

Untersuchung der Luftschadstoffe

0. Allgemeines

0.1 Maßgebende Abgaskomponenten

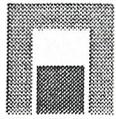
Für die Dimensionierung der Tunellüftung sind die Abgaskomponenten Kohlenmonoxid und Dieselrauch maßgebend. Kohlenmonoxid ist das Leitgas für die Toxizität der Abgase (von Otto-Motoren) und Dieselrauch bestimmt den Grad an Komfort (Sichttrübung und Geruch) im Tunnel.

0.2 Zulässige Abgaskonzentrationen

Erhöhte Kohlenmonoxid-Konzentrationen in der Atemluft blockieren den Sauerstofftransport im Blut, es wird heute angestrebt, den CO/Hämoglobin-Spiegel im Blut auf Werte um 2,5 % zu beschränken. Die Kohlenmonoxid-Anreicherung im Blut hängt von Zeit und Aktivität ab, nach den WHO-Diagrammen 1979 braucht es in einer Atmosphäre von 100 ppm CO bei Ruhe bis leichter Aktivität ca. eine Stunde, bis der Grenzpegel erreicht ist. Es ist daher üblich, in Straßentunneln bei flüssiger Durchfahrt, also nur wenige Minuten Aufenthalt im Tunnel, wie auch bei stockendem Verkehr, wenn dieser häufig vorkommt, bei jeweils maximalen Verkehrsdichten eine Grenzkonzentration von 100 ppm CO zuzulassen. Bei geringerer Verkehrsstärke wird üblicherweise eine tiefere Konzentration gehalten.

Um in der Tunnelluftatmosphäre genügend klare Sicht und eine geringe geruchliche Wahrnehmung der Dieselabgase zu erreichen, wird die zulässige Sichttrübung begrenzt. Die Sichttrübung wird üblicherweise durch einen Sichtverlustfaktor je Längeneinheit K [1/m] angegeben. Bei flüssigem Verkehr ist nach heutigem Standard (RABT-94) ein K -

entfällt



- 2 -

Wert von $0,005 \text{ m}^{-1}$ einzuhalten. Ist das Verkehrsaufkommen schwach, sind noch geringere Werte erwünscht. Bei ausnahmsweise stockendem Verkehr oder Stau sind nach RABT hingegen Werte bis $K = 0,007 \text{ m}^{-1}$ zulässig.

0.3 Immissionsgesetzgebung

Zur Beurteilung des Abgaskollektivs kann ein Leitgas verwendet werden. Ist seine Konzentration unter seinem Grenzwert, so sind alle anderen Abgasbestandteile noch weiter von ihrem Grenzwert entfernt. Als Leitgas zur Beurteilung von Kfz-bedingten Immissionen gilt das Stickstoffdioxid NO_2 , für dessen Konzentration in der Umgebungsluft Lang- und Kurzzeitgrenzwerte festgelegt worden sind.

0.3.1 Grenzwerte

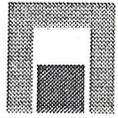
Grenzwerte zur Beurteilung von Stickstoffdioxid (NO_2)-Immissionen sind in der TA-Luft und in der Richtlinie 85/203/EWG des Rates der Europäischen Gemeinschaften über Luftqualitätsnormen festgelegt. Die Grenzwerte sind als Punktwerte – nicht als Flächenmittel – definiert und lauten:

80 $\mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$ Jahresmittelgrenzwert nach TA-Luft

200 $\mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$ 98-Perzentil:

98 %-Wert der Summenhäufigkeit aller während eines Jahres gemessenen 1h-Mittelwerte der NO_2 -Konzentration

Der 98-Perzentilwert von 200 $\mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$ gilt auch gemäß der Ende 1993 in Kraft gesetzten 22. BImSchV.



- 3 -

Nebst den Immissions-Grenzwerten kommen als Beurteilungswerte auch Prüf- und Leitwerte in Frage.

