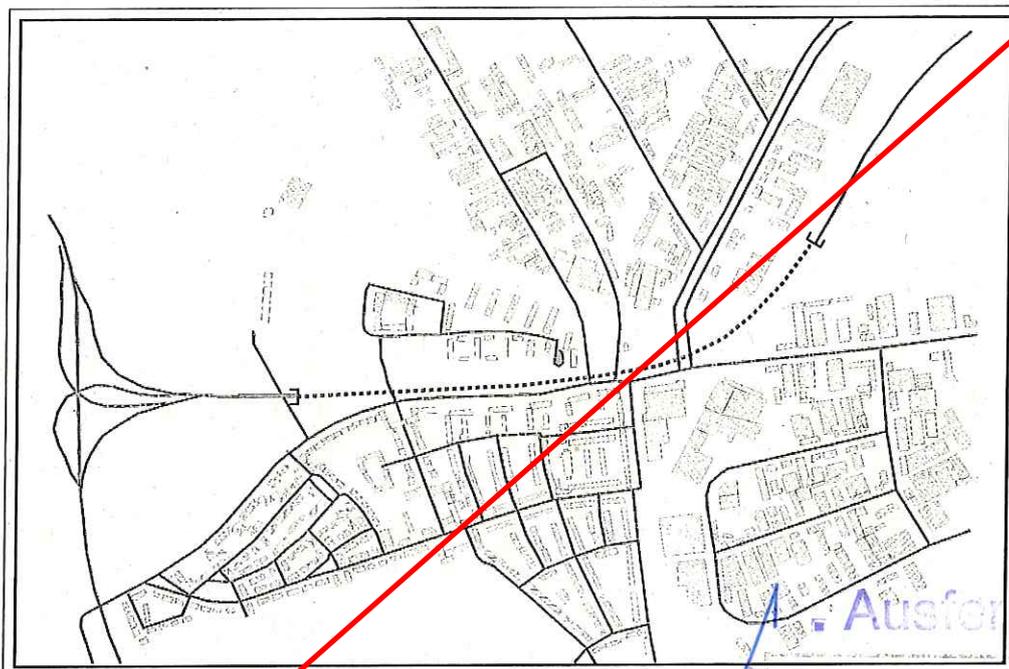


HESSSEN



**Amt für Straßen- und  
Verkehrswesen Frankfurt**

**Gutleutstraße 114  
60327 Frankfurt am Main**



*Deckblatt*  
*Ergebnisse*  
**Lufthygienische Untersuchung**



**A 66 Riederwaldtunnel  
Frankfurt am Main**

Unterlegen Nr. *26c*

zum

Planfeststellungsbeschluss  
vom ..... Az.: 61 k *04 (2.054)*

Wiesbaden, den *06. Feb. 2007*

Hessisches Ministerium  
für Wirtschaft, Verkehr  
und Landesentwicklung  
Abt. V.  
Im Auftrag



Baudirektor *X*

LI 21 0238



**Juni 2004**

**Planänderung  
Tunnel einschließlich AD Erlenbruch, Obere Ebene und Lärmschutz**

"Deckblatt zur den Ergebnissen lufthygienische Untersuchung"  
wird ersetzt durch Unterlage 15.4.2a

# Lufthygienische Untersuchung

A 66 Riederwaldtunnel

Frankfurt am Main

Amt für Straßen- und Verkehrswesen Frankfurt/M.  
Gutleutstraße 114  
60327 Frankfurt am Main

Lahmeyer International GmbH  
Friedberger Straße 173  
61118 Bad Vilbel

Bearbeitung:  
*Dr. Heil*  
Bad Vilbel, Juni 2004

Prüfung:  
Status: **geprüft**  
*Dr. Schorn*

Bad Vilbel, Juni 2004

**Inhaltsverzeichnis**

Seite

<b>1</b>	<b>EINFÜHRUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>VORBEMERKUNGEN</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>UNTERSUCHUNGSBEREICH</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>SZENARIENBESCHREIBUNG</b> .....	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>ZEITLICHER BEZUG</b> .....	<b>3</b>
<b>6</b>	<b>BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN</b> .....	<b>3</b>
<b>7</b>	<b>BEWERTUNG DER IMMISSIONEN IM STRAßENVERKEHR</b> .....	<b>5</b>
<b>8</b>	<b>VERKEHRSGRUNDLAGEN, VERKEHRSELASTUNG</b> .....	<b>7</b>
8.1	Spitzenstunde .....	8
8.2	Geschwindigkeit.....	8
8.3	Emissionsgrundlagen und Emissionsfaktoren.....	9
8.3.1	Schadstoffemissionsfaktoren .....	9
<b>9</b>	<b>METEOROLOGISCHE GRUNDLAGEN</b> .....	<b>10</b>
<b>10</b>	<b>MODELLSIMULATIONEN</b> .....	<b>12</b>
10.1	Beschreibung der Modelle .....	12
<b>11</b>	<b>IMMISSIONSMESSUNGEN UND HINTERGRUNDBELASTUNG</b> .....	<b>13</b>
<b>12</b>	<b>ERGEBNISSE</b> .....	<b>17</b>
12.1	Konzentrationswerte an den Portalen .....	18
<b>13</b>	<b>BEWERTUNG UND BEURTEILUNG</b> .....	<b>20</b>
<b>14</b>	<b>ABSCHÄTZUNG DER PM10-FRAKTION AM GESAMT-SCHWEBSTAUB</b> .....	<b>21</b>
	<b>QUELLEN- UND GRUNDLAGENVERZEICHNIS</b> .....	<b>24</b>

Anlage

A

**Straßennetz-Prognose mit Tunnelabschnitt, Tunnelröhren mit einfacher Längslüftung von km 1,6+50 bis km 2,7+45 (1025 m Nordröhre/ 1095 m Südröhre Länge)**

- Tunnel, Prognose 2015, NO<sub>2</sub>, 98 - Perzentil A.1a
- Tunnel, Prognose 2015, NO<sub>2</sub>, Jahresmittelwert A.1b
- Tunnel, Prognose 2015, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> –Jahresmittelwert A.1c

B

- Nullfall, Prognose 2015, NO<sub>2</sub>, 98 – Perzentil B.1a
- Nullfall, Prognose 2015, NO<sub>2</sub>, Jahresmittelwert B.1b
- Nullfall, Prognose 2015, PM<sub>10</sub>, Jahresmittelwert B.1c

**Lage der Messpunkte aus dem Stichprobenmessprogramm**

C

**Verkehrsmengenwerte**

D

**Emissionstabellen – HBEFA 2.1**

E

## 1 Einführung

Die Bundesrepublik Deutschland plant den Bau der BAB A 66 zwischen dem geplanten Autobahndreieck Frankfurt/M. – Erlenbruch (A 66/A 661) und der geplanten Anschlussstelle Frankfurt/M.-Borsigallee (A 66/K 870). Mit diesem Projekt soll die Lücke zwischen der A 661, Ostumgehung Frankfurt und dem provisorischen Autobahnde am Hessen – Center geschlossen werden.

Zentraler Bestandteil der Neubaumaßnahme ist der 1100 m lange Riederwaldtunnel, der im Korridor der Straße Am Erlenbruch vorgesehen ist.

Zur Bewertung der lufthygienischen Auswirkungen der geplanten Baumaßnahme einschließlich des Tunnels A 66/Riederwald auf die umgebende und geplante Bebauung wurden lufthygienischen Berechnungen für die bei verschiedenen Entlüftungsvarianten der Tunnelröhren auftretenden Immissionen durchgeführt. Die einzelnen Bearbeitungsschritte und Detailanalysen der lufthygienischen Untersuchung werden bislang durch folgende Berichte dokumentiert:

- Technischer Zwischenbericht, Lufthygienische Untersuchung  
A 66 Riederwaldtunnel vom Januar 1999
- Technischer Bericht, Lufthygienische Konzentrationsmessungen,  
A 66 Riederwaldtunnel 1. Vorkampagne vom August 1999
- Technischer Bericht, Lufthygienische Konzentrationsmessungen,  
A 66 Riederwaldtunnel 2. Vorkampagne vom April 2000
- Technischer Abschlussbericht, Lufthygienische Untersuchung  
A 66 Riederwaldtunnel vom Juni 2001
- Fortschreibung der Lufthygienischen Untersuchung mit diesem Bericht aufgrund aktualisierter Verkehrsmengenwerte, aktualisierter Emissionsfaktoren und aktualisierter gesetzlicher Immissionsgrenzwerte, Juni 2004

Im Rahmen des im Januar 2003 durchgeführten Erörterungstermins zum Planfeststellungsverfahren für den Neubau der Bundesautobahn A 66, Frankfurt am Main – Hanau, Teilabschnitt Tunnel Riederwald einschließlich des Autobahndreiecks Frankfurt – Erlenbruch (A 66 / A 661) und der Anschlussstelle Frankfurt – Borsigallee (A 66 / K 870) wurde die Vorgabe getroffen, die Verkehrsuntersuchung für den Prognosehorizont 2015 zu erweitern.

Zum detaillierten Nachweis der auf dieser aktualisierten Verkehrsmengenprognose bestehenden lufthygienischen Einträge an den maßgeblichen Immissionsorten wird die lufthygienische Untersuchung des Tunnels A 66/Riederwald gemäß den aktuellen Planunterlagen fortgeschrieben.

Lahmeyer International GmbH wurde mit der Fortschreibung der lufthygienischen Untersuchung beauftragt.

## **2 Vorbemerkungen**

Die Datengrundlagen und Verfahrensweisen zur Modellsimulation entsprechen den bereits beschriebenen Ansätzen aus dem Technischen Zwischenbericht vom Januar 1999. Entsprechend den aktualisierten Planunterlagen, Stand 15.04.2004 (Amt für Straßen- und Verkehrswesen Frankfurt am Main) wird eine Fortschreibung der Lufthygienischen Untersuchung des Tunnels A66/Riederwald vorgenommen.

Die Beurteilungsgrundlagen werden entsprechend der im Juni 1999 neu eingeführten Richtlinie der EG 1999/30/EG [3] für Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickoxide, Partikel und Blei und der in Folge im Juni 2002 fortgeschriebenen 22. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft – 22. BImSchV [4] aktualisiert.

Mit der Version 2.1 HBEFA (Handbuch für Emissionsfaktoren) wurde eine Aktualisierung der Emissionsfaktoren im März 2004 durch das Umweltbundesamt vorgenommen. Für die Berechnungen zu dieser Untersuchung werden die neuen Emissionsfaktoren verwendet.

