

# Gewährleistung eines sicheren Betriebs der Stuttgarter Straßentunnel: Nachrüstungsprogramme, Bauablauf, Verkehrssicherheit im laufenden Betrieb, zukünftige Erhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen

Die Landeshauptstadt Stuttgart ist derzeit verantwortlich für den sicheren Betrieb von 16 Straßentunneln. Neben den hohen Anforderungen an die Verfügbarkeit der Verkehrsinfrastruktur und den sicheren Tunnelbetrieb, sind insbesondere auch Aspekte der Personalressourcen, des Finanzbedarfs und der technischen Möglichkeiten zu berücksichtigen. Durch qualifiziertes eigenes Fachpersonal und mit Unterstützung spezialisierter Mitarbeiter externer Wartungsfirmen wird ein hohes Maß an Flexibilität erzielt. Betriebstechnische Störungen können somit kurzfristig und ohne größere Beeinträchtigungen des Verkehrs behoben werden. Bei Planungen sind wirtschaftlich und technisch ausgereifte Lösungen erforderlich. Nur so kann ein hohes Maß an Effizienz und Dauerhaftigkeit erreicht werden.

## 1 Aufgabenumfang und Ressourcen

Die Landeshauptstadt Stuttgart betreibt insgesamt 16 Straßentunnel, wovon zehn Tunnel länger als 400 m und somit nach den Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln 2006 (RABT) überwachungspflichtig sind [1]. In **Tabelle 1** sind die Tunnellängen und Verkehrsdaten aufgeführt. Eine besondere Herausforderung ist die ständige Sicherstellung der Betriebsfähigkeit der Tunnel rund um die Uhr und an allen Tagen im Jahr. Auch infolge immer höherer Verkehrsbelastungen wächst dieser Anspruch, so dass für Wartungs- und Nachrüstungsarbeiten nur ein begrenzter Zeitraum zur Verfügung steht.

Der laufende Betrieb wird durch drei Ingenieure, zwei Elektromeister und fünf Elektriker gewährleistet. Sie sind u. a. für die Wartung und Unterhaltung der betriebs- und sicherheitstechnischen Ausstattung der Straßentunnel und 25 städtischen Parkhäuser und Tiefgaragen verantwortlich. Mit diesem Personalbestand und mit Unterstützung spezialisierter Fachfirmen gelingt es, das Aufgabenspektrum zu bewältigen.

Kleinere Wartungsarbeiten und die täglichen Kontrollen der betriebs- und sicherheitstechnischen Ausstattung in den Straßentunneln werden durch das städtische Personal erbracht, ebenso die Koordinierung und Durchführung der Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen bei insgesamt ca. 40 Nachtsperren-

## Guaranteeing Safe Operation of the Stuttgart Road Tunnels: Upgrading Programme, Construction Sequence, Traffic Safety under Continued Operation, Future Maintenance and Renewal Measures

The state capital Stuttgart is currently responsible for the safe operation of 16 road tunnels. In addition to the stringent requirements of availability of the transport infrastructure and safe tunnel operation, particular attention has to be paid to the aspects of personnel resources, financial requirements and the technical practicalities. With qualified personnel in-house and the assistance of specialised employees of external maintenance companies, a high degree of flexibility is achieved. Operational interruptions can thus be remedied promptly and without great obstruction of traffic flow. For design work, economically and technically mature solutions are needed. It is the only way to achieve a high degree of efficiency and durability.

gen pro Jahr und der für jeden Tunnel halbjährlich durchzuführende Sicherheitstest.

Die städtischen Mitarbeiter bewerten und bearbeiten außerdem außerhalb der täglichen Arbeitszeit anfallende Störungsmeldungen. Diesen Bereitschaftsdienst übernehmen im wöchentlichen Wechsel jeweils ein Ingenieur und ein Elektriker. Sie beheben die betriebstechnischen Störungen mittels Fernzugriff auf das Tunnelleitsystem bzw. führen qualifizierte Störungsbehebung und geeignete Ersatzmaßnahmen vor Ort durch.

Neben den Aufgaben der Wartung und des reibungslosen Betriebs sind auch die Planungs- und Bauüberwachungsaufgaben der Tunnelausstattung bei Neubau-, Erneuerungs- und Nachrüstungsmaßnahmen zu betreuen. Dabei ist es zielführend, die Erfahrungen aus dem täglichen Betrieb in die Planungen einfließen zu lassen und den beauftragten Planungsbüros im Rahmen der Projektplanung als qualifizierter Ansprechpartner zu begegnen.

