Unterlage 1

Erläuterungsbericht

mit 4. Tektur vom 22.01.2007 zur Planfeststellung vom 30.07.1999

mit 3. Tektur vom 13.04.2006 zur Planfeststellung vom 30.07.1999

mit 2. Tektur vom 15.09.2005 zur Planfeststellung vom 30.07.1999

mit 1. Tektur vom 05.12.2002 zur Planfeststellung vom 30.07.1999

Planfeststellung

Bundesstraße 2 München – Weilheim

Entlastungstunnel Starnberg

Neubau

von Bau-km 0+000 bis Bau-km ~~2+665~~ 3+120

von Str.-km ~~24,460~~ 24,000 bis Str.-km 27,120

Aufgestellt: München, den 30.07.1999 Straßenbauamt ltd. BD Schäfer	

STRASSENBAUAMT MÜNCHEN
POSTFACH 401826 • 80718 MÜNCHEN
BAYERISCHE STAATSBAUVERWALTUNG

B 2, Starnberg

Inhaltsverzeichnis zum Erläuterungsbericht

1.	Darstellung der Baumaßnahme	Seite	1
1.1	Planerische Beschreibung	Seite	1
1.2	Straßenbauliche Beschreibung	Seite	1
1.3	Zweck der Planfeststellung	Seite	1
2.	Notwendigkeit der Baumaßnahme	Seite	2
2.1	Vorgeschichte der Planung	Seite	2
2.2	Gegenwärtige Verkehrsverhältnisse	Seite	3
2.3	Weitere Verkehrsentwicklung	Seite	5
2.4	Planungsziele	Seite	6
2.4.1	Verkehrsentlastung		
2.4.2	Raumordnerische Ziele		
2.4.3	Maßgaben der landesplanerischen Beurteilung		
2.4.4	Verringerung der Umweltbeeinträchtigung		
2.4.5	Begleitende Ziele der Infrastruktur		
2.4.6	Neuordnung des klassifizierten Straßennetzes		
3.	Zweckmäßigkeit der Baumaßnahme	Seite	11
3.1	Variantenüberlegungen	Seite	11
3.1.1	Ortsnahe und ortsferne Umfahrung		
3.1.2	Entlastungstunnel mit Anschluß der St 2063 (Possenhofener Straße)		
3.1.3	Portale		
3.1.4	Tunneltrassen		

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 216

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (MVV)
U2-Hohenzollernplatz Tram 12 oder 27
Bus 33 oder 53
jeweils bis Haltestelle Nordbad

SBAM-Form: ALLGEMEIN 08/1

3.2	Gewählte Portallage und Tunneltrasse	Seite	18
3.2.1	Nordportal		
3.2.2	Südportal		
3.2.3	Tunneltrasse		
4.	Technische Gestaltung der Baumaßnahme	Seite	20
4.1	Trassierung	Seite	20
4.2	Querschnitt	Seite	20
4.2.1	Straße		
4.2.2	Tunnel und Rampen		
4.2.3	Querschnittprofile allgemein		
4.3	Knotenpunkte	Seite	24
4.3.1	Stadtgebiet		
4.3.2	Südportal		
4.3.3	Nordportal		
4.3.4	Bundesstraße 2/Gautinger Straße		
4.4	Baugrund	Seite	25
4.5	Entwässerung	Seite	26
4.5.1	Straße		
4.5.2	Tunnel		
4.5.3	Rampenbereich		
4.6	Ingenieurbauwerke	Seite	27
4.6.1	Abmessungen		

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 216

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (MVV)
U2-Hohenzollernplatz
Tram 12 oder 27
Bus 33 oder 53
jeweils bis Haltestelle Nordbad

STRASSENBAUAMT MÜNCHEN
POSTFACH 401826 • 80718 MÜNCHEN
BAYERISCHE STAATSBAUVERWALTUNG

.6.2	Querschnitt im Tunnelbereich		
.6.3	Wasserwirtschaftliche Maßnahmen		
	Bahnüberführung		
4.7	~~Gehwegunterführung unter Bahndamm~~	Seite	32
4.8	Betriebstechnik	Seite	32
4.8.1	Lüftungskonzept		
4.8.2	Stromversorgung/Beleuchtung		
.3	Luftüberwachung und Verkehrssteuerung/Lichtsignalanlagen		
4.8.4	Beschilderung		
4.8.5	Be-und Entwässerungseinrichtungen		
4.8.6	Fernüberwachung und Funkübertragung		
4.8.7	Notrufstationen		
4.8.8	Brandschutzmaßnahmen		
4.8.9	Sicherheits- und Rettungskonzept		
4.9	Besondere Anlagen	Seite	42
4.9.1	Lüftungszentrale/Betriebsgebäude		
4.9.2	Betriebskaverne/Regenrückhaltebecken		
4.9.3	Notausstiege		
4.9.4	Pannenbuchten		
5.	Schutz-, Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen	Seite	45
5.1	Lärmschutz	Seite	45
5.1.1	Allgemeines		
5.1.2	Rampe Süd		
5.1.3	Ortsdurchfahrt		
5.1.4	Rampe Nord		

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 216

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (MVV)
U2-Hohenzollernplatz Tram 12 oder 27
Bus 33 oder 53
jeweils bis Haltestelle Nordbad

5.2	Abgase Luftschadstoff	Seite	49
5.2.1	Gesetzliche Grundlagen, Beurteilungswert		
5.2.2	Immisiongutachten		
5.2.3	Schadstoffimmisionen durch Kaminabluft		
5.3	Maßnahmen in Wassergewinnungsgebieten	Seite	51
5.4	Beschreibung der Umwelt und ihrer Bestandteile	Seite	51
5.4.1	Charakterisierung von Natur und Landschaft		
5.4.2	Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen des Straßenbauvorhabens auf die Schutzgüter		
5.5	Konfliktanalyse und landschaftspflegerische Maßnahmen zum Schutz von Natur und Landschaft	Seite	61
5.5.1	Auswirkungen auf Natur und Landschaft		
5.5.2	Ermittlung und Beschreibung von Minimierungs-, Gestaltungs- und Ausgleichsmaßnahmen		
5.5.3	Bewertung		
5.6	Maßnahmen zur Einpassung in das Stadtbild/Architektonische Gestaltung	Seite	68
5.7	Beweissicherung	Seite	68
5.8	Dienstbarkeiten	Seite	68
5.8.1	Verankerung		
5.8.2	Baugrubenwände		
5.8.3	Tunnelbereich		
6.	Kostenträger/Beteiligung Dritter	Seite	69

7.	Durchführung der Baumaßnahme	Seite	70
7.1	Bauweisen	Seite	70
7.1.1	Portalbereiche		
7.1.2	Offene Bauweise		
7.1.3	Bergmännische Bauweise		
7.1.4	Auswirkungen und Risiken der Bauweisen		
7.2	Baustelleneinrichtung	Seite	86
7.2.1	Südportal		
7.2.2	Nordportal		
7.3	Bauphasen	Seite	87
7.3.1	Südvortrieb		
7.3.2	Nordvortrieb		
7.4	Bauzeiten	Seite	89
7.5	Baustellenverkehr	Seite	89
7.5.1	Massentransporte		
7.5.2	Lärmbelastung		
7.5.3	Luftbelastung		
7.5.4	Erschütterungen		
7.6	Verkehrsführung während der Bauzeit	Seite	91
7.6.1	Südportal		
7.6.2	Nordportal		

7.7 Straßenwiederherstellung Seite 93

7.8 Deponien Seite 93

7.9 Sparten Seite 94

7.10 Betroffene Verbände Seite 94

Anlage 1 Baugrunduntersuchungen

Anlage 2 Ergebnisse der radiohydrometrischen Versuche

Anlage 3 Ergebnisse des Bodengutachtens

Anlage 4 Ergebnisse der hydrogeologischen Untersuchungen und des Grundwassermodells

Anlage 5 Entwässerungssystem Tunnel Starnberg

~~Anlage 6 Untersuchung der Luftschadstoffe~~ entfällt

Anlage 7 Grundvarianten der Lüftungssysteme

Anlage 8 Prognostizierte Verkehrsbelastungen

Anlage 9 Stellungnahme der Unteren Naturschutzbehörde Starnberg zur FFH Verträglichkeitsabschätzung

STRASSENBAUAMT MÜNCHEN
POSTFACH 401826 • 80718 MÜNCHEN
BAYERISCHE STAATSBAUVERWALTUNG

B 2, Starnberg

Erläuterungsbericht

1. Darstellung der Baumaßnahme

1.1 Planerische Beschreibung

Die Bundesstraße 2 verbindet in Fortführung der A 952 (Zubringer zur Bundesautobahn A 95, München-Garmisch) die Stadt München mit den Zentren Starnberg, Weilheim, Murnau und Garmisch-Partenkirchen. In der Ortsdurchfahrt Starnberg laufen auf sie mehrere Staatsstraßen (St 2063, St 2065, St 2069 und St 2070) radial zu. Durch ihre Verbindungsfunktion übernimmt die in Nord-Süd-Richtung verlaufende B 2 in Starnberg die Hauptachse für den Durchgangsverkehr. Dieser Verkehr kann durch den Bau eines Entlastungstunnels aus der Ortsdurchfahrt herausgenommen werden. Damit wird nach der Ortsdurchfahrt Pöcking zwischen München und Weilheim die Ortsdurchfahrt Starnberg als letzte beseitigt.

1.2 Straßenbauliche Beschreibung

Die bauliche Maßnahme beginnt im Süden ~~ca. 150 m nördlich der Mozartstraße bei Str.-km. 24,000~~ ca. 160 m östlich der Strandbadstraße bei Str. ~~km 27,120~~ und endet im Norden ca. ~~100 m~~ 500 m östlich der Gautinger Straße bei Str.-km ~~24,460~~ 24,000. In diesem Abschnitt wird die B 2 zwischen der Leutstettener Straße und der Grubenstraße auf ca. 1880 m im Tunnel geführt. Die Gesamtlänge der baulichen Maßnahme beträgt ~~2,66 km~~ 3,12 km und wird vom vorliegenden Planfeststellungsbereich, der in den Planunterlagen dargestellt ist, erfaßt.

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 216

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - An
U2-Hohenzollernplatz

1.3 Zweck der Planfeststellung

Nach § 17 Abs.1 Satz 1 Bundesfernstraßengesetz (FStrG) dürfen Bundesfernstraßen nur gebaut werden, wenn der Plan vorher festgestellt ist. Bei der Planfeststellung sind die von dem Vorhaben berührten öffentlichen und privaten Belange, einschließlich der Umweltverträglichkeit, im Rahmen der Abwägung zu berücksichtigen.
Die straßenrechtliche Planfeststellung ersetzt alle nach anderen Rechtsvorschriften notwendigen öffentlich-rechtlichen Genehmigungen, Verleihungen, Erlaubnisse, Bewilligungen, Zustimmungen und Planfeststellungen (Art.75 Abs.1 Satz 1 Bayer. Verwaltungsverfahrensgesetz, BayVwVfG).
In der Planfeststellung werden alle durch das beschriebene Vorhaben einschließlich der notwendigen Folgemaßnahmen veranlaßten öffentlich-rechtlichen Beziehungen zwischen dem Träger der Straßenbaulast und anderen Behörden sowie Betroffenen - mit Ausnahme der Enteignung - umfassend geregelt.
So wird in der Planfeststellung insbesondere auch festgelegt, welche Grundstücke oder Grundstücksteile für das Vorhaben benötigt werden. Die Planfeststellung behandelt jedoch nicht Fragen des Grundstückspreises bzw. die Höhe der zu bezahlenden Entschädigungen. Dies erfolgt in einem gesonderten nachfolgenden Verfahren.

2. Notwendigkeit der Baumaßnahme

2.1 Vorgeschichte der Planung

Das Bestreben, die Stadt Starnberg vom starken Durchgangsverkehr im Zuge der B 2 zu entlasten, reicht schon viele Jahrzehnte zurück. Bei der Suche nach Lösungsmöglichkeiten für die Verkehrsprobleme wurden viele Planungsvarianten, sowohl Umgehungs- wie auch Tunneltrassen, untersucht. Letztlich sind alle oberirdischen Varianten wegen der

nicht ausgleichbaren Eingriffe in Natur und Landschaft und wegen unzureichender Verkehrswirksamkeit ausgeschieden. Als einzige realisierbare und wirksame Möglichkeit wurde ein Tunnel unter der Stadt weiterverfolgt.
Diese Lösung gelangte 1985 in ein konkretes Stadium, als der Bund den "Entlastungstunnel Starnberg" im Bedarfsplan für die Bundesfernstraßen bei den "Planungen" aufnahm. Wegen der in zunehmendem Maße unzuträglicher werdenden Verkehrsverhältnisse in der Ortsdurchfahrt Starnberg bestand die einhellige Auffassung, daß hier baldmöglichst eine spürbare Verbesserung erfolgen muß. Zur Abklärung der vielfältigen Interessen und Planungen sonstiger Träger öffentlicher Belange wurde 1988 ein Raumordnungsverfahren durchgeführt. Die Regierung von Oberbayern hat das Raumordnungsverfahren für die vom Straßenbauamt München vorgeschlagene Tunneltrasse mit der landesplanerischen Beurteilung vom 29.03.1989 positiv abgeschlossen. Alternative Umgehungsstraßen sind ausgeschieden, da sich im Verfahren ergeben hat, daß diese zwingenden Zielen der Raumordnung und Landesplanung widersprechen.
Der Bund hat die Tunneltrasse im derzeit ~~gültigen~~ geltenden Bedarfsplan für die Bundesfernstraßen unter "Vordringlicher Bedarf" eingestuft. Der Bedarfsplan ist Anlage zum ~~4.~~ 5. Gesetz zur Änderung des Fernstraßenausbaugesetzes – ~~4.~~ 5. FStrAbÄndG vom ~~15.11.93~~ 04.10.01. Damit hat der Gesetzgeber verbindlich nicht nur über die Übereinstimmung des Vorhabens mit den Zielsetzungen des § 1 Abs.1 FStrG, sondern auch über das Bestehen eines Bedarfes entschieden.

2.2 Gegenwärtige Verkehrsverhältnisse

Die B 2 ist sehr stark belastet. Der durchschnittliche tägliche Verkehr auf der B 2 in der Ortsdurchfahrt beträgt / (DTV 95): / bzw. (DTV 2000)

a) Weilheimer Straße (südlich Söckinger Straße/St 2070)

14.718 bis 17.072 Kfz/24 h bzw. (12.862 bis 15.535 Kfz / 24 h)

b) Hauptstraße(zwischen Söckinger Straße/St 2070 und Hanfelderstraße/St 2069)
22.126 Kfz/24 h

c) Münchner Straße(zwischen Hanfelderstraße/St 2069 und Moosstraße)
32.129 bis 40.147 Kfz/24 h

Eine durchgeführte Verkehrsuntersuchung hat ergeben, daß der Durchgangsverkehr in Starnberg sehr stark von innerörtlichem Verkehr überlagert wird. Von dem Gesamtverkehr im Raum Starnberg und Söcking von rd. 95.100 Kfz/24 h ist rd. 80% Binnen-, Ziel- und Quellverkehr (rd. 76.550 Kfz/24 h) und rd. 20% Durchgangsverkehr (rd. 18.550 Kfz/24 h).
Der Ziel- und Quellverkehr dominiert mit rd. 50% (47.140 Kfz/24 h) gegenüber dem reinen Binnenverkehr mit rd. 30% (29.410 Kfz/24 h). Dies dokumentiert die Attraktivität und zentralörtliche Bedeutung der Stadt Starnberg.
Träger des Durchgangsverkehrs ist vor allem die B 2 (Weilheimer Straße und Hauptstraße je 47 %, Münchner Straße 41 %).
Diese starke Verkehrsbelastung der B 2 führt vor allem in den Hauptverkehrszeiten und an Wochenenden (Ausflugs- und Erholungsverkehr) zu erheblichen Stauungen in der Ortsdurchfahrt, die 8 Lichtzeichenanlagen aufweist. Als Folge der Überlastung der Kreuzungen kommt es auch an den einmündenden Straßen, insbesondere Söckinger- und Hanfelderstraße, zu großen Staulängen. Neben der Belästigung der Anwohner durch Lärm und Abgase, den Schwierigkeiten beim Überqueren der Fahrbahn, den Zeitverlusten bei der Stadtdurchfahrt führt dies dazu, daß viele Verkehrsteilnehmer "Schleichwege" durch parallele Ortsstraßen suchen und es auch dort zu Unzuträglichkeiten kommt.

STRASSENBAUAMT MÜNCHEN
POSTFACH 401826 • 80718 MÜNCHEN
BAYERISCHE STAATSBAUVERWALTUNG

b) Hauptstraße(zwischen Söckinger Straße/St 2070 und Hanfelderstraße/St 2069)
22.126 Kfz/24 h **bzw. (20.430 Kfz / 24h)**

c) Münchner Straße(zwischen Hanfelderstraße/St 2069 und Moosstraße)
32.129 bis 40.147 Kfz/24 h **bzw. (29.205 bis 34.373 Kfz / 24h)**

Eine **1989** durchgeführte **umfassende Verkehrserhebung** hat ergeben, daß der Durchgangsverkehr in Starnberg sehr stark von innerörtlichem Verkehr überlagert wird. Von dem Gesamtverkehr im Raum Starnberg und Söcking von rd. 95.100 Kfz/24 h ist rd. 80% Binnen-, Ziel- und Quellverkehr (rd. 76.550 Kfz/24 h) und rd. 20% Durchgangsverkehr (rd. 18.550 Kfz/24 h).
Der Ziel- und Quellverkehr dominiert mit rd. 50% (47.140 Kfz/24 h) gegenüber dem reinen Binnenverkehr mit rd. 30% (29.410 Kfz/24 h). Dies dokumentiert die Attraktivität und zentralörtliche Bedeutung der Stadt Starnberg. **Vergleichszählungen von 1999 ergeben für Starnberg wegen der bereits 1989 vorhandenen hohen Auslastung (Staus) nur eine sehr begrenzte Verkehrsentwicklung in den letzten 10 Jahren. Deshalb können die Aussagen zum Durchgangs-, Ziel- und Quellverkehr nach wie vor als zutreffend unterstellt werden.**
Träger des Durchgangsverkehrs ist vor allem die B 2 (Weilheimer Straße und Hauptstraße je 47 %, Münchner Straße 41 %).
Diese starke Verkehrsbelastung der B 2 führt vor allem in den Hauptverkehrszeiten und an Wochenenden (Ausflugs- und Erholungsverkehr) zu erheblichen Stauungen in der Ortsdurchfahrt, die 8 Lichtzeichenanlagen aufweist. Als Folge der Überlastung der Kreuzungen kommt es auch an den einmündenden Straßen, insbesondere Söckinger- und Hanfelderstraße, zu großen Staulängen. Neben der Belästigung der Anwohner durch Lärm und Abgase, den Schwierigkeiten beim Überqueren der Fahrbahn, den Zeitverlusten bei der Stadtdurchfahrt führt dies dazu, daß viele Verkehrsteilnehmer "Schleichwege" durch parallele Ortsstraßen suchen und es auch dort zu Unzuträglichkeiten kommt.

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 216

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (MVV)
U2-Hohenzollernplatz Tram 12 oder 27
Bus 33 oder 53
jeweils bis Haltestelle Nordbad

Das hohe Verkehrsaufkommen trägt auch zu einem erheblichen Unfallgeschehen bei. Die Unfallrate (Unfälle pro 1 Mio. gefahrener Kfz-km mit Personen- und Sachschaden) in der Ortsdurchfahrt Starnberg betrug i. M. der Jahre 1993-1997 2,19, war also deutlich höher als die Vergleichswerte für Bayern (0,48) bzw. Oberbayern (0,57) an freier Strecke. Besonders auffällig ist die Kreuzung am Tutzinger Hofplatz, die seit Jahren mit i. d. R. 10 Verkehrsunfällen mit mehreren Verletzten pro Jahr regelmäßig ein Unfallschwerpunkt ist. Verkehrsrechtlich sind hier alle Möglichkeiten ausgeschöpft und auch baulich sind Veränderungen nur in geringem Umfang zu Lasten anderer Verkehrswege möglich.

2.3 Weitere Verkehrsentwicklung

Die verkehrliche Situation in Starnberg wird sich weiter verschärfen. Ohne geeignete Maßnahmen sind nach der durchgeführten Verkehrsuntersuchung im Prognosejahr 2010 (Nullfall) folgende Verkehrsbelastungen zu erwarten:

a) Weilheimer Straße

22.190 - 26.530 Kfz/24 h (Zunahme gegenüber 1995 bis zu rd. 55%)

b) Hauptstraße

32.800 – 34.960 Kfz/24 h (Zunahme gegenüber 1995 bis zu rd. 58%)

c) Münchner Straße

41.080 – 45.300 Kfz/24 h (Zunahme gegenüber 1995 bis zu rd. 28%)

d) Tutzinger Hofplatz

Durch die Zunahme der Belastung der zentralen Kreuzung in Starnberg um ca. 23% (44.000 auf 54.000 Kfz/24 h) wird sich die Spitzenbelastung und damit das Staupro-

Das hohe Verkehrsaufkommen trägt auch zu einem erheblichen Unfallgeschehen bei. Die Unfallrate (Unfälle pro 1 Mio. gefahrener Kfz-km mit Personen- und Sachschaden) in der Ortsdurchfahrt Starnberg betrug i. M. der Jahre **1989- 06.2002 2,96**, war also deutlich höher als die Vergleichswerte für Bayern (**0,46**). Besonders auffällig ist die Kreuzung am Tutzinger Hofplatz, die seit Jahren mit i. d. R.
10 Verkehrsunfällen mit mehreren Verletzten pro Jahr regelmäßig ein Unfallschwerpunkt ist. Verkehrsrechtlich sind hier alle Möglichkeiten ausgeschöpft und auch baulich sind Veränderungen nur in geringem Umfang zu Lasten anderer Verkehrswege möglich.

2.3 Weitere Verkehrsentwicklung

Die verkehrliche Situation in Starnberg wird sich weiter verschärfen. Ohne geeignete Maßnahmen sind nach der durchgeführten Verkehrsuntersuchung **1990** im Prognosejahr 2010 (Nullfall) folgende Verkehrsbelastungen zu erwarten (Grundlage: Amtl. Verkehrszählung 1995). **(Die aktualisierte Verkehrsuntersuchung von 2000 bzw. 2002 und 2003/ mit Westumfahrung Starnberg (Grundlage: Amtl. Verkehrszählung 2000) ergibt niedrigere Belastungen. ~~Aus Gründen der Planungssicherheit, insbesondere der Abgasbelastung und Lärmimmissionen wird jedoch weiterhin die höhere Belastung beibehalten.)~~: Die Berechnung der Abgasbelastungen und der Lärmimmissionen wurde den aktuellen Prognosen angepasst.**

a) Weilheimer Straße

22.190 - 26.530 Kfz/24 h (Zunahme gegenüber 1995 bis zu rd. 55%)

(Vergleichsweise Nullfall 2020: 17.500-19.800 Kfz/24 h)

b) Hauptstraße

32.800 – 34.960 Kfz/24 h (Zunahme gegenüber 1995 bis zu rd. 58%)

(Vergleichsweise Nullfall 2020: 24.200 - 25.100 Kfz/24 h)

c) Münchner Straße

41.080 – 45.300 Kfz/24 h (Zunahme gegenüber 1995 bis zu rd. 28%)

(Vergleichsweise Nullfall 2020: 39.300 - 40.300 Kfz/24 h)

d) Tutzinger Hofplatz

Durch die Zunahme der Belastung der zentralen Kreuzung in Starnberg um ca. 23% (44.000 auf 54.000 Kfz/24 h) (Vergleichsweise Nullfall 2020 auf 46.500 Kfz/24 h) wird sich die Spitzenbelastung und damit das Stauproblem über einen längeren Zeitraum ausdehnen, da in den Spitzenstunden keine Belastungszunahme dieser Kreuzung mehr möglich ist.

e) Der Durchgangsverkehr durch Starnberg steigt um rd. 21% an (18.550 auf 22.500 Fahrten/Tag).

Eine Entlastung von Starnberg ist unbedingt erforderlich. Ohne Entlastungstunnel werden die Verkehrsverhältnisse in Starnberg untragbar.

Die prognostizierten Verkehrsbelastungen für 2010 und 2020 im Straßennetz von Starnberg sind in der Verkehrsuntersuchung Prof. Dr.-Ing. Harald Kurzak dargestellt und können beim Straßenbauamt München und bei der Regierung von Oberbayern eingesehen werden.
Eine zusammengefaßte Darstellung ist diesem Erläuterungsbericht als Anlage Nr. 8.1 bis 8.4 angefügt.

2.4 Planungsziele

2.4.1 Verkehrsentlastung

Als einzig durchführbare Maßnahme zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse in der Ortsdurchfahrt Starnberg wird der Bau eines Entlastungstunnels angesehen, da der Bau einer Umgehungsstraße aus Gründen des Natur- und Landschaftsschutzes nicht realisierbar und ihre Entlastungswirkung geringer ist.
Die durchgeführte Verkehrsuntersuchung hat ergeben, daß durch den Bau eines Entlastungstunnels in Starnberg aus allen Verkehrsbeziehungen eine für das Jahr 2010 prognostizierte Verkehrsmenge von insgesamt 17.600 Kfz/24 h in den Tunnel verlagert wer

den kann. (Für das Prognosejahr 2020 wird für den Tunnel mit Westumfahrung vergleichsweise ein Verkehrsaufkommen von 18.000 Kfz/24 h ermittelt). Davon sind 13.900 Kfz/24 h echter Durchgangsverkehr und 3.700 Kfz/24 h Quell-, Ziel- und Binnenverkehr. Dieser Durchgangsverkehr im Tunnel entspricht 62 % des gesamten Durchgangsverkehrs von Starnberg (22.500 Kfz/24 h). Ausgeführte Beispiele zeigen, daß die Verkehrsmenge von 17.600 Kfz/24 h niedriger ist als bei vergleichbaren anderen 2-spurigen Tunnelstrecken und die Entlastungswirkung letztlich wohl noch höher sein wird.

Durch den geplanten Tunnel wird die vorhandene B 2 in der Innenstadt von Starnberg gegenüber dem Planungsnullfall 2010 (ohne Tunnel) bzw. 2020 mit Westumfahrung

- in der Weilheimer Straße südl. St 2070 (Söckinger Straße) bis zu ~~60%~~ 65%
- in der Hauptstraße bis zu ~~37%~~ 47% und
- in der Münchner Straße östl. St 2069 (Hanfelder Straße) bis zu ~~28%~~ 45%

vom Verkehr entlastet.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß sich infolge des Tunnels innerstädtische Verkehrsumlagerungen von den Parallelstraßen zur alten B 2 ergeben, insbesondere erfahren die innere Leutstettener Straße (- 42%), Max-Emanuelstraße (- 47%), Von-der-Tannstraße (- 29%), Rheinlandstraße (-17%), Bahnhofstraße (-14%) und Söckingerstraße (-12%) eine spürbare Entlastung.

Gleichzeitig ziehen die Hanfelderstraße (St 2069) ~~(+19%)~~ und die Wittelsbacherstraße (~~+14%~~) minimal Verkehr an, den sie zur Münchner Straße führen. Dadurch erhält der Tutzingerhofplatz im Jahr 2010 immer noch 45.400 Kfz/24 h. (Vergleichsweise im Jahr 2020 mit Westumfahrung Starnberg: 31.750 Kfz/24 h). ~~Auch die Gautinger Straße (St 2063 neu) erhält eine zusätzliche Belastung (+ 170%).~~

2.4.2 Raumordnerische Ziele

Die verkehrliche und raumordnerische Bedeutung des Vorhabens liegt in der Verlagerung des Durchgangsverkehrs in Starnberg in eine zweite Verkehrsebene und der dadurch spürbaren Entlastung des gesamten Ortes. Gleichzeitig wird die Verkehrsverbindung für den regionalen Verkehr aus dem Raum Weilheim-Peißenberg-Schongau mit Zielrichtung

den kann. (Für das Prognosejahr 2020 wird für den Tunnel mit Westumfahrung vergleichsweise ein Verkehrsaufkommen von 18.000 Kfz/24 h ermittelt). Davon sind 13.900 Kfz/24 h echter Durchgangsverkehr und 3.700 Kfz/24 h Quell-, Ziel- und Binnenverkehr. Dieser Durchgangsverkehr im Tunnel entspricht 62 % des gesamten Durchgangsverkehrs von Starnberg (22.500 Kfz/24 h). Ausgeführte Beispiele zeigen, daß die Verkehrsmenge von 17.600 Kfz/24 h niedriger ist als bei vergleichbaren anderen 2-spurigen Tunnelstrecken und die Entlastungswirkung letztlich wohl noch höher sein wird.

Durch den geplanten Tunnel wird die vorhandene B 2 in der Innenstadt von Starnberg gegenüber dem Planungsnullfall 2010 (ohne Tunnel) bzw. 2020 mit Westumfahrung

- in der Weilheimer Straße südl. St 2070 (Söckinger Straße) bis zu ~~60%~~ 65%
- in der Hauptstraße bis zu ~~37%~~ 47% und
- in der Münchner Straße östl. St 2069 (Hanfelder Straße) bis zu ~~20%~~ 45%

vom Verkehr entlastet.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß sich infolge des Tunnels innerstädtische Verkehrsumlagerungen von den Parallelstraßen zur alten B 2 ergeben, insbesondere erfahren die innere Leutstettener Straße (- 42%), Max-Emanuelstraße (- 47%), Von-der-Tannstraße (- 29%), Rheinlandstraße (-17%), Bahnhofstraße (-14%) und Söckingerstraße (-12%) eine spürbare Entlastung.

Gleichzeitig ziehen die Hanfelderstraße (St 2069) ~~(+19%)~~ und die Wittelsbacherstraße (~~+14%~~) minimal Verkehr an, den sie zur Münchner Straße führen. Dadurch erhält der Tutzingerhofplatz im Jahr 2010 immer noch 45.400 Kfz/24 h. (Vergleichsweise im Jahr 2020 mit Westumfahrung Starnberg: 31.750 Kfz/24 h). ~~Auch die Gautinger Straße (St 2063 neu) erhält eine zusätzliche Belastung (+ 170%).~~

2.4.2 Raumordnerische Ziele

Die verkehrliche und raumordnerische Bedeutung des Vorhabens liegt in der Verlagerung des Durchgangsverkehrs in Starnberg in eine zweite Verkehrsebene und der dadurch spürbaren Entlastung des gesamten Ortes. Gleichzeitig wird die Verkehrsverbindung für den regionalen Verkehr aus dem Raum Weilheim-Peißenberg-Schongau mit Zielrichtung

Starnberg und München deutlich verbessert. Das Vorhaben ist damit geeignet, zu einer nachhaltigen Verbesserung der Verkehrsverhältnisse beizutragen und steht insofern im Einklang mit den Grundsätzen der Raumordnung und Landesplanung.

2.4.3 Maßgaben der landesplanerischen Beurteilung

Für das Vorhaben wurde 1988 das Raumordnungsverfahren beantragt und anschließend von der Regierung von Oberbayern mit der landesplanerischen Beurteilung vom 29.03.1989 unter gewissen Maßgaben positiv abgeschlossen.

Hierbei wurden im einzelnen die folgenden Maßgaben gefordert, die bei der weiteren Planung berücksichtigt wurden:

- Schutz vor Verkehrslärm und Luftverunreinigungen durch passive Schallschutzmaßnahmen und Einhaltung der Immissionsgrenzwerte

- Eingliederung der Tunnelportale, Anschlussstellen und Entlüftungsanlagen in das Landschafts- und Stadtbild durch Einbeziehen eines Architekten im Rahmen der Baureifplanung und durch Abstimmung mit der Stadt Starnberg

- Berücksichtigung der wasserwirtschaftlichen Belange durch:

  Einleitung des anfallenden Oberflächenwassers in das städtische Entwässerungsnetz
  Grundwasserüberleitungen im Tunnelbereich

- Ausgleich von Eingriffen in Baumbestand durch Neupflanzungen und Schaffung von Ausgleichsflächen

- Erschließung der landwirtschaftlichen Grundstücke.

2.4.4 Verringerung der Umweltbeeinträchtigung

Durch die Herausnahme des Durchgangsverkehrs und die Verkehrsumlagerung von den Parallelstraßen zur alten B 2 ergibt sich eine Verbesserung der Wohnqualität und der Funktionsfähigkeit des Ortskerns und damit auch der Verkehrssicherheit.
Durch den Entlastungstunnel sind deutliche Verbesserungen der Lärmsituation (bis - 4 dB(A) in Weilheimer Straße) und Abgassituation im Ortszentrum von Starnberg, insbesondere in den parallelen Ortsstraßen zu erwarten.
Durch die Reduzierung der Verkehrsbelastung auf der B 2 alt im Bereich der Münchner- und Hauptstraße zwischen ~~20%~~ 45% und ~~37%~~ 47% wird auch die Trennwirkung der alten Bundesstraße spürbar gemindert.

2.4.5 Begleitende Ziele der Infrastruktur

Um eine größtmögliche Wirksamkeit des Tunnels zu erreichen, sind folgende begleitende Umbaumaßnahmen am Straßennetz im Raum Starnberg außerhalb dieses Planfeststellungsverfahrens vorgesehen:

- Verlegung der Leutstettener Straße nach Osten zur Gautinger Straße, um den Durchgangsverkehr von Gauting in den Tunnel zu leiten. Diese Maßnahme wurde bereits 1997 realisiert.

- Umbau der Einmündung der St 2563 in die St 2070, so daß der aus Richtung Perchting ankommende Verkehr mit Zielrichtung München über die St 2563 auf die B 2 und in den Tunnel geleitet wird bei gleichzeitiger Abstufung der St 2070 im Stadtbereich Starnberg zur städtischen Straße.
- Erforderlichenfalls Umbau des Anschlusses St 2563/ B 2 zur Sicherstellung der Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit.
- Für die Leutstettener Straße zwischen Bahnunterführung und der Münchner Straße sollte die Option offengehalten werden, daß die Straße gegebenenfalls auch in beiden Richtungen befahren werden kann.

2.4.6 Neuordnung des klassifizierten Straßennetzes

Durch die infrastrukturellen Ziele, die Ortsdurchfahrt von Starnberg vom Durchgangsver

5

kehr möglichst umfassend zu entlasten, sind neben den begleitenden Zielen (Punkt 2.4.4) Ab- und Umstufungen im klassifizierten Netz wegen der geänderten Verkehrsbedeutung vorgesehen (Unterlage 7.3).

Die Staatsstraße 2070 wird zwischen der Einmündung der St 2563 bei Str. km 4 + 270 und der Einmündung in die B 2 alt zur Ortsstraße bzw. Gemeindeverbindungsstraße abgestuft.

Ebenfalls zur Ortsstraße abgestuft werden soll die B 2 zwischen dem Südportal (Einmündung Grubenstraße) und der Einmündung der Staatsstraße 2063 (Bahnhofstraße) in die B 2 alt.

Zur Staatsstraße abgestuft werden soll der Teil der B 2 alt zwischen der Einmündung St 2063 (Bahnhofstraße) und dem nördlichen Tunnelportal (Einmündung Leutstettener Straße/Beginn Parallelfahrbahn, die Bestandteil der B 2 wird).

Mit diesen Änderungen wird der geänderten Verkehrsbedeutung des Straßennetzes in Starnberg Rechnung getragen und der Stadt die Möglichkeit gegeben, durch geeignete Maßnahmen auf den zur Ortsstraße abgstuften Straßenstücken den Verkehrsfluß zu beeinflussen.

3. Zweckmäßigkeit der Baumaßnahme

3.1 Variantenüberlegungen

3.1.1 Im Zusammenhang mit dem Raumordnungsverfahren wurden neben der Tunneltrasse auch eine ortsnahe und eine ortsferne Umfahrungsstraße untersucht (Unterlage 2).

3.1.1.1 <u>Ortsnahe Umfahrung:</u>

Diese Trasse zweigt östlich von Starnberg bei Buchhof von der Autobahn A 952 in Richtung Nordwesten ab, kreuzt südlich von Petersbrunn das Würmtal, die Staatsstraße 2063 und die S-Bahnlinie, verläuft dann südlich von Hanfeld in einem Bogen zwischen Hadorf und Söcking zur Staatsstraße 2563, die südlich von Starnberg bei der Maxhof-Kaserne an die Bundesstraße 2 anschließt.
Den Vorteilen gegenüber einer Tunneltrasse - geringere Baukosten, Bau ohne Beeinträchtigung des Verkehrs, keine großen bautechnischen Schwierigkeiten mit Ausnahme des Bereiches Leutstettener Moos und stärkere mögliche Entlastung der Radialstraßen in Starnberg - stehen jedoch gravierende Nachteile gegenüber:

- größere Streckenlänge: Eine ortsnahe Umfahrung von Buchhof bis Maxhof (rd.12,7 km) bedeutet eine Mehrlänge von rd.5,9 km gegenüber einem Entlastungstunnel in Starnberg. Dies hat längere Fahrzeiten und daraus resultierende zusätzliche Straßennutzerkosten und Umweltbelastungen zur Folge.

- geringere Entlastungswirkung: Zwar lassen sich Teile des Ziel- und Quellverkehrs aus den Stadtrandgebieten auf die Umfahrung verlagern. Im Bereich der zentralen Ortsdurchfahrt und Zentrum von Starnberg ist jedoch die Entlastungswirkung gegenüber dem Entlastungstunnel wesentlich geringer. Während sich die Durchgangsverkehre aus Westen und Norden auf die Umfahrung verlagern lassen, ist wegen der starken Verschwenkung der Umfahrungstrasse nach Westen zu erwarten, daß der aus Süden kommende Verkehr nur max. zu 40% darauf verlagert werden kann.
  Insgesamt ist die Verkehrswirksamkeit der ortsnahen Umfahrung deutlich geringer als bei einer Tunneltrasse. Dies bestätigt die im Vorfeld des Raumordnungsverfahrens durchgeführte Untersuchung.

- nicht ausgleichbare Eingriffe: Eine ortsnahe Umfahrung würde direkt ca. 32 ha Grund in Anspruch nehmen. Dazu kämen ca. weitere 37 ha für Ausgleichsflächen gem. Art. 6 a des Bayer. Naturschutzgesetzes (BayNatSchG). Ca. 0,7 km der Neubaustrecke würden im Naturschutzgebiet "Leutstettener Moos", rd. 7,0 km in den beiden Landschaftsschutzgebieten nördlich Starnberg und im Bereich Söcking-Perchting sowie rd. 1,0 km in Bannwald verlaufen. Darüber hinaus würden 5 Biotope beeinträchtigt. Der Landschaftsraum, durch den eine ortsnahe Umfahrung führen würde, besitzt als ökologischer Regenerationsraum wie auch als Erholungsraum gleichermaßen hohe Bedeutung. Der sensible Raum des Würmtales würde durch eine Querung erheblich bedroht. Die notwendigen Ausgleichs- und Ersatzflächen könnten in der erforderlichen Größenordung in diesem Raum nicht zur Verfügung gestellt werden. Insgesamt gesehen sind bei dieser Trasse die schwerwiegenden Eingriffe in die Natur und Landschaft nicht ausgleichbar.

Die ortsnahe Trasse ist daher schon aus Gründen des Naturschutzes und Umweltschutzes nicht vertretbar.

3.1.1.2 Ortsferne Umfahrung:

Diese Trasse wurde aus der Bürgerschaft von Starnberg vorgeschlagen. Sie soll bei Oberdill von der Autobahn A 95, München-Garmisch, nach Westen abzweigen, nördlich von Leutstetten die Würm und die Staatsstraße 2063, anschließend südlich des Bahnhofes Mühltal die S-Bahnlinie kreuzen, südlich von Hanfeld in die oben beschriebene ortsnahe Umfahrung einschwenken und im Zuge dieser weiter verlaufen bis zur B 2.
Den Vorteilen dieser Trasse - geringere Baukosten, Bau ohne große Beeinträchtigung des Verkehrs, keine großen bautechnischen Schwierigkeiten bis auf die Anbindung der St 2063 und einer möglichen stärkeren Entlastung der Radialstraßen in Starnberg - gegenüber dem Entlastungstunnel stehen jedoch gravierende Nachteile gegenüber:

- größere Streckenlänge: Eine ortsferne Umfahrung von Oberdill bis Maxhof (rd.16 km) bedeutet eine Mehrlänge von rd. 4,0 km gegenüber einer Fahrtstrecke mit Entlastungstunnel durch Starnberg. Dies hat längere Fahrtzeiten und daraus resultierend zusätzliche Straßennutzerkosten und Umweltbelastungen zur Folge.

- geringere Entlastungswirkung: Der verlagerungsfähige Verkehr weist bei der ortsfernen Trasse in der Summe etwa die gleiche Größenordnung auf wie bei der ortsnahen Trasse. Die zu erwartende Verkehrsentlastung im Bereich der zentralen Ortsdurchfahrt und Zentrum von Starnberg ist allerdings noch geringer als bei der ortsnahen Trasse. Die ortsferne Umfahrung hat damit gegenüber der Tunneltrasse bei der primär angestrebten Entlastung der Ortsdurchfahrt ebenfalls eine deutlich geringere Verkehrswirksamkeit. Dies bestätigt die im Vorfeld des Raumordnungsverfahrens durchgeführte Untersuchung.

- Problem Anschluß St 2063: Im Bereich der Kreuzung mit der St 2063 bei Mühltal wäre eine 240 m lange Talbrücke erforderlich. Wegen des großen Höhenunterschiedes und des engen Talraumes wäre ein Anschluß der Staatstraße an die Umfahrung kaum realisierbar.

- nicht ausgleichbare Eingriffe: Die ortsferne Umfahrung würde direkt rd. 42 ha Fläche in Anspruch nehmen. Mindestens weitere rd. 17 ha wären für Ausgleichsflächen gem. Art. 6 a des BayNatSchG erforderlich. Ca. 5,0 km würden in Landschaftsschutzgebieten, ebenfalls rd. 5,0 km im Bannwald und rd.1,0 km im Wasserschutzgebiet verlaufen. Außerdem werden zwei Biotope beeinträchtigt. Ebenso wie die ortsnahe Trasse würde auch die ortsferne Trasse durch einen Landschaftsraum führen, der sowohl als ökologischer Regenerationsraum wie auch als Erholungsraum gleichermaßen eine hohe Bedeutung besitzt. Das bisher ruhige Gebiet um Leutstetten würde durch neuen Verkehr beeinträchtigt. Auch hier können die notwendigen Ausgleichs- und Ersatzflächen in der geforderten Größenordnung in diesem Raum nicht zur Verfügung gestellt werden. Die ortsferne Trasse ist aus diesen Gründen ebenfalls schon aus Gründen des Natur- und Umweltschutzes nicht vertretbar.