## **3 Untersuchungsbereich**

Der Untersuchungsbereich ist in den Abbildungen der Anlage A und B dargestellt und umfasst den relevanten Tunnelabschnitt mit seinen Portalöffnungen. Zur Darstellung der lufthygienischen Situation in den Bereichen, die durch die Planung betroffen sind, werden die Isokonzentrationslinien im Umfeld der vorgesehenen Tunnelvariante und der zugehörigen Straßen für das Prognosejahr 2015 aufgezeigt.

## 4 Szenarienbeschreibung

Die innerhalb des Tunnels anfallenden verkehrsbedingten lufthygienischen Belastungen werden bei einer einfachen Längslüftung entsprechend den äußeren Windlasten, dem technischen Lüftungsbetrieb und dem fahrtrichtungsbezogenen, dominierenden Portalausgang emittiert. Strahlventilatoren unterstützen ggf. die Belüftung der Tunnelröhre in einer Vorzugsrichtung.

Das im Folgenden untersuchte Szenario verfolgt eine Minimierung lufthygienischer Konzentrationseinträge für die benachbarte Bebauung in der Umgebung der emittierenden Tunnelportale, wo unter den verkehrlichen Prognosebedingungen maßgebliche Immissionsgrenzwerte/ -prüfwerte unter einer Längslüftung für die angrenzenden Bebauungsflächen erreicht oder überschritten werden können. Hierbei werden alle durch die Tunnelbelüftung betroffenen Schadstoffkomponenten und Kennwerte durch die vorgesehenen Einschnittslagen und Abschirmwände reduziert und unschädlich abgeleitet.

## 5 Zeitlicher Bezug

Den lufthygienischen Berechnungen sind die Analysen der verkehrlichen Auswirkungen des Baus der Tunnelvariante für das Prognosejahr 2015 zugrunde gelegt. Der zugrundegelegte Vergleichsfall Nullfall Prognose entspricht dem heutigen baulichen Zustand mit den Verkehrsmengen für das Prognosejahr 2015.

## 6 Beurteilungsgrundlagen

Die luftgetragene Schadstoffbelastung auf das benachbarte Umfeld, Vegetation und Bebauung, im Untersuchungsraum A 66 – Riederwald werden in erster Linie durch angrenzenden Straßenverkehr verursacht.

In der im Juni 1999 eingeführten Richtlinie der EG (1999/30/EG) [3] werden Grenzwerte für Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Stickoxide (NO<sub>x</sub>), Partikel (PM<sub>10</sub>) und Blei mit bestimmten Toleranzmargen und Toleranzzeiträumen fortgeschrieben. Die Aufhebung der bis dahin bestehenden EG - Richtlinien (85/203/EWG) [5] wurde für Juli 2001 vorgenommen. Die EU - Mitgliedstaaten werden aufgefordert, diese Richtlinie ab diesem Zeitpunkt für die Beurteilung einzelner lufthygienischer Komponenten zugrunde zu legen.

Die Einführung der neuen Immissionsgrenzwerte (z.B. NO<sub>2</sub> - Jahresgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 40µgNO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, NO<sub>x</sub> - Jahresgrenzwert für den Schutz der Vegetation 30 µgNO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup>) wurde mit der Novellierung der 22. BImSchV [4] abgeschlossen. Der Prognosehorizont zur Einhaltung der NO<sub>2</sub> - Grenzwerte wird mit dem 1. Januar 2010 angestrebt. Die novellierte 22. BImSchV [4] weist für den Straßenverkehr Immissionsgrenzwerte für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Benzol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), Partikel (PM<sub>10</sub>), Blei und Schwefeldioxid aus.

Im Hinblick auf die 23. BImSchV - Verordnung [1] für verkehrsbedingte Schadstoffimmissionen wurden zusätzlich Immissionsprüfwerte für Stickstoffdioxid, Benzol und Ruß eingeführt zur Prüfung von Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung von schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne von §40, Absatz 2 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG [6]). Weitere Immissionsrichtwerte (z.B. TA-Luft [7]) bzw. Immissionsleitwerte sind rechtlich nachgeordnet.

Die folgende Tabelle 6./1 zeigt eine Zusammenstellung der relevanten Immissionskennwerte.

**Tabelle 6./1:** Grenz- und Prüfwerte

Richtlinie	Typ	Jahresmittelwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Perzentil-Wert [µg/m <sup>3</sup> ]	Schutzobjekt	Bemerkungen
<b>Komponente: Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub> / Stickoxide NO<sub>x</sub></b>					
22. BImSchG	Grenzwert		200	Menschliche Gesundheit	Allgemeine Richtlinie
1999/30/EG 22. BImSchG	Grenzwert		200	Menschliche Gesundheit	Allgemeine Richtlinie, 1h-Mittelung als 99,8%Wert/Jahr (18 zugelassene Überschreitungen)
TA-Luft	Grenzwert		200	Menschliche Gesundheit	Richtlinie für genehmigungsbedürftige Anlagen, flächenbezogen (1kmx1km), 98-Perzentil
<del>23. BImSchV</del>	<del>Prüfwert</del>		<del>160</del>	<del>Menschliche Gesundheit</del>	<del>Allgemeine Richtlinie</del>
TA-Luft	Grenzwert	80		Menschliche Gesundheit	Richtlinie für genehmigungsbedürftige Anlagen, flächenbezogen (1km x 1km)
1999/30/EG 22. BImSchV	Grenzwert	40		Menschliche Gesundheit	Allgemeine Richtlinie
1999/30/EG 22. BImSchV	Grenzwert Stickoxide	30		Schutz Vegetation	Allgemeine Richtlinie, Wert repräsentativ für 1000 km <sup>2</sup> , 5 km von Bebauungsgebieten
<b>Komponente: Benzol</b>					
<del>23. BImSchV</del>	<del>Prüfwert</del>	<del>10</del>		<del>Menschliche Gesundheit</del>	<del>Allgemeine Richtlinie</del>
1999/30/EG 22. BImSchV	Grenzwert	5		Menschliche Gesundheit	Allgemeine Richtlinie

*23. BImSchV wurde am 1. Januar 2010 aufgehoben, die Werte sind in der TA-Luft, Kap. 5, Nr. 7.1.6.2.2*

**Tabelle 6./1:** Grenz- und Prüfwerte

Richtlinie	Typ	Jahresmittelwert [µg/m <sup>3</sup> ]	Perzentil-Wert [µg/m <sup>3</sup> ]	Schutzobjekt	Bemerkungen
<b>Komponenten: Russ, Schwebstaub und Partikel</b>					
23. BImSchV	Prüfwert Russ	8		Menschliche Gesundheit	Allgemeine Richtlinie
1999/30/EG 22. BImSchV	Grenzwert PM <sub>10</sub>	40/ 20 <sup>+) </sup> 40		Menschliche Gesundheit	EG-Werte; ab 2005/ ab 2010 <sup>+) </sup> 22. BImSchV: ab 2005
1999/30/EG 22. BImSchV	Grenzwert PM <sub>10</sub>		50	Menschliche Gesundheit	Allgemeine Richtlinie, 24h-Mittelung mit 35 zugelassene Überschreitungen
<b>Komponenten: Schwefeldioxid, Blei und Kohlenmonoxid</b>					
1999/30/EG 22. BImSchV	Grenzwert SO <sub>2</sub>		350	Menschliche Gesundheit	Allgemeine Richtlinie, 1h-Mittelung mit 24 zugelassene Überschreitungen
1999/30/EG 22. BImSchV	Grenzwert SO <sub>2</sub>		125	Menschliche Gesundheit	Allgemeine Richtlinie, 24h-Mittelung mit 3 zugelassene Überschreitungen
1999/30/EG 22. BImSchV	Grenzwert SO <sub>2</sub>	20		Ökosysteme	Allgemeine Richtlinie, Jahresmittelwert/ Winterhalbjahresmittelwert
1999/30/EG 22. BImSchV	Grenzwert Blei	0,5		Menschliche Gesundheit	Allgemeine Richtlinie, mit Ausnahmen
1999/30/EG 22. BImSchV	Grenzwert CO		10	Menschliche Gesundheit	Allgemeine Richtlinie, höchster Achtstundenmittelwert

+ ) Stufe 2, Richtgrenzwerte, die im Lichte weiterer Information zu überprüfen sind

## 7 Bewertung der Immissionen im Straßenverkehr

Aufgrund der für das Prognosejahr ab 2015 vorliegenden typischen Zusammensetzung der Kraftfahrzeugabgase sind im Wesentlichen die Konzentrationswerte für Stickstoffdioxid, Partikel (PM10), Benzol und Ruß in dieser Reihenfolge relevant. Sind diese Abgaskomponenten im Verhältnis zu ihrem Immissionsgrenzwert ausreichend verdünnt, so sind andere Abgaskomponenten von ihrer vergleichbaren Konzentration von deutlich geringerer Relevanz (z.B. Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Blei gemäß der Richtlinie 1999/30/EG).

## **Stickstoffdioxid**

Der neu eingeführte Immissionsgrenzwert für NO<sub>2</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel kann an stark befahrenen Straßenabschnitten (DTV ≈ 20.000 Kfz/24h) erreicht oder überschritten werden, da die heute vorherrschende Hintergrundbelastung für NO<sub>2</sub> im Jahresmittel ca. 20 µgNO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> in Stadt- und Umlandgebieten betragen kann und die Emissionen der Kraftfahrzeuge auch nach Einführung der Euro Norm IV diesen Wert noch ausschöpfen können. Hier ist im Einzelfall zu prüfen, ob an maßgeblichen Immissionsorten Grenzwertüberschreitungen auftreten.

## **Stickoxide**

Der neu eingeführte Immissionsgrenzwert für NO<sub>x</sub> von 30 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel zum Schutz der Vegetation ist als eine Bestimmungsgröße zu interpretieren für die Beurteilung von großflächigen (> 1.000 km<sup>2</sup>) Vegetationsräumen mit einem Abstand von mehr als 20 km/ 5 km von Ballungsräumen bzw. bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Straßen. Dies bedeutet, dass für diesen Bewertungsfall nicht Einzelpunkte zu betrachten sind, sondern ein Mittelungswert über den gesamten Untersuchungsraum der Vegetation – der Immissionsgrenzwert ist einzuhalten an einem für den gesamten Bereich repräsentativen Ort. Der Begriff „repräsentativ“ wird hier in Bezug auf die Definition dieses Grenzwertes als zeitliches Mittel auch als ein räumliches Mittel interpretiert.

Auf Basis dieser Definition ist der Immissionsgrenzwert zum Schutz der Vegetation ein Wert, der im wesentlichen durch die Hintergrundbelastung definiert wird.

