

Neubau der B1/ A40 in Dortmund in Tunnellage – Planung unter Berücksichtigung der Neufassung der RABT

Ltd. städt. Baudirektor Hubert Keune, Tiefbauamt Stadt Dortmund/D

Dr. sc. techn. Ingo Rieß, HBI Haerter AG, Zürich/CH

Dipl.-Ing. Hans Mämpel, Ingenieurbüro Maidl+Maidl, Bochum/D

Kurzfassung

Die Bundesstraße B1 in der Ortsdurchfahrt Dortmund zwischen den Autobahnen A 40 und A 44 ist wesentlicher Bestandteil der das Ruhrgebiet durchquerenden überregionalen Ost-West-Straßenverbindung. Mit ca. 100 000 Kfz pro Tag übersteigt die Verkehrsbelastung der heute niveaugleichen Straße mit signalgeregelten Kreuzungen und zahlreichen Einmündungen und Grundstückszufahrten regelmäßig die Grenzen der Leistungsfähigkeit. Mehrstündige Stauerscheinungen am Tag, hohe Unfallzahlen und große Umweltbelastungen sind die Folge. Zur Sicherstellung der Verkehrsbedeutung ist eine Untertunnelung als Autobahn A 40 geplant.

Der auch während der Bauzeit aufrechtzuerhaltende Straßen- und Stadtbahnverkehr, die benachbarte Bebauung sowie der Erhalt des Alleecharakters der B1 machen die Herstellung der Tunnelbauten weitestgehend in bergmännischer Bauweise erforderlich. Eine Besonderheit stellt die Ausführung der unterirdischen Anschlussstelle dar.

Große Bedeutung haben bei der Planung des ca. 1,8 km langen Tunnels die sicherheitstechnische Ausstattung, die Auswahl der Lüftungssysteme unter Beachtung der nahen Bebauung und die erhöhten Anforderungen für die Sicherheit im Brandfall auf der Grundlage der Neufassung der RABT.

1 Verkehrliche Randbedingungen

Die Bundesstraße 1 in der ca. 7 km langen Ortsdurchfahrt Dortmund ist Bindeglied zwischen den Autobahnen A 40 im Westen und A 44 im Osten und damit wichtiger Bestandteil des überregionalen Verkehrsstraßensystems des östlichen Ruhrgebietes (Bild 1).

