Erneuerung des Petersbergtunnels

Pilotprojekt für Tunnelerneuerungen unter Aufrechterhaltung eines elektrifizierten Betriebs in Deutschland

BODO TAUCH | STEFFEN GRÄBITZ | FRANZ-HUBERTUS BECK

Die Firma Marti GmbH Deutschland erhielt im Oktober 2016 von der DB Netz AG den Auftrag für die Erneuerung des Petersbergtunnels unter Aufrechterhaltung des elektrifizierten Betriebs der Eisenbahnstrecke. Marti beauftragte die Vössing Ingenieurgesellschaft mbH mit der Planung einer Schutzeinhausung. Dazu war in sehr kurzer Zeit eine Lösung zu entwickeln, die neben allen Anforderungen zur Aufrechterhaltung des elektrifizierten Bahnbetriebs auch der optimalen Abgrenzung zwischen Baustelle und Bahnbetrieb gerecht wird, die zudem in der zur Verfügung stehenden vierwöchigen Sperrpause installiert werden konnte und für die Herstellung optimiert ist. Der Beitrag beschreibt einige entscheidende Faktoren bei der Konzeption und Umsetzung, die zum erfolgreichen Einsatz der Schutzeinhausung führten.

Ausgangssituation

Auf der Strecke 3010 von Koblenz Hbf nach Perl zwischen Bahn-km 54,0+11 und Bahn-km 54,3+79 befindet sich der Petersbergtunnel. Der zweigleisige Tunnel wurde im Jahre 1879 in Betrieb genommen, im Jahre 1973 erfolgte die Elektrifizierung. Täglich verkehren über 140 Züge, davon eine Vielzahl Güterzüge, von Luxemburg und Trier nach Koblenz. Die Strecke 3010 Koblenz Hbf – Perl ist dem Fern- und Ballungsnetz zugeordnet.

Nicht nur für den Personenverkehr mit der Anbindung an Koblenz und Trier ist diese Strecke von großer Bedeutung. Sie dient insbesondere auch für den Güterverkehr als wichtigste Hauptabfuhrstrecke in Richtung Luxemburg und genießt damit einen sehr hohen Stellenwert im Streckennetz der Deutschen Bahn AG (DB).

Seit dem Jahre 1998 werden regelmäßige Inspektionen des Tunnels durchgeführt, die eine hohe Schadensdichte im Bereich der Portale, der Tunnelfirste mit Hohlstellen in Längsrichtung sowie vielen zunehmenden Nassstellen ausweisen. Ziel der DB Netz AG ist es, die Bahnstrecke Koblenz – Perl langfristig als Bestandteil des Transeuropäischen Netzes (TEN) zu erhalten. Sowohl die Erhöhung des Sicherheitsniveaus als auch die Erhaltung der Bahnstrecke für Güter- und Personenverkehr sind von hohem öffentlichem Interesse.

Aus diesem Grund werden nun die Schadensbereiche im Tunnel und im Bereich der Stützmauer Süd dauerhaft behoben und in diesem Zuge die Lichtraumprofile sowie die Sicherheitsräume an das aktuelle Regelwerk angepasst. Dazu musste das Tunnelprofil entsprechend aufgeweitet werden.

Die Ausschreibung umfasst die Tunnelprofilaufweitung mit nachlaufendem Einbau einer neuen Stahlbetoninnenschale nach aktuellem Stand der Technik mit der Tunnel-im-Tunnel-Methode (TiT-Methode) sowie den Neubau einer Stützwand im Südbereich unter laufendem Bahnbetrieb. Erstmalig wird dabei in Deutschland die TiT-Methode auf einer elektrifizierten Strecke angewendet; das Projekt dient als Pilotprojekt für weitere Tunnelaufweitungen auf elektrifizierten Strecken. Dabei wird der Bahnbetrieb eingleisig aufrechterhalten, während gleichzeitig die Arbeiten zur Tunnelaufweitung stattfinden. Dies sollte unter Verwendung einer mobilen Vorrichtung erfolgen, die es ermöglicht, Vortrieb und Sicherung sowie das Herstellen der Innenschale unter Berücksichtigung von stromführenden Anlagenteilen (z. B. Oberleitung) durchzuführen.