## **Ruß**

Der für die lufthygienische Beurteilung der Abgaskomponente Ruß definierte Immissionsgrenzwert ist im Rahmen der 23. BImSchV [1] festgelegt. Auf der Emissionsseite sind jedoch keine detaillierten Abgas-Emissionsfaktoren für die Schadstoffkomponente Ruß verfügbar. Die betreffenden Ausbreitungsberechnungen werden deshalb unter Zugrundelegung der Emissionen von der Gesamt-Partikelmasse durchgeführt und die resultierenden berechneten Zusatzbelastungen als Partikel-Konzentrationswerte ausgewiesen. Dies entspricht bei Interpretation der Rußemissionen als 100 % der Partikel-Immissionen einer sehr konservativen Abschätzung. Die Schadstoffkomponente Ruß kann mit einem Anteil von ca. 45 % an der Gesamtpartikelkonzentration angenommen werden, gemäß den Empfehlungen der VDI-Arbeitsgruppe Emissionsmodellierung.

## Partikel PM<sub>10</sub>

Immissionskonzentrationen von PM<sub>10</sub> werden vorwiegend aus dem Straßenraum verursacht und setzen sich aus unterschiedlichen, bislang technisch nicht vollständig quantifizierten Quellbeiträgen zusammen (z.B. Reifen-, Kupplungs-, Bremsen- und Straßenabrieb, Staubaufwirbelung, Ruß, etc.). Für die Emissionen durch Abrieb bzw. Staubaufwirbelung sind keine Emissionsfaktoren veröffentlicht. Aus der Literatur lassen sich in grober Näherung Werte ableiten, die aussagen, dass ca. 10% bis 50% der PM<sub>10</sub>-Emissionen direkt aus Fahrzeugemissionen abgeleitet werden können; der Rest ca. 50% bis 90% resultiert somit aus Abrieb und Staubaufwirbelung.

## 8 Verkehrsgrundlagen, Verkehrsbelastung

Grundlagen zur Berechnung der Abgasemissionen der Straßen sind die Verkehrsbelastungen, die sich aus dem Fachteil der fortgeschriebenen Verkehrsuntersuchung für das Prognosejahr 2015 [8] ergeben. Tabelle 8./1 zeigt eine Übersicht der Verkehrsmengenwerte für das Untersuchungsgebiet. Eine graphische Abbildung der Verkehrsmengenwertverteilung ist in Anlage D enthalten.

**Tabelle 8./1:** Verkehrsmengenwerte für das Prognosejahr 2015 (auf 100 Fahrzeuge gerundet)

Lfd. Nr.	Straße	Verkehrsuntersuchung Abb. 5.1.1, Anlage D Planfall Prognosejahr (6-streifig) [Kfz/24h]	Verkehrsuntersuchung Abb. 4.1.1, Anlage D Nullfall Prognosejahr [Kfz/24h]	Bemerkung
1	A66 Tunnelabschnitt	86200	-	Steigung im Rampenbereich < 4 %
2	AS-Knoten Erlenbruch, Nordverb.	36800	-	Anschluss an A 661, Nordrichtung
3	AS-Knoten Erlenbruch, Südverb.	49300	-	Anschluss an A 661, Südrichtung
4	Am Erlenbruch	14200	27900	Entlastungswirkung durch Tunnel
5	Borsigallee	13700	24500	Entlastungswirkung durch Tunnel

Lfd. Nr.	Straße	Verkehrsuntersuchung Abb. 5.1.1, Anlage D Planfall Prognosejahr (6-streifig) [Kfz/24h]	Verkehrsuntersuchung Abb. 4.1.1, Anlage D Nullfall Prognosejahr [Kfz/24h]	Bemerkung
6	Wächtersbacher Straße	6200	5900	Innerortsstraße
7	A661 – nördlich AS – Knoten Erlenbruch	110800	96600	A 661 – Verbindung
8	A661 – südlich AS – Knoten Erlenbruch	123300	87500	A 661 – Verbindung

Der Lkw-Anteil wurde entsprechend den Angaben aus der Verkehrsuntersuchung mit 9 % des durchschnittlich täglichen Verkehrsmengenwertes (DTV) im Tunnelabschnitt angenommen [8]. Hiervon entfallen unter konservativer Annahme etwa 20 % auf schwere Nutzfahrzeuge und 80 % auf leichte Nutzfahrzeuge.

Die Minderung des Kfz – Aufkommens durch die Tunnelbaumaßnahme im Straßenabschnitt „Am Erlenbruch“ beträgt ca. 49% , die Minderung des Kfz – Aufkommens durch die Tunnelbaumaßnahme im Straßenabschnitt „Borsigallee“ beträgt ca. 44 % des Kfz- Aufkommens.

### 8.1 Spitzenstunde

Die Spitzenstunde der Kfz-Belastung wird mit durchschnittlich 10 % des DTV-Wertes gemäß den aktuellen Verkehrszählungen [8] angesetzt. Der mit diesen Angaben bestimmte Spitzenverkehrsanteil bezieht sich auf die Anzahl von **Kraftfahrzeugen pro Stunde** während einer typischen dichten Verkehrssituation.

### 8.2 Geschwindigkeit

Die Fahrmuster werden entsprechend dem Technischen Zwischenbericht vom Januar 1999 [9] für die fortgeschriebene **Version 2.1 des Handbuchs für Emissionsfaktoren aus März 2004** [2] nach Euro Norm III und IV angesetzt. Im Bereich des geplanten Tunnelabschnitts der A66 wird eine maximale Fahrgeschwindigkeit von 80 km/h angesetzt. Die im relevanten Straßennetz gewählten Fahrgeschwindigkeiten entsprechen der mittleren Geschwindigkeit für die Straßenkategorie und dem dabei auftretenden Fahrmuster.

Tabelle 8./2: Verkehrssituation

Verkehrssituation	Fahrmodus
A66, Tunnelabschnitt	BAB – 80, Tempolimit 80 km/h
A66	BAB – 130, ohne Tempolimit
IO, Innerortsverkehr	IO, HVS, TL=50 km/h

### 8.3 Emissionsgrundlagen und Emissionsfaktoren

#### 8.3.1 Schadstoffemissionsfaktoren

Die Abgasemissionsfaktoren des Kraftfahrzeugverkehrs werden in Abhängigkeit von dem Fahrmodus eines repräsentativen Fahrzeugkollektivs und dem technischen Stand aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren entnommen. Hierzu wurde mit der Version 2.1 HBEFA eine Aktualisierung im März 2004 durch das Umweltbundesamt vorgenommen. Tabelle 8.3/1 zeigt beispielhaft einen tabellarischen Vergleich der Emissionsfaktoren für das Analysejahr 2004 und für den Prognosefall 2015. Zusätzlich sind zum Vergleich Emissionsfaktoren aus der vorangegangenen Version 1.1 des Handbuchs für Emissionsfaktoren angegeben.

Tabelle 8.3/1: Emissionsfaktoren (warmer Betriebszustand)

Verkehrssituation	Fahrzeugart	Stickoxide (NO <sub>x</sub> ) in g/km/Kfz (% reduziert bezogen auf Analysejahr 2004)			Partikel (PM) in g/km/Kfz (% reduziert bezogen auf Analysejahr 2004)		
		Analyse 2004 (Hbefa 2.1)	Prognose 2015 (Hbefa2.1)	Prognose 2015 (Hbefa 1.1)	Analyse 2004 (Hbefa2.1)	Prognose 2015 (Hbefa2.1)	Prognose 2015 (Hbefa.1.1)
BAB-80	Pkw	0,247	0,164 (-33%)	0,108	0,009	0,007 (-22%)	0,003
	LNfz	0,918	0,507 (-45%)	0,331	0,076	0,029 (-62%)	0,021
	SNfz	6,628	2,383 (-64%)	1,829	0,139	0,039 (-72%)	0,029
IO-HVS	Pkw	0,240	0,137 (-43%)	0,098	0,008	0,006 (-25%)	0,004
	LNfz	0,524	0,280 (-47%)	0,292	0,043	0,017 (-61%)	0,023
	SNfz	7,004	3,458 (-51%)	1,352	0,195	0,065 (-76%)	0,029

Grundsätzlich zeigen die neuen Emissionsfaktoren eine weitere Abnahme der Emissionen bis zum Prognosehorizont 2015, jedoch nicht in dem ursprünglich der HBEFA 1.1 prognostizierten Umfang. Eine Übersicht der verwendeten Emissionsfaktoren wird in Anlage E aufgeführt.

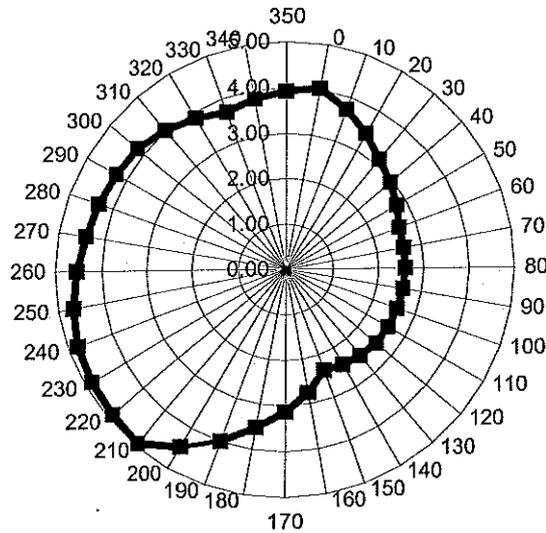
## 9 Meteorologische Grundlagen

Die Annahmen zu den meteorologischen Grundlagen werden unverändert für das Untersuchungsgebiet aus unseren bisherigen Untersuchungen übernommen. Dies sind im Einzelnen folgende Unterlagen:

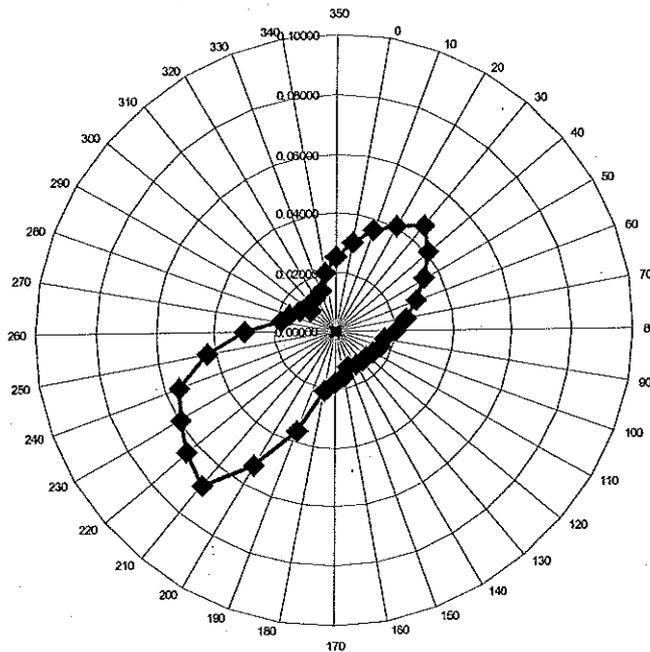
- Technischer Zwischenbericht, Lufthygienische Untersuchung, Lahmeyer International 1999 [9]
- Schadstoffbelastung im Bereich des geplanten Riederwaldtunnels in Frankfurt/M, DWD 1998 [10]
- Immissionssimulationen von Luftschadstoffen aus dem Kfz-Verkehr in der Region Rhein-Main, Lahmeyer International 1997 [11]
- Lufthygienische Simulationsrechnungen verkehrsbedingter Schadstoffbelastungen im Untersuchungsbereich Frankfurt/Main, Lahmeyer International 1996 [12]

