

konsultation zum Vorprojektentscheid des Bundesrates, dass der Entscheid über das Tunnelsystem vor der Einreichung des Auflageprojekts für den CBT vom UVEK zu fällen ist [7]. In seinem Entscheid vom 15. März 1999 über die NEAT-Vorprojekte hat der Bundesrat diese Forderung des BUWAL berücksichtigt [8].

Als Basis für diesen Systementscheid reichte die Gesuchstellerin ein Sicherheitskonzept mit Risikoermittlung gemäss StFV für einen doppelspurigen CBT [9] beim BAV ein (Dok. Nr.: 196.136026-01 und 196.136.26-02), welches gemäss der NEAT-Verfahrensverordnung die Entscheide des UVEK vorzubereiten hat.

1.2 Zielsetzung

Die im Oktober 1995 vom BAV in Zusammenarbeit mit dem BUWAL eingesetzte PO SiB-AT hat zum Ziel, eine breit abgestützte sicherheitstechnische Beurteilung der AlpTransit-Projekte vorzunehmen und dem Projektverlauf folgend Empfehlungen für die zu treffenden Verfahrensentscheide durch die Behörde zu erarbeiten (siehe [10]).

Der vorliegende projektspezifische Sicherheitsbericht SiB-AT B7, Version 1.0 vom 15. Mai 2000 hält die von der PO SiB-AT im Rahmen der sicherheitstechnischen Beurteilung des Systementschiedes CBT erarbeiteten Empfehlung an die verfahrenleitende Behörde (BAV, Abteilung Bau, Sektion AlpTransit) fest.

1.3 Objekt

Der doppelspurig geplante CBT ist 15 km lang ([9] Beilage 8.1). Sein Nordportal ist bei Camorino-Vigana südlich von Bellinzona/Giubiasco (AT km 227.490) vorgesehen (Fig. 1). Kurz nach dem Portal erfolgt im Tunnel die Zusammenführung des Anschlusses an die Stammlinie in Richtung Bellinzona und der direkten Verbindung nach Locarno. Das Südportal für die bis anhin bewilligte Linienführung nach Lugano ist bei Vezia-Villa Negroni vorgesehen (AT km 242.060). Etwa 1,5 km nördlich von Vezia liegt der Anschlusspunkt für die zukünftig geplante Fortsetzung der Linienführung nach Süden.

Der CBT verfügt über einen befahrbaren Fensterstollen Mezzovico als Zugang für die Ereignisdienste und einen begehbaren Sondierstollen Sigirino. Beide münden in eine gemeinsame Kaverne etwa bei AT km 236 (9 km nach dem Nordportal, 6 km vor dem Südportal).