Die Ausführungsplanung für den Endzustand (ausgebauter Tunnel) wird von der DB als Auftraggeber beigestellt, die Ausführungsplanung der Bauzustände (Tunnelaufweitung) ist vom Auftragnehmer Marti GmbH Deutschland bzw. dessen Planer Vössing Ingenieurgesellschaft mbH zu erstellen.

Für den bereits erfolgten Rückbau des Tunnelstreckenabschnitts auf ein Gleis unter Totalsperrung war eine Bauzeit von vier Wochen vorgesehen, die eingehalten werden konnte. Der danach folgende derzeitige eingleisige Bauzustand zur Tunnelprofilaufweitung mit anschließendem Tunnelausbau ist mit zwei Jahren veranschlagt, bevor die Strecke in einer weiteren vierwöchigen Totalsperrpause wieder auf zwei Gleise für den Endzustand hergerichtet werden wird.

Sondervorschlag

Mit großem Interesse bearbeitete die Marti GmbH Deutschland mit ihren Partnern die Ausschreibung der DB.

Die Marti Gruppe baut weltweit Tunnel unter den schwierigsten Anforderungen und meistert diese erfolgreich. Aber einen Tunnel unter Aufrechterhaltung von elektrifiziertem Bahnbetrieb aufzuweiten, stellte auch die Firmen der Marti Gruppe vor eine neue Herausforderung.

Um dieses Projekt anbieten zu können, wurde auf das Know-how der gesamten Marti-Gruppe zurückgegriffen. Schon in der Angebotsphase wurden Konzepte unterschiedlicher Art erstellt, um Technik, Innovation und Sicherheit zu vereinen. Für die Arbeiten zur Tunnelaufweitung wurde dazu ein Tunnelaufweitungssystem (TAS) konzeptioniert, welches auch Schutz gegen die unmittelbaren Gefahren aus den Ausbruchs- und Sicherungsarbeiten bietet. Da die in der Ausschreibung vorgesehenen Maßnahmen zur Trennung des Bau- und Bahnbetriebs von der Marti Gruppe für die Bauabschnitte jenseits des TAS als nicht ausreichend befunden wurden, entstand die Grundidee einer zusätzlichen, durchgehenden Schutzeinhausung mit integriertem Oberleitungssystem.

Unmittelbar nach Auftragsvergabe der DB an die Marti Gruppe wurde das Konzept der Schutzeinhausung zur Gewährleistung eines sicheren Bau- und Bahnbetriebs von der ARGE und der beauftragten Vössing Ingenieurgesell-

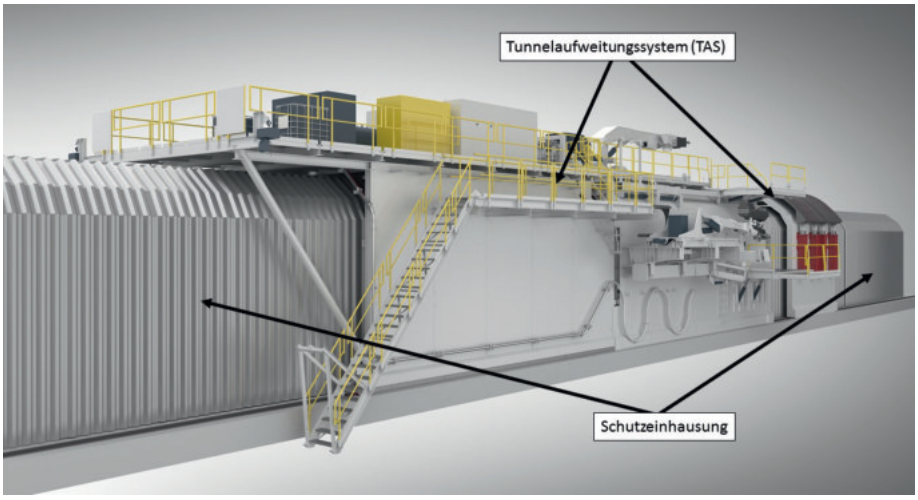

Abb. 1: Tunnelaufweitungssystem (TAS) und Einhausung (Marti)

