

Erneuerung des Elleringhauser Tunnels – Innovative Bauausführung

Der Einsatz moderner und innovativer Methoden am Elleringhauser Tunnel zeigt beispielhaft, wie die großen Herausforderungen im Tunnelbau bewältigt werden können.

PHILIP BALCAR | PHILIPP ELKEMANN |
THILO DICKE

Die Sanierung von Eisenbahntunneln ist ein wichtiger Bestandteil der Instandhaltung und des Betriebs von Eisenbahninfrastrukturen. Insbesondere ältere Tunnel, die seit vielen Jahren in Betrieb sind, müssen regelmäßig saniert werden, um sicherzustellen, dass sie den aktuellen Sicherheitsstandards entsprechen und den Verkehr reibungslos abwickeln können. Der Elleringhauser Tunnel zwischen Brilon Wald und Olsberg ist ein Tunnel, der derzeit saniert wird, um auch künftig einen modernen Eisenbahnbetrieb zu ermöglichen.

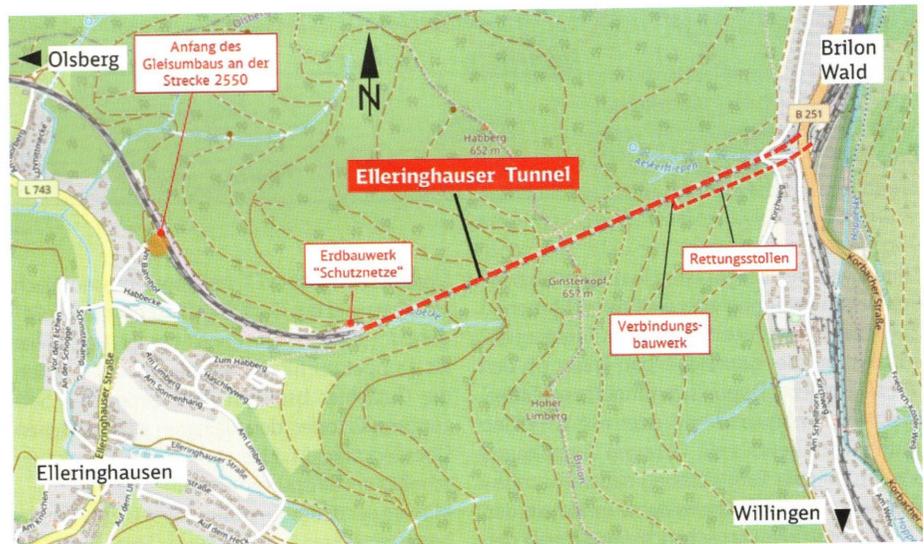


Abb. 1: Lageplan Elleringhauser Tunnel

Quelle: Tim-Online

Historie, Lage und Ist-Zustand des Tunnels

Der Elleringhauser Eisenbahntunnel wurde im Jahr 1872 fertiggestellt und ist somit seit über 150 Jahren in Betrieb. Der Tunnel befindet sich auf der Bahnstrecke 2550, welche in Aachen Hbf beginnt und in Kassel Hbf endet. Der Tunnel durchquert den Bergkamm zwischen den Tälern von Diemel und Hoppecke und verläuft unter dem Ortsteil Elleringhausen der Stadt Olsberg. Damit ist der Elleringhauser Tunnel ein Teilstück der „Oberen Ruhrtalbahn“, die einen nicht elektrifizierten Teil der Bahnstrecke 2550 darstellt. In den Jahren nach seiner Erbauung wurden mehrere Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt, um den Tunnel den wachsenden Anforderungen des Eisenbahnverkehrs anzupassen (Abb. 1).

Im Jahr 2012 wurde im Rahmen einer Hauptuntersuchung ein erheblicher Sanierungsbedarf des Tunnels festgestellt. Insbesondere die Betoninnenschale wies starke Schäden auf. Der Zustand des Tunnels ist geprägt von Rissen und Auswaschungen in der Tunnelsohle und der Sohle des Firsts. Auch das Mauerwerk zeigte Risse und Ausblühungen. Da der Tunnel zudem von Wassereintrüben betroffen war, hat sich herausgestellt, dass eine Instandhaltung wirtschaftlich nicht mehr sinnvoll und eine grundlegende Sanierung notwendig ist. Die momentan vorhandene, veraltete Konstruktion ist nur mit einem hohen finanziellen Aufwand instand zu halten, daher wird die Erneuerung des Bauwerks eine erhebliche Kostenreduzierung für die Strecke 2550 mit sich bringen.