Die Windrichtungen (Grad) - und Geschwindigkeitsverteilung (m/s) aus den gemessenen Datengrundlagen wurde wie folgt für das Untersuchungsgebiet angesetzt:

Verteilung der Windgeschwindigkeiten auf 67m Höhe über Grund



Verteilung der relativen Häufigkeiten der Anströmungsrichtung in 67m über Grund



## 10 Modellsimulationen

### 10.1 Beschreibung der Modelle

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung kommt das am Institut für Physik der Atmosphäre der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz entwickelte mikroskalige Simulationsmodell MISKAM zum Einsatz. Das mikroskalige Modell MISKAM wurde als Grundlage der VDI-Richtlinie 3782 Bl.8 herangezogen und entsprechend dieser Verfahrensanleitung umgesetzt. Die einzelnen Bearbeitungsschritte lassen sich in folgende Punkte gliedern:

- Aufbereitung der topographischen, meteorologischen und verkehrlichen Eingangsdaten
- Simulation der dreidimensionalen Windverteilungen
- Ausbreitungsberechnungen (Konzentrationszonen, Perzentil- und Jahresmittelwert)

Für die am A66 Riederwaldtunnel zu berechnenden Prognoseszenarien kann Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) als Leitsubstanz für die Kennwerte im Jahresmittel und im Perzentil gemäß den Grenzwerten der EG-Richtlinie 1999/30/EG, 85/203/EWG, 22. BImSchV und ~~23. BImSchV~~ angesehen werden. Zur Bewertung der Spitzenbelastung wird der Perzentilwert herangezogen, der maßgeblich durch die höchsten Verkehrsmengenwerte pro Stunde („Rush Hour“) verursacht wird. Sind diese Werte ausreichend verdünnt im Verhältnis zu den zugrunde gelegten Emissionsfaktoren am maßgeblichen Einwirkungsort, so sind andere Substanzen im Allgemeinen weniger kritisch.

Im Einzelnen werden in diesem Bericht folgende Ausbreitungsszenarien betrachtet:

Anlage	Komponente	Kennwert
(A1.a) Tunnel, Prognose 2015	NO <sub>2</sub>	98%
(A1.a)		99,8%
(A1.b)		Jahresmittelwert
(A1.c) Tunnel, Prognose 2015	PM <sub>10</sub>	Jahresmittelwert
(B1.a) Nullfall, Prognose 2015	NO <sub>2</sub>	98%
(B1.a) Nullfall, Prognose 2015		99,8%
(B1.b) Nullfall, Prognose 2015		Jahresmittelwert
(B1.c) Nullfall, Prognose 2015	PM <sub>10</sub>	Jahresmittelwert

## 11 Immissionsmessungen und Hintergrundbelastung

Die Isokonzentration in den Abbildungen der Anlagen A bis B stellen jeweils die durch den Straßenverkehr im Modellgebiet verursachte Zusatzbelastung dar. Die Immissionen der untersuchten Schadstoffkomponenten des Untersuchungsbereiches setzen sich jedoch aus der vorhandenen gebietspezifischen Vorbelastung und der straßenverkehrsbedingten Zusatzbelastung zusammen. Die Vorbelastung dokumentiert bzw. beinhaltet die Emissionen durch Hausbrand, Industrie, Verkehr des peripheren Straßennetzes und überregionalen Schadstofffrachten.

Zur Prüfung der vorliegenden verkehrsbedingten Immissionen im Untersuchungsgebiet wurden Lufthygienische Konzentrationsmessungen - Stichproben - Messprogramm - in 2. Messkampagnen (im Juni 1999 und Februar 2000 an jeweils 12 Tagen) durchgeführt. Die Messergebnisse hierzu wurden in den Berichten

- Technischer Bericht 1. Vorkampagne, Lufthygienische Konzentrationsmessungen 1999 [13] und
- Technischer Bericht 2. Vorkampagne, Lufthygienische Konzentrationsmessungen 2000 [14]

dargestellt.

Ziel dieser Immissionsmessungen war, für ausgewählte Immissionsorte in den Bereichen der zukünftigen Tunnelportale und der bereits bestehenden Straßenzüge im Untersuchungsbereich Aussagen zur derzeitigen Immissionsbelastung zu erhalten. Hieraus konnten obere Grenzen für die derzeit bestehende Hintergrundbelastung abgeschätzt werden. Die Messpunkte (MP) sind durch folgende Lagemerkmale charakterisiert (vgl. Anlage C):

MP1: Hintergrundbelastung, Station Riederwald, Grünbereich hinter Tennishalle

Zur Bestimmung der Hintergrundbelastung wurde eine Messstation in dem nördlich des geplanten Riederwaldtunnels gelegenen Kleingartenbereich eingesetzt. Hierdurch wird eine ausreichende Entfernung zu den nächstgelegenen lokalen Emissionsquellen (Straße, Gewerbe, Wohnhäuser) erzielt, so dass eine repräsentative obere Abschätzung der Hintergrundbelastung für den Untersuchungsraum möglich ist.

MP2: Ostportal, Borsigallee 12, Parkplatz im Hinterhof

Der später im Einwirkungsbereich dieses Messpunktes liegende Ein- und Ausfahrtbereich des Ostportals ermöglicht eine ausreichende Vergleichsgrundlage für die unmittelbar an-

grenzende Gewerbebebauung. Das unmittelbar angrenzende Gewerbegebäude an dem bestehenden Grünzug wird derzeit durch lokale verkehrsbedingte Emissionsquellen wenig beeinträchtigt. Die Messposition ist derart gewählt, dass die an der Gewerbebebauung höchsten zu erwartenden tunnelbedingten Emissionsbeiträge des Ostportals nach dem Bau und der Betriebsnahme der geplanten Tunnelbaumaßnahme gemessen werden können.

MP3: Innerstädtischer Messpunkt, Am Erlenbruch 130, Parkstreifen am Straßenrand

Diese Messposition repräsentiert den innerstädtischen Messpunkt, der durch Verkehrsverlagerungen durch die geplante Maßnahme betroffen wird und charakterisiert die heute stark befahrene Straße „Am Erlenbruch/ Borsigallee“ mit häufigen Stauszenarien. Die in ca. 20 m Abstand liegenden Ampelanlagen verursachen zudem „Stop“- und „Go“-Verkehr, der zu erhöhten verkehrsbedingten Emissionen (insbesondere Ruß) führt.

MP4: Am Erlenbruch 80, Parkstreifen am Straßenrand

Der später im Einwirkungsbereich dieses Messpunktes liegende Ein- und Ausfahrtsbereich des Westportals ermöglicht eine ausreichende Vergleichsgrundlage für die angrenzende Wohnbebauung. Die Messposition ist derart gewählt, dass die an der Wohnbebauung höchsten zu erwartenden tunnelbedingten Emissionsbeiträge des Westportals nach dem Bau und der Betriebsnahme der geplanten Tunnelbaumaßnahme gemessen werden können. Der Messpunkt am Westportal ist heute durch eine stark befahrene Straße charakterisiert (durchschnittlicher täglicher Verkehrsmengenwert ca. 29000 Kfz/24h). Das hohe Verkehrsaufkommen führt zu häufigen Stauszenarien, die nach dem Bau und der Betriebsnahme der geplanten Tunnelbaumaßnahme nicht weiter zu erwarten sind (Prognose durchschnittlicher täglicher Verkehrsmengenwerte ca. 14.000 Kfz/24h).

Tabelle 11./1 zeigt eine Zusammenstellung der gemittelten Messwerte an den verschiedenen Immissionsorten.

**Tabelle 11./1:** Gemessene Immissionskenngrößen (1999/2000)

Kenngröße	Mittelwerte						98-Perzentil	99,8-Perzentil
	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Benzol [µg/m <sup>3</sup> ]	Russ [µg/m <sup>3</sup> ]	NO [µg/m <sup>3</sup> ]	O <sub>3</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Staub [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]
<b>MP1</b>	33,0	1,2	0,8	3,5	52,8	52,8	76,7	81,5
<b>MP2</b>	35,6	1,4	1,0	4,8	58,1	47,3	78,7	84,3
<b>MP3</b>	69,0	6,8	7,5	109,7	25,4	104,3	98,1	101,8
<b>MP4</b>	57,9	6,4	4,7	88,6	33,0	88,4	111,9	121,9
<b>MP4/nur Werktage</b>	66,9	6,1	5,3	93,0	33,1	86,4	117,5	123,2

Diese Ergebnisse zeigen, dass für die straßennahen Immissionsorte (MP3, MP4) durchaus hohe Konzentrationen in den Tagesmittelwerten erreicht werden. Am Messpunkt MP3 wurde nahezu eine Ausschöpfung des Immissionsprüfwertes für Ruß von 8 µg/m<sup>3</sup> innerhalb des Stichprobenmessprogramms erzielt. Der Messpunkt MP1 unterstellt eine obere Grenze für die heutige im Untersuchungsraum anzunehmende Hintergrundbelastung. Dennoch ist auch der Messpunkt MP1 vorwiegend durch verkehrsbedingte Emissionen im weiteren Umfeld geprägt, die typisch für einen ausgedehnten städtischen Bereich sind. Eine Anwendung dieser Werte für die Prognosebetrachtung erscheint sehr konservativ, da durch die verbesserte Abgastechnologie, nicht nur im Bereich der Kraftfahrzeuge, eine Senkung der verkehrsbedingten Emissionen eintritt, wodurch geringere Schadstoffbelastungswerte zu erwarten sind. Mit den nach Euro-Norm III/IV nahezu halbierten Emissionsbeiträgen des Verkehrs im Vergleich zur früheren Euro-Norm II werden ähnliche Trendrückgänge für die Hintergrundbelastung in ausgedehnten städtischen Bereichen für das Prognosejahr 2015 zu erwarten sein.

Tabelle 11./2 zeigt eine Zusammenstellung der ausgewiesenen Messwerte sowie der daraus angenommenen Hintergrundbelastung für den Untersuchungsraum.