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Marti GmbH Deutschland / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group GmbH 2020

schaft mbH erarbeitet und mit dem Auftraggeber DB Netz AG abgestimmt und geplant. Mit dem gewählten und letztendlich umgesetzten Konzept, bestehend aus der durchgehenden Schutzeinhausung und dem TAS, hat die Marti Gruppe völliges Neuland betreten (Abb. 1).

Auftrag an Vössing

Im November 2016 erhielt Vössing den Auftrag, die auftragnehmerseitige Ausführungsplanung für die Bauzustände zur Erneuerung des 368 m langen Petersbergtunnels an der Mosel zu erstellen. Für dieses Pilotprojekt zur Anwendung der TiT-Methode auf elektrifizierten Strecken mit europaweiter Leuchtturmfunktion hatte Vössing Tunnelbau schon gut zehn Jahre zuvor eine Vorplanung erstellt.

Grundkonzept

Neben dem ausgeschriebenen, auftragnehmerseitigen Anteil der Ausführungsplanung war der zentrale Teil des Planungsauftrags der Sondervorschlag von Marti.
Er besteht darin, das bauzeitliche Gleis einschließlich der Oberleitung durch eine fest installierte Einhausung über die gesamte Länge des Arbeitsbereichs (und damit ein gutes Stück über die Länge des Tunnels hinaus) zu schützen. Der Rückbau der Stützwände, die Sicherung des Voreinschnitts sowie die Arbeiten mit dem TAS zum Abbruch und zur Aufweitung des alten Tunnels sowie die Bewehrungsarbeiten und das Betonieren der neuen Tunnelinnenschale sollten dabei komplett abgeschirmt über eine durchgängige Schutzeinhausung stattfinden, sodass zum einen der Zugverkehr völlig ungehindert innerhalb der Schutzeinhausung durch den kompletten Tunnel geführt wird und zum anderen das arbeitende Personal vor dem kontinuierlichen Zugverkehr und vor allem auch vor der Oberleitung durchgehend geschützt ist.