0.3.2 Prüf- und Leitwerte

Im März 1994 wurde die 23. Verordnung zum BImSchG genehmigt. Sie definiert "Prüfwerte", nach deren Überschreitung "Maßnahmen nach Maßgabe verkehrsrechtlicher Vorschriften zu prüfen sind. Dabei sind die Verkehrsbedürfnisse und die städtebaulichen Belange gebührend zu berücksichtigen".

Die Prüfwerte lauten:

1. Stickstoffdioxid

a) 80 % von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 98 %-Wert aller 1h-Werte

b) 80 % von $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als zwei aufeinanderfolgende Halbstunden-Mittelwerte

2. Ruß

Ab 01. Juli 1998: $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als arithmetischer Jahresmittelwert

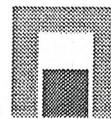
3. Benzol

Ab 01. Juli 1998: $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als arithmetischer Jahresmittelwert

Die Prüfwerte für Benzol und Dieselpartikel wurden wegen ihrer potentiellen Kanzerogenität in die 23. BImSchV aufgenommen.

Die EG-Rat-Richtlinie enthält auch "Leitwerte", die den "Schutz der menschlichen Gesundheit verbessern und zum langfristigen Schutz der Umwelt beitragen sollen". Diese Leitwerte lauten für NO_2 :

- 50-%-Wert der Summenhäufigkeit (Median-Wert) = $50 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$
- 98-%-Wert der Summenhäufigkeit = $135 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$



- 4 -

Demnach sind die Prüfwerte für die Beurteilung der Tunnelluftimmissionen maßgebend, da es nicht sinnvoll wäre, eine Anlage zu bauen, die während Spitzenverkehrszeiten eine Drosselung des Verkehrs verlangt.

Die Leitwerte sind als Zielwerte zu betrachten, die sich durch die Auswirkung der Emissionsvorschriften einstellen sollen.

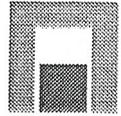
0.3.3 Maßgebende Beurteilungswerte bei Immissionsprognosen

Die Immissionswerte der BImSchV dienen dazu, die über ein Jahr tatsächlich an einer Stelle gemessenen Immissionswerte beurteilen zu können. Wenn es darum geht, eine Immissionsprognose für einen künftigen Zustand zu erstellen, entsteht die Schwierigkeit, daß die fehlenden Meßwerte durch eine Immissionsberechnung mit angenommenen Jahres- und Tagesgängen des Verkehrs, der Fahrzeugemission und der Wetterdaten ersetzt werden müssen. Wenn keine abgesicherten Schätzwerte zum Verkehr und zur Emission und keine Meteorostatistik über ein Jahr vorliegen, ist naturgemäß die Prognose eines 98-%-Wertes mit einiger Unsicherheit behaftet. Geht man von Jahresmittel- bzw. 50-%-Werten aus, gleichen sich Unsicherheiten eher aus, das heißt, daß die Prognose eines Jahresmittelwertes genauer ist.

Immissionsmessungen¹⁾ und Berechnungen²⁾ zeigen immer wieder, daß der 98-%-Wert im Mittel um einen Faktor 2,5 – 3 mal höher ist als der 50-%- bzw. Jahresmittel-Wert. Damit

¹⁾ P. Rabl et. Al (1989): "Immissionsmessungen innerhalb und außerhalb von Wohngebäuden an einer stark befahrenen Autobahn", Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

²⁾ P. Jost et al. "Abschätzung der Schadstoffbelastungen im Bereich der Portale des Rheinufer-Tunnels in der Landeshauptstadt Düsseldorf", TÜV Rheinland Köln, 1989



- 5 -

kann dem 98-%-NO₂-Grenzwert von 200 µg/m³ ein 50 % Grenzwert von 80 µg NO₂/m³ zugeordnet werden. Diese Relation findet sich in der TA-Luft zwischen dem IW1- und IW2-Grenzwert sowie auch zwischen den EWG-NO₂-Leitwerten. Der Jahresmittelwert ist gemäß Messungen um 5 % größer als der 50-%- oder Medianwert.

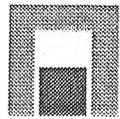
Die Tabelle gibt eine Übersicht zum derzeitigen Stand der Grenz-, Prüf- und Leitwerte.