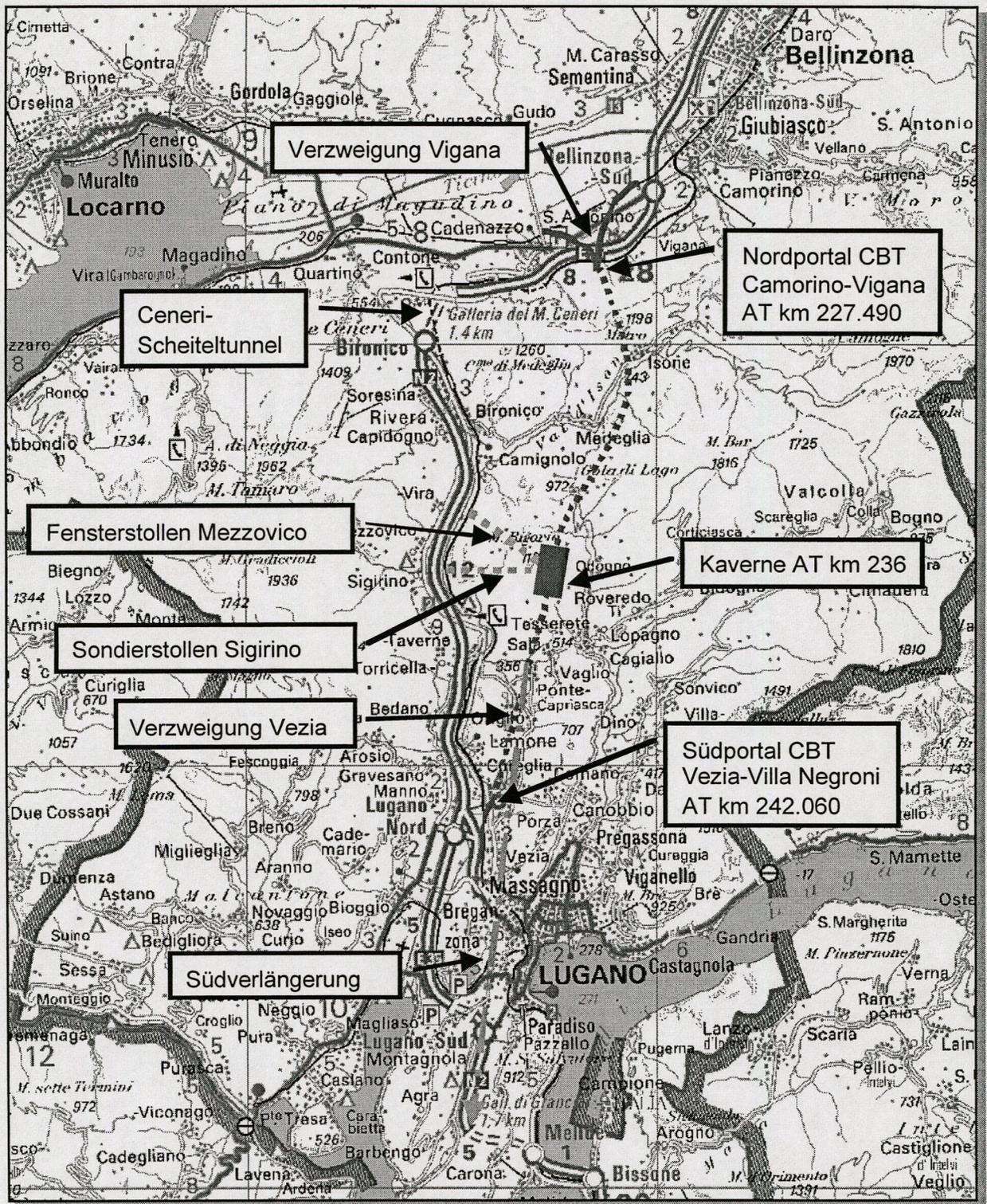


Fig. 1: Situationsplan Ceneri-Basistunnel

Für den CBT ist ein Betrieb mit uneingeschränkten Personen- und Güterzugverkehr (Mischverkehr) vorgesehen. Das Verkehrsaufkommen wird mit täglich 226 Zügen angegeben (94 Personenzüge pro Tag (PZ/d), 36 Güterzüge ohne Gefahrgut pro Tag (GZ/d) und 98 Güterzüge mit Gefahrgut pro Tag (GZG/d)). Die jährlich transportierte Gefahrgutmenge (tGg/a) wird auf 1'400'000 Tonnen geschätzt. Damit wird der CBT rund ein Viertel weniger Verkehr aufweisen als der GBT (239 PZ/d, 59 GZ/d, 1'800'000 tGg/a [11] S.B2-2). Bezüglich dem Rollmaterial (z.B. Notlaufeigenschaften) gelten dieselben Anforderungen wie beim GBT. Bei Erhaltungsarbeiten soll der doppelspurige CBT im Unterschied zum GBT jedoch gesperrt werden.

Für die Weiterführung der AlpTransit Achse nach Süden stehen gemäss der Planungsstudie AlpTransit Süd verschiedene Varianten zur Diskussion [12]. Je nach Variante wird der CBT dabei nach der Verzweigung Vezia noch auf eine Gesamtlänge von bis zu 38,3 km ausgebaut.

1.4 Grundlagen

Unsere Empfehlung stützt sich auf die von der Gesuchstellerin eingereichten Unterlagen, insbesondere das Sicherheitskonzept zum CBT [9].