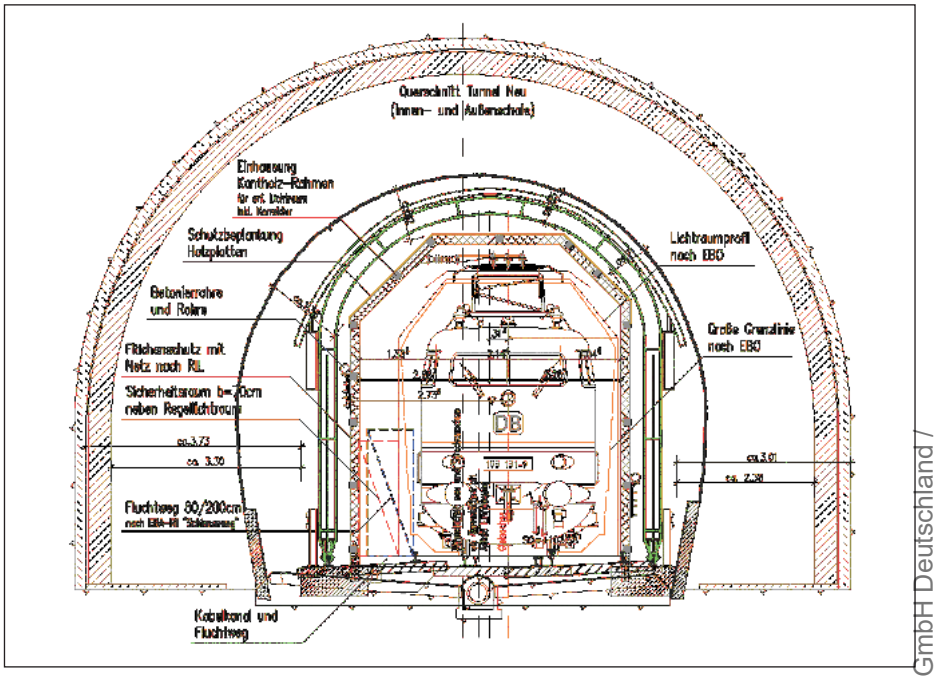

Abb. 2: Querschnitt (Konzept, Vössing)

Die durchgehende Schutzeinhausung hat trennenden Charakter und schirmt den Bau- vom Bahnbetrieb komplett ab. Unbeabsichtigte Beeinträchtigungen des Bahnbetriebs durch den Baubetrieb werden damit unterbunden und gleichzeitig erhöht sich die Arbeitssicherheit für Personen vor in Verbindung mit stromführenden Anlagen stehenden Gefahren erheblich.

Herausforderungen beim Entwurf

Die konkrete Aufgabenstellung war, aus dem grob umrissenen Konzept dieses Sondervorschlags innerhalb kürzester Zeit eine genehmigungsfähige Ausführungsplanung zu entwickeln. Besondere Randbedingungen im Projekt waren die Forderung nach minimalem Platzbedarf und die Erarbeitung und Berücksichtigung eines Notfallrettungskonzepts für die Bahnstrecke. Für den Rückbau von Gleisen und Oberleitung, das Ausräumen des Tunnels, Abfräsen der Sohle, Fundamentbetonage, Aufbau der Einhausung einschließlich Montage der neuen Oberleitung und Einbau des bauzeitlichen Gleises inkl. Abnahme war eine Totalsperrung des Tunnels vorgesehen. Der für all diese Tätigkeiten zur Verfügung stehende Zeitraum betrug knapp vier Wochen und konnte nicht verlängert werden. Somit bestand eine weitere Planungsvorgabe in einer optimierten Konstruktion, die aus leicht verbaubaren Baustoffen (Stahl und Holz) vorgefertigt und innerhalb kürzester Zeit aufgebaut werden konnte.

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Marti GmbH Deutschland /
Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten
genehmigt von DVV Media Group GmbH 2020

PROJEKTE MIT TIEFENWIRKUNG

Unsere Kompetenzfelder:

- Bahn-, Straßen- und Medientunnel
- Unterirdische Bahnhöfe im innerstädtischen Bereich
- Offene und geschlossene Bauweisen
- Tunnelsanierungen und -erneuerungen
- Spezialtiefbau und Sonderverfahren
- Geotechnik

Vössing Ingenieurgesellschaft mbH
14 Standorte in Deutschland sowie Standorte in China, Katar, Polen und Slowenien