Der Tunnel wird nach der Modernisierung eingleisig betrieben. Da durch den Wechsel von Zwei- auf Eingleisigkeit die Streckenkapazität verringert würde, wird im Bereich des Bahnhofs Olsberg eine zusätzliche Blockteilung errichtet. Dadurch bleibt auch nach abgeschlossener Modernisierung die Streckenkapazität erhalten.

Ziel der Baumaßnahme ist die Aufrechterhaltung der Standsicherheit, der Gebrauchstauglichkeit sowie der Betriebssicherheit des Elleringhauser Tunnels für die Zukunft.

Bau mit modifizierter Tunnel-in-Tunnel-Methode

Um den Eisenbahnbetrieb auch während der Erneuerungsarbeiten aufrecht zu erhalten, soll für die Ausbrucharbeiten an der Bestandsinnenschale ein sogenanntes Tunnelvortriebsportal (TVP) zum Einsatz kommen. Das zum Einsatz kommende TVP setzt sich aus drei Schutztunnelsegmenten zusammen, welches die Grundlage für die weiteren Aufbauten darstellt. Die Gesamtlänge des TVP beträgt ca. 44 m. Die Schutztunnelsegmente stellen sicher, dass das geforderte Lichtraumprofil während der Arbeiten eingehalten und der Eisenbahnbetrieb nicht behindert wird (Abb. 2).

Auf den vorderen zwei Schutztunnelsegmenten (A, B) befindet sich jeweils eine Schneideinheit, bestehend aus je einem

Schneidkopf mit je einem Schneidblatt. Das dritte Schutztunnelsegment (C) wird als Infrastrukturwagen verwendet und beherbergt alle Komponenten für den Betrieb des TVP, wie beispielsweise Trafo, Kompressor und die Steuerungstechnik.

Mithilfe der Schneidräder soll tagsüber während des laufenden Eisenbahnbetriebs die Bestandsinnenschale vorgeschritten werden. In nächtlichen Sperrpausen erfolgt anschließend der Ausbruch der vorgeschrittenen Bestandsinnenschale.

Das Vorschneiden der Innenschale erlaubt einen vordefinierten Ausbruch der Bestandsinnenschale in den gewünschten Abschlagslängen und Abschlagsstiefen. Gleichzeitig werden das Gleis und die verkehrenden Züge durch die Schutztunnel vor unkontrolliertem Ausbruch und herumfliegenden Teilen geschützt.

So erfolgt ein schrittweiser Ausbruch der Bestandsinnenschale, wobei das Gewölbe zusätzlich mittels Spritzbeton gesichert wird.

Verwendung von Fertigbauteilen für die Innenschale

Ist der Ausbruch der Bestandsinnenschale erfolgt und durch Spritzbeton gesichert, erfolgt der Einbau einer neuen Innenschale bestehend aus Betonfertigteilstücken. Im Vorfeld wurde für den Ausbau mittels Betonfertigteilstücken eine Unternehmens-

terne Genehmigung (UiG) und anschließend eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) über das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) erwirkt. Grundlage hierfür bildeten u.a. die Erfahrungen aus der Schweiz, wo die Rhätische Bahn, zunächst in einzelnen Pilotprojekten, begonnen hat, ausgewählte Bestandstunnel mittels Betonfertigteilen zu erneuern.

In Deutschland hat eine derartige Erneuerung eines Bestandstunnels noch nicht stattgefunden. Somit handelt es sich hierbei ebenfalls um ein Pilotprojekt.

Die Vorteile der Verwendung von Betonfertigteilstegmente sind u.a. die gleichbleibende Qualität bei der Fertigung in einem Betonfertigteilwerk, der hohe Vorfertigungsgrad, die Herstellgenauigkeit und der Einbau auch bei beengten Platzverhältnissen mit nur geringer Beeinflussung des laufenden Bahnbetriebs.