Beurteilungskriterien	Leitkomponente		
	NO ₂ (µg/m ³)	Benzol (µg/m ³)	Dieselpartikel (µg/m ³)
Jahresmittelwert	80 ²⁾	10 ³⁾	8 ³⁾
Jahresmedian	50 ⁴⁾		
98-%-Wert	200 ¹⁾		
	160 ³⁾		
	135 ⁴⁾		
1) BImSchV 22, EG-Grenzwert		2) Grenzwert TA-Luft	
3) Prüfwerte BImSchV 23		4) EG-Leitwerte	

1. Immissionsberechnungen

1.1 Gesamtimmission

Die Gesamtimmissionen in Straßen- und Portalnähe setzen sich zusammen aus der allgemeinen Vorbelastung der Luft und den Zusatzimmissionen, welche durch die Tunnelabluft und die Abgase von den umgebenden Straßen verursacht werden.



- 6 -

Die Ausbreitung und Verdünnung der über der offenen Straße und in der Tunnelluft befindlichen Abgase hängt ab von den charakteristischen Daten des örtlichen Windfeldes (Windgeschwindigkeit, Windrichtung zur Straße und Windturbulenz) sowie der Lage des Portals und der anschließenden Straße im Gelände. Die Oxidationsgeschwindigkeit des Stickstoffmonoxids NO zum maßgebenden Stickstoffdioxid NO₂ im Freien ist ein weiterer Einfluß. Die Größe der Zusatzimmission verändert sich proportional zur Verkehrsemission und umgekehrt proportional zur Windgeschwindigkeit und Vertikalturbulenz.

Die Immissionsberechnungen sind durchzuführen für das Stickstoffdioxid als Jahresmittel- und 98-%-Wert sowie für Benzol und Dieselruß als Jahresmittelwert. Bei der Bestimmung des 98-%-Wertes ist zu berücksichtigen, daß die Spitzenwerte der Vorbelastung und der Zusatzimmission nicht gleichzeitig auftreten und damit die beiden Werte nicht linear addiert werden (Verfahren nach TA-Luft, MLuS-92).

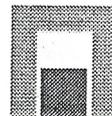
1.2 Meteodaten

Die Meteodaten stammen aus Messungen des Deutschen Wetterdienstes.

Für die Berechnungen der Immissionen aus Portalabluft ist vor allem der Wind nach Richtung und Geschwindigkeit sowie die örtliche Vertikalturbulenz maßgebend.

1.3 Immissions-Vorbelastung

Außerhalb des direkten Einflußbereiches von Straßen- und Tunelluft findet sich ein genereller NO₂ Grundpegel, der am tiefsten ist im freien Gelände, anwächst gegen den Randbereich einer Agglomeration und im Kern der Siedlung bzw. Stadt seinen Höchstwert er-



- 7 -

reicht. Er baut sich auf aus der diffusen Einwirkung aller NO Emittenten und wird auch von der allgemeinen Wetterlage beeinflusst.

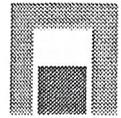
NO₂-Vorbelastung im Jahr 2010

Die 1985/86 an der A 9 durchgeführten Dauermessungen (Immissionsbelastung innerhalb und außerhalb von Gebäuden an einer stark befahrenen Autobahn, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Mai 1988) erfolgten in einer freien Umgebung. Die dort gefundenen Grundpegel lauten 30 µg/m³NO₂ als Jahresmittelwert und 70 µg/m³NO₂ als 95-%-Wert (95-Perzentil). Messungen des gleichen Amtes Ende der 80-iger -Jahre an verschiedenen Punkten in München lieferten JMW um 60 µg/m³NO₂ und 95-%-Werte um 140 µg/m³NO₂.

Übertragen auf Starnberg, konnten dort im Jahr 1989 NO₂-Grundpegelwerte um 50 µg/m³ als JMW und 100 µg/m³NO₂ als 95-%-Werte erwartet werden.