tunnel@voessing.de | www.voessing.de

STUVA 2019
Halle 5.1, Stand E110

BERATUNG | PROJEKTMANAGEMENT | PLANUNG | BAUÜBERWACHUNG

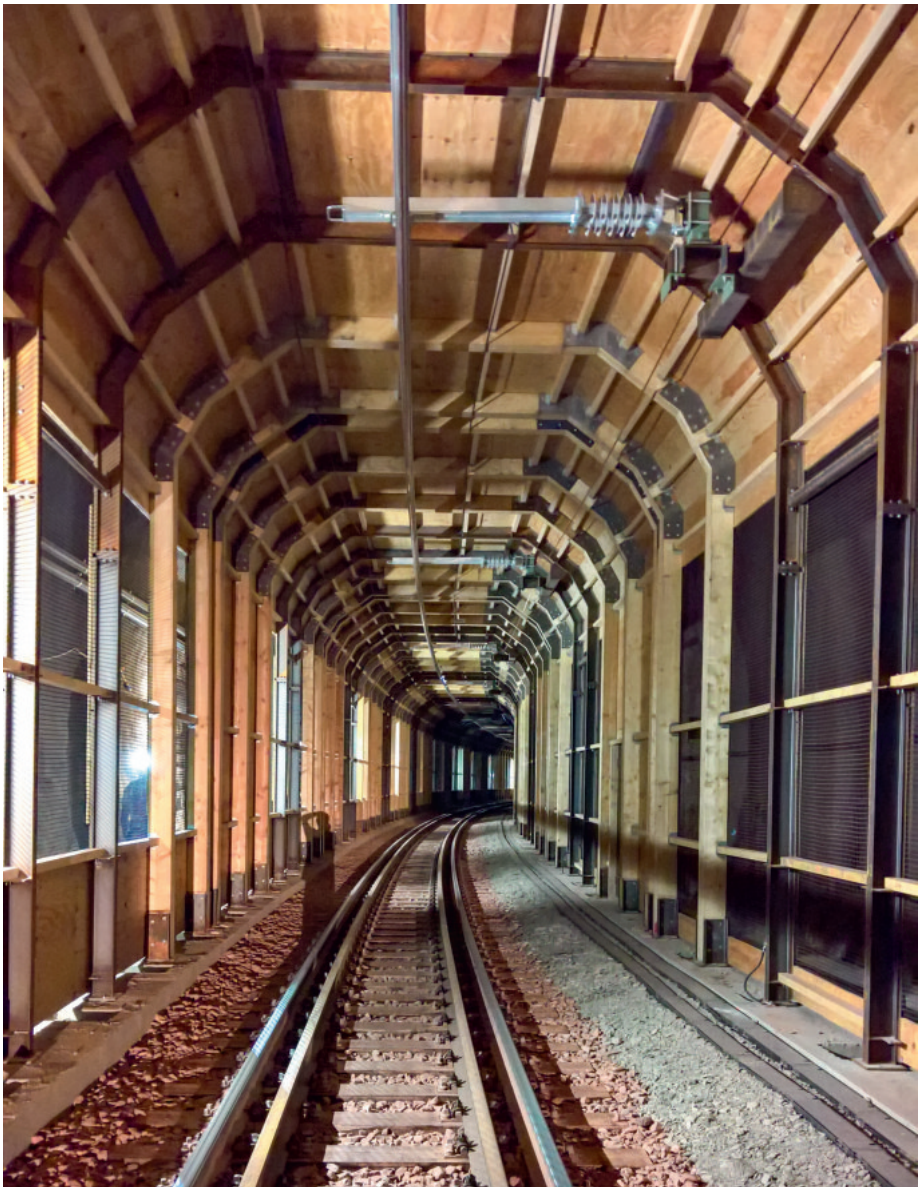

Abb. 3: Schutzeinhausung während der Montagephase, noch ohne Brandschutzbeschichtung (Marti)

Nach Klärung des bauzeitlichen Rettungskonzepts war zunächst ein minimaler Lichtraum zu bestimmen, der allen Anforderungen des Eisenbahnbetriebs und des Rettungskonzepts genügt (Abb. 2). Als besondere Randbedingung hierfür müssen die Oberleitungsanlage und die notwendigen Erdungen und Prellleiter genannt werden. Da die Abmessungen und Befestigungsmöglichkeiten herstellerabhängig sind, erfolgte die Optimierung in enger Abstimmung mit mehreren Herstellern. In diesem Prozess wurden die Tunnelbauplaner bei Vössing maßgeblich durch das Fachwissen der hausinternen Abteilung für bahntechnische Ausrüstung unterstützt.