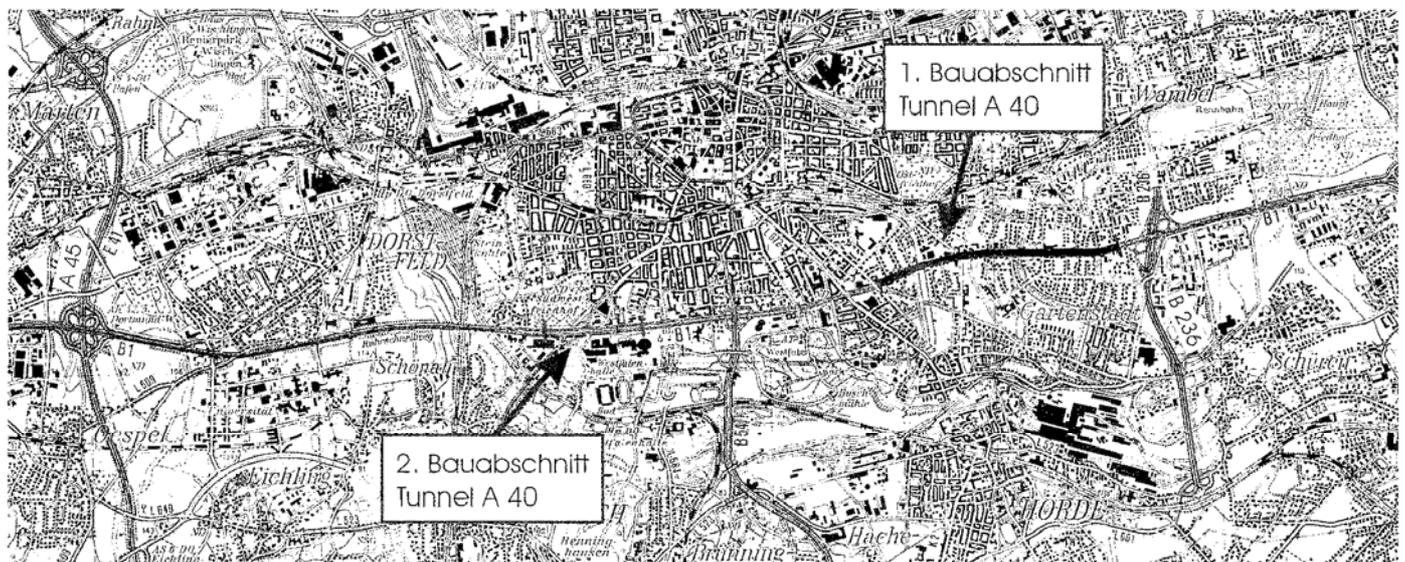


Bild 1: Lage im Verkehrsnetz

The B1/A40 in Dortmund relocated in a Tunnel – Planning taking the new Version of the RABT into Consideration

Abstract

The B1 federal highway that passes through Dortmund between the A40 and A44 motorways is an essential element of the supra-regional east/west road link that crosses the Ruhr District. With around 100,000 vehicles per day the traffic density is too high for the present ground level road with signal-controlled intersections and a large number of junctions and entrances to private and commercial property to cope with – so that its limits are exceeded on a regular basis. Daily jams lasting hours on end, high accident rates and major environmental encumbrances are the outcome. As a result, it is planned to create a tunnel beneath the A40 motorway to relief this bottleneck.

As the road and urban railway traffic, neighbouring built-up areas as well as the B1's boulevard character have all to be maintained during the construction period, it was necessary to produce the tunnel structures as far as possible by mining means. A special feature here is how the underground junction is executed.

During the designing of the approx. 1.8 km long tunnel great attention has been paid to its safety technical equipment, the choice of ventilation systems taking the neighbouring built-up areas into account and the increased demands on safety in the event of fire on the basis of the new version of the RABT regulations.

Im Bereich der unterirdischen Anschlussstelle wird der 2-streifige Regelquerschnitt des Streckentunnels auf je 150 m Länge um eine Verzögerungs- bzw. Beschleunigungsspur erweitert. Die Längsneigung in den Einfahr- und Ausfahrampen beträgt 4,5 % bis 6,1 %. Die maximale Überdeckung über der Tunnelfirste beträgt ca. 13 m. Die Trassierung im Lageplan folgt der Linienführung der B1-Fahrbahnen an der Oberfläche.

Bergmännische Bauweise

Der Tunnel wird nach den Prinzipien der Spritzbetonbauweise zweischalig mit einer temporären Spritzbetonaußenschale und einer dauerhaften Stahlbetoninnenschale hergestellt.

Der Vortrieb des Tunnels erfolgt überwiegend im Mergel, wobei die Sohle weitestgehend im gesteinsfesten Mergel liegt. Im Firstbereich steht über weite Strecken verwitterter Mergel an.

Der in Dortmund anstehende Mergel bietet nach den Erfahrungen aus dem Stadtbahnbau günstige Bedingungen für die bergmännische Bauweise.

Auf Grund der Querschnittsgröße wird grundsätzlich eine Unterteilung in Teilquerschnitte für die Auffahrung zu Grunde gelegt. In Abhängigkeit von den jeweils anstehenden Baugrundverhältnissen ist ein Kalottenvortrieb mit nachgezogenem Strossen-/Sohlvortrieb oder der Vortrieb eines Teilquerschnittes mit temporärer Innenulme vorgesehen.

Die Abwicklung der gesamten bergmännischen Tunnelabschnitte soll über die nördlichen und südlichen Rampentunnel der Anschlussstelle Semerteichstraße erfolgen.

Bauverfahren unterirdische Anschlussstelle

Im Bereich der unterirdischen Anschlussstelle muss der zweistreifige Regelquerschnitt zusätzlich um eine Verzögerungs- bzw. Beschleunigungsspur erweitert werden. Der zusätzliche Fahrstreifen wird unter Einbeziehung des durchgehenden 1,50 m breiten Standstreifens ausgebildet. Dadurch muss der Aufweitungsquerschnitt im Bereich der Anschlussstelle gegenüber dem Regelquerschnitt um 1,75 m verbreitert werden. Eine zusätzliche Querschnittsaufweitung ergibt sich im Bereich der Treninsel zwischen der Rampenfahrbahn und den Hauptfahrbahnen. Hier entstehen lichte Ausbruchbreiten von bis zu 23 m. Hergestellt wird der Tunnel in diesem Bereich durch eine Dreiteilung des Gesamtquerschnittes, vor Auffahrung des mittleren Querschnittsteils werden Teilinnenschalen in die vorab aufgefahrenen äußeren Teilquerschnitte eingebaut.

