

Deutscher Bundestag

Verkehrsausschuss

Ausschussdrucksache

20(15)299-E

vom 11.10.2024

öff. Anhörung am 16.10.2024

Deutsches Zentrum für
Schienenverkehrsforschung beim



Eisenbahn-Bundesamt

11.10.2024

Stellungnahme für die öffentliche Anhörung im Verkehrsausschuss des Deutschen Bundestags am 16.10.2024 zum Brenner-Nordzulauf

Im Jahr 2021 hat das Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF) die Auswirkungen unterirdischer Verknüpfungsstellen auf Neubaustrecken am Beispiel des deutschen Brenner-Nordzulaufs untersucht. Die Studie wurde Anfang 2022 veröffentlicht (https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Downloads/DZSF/Veroeffentlichungen/Whitepaper_Vortraege/2022/2021-02_15_Brenner-Studie.pdf). Ziel war es, eine neutrale Beurteilung bezüglich der zugrundeliegenden Sicherheitsanforderungen, der Zulassungsfähigkeit und der Vereinbarkeit mit betrieblichen Randbedingungen dieser Fragestellung vorzunehmen.

Den Kern der Studie bildet die Analyse von Regelwerksanforderungen sowie existierenden und in Planung befindlichen europäischen Tunnelbauwerken. Basierend auf diesen Recherchen wurde deren Eignung als mögliches Referenzsystem für die im vorliegenden Fall betrachtete unterirdische Verknüpfungsstelle analysiert.

Als Fazit dieser Untersuchung lässt sich festhalten, dass sich für die Einrichtung einer komplexen unterirdischen Verknüpfungsstelle in Tunneln für den Mischbetrieb von Güter- und Reisezügen innerhalb der EU kein vollständig geeignetes Referenzobjekt identifizieren lässt. Diese Tatsache zusammen mit den rechtlichen Rahmenbedingungen führen zu dem Schluss, dass die Verlegung der vorgesehenen Verknüpfungsstelle in einen Tunnel ohne Weiteres nicht uneingeschränkt regelwerkskonform ist. Der Aufwand, der zur Kompensation einer unvollständigen baulichen Trennung zweier Tunnelröhren betrieben werden müsste, ist zum einen groß und zum anderen mit tunnelspezifischen komplexen Fragestellungen verbunden, deren Analyse einen beträchtlichen Aufwand hinsichtlich Zeit und Kosten verursachen würde. Zudem gäbe es keine Garantie, dass diese Untersuchungen erfolgreich abgeschlossen werden können. Es ist daher sinnvoll abzuwägen, ob der Aufwand den erwartbaren Nutzen rechtfertigt.

Im Folgenden wird auf die wesentlichen Anforderungen und Herausforderungen bei einer möglichen Realisierung einer unterirdischen Verknüpfungsstelle eingegangen.

1. Sicherheitsanforderungen an eine unterirdische Verknüpfungsstelle

Grundsätzliche Regelwerksanforderungen

Für Eisenbahntunnel auf dem Gebiet der Europäischen Union gilt die Verordnung (EU) Nr. 1303/2014 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität bezüglich „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ im Eisenbahnsystem der Europäischen Union (TSI SRT) und die Änderungen aus der Durchführungsverordnung (EU) 2019/776 zur TSI SRT. Das Ziel der TSI SRT ist es, Maßnahmen zur Minderung von spezifischen Tunnelrisiken festzulegen.

In Deutschland gilt zusätzlich die Richtlinie "Anforderungen des Sicherheitskonzeptes an den Bau und den Betrieb von Eisenbahntunneln" des Eisenbahn-Bundesamtes (im Folgenden EBA-Tunnelrichtlinie). Durch die Richtlinie werden Maßnahmen des Brand- und Katastrophenschutzes, die für den Bau und Betrieb von Eisenbahntunneln erforderlich sind, definiert.