Die verschiedenartigen gesetzlichen Emissionsbeschränkungen lassen bis ins Jahr 2010 folgende Emissionsvermindierungen erwarten:

- Emissionsstatistiken zu Stickoxiden lauten etwa, daß 2/3 des NO_x vom Verkehr stammt und zwar die Hälfte von Pkw, 20 % von Lkw und der Rest von anderen Verkehrsmitteln. ¼ des NO_x stammt aus Industrie und Heizabgaben und der Rest aus anderen Quellen.
- Die Emissionsvorschriften für Pkw lassen bis ins Jahr 2010 einen Rückgang an NO_x-Emissionen auf 1/3 der Werte von 1989 erwarten, während bei der Gesetzgebung bei Lkw ein Rückgang um 30 % angenommen wird.



- 8 -

- Bei den Industrie-, Heizungs- und anderen Abgasen wird bis 2010 ein Rückgang auf 80 % der Werte von 1989 angenommen.

Unter dieser Voraussetzung läßt sich bis 2010 ein Emissionsrückgang der NO_x-Werte bis auf mindestens 60 % der Werte von 1989 prognostizieren. Damit lassen sich die Grundpegelwerte im Jahr 2010 in den Zonen der Portale des Starnberger Tunnels abschätzen. Die Schätzwerte für NO₂-Jahresmittel- und 98-Perzentil-Grundpegel lauten:

NO ₂ -Jahresmittelwert	28 µg/m ³
NO ₂ -98-Perzentil	70 µg/m ³

Tabelle 1.1

Benzol- und Dieselruß-Vorbelastung im Jahr 2010

In Anlehnung an die MLuS-92⁶ und Messungen in ähnlichen Situationen können für das Jahr 2010 Vorbelastungen gemäß Tabelle 1.2 angenommen werden.

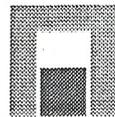
Benzol C ₆ H ₆ -Jahresmittelwert	5 µg/m ³
Dieselruß-Jahresmittelwert	4 µg/m ³

Tabelle 1.2

1.4 Oxidation von NO zu NO₂

Die Oxidation des von den Fahrzeugen emittierten Stickstoffmonoxids NO zu Stickstoffdioxid NO₂ ist vor allem vom Ozongehalt der Luft, aber auch von der Sonneneinstrahlung, Lufttemperatur und NO-Konzentration sowie von der Mischgeschwindigkeit von NO-haltiger Luft mit Ozon abhängig.

⁶ Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen (MLuS-92) Ausgabe 1992, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln.



- 9 -

Offene Straße

Das Ausmaß an Streuung in Abhängigkeit vom Umgebungs-Ozongehalt und vom Straßenabstand wurde in Holland gemessen.

Aufschlußreiche Zusammenhänge ergaben sich aus der neben der BAB A 9 vom Juli 1985 bis Juli 1986 durchgeführten Dauermessung des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz⁷.

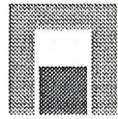
Portalabluft

Großversuche⁸ an einem Tunnelportal zeigten, daß in einem Tunnelluftstrahl die Oxidation der Tunnelluft im Freien langsamer verläuft als bei der offenen Straße, weil das Ozonangebot in der Atmosphäre für die Tunnelluft zu gering ist. (Aus dem gleichen Grund kann sich auch in der Tunnelluft bis zum Portal nur wenig NO₂ bilden (5 – 10 %), weil das NO in der Tunnelluft den Ozongehalt rasch verbraucht).

Unter Berücksichtigung der leichten Voroxidation beim Tunnelluftanteil wird für die Bildung des Jahresmittelwertes in der Ausbreitungsrechnung ein gemittelter Ansatz gemäß Tab. 1.3 verwendet.

⁷ P. Rabl et al. (1989): "Immissionsmessungen innerhalb und außerhalb von Wohngebäuden an einer stark befahrenen Autobahn", Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

⁸ F. Zumsteg, Bestimmung von Emissionen und Immissionen in Portalzonen (Messkampagne Baregg 1992), Bericht Schindler Haerter AG, August 1993



Abstand von Straßenmitte [m]	0	20	30	40	50	70	100	150	200	300
Multiplikationsfaktor NO ₂ /NO _x	0,10	0,17	0,19	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,28	0,30

Tabelle 1.3

1.5 Zusatzimmissionen von offener Straße

Eingehende Messungen direkt neben Straßen im Freien zeigen, daß die Fahrzeugabgase durch die von den Fahrzeugen erzeugte Turbulenz auf eine Höhe von 2 bis 8 m ab Fahrbahn (je nach Fahrgeschwindigkeit, Gegenverkehr, Fahrzeugtyp) verteilt werden.