Tunnel	Inbetriebnahme	Tunnellänge	Fahrzeuge/Tag	Fahrzeugkilometer/Jahr
Schwabtunnel	1896	124 m	15.000	678.900
Wagenburgtunnel	1958	824 m	28.000	8.421.280
Unterführung Charlottenplatz (B 14)	1966	98 m	90.000	3.219.300
Planietunnel (B 27)	1968	2 x 400 m	30.000	4.380.000
Überführung Peregrinastraße (B 27)	1970	120 m	12.000	525.600
Schwanenplatztunnel (B 14)	1972	2 x 475 m	121.000	20.978.375
Leuzetunnel (B 10/B 14)	1972	2 x 270 m	50.000	4.927.500
Unterführung Wilhelmsplatz (B 14)	1972	91 m	90.000	2.989.350
Unterführung Gebhard-Müller-Platz (B 14)	1973	120 m	75.000	3.285.000
Tunnel Neugereut	1986	415 m	10.000	1.514.750
Tunnel Heslach (B 14)	1991	2.300 m	50.000	41.975.000
Berger Tunnel (B 14)	1993	154 m	25.000	1.405.250
Tunnel Feuerbach (B 295)	1995	1.200 m	28.500	12.483.000
Hengstäckertunnel (Ortsumgehung Vaihingen)	1999	756 m	26.000	7.174.440
Österfeldtunnel (Ortsumgehung Vaihingen)	1999	460 m	26.000	4.365.400
Tunnel Pragsattel (B 10)	2006	2 x 720 m	40.000	10.512.000

**Table 1** Übersicht der Straßentunnel in Stuttgart

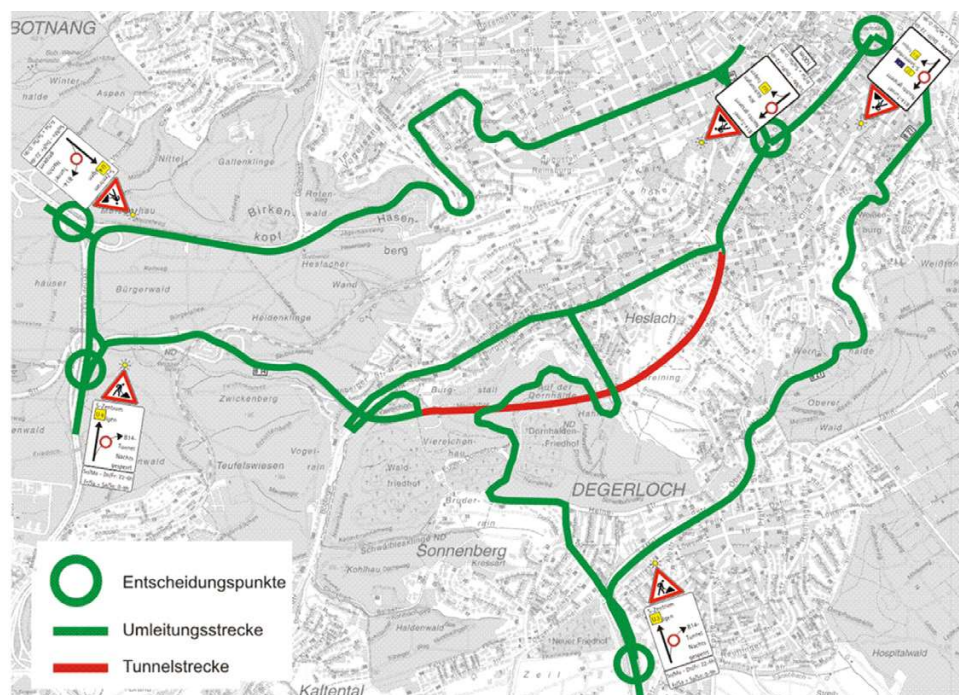
Für die Aufgaben des Tunnelsicherheitsbeauftragten nach RABT steht ein weiterer Mitarbeiter zur Verfügung. Er überprüft den laufenden Betrieb, stellt die Koordinierung und Kommunikation mit den Einsatzdiensten sicher und wirkt an der Ausarbeitung von Sicherheitsplänen mit. Bei Neubaumaßnahmen und Nachrüstungsprojekten erfolgt eine Unterstützung durch externe Sicherheitsbeauftragte.