Obwohl diese Trassenvarianten zunächst nicht als Wahltrassen in das Raumordnungsverfahrens eingebracht wurden, haben sich zahlreiche Beteiligte am Verfahren in ihren Stellungnahmen dazu geäußert. Dabei hat sich voll bestätigt, daß beide Umfahrungstrassen zu erheblichen Eingriffen in Natur und Landschaft, Wasserhaushalt und Erholungsflächen führen würden. In der landesplanerischen Beurteilung zur Raumordnung wurde daher festgestellt, daß die beiden Umfahrungstrassen zwingenden Zielen der Raumordnung und Landesplanung widersprechen würden. Als einzig durchführbare und für das Gesamtstraßennetz der Stadt Starnberg wirksamste Lösung wurde der Bau eines

Entlastungstunnels angesehen. Er kann gegenüber den um Starnberg herumführenden Umfahrungstrassen bei wesentlich geringeren Umwelteingriffen mehr Verkehr anziehen und dadurch eine höhere Entlastungswirkung für Starnberg erzielen.

3.1.2 Entlastungstunnel mit Anschluß der St 2063 (Possenhofener Straße)

Mit einer unterirdischen Anbindung der Possenhofener Straße an den Tunnel könnte zusätzlicher Verkehr in den Tunnel verlagert werden. Dies wird aber aus folgenden Gründen von der Straßenbauverwaltung nicht weiter verfolgt:

- Der Anschluß der Possenhofener Straße an den Tunnel wäre wegen der geologischen und hydrologischen Verhältnisse und der vorhandenen Bebauung im Bereich der Dinardstraße sowohl bau- als auch verkehrstechnisch äußerst schwierig herzustellen. Es müßten auch Gebäude abgebrochen werden.

- Die Mehrkosten würden rd. 40 Mio. DM betragen. Diese Mehrkosten stünden in keinem vertretbaren Verhältnis zu den erzielbaren verkehrlichen Vorteilen.

- Durch einen Tunnel-Anschluß der Possenhofener Straße würde verstärkt Verkehr auf diese Straße gelenkt. Dies entspricht nicht den städtebaulichen Zielen der Stadt Starnberg und den angestrebten Abstufungsüberlegungen.

3.1.3 Portale

Anfang und Endpunkt des Tunnels werden entscheidend bestimmt durch die Lage der Portale, die ihrerseits von den Möglichkeiten der Anbindung des Tunnels an die B 2 abhängen.

3.1.3.1 Nordportal

Gewählt wird eine Portallage unmittelbar östlich des Kreuzungsbereiches LeutstettenerStraße/B 2.
Eine Portallage im Kreuzungsbereich Gautinger Straße/B 2 hätte zur Folge, daß der Verkehr aus Richtung Gauting über die Moosstraße geführt werden müßte, damit er in den Tunnel gelangt. Darunter würde aber die Effektivität des Tunnels leiden. Das Portal würde zwar außerhalb des innerstädtischen Bereiches zum Liegen kommen und dadurch zu einer verminderten Belastung der Anlieger führen. Diese Lösung birgt jedoch zwei entscheidende Nachteile in sich: Zum einen sind erhebliche Gründungsprobleme zu erwarten, da das Portal und der Rampenbereich in den bautechnisch problematischen Seeton zum Liegen kommt. Zum anderen würde sich der Tunnel gegenüber der gewählten Portallage um ca. 250 m verlängern, was zu einer deutlichen Erhöhung der Investitionskosten und auch steigenden Betriebskosten führen würde.

3.1.3.2 Südportal

Die verkehrsentlastende Wirkung des Tunnels erfordert ein Portal südlich der Söckinger Straße. Gewählt wird eine Portallage im Bereich Grubenstraße. Eine Lage zwischen Söckinger Straße und Grubenstraße ist aufgrund der Topographie des Geländes bzw. der bestehenden Bebauung und den Grundstücksverhältnissen abzulehnen. Zum einen käme das Portal in ein Gebiet mit überwiegender Wohnbebauung zum Liegen, zum anderen stehen in den Rampenbereichen keine öffentlichen Grundstücke für den daneben zu führenden Verkehr zur Verfügung. Gegen diese Lösung sprechen außerdem die beschränkten Möglichkeiten der Verkehrsführung während der Bauzeit. Bei einer Lage nördlich des Prinzenweges könnte der Verkehr nur unter unvertretbar großem Aufwand (Umleitung auf

Privatgrundstücken, Stützmauern) aufrechterhalten werden. Die topographische Situation würde außerdem bei einem Portalstandort nördlich der Jahnstraße eine Längsneigung der Gradiente von über 4% nach sich ziehen.

3.1.4 Tunneltrassen

Mit der Wahl der Tunnelportale kann ein Trassenkorridor festgelegt werden innerhalb dem Varianten für eine Tunneltrasse möglich sind (Unterlage 10.1).

3.1.4.1 Variante 1:
gewählte Linie

3.1.4.2 Variante 2:
Diese Variante ist eine möglichst gestreckte Linienführung. Etwa bei der Einmündung des Prinzenweges biegt die Tunneltrasse von der bestehenden B 2 ab. Sie verläuft östlich der B 2, nützt die höhere Überdeckung unter dem Höhenrücken und unterquert den Einmündungsbereich der B 2 mit der Söckinger Straße. Sie umgeht sowohl das Starnberger Schloß und die Stadtpfarrkirche als auch verschiedene historisch wertvolle Bauwerke, wenn auch z.T. nur in geringem Abstand. Nach dem südlichen Schloßberghang unterfährt die Tunneltrasse eine Reihe privater Grundstücke. Im Bereich der Bahnunterführung bindet die Linienführung wieder in die Achse der bestehenden B 2 ein.

3.1.4.3 Variante 3:
Diese Trasse folgt von Süden kommend zunächst der B 2 bis zur Einmündung Almeida Weg und unterquert die Söckinger Straße westlich der Einmündung in die B 2. Sie führt dann ähnlich wie Variante 2 vorbei am Schloß und der Stadtpfarrkirche und schließt wie diese an die B 2 an.

Privatgrundstücken, Stützmauern) aufrechterhalten werden. Die topographische Situation würde außerdem bei einem Portalstandort nördlich der Jahnstraße eine Längsneigung der Gradiente von über 4% nach sich ziehen.

3.1.4 Tunneltrassen

Mit der Wahl der Tunnelportale kann ein Trassenkorridor festgelegt werden innerhalb dem Varianten für eine Tunneltrasse möglich sind (Unterlage 10.1).

3.1.4.1 Variante 1:
gewählte Linie

3.1.4.2 Variante 2:
Diese Variante ist eine möglichst gestreckte Linienführung. Etwa bei der Einmündung des Prinzenweges biegt die Tunneltrasse von der bestehenden B 2 ab. Sie verläuft östlich der B 2, nützt die höhere Überdeckung unter dem Höhenrücken und unterquert den Einmündungsbereich der B 2 mit der Söckinger Straße. Sie umgeht sowohl das Starnberger Schloß und die Stadtpfarrkirche als auch verschiedene historisch wertvolle Bauwerke, wenn auch z.T. nur in geringem Abstand. Nach dem südlichen Schloßberghang unterfährt die Tunneltrasse eine Reihe privater Grundstücke. Im Bereich der Bahnunterführung bindet die Linienführung wieder in die Achse der bestehenden B 2 ein.

3.1.4.3 Variante 3:
Diese Trasse folgt von Süden kommend zunächst der B 2 bis zur Einmündung Almeida Weg und unterquert die Söckinger Straße westlich der Einmündung in die B 2. Sie führt dann ähnlich wie Variante 2 vorbei am Schloß und der Stadtpfarrkirche und schließt wie diese an die B 2 an.

3.1.4.4 Beurteilung der Varianten:

Der Einfluß der Trassenvarianten auf das Landschaftsbild und auf die Umweltverträglichkeit ist für alle als gleichwertig anzusehen, da

- alle 3 Varianten gleiche Lage der Portale vorsehen
- die Varianten in einem Trassenkorridor von max. 20 m Breite verlaufen und somit sich nur durch die unterschiedliche Überdeckung und Unterfahrung von Gebäuden unterscheiden.

Die Variante 1 unterquert im Bereich Schloßberg weniger private Grundstücke gegenüber den anderen Varianten.

Da sich die Längen der 3 Varianten kaum unterscheiden, ist kein wirtschaftlicher Vorteil für eine der Varianten abzuleiten.

3.2 Gewählte Portallage und Tunneltrasse

3.2.1 Nordportal

Die gewählte Lage des Portals unmittelbar östlich des Kreuzungsbereiches Leutstettener-/Münchner Straße erfüllt Forderungen nach einer Minimierung der Tunnellänge, einer optimalen Einführung des Durchgangsverkehrs in den Tunnel sowie eines möglichst risikofreien Bauablaufes. Diese Portallage bedeutet allerdings, daß ~~dem~~ der Verkehr aus Starn

Moosstraße geleitet werden muß, da wegen Aufberg in Richtung Gauting über die ~~Gautinger Straße nur eine beschränkte Spurwechel~~ rechterhaltung des Verkehrsflusses ein Linksabbiegen in die Gautinger Straße nicht mehr ~~strecke zur Verflechtung mit dem Verkehr aus dem Tunnel mit Zielrichtung München zur~~ möglich ist.

aus der Stadtmitte

~~Verfügung steht~~. Von daher ist es wichtig, daß die Verkehrsbeziehung V Starnberg Richtung Gauting weiterhin auch über die Leutstettener Straße abgewickelt werden kann.

3.1.4.4 Beurteilung der Varianten:

Der Einfluß der Trassenvarianten auf das Landschaftsbild und auf die Umweltverträglichkeit ist für alle als gleichwertig anzusehen, da

- alle 3 Varianten gleiche Lage der Portale vorsehen
- die Varianten in einem Trassenkorridor von max. 20 m Breite verlaufen und somit sich nur durch die unterschiedliche Überdeckung und Unterfahrung von Gebäuden unterscheiden.

Die Variante 1 unterquert im Bereich Schloßberg weniger private Grundstücke gegenüber den anderen Varianten.

Da sich die Längen der 3 Varianten kaum unterscheiden, ist kein wirtschaftlicher Vorteil für eine der Varianten abzuleiten.

3.2 Gewählte Portallage und Tunneltrasse

3.2.1 Nordportal

Die gewählte Lage des Portals unmittelbar östlich des Kreuzungsbereiches Leutstettener-/Münchner Straße erfüllt Forderungen nach einer Minimierung der Tunnellänge, einer optimalen Einführung des Durchgangsverkehrs in den Tunnel sowie eines möglichst risikofreien Bauablaufes. Diese Portallage bedeutet allerdings, daß ~~dem~~ der Verkehr aus Starn

Moosstraße geleitet werden muß, da wegen Aufberg in Richtung Gauting über die ~~Gautinger Straße nur eine beschränkte Spurwechsel~~ rechterhaltung des Verkehrsflusses ein Linksabbiegen in die Gautinger Straße nicht mehr ~~strecke zur Verflechtung mit dem Verkehr aus dem Tunnel mit Zielrichtung München zur~~ möglich ist. aus der Stadtmitte ~~Verfügung steht~~. Von daher ist es wichtig, daß die Verkehrsbeziehung V Starnberg Richtung Gauting weiterhin auch über die Leutstettener Straße abgewickelt werden kann.

3.2.2 Südportal

Die geplante Portallage im Bereich der Grubenstraße schließt die Nachteile der unter 3.1.3.2 genannten Varianten aus. Der Verkehr kann im Rampenbereich ohne großflächige Inanspruchnahme bebauter Privatgrundstücke an die B 2 angebunden und während der Bauzeit problemlos im Baustellenbereich abgewickelt werden. Die Beeinträchtigungen werden durch die Verlegung des Portals weiter an die südliche Grenze der Wohnbebauung hin gegenüber den Varianten spürbar verbessert.

3.2.3 Tunneltrasse

Aufgrund der vorgesehenen Portallagen im Norden und Süden ergeben sich für die Linie und Gradiente keine großen Unterschiede bei den Varianten. In Abwägung der Aspekte Geologie, Überdeckung und Schutz der bestehenden Bauwerke wird Variante 1 gewählt. Die Tunneltrasse folgt im südlichen Anfahrtsbereich zunächst dem Verlauf der B 2.Im Kreuzungsbereich des Prinzenweges verläßt sie die Streckenführung der B 2 nach Osten. Dadurch wird der Abstand zum Abhang zwischen B 2 und Siebenquellenbach ausreichend groß. Sie gewinnt Überdeckungshöhe und vermeidet eine Unterfahrung von Gebäuden des Anwesens Almeida. Im weiteren Verlauf werden in einem Gegenbogen die St.-Josef-Kirche und das Schloß mittig unterfahren. Dies verhindert, daß eine eventuelle Setzungsmulde zu einer Verdrehung der Bauwerke, insbesondere des Kirchenturmes führt. Soweit möglich wird vermieden, ein Gebäude im Randbereich zu unterfahren. Hierdurch kann eine ungleichmäßige Setzung - wenn sie überhaupt eintritt - der Bauwerke vermieden werden. Durch die Topographie des Schloßberges kann eine möglichst hohe Überdeckung des Tunnels erreicht werden. Unter Berücksichtigung des Zwangs

punktes am Nordportal schließt die Trasse an die bestehende B 2 im Bereich der Bahnüberführung an. Die Gradiente der Tunneltrasse fällt von Süden nach Norden auf eine Länge von ca. 1600 m mit einer Längsneigung von 3,5% unter Berücksichtigung der erforderlichen Überdeckungshöhen bis zum Tiefpunkt südlich des Rathauses ab. Ab hier steigt sie auf eine Länge von ca. 500 m mit einer Längsneigung von ebenfalls 3,5% wieder an. Die Neigungen in den Rampenbereichen betragen zwischen 2,9 % und 3,5 %.Die gesamte Tunnellänge (ohne Rampen) beträgt 1.878 m. Die Rampenlängen betragen am Südportal 200 m und am Nordportal 102 m.

4. Technische Gestaltung der Baumaßnahme

4.1 Trassierung

Der Tunneltrasse liegt generell eine Entwurfsgeschwindigkeit von V_e = 80 km/h zugrunde. Lediglich für die Portalbereiche wird aufgrund der Zwangspunkte (Bebaung, Bahnunterführung, Verflechtungsspuren) eine Entwurfsgeschwindigkeit V_e = 60 km/h zugrundegelegt. Die Trassierung und die Knotenpunktgestaltung erfolgen nach den einschlägigen Richtlinien.
Aus konstruktiven Gründen wird bei einer Unterfahrung von Gebäuden eine Mindestüberdeckung von ca. 5 m eingehalten. Die Mindestüberdeckung in nicht überbauten Bereichen wird mit ca. 4 m festgelegt. Infolge des hohen Grundwasserspiegels wird versucht, gleichzeitig die Tieflage zu minimieren.

4.2 Querschnitt

4.2.1 Straße

4.2.1.1 Bereich Süd:

Aufgrund der Verkehrsuntersuchung ist im Jahre 2010 von einer täglichen Verkehrsbelastung im südlichen Zufahrtsbereich des Tunnels von ca. 25.500 Kfz/24h auszugehen.

Es wird in diesem Bereich des Bauanfangs vom bestehenden Querschnitt mit einer Fahrbahnbreite von 8,0 m und jeweils 2,0 m breiten unbefestigten Seitenstreifen auf den Regelquerschnitt RQ 10,5 reduziert.
Der Querschnitt setzt sich zusammen aus der 7,50 m breiten befestigten Fahrbahn (2 Fahrstreifen mit je 3,50 m und 2 Randstreifen mit je 0,25 m) und aus den beidseitigen 1,50 m breiten unbefestigten Seitenstreifen (Banketten).
Die Verziehung erfolgt auf einer Länge von 25 m.
Die Umfahrung der Tunnelrampen erfolgt zu beiden Seiten mit einspurigen Richtungsfahrbahnen mit je 5,0 m befestigter Fahrbahnbreite. Zwischen Franz-Heidinger-Straße und Heimstettenweg wird auf der Seite der Bebauung die Richtungsfahrbahn für Zwei-Richtungsverkehr aufgeweitet.
Die Straßenbefestigung erfolgt in bituminöser Bauweise gem. den einschlägigen Richtlinien (RStO-01, ~~Fassung 89).~~

4.2.1.2 Bereich Nord:

Im Anschluß an die nördliche Tunnelrampe ist laut Verkehrsuntersuchung ~~V~~ 1990 im Jahre 2010 mit einem Verkehrsaufkommen von ca. 49.600 Kfz/24h zu rechnen. (kein Einbahnverkehr Leutstettener Straße)
Am Bauende wird der an den Bestand angeglichene 4-streifige Querschnitt mit Fahrspuren von jeweils 3,25 m vorgesehen. Daran schließen sich beiderseits Gehwege mit 2,0 m Breite an. Wie bei der südlichen Tunnelrampe wird auch bei der nördlichen der Ziel- und Quellverkehr von und nach Starnberg um die Rampe herumgeführt. Durch die beengten Platzverhältnisse unter der Bahnüberführung können die Richtungsfahrbahnen im Bereich des Rampenbeginns nur mit einer Breite von ~~3,50~~ 5,00 bzw. ~~5,90~~ 5,50 m ausgeführt werden. Infolge der Verdrängung der unter der Bahnüberführung derzeit vorhandenen Gehwege sind für die Fußgänger getrennte Unterführungen hinter den Widerlagern der Bahnbrücke vorgesehen.

4.2.1.2 Bereich Nord:

Im Anschluß an die nördliche Tunnelrampe ist laut Verkehrsuntersuchung 1990 im Jahre 2010 mit einem Verkehrsaufkommen von ca. 49.600 Kfz/24h zu rechnen.(kein Einbahnverkehr Leutstettener Straße)
Wie bei der südlichen Tunnelrampe wird auch bei der nördlichen der Ziel – und Quellverkehr von und nach Starnberg um die Rampe herumgeführt. Durch die Verbreiterung der Bahnbrücke auf eine Lichte Weite von 24,50 m können die Parallelrampen von und nach Starnberg im Bereich der Verflechtung mit dem Verkehr, der den Tunnel benutzt, 2- streifig mit einer Fahrbahnbreite von jeweils 3,0 m ausgeführt werden.
An die Fahrbahn schließen sich beiderseits durchgehende Gehwege mit 2,0 m Breite an.

Zwischen Gautinger Straße und Leutstettener Straße sind derzeit keine Radwege vorhanden und künftig auch nicht möglich. Hier muß der Radverkehr stadteinwärts auf die Moosstraße - nördliche Leutstettener Straße und stadtauswärts auf die südliche Leutstettener Straße - Josef-Jägerhuber-Perchstraße verwiesen werden.

Die Straßenbefestigung erfolgt in bituminöser Bauweise gem. den einschlägigen Richtlinien (RStO-01, ~~Fassung 89).~~

4.2.2 Tunnel und Rampen

Es wird eine Tunnelröhre für eine einbahnige, zweistreifige Bundesstraße gebaut. Die Fahrbahnbreite im Tunnel beträgt 7,50 m mit beidseitig einem Notgehweg von jeweils 1,0 m Breite, d. h. einer Gesamtbreite von 9,50 m.
Im Bereich der Haltebuchten im Tunnel wird der Querschnitt um eine Standspur von 2,50 m auf eine Gesamtbreite von 12,0 m aufgeweitet. Eine Mitführung des Standstreifens über die Gesamtlänge des innerstädtischen Tunnels ist wirtschaftlich nicht zu vertreten.
Die Fahrbahn erhält eine Regelquerneigung von 2,5%, die Notgehwege eine Querneigung von 2%. Die Hochborde werden aufgrund von Forderungen des Brand- und Katastrophenschutzes mit einer Höhe von 25 cm ausgebildet. Als Fahrbahn im Tunnel wird aus Gründen der Aufhellung und der längeren Lebensdauer eine Betondecke vorgesehen.
Die Leistungsfähigkeit des 2-spurigen Tunnels ist für die Bewältigung der prognostizierten Verkehrsmenge von rd. 18.000 Kfz/24h völlig ausreichend. Dies bestätigen auch andere bestehende Tunnel. ~~Im übrigen wird die Leistungsfähigkeit durch die Lichtzeichenanlage am nördlichen Portal an der Kreuzung B 2/Gautinger Straße bestimmt~~.

4.2.3 Querschnittprofile allgemein

Die Querschnittabmessungen des Bauwerkes werden primär durch die Begrenzung des lichten Raumes, die betrieblichen Einrichtungen und die geologischen Verhältnisse vorgegeben.
Die Regelquerschnitte sind gem. den Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT) gewählt. Der lichte Raum beträgt danach Breite x Höhe = 9,50 x 4,50 m. Zur Unterbringung von betrieblichen Einrichtungen sowie eventueller Maßnahmen zur Schalldämmung ist eine zusätzliche lichte Höhe von max. ca. 50 cm und min. ca. 30 cm berücksichtigt.
Die Strom- und Löschwasserzuführung ist in den Kabelkanälen angeordnet. Die Lage der Entwässerungsschächte wird in der Mitte einer Fahrspur vorgesehen, um ein Befahren der Deckel so weit als möglich zu vermeiden.
Strahlventilatoren, Leuchten, Beschilderung und Tunnelüberwachungseinrichtungen sind an der Decke bzw. seitlich außerhalb des lichten Raumes angeordnet.
Die Querschnittsformen in den verschiedenen Abschnitten sehen wie folgt aus (Unterlagen 5 und 6 sowie Nachrichtliche Unterlagen):

-- Rampenbereich:	Rechteckiger Trogquerschnitt
-- Offene Bauweise:	Geschlossener rechteckiger Rahmen im südl. Bereich, geschlossener Rahmen mit bogenförmiger Rahmendecke im nördl. Bereich.
-- Bergmännische Bauweise:	Kreisprofil bzw. Maulprofil. Aus wirtschaftlichen Erwägungen nur eine Röhre mit zweispurigem Tunnelquerschnitt.

4.3 Knotenpunkte

4.3.1

Der Entlastungstunnel unter dem Stadtgebiet von Starnberg im Zuge der B 2 ist frei von unterirdischen Anschlüssen geplant.

4.3.2

Am Südportal wird die B 2 im Bereich der Franz-Heidinger-Straße zum Tunnelportal hin als Rampe abgesenkt. Beiderseits der Rampe werden für den aus und in die Stadt Starnberg fahrenden Verkehr eigene Richtungsfahrbahnen gebaut, die im Bereich des Heimstettenweges an die bestehende Bundesstraße (Weilheimer Straße) anbinden.
Die Franz-Heidinger-Straße wird an die südöstliche Richtungsfahrbahn angeschlossen. Diese wird so ausgebildet, daß eine Einfahrt in die Franz-Heidinger-Straße auch aus Richtung Starnberg möglich ist. Ein Einbiegen von der Franz-Heidinger-Straße in die B 2 Richtung Weilheim ist künftig nur mehr indirekt über eine Verbindungsrampe unmittelbar am Tunnelportal möglich. Alternativ kann über Franz-Heidinger-Straße und "Am Waldspielplatz" in die B 2 Richtung Weilheim abgebogen werden. Aus der Grubenstraße ist die direkte Zufahrt zur B2 zukünftig nur noch für Fußgänger und Radfahrer möglich. Aus dem Heimstettenweg ist nur noch die Ausfahrt Richtung Starnberg möglich. ~~nur noch die Ausfahrt Richtung Starnberger Innenstadt möglich~~.

~~Östlich der Einmündung „ Am Waldspielplatz „ wird eine Wendeschleife für Betriebsfahrzeuge angelegt, die für die Benutzung durch landwirtschaftliche Fahrzeuge freigegeben wird.~~

4.3.3

Im Bereich des Nordportals wird die B 2 ab der Bahnüberführung als Rampe zum Tunnelportal hin abgesenkt. Beiderseits der Rampe werden für den aus und in die Stadt Starnberg fahrenden Verkehr eigene Richtungsfahrbahnen gebaut, die im Bereich der Leutstettener Straße an die bestehende B 2(Münchner Straße) anbinden. Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Kreuzung erhält die Münchner Straße zwei Geradeaus-Fahrstreifen je Richtung.

4.3.4

Um eine ausreichende Leistungsfähigkeit der Kreuzung B 2/Gautinger Straße zu erreichen, wird aus Richtung München kommend vor der Kreuzung Gautinger Straße die Münchner Straße auf 3 Geradeaus-Spuren aufgeweitet, davon die rechte kombiniert mit dem Rechtsabbieger zur Gautinger Straße. Auf eine zusätzliche Spur für den Linksabbieger von der Münchner Straße in die Uhdestraße muß verzichtet werden. Dies hat zur Folge, daß der wegfallende Linksabbiegeverkehr in die Uhdestraße schon vor der Kreuzung Gautinger Straße als Rechtsabbieger über die Moosstraße bzw. Petersbrunnerstraße und als Geradeausverkehr in die Uhdestraße mittels Beschilderung umgeleitet werden muß. Durch den Wegfall der Linksabbiegespur in die Uhdestraße kann der Platz für eine Mittelinsel zur Querung des Fußgängers über die Münchner Straße genutzt werden.
Der Rechtseinbieger von der Gautinger Straße in die Münchner Straße wird mit eigener freilaufender Rechtseinbiegespur in die Münchnerstraße geführt.

4.4 Baugrund

Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse, des Baugrundgutachtens, die geologischen Verhältnisse sowie die Ergebnisse der radiohydrometrischen Untersuchungen sind in der Anlage 1-3 zusammengestellt. Zusätzlich wurde wegen der problematischen Grundwasserverhältnisse ein Grundwassermodell erstellt, um die Auswirkungen des Tunnelbaues auf die bestehende Grundwassersituation zu ermitteln. Die Ergebnisse sind in der Anlage 4 beschrieben. Die vorliegenden Untersuchungen können beim Straßenbauamt München und bei der Regierung von Oberbayern eingesehen werden.
Die einzelnen Verbauarten für die Bauabschnitte der offenen Bauweise sowie die Erläuterung für die bergmännische Bauweise und die erforderlichen Vorkehrungen aufgrund der geologischen Verhältnisse werden im Abschnitt 4.6 erläutert.

4.3.4

Um den Verkehrsfluß auf der B2 östlich der Bahnüberführung zu verbessern, werden die Knotenpunkte umgestaltet bzw. neu geschaffen.

Ziel dieser Umbaumaßnahmen ist, durch einen leistungsfähigen Verkehrsfluß auf eine zusätzliche Signalisierung am östlichen Tunnelportal und auf der aus Starnberg führenden Richtungsfahrbahn verzichten zu können.
Dadurch wird die Verkehrssicherheit im Tunnel wesentlich erhöht und somit ein Verkehrsrückstau in den Tunnel vermieden.
Folgende Umbaumaßnahmen sind vorgesehen:
<u>Umbau an bestehenden Einmündungen</u>
Im Bereich der Kreuzung B2/Gautinger Straße erhält die Bundesstraße eine Mittelinsel mit Fußgängerquerung. Ein Linksabbiegen von Richtung München in die Uhdestraße und von Richtung Starnberg in die Gautinger Straße sowie ein Kreuzen der Bundesstraße ist in diesem Bereich nicht mehr möglich.
Diese fehlenden Verkehrsbeziehungen werden durch Umgestaltung von Einmündungen im weiteren Verlauf der B2 Richtung München aufrechterhalten. Dies hat zur Folge, daß der entfallende Linksabbiegeverkehr in die Uhdestraße über die Einmündung Perchastraße abgewickelt wird. Hier wird eine Linksabbiegespur in die Perchastraße vorgesehen.
Durch den Wegfall der Linksabbiegespur von Richtung Starnberg in die Gautinger Straße wird der Linksabbiegeverkehr auf die Einmündungen der Moosstraße und der Petersbrunner Straße, die bis zur B2 verlängert wird, verlagert.
Der die Bundesstraße kreuzende Verkehr wird ebenfalls auf die Einmündungen der Moosstraße/Perchastraße sowie verlängerter Petersbrunner Straße / Strandbadstraße verlegt.
Ab Einmündung Gautinger Straße erhält die B2 Richtung Starnberg 3 durchgehende Fahrstreifen wovon ein Fahrstreifen in den Tunnel führt.

Im Bereich der Einmündung B2/Moosstraße/Perchastraße erhält die Bundesstraße Linksabbiegespuren. Für jede Fahrtrichtung stehen auf der Bundesstraße zwei durchgehende Fahrstreifen zur Verfügung.

Eine Fußgängerquerung ist im unmittelbaren Kreuzungsbereich nicht möglich und wird über eine Mittelinsel auf Höhe des Landratsamtes vorgesehen.

Neue zusätzliche Einmündung

Um auch stadteinwärts eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit zu erzielen und zur Entlastung der bestehenden Knotenpunkte ist eine zusätzliche Anbindung an das Gewerbegebiet erforderlich.

Hierzu wird die Petersbrunner Straße bis zur Bundesstraße verlängert. Dieser Durchstich zur B2 ist nur durch den Abbruch eines bestehenden Gebäudes zu verwirklichen.

Die B2 erhält jeweils Linksabbiegespuren für die Einmündung in die verlängerte Petersbrunner Straße bzw. Strandbadstraße.

Alle diese Umgestaltungsmaßnahmen an den Knotenpunkten dienen dazu, den Verkehrsfluß auf der B2 zu erhöhen und einen Rückstau in den Tunnel zu verhindern.

Die Steuerung des Verkehrsablaufs erfolgt über die Lichtsignalanlagen an den jeweiligen Knotenpunkten und Fußgängerquerungen.

Beim Knotenpunkt B2 / Gautinger Straße kann auf eine Lichtzeichenanlage verzichtet werden.

Querungen für Fußgänger sind im Bereich östlich der Bahnüberführung beim Knotenpunkt B2/Gautinger Straße/Uhdestraße sowie auf Höhe des Landratsamtes vorgesehen. Die vorgesehenen Knotenpunktsänderungen sind das Ergebnis von Verkehrsuntersuchungen, die beim Straßenbauamt München und bei der Regierung von Oberbayern eingesehen werden können.

4.4 Baugrund

Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse, des Baugrundgutachtens, die geologischen Verhältnisse sowie die Ergebnisse der radiohydrometrischen Untersuchungen sind in der Anlage 1-3 zusammengestellt. Zusätzlich wurde wegen der problematischen Grundwasserverhältnisse ein Grundwassermodell erstellt, um die Auswirkungen des Tunnelbaues auf die bestehende Grundwassersituation zu ermitteln. Die Ergebnisse sind in der Anlage 4 beschrieben. Die vorliegenden Untersuchungen können beim Straßenbauamt München und bei der Regierung von Oberbayern eingesehen werden.
Die einzelnen Verbauarten für die Bauabschnitte der offenen Bauweise sowie die Erläuterung für die bergmännische Bauweise und die erforderlichen Vorkehrungen aufgrund der geologischen Verhältnisse werden im Abschnitt 4.6 erläutert.

Soweit für die Detailplanung noch weitere Baugrunduntersuchungen erforderlich werden, insbesondere im Bereich des Georgenbaches und des Siebenquellenbaches, erfolgen diese im Zuge der Baureifplanung.

4.5 Entwässerung

4.5.1 Straße

Soweit sich die B 2 in Dammlage befindet (Südbereich), wird das Oberflächenwasser der Straße breitflächig über die Bankette abgeführt. Soweit eine Einschnittslage vorliegt, wird das Oberflächenwasser in Mulden (mit Erdschwellen) gesammelt und versickert. Im Nordbereich wird das anfallende Oberflächenwasser wie bisher über Einlaufschächte in Tagwasserkanäle eingeleitet und den Vorflutern zugeführt.

4.5.2 Tunnel

Die Entwässerung ist in Anlage 5 beschrieben.

4.5.3 Rampenbereich

Die Entwässerung der Rampenbereiche ist ebenfalls in Anlage 5 beschrieben. Sie erfolgt in Rampenbereichen, die oberhalb des städtischen Tagwasserkanals liegen mittels einer Freispiegelleitung in den bestehenden Tagwasserkanal . Alle anderen Rampenbereiche werden mit der Tunnelentwässerung im Tunneltiefpunkt gesammelt und über eine Hebeanlage ebenfalls, wie bisher, dem städtischen Kanal zugeführt.

4.6 Ingenieurbauwerke

4.6.1 Abmessungen

Der Tunnel hat einschließlich der Rampen eine Länge von	2.180 m
davon entfallen auf die südliche Rampe	200 m
die offene Bauweise im südlichen Bereich	81 m
die bergmännische Bauweise - mit Spritzbeton	1.704 m
- alternativ bei Schildvortrieb	1.689 m
die offene Bauweise im nördlichen Bereich - bei Spritzbeton	93 m
- alternativ bei Schildvortrieb	108 m
die nördliche Rampe	102 m

4.6.2 Querschnitt im Tunnelbereich

Die Querschnittsabmessungen des bergmännischen Tunnelabschnitts sind neben dem freizuhaltenden Lichtraumprofil und tunnelstatischen Gesichtspunkten auch abhängig von dem zur Anwendung kommenden Bauverfahren.

Die größte Querschnittsfläche beansprucht die zweischalige Schildbauweise mit ca. 116 m^2 Ausbruchsfläche, die im Bereich der Pannenbuchten auf 158 m^2 aufgeweitet wird.

Dieser Querschnitt wird dem Planfeststellungsverfahren zugrunde gelegt, ohne jedoch damit das Bauverfahren festzulegen. Dieses soll dem Wettbewerb überlassen bleiben. Bei der Spritzbetonbauweise kann es notwendig werden, daß zusätzlich eine rückwärtige Verankerung erfolgen muß. Hierfür wird eine dauerhaft zu beschränkende Fläche vorsorglich vorgesehen.

4.6.3 Wasserwirtschaftliche Maßnahmen

Auf Grundlage der vorliegenden geologischen und hydrologischen Kenntnisse werden folgende wasserwirtschaftlichen Maßnahmen zur Grundwasserüberleitung vorgesehen, um einen Aufstau des Grundwassers zu verhindern. Sie sind in den Unterlagen Nr. 10.4 bis 10.6 dargestellt.

4.6.3.1 Rampe Süd

Die Rampe Süd liegt vollständig über dem Grundwasserspiegel, so daß keine Sonderbauwerke zur Grundwasserüberleitung notwendig sind.

4.6.3.2 Offene Bauweise Süd

Da das Bauwerk lediglich in den tieferreichenden Abschnitten im Bereich des Grundwassers liegt, ist eine Grundwasserüberleitung im Bereich der offenen Bauweise Süd nicht vorgesehen.

4.6.3.3 Rampe Nord

Da im Grundwasserbereich des Bauwerkes der Rampe Nord überwiegend fluviatile, bindige Böden anstehen, eine Absperrung des kiesigen Grundwasserleiters demnach nur minimal erfolgt, ist hier keine Grundwasserüberleitung vorgesehen.

4.6.3.4 Offene Bauweise Nord

Im Bereich der offenen Bauweise Nord sperrt das Tunnelbauwerk eine grundwasserführende Kiesschicht ab. Der Einfluß erstreckt sich auf eine Länge von etwa 100 m und eine maximale Tiefe von 6,0 m. Um die grundwassersperrende Wirkung des Tunnelbauwerkes zu minimieren ist in diesem Bereich eine Grundwasserüberleitung erforderlich.

Die Grundwasserüberleitung (km 2 + 226) besteht im wesentlichen aus zwei beidseitig des Tunnels angeordneten Dükerschächten, welche gleichzeitig mit dem Tunnelbauwerk hergestellt werden. Zur Grundwasserüberleitung werden beide Dükerschächte über eine unterhalb des Tunnelbauwerkes verlegte Rohrleitung verbunden. Mit horizontalen Dränrohren wird das Grundwasser auf der nördlichen Tunnelseite gefaßt, dem nördlichen Dükerschacht zugeführt, über die Rohrleitung unterhalb des Tunnels dem südlichen Dükerschacht zugeführt und von dort ebenfalls über horizontale Dränrohre der wasserführenden Kiesschicht wieder zugeführt (siehe Unterlage 10.4).

4.6.3.5 Bergmännische Bauweise

Da der Tunnel den Fließquerschnitt der wasserführenden Schichten deutlich einengt, sind Maßnahmen zur Grundwasserüberleitung erforderlich. Das Düker-System ist in den Unterlagen Nr. 10.5 und 10.6 dargestellt.

4.6.3.5.1 Südlicher Abschnitt (Unterlage 10.5)

Auf der Oberstromseite südlich des Tunnels wird ein Schacht mit einem Durchmesser von ca. 6 m angeordnet, von dem aus zwei Sammelstollen erstellt werden. Nach dem geologi-

schen Längsschnitt verlaufen diese Sammelstollen knapp oberhalb des wasserstauenden Untergrunds. Die Länge des westlichen Stollens beträgt ca. 150 m. die des östlichen Stollens ca. 100 m. Von den Stollenenden aus können zusätzliche Horizontaldrains mit einer Länge bis zu 50 m angeordnet werden. Damit ist es möglich, das oberstromig des Eintauchbereichs des Tunnels in die bindige Moräne anfallende Wasser zu fassen.

Ausgehend von dem genannten Schacht wird das Wasser auf eine Länge von ca. 30 m in einer Dükerleitung unter dem Tunnel zu einer Versickerungsanlage auf der unterstromig liegenden Seite geführt. Die Versickerungsanlage besteht aus einem Schacht gleicher Bauweise wie auf der oberstromigen Seite, von dem aus über maximal 70 m lange Horizontaldrains das Wasser wieder in die anstehenden durchlässigen Schichten versickert wird. Die Verwendung zusätzlicher Versickerungsstollen zur Verteilung des zu versickernden Wassers auf eine größere Fläche ist nicht erforderlich. Während auf der oberstromigen Seite nicht alle durchlässigen Schichten auch Wasser führen müssen und somit die Sammeleinrichtung eine größere Fläche abdecken muß, kann auf der unterstromigen Seite das Wasser in allen anstehenden durchlässigen Schichten versickert werden. Die für die Drains hier vorgesehene Länge beträgt bis zu 70 m, so daß entlang des Tunnels über eine Strecke von 140 m versickert werden kann.

Die beiden Schächte weisen eine Tiefe von rund 20 m auf. Im Endzustand wird jeweils im Schachttiefsten eine Kammer aus Ortbeton hergestellt, die über einen Einstiegsschacht von der Oberfläche aus inspiziert werden kann. Der für den Endzustand nicht mehr erforderliche Schachtraum wird verfüllt.

Die Dükerleitung zwischen den beiden Schächten wird mittels einer Zielbohrung hergestellt.

4.6.3.5.2 Nördlicher Abschnitt (Unterlage 10.6)

Für die Grundwasserüberleitung wurde ein prinzipielles Konzept entwickelt, das keine zusätzlichen baulichen Maßnahmen im Bereich der Starnberger Innenstadt erfordert und bei dem auch die Wartung vollständig vom bestehenden Tunnelbauwerk heraus erfolgen kann. Die detaillierte Ausarbeitung des Konzepts erfolgt im Zuge der Baureifplanung. An voraussichtlich zwei Stellen werden im Tunnel Querschnittserweiterungen vorgesehen, in denen die Einrichtung für eine Grundwasserdükerung eingebaut wird. Von einer solchen Nische aus werden die erforderlichen Horizontaldrains zur Fassung des überzuleitenden Wassers versetzt und über Rohrleitungen dem Tunnelinneren zugeführt. Dort münden die Leitungen der einzelnen Drains in einem mit einem Deckel wasserdicht verschlossenen Brunnentopf, von dem aus das Wasser in einer Leitung aus Gußstahl unterhalb der Tunnelsohle auf die gegenüberliegende Seite fließt und dort in einer gleichartigen Konstruktion wieder in den Untergrund versickert wird.

Mit Hilfe von Absperrvorrichtungen können die Drains einzeln gedrosselt oder verschlossen werden. Ebenso lassen sich daran anschließend die Abdeckungen der Brunnentöpfe öffnen, damit die Dükerleitung über diese Brunnentöpfe inspiziert und gereinigt werden kann.

Die zur Aufnahme der Dükerelemente vorgesehenen seitlichen Nischen werden durch Türen verschlossen. Die Inspektion dieser Nischen ist ohne Verkehrsbehinderung im Tunnel möglich. Die genaue Lage der zur Dükerung vorgesehenen Tunnelquerschnitte wird im Zuge der baureifen Planung festgelegt. Für die Horizontaldrains ist eine dauerhaft zu beschränkende Fläche notwendig.

4.7 Gehwegunterführung unter Bahndamm

Im Bereich der bestehenden Bahnunterführung ist beidseitig der B 2 je ein getrenntes Bauwerk hinter den Widerlagern der Bahnbrücke für Gehwege vorgesehen. Die Abmessungen betragen:

Lichte Weite : 2,50 m

Lichte Höhe: 2,50 m

Unter dem bestehenden Bahnbauwerk verbleibt durch den erforderlichen Straßenquerschnitt kein Platz für die Führung eines beidseitigen Gehweges. Aus städtebaulichen und wirtschaftlichen Gründen wird eine Aufweitung der bestehenden Brücke, die einem Neubau gleichkäme, nicht in Betracht gezogen. Da vor und hinter der Bahnbrücke keine Radwege bestehen, wird dieser Verkehr über das parallele städtische Straßennetz geführt und die neue Gehwegführung nicht für die Mitbenutzung durch Radfahrer trassiert.

4.8 Betriebstechnik

4.8.1 Lüftungskonzept

Für die Erstellung des Lüftungskonzeptes wurden alle drei Grundvarianten der Lüftungssysteme (Längs-, Halbquer- und Querlüftung, siehe Anlage 7) im Rahmen eines Tunnellüftungs- und Immissionsgutachtens der Schindler Haerter AG Zürich vom September 1989 bzw. von 1996 untersucht. Der Vergleich der möglichen Lüftungssysteme zeigt, daß bezogen auf die jährlichen Energiekosten eine Halbquerlüftung wesentlich kostengünstiger ist als eine Längslüftung mit zentralem Absaugschacht. In dem Gutachten wird auch nachgewiesen, daß die Tunnelluft frei aus den Portalen abströmen kann und dadurch die

4.7 Gehwegunterführung unter Bahndamm

Im Bereich der bestehenden Bahnunterführung ist beidseitig der B 2 je ein getrenntes Bauwerk hinter den Widerlagern der Bahnbrücke für Gehwege vorgesehen. Die Abmessungen betragen:

Lichte Weite : 2,50 m

Lichte Höhe: 2,50 m

Unter dem bestehenden Bahnbauwerk verbleibt durch den erforderlichen Straßenquerschnitt kein Platz für die Führung eines beidseitigen Gehweges. Aus städtebaulichen und wirtschaftlichen Gründen wird eine Aufweitung der bestehenden Brücke, die einem Neubau gleichkäme, nicht in Betracht gezogen. Da vor und hinter der Bahnbrücke keine Radwege bestehen, wird dieser Verkehr über das parallele städtische Straßennetz geführt und die neue Gehwegführung nicht für die Mitbenutzung durch Radfahrer trassiert.