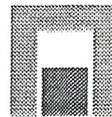
Die weitere Verdünnung hängt von der Geschwindigkeit und Richtung des Windes sowie seiner Turbulenz ab. Diese Turbulenz kann von der umgebenden Topographie (Bewuchs, Damm, Einschnitt) verursacht sein und in geringerem Grad durch die atmosphärische Stabilität (Sonneneinstrahlung).

Für die hier interessierenden mittleren Zusatzkonzentrationen hat sich die Berechnung mit Gauss'schen Verteilungsfunktionen als gute Näherung erwiesen. Ein ausgetestetes und international anerkanntes Rechenprogramm ist das HIWAY2-Modell.⁹

1.6 Zusatzimmissionen durch Portalabluft

Die aus dem Tunnelportal abströmende Tunnelluft verhält sich anfänglich wie ein Luftfreistrahler, d. h. die Ausbreitung ist abhängig von der Austrittsgeschwindigkeit und der

⁹ W. Petersen, HIWAY2 (A HIWAY Air Pollution Model), United States Environmental Protection Agency (1980, Bericht PB 80 227 556)



- 11 -

Strahlurbulenz sowie vom Temperaturunterschied zwischen Tunnelluft und Außenluft. Je größer die Ausströmgeschwindigkeit, umso länger verbleibt der Strahl in seiner Ausblasrichtung. Die im Jahresmittel leicht wärmere Tunnelluft gibt dem Strahl Tendenz zum Hochsteigen.

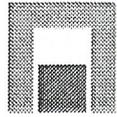
Mit zunehmendem Abstand ab Portal dominiert der Einfluß der von den Fahrzeugen im Strahl induzierten Turbulenz, die nicht nur eine Quervermischung, sondern auch eine Längverschleppung der Tunnelluft bewirkt.

Aus den heute bekannten Meßkampagnen und Modellversuchen um Portale lassen sich typische Ausbreitungsarten unterscheiden. Neueste Resultate aus Großversuchen stammen von I. Yoshizawa et al.¹⁰ und Modellversuche von a. Davies.¹¹

Die Beobachtungen zur Ausbreitung von Portalabluft legen es nahe, die Tunnelabluft als zusätzliche Volumenquelle längs der Straße auf eine beschränkte Länge ab Portal aufzufassen. Die anfängliche Höhen-, Breitenverteilung und Längsausdehnung hängt generell ab vom Straßentyp (Gegenverkehr, Richtungsverkehr) und der örtlichen Ortographie (Straße im Einschnitt, Leitwände, Umgebungsbebauung).

¹⁰ Atmospheric dispersion characteristics of polluted air from the portal of an urban road tunnel I. Yoshizawa, K. Iimura, Metropolitan Expressway Public Corporation; H. Tanabe, Ebara Corporation; H. Horiuchi, Chiyoda Engineering Consultants Co., Ltd. (BHRG-Symposium 1994, Liverpool Physical modelling of dispersion of a tunnel portal exhaust plume.

¹¹ M. Vanderheyde, M. Lepage, A. Davies, Rowan Williams Davies Irwin Inc. Canada; C. Nadel, Bechtel/Pasons Brinckerhoff; P. Wang, Bechtel Corp.; H. Ginzburg, G. Schattaneck, Parsons Brinckerhoff Quade & Douglas, USA (BHRG-Symposium 1994 Liverpool).



- 12 -

In Berücksichtigung der mäßigen Fahrgeschwindigkeiten bei den Tunnelausfahrten wird die Quelllänge beim Süd- wie Nordportal mit 100 m zugrunde gelegt.