Für den Betrieb und die Unterhaltung der Straßentunnel setzt die Stadt jährlich finanzielle Mittel in Höhe von ca. 2,2 Mio. € ein. Mit diesem Budget müssen die gesamten laufenden Kosten der Wartung, der Reparatur und des Energiebedarfs abgedeckt werden. Erneuerungsmaßnahmen und unvorhergesehene Reparaturen führen insbesondere bei älteren Bauwerken

zu einem zusätzlichen finanziellen Aufwand. Projektmittel für Nachrüstungs- und Erneuerungsmaßnahmen werden separat finanziert.

## 2 Erneuerung und Nachrüstung der betriebs- und sicherheitstechnischen Ausstattung

Maßnahmen zur Erneuerung und Nachrüstung der betriebs- und sicherheitstechnischen Ausstattung stellen immer höchste Anforderungen an die Sicherheit und Verfügbarkeit der sich in Betrieb befindlichen Tunnel.



**Bild 1** Weiträumige Umleitungsstrecke Sperrung Tunnel Heslach



**Bild 2** „Rauswerfer“ auf der B 14

Die Straßentunnel in Stuttgart sind in das Hauptverkehrsstraßennetz eingebunden und somit für die Sicherstellung der Verkehrsabläufe innerhalb des Stadtgebiets unerlässlich. Aufgrund der geforderten steten Verfügbarkeit der Tunnelanlagen sind im innerstädtischen Bereich keine Vollsperrungen über einen Zeitraum von mehreren Wochen möglich. Somit können Erneuerungs- und Nachrüstungsmaßnahmen nur im Zuge von Nachtsperrungen in verkehrsschwachen Zeiten durchgeführt werden.

Für den B 14-Tunnel Heslach wurde beispielgebend ein mehrstufiges Nachrüstungskonzept mit insgesamt drei Haupt- und vier Teilbaustufen entwickelt. Zu einem großen Teil wurden die Erneuerungs- und Nachrüstungsarbeiten in den Jahren 2004 bis 2013 umgesetzt [2].

Vollsperrungen für die baulichen Maßnahmen im Heslacher Tunnel waren ausschließlich nachts in den verkehrsschwachen Zeiten zwischen 21:00 und 5:30 Uhr möglich. Im Wesentlichen erfolgten die Sperrungen in den Sommerferien. Neben der direkten Umleitung des örtlichen Verkehrs in unmittelbarer Nähe zum Tunnel wurde der Durchfahrtsverkehr bereits frühzeitig auf die Sperrung hingewiesen. Über zwei zusätzliche Routen erfolgte dann eine weiträumige Umleitung (Bild 1). Zusätzliche Hinweistafeln, wie der „Rauswerfer“ etwa 2 km vor dem Tunnel, ergänzten das Umleitungskonzept (Bild 2).

Durch frühzeitige Information der politischen Gremien, ein zweckmäßiges Umleitungskonzept und Anpassungen der Steuerungsprogramme an Lichtsignalanlagen konnte eine hohe Akzeptanz bei der Bevölkerung erzielt werden. Es hat sich außerdem bewährt, einen sehr detaillierten Bauablauf zu planen und der Ausschreibung beizulegen. Damit konnte die tägliche Freigabe für den Verkehr sichergestellt und das Risiko von Bauzeitverlängerungen minimiert werden.

Um einen reibungslosen Ablauf der vielen unterschiedlichen Tätigkeiten und eine erfolgreiche Zusammenarbeit der Beteiligten vor Ort sicherzustellen, wurde auf Grundlage der Baustellenverordnung ein Sicherheitskonzept entwickelt und vom Koordinator für Sicherheits- und Gesundheitsschutz überwacht. Die tägliche Sperrung, Kontrolle und Freigabe des Tunnels wurde von diesen Aufgaben getrennt durch ein Verkehrsplanungsbüro ausgeführt.