Bauliche Trennung

Bei Verknüpfungsstellen handelt es sich um die Kombination von Abzweig- und Überleitstellen. Eine Abzweigstelle definiert die EBO als einen Ort, an dem Fahrten von einer Strecke auf eine andere Strecke ermöglicht werden. Überleitstellen haben demgegenüber gemäß EBO die Funktion, Zügen die Fahrt auf ein anderes Gleis derselben Strecke zu ermöglichen (Wechsel vom Regelgleis auf das Gegengleis und umgekehrt). Durch eine Kombination von Abzweig- und Überleitstelle ergibt sich eine Verkehrsanlage mit hoher Leistungsfähigkeit. Eine schematische Darstellung, wie die unterirdische Verknüpfungsstelle aussehen könnte, zeigt Abbildung 1.

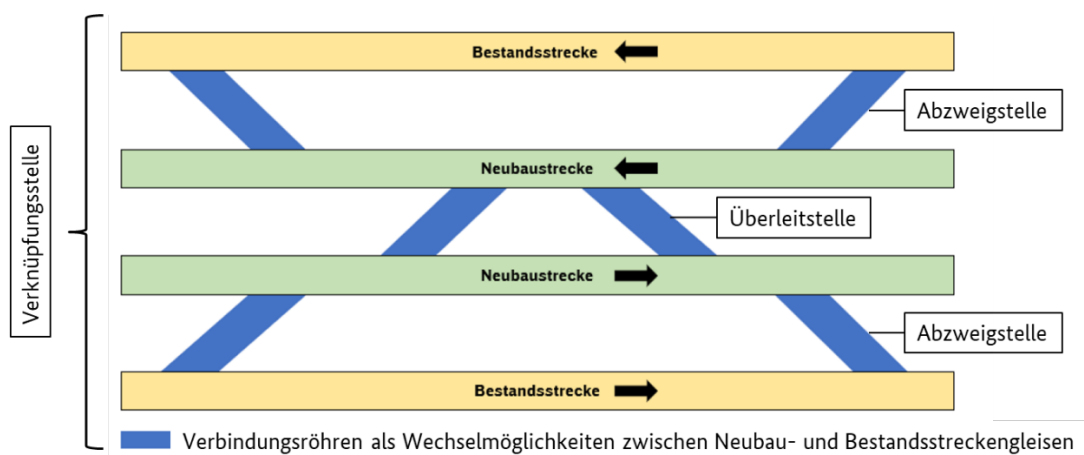


Abbildung 1: Von DB InfraGO entwickelte Gestaltungsmöglichkeit einer unterirdischen Verknüpfungsstelle

Aus der EBA-Tunnelrichtlinie besteht die Anforderung, dass eine bauliche Trennung auf zweigleisigen Strecken bei langen und sehr langen Tunneln bei uneingeschränktem Mischbetrieb von Reise- und Güterzügen vorzusehen ist. Durch die Abzweig- und Überleitstellen wird die vollständige bauliche Trennung der einzelnen Tunnelröhren, wie in Abbildung 1 skizziert, aufgehoben.

Befahrbarkeit von Tunneln für die Fremdrettung

Die EBA-Tunnelrichtlinie fordert, dass die Fahrbahn in Tunneln für Straßenfahrzeuge befahrbar sein muss, wenn bei parallel verlaufenden Tunnelröhren eine Rettung über die jeweils benachbarte Tunnelröhre vorgesehen ist. Durch die Anforderung der Befahrbarkeit wird der Zusammenhang zur baulichen Trennung und der Abhängigkeit der Einsatzkonzepte der Rettungsdienste für die Fremdrettung aufgezeigt. In der Darstellung in Abbildung 1 wäre eine Befahrbarkeit einzelner Röhren möglich, aber im Falle einer Kollision mit Brandfolge im Verbindungsbauwerk könnten zwei betroffene Röhren sowie Rettungs- und Fluchtwege blockiert sein.

Sichere Bereiche zur Evakuierung

Die TSI SRT fordert, dass ein sicherer Bereich die Evakuierung aus Zügen, die im Tunnel verkehren, ermöglichen muss. Im sicheren Bereich müssen die Reisenden und das Zugpersonal für jenen Zeitraum überleben können, der die vollständige Evakuierung vom

sicheren Bereich bis an einen endgültig sicheren Ort ermöglicht. Im Falle zweier paralleler eingleisiger Tunnelröhren, könnte die jeweils nicht betroffene Tunnelröhre als sicherer Bereich dienen. Wenn alle Röhren betrieblich miteinander verbunden werden sollen (siehe Abbildung 1), so müssten relevante Anforderungen an die Zugänglichkeit und Verfügbarkeit als sichere Bereiche berücksichtigt und ggf. durch eine Risikobetrachtung ergänzt werden.