Von der anderen Seite wurde der zur Verfügung stehende Raum durch das von Marti konzipierte TAS beschränkt. Um möglichst viel Lichtraum für die Arbeiten des TAS zu erhalten, wurde schließlich für die Befestigung der Oberleitung an der Schutzeinhausung ein Deckenstrom-Schienensystem mit geringer Aufbauhöhe gewählt (Abb. 3). Dies hatte zudem den Vorteil, dass ursprünglich geplante Sperrpausen für das Umspannen der Oberleitung entfallen konnten. Hinzu kam obendrein, dass die Lage des bauzeitlichen Gleises einer anderen Trassierung folgen musste als die Ausbruchskontur des Tunnels, sodass sich zum westlichen Ende des Tunnels hin ein zunehmender Versatz der Achsen zueinander ergab. Auch dieser Sachverhalt reduzierte nochmal den für die Schutzeinhausung zur Verfügung stehenden Konstruktionsraum.

Um einen schnellen Aufbau in der Sperrpause zu ermöglichen, wurde die Schutzeinhausung modular mit einer Elementlänge von 12 m konzipiert. Dabei wurden für die Bereiche außerhalb des Tunnels, wo aus Witterung und Baubetrieb zusätzliche Lasten zu berücksichtigen sind, Stahlelemente gewählt, für den übrigen Bereich Elemente, die weitgehend

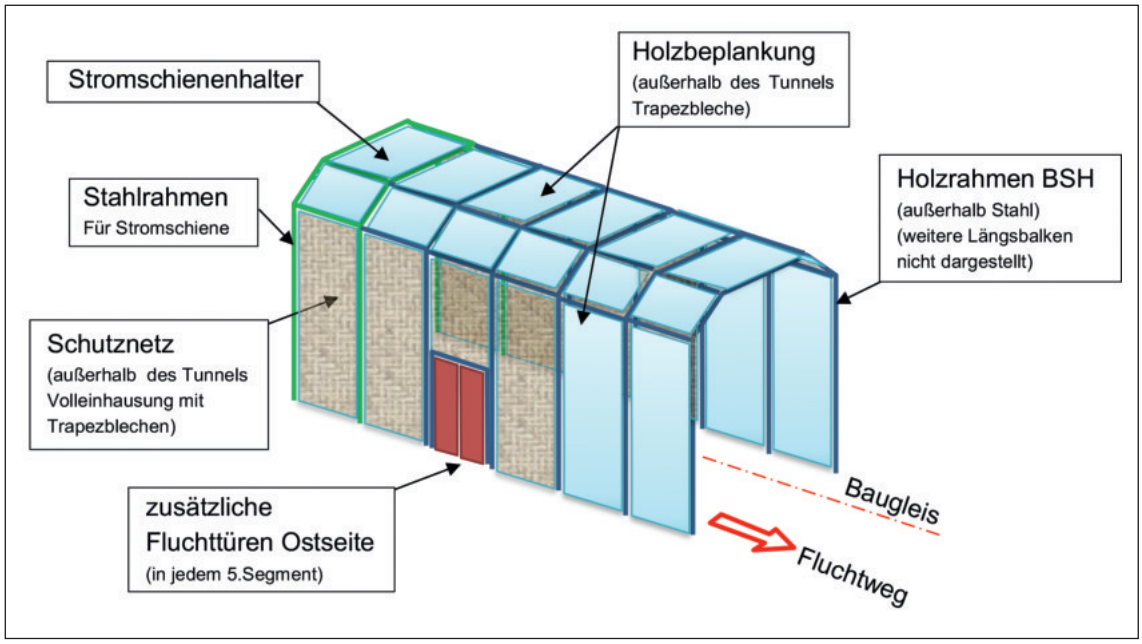

Abb. 4: Frühe Konzeptskizze Einhausung (Vössing)

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Marti GmbH Deutschland / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group GmbH 2020

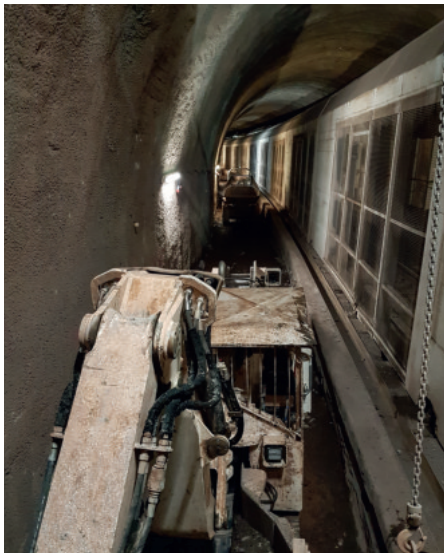

Abb. 5: Vortriebsarbeiten im Schutz der Einhausung (Marti)