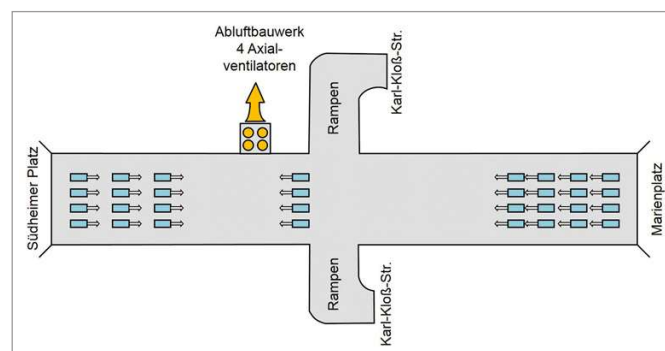
Alle Arbeiten konnten aufgrund qualifizierter und kooperativer Auftragnehmer reibungslos umgesetzt werden. Das bei der

Umrüstung des B 14-Tunnels in Heslach entwickelte Verkehrskonzept ist für künftige Tunnelnachrüstungen in Stuttgart wegweisend.

Die notwendigen Tunnelnachrüstungen der Stuttgarter Straßentunnel sind noch nicht vollständig abgeschlossen. Es wird deutlich, dass die aufgrund der Einführung der RABT erforderlichen Anpassungen des Bestands für eine Kommune mit einem so großen Tunnelbestand wie Stuttgart nur in größeren Zeiträumen umsetzbar sind.

### 3 Optimierungsmöglichkeiten bei der Tunnellüftung

Die Energiekosten für den Normalbetrieb der Tunnellüftung stellen im B 14-Tunnel Heslach einen erheblichen Teil der Gesamtbetriebskosten dar. Dies resultiert aus der großen Tunnellänge, der sehr hohen Verkehrsbelastung und dem Gegenverkehrsbetrieb. Aus Gründen des Immissionsschutzes wird die im Tunnel anfallende Abluft über das westlich der Zufahrtsrampen der Karl-Kloß-Straße gelegene Abluftbauwerk mit vier Axialventilatoren abgeführt (Bilder 3 und 4).



**Bild 3** Schema Tunnelbauwerk mit Anordnung der Strahlventilatoren und des Abluftbauwerks



**Bild 4** Abluftventilator A1

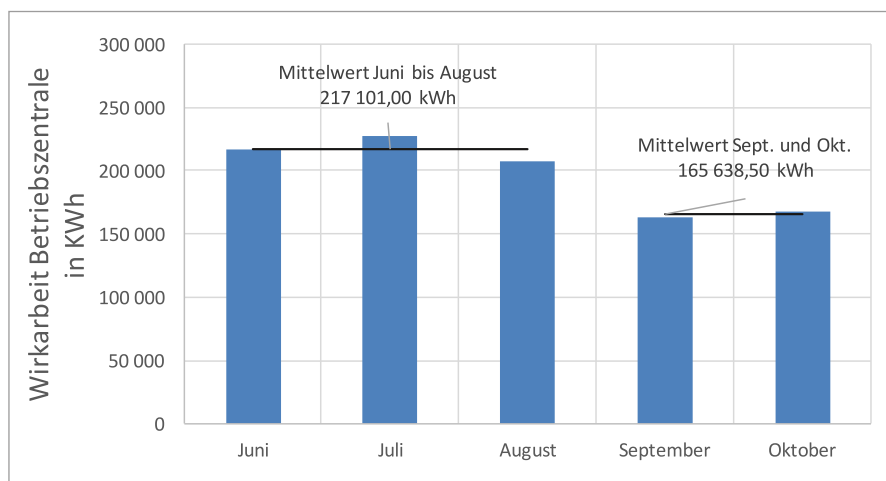


Bild 5 Vergleich Gesamtstromverbrauch

Bei der Inbetriebnahme des Tunnels im Jahr 1991 wurden in die Steuerungsanlagen des Lüftungssystems Strahlventilatoren statisch eingesetzt. Damit konnte ein Ausgleich der unterschiedlich langen Tunneläste und eine möglichst gleichmäßige Zuführung der Luft zur Absaugstelle des Abluftbauwerks erreicht werden.