Anforderungen an sehr lange Tunnel

Durch die unterirdische Verbindung der Tunnel Steinkirchen und Laiming durch die Verknüpfungsstelle würde sich eine Gesamtlänge von mehr als 20 km ergeben, wodurch der Tunnel gemäß des geltenden Regelwerkes als sehr langer Tunnel gelten würde.

Die EBA-Tunnelrichtlinie (Kap. 1.2, 2008) gibt dazu an: „Bei sehr langen Tunneln überschreitet die Fahrzeit eines Zuges die Dauer gesicherter Laufeigenschaften unter Vollbrandbedingungen (ca. 15 Minuten). Sehr lange Tunnel erfordern deshalb besondere Sicherheitsmaßnahmen, die im Einzelfall zu treffen sind.“

Sehr lange Tunnel (> 20 km), die dem heute maßgeblichen Sicherheitsniveau entsprechen, enthalten definierte Nothalte/Rettungs- und Evakuierungspunkte, die sich in der Nähe von Notausgängen befinden und eine Evakuierung der Züge ermöglichen sollen, falls eine Ausfahrt aus dem Tunnel aus eigener Kraft absehbar unmöglich ist. Generell muss es aber im Notfall an jeder beliebigen Stelle des Tunnels möglich sein, einen brennenden Zug zu verlassen und einen sicheren (d. h. vor Rauch, Gasen und extremer Hitze geschützten) Raum aufzusuchen.

Betriebliche Anforderungen zur Trennung der Betriebsarten

Auf der geplanten Strecke ist ein sogenannter Mischverkehr vorgesehen, also die gleichzeitige Nutzung durch Güter- und Reisezüge. Demnach ist angedacht, auf der Neubaustrecke Fernverkehrszüge mit einer Höchstgeschwindigkeit von bis zu 230 km/h und Güterzüge (Höchstgeschwindigkeit 120 km/h) verkehren zu lassen, während die Bestandsstrecke dem Nahverkehr und weiteren Teilen von Fern- und Güterverkehr zur Verfügung stünde.

Die EBA-Tunnelrichtlinie schreibt vor, dass bei zweigleisigen Tunneln fahrplanmäßige Begegnungen zwischen Reise- und Güterzügen nicht vorgesehen werden dürfen. Nach TSI SRT (Kap. 4.4.6) gilt folgendes: „Die Sicherheit des Güter- und Personenverkehrs kann durch Betriebsvorschriften, etwa durch eine Trennung der beiden Verkehrsarten, gewährleistet werden.“ Deshalb schreibt das EBA in zweigleisigen Tunneln ein Tunnelbegegnungsverbot von Reise- und Güterzügen vor.

Nachweis gleicher Sicherheit

Innerhalb der Verknüpfungsstelle wird keine vollständige bauliche Trennung aufgrund der Verknüpfungen einzelner Röhren möglich sein. Dies stellt eine Abweichung von der EBA-Tunnelrichtlinie dar. Daraus folgt, dass ein Nachweis gleicher Sicherheit gemäß § 2 Eisenbahnbau- und Betriebsordnung (EBO) erbracht werden muss. Das Sicherheitsniveau muss durch die Einführung eines Nachweises gleicher Sicherheit mindestens aufrechterhalten oder verbessert werden.

Ferner ist das Risikomanagementverfahren nach EU Verordnung 402/2013 (CSM-RA) anzuwenden und eine Risikobewertung durchzuführen. Hierbei ist es wichtig festzuhalten, dass ein solcher Nachweis gleicher Sicherheit von der Vorhabenträgerin (in diesem Fall der DB InfraGO AG) erbracht und im Rahmen des Risikomanagementverfahrens von einer unabhängigen Bewertungsstelle geprüft werden müsste.

2. Risiken gefährlicher Ereignisse

Während Eisenbahntunnel systembedingt einen guten Schutz vor umweltbedingten Havarien (wie z. B. Erdbeben, Felschlag oder Sturmschäden) bieten, müssen bei anderen, im Eisenbahnbetrieb zwar selten auftretenden, aber doch nicht auszuschließenden, Unfall- oder Störungsszenarien besondere Maßnahmen ergriffen werden, da das Schadensausmaß sehr groß sein kann.

Die Folgen einer Entgleisung hängen stark davon ab, an welchem Ort und bei welcher Geschwindigkeit diese stattfindet und wie schnell sie detektiert werden kann. Während die Auswirkungen bei kleinen Geschwindigkeiten überschaubar bleiben können, kann eine Entgleisung bei hohen Geschwindigkeiten schwere Folgen haben, wie das Zugunglück im Gotthardbasistunnel im August 2023 gezeigt hat. Zudem können Entgleisungen am Anfang einer Kette von Ereignissen stehen, die letztlich zu einem schwerwiegenden Schaden oder Brand von Fahrzeugen führen, was insbesondere in Tunneln unbedingt vermieden werden sollte.

Neben Entgleisungen, die zu den sogenannten „kalten Ereignissen“ gezählt werden und aufgrund ihrer potentiell schwerwiegenden Folgen in Tunneln, soweit es geht, vermieden werden sollen, stellen Brände („heiße Ereignisse“) in Tunneln die mit Abstand größte Gefahr für Leib und Leben dar. Brandereignisse in Tunneln treten prinzipiell sehr selten auf, erregen aber nicht zuletzt aufgrund der teilweise aufwendigen Brandbekämpfungsmaßnahmen in der Öffentlichkeit häufig großes Aufsehen. Die spezielle Problematik von Tunnelbränden ergibt sich aus der enormen Hitzeentwicklung in der Umgebung des Brandherdes und der Konzentration giftiger Gase und Dämpfe in Verbindung mit einer starken Rauchbildung, die die Sicht und Orientierung im Tunnel sehr stark einschränken kann. Der Aufwand für eine zielgerichtete Ableitung von thermischer Energie sowie zur Erzeugung von Luftströmungen, die geeignet sind, giftige Gase, Dämpfe und Rauch abzuführen, ist in Tunneln ungleich aufwendiger als auf der freien Strecke. Eine weitere logistische Herausforderung, die in (sehr) langen Tunneln gelöst werden muss, ist die Löschwasserversorgung. Da eine Zuführung allein über die Tunnelportale bei langen und sehr langen Tunneln nicht praktikabel ist, muss Löschwasser im Tunnel verteilt vorgehalten werden. Aufgrund der vorstehend angerissenen Brandschutzproblematik sind Eisenbahntunnel sehr komplexe Bauwerke, die neben dem eigentlichen Tunnelröhren für den Bahnverkehr eine Vielzahl weiterer Elemente wie z. B. Querschläge, Zugangstollen und Technikräume enthalten. Diese vergrößern Baukosten und -zeit der Tunnelkomplexe ggf. enorm.

3. Untersuchung möglicher Referenzbauwerke

Die Recherche von Referenzbauwerken hat gezeigt, dass es bislang weder in der EU, noch in der Schweiz, ein Tunnelbauwerk gibt, das sowohl eine vollwertige Verknüpfungsstelle im Sinne der in Abbildung 1 dargestellten Form enthält, als auch vollumfänglich nach dem derzeit gültigen Regelwerk (TSI SRT) gebaut ist. Die Planungsphasen fast aller betrachteten Tunnel liegen vor dem Inkrafttreten der heute gültigen TSI SRT und drei analysierte Tunnelbauwerke waren bereits fertiggestellt und in Betrieb genommen, bevor die erste Fassung der TSI SRT Gültigkeit erhielt.