Hinsichtlich der Weiterführung des CBT nach Süden stützen sich die Aussagen der PO SiB-AT auf den Übersichtsplan Ceneri-Basistunnel und Varianten der Planungsstudie AlpTransit Süd des BAV [12].

Die weiteren für die Beurteilung beigezogenen Unterlagen sind im Verzeichnis am Schluss dieses Schreibens aufgeführt.

2 Empfehlung

Der Ceneri-Basistunnel soll als Tunnelsystem mit zwei Einspurröhren realisiert werden.

Die PO SiB-AT begründet diese Empfehlungen kurz zusammengefasst wie folgt:

- Ein Doppelspurtunnel für den Mischverkehr entspricht nicht dem Stand der Sicherheitstechnik. In den europäischen Ländern wird auf Hochleistungsstrecken der Eisenbahnverkehr in Tunneln in der Regel räumlich oder betrieblich entflechtet (siehe Abschn. 2.1).
- Das Zwei-Einspursystem besitzt gegenüber dem Doppelspurtunnel-System wesentliche sicherheitsrelevante Vorteile bezüglich der Selbst- und Fremddrettung, der Verhinderung von Ereignissen, dem Erreichen eines homogenen Sicherheitsniveaus auf der Gotthard-Achse der NEAT und dem quantitativen Risiko (siehe Abschn. 2.2).
- Das Zwei-Einspursystem besitzt gegenüber dem Doppelspursystem weitere Vorteile hinsichtlich Betrieb und Unterhalt sowie Kosten (siehe Abschn. 2.3).

2.1 Stand der Sicherheitstechnik

Die Anwendung des Stands der Sicherheitstechnik bei der Planung des CBT ist gemäss Eisenbahngesetz (Art. 17, Abs.1 EBG) und gemäss Störfallverordnung (Art. 3, Abs. 1 StFV) eine Pflicht der Gesuchstellerin. Die PO SiB-AT hat in Ergänzung zu den Abklärungen der Gesuchstellerin zum Stand der Sicherheitstechnik ([4] S.51f) eigene Untersuchungen über die Planung und den Bau von Tunneln auf den europäischen Hochleistungsstrecken sowie diesbezüglich bestehender Richtlinien durchgeführt. Daraus ergibt sich folgende Situation:

Deutschland

In Deutschland wird die Entflechtung von Personen- und Güterverkehr seit 1997 in einer Richtlinie des Eisenbahnbundesamtes festgehalten [13]. Bei Tunneln über einer Länge von 1 km auf Linien, die zwingend im Mischverkehr betrieben werden müssen, verlangt diese Richtlinie den Bau von zwei Einspurtunnel. Kann auf den Mischverkehr verzichtet werden, so werden wohl Doppelspurtunnel gebaut, jedoch mit der Auflage eines Begegnungsverbots zwischen Personenzügen und Güterzügen. Die aktuellen Tunnelprojekte in Deutschland betreffen fast ausschliesslich ICE-Neubaustrecken, welche im wesentlichen dem Personenverkehr dienen (z.B. NBS Köln – Rhein/Main). Dabei werden Doppelspurtunnel mit Begegnungsverbot realisiert, welche aber im Abstand von 1000 m über Notausgänge verfügen. Der 9,9 km lange Katzenberg-Tunnel auf der NBS Karlsruhe - Basel (Eröffnung 2002) wird hingegen als 2ES-Tunnel gebaut.

Frankreich

Die französischen Tunnelrichtlinien erlauben nur auf bestimmten Streckentypen Mischverkehr in Doppelspurtunneln bis zu einer Länge von maximal 5 km [14]. In längeren Doppelspurtunneln besteht ein Begegnungsverbot. In Frankreich werden Tunnels sowohl als Doppelspurtunnel (aktuellstes Beispiel: tunnel de marseille, 7.8 km, Eröffnung 2001) wie auch als Zwei-Einspurtunnel (tunnel de villejust, 4,8 km, 1988) realisiert, wobei wie in Deutschland neue Eisenbahntunnel primär im Hochgeschwindigkeitsnetz für den Personenverkehr (TGV-Linie) gebaut werden.