Nach der im August 2011 erfolgten Umrüstung im B 14-Tunnel Heslach wurde die Steuerung im Normalbetrieb auf eine dynamische Lüftungsstrategie umgestellt [3]. Die abzusaugende Luftmenge an den Ventilatoren des Abluftschachts wird in Abhängigkeit von den gemessenen Werten für Sichttrübung und Kohlenmonoxid stufenweise vorgegeben. Die Strahlventilatoren werden abhängig von dieser Abluftmenge in beiden Tunnelabschnitten in eine Grundeinstellung gebracht und anschließend dynamisch so geregelt, dass möglichst eine auf die Abluftmenge bezogene ideale Sollgeschwindigkeit in beiden Ästen erreicht wird.

Die durch ein Planungsbüro erarbeitete Umstellung der Lüftungssteuerung zeigte im Ergebnis eine erhebliche Energieeinsparung. Bild 5 zeigt den Gesamtstromverbrauch des Tunnelbauwerks in den Monaten Juni bis Oktober im Jahr der Umstellung 2011. Die Differenz der Mittelwerte von Juni bis August vor der Umstellung und von September bis Oktober nach der Umstellung resultiert in einer Ersparnis von 24 %. Bezogen auf den Mittelwert ergibt sich im direkten Vergleich eine Einsparung von über 50.000 kWh pro Monat.

#### 4 Zukünftige Erhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen

Im Gegensatz zum Tunnelbauwerk wird für die Sicherheits- und Betriebstechnik eine Lebensdauer von etwa 20 Jahren zugrunde gelegt. Daraus ergibt sich für die Erneuerung der betriebs- und sicherheitstechnischen Ausstattung ein kontinuierlicher Prozess und die Notwendigkeit, in der Planungsphase einen ausreichenden Vorlauf vorzusehen. Die Planung muss sorgfältig erfolgen, um Störungen im Tunnelbetrieb während der Umbauphase entgegenzuwirken.

Am B 14-Tunnel Heslach stehen nach der grundlegenden Erneuerung der Brandmelde-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik nun Erneuerungen im Bereich der Beleuchtung, der Mittelspannungsanlage und der Strahlventilatoren an. Diese Maßnahmen werden ebenfalls bei laufendem Tunnelbetrieb ausgeführt.

Bei Planungen für die Ausstattung der Betriebs- und Sicherheitstechnik in Bestands- und Neubauprojekten wird immer

auch die Frage nach der geeigneten Beleuchtungsart diskutiert. Fragen zum Ausleuchtungsniveau, zur Blendwirkung, zum Energiebedarf und auch zur Montage oder Installation stehen dabei im Fokus. Um Erfahrungen zu den genannten Punkten sammeln zu können, wurde im B 14-Tunnel Heslach eine Musterstrecke installiert (Bild 6). Die Erfahrungen aus dieser Musterstrecke fließen auch in die Entscheidungen für Erneuerungen der beleuchtungstechnischen Ausstattung bei anderen Tunneln mit ein.

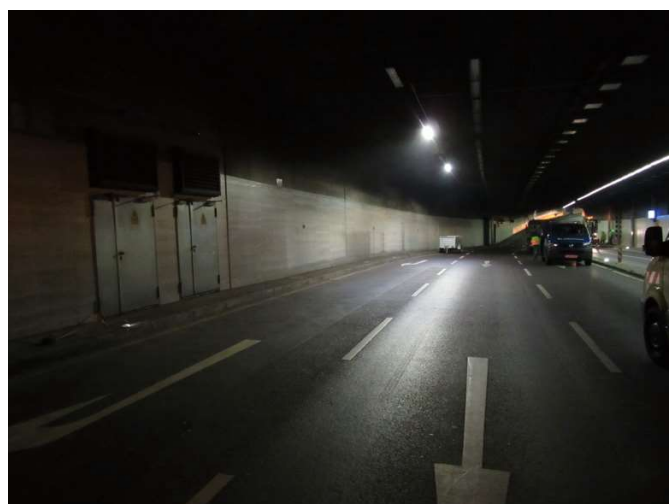
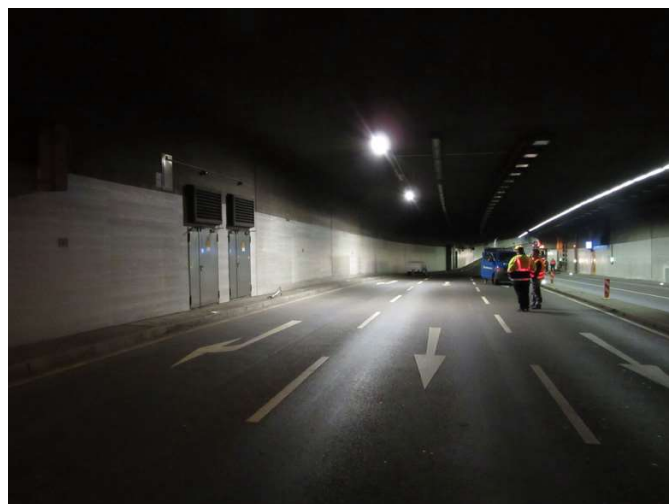