4.8 Betriebstechnik

4.8.1 Lüftungskonzept

Für die Erstellung des Lüftungskonzeptes wurden alle drei Grundvarianten der Lüftungssysteme (Längs-, Halbquer- und Querlüftung, siehe Anlage 7) im Rahmen eines Tunnellüftungs- und Immissionsgutachtens der Schindler Haerter AG Zürich vom September 1989 bzw. von 1996 untersucht, **und als Lüftungssystem für den Verkehrsraum eine Halbquer-/Querlüftung vorgeschlagen. Das Lüftungssystem sollte im Normalbetrieb als Halbquerlüftung mit freier Portalabluft betrieben werden, da die Schadstoffbelastung in der Umgebung der Tunnelportale unkritisch erschien. Seit der Erstellung des Lüftungsgutachtens von 1996 haben sich in den Grundlagen der Tunnellüftung einige Änderungen ergeben, die wesentlichen Einfluß auf die Wahl des Lüftungskonzepts haben. Dies sind insbesondere:**

4.7 Bahnüberführung

Zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit und der Verkehrssicherheit sowie zur Aufrechterhaltung des Verkehrsflusses auf der B2 im Bereich der Bahnüberführung München – Garmisch wird das bestehende Brückenbauwerk aufgeweitet .Durch die vorgesehene Verbreiterung der Bahnbrücke auf eine lichte Weite von 24,50 m können die Parallelrampen von und nach Starnberg im Bereich der Verflechtung mit dem Verkehr , der den Tunnel benutzt , 2-streifig mit einer Fahrspurbreite von jeweils 3,00 m ausgeführt werden.
Zu beiden Seiten werden im Brückenbereich Gehwege mit einer Breite von jeweils 3,0 m Breite vorgesehen (siehe Unterlage 6 Blatt 3)
Für das neue Brückenbauwerk sind folgende Abmessungen vorgesehen :

Lichte Weite:	24,50 m
Lichte Höhe :	4,70 m
Kreuzungswinkel	92,302 gon

4.8 Betriebstechnik

4.8.1 Lüftungskonzept

Für die Erstellung des Lüftungskonzeptes wurden alle drei Grundvarianten der Lüftungssysteme (Längs-, Halbquer- und Querlüftung) im Rahmen eines Tunnellüftungs- und Immissionsgutachtens der Schindler Haerter AG Zürich vom September 1989 bzw. von 1996 untersucht, **und als Lüftungssystem für den Verkehrsraum eine Halbquer-/Querlüftung vorgeschlagen. Das Lüftungssystem sollte im Normalbetrieb als Halbquerlüftung mit freier Portalabluft betrieben werden, da die Schadstoffbelastung in der Umgebung der Tunnelportale unkritisch erschien. Seit der Erstellung des Lüftungsgutachtens von 1996 haben sich in den Grundlagen der Tunnellüftung einige Änderungen ergeben, die wesentlichen Einfluß auf die Wahl des Lüftungskonzepts haben. Dies sind insbesondere:**

Notwendigkeit eines zentralen Absaugkamins nicht gegeben ist. Durch den Verzicht auf einen Abluftkamin entfallen auch die erheblichen Probleme bei der Gestaltung, Situierung und Einbindung eines solchen rd. 15 m hohen baulichen Elementes in das Stadtbild von Starnberg im Bereich des Schloßberges. Es entfallen auch die Probleme der starken Geräuschentwicklung aufgrund notwendiger hoher Strömungsgeschwindigkeiten von 20m/sec beim Absaug- und Ausblasvorgang.
Die Längslüftung mit zentraler Absaugung ist im Hinblick auf eine gleichmäßige Abgasverdünnung im Fahrraum ungünstiger als die Halbquerlüftung mit gleichmäßiger Frischluftzufuhr entlang des Tunnels. Das Risiko von zeitweiser schlechter Luftqualität im Fahrraum ist bei der Halbquerlüftung geringer als bei der Längslüftung mit Absaugschacht. Für den Brandfall ist eine Rauchgasabsaugung vorgesehen. Hierbei ist bei einer Halbquer-Querlüftung die Möglichkeit der Rauchgasabsaugung wesentlich besser als im Fall einer Längslüftung mit Zwischenabsaugung.

Im Ergebnis wird daher eine Halbquer-Querlüftung mit einer Zentrale am südlichen Portal zur Ansaugung von Frischluft und im Brandfall zur Abführung des Rauches gewählt. Mit diesem System können alle an ein Tunnellüftungssystem gestellten Anforderungen (ausreichende Verdünnung der im Tunnel anfallenden Abgase für jeden Verkehrszustand, keine besonderen Maßnahmen des Immissionsschutzes, Sicherheit im Brandfall durch wirksame Rauchabsaugung, günstige Unterhalts- und Betriebskosten) erfüllt werden. Im Normalbetrieb wird Außenluft über die Tunnellänge verteilt und über Öffnungen in Fahrbahnnähe sowie aus Deckenschlitzen zugeführt. Die Entlüftung erfolgt über die beiden Tunnelportale. Im Brandfall geschieht die Rauchgasabsaugung durch den Deckenkanal und Rauch-Öffnungen in der Zwischendecke, während im Fahrbahnbereich weiter Außenluft zugeführt wird.
Das Lüftungsgutachten kann beim Straßenbauamt bzw. bei der Regierung von Oberbayern eingesehen werden.

- Verminderte Emissionen der Einzelfahrzeuge.
- Erhöhte Anforderungen an die Sicherheit im Brandfall.
  Dies betrifft die Wahl des Lüftungskonzepts und die Größe des Auslegungsbrandes.
- Neue europäische und nationale Richtlinien für die Luftqualität in der Umgebung des Tunnels.

In einer Voruntersuchung wurde 2001 überprüft, ob das Konzept der Halbquer- / Querlüftung den neuen Anforderungen genügt. Die Studie führte zu den folgenden wesentlichen Empfehlungen:

- Der Tunnel Starnberg soll mit einer lokalen Rauchabsaugung über einzeln steuerbare Klappen ausgestattet werden.
- Der Frischluftbedarf ist neu zu berechnen. Aus verminderten Anforderungen an die Lüftung im Normalbetrieb ergibt sich eine größere Flexibilität bei der Wahl des Lüftungssystems.

Die Frage, ob durch die Verminderung der Fahrzeugemissionen das freie Ausblasen der Abluft aus den Portalen zulässig ist, konnte nicht abschließend beantwortet werden. Um dies zu klären wurde 2002 durch die Haerter AG ein weiteres Immissions- und Lüftungsgutachten unter Berücksichtigung der aktuellen Anforderungen erstellt. Das Gutachten kann beim Straßenbauamt München bzw. der Regierung von Oberbayern eingesehen werden.

Es kommt im wesentlichen zu folgenden Aussagen:

Die erforderliche Luftqualität im Tunnel wird für fast alle Verkehrssituationen durch die Selbstlüftung erzielt bzw. durch ergänzenden Einsatz weniger Strahlventilatoren gewährleistet.

Maßgebend für die Wahl des Lüftungssystems und dessen Leistungsfähigkeit ist daher die erforderliche Brandlüftung und die Immissionssituation an den Portalbereichen.

Zur Auswahl des Lüftungskonzeptes für den Entlastungstunnel Starnberg stehen grundsätzlich zwei Systeme: Die durchgehende Längslüftung mit Strahlventilatoren

- Verminderte Emissionen der Einzelfahrzeuge.
- Erhöhte Anforderungen an die Sicherheit im Brandfall.
  Dies betrifft die Wahl des Lüftungskonzepts und die Größe des Auslegungsbrandes.
- Neue europäische und nationale Richtlinien für die Luftqualität in der Umgebung des Tunnels.

In einer Voruntersuchung wurde 2001 überprüft, ob das Konzept der Halbquer- / Querlüftung den neuen Anforderungen genügt. Die Studie führte zu den folgenden wesentlichen Empfehlungen:

- Der Tunnel Starnberg soll mit einer lokalen Rauchabsaugung über einzeln steuerbare Klappen ausgestattet werden.
- Der Frischluftbedarf ist neu zu berechnen. Aus verminderten Anforderungen an die Lüftung im Normalbetrieb ergibt sich eine größere Flexibilität bei der Wahl des Lüftungssystems.

Die Frage, ob durch die Verminderung der Fahrzeugemissionen das freie Ausblasen der Abluft aus den Portalen zulässig ist, konnte nicht abschließend beantwortet werden. Um dies zu klären wurde 2002 durch die Haerter AG ein weiteres Immissions- und Lüftungsgutachten unter Berücksichtigung der aktuellen Anforderungen erstellt. Das Gutachten kann beim Straßenbauamt München bzw. der Regierung von Oberbayern eingesehen werden.

Es kommt im wesentlichen zu folgenden Aussagen:

Die erforderliche Luftqualität im Tunnel wird für fast alle Verkehrssituationen durch die Selbstlüftung erzielt bzw. durch ergänzenden Einsatz weniger Strahlventilatoren gewährleistet.

Maßgebend für die Wahl des Lüftungssystems und dessen Leistungsfähigkeit ist daher die erforderliche Brandlüftung und die Immissionssituation an den Portalbereichen.

Zur Auswahl des Lüftungskonzeptes für den Entlastungstunnel Starnberg stehen grundsätzlich zwei Systeme: Die durchgehende Längslüftung mit Strahlventilatoren

- Verminderte Emissionen der Einzelfahrzeuge.
- Erhöhte Anforderungen an die Sicherheit im Brandfall.
  Dies betrifft die Wahl des Lüftungskonzepts und die Größe des Auslegungsbrandes.
- Neue europäische und nationale Richtlinien für die Luftqualität in der Umgebung des Tunnels.

In einer Voruntersuchung wurde 2001 überprüft, ob das Konzept der Halbquer- / Querlüftung den neuen Anforderungen genügt. Die Studie führte zu den folgenden wesentlichen Empfehlungen:

- Der Tunnel Starnberg soll mit einer lokalen Rauchabsaugung über einzeln steuerbare Klappen ausgestattet werden.
- Der Frischluftbedarf ist neu zu berechnen. Aus verminderten Anforderungen an die Lüftung im Normalbetrieb ergibt sich eine größere Flexibilität bei der Wahl des Lüftungssystems.

Die Frage, ob durch die Verminderung der Fahrzeugemissionen das freie Ausblasen der Abluft aus den Portalen zulässig ist, konnte nicht abschließend beantwortet werden. Um dies zu klären wurde 2002 durch die Haerter AG ein weiteres Immissions- und Lüftungsgutachten unter Berücksichtigung der aktuellen Anforderungen erstellt. Der Teil „Immissionen der Luftschadstoffe" wurde im Juni 2005 durch die HBI Haerter AG unter Berücksichtigung folgender Aspekte überarbeitet:

- Neue Grundlagendaten zu den Fahrzeugemissionen
- Tunneleröffnung Ende 2011
- Aktuelle Verkehrsprognose vom April 2003

Das Gutachten vom Juni 2005 liegt als Nachrichtliche Unterlage bei.

Das Gutachten vom Juni 2002 kommt, ergänzt durch das Gutachten vom Juni 2005, im wesentlichen zu folgenden Aussagen:

Die erforderliche Luftqualität im Tunnel wird für fast alle Verkehrssituationen durch die Selbstlüftung erzielt bzw. durch ergänzenden Einsatz weniger Strahlventilatoren gewährleistet.

Maßgebend für die Wahl des Lüftungssystems und dessen Leistungsfähigkeit ist daher die erforderliche Brandlüftung und die Immissionssituation an den Portalbereichen.

Zur Auswahl des Lüftungskonzeptes für den Entlastungstunnel Starnberg stehen grundsätzlich zwei Systeme: Die durchgehende Längslüftung mit Strahlventilatoren

und die Längslüftung mit Absaugung in Tunnelmitte. Grundsätzlich unterscheiden sich die Systeme dadurch, daß bei der Mittenabsaugung die Möglichkeit besteht, den Austritt von Tunnelabluft aus den Portalen zu minimieren.

Beide Lüftungskonzepte beinhalten eine lokale Rauchabsaugung im Brandfall. Die Strömungsgeschwindigkeit im Tunnel wird durch den Einsatz von Strahlventilatoren kontrolliert.

Für die Beurteilung, ob eine Absaugung der Portalabluft erforderlich ist, sind die Ergebnisse der Immissionsberechnungen zu beachten. Daneben gehen die Abschätzungen des Energieaufwandes und der Kosten für die Einrichtung und den Betrieb einer solchen Anlage in die Beurteilung ein.

Der Entlastungstunnel Starnberg bringt eine Entlastung vom Oberflächenverkehr auf Kosten von Mehrbelastungen an den Portalen. Der Einflußbereich der Portalabluft liegt zwar zum größten Teil im unmittelbaren Straßenbereich. Die Immissionsprognose zeigt jedoch, daß die Schadstoffkonzentrationen an einigen Punkten auch an der Bebauung sehr nahe am oder über dem Beurteilungswert liegen. Im Hinblick auf die Genauigkeit der Prognose und der hohen Grundbelastung kommt daher die Längslüftung mit Absaugung in Tunnelmitte zur Ausführung.

Die erforderliche Absaugleistung ist variabel und wird von der jeweiligen Verkehrssituation bestimmt. Die Abluftventilatoren werden daher mit einer Drehzahlregelung für einen optimierten Betrieb der Absaugung ausgerüstet. Die Betriebsdauer und –intensität der Lüftung für den Immissionsschutz wird über die jeweilige Verkehrsbelastung gesteuert.

Die Ausstattung mit Meßgeräten (CO, Sichttrübung, Strömung, Brandmeldung) zur Steuerung der Tunnellüftung erfolgt nach dem zum Ausführungszeitpunkt aktuellen Stand der Richtlinien für den Betrieb und die Ausstattung von Straßentunneln (RABT).

Der Abluftkamin wird im Bereich des Schloßgartens angeordnet. ~~Die~~ Eine Kaminhöhe ~~muß Gebäude oder Baumbestand in der Umgebung ausreichend überragen.~~ von 10m über dem Niveau der Schlossbergstraße ist vorgesehen.

4.8.2 Stromversorgung/ Beleuchtung

Die Stromversorgung für die betriebstechnische Ausstattung des Tunnels soll einen störungsfreien und auf die Belange des Verkehrs abgestimmten Betrieb ermöglichen. Sie muß deshalb ein hohes Maß an Versorgungssicherheit gewährleisten, zumal der Tunnel eine hohe Anschlußleistung und eine große Länge aufweist. Die Art der Einspeisung wurde mit dem zuständigen EVU, ~~den Isar Amperwerken Regionalstelle Germering~~, festgelegt.

Die Einspeisung erfolgt aus zwei getrennten 20 kV Mittelspannungsringen über Längstrennung. Die Lage des Betriebsgebäudes bietet an, daß über die Mittelspannungsringe 8013 und 8103 eingespeist wird. Damit wird eine Anbindung an die Umspannwerke Weilheim und Starnberg ermöglicht. Durch dieses Versorgungskonzept wird die größtmögliche Zuverlässigkeit der Versorgung erreicht.

Für die Versorgung der gesamten betriebstechnischen Ausstattung im Tunnel gibt es eine zentrale Einspeisung im Lastschwerpunkt, der sich im südlichen Betriebsgebäude befindet. Die Pumpenstation in der Nähe des Tunneltiefpunktes sowie die Adaptionsbeleuchtung für das Nord-Portal wird über einen abgesetzten Transformator versorgt. Der Transformator und die dazugehörige Niederspannungshauptverteilung wird in der Pumpenstation untergebracht. Die Mittelspannungsverkabelung wird durch die Tunnelröhre geführt.

Bei der Feuerwehr im Landkreis Starnberg ist ein mobiles Notstromaggregat mit einer Nennleistung von 30 kVA vorhanden. Es wird ein niederspannungsseitiger Einspeisepunkt am Betriebsgebäude hierfür vorgesehen.

Die zentrale Einspeisung vereinfacht die Abrechnung mit den EVU und ergibt insgesamt einen günstigeren Tarif für den Leistungspreis.

Die Beleuchtung erfolgt nach den RABT gemäß DIN 67524 Teil 1 und Teil 2 und unter Beachtung des ARS 18/1994 des BMV, wonach im Vorgriff auf die europäische Norm abweichend von DIN 67524 Teil 1

- bei Einsatz der Gegenstrahlbeleuchtung die mittlere Fahrbahnleuchtdichte in der Einsichtsstrecke am Tage 80 % des Richtwertes gemäß Tabelle 1, DIN 67524 Teil 1 betragen (Kontrastgüteparameter ≥ 0.6) kann;

- nach der halben Einsichtsstrecke die Leuchtdichte bis zum Ende der Einsichtsstrecke kontinuierlich oder in Stufen, die das Verhältnis 1 : 3 nicht überschreiten sollen, auf 40 % des Anfangswertes abzusenken ist;

- die Übergangsstrecke mit 40 % des Anfangswertes der mittleren Fahrbahnleuchtdichte der Einsichtsstrecke am Tage beginnt;

- die mittlere Fahrbahnleuchtdichte am Tage in der Innenstrecke 75 % des Richtwertes gemäß Abschnitt 4.1.1.1, DIN 67524 Teil 1 betragen kann.

Das Beleuchtungskonzept gründet sich auf eine zulässige Geschwindigkeit von 80 km/h. Bei Gegenverkehr ist laut DIN 67524 dafür eine Leuchtdichte von 320 cd/m^2 für die Einsichtstrecke gefordert. Die Länge der Einsichtstrecke entspricht der Haltesichtweite nach den Richtlinien für die Anlage von Straßen-Teil Lineinführung (RAS-L).

Die Leuchtdichte fällt dann in der Übergangsstrecke auf die Innenstreckenleuchtdichte von 6 cd/m^2 ab.

Die zentrale Einspeisung vereinfacht die Abrechnung mit den EVU und ergibt insgesamt einen günstigeren Tarif für den Leistungspreis.

Die Stromversorgung bestimmter Verbraucher erfolgt bei Netzausfall über eine statische Wechselrichter- und Batterieanlage (statische USV-Anlage). Die Auslegung der USV-Anlage erfolgt nach den RABT.

Die Beleuchtung erfolgt nach den RABT gemäß DIN 67524 sowie unter Beachtung der zum Zeitpunkt der Bauausführung ggf. hierzu geltender Regelungen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW).

Diese Werte werden entsprechend vorstehenden ARS 18/1994 um 20 bzw. 25 % abgemindert.

Die Grundbeleuchtung wird wegen der hohen Lichtausbeute und der guten Farbwiedergabe mit Natrium-Hochdruckdampf-Lampen (NaH) realisiert.

Um die Beleuchtung an die aktuelle Tageshelligkeit anzupassen, wird sie in 6 Stufen geschaltet. Dazu werden in ca. 60 m Entfernung vor dem Tunnel Leuchtdichte-Sensor-Kameras mit Blickrichtung zum Tunnelportal und Kameras in der Einsichtstrecke angebracht. Über die Außenkameras wird die äquivalente Schleierleuchtdichte vor dem Portal aufgenommen und bewertet. Aus diesen Werten wird die Fahrbahnleuchtdichte der Einsichtstrecke errechnet, mit dem Wert der Innenkamera verglichen (Differenz ermittelt) und die entsprechende Beleuchtungsstufe eingestellt.

4.8.3 Luftüberwachung und Verkehrssteuerung/Lichtsignalanlagen

Die Steuerung der Lüftung erfolgt jeweils über eine CO-Anlage und über eine Sichttrübungsmeßanlage. Die Meßergebnisse werden automatisch in die Steuerzentrale im Betriebsgebäude übertragen.

Die CO-Meßanlage besteht aus Schnüffelstellen, die ca. alle 150 m an den Notrufstationen installiert werden und einem zentralen Analyse- und Steuerschrank als Zentraleinheit. An den Schnüffelstellen wird die Luft aus dem Fahrraum ausgesaugt, gemessen und ausgewertet. Die Auswertung wird an die Lüftersteuereinheit weitergeleitet und die Lüftung entsprechend in Stufen geschaltet.

4.8.3 Luftüberwachung und Verkehrssteuerung/Lichtsignalanlagen

Die Steuerung der Lüftung erfolgt jeweils über eine CO-Anlage und über eine Sichttrübungsmeßanlage. Die Meßergebnisse werden automatisch in die Steuerzentrale im Betriebsgebäude übertragen.

Die CO-Meßanlage besteht aus Schnüffelstellen und einem zentralen Analyse- und Steuerschrank als Zentraleinheit. An den Schnüffelstellen wird die Luft aus dem Fahrraum **angesaugt**, gemessen und ausgewertet. Die Auswertung wird an die Lüftersteuereinheit weitergeleitet und die Lüftung entsprechend in Stufen geschaltet.

Zur Erfassung der Rauchemission und zur Sicherung der guten Sicht im Tunnel werden ~~zwei Sichtweitenmeßgeräte~~ eingebaut. Am Steuergerät werden ~~vier~~ Schaltschwellen ein **Sichttrübungsmeßgeräte** stufenweise gestellt, die wiederum die Lüftungsanlage ~~in mehreren Stufen~~ ansteuern.

Bei Überschreitung der jeweils eingestellten Grenzwerte wird nach einer Zeitspanne von z. B. 10 Minuten Alarm ausgelöst und der Tunnel gesperrt. Die Meßwerte werden von Linienschreibern aufgezeichnet.
Im Portalbereich werden Windrichtungs- und Windgeschwindigkeits-Meßgeräte vorgesehen. Die Meßwerte werden in die Steuereinheit übertragen und dort ausgewertet.
An den Portalen werden Ampelanlagen in Verbindung mit Wechselverkehrszeichen instal sowie zusätzlich Halbschranken bzw. liert V zum Sperren des Tunnels im Bedarfsfall (Unfall, Brand etc.) ~~und~~ zum Anpassen der Geschwindigkeit.
Bereits vor dem Tunnel werden Schilderbrücken mit Ampeln und Wechselverkehrszeichen angebracht. In die Schilderbrücke wird eine Höhenkontrolle integriert. Dadurch wird ein Signal an die Verkehrsleitzentrale ausgelöst, um die Fahrspur rechtzeitig zu sperren.
Zur Steuerung die Verkehrsdaten im Tunnel und nach den Tunnelausfahrten mittels ~~Zum Erfassen~~ des Verkehrsflusses werden V Induktionsschleifen erfasst. ~~in die Fahrbahn eingebracht.~~ Mit den aktuellen Daten können mittels Prozeßrechner zusätzlich z. B. die Beleuchtung, die zulässige Geschwindigkeit und die Lüftung angepasst Λ werden.
und bei einem Störfall im Tunnel die Zufahrt gesperrt

4.8.4 Beschilderung

Der Kraftfahrer befindet sich beim Durchfahren eines Tunnels in einer besonderen Streßsituation, da vor allem sein Abstands- und Geschwindigkeitsschätzvermögen einge-

schränkt und die psychische Belastung erhöht ist. Um einen möglichst sicheren Verkehrsablauf zu gewährleisten, erfolgt in Abstimmung mit der zuständigen Verkehrsbehörde beim Landratsamt Starnberg eine statische Verkehrszeichenbeschilderung.

Ergänzend hierzu werden Wechselverkehrszeichen angeordnet, mit deren Hilfe im Falle von Störungen Geschwindigkeitsdrosselungen durchgeführt und bei Bedarf verschiedene Hinweise (z. B. allgemeine Gefahrenzeichen, Staupiktogramm, Unfall o. ä.) angezeigt werden können.

4.8.5 Be- und Entwässerungseinrichtungen

Die Löschwasserversorgung des Tunnels erfolgt über die Wasserversorgungsanlage der Stadt Starnberg. Hierfür werden die bestehenden Wasserleitungen DN 150 auf einer Länge von 200 bis 250 m zu den beiden Portalen verlängert, von wo aus die Einspeisung erfolgt. Das Rohrnetz zur Versorgung der Wandhydranten wird für eine maximale Wasserentnahme von 20 l/s dimensioniert und steht ständig unter Druck. Der Entnahmedruck liegt am Nordportal bei 5,6 bar und am Südportal bei 8,2 bar.

Im übrigen siehe hierzu auch Anlage 5.

4.8.6 Fernüberwachung und Funkübertragung

Für Feuerwehr, Polizei, Rettungsdienst und Rundfunk wird eine Tunnelfunkanlage vorgesehen. Die BOS-Funkanlage wird für das 2 m und 4 m Band ausgelegt.

schränkt und die psychische Belastung erhöht ist. Um einen möglichst sicheren Verkehrsablauf zu gewährleisten, erfolgt in Abstimmung mit der zuständigen Verkehrsbehörde beim Landratsamt Starnberg eine statische Verkehrszeichenbeschilderung.

Ergänzend hierzu werden Wechselverkehrszeichen angeordnet, mit deren Hilfe im Falle von Störungen Geschwindigkeitsdrosselungen durchgeführt und bei Bedarf verschiedene Hinweise (z. B. allgemeine Gefahrenzeichen, Staupiktogramm, Unfall o. ä.) angezeigt werden können.

4.8.5 Be- und Entwässerungseinrichtungen

Die Löschwasserversorgung des Tunnels erfolgt über die Wasserversorgungsanlage der Stadt Starnberg. Hierfür werden die bestehenden Wasserleitungen DN 150 auf einer Länge von 200 bis 250 m zu den beiden Portalen verlängert, von wo aus die Einspeisung erfolgt. Das Rohrnetz zur Versorgung der Wandhydranten wird für eine maximale Wasserentnahme von 20 l/s dimensioniert und steht ständig unter Druck. Der Entnahmedruck liegt am Nordportal bei 5,6 bar und am Südportal bei 8,2 bar.

Im übrigen siehe hierzu auch Anlage 5.

4.8.6 Fernüberwachung und Funkübertragung

Für Betriebsdienst, Feuerwehr, Polizei, Rettungsdienst und Rundfunk ist folgendes Tunnelfunksystem vorgesehen:

- **Je 1-2 Kanäle Straßenmeisterei im 2m Band; optional 7m Band**
- **Je 1 – 2 Kanäle Polizei 4m-Band, 1 Kanal Polizei 2m Band**
- **Je 1 – 2 Kanäle Feuerwehr, Rettungsdienst 2m-Band**
- **Je 1-2 Kanäle Feuerwehr, Rettungsdienst 4m-Band**
- **Je 1 Kanal UKW-Rundfunk mit Verkehrsfunkkanal ~~(ARI)~~ (RDS bzw. DAB)**
- **Optional 3 Kanäle ~~TETRA~~ (BOS)**

schränkt und die psychische Belastung erhöht ist. Um einen möglichst sicheren Verkehrsablauf zu gewährleisten, erfolgt in Abstimmung mit der zuständigen Verkehrsbehörde beim Landratsamt Starnberg eine statische Verkehrszeichenbeschilderung.

Ergänzend hierzu werden Wechselverkehrszeichen angeordnet, mit deren Hilfe im Falle von Störungen Geschwindigkeitsdrosselungen durchgeführt und bei Bedarf verschiedene Hinweise (z. B. allgemeine Gefahrenzeichen, Staupiktogramm, Unfall o. ä.) angezeigt werden können.

4.8.5 Be- und Entwässerungseinrichtungen

Die Löschwasserversorgung des Tunnels erfolgt über die Wasserversorgungsanlage der Stadt Starnberg. Hierfür werden die bestehenden Wasserleitungen DN 150 auf einer Länge von 200 bis 250 m zu den beiden Portalen verlängert, von wo aus die Einspeisung erfolgt. Das Rohrnetz zur Versorgung der Wandhydranten wird für eine maximale Wasserentnahme von 20 l/s dimensioniert und steht ständig unter Druck. Der Entnahmedruck liegt am Nordportal bei 5,6 bar und am Südportal bei 8,2 bar.

Im übrigen siehe hierzu auch Anlage 5.

4.8.6 Fernüberwachung und Funkübertragung

Für Betriebsdienst, Feuerwehr, Polizei, Rettungsdienst und Rundfunk ist folgendes Tunnelfunksystem vorgesehen:

- **Je 1-2 Kanäle Straßenmeisterei im 2m Band; optional 7m Band**
- **Je 1 – 2 Kanäle Polizei 4m-Band, 1 Kanal Polizei 2m Band**
- **Je 1 – 2 Kanäle Feuerwehr, Rettungsdienst 2m-Band**
- **Je 1-2 Kanäle Feuerwehr, Rettungsdienst 4m-Band**
- **Je 1 Kanal UKW-Rundfunk mit Verkehrsfunkkanal ~~(ARI)~~ (RDS bzw. DAB)**
- **Optional 3 Kanäle ~~TETRA~~ (BOS)**

Das Tunnelfunksystem gewährleistet einen unterbrechungsfreien Funkverkehr der Funkdienste, unabhängig von Ort, Zeit, Geschwindigkeit der Fahrzeuge und Verkehrsaufkommen in der Tunnelröhre.

Dabei wird die Einspeisung in das Leckkabel im Tunnel aus Sicherheitsgründen mehrfach erfolgen.

Bestandteil der Funkanlage ist neben den Einrichtungen im Tunnel und im Betriebsgebäude ein Funkmast, der unmittelbar am Betriebsgebäude errichtet wird.

Der Tunnel wird lückenlos mit Videokameras überwacht. Die Aufschaltung der Videobilder erfolgt über eine Videokreuzschiene auf Monitore im Betriebsgebäude und bei der Polizei. Die Videobildübertragung zur Polizei erfolgt über Carrier-Netze z. B. der Telekom.

Als Ergänzung zur Videoüberwachungsanlage wird eine elektroakustische Anlage vorgesehen. Mit der elektroakustischen Anlage können schnell Informationen an die Verkehrsteilnehmer durchgegeben werden. Es sind zwei Sprechstellen vorgesehen, eine im Betriebsgebäude und eine weitere bei der Polizei. Der Abstand der Lautsprecher ist mit 100 m vorgesehen.

Betriebsmeldungen und Betriebsstörungen laufen permanent auf einem PC im Betriebsgebäude auf. Über eine Wählverbindung der Carrier-Netze (z. B. ISDN) werden Störmeldungen und/oder Betriebsmeldungen an eine ständig besetzte Stelle in München abgesetzt.

Brandalarme werden über einen Hauptfeuermelder an die Polizei gemeldet. Die zuständige Einsatzleitung entscheidet unter Zuhilfenahme der Videoüberwachungsanlage, ob die Feuerwehr alarmiert wird. Ein Lageplan- und Bedientableau für die Brandmeldeanlage soll im Betriebsgebäude Süd und jeweils an den Portalen in einer Ausbuchtung untergebracht werden. Die Bedientableaus an den Portalen ermöglichen zudem die Lüftungssteuerung für die Entrauchung der Tunnelröhre.

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 216

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (MVV
U2-Hohenzollernplatz Tram 12 oder 2
Bus 33 oder 5
jeweils bis Haltestelle Nordba

Der Tunnel wird lückenlos mit Videokameras überwacht. Die Aufschaltung der Videobilder erfolgt auf Monitore im Betriebsgebäude und an eine ständig besetzte Stelle.

Als Ergänzung zur Videoüberwachungsanlage wird eine elektroakustische Anlage vorgesehen. Mit der elektroakustischen Anlage können schnell Informationen an die Verkehrsteilnehmer durchgegeben werden. Es sind zwei Sprechstellen vorgesehen, eine im Betriebsgebäude und eine weitere bei der ständig besetzten Stelle. Der Abstand der Lautsprecher wird entsprechend den schalltechnischen Anforderungen vorgesehen.

Betriebsmeldungen und Betriebsstörungen laufen permanent auf einem PC im Betriebsgebäude auf. Über eine Wählverbindung der Carrier-Netze (z. B. ISDN) werden Störmeldungen und/oder Betriebsmeldungen an eine ständig besetzte Stelle abgesetzt.

Brandalarme werden über einen Hauptfeuermelder gemeldet. Entsprechend den betrieblichen Alarm- und Gefahrenabwehrplänen werden die Notfallmaßnahmen veranlasst. Ein Lageplan- und Bedientableau für die Brandmeldeanlage soll im Betriebsgebäude Süd und jeweils an den Portalen in einer Ausbuchtung untergebracht werden. Die Bedientableaus an den Portalen ermöglichen zudem die Lüftungssteuerung für die Entrauchung der Tunnelröhre.

Für die Aufrechterhaltung des Funkbetriebs von Polizei und Feuerwehr müssen im Tunnel Schlitzkabel installiert und entsprechende Antennen oberirdisch an geeigneter Stelle vorgesehen werden. Die Relaisstation befindet sich im Betriebsgebäude.

Zusätzlich kann auch der Emfpang eines Radio-Senders (z. B. Bayern 3) ermöglicht werden.

4.8.7 Notrufstationen

Gemäß Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunnel (RABT) werden im Abstand von ca. 175 m beidseitig Notrufstationen in Wandnischen angeordnet.
Dort befinden sich außer den Hydranten für die Löschwasserversorgung jeweils 2 Trockenlöscher, eine CO-Schnüffelstelle mit Streulichtmeßstelle, ein Druckknopfbrandmelder sowie ein Auswertgerät für die Linienfeuermelder und ein Notrufmelder NRT 80. Oberhalb der Station wird jeweils ein Hinweispiktogramm angebracht. Neben einem Teil der Notrufstationen werden elektrische Unterverteiler mit in die Wandnische integriert.

Alle Türen und die Pulverlöscher sind alarmgesichert. Betätigte Löscheinrichtungen werden durch darüber angeordnete orange Rundum-Blitzleuchten angezeigt.

4.8.8 Brandschutzmaßnahmen

Es werden im Tunnel Druckknopfbrandmelder sowie eine automatische Brandmeldeanlage vorgesehen, die das entsprechende Lüftungsprogramm automatisch auslöst.

Die Signale werden an die Zentrale im Betriebsgebäude gemeldet. Von dort aus geht die Alarmierung automatisch an die Polizei bzw. Feuerwehr.

Für die Aufrechterhaltung des Funkbetriebs von Polizei und Feuerwehr müssen im Tunnel Schlitzkabel installiert und entsprechende Antennen oberirdisch an geeigneter Stelle vorgesehen werden. Die Relaisstation befindet sich im Betriebsgebäude.

4.8.7 Notrufstationen

Notrufstationen werden einseitig in regelmäßigen Abständen von maximal 150m und an den Portalen vorgesehen. Die Notrufstationen werden als begehbare Kabinen ausgeführt.
~~**An den Portalen, in den Pannenbuchten sowie jeweils etwa im halben Abstand dazwischen werden Notrufstationen als begehbare Kabinen mit 1m² Grundfläche angeordnet. Die Ausstattung erfolgt gemäß RABT**~~.

Türen und Pulverlöscher sind alarmgesichert. Betätigte Löscheinrichtungen werden durch orange Rundum-Blitzleuchten **an allen Notrufstationen** angezeigt.

4.8.8 Brandschutzmaßnahmen

Es werden im Tunnel Druckknopfbrandmelder sowie eine automatische Brandmeldeanlage vorgesehen, die das entsprechende Lüftungsprogramm automatisch auslöst.

Die Signale werden an die Zentrale im Betriebsgebäude gemeldet. Von dort aus geht die Alarmierung automatisch an die ~~Polizei~~ **überwachende Stelle** bzw. Feuerwehr.

Zusätzlich wird die Auslösung eines Brandalarms an die Straßenmeisterei gemeldet. Dort kann mit geeigneten Geräten der Eingang des Signals protokolliert werden. Diese Meldung kann mit dem Modem über das Postnetz erfolgen.

4.8.9 Sicherheits- und Rettungskonzept

Für den Entlastungstunnel Starnberg mit seiner Lage im Stadtgebiet wurde die Frage des Sicherheits- und Rettungskonzeptes ausgiebig diskutiert.

Durch Anwendung eines modernen und leistungsfähigen Lüftungssystems in Verbindung mit zusätzlichen Notausstiegen, die alle gut anfahrbar an öffentlichen Straßen liegen, wurde versucht, den Erfordernissen optimal Rechnung zu tragen. Gemäß RABT 94 Tabelle 7 ist bei Tunnellängen über 1 km im Gegenverkehr als Lüftungssystem eine Halbquer-Querlüftung sinnvoll, wie sie für den Entlastungstunnel Starnberg auch geplant ist. Dabei wird in dem unterteilten Kalottenkanal im Brandfall der größere Kanalabschnitt auf Absaugung umgeschaltet und der im Bereich des Brandherds entstehende Rauch über diesen Kanal abgesaugt. Damit wird die Verqualmung des Verkehrsraumes wirkungsvoll verhindert. Gemäß RABT 94 Kapitel 2.3.3.4 C (Maßnahmen bei einer Tunnelröhre mit Gegenverkehr), kann bei Anwendung einer solchen Rauchabsaugung auf zusätzliche Fluchtwege verzichtet werden.

Dennoch wurden beim Entlastungstunnel Starnberg zusätzlich etwa bei Station 0 + 965, 1 + 295 sowie 1 + 790 Notausgänge angeordnet, durch die im Notfall über kurze Querschläge und daran anschließende Vertikalschächte die Oberfläche erreicht werden kann. Aufgrund der Lage des Südportals bei Station 0 + 425 und des Nordportals bei Station 2 + 303 beträgt der maximale Abstand zwischen 2 Notausstiegen bzw. zwischen Notausstieg und Portal 540 m.

Zusätzlich wird die Auslösung eines Brandalarms an die Straßenmeisterei gemeldet. Dort kann mit geeigneten Geräten der Eingang des Signals protokolliert werden. Diese Meldung kann mit dem Modem über das Postnetz erfolgen.

4.8.9 Sicherheits- und Rettungskonzept

Die Gefährdung der Tunnelbenutzer im Fall eines Brandereignisses geht vor allem von den Rauchgasen und von der Hitze des Brandes aus. Unter Sicherheit im Brandfall werden deshalb Fluchtmöglichkeiten sowie die Beherrschung der Rauchausbreitung und des Feuers verstanden. Dabei stehen die folgenden Ziele im Vordergrund:

- **Rasche Evakuierung der Personen, die sich im Tunnel befinden (Hauptsächlich Selbstrettung, Einsatz von Rettungspersonal erfolgt in der Regel verzögert), in der ersten Phase nach Brandbeginn.**
- **Erleichtern des Zugangs für die Feuerwehr zur Brandbekämpfung in einer zweiten Phase nach Brandbeginn.**

Der Entlastungstunnel Starnberg muß aufgrund seiner Länge von ca. 2 km mit mehreren Fluchtwegen ausgestattet werden. Die Fluchtwege erhalten eine Kennzeichnung nach RABT. ~~Im Entwurf der RABT Ausgabe 2002 werden~~ Die RABT 2003 fordert Fluchtwege in regelmäßigen Abständen von höchstens 300 m ~~gefordert~~. Es werden deshalb etwa bei Station 0+723, 1+023, 1+323, 1+623, 1+790 und 2+080 Notausgänge angeordnet. Aufgrund der Lage des Südportals bei Station 0+425 und des Nordportals bei Station 2+303 wird der maximale Abstand von 300 m zwischen den Notausstiegen bzw. zwischen Notausstieg und Portalen eingehalten.

Der Tunnel Starnberg ist nach den RABT 2003 mit einer Rauchabsaugung über eine Zwischendecke mit einzeln steuerbaren Klappen auszustatten. Im Brandfall werden in der Umgebung des Brandortes abhängig von der Strömungsgeschwindigkeit, in der Zwischendecke mehrere Klappen auf einer Länge von in der Regel 200 bis 300 m geöffnet. Die Klappen sind in Abständen von 50 bis 100 m angeordnet.

Zusätzlich wird die Auslösung eines Brandalarms an die Straßenmeisterei gemeldet. Dort kann mit geeigneten Geräten der Eingang des Signals protokolliert werden. Diese Meldung kann mit dem Modem über das Postnetz erfolgen.

4.8.9 Sicherheits- und Rettungskonzept

Die Gefährdung der Tunnelbenutzer im Fall eines Brandereignisses geht vor allem von den Rauchgasen und von der Hitze des Brandes aus. Unter Sicherheit im Brandfall werden deshalb Fluchtmöglichkeiten sowie die Beherrschung der Rauchausbreitung und des Feuers verstanden. Dabei stehen die folgenden Ziele im Vordergrund:

- **Rasche Evakuierung der Personen, die sich im Tunnel befinden (Hauptsächlich Selbstrettung, Einsatz von Rettungspersonal erfolgt in der Regel verzögert), in der ersten Phase nach Brandbeginn.**
- **Erleichtern des Zugangs für die Feuerwehr zur Brandbekämpfung in einer zweiten Phase nach Brandbeginn.**

Der Entlastungstunnel Starnberg muß aufgrund seiner Länge von ca. 2 km mit mehreren Fluchtwegen ausgestattet werden. Die Fluchtwege erhalten eine Kennzeichnung nach RABT. ~~Im Entwurf der RABT Ausgabe 2002 werden~~ Die RABT 2003 fordert Fluchtwege in regelmäßigen Abständen von höchstens 300 m ~~gefordert~~. Es werden deshalb etwa bei Station 0+723, 1+023, 1+323, 1+623, 1+790 und 2+080 Notausgänge angeordnet. Aufgrund der Lage des Südportals bei Station 0+425 und des Nordportals bei Station 2+303 wird der maximale Abstand von 300 m zwischen den Notausstiegen bzw. zwischen Notausstieg und Portalen eingehalten.

Der Tunnel Starnberg ist nach den RABT 2003 mit einer Rauchabsaugung über eine Zwischendecke mit einzeln steuerbaren Klappen auszustatten. Im Brandfall werden in der Umgebung des Brandortes abhängig von der Strömungsgeschwindigkeit, in der Zwischendecke mehrere Klappen auf einer Länge von in der Regel 200 bis 300 m geöffnet. Die Klappen sind in Abständen von 50 bis 100 m angeordnet.

Durch die Klappen werden Luft und Rauchgase aus dem Fahrraum abgesogen, über den Deckenkanal zu den Absaugventilatoren geführt und ausgeblasen.
Die Klappen sind einzeln steuerbar.
Die Rauchausbreitung im Brandfall wird in erster Linie durch die Absaugung begrenzt. Zusätzlich ist eine Unterstützung der Absaugung durch Strahlventilatoren vorgesehen.
Es werden zwei parallele Absaugventilatoren installiert. Dies bietet den Vorteil der Redundanz bei Ausfall eines Ventilators.
Der Tunnel wird mit einer Brandnotbeleuchtung ausgestattet.

Durch diese Kombination aus leistungsfähigem Entrauchungssysten und zusätzlich angelegten Notausstiegen ist die Sicherheit der Tunnelnutzer auch im Notfall gewährleistet und für die Einsatzkräfte im Rettungsfall der Angriff von Brandherden über vergleichsweise kurze Wege möglich.

Dieses Sicherheitskonzept wurde bereits mit den einschlägigen Fachstellen abgestimmt.

4.9 Besondere Anlagen

4.9.1 Lüftungszentrale/Betriebsgebäude

Das Betriebsgebäude dient der Aufnahme der erforderlichen Technischen Einrichtungen für den Tunnelbetrieb. Folgende Räume sind vorgesehen:

- Elektrobetriebsräume
- Lüftungszentrale
- Schaltzentrale
- Stabsraum für Einsatzkräfte
- Nebenräume

Zur Lüftung des Tunnels wird die Außenluft über einen Lüftungsschacht im Betriebsgebäude von zwei Axialventilatoren angesaugt und über einen zweigeteilten Anbindungskanal zu den Lüftungskanälen im Tunnel geführt. Im Brandfall wird die Luft durch den reversiblen Betrieb eines Ventilators kontinuierlich aus dem Verkehrsraum abgesaugt, in dem zweiten Kanal wird nach wie vor Zuluft eingeblasen und somit Sicherheit im Brandfall bestmöglichst gewährleistet. Die erforderliche Schalldämmung der Axialventilatoren erfolgt durch vorgeschaltete und entsprechend den Erfordernissen dimensionierten Schalldämpfern.