Ein vollständiger Ring der neuen Innenschale aus Betonfertigteilstegmente besteht aus sieben einzelnen Segmenten: zwei Fundamentsteinen, zwei Ulmensteinen, zwei Kalottensteinen und einem Firststein.

Vorlaufend werden zunächst die Fundamentsteine gesetzt. Anschließend werden die Ulmensteine, die Kalottensteine und der Firststein gesetzt, um den jeweiligen Ring zu komplettieren.

Die Ringe werden zunächst untereinander mittels Schrauben gesichert. Nach dem Verguss des Ringspalts können die Schraubverbindungen wieder gelöst werden.

Der Einbau der Betonfertigteilstegmente findet in nächtlichen Sperrpausen statt. Durch den Einsatz von Betonfertigteilen ist bei einem reibungslosen Ablauf sichergestellt, dass mit jeder nächtlichen Sperrpause ein Abschnitt der neuen Innenschale fertiggestellt werden kann. Der Einbau der Betonfertigteilstegmente erfolgt mittels einer gleisgebundenen Versetzeinheit.

Diese Variante bietet einen großen Vorteil gegenüber der herkömmlichen Herstel-

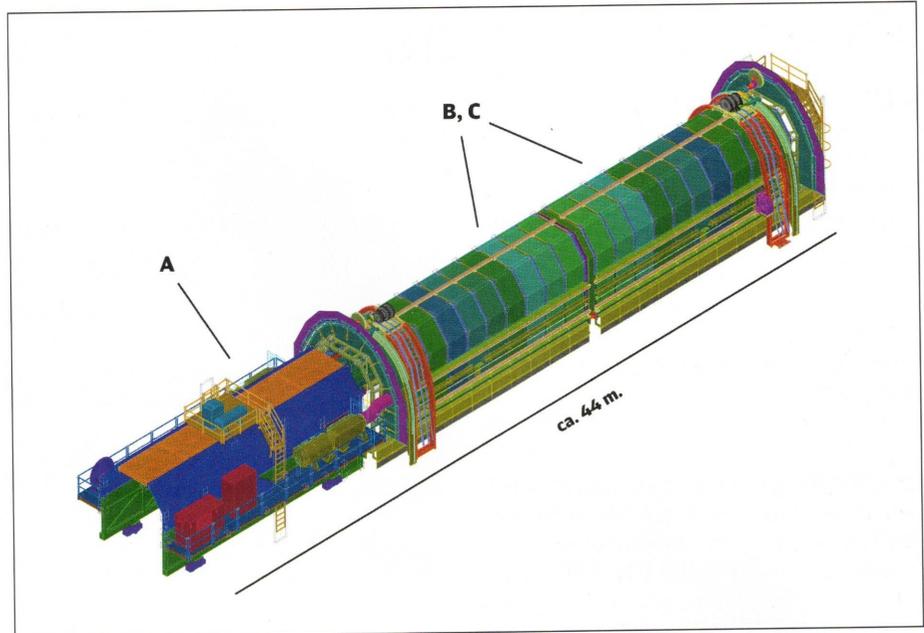


Abb. 2: Isometrie-Darstellung des Tunnelvortriebsportals

Quelle: Marti Technik AG Schweiz

lung der Innenschale in Ort beton, wo für die Herstellung u.a. individuelle Bewehrungs-, Schal- und Nachbehandlungswagen benötigt werden. Dies kann, besonders bei beengten Platzverhältnissen, schnell zu einer großen logistischen Herausforderung werden.

Auffahren eines Rettungsstollens

Da die Länge des Elleringhauser Tunnels 1000 m überschreitet, gilt er im Sinne der EBA-Tunnel-Richtlinie als langer Tunnel. Gemäß EBA-Tunnel-Richtlinie muss dadurch von jeder Stelle des Fahrtunnels ein sicherer Bereich in höchstens 500 m Entfernung erreichbar sein.

Dementsprechend wird neben dem Elleringhauser Tunnel ein Rettungsstollen einschließlich Wendehammer als Fluchtweg hergestellt. Dieser Rettungsstollen verläuft von Ost nach West und erstreckt sich über

eine Länge von ca. 475 m. Er ist für Kfz einspurig befahrbar und wird durch einen Fluchtweg für Fußgänger ergänzt. Der Rettungsstollen wird mit der Neuen Österreichischen Tunnelbaumethode (NÖT) aufgeföhren. Der Vortrieb des Rettungsstollens ist als Sprengvortrieb in einem geteilten Kalotten- und Strossenvortrieb mit anschließender Spritzbetonsicherung geplant.