Bild 6 Musterstrecke LED-Beleuchtung mit Fokus auf die Blendwirkung B 14-Tunnel Heslach

## 5 Straßenbauprojekt B 10-Rosensteintunnel und Aufbau einer Tunnelüberwachungszentrale

Das Straßenbauprojekt B 10-Rosensteintunnel mit der B 10/B 14-Verbindung am Leuze (Bild 7) ist der letzte Abschnitt des Gesamtausbaus der B 10 zwischen Stuttgart–Zuffenhausen und Stuttgart–Ost. Mit der Baumaßnahme soll ein Engpass im Stuttgarter Hauptverkehrsstraßennetz beseitigt werden. Ziel aller Beteiligten ist es, die Verkehrsbelastung in den Wohngebieten zu reduzieren, den Verkehr auf der Bundesstraße zu bündeln und die Verkehrsführung für Fußgänger und Radfahrer zu verbessern.

Das zentrale Bauwerk ist der B 10-Rosensteintunnel. Mit einer Gesamtlänge von 1.300 m unterquert dieser den Rosensteinpark und Teile des zoologisch-botanischen Gartens Wilhelma. Der Verkehr wird jeweils zweispurig im Richtungsverkehr durch die beiden bergmännisch hergestellten Tunnelröhren geführt [4].

Die Entflechtung der Verkehrsströme der B 10 und B 14 steht bei der Planung der B 10/B 14-Verbindung am Leuze im Mittelpunkt. Für den Verkehr der B 10 in Richtung Esslingen wird eine neue dritte Leuzeröhre erstellt. Durch den Neubau eines Kurztunnels und den Rückbau des bestehenden Wenders wird die Verkehrsführung in Richtung der Stuttgarter Innenstadt verbessert. Zeitgleich werden die bestehenden Tunnelbauwerke des Leuze- und des Schwananplatztunnels betriebs- und sicherheitstechnisch nachgerüstet bzw. instandgesetzt.

Der Verkehr wird während der Bauzeit weitestgehend auf den vorhandenen Trassen abgewickelt. Nur bei besonderen Bauzuständen werden Nacht- oder Wochenendsperrungen ange-

ordnet. Der Verkehr wird weiträumig über das Hauptverkehrsstraßennetz umgeleitet.

Im Rahmen dieses Projekts wird mit der Nutzung der Abwärme aus den betriebstechnischen Anlagen des Rosensteintunnels durch die angrenzende Wilhelma ein innovativer Beitrag zum Umweltschutz geleistet.

Mit der Erweiterung des Stuttgarter Tunnelbestands erfolgt eine Neuausrichtung der Aufgabenverteilung der Tunnelüberwachung. Die neue Tunnelüberwachungszentrale (TÜZ) wird im SIMOS-Gebäude (Leitstelle für Sicherheit und Mobilität Stuttgart) angesiedelt. Die bisherigen Aufgaben, wie z. B. die Entgegennahme von Alarmmeldungen und das Ergreifen von Maßnahmen wie Tunnelsperrungen und weitere Sofortmaßnahmen, werden mit den bestehenden Aufgaben der Störmeldezentrale für Lichtsignalanlagen zusammengeführt.

Mit der Inbetriebnahme der neuen TÜZ wird die Kommunikation zwischen Tunnelbetreiber und Sicherheitsdiensten wie Polizei, Feuerwehr und Rettungsdienst verbessert und eine vollständige Dokumentation der Notfälle, Ereignisse und Störungen in den Tunneln und bei der Betriebstechnik gewährleistet.