Abb. 6: Bewehrungsarbeiten im Schutz der Einhausung (Marti)

aus Brettschichtholz bestehen (Abb. 4). Sie sind so beschaffen, dass sie mit einem Kran eingehoben und mit einem speziell konstruierten Fahrzeug verfahren werden konnten.
Aufgrund der insgesamt sehr eingeschränkten Platzverhältnisse entschied man sich, das Fundament für die Schutzeinhausung auch für das TAS zu nutzen. Damit waren neben den Eigenlasten des TAS auch die Lasten aus dem Abbruch der alten Tunnelschale und Aufweitung, im Wesentlichen Sprengdruck und Lasten aus dem Haufwerk, über die Fundamentbalken abzutragen. Da tragfähiger Boden über die Tunnellänge in unterschiedlichen Tiefen angetroffen wurde, musste das Fundament bis zu 1,15 m hoch ausgebildet werden. Zusammen mit den hohen, exzentrisch angreifenden Horizontallasten aus dem TAS ergab sich tragwerksplanerisch die zusätzliche Herausforderung, den Fundamentbalken für eine wandernde dynamische Torsionslast auszulegen. Aus baubetrieblichen Gründen wurde der Balken so konzipiert, dass die Lasten nur über Bodenreibung in die Gründungssohle eingeleitet werden können. Die dazu erforderlichen Sohldrücke werden mithilfe von vorgespannten Einstabankern erzielt. Unter Berücksichtigung der Erfahrung aus früheren Tunnelaufweitungsprojekten wurde schließlich eine robuste Konstruktion gefunden, die trotz der wandernden Lasteinleitungspunkte eine sehr gute Dauerhaftigkeit für die Bauzeit aufweist.

Sicherheitsvorkehrungen für Bau- und Bahnbetrieb

Zur Selbstrettung wurde innerhalb der Schutzeinhausung ein Fluchtweg angeordnet.
Aus Gründen der Optimierung wurde der im Werkstoff Holz hergestellte Bereich der Schutzeinhausung zusätzlich mit einem Brandschutzanstrich der Brandschutzklasse B1 versehen. Außerdem wurden Branddetektoren installiert, die an eine zuschaltbare Online-Videoüberwachung angeschlossen sind, und eine bauzeitliche Löschwasserleitung verlegt, die im Notfall direkt von der Feuerwehr angeschlossen und benutzt werden kann. Diese zusätzlichen Maßnahmen dienen der Optimierung des Sicherheitskonzepts im Rahmen des Pilotprojekts.
Die Anforderungen an den Brandschutz im Bauzustand für weitere Projekte gleicher Bauweise stehen derzeit in Diskussion, sind aber noch nicht abschließend geklärt.

Zusammenfassung / Resümee

Es darf abschließend festgestellt werden, dass sich der Einbau einer zusätzlichen

OBERMEYER

FÜR DIE
ERNEUERUNG DES PETERSBERGTUNNELS,

Pilotprojekt auf der elektrifizierten Bahnstrecke Koblenz Hbf.–Perl, erbringen wir die Entwurfs-, Genehmigungs- und Ausführungsplanung sowie die Ausschreibung.