Österreich

In Österreich besteht zur Zeit erst ein Entwurf für eine Richtlinie [15], welcher sich stark an die Richtlinie von Deutschland anlehnt. Die neuen Eisenbahntunnel wurden als Doppelspurtunnel gebaut bzw. bereits in Betrieb genommen (Inntal-Tunnel, 12,7 km, Eröffnung 1994; Sieberg-Tunnel, 6,5 km, 2001). Der 23,7 km langen Semmering-Basistunnel wird als Doppelspurtunnel mit einer Rettungsröhre in der westlichen und sieben Notausgängen in der östlichen Tunnelhälfte geplant. In den meisten Fällen ist Mischverkehr zugelassen. Im längsten neueren Tunnel, dem Inntal-Tunnel, verkehren fahrplanmässig jedoch ausschliesslich Güterzüge. Der erste und jüngste Eisenbahntunnel in Österreich, der als Zwei-Einspurtunnel geplant wird, ist der Wienerwaldtunnel bei Wien (13,39 km, Fertigstellung ca. 2010).

Italien

In Italien werden neue Eisenbahntunnel auf Hochleistungsstrecken als Doppelspurtunnel ausgeführt und aus betrieblichen Gründen mit fahrplanmässiger Verkehrsentflechtung betrieben (z.B. HGV Florence – Bologna, Güterzüge verkehren auf der Stammlinie).

Übriges Europa

Bei den neuen, längeren Tunneln auf Hochleistungsstrecken in Ländern ausserhalb des Alpenraumes wird die räumliche oder betriebliche Trennung von Personenverkehr und Güterverkehr in Tunneln soweit bekannt durchgehend angewendet. Doppelspurtunnel dienen nur dem Personenverkehr (Romeriksporten, Norwegen, 13,8 km, Eröffnung

1999), für den Mischverkehr werden ausschliesslich Zwei-Einspursysteme realisiert (z.B. Hallendsasen, Schweden, 8,5 km, 2005; Storebelt Tunnel, Dänemark, 7.9 km, 1997). In Holland erfolgt sowohl eine bauliche wie auch eine betriebliche Trennung (Green Hart Tunnel, 7,4 km nur Personenverkehr, 2005; Sophiaeisenbahntunnel, 7,8 km, nur Güterverkehr, 2005).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass in den vergangenen Jahren in Deutschland, Frankreich, den Niederlanden, Norwegen, Schweden, England und Dänemark auf Eisenbahnhochleistungstrecken keine längeren Doppelspurtunnel für den Mischverkehr realisiert oder projektiert wurden. In Italien ist Mischverkehr in Doppelspurtunneln von mehr als 5 km zwar nicht untersagt, wird jedoch aus betrieblichen Gründen nicht praktiziert. Noch offen sind diesbezügliche Entscheide in Österreich.

2.2 Sicherheitstechnische Vorteile des Zwei-Einspurtunnel-Systems

Selbst- und Fremddrettung

Bei langen Eisenbahntunneln bietet das Zwei-Einspursystem den Vorteil, dass mittels Querschlägen im Abstand von wenigen 100m (Gotthard-Basistunnel: 325m, Lötschberg-Basistunnel: 333m) kurze Fluchtwege in einen geschützten Bereich (gesunde Röhre) realisiert werden können. Diese sind im Falle eines Brands im Tunnel entscheidend für das Überleben der betroffenen Reisenden, welche sich infolge zu langer Anfahrtszeiten der Ereignisdienste in diesen Fällen selbst zu retten haben. Bei Doppelspurtunneln müssen dem Stand der Sicherheitstechnik entsprechend ebenfalls Fluchtwege mittels zusätzlicher Stollen oder Schächte geschaffen werden (siehe Abschn. 2.3, Kosten), welche in der Regel jedoch wesentlich länger wären.