Die Quellhöhe über dem Terrain der aus dem Einschnitt heraustretenden Tunnelluft wird beim Nord- wie auch Südportal zu 5 m festgelegt.

Die weitere Ausbreitung des Tunnelabgases durch den Wind erfolgt mit dem HIWAY2-Programm und seinen Ausbreitungsparametern.

1.7 Berechnungsergebnisse von Portalabluft und offener Straße nach dem Tunnel

1.7.1 Ziele der Berechnungen

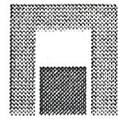
Für die von der Immissionsgesetzgebung erfaßten Schadstoffe Stickstoffdioxid, Benzol und Dieselruß sollen die Immissionsbelastungen um die Portale ermittelt werden bei verschiedener Menge an aus dem Portal abströmender Tunnelluft.

Die Berechnungen sind flächendeckend durchzuführen in einem großen Umfeld um jedes Portal.

1.7.2 Berechnungsbasis

Nachfolgend werden die Ausgangsdaten stichwortartig zusammengestellt:

- Lage des Tunnels und die emissionsmäßig berücksichtigten offenen Straßen.



- 13 -

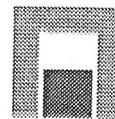
- Die Immissionen werden flächendeckend berechnet in einem Bereich 0,8 x 1 km um jedes Portal.
- Die Verkehrsdaten stammen aus dem Gutachten Kurzak 1990 für das Bezugsjahr 2010.
- Die Emissionsfaktoren der Fahrzeuge sind die PIARC 1995 Werte, welche mit den Angaben in den Umweltbundesamt-Berichten 1994 und 1995 übereinstimmen.
- Die Meteodaten stammen aus Messungen des Deutschen Wetterdienstes und wurden für die Immissionsberechnungen erweitert auf einen stündlichen Jahresgang bei jedem Portal.
- Die Immissionsvorbelastungen stammen von Messungen des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz und wurden auf den Standort Starnberg und das Jahr 2010 umgerechnet.
- Die aus dem Portal abströmende Tunnelluft wird als zusätzliche Volumenquelle zur offenen Straße auf einer Länge von 100 m ab Portal und 5 m Höhe und 10 m Breite definiert.

entfällt

1.7.3 Nordportal

Stickstoffdioxid NO₂ Jahresmittelwerte (Grundpegel 28 µgNO₂/m³)

Es werden die Jahresmittelwerte bei Portalabluftmengen 0, 50 % und 100 % der gesamthaf dem Tunnel zugeführten Außenluft ermittelt.



- 14 -

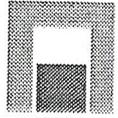
- Einfluß des Verkehrs auf der Münchner Straße:

Für den Fall "keine Portalabluft" beidseitig zum Portal: Stadteinwärts zum Portal wird in einem Band entlang der Münchner Straße von 100 m Breite ein Immissionspegel von etwas über $30 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ erreicht, also $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ über dem Grundpegel. Stadtauswärts zum Portal liegt entsprechend dem höheren DTV die Immissionsbelastung im 100 m breiten Band entlang der Münchner Straße um $31 - 32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, also um $2 - 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ über dem Grundpegel.

- entfällt*
- NO_2 Immissionen, wenn die Hälfte der dem Tunnel zugeführten Außenluft ständig aus dem Nordportal ins Freie abströmt: In einer kreisförmigen Zone von 100 m Durchmesser NO-seitig zum Portal finden sich NO_2 -Jahresmittelwert-Immissionen um $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$, also $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mehr als im Fall ohne Portalabluft. In einem weiteren Umkreis liegen die JMW Werte um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ über jenen ohne Portalabluft.
 - Immissionen, wenn ständig sämtliche Tunnelluft aus dem Nordportal abströmen würde: dieser hypothetische Fall gibt den möglichen Maximalwert an. In Portalnähe finden sich Werte um $40 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ JMW.

Stickstoffdioxid NO_2 98 % Werte (Grundpegel $70 \mu\text{gNO}_2/\text{m}^3$)

98 % Werte bei "keiner Portalabluft": Entlang der Münchner Straße liegen sie westseitig zum Portal um $3 - 4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ über dem Grundpegel und ostseitig zum Portal um $6 - 7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ über dem Grundpegel.