Der Rettungsstollen mündet in dem o.g. Wendehammer. An den Wendehammer schließt sich seitlich ein Verbindungsbauwerk an, welches den Rettungsstollen mit dem Elleringhauser Tunnel verbindet. Das Verbindungsbauwerk dient im Brandfall auch als Schleuse. Vom Verbindungsbauwerk gehen zudem zwei Technikräume ab, welche die benötigte Technik für den ordnungsgemäßen Betrieb des Rettungsstollens beherbergen sollen.

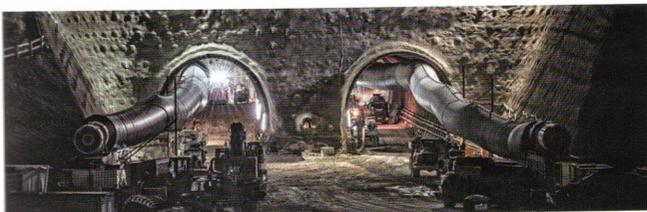
BERNARD
GRUPPE

Energie

Industrie

Infrastruktur

Mobilität



bernard-gruppe.com

Tunnelbau & Geotechnik

- Geotechnische Messungen und Analysen
- Geologische Untersuchungen
- Konzept- und Detailplanung

Ingenieure mit Verantwortung

Eine der Herausforderungen beim Auffahren des Rettungsstollens ist der geringe Abstand zum vorhandenen Elleringhauser Tunnel; dieser beträgt teilweise unter 30 m. Der Sprengvortrieb des Stollens darf dabei den Eisenbahnbetrieb und die weiteren Arbeiten innerhalb des Elleringhauser Tunnels nicht beeinflussen. Das Spreng-, Sicherungs- und geotechnische Messprogramm ist hierbei speziell auf diese Vorgaben ausgelegt. Eine weitere Herausforderung beim Auffahren des Rettungsstollens ist ein alter Richtstollen, der ein Relikt aus der ursprünglichen Herstellung des Elleringhauser Tunnels ist und dementsprechend ebenfalls über 150 Jahre alt. Die genaue Lage des Richtstollens ist unbekannt. Bekannt ist lediglich, dass es aus dem Elleringhauser Tunnel einen Zugang zum Richtstollen gibt und dass der Richtstollen die Achse des neuen Rettungsstollens kreuzt.

Daher ist zunächst eine Erkundung des Richtstollens notwendig. Anschließend muss der Richtstollen verfüllt werden, bevor der Rettungsstollen aufgefahren wird.

Baulogistik während der Bauausführung

Eine wichtige Rolle während der Sanierungsarbeiten spielt die Baulogistik, also die Organisation und Steuerung aller logistischen Prozesse während der Bauphase. Die Baulogistik umfasst alle Aufgaben und Maßnahmen, die notwendig sind, um die erforderlichen Baustoffe, Geräte, Maschinen und Werkzeuge termingerecht und in ausreichender Menge an die Baustelle zu transportieren und dort bereitzustellen. Gleichzeitig müssen Abfälle und Abraum materialgerecht entsorgt werden, um eine effiziente und störungsfreie Bauausführung zu gewährleisten. Für die Erneuerung des Elleringhauser Eisenbahntunnels ist eine Vielzahl von logistischen Herausforderungen zu meistern. Zum einen wird für den Transport von Baumaterialien und Maschinen ein umfassendes Logistikkonzept benötigt, da die Baustelle inmitten eines Bahnhofs mit diversen flankierenden Maßnahmen liegt. Zum anderen