Für die Fremddrettung bietet das Zwei-Einspur-System den Vorteil, dass die Ereignisdienste durch die nicht verrauchte, gesunde Röhre rascher und sicherer zum Ereignis vordringen können. Sie haben damit die besseren Voraussetzungen, um noch allfällige Rettungen vorzunehmen und das Ereignis rascher zu bewältigen. Letzteres dient vor allem der Verminderung von Schäden an der Infrastruktur und damit einer rascheren Wiederaufnahme des Vollbetriebs.

Sowohl für die Selbst- wie auch für die Fremddrettung sind die Luftströmungen im Tunnel von entscheidender Bedeutung. Das Zwei-Einspursystem bietet diesbezüglich den Vorteil, dass die Verhältnisse wesentlich einfacher sind (Luftströmung in der Regel in Fahrtrichtung der Züge) und besser kontrolliert werden können (z.B. mittels Überdruck in der gesunden Röhre).

Reduktion der Eintretenswahrscheinlichkeit bestimmter Unfalltypen

Im Zwei-Einspursystem sind Wechselwirkungen von sich kreuzenden Zügen ausgeschlossen. Beim Doppelspurtunnel-System können z.B. die grossen Druckveränderungen der schnellen Züge zu Ladungsverschiebungen bei Güterzügen führen. Dadurch können Ereignisse auf dem Gegengeleise verursacht werden. Beim Zwei-Einspursystem sind solche Ereignisse ausgeschlossen. Ebenso ist beim Zwei-Einspursystem im Falle einer Entgleisung eine Folgekollision mit einem Gegenzug ausgeschlossen.

Homogenität des Sicherheitsniveaus auf der Gotthard-Achse der NEAT

Auf der Gotthard-Achse der NEAT hat die verfahrensleitende Behörde bis anhin im Rahmen der Vorprojektgenehmigungen lediglich den Systementscheid für den GBT

gefällt. Dieser wird als Zwei-Einspursystem realisiert. Infolge der vorangehend dargelegten sicherheitstechnischen Vorteile dieses Tunnelsystems kann auf der Gotthard-Achse der NEAT mit hohem Personen- wie Güterverkehrsaufkommen nur ein homogenes Sicherheitsniveau erreicht werden, wenn auch alle langen Tunnels der NEAT-Zulaufstrecken mit diesem System gebaut werden.

Quantitatives Risiko

Die Gesuchstellerin hat eine Risikoermittlung durchgeführt und für das Risiko des Transports gefährlicher Güter durch den doppelspurigen CBT eine Summenkurve im Wahrscheinlichkeits-/Ausmass-Diagramm (W-/A-Diagramm) ausgewiesen ([9], S. 27). Die PO SiB-AT ist zwar noch nicht in der Lage, dieses Resultat im Detail zu bestätigen (vergl. Empfehlungen zum ZBT Teil 2 [16] Abschn. 2.2 & 3.1.3), trotzdem können folgende Aussagen gemacht werden. Die Summenkurve verläuft vollständig im Übergangsbereich. Im Bereich der grossen Schadenausmasse, wo das Risiko des Transports gefährlicher Güter das Eisenbahngesamtrisiko bestimmt, verläuft sie nur knapp unter der entsprechenden Akzeptanzlinie, insbesondere wenn als Bezugsabschnitt nicht 100 m sondern der Arbeitswert der PO SiB-AT für Neubauprojekte von 300 m verwendet wird (vergl. [16] Abschn. 2.3). Diese Feststellung zeigt, dass eine Interessenabwägung durch die Behörden festhalten muss, in welchem Umfang weitere Sicherheitsmassnahmen ergriffen werden müssen. Die für den Systementscheid beim ZBT Teil 2 durchgeführte Risikoermittlung hat gezeigt, dass beim Zwei-Einspursystem gerade im hohen Ausmassbereich die Risiken so vermindert werden, dass die Summenkurve nicht mehr im Übergangsbereich sondern vollständig im akzeptablen Bereich verläuft ([17] S. 34). Gemäss der vergleichenden Risikoabschätzung der Gesuchstellerin [5] dürfte dieses Resultat auch beim CBT erreicht werden, falls er im Zwei-Einspursystem realisiert wird. Im Bereich der hohen Ausmasse würde nicht nur die Wahrscheinlichkeit sondern auch das Ausmass möglicher Ereignisse wesentlich reduziert, was im Einklang steht mit der sehr schlechten gesellschaftlichen Akzeptanz solcher katastrophaler Ereignisse.