**Tabelle 11./2:** Angenommene Prognose-Hintergrundbelastungswerte

Substanz (Bezugspunkt Messung an MP1)	Messung Stichprobe/ Jahresmittel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Prognose- Hintergrund 2015 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Messung Stichprobe/ 98-Perzentilwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Prognose- Hintergrund 2015 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
NO <sub>2</sub>	ca. 33	< 25	77	< 70
Benzol	ca. 1	< 1		
Ruß	ca. 1	< 1		

Hinsichtlich der relevanten Immissionsgrenzwerte ist die kumulative Belastung (Vorbelastung + Zusatzbelastung) für die Abgaskomponenten zu betrachten. Tabelle 11./3 zeigt eine Zusammenstellung der angenommenen Hintergrundbelastung mit der zusätzlich kleinsten notwendigen verkehrsbedingten Zusatzbelastung für eine Überschreitung relevanter Prüf- und Immissionsgrenzwerte.

**Tabelle 11./3:** Hintergrundbelastung; mögliche Mindest-Zusatzbelastung, Prüf- u. Grenzwerte

Substanz	Kenngröße [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Hintergrund [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Zusatzbelastung [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Summierte Belastung [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Grundlage	Prüf-/ Grenzwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
NO <sub>2</sub>	Jahresmittel	< 25	> 15	> 40	1999/30/EG	- /40
NO <sub>2</sub>	Jahresmittel	< 25	> 55	> 80	TA - Luft	- /80
NO <sub>2</sub>	98-Perzentil 98-Perzentil	< 70	> 170	> 200	22. BImSchV, 85/203/EWG	- /200
NO <sub>2</sub>	99,8-Perzentil	< 70	> 150	> 200	1999/30/EG	200/ -
NO <sub>2</sub>	98-Perzentil	< 70	> 130	> 160	23. BImSchV	160/ -
Benzol	Jahresmittel	< 1	> 9	> 10	23. BImSchV	10/ -
Ruß	Jahresmittel	< 1	> 7	> 8	23. BImSchV	8/ -

Demnach ist eine Überschreitung des 98 Perzentil-Grenzwertes für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) von 200  $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$  zu erwarten, wenn die verkehrsbedingte Zusatzbelastung mehr als 170  $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$  am maßgeblichen Einwirkungsort beträgt. Eine Überschreitung des 98 Perzentil-Prüfwertes für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) von 160  $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$  ist zu erwarten, wenn die verkehrsbedingte Zusatzbelastung mehr als 130  $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$  am maßgeblichen Einwirkungsort beträgt. Eine Überschreitung des Grenzwertes im Jahresmittel von 40  $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$  gemäß 1999/30/EG ist zu erwarten, wenn die verkehrsbedingte Zusatzbelastung mehr als 15  $\mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$  am maßgeblichen Einwirkungsort beträgt. Eine Überschreitung des 99,8-Perzentil-Grenzwertes der EG-Richtlinie 1999/30/EG für Stickstoffdioxid von 200  $\mu\text{g}$

$\text{NO}_2/\text{m}^3$  ist zu erwarten, wenn die verkehrsbedingte Zusatzbelastung mehr als  $150 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$  am maßgeblichen Einwirkungsort beträgt.

Während die Spitzenwerte von  $> 160 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$  bei den vorliegenden Emissionsverhältnissen voraussichtlich nur im unmittelbaren Portalbereich bei einer einfachen Längslüftung zukünftig erreicht werden können, kann der Grenzwert im Jahresmittel der Richtlinie 1999/30/EG von  $40 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$  bzw. der 22. BImSchV im offenen angrenzenden Straßenraum in Einzelfällen erreicht werden (vergleiche Stichprobenmessprogramm an MP3 und MP4). Mit der Verkehrsverlagerung der geplanten Tunneltrasse und der verringerten Emissionen nach Euro-Norm III/IV wird für das Prognosejahr 2015 eine Minderung der Immissionskonzentrationen an diesen Messpunkten im Bereich des Straßenabschnittes „Am Erlenbruch“ und „Borsigallee“ zu erwarten sein.

## 12 Ergebnisse

Anlagen A bis B zeigen die lufthygienische Belastungssituation für den geplanten Tunnel unter Berücksichtigung einer einfachen Längslüftung an den Portalen. Hierbei sind folgende Annahmen in die Berechnung eingestellt:

- Die auf der Tunnelstrecke emittierten Schadstoffe werden entlang der gesamten Tunnelstrecke akkumuliert und in konzentrierter Form an den Portalen freigesetzt.
- Zur abschirmenden Wirkung der tunnelbedingten Emissionen sind die Einschnittslagen/ aufgesetzten Lärmschutzwände der Tunnelportale (West und Ost) in die Rechnungen eingestellt.

## 12.1 Konzentrationswerte an den Portalen

Die Ausbreitung der verkehrsbedingten Abgaskomponenten wird signifikant durch die unmittelbare Einschnittslage der Portalzufahrt und die abschirmenden Seitenbauwerke (Stützwände/ Lärmschutzwände) geprägt. Hierdurch werden die durch eine einfache Längslüftung an den Portalausgängen verursachten maximalen Abgaskonzentrationen entlang der Einschnittsführung gekesselt und eine Ausbreitung auf die seitlich angrenzende Bebauung weitgehendst vermieden. Tabelle 12.1/1 zeigt die berechneten Konzentrationswerte für Stickstoffdioxid an den maßgeblich betroffenen Gebäude am Ost- und Westportal. Hierbei wird die lufthygienische Vor-/ Hintergrundbelastung, die berechnete lufthygienische Zusatzbelastung und die lufthygienische Gesamtbelastung im Vergleich zu den maßgeblichen Immissionsprüfwerten und Immissionsgrenzwerten dargestellt.

**Tabelle 12.1/1:** Immissionsorte, Prognose - Bewertung der Immissionskenngrößen am West- und Ostportal

No.	Immissionsort	Richtlinie	Vorbelastung [µg/m³]	Lufthygienisch verkehrsbedingte Zusatzbelastung <sup>#)</sup> [µg/m³]	Gesamtbelastg. [µg/m³]	Grenz-/ Prüfwert [µg/m³]	>Grenz-/ Prüf- wert Ja/Nein/ Möglich(M/g)
<b>WESTPORTAL/ Am Erlenbruch 80</b>							
Anlage A.1a A.1b	Am Erlenbruch 80	22.u.23. BImSchV, 85/203/EWG, 1999/30/EG <sup>§)</sup> , TA-Luft  1999/30/EG, TA-Luft	<70	NO <sub>2</sub> (98%;99,8%):80 bis 100	< 130	200/160	Nein/Nein
			<25	NO <sub>2</sub> (JM):	< 40	40/80 <sup>§)</sup>	Nein/Nein
		<del>23-BImSchV</del> 22. BImSchV	<1	Benzol (JM):	< 2	5 /10	- /Nein
		<del>23-BImSchV</del>	<1	Raus-(JM) <del>§)</del>	< 2	- /8	-/Nein
<b>OSTPORTAL/ Borsigallee 12</b>							
A. A.1.a A.1.b	Borsigallee 12	22.u.23. BImSchV, 85/203/EWG, 1999/30/EG <sup>§)</sup> , TA-Luft  1999/30/EG, TA-Luft	<70	NO <sub>2</sub> (98%;99,8%): 100 bis 120	< 150	200/160	Nein/Nein
			<25	NO <sub>2</sub> (JM):	< 40	40/80 <sup>§)</sup>	Nein/Nein
		<del>23-BImSchV</del> 22. BImSchV	<1	Benzol (JM):	< 2	-5/10	- /Nein
		<del>23-BImSchV</del>	<1	Raus-(JM) <del>§)</del>	< 2	- /8	-/Nein

<sup>#)</sup> 98%: 98-Perzentilwert, JM: Jahresmittelwert

<sup>§)</sup> Immissionsrichtwert, punktbezogen bewertet

<sup>§)</sup> 99,8%-Wert für 200 µg (NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>)

<sup>#)</sup> Perzentilwertaddition für Perzentile

### 13 Bewertung und Beurteilung

Die mit den fortgeschriebenen Verkehrsmengenwerten (Prognose 2015) und Emissionsfaktoren (Prognose 2015) untersuchten Szenarien unterstützen das Konzept der einfachen Längslüftung des Tunnels mit dem vorgesehenen Planungskonzept der Portallagen. Aufgrund des signifikant geringer zu erwartenden Schadstoffausstoßes für das Prognosejahr 2015 nach Euro Norm III/IV wird eine einfache Längslüftung an den Portalen zur Entlüftung des Tunnels im Hinblick auf die lufthygienische Belastung bei den prognostizierten Verkehrsstärken ausreichend sein.

Maßgebliche Grenz- und Prüfwerte für Stickstoffdioxid, Benzol und Ruß werden gemäß der novellierten 22. BImSchV und der 23. BImSchV, EG-Richtlinie 1999/30/EG und 85/203/EWG für die angrenzende Bebauung an beiden Portalen (West- und Ostportal) durch die vorgesehene Planung des Entlüftungskonzepts des Tunnels nicht ausgeschöpft.

Durch die Tunnelbaumaßnahme wird für die unmittelbar angrenzende Bebauung an dem bestehenden Straßenabschnitt „Am Erlenbruch und der „Borsigalle“ eine Minderung der lufthygienischen Belastung für die Bebauung aufgrund der Verkehrsentlastung erzielt.

Tendenziell wird eine Absenkung der Emissionen pro Kfz (Prognose 2015) im Vergleich zu den heutigen Emissionen pro Kfz (Analyse 2004) eintreten, aufgrund der zunehmend verbesserten Abgastechologie der im Kraftfahrzeugkollektiv vorhandenen Kraftfahrzeuge.

## 14 Abschätzung der PM<sub>10</sub>-Fraktion am Gesamt-Schwebstaub

Gemäß der EU-Richtlinie 1999/30/EC müssen ab dem 10.07.2001 Angaben über Staubkonzentrationen als Partikelgrößenfraktion mit einem Durchmesser < 10 µm (PM<sub>10</sub>-Fraktion) angegeben werden. In Tabelle 11./1: Gemessene Immissionskenngrößen (1999/ 2000) sind noch die Gesamtstaubmassen vermerkt. Im Folgenden wird eine Abschätzung der PM<sub>10</sub>-Fraktion aus diesen gemessenen Werten vorgenommen.

Grundlage dieser Abschätzung sind eine angenommene Anzahl-Größenverteilung für ein typisches städtisches Aerosol (Landolt-Börnstein, Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology, Volume 4 Meteorology). Aus dieser Verteilung wurden dann relative Massenanteile der einzelnen Größenfraktionen ermittelt. Diese Massenteile wurden dann gemäß DIN EN 12341 „Ermittlung der PM<sub>10</sub>-Fraktion von Schwebstaub“ für die PM<sub>10</sub>-Fraktion berechnet. Hieraus ergab sich insgesamt ein Anteil von 49% am gesamten gemessenen Schwebstaub.