Ingenieurbau@opb.de
www.opb.de

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Marti GmbH Deutschland / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group GmbH 2020

Abb. 7: Trennung Bau- und Bahnbetrieb (Marti)

Schutzeinhausung auf der elektrifizierten Strecke bewährt hat. Durch die Anbringung der Oberleitung mittels Deckenstromschiene an der Schutzeinhausung entfallen die für Umspannvorgänge von Oberleitungsfestpunkten erforderlichen Sperrpausen. Außerdem ist der Baubetrieb vom Bahnbetrieb während der gesamten Bauzeit durchgehend getrennt, sodass der Bahnbetrieb durch die Baustelle nicht eingeschränkt wird. Die vorgesehene, sehr hohe Zugfrequenz konnte sicher durch die Baustelle geführt werden. Für den Baubetrieb ist die Schutzeinhausung ebenfalls von großem Vorteil, da sämtliche Arbeiten zur Erneuerung des Tunnels, zu Abbruch und Erweiterung (Abb. 5) sowie die Arbeiten an der neuen Tunnelschale (Abb. 6 und 7) trotz der vorhandenen Bahnstromanlage ungehindert und ohne Einschränkungen durchführt werden können.

Allerdings gilt es, für weitere zukünftige Projekte gleicher Bauweise die Lastansätze für die Schutzeinhausung in Verbindung mit dem TAS vor allem in Bezug auf die Bemessung der Fundamente weiter zu optimieren und im Vorfeld für alle Beteiligten klar zu bestimmen. Ebenso ist der bauzeitliche Brandschutz abschließend zu klären und zu manifestieren.

Der Einsatz der beschriebenen Schutzeinhausung in Verbindung mit der TiT-Methode kann auf elektrifizierten und hoch frequentierten Bahnstrecken aufgrund der bisherigen Erfahrungen zu einer sicheren und weitestgehend uneingeschränkten Baubetriebsabwicklung beitragen. Tatsächlich konnten Bau- und Bahnbetrieb außerhalb der Sperrpausen bislang vollkommen unfall- und störungsfrei erfolgen.

Der erfolgreiche Einsatz der Schutzeinhausung im Zuge der TiT-Methode, mit einer Entwicklung vom Konzept bis zur Ausführung in kurzer Zeit, war im Projekt Petersbergtunnel nur aufgrund der konstruktiven und engagierten Zusammenarbeit der am Projekt Beteiligten möglich. Dabei waren die Überzeugung von den Vorteilen der Lösung und der Wille zur unbedingten Umsetzung treibende Kräfte, um mit allen Schwierigkeiten fertig zu werden. Ziel ist nun, die Bauweise über die Pilotphase hinaus als eine mögliche und sichere Bauweise zu etablieren. ■

Dipl.-Ing. (Univ.) Bodo Tauch
Technischer Projektleiter
Petersbergtunnel
Regionalbereich Mitte,
Regionales Projektmanagement
DB Netz AG, Frankfurt/M.
bodo.tauch@deutschebahn.com

Dipl.-Ing. (FH) Steffen Gräbitz
Baustellenchef
ARGE Tunnel Petersberg
Marti GmbH Deutschland, Stuttgart
steffen.graebitz@martiag.ch

Dipl.-Ing. Univ. Franz-Hubertus Beck
Abteilungsleiter Planung
Projektleiter auftragnehmerseitige
Planung Petersbergtunnel
Vössing Ingenieurgesellschaft mbH,
Niederlassung Tunnelbau, Düsseldorf
tunnelbau@voessing.de

Gesellschaft für Baugeologie und -meßtechnik mbH
Baugrundinstitut
Untersuchung, Planung und Beratung in den Bereichen

- **Ingenieur- und Hydrogeologie**
- **Grundbau, Felsbau, Geomechanik**
- **Tunnel- und Kavernenbau**
- **Umwelt, Deponien**
- **Geotechnische Messungen**

Unter anderem für:

- **Unterfahrung des Charlottenfelstunnels**
- **Erneuerung des Petersbergtunnels**

Pforzheimer Str. 126 a
76275 Ettlingen
Tel. 07243 / 76 32 - 0
Fax 07243 / 76 32 - 50

Robert-Bosch-Str. 7
65549 Limburg
Tel. 06431 / 91 12 - 0
Fax 06431 / 91 12 – 10

www.gbm-baugrundinstitut.de

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Marti GmbH Deutschland / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group GmbH 2020