2.3 Weitere Vorteile des Zwei-Einspursystems gegenüber dem Doppelspursystem

Betrieb und Unterhalt

Hinsichtlich Betrieb und Unterhalt weist das Zwei-Einspursystem den Vorteil auf, dass auch bei sich veränderndem Verkehrsaufkommen keine betrieblichen Einschränkungen erforderlich werden. Züge mit unterschiedlichen Eigenschaften hinsichtlich Geschwindigkeit und Ladung können auf den räumlich getrennten Spuren ungehindert verkehren. Dies dürfte vor allem im Hinblick auf das langfristige Umlagerungsziel für den Schwerkverkehr von der Strasse auf die Schiene von grosser Bedeutung sein.

Beim Zwei-Einspursystem steht auch bei Unterhaltsarbeiten eine Röhre für den Verkehr zur Verfügung, was einem Kapazitätsgewinn entspricht. Beim Doppelspurtunnel-System muss jeweils der ganze Tunnel gesperrt werden. In gleichem Sinne kann beim Zwei-Einspursystem nach einem Ereignis der Betrieb in der nicht betroffenen Röhre rasch wieder aufgenommen werden.

Kosten

Die Abklärungen der Gesuchstellerin zu den Baukosten eines Zwei-Einspursystems gegenüber einem Doppelspurtunnel-System haben Mehrkosten für den CBT von rund 290 Mio. Franken oder 27% ergeben (exkl. den Mehrkosten für die aufwendigeren

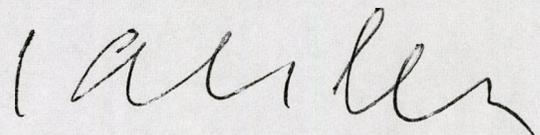
Anschlussbauwerke an die Stammlinie) [4]. Dieses Resultat liess das BAV überprüfen mit dem Ergebnis, dass diese Kosten realistisch abgeschätzt wurden [18]. Bei diesen Kostenvergleichen wird jedoch nicht berücksichtigt, dass im Falle der Realisierung des CBT als Doppelspurtunnel eine grössere Anzahl von Notausgängen unerlässlich wäre. Der vorgeschlagene CBT mit rund 15 km und einem einzigen Zwischenzugang entspricht nicht dem Stand der Sicherheitstechnik (vergl. Empfehlungen der PO SiB-AT zum ZBT Teil 2, [16] Abschn. 3.2.1). Um einen angemessenen Abstand zwischen den Notausgängen von 1000 m bis 2000 m (max. Fluchtwege 500 m bis 1000 m) zu erreichen, wären 7 bis 15 Notausgänge erforderlich. Aus topographischen Gründen würde dies längere Zugangsstollen und/oder Schächte bedingen, was im Vergleich zum bis anhin vorliegenden Projekt ebenfalls zu beachtlichen Mehrkosten führen würde. Damit verringert sich auch die Kostendifferenz zwischen den beiden Tunnelsystemen ganz entscheidend.

Letztlich können mit einem Zwei-Einspursystem insgesamt auch Betriebskosten gespart werden, durch mögliche Betriebsoptimierungen im Zusammenhang mit den bestehenden Linie über den Ceneri, allenfalls gar bis hin zu einer Stilllegung dieser Linie.

Die nach Würdigung aller verfügbaren Unterlagen oben dargelegten Gründe belegen klar unsere Empfehlung, den CBT als Zwei-Einspursystem zu realisieren.

Wir hoffen, Ihnen damit zu dienen und verbleiben mit freundlichen Grüssen.