Da es sich bei den betrachteten Tunneln ausschließlich um Bauwerke handelt, die außerhalb Deutschlands errichtet wurden, ist eine Aussage, ob diese auch für das Eisenbahn-Bundesamt in dieser Form genehmigungsfähig gewesen wären, nicht möglich. Bei keinem der analysierten

Tunnel wurde die EBA-Tunnelrichtlinie ergänzend zur TSI SRT angewandt, sondern es galten ggf. die nationalen Regelwerke der Schweiz, Österreichs, Italiens und/oder Frankreichs.

Die Frage, ob die Anordnung von Weichen in Tunneln sowie die örtliche Aufhebung der baulichen Trennung benachbarter Tunnelröhren ingenieurtechnisch grundsätzlich beherrschbar ist, kann auf Basis der Quellenlage eingeschränkt mit „ja“ beantwortet werden. Die Einschränkung rührt daher, dass die realisierten unterirdischen Abzweigstellen im Vergleich zur Verknüpfungsstelle Kirnstein wesentlich weniger komplex sind (z. B. zwei statt vier verbundene Röhren oder keine separat zu betrachtenden Verbindungsrohre). Der bauliche und technische Aufwand zur Vermeidung der Verrauchung sicherer Bereiche im Falle eines Brandes ist aber auch in diesen Fällen schon sehr hoch und mit einer aufwendigen Nachweisführung verbunden.

Deutsche Tunnelbauwerke mit einer ähnlichen Komplexität wie die analysierten Referenzprojekte sind entweder nicht vorhanden oder werden nicht im Mischbetrieb befahren, sodass bei diesen der Extremfall eines in Brand geratenen Güterzuges mit Gefahrgut im Gegensatz zu dem im Rahmen der Studie betrachteten Fall nicht relevant ist.

Die Analyse zeigte, dass es weder in Deutschland noch im untersuchten Gebiet (EU und Schweiz) ein mit der unterirdischen Verknüpfungsstelle vergleichbares Bauwerk gibt. Zwar existieren durchaus Tunnel, bei denen einige der relevanten Eigenschaften (z. B. örtliche Aufhebung einer baulichen Trennung benachbarter Tunnelröhren) übereinstimmen, aber in diesen Fällen weichen andere Rahmenbedingungen grundlegend von dem im Rahmen dieser Studie betrachteten Fall ab.

4. Möglichkeiten der Kompensation der baulichen Trennung

Die Installation von Toren zur baulichen Trennung benachbarter Tunnelröhren ist aus betrieblichen und technischen Gründen nicht für den Regelbetrieb geeignet. Ähnliche Projekte im europäischen Ausland, bei denen eine solche Strategie verfolgt wird, sind betrieblich nicht vergleichbar, weil die Weichenverbindungen dort nicht im Regelbetrieb befahren werden.

Die Einrichtung von Abzweigstellen in Tunneln wird bei einigen derzeit in der EU (außerhalb Deutschlands) und der Schweiz geplanten bzw. im Bau befindlichen Tunneln umgesetzt. Dabei wird der Gefahr der Verrauchung verbundener Tunnelröhren in Brandfällen durch die Installation leistungsfähiger Lüftungssysteme vorgebeugt.

Der Aufwand, der zur Kompensation einer unvollständigen baulichen Trennung zweier Tunnelröhren betrieben werden muss, ist groß. Dies betrifft sowohl die etwaige Installation einer leistungsstarken Lüftungsanlage nebst (senkrechten) Lüftungsschächten über der Abzweigstelle, als auch eine entsprechende Überwachungs- und Steuerungseinrichtung sowie den Nachweis der Wirksamkeit über thermofluiddynamische Simulationen und ggf. Versuche. Hierzu wären tunnelspezifische Modellierungen und Simulationsstudien nötig, die zunächst einmal eine detailliertere bauliche Konzeption des geplanten Bauwerks notwendig machen würden. Diese könnten voraussichtlich nur von erfahrenen Spezialisten in diesem Bereich durchgeführt werden. Es ist dabei wichtig zu betonen, dass der Ausgang solch umfangreicher Studien im Vorfeld nicht feststeht, d. h., dass ein simulationsgestützter potentieller Nachweis gleicher Sicherheit auch misslingen kann.

