Risiken und Auswirkungen eines Brandes bei Stuttgart 21

und Bewertung des aktuellen Brandschutzkonzepts der DB AG

Dipl. Ing. Hans Heydemann, Stuttgart
Dr. Christoph Engelhardt, München

Mit Exkursen von:

