

Tunnel Kienbergwand

Eine außergewöhnliche Verkehrslösung für Fußgänger, Radfahrer und den Kfz-Verkehr

Von Roland Hittenberger, Friedrich Mittendorfer, Günther Maierhofer, Johann Keil, Johann Bauer, Manfred Eder und Reinhold Czizsek

Im Land Salzburg hat der Straßentunnelbau eine lange Tradition. Infolge der geografischen Situation und der vorhandenen Topografie entstand schon frühzeitig die Notwendigkeit entsprechender Infrastrukturprojekte. Der in den letzten Jahrzehnten zu beobachtende starke Anstieg des Verkehrsaufkommens erforderte daher eine stetige Verbesserung des Straßennetzes und die Beseitigung von problematischen Abschnitten.

Die vorhandenen freien Landschaftsressourcen wurden parallel dazu infolge einer rapid wachsenden Verbauung und Zersiedelung immer geringer. Nicht zuletzt ist infolge erhöhter Anforderungen des Umweltschutzes die Notwendigkeit von Tunnelstrecken gestiegen, um eine optimale Abschirmung der angrenzenden Bevölkerung und schützenswerter Naturräume zu garantieren.

The Kienbergwand Tunnel – An Extraordinary Solution for Pedestrians, Cyclists and Motor Vehicles

The Kienbergwand panoramic road follows Lake Mondsee on the border line between the provinces of Salzburg and Upper Austria. During the last decades there were a lot of rock falls in the area of the 400 m high nearly vertical rock face of Kienbergwand. As a result of a rock fall incidence in year 1999 the road was closed for any traffic. As this road is important for the local economy and of high interest for tourism, a final solution was searched. At last a project with separate tunnels for pedestrians/cyclists and motor vehicles was realized. Not only the outstanding solution for traffic is remarkable, but also the joint funding of this project by the provincial governments of Salzburg and Upper Austria via a PPP model executed by the Kienberg-Panoramastraße Errichtungs-GmbH.

Die Kienbergwand Panoramastraße verläuft entlang dem Mondsee an der Grenze zwischen den Bundesländern Salzburg und Oberösterreich. Im Bereich der 400 m hohen Kienbergwand ist eine latente Steinschlag- und bereichsweise Felssturzgefahr gegeben. Im Lauf der Jahre fanden immer wieder Steinschläge und Felsstürze statt. In Folge eines Ereignisses im Jahr 1999 wurde die Straße für jeglichen Verkehr gesperrt. Da diesem Straßenabschnitt neben der wirtschaftlichen Bedeutung vor allem ein hoher touristischer Stellenwert beigemessen wird, suchte man nach dauerhaften Lösungen, und schließlich wurde eine Variante mit einer getrennten Führung des Kfz- und des Fußgänger- und Radfahrerverkehrs in Tunnel, Halbtunnel und einer Galerie realisiert. Eine Besonderheit stellt nicht nur die außergewöhnliche Verkehrslösung, sondern auch die gemeinsame Finanzierung des Projekts durch die Länder Salzburg und Oberösterreich über die Kienberg-Panoramastraße Errichtungs-GmbH in einem PPP-Modell dar.

Das höherrangige Netz in Salzburg kann in Autobahnen, B- und L-Straßen eingeteilt werden. Als Folge des Bundesstraßen-Übertragungsgesetzes übernahm das Land Salzburg per 1. April 2002 die Bundesstraßen B und deren Bestandteile ins Landeseigentum. Dies bedeutet, dass seit diesem Zeitpunkt die alleinige Zuständigkeit und Verantwortung für die neu hinzugekommenen B-Straßen und den schon bisher vorhandenen L-Straßen beim Land liegen. Die Autobahnstrecken gehören weiterhin in den Zuständigkeitsbereich der ASFINAG.

In Salzburg gibt es insgesamt rund 140 km Autobahnen, etwa 700 km Landesstraßen B und ebenfalls etwa 700 km Landesstraßen L. Die Gesamtlänge aller Tunnel beträgt zurzeit beinahe 40 km, wovon mehr als 20 km auf Landesstraßen B und L entfallen.

Projekte der letzten Jahre in Salzburg

Als Antwort auf den ständig zunehmenden Verkehr wurde seit den 70er-Jahren des vorigen Jahrhunderts einerseits die Fertigstellung der Tauernautobahn, andererseits auch Begradiungen, Verbreiterungen und Umfahrungen an bestehenden Strecken von B- und L-Straßen verwirklicht. Speziell auf der Tauernautobahn ist eine Vielzahl von Tunnelstrecken errichtet worden. Im Auftrag der ASFINAG wird zurzeit mit Hochdruck an der zweiten Röhre des Katschbergtunnels gearbeitet. Die Sanierung von Ofenauer- und Hieflertunnel konnte im Sommer 2005 abgeschlossen werden.

Im Bereich der Landesstraßen B und L legte das Land Salzburg besonderen Wert auf den Ausbau der B311 zwischen Bischofshofen und Lofer. Dieser Straßenzug stellt die einzige innerösterreichische Ost-West-Verbindung dar. Im Zuge der diversen Baumaßnahmen waren auch mehrere größere Straßentunnel zu errichten. Besonders zu erwähnen ist hier der Schmittentunnel (Umfahrung Zell am See, L = 5,1 km) in den Jahren 1992 bis 1996 und der Schönbergtunnel (Umfahrung Schwarzach, L = 3 km) in den Jahren 1996 bis 1999. Weiters wurden an der B178 Loferer Straße in den Jahren 1991 bis 1993 der Achbergtunnel (Umfahrung Unken, L = 1,5 km) und in den Jahren 1992 bis 1995 der Lärchbergtunnel (Umfahrung Lofer, L = 1,9 km) errichtet.



Swietelsky Tunnelbau GmbH & Co. KG

Puchstraße 184a, A-8055 Graz
Tel.: +43 316 21613
Fax: +43 316 21613 3399
email: tunnelbau@swietelsky.at
www.swietelsky.com



Auf uns
können Sie
bauen

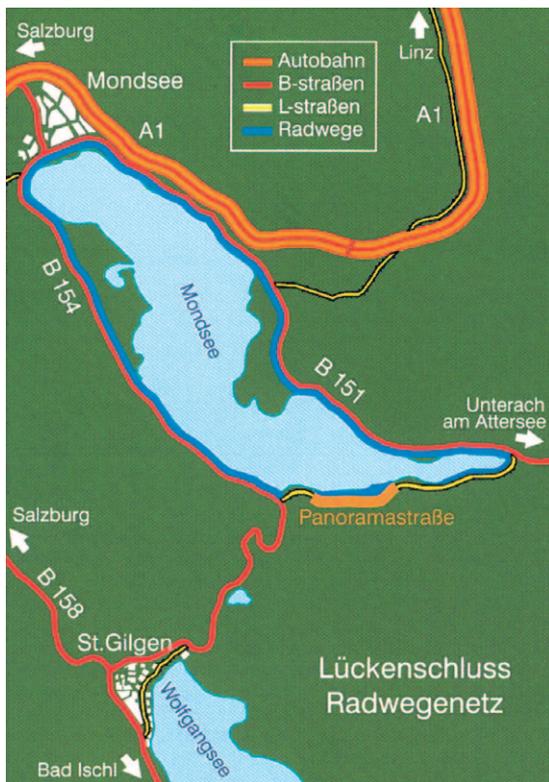


Bild 1 Übersichtskarte Mondsee.
Fig. 1 General map of Mondsee area.

Künftige Projekte in Salzburg

Auf dem Salzburger Landesstraßennetz sind für die Zukunft noch mehrere große Umfahrungsprojekte vorgesehen. Bei fast allen dieser Straßenbauvorhaben werden Tunnelstrecken benötigt, um den unterschiedlichen Gegebenheiten und Anforderungen optimal zu genügen. Das aktuellste Projekt stellt die Umfahrung Henndorf am Wallersee an der B1 dar. Den Hauptbestandteil dieses Bauvorhabens bildet ein 2,2 km langer Haupttunnel, mit dessen Vortrieb im Frühjahr 2006 begonnen wird. Als erster Bauabschnitt des Umfahrungsprojekts wurde der etwa 1,5 km lange Erkundungsstollen aufgeföhren, welcher später als Flucht- und Rettungstunnel dienen wird. Sein Durchschlag erfolgte im Herbst 2005.

Nach Fertigstellung der Umfahrung Henndorf im Jahr 2009 ist als Folgeprojekt die Umfahrung Straßwalchen am Kreuzungspunkt der B1 und der B147 geplant. Auch bei diesem Bauvorhaben sind sowohl Bereiche als Unterflurtrassen als auch ein rund 1,7 km langer Tunnel vorgesehen. Als spätere Ergänzung dieses Projekts ist bei Strasswalchen noch eine zusätzliche Verbindungs-

strecke zwischen B1 und B154 geplant, die ebenfalls eine etwa 1,5 km lange Tunnelstrecke aufweisen wird.

Ein weiteres wichtiges Straßenbauvorhaben in Salzburg stellt die Umfahrung Saalfelden an der B311 dar. Zurzeit werden mehrere Planungsvarianten untersucht, wobei einige dieser Projekte Tunnelstrecken aufweisen. Eine Entscheidung für die bestgeeignete Variante ist noch nicht gefallen. Die Umsetzung dieses Projekts wird im Anschluss an Straßwalchen erfolgen.

Neben diesen genannten Tunnelprojekten sind noch mehrere Bauvorhaben, zum Beispiel die Umföhren von Mittersill (B161/B165/B168), Golling (B159) und Taxenbach (B311) geplant. Ein möglicher Zeithorizont für die Umsetzung hängt primär von den zukünftigen budgetären Möglichkeiten ab.

Im Bereich der Autobahnen in Salzburg ist als wichtigstes Projekt die zweite Röhre des Tauern-tunnels zu nennen. Die Auftragsvergabe durch die ASFINAG ist für 2006 vorgesehen.

Tunnel Kienbergwand

Projektorganisation und Finanzierung

Die Kienberg-Panoramastraße Errichtungs-GmbH, eine 100-Prozent-Tochtergesellschaft des Raiffeisenverbands Salzburg, hat die Projektrealisierung übernommen. Um zivilrechtlicher und wirtschaftlicher Eigentümer des Bauwerks zu werden, wurden mit den betroffenen Grundeigentümern (Österreichische Bundesforste AG, Land Salzburg und eine private Eigentümerin) langfristige Bestands- und Superädifikatsverträge abgeschlossen.

Dieses Straßenstück ist nunmehr eine Privatstraße, die dauernd dem öffentlichen Verkehr gewidmet ist. Die Aufhebung der Verordnung als Landesstraße war aufgrund der überwiegenden touristischen Nutzung möglich.

Der Tunnel befindet sich zwar zur Gänze im Land Salzburg, trotzdem hat das Land Oberösterreich einen Zuschuss in Höhe von 50 % der Baukosten geleistet. Die Begründung dafür lag in der großen Bedeutung des Tunnels für den touristischen Verkehr sowohl in der Region Mondsee als auch im gesamten Salzkammergut. Mit dem Land Salzburg wurde ein langfristiger Miet(Leasing)vertrag abgeschlossen, wobei die laufende Instandhaltung dem Mieter obliegt.

Bild 2 Die ehemalige Kienbergwandstraße verlief durch kurze Tunnel und eine Halbbrücke entlang einer steil in den Mondsee abfallenden Felswand.

Fig. 2 The former Kienbergwand road run through short tunnels and a bridge along a steep rock face at the Lake Mondsee.



Dieses privatisierte Tunnel- beziehungsweise Straßenprojekt wurde somit durch ein Public-Private-Partnership-Modell (PPP) bewerkstelligt, wobei eine Rückführung in den Besitz der öffentlichen Hand möglich ist.

Projekt

Ungefähr zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde die L217 Kienbergwand Landesstraße am Südufer des Mondsees als Verbindung der Ortschaften Scharfling und Unterach am Attersee errichtet (Bild 1). Zu dieser Zeit hatte diese Verkehrsverbindung aufgrund der durch Scharfling verlaufenden Ischler Bahn eine wesentliche wirtschaftliche Bedeutung. Nach Auflassung der Ischler Bahn kam der Kienbergwandstraße immer mehr eine rein touristische Bedeutung zu. Diese Strecke gilt seither als beliebte Ausflugsstrecke für nostalgische Autofahrten, für Radfahrer und Fußgänger.

Von Scharfling kommend verlief die zum Teil einspurige Landesstraße durch drei kurze, etwa 10 bis 20 m lange Tunnel ohne Innenauskleidung und im Anschluss über eine rund 300 m lange Halbbrücke am Ufer des Mondsees direkt unter der etwa 400 m hohen, steil in den Mondsee abfallenden Kienbergwand (Bild 2).

Danach schwenkt die Landesstraße bei km 1+600 von der Kienbergwand Richtung Nordost ab und führt am Ufer des Mondsees entlang nach Unterach.

Gesamtsituation und Gefährdungspotenzial

Der Gebirgsstock der Kienbergwand (Bild 3) gehört geologisch-tektonisch betrachtet dem Tirolikum (Staufen-Höllengebirgsdecke, Schafberg-Tirolikum) der nördlichen Kalkalpen an. Die Kienbergwand bildet gemeinsam mit dem östlich der Wandflucht bei Kreuzenstein einsetzenden, ausgedünnten Bajuvarikum die nördliche Stirn der Kalkalpen, die hier direkt an den Mondsee grenzt (1).

Die Kienbergwand wird im Norden durch den Mondsee, im Westen und Süden durch den markanten Einschnitt des Kienbachs sowie im Osten durch den ebenfalls tief eingeschnittenen Graben des Alterbachs begrenzt. Der Kienbachgraben trennt den Komplex der Kienbergwand hierbei vom gegen Süden ansteigenden Massiv des Schafbergs. Die Kienbergwand-Nordwand sowie ihre Südabbrüche zum Kienbach hin und das weitere Hinterland werden durchwegs von obertriadischem Hauptdolomit aufgebaut.

Im östlichen Bereich der Kienbergwandstraße lagern unterhalb des Wandfußes gemischtkörnige Lockergesteine (Hangschuttfächer, Bergsturzblockwerk, Moränensedimente) wechselnder Mächtigkeiten der Fels- oberfläche auf. Diese verdecken die in



Bild 3 Kienbergwand.

Fig. 3 Kienbergwand.



Bild 4 Eiszapfenbildung an Kluftflächen.

Fig. 4 Formation of icicles.

Ostwest streichende Überschiebungsbahn Tirolikum-Bajuvarikum. Bei den Gesteinen des Bajuvarikums handelt es sich einerseits um Konglomerate der Gosau (Streiteck) Formation, andererseits um Mergel (Tannheimer Schichten) und mergelige Kalke bis Fleckenmergel (Schrambachschichten).

Zahlreiche, lokale Kluftwasseraustritte, die an tektonische Schwächezonen und durchschlagende Kluftsysteme gebunden sind, führen bei starken Niederschlagsereignissen besonders im Winter zu Beeinflussungen der Kienbergwandstraße (Bild 4).

SCHRETTER & CIE

Zement · Kalk · Gips · Spezialbindemittel · Spezialbaustoffe · Anwendungstechnik

Beispiele für Spezialbindemittel und Spezialbaustoffe

- SCC-Spezialbindemittel „ViscoCem“
- Portlandschnellzement „SupraCem“
- Spritzbindemittel für getrocknete und naturfeuchte Zuschläge
- Komprimierbarer Tübbinghinterfüllmörtel
- Brandbeständiger Spritzbeton „Fire-Protect“
- Hochfließfähiger Hochleistungsbeton „ViscoFill“

mineralisch kreativ

Schretter & Cie
A-6682 Vils · Tirol
Tel.: +43 (0)5677/8401-0
Fax: +43 (0)5677/8401-222
office@schretter-vils.co.at · www.schretter-vils.co.at

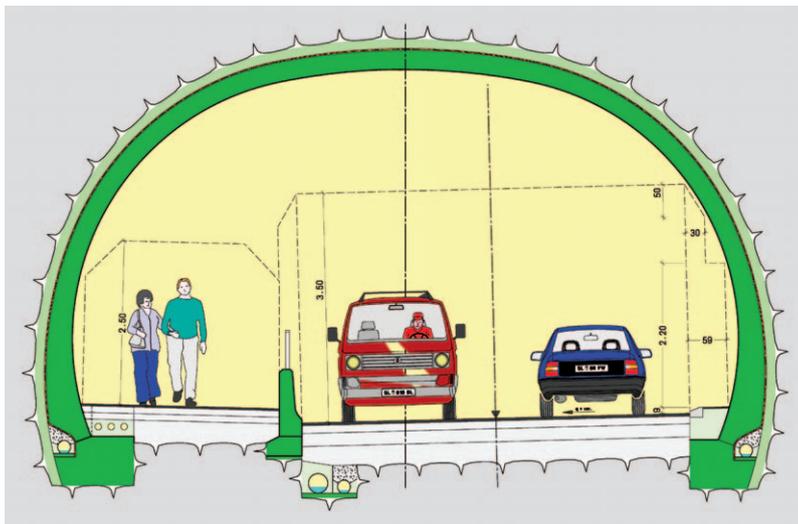


Bild 5 Regelquerschnitt der Variante mit gemeinsamer Führung des Geh-, Rad- und Kfz-Verkehrs.

Fig. 5 Cross section of solution with combined traffic of pedestrian, cyclists and motor vehicles in one tunnel.

Aufgrund des beschriebenen Gesteinsinventars und des Trennflächengefüges des anstehenden Gebirges in Bezug zu den gegebenen Böschungsrichtungen sowie der Einwirkung der physikalischen Verwitterung innerhalb der exponierten Wandstufen ist aus allen Höhen der Bergflanke eine latente Steinschlag- und bereichsweise Felssturzgefahr gegeben. Im Lauf der Jahre fanden immer wieder Steinschläge und Felsstürze aus der Kienbergwand statt.

Maßnahmen in der Vergangenheit

Die Wand wurde aus diesem Grund durch die zuständigen Stellen des Landes Salzburg ständig überwacht. Steinschlagschutzbauten und Felssicherungen wurden aufgebaut und im Lauf der

Zeit immer wieder erneuert und erweitert, um die Sicherheit für lokale Straßenabschnitte zu erhöhen.

Direkt oberhalb der Landesstraße und in höher gelegenen Wandabschnitten wurden umfangreiche Steinschlagschutznetze errichtet. Weiters wurden auch Felssicherungsmaßnahmen mit doppelt korrosionsgeschützten Einstabdauer- und Litzenankern, Ankerbalken und Spritzbeton ausgeführt. Die technische Überwachung und Instandhaltung gestaltete sich aufgrund der topographischen Verhältnisse sehr schwierig.

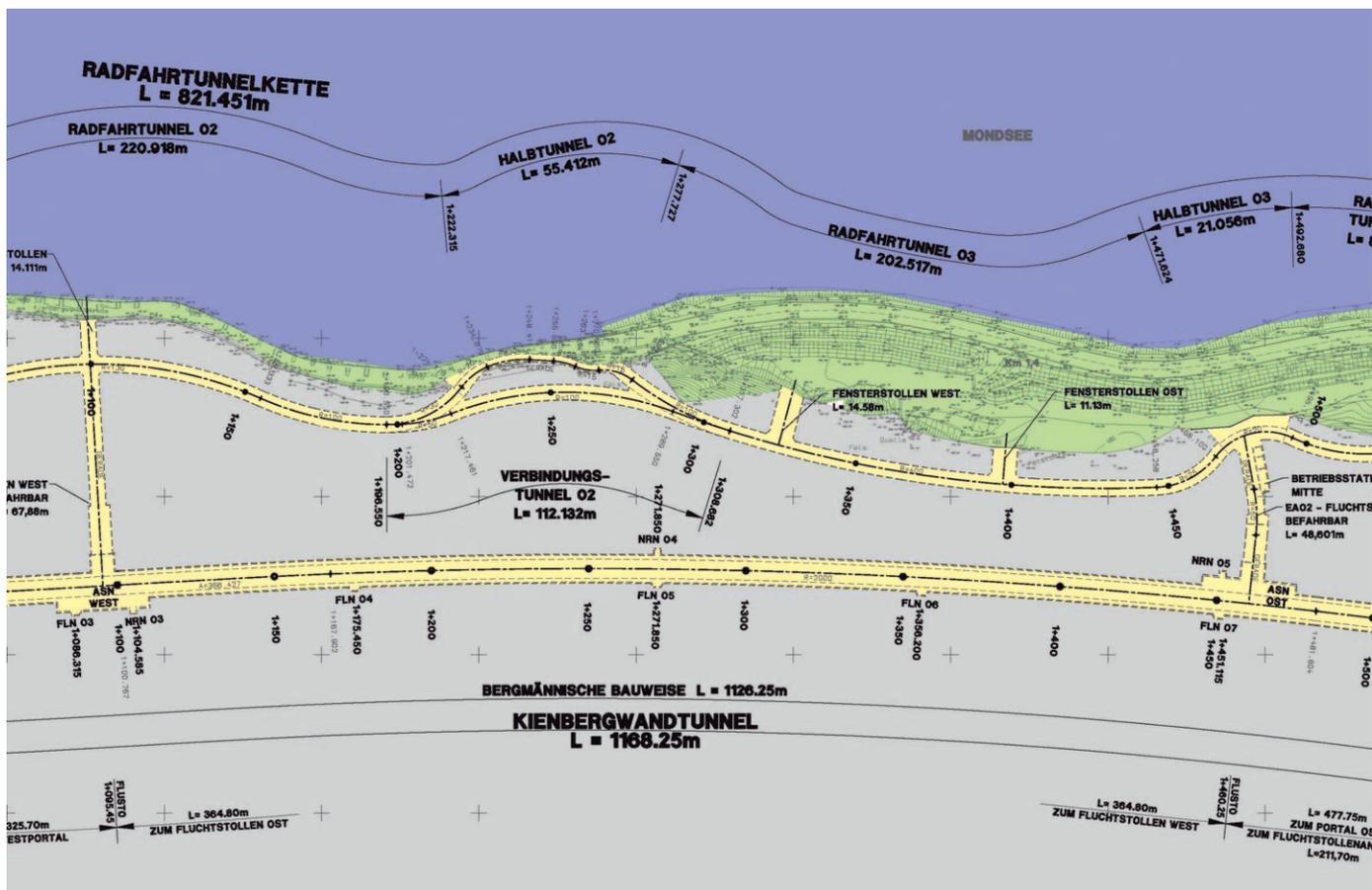
Trotz dieser Maßnahmen und deren ständiger Erweiterung konnten Felsstürze und Steinschläge nie zur Gänze verhindert werden. Immer wieder wurden Einschläge auf der Landesstraße und im Mondsee registriert.

Projektentwicklung

Ab 1988 wurden grundsätzliche Überlegungen zur endgültigen Lösung im Bereich der Kienbergwand angestellt. Untersucht wurden sowohl durchgehende Galerien am Ufer des Mondsees als auch Tunnellösungen. Ein weiteres großes Steinschlagereignis im Jahr 1999, bei dem glücklicherweise nur ein Kraftfahrzeug beschädigt wurde, war für das Amt der Salzburger Landesregierung ausschlaggebend, die Straße für jeglichen Verkehr zu sperren. In der Folge wurde ein Projektteam mit der Erstellung eines Vorprojekts beauftragt. Im Zuge dieses Vorprojekts sollten Varianten zur definitiven Lösung der Probleme erarbeitet werden.

Bild 6 Lageplan-ausschnitt des ausgeführten Projekts.

Fig. 6 Layout of the realized projects.



Varianten

Im Projektteam wurden mögliche Varianten zur Verkehrsführung im Bereich der Kienbergwand Landesstraße detailliert untersucht. Die wichtigsten Aspekte hierbei waren unter Wahrung wirtschaftlicher Gesichtspunkte:

- ◊ Die direkte verkehrstechnische Anbindung des Ortsteils Burgau an die Gemeinde St. Gilgen (Umweg rund um den Mondsee entfällt),
- ◊ Die Erhaltung der touristischen Attraktivität der Straße für Kraftfahrzeuge, Fußgänger und Radfahrer (Mondseemrundung),
- ◊ Eine wesentliche Verbesserung der Sicherheit der Verkehrsteilnehmer.

Auf Basis eines umfangreichen geologischen Gutachtens betreffend die Steinschlag- und Felssturzgefährdung wurde bereits vor Beginn der Variantenuntersuchungen die grundsätzliche Entscheidung getroffen, dass ungefähr zwischen km 0+765 und km 1+680 ein Tunnel und zwischen km 1+680 und 2+004 eine Galerie errichtet werden sollen.

Aufgrund dieser Entscheidung wurde im Zuge des Vorprojekts 2000 ein Vergleich aller Tunnelvarianten von km 0+765 und km 1+680 erstellt. Grundsätzlich konnten diese Varianten nach der gemeinsamen oder getrennten Führung von Fußgänger-, Radfahrer- und motorisiertem Verkehr unterschieden werden.

Bei den Varianten mit gemeinsamer Führung des Verkehrs wurde im Querschnitt neben der Fahrfläche für Pkws und Kleinbusse ein Geh- und Radweg, getrennt durch eine Betonleitwand, vorgesehen (Bild 5). Im Fall der Trennung des Fußgänger- und Radfahrer- vom Kfz-Verkehr wurde der Geh- und Radweg ufernah in einem eigenen Tunnel geführt.

Die insgesamt sieben ausgearbeiteten Varianten sahen neben der Trennung oder gemeinsamen Führung des Verkehrs die ufernahe oder uferferne Führung der Tunnelbauwerke, die Errichtung von Fensterstollen und Fluchtstollen oder die Errichtung von Halbtunneln vor.