### Fazit

Der Betrieb von Straßentunneln ist für die Landeshauptstadt Stuttgart eine große Herausforderung. Dabei gilt es, die Verfügbarkeit der Tunnel für die Verkehrsteilnehmer, die notwendigen Unterhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen und die begrenzten finanziellen und personellen Ressourcen bei allen Aktivitäten zu berücksichtigen.

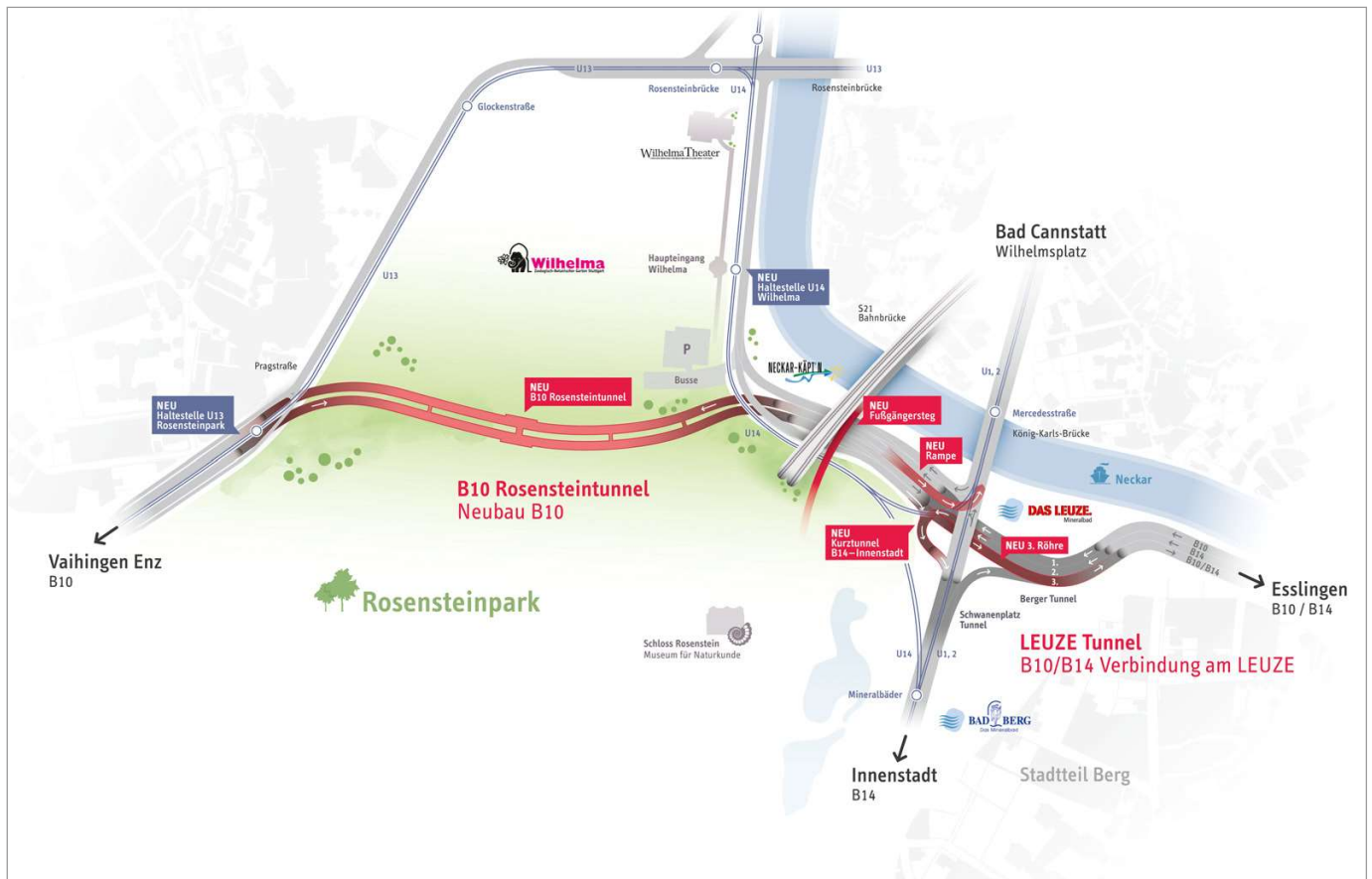


Bild 7 Übersicht Straßenbauprojekt B 10-Rosensteintunnel

Für die kommenden Jahre entwickelt die Stadt unter Beachtung der vorgenannten Aspekte ein Gesamtprogramm für die Erneuerungs- und Nachrüstungsmaßnahmen aller Tunnel. Hierbei müssen Prioritäten gesetzt und bewertet werden. Technische Neuerungen und Möglichkeiten sind stets unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit und Notwendigkeit zu bewerten.