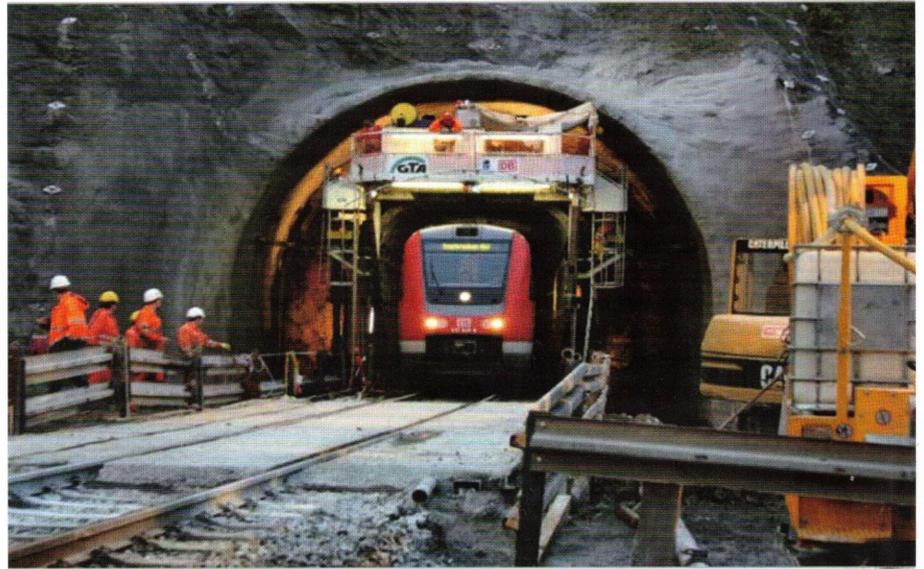


Abb. 3: Umbauten mit parallelem Regelbetrieb der Schienen durch Tunnel-im-Tunnel-Methode, Beispielbild Quelle: DB

muss der Eisenbahnverkehr während der Bauarbeiten aufrechterhalten werden, was eine präzise Koordination der Arbeiten erfordert (Abb. 3).

Um diese Herausforderungen zu bewältigen, wurde im Vorfeld ein detailliertes und überwiegend gleisgebundenes Baulogistikkonzept erstellt, das alle logistischen Aspekte der Bauphase berücksichtigt.

Eine der größten Herausforderungen hierbei sind die beengten Platzverhältnisse innerhalb des Elleringhauser Tunnels. Eine Schlüsselkomponente hierbei ist der Einsatz des zuvor beschriebenen Tunnelvortriebsportals, welches durch seinen Schutzstollen gleichermaßen die Sicherheit des Eisenbahnbetriebs als auch die Sicherheit der im Tunnel befindlichen Arbeiter garantiert.

Eine weitere Herausforderung ist die Maschinenteknik, die teilweise speziell für dieses Projekt entwickelt wurde. Sie ist größtenteils gleisgebunden ausgelegt. Sowohl das TVP als auch die Versetzeinheit für die Betonfertigteilstegmente laufen auf einem eigenen

Baugleis, dessen Schienen außerhalb des Betriebsgleises liegen. Zudem kommen in der nächtlichen Sperrpause weitere gleisgebundene Geräte, wie beispielsweise Zweibegebagger, zum Einsatz, die u.a. für den Ausbruch und das anschließende Schüttern der Bestandsinnenschale benötigt werden. Die Arbeiten zum Umbau der vormals zweigleisigen Bahnstrecke auf einen einglisigen Betrieb sind nunmehr abgeschlossen. Im nächsten Schritt folgen weitere Sicherheitsmaßnahmen der Bestandsinnenschale. Diese Arbeiten werden ebenfalls in nächtlichen Sperrpausen gleisgebunden ausgeführt. Sobald die Sicherheitsmaßnahmen abgeschlossen sind, kann mit dem Aufbau des TVP und den vorbereitenden Arbeiten für den Ausbruch der Bestandsinnenschale begonnen werden. Das TVP befindet sich aktuell in der finalen Phase der Fertigung bei der Marti Technik AG in der Schweiz. Sobald die Abnahme des TVP erfolgt ist, kann diese für den Transport auf die Baustelle vorbereitet werden. ■



Philip Balcar
Werkstudent
DB Netz AG, Köln
philip.balcar@deutschebahn.com



Thilo Dicke, M.Sc.
Technischer Innendienst ARGE EET
ARGE EET, Brilon-Wald
tdicke@max-boegl.de



Philipp Elkemann
Referent Stakeholdermanagement
und Öffentlichkeitsarbeit
DB Netz AG, Duisburg
philipp.elkemann@deutschebahn.com