Durch diese Kombination aus leistungsfähigem Entrauchungssysten und **in kurzen Abständen** angelegten Notausstiegen ist die Sicherheit der Tunnelnutzer auch im Notfall gewährleistet und für die Einsatzkräfte im Rettungsfall der Angriff von Brandherden über vergleichsweise kurze Wege möglich.

Dieses Sicherheitskonzept wurde bereits mit den einschlägigen Fachstellen abgestimmt.

4.9 Besondere Anlagen

4.9.1 Lüftungszentrale/Betriebsgebäude

Das Betriebsgebäude dient der Aufnahme der erforderlichen Technischen Einrichtungen für den Tunnelbetrieb. Folgende Räume sind vorgesehen:

- Elektrobetriebsräume
- Schaltzentrale
- Stabsraum für Einsatzkräfte
- Nebenräume

Das Betriebsgebäude befindet sich unmittelbar am südlichen Tunnelende und wird von der nordwestlich der Tunnelrampe verlaufenden Parallelfahrbahn angefahren. Durch die bestehende örtliche Hangsituation kann das Gebäude in das Gelände integriert und erdüberschüttet errichtet werden, so daß nur nach Nordwesten die längsorientierte Gebäudefront sichtbar ist.
Für die Außengestaltung wird ein Architekt eingeschaltet. Sie erfolgt in Abstimmung mit der Stadt Starnberg. Zur besseren Einpassung des Gebäudes in die Landschaft wird auf der Nordwest-Seite auch eine Bepflanzung vorgesehen.

Durch diese Kombination aus leistungsfähigem Entrauchungssysten und **in kurzen Abständen** angelegten Notausstiegen ist die Sicherheit der Tunnelnutzer auch im Notfall gewährleistet und für die Einsatzkräfte im Rettungsfall der Angriff von Brandherden über vergleichsweise kurze Wege möglich.

Dieses Sicherheitskonzept wurde bereits mit den einschlägigen Fachstellen abgestimmt.

4.8.10 Steuerung der technischen Ausstattung

Die technische Ausstattung des Tunnels wird im Regelfall automatisch gesteuert, geregelt und überwacht. Das dadurch bedingte, umfangreiche Zusammenwirken aller Einrichtungen wird durch die Zentrale Leittechnik gewährleistet. Eine Handbedienebene wird zusätzlich installiert. Die Ausführung der Einrichtungen erfolgt nach den Anforderungen der RABT.

4.9 Besondere Anlagen

4.9.1 Lüftungszentrale/Betriebsgebäude

Das Betriebsgebäude dient der Aufnahme der erforderlichen Technischen Einrichtungen für den Tunnelbetrieb. Folgende Räume sind vorgesehen:

- Elektrobetriebsräume
- Schaltzentrale
- Stabsraum für Einsatzkräfte
- Nebenräume

Ein Funkmast wird unmittelbar am Betriebsgebäude errichtet.

Das Betriebsgebäude befindet sich am südlichen Tunnelende. Durch die bestehende örtliche Hangsituation kann das Gebäude in das Gelände integriert und erdüberschüttet errichtet werden, so daß nur nach Nordwesten die längsorientierte Gebäudefront sichtbar ist. Weiterhin ist der Funkmast sichtbar.
Für die Außengestaltung wird ein Architekt eingeschaltet. Sie erfolgt in Abstimmung mit der Stadt Starnberg. Zur besseren Einpassung des Gebäudes in die Landschaft wird auf der Nordwest-Seite auch eine Bepflanzung vorgesehen.

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Öffentliche Verkehrsmittel
U2-(Hohenzollernplatz)
53 oder 33 (Nordbad)
12 oder 27 (Nordbad)

Telefon: (089) 30 797 - 0
Telefax: zentral (089) 30 797 - 218

E-Mail: poststelle@sbam.bayern.de
Internet: http://www.sbam.bayern.de

STRASSENBAUAMT MÜNCHEN
POSTFACH 401826 • 80718 MÜNCHEN
BAYERISCHE STAATSBAUVERWALTUNG

Das Betriebsgebäude befindet sich am südlichen Tunnelende. Durch die bestehende örtliche Hangsituation kann das Gebäude in das Gelände integriert und erdüberschüttet errichtet werden, so daß nur nach Nordwesten die längsorientierte Gebäudefront sichtbar ist. Weiterhin ist der Funkmast sichtbar.
Für die Außengestaltung wird ein Architekt eingeschaltet. Sie erfolgt in Abstimmung mit der Stadt Starnberg. Zur besseren Einpassung des Gebäudes in die Landschaft wird auf der Nordwest-Seite auch eine Bepflanzung vorgesehen.

Hausanschrift
Wiesererstraße 43
80797 München

Öffentliche Verkehrsmittel
U2-(Hohenzollernplatz)
53 oder 33 (Nordbad)
12 oder 27 (Nordbad)

Telefon: (089) 30 797 - 0
Telefax: zentral (089) 30 797 - 218

E-Mail: poststelle@sbam.bayern.de
Internet: http://www.sbam.bayern.de

Zur Erzielung einer hohen Funktionalität ist eine strenge Raumgruppierung notwendig, die ein eingeschossiges Gebäude von ca. 60 m Länge und ca. 15 m Breite im Grundriß bedingt.

Das Betriebsgebäude befindet sich unmittelbar am südlichen Tunnelende und wird von der nordwestlich der Tunnelrampe verlaufenden Parallelfahrbahn angefahren. Durch die bestehende örtliche Hangsituation kann das Gebäude in das Gelände integriert und erdüberschüttet errichtet werden, so daß nur nach Nordwesten die längsorientierte Gebäudefront von ca. 60 m Länge und ca. 5 m Höhe sichtbar ist und zur Straße hin nur der Lüftungskamin mit ca. 5 m Höhe über dem Fahrbahnniveau (siehe Unterlage 10.7).

Für die Außengestaltung wird ein Architekt eingeschaltet. Sie erfolgt in Abstimmung mit der Stadt Starnberg. Zur besseren Einpassung des Gebäudes in die Landschaft wird auf der Nordwest-Seite auch eine Bepflanzung vorgesehen.

4.9.2 Betriebskaverne/Regenrückhaltebecken

Die Betriebskaverne mit Regenrückhaltebecken (ca. 75 m^3) wird mit einem Notausstieg kombiniert und liegt in der Nähe des Gradiententiefstpunktes neben einer Pannenbucht, um den Zugang über den Tunnel zu ermöglichen und die Zufahrt und das Halten eines Lkw für die Versorgung und Entsorgung zu gestatten. Die Lage dieses Notausstiegs sowie die Betriebskaverne mit Regenrückhaltebecken bestimmen die erforderliche Größe und die Abmessung des Gesamtbauwerkes (siehe Unterlage 10.3). Die Betriebskaverne hat einen Ausbruchsquerschnitt von ca. 70 m^2 und erfordert deshalb aus Sicherheitsgründen einen gewissen Abstand zu dem ebenfalls großen Querschnitt des Tunnels.

Vom Gradiententiefstpunkt des Tunnels zweigt deshalb ein Fußgängerstollen ab (Ausbruchsfläche ca. 11 m^2, Länge ca. 25 m), für den ein Lichtraumprofil von 2 m Breite und 2,30 m Höhe zugrundegelegt wurde. In der Sohle dieses Stollens werden in einer gesonderten Leitung die im Hauptkanal des Tunnels anfallenden Flüssigkeiten in das Auffangbecken der Betriebskaverne abgeführt.

Zur Erzielung einer hohen Funktionalität ist eine strenge Raumgruppierung notwendig, die ein eingeschossiges Gebäude von ca. 60 m Länge und ca. 15 m Breite im Grundriß bedingt.

Das Betriebsgebäude befindet sich unmittelbar am südlichen Tunnelende und wird von der nordwestlich der Tunnelrampe verlaufenden Parallelfahrbahn angefahren. Durch die bestehende örtliche Hangsituation kann das Gebäude in das Gelände integriert und erdüberschüttet errichtet werden, so daß nur nach Nordwesten die längsorientierte Gebäudefront von ca. 60 m Länge und ca. 5 m Höhe sichtbar ist und zur Straße hin nur der Lüftungskamin mit ca. 5 m Höhe über dem Fahrbahnniveau (siehe Unterlage 10.7).

Für die Außengestaltung wird ein Architekt eingeschaltet. Sie erfolgt in Abstimmung mit der Stadt Starnberg. Zur besseren Einpassung des Gebäudes in die Landschaft wird auf der Nordwest-Seite auch eine Bepflanzung vorgesehen.

4.9.2 Betriebskaverne/Regenrückhaltebecken

Die Betriebskaverne mit Regenrückhaltebecken (ca. 75 m^3) wird mit einem Notausstieg kombiniert und liegt in der Nähe des Gradiententiefstpunktes neben einer Pannenbucht, um den Zugang über den Tunnel zu ermöglichen und die Zufahrt und das Halten eines Lkw für die Versorgung und Entsorgung zu gestatten. Die Lage dieses Notausstiegs sowie die Betriebskaverne mit Regenrückhaltebecken bestimmen die erforderliche Größe und die Abmessung des Gesamtbauwerkes (siehe Unterlage 10.3). Die Betriebskaverne hat einen Ausbruchsquerschnitt von ca. 70 m^2 und erfordert deshalb aus Sicherheitsgründen einen gewissen Abstand zu dem ebenfalls großen Querschnitt des Tunnels.

Vom Gradiententiefstpunkt des Tunnels zweigt deshalb ein Fußgängerstollen ab (Ausbruchsfläche ca. 11 m^2, Länge ca. 25 m), für den ein Lichtraumprofil von 2 m Breite und 2,30 m Höhe zugrundegelegt wurde. In der Sohle dieses Stollens werden in einer gesonderten Leitung die im Hauptkanal des Tunnels anfallenden Flüssigkeiten in das Auffangbecken der Betriebskaverne abgeführt.

Die Lüftungszentrale befindet sich im Bereich des Schloßgartens. Der Betriebsraum mit den Ventilatoren und Schalldämpfern wird unter Gebäude angeordnet, so daß oberirdisch nur der Abluftkamin sichtbar ist. Aus Gründen der Betriebssicherheit für die Rauchabsaugung im Brandfall werden zwei Ventilatoren vorgesehen, die über einen Abluftschacht ~~von ca. 50m Höhe~~ die Luft aus dem ca. 40m tief liegenden Verkehrsraum absaugen und über den 10m hohen Kamin ausblasen. Die erforderliche Schalldämmung der Ventilatoren erfolgt durch entsprechend dimensionierte Schalldämpfer.
Die Gestaltung des Ablaufkamins mit einem Querschnitt von ca. 13m² erfolgt in Abstimmung mit der Stadt Starnberg und unter Einschaltung eines Architekten in Anlehnung an die vorhandene Bebauung.

4.9.2 Betriebskaverne/Regenrückhaltebecken

Die Betriebskaverne mit Regenrückhaltebecken (ca. 75 m^3 **zuzüglich Rückhalteraum für Löschwasser u. Schadflüssigkeiten nach RABT**) wird mit einem Notausstieg kombiniert und liegt in der Nähe des Gradiententiefstpunktes neben einer Pannenbucht, um den Zugang über den Tunnel zu ermöglichen und die Zufahrt und das Halten eines Lkw für die Versorgung und Entsorgung zu gestatten. Die Lage dieses Notausstiegs sowie die Betriebskaverne mit Regenrückhaltebecken bestimmen die erforderliche Größe und die Abmessung des Gesamtbauwerkes (siehe Unterlage 10.3). Die Betriebskaverne hat einen Ausbruchsquerschnitt von ca. 70 m^2 und erfordert deshalb aus Sicherheitsgründen einen gewissen Abstand zu dem ebenfalls großen Querschnitt des Tunnels.
Vom Gradiententiefstpunkt des Tunnels zweigt deshalb ein Fußgängerstollen ab (Ausbruchsfläche ca. 11 m^2, Länge ca. 25 m), für den ein Lichtraumprofil von **2,5** m Breite und 2,30 m Höhe zugrundegelegt wurde. In der Sohle dieses Stollens werden in einer gesonderten Leitung die im Hauptkanal des Tunnels anfallenden Flüssigkeiten in das Auffangbecken der Betriebskaverne abgeführt.

Innerhalb des Querschnitts der Betriebskaverne wird der Fluchtweg separat von den eigentlichen Betriebsräumen angelegt und führt durch die nördliche Stirnwand der Kaverne über einen weiteren, 5 m langen Stollenabschnitt zu dem vertikalen Notausstiegsschacht mit 36 m Tiefe und ca. 26 m^2 Ausbruchsfläche. Dieser Schacht wird auch für die Entlüftung der Betriebsräume und des Auffangbeckens benützt. Der Schacht soll von über Tage aus abgeteuft werden.

4.9.3 Notausstiege

Im Tunnellüftungs- und Immissionsgutachten Schindler Haerter AG, Zürich, wird dargelegt, daß aufgrund des gewählten Lüftungskonzeptes mit kontiniuerlicher Rauchabsaugung Fluchtwege nicht zwingend notwendig sind.

Da es aufgrund der topografischen Verhältnisse nur mit sehr großem Aufwand möglich ist, Fluchtwege zu schaffen, werden neben dem Notausstieg, der mit der Betriebskaverne kombiniert ist, noch zwei weitere Notausstiege etwa bei km 0 + 965 und km 1 + 295 angeordnet, so daß etwa alle 350 - 550 m ein Notausstieg vorhanden ist. Zusammen mit der kontinuierlichen Rauchabsaugung wird damit optimaler Personenschutz im Brandfall erreicht. Damit wird auch den Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb vom Straßentunnel (RABT) Rechnung getragen.

4.9.4 Pannenbuchten

Zwei Pannenbuchten (km 1 + 700, versetzt auf beiden Seiten) werden in die Nähe des Gradiententiefstpunktes gelegt, damit von beiden Seiten eventuell defekte Fahrzeuge unter Ausnutzung des Straßengefälles die zu ihrer Fahrtrichtung gehörige Pannenbucht

Innerhalb des Querschnitts der Betriebskaverne wird der Fluchtweg separat von den eigentlichen Betriebsräumen angelegt und führt durch die nördliche Stirnwand der Kaverne über einen weiteren, 5 m langen Stollenabschnitt zu dem vertikalen Notausstiegsschacht mit 36 m Tiefe und ca. 26 m^2 Ausbruchsfläche. Dieser Schacht wird auch für die Entlüftung der Betriebsräume und des Auffangbeckens benützt. Der Schacht soll von über Tage aus abgeteuft werden.

4.9.3 Notausstiege

Um der Forderung ~~des Entwurfs der RABT 2002~~ der RABT 2003, im Abstand von max. 300m Notausgänge vorzusehen, nachzukommen, werden bei Station 0+723~~, 0+990, 1+295,~~ 1+023, 1+323 1+623 ~~1+500,~~ 1+790 sowie ~~2+020~~ 2+080 Notausstiege angeordnet, durch die über kurze Quer- sowie Schrägstollen schläge V und dann anschließende Vertikalschächte die Oberfläche erreicht werden kann.

4.9.4 Pannenbuchten

Zwei Pannenbuchten (versetzt auf beiden Seiten **km 1+650 / 1+770**) werden in die Nähe des Gradiententiefstpunktes gelegt, damit von beiden Seiten eventuell defekte Fahrzeuge unter Ausnutzung des Straßengefälles die zu ihrer Fahrtrichtung gehörige Pannenbucht

erreichen können. Zugleich wird über diese Pannenbucht ein guter Zugang zur Betriebskaverne möglich. Die Gestaltung der Buchten erfolgt gemäß Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT). Ihre Länge beträgt ca. 40 m. Zwei weitere Pannenbuchten (ebenfalls versetzt auf beiden Seiten) werden bei km 1 + 100 angeordnet. ~~Da~~ Eine durchgehende Standspur ~~wirtschaftlich~~ ist nach den RABT nicht erforderlich nicht zu vertreten ist, wird durch die Anlage von je zwei Pannenbuchten pro Richtungsfahrbahn mit einem Abstand von ca. 600 m die Forderung gemäß RABT erfüllt.

5. Schutz-, Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

5.1 Lärmschutz

5.1.1 Allgemeines

Bei dem Bau einer öffentlichen Straße ist nach § 41 Bundes-Immissionsschutzgesetz sicherzustellen, daß durch diese keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche hervorgerufen werden können, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.

In der 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990 wurden daher zum Schutz der Nachbarschaft folgende Immissionsgrenzwerte festgelegt:

Tag	Nacht
1. an Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen und Altenheimen	
57 Dezibel (A)	47 Dezibel (A)
2. in reinen und allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	
59 Dezibel (A)	49 Dezibel (A)

erreichen können. Zugleich wird über diese Pannenbucht ein guter Zugang zur Betriebskaverne möglich. Die Gestaltung der Buchten erfolgt gemäß Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT). Ihre Länge beträgt ca. 40 m. Zwei weitere Pannenbuchten (ebenfalls versetzt auf beiden Seiten) werden bei km 1 + **040/1 + 130**

Eine ist nach den RABT nicht erforderlich angeordnet. ~~Da eine~~ durchgehende Standspur ~~wirtschaftlich nicht zu vertreten ist, wird durch die Anlage von je zwei Pannenbuchten pro Richtungsfahrbahn mit einem Abstand von ca. 600 m die Forderung gemäß RABT erfüllt~~. **Die Pannenbuchten werden gegeneinander versetzt angeordnet, um in den geologisch schwierigen Abschnitten den Ausbruchquerschnitt nicht zu groß werden zu lassen. Ein Wenden von PKW im Bereich der Pannenbuchten ist bei dem vorgesehenen Querschnitt auch bei dieser Anordnung möglich. Die Forderungen der RABT mit einem Abstand der Pannenbuchten von ≤ 600 m werden erfüllt.**

5. Schutz-, Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

5.1 Lärmschutz

5.1.1 Allgemeines

Bei dem Bau einer öffentlichen Straße ist nach § 41 Bundes-Immissionsschutzgesetz sicherzustellen, daß durch diese keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche hervorgerufen werden können, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.

In der 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990 wurden daher zum Schutz der Nachbarschaft folgende Immissionsgrenzwerte festgelegt:

Tag	Nacht
1. an Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen und Altenheimen	
57 Dezibel (A)	47 Dezibel (A)
2. in reinen und allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	
59 Dezibel (A)	49 Dezibel (A)

3. in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten	
64 Dezibel (A)	54 Dezibel (A)
4. in Gewerbegebieten	
69 Dezibel (A)	59 Dezibel (A)

Werden diese festgelegten Immissionsgrenzwerte überschritten und ist die Einhaltung der Grenzwerte durch Lärmschutzmaßnahmen an der Straße (aktive Lärmschutzmaßnahmen) nicht möglich bzw. nur mit einem unvertretbar hohen Kostenaufwand möglich, so wird entsprechend § 42 Bundes-Immissionsschutzgesetz der Eigentümer der betroffenen baulichen Anlage für die notwendigen Schallschutzmaßnahmen am Gebäude entschädigt.

Die Lärmberechnung erfolgte nach den "Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen" – Ausgabe 1990 -, RLS-90.
Die von Prof. Dr.- Ing. Kurzak prognostizierte Verkehrsbelastung für das Jahr ~~2010~~ 2020 wurde ~~mittels Trendprognose (aus RAS-Q 96) auf das Jahr 2015 hochgerechnet und~~ der Berechnung zugrunde gelegt.
Bei der Berechnung werden die zulässigen Geschwindigkeiten von 60 km/h bzw. 50 km/h berücksichtigt.
Die berechneten Lärmpegel sind in der Zusammenstellung schalltechnischer Daten (sh. Unterlage 11.1 + 11.2) aufgelistet.

5.1.2 Rampenbereich Süd

Im südlichen Rampenbereich, insbesondere im Baugebiet an der Franz-Heidinger-Straße, sind die zulässigen Lärmgrenzwerte bereits im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplanes berücksichtigt worden (Errichtung eines Lärmschutzwalls). Hierzu gilt die Bekanntmachung des Bayer. Staatsministeriums des Innern vom 03.08.1988 (AllMBl Nr. 16/1988). Zur Vermeidung von Pegelspitzen durch den in den Tunnel einfahrenden

Verkehr werden der Rampenbereich und die ersten ca. 20 – 50 m des Tunnels voll absorbierend verkleidet.
Im Bereich der Tunnelrampe liegt durch die Anlage eines zusätzlichen Fahrstreifens eines wesentliche Änderung gemäß der 16. BImSchV vor.
Die Immissionsgrenzwerte sind einzuhalten. Die Bereiche in denen keine zusätzliche Fahrspur hinzugefügt wird sind darauf hin zu überprüfen ob eine wesentliche Änderung vorliegt. (Erläuterungen zu Schalltechnischen Berechnungen in Unterlage 11.1).
Emmissionen durch die Ventilatoren für die Zuluftansaugung wurden berücksichtigt.
In Unterlage 11.1 ist aufgelistet für welche Gebäude Anspruch auf Lärmschutz besteht.

5.1.3 Ortsdurchfahrt entlang der B 2 im Zentrum

Ende 1989 wurde mit der Abwicklung von Lärmsanierungsmaßnahmen entlang der gesamten Ortsdurchfahrt der B 2 in Starnberg begonnen. Bei der Ermittlung der betroffenen Anwesen, für die passiver Lärmschutz vorzusehen ist, wurde hierbei von den bestehenden Verkehrsverhältnissen ausgegangen. 1990 wurde der Einbau der Lärmschutzfenster abgeschlossen.

Da sich nach Fertigstellung des Tunnels der Verkehr auf der Münchner Straße gegenüber dem jetzigen Zustand verringert, wird sich auch die Lärmbelastung vermindern. Lärmvorsorgemaßnahmen sind daher nicht veranlasst. Im übrigen kann für Straßenabschnitte, die baulich nicht verändert werden, ohnedies kein Anspruch auf Lärmvorsorge nach der 16. BImSchV entstehen.

5.1.4 Rampenbereich Nord

Im nördlichen Rampenbereich ergibt sich entsprechend der Verkehrslärmschutzverordnung durch die geplante Maßnahme eine wesentliche Änderung von öffentlichen Straßen.

Hervorgerufen wird dies einmal durch das Hinzufügen eines durchgehenden Fahrstreifens im Zuge der Münchner Straße im Bereich der Gautinger Straße; zum anderen werden danach an einigen Gebäuden Pegelwerte von mindestens 70/60 dB(A) erreicht. Entsprechend der 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes ergibt sich durch den erheblichen baulichen Eingriff in Verbindung mit der Erhöhung des Beurteilungspegels ein Anspruch auf Lärmvorsorge.

Bei der 1989/90 durchgeführten Lärmsanierung wurde von den geltenden Grenzwerten für Lärmsanierung ausgegangen.
(70/60 dB(A) für Wohngebiete,
72/62 dB(A) für Mischgebiete,
75/65 dB(A) für Gewerbegebiete).

Die niedrigeren Grenzwerte für Lärmvorsorge, die nun in diesem Bereich durch die wesentliche Änderung anzuwenden sind, werden an einigen Häusern überschritten, die bisher nicht berücksichtigt werden mußten
(59/49 dB(A) für Wohngebiete,
64/54 dB(A) für Mischgebiete,
69/59 dB(A) für Gewerbegebiete).

Somit sind auf beiden Seiten des Rampenbereiches Lärmvorsorgemaßnahmen durchzuführen. Wegen der beengten Platzverhältnisse sind nur passive Schallschutzmaßnahmen in Form von Lärmschutzfenstern möglich. Soweit der Lärmschutz nicht bereits durch die vorhandenen Fenster gewährleistet ist, erfolgt die Erstattung der Aufwendungen für passiven Lärmschutz entsprechend den Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (VLärmSchR 97).
In Unterlage 11.1 ist in einer Ergebnistabelle aufgelistet, bei welchen Gebäuden Lärmschutzmaßnahmen erforderlich werden.
Die Wände der Rampe A werden voll absorbierend verkleidet.

und die ersten 20-50 m des Tunnels

5.2 Abgase

Zur Überprüfung des Immissionsschutzes wurde ein Gutachten von Oktober 1996 in Auftrag gegeben, das beim Straßenbauamt München bzw. bei der Regierung von Oberbayern eingesehen werden kann.
Das Büro Haerter AG, Zürich - vormals Schindler Haerter - hatte bereits 1989 ausgehend von einer Durchführbarkeitsstudie zum Entlastungstunnel Starnberg vom Juli 1988 ein Tunnellüftungs-Immissionsgutachten erstellt, welches für die vorgesehene Tunneltrasse ein Lüftungssystem bestimmte, das die Anforderungen an

-Immissionsauflagen
-Sicherheit im Brandfall
-Wirtschaftlicher Betrieb

erfüllte.
Das der Planfeststellung zugrunde liegende Gutachten vom Oktober 1996 berücksichtigt demgegenüber die bis Mai 1996 eingetretenen Änderungen, nämlich eine leichte Erhöhung der DTV-Werte und vor allem eine grundlegende Änderung der Emissionssituation wegen des wesentlich verbesserten Abgasausstoßes der Kraftfahrzeuge aufgrund der weitergehenden technischen Entwicklung.

Im Gutachten 1989 stammen die für die Immissionsbeurteilung maßgebenden NO_X-Emissionen von den PIARC (= Permanent International Association of Road Congresses) 1987 Angaben, die nach heutigen Erkenntnissen stark auf der sicheren Seite liegen. Inzwischen wurde ein vom TÜV Rheinland-Köln und dem Umweltbundesamt unter Mitwirkung von Österreichischen und Schweizerischen Stellen breit angelegtes Versuchs-

5.2 Luftschadstoffe

5.2.1 Gesetzliche Grundlagen; Beurteilungswerte

Bei der Beurteilung von Straßenbauvorhaben ~~sind~~ ist die 22. ~~und 23.~~ Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (22. ~~und 23.~~ BimSchV) heranzuziehen. ~~Die 23. BimSchV 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~~:

~~160 µgNO_2/m³ 98%-Wert aller 1h-Werte von NO_2, (98-Perzentil)~~

~~8 µgRuss/m³ als arithmetischer Jahresmittelwert~~

~~10 µgC_6H_6/m³ als arithmetischer Jahresmittelwert~~

~~Zudem setzt~~ Die Richtlinie 1999/30/EG des Rates der Europäischen Gemeinschaft, setzt die mit der Neufassung der 22. BimSchV vom 11. Sept. 2002 in deutsches Recht umgesetzt wurde, neue Maßstäbe im Bereich der Luftqualitätsnormen. Sie enthält Grenzwerte für Schwefeldioxid (SO_2), Stickstoffoxide (NO_2), Partikel (Feinstaub PM_{10}) und Blei (Pb) in der Luft. Ziel der Richtlinie ist die Festlegung von Grenzwerten und Alarmschwellen im Hinblick auf die Vermeidung, Verhütung oder Verringerung schädlicher Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt. Die für den Straßenverkehr relevanten Schadstoffkomponenten und damit für die Immissionsprognose maßgeblichen Grenzwerte sind:

40 µgNO_2/m³ als arithmetischer Jahresmittelwert Stickstoffdioxid (ab 2010)

40 µgPM_{10}/m³ als arithmetischer Jahresmittelwert (ab 2005)

20 µgPM_{10}/m³ als arithmetischer Jahresmittelwert (ab 2010) vgl. S. 49b (*)

50 µgPM_{10}/m³ als Tagesmittelwert (bei 35 zulässigen Überschreitungen pro Jahr)

Partikelförmige Schadstoffe in der Atmosphäre kommen in sehr unterschiedlicher Größe vor. Aus lufthygienischer Sicht bedeutsam ist der lungengängige Feinstaub

PM_{10}. Der Grenzwert für den Jahresmittelwert von PM_{10} von 40 µg/m³ wird heute noch nicht bundesweit eingehalten. Im Jahresbericht des BayLfU für das Jahr 2000 sind für die Meßstation München, Stachus mit 42 µg/m³ und für die Station Augsburg, Königsplatz mit 47 µg/m³ die höchsten PM_{10}-Konzentrationen angegeben. Die europäischen Grenzwerte wurden in einer Überarbeitung der 22. BImSchV in deutsches Recht übergeführt. Die Neufassung der 22. BImSchV entspricht weitgehend wörtlich der EU-Richtlinie. (*) Jedoch ist der Grenzwert für den Jahresmittelwert für Feinstaub von 20 µg/m³, der ab 2010 eingehalten werden sollte, nicht enthalten.

5.2.2 Immissionsgutachten

Zur Überprüfung des Immissionsschutzes **wurden** Gutachten von **Juni 2002 und Juni 2005** in Auftrag gegeben. **Das Gutachten von Juni 2005 ist als Nachrichtliche Unterlage beigefügt. Das Gutachten von Juni 2002 kann bei der Regierung von Oberbayern bzw. beim Straßenbauamt München eingesehen werden.**

Das Büro Haerter AG, Zürich hatte bereits **1996** ein Tunnellüftungs-Immissionsgutachten erstellt, welches für die vorgesehene Tunneltrasse ein Lüftungssystem bestimmte, das die **seinerzeitigen** Anforderungen an

-Immissionsauflagen
-Sicherheit im Brandfall
-Wirtschaftlicher Betrieb

erfüllte.

Das ~~nunmehr der Planfeststellung zugrunde liegende~~ Gutachten vom **Juni 2002** berücksichtigt demgegenüber die bis **Juni 2001** eingetretenen Änderungen, nämlich

- **Verminderte Emissionen der Einzelfahrzeuge.**
- **Erhöhte Anforderungen an die Sicherheit im Brandfall.**
- **Neue europäische und nationale Richtlinien für die Luftqualität in der Umgebung des Tunnels.**

Der Teil „Immissionen der Luftschadstoffe“ vom Juni 2005, der nunmehr der Planfeststellung zugrunde liegt, berücksichtigt gegenüber dem Gutachten von Juni 2002 folgende Veränderungen:

- Neue Grundlagendaten zu den Fahrzeugemissionen
- Tunneleröffnung Ende 2011
- Aktuelle Verkehrsprognose vom April 2003

Dabei legt das Gutachten für die Immissionsprognose für das Jahr 2012 auf der sicheren Seite liegend die für 2020 prognostizierten, höheren Verkehrszahlen zugrunde.

Der Teil „Immissionen der Luftschadstoffe" vom Juni 2005, der nunmehr der Planfeststellung zugrunde liegt, berücksichtigt gegenüber dem Gutachten von Juni 2002 folgende Veränderungen:

- Neue Grundlagendaten zu den Fahrzeugemissionen
- Tunneleröffnung Ende 2011
- Aktuelle Verkehrsprognose vom April 2003

Dabei legt das Gutachten für die Immissionsprognose für das Jahr 2012 auf der sicheren Seite liegend die für 2020 prognostizierten, höheren Verkehrszahlen zugrunde.

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Öffentliche Verkehrsmittel
U2-(Hohenzollernplatz)
53 oder 33 (Nordbad)
12 oder 27 (Nordbad)

Telefon: (089) 30 797 - 0
Telefax: zentral (089) 30 797 - 218

E-Mail: poststelle@sbam.bayern.de
Internet: http://www.sbam.bayern.de

programm über Emissionsfaktoren für Pkw und Lkw abgewickelt. Es wurden dabei Versuchsfahrten und Prüfstandsversuche durchgeführt unter Variation aller relevanten Einflußfaktoren. Aus den Resultaten folgt für einen Fahrzeugpark des Jahres 2010, also 10 Jahre später als dem Gutachten 1989 zugrunde lag, nach vorsichtiger Auslegung:

- Außenluftbedarf der Tunnellüftung nur noch 50 % des Wertes 1989
- Stickoxidemission, die für die Immissionsbeurteilung maßgebend ist, nur noch 30 % des Wertes 1989.

Die Immissionsbeurteilung 1989 lautete, daß die NO_2-Immissionen bezüglich den Jahresmittelwerten das freie Abströmen von Tunnelluft aus den Portalen noch zulassen, während Spitzenwerte zeitweise zu nicht akzeptierbaren Belastungen führen. Durch den nun eingetretenen Rückgang der NO_x-Emissionen auf 30 % reduzieren sich entsprechend auch die Zusatzimmissionen sowohl im Jahresmittelwert als auch bei den Spitzenwerten auf 30 % der Werte von 1989.

Inzwischen ist das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) in Kraft getreten, welches in den Verordnungen 22 und 23 die Verkehrsabgase beurteilt. Es werden dort Prüfwerte vorgeschrieben und das Einhalten von wesentlich tiefer liegenden Leitwerten empfohlen. Die heutigen NO_2-Immissionsprognosen für das Jahr 2010 bei freiem Abströmen der Tunnelluft aus den Portalen liegen deutlich unter den Prüf- wie auch Leitwerten gemäß BImSchG. Auch die neu eingeführten Beurteilungen von Benzol- und Dieselruß-Immissionen sind bei Portalabluft unbedenklich (sh. Anlage 6).

Bei einer frühestmöglichen Fertigstellung des Tunnels im Jahr 2005 treten nur unwesentlich höhere Immissionen auf, 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.

Die SO_2-Konzentrationen und die Bleibelastung der Luft sind in den letzten 10 Jahren in Deutschland deutlich unter die Grenzwerte der 22.BImSchV abgesunken, so daß auf eine Immissionsprognose dieser Schadstoffe verzichtet werden kann.

Das Immissionsgutachten 2005 beschränkt sich daher wie das Gutachten von 2002 auf die Prognose der für den Straßenverkehr relevanten Schadstoffkomponenten NO_2 und PM_{10}. Es ermittelt für die Portalbereiche die Zusatzbelastungen durch die Tunnelabluft und bestimmt durch Überlagerung mit der vorhandenen Grundbelastung die Gesamtbelastung für zwei unterschiedliche Lüftungskonzepte, nämlich:

- Durchgehende Längslüftung mit Abluft über die Portale
- Längslüftung mit Absaugung in Tunnelmitte und Ausblasung der Abluft über einen Kamin.

Im Gutachten 2002 wurde für die Beurteilung des Planungsgebiets zunächst eine Ausbreitungsrechnung mit einem Gauss-Modell durchgeführt. Dieses Berechnungsverfahren entspricht weitgehend dem Verfahren, das im Gutachten 1996 angewandt wurde. Für die unmittelbare Umgebung der Tunnelportale wird zusätzlich eine detailliertere Analyse mit einer numerischen Strömungsberechnung und anschließenden Ausbreitungsrechnung durchgeführt. Bei dieser Methode wird auch der Einfluß der umliegenden Bebauung berücksichtigt. Die unmittelbare Umgebung der Tunnelportale wurde im Gutachten 2005 erneut untersucht.

Bei einer Immissionsprognose für einen künftigen Zustand müssen die vorhandene Grundbelastung, prognostizierte Jahres- und Tagesgänge des Verkehrs, Fahrzeug - emissionen und Wetterdaten verwendet werden. Die Zuverlässigkeit der berechneten Schadstoffemissionen hängt von der zugrunde gelegten Verkehrsprognose (DTV, Lastwagenanteil, Verkehrssituation) und von der Prognose der Emissionsfaktoren ab. Hinzukommen die Unsicherheiten der Modellierung sowie das Berechnungsverfahren selbst. Für die berechneten Konzentrationen muß daher mit Abweichungen bzw. Unsicherheiten gegenüber einer Messung in der Größenordnung von bis zu 30% ausgegangen werden.

Das Gutachten kommt zu dem Ergebnis, daß das Vorhaben trotz seiner Größe nur einen örtlich eng begrenzten Einfluß auf die Luftschadstoffsituation hat.

Grundsätzlich führt ein Tunnel zu einer Verlagerung von Emissionen und den zugehörigen Belastungen: Die Gebiete, die vom Tunnel unterfahren werden, werden aufgrund der Verkehrsabnahme und der Verflüssigung des Verkehrs entlastet. Die Gebiete in den Portalzonen werden ohne zusätzliche bauliche und betriebliche Maßnahmen zusätzlich belastet. Um diese Mehrbelastungen zu begrenzen, kann das Lüftungssystem so geplant werden, daß die Portalabluft vermindert und damit die Belastung in der unmittelbaren Portalnähe im Vergleich zur Situation mit freier Portalabluft vermindert werden kann, d.h. Absaugung und Ausblasung der Tunnelabluft über einen Kamin. Die Immissionsberechnungen zeigen für den Fall der durchgehenden Längslüftung mit Portalabluft, daß im Bereich des Nordportals die Gesamtbelastung der NO_2-Konzentrationen an der näheren Bebauung 34 - 38 µg/m³, an den dem Portal nächstgelegenen Gebäuden den Beurteilungswert von 40 µg/m³ erreichen oder leicht überschreiten kann. Gleiches gilt für die PM_{10}-Belastung. Hier werden Jahresmittelwerte von 32 – 36 µg/m³ und an den dem Portal nächstgelegenen Gebäuden ebenfalls 40 µg/m³ errechnet.

Im Bereich des Südportals liegen die Verhältnisse wesentlich günstiger. Dort erreichen die Jahresmittelwerte für NO_2 an den nächstgelegenen Gebäuden nur 32 – 34 µg/m³ und für PM_{10} 30 – 32 µg/m³.

Im Hinblick auf die o. g. Unsicherheiten der Immissionsprognose empfiehlt das Gutachten aus Sicht der Lufthygiene deshalb eine Tunnellängslüftung mit Absaugung und Ausblasung der Abluft über einen Kamin in der Tunnelmitte.

Dadurch vermindert sich die NO_2-Belastung der am stärksten betroffenen Gebäude am Nordportal auf Werte von 30 – 34 µg/m³ und bei PM_{10} auf 28 – 32 µg/m³.

Damit werden auch im Bereich des Nordportals die maßgeblichen Beurteilungswerte deutlich unterschritten.

Grundsätzlich führt ein Tunnel zu einer Verlagerung von Emissionen und den zugehörigen Belastungen: Die Gebiete, die vom Tunnel unterfahren werden, werden aufgrund der Verkehrsabnahme und der Verflüssigung des Verkehrs entlastet. Das Gutachten vom Juni 2005 weist exemplarisch für den Tutzinger Hofplatz und den Bereich des Gymnasiums die Entlastung durch den Tunnel nach. Festzustellen ist insbesondere eine Senkung der NO_2-Konzentrationen.
Die Gebiete in den Portalzonen werden ohne bauliche und betriebliche Maßnahmen zusätzlich belastet. Um diese Mehrbelastungen zu begrenzen, kann das Lüftungssystem so geplant werden, dass die Portalabluft vermindert und damit die Belastung in der unmittelbaren Portalnähe im Vergleich zur Situation mit freier Portalabluft vermindert werden kann, d.h. Absaugung und Ausblasung der Tunnelabluft über einen Kamin.

Die Immissionsberechnungen für den Fall der freien Portalabluft, d.h. ohne Absaugung zeigen, entlang der Münchner Straße, dass die NO_2-Konzentrationen an den der Straße zugewandten Fassaden östlich des Tunnelportals den Beurteilungswert von 40 µg/m³ erreichen oder überschreiten. Westlich des Tunnelportals werden 40 - 42 µg/m³ an den der Straße zugewandten Fassaden berechnet. Bei der PM_{10}-Belastung werden an der Bebauung nicht mehr als ca. 35 µg/m³ errechnet. Dieser Wert liegt damit unter dem Grenzwert von 40 µg/m³.
Im Bereich des Südportals liegen die Verhältnisse günstiger. Dort erreichen die Jahresmittelwerte für NO_2 an den nächstgelegenen Gebäuden maximal etwa 37 µg/m³ und für PM_{10} ca. 25 µg/m³.
Die Zahl der Überschreitungen des Tagesmittelwerts für PM_{10} liegt am Nordportal mit 25 - 35 Überschreitungen an einzelnen Gebäuden gerade im Bereich des Grenzwertes. Am Südportal liegt die Belastung mit etwa 15 - 20 Überschreitungen an der nahe liegenden Bebauung sicher im zulässigen Bereich.

Im Hinblick auf die o. g. Unsicherheiten der Immissionsprognose und aufgrund von Schadstoffkonzentrationen am oder über dem Beurteilungswert empfiehlt das Gutachten aus Sicht der Lufthygiene daher eine Tunnellängslüftung mit Absaugung und Ausblasung der Abluft über einen Kamin in der Tunnelmitte.

Im Einflussbereich der Portalabluft am Nordportal zwischen Leutstettener Straße und der Bahnlinie können durch die Absaugung und Ausblasung der Abluft über einen Kamin die Schadstoffgrenzwerte, auch für NO_2, eingehalten werden.

Außerhalb des Einflussbereiches der Portalabluft wird der Grenzwert für NO_2 zum Teil überschritten: Zwischen der Bahnlinie und der Gautinger Straße werden für nah an der Münchener Straße liegende Gebäude auf den der Straße zugewandten Fassaden Konzentrationen um 44 µg/m³ prognostiziert. Hier wird der Grenzwert jedoch auch ohne Bau des Tunnels überschritten.
Westlich des Portals werden bis zu 42 µg/m³ prognostiziert. Nach Aussage des Gutachters ist für die Jahre nach 2012 eine Abnahme der Schadstoffbelastung zu erwarten. Die Prognose der Emissionen ergibt in den Jahren 2012 bis 2020 eine Senkung der NO_x-Emissionen eines durchschnittlichen Fahrzeugs um etwa 28% (für einen Schwerverkehrsanteil von 10%). Gleichzeitig ist eine Senkung der Vorbelastung zu erwarten. Auch wenn sich diese Abnahme auf Grund der Reaktion von NO_x zu NO_2 nicht voll auf die Immissionsbelastung durch NO_2 auswirkt, kann mit einer deutlichen Entlastung der Schadstoffsituation gerechnet werden. Die Verflüssigung des Verkehrs trägt zusätzlich zu einer Reduzierung der Schadstoffkonzentration bei.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Überschreitungen der Grenzwerte für Luftschadstoffe im Rahmen der Luftreinhalteplanung gelöst werden können.

5.2.3 Schadstoffimmissionen durch Kaminabluft

Ein Tunnelluftkamin bewirkt, daß die Abgase aus dem Tunnel in höhere Luftschichten verfrachtet werden, was analog zu einem Hochkamin zu geringen Abgaskonzentrationen am Boden führt.

Durch den Ausstoß dieser Tunnelluft senkrecht nach oben können je nach Windgeschwindigkeit Aufsteighöhen von 50 bis 100 m über der Kaminmündung erreicht werden. Anschließend wird die Tunnelluft durch Wind und atmosphärische Turbulenz allseitig weiter verteilt. In einem größeren Abstand vom Kamin berührt ein Teil des Abgases in sehr verdünntem Maß wieder den Boden. Im Vergleich zu den Immissionen von offenen Straßen oder von Tunnelportalen sind die bodennahen Belastungen aus Abluftkaminen sehr gering. Der Grund dafür liegt in der besseren räumlichen Ausbreitung und Verdünnung der Schadstoffe sowie in der meist größeren vertikalen Distanz bis zu den nächsten Immissionsorten. Zusätzlich sind die meteorologischen Ausbreitungsbedingungen in der Höhe günstiger als bei bodennahen Emissionen.

Das Gutachten belegt dies nachdrücklich.