Eine unterirdische Verknüpfungsstelle führt zwangsläufig dazu, dass mehrere Verzweigungen in kurzen räumlichen Abständen auftreten, die jeweils gegen einen Übertritt von gefährlichen

Gasen und Rauch in benachbarte Röhren gesichert werden müssten. Der vorstehend beschriebene Aufwand zum Nachweis der Wirksamkeit möglicher technischer Systeme erhöht sich damit nochmals signifikant, weil es aufgrund der individuellen Verhältnisse in den verschiedenen Tunneln keine standardisierten Lösungen für die Entrauchung gibt.

5. Fazit

Das Konzept einer unterirdischen Verknüpfungsstelle ist im europäischen und deutschen Regelwerk (TSI SRT und EBA-Tunnelrichtlinie) nicht explizit vorgesehen. Die mit einer solchen Konstruktion verbundenen baulichen und betrieblichen Eigenschaften stehen im Widerspruch zu wesentlichen Anforderungen dieser Regelwerke. Insbesondere die Verrauchung benachbarter Tunnelröhren über die Verbindungsröhren der Verknüpfungsstelle im Brandfall wird als problematisch angesehen. Eine tatsächliche bauliche Trennung, wie in der EBA-Tunnelrichtlinie vorgeschrieben, kann nur mit eingleisigen Tunneln ohne Weichenbereiche gewährleistet werden. Dadurch wird die Verrauchung der parallelen, ebenfalls eingleisigen Tunnelröhre sicher verhindert. Um eine unterirdische Verknüpfungsstelle dennoch zuzulassen, müssten Maßnahmen getroffen werden, welche das gleiche, sehr hohe Sicherheitsniveau bieten. Dies erfordert gemäß §2 Absatz 2 EBO Nachweise gleicher Sicherheit unter Anwendung der Common Safety Methods (CSM). Die Nachweisführung müsste beispielsweise umfangreiche Entrauchungsstudien sowie Simulationen von Rettungsszenarien beinhalten und wäre individuell für die Verknüpfungsstelle Kirnstein zu führen. Die Ergebnisse wären auf andere Tunnelprojekte nicht direkt übertragbar. Obgleich verschiedene Lösungsansätze denkbar wären, wie der Blick ins Ausland zeigt, hätte eine Risikoabschätzung einen ungewissen Ausgang bei gleichzeitig sehr hohem zeitlichen und finanziellen Aufwand. Der Erfolg eines Nachweises gleicher Sicherheit einer unterirdischen Verknüpfungsstelle mit Sicherheitseinrichtungen gegenüber einer baulichen Trennung ist daher anzuzweifeln.

Darüber hinaus müsste eine wie auch immer geartete Lösung ebenfalls alle betrieblichen Belange der Verknüpfungsstelle berücksichtigen und dürfte deren benötigte Leistungsfähigkeit nicht beeinträchtigen, was die Problematik zusätzlich verkompliziert. Es ist ferner zu erwähnen, dass Ersatzmaßnahmen, die der ergänzenden Tunnelsicherheit im Falle einer unterirdischen Verknüpfungsstelle dienen, Folgen an der Oberfläche nach sich ziehen würden: Entrauchungsöffnungen, Stollenausgänge, Rettungsplätze, deren Zufahrtsstraßen und technische Ausstattung könnten in Summe den Umweltverbrauch einer oberirdischen Verknüpfungsstelle übersteigen.

Die isolierte Betrachtung der unterirdischen Verknüpfungsstelle ist nicht zielführend, da vor und nach dem erwogenen Tunnelbauwerk ebenfalls eine Streckenführung in Tunneln erfolgen soll. Allein aus der Tatsache, dass eine unterirdische Verknüpfungsstelle Kirnstein die bisher geplanten zwei unabhängigen Tunnel (Tunnel Laiming und Tunnel Steinkirchen) zu einem sehr langen Tunnel von ca. 26 km verbinden würde, ergibt sich die Notwendigkeit weiterer Sicherheitsmaßnahmen. Im konkreten Fall kämen die besonderen Sicherheitsanforderungen einer unterirdischen Verknüpfungsstelle jedoch noch ergänzend hinzu.