- 15 -

98 % Werte, wenn die halbe Tunnelluftmenge ständig aus dem Nordportal abströmt: In einem Umkreis mit 100 m Durchmesser NO-seitig zum Portal finden sich 98 % Werte um $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$, d. h. $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Zusatzbelastung zum Grundpegel. Im weiteren Umfeld um das Portal liegen die 98 % Werte um $3 - 6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ über dem Grundpegel. Gegenüber dem Fall ohne Tunnelluftabluft erhöhen sich damit im Nahbereich zum Portal die 98 % Immissionswerte um $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und im weiteren Umkreis um $1 - 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

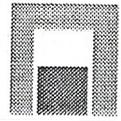
Immissionswerte für den hypothetischen Fall, daß sämtliche Tunnelluft ständig aus dem Nordportal austritt: In Portalnähe stellen sich Spitzenwerte bis $100 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ ein, im weiteren Umfeld liegen sie bei $80 - 85 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Benzol- und Ruß-Jahresmittelwerte (Grundpegel: Benzol/ $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Ruß $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Zusatzbelastungen von $0,6 - 0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei Ruß und $0,3 - 0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei Benzol treten für den Fall von "keiner Tunnelluft" aus dem Portal auf.

Es zeigen sich Erweiterungen der Zonen der Zusatzbelastung, wenn die Hälfte der dem Tunnel zugeführten Außenluft ständig aus dem Nordportal abströmt. Nahe zum Portal werden $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Ruß bzw. $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Benzol Zusatzimmissionen eintreten.

Für den hypothetischen Fall, daß sämtliche Tunnelluft aus dem Portal abströmt, gilt gegenüber dem Fall mit 50 % Portalabluft: Die Zone nahe zum Portal vergrößert sich um die Hälfte.



- 16 -

1.7.4 Südportal

In analoger Weise wie am Nordportal wurden die Immissionen um das Südportal für Stickstoffdioxid und Benzol, Dieselruß ermittelt.

Die Größen der Bereiche mit einigen $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{NO}_2$ Zusatzimmissionen gegenüber dem Fall "keine Portalabluft" sind praktisch gleich wie beim Nordportal. Sie liegen NW-seitig zum Portal. Das gleiche gilt auch für die Benzol- und Ruß-Zusatzimmissionen.

1.8 Beurteilung der Zusatzimmissionen um die Portale

1.8.1 Beurteilungsmaßstäbe

Die Verkehrsabgase werden beurteilt anhand der Immissionskonzentrationen von Stickstoffdioxid NO_2 , Benzol und Dieselrußpartikel

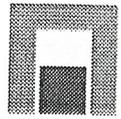
Als verschärfte Stufe der Grenzwerte sehen die BImSch-Verordnungen 22 und 23 folgende Prüfwerte vor:

NO_2 98 %-Wert: $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Benzol-JMW: $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Rußpartikel-JMW: $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Anzustreben ist im Laufe der Zeit das Einhalten von Leitwerten:

NO_2 98 %-Wert: $135 \mu\text{g}/\text{m}^3$, NO_2 -JMW: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In den Tab. 1.1 und 1.2 sind die Vorbelastungen in der Umgebung der beiden Portale für das Jahr 2010 zusammengestellt. Sie betragen:



- 17 -

NO₂ 98%-Wert: 70 µg/m³ und NO₂-JMW: 28 µg/m³

Benzol-JMW: 5 µg/m³

Rußpartikel-JMW: 4 µg/m³.

Aus dem Vergleich der Zusatzimmissionen mit und ohne Portalabluft läßt sich die Frage nach der Notwendigkeit eines Tunnelluftkamins entscheiden.