Die gemessenen Staubkonzentrationen wurden vorher noch einer weiteren Korrektur unterzogen. Diese Korrektur ist bedingt durch das verwendete Messverfahren (β-Staubmonitor), das gegenüber den Referenzverfahren einen Minderbefund aufweist. Nach Angaben des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie beträgt der Korrekturfaktor  $1,3 \pm 5\%$ .

Hieraus ergeben sich dann für die einzelnen Messpunkte entsprechend Tabelle 11./ 1: Folgende Immissionswerte (Mittelwerte) für Staub als PM<sub>10</sub>-Fraktion.

Tabelle 14./1: Abgeschätzte Staubkonzentrationen der PM<sub>10</sub>-Fraktion

<b>Kenngröße</b>	<b>Mittelwerte</b>
Position	Staub (PM <sub>10</sub> ) [µg/m <sup>3</sup> ]
MP1	34
MP2	30
MP3	66
MP4	56
MP4/ nur Werktage	55

Für die direkt am Straßenrand gelegen Messpunkte MP3 und MP4 wurden Konzentrationen ermittelt, die im Hinblick auf die Grenzwerte der EU-Richtlinie 1999/30/EU und novellierten 22. BImSchV eine deutliche Überschreitung (bezogen auf das Jahresmittel) aufweisen. Die etwas entfernt liegenden Messpunkte (MP1 und MP2) zeigen für die ab dem Jahr 2005 geltende Regelung noch Unterschreitungen des Grenzwertes ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), würden aber nach der ab dem Jahr 2010 geltenden Regelung ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) auch Überschreitungen aufweisen.

Mit der nach der Euro-Norm III/ IV zu erwartenden Reduzierung der Emissionen kann jedoch von geringeren Belastungen für das Prognosejahr 2015 ausgegangen werden (vergl. Anlage A,B), was den direkten Beitrag der Kfz-Emissionen angeht. Für andere mögliche Quellen aus dem Straßenverkehr (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung) liegen keine gesicherten Prognosen vor. Weitere Beiträge zur Staubbelastung, wie der Anteil aus Feuerungsanlagen, Industrie-Emissionen oder natürliche Quellen sind ebenso nicht zu quantifizieren.

Auf Basis einer Abschätzung der aus der MLuS2002 [16] vorliegenden Annahmen für den Reifenabrieb und Staubaufwirbelung werden folgende Schätzwerte für  $\text{PM}_{10}$  für das Jahr 2015 prognostiziert:

**Tabelle 14.2:** Abschätzung  $\text{PM}_{10}$  – Fraktion für Messpunkte gemäss MLuS2002, Prognose 2015  
(in 20 m Abstand zur Strassenachse)

	DTV [Kfz/24h]	Lkw- Anteil [%]	Straßen- kategorie	Wind <sup>*)</sup> /Regen <sup>*)</sup> [m/s]/[%]	Vor- belastung [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Zusatz- belastung [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Gesamt- belastung [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Grenzwert <sup>*)</sup> PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
<b>MP1</b>	-	-	-	2.6 / 30	14	-	14	40/20
<b>MP2</b>	86200	9	BAB 80	2.6 / 30	14	25	39	40/20
<b>MP3</b>	14200	9	IO-HVS	2.6 / 30	14	3	18	40/20
<b>MP4</b>	11600	9	IO-HVS	2.6 / 30	14	2	17	40/20

<sup>\*)</sup> auf 10m Höhe über Grund

<sup>\*)</sup> ab 2005: Jahresmittelwert  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [4], ab 2010: Jahresmittelwert  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [3] (nicht in nationales Recht überführt);

<sup>\*)</sup> % Niederschlag  $\geq 0.1 \text{ mm}/\text{Tag}$

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass aufgrund der fehlenden Prognosesicherheit und der nicht quantifizierbaren Verteilung aus den verschiedenen Quellen keine gesicherte Aussage über die Auswirkungen einer auf die Tunnellüftung abgestellten Maßnahme (siehe Abschnitt 13) bezüglich einer signifikanten Minderung der PM<sub>10</sub>-Immissionen getroffen werden kann, wie sie für die Belastungen hinsichtlich NO<sub>2</sub>, Benzol oder Ruß erwartet werden kann.

## Quellen- und Grundlagenverzeichnis

- [1] Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten; -23. BImSchV - in Kraft seit 3. März 1997, Bundesanzeiger vom 16.12.1996
- [2] Umweltbundesamt (UBA), Berlin, und Bundesamt f. Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, bearbeitet durch INFRAS AG, Mühlemattstraße 45, CH-3007 Bern/Schweiz, Handbuch für Emissionsfaktoren, Oktober 1995; - eingebunden in Mobilev, Version 2.1 aus März 2004, Fortgeschriebene Auflage
- [3] Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaften über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickoxide, Partikel und Blei in der Luft (1999/30/EG), v. 22. April 1999
- [4] Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft- 22. BImSchV v. 17. September 2002, Nr. 66, Bundesgesetzblatt
- [5] Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaften über Luftqualitätsnormen für Stickstoffdioxid (85/203/EWG), Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften (1985), L87/1
- [6] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung vom 14.05.1990, BGBII (1990), S. 881-901
- [7] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft-TA Luft), GBML, der Bundesministerien Ausg. A, 37 (1986), Nr. 7, S. 95-144
- [8] Verkehrsuntersuchung A66 Frankfurt - Hanau, Tunnel Riederwald mit Autobahndreieck Erlenbruch und Anschlussstelle Borsigallee, mociety consult GmbH, Auf dem Bangert 39, 65207 Wiesbaden
- [9] Technischer Zwischenbericht, Lufthygienische Untersuchung A66 Riederwaldtunnel vom Januar 1999, Lahmeyer International

- [10] DWD-Gutachten zur Schadstoffbelastung im Bereich des geplanten Riederwaldtunnels in Frankfurt/M., Deutscher Wetterdienst 1998
- [11] Immissionssimulation von Luftschadstoffen aus dem Kfz-Verkehr, Lufthygienische Simulationsrechnungen für das Verbundgebiet des Umlandverbandes Frankfurt/Main, Lahmeyer International, März 1997
- [12] Lufthygienische Simulationsrechnungen verkehrsbedingter Schadstoffbelastungen im Untersuchungsbereich Frankfurt am Main, Hessische Landesanstalt für Umwelt 1996, ISBN 3-89026-239-9
- [13] Technischer Bericht, Lufthygienische Konzentrationsmessungen, A66 Riederwaldtunnel 1. Vorkampagne, 1999, Lahmeyer International
- [14] Technischer Bericht, Lufthygienische Konzentrationsmessungen, A66 Riederwaldtunnel 2. Vorkampagne, 2000, Lahmeyer International
- [15] Abschlussbericht, Lufthygienische Untersuchung, A66 Riederwaldtunnel, Oktober 2000, Lahmeyer International
- [16] MLuS2002, Merkblatt über die Luftverunreinigung an Straßen ohne und mit lockerer Randbebauung, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsführung und Verkehrssicherheit, Ausgabe 2002

## Skala Abbildung

### Wertebereich einschließlich Hintergrundbelastung (NO<sub>2</sub>-Perzentilwert)

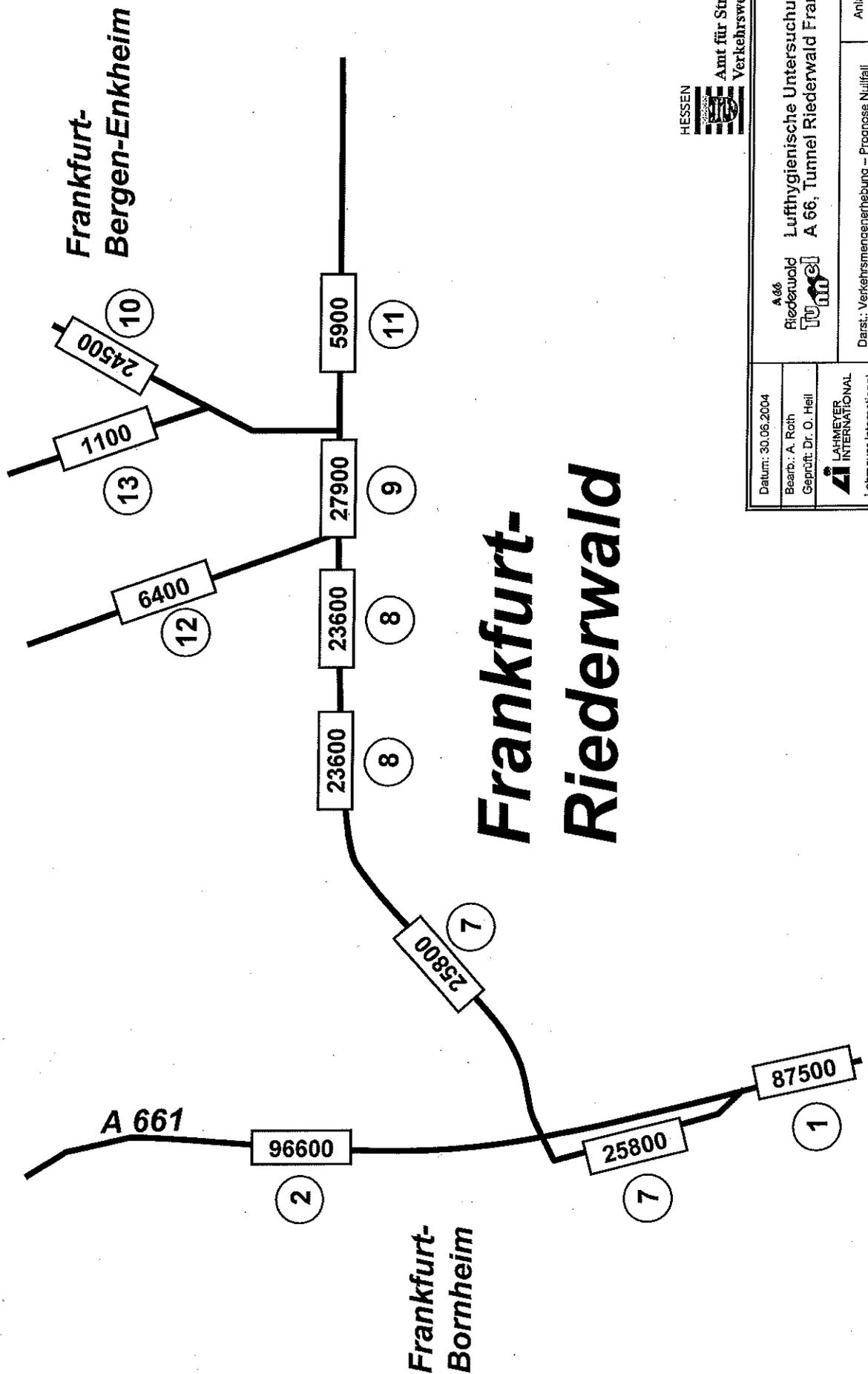
Skala [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Wertbereich [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	>Prüfwert (P)>Grenzwert (G) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
< 20	< 73	
20 bis 40	73 bis 89	
40 bis 60	89 bis 103	
60 bis 80	103 bis 117	
80 bis 100	117 bis 131	
100 bis 120	131 bis 148	
120 bis 140	148 bis 167	> 160 (P), 23.BImSchV
140 bis 160	167 bis 187	> 200 (G), 1999/30/EG(99,8%)
160 bis 200	187 bis 224	> 200 (G), 22.BImSchV
> 200	> 224	