Für die mittelfristige Planung sind in den kommenden sieben Jahren beispielsweise folgende Maßnahmen geplant:

- Umrüstung der konventionellen Beleuchtung in LED-Beleuchtung, B 14-Tunnel Heslach,
- Erneuerung der Strahlventilatoren und der Mittelspannungsanlage, B 14-Tunnel Heslach,
- Nachrüstung und Erneuerung der Betriebs- und Sicherheitstechnik, Leuzetunnel, Schwanenplatztunnel, Berger Tunnel,
- Nachrüstung der betriebs- und sicherheitstechnischen Ausstattung, B 295-Tunnel Feuerbach.

Mit Inbetriebnahme des B 10-Rosensteintunnels und Abschluss der Umbau- und Sanierungsmaßnahmen der B 10/B 14-Verbindung am Leuze nimmt der Tunnelbestand hinsichtlich der Tunnellänge um 16 und der gefahrenen Tunnelkilometer um etwa 25 % zu.

Die Lebenszyklen der Ausstattung und Betriebstechnik von 20 Jahren führen dazu, dass Planungen und bauliche Umsetzungen kontinuierlich weiterlaufen werden. Ein wichtiger Aspekt ist dabei auch die zuverlässige Bereitstellung der erforderlichen Finanzmittel.

Der jährliche Finanzbedarf für Erneuerungsmaßnahmen in den kommenden Jahren wird bei ca. 3 Mio. € liegen. Es wird angestrebt, diese Finanzmittel künftig – zusätzlich zu den vorhandenen finanziellen Mitteln für den Betrieb – im Haushalt der Landeshauptstadt Stuttgart zu verankern.

Die Landeshauptstadt Stuttgart hat im Bereich Tunnelbetrieb sehr gute Erfahrungen mit eigenem, qualifiziertem Personal in Verbindung mit spezialisierten Fachfirmen gemacht. Gleiches gilt für Planungs- und Bauüberwachungsaufgaben bei Projekten der Tunnelausstattung. Auch zukünftig wird die Stadt eigenes Fachpersonal für den Tunnelbetrieb und die Wahrnehmung der Bauherrenaufgaben bei Erneuerungs- und Nachrüstungsprojekten einsetzen. Damit soll sichergestellt werden, dass die besonderen Randbedingungen der örtlichen kommunalen Situation bei den anspruchsvollen Erneuerungs- und Nachrüstungsmaßnahmen berücksichtigt werden und der hohe Anspruch an die Verfügbarkeit der Anlagen erfüllt wird.

### Literatur

- [1] RABT 2006, Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). Köln, Ausgabe 2006.
- [2] Hofmann, K., Braitingner, M., Eismann, K.: Sicherheitstechnische Nachrüstung des Heslacher Straßentunnels unter laufendem Betrieb: Fluchtstollen, Steuerungs- und Lüftungstechnik, automatische Brandmeldeanlage. Vorträge zur STUVA-Tagung 2013, Tagungsband 45, S. 110–115.
- [3] Wehner, M.: B 14 Tunnel Heslach in Stuttgart, Steuerungslastenheft für die Tunnellüftung. Landeshauptstadt Stuttgart, Tiefbauamt, Ver. 2.3, HBI-Bericht-Nr.: 77 X19 15, 19. Februar 2010.
- [4] Buch, C., Erichsen, C., Braig, B., Rumpelt, T.: Rosensteinstraßentunnel – Planerische, bautechnische und geotechnische Lösungen, insbesondere zum Mineralquellen- und Grundwasserschutz. Vorträge zur STUVA-Tagung 2013, Tagungsband 45, S. 269–274.



## Schachtausrüstungs- Systeme Steigtechnik Sicherheitstechnik

STUVA, STUTT GART  
HALLE 4 STAND C117

### Kabelschacht- Abdeckung

für höchste Brandschutz-  
Anforderungen –  
geprüft und zertifiziert!



WWW.HAILO-PROFESSIONAL.DE