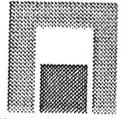
1.8.2 Nordportal

NO₂ 98%-Wert

Nordöstlich zum Portal stellen sich in einem *entfällt* Umkreis von 100 m bei einer Halbquerlüftung ohne Tunnelluftkamin 98 %-Werte ein bis 86 µg/m³. Der Leitwert gemäß dem Bundesimmissionschutzgesetz (EG-Rat) beträgt 135 µg/m³. Bedenkt man ferner, daß ohne Portalabluft an der gleichen Stelle bis 77 µg/m³NO₂ auftreten, so ist der Tunnellufteinfluß verhältnismäßig gering und vor allem weit vom Leitwert und noch mehr vom Prüfwert entfernt.

NO₂-Jahresmittelwert

Bis 100 m ostwärts zum Portal und 50 m süd- und nordseitig zur Münchner Straße werden im Jahresmittelwert 36 µg/m³ überschritten. Ohne Portalabluft werden dort 33 µg/m³ erreicht, der Leitwert beträgt 50 µg/m³. Auch bei dieser Beurteilung ist der Tunnellufteinfluß gering und der Abstand zum Leitwert noch groß.



- 18 -

Benzol, Rußpartikel

Die Zusatzimmission in der Portalumgebung beträgt innerhalb eines Abstandes von 50 m beidseitig zur Münchner Straße $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Ruß bzw. $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Benzol. Ausgehend von einer Vorbelastung von $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei Ruß und $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei Benzol und den Prüfwerten $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Ruß und $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Benzol liegt die Gesamtbelastung noch stark unter den Prüfwerten, ab denen besondere Maßnahmen in verkehrsrechtlicher Hinsicht zu veranlassen sind.

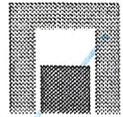
Im Gutachten 1989 wurden die Spitzenwertbelastungen als kritisch betrachtet. Doch beruhten die damaligen Beurteilungen auf NO_x -Zusatz-Immissionen die dreimal größer waren, als sie mit den heutigen Emissionsfaktoren im Jahr 2010 erwartet werden.

1.8.3 Südportal

In gleicher Weise wie beim Nordportal zeigt sich bei 50 % Portalabluft in Portalnähe eine 10 %-ige Immissionszunahme gegenüber dem Fall ohne Portalabluft. Die Immissionspegel sind dabei weit unter den Leitwerten, welche ihrerseits stark unter den gesetzlich festgelegten Prüfwerten liegen.

2. **Tunnellüftung des Starnbertgtunnels im Hinblick auf Immissionsauflagen**

Die heutige Immissionsbeurteilung hat unter dem Gesichtspunkt zu erfolgen, daß seit 1989 aus den inzwischen durchgeführten eingehenden Untersuchungen tiefere Emissionsfaktoren hervorgingen und ferner durch die Verschiebung des Bezugsjahres auf 2010 ein Fahrzeugpark mit emissionsärmeren Motoren vorliegt. Beide Faktoren bewirken, daß die für 2010 maßgebenden Fahrzeugemissionen noch 30 % jener von 1989 betragen.



- 19 -

Das 1989 verwendete Ausbreitungsmodell ist inzwischen verfeinert und durch Versuche bestätigt worden, so daß von dieser Seite keine Änderungen eingetreten sind.

Eine Immissionssituation kann heute aufgrund der inzwischen geschaffenen Bundesimmissionsschutzverordnungen beurteilt werden.

Aus der Sicht der Immissionsgesetzgebung gibt es keine Gründe, die ein freies Abströmen von Tunnelluft aus dem Portal nicht zulassen.

Die Immissionsbelastung durch aus den Portalen abströmende Tunnelluft ist auch in unmittelbarer Portalumgebung stark unter den zulässigen Leitwerten der BImSchV und weit unter dem Prüfwert. Aufgrund der Gesetzgebung kann daher auf einen Tunnelluftkamin verzichtet werden und die Tunnelluft ständig aus den Portalen abströmen.

Ein eventuelles Vorziehen der für 2010 geplanten Tunneleröffnung ins Jahr 2005 hätte unwesentlich höhere Immissionen zur Folge, ohne Konsequenzen für die Tunnellüftung. Die Gefahr, daß die maßgebenden Leit- bzw. Prüfwerte durch Zusatzbelastungen aus der Tunnelluft erreicht oder gar überschritten würden, besteht auch im Jahr 2005 nicht.