So prognostiziert die Ausbreitungsrechnung – abhängig von der Ausblasgeschwindigkeit zwischen 10 und 15 m/s – maximale Zusatzbelastungen von 0,31 µg/m^3 bis 0,41 µg/m^3 für NO_2 und 0,03 µg/m^3 bis 0,05 µg/m^3 für PM_{10}. Dies entspricht etwa 0,8 bis 1,0% des Grenzwertes für NO_2 und 0,08 bis 0,13% des Grenzwertes für PM_{10}. Zusatzbelastungen dieser Größenordnung sind aufgrund der vorhandenen Grundbelastung meßtechnisch nicht mehr nachweisbar.

Aufgrund dieser neuen Ausgangslage lautet die Immissionsbeurteilung, daß das freie Abströmen von Tunnelluft aus den Portalen zulässig ist. Die Notwendigkeit eines Tunnelluftkamins entfällt daher.

5.3 Maßnahmen in Wassergewinnungsgebieten

Die Maßnahme liegt nicht im Bereich eines Wassergewinnungsgebietes.

5.4 Beschreibung der Umwelt und ihrer Bestandteile

5.4.1 Charakterisierung von Natur und Landschaft

- Natürliche Grundlagen

Nach der naturräumlichen Gliederung von Deutschland liegt der Planungsraum im "Ammer-Loisach-Hügelland". Das Landschaftsbild wird durch Jungmoränen sowie im Bereich von Starnberg durch das nördliche Verlandungsgebiet des Starnberger Sees geprägt und verdankt seine Entstehung der quartären Eiszeit.

- Vegetation

Die potentiell natürliche Vegetation sind in diesem Gebiet Buchenwälder, Erlen-, Eschen-, Auwälder, Kalkflachmoore und Übergangsmoore.

Die reale Vegetation wird bestimmt von "Stadtgrün" bestehend aus Bäumen und Sträuchern in Privatgärten und als Straßenbegleitgrün, von ~~Buchenwälder unterschiedlicher Altersstufen~~ kleineren Buchenwald beständen und von intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen. von Hecken – und Feldgehölzstrukturen, von Alt-Eichen

- Flächennutzungen

- Landwirtschaft

Im südwestlidchen Teil des Planungsraumes grenzt das Bauvorhaben an landwirtschaftlich genutzte Flächen, die stellenweise lediglich durch Straßenbegleitgrün von der bestehenden Straße getrennt sind. Bei den landwirtschaftlichen Flächen handelt es sich um intensiv genutzte Ackerflächen.

- Forstwirtschaft

Im südlichen Abschnitt des Bauvorhabens liegen beidseits der Trasse Waldabschnitte unterschiedlicher Altersstufen mit der Buche als Hauptbaumart.

- Siedlungsgebiet

Das Bauvorhaben verläuft größtenteils unterirdisch im Stadtgebiet Starnberg.

- Infrastruktur

Bei dem Bauvorhaben handelt es sich um die Verlegung der B 2 in eine zweite unterirdische Ebene im Stadtgebiet Starnberg.

- Geschützte und schützenswerte Flächen und Bestandteile der Natur

Die südlich an die B 2 angrenzenden Waldbereiche gelten laut Waldfunktionsplan als Wald mit besonderer Bedeutung für die Erholung.

In der Biotopkartierung von Bayern würde im südwestlichen Planungsbereich ein Quellgebiet (Objektnummer x 8033-2) erfaßt. Es handelt sich hierbei um ein zum Teil nach Art. 13 d BayNatSchG geschütztes Seggenried mit Pfeifengrasbeständen. Es ist ein in

diesem Naturraum bedeutsamer Lebensraum, für den in der Biotopkartierung Schutz in Form eines Landschaftsbestandteiles nach dem BayNatSchG vorgeschlagen wurde.

Im Planungsraum sind keine Schutzgebiete nach dem BayNatSchG vorhanden.

5.4.2 Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen des Straßenbauvorhabens auf die Schutzgüter hinsichtlich der Umweltverträglichkeit

Unter diesem Punkt und unter Punkt 5.4 werden die Schutzgüter nur im Bereich außerhalb des Tunnels behandelt. Im Tunnelbereich wird eine Bauweise so gewählt, die sicherstellt, dass keine Auswirkungen auf die Schutzgüter gegeben sind. Hiervon sind vor allem die Schutzgüter Wasser, Boden, Kultur- und Sachgüter und Mensch betroffen.

Boden

(siehe Anlage 3)

Die alpinen Gletscher stießen im Verlauf der letzten Jahrmillionen einige Male über das Landkreisgebiet hinaus nach Norden vor. Dabei bedeckten die Eisströme des Isar-Loisach-Vorlandgletschers auch das Gebiet um Starnberg mit Moränenschutt. Sie schütteten am Eisrand große Lockergesteinsmassen als Moränenwälle auf und schürften in der Hauptvorstoßrichtung tiefe Gletscherbecken aus.

Die Böden bestehen größtenteils aus lehmigen Kiesen und Schottern, braunen Waldböden, Moorböden und zum Teil tiefgründigen, schweren Lehmböden.

Vorbelastung:

Die Böden sind durch die vorhandene Straße vorbelastet.

diesem Naturraum bedeutsamer Lebensraum, für den in der Biotopkartierung Schutz in Form eines Landschaftsbestandteiles nach dem BayNatSchG vorgeschlagen wurde.

Nördlich der B2 grenzen am Bauende drei Schutzgebiete an, die sich in diesem Bereich überlappen. Es handelt sich um das Landschaftsschutzgebiet "Würmtal und Landschaftsbestandteile beiderseits der Würm" , um das Naturschutzgebiet "Leutstettener Moor" und um das FFH-Schutzgebiet "Nr.: 7934/301, Leutstettener Moor, Würmdurchbruchstal und Buchenwälder der Endmoräne" aus dem Europäischen Biotopverbundnetz "Natura 2000".
Bei dem FFH-Gebiet handelt es sich um ein großflächiges Zungenbeckenmoor als nördliche Seeverlandung des Starnberger Sees, um eines der wichtigsten Repräsentanzgebiete für Buchenwälder des nördlichen Ammer-Loisach-Hügellandes, um zahlreiche Kesselmoore mit Übergangsmooren, um Schwingrasenbildungen und Erlenfeuchtwäldern und um Moorwälder mit zahlreichen stark gefährdeten Pilzarten.
Das Straßenbauamt München beantragte bei der Unteren Naturschutzbehörde Starnberg für das o.g. FFH-Gebiet eine FFH-Abschätzung (Vorprüfung) und übermittelte dementsprechend die dazu notwendigen Unterlagen. Die FFH- Abschätzung wurde vollzogen und ergab, daß keine FFH-Verträglichkeitsprüfung notwendig ist, weil zusätzliche unmittelbare und mittelbare Beeinträchtigungen durch baubedingte und/oder anlagenbedingte Störfaktoren auf das FFH-Gebiet ausgeschlossen werden können (siehe Anlage 9, Schreiben der Unteren Naturschutzbehörde vom 02.12.2002).

~~Im Planungsraum sind keine Schutzgebiete nach dem BayNatSchG vorhanden.~~

5.4.2 Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen des Straßenbauvorhabens auf die Schutzgüter hinsichtlich der Umweltverträglichkeit

Unter diesem Punkt und unter Punkt 5.4 werden die Schutzgüter nur im Bereich außerhalb des Tunnels behandelt. Im Tunnelbereich wird eine Bauweise so gewählt, die sicherstellt, dass keine Auswirkungen auf die Schutzgüter gegeben sind. Hiervon sind vor allem die Schutzgüter Wasser, Boden, Kultur- und Sachgüter und Mensch betroffen.

Boden

(siehe Anlage 3)

Die alpinen Gletscher stießen im Verlauf der letzten Jahrmillionen einige Male über das Landkreisgebiet hinaus nach Norden vor. Dabei bedeckten die Eisströme des Isar-Loisach-Vorlandgletschers auch das Gebiet um Starnberg mit Moränenschutt. Sie schütteten am Eisrand große Lockergesteinsmassen als Moränenwälle auf und schürften in der Hauptvorstoßrichtung tiefe Gletscherbecken aus.

Die Böden bestehen größtenteils aus lehmigen Kiesen und Schottern, braunen Waldböden, Moorböden und zum Teil tiefgründigen, schweren Lehmböden.

Vorbelastung:

Die Böden sind durch die vorhandene Straße vorbelastet.

5.4.2 Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen des Straßenbauvorhabens auf die Schutzgüter hinsichtlich der Umweltverträglichkeit

Unter diesem Punkt und unter Punkt 5.4 werden die Schutzgüter nur im Bereich außerhalb des Tunnels behandelt. Im Tunnelbereich wird eine Bauweise so gewählt, die sicherstellt, dass keine Auswirkungen auf die Schutzgüter gegeben sind. Hiervon sind vor allem die Schutzgüter Wasser, Boden, Kultur- und Sachgüter und Mensch betroffen.

Boden

(siehe Anlage 3)

Die alpinen Gletscher stießen im Verlauf der letzten Jahrmillionen einige Male über das Landkreisgebiet hinaus nach Norden vor. Dabei bedeckten die Eisströme des Isar-Loisach-Vorlandgletschers auch das Gebiet um Starnberg mit Moränenschutt. Sie schütteten am Eisrand große Lockergesteinsmassen als Moränenwälle auf und schürften in der Hauptvorstoßrichtung tiefe Gletscherbecken aus.

Die Böden bestehen größtenteils aus lehmigen Kiesen und Schottern, braunen Waldböden, Moorböden und zum Teil tiefgründigen, schweren Lehmböden.

Vorbelastung:

Die Böden sind durch die vorhandene Straße vorbelastet.

Zudem unterliegen die landwirtschaftlich genutzten Böden einer intensiven Nutzung, das eine Dünger- und Schadstoffbeeinträchtigung sowie Bodenabtrag durch Abschwemmung verursacht.

Neubelastung: 0,52

Durch das Bauvorhaben werden ~~0,48~~ ha landwirtschaftliche Fläche und Privatgrün und ~~0,069~~ ha Waldfläche zusätzlich versiegelt.

0,042

Für intensiv genutzte Straßennebenflächen (Bankette, Mulden und Grünflächen zwischen Fahrbahnen), die stark durch Straßenemissionen belastet sind, werden ~~0,425~~ ha beansprucht und für Böschungen und Dämme weitere ca. ~~0,33~~ ha. 0,475

0,38

Vermeidung, Verminderung:

Eine Minimierung der Eingriffe auf das Schutzgut Boden stellt die Beschränkung der Länge der Zusatzspuren südlich der Südrampe auf vertretbare Mindestlängen dar.

Eine Verbesserung der Bodenfunktion wird durch die Umwandlung landwirtschaftlicher Flächen in naturnahe Ausgleichsflächen erzielt.

Fazit:

Die Böden sind bereits stark vorbelastet, so dass das Risiko für das Schutzgut Boden als gering einzustufen ist. Das Restrisiko wird durch die vorgesehenen Minimierungs- und Ausgleichsmaßnahmen weitestgehend reduziert.

<u>Wasser</u>

Oberflächengewässer:

Südöstlich der vorhandenen B 2 liegt der Starnberger See.

Auf der Höhe des Tutzinger Hofplatzes zum Starnberger See verläuft, zum Teil verrohrt, der Georgenbach.

Im südwestlichen Bereich verläuft der Siebenquellenbach.

Im Osten von Starnberg entspringt die Würm aus dem Starnberger See und fließt Richtung Norden nach Leutstetten.

Durch das Bauvorhaben werden keine oberirdischen Fließ- oder Stillgewässer berührt.

Grundwasser:
Das Schutzgut Grundwasser wird unter Punkt 4.6.3 und in der Anlage 4 ausführlich dargestellt.

Durch die vorgesehenen Entwässerungsmaßnahmen, die unter Punkt 4.5 und Anlage 5 zusätzlich beschrieben werden, ~~wrid~~ das Restrisiko weitestgehend reduziert.
wird

Luft/Klima
Der Landkreis ist weitgehend durch das Klima des Alpenvorlandes geprägt und liegt im Einflußbereich des Föhns. De mittleren Jahrestemperaturen liegen zwischen 6,5° C und 7,5° C.

Die mittleren Jahresniederschlagsmengen liegen im Bereich von 1.000 bis 1.100 mm.

Der Untersuchungsraum ist durch die bestehenden verkehrs- und stadtbedingten Schadstoffimmissionen bereits vorbelastet.

Die detaillierte Darstellung der Luft- und Staubbelastungen und die vorgesehenen Schutz- und Minimierungsmaßnahmen sind unter den Punkten 4.8.1 und 5.2 und in der Anlage 6 aufgeführt. Die vorübergehenden Belastungen während der Bauzeit sind unter den Punkten 7.5.3 beschrieben.

Zusätzlich negative Auswirkungen, die nicht durch Schutz- und Minimierungsmaßnahmen kompensiert werden können, sind nicht zu erwarten.

Landschafts-/Stadtbild, Erholung

Das Landschaftsbild ist im südlichen Trassenabschnitt durch die Stadtrandlage der vorhandenen B 2 betroffen. Im südwestlichen Bereich grenzen große Ackerflächen an die Straße, die intensiv landwirtschaftlich genutzt werden. Stadtrand- und landschaftsbildprägend sind die an der B 2 angrenzenden Buchenwaldabschnitte und die dominante Eichengruppe aus zum Teil sehr alten Baumriesen.

Das Stadtbild im nördlichen Trassenabschnitt ist vor allem durch das Brückenbauwerk der Bahn und der bestehenden 4-spurigen B 2 geprägt. Die vorhandenen Bäume und die Heckenstrukturen gliedern den Raum zwischen Straße und angrenzender Bebauung.

Die im südlichen Teil befindlichen Buchenwaldabschnitte sind besonders für die Naherholung von besonderer Bedeutung.

Vorbelastung:

Das Stadtbild ist durch das Asphaltband der bestehenden Bundesstraße beeinträchtigt. Die angrenzenden Waldabschnitte sind durch verkehrsbedingte Störfaktoren vorbelastet.

Die detaillierte Darstellung der Luft- und Staubbelastungen und die vorgesehenen Schutz- und Minimierungsmaßnahmen sind unter dem Punkt 5.2 ~~den Punktem 4.8.1 und 5.2 und in der Anlage 6~~ aufgeführt. Die vorübergehenden Belastungen während der Bauzeit sind unter dem Punkt 7.5.3 beschrieben.

Zusätzlich negative Auswirkungen, die nicht durch Schutz- und Minimierungsmaßnahmen kompensiert werden können, sind nicht zu erwarten.

Landschafts-/Stadtbild, Erholung

Das Landschaftsbild ist im südlichen Trassenabschnitt durch die Stadtrandlage der vorhandenen B 2 betroffen. Im südwestlichen Bereich grenzen große Ackerflächen an die Straße, die intensiv landwirtschaftlich genutzt werden. Stadtrand- und landschaftsbildprägend sind die an der B 2 angrenzenden Buchenwaldabschnitte und die dominante Eichengruppe aus zum Teil sehr alten Baumriesen.

Das Stadtbild im nördlichen Trassenabschnitt ist vor allem durch das Brückenbauwerk der Bahn und der bestehenden 4-spurigen B 2 geprägt. Die vorhandenen Bäume und die Heckenstrukturen gliedern den Raum zwischen Straße und angrenzender Bebauung.

In zentraler Lage innerhalb der Stadt befindet sich weithin sichtbar auf einem steil abfallenden eiszeitlichen Moränenhügel das Schloß Starnberg, das seit 1803 nur noch für die staatliche Verwaltung genutzt wird (Finanzamt) und die barocke St. Josefskirche mit angrenzenden barocken Hof- bzw. Schloßgarten. Das Schloß ist aufgrund des sehr bewegten Geländes durch eine Steinbrücke erreichbar. Das historische Ensemble Schloß-Garten-Kirche ist für das Stadtbild von hoher Bedeutung.

Ebenso in zentraler Lage grenzt ein verbliebener Teilbereich der Parkanlage der Villa Almeida an die B2, deren alter Baumbestand stadtbildprägend ist.

~~Die im südlichen Teil befindlichen Buchenwaldabschnitte sind besonders für die Naherholung von besonderer Bedeutung.~~

Vorbelastung:

sowie von einigen Neubauten

Das Stadtbild ist durch das Asphaltband der bestehenden BundesstraßeV beeinträchtigt.

Die angrenzenden ~~Waldabschnitte~~ sind durch verkehrsbedingte Störfaktoren vorbelastet.

Gehölzstrukturen

Neubelastung:

Mit der Baumaßnahme sind starke optische Veränderungen des Stadtbildes verbunden. Schwerpunkte sind hierbei der Bau technischer Großbauwerke, wie Tunnelportale und und der Abluftkamin am Hof-bzw. Schloßgarten

Betriebsgebäude (die unter den Punkten 3.2.1, 3.2.2 und ~~4.6~~ näher beschrieben werden) sowie Notausstiege (siehe Punkt 4.9.3) 4.9.1 und die Rodung von straßenbildprägenden Einzelbäumen und Heckenstrukturen.

Die Rodung von Waldrändern ist eine Beeinträchtigung des Stadtrandbildes ~~und der Naherholungsfunktion der Waldabschnitte.~~

Vermeidung/Verminderung:

Eine Verminderung des Eingriffs stellen im südlichen Planungsbereich die großzügigen Bepflanzungsmaßnahmen zur Einbindung der Straße und des Betriebsgebäudes dar. Im südlichen und nördlichen Planungsbereich sind Bepflanzungsmaßnahmen auf Privatgrund nach Absprache mit den Eigentümern vorgesehen, um die Straße in das Stadtbild einzubinden. Die Notausstiege werden soweit möglich durch Nachpflanzungen eingegrünt.

Die architektonische Gestaltung der Tunnelportale, Notausstiege des Abluftkamins und des Betriebsgebäudes zur Einpassung ins Stadtbild wird unter Punkt 5.6 erläutert.

Durch technische Schutzmaßnahmen wird versucht, die ökologisch wertvollen und stadtrandprägenden Eichen zu erhalten, um einen schwerwiegenden Eingriff ins Landschafts- und Stadtbild und in den Naturhaushalt zu vermeiden.

Für die Minimierung der Beeinträchtigung des Landschaftbildes / Stadtbildes ~~der Naherholungsfunktion~~ werden Bepflanzungsmaßnahmen zu einem neuen Waldmantel durchgeführt.

Fazit:

Die Eingriffe in das Landschafts- bzw. Stadtbild können durch Minimierungs-, Vermeidungs- und Gestaltungsmaßnahmen soweit reduziert werden, dass keine erheblichen Beeinträchtigungen verbleiben.

Pflanzen und Tiere

Im nördlichen Abschnitt ist das Straßenbegleitgrün mit zum Teil dominanten Einzelbäumen und Heckenstrukturen geprägt. Die Hecken unterscheiden sich in geschnittene und naturnahe Formen, die, wie die Einzelbäume, im städtischen Bereich zugleich ökologische Aufgaben übernehmen. Sie sind Lebensraum und Nahrungsquelle für Tierarten und bedeutsam für das Kleinklima und das Stadtbild. Die straßenbegleitenden Gehölzstrukturen dienen gleichzeitig auch als Puffer der angrenzenden Bebauung vor verkehrsbedingten Störfaktoren (z. B. Staub, Abgase, Licht). Darum sind die straßenbegleitenden Gehölzbestände an der B 2 bedeutsam für den städtischen Naturhaushalt sowie für das Stadtbild und daher als erhaltenswert einzustufen.
Neben der hohen ökologischen Bedeutung ist der Laubholzbestand am Hof-bzw. Schloßgarten wichtig als Hangsicherung des steilen Geländes.

Im südlichen Bereich ist das Straßenbegleitgrün größtenteils von Waldabschnitten bzw. deren Restbestände geprägt. Es handelt sich um Laubholzbestände, vorwiegend aus Buche mit vereinzelten Vorkommen von Fichte. Neben der hohen Bedeutung für das Kleinklima und das Stadtrandbild übernehmen diese Waldbereiche wichtige ökologische Aufgaben als Lebensraum und Nahrungsquelle für Wald- und Waldrandarten. Der westliche Waldabschnitt fungiert zusätzlich als Puffer vor verkehrsbedingten Störfaktoren der B 2 zum dahinter liegenden Feuchtbiotop.

Laut Waldfunktionskarte sind diese Waldbereiche von besonderer Bedeutung für die Erholungsfunktion. Deshalb und aus o. g. Gründen ist dieser Strukturtyp als sehr erhaltenswert einzustufen.

Am südwestlichen Ende des Planungsraums befinden sich zwei stadtrand- bzw. landschaftsbildprägende Eichengruppen aus alten Baumriesen. Allein schon von ihrer imposanten Erscheinungsform ist dieses Ensemble sehr erhaltenswert. Zusätzlich sind sie sehr bedeutsam für den Naturhaushalt.

Vorbelastung:
Die betroffenen Gehölzbestände an der B 2 sind durch den Lärm, die Schadstoffe und den Verkehr der bestehenden Straße vorbelastet. Die bestehende Straße zerschneidet bereits funktionelle Zusammenhänge und verhindert viele Austauschbeziehungen für Tiere und Pflanzen über die Straße hinweg.

Neubelastung:

0,57 0,20

Durch das Bauvorhaben werden ~~0,23~~ ha biotopwürdige Gehölzbestände und ~~0,23~~ ha biotopwürdiger Buchenwald gerodet.

Die Zerschneidungswirkung von Austauschbeziehungen wird noch derart verstärkt, dass eine erfolgreiche Überquerung für die meisten Tierarten nicht mehr möglich ist.

Vermeidung/Verminderung:
Eine Vermeidung der Eingriffe auf das Schutzgut Pflanzen und Tiere stellt die Durchführung der technischen Schutzmaßnahme dar, indem versucht wird, die dominante Eichengruppe am südlichen Endbereich zu erhalten.

Eine Minimierung des Eingriffs in die Waldabschnitte stellt die Neupflanzung von heimiMit schen Gehölzen zu einem neuen Waldmantel dar.
Mit der Reduzierung des Baufeldes in Absprache mit der Bauleitung wird der Velust der Gehölzbestände so gering wie mögich gehalten.
Der Eingriff wird durch die Umwandlung landwirtschaftlicher Flächen in naturnahe Flächen ausgeglichen.

Als Ausgleich für die gerodete Waldfläche wird an geeigneter Fläche aufgeforstet.

Vorbelastung:
Die betroffenen Gehölzbestände an der B 2 sind durch den Lärm, die Schadstoffe und den Verkehr der bestehenden Straße vorbelastet. Die bestehende Straße zerschneidet bereits funktionelle Zusammenhänge und verhindert viele Austauschbeziehungen für Tiere und Pflanzen über die Straße hinweg.

Neubelastung:

Durch das Bauvorhaben werden ~~0,23~~ 0,57 ha biotopwürdige Gehölzbestände und ~~0,23~~ 0,20 ha biotopwürdiger Buchenwald gerodet.

Die Zerschneidungswirkung von Austauschbeziehungen wird noch derart verstärkt, dass eine erfolgreiche Überquerung für die meisten Tierarten nicht mehr möglich ist.

Vermeidung/Verminderung:
Eine Vermeidung der Eingriffe auf das Schutzgut Pflanzen und Tiere stellt die Durchführung der technischen Schutzmaßnahme dar, indem versucht wird, die dominante Eichengruppe am südlichen Endbereich zu erhalten.

Eine Minimierung des Eingriffs in die Waldabschnitte stellt die Neupflanzung von heimiMit schen Gehölzen zu einem neuen Waldmantel dar.
Mit der Reduzierung des Baufeldes in Absprache mit der Bauleitung wird der Velust der Gehölzbestände so gering wie mögich gehalten.
Der Eingriff wird durch die Umwandlung landwirtschaftlicher Flächen in naturnahe Flächen ausgeglichen.

Als Ausgleich für die gerodete Waldfläche wird an geeigneter Fläche aufgeforstet.

Fazit:

Im gesamten Bereich gehen ~~nur~~ größtenteil bereits erheblich vorbelastete Lebensräume durch das Bauvorhaben verloren. Die Eingriffe auf das Schutzgut Pflanzen und Tiere können durch die vorgesehenen Maßnahmen soweit reduziert werden, dass keine erheblichen Beeinträchtigungen verbleiben.

Mensch

Wohnen:

In Anlehnung an ADAM/NOHL/VALENTIN(1986, S. 144) wird ein Bereich von 200 m um die Siedlungsflächen als "Nahzone" definiert. In dieser Nahzone des Wohnumfeldes ist ein Eingriff visuell und akustisch deutlich wahrnehmbar und stark belastend. Durch das Bauvorhaben ist der Ortsrand auf einer Länge von ca. 60 m betroffen, wobei durch die bestehende Straße bereits große Vorbelastungen vorhanden sind.

Von der Straße ausgehende Beeinträchtigung für den Menschen sind in erster Linie Lärm und Abgase. Diese prognostizierbaren Veränderungen bezüglich der Wohnqualität sind in der schalltechnischen Untersuchung unter Punkt 5.1 des Erläuterungsberichtes und Unterlage 11.1 und 11.2 näher beschrieben. Insgesamt werden durch die Verlegung der B 2 in den Tunnel wesentlich mehr Anwohner vom Verkehrslärm entlastet als (im nördlichen Rampenbereich) belastet.

Die bauzeitlich und vorübergehende Lärmbelastung wird unter dem Punkt 7.5.2 beschrieben.

Die Aussagen zur Schadstoffbelastung sind unter dem Schutzgut Luft/Klima dargestellt.

Kultur- und sonstige Sachgüter

Durch das Bauvorhaben sind keine Kulturgüter und nur in Randbereichen Sachgüter betroffen. Die Betroffenheit bezüglich der Sachgüter ist in den Planunterlagen Nr. 14 (Grunderwerbsplan) dargestellt.

Wie bereits unter dem Schutzgut Landschafts-/Stadtbild, Erholung beschrieben, befindet sich in zentraler Lage das historisch bedeutungsvolle Ensemble Schloß Starnberg mit Schloßgarten (barocker Stil) und anschließender St.-Josefskirche (erbaut 1764-1766), das unter Denkmalschutz steht.
Urkundlich erwähnt wird das Schloß Starnberg erstmals 1244 als "Starnberch Castrum" und unterlag in den folgenden Jahrhunderten durch Umbauten, Krieg und Feuer einem ständigen Wandel. Heute werden die Räumlichkeiten vom Finanzamt genutzt.

Durch den Bau des Abluftkamins an der Schloß- bzw. Hofgartenmauer und eines naheliegenden Notausstieges wird das Erscheinungsbild der denkmalgeschützten Anlage verändert.
Während der Bauphase für die unterirdische Lüftungszentrale ist der Zugang zum Schloß beeinträchtigt.

Zur Minimierung des Eingriffs erfolgt die Gestaltung des Abluftkamins in Anlehnung an die vorhandene Bebauung in Abstimmung mit der Stadt Starnberg und unter Einschaltung eines Architekten (siehe Punkt 5.6).
Der Notausstieg wird soweit möglich eingegrünt.

5.5 Konfliktanalyse und landschaftspflegerische Maßnahmen zum Schutz von Natur und Landschaft

5.5.1 Auswirkungen auf Natur und Landschaft

Die durch den Ausbau zu erwartenden potentiellen Auswirkungen können unterschieden werden in

- baubedingte
- anlagebedingte und
- betriebsbedingte Auswirkungen.

Bei der Bewertung von Eingriffen in Natur und Landschaft ist zu untersuchen, inwieweit die Beeinträchtigung zu vermeiden, zu vermindern, auszugleichen oder durch geeignete Maßnahmen zu ersetzen ist.
Im vorliegenden Fall ist zu berücksichtigen, daß das Einflußgebiet bereits durch die bestehende B 2 (z. B. durch Lärm, Staub, Störung der Wechselbeziehungen) vorbelastet ist.

a) Baubedingte Auswirkungen
Mit dem Ausbau und den damit verbundenen Bauarbeiten sind zeitlich begrenzte Belastungen auf Natur und Landschaft verbunden.
Zu den baubedingten Auswirkungen zählen die vorübergehende Flächeninanspruchnahme durch Baustelleneinrichtung, Lagerplätze und eventuell notwendige zusätzliche Zufahrtsstraßen.
Außerdem werden hierzu auch die erhöhten Immissionen, die Lärm- und Staubbelastung durch den Maschineneinsatz gezählt (siehe Punkt 7).7.5)

5.5 Konfliktanalyse und landschaftspflegerische Maßnahmen zum Schutz von Natur und Landschaft

5.5.1 Auswirkungen auf Natur und Landschaft

Die durch den Ausbau zu erwartenden potentiellen Auswirkungen können unterschieden werden in

- baubedingte
- anlagebedingte und
- betriebsbedingte Auswirkungen.

Bei der Bewertung von Eingriffen in Natur und Landschaft ist zu untersuchen, inwieweit die Beeinträchtigung zu vermeiden, zu vermindern, auszugleichen oder durch geeignete Maßnahmen zu ersetzen ist.
Im vorliegenden Fall ist zu berücksichtigen, daß das Einflußgebiet bereits durch die bestehende B 2 (z. B. durch Lärm, Staub, Störung der Wechselbeziehungen) vorbelastet ist.

a) Baubedingte Auswirkungen
Mit dem Ausbau und den damit verbundenen Bauarbeiten sind zeitlich begrenzte Belastungen auf Natur und Landschaft verbunden.
Zu den baubedingten Auswirkungen zählen die vorübergehende Flächeninanspruchnahme durch Baustelleneinrichtung, Lagerplätze und eventuell notwendige zusätzliche Zufahrtsstraßen.
Außerdem werden hierzu auch die erhöhten Immissionen, die Lärm- und Staubbelastung durch den Maschineneinsatz gezählt (siehe Punkt 7).7.5)

Die durch die vorübergehende Flächeninanspruchnahme bedingten Eingriffe werden durch Aufforstung und Neupflanzung von heimischen Gehölzen ausgeglichen.

Die durch baubedingte Immissionen eventuell beeinträchtigten Gebiete sind durch die bestehende B 2 bereits belastet.

Die erhaltenswerten Bäume im Baustellenrandbereich werden während der Bauzeit durch Baumschutzmaßnahmen gemäß RAS-L~~G~~P 4 geschützt.

Erhebliche Auswirkungen von Natur und Landschaft werden durch die Bauarbeiten nicht erwartet.

b) Anlagebedingte Auswirkungen

Anlagebedingte Auswirkungen sind im Gegensatz zu baubedingten Auswirkungen grundsätzlich zeitlich unbegrenzt. Eine Kompensierung der Beeinträchtigungen wird jedoch durch Minimierungs-, Gestaltungs-, Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen erreicht.

- <u>Flächeninanspruchnahme</u>

Für dieBaumaßnahme werden insgesamt ~~0,8220~~ 0,903 ha Fläche neu versiegelt, weitere ~~0,4250~~ 0,475 ha werden für straßennahe Intensivpflegeflächen (Bankette) zusätzlich benötigt.

Böschungen, Straßenneben- und Restflächen nehmen zusätzlich ~~0,3300~~ 0,380 ha ein.

- <u>Beeinträchtigung des Landschaftsbildes</u>

Durch das Bauvorhaben müssen ~~44~~ 67 zum Teil landschaftsprägende Einzelbäume sowie ca. ~~0,45~~ 0,67 ha straßennahe Gehölzbestände entfernt werden.

Das Stadtbild und der Stadtrandbereich werden optisch beeinträchtigt.

Durch technische Großbauwerke (Tunnelportale, Betriebsgebäude) wird das Stadt-/ Landschaftsbild zusätzlich verändert.

- Zerschneidung

Durch die stellenweise Verdoppelung der Straßenbreite und der Rampen werden funktionelle Zusammenhänge verstärkt zerschnitten und die Austauschbeziehungen für Tiere unmöglich gemacht und für Pflanzen wesentlich beeinträchtigt.

c) Betriebsbedingte Auswirkungen

Neu hinzukommende betriebsbedingte Auswirkungen sind, gemessen an den bereits bestehenden Auswirkungen des Straßenverkehrs, als nicht erheblich einzustufen.

5.5.2 Ermittlung und Beschreibung von Minimierungs-, Gestaltungs- und Ausgleichsmaßnahmen

0,88

Die Ermittlung des Ausgleichsflächenbedarfs von ~~0,55~~ ha ist in Tabelle 1 aufgeschlüsselt dargestellt.

0,88 0,678

Der Ausgleichsflächenbedarf von ~~0,55~~ ha teilt sich auf in ~~0,324~~ ha für Naturhaushalt und ~~0,227~~ für Forst. Insgesamt werden aber ca. 0,37 ha mit Laubbaumarten aufgeforstet.

0,204

Die Gegenüberstellung von Eingriff und Minimierungs-, Gestaltungs- und Ausgleichsmaßnahmen ist in Tabelle 2 dargestellt.

Eine Auflistung der Minimierungs-, Gestaltungs- und Ausgleichsmaßnahmen gibt Tabelle 3 und 4 wieder.

Die Artenauswahl für die Laubwaldaufforstung (Ausgleichsmaßnahme Forst) erfolgt in Absprache mit dem Forstamt Starnberg.

5.5.3 Bewertung

Die geplanten landschaftspflegerischen, technischen und architektonischen Maßnahmen lassen erwarten, daß nach Abschluß der Baumaßnahme keine Beeinträchtigung des Naturhaushalts zurückbleiben und das Landschafts-/Stadtbild neu und stadtbildgerecht gestaltet ist.

Tabelle 1: Ermittlung des Bedarfs an Ausgleichs-/Ersatzflächen

Bau-km	Konflikt Nr.	Betroffener Bestand a) Nutzung *) b) Biotop *) c) Biotop *)	Art der Beeinträchtigung (Unmittelbare Veränderung, Isolierung, Versiegelung, mittelbare Beeinträchtigung (mit Breite) o.ä.)	Betroffene Fläche a) ohne Vorbelastung b) mit Vorbelastung in ha	Anzuwendender Grundsatz (MS vom 21.06.93)	A/E-faktor	Erforderliche Ausgleichs-/Ersatzfläche in ha
0+140-0+460	1	a) landwirtschaftlich genutzte Fläche u. straßennahe Wiese	Neuversiegelung	b) 0,363	3	0,3	0,109
2+230-2+560	1	a) Privatgrün	Neuversiegelung	b) 0,117	3	0,3	0,035
0+000-0+230 2+300-2+660	2	c) Gehölzbestände	Verlust durch Rodung und teilweise Überbauung	b) 0,225	1,2	1,3 - 0,5	0,18
0+180-0+460	4	c) Buchenwald	Verlust durch Rodung und teilweise Überbauung	b) 0,227	1,2	1,5 - 0,5	0,227
						Summe	0,551

nd forstwirtschaftlich genutzte Flächen

. Biotope mit Nummer und Biotoptyp

Biotope, sofern sie den Kriterien der Biotopkartierung entsprechen (mit Angabe des Biotopschlüssels nach der Kartieranleitung)

Tabelle 1: Ermittlung des Bedarfs an Ausgleichs-/Ersatzflächen

Bau-km	Konflikt Nr.	Betroffener Bestand a) Nutzung *) b) Biotop *) c) Biotop *)	Art der Beeinträchtigung (Unmittelbare Veränderung, Isolierung, Versiegelung, mittelbare Beeinträchtigung (mit Breite) o.ä.)	Betroffene Fläche a) ohne Vorbelastung b) mit Vorbelastung in ha	Anzuwendender Grundsatz (MS vom 21.06.93)	A/E-faktor	Erforderliche Ausgleichs-/Ersatzfläche in ha
bei 0-140, 0+140 bis 0+460, bei 0+723	1	a) landwirtschaftlich genutzte Fläche u. straßennahe Wiese	Neuversiegelung	b) 0,401	3	0,3	0,120
2+230 bis 2+970	1	a) Privatgrün	Neuversiegelung	b) 0,120	3	0,3	0,036
bei 0-140 0+000 bis 0+410 bei 0+723, 0+996, 2+080, 2+300 bis 3+010	2	c) Gehölzbestände	Verlust durch Rodung und teilweise Überbauung	b) 0,467	1.2 i.V.m 1.4	1,3 - 0,5	0,374
bei 1+533 u. 1+590	2	c) Gehölzbestände	Verlust durch Rodung	a) 0,045	1.2	1,3	0,059
bei 1+533 u. 1+590	2	c) Laubbaumbestand	Verlust durch Rodung und teilweise Überbauung	a) 0,059	1.2	1,5	0,089
0+180 bis 0+310 bei 0+470, 0+996	4	c) Buchenwald	Verlust durch Rodung und teilweise Überbauung	b) 0,204	1.2 i.V.m 1.4	1,5 - 0,5	0,204
						Summe	0,882

*) zu a) land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen
zu b) kartierte Biotope mit Nummer und Biotoptyp
zu c) sonstige Biotope, sofern sie den Kriterien der Biotopkartierung entsprechen (mit Angabe des Biotopschlüssels nach der Kartieranleitung)

LBP-Tab 1

Tabelle 2: Gegenüberstellung von Eingriff und Ausgleich/Ersatz

Konfl.-Nr.	Betroffener Bestand bzw. Wert- u. Funktionselement	Projektwirkungen bzw. Beeinträchtigungen (Art u. Ausmaß)	Vorkehrungen zur Konfliktminimierung, Schutzmaßnahmen	Zugeordnete Kompensation: Maßn.-Nr.	Zugeordnete Kompensation: Ausgleichs- (A) bzw. Ersatzmaßnahme (E), mit Angabe d. Biotoptyps; Gestaltungsmaßnahme (G)
1	landwirtschaftliche genutzte Fläche, straßennahe Wiese u. Privatgrün	~~0,480~~ ha Versiegelung 0,521	teilweise Längenreduzierung der Einfädelspur	A 1	ökolog. Gestaltung der Ausgleichsfläche
2	straßennahe Gehölzbestände und Laubbaumbestand	~~0,225~~ ha Rodung 0,571	Neupflanzung von standortgerechten Gehölzen zu erhaltende Bäume werden während der Bauzeit mit Baumschutzmaßnahmen gem. RAS-LG 4 gesichert	A 1	s.o.
3	Stadtbild	Beeinträchtigung durch Tunnelportale ~~und~~ Betriebsgebäude und Abluftkamin		G 1 + G 2 + G3	architektonische Gestaltung der Tunnelportale und des Abluftkamins. Eingrünung des Betriebsgebäudes und der Straße mit standortgerechten, heim . Gehölzen optischen Einbindung der techn. Bauwerke in den Stadtrandbereich/freie Landschaft.
4	Buchenwald	0,204 ~~0,227~~ ha Rodung, ~~aufgerissene Waldränder~~	Neupflanzung von standortgerechten, heimischen Gehölzen zu einem neuen Waldmantel	A 1	Aufforstung eines Laubwaldes

Tabelle 3: Übersicht der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

Nr. der Maß-nahme	Bau-km bzw. Lage	bisherige Nutzung der A/E-Fläche	Maßnahmenbeschreibung	Fläche a) außerhalb b) innerhalb Beeintr.-zone ha	anrechen-bare Fläche ha
A (N)	0+380 - 0+460	Acker	Abschieben von Oberboden zur Schaffung von Rohbodenstandorten, Anlage von feuchten Senken, Extensive Nutzung der Wiesenbereiche, Pflanzung von Heckenzeilen als Puffer zur angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzung	a) 0,324	0,324
A (F)	0+400 - 0+460	Acker	Ergänzung des bestehenden Buchenwaldes durch eine standortgerechte Laubwaldaufforstung	a) 0227	0,227
				Summe	0,551

Tabelle 4: Übersicht der Gestaltungs- und Minimierungsmaßnahmen

G 1	2+300 - 2+430		Pflanzung von standortgerechten Bäumen und Sträuchern als Ausgleich für die Beeinträchtigung des Stadtbildes		
G 2	0+000 - 0+500		Einbindung der Straße und des Betriebsgebäudes in die freie Landschaft und in das Stadtbild durch Baum- und Strauchpflanzungen		
M	0+220 - 0+420		Schließen aufgerissener Waldränder durch Pflanzung heimischer Sträucher und Bäume zu einem neuen Waldmantel		
V	Bauanfang		Erhalt der ökologisch wertvollen und stadtrandprägenden Eichen durch technische Schutzmaßnahmen		

Tabelle 3: Übersicht der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

Nr. der Maß-nahme	Bau-km bzw. Lage	bisherige Nutzung der A/E-Fläche	Maßnahmenbeschreibung	Fläche a) außerhalb b) innerhalb Beeintr.-zone ha	anrechen-bare Fläche ha
A (N)	0+320 bis 0+460	Acker	Abschieben von Oberboden zur Schaffung von Rohbodenstandorten, Anlage von feuchten Senken, Extensive Nutzung der Wiesenbereiche, Pflanzung von Heckenzeilen als Puffer zur angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzung, Verteilung von Totholzmaterial als Grenzsicherung	a+b) 0,599	0,577
A (F+N)	0+400 bis 0+460	Acker	Ergänzung des bestehenden Buchenwaldes durch eine standortgerechte Laubwaldaufforstung	a+b) 0,372	0,325
				Summe	0,882

Tabelle 4: Übersicht der Gestaltungs- und Minimierungsmaßnahmen

G 1	2+230 bis 3+010 bei 1+533,1+590 2+080		Pflanzung von standortgerechten Bäumen und Sträuchern als Ausgleich für die Beeinträchtigung des Stadtbildes		
G 2	bei 0-140, 0+000 bis 0+500 bei 0+723,0+996		Einbindung der Straße, des Betriebsgebäudes und der Notausstiege in die freie Landschaft und in das Stadtbild durch Baum- und Strauchpflanzungen		
G 3	bei 0+425,1+590 und 2+350		Architektonische Gestaltung des Abluftkamins und der Tunnelportale in Anlehnung an die vorhandene Bebauung		
M 1	bei 0-140,0+996, 1+533, 1+590, 2+300 u.2+750, 2+850 bis 2+960		Begrenzung des Baufeldes zum Schutz angrenzender Gehölzstrukturen durch Reduzierung des Arbeitsstreifens auf max. 3m, bzw. maximale Reduzierung in Absprache mit der Bauleitung		
M 2	bei 0-140 0+220 bis 0+310 bei 1+533,1+590		Schließen aufgerissener Waldränder und Gehölzstrukturen durch Pflanzung heimischer Sträucher und Bäume		
V	bei 0+100		Erhalt der ökologisch wertvollen und stadtrandprägenden Eichen durch technische Schutzmaßnahmen		

5.6 Maßnahmen zur Einpassung in das Stadtbild/Architektonische Gestaltung und des Kamins

Für die Detailplanung im Bereich der Rampen und Portale **V** sowie für die Notausstiege und das Betriebsgebäude am südlichen Tunnelportal ist beabsichtigt, im Rahmen der Baureifplanung einen Architekten beizuziehen, um in Abstimmung mit der Stadt Starnberg die städtebaulichen Aspekte zu berücksichtigen.