BUNDESAMT FÜR VERKEHR
Abteilung Sicherheit



H.R. Isliker, stv. Direktor

Kopie z.K. an:

- BUWAL, Sektion Sicherheitstechnik

Verzeichnis der Unterlagen

- [1] Schreiben der Sektion Baubewilligungen und Recht vom 28. Juli 1999
- [2] Bundesratsbeschluss vom 12. April 1995 über die Neue Eisenbahn-Alpentransversale NEAT, Genehmigung der Vorprojekte
- [3] Genehmigung der Linienführung des Basistunnels am Gotthard und Auftrag für Zusatzabklärungen auf den übrigen Strecken, Vorsteher EVED, 30. Juni 1995
- [4] Auswirkungen einer allfälligen Umstellung von Doppelspur- auf Einspurtunnels, Zusatzauftrag A3 gemäss Schreiben EVED von 30.06.95, Ernst Basler & Partner i.A. der Projektleitung AlpTransit Gotthard, 27. März 1996
- [5] Vergleichende Risikoabschätzung für den Ceneri-Doppelspur-Basistunnel, Vorprojekt, AlpTransit Projektleitung Gotthard, Version 1.0, 14. Mai 1998
- [6] Stellungnahme des BUWAL zu AlpTransit Gotthard: Abschnitte Riviera, Bellinzona und Ceneri, Vorprojekt II, Optimierte Alternativvariante, Hauptuntersuchung (UVP 2. Stufe) vom 21. September 1998
- [7] Stellungnahme des BUWAL zum Vorprojektgenehmigungsverfahren und Sachplan AlpTransit, Ämterkonsultation, vom 25. September 1998
- [8] Bundesratsbeschluss vom 15. März 1999 über die Neue Eisenbahn-Alpentransversale (NEAT), Vorprojektgenehmigung Lötschberg, Gotthard und Ostschweiz, Sachplan AlpTransit (inkl. Erläuterungen zum Sachplan mit dem Prüfbericht des BAV)
- [9] Sicherheitskonzept Ceneri-Basistunnel (mit Risikoermittlung nach StFV), Abschnitt Ceneri, Teilabschnitt Ceneri-Basistunnel, Auflageprojekt, AlpTransit Gotthard AG, Version 2.0, 15. Januar 1999 (inkl. Anhangband)
- [10] Sicherheitsbericht AlpTransit (SiB-AT), A Allgemeiner Teil, BAV, Abteilung Sicherheit, 31. Mai 1996
- [11] Sicherheitskonzept, Auflageprojekt, Abschnitt Basistunnel, AlpTransit Projektleitung Gotthard, Fachgruppe Sicherheit AlpTransit Gotthard, Ernst Basler & Partner, 29. September 1995
- [12] Übersichtsplan Ceneri-Basistunnel und Varianten der Planungsstudie AlpTransit Süd BAV, AlpTransit, Abteilung Bau, Semtec PSC, 7. Dezember 1999
- [13] Richtlinie Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und Betrieb von Eisenbahntunneln, Eisenbahn-Bundesamt, Bonn, Ausgabe 01.1997, Gültig ab: 01.07.1997
- [14] Instruction technique interministérielle relative al la sécurité dans les tunnel ferroviaires, Ministère de l'intérieure et ministère de l'équipement, des transports et du logement, N° 98 300, 8 juillet 1998
- [15] Richtlinie für die Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes beim Bau und Betrieb von neuen Eisenbahntunnels bei Haupt- und Nebenbahnen, Entwurf 3, 15. April 1997
- [16] Sicherheitsbericht AlpTransit (SiB-AT), B6 Projektspezifischer Teil, Auflageprojekt Zimmerberg-Basistunnel Teil 2, April 1999, Version 1.0, PO SiB-AT, 3. März 2000

- [17] Quantitativer und qualitativer Risikovergleich zwischen Doppelspurtunnel-System und Zwei-Einspursystem, Vorprojekt Zimmerberg, Emch+Berger AG i.A. der Projektleitung AlpTransit Gotthard, 22. April 1998 / rev. 18. Mai 1998
- [18] Réalisation de 2 tunnels à 1 voie en lieu et place de 1 tunnel a 2 voies, Marcel Bourquin, Bureau d'études SA, Neuchâtel, 9 juillet 1998