## Skala Abbildung

### Wertebereich einschließlich Hintergrundbelastung (NO<sub>2</sub> - Jahresmittelwert)

Skala [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Wertbereich [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	>Prüfwert (P)>Grenzwert (G) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
< 5	< 30	
5 bis 10	30 bis 35	
10 bis 15	35 bis 40	
15 bis 20	40 bis 45	> 40 (G), 1999/30/EG
20 bis 25	45 bis 50	
25 bis 30	50 bis 55	
30 bis 35	55 bis 60	
35 bis 40	60 bis 65	
40 bis 45	65 bis 70	
45 bis 50	70 bis 75	
50 <	75 <	> 80 (G), TA - Luft

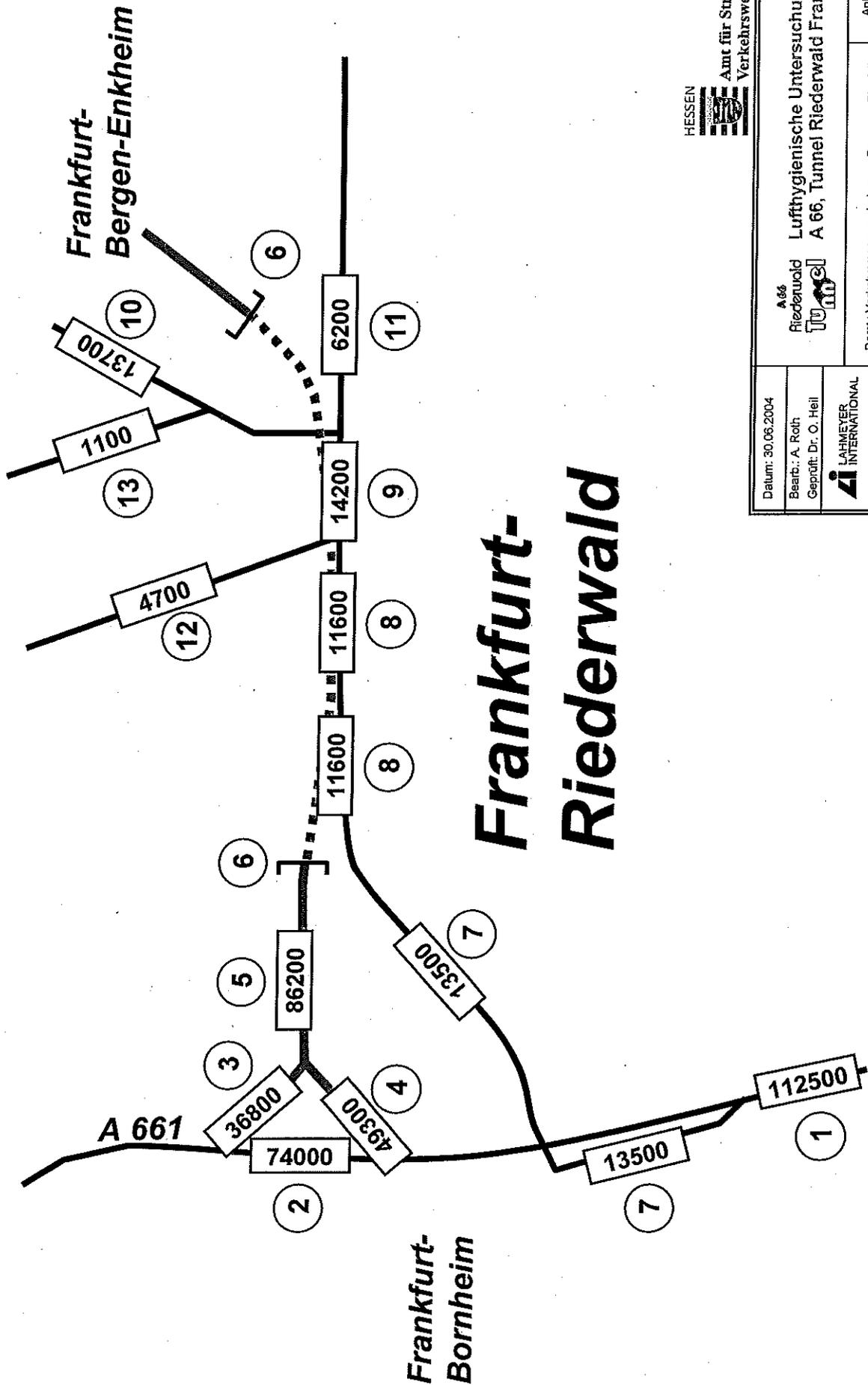




Amt für Straßen- und  
Verkehrswesen Frankfurt

Datum: 30.06.2004	A 66 Riederwald Tunnel	Lufthygienische Untersuchung A 66, Tunnel Riederwald Frankfurt a.M.	Anlage D - Blatt 02/03
Bearb.: A. Roth Geprüft: Dr. O. Heil		Darst.: Verkehrsmengenerhebung – Prognose Nullfall (2015)	Maßstab: 1 : 10000
 Lahmeyer International Friedberger Strasse 173 D-61116 Bad Vilbel			

T:\2102002\02\02\weibag\_e\_werkstatt\proj\proj\_02.dwg



Ant für Straßen- und  
Verkehrswesen Frankfurt

Datum: 30.06.2004	A 666 Riederwald Lufthygienische Untersuchung A 66, Tunnel Riederwald Frankfurt a.M.
Bearb.: A. Roth Geprüft: Dr. O. Heil	UUG
LAHMEYER INTERNATIONAL Lahmeyer International Friedberger Strasse 173 D-61116 Bad Vilbel	Darst.: Verkehrsmengenerhebung – Prognose Planfall (2015)
	Anlage D - Blatt 03/03 Maßstab: 1 : 10000

# Emissionsfaktoren 2004

Strassenkategorie	Verkehrart	Fahrzeug-Kategorie: PKW/PW					
		[Geschwindigkeit] km/h	[Langsneigung] %	[Emissionsfaktor] g			
				HC	CO	NO <sub>x</sub>	Partikel
innerorts	IO HVS > 50_1	58,40	+/-0	0,04764	0,70646	0,23927	0,00869
innerorts	IO HVS > 50_2	48,03	+/-0	0,05539	0,72458	0,24042	0,00798
Autobahn	AB_120	120,00	+/-0	0,03603	1,03757	0,35173	0,01353
Autobahn	AB_100	110,00	+/-0	0,31750	0,82178	0,30465	0,01189
Autobahn	AB_080	95,00	+/-0	0,02727	0,62920	0,24658	0,00944
Autobahn (Tunnel)	AB_080	95,00	+/-4	0,06666	2,22120	0,27714	0,01384
Stop and go	AB_Stop+Go	9,50	+/-0	0,14219	1,65422	0,39566	0,01638

Strassenkategorie	Verkehrart	Fahrzeug-Kategorie: L/LNF					
		[Geschwindigkeit] km/h	[Langsneigung] %	[Emissionsfaktor] g			
				HC	CO	NO <sub>x</sub>	Partikel
innerorts	IO HVS > 50_1	58,40	+/-0	0,06032	0,52456	0,51713	0,04618
innerorts	IO HVS > 50_2	48,03	+/-0	0,08244	0,55391	0,52368	0,04327
Autobahn	AB_120	120,00	+/-0	0,03849	1,32432	0,92122	0,03323
Autobahn	AB_100	110,00	+/-0	0,03916	1,19668	0,94943	0,08909
Autobahn	AB_080	95,00	+/-0	0,04019	0,81776	0,91817	0,07575
Autobahn (Tunnel)	AB_080	95,00	+/-4	0,07741	2,45200	0,98945	0,11106
Stop and go	AB_Stop+Go	9,50	+/-0	0,29875	2,00638	1,75480	0,09063

Strassenkategorie	Verkehrart	Fahrzeug-Kategorie: SNF					
		[Geschwindigkeit] km/h	[Langsneigung] %	[Emissionsfaktor] g			
				HC	CO	NO <sub>x</sub>	Partikel
innerorts	IO HVS > 50_1	53,33	+/-0	0,34036	1,19289	5,77377	0,14276
innerorts	IO HVS > 50_2	37,68	+/-0	0,51636	1,61959	7,00417	0,19524
Autobahn	AB_120	86,21	+/-0	0,30024	0,98046	6,60468	0,3298
Autobahn	AB_100	86,21	+/-0	0,30024	0,98046	6,60468	0,13208
Autobahn	AB_080	82,73	+/-0	0,29691	1,07636	6,62834	0,13937
Autobahn (Tunnel)	AB_080	65,39	+/-4	0,30898	1,36779	10,20507	0,19602
Stop and go	AB_Stop+Go	6,93	+/-0	2,45316	6,68102	19,67690	0,83656