5.7 Beweissicherung

Im Bereich der Einmündung des Lindenweges in die Weilheimer Straße unterquert der Straßentunnel zwei Gebäude. Wegen der minimalen Überdeckung und der in diesem Bereich vorgesehenen Sicherungsmaßnahmen wird es erforderlich, daß vor Beginn der Baumaßnahme eine entsprechende Bestandsaufnahme und Beweissicherung vorgenommen wird. Im einzelnen handelt es sich um Gebäude auf folgenden Grundstücken:
Flur Nr. 460/7
Flur Nr. 460/10

Um eventuellen Schadensersatzansprüchen von Grundstückseigentümern im Trassenbereich vorzubeugen, behält sich die Straßenbauverwaltung vor, die im Einflußbereich des Tunnels liegenden Gebäude vor Baubeginn beweiszusichern. Der mögliche Umfang der beweiszusichernden Gebäude ist in Unterlage ~~15.3 dargestellt.~~ 7.1 (Einflussbereich des Tunnels für Beweissicherung) nachrichtlich dagestellt.

5.8 Dienstbarkeiten

5.8.1 Verankerung (temporär)

Im Bereich der südlichen und nördlichen Tunnelrampe sind zur Aussteifung der Baugrubenumschließung für den Bauzustand Temporäranker vorgesehen. Im Bereich der

nördlichen Tunnelrampe und der Deckelbauweise (im Spritzbetonvortrieb) wird die zusätzliche Aussteifung der Bohrpfähle mittels Rückverankerung vorgesehen. Der Einflußbereich der Anker ist in den Unterlagen Nr. 13, Blatt 1 – 3, dargestellt. Für die Ankerbereiche werden die betroffenen Grundstücke vorübergehend beschränkt. Die Anker werden nach Fertigstellung des Bauwerkes abgeschnitten und verbleiben im Untergrund.

5.8.2 Baugrubenwände

Bei den Grundstücken Flur-Nr. 522, 517/22, 517/8, 517/7, alle Gemarkung Starnberg, liegen die Baugrubenwände innerhalb dieser Grundstücke (ca. km 0 + 500). Diese im Endzustand verbleibenden Baugrubenwände erfordern den Eintrag einer entsprechenden Grunddienstbarkeit im Grundbuch. Für den Bau wird auch eine zusätzliche vorübergehende Inanspruchnahme dieser Flächen erforderlich.

5.8.3 Tunnelbereich

Durch den Tunnel einschließlich der zugehörigen Sonderanlagen und Sicherungsmaßnahmen werden unter bebauten und nicht bebauten Grundstücken bauliche Anlagen auf Dauer geschaffen. Zur Bestandssicherung sind im Grundbuch für alle betroffenen Grundstücke entsprechende Grunddienstbarkeiten einzutragen. Die betroffenen Grundstücke sind in der Unterlage Nr. 14 aufgelistet und in der Unterlage Nr. 13 dargestellt.

6. Kostenträger/Beteiligung Dritter

Kostenträger ist die Bundesrepublik Deutschland. Für den Knotenpunkt B 2/Gautinger Straße (St 2063) werden die Kosten nach Kreuzungsrecht zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Freistaat Bayern geteilt., für den Knotenpunkt B2/ Leutstettener Str. und B2/ Petersbrunner Str. erfolgt die Kostenteilung zwischen Bundesrepublik Deutschland und der Stadt Starnberg.

~~Eine Beteiligung Dritter ist nicht gegeben.~~ des Astes

Für den Umbau des Knotenpunktes Moosstraße/ Perchastraße und ~~Petersbrunnerstraße/~~ Strandbadstraße trägt die Bundesrepublik Deutschland gemäß Bundesfernstraßengesetz § 12 (3a) die Kosten, da die an der Kreuzung beteiligten Straßenäste weniger als 20% des Verkehrsaufkommens der B2 aufweisen (Bagatellklausel).

Für die Errichtung der neuen Bahnbrücke wird die Kostentragung nach Eisenbahnkreuzungsgesetz geregelt.

7. Durchführung der Baumaßnahme

7.1 Tunnel-Bauweisen (nachrichtlich)

Die unterschiedlichen Bauweisen sind nachrichtlich zur Erläuterung aufgeführt. Die Planunterlagen hierzu sind nachrichtlich beigegeben. Welches Bauvorhaben letztendlich zur Anwendung kommt, bleibt dem Wettbewerb bei der Ausschreibung überlassen.

7.1.1 Portalbereiche

Südportal:
Die Rampenkonstruktion wird als rechteckiger Trogquerschnitt ausgebildet. Aufgrund des tiefliegenden Grundwasserspiegels sind keine wasserdichten Verbauarten erforderlich.

Das Gelände nördlich der Baugrube im Rampenbereich liegt bis zu 5 m tiefer als die Gra
teilweise
diente der B 2, so daß im Rampenbereich V lediglich ein einseitiger Verbau erforderlich wird.
Als wirtschaftlichste Verbauart ist bei den bestehenden geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen eine Baugrubenumschließung aus vorgebohrten Trägerbohlenwänden mit Verankerung vorgesehen. Die Ausdehnung des Ankerungsbereiches ist in Unterlage 13 dargestellt.

Nordportal:
Für die Konstruktion der nördlichen Rampe sind 2 Teilbereiche zu unterscheiden, nämlich der Rampenbereich innerhalb und außerhalb des Grundwassers.
Im Hinblick auf die beengten Verhältnisse im Bereich der Bahnüberführung wird eine Konstruktionslösung mit Winkelstützmauern gewählt, die auch während der Bauzeit die Aufrechterhaltung zumindest der beiden Fahrspuren in Richtung München ermöglicht.

Unmittelbar westlich der Bahnüberführung taucht die Sohle der Rampe in das Grundwasser ein. In diesem Bereich ist Bauwasserhaltung erforderlich. Da großflächige und tiefreichende Grundwasserabsenkungen wegen erhöhter Setzungsgefahr ausscheiden, müssen in den Bereichen anstehenden Grundwassers wasserdichte Verbauarten gewählt werden.

7.1.2 Offene Bauweise

Südlicher Bereich:
Als Baukonstruktion wird ein geschlossener rechteckiger Rahmen gewählt.

Die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse entsprechen denjenigen im Rampenbereich. Im Anschlußbereich der offenen an die bergmännische Bauweise liegt der Grundwasserspiegel auf Sohlunterkante.
Soweit während der Bauzeit eine Grundwasserabsenkung erforderlich ist, wird das bei der Absenkung geförderte Wasser talseitig angeordneten Sickerbrunnen zugeführt.
Wie im Rampenbereich ist auch hier eine Trägerbohlenwand als Baugrubenverbau vorgesehen. Da bei einer Rückverankerung der Träger Setzungen im Bereich der Bebauung nicht auszuschließen sind, werden die Baugrubenwände ausgesteift .

Falls für die bergmännische Bauweise der Schildvortrieb zur Anwendung kommt, käme die Baugrube für die Anfahrt des Schildes in diesem Bereich unmittelbar vor dem bergmännischen Anschlag zum Liegen. Hierzu müßte die Baugrube auf einer Länge von ca. 20 m um ca. 1 m auf 14 m verbreitert und um ca. 3 m gegenüber der Baugrubensohle des Rechteckquerschnitts eingetieft werden.

Da das Grundwasser hier mit einer Kote von ca. 613 m ü. NN zu erwarten ist, müßte der Grundwasserspiegel in der Baugrube um ca. 4,5 m abgesenkt werden. Der vorgesehene Bohlträgerverbau ist deshalb bei der Schildbauweise nicht möglich. Stattdessen würde dieser Teil der Baugrube mit einer Grundfläche von ca. 20 m x 14 m mit einem dichten Verbau umschlossen. Um den Schild einheben zu können, sind anstelle der Aussteifung der Baugrube Anker mit bis zu 25 m Länge einzubauen.

Durch die Wahl des steifen Verbaues können Setzungen im benachbarten, bebauten Bereich minimiert werden.

Innerhalb der Baugrube ist eine offene Wasserhaltung vorgesehen.

Sofern bei Anwendung einer Schildbauweise die Schildfahrt aus einer vorab erstellten Kaverne heraus erfolgt, greift diese rund 20 m in den bergmännischen Abschnitt. Diese Bauweise wird der Planfeststellung wegen des größten Umgriffs zugrundegelegt, auch wenn sie zugunsten einer billigeren Widerlagerkonstruktion für die Schildanfahrt vermutlich entfallen wird.

Die Bohrpfahlwand würde hier in die dichte risseiszeitliche Moräne einbinden, so daß dadurch der Grundwasserstrom auf einer Länge von ca. 20 m unterbunden wird. Da diese Grundwassersperre jedoch unmittelbar an den bergmännischen Tunnelabschnitt anschließt, wird die Grundwasserüberleitung durch das für den bergmännischen Abschnitt vorgesehene Dükersystem abgedeckt.

Nördlicher Bereich:
Das Konstruktionsprinzip des Bauwerks wird von der Vorgabe bestimmt, die Verkehrsbehinderungen an der Oberfläche auf ein Minimum zu reduzieren.

Da das Grundwasser hier mit einer Kote von ca. 613 m ü. NN zu erwarten ist, müßte der Grundwasserspiegel in der Baugrube um ca. 4,5 m abgesenkt werden. Der vorgesehene Bohlträgerverbau ist deshalb bei der Schildbauweise nicht möglich. Stattdessen würde dieser Teil der Baugrube mit einer Grundfläche von ca. 20 m x 14 m mit einem dichten Verbau umschlossen. Um den Schild einheben zu können, sind anstelle der Aussteifung der Baugrube Anker mit bis zu 25 m Länge einzubauen.

Durch die Wahl des steifen Verbaues können Setzungen im benachbarten, bebauten Bereich minimiert werden.

Innerhalb der Baugrube ist eine offene Wasserhaltung vorgesehen.

Sofern bei Anwendung einer Schildbauweise die Schildfahrt aus einer vorab erstellten Kaverne heraus erfolgt, greift diese rund 20 m in den bergmännischen Abschnitt. Diese Bauweise wird der Planfeststellung wegen des größten Umgriffs zugrundegelegt, auch wenn sie zugunsten einer billigeren Widerlagerkonstruktion für die Schildanfahrt vermutlich entfallen wird.

Die Bohrpfahlwand würde hier in die dichte risseiszeitliche Moräne einbinden, so daß dadurch der Grundwasserstrom auf einer Länge von ca. 20 m unterbunden wird. Da diese Grundwassersperre jedoch unmittelbar an den bergmännischen Tunnelabschnitt anschließt, wird die Grundwasserüberleitung durch das für den bergmännischen Abschnitt vorgesehene Dükersystem abgedeckt.

Nördlicher Bereich:
Das Konstruktionsprinzip des Bauwerks wird von der Vorgabe bestimmt, die Verkehrsbehinderungen an der Oberfläche auf ein Minimum zu reduzieren.

Aus diesem Grund wird eine Deckelbauweise durchgeführt, die im Vergleich zur konventionellen offenen Bauweise den Vorteil einer schmäleren Baugrube bei halbseitiger Herstellung des Deckels aufweist und somit eine bessere Verkehrsführung während der Bauzeit erlaubt. Ein zusätzlicher Vorteil liegt darin, daß unmittelbar nach Fertigstellung des Deckels die Oberfläche für den Verkehr freigegeben werden kann und damit während der eigentlichen Aushubarbeiten im Schutz des Deckels keine Behinderungen an der Oberfläche entstehen.

Die Konstruktion des Bauwerks in der offenen Bauweise ist dem der Rampen ähnlich, der Deckel wird auf den Bohrpfählen aufgelagert.

Die Deckelkonstruktion wirkt gleichzeitig als Aussteifung für die Bohrpfahlwände, so daß hier eine oberflächennahe Verankerung der Pfähle entfallen kann und somit keine Setzungsprobleme im Hinblick auf die angrenzende Bebauung zu erwarten sind.

7.1.3 Bergmännische Bauweise

Die bergmännische Bauweise beginnt bei einer Scheitelüberdeckung von ca. 2,50 - 3,00 m. Die angetroffenen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse sind in den Anlagen 1 mit 3 dargestellt.

Der in bergmännischer Bauweise zu erstellende Tunnelabschnitt mit einer Länge von rund 1.700 m verläuft überwiegend in quartären Lockergesteinen. Von Süden kommend durchfährt der Tunnel mehrmals die Schichtgrenzen zwischen der kiesigen würmeiszeitlichen Moräne und den kiesig-tonigen Schluffen der Rissmoräne. Durch die welligen Schichten dieser grobkörnigen und bindigen Schichten taucht der Tunnel entlang der Trasse unterschiedlich tief in das Grundwasser ein.

Der zu kreuzende Georgenbach liegt in einer tiefen, wasserführenden Kiesrinne mit mitteldichter Lagerung. Nordöstlich dieser Rinne überlagern die gleichen Kiese bindige Schichten überwiegend steifer Konsistenz.

Wegen der schwierigen, wechselhaften Geologie wurden in einer Machbarkeitsstudie der Planungsgemeinschaft PBO/EDR GmbH aus dem Jahr 1988 mehrere Bauweisen untersucht. Letztlich wurde ein Vortrieb in Spritzbetonbauweise unter Druckluft empfohlen, jedoch auch angemerkt, daß die Möglichkeit eines Schildeinsatzes offen gelassen werden sollte.

Im Sichtvermerk des Bundesministeriums für Verkehr vom 19. April 1991 wurde angeregt, aufgrund der enormen Weiterentwicklung des Schildvortriebes eine Risikoanalyse zwischen den beiden Bauverfahren anzustellen.

Dieser Anregung wurde durch eine vergleichende Analyse zwischen einer Auffahrung in bergmännischer Spritzbetonbauweise unter Druckluft und mit vollmechanischem Schildvortrieb entsprochen, mit der die Planungsgemeinschaft PBO/DER GmbH im Jahr 1994 beauftragt war.

In der Analyse wurde festgestellt, daß aus technisch-wirtschaftlicher Sicht die Ausführung des Entlastungstunnels Starnberg in der Schildbauweise möglich ist und in der Gesamtbewertung sogar ein geringeres Ausführungsrisiko mit sich bringt.

Das Planfeststellungsverfahren soll deshalb für die Ausführung die Option für beide Vortriebsverfahren offenhalten.

7.1.3.1 Spritzbetonbauweise mit Druckluft

Die geometrische Form des Maulprofils ist den bodenmechanischen Eigenschaften des Gebirges angepaßt (sh. Nachrichtliche Unterlage Tunnel).

Die Dicke der Spritzbetonschale soll im Innenstadtbereich ca. 30 cm, im Bereich der Moräne ca. 25 cm betragen. Für die Dicke der Innenschale sind ca. 45 cm angesetzt.

Toleranzen müssen bei dieser Bauweise nicht angesetzt werden, da sie nicht nach innen, sondern immer nach außen zugelassen werden.

Zwischen der Innenschale und der Außenschale sorgt eine Abdichtungsfolie für die erforderliche Dichtigkeit gegen eindringendes Grundwasser.

Der südliche Teil des Tunnels in der Moräne ist etwa 1.300 m lang. Es ist vorgesehen, den Gesamtquerschnitt mit einem Kalottenvortrieb mit nachfolgendem Strossen- und Sohlenausbau fallend aufzufahren. Dieser Tunnelabschnitt liegt unterhalb des Grundwasserspiegels. Bei dem jedoch sehr wechselhaften und auf kurze Strecken sich ändernden Aufbau des Gebirges aus bindigen und nichtbindigen Schichten wird eine Wasserhaltung von untertage aus in Form eines Druckluftvortriebs als technisch geeignet und wirtschaftlich vorgesehen.

Im Bereich der Landesanstalt für Fischerei (Siebenquellental) werden lokale Grundwasserüberleitungen schon während des Bauzustandes erforderlich, um die Sperrwirkung des Tunnels bzw. einen Wasseraufstau zu verhindern.

Der nördliche Tunnelabschnitt unter der Innenstadt weist eine Länge von ca. 400 m auf. Er hat eine tiefe, mit Kies gefüllte Rinne unter dem Georgenbach zu überwinden. In der Nähe des Nordportals schneidet der Tunnel mit seiner unteren Querschnittshälfte in bindige Böden ein.

Bei den hohen Grundwasserständen liegt der Tunnel bereits am Anschlag mit einem Teil des Querschnitts im Grundwasser. Der Tunnel soll fallend als Druckluftvortrieb betrieben werden.

Weil in den Anfangsstrecken die Überlagerung noch zu gering ist, um mit den notwendigen Überdrücken zurechtzukommen, werden die ersten 135 m mit einer bergmännisch aufgefahrenen Deckelbauweise zwischen Bohrpfahlwänden bewältigt (siehe nachrichtliche Unterlage Tunnel).

Da der Tunnel den Fließquerschnitt der wasserführenden Kiese hier deutlich einengt, sind im Bereich der Deckelbauweise und der bindigen Böden Grundwasserüberleitungen bzw. Düker anzulegen.

Nach den Ergebnissen des Grundwassermodells sind im Bereich der Kiesauffüllung des Georgenbaches grundwasserüberleitende Maßnahmen erforderlich. Für den Endzustand wird diesbezüglich auf die Ausführungen des Kapitels 4.6.3 verwiesen. Für den Bauzustand sind oberstromig Brunnen im Bereich öffentlicher Flächen anzulegen, das geförderte Wasser in Leitungen überzuleiten und auf der abstromigen Seite wieder in Brunnen zu versickern.

Um in diesen wasserführenden, nicht dicht gelagerten Kiesen einen Überdruck überhaupt aufbauen zu können, wird es notwendig, ein Injektionsgewölbe um den Tunnel herum bis

unter die Sohle anzulegen und in Abschnitten von ca. 40 - 50 m zusätzliche Querschotts vorzusehen, damit ein Abströmen der Druckluft in Tunnellängsrichtung vermieden wird. Wegen der dichten Bebauung kann der Untergrund nicht von übertage aus verfestigt werden. Vielmehr werden 2 Injektionsstollen von ca. 3 m Durchmesser rechts und links des späteren Tunnels vorgepreßt und von hier aus die Kiese injiziert (siehe nachrichtliche Unterlage Sicherungsmaßnahmen).

7.1.3.2 Vollmechanisierter Schildvortrieb

Beim Schildvortrieb kommt aus herstellungstechnischen Gründen als Tunnelprofil nur ein Kreisquerschnitt in Frage. Die Einhaltung des erforderlichen Lichtraumquerschnitts ergibt damit gegenüber dem Maulprofil der Spritzbetonbauweise einen größeren Ausbruchquerschnitt.

Beim Aufbau der Tunnelschale kommen prinzipiell 2 Möglichkeiten in Betracht:

- einschaliger Tübbingausbau
- zweischaliger Tübbingausbau.

Den größten Ausbruchquerschnitt erfordert der zweischalige Tübbingausbau.

Beim einschaligen Tübbingausbau müssen folgende Funktionen von der Tübbingschale übernommen werden:

- Sicherung gegen Erd- und Wasserdruck
- Widerlager für die Vortriebspressen
- Abdichtung
- Auflager für Tunnelausbau, z. B. für Zwischendecke.

unter die Sohle anzulegen und in Abschnitten von ca. 40 - 50 m zusätzliche Querschotts vorzusehen, damit ein Abströmen der Druckluft in Tunnellängsrichtung vermieden wird. Wegen der dichten Bebauung kann der Untergrund nicht von übertage aus verfestigt werden. Vielmehr werden 2 Injektionsstollen von ca. 3 m Durchmesser rechts und links des späteren Tunnels vorgepreßt und von hier aus die Kiese injiziert (siehe nachrichtliche Unterlage Sicherungsmaßnahmen).

7.1.3.2 Vollmechanisierter Schildvortrieb

Beim Schildvortrieb kommt aus herstellungstechnischen Gründen als Tunnelprofil nur ein Kreisquerschnitt in Frage. Die Einhaltung des erforderlichen Lichtraumquerschnitts ergibt damit gegenüber dem Maulprofil der Spritzbetonbauweise einen größeren Ausbruchquerschnitt.

Beim Aufbau der Tunnelschale kommen prinzipiell 2 Möglichkeiten in Betracht:

- einschaliger Tübbingausbau
- zweischaliger Tübbingausbau.

Den größten Ausbruchquerschnitt erfordert der zweischalige Tübbingausbau.

Beim einschaligen Tübbingausbau müssen folgende Funktionen von der Tübbingschale übernommen werden:

- Sicherung gegen Erd- und Wasserdruck
- Widerlager für die Vortriebspressen
- Abdichtung
- Auflager für Tunnelausbau, z. B. für Zwischendecke.

Die Dicke der Tübbinge wird in erster Linie durch die Kräfte aus Gebirgsdruck und Wasserdruck bestimmt. Daneben können aber auch Längskräfte der Vortriebspressen maßgebend werden. Nicht zuletzt können konstruktive Gesichtspunkte die Dicke beeinflussen. Hier ist die Dicke der Betonüberdeckung für den Brandfall, Einbauten wie Lüftungskanäle oder Anschlußeisen für Kappen, Zwischendecken usw. zu beachten.

Unter Berücksichtigung dieser Überlegungen werden für den einschaligen Ausbau Stahlbetontübbinge mit ca. 45 cm Dicke veranschlagt.

Beim zweischalige Ausbau werden die Funktionen der beiden Schalen folgendermaßen getrennt.

Tübbing-Außenschale:
- Sicherung gegen Erddruck und Wasserdruck (beim Vortrieb)
- Abdichtung während des Vortriebs
- Widerlager für die Vortriebspressen

Ortbeton-Innenschale:
- Sicherung gegen Wasserdruck (im Endzustand)
- Abdichtung (im Endzustand) zusammen mit der eingelegten Abdichtungsfolie
- Auflager für Tunnelausbau, z. B. für Zwischendecke

Die äußere Schale muß verfahrensbedingt als Sicherung und als Widerlager für die Vorpresskräfte dienen.

Zwischen Innen- und Außenschale wird die Abdichtung eingebaut. Der Wasserdruck, der auf die Abdichtung wirkt, muß von der Innenschale aufgenommen werden. Dafür wird eine Betondicke von ca. 30 cm ausreichen. Durch die Folie werden Innen- und Außenschale statisch getrennt.

Die Dicke der Tübbinge beträgt ca. 45 cm, so daß die Gesamtdicke des Ausbaus ca. 45 cm + ca. 30 cm = ca. 75 cm beträgt.

Beim Schildvortrieb können verfahrensbedingt keine Querschnittsänderungen hergestellt werden. Sonderquerschnitte, wie die Pannenbuchten und Querschläge für Notausstiege und Betriebskaverne, werden nachträglich ausgebrochen. In diesen Bereichen wird es voraussichtlich notwendig, das anstehende Gebirge in einer vorauslaufenden Maßnahme, z. B. durch Injektionen, zu stabilisieren. Dabei wird ein Bodenkörper von bis zu 5 m außerhalb des Ausbruchquerschnittes betroffen sein.

Im Gegensatz zur Spritzbetonbauweise wird der bergmännische Abschnitt nur von einer Seite vorgetrieben. Der Schild wird am Abschnittsende der offenen Bauweise Süd aufgebaut und fährt dann in Richtung Norden bis zum Ende der Deckelbauweise. Die bei der Spritzbetonbauweise vorgesehene bergmännische Deckelbauweise Norden entfällt, da mit dem Schild bis zum Beginn des in offener Bauweise geplanten Abschnittes gefahren wird.

Am Ende der bergmännischen Strecke bleibt der Schildmantel stecken, die wesentlichen Teile der Schildmaschine werden zerlegt und abtransportiert. Der Ausbau mit Tübbingen wird durch den Schildmantel hindurch bis zur offenen Bauweise fortgesetzt.

7.1.4 Auswirkungen und Risiken der Bauweisen

Die Gefahren und Auswirkungen des Vortriebes wurden bereits in einer Risikoanalyse Spritzbetonbauweise/Schildvortrieb der Planungsgemeinschaft PBO/EDR vom Januar 1995 untersucht.

Grundwasser:

Die Baumaßnahme ist mit einem erheblichen Eingriff in das Grundwassersystem verbunden. Die erforderlichen Ausgleichsmaßnahmen sind – bezogen auf den Tunnelquerschnitt der Spritzbetonbauweise – unter Ziffer 4.6.3 beschrieben.

Beim Schildvortrieb ergeben sich demgegenüber in zwei Abschnitten Änderungen der hydrogeologischen Verhältnisse. Zum einen ist dies die Baugrubenvertiefung zum Einheben und Anfahren der Schildmaschine im Endbereich der offenen Bauweise Süd und zum anderen die bergmännisch aufgefahrene Strecke, deren vergrößerter Querschnitt sich verstärkt als Grundwassersperre auswirken kann.

Der dichte Verbau der Anfahrbaugrube am Ende der offenen Bauweise Süd (siehe Ziffer 7.1.2) sperrt den Grundwasserstrom auf eine Länge von ca. 20 m. Diese Grundwassersperre wird jedoch durch das im anschließenden bergmännischen Abschnitt vorgesehene Dükersystem ausgeglichen.

Beim Einsatz einer Schildmaschine wird verfahrensbedingt ein Kreisprofil hergestellt, das im Hinblick auf die Höhe der Grundwassersperre ungünstiger als der Maulquerschnitt der Spritzbetonbauwerke ist. Während sich der Firststich nur um ca. 0,22 m beim einschaligen bzw. 0,55 m beim zweischaligen Ausbau gegenüber dem Spritzbetonquerschnitt erhöht, ist der Zuwachs beim Sohlstich mit ca. 1,06 m bzw. 1,39 m wesentlich gravierender.

Im Abschnitt 0 + 300 bis ca. 0 + 600 verläuft der Tunnel vollständig in der Formation der würmeiszeitlichen Moräne. Durch die Querschnittsveränderung werden die grundwasserführenden, stark durchlässigen Schichten noch weiter eingeengt oder gar teilweise die bindigen risseiszeitlichen Formationen tangiert. Es ist davon auszugehen, daß der Grundwasserstrom nahezu vollständig abgesperrt wird.

Das in diesem Bereich vorgesehene Dükersystem wird prinzipiell beibehalten, wobei die wesentlichen Abmessungen unverändert bleiben können. Bei der Bemessung der Draina ge- und Versickerungsanlagen wird jedoch die größere Absperrwirkung bei Anwendung der Schildbauweise berücksichtigt.

Durch dieses Dükersystem muß auch die oben beschriebene, grundwasserabsperrende Wirkung der Anfahrbaugrube ausgeglichen werden.

Im Abschnitt 0 + 600 bis 1 + 628 beeinflußt die Veränderung des Querschnitts den Grundwasserstrom praktisch nicht.

Der Abschnitt von 1 + 628 bis etwa 1 + 850 ist von der stark vom Grundwasser durchströmten Kiesrinne des Georgenbaches geprägt.

Das hier wegen der unsicheren Formationsgrenzen, der starken Schichtung und der stark schwankenden Grundwasserverhältnisse vorgesehene regelbare Überleitungssystem ist beizubehalten.

Gegenüber der Spritzbetonbauweise ändert sich das Konzept der Düker nicht. Die von de Bauweise abhängigen Einflüsse auf die Hydrogeologie können durch die Dimensio-

nierung der Dükerleitungen in ausreichender Form ausgeglichen werden. Die Schildbauweise wird gegenüber der Spritzbetonbauweise einen, in geringem Maße höheren Aufwand verursachen, da eventuell zusätzliche Drainage- und Sickerrohrleitungen herzustellen sind.

Im Abschnitt 1 + 850 bis zum nördlichen Ende des Tunnels deckt die Wirkung des Dükers bei Station 2 + 020 die Querschnittsvergrößerung beim Schildeinsatz ab, so daß keine wesentlichen Änderungen bzw. Erweiterungen dieser Überleitungsanlage erforderlich werden.

Setzungen:

Es gibt bei Tunnelbaumaßnahmen Setzungen, die vom Bauverfahren unabhängig sind und solche, die vom Bauverfahren abhängen.

Die vom Bauverfahren unabhängigen Setzungen entstehen vor allem durch den Eingriff in den Grundwasserhaushalt. Als Beispiel sei ein Aufstau des Grundwassers im Oberwasser und ein Absinken unterhalb des Tunnels genannt oder Setzungen durch Materialverlust beim Ausbau von Horizontalfilterbrunnen.

Die Spritzbetonbauweise setzt sich aus vielen Einzelschritten zusammen, bei denen jeweils geringe Setzungen entstehen können.

Beim Vortrieb kann es zu Auflockerungen an der Perpherie kommen und eine ungenügende Kraftschlüssigkeit zwischen Gebirge und Ausbau entstehen. Bei jedem Abschlag muß die Laibung und die Ortsbrust bereichsweise und vorübergehend ohne jede Stützung frei stehen, bis die Sicherungsmittel eingebaut sind und ihre Tragfähigkeit durch Abbinder erreicht haben.

Setzungen entstehen auch durch die Kraftumlagerung beim Aufweiten der Teilquerschnitte und ebenso dem jeweiligen Unterfangen der Kalotte. Je öfter ein Querschnitt unterteilt ist, desto mehr Möglichkeiten für Setzungen sind gegeben.

Auch bei der Schildbauweise kann es systembedingt zu Setzungen kommen, die auf vielfältige Ursachen zurückzuführen sind.

So stabil auch der Schildkörper selbst gebaut werden kann, so sind trotzdem Verformungen des Schildkörpers möglich.

Mehrfach sind bei Schildfahrten Bugwellen vor dem Schild durch ein Verdichten des Gebirges gemessen worden, die zu einer vorübergehenden Hebung und nachträglichen Setzung geführt haben.

Bei dem Schilddurchmesser von 12 m kann es zu einer Entspannung des Gebirges an der Ortsbrust kommen, wenn dies auch durch die Stützung der Ortsbrust mit aufbereitetem Bodenmaterial oder Suspension zu verhindern versucht wird.
Setzungen können auch entstehen durch Nachfall im Ringraum zwischen Gebirge und Außenkante Tübbing, wenn die Verpressung zu spät erfolgt. Setzungen sind ebenfalls die Folge, wenn dieser Ringraum nur ungenügend verpreßt wird.

Setzungen sind sowohl bei der Spritzbeton- als auch bei der Schildbauweise unvermeidbar und immer gegeben.

Bei der Spritzbetonbauweise ist allerdings der Einfluß der Vorort arbeitenden Personen wesentlich größer und es kommt darauf an, daß dort erfahrene Leute tätig sind.

Bei der Schildbauweise sind die einzelnen Schritte mechanisiert, wesentlichen Einfluß auf das setzungsarme Gelingen hat der Schildfahrer, der ebenfalls sehr qualifiziert sein muß.

Das Ausmaß der Setzungen wird für beide Bauverfahren annähernd gleich eingeschätzt. In der Moräne werden wegen der großen Überdeckung keine nennenswerten Setzungen auftreten. Im Bereich geringer Überdeckung am Südportal und im Innenstadtbereich muß mit Setzungen im Zentimeter-Bereich gerechnet werden, die sich durch die vorgesehenen Injektionsmaßnahmen zwar reduzieren, aber nicht gänzlich vermeiden lassen.

Gefahren:

Beim Vortrieb in Spritzbetonbauweise unter Druckluft sind folgende Gefahren gegeben:
Instabilität der Ortsbrust
Instabilität der Ulmen
Auslaufen von Boden
Aufreißen der Spritzbetonschale
Ausbläser bei Einsatz von Druckluft
Wassereinbruch.

Diesen Gefahren kann bei Anwendung der Spritzbetonbauweise unter Druckluft wie folgt begegnet werden:

- Unterteilung des Ausbruchsquerschnitts und Sicherung der Ortsbrust durch Spritzbeton oder Verbau bzw. vorauseilende Gebirgsverbesserungen;

- Anwendung unterschiedlicher Sicherungsmittel im Vortrieb (z. B. Sicherung der Ulmen mittels Spritzbeton und Ausbaubögen);

Bei der Schildbauweise sind die einzelnen Schritte mechanisiert, wesentlichen Einfluß auf das setzungsarme Gelingen hat der Schildfahrer, der ebenfalls sehr qualifiziert sein muß.

Das Ausmaß der Setzungen wird für beide Bauverfahren annähernd gleich eingeschätzt. In der Moräne werden wegen der großen Überdeckung keine nennenswerten Setzungen auftreten. Im Bereich geringer Überdeckung am Südportal und im Innenstadtbereich muß mit Setzungen im Zentimeter-Bereich gerechnet werden, die sich durch die vorgesehenen Injektionsmaßnahmen zwar reduzieren, aber nicht gänzlich vermeiden lassen.

Gefahren:

Beim Vortrieb in Spritzbetonbauweise unter Druckluft sind folgende Gefahren gegeben:
Instabilität der Ortsbrust
Instabilität der Ulmen
Auslaufen von Boden
Aufreißen der Spritzbetonschale
Ausbläser bei Einsatz von Druckluft
Wassereinbruch.

Diesen Gefahren kann bei Anwendung der Spritzbetonbauweise unter Druckluft wie folgt begegnet werden:

- Unterteilung des Ausbruchsquerschnitts und Sicherung der Ortsbrust durch Spritzbeton oder Verbau bzw. vorauseilende Gebirgsverbesserungen;

- Anwendung unterschiedlicher Sicherungsmittel im Vortrieb (z. B. Sicherung der Ulmen mittels Spritzbeton und Ausbaubögen);

- vorab erstellte Injektionsgewölbe, die seitlich bis zur Tunnelsohle heruntergezogen werden;

- abschnittsweise Abdichtung des Injektionsgewölbes in Längsrichtung durch den Einbau von Querschotts in regelmäßigen Abständen;

- Vorhaltung einer ausreichenden Reserve der Druckluftkapazität sowohl hinsichtlich der Luftmenge als auch des Druckes.

Beim Vortrieb in Schildbauweise sind folgende Gefahren gegeben:

Instabilität der Ortsbrust
Auslaufen von Boden
Defekte im Tübbingausbau
Verfahren in Lage und Höhe.

Diesen Gefahren kann bei Anwendung der Schildbauweise wie folgt begegnet werden:

- Einsatz einer Schildmaschine mit flüssigkeits- oder erdgestützter Ortsbrust;

- sorgfältige Kontrolle der Tübbinge vor dem Einbau auf Risse, Abplatzungen oder Beschädigungen des Dichtbandes;

- laufende Kontrolle der Lagegenauigkeit.

7.2 Baustelleneinrichtung

7.2.1 Am Südportal

Als Baustelleneinrichtungsflächen sind die Grundstücke im Bereich seitlich der Rampe vorgesehen. Es ist einer Anordnung der Baustelleneinrichtung nordwestlich der Rampe der Vorzug zu geben, da dadurch die Anbindung der Franz-Heidinger-Straße an die B 2 auch während der Bauzeit gewährleistet bleibt bzw. eine Kreuzung der B 2 bei Andienung der Baustelle vermieden wird.
Die Fläche ist in den Planunterlagen als Fläche für vorübergehende Inspruchnahme eingetragen (Unterlage Nr. 13).

7.2.2 Am Nordportal

Bedingt durch die Tunneltrasse ist eine Lage der Baustelleneinrichtungsfläche im Bereich der Leutstettener Straße (Süd) zu bevorzugen. Als Baustelleneinrichtungsflächen sind vorgesehen:

Grundstück Flur Nr. 714/24; Gemarkung Starnberg
Grundstück ohne Bebauung, derzeitige Verwendung als Parkplatz für Gebrauchtwagenhandel.

Grundstücke Flur Nr. 714/15; Gemarkung Starnberg, Kundenparkplatz Polizei mit Tiefgaragenzufahrt.
Die Flächen sind in den Planunterlagen als Flächen für vorübergehende Inanspruchnahme eingetragen (Unterlage Nr. 13).

7.3 Bauphasen

Der Bauablauf wird so gestaltet, daß die Behinderungen des öffentlichen Verkehrs auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Dies kann durch halbseitige Bauweisen bzw. durch Wahl von geeigneten Konstruktionssystemen (Deckelbauweise) erreicht werden. Festlegungen hierzu werden im Zuge der Baudurchführung getroffen. Mit den beteiligten Behörden (Verkehrsbehörde, Stadt, Polizei) werden Verkehrsbesprechungen durchgeführt.

7.3.1 Südlicher Anschlag

Die Arbeiten im südlichen Bereich gestalten sich im Vergleich zu den Gegenvortriebsarbeiten problemlos.

Nach Vorleistungen wie Baustelleneinrichtung, Spartenumlegung und Straßenbaumaßnahmen erfolgt der Aushub für die Rampenbereiche und die offene Bauweise. Sohle, Wände und Deckenkonstruktion werden bei entsprechendem Vorlauf der Aushubarbeiten nachgezogen. Nach Erstellung der Anschlagwand kann mit dem bergmännischen Vortrieb begonnen werden.

7.3.2 Nördlicher Anschlag

Die Portallage im innerstädtischen Bereich bedingt unvermeidliche Verkehrsbehinderungen im Baustellenbereich.

Bauphase I (Herstellung der Bohrpfahlwände):

Vor dem eigentlichen Baubeginn bzw. im Zuge der Bauphase I sind folgende vorauseilende Maßnahmen zu treffen:

- Baustelleneinrichtung
- Spartenumlegungen
- Herstellung der Fahrbahnen in den Rampenbereichen (Anschlußrampen an den oberirdischen Verkehr).

In der ersten Bauphase werden die Baugrubenumschließung im Rampenbereich der offenen Bauweise und in der Anfahrtsstrecke der bergmännischen Bauweise erstellt.

Die Bauarbeiten erfolgen jeweils halbseitig, um eine bessere Verkehrsführung zu ermöglichen.

Bauphase II (Herstellung des Deckels im Bereich der offenen Bauweise):

Nach Fertigstellung der Bohrpfahlwände der offenen Bauweise wird abschnittsweise der Deckel erstellt, wobei dies aus v. g. Gründen ebenfalls halbseitig erfolgt.

Bauphase III (Herstellung des Tunnelbauwerkes in der offenen und bergmännischen Bauweise):

Nach Fertigstellung der Deckelkonstruktion der offenen Bauweise wird eine Baurampe im Trassenbereich zwischen den Bohrpfahlwänden zum Portal hin ausgehoben. Die Länge der Rampe beträgt ca. 50 m. Zusätzlich ist für die weiteren Aushubarbeiten vor dem Portal ein Arbeitsraum von ca. 30 m vorzusehen. Von dieser Anfahrtsstrecke aus wird der Restaushub der offenen Bauweise im Schutz des Deckels getätigt.

Nach Beendigung der Aushubarbeiten im offenen Bereich kann der Tunnel bergmännisch aufgefahren werden.
Aushub und Bau der Innenschale im bergmännischen und offenen Bereich können unabhängig voneinander erfolgen.

Bauphase IV (Erstellung der restlichen Tunnelrampe):
Da diese Bauphase die größten Behinderungen in der Verkehrsführung ergibt, ist die Erstellung der restlichen Tunnelrampe mit den übrigen Arbeiten so zu koordinieren, daß gleichzeitig mit Beendigung der Arbeiten im Rampenbereich der Verkehr durch den Tunnel geführt werden kann.

~~Der Bauphase IV vorauseilend sind beidseitig der Trasse Durchlässe durch den Bahndamm zur Führung des Fußgängerverkehrs herzustellen, da der Querschnitt im Bereich des DB-Überführungsbauwerkes die Anordnung eines Gehweges nicht zuläßt.~~

7.4 Bauzeiten

Entsprechend den Erfahrungswerten von gleichartigen durchgeführten Projekten sowie unter Berücksichtigung der spezifischen Bedingungen für den Bau des Entlastungstunnels wird eine Gesamtbauzeit von ca. 180 Wochen, das sind 4 Jahre, vorgesehen.

7.5 Baustellenverkehr

7.5.1 Massentransporte

Bei der Spitzbetonbauweise werden die Bauarbeiten gleichzeitig von Norden und Süden durchgeführt. Der Massen- und Andienungstransport verteilt sich annähernd zu gleichen Teilen auf die beiden Portale.

Bei der Schildbauweise wird der Schild nur von einer Seite und zwar von Süden vorangetrieben. Damit konzentriert sich der Baustellenverkehr für den bergmännischen Vortrieb auf die Südseite. Für den gesamten Andienungsverkehr (Massentransport, Materialanlieferung, sonstige Liefer- und Baustellenverkehr) ist von max. 200 Lkw-Fahrten pro Tag auszugehen. Bezogen auf den derzeitigen Verkehr auf der Weilheimer Straße entspricht dies ~~1,2 %~~ 1,3% des Gesamtverkehrs (~~17.072~~ 15.535 Kfz/24h) oder ~~23 %~~ 35% des Güterverkehrs (~~866~~ 570 Kfz/24h).

7.5.2 Lärmbelastung

Die Lärmbelästigung durch die unterschiedlichen Bauweisen unterscheidet sich unwesentlich. Bei der Schildbauweise verlagert sich der Tag und Nacht durchgehende Baustellenverkehr mit seinem Schwerpunkt auf den südlichen Portalbereich.

7.5.3 Luftbelastung

Die Luftbelastung beim Bau der Portale und der offenen Bauweise ist unabhängig von der Bauweise der bergmännischen Strecke. Sie resultiert im wesentlichen aus dem oberirdischen Baustellenverkehr, der wesentlich geringer ist als bei der bergmännischen Bauweise.

Bei der bergmännischen Bauweise resultiert die Luftbelastung aus dem gesamten Andienungsverkehr, der rd. ~~1,2%~~ 1,3% am derzeitigen Straßenverkehr ausmacht und damit vernachlässigbar klein ist.

Bei der Schildbauweise selbst treten Dieselabgase nicht auf, da hydraulische bzw. elektrische Antriebe eingesetzt werden.

Bei der Bauweise Schildvortrieb wird verfahrensbedingt Staub nur in unwesentlichem Umfang erzeugt und an die Umwelt abgegeben.

Bei der Bauweise Spritzbeton ist verfahrensbedingt im bergmännischen Abschnitt des Tunnels eine Staubentwicklung gegeben. Bei atmosphärischem Betrieb der Baustelle werden Spritzverfahren mit geringer Staubentwicklung eingesetzt, die keine Filterung mehr erforderlich machen. Bei Arbeiten unter Überdruck strömt die Druckluft über die Spritzbetonschale und über die Gebirgsflächen ab, wo sich der Staub niederschlägt.

Da jedoch dieser Bereich im Anschluß an die vorgeschaltete offene bzw. Deckelbauweise liegt, schlägt sich der Staub im wesentlichen noch im Tunnelbereich nieder, so daß von keiner erheblichen oder baustellenuntypischen Staubbelastung auszugehen ist. Diese wird außerdem um so geringer je weiter die Arbeiten vom Portalbereich abrücken.

7.5.4 Erschütterungen

Die Belastung der Umwelt, insbesondere der näheren Umgebung der Portale durch Erschütterungen ist bei beiden Bauweisen (Spritzbeton- und Schildbauweise) in gleicher Weise klein und vernachlässigbar.
Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, daß bei den untertägigen Bauweisen, bei denen auch nachts gearbeitet wird, im Bereich der darüberliegenden Bebauung jeweils für einige Tage bei der Unterfahrung geringfügige Störungen entstehen können.

7.6 Verkehrsführung während der Bauzeit

Der Planung von Verkehrsumlegungen wird eine Mindestfahrspurbreite von 2,75 m zugrundegelegt.

7.6.1 Bereich Südportal

Im Bereich des Südportals kann die vorhandene 2-streifige Führung der B 2 während der gesamten Bauzeit erhalten bleiben.
Es ist vorgesehen, beide Spuren in Richtung Franz-Heidinger-Straße zu verlegen.