Offene Bauweise

Die Rampenbauwerke im Westen und Osten werden in offener Bauweise als Rechteckrahmen bzw. Trogquerschnitte ausgebildet. Zur Sicherung der Baugruben ist in der Regel ein konventioneller Bohrträgerverbau mit Rückverankerung vorgesehen. Im westlichen Rampenbereich, neben dem vorhandenen Stadtbahntunnel und im Bereich der geplanten Deckelbauweise am Ostportal, werden Bohrpfehlwände ausgebildet, die Bestandteil des endgültigen Tunnelbauwerkes sind.

Bauzeitliche Verkehrsführung

Auf Grund der verkehrlichen Bedeutung muss auch während der Bauzeit im Baustellenbereich eine ausreichende Leistungsfähigkeit der B1 sichergestellt werden.

Der Hauptabschnitt des Tunnels wird in bergmännischer Bauweise hergestellt. Andienung und Abwicklung der bergmännischen Vortriebe erfolgen über die Rampentunnel der AS Semerteichstraße, sodass der Straßenverkehr und die Stadtbahn in diesem Bauabschnitt durch den Baubetrieb nicht beeinträchtigt werden.

Bauzeitliche Einschränkungen für den Individualverkehr und die Stadtbahn ergeben sich in den Tunnelabschnitten in offener Bauweise in den Portalbereichen West und Ost.

Der Verkehr muss hier über provisorische Fahrbahnen bzw. die spätere Ortsfahrbahn mindestens zweispurig an den Baugruben vorbeigeführt werden.

3 Betriebstechnische Ausstattung

Allgemeine Einrichtungen

Die Gewährleistung der Sicherheit der Verkehrsteilnehmer hat wesentlichen Einfluss auf die Entwurfskonzeption des Tunnels. Die erforderlichen Maßnahmen sind in den Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT) enthalten, die in der aktuellen Ausgabe 2003 vorliegen. Die Neuausgabe beinhaltet erhöhte Anforderungen an die Sicherheit im Brandfall, insbesondere neue Regelungen zu Fluchtwegen und Belüftung.

Unter Berücksichtigung der Tunnellänge von bis zu 1960 m und der prognostizierten Verkehrsbelastung von 70 000 Kfz/Tag mit hohem Schwerlastverkehrsanteil sowie der starken Zu- bzw. Abflüsse an den Anschlussstellen wurden unter Beachtung der RABT die betriebstechnischen und verkehrstechnischen Ausstattungen gewählt.