Ein weiteres Kriterium bei den untersuchten Varianten war der Lichtraum für den Kfz-Verkehr. Um keine großen Veränderungen der regionalen und überregionalen Verkehrsbezüge, insbesondere des Schwerverkehrs, herbeizuführen und um die touristische und örtlich begrenzte Nutzung der Kienbergwandstraße nicht zu beeinflussen, wurde die Durchfahrtshöhe mit einer lichten Höhe von 3,5 m begrenzt.

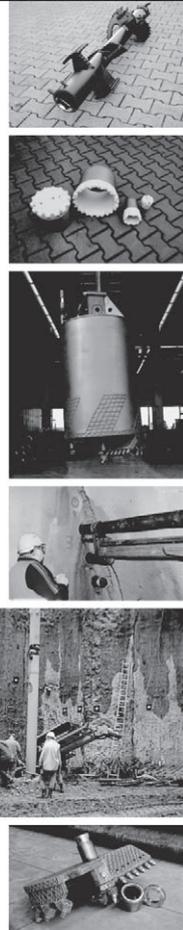
Letztendlich entschied man sich für eine Variante mit getrennter Verkehrsführung. Der Kfz-Verkehr wurde in einem Tunnel uferfern bis zur Galerie, der Fußgänger- und Radfahrverkehr in mehreren gleichzeitig als Fluchtweg und Zufahrt für die Einsatzkräfte genutzten kleineren Tunneln und Halbtunneln entlang dem Mondseeufer geführt (Bild 6). Somit wurde das Projekt sowohl den grundsätzlichen Anforderungen an die Sicherheit der Nutzer als auch der geforderten hohen touristischen Attraktivität gerecht.

Beschreibung des Ausführungsprojekts

Die gewählte Variante wurde, nachdem alle erforderlichen behördlichen Bescheide ergangen waren, im Jahr 2001 vom Amt der Salzburger Landesregierung im Namen der Kienberg-Panoramastraße Errichtungs-GmbH öffentlich ausgeschrieben.

Eine Bietergemeinschaft, bestehend aus den Firmen Alpine Mayreder Bau GmbH, Beton & Monierbau GmbH und Jäger Bau GmbH wurde dem vorgelegtem Alternativangebot beauftragt. Die Bietergruppe wurde auch mit der Gesamtplanung beauftragt, wobei diese vom Ersteller des Alternativangebots, dem Ingenieurbüro Laabmayr & Partner, durchgeführt wurde. Das Alternativangebot unterschied sich von der ausgeschriebenen Amtsvariante im Wesentlichen durch den Entfall der kombinierten Geh/Radweg- und Kfz-Galerie. Dafür wurde in diesem Bereich eine reine Geh/Radweggalerie errichtet und der motorisierte Verkehr in einen um etwa 289 m verlängerten Kfz-Tunnel bis km 1+940 gelegt.

Der Kfz-Tunnel wurde somit letztendlich in „uferferner gestreckter“ Linienführung mit einer Gesamtlänge von 1 168,25 m durch den Kienberg geführt. Der Tunnel ist im Gegenverkehr für PKW und Kleinbusse befahrbar. Entsprechend den neuesten RVS-Sicherheitsstan-

Ideen zum Bohren

- ▶ **Aufschlußbohrwerkzeuge:**
Kernbohrrohre und Zubehör
- ▶ **Ankerbohren:**
Gestänge, Kronen und Zubehör für Überlagerungsbohrsysteme
- ▶ **Hochdruckinjektion**
- ▶ **VdW:**
Werkzeuge, Gestänge und Adapter
- ▶ **Pfahlbohrsysteme:**
Werkzeuge, Kellystangen und Anbauteile
- ▶ **CFA:**
Endlosschnecken und Verbinder
- ▶ **Soilmix:**
Mischköpfe und Gestänge

EMDE Industrie-Technik GmbH ♦ Lahnstraße 32-34 ♦ D-56412 Nentershausen
 Tel.: +49 (0) 64 85-1 87 04-0 ♦ Fax: +49 (0) 64 85-1 87 04-22 ♦ www.emde.de

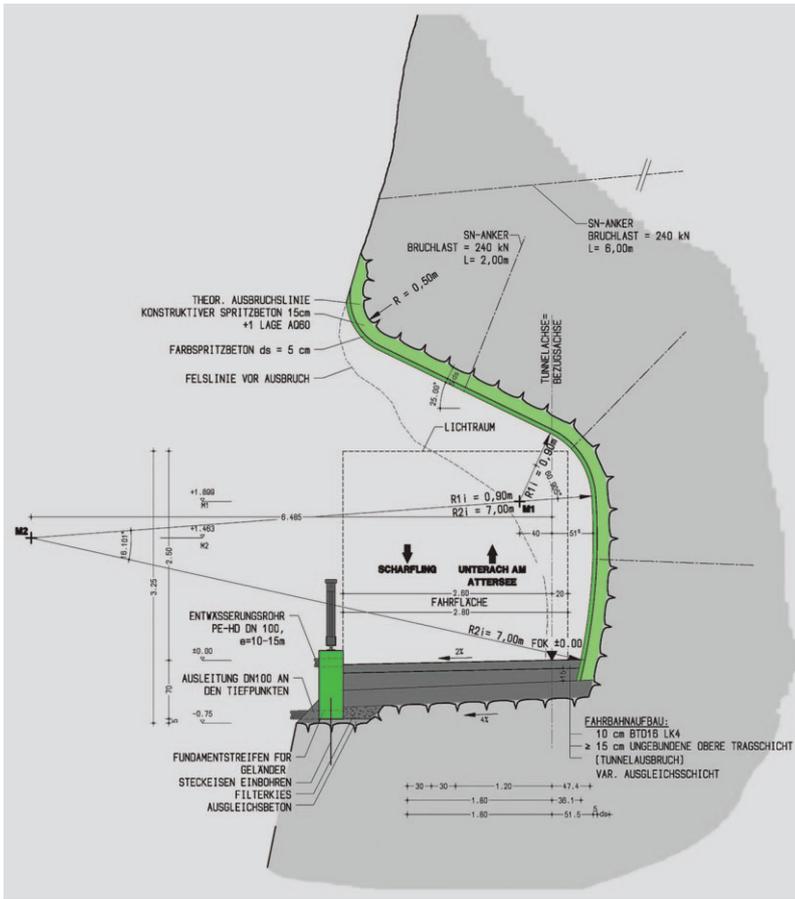


Bild 7 Regelquerschnitt des ausgeführten kleineren Halbtunnels.

Fig. 7 Cross section of the smaller semi tunnel.

dards für Straßentunnel wurde der Kienbergwandtunnel mit zwei Fluchtstollen in Form von Querschlägen ausgestattet. Der erste Fluchtstollen führt über eine Länge von 67,88 m zum

Geh/Radwegtunnel 02. Der zweite Fluchtstollen führt über eine Länge von 48,601 m zum Halbtunnel 03 (vgl. Bild 6). Zusätzlich zu den beiden Fluchtstollen wurde ein 6 m langer Fluchtstollenanschlussstutzen errichtet. Für den Fall, dass sich Art oder Umfang des Verkehrs im Tunnel ändert, kann hier ein dritter begehbare Fluchtstollen realisiert werden.

Der Geh/Radwegtunnel wird alternierend, die bestehenden topografischen Verhältnisse nutzend, als Volltunnel beziehungsweise Halbtunnel geführt (Bilder 7 und 8). Im weiteren Verlauf nutzt der Fußgänger und Radfahrer eine Geh- und Radweggalerie.

Die Linienführung der Halb- und Volltunnel wurde im Zuge der Ausführungsarbeiten auf die tatsächlich vor Ort angetroffenen geologischen Verhältnisse angepasst. Halbtunnel wurden in jenen Bereichen angeordnet, wo natürliche Felsüberhänge genutzt, beziehungsweise diese durch relativ geringe bergseitige Ausbrüche soweit aufgeweitet werden konnten, dass eine Steinschlagbeziehungsweise Felssturzgefährdung für die Nutzer vermieden wird. Aufgrund der schwierigen geologischen Verhältnisse wurden die Halbtunnel 01 und 02 gegenüber der Ausschreibung verkürzt und auf einen Lichtraum von 2 m x 2,5 m (für die Benutzung durch den Rad- und Fußgängerverkehr) verkleinert. Damit Einsatz- und Erhaltungsfahrzeuge weiterhin den Geh/Radwegtunnel benutzen können, wurden hinter den beiden Halbtunnel so genannte Verbindungstunnel errichtet. Insgesamt wurden vier Geh/Radwegtunnel, drei Geh/Radweghalbtunnel

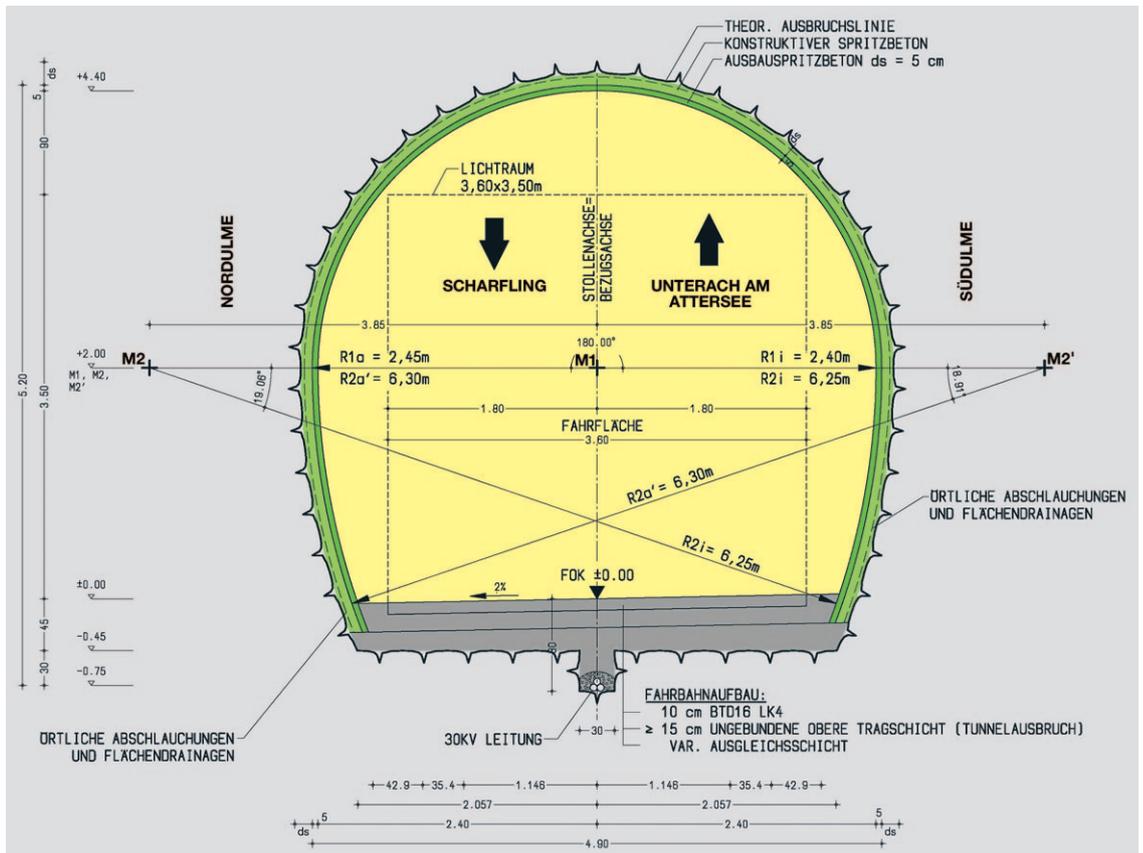


Bild 8 Ausgeführter Regelquerschnitt des Geh/Radwegtunnels.

Fig. 8 Cross section of the tunnel for pedestrians and cyclists.

und zwei Verbindungstunnel mit einer Gesamtlänge von 821,541 m errichtet. Um diese Strecke noch attraktiver zu gestalten, wurden zusätzlich einige Fensterstollen von den Geh/Radwegtunnel zum See aufgeföhren (Bild 9).

Seeseitig der Halbtunnel durften aufgrund der Steinschlag- und Felssturzgefahr keine horizontalen Flächen verbleiben, um eine Geföhrdung der Benutzer des Geh/Radweghalbtunnels durch splitternde Gesteinsteile zu vermeiden. Der Bestand der L217 Kienbergwand Straße wurde daher im Zuge der Realisierung des Projekts zwischen km 0+800 und km 1+266 (bestehende Halbbrücke) abgetragen und im restlichen Verlauf bis km 1+580,00 überschüttet und somit über die gesamte Länge aufgelassen.

Im Anschluss an den Geh/Radwegtunnel 04 folgt die neue Radgalerie mit einer Länge von



Bild 9 Ausgeföhrt Fensterstollen.
Fig. 9 Access tunnel.

245,428 m. Diese ersetzt die ursprünglich ausgeschrieben gemeinsame Galerie für den Fußgänger-, Rad- und Kfz-Verkehr. Die Radgalerie hat, gleich wie auf der gesamten Geh/Radwegtunnelkette, einen Lichten Querschnitt von 3,6 m x

Bild 10 Ausgeföhrt Regelquerschnitt der Geh/Radweggalerie.

Fig. 10 Cross section of the gallery for pedestrians and cyclists.

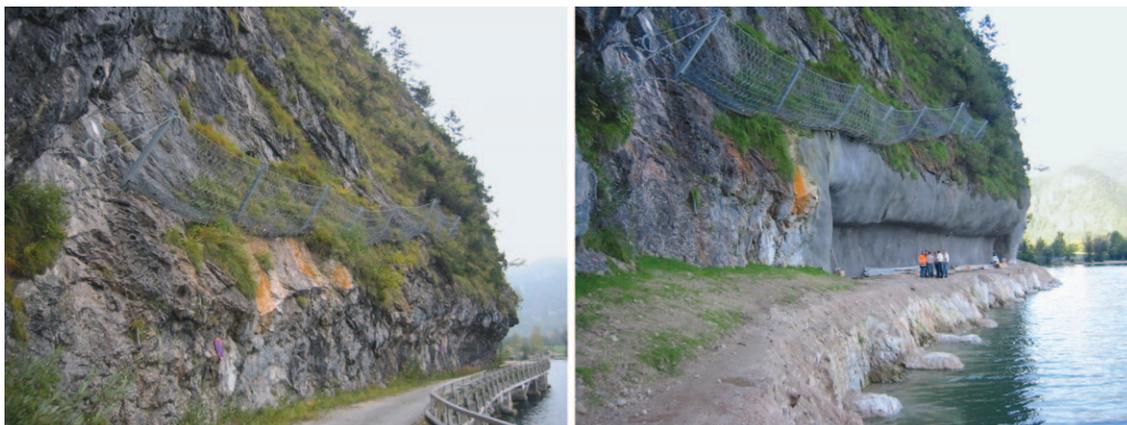
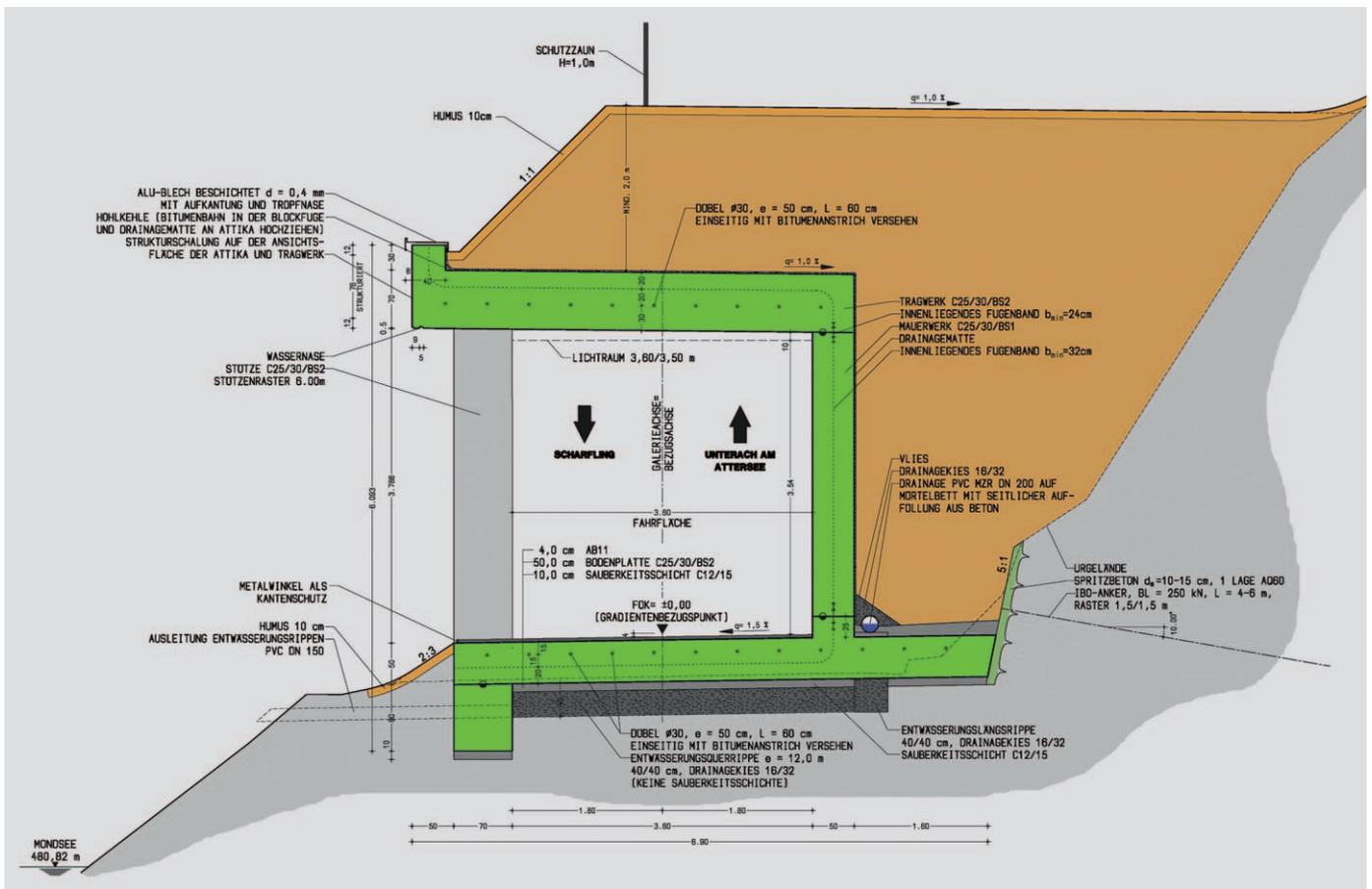


Bild 11 Bereich des Halbtunnels 01 vor Beginn und nach Abschluss der Felsabtragsarbeiten.
Fig. 11 Area of the semi tunnel 01 before and after the excavation.

Seitens der Länder Salzburg und Oberösterreich war nicht vorgesehen, die Kienbergwand Straße für den Schwerverkehr auszubauen. Bei einer Lichtraumbreite von 6 m wurde die Höhe des Lichtraumprofils im Tunnel daher letztendlich, abweichend von der RVS, mit einer Höhe von 4 m festgelegt. Zum Vergleich: Die Lichtraumhöhe für Tunnel mit Schwerverkehr beträgt gemäß den einschlägigen RVS-Bestimmungen 4,7 m. Die Ausbruchfläche beträgt 51,48 m². Die Tunnelabdichtung wurde mit Folie (2 mm) und Schutzvlies (700 g/m²) ausgeführt (Bild 13).

Der Regelquerschnitt der beiden Fluchtstollen, des Halbtunnels 03, der Verbindungstunnel und der Geh/Radwegtunnel wurde aufgrund der Nutzung dieser Bauwerke durch Einsatzfahrzeuge gemäß RVS mit einer lichten Höhe des Fahrraums von 3,5 m und einer lichten Breite der Fahrfläche von 3,6 m ausgeführt. Die Ausbruchfläche der Geh/Radwegtunnel beträgt 22,92 m².

Der Regelquerschnitt der beiden Halbtunnel 01 und 02 konnte aufgrund der Ausführung der beiden Verbindungstunnel auf eine lichte Höhe des Fahrraums von 2,5 m und eine lichte Breite der Fahrfläche von 2,2 m reduziert werden.

Aufgrund des fehlenden Schwerverkehrs und der geringen Längsneigung des Kienbergtunnels ist für den Regelbetriebsfall keine künstliche Belüftung in Form von Strahlventilatoren notwendig. Lediglich für den Brandfall war die Anordnung von drei Strahlventilatoren erforderlich. In den beiden Fluchtstollen wurde, um im Einsatzfall die Rauchfreiheit sicherzustellen, jeweils ein Strahlventilator angeordnet.

Die Tunnelwasserversorgung erfolgt über eine ständig gefüllte Wasserleitung im Kabelkanal, die von einer Pumpanlage mit Entnahmestelle im Mondsee gespeist wird. Am Ostportal wurde ein Schieberschacht mit Frostlauf angeordnet. Die Entleerung erfolgt wiederum in den Mondsee. Die Wasserentnahme im Tunnel erfolgt über zwölf Hydranten, die an den beiden Portalen und in zehn Feuerlöschnischen angeordnet sind.

Die Tunnelentwässerung des Kfz-Tunnels erfolgt im Trennsystem. Die Sammlung des unverschmutzten Bergwassers erfolgt über die Ulmenröhrchen (MZR DN 200) und die Frostkofferdrainage (MZR DN 250). Lokal wurden bei erhöhtem Wasserandrang Querausleitungen von der Ulmenröhrchen in die Sohlröhrchen angeordnet. Die Ableitung des sauberen Bergwassers erfolgt im Bereich der Tunnelportale in den Mondsee. Die Sammlung des verschmutzten Fahrbahnwassers erfolgt über Schlitzrinnen mit Putzteilen für die Wartung und Gewährleistung der Brandsicherheit im Abstand von etwa 48 m. Das Fahrbahnwasser des Kfz-Tunnels wird in sowohl am Westportal als auch am Ostportal angeordnete Gewässerschutzanlagen eingeleitet. Das Abwasser wird entweder mit mobilen Kläranlagen gereinigt oder zur Gänze mittels Tankfahrzeuge ent-



Bild 14 Durchschlag des Geh/Radwegtunnels 01.

Fig. 14 Break-through of the tunnel 01 for pedestrians and cyclists.

sorgt. Im Bereich des Geh/Radwegtunnels und der Fluchtstollen werden das Bergwasser und das Fahrbahnwasser in seitlich bis zur Fahrbahnoberkante reichenden Drainagekiespackungen und je nach Erfordernis angeordneten Dränageröhren (TSR DN 80 beziehungsweise DN 150) abgeleitet.

Das Konzept für die Zufahrt der Einsatzorganisationen sieht grundsätzlich vor, dass diese sowohl den Kienbergwandtunnel als auch mit kleinen Rüstlöschfahrzeugen den Geh/Radwegtunnel beziehungsweise -halbtunnel befahren können. Durch dieses Grundkonzept ist sichergestellt, dass allfällige Einsatzorte im Tunnel unabhängig von den Zufahrtsmöglichkeiten über die beiden Tunnelportale auch über die Geh/Radwegtunnelkette entlang dem Mondsee und die beiden Fluchtstollen angesteuert werden können. Durch diese Maßnahme und die grundsätzlich kurzen Fluchtweglängen im Kienbergwandtunnel (kürzer als 500 m) wird ein auf die Erfordernisse dieses Projekts abgestimmter hervorragender Sicherheitsstandard bezüglich Zufahrtsmöglichkeit der Einsatzorganisationen gewährleistet.

Technische Besonderheiten

Nach dem Durchschlag des ersten Geh/Radwegtunnels zum Mondsee wurden neue Erkenntnisse über die Raumlage der Trennflächen zu dem projektierten Halbtunnel 01 gewonnen. Die für die Errichtung des Halbtunnels erforderliche trompetenartige Aufweitung beim Durchschlag

Bild 15 Verbindungstunnel 01.

Fig. 15 Connecting tunnel 01.

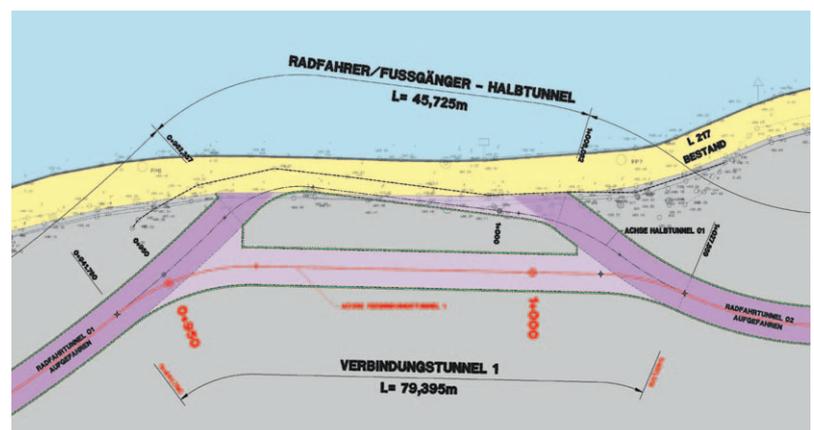




Bild 16 Halbtunnel 01 vom Mondsee aus gesehen.

Fig. 16 Semi tunnel 01 seen from the Lake Mondsee.

zeigte deutlich den klobigen Zerlegungsgrad des Hauptdolomits (Bild 14). Der geplante Halbtunnelquerschnitt hätte eine deutliche Unterschneidung der großen Kluffkörper und damit eine Gefährdung des Halbtunnels und der Vortriebsmannschaft gebracht. Bei der Entscheidung für Ausführungsalternativen waren aber nicht nur sicherheitstechnische Aspekte, sondern auch die touristische Attraktivität der gesamten Geh-/Radwegtunnelkette von Bedeutung. Schließlich wurde beiden Anforderungen durch die Anordnung von Verbindungstunnel hinter einer verkleinerten Variante der Halbtunnel Genüge getan. Die Fußgänger/Radfahrer können die touristisch attraktiven Halbtunnel benutzen und die Einsatzfahrzeuge im dahinter liegenden größeren Halbtunnel zu jedem Einsatzort im Kfz-Tunnel gelangen (Bilder 15 und 16).

Als zweite technische Besonderheit wurde, in Abänderung zur Ausschreibung, die Innenschale der beiden Abstellnischen aus Spritzbeton ausgeführt (Bild 17). In Anlehnung an die Sanierung der Tunnel in Hallstatt wurde das System einer Spritzbetoninnenschale weiterentwickelt. In einem ersten Arbeitsgang wurden die Unebenheiten, das Überprofil und das verbleibende Übermaß mit konstruktivem Vortriebspritzbeton aufgefüllt. Um die Dichtheit der Innenschale gewährleisten zu können, wurde zwischen der Spritzbetonaußenschale und der Spritzbetoninnenschale eine herkömmliche Tunnelabdichtung bestehend aus einer Folie (2 mm) und zwei Lagen Schutzvlies (700 g/m²) eingebaut. Zur Be-

Bild 17 Abstellnische mit Spritzbetoninnenschale.

Fig. 17 Breakdown bay with shotcrete inner lining.



grenzung des Rückpralls beim Auftragen des Innenschalenspritzbetons wurde luftseitig ein weiteres Vlies mit dem Tunnelabdichtungssystem verlegt. Zudem war der verstärkte Einbau von Rondellen zur Befestigung des Abdichtungssystems für die Aufbringung des Spritzbetons auf das Abdichtungssystem notwendig.

Zur Stabilisierung der Spritzbetoninnenschale beim Einbau wurden Tunnelgitterbögen aufgestellt. Bewehrt wurde die Innenschale mit Baustahlgitter. Für die Oberflächengestaltung wurde nachträglich ein 5 cm starker Ausbauspritzbeton mit einer Körnung von 0/4 mm aufgebracht und anschließend an eingebauten Profillehren abgezogen und verrieben. Mit diesem System konnte auch die laut RVS ausgerundete auszuführende Einbindung der Fluchtstollen in die Abstellnischen problemlos hergestellt werden.

Bauausführung

Von der ARGE Kienbergwand (Alpine Mayreder Bau GmbH, Beton & Monierbau GmbH und Jäger Bau GmbH) wurde ein Alternativangebot vorgelegt. Für die Entscheidung zur Ausarbeitung eines Alternativangebots waren einerseits die kurze Bauzeit, andererseits die Steinschlaggefahr und die umfangreichen Böschungssicherungsmaßnahmen im Bereich der im Amtsentwurf vorgesehenen kombinierten Geh-, Radweg- und Kfz-Galerie maßgebend.

Baustelleneinrichtung, Voreinschnitte

Die Hauptbaustelleneinrichtung besteht aus Baubüro, Werkstatt einschließlich Mannschafts- und Poliercontainer, zwei mobilen Sprengstofflagern, Waschplatz, Gewässerschutzanlage und Lagerplatz. Sie wurde am Westportal des Tunnels situiert. Die erforderlichen Flächen für die Baustelleneinrichtung sowie eine zusätzliche Deponiefläche für das Ausbruchmaterial wurden von den Grundbesitzern angemietet. Im Ostportalbereich wurden nur die notwendigen Betriebseinrichtungen für Strom- und Wasserversorgung sowie Abwasserentsorgung und Lagerplatz errichtet.

Die Stromversorgung der Baustelle erfolgte an beiden Portalen über einen 30 kV/400 V Abgang samt Trafo des oberösterreichischen Landesenergieversorgers. Die Versorgung des Westvortriebs erfolgte mittels Aufspannstation 400/1 000 V sowie Schlepptrafos 1 000/400 V. Die Wasserversorgung erfolgte über Pumpentnahmen aus dem unmittelbar angrenzenden Mondsee. Trinkwasser und Kanalanschluss waren nicht vorhanden.

Im Bereich des Voreinschnitts West waren vor Beginn der Vortriebsarbeiten am 6. Oktober 2003 lediglich die im Portalbereich anstehende Felswand geringfügig zu begradigen und eine Luftbogenstrecke zum Schutz vor Steinschlägen aus der Kienbergwand zu errichten. Infolge der Steinschlaggefahr aus der Kienbergwand war

auf den ersten 50 m des Hauptvortriebs eine Begrenzung der Abschlagslängen vorgesehen.

Vor Vortriebsbeginn im Osten war die Herstellung eines rund 100 m langen und im Bereich des Anschlagpunkts etwas 15 m hohen Voreinschnitts erforderlich. Die Böschungssicherung erfolgte mit Spritzbeton, Baustahlgittern und 6 bis 9 m langen IBO-Ankern im Raster 1,5 bis 2, m. Mit Fertigstellung des Voreinschnitts wurden im Sohlbereich die flach in Vortriebsrichtung ansteigenden Mergel sowie am Übergang Mergel-Hangschutt eine Quelle mit einer konstanten Schüttung von etwa 5 l/s angebrochen.

Vortriebskonzept

Der Ausbruch des Kfz-Tunnels erfolgte im Bereich des Dolomits im Sprengvortrieb im Vollprofil mit einer Abschlagslänge von 3 m. Die Sprengarbeiten wurden mittels Keileinbruchs, etwa 116 Bohrlöcher pro Abschlag, patronierten Sprengstoffen und unter Verwendung von Millisekundenzündern ausgeführt. Die Einlagerung der Sprengstoffe auf der Baustelle erfolgte in zwei mobilen Sprengstofflagern des Typs DNW 1000. Im Dolomit betrug der spezifische Sprengstoffverbrauch beim Ausbruch des Kfz-Tunnels etwa 2,5 kg/m³.

Zum Bohren der Spreng- und Ankerlöcher wurde ein zweiarmiger Bohrwagen der Baureihe AXERA T08, ausgestattet mit einer 14"-Lafette, einer 12"/14"-Teleskoplafette und Bohrhämmern der Bauart HLX 5, eingesetzt. Das Schuttern des Ausbruchmaterials erfolgte mittels Radladers LH 564 und drei bis vier Muldenkippern. Das Ausbruchmaterial wurde auf zwei im Westportalbereich gelegenen Deponien abgekippt und vom Grundeigentümer (ÖBF AG) direkt ab Zwischendeponie verwertet.

Die Ausbruchsicherung erfolgte großteils mittels einer Systemankerung (Superswellex Anker, L = 3 m) und einer 7,5 cm starken Spritzbetonversiegelung. Lediglich im Bereich der Abstellnische sowie bei gelegentlichen Mergeleinschaltungen im Übergangsbereich wurde zusätzlich eine Lage Baustahlgitter eingebaut. Der Spritzbeton wurde im Nassspritzverfahren mittels

Spritzmobils Meyco Potenza aufgetragen. Die Fahrzeit zur Betonmischanlage betrug rund 30 Minuten.

Aus Termingründen und wegen des anstehenden Hangschuttmaterials im Ostportalbereich war es erforderlich, den Kienbergwandtunnel von beiden Portalen aus vorzutreiben.

Im Westvortrieb des Kfz-Tunnels wurden etwa 90 % der Tunnellänge in der Vortriebsklasse 3 mit einer Abschlagslänge von 3 m ausgebrochen. Mit Erreichen der Mergel wurde der Westvortrieb am 22. Januar 2004 eingestellt.

Die Vortriebsarbeiten im Osten begannen Mitte November 2003. Es wurde ein 12 m langer Rohrschirm zur Voraussicherung im Hangschutt hergestellt. Im Schutz des Rohrschirms erfolgte der Vortrieb mit dem Tunnelbagger in vier bis sechs Teilquerschnitten mit bewehrtem Ortsbrustspritzbeton, Brustankern und Stützkern. Zur Ausbruchsicherung wurden 25 cm Spritzbeton, zwei Lagen Bewehrung und Tunnelgitterbögen im Abstand von 1 m eingebaut. Da infolge des engen Kurvenradius von 90 m ein weiterer Rohrschirm aus geometrischen Gründen zu sehr großen Zwickeln geführt hätte, wurde ab Tunnelmeter 10 bis 30 die voraussichernde Vortriebsicherung auf verpresste Injektionsbohrankern (45 IBO-Anker R32, Länge 4 bis 6 m, ein Schirm in jedem zweiten Abschlag) umgestellt. Da ab Tunnelmeter 30 die Ortsbrust vollflächig im Mergel zu liegen kam, wurde der weitere Vortrieb auf Sprengvortrieb umgestellt. Der Ausbruch erfolgte im Vollprofil bei Abschlagslängen von 1,5 bis 1,7 m und einer Ausbruchsicherung bestehend aus Gitterbögen, zwei Lagen Baustahlgitter, 20 cm Spritzbeton sowie lokalen Ankern nach Bedarf. Insgesamt wurden im Ostvortrieb 163 m ausgebrochen, davon 30 m im Hangschutt (Vortriebsleistung 1,5 m/AT) und 133 m im Mergel/Tonstein (Vortriebsleistung 6,8 m/AT).

Die Geh/Radwegtunnel 01 (Länge 187 m) und 02 (Länge 221 m) sowie die Fluchtstollen 01 (Länge 82 m) und Fluchtstollen 02 (Länge 49 m) wurden parallel zum Vortrieb des Kfz-Tunnels West ausgebrochen. Die Geh/Radwegtunnel 03 (Länge 203 m) und 04 (Länge 89 m) sowie die

Kompakte Lösungen für Industrie, Berg- und Tunnelbau

CFT bietet ein breites und flexibles Spektrum an Leistungen für die unterschiedlichsten Branchen

CFT Kompaktfilter

Schlüsselfertige Anlagen für die Industrie aus einer Hand

CFT Kompaktfilter

Tausendfach bewährte Kompakt-, Trockenfilter im Berg- und Tunnelbau

CFT Kompaktfilter

ROTO-VENT / HOEKO-VENT Nassentstauber – weltweit anerkannt für den Berg- und Tunnelbau

Polo Citrus

Staubbindemittel auf natürlicher Basis für den Einsatz Über- und Untertage

Vertrieb von Korfmann-Lüftungstechnik in Polen



compactfiltertechnik

CFT GmbH · Compactfiltertechnik

Beisenstraße 39-41

D-45964 Gladbeck

Telefon 0 20 43/48 11-0

Telefax 0 20 43/48 11-20

www.cft-gmbh.de

mail@cft-gmbh.de



Bild 18 Ostportal
Fig. 18 Portal in the east.

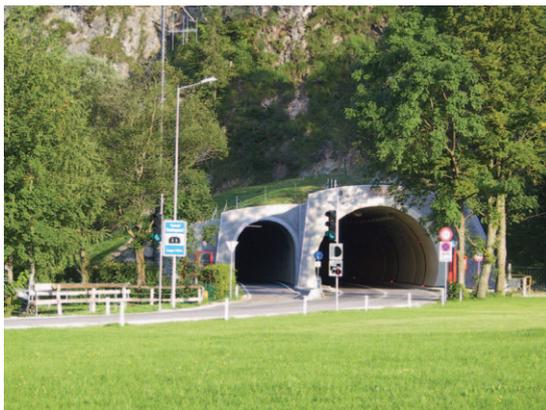


Bild 19 Westportal.
Fig. 19 Portal in the west.

Verbindungstunnel 01 (Länge 79 m) und 02 (Länge 112 m) wurden nach Durchschlag des Kfz-Tunnels hergestellt.

Kennzeichnend für den Vortrieb der Radfahrtunnel waren die geringe seitliche Überdeckung sowie die engen Kurvenradien von 30 bis 50 m in den Ein- und Ausgangsbereichen. Mit Ausnahme der verkürzten Abschlagslängen in den Eingangs- und Ausgangsbereichen wurden die Geh-/Radwegtunnel mit einer Abschlagslänge von 1,7 m ausgebrochen und mit einer 7,5 cm starken Spitzbetonversiegelung versehen. Der spezifische Sprengstoffverbrauch bei einem Ausbruchquerschnitt der Radtunnel von etwa 22,5 m² betrug 3,2 kg/m³.

Insgesamt wurden im Westvortrieb vom 6. Oktober 2003 bis zum Durchschlag am 23. Januar 2004 955 m Kfz-Tunnel und 540 m Geh-/Radwegtunnel und Fluchtstollen ausgebrochen.

Die Herstellung der Halbtunnel erfolgte infolge der ungünstigen Gefügesituation im Böschungsbereich (Hangparallele Schicht- und Klufflächen) mit einer Baggeranbaufräse, im Bereich größerer Abtragsstärken zusätzlich durch Profilierungssprengungen. Die Halbtunnel wurden mit Spritzbeton, Baustahlgitter und Systemanker gesichert.

Einbau Innenschale

Nach Abschluss der Vortriebsarbeiten und den notwendigen Vorbereitungsarbeiten wie Profilkontrolle, Nachprofilieren, Aufbringung des Abdichtungsträgers und Aushub/Nachfräsen der Bankette sowie Herstellung der Sohlplatten für

die offene Bauweise wurde Anfang März 2004 mit der Herstellung der Widerlager begonnen. Die Herstellung der Widerlager erfolgte mit einem Gleitschalungsfertiger, die erforderlichen Aussparungen für Putzschächte und Querausleitungen wurden im Nachgang aus dem frischen Beton ausgestochen.

Da beim Ostportal (Bild 18) infolge des Kurvenradius von 90 m fünf kürzere Blöcke mit 9 m Blocklänge vorgesehen waren, wurde beschlossen, in diesem Bereich mit den Gewölbekonarbeiten zu beginnen. Dazu wurde der Schalwagen vorerst nur mit einer 9 m Schalhaut aufgebaut und nach Fertigstellung der verkürzten Blöcke auf 12 m verlängert.

Jeweils vorlaufend zum Ringbeton wurden die Herstellung des Ulmenstreifens samt Ulmen-Drainage, die Tunnelabdichtung sowie die Stirnschalungen für die Abstellnischen hergestellt. Insgesamt waren 94 Blöcke zu betonieren, davon vier in offener Bauweise. Die Herstellung der Revisions-, Feuerlösch- und Notrufnischen sowie der Kabelschlitze für die E-Technik erfolgte mittels an die Schalhaut des Schalwagens montierter Stahlschalungen.

Parallel zu den Ringbetonarbeiten wurden die Fluchtstollen und Querschläge mit einem Innenausbau bestehend aus 10 cm Spritzbeton mit einer Lage Baustahlgitter ausgekleidet. Lokale Feuchtstellen wurden mittels Noppenfolienstreifen entwässert.

Tunnelausbau

Nachdem der Ringbeton den Hochpunkt des Tunnels erreichte, wurde mit der Herstellung der Tunnelhauptentwässerung sowie mit der Verlegung der Bordstein- und Schlitzrinnenfertigteile begonnen. Mit Fertigstellung dieser Arbeiten erfolgte der Einbau der Tragschicht im Haupttunnel sowie Ende August der Einbau der bituminösen Tragschicht.

Der Tunnel Kienbergwand wurde nach 15 Monaten Bauzeit am 7. Dezember 2005 dem öffentlichen Verkehr übergeben (Bild 19).

Quellennachweis

1. Schober: *Geologisch-geotechnisches Gutachten, Ausschreibungsprojekt 2003*. Lochen 2003.

Autoren

Dipl.-Ing. Dr. Roland Hittenberger, Amt der Salzburger Landesregierung, Referat Straßenneubau, Michael-Pacher-Straße 34, A-5020 Salzburg, Österreich, E-Mail roland.hittenberger@salzburg.gv.at; Mag. Friedrich Mittendorfer, West Consult, Schillerstraße 30, Techno-Z, A-5020 Salzburg, Österreich, E-Mail friedrich.mittendorfer@westconsult.at; Dipl.-Ing. Günther Maierhofer, SABAG, Salzburger Bau-träger GesmbH, Jakob-Haringer-Straße 8, Techno-Z, Bauteil V, A-5020 Salzburg, Österreich, E-Mail office@sabag.at; Dipl.-Ing. Johann Keil, Dipl.-Ing. Johann Bauer, Alpine May-reder Bau GmbH, Abteilung Untertagebau, Alte Bundesstraße 10, A-5071 Wals, Österreich, E-Mail johann.keil@alpine.at, johann.bauer@alpine.at; Dipl.-Ing. Manfred Eder, Ing. Reinhold Czizsek, IL – Ingenieurbüro Laabmayr & Partner ZT GmbH, Preishartweg 4, A-5020 Salzburg, Österreich, E-Mail office@laabmayr.at