7.6.2 Bereich Nordportal

Im Bereich des Nordportals ist die B 2 derzeit 4-streifig ausgebaut. Bedingt durch die vorgegebene Breite der DB-Überführung kann eine 4-streifige Verkehrsführung während der Baudurchführung nur zeitweise ermöglicht werden.

Leistungsfähigkeitsuntersuchungen haben zu folgender Lösung geführt:

- Der stadtauswärts fließende Verkehr wird, wie bisher, über die Münchner Straße (B 2) im Einbahnverkehr abgewickelt. Während der einzelnen Bauphasen sind im Bereich der Rampen und der offenen Bauweise halbseitige Umlagerungen erforderlich. Es stehen während der gesamten Bauzeit mindestens zwei Fahrstreifen zur Verfügung.

- Der stadteinwärts fließende Verkehr wird über die Moosstraße/ Petersbrunner Straße/ Gautinger Straße/ Leutstettener Straße zur Münchner Straße geführt. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Breiten ist streckenweise Einbahnverkehr notwendig. Auch hier stehen für diese Fahrtrichtung während der gesamten Bauzeit zwei Fahrstreifen zur Verfügung. Die vorhandenen Querschnittsbreiten und die geplante Verkehrsführung ist ~~aus Unterlage 15.1 ersichtlich.~~ in den nachrichtlichen Unterlagen dargestellt. Einzelheiten bleiben verkehrsrechtlichen Anordnungen beim Bau vorbehalten.
- Eine andere Alternative zur vorgeschlagenen vorübergehenden Verkehrsführung ist nicht möglich, da die Leistungsfähigkeit der bestehenden Knotenpunkte überschritten würde. Zudem steht als einzige brauchbare Querung der Bahnlinie München-Garmisch nur die Leutstettener Straße zur Verfügung.

STRASSENBAUAMT MÜNCHEN
POSTFACH 401826 • 80718 MÜNCHEN

BAYERISCHE STAATSBAUVERWALTUNG

Verkehrsführung im Bereich des Nordportals – Inanspruchnahme von Bauflächen

Im bisherigen Verfahren waren eine Vielzahl von Einwänden eingegangen, die sich gegen die Einrichtung einer Umleitungsstrecke über die Moosstraße - Petersbrunner Straße - Gautinger Straße - Leutstettener Straße richten. Das Straßenbauamt hat deshalb im Detail untersucht, ob es möglich ist, auf diese Umleitungsstrecke zu verzichten.

Im Ergebnis wurde festgestellt, dass ein Verzicht auf eine Umleitungsstrecke möglich ist und der gesamte Verkehr auf der B 2 gehalten werden kann. Der Verkehr wird nun mit provisorisch erstellten Fahrbahnen um den jeweils in offener Bauweise herzustellenden Abschnitt des Tunnels herumgeleitet (Bauen unter Verkehr). Hierbei werden sowohl Richtung München als auch Richtung Starnberg die vorhandenen beiden Fahrspuren je Fahrtrichtung zur Aufnahme des Verkehrs aufrechterhalten.

Für die provisorische Umfahrung der Baustelle reicht die vorhandene Fläche der Bundesstraße inklusive den Gehwegen jedoch nicht ganz aus, so dass während der verschiedenen Bauphasen für die provisorischen Fahrbahnen und Gehwege vorübergehend Grundflächen aus den angrenzenden Grundstücken beansprucht werden.

Während des Baus der nördlichen Rampe und des nördlichen Portalbereiches (Bauzeit insgesamt ca. 2 Jahre) wird es zu mehreren Umlegungen und Verschiebungen der Verkehrsströme kommen. Die neu benötigten Flächen werden deshalb nicht durchgehend benötigt, sondern nur während bestimmter Bauphasen. Das Straßenbauamt wird bemüht sein, die Größe und die Dauer der jeweiligen Inanspruchnahme so gering wie möglich zu halten.

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Öffentliche Verkehrsmittel
U2-(Hohenzollernplatz)
53 oder 33 (Nordbad)
12 oder 27 (Nordbad)

Telefon: (089) 30 797 - 0
Telefax: zentral (089) 30 797 - 218

E-Mail poststelle@sbam.bayern.de
Internet: http://www.sbam.bayern.de

Es ist beabsichtigt, diese Verkehrsführung zumindest während der Herstellung

- der Bohrpfähle,
- des Deckels in der offenen Bauweise und
- der Rampe im Bereich der Bahnüberführung,

das sind insgesamt rd. 14 Monate, aufrechtzuerhalten.

Aus verkehrstechnischer und baubetrieblicher Sicht ist es wünschenswert, diese Verkehrsführung auch während der Herstellung des Tunnels selbst und damit während der Gesamtbauzeit beizubehalten. Dies wird mit der Stadt Starnberg und Verkehrsbehörde beim Landratsamt Starnberg noch im Detail vor Baudurchführung abgestimmt und festgelegt.

7.7 Straßenwiederherstellung

Die vom Bau des Entlastungstunnels Starnberg betroffenen Einmündungen werden angepaßt. Die Bundesstraße 2 erhält durch die geplanten Umfahrungen der südlichen und nördlichen Tunnelrampen den Anschluß an die Starnberger Innenstadt.

7.8 Deponien

Bei der Baumaßnahme fallen ca. 180.000 m^3 Aushubmassen an. Davon kann im Fall der Schildbauweise ein Teil mit Bentonit befrachtet sein, so daß auch Bentonitschlämme anfällt, die entsorgt werden muß. Gleiches gilt bei der evtl. Zugabe von Konditionierungsmitteln. Für die Deponierung bzw. weitere Verwertung dieses Materials wird ein geson-

dertes Verfahren durchgeführt. Dieser Punkt ist daher nicht Gegenstand des vorliegenden Planfeststellungsverfahrens.

7.9 Sparten

Soweit durch die geplante Baumaßnahme bestehende Versorgungsnetze betroffen sind, werden die notwendigen Netzverlegungen bzw. Wiederherstellungen oder Schutzeinrichtungen gemäß den geltenden Regelungen durchgeführt. Vor Beginn der Bauarbeiten wird diesbezüglich noch eine genaue Abstimmung mit den beteiligten Spartenträgern vorgenommen.

Von der Baumaßnahme sind folgende Versorgungsleitungen betroffen:

- Stromversorgungsleitungen der ~~Isar-Amper-Werke~~ E.ON
- Erdgasleitungen der Erdgas-Südbayern
- Fernmeldekabel der Deutschen Telekom
- Abwasserkanal ~~der Stadtwerke Starnberg~~ des Abwasserverbandes Starnberger See
- Wasserversorgungsleitung der Stadt Starnberg

7.10 Betroffene Verbände

Durch die Baumaßnahme werden folgende Verbände betroffen:

- Jagdgenossenschaft
- Fischereiberechtigte
- Wasser- und Bodenverband.

dertes Verfahren durchgeführt. Dieser Punkt ist daher nicht Gegenstand des vorliegenden Planfeststellungsverfahrens.

7.9 Sparten

Soweit durch die geplante Baumaßnahme bestehende Versorgungsnetze betroffen sind, werden die notwendigen Netzverlegungen bzw. Wiederherstellungen oder Schutzeinrichtungen gemäß den geltenden Regelungen durchgeführt. Vor Beginn der Bauarbeiten wird diesbezüglich noch eine genaue Abstimmung mit den beteiligten Spartenträgern vorgenommen.

Von der Baumaßnahme sind folgende Versorgungsleitungen betroffen:

- Stromversorgungsleitungen der ~~Isar-Amper-Werke~~ E.ON
- Erdgasleitungen der Erdgas-Südbayern
- Fernmeldekabel der Deutschen Telekom
- Abwasserkanal ~~der Stadtwerke Starnberg~~ des Abwasserverbandes Starnberger See
- Wasserversorgungsleitung der Stadt Starnberg

7.10 Betroffene Verbände

Durch die Baumaßnahme werden folgende Verbände betroffen:

- Jagdgenossenschaft
- Fischereiberechtigte
- Wasser- und Bodenverband.

STRASSENBAUAMT MÜNCHEN
POSTFACH 401826 · 80718 MÜNCHEN
BAYERISCHE STAATSBAUVERWALTUNG

Anlage 1

Blatt 1 bis 6

Baugrunduntersuchungen

Durchgeführte Untersuchungen

Vorort wurden verschiedene Untersuchungen durchgeführt, die nachfolgend kurz beschrieben werden.

Neben der Sammlung und Sichtung vorhandener Unterlagen über geologische Aufschlüsse, Sparten und Bauwerke im Trassenbereich wurde ein Bohr- und Untersuchungsprogramm entworfen und bis Ende Juni 1988 abgewickelt.

Das Bohrprogramm bestand im wesentlichen aus 12 Bohrungen, von denen 8 im Bereich des letztendlich gewählten Trassenkorridors lagen. Weitere 4 Bohrungen dienten zur Untersuchung einer alternativen Trasse entlang der Perchastraße (B 103, 108, 109) bzw. einer Verlegung des Ostportals (B 110). Die Bohrungen wurden überwiegend als Grundwassermeßstellen ausgebaut. Während der Bohrarbeiten wurden laufend Proben entnommen und im Labor untersucht.

Nach Abschluß der Bohrarbeiten wurden im Bereich des Georgenbaches (B 104, 105) sowie im Abschnitt Prinzenweg/Jahnstraße (B 107, 111) Pumpversuche zur Ermittlung der Durchlässigkeiten der Böden sowie radiohydrometrische Untersuchungen zur Bestimmung der Grundwassergeschwindigkeiten und Strömungsrichtungen ausgeführt.

Zur Verfeinerung des geologischen Modells wurden außerdem insgesamt 11 Rammsondierungen niedergebracht.

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 218

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (MVV)
U2-Hohenzollernplatz
Tram 12 oder 27
Bus 33 oder 53
jeweils bis Haltestelle Nordbad

Im Folgenden werden nur die wesentlichen Ergebnisse und die Folgerungen des Bohr- und Untersuchungsprogrammes auf den Tunnelbau beschrieben. Die Einzelergebnisse sind den jeweiligen Bohr- und Versuchsprotokollen zu entnehmen, die beim Straßenbauamt München eingesehen werden können.

Bodenschichten im Trassenbereich

Die Trasse verläuft zunächst von Süd- nach Nordost abfallend in älteren, eiszeitlichen Moränen (Quartär). Bereichsweise sind sie im Zuge von Baumaßnahmen mit Auffüllungen überdeckt worden. In Bohrung 107 wurde in 26,8 m Tiefe der tertiäre Untergrund erbohrt. Der Moränenzug fällt im Bereich des Schloßberges gegen Süden, Osten und Norden steil ab. Die Trasse unterfährt den Schloßberg und schneidet am östlichen Ende in eine steil und tief in die Moräne eingeschnittene fluviatile Rinne ein. Die Sohle der Rinne wurde bei 28 m Bohrtiefe nicht erreicht. In der grundwassergefüllten Rinne stehen teils stark durchlässige Kiese, teils junge fluviatile bindige Mischböden an. In diesem Bereich ist eine starke Grundwasserströmung zu erwarten.

Anschließend biegt die Trasse gegen Osten ab. Sie schneidet von der Kiesrinne in ältere fluviatile Ablagerungen aus bindigen Mischböden ein, die dort von jüngeren stark durchlässigen fluviatilen Kiesen überlagert werden. Die Kiesdeckschichten sind ebenfalls grundwasserführend. Erst südlich der Bahnlinie fällt die Oberfläche der bindigen fluviatilen Mischböden zum Seebecken steil ab, teils überlagert von fluviatilen Kiesen, die ebenfalls steil in das Seebecken abfallen.

In diesen Kiesen steigt die Trasse zur Geländeoberfläche an. Die fluviatilen Ablagerungen sind dem Schwemmfächer des ehemaligen Flußsystems im Bereich Georgenbach, Siebenquellenbach und Maisinger Bach zuzurechnen.

Geologische Verhältnisse im Tunnelbereich

Im Bereich der Portale sind die Rampen und die Anfangsabschnitte des Tunnels in offener Bauweise zu erstellen.

Bereich Nordportal

Der Portalbereich Nord liegt in den Abschnitten beidseitig der Bundesbahnüberführung in der Münchener Straße zunächst in den jungen fluviatilen Kiesen, schneidet jedoch bereits bei Bohrung 101 etwa 2 m tief in die älteren bindigen fluviatilen Ablagerungen ein. In den Kiesbereichen sind Grundwasserabsenktiefen in der Größenordnung bis zu 1,0 m erforderlich. Sie können bei wasserdichter Umschließung der Baugrube ohne Schäden in der Umgebung mit offener Wasserhaltung erreicht werden. In den anschließenden Abschnitten befindet sich die Baugrubensohle durchweg in den bindigen Mischböden. Die mit stark durchlässigen Kiesen gefüllte Erosionsrinne dürfte erst im Bereich der bergmännischen Bauweise erreicht werden.

Das Grundwasser steht in diesem Abschnitt in etwa 2 - 5 m Tiefe durchwegs über der Baugrubensohle an. Wegen der stark durchlässigen Kiesdeckschicht ist ein wasserdichter Verbau zu erstellen. An der Aushubsohle, die aus den älteren bindigen fluviatilen Ablagerungen besteht (sie ist als weitgehend dicht einzustufen), kann die Bauwerksbodenplatte unter Zuhilfenahme von Entspannungsbrunne zur Auftriebssicherung im Trockenen erstellt werden.

Bereich Südportal

Das Portal Süd befindet sich im Bereich der älteren Moräne, die schichtweise wechselnd aus schwachschluffigen sandigen Kiesen bis schluffigen sandigen Kiesen mit Einlagerungen aus bindigen Mischböden (kiesige sandige Schluffe bis schluffige Feinsande) besteht. Die bindigen Anteile der Moränenböden sind überwiegend steif, seltener halbfest, so daß eiszeitlich keine erhebliche Vorbelastung vorgelegen haben dürfte. Vor allem in den oberen Lagen der Moräne kommen auch zu Nagelfluh verfestigte Kiese vor.

Das Grundwasser steht bei Kote 614 - 614 etwa 10 - 15 m unter der Geländeoberfläche an. Der offene Baugrubenabschnitt, der am Übergang zur bergmännischen Bauweise Kote 613,5 erreicht, kann deshalb mit geringer Wasserhaltung im Sohlbereich durchgehend mit einem durchlässigen Verbau (Bohlträgerverbau) abgestützt werden. Mit dieser Verbauart können auch die Nagelfluhschichten durchmeißelt werden. Das anfallende Grundwasser soll oberstromig gefaßt und unterstromig mit dem zum Siebenquellenbach abfallenden Grundwasserspiegel (Talgrund etwa bei Kote 612 m über NN) über Brunnen wieder dem Untergrund zugeführt werden.

Bereich der bergmännischen Bauweise

Südportal bis etwa Station 1 + 900
(Kreuzung Schloßbergstraße/Vordermühlstraße)

In diesem Abschnitt wurden die Bohrungen B 106, B 107 und B 111 abgeteuft. Der Tunnel verläuft voraussichtlich überwiegend in den älteren eiszeitlichen Moränen, wie sie bereits zuvor beschrieben wurden.

In Bohrung B 107 wurde ca. 2 m unter der Sohle des geplanten Tunnels noch der Übergang zum Tertiär erbohrt. Aufgrund des hohen Bohrwiderstandes mußte die Rammkernbohrung ca. 3 m unter UK Tunnel eingestellt werden. Der weitere Verlauf der Tertiäroberkante in Richtung Osten ist nicht bekannt. Ebenso mußte die Bohrung B 106 ca. 1m unter Tunnelsohle wegen zu hoher Bohrwiderstände eingestellt werden. Die dort angetroffenen bindigen Schichten sind noch der Moräne zuzuordnen.

Soweit die Bohrungen geringere Entfernungen untereinander aufweisen, wie etwa die Bohrungen B 3/B 106 (ca. 85 m) und B 107/B 111 (ca. 80 m), zeigt es sich, daß die jeweils abwechselnd erbohrten bindigen und nichtbindigen Schichten horizontal nicht weit durchhalten. Beim Vortrieb ist demnach mit einem ständigen Wechsel des Schichtenaufbaus im Querschnitt zu rechnen.

Zu wichtigen Ergebnissen führen auch die bislang bekannten Informationen über die Grundwasserstände. Bei den Bohrungen B 111 und B 107 wurde das Grundwasser etwa bei Kote 613 m ü. NN angetroffen, d. h. in Höhe der Tunnelfirste. Bei der Bohrung B 106 liegt der Grundwasserspiegel bei ca. 586 m ü. NN und damit in derselben Höhe wie am Rand des Schloßberges, etwa bei B 104.

Aufgrund der topographischen Verhältnisse ist deshalb damit zu rechnen, daß der Tunnel auch in seinem südlichen, in der Moräne liegenden Abschnitt ganz oder teilweise in das Grundwasser eintaucht und damit Grundwasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden.

Nach den Pumpversuchen in den Bohrungen B 107/B 111 ist in den durchlässigen Schichten der Moräne mit hohen Durchlässigkeiten von $k = 3.10^{-3}$ m/s zu rechnen.

Station ca. 1 + 900 bis Nordportal

Am Fuße des Schloßberges tritt der bergmännische Tunnelabschnitt aus der älteren Moräne aus und liegt auf der restlichen Strecke bis zum nördlichen Tunnelanschlag ganz in fluviatilen Ablagerungen. Etwa von der Station 1 + 910 (Vordermühlstraße) bis etwa Station 2 + 050 (Ferdinand-Maria-Straße) durchfährt der Tunnel eine tiefe Kiesrinne, deren Ablagerungen als höchstens mitteldicht gelagert betrachtet werden können.

Der Rand dieser Kiesrinne steigt nach Osten hin an, der Tunnel schneidet ab etwa Station 2 + 050 mit seinem unteren Querschnittsteil in ältere fluviatile Ablagerungen ein, die sich als überwiegend bindig erwiesen haben (B 102).

Im gesamten nördlichen Abschnitt der bergmännisch zu erstellenden Tunnelstrecke ist mit hohen Grundwasserständen und Durchlässigkeiten von $k = 10^{-3}$ bis 10^{-4} m/s (je nach Schluffanteil) der Kiesdeckschichten zu rechnen. Ein Tunnelvortrieb im Schutz einer Grundwasserabsenkung bis unter die Tunnelsohle ist wegen der zu erwartenden großflächigen Setzungen zu vermeiden; darüber hinaus ist mit dem Anfall hoher Wassermengen zu rechnen.

Die radiohydrometrischen Versuche liefern für den untersuchten Abschnitt nähere Angaben zu den Grundwassergeschwindigkeiten und -richtungen und führen damit zu einer Verbesserung der hydrogeologischen Modellvorstellungen.

STRASSENBAUAMT MÜNCHEN
POSTFACH 401826 • 80718 MÜNCHEN
BAYERISCHE STAATSBAUVERWALTUNG

Anlage 2
Blatt 1 bis 5

Ergebnisse der radiohydrometrischen Versuche

Es wurden an zwei Stellen des Projektgebietes radiohydrometrische Versuche zur Bestimmung der Fließrichtung und der Strömungsgeschwindigkeit des Grundwassers ausgeführt. Die Messungen wurden innerhalb der Bohrlöcher jeweils in 1 m-Abständen vorgenommen, so daß auch die über die Bohrlochlänge wechselnden Verhältnisse erfaßt wurden. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Versuche zusammenfassend beschrieben und auf die verschiedenen Möglichkeiten eingegangen, über dem Tunnel in der Innenstadt ein Hilfsgewölbe herzustellen, wie es bereits in der Studie erwähnt wurde.

1. Situation an der Kreuzung Emslandstraße/Prinzenweg mit der B 2

Das Bohrloch B 107 liegt westlich, das Bohrloch B 111 östlich der B 2. Beide Bohrlöcher sind ca. 80 m voneinander entfernt. Die Fließrichtungen in beiden Bohrlöchern sind entgegengesetzt. Nach den Messungen in B 107 strömt das Grundwasser in Richtung Südosten zum See, in B 111 in Richtung Nordwesten zum Siebenquellental.

Die gemessenen Filtergeschwindigkeiten bewegen sich zwischen 0,12 und 3,94 m/d; die errechneten Strömungsgeschwindigkeiten des Grundwassers liegen damit zwischen ca. 0,6 und ca. 20 m/d. Der Ermittlung der Strömungsgeschwindigkeiten liegt eine Porenzahl von n = 0,2 zugrunde, die für die vorliegenden Böden nicht ermittelt wurde, in ihrer Größenordnung jedoch zutreffen dürfte. Auch bei Annahme wechselnder Porenzahlen ergeben sich stark wechselnde Fließgeschwindigkeiten. Die Meßergebnisse geben die Verhältnisse des wechselhaft aufgebauten Untergrundes wider. Abhängig vom Anteil der bin-

Hausanschrift
Winzererstraße 41
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 218

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (MVV)
U2-Hohenzollernplatz
Tram 12 oder 27
Bus 33 oder 53
jeweils bis Haltestelle Nordbad

digen Bestandteile über die Höhe stellen sich stark unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten ein. Auch bei der Fließrichtung des Grundwassers wirken sich lokale Einflüsse im Bodenaufbau aus. Richtung, Mächtigkeit und Geschwindigkeit des Grundwasserstroms sind entlang der geplanten Trasse nicht einheitlich.

Diese Ergebnisse sprechen deshalb auch für die in der Studie empfohlene Grundwasserhaltung mittels Druckluft. Die Anordnung von Brunnen entlang der Trasse führt nicht zuverlässig zu der gewünschten Absenkung oder Absperrung des Grundwasserstroms, wenn die Fließrichtungen wechseln bzw. das Grundwasser auf der Oberkante bindiger, wasserstauender Schichten fließt. Bei dem vom Westportal aus mit 3,5 % fallenden Vortrieb wäre deshalb mit ständigem Wasserandrang an der Ortsbrust zu rechnen.

2. Situation an der Kreuzung Hanfelder Straße/Georgenbach

Zu deutlich unterschiedlichen Ergebnissen führten auch die Messungen in den Bohrlöchern B 104 östlich und B 105/105 a westlich der Hanfelder Straße.

Beim Bohrloch B 104 fließt das Grundwasser in 5 - 12 m Tiefe in westlicher Richtung entgegen der Fließrichtung des Georgenbachs.

Bei Bohrloch B 105 a ergibt sich in 8 - 11 m Tiefe eine zu B 104 vergleichbare Fließrichtung. Bei den nur oberflächennahen Messungen in B 105 in 4,5 ./. 5,5 m Tiefe ergibt sich eine Fließrichtung in Richtung Westen, d. h. etwa parallel zu der des Georgenbachs. Eine eindeutige Begründung für diesen Sachverhalt läßt sich aus dem jetzigen Kenntnisstand der Untergrundverhältnisse noch nicht geben. Es können sich hier sowohl großräumige Grundwasserbewegungen als auch lokale Grundwasserentnahmen oder Einleitungen

auswirken, oder die stauende Wirkung einzelner Linsen aus bindigen, weniger durchlässigem Material, wie es mit der Bohrung B 105 a in der fluvial aufgefüllten Rinne entlang des Georgenbachs auch erbohrt wurde.

Die gemessenen Fließgeschwindigkeiten schwanken entsprechend den in unterschiedlichen Tiefen vorhandenen bindigen Bodenanteilen zwischen 0,08 (B 105) und 1,35 m/d (B 104). Bei einer angenommenen Porenzahl von n = 0,2 schwanken die Grundwassergeschwindigkeiten in einem weiten Bereich zwischen 0,4 und 6,8 m/d.

3. Verfahren zur Herstellung eines Hilfsgewölbes über dem Tunnel

3.1 Anmerkungen zum Gefrierverfahren

Bei Vereisungen wird die Einsatzgrenze des Verfahrens häufig bei Strömungsgeschwindigkeiten von 1-3 m/d gezogen. Im vorliegenden Falle wäre theoretisch denkbar, durch Anordnung einzelner Brunnen und Umpumpen des Grundwassers die Fließgeschwindigkeiten lokal soweit abzusenken, bis ein dichter Vereisungskörper aufgebaut ist. Solche Maßnahmen erfordern jedoch eine äußerst genaue Erkundung der hydrogeologischen Verhältnisse, um keine Lücken im Vereisungskörper offen zu lassen und sind zudem kostenaufwendig.

Außerdem ist davon auszugehen, daß die Herstellung des Vereisungskörpers durch Schockgefrieren mittels Stickstoff hergestellt werden muß, während die Stabilisierung des Vereisungskörpers sowohl durch intervallartiges Gefrieren mittels Stickstoff als auch durch Dauerfrost mittels Sole erfolgen kann. Die Entscheidung hierüber ergibt sich letztendlich aus der erforderlichen Dauer, wie lange die einzelnen Vereisungsabschnitte aufrechterhalten werden müssen.

Die Kosten der Vereisungen schwanken sehr stark in Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen. Auch bei günstigen Verhältnissen sind Injektionen in der Regel deutlich billiger, zumal die Voraussetzungen für eine Vereisung in Starnberg als eher aufwendig einzuschätzen sind und der Umfang der Maßnahme sehr groß ist.

3.2 Anmerkungen zu den Injektionsverfahren

Auch bei einer Entscheidung zugunsten einer Abdeckung aus Injektionen über dem Tunnel muß die hydrogeologische Modellvorstellung des innerstädtischen Tunnelabschnittes bei den weiteren Planungsschritten verbessert werden. Die Zusammensetzung des Injektionsmaterials sowie der gesamte Bauablauf ist auf den uneinheitlichen Bodenaufbau entlang der Tunneltrasse abzustimmen.

Von den verschiedenen Injektionsverfahren können für den Tunnel Starnberg wegen des anstehenden Grundwassers voraussichtlich nur Zementinjektionen zur Anwendung kommen. Eine eventuelle Beeinflussung des PH-Wertes ist durch entsprechende Vorversuche zu klären bzw. während der Injektionsarbeiten durch Pegel zu überprüfen.

Als in wasserrechtlicher Hinsicht unbedenklich können auch Hochdruckinjektionen angesehen werden, die allerdings teurer sind als einfache Zementinjektionen.

Injektionen mit Wasserglas stoßen zumindest bei größeren Mengen auf Bedenken in wasserwirtschaftlicher Hinsicht. Bei Verwendung von organischen Härtern ist die Reaktion mit der Gelbildung noch nicht abgeschlossen, vielmehr können auch danach mögliche Absonderungen zu einer Langzeitbelastung des Grundwassers führen.

Bei der Verwendung von organischen Härtern (Joosten-Verfahren) wird dieser Nachteil zwar weitgehend ausgeschlossen, wegen der hohen Viskosität der verwendeten Lösungen wird die Anwendung dieses Verfahrens meist auf Grob- bis Mittelsande beschränkt und ist für die anstehenden Kiese weniger geeignet.

Eine neuere Entwicklung zur Herstellung großvolumiger Verpreßkörper ist die Verwendung von Polyurethanen.

Dieses Verfahren stammt ursprünglich aus dem Bergbau, wurde jedoch auch bereits verschiedentlich im oberflächennahen Tunnelbau praktiziert. Nachteilig sind die zur Zeit noch hohen Kosten dieses Verfahrens. Bei einem Porenvolumen von 20 bis 30 % des anstehenden Bodens ist dieses Verfahren jedoch noch teurer. Hinsichtlich des Einsatzes von Polyurethanen im Grundwasser liegen noch wenig Erfahrungen vor. Nach unseren Erkundigungen gibt es jedoch noch keine allgemeine Zulassung bzw. besteht noch keine generelle Unbedenklichkeit in wasserwirtschaftlicher Hinsicht.

STRASSENBAUAMT MÜNCHEN
POSTFACH 401826 • 80718 MÜNCHEN
BAYERISCHE STAATSBAUVERWALTUNG

Anlage 3
Blatt 1 bis 9

Ergebnisse des Bodengutachtens

1. Vorgang

Zur Beurteilung der Untergrundverhältnisse erhielt das Institut für Grundbau und Bodenmechanik des PBO den Auftrag zur Durchführung von Laborversuchen an Bohrproben und zur Erkundung der Lagerungsdichte mit schweren Rammsondierungen. Anhand der Untersuchungsergebnisse sollen Bodenkennwerte für die Entwurfsplanung festgelegt werden.

2. Bodenschichten im Bereich der Trassen

Für die Erkundung der geologischen Verhältnisse wurden entlang der 2 Trassenvarianten 12 Bohrungen mit den Nummern 101 - 111 abgeteuft (Unterlage 15.6). Die Bohrtiefen betragen 18,0 - 32,9 m. In 8 der Bohrungen wurden Grundwassermeßpegel eingebaut. Zusätzlich erfolgte die Erkundung der Lagerungsdichte durch 11 Sondierungen mit schweren Rammsonden. Die Zusammensetzung und die bodenmechanischen Kennwerte der verschiedenen Schichten wurden durch Laborversuche an Bohrproben ermittelt.

Mit zunehmender Kilometrierung verläuft die Trasse zunächst von Süd nach Nordost im Bogen abfallend in älteren, eiszeitlichen Moränen des Quartär. Bereichsweise sind die Moränen von Baumaßnahmen mit Auffüllungen überdeckt. Die Moränen weisen in allen Bohrungen eine ausgeprägte Schichtung auf. In den Bohrungen 111 - 107 bestehen die oberen Lagen überwiegend aus schwachschluffigen sandigen Kiesen mit Steinen und wenigen schluffigen Zwischenlagen. Erst ab 13,3 m Tiefe überwiegen in Bohrung 107

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 216

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (MVV)
U2-Hohenzollernplatz
Tram 12 oder 27
Bus 33 oder 53
jeweils bis Haltestelle Nordbad

bindigen Ausbildungen aus feinsandigen kiesigen Schluffen und feinsandigen tonigen Schluffen. In dieser Bohrung wurde in 26,8 m Tiefe das Tertiär erreicht.

Bei den Bohrungen im Schloßberg reichen die überwiegend kiesigen Ausbildungen der Moräne bis in Tiefen von 10,4 - 16,6 m. Darunter folgen kiesige steinige Schluffe bis tonige Schluffe mit Zwischenschichten aus schluffigen sandigen Kiesen. Die teilweise relativ nahe beieinander liegenden Bohrungen zeigen, daß die bindigen und kiesigen Lagen nicht höhenbeständig sind. Sie scheinen jeweils linsenförmig zwischen den einzelnen Bohrpunkten auszukeilen. Dieser Aufbau entspricht der Ablagerungsgeschichte in einer Randmoräne.

Die kiesigen Ausbildungen der Moräne sind ab Tiefen von 11,5 m bei Bohrung 107 und ab 17,9 m bei Bohrung 106 Grundwasser führend, so daß in der Moräne ein durchgängiger Grundwasserspiegel vorliegt. Die Einspeisung des Grundwassers scheint im Bereich des Schloßberges entsprechend der höhenmäßigen Zuordnung durch die im Norden entlang fließenden Bäche 7 Quellenbach und Georgenbach zu erfolgen.

Der Moränenzug fällt im Bereich des Schloßberges gegen Süden, Osten und Norden steil ab. Die Trasse unterfährt den Schloßberg und schneidet etwa bei km 1 + 850 am östlichen Ende der Moräne in eine steil und tief in die Moräne eingeschnittene fluviatile Rinne ein. Die Sohle der Rinne wurde bei 28 m Bohrtiefe nicht erreicht. In der Grundwasser gefüllten Rinne stehen teils stärker durchlässige Kiese, teils junge fluviatile bindige Mischböden geringer Durchlässigkeit an. In diesem Bereich ist in den Kiesen eine starke Grundwasserströmung zu erwarten.

Anschließend biegt die Trasse gegen Osten ab. Sie schneidet von der Kiesrinne in ältere fluviatile Ablagerungen aus bindigen Mischböden ein. Die geschichteten Böden bestehen

überwiegend aus schluffigen tonigen Feinsanden, feinsandigen tonigen Schluffen teils mit kiesigen Beimengungen und nur vereinzelt sandig kiesige Zwischenschichten. In Bohrung 102 scheint, erkennbar an der erheblich höheren Konsistenz der bindigen Anteile, in 19,4 m Tiefe die Moräne vorzuliegen. Die bindigen fluviatilen Böden werden dort mit welliger Schichtgrenze in einer Schichtdicke von 10 - 4 m (von West nach Ost abnehmend) von jüngeren, stark durchlässigen fluviatilen Kiesen überlagert. Die Kiesdeckschichten sind ebenfalls grundwasserführend. Erst unmittelbar westlich der Bahnlinie fällt die Oberfläche der bindigen fluviatilen Mischböden zum Seebecken steil ab, teils überlagert von jüngeren fluviatilen Kiesen, deren Oberfläche ebenfalls steil in das Seebecken abfällt.

In diesen fluviatilen Kiesen steigt die Trasse zur Geländeoberfläche an. Die bindigen fluviatilen Ablagerungen und ebenso die Kiese sind dem Schwemmfächer des ehemaligen Flußsystems im Bereich Georgenbach, 7 Quellenbach und Meisinger Bach zuzurechnen.

In Bohrung 110 stehen ab 9,1 m Tiefe weiche Seetone, ab 14,5 m Tiefe steife Seetone an. Dagegen zeigt Bohrung 29 von 6,7 - 14,8 m Tiefe nur weiche Seetone. Die Seetone liegen in Bohrung 110 auf bindigen fluviatilen Böden, in Bohrung 29 auf kiesigen fluviatilen Böden auf. Die Überlagerung der Seetone besteht in Bohrung 110 aus 7 m mächtigen fluviatilen Kiesen, in Bohrung 29 dagegen aus 4,5 m bindigen und kiesigen fluviatilen Böden. Die jüngsten Seebildungen (Torfe) enden in etwa 2 m Tiefe auf den Kiesen. Aus der vorgefundenen Schichtung des Untergrundes kann geschlossen werden, daß die fluviatilen Ablagerungen mindestens 3, wahrscheinlich jedoch 4 Ablagerungszeiträumen zuzurechnen sind.

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 216

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (MVV)
U2-Hohenzollernplatz
Tram 12 oder 27
Bus 33 oder 53
jeweils bis Haltestelle Nordbad

3. Laborversuche

3.1 Moränenböden

Die Zusammensetzung der kiesigen Moränenböden wurde an 5 Proben aus 12,0 - 22,3 m Tiefe ermittelt. Sie enthalten 3 - 37 Gew. % Schlämmkorn, 18 - 23 Gew. % Sand und 45 - 76 Gew. % Kies und Steine. Sie sind als schwachsteinige, sandige Kiese, schwachschluffige bis schluffige sandige Kiese und schluffige tonige sandige Kiese einzustufen. Sie gehören den Bodenklassen 3 - 4 gemäß DIN 18300 an. In einzelnen Lagen, z. B. in Bohrung 111, t = 12,0 - 13,1 m, kommt auch Nagelfluh der Bodenklassen 6 - 7 vor.

Die bindigen Moränenböden aus 22 - 32 m Tiefe enthalten 55 - 72 Gew. % Schlämmkorn mit 15 - 20 Gew. % Feinstes, 11 - 22 Gew. % Sand und 17 - 23 Gew. % Kies. Die Böden sind als kiesige sandige Schluffe und Tone einzustufen. Bei überwiegend leichter, seltener mittlerer Plastizität und steifer bis halbfester Konstistenz sind die bindigen Moränenböden der Bodenklasse 4 zuzurechnen.

3.2 Fluviatile Kiese

Die Zusammensetzung der fluviatilen Kiese wurde an 6 Proben aus 6 - 12 m Tiefe ermittelt. Sie enthalten 2 - 4 Gew. % Schlämmkorn, 17 - 18 Gew. % Sand und 69 - 81 Gew. % Kies und Steine. Die Böden sind als sandige, vereinzelt stark sandige, teils schwachsteinige Kiese einzustufen. Sie gehören der Bodenklasse 3 gemäß DIN 18300 an.

3.3 Bindige fluviatile Böden

Die bindigen fluviatilen Böden sind teils Mischböden mit 66 Gew. % Schlämmkorn, 21 Gew. % Sand und 13 Gew. % Kies (feinsandige kiesige tonige Schluffe), teils feinkörnige Böden mit 76 - 82 Gew. % Schlämmkorn (davon 13 - 22 Gew. % Feinstes) und 18 - 24 Gew. % Feinsand. Sie werden meist als feinsandige schluffige Tone angesprochen, sind jedoch wegen der geringen Plastizität als tonige, schwach schluffige Sande einzustufen. Die Plastizitätszahlen ergaben sich bei Fließgrenzen w_L = 19,6 - 23,2 % und Ausrollgrenzen w_P = 13,0 - 15,9 % zu I_p = 6,6 - 7,3 %, die Konstistenzzahl zu I_C = 0,46 -0,73 (weiche bis steife Konsistenz), bei einer Probe aus 8 m Tiefe sogar zu I_c = 0,21 (breiige Konsistenz).

Die Ermittlung der Scherfestigkeit der tonigen Feinsande ergab Reibungswinkel ρ = 29 und 30° mit sehr kleinen Kohäsionsanteilen c' = 2 - 7 kN/m^2. Der Einfluß des hohen Feinsandanteils mit geringen plastischen Eigenschaften und im Verhältnis zum Feinkornanteil relative gute Entwässerungsmöglichkeit, ist auch an den Kompressionsversuchen abzulesen. Bei der Erstbelastung wurden im Spannungsbereich von 100 - 300 kN/m^2 Steifemoduli E_S = 10 – 20 MN/ m^2 und 9 – 27 MN/ m^2, bei der Zweitbelastung jedoch E_S = 46 - 87 und 49 – 86 MN/ m^2 erreicht. Das geringe Schwellen der Proben bei der Entlastung weist ebenfalls auf geringe plastische Eigenschaften hin. Die tonigen Feinsande der Bodenklasse 4 sind jedoch extrem wasserempfindlich. Sie neigen vor allem bei Wasserüberdruck zu Fließerscheinungen und zur Erosion, so daß sie sich zu Bodenklasse 2 verschlechtern.

3.3 Bindige fluviatile Böden

Die bindigen fluviatilen Böden sind teils Mischböden mit 66 Gew. % Schlämmkorn, 21 Gew. % Sand und 13 Gew. % Kies (feinsandige kiesige tonige Schluffe), teils feinkörnige Böden mit 76 - 82 Gew. % Schlämmkorn (davon 13 - 22 Gew. % Feinstes) und 18 - 24 Gew. % Feinsand. Sie werden meist als feinsandige schluffige Tone angesprochen, sind jedoch wegen der geringen Plastizität als tonige, schwach schluffige Sande einzustufen. Die Plastizitätszahlen ergaben sich bei Fließgrenzen w_L = 19,6 - 23,2 % und Ausrollgrenzen w_P = 13,0 - 15,9 % zu I_p = 6,6 - 7,3 %, die Konstistenzzahl zu I_C = 0,46 -0,73 (weiche bis steife Konsistenz), bei einer Probe aus 8 m Tiefe sogar zu I_c = 0,21 (breiige Konsistenz).

Die Ermittlung der Scherfestigkeit der tonigen Feinsande ergab Reibungswinkel ρ = 29 und 30° mit sehr kleinen Kohäsionsanteilen c' = 2 - 7 kN/m^2. Der Einfluß des hohen Feinsandanteils mit geringen plastischen Eigenschaften und im Verhältnis zum Feinkornanteil relative gute Entwässerungsmöglichkeit, ist auch an den Kompressionsversuchen abzulesen. Bei der Erstbelastung wurden im Spannungsbereich von 100 - 300 kN/m^2 Steifemoduli E_S = 10 – 20 MN/ m^2 und 9 – 27 MN/ m^2, bei der Zweitbelastung jedoch E_S = 46 - 87 und 49 – 86 MN/ m^2 erreicht. Das geringe Schwellen der Proben bei der Entlastung weist ebenfalls auf geringe plastische Eigenschaften hin. Die tonigen Feinsande der Bodenklasse 4 sind jedoch extrem wasserempfindlich. Sie neigen vor allem bei Wasserüberdruck zu Fließerscheinungen und zur Erosion, so daß sie sich zu Bodenklasse 2 verschlechtern.

3.4 Seetone

Die Probe aus den breiigen bis weichen Seetonen aus 12 m Tiefe enthält 89 Gew. % Schlämmkorn, davon 17 Gew. % Feinstes, und 11 Gew. % Feinsand. Die plastischen Eigenschaften entsprechen mit w_L = 22 % und w_P = 16.3 % etwa denjenigen der bindigen fluviatilen Böden. Die Konsistenz ist mit $I_C \leq 0$ - 0,17, als flüssig bis breiig einzustufen. Der Kompressionsversuch ergab im Spannungsbereich von 100 - 200 kN/ m^2 einen Steifemodul E_s = 8 - 15 MN/ m^2 bei der Erstbelastung und E_s = 40 - 47 MN/ m^2 für die Zweitbelastung. Als undränierte Scherfestigkeit wurde ein Reibungswinkel ρ = 22° und eine Kohäsion c = 25 kN/ m^2 ermittelt.

Die Probe aus den steifen Seetonen ist bei 99 Gew. % Schlämmkorn mit 53 Gew. % Feinstem erheblich feinkörniger als die der oberen Seetonlage. Aus der Fließgrenze w_L = 44,7 % und der Ausrollgrenze w_p = 18,5 % ergibt sich mittlere Plastizität und eine Konsistenzzahl I_c = 0,73 bis 0,82, d. h. steife Konsistenz. Beim Kompressionsversuch wurden im Spannungsbereich von 100 - 300 kN/ m^2 bei der Erstbelastung ein Steifemodul E_s = 4 -10 MN/ m^2, bei der Zweitbelastung E_s = 9 - 17 MN/ m^2 erreicht. Die Probe ist somit als stark kompressibel einzustufen. Die Seetone sind im allgemeinen der Bodenklasse 2, bei weicher bis steifer Konsistenz der Bodenklasse 4 zuzuordnen.

4. Sondierungen

Um möglichst große Tiefen zu erreichen, wurden die Sondierungen mit der schweren Rammsonde gemäß DIN 4094 ausgeführt. Im Bereich der Moräne liegen die Sondierungen 5 - 11. Sondierung 5 im Schloßberg zeigt unter locker gelagerten Deckschichten von 2,5 - 5,9 m Tiefe mittlere Sondierwiderstände von etwa 10 Schlägen und bis etwa 10 m

Tiefe 15 Schläge. Darunter nehmen die Sondierwiderstände auf mehr als 25 Schläge zu, so daß dort eine dichte Lagerung zugrunde gelegt werden kann. Vergleicht man diese Sondierwiderstände mit den Bohrergebnissen in der Bohrung 3, dann ergibt sich für die Kiese unter der locker gelagerten Schluffverwitterungsschicht eine mittlere Lagerungsdichte. Erst in den tieferen Kieslagen ist eine dichte Lagerung zu verzeichnen. Sehr hohe Sondierwiderstände treten erst in den kiesigen Schlufflagen der Moränen in 13,6 m Tiefe auf.