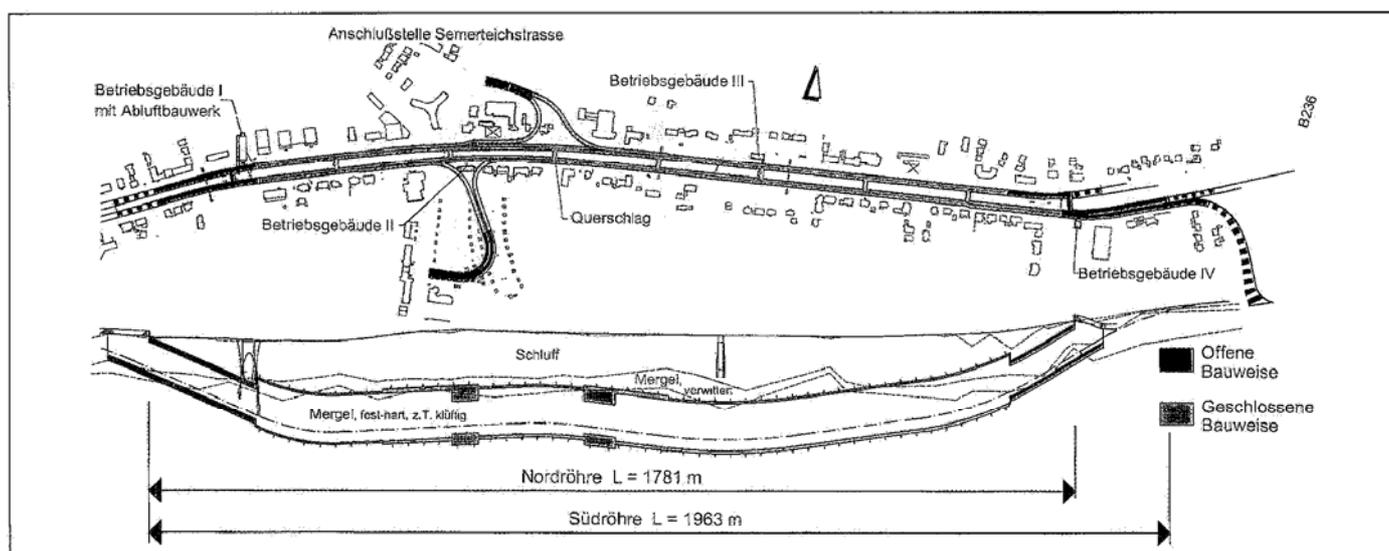


Bild 3: Bauwerksdarstellung (Lageplan/Längsschnitt)

Bauliche Anlagen	Standstreifen, b = 1,5 m Fluchtwege, 9 Querschläge, a = 200 m, 4 Fluchttreppenhäuser Notgehwege, b = 1,0 m
Kommunikationsanlagen	Notrufstationen alle 100 m Lautsprecher Videoüberwachung Funk
Brandmeldeeinrichtungen	manuelle Brandmelder automatische Brandmelder
Löscheinrichtungen	Handfeuerlöscher Wasserleitung mit Hydranten, alle 100 m
Beleuchtung	Tunnelbeleuchtung Orientierungshilfen (Fluchtwegekennzeichnung und Brandnotbeleuchtung)
Lüftung	Strahlventilatoren Portalluftabsaugung – Westportal

Die Tunnelbauwerke sind so auszustatten, dass der Betrieb vollautomatisch erfolgt, wobei Zugriffe und Eingriffe in Betriebstechnik und Verkehrstechnik jederzeit von externen Stellen möglich sind.

Tunnellüftung

Der Tunnel wird mit einer leistungsfähigen Lüftungsanlage für Normal- und Brandbetrieb sowie mit einer Portalluftabsaugung zum Schutz der Anwohner ausgestattet. Die vorgesehene Lösung erfüllt die Anforderungen der neuen RABT-2003 an die Lüftung im Normalbetrieb und an die Sicherheit im Brandfall. Sie ist damit auf dem neuesten Stand der Tunnelausrüstung, der in Zukunft für alle Tunnel in Deutschland anzustreben ist (Bild 4).

Lüftungskonzept

Für die Wahl des Lüftungskonzeptes des Tunnels sind nach RABT 2003 die folgenden Randbedingungen maßgebend:

- Tunnellängen 1780 m (Nordröhre) und 1960 m (Südröhre)
- Richtungsverkehr mit ausnahmsweise stockendem Verkehr
- Die Prognose der Schadstoffbelastung in der Umgebung des Westportals erfordert eine Verminderung der Portalabluft.

Für das Lüftungskonzept wurden die folgenden drei Varianten geprüft: eine durchgehende Längslüftung mit einseitigem Rauchabtrieb bei Brand, eine Längslüftung mit punktförmiger Rauchabsaugung und eine Längslüftung mit Rauchabsaugung über steuerbare Klappen in einer Zwischendecke. In allen Varianten war eine Absaugung der Portalabluft der Nordröhre vorgesehen. Die Abluft aus der Südröhre darf frei ausströmen.