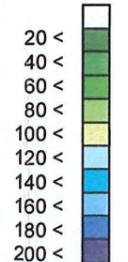
# Emissionsfaktoren 2015

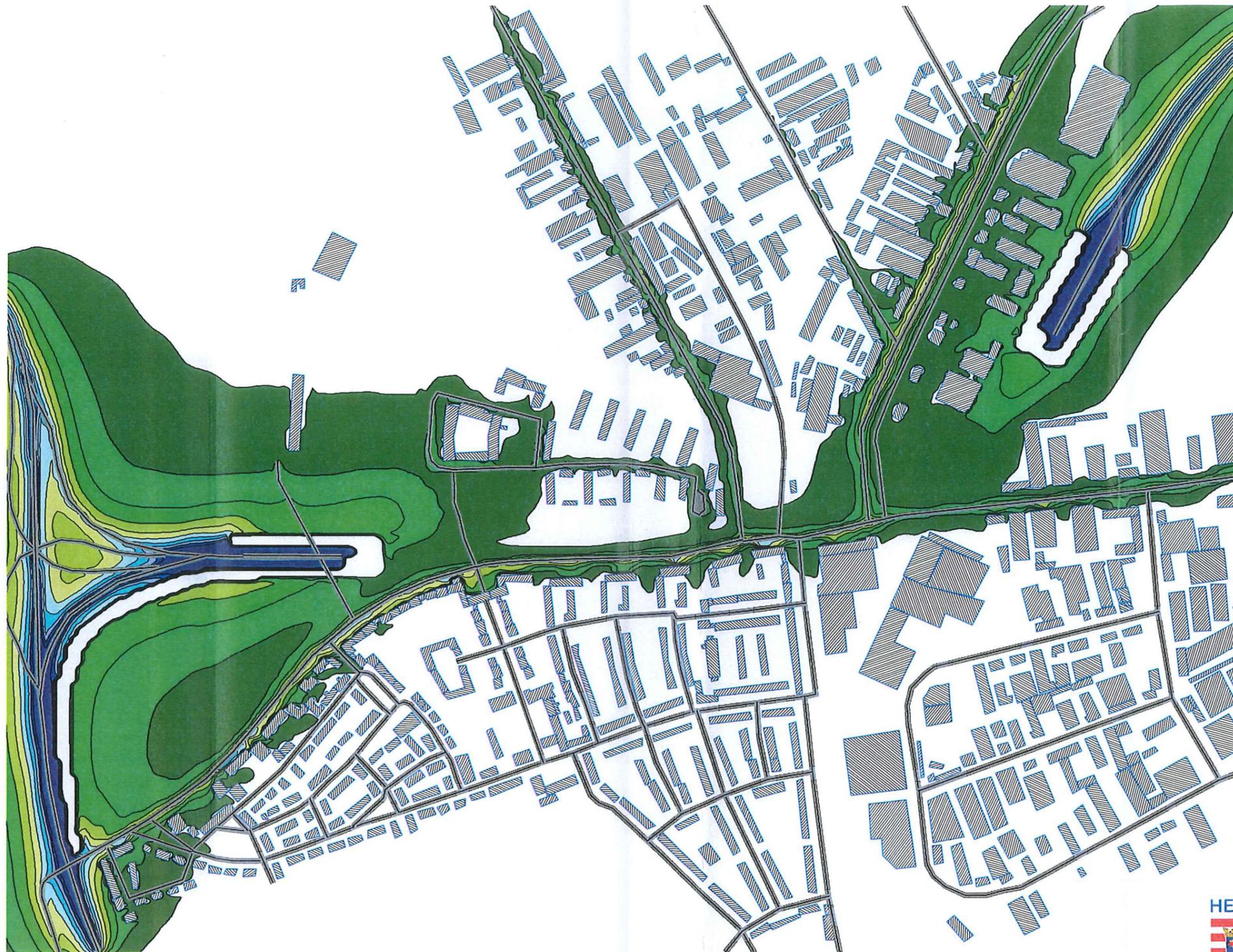
Strassenkategorie	Verkehrsort	Fahrzeug-Kategorie: PKW/PW					
		[Geschwindigkeit] km/h	[Längsneigung] %	HC	CO	NO <sub>x</sub>	Partikel
Innerorts	IO HVS > 50_1	58,40	+/-0	0,01358	0,25193	0,14312	0,00597
Innerorts	IO HVS > 50_2	48,03	+/-0	0,01809	0,21702	0,13731	0,00582
Autobahn	AB 120	120,00	+/-0	0,01765	0,58694	0,20703	0,00915
Autobahn	AB 100	110,00	+/-0	0,16110	0,50489	0,18976	0,00821
Autobahn	AB 080	95,00	+/-0	0,01386	0,40724	0,16390	0,00680
Autobahn (Tunnel)	AB 080	95,00	+/-4	0,03064	1,44531	0,17952	0,00997
Stop and go	AB Stop+Go	9,50	+/-0	0,07893	0,66462	0,34635	0,01146

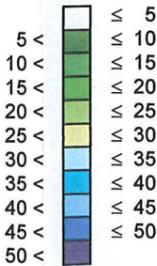
Strassenkategorie	Verkehrsort	Fahrzeug-Kategorie: L1/LNF					
		[Geschwindigkeit] km/h	[Längsneigung] %	HC	CO	NO <sub>x</sub>	Partikel
Innerorts	IO HVS > 50_1	58,40	+/-0	0,02381	0,27994	0,27744	0,01787
Innerorts	IO HVS > 50_2	48,03	+/-0	0,03667	0,23281	0,27955	0,01676
Autobahn	AB 120	120,00	+/-0	0,01506	0,65079	0,50031	0,03546
Autobahn	AB 100	110,00	+/-0	0,01616	0,60941	0,51603	0,03405
Autobahn	AB 080	95,00	+/-0	0,01796	0,44885	0,50650	0,02943
Autobahn (Tunnel)	AB 080	95,00	+/-4	0,03471	1,39916	0,54975	0,04314
Stop and go	AB Stop+Go	9,50	+/-0	0,14551	0,67178	1,01731	0,03237

Strassenkategorie	Verkehrsort	Fahrzeug-Kategorie: SNF					
		[Geschwindigkeit] km/h	[Längsneigung] %	HC	CO	NO <sub>x</sub>	Partikel
Innerorts	IO HVS > 50_1	53,31	+/-0	0,29085	0,88781	2,81701	0,04829
Innerorts	IO HVS > 50_2	37,68	+/-0	0,42860	1,18346	3,45863	0,06535
Autobahn	AB 120	86,21	+/-0	0,35870	0,78256	2,27917	0,03772
Autobahn	AB 100	86,21	+/-0	0,35870	0,78256	2,27917	0,03772
Autobahn	AB 080	82,74	+/-0	0,34984	0,87233	2,38310	0,03929
Autobahn (Tunnel)	AB 080	65,86	+/-4	0,32546	0,90646	4,08217	0,05049
Stop and go	AB Stop+Go	6,94	+/-0	2,24210	4,92478	10,03460	0,23640



<b>Legende:</b>  Gebäude  Straße	<b>NO<sub>2</sub>-Konzentration in [µg/m<sup>3</sup>]</b> 	Datum: 30.06.2004	<b>A66 Riederwald Tunnel</b> <b>Lufthygienische Untersuchung A 66, Tunnel Riederwald Frankfurt a.M.</b>	Anlage A.1a
		Bearb.: A. Roth Geprüft: Dr. O. Heil		
 Lahmeyer International GmbH Friedberger Strasse 173 D-61116 Bad Vilbel		T:\2102002\10238\miskam auswertung ffm riederwald\miskam auswertung.ppt		



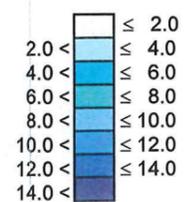
<b>Legende:</b>  Gebäude  Straße	<b>NO<sub>2</sub>-Konzentration in [µg/m<sup>3</sup>]</b> 	Datum: 30.06.2004	<b>A 66 Riederwald Tunnel</b> <b>Lufthygienische Untersuchung A 66, Tunnel Riederwald Frankfurt a.M.</b>	Darst.: Planfall 6-streifig (2015) - Jahresmittelwert Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub> Schichthöhe: 1[m] - 2[m]	Anlage A.1b
		Bearb.: A. Roth Geprüft: Dr. O. Heil			



Legende:



PM<sub>10</sub>-Konzentration  
in [µg/m<sup>3</sup>]



Datum: 30.06.2004

Bearb.: A. Roth  
Geprüft: Dr. O. Heil



Lahmeyer International GmbH  
Friedberger Strasse 173  
D-61116 Bad Vilbel



**Lufthygienische Untersuchung**  
**A 66, Tunnel Riederwald Frankfurt a.M.**

Darst.:

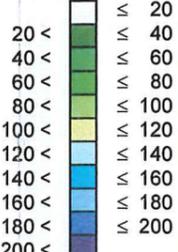
Planfall 6-streifig (2015) - Jahresmittelwert Partikel PM<sub>10</sub>

Schichthöhe: 1[m] - 2[m]

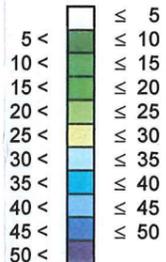
Anlage A.1c

T:\210200\210238\miskam auswertung f1m riederwald\miskam auswertung.ppt



<b>Legende:</b>  Gebäude  Straße	<b>NO<sub>2</sub>-Konzentration in [µg/m<sup>3</sup>]</b> 	Datum: 30.06.2004 Bearb.: A. Roth Geprüft: Dr. O. Heil	<b>A 66 Riederwald Tunnel</b> <b>Lufthygienische Untersuchung A 66, Tunnel Riederwald Frankfurt a.M.</b>	Anlage B.1a
		 Lahmeyer International GmbH Friedberger Strasse 173 D-61116 Bad Vilbel		
<small>T:\210200\210238\miskam auswertung ffm riederwald\miskam auswertung.ppt</small>				



<b>Legende:</b>  Gebäude  Straße	<b>NO<sub>2</sub>-Konzentration in [µg/m<sup>3</sup>]</b> 	Datum: 30.06.2004	 <b>Lufthygienische Untersuchung A 66, Tunnel Riederwald Frankfurt a.M.</b>	Anlage B.1b
		Bearb.: A. Roth Geprüft: Dr. O. Heil		
 Lahmeyer International GmbH Friedberger Strasse 173 D-61116 Bad Vilbel		T:\210200\210238\vniskam auswertung ffm riederwald\vniskam auswertung.ppt		



<b>Legende:</b>  Gebäude  Straße	<b>PM<sub>10</sub>-Konzentration in [µg/m<sup>3</sup>]</b> ≤ 2.0 2.0 < ≤ 4.0 4.0 < ≤ 6.0 6.0 < ≤ 8.0 8.0 < ≤ 10.0 10.0 < ≤ 12.0 12.0 < ≤ 14.0 14.0 <	Datum: 30.06.2004 Bearb.: A. Roth Geprüft: Dr. O. Heil	 <b>Lufthygienische Untersuchung</b> <b>A 66, Tunnel Riederwald Frankfurt a.M.</b>	Anlage B.1c
		 Lahmeyer International GmbH Friedberger Strasse 173 D-61116 Bad Vilbel		



**Lage der Messpunkte**

- ① - Stadion Riederwald
- ② - Borsigallee 12
- ③ - Am Erlenbruch 130
- ④ - Am Erlenbruch 80

Datum: 30.06.2004

Bearb.: A. Roth  
Geprüft: Dr. O. Heil



Lahmeyer International GmbH  
 Friedberger Strasse 173  
 D-61118 Bad Vilbel



**Lufthygienische Untersuchung**  
**A 66, Tunnel Riederwald Frankfurt a.M.**

Darst.:  
 Lage der Messpunkte aus dem Stichprobenmessprogramm

Anlage C