Die Sondierungen 6 und 7 zeigen ähnliche Lagerungsdichteverhältnisse. Bei Sondierung 6 werden zunächst die Auffüllungen des Straßendammes, darunter die dicht gelagerten Kiese durchörtert. In Sondierung 7 folgen die mitteldicht gelagerten Kiese unter der Verwitterungslage in 4,6 - 12,6 m Tiefe, bevor die Sondierung in dicht gelagerten Moränenböden endet.

Bei den Sondierungen 8 - 10 wurde die Schichtdicke der Auffüllungen für den Straßendamm zur Überbrückung des Talbereiches erkundet. Sie weisen eine relativ gleichmäßige Dicke von 2 - 3 m mit dem Tiefpunkt in der Mitte auf. Darunter folgen dicht gelagerte Kiese, die gemäß den Bohrergebnissen in B 107 von 4 - 6 m Tiefe leicht verkittet sein können. In Sondierung 11 ergaben sich von 4,6 - 6,2 m Tiefe mittlere bis hohe Sondierwiderstände, wie sie für die dicht gelagerten Kiese typisch sind. Darüber liegen geringe Sonderwiderstände vor, die die locker gelagerte Verfüllung der ehemaligen Kanalbaugrube zeigen.

Der Bereich der fluviatilen Ablagerungen wurde mit den Sondierungen 1 - 4 erkundet. Sondierung 4 liegt im Übergangsbereich zwischen dem Schloßberg und der tief eingeschnittenen fluviatilen Kiesrinne. Sie weist bis 7,2 m Tiefe locker gelagerten Hangschutt,

bis 11,2 m Tiefe mitteldicht gelagerte Moränenböden mit Sondierwiderständen von 5 - 15 Schlägen (Böschungsbereich der Moräne) und bis 16,7 m Tiefe mittlere bis hohe Sondierwiderstände von 15 - 25 Schlägen entsprechend einer mitteldichten bis dichten Lagerung auf. Die für die bindigen Moränenböden typischen hohen Sondierwiderstände wurden dort nicht erreicht. Möglicherweise weisen sie im Böschungsbereich durch den Grundwassereinfluß eine geringe Konsistenz auf.

Sondierung 3 weist in den fluviatilen Kiesen von 2,5 - 5,7 m Tiefe hohe Sondierwiderstände von 20 - 40, darunter bis 9,2 m Tiefe mittlere Sondierwiderstände von 10 - 15 Schlägen auf. Der Wechsel von den hohen zu den mittleren Sondierwiderständen entspricht in etwa dem Grundwasserstand in Bohrung 102. Erfahrungsgemäß werden bei gleicher Lagerungsdichte unter dem Grundwasser geringere Sondierwiderstände erreicht. Bei den relativ großen Unterschieden kann jedoch in den Deckschichten auch eine günstigere Kornabstufung vorliegen.

Sondierung 2 zeigt bis 14,4 m Tiefe relativ gleichmäßige Sondierwiderstände, die schichtweise zwischen 5 und 15 Schlägen wechseln, seltener bis 25 Schläge zunehmen. Diese Sondierung könnte man durchweg den fluviatilen Kiesen zuordnen, jedoch weist die etwa 55 m entfernt liegende Bohrung 101 bereits ab 4 m Tiefe bindige fluviatile Böden auf. Die relativ geringen Sondierwiderstände der bindigen fluviatilen Böden dürften auf die geringe Konsistenz zurückzuführen sein. Sie wurde bei den Proben der Bohrung 102 aus 15 m Tiefe als weich ermittelt, während sie steife Konsistenz erst bei den Proben aus 19 m Tiefe ergab. Gemäß diesem Ergebnis kann bei Sondierung 2 in der Schicht mit den höheren Sondierwiderständen ab etwa 14,4 m Tiefe eine steife Konsistenz des bindigen Anteils zugrunde gelegt werden. Die Sondierung 1 zeigt bis 7,8 m Tiefe ebenfalls mitteldicht gelagerte fluviatile Kiese, in denen das Grundwasser gemäß dem Bohrauf-

schluß 101 ab etwa 1,5 m Tiefe ansteht. Darunter folgen steife bindige fluviatile Böden mit Sondierwiderständen von 20 bis mehr als 25 Schlägen.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die mindestens mitteldicht gelagerten fluviatilen Kiese und die weichen bis steifen bindigen fluviatilen Böden bis in größere Tiefe sehr gut rammbar sind. Auch die Moränenböden weisen im allgemeinen bis in größere Tiefe mangels einer Vorbelastung nur eine mitteldichte Lagerung auf. Nur im Bereich des Rückens zwischen den Bohrungen 107 und 15 liegt bereits in geringer Tiefe eine dichte Lagerung der Kiese vor. Schichtweise dürfte der hohe Rammwiderstand auf eine Verkittung in größere Tiefe auch auf eine Verfestigung zum Nagelfluh zurückzuführen sein.

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 216

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (N
U2-Hohenzollernplatz Tram 12 od
Bus 33 od
jeweils bis Haltestelle Nor

STRASSENBAUAMT MÜNCHEN
POSTFACH 401826 • 80718 MÜNCHEN
BAYERISCHE STAATSBAUVERWALTUNG

Anlage 4
Blatt 1 bis 3

Ergebnisse der hydrogeologischen Untersuchungen und des Grundwassermodells

Wie sich aus den Bohrergebnissen der beiden Untersuchungsphasen ableiten läßt, liegt der Entlastungstunnel Starnberg fast auf seine gesamte Länge mehr oder weniger vollständig im Grundwasser. Im südlichen Bereich bis zum Erreichen des Schloßbergs steigt der Grundwasserspiegel nur etwa bis zur Firste oder knapp darüber an. Bei Austritt des Tunnels aus dem Schloßberg im Norden und bei der Unterquerung des Georgenbachs steigt das Grundwasser bis auf ca. 18 m über Tunnelsohle an. Bei den weiteren Überlegungen ist deshalb diesem Tunnelabschnitt besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Zum einen sind entsprechende Maßnahmen zu treffen, um den Tunnel unter den gegebenen Verhältnissen sicher und wirtschaftlich erstellen und die Funktionsfähigkeit auf Dauer garantieren zu können. Andererseits sind jedoch auch entsprechende wasserwirtschaftliche Maßnahmen zu planen, weil der das Tal des Georgenbachs kreuzende Tunnel den in Richtung Starnberger See fließenden Grundwasserstrom beeinträchtigt und damit Maßnahmen gegen eine nachteilige dauerhafte Veränderung des Grundwasserspiegels vorgesehen werden müssen.

Ein weiterer Tunnelabschnitt, bei dem die Fragen der Hydrogeologie besonders interessieren, liegt in Höhe der Bayerischen Landesanstalt für Fischzucht ca. 200 bis 300 m nördlich des Südportals. Die Teiche der Fischzucht werden zu einem großen Teil von Quellen gespeist, die am Fuß der nördlich des Tunnels verlaufenden Böschung austreten. Aufgrund der geologischen Erkundung ist davon auszugehen, daß der Grundwasserstrom in diesem Bereich von Süd nach Nord fließt. Durch den geplanten Tunnel wird dieser Grundwasserstrom weitgehend abgeschnitten, da der Tunnel gerade in diesem Abschnitt mit der Sohle in das unterlagernde dichte Tertiär eintaucht.

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 216

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (MVV)
U2-Hohenzollernplatz
Tram 12 oder 27
Bus 33 oder 53
jeweils bis Haltestelle Nordbad

STRASSENBAUAMT MÜNCHEN
POSTFACH 401826 • 80718 MÜNCHEN
BAYERISCHE STAATSBAUVERWALTUNG

In diesem Abschnitt müssen deshalb vorsorglich Maßnahmen getroffen werden, welche eine Beeinträchtigung der Quellen nördlich des Tunnels nach Menge und Qualität vermeiden. Um jegliche Störung während der Quellschüttung für die Fischzuchtanstalt während der Bauarbeiten auszuschließen, sind deshalb bereits vorab Überleitungsmaßnahmen erforderlich, deren Funktionsfähigkeit unabhängig vom gewählten Bauverfahren und vom Baufortschritt gewährleistet sein muß.

Wie die Ergebnisse der Untersuchungen mit Hilfe des Grundwassermodells ergeben haben, sind die Grundwasserverhältnisse im Gebiet der Starnberger Innenstadt sehr komplex. Durch den Tunnel wird ein vorhandener Grundwasserstrom teilweise abgesperrt, was zum einen oberstromig zu einem Grundwasseraufstau führt und zum anderen im Bereich des Tunnels die Strömungsgeschwindigkeiten des Grundwassers wesentlich erhöht. Eines der wesentlichen Ergebnisse der Untersuchungen ist der Nachweis, daß in der Umgebung des Tunnels Strömungsgeschwindigkeiten von 20 m pro Tag und mehr auftreten. Damit wird klar, daß der Einsatz einer Vereisung bei den weiteren Planungen nicht mehr verfolgt werden muß, weil eine Vereisung bei derartigen Strömungsgeschwindigkeiten, die lokal zwar auch kleiner, jedoch auch wesentlich größer sein können als der im Modell gefundene mittlere Wert, nicht möglich ist.

Die Unsicherheiten, daß in einem solchen Fall Lücken in einem durch Vereisung hergestellten Hilfsgewölbe verbleiben, ist im Hinblick auf Bauzeit und Baukosten, insbesondere jedoch auch im Hinblick auf die Sicherheit der im Tunnel beschäftigten Mannschaften zu groß. Solche Vereisungslücken, die erst während des Vortriebs erkannt werden, erfordern eine Stilllegung des Vortriebs und aufwendige zusätzliche Injektionsmaßnahmen unter Umständen an Stellen, die aufgrund der Bebauung oder Grundstückssituation nur schwer oder nicht zugänglich sind. Zum anderen können beim Einsatz von Druckluft solche Lük-

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 216

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (MVV)
U2-Hohenzollernplatz
Tram 12 oder 27
Bus 33 oder 53
jeweils bis Haltestelle Nordbad

ken im Hilfsgewölbe bei den vorgesehenen Drücken und Überlagerungen zu Ausbläsern und damit zu einem rapiden Druckverlust im Tunnel führen. Solche Ereignisse müssen jedoch sicher und zuverlässig ausgeschlossen werden können.

Wie sich bei den Berechnungen mit dem Grundwassermodell ebenfalls gezeigt hat, entsteht oberstromig des Tunnels ein Grundwasseraufstau, der aufgrund der zum Teil geringen Abstände zwischen Geländeoberfläche und Grundwasserspiegel nicht hingenommen werden kann. Aus diesem Grund ist im Bereich der Innenstadt nach den Ergebnissen des Grundwassermodells eine Überleitung zu planen, welche die gestellten Anforderungen erfüllt. Insbesondere ist auch hier anzustreben, daß bereits vor Beginn der Tunnelbaumaßnahme die volle Funktionsfähigkeit der Grundwasserüberleitung gewährleistet ist, damit nicht erst während des Baus bei Auftreten eines unerwarteten Aufstaus kurzfristig zeitraubende und damit teure Zusatzmaßnahmen ergriffen werden müssen. Darüber hinaus sind auch die Aspekte der langfristigen Gebrauchsfähigkeit und der Funktionsfähigkeit bei schwankendem Grundwasserzustrom zu berücksichtigen.

STRASSENBAUAMT MÜNCHEN
POSTFACH 401826 • 80718 MÜNCHEN
BAYERISCHE STAATSBAUVERWALTUNG

Anlage 5

Blatt 1 bis 5

Entwässerungssystem Tunnel Starnberg

Entwässerungskonzept

Die Gradiente des Tunnels ist wannenförmig, wobei der Tiefpunkt etwa auf ¾ der Länge des Tunnels liegt. Die Längsneigung der Gradiente beträgt auf beiden Seiten der Wanne 3,5 %.

Am Tiefpunkt ist ein seitlich abzweigender Stollen mit Betriebskaverne und Notausstieg geplant. In der Betriebskaverne wird ein Regenrückhaltebecken mit Sandfang, Ölabscheider und einem Pumpensumpf untergebracht. Das Pumpwasser wird über den Notausstiegsschacht in das städtische Kanalnetz gefördert.

Die Tunnelentwässerung muß folgende Flüssigkeiten fassen und zum Tiefpunkt leiten:

1. Regenwasser aus den Rampenbereichen
2. Löschwasser im Brandfall
3. Flüssigkeiten eines verunfallten Tanklastzuges (Leichtflüssigkeiten)
4. Waschwasser bei einer Reinigung des Tunnels
5. Sickerwasser, das von der Fahrbahn durchsickert.

Der Tunnel liegt über weite Strecken unterhalb des Grundwasserspiegels; er soll diesen aber nicht verändern. Deshalb ist eine wasserundurchlässige Röhre vorgesehen, so daß im Tunnel kein Bergwasser gefaßt und abgeleitet werden braucht.

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 216

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (MVV)
U2-Hohenzollernplatz
Tram 12 oder 27
Bus 33 oder 53
jeweils bis Haltestelle Nordbad

Die vorgenannten Abwässer sollen über zwei getrennte Entwässerungssysteme abgeleitet werden, nämlich der Fahrbahnentwässerung und der Sohlentwässerung. Die Fahrbahnentwässerung besteht aus einer Schlitzrinne und einer Sammelleitung mit den erforderlichen Schächten und führt die oben angegebene Flüssigkeit von Punkt 1 - 4 ab.

Für das Sickerwasser Punkt 5 wird in der Sohlgewölbeauffüllung eine Drainage verlegt, die den Tiefpunkt des Querschnitts entwässert, so daß eventuell auch Wasser aus Undichtigkeiten der Fahrbahnentwässerung (Schlitzrinne, Schächte, Sammelleitung) abfließen kann.

Fahrbahnentwässerung

Die Querneigung der Fahrbahn wechselt bei km 0 + 200 und bei km 1 + 317 m. Die Schlitzrinne liegt immer am tiefer gelegenen Fahrbahnrand und muß demzufolge im Tunnel zweimal die Fahrbahnseite wechseln. Im Bereich der Querneigungswechsel ist die ca.
Schlitzrinne auf 25 m Länge auf beiden Seiten der Fahrbahn angeordnet, damit eine durchgängige Entwässerung gewährleistet wird.

Alle 50 m werden Schächte eingebaut, von denen jeder zweite als Ablaufschacht mit Tauchwand vorgesehen ist. Die Schächte werden mit ausschleudersicheren Einlaufrosten versehen.

Von den Ablaufschächten der Schlitzrinne wird das Wasser über Querleitungen in die Schächte der Sammelleitung geführt, von wo aus es dann bis zum Tiefpunkt fließt.

Die Sammelleitung beginnt jeweils von der Rampeneinfahrt her gesehen 100 m nach dem Anfang der Schlitzrinne, wo die erste Querleitung und der zugehörige Schacht liegen.

STRASSENBAUAMT MÜNCHEN
POSTFACH 401826 • 80718 MÜNCHEN
BAYERISCHE STAATSBAUVERWALTUNG

An der südlichen Rampe liegt die Schlitzrinne auf eine Länge von ca. 65 m auf der Ostseite der Fahrbahn und kann aufgrund der günstigen Höhenverhältnisse den städtischen Entwässerungskanal im natürlichen Gefälle als Vorfluter nutzen.

Der Beginn der nördlichen Rampe liegt an einem lokalen Geländetiefpunkt, an dem die städtischen Entwässerungskanäle zusammenlaufen und das Abwasser über eine Pumpstation in einen höher gelegenen Kanal DN 800 gefördert wird.

Da die Höhenlage der Kanäle eine Entwässerung der Rampe über das städtische Entwässerungssystem im freien Gefälle nur in sehr geringem Maß zuläßt, wird von dieser Möglichkeit kein Gebrauch gemacht. Statt dessen wird die gesamte Rampe über den Tunnel entwässert.

Für die Bemessung der Schlitzrinne ist die zulaufende Wassermenge der offenen Bereiche maßgebend. Die maximal vom Regenwasser zu entwässernde Fläche ergibt sich bei 9,50 m Breite und 135 m Rampenlänge beim Südportal zu 1283 m^2. Beim Nordportal ergibt sich bei einer Rampenlänge von 102 m eine Fläche von 969 m^2.

Zur Berechnung der Regenspende wird gemäß RAS-Ew*) für Trogstrecken bei steilem Gefälle ein 5 min. Regen bei 10-jähriger Häufigkeit angesetzt. Daraus ergibt sich bei 135 m Rampe eine Regenspende von 66 l/s und entsprechend für 102 m Rampenlänge 50 l/s. Als Schlitzrinne wird ein Typ 20/30 gewählt, der bei 3,5 % Gefälle einen Maximalabfluß von 160 l/s bei einer Fließgeschwindigkeit von 2,8 m/s hat.

Da im Tunnel praktisch keine größeren Wassermengen auftreten, lediglich Löschwasser mit 20 l/s oder Auslaufen eines Tanklastzuges maßgebend für die Bemessung ist, wird

*) Richtlinie für Anlage von Straßen-Entwässerung

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 216

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (MVV)
U2-Hohenzollernplatz
Tram 12 oder 27
Bus 33 oder 53
jeweils bis Haltestelle Nordbad

An der südlichen Rampe liegt die Schlitzrinne auf eine Länge von ca. 65 m auf der Ostseite der Fahrbahn und kann aufgrund der günstigen Höhenverhältnisse den städtischen Entwässerungskanal im natürlichen Gefälle als Vorfluter nutzen.

Der Beginn der nördlichen Rampe liegt an einem lokalen Geländetiefpunkt, an dem die städtischen Entwässerungskanäle zusammenlaufen und das Abwasser über eine Pumpstation in einen höher gelegenen Kanal DN 800 gefördert wird.

Da die Höhenlage der Kanäle eine Entwässerung der Rampe über das städtische Entwässerungssystem im freien Gefälle nur in sehr geringem Maß zuläßt, wird von dieser Möglichkeit kein Gebrauch gemacht. Statt dessen wird die gesamte Rampe über den Tunnel entwässert.

Für die offenen Rampenbereiche wird zur Berechnung der Regenspende gemäß RAS-Ew*) für Trogstrecken bei steilem Gefälle ein 5 min. Regen bei 10-jähriger Häufigkeit angesetzt. Die Fahrbahnentwässerung wird entsprechend dimensionierd.

Im Tunnel treten praktisch keine größeren Wassermengen auf. Lediglich Löschwasser oder das Auslaufen eines Tanklastzuges sind maßgebend für die Bemessung. Für das Ableiten der Fahrbahnwässer im Tunnel wird eine Schlitzrinne eingebaut. Dimensionierung und Abschottungen der Schlitzrinne, sowie die Ausbildung der Anschlüsse an die Hauptentwässerungsleitung erfolgt nach den Vorgaben der RABT.

*) Richtlinie für Anlage von Straßen-Entwässerung

hier eine Schlitzrinne mit geringerem Abflußvermögen vorgesehen. Im Tunnel genügt ein Typ 20 mit einem Maximalabfluß von 75 l/s bei einer Fließgeschwindigkeit von 2,3 m/s.

Die Sammelleitung hat alle aus der Fahrbahnentwässerung kommenden Flüssigkeiten abzuleiten und zwar im ungünstigen Fall alle gleichzeitig, weshalb sie für eine Abflußmenge > 200 l/s zu bemessen ist.

Ein Betonrohr DN 400 mit 395 l/s Abflußvermögen bei einer Fließgeschwindigkeit 3,1 m/s garantiert einen ungehinderten Abfluß auch im Bereich des Tiefpunktes, wo aufgrund der Wannenausrundung das Gefälle abnimmt.

Sohlentwässerung

Das Sohlgewölbe wird auf seiner Oberkante geradlinig mit Quergefälle zur Drainageleitung, die neben der Sammelleitung liegen soll, hergestellt. Das hat den Vorteil, daß die beiden dicht nebeneinanderliegenden Leitungen durch einen gemeinsamen Schacht laufen können, von dem aus sie zugänglich sind. Die Schächte, die alle 100 m angeordnet sind, erhalten eine verschraubbare Abdeckung, welche genau in Fahrspurmitte liegt.

Entwässerungstiefpunkt

Am Entwässerungstiefpunkt erfolgt die Ableitung aller anfallenden Wässer. Diese werden über einen Stollen, dem Regenrückhaltebecken mit Ölabscheider und Pumpensumpf zugeführt und dann über den Notausstiegsschacht in das städtische Entwässerungsnetz eingeleitet. Das Rückhaltebecken wird für einen 15-minütigen Normalregen dimensioniert. ~~Bei einer Pumpenleistung von 18 Kw, d. h. einer Fördermenge von ca. 40 l/s ergibt sich ein erforderliches Speichervolumen von 72 m³. Daraus ergibt sich eine Beckengröße von 6,5 m Breite und 10,5 m Länge bei 1,1 m hohem Wasserstand.~~

Es ist eine maximale Einleitung von 40 l/s in das städtische Entwässerungsnetz vorgesehen.

Die Rückhalteeinrichtung wird unter Beachtung der Forderungen der RABT konzipiert.

Die Zuleitung zum Rückhaltebecken erfolgt über ein mit Gefälle verlegtes Rohr DN 500, welches über drei Schächte an die sechs Leitungen im Tunnel angeschlossen wird.

Lösch- und Notrufeinrichtungen

Je Seite sind alle 150 m ein Hydrant mit Notrufeinrichtung vorgesehen, die auf den beiden Seiten versetzt angeordnet werden, so daß der maximale Abstand 75 m beträgt. Die Leitung für das Löschwasser wird in der Sohlauffüllung verlegt und ist vom Südportal zum Tiefpunkt auf der südöstlichen und vom Tiefpunkt zum Nordportal auf der nordwestlichen Seite angeordnet. Für Hydranten, die nicht auf der Seite der Löschwasserleitung liegen, müssen Stichleitungen verlegt werden.

Der Tunnel wird mit einer Löschwasserleitung ausgerüstet.
Löschwasserentnahmestellen werden im Tunnel und an den Portalen vorgesehen.
Die Dimensionierung, Ausbildung und Anordnung der Löscheinrichtungen erfolgt nach RABT.

Das Löschwassersystem kann am Südportal, Notausstieg und Nordportal eingespeist werden. Für das Regenrückhaltebecken und den Pumpensumpf wird eine Spüleinrichtung angeordnet, die von der Einspeisung durch den Notausstiegsschacht versorgt wird. Um ein Einfrieren der Leitungen im Bereich der Hydranten sowie im Rechteckquerschnitt, wo aufgrund nicht genügender Überdeckung Frostgefahr besteht, zu verhindern, wird eine Rohrbegleitheizung vorgesehen.

~~Im Bereich des Tunnels liegt die Leitung mehr als 80 cm unterhalb der Fahrbahn und ist deshalb nicht frostgefährdet.~~

STRASSENBAUAMT MÜNCHEN
POSTFACH 401826 • 80718 MÜNCHEN
BAYERISCHE STAATSBAUVERWALTUNG

Anlage 6

entfällt!

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 Toxität 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-

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 216

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (MVV)
U2-Hohenzollernplatz
Tram 12 oder 27
Bus 33 oder 53
jeweils bis Haltestelle Nordbad

STRASSENBAUAMT MÜNCHEN
POSTFACH 401826 • 80718 MÜNCHEN
BAYERISCHE STAATSBAUVERWALTUNG

Anlage 6

entfällt!

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 Toxität 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-

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München
Fernsprecher
089 / 30 797 - 0
Telefax
089 / 30 797 - 218
Elektronische Adresse
poststelle@stbam.bayern.de
Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (MVV)
U2 Hohenzollernplatz Tram 12 oder 27
Bus 33 oder 53
jeweils bis Haltestelle Nordfriedhof

Wert von 0,005 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 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 Grenzewerte

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 $\mu g NO_2/m^3$ Jahresmittelgrenzwert nach TA-Luft

200 $\mu g NO_2/m^3$ 98-Perzentil:
98 %-Wert der Summenhäufigkeit aller während eines Jahres gemessenen 1h-Mittelwerte der NO_2-Konzentration

Der 98-Perzentilwert von 200 $\mu g NO_2/m^3$ gilt auch gemäß der Ende 1993 in Kraft gesetzten 22. BImSchV.

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 $\mu g/m^3$ als 98 %-Wert aller 1h-Werte

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

2. Ruß

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

3. Benzol

Ab 01. Juli 1998: 10 $\mu g/m^3$ 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 $\mu g\ NO_2/m^3$
- 98-%-Wert der Summenhäufigkeit = 135 $\mu g\ NO_2/m^3$

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 Meteostatistik 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.

Immissionsmessungen[1)] und Berechnungen[2)] 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

kann dem 98-%-NO_2-Grenzwert von 200 µg/m³ ein 50 % Grenzwert von 80 µg NO_2/m³ zugeordnet werden. Diese Relation findet sich in der TA-Luft zwischen dem IW1- und IW2-Grenzwert sowie auch zwischen den EWG-NO_2-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.

	Leitkomponente		
Beurteilungskriterien	NO_2 (µg/m³)	Benzol (µg/m³)	Dieselpartikel (µg/m³)
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.

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 216

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (MVV)
U2-Hohenzollernplatz
Tram 12 oder 27
Bus 33 oder 53
jeweils bis Haltestelle Nordbad

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 NO_2 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 generiller NO_x-Grundpegel, der am tiefsten ist im freien Gelände, anwächst gegen den Randbereich einer Agglomeration und im Kern der Siedlung bzw. Stadt seinen Höchstwert e

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

NO_2-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 $\mu g/m^3 NO_2$ als Jahresmittelwert und 70 $\mu g/m^3 NO_2$ als 95-%-Wert (95-Perzentil). Messungen des gleichen Amtes Ende der 80-iger -Jahre an verschiedenen Punkten in München lieferten JMW um 60 $\mu g/m^3 NO_2$ und 95-%-Werte um 140 $\mu g/m^3 NO_2$.

Übertragen auf Starnberg, konnten dort im Jahr 1989 NO_2-Grundpegelwerte um 50 $\mu g/m^3$ als JMW und 100 $\mu g/m^3 NO_2$ als 95-%-Werte erwartet werden.

Die verschiedenartigen gesetzlichen Emissionsbeschränkungen lassen bis ins Jahr 2010 folgende Emissionsverminderungen 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.

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 NO_2-Jahresmittel- und 98-Perzentil-Grundpegel lauten:

NO_2-Jahresmittelwert	28 $\mu g/m^3$
NO_2-98-Perzentil	70 $\mu g/m^3$

Tabelle 1.1

Benzol- und Dieselruß-Vorbelastung im Jahr 2010

In Anlehnung an die MLuS-92[6] und Messungen in ähnlichen Situatuinen können für das Jahr 2010 Vorbelastungen gemäß Tabelle 1.2 angenommen werden.

Benzol C_6H_6-Jahresmittelwert	5 $\mu g/m^3$
Dieselruß-Jahresmittelwert	4 $\mu g/m^3$

Tabelle 1.2

1.4 Oxidation von NO zu NO_2

Die Oxidation des von den Fahrzeugen emittierten Stickstoffmonoxids NO zu Stickstoffdioxid NO_2 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.

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 Umweltschutz[7].

Portalabluft

Großversuche[8] 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 NO_2 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 Luftfreistrahl, d. h. die Ausbreitung ist abhängig von der Austrittsgeschwindigkeit und der

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

Strahlturbulenz 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 Längsverschleppung 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. Schattanek, Parsons Brinckerhoff Quade & Douglas, USA (BHRG-Symposium 1994 Liverpool).

In Berücksichtigung der mäßigen Fahrgeschwindigkeiten bei den Tunnelausfahrten wird die Quellänge 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.

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 Umwltschutz 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.

1.7.3 Nordportal

Stickstoffdioxid NO_2 Jahresmittelwerte (Grundpegel 28 $\mu g NO_2/m^3$

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

Influß 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 $\mu g/m^3 NO_2$ erreicht, also 1 $\mu g/m^3$ 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 $\mu g/m^3$, also um 2 – 3 $\mu g/m^3$ über dem Grundpegel.

- 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 $\mu g/m^3$, also 4 $\mu g/m^3$ mehr als im Fall ohne Portalabluft. In einem weiteren Umkreis liegen die JMW Werte um 1 $\mu g/m^3$ 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 $\mu g/m^3 NO_2$ JMW.

Stickstoffdioxid NO_2 98 % Werte (Grundpegel 70 $\mu g NO_2/m^3$)

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

Hausanschrift
Winzererstraße 43
80797 München

Fernsprecher
089 / 30 797 - 0

Telefax
089 / 30 797 - 216

Elektronische Adresse
poststelle@sbam.bayern.de

Zu erreichen mit ÖPNV - Anbindung (N
U2-Hohenzollernplatz Tram 12 od
Bus 33 od
jeweils bis Haltestelle Nor

Werte, wenn die halbe Tunnelluftmenge ständig aus dem Nordportal abströmt: In m Umkreis mit 100 m Durchmesser NO-seitig zum Portal finden sich 98 % Werte um µg/ m^3, d. h. 16 µg/m^3 Zusatzbelastung zum Grundpegel. Im weiteren Umfeld um das rtal liegen die 98 % Werte um 3 – 6 µg/m^3 über dem Grundpegel. Gegenüber dem Fall ne Tunnellabluft erhöhen sich damit im Nahbereich zum Portal die 98 % Immissionserte um 8 µg/m^3 und im weiteren Umkreis um 1 – 2 µg/m^3.

Immissionswerte für den hypothetischen Fall, daß sämtliche Tunnelluft ständig aus dem Nordportal austritt: In Portalnähe stellen sich Spitzenwerte bis 100 µg/m^3 NO_2 ein, im weiteren Umfeld liegen sie bei 80 – 85 µg/m^3.

Benzol- und Ruß-Jahresmittelwerte (Grundpegel: Benzol/ 5 µg/m^3, Ruß 4 µg/m^3)

Zusatzbelastungen von 0,6 – 0,8 µg/m^3 bei Ruß und 0,3 – 0,4 µg/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 µg/m^3 Ruß bzw. 0,5 µg/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.

Südportal

nalogerweise wie am Nordportal wurden die Immissionen um das Südportal für Stickffdioxid und Benzol, Dieselruß ermittelt.

ie Größen der Bereiche mit einigen $\mu g/m^3 NO_2$ 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 $\mu g/m^3$, Benzol-JMW: 10 $\mu g/m^3$, Rußpartikel-JMW: 8 $\mu g/m^3$.

Anzustreben ist im Laufe der Zeit das Einhalten von Leitwerten:
NO_2 98-%-Wert: 135 $\mu g/m^3$, NO_2-JMW: 50 $\mu g/m^3$.

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

98-%-Wert: 70 $\mu g/m^3$ und NO_2-JMW: 28 $\mu g/m^3$

zol-JMW: 5 $\mu g/m^3$

ßpartikel-JMW: 4 $\mu g/m^3$.

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

1.8.2 Nordportal

NO_2 98-%-Wert

Nordöstlich zum Portal stellen sich in einem Umkreis von 100 m bei einer Halbquerlüftung ohne Tunnelluftkamin 98 %-Werte ein bis 86 $\mu g/m^3$. Der Leitwert gemäß dem Bundesimmissionschutzgesetz (EG-Rat) beträgt 135 $\mu g/m^3$. Bedenkt man ferner, daß ohne Portalabluft an der gleichen Stelle bis 77 $\mu g/m^3$ NO_2 auftreten, so ist der Tunnellufteinfluß verhältnismäßig gering und vor allem weit vom Leitwert und noch mehr vom Prüfwert entfernt.

NO_2-Jahresmittelwert

Bis 100 m ostwärts zum Portal und 50 m süd- und nordseitig zur Münchner Straße werden im Jahresmittelwert 36 $\mu g/m^3$ überschritten. Ohne Portalabluft werden dort 33 $\mu g/m^3$ erreicht, der Leitwert beträgt 50 $\mu g/m^3$. Auch bei dieser Beurteilung ist der Tunnellufteinfluß gering und der Abstand zum Leitwert noch groß.

nzol, Rußpartikel

e Zusatzimmission in der Portalumgebung beträgt innerhalb eines Abstandes von 50 m eidseitig zur Münchner Straße 1 $\mu g/m^3$ Ruß bzw. 0,5 $\mu g/m^3$ Benzol. Ausgehend von einer orbelastung von 4 $\mu g/m^3$ bei Ruß und 5 $\mu g/m^3$ bei Benzol und den Prüfwerten 8 $\mu g/m^3$ ür Ruß und 10 $\mu g/m^3$ 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 Starnbergtunnels 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.

s 1989 verwendete Ausbreitungsmodell ist inzwischen verfeinert und durch Versuche stätigt 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.

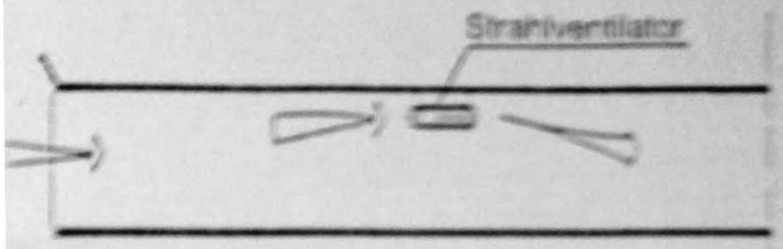
Ein eventuelles Vorziehen der für 2010 geplanten Tunneleröffnung ins Jahr 2005 hätte unwesentlich höhere Immissionen zur Folge, ohne Konsequenzen für die Tunnellüftung. Die Gefahr, daß die maßgebenden Leit- bzw. Prüfwerte durch Zusatzbelastungen aus der Tunnelluft erreicht oder gar überschritten würden,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

STRASSENBAUAMT MÜNCHEN
POSTFACH [illegible] - [illegible] MÜNCHEN
BAYERISCHE STAATSBAUVERWALTUNG

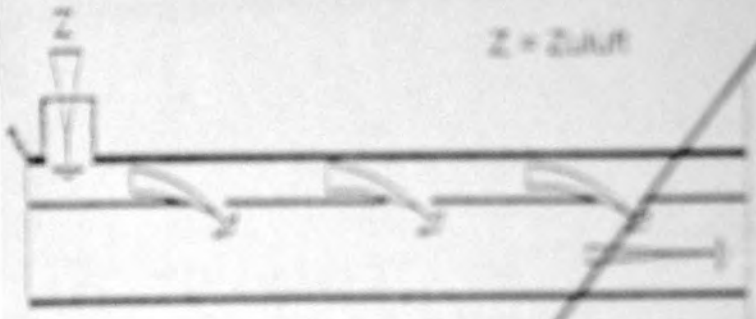
Anlage 7

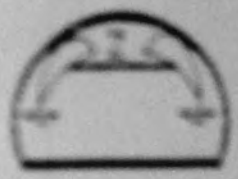
Grundvarianten der Lüftungssysteme

Längslüftung

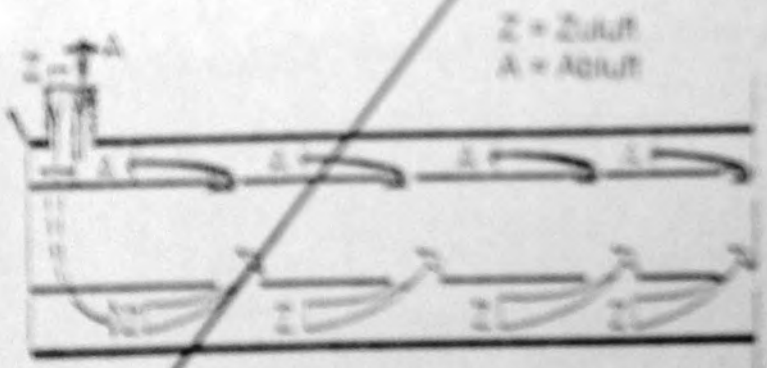


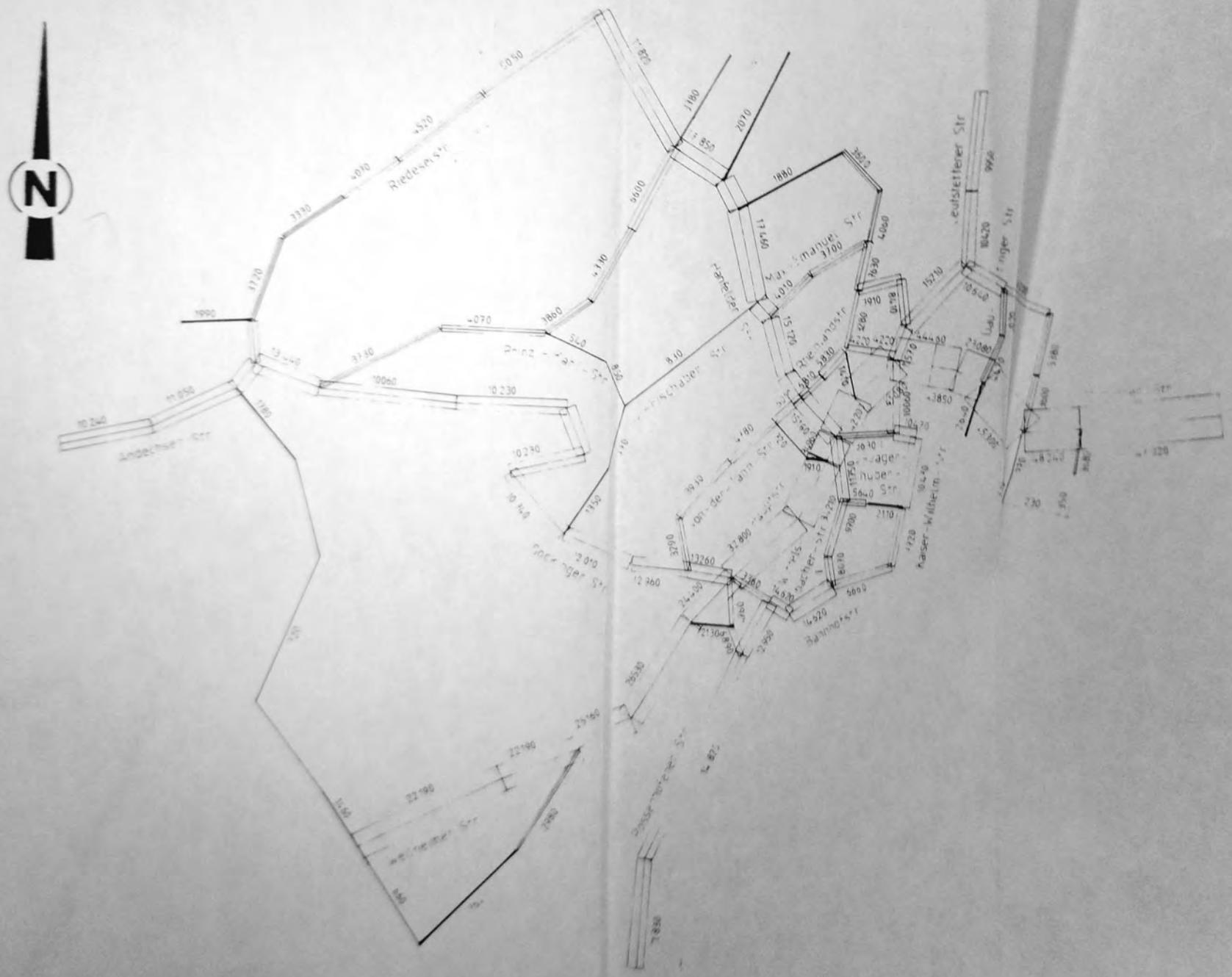
Halbquerlüftung : Vorgeschlagene Lösung



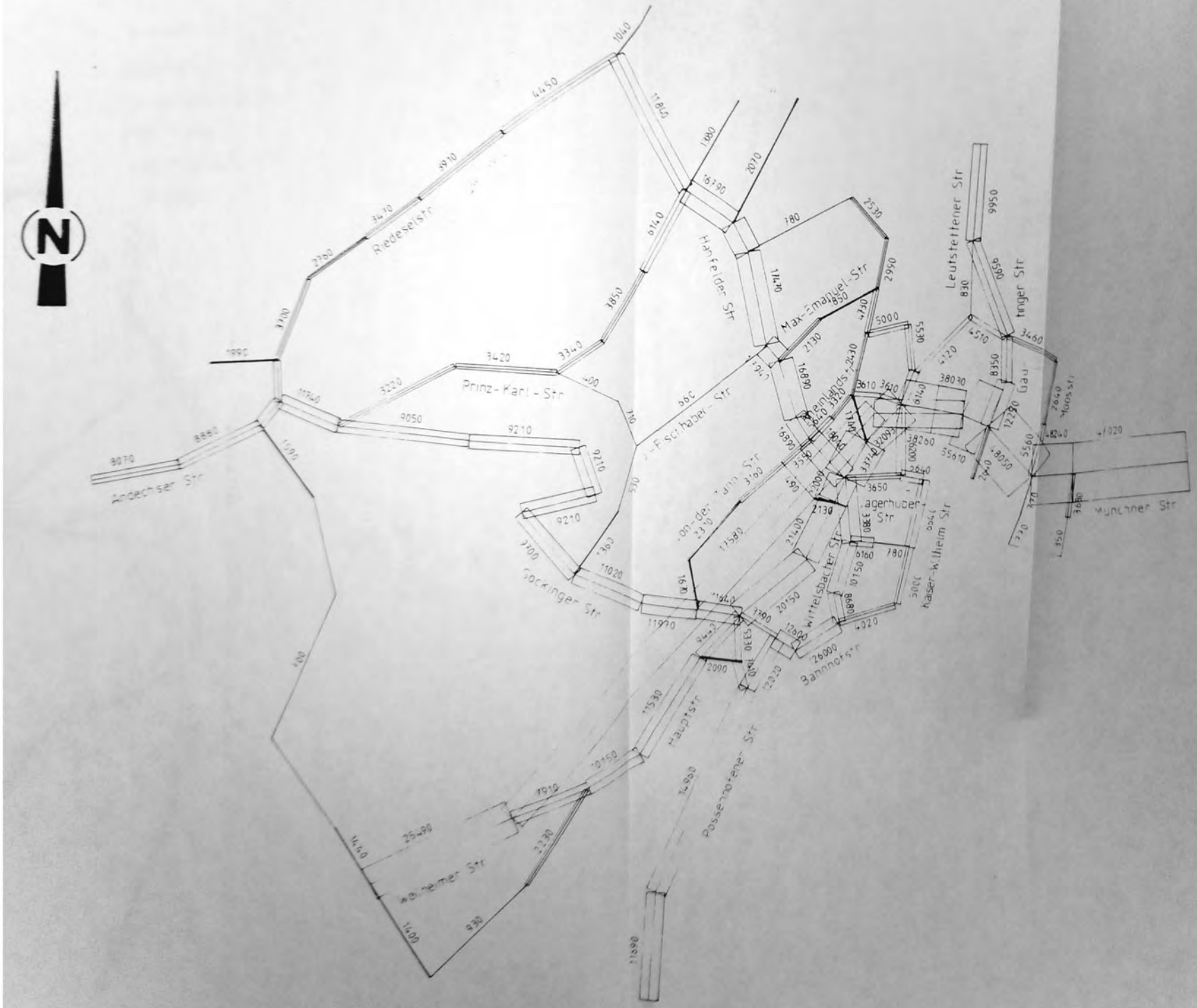


Querlüftung





Prognose - Nullfall 2010, Gesamtverkehr in Kfz/24 Std.



Tunnel Starnberg, Gesamtverkehr 2010 in Kfz/24 Std