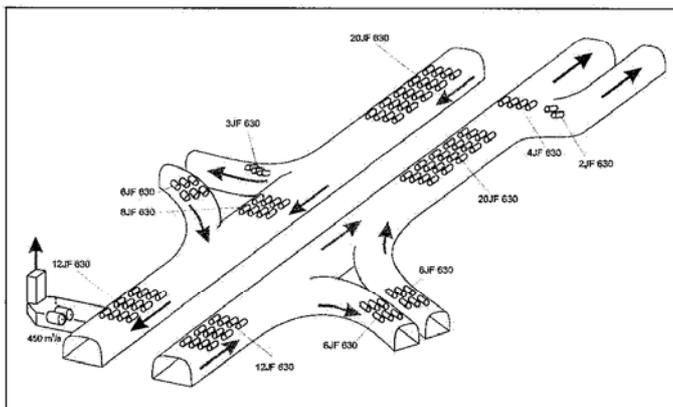


Bild 4: Schema der Längslüftung

Bei Tunneln, die im Richtungsverkehr durchfahren werden, unterscheidet die RABT 2003 zwischen Tunneln mit täglich stockendem Verkehr und Tunneln mit ausnahmsweise stockendem Verkehr. Die Problematik einer Stauprognose wurde beim Tunnel Dortmund besonders untersucht. Obwohl ein relativ hohes Verkehrsaufkommen gegeben ist, wird täglicher Stau ausgeschlossen. Die folgenden Punkte waren bei der Beurteilung ausschlaggebend:

- In bestehenden Tunneln entlang der BAB A 40 werden die theoretischen Höchstwerte für die Verkehrskapazität zum Teil deutlich überschritten, ohne dass täglich Stau beobachtet wird.
- Eine Verkehrsführung ist auf den Oberflächenstraßen parallel zum Tunnel jederzeit möglich.
- Es stehen Mittel zur Verkehrsbeeinflussung zur Verfügung, mit denen der Verkehr auf die Oberflächenstraßen oder notfalls weiträumig um den Tunnel herum geführt werden kann.

Mit diesen Randbedingungen gibt die RABT als Lüftungskonzept eine mechanische Längslüftung vor. Bei geringer Stauwahrscheinlichkeit bieten die lokale Rauchabsaugung und die Punktabsaugung bei bedeutend höheren Investitionskosten keine wesentliche Erhöhung der Sicherheit für die Tunnelbenutzer.

Auslegung der Lüftung

Für die Dimensionierung der Tunnellüftung ist entscheidend, dass der Tunnel wegen der zusätzlichen Aus- und Einfahrten als Netzwerk betrachtet werden muss. Die Frischluftmenge, die für die Verdünnung der Schadstoffe notwendig ist, ist mit etwa 50 m³/s so gering, dass nur die Steuerbarkeit der Lüftung und der Rauchabtrieb im Brandfall für die Auslegung von Bedeutung sind.

Die Auslegung einer Tunnellüftung für die Steuerbarkeit ist eine Neuerung der RABT 2003. Da die Emissionswerte der Fahrzeuge immer weiter sinken, resultieren für Tunnellüftungen sehr kleine Luftmengen, die z. B. bei einer Längslüftung einer Strömungsgeschwindigkeit unter 1 m/s entsprechen. Damit würde die Lüftung zu träge, um innerhalb einer vernünftigen Zeit auf einen kurzfristigen Konzentrationsanstieg reagieren zu können. Für den Tunnel sind 31 Strahlventilatoren (Laufraddurchmesser 630 mm) erforderlich, um bei Stau eine Strömung von zumindest 1,5 m/s im Haupttunnel und 1,0 m/s in den Seitentunneln zu erreichen.

Brandlüftung

Die Gefährdung der Tunnelbenutzer im Fall eines Brandereignisses geht vor allem von den Rauchgasen und von der Hitze des Brandes aus. Als Sicherheitsmaßnahmen stehen daher Fluchtmöglichkeiten sowie die kontrollierte Rauchausbreitung im Vordergrund. Die Ausbreitung der heißen Rauchgase relativ zur Strömung wird hauptsächlich von der Temperaturdifferenz zwischen dem heißen Rauch und der Umgebungsluft bestimmt. Damit sich Rauch nicht entgegen der Strömungsrichtung ausbreiten kann, ist am Brandort eine minimale Strömungsgeschwindigkeit, die so genannte kritische Geschwindigkeit, erforderlich. Im Tunnel wird die mechanische Lüftung eingesetzt, um eine Rauchausbreitung entgegen der Fahrtrichtung zu verhindern und somit die Tunnelbenutzer, die vor dem Brand gestoppt wurden, zu schützen. Fahrzeuge, die den Brand bereits passiert haben, können den Tunnel verlassen, da sie schneller sind als der Rauch (Fahrgeschwindigkeit > 15 km/h).

Da der Tunnel als Netzwerk von Tunnelabschnitten angesehen werden muss, ergaben sich eine Reihe von Brandszenarien, bei denen abhängig vom Brandort ein eigenes Lüftungsregime vorgesehen ist. Im Brandabschnitt muss zusätzlich der mögliche Ausfall von einigen Strahlventilatoren eingerechnet werden. Damit in jedem Tunnelabschnitt auch bei einem großen Lastwagenbrand die Rauchausbrei-

tung kontrolliert werden kann, sind insgesamt 99 Strahlventilatoren (Laufreddurchmesser 630 mm) in Zweier-, Dreier und Vierergruppen vorgesehen. Daraus ergibt sich eine Anschlussleistung von annähernd 1,7 MW.

Portalluftabsaugung

Die Prognose der Schadstoffbelastung in der Umgebung des Westportals hat ergeben, dass zum Schutz der Anwohner die Abluft aus der Nordröhre an diesem Portal nicht frei ausströmen darf. Die Abluft wird aus dem Verkehrsraum abgesogen und über einen Kamin in große Höhe ausgeblasen. Am Boden ergibt sich durch die starke Verdünnung der Kaminablufte keine messbare Zusatzbelastung. Beim Ostportal ist die Schadstoffbelastung weniger kritisch, da die umliegende Wohnbebauung einen größeren Abstand zum Portal aufweist als am Westportal.

Für die Auslegung der Absaugung ist die Luftmenge maßgebend, die vom flüssigen Verkehr durch den Tunnel gefördert wird. Beim Westportal ergibt sich eine Luftmenge von 450 m³/s. Eine vollständige Erfassung der Tunnelablufte ist nicht möglich, da die einzelnen Fahrzeuge in ihrem Nachlauf stets Tunnelluft mit nach außen ziehen.

Um die Abluftmenge von 450 m³/s aus dem Tunnel abzusaugen und durch den Kamin auszustoßen, sind zwei Ventilatoren mit einem Durchmesser von 3,15 m und einer Leistungsaufnahme von zusammen etwa 650 kW vorgesehen. Die Ventilatoren werden mit saug- und druckseitigen Schalldämpfern ausgestattet, um eine zusätzliche Lärmbelastung in der Umgebung des Tunnels zu vermeiden.

4 Verkehrstechnische Ausstattung

Ziel der verkehrstechnischen Ausstattung ist es, sowohl im Normalfall als auch bei Störungen einen sicheren Verkehrsablauf vor und im Tunnel und eine geringe Stauwahrscheinlichkeit zu gewährleisten. Entsprechend den Randbedingungen und der Verkehrsbelastung von ca. 17 500 Kfz/Tag und Fahrstreifen kommt nur eine erweiterte Ausstattung in Frage.

- Verkehrsdatenerfassung mit schnellstmöglicher Störfallerkennung (15-s-Intervalle) mittels Doppelinduktionsschleifen alle 500 m
- Wechsellichtzeichen (Rot, Gelb) plus Sperrschranke vor den Portalen
- Wechselverkehrszeichen (WVZ) im Tunnel und im Tunnelvorfeld, fahrfstreifenbezogen (Bild 5)
- Wechselwegweisung im Tunnelumfeld unter Einbeziehungen der Fahrbahnen an der Oberfläche für den Fall einer Tunnelsperrung
- an den Autobahnkreuzungen zur großräumigen Umleitung bei Tunnelsperrungen automatisch angesteuerte Infotafeln.

In einer Störfallmatrix sind alle möglichen verkehrlichen, betrieblichen und witterungsbedingten Störfälle erfasst und entsprechende Maßnahmen in einem Steuerungskonzept dargestellt.

Für den Katastrophenfall – Brand, schwerer Unfall im Tunnel – ist der Betrieb der A 40 in Tunnelage einschließlich der Rampen an den Anschlussstellen in insgesamt 22 Überwachungsabschnitte unterteilt, denen entsprechende Programme zugeordnet sind.

Höchste Priorität hat dabei die schnelle Zugänglichkeit der Unglücksstelle für Rettungskräfte sowie deren größtmögliche Unterstützung.

5 Ausblick

Die Untertunnelung der A 40/B 1 in der Ortsdurchfahrt Dortmund ist im neuen Bundesverkehrswegeplan als vordringlicher Bedarf aufgenommen.

Die Genehmigungsunterlagen zur Vorlage an den BMV einschließlich sämtlicher Fachgutachten sind erstellt und befinden sich zurzeit in der Prüfphase. Wegen der während der Planungsphasen durchgeführten intensiven Abstimmungen kann von einer Genehmigung noch in 2003 ausgegangen werden. Die Einleitung des Planfeststellungsverfahrens kann danach zeitnah erfolgen.

Die Gesamtkosten der Baumaßnahme werden mit ca. 240 Mio. Euro veranschlagt, einschließlich des Umbaus der Ortsfahrbahnen an der Oberfläche.

Der Baubeginn ist für 2006/2007 vorgesehen. Die Bauzeit wird ca. 5 Jahre betragen.

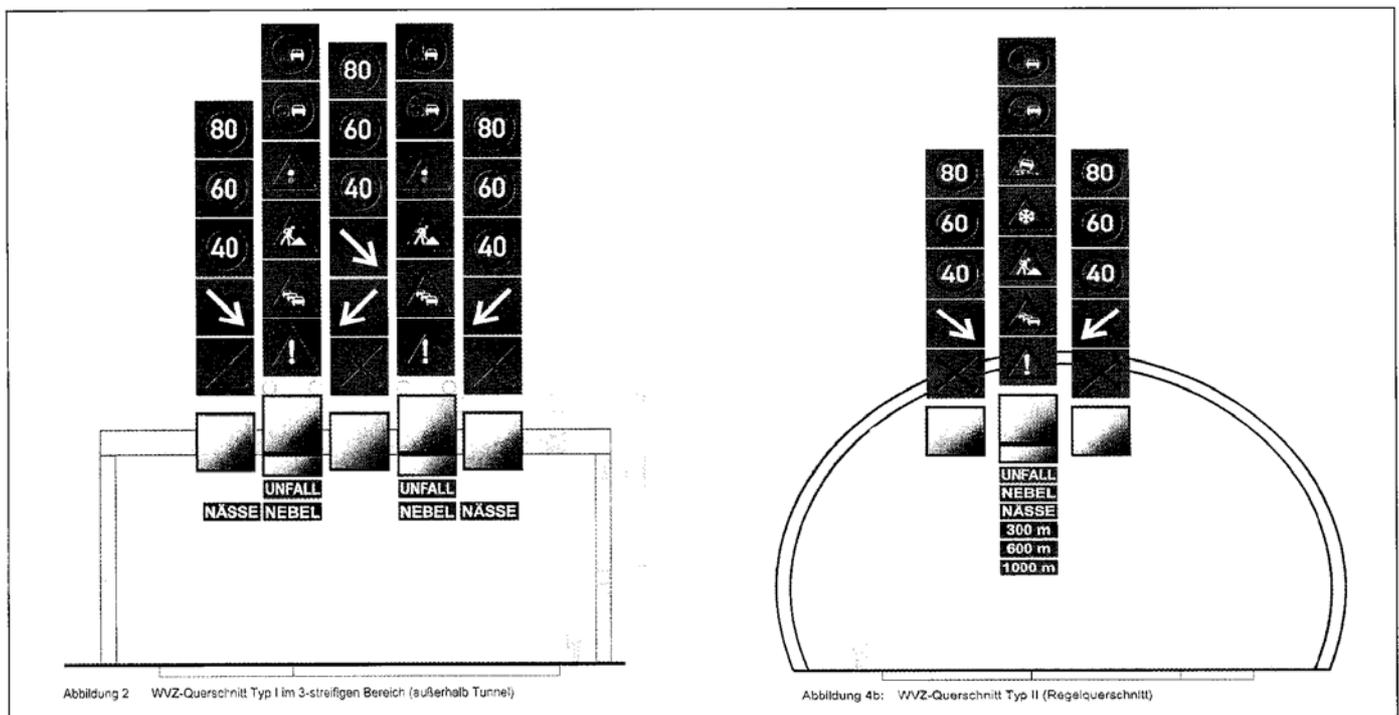


Bild 5: Wechselverkehrszeichen (Rampenbereich und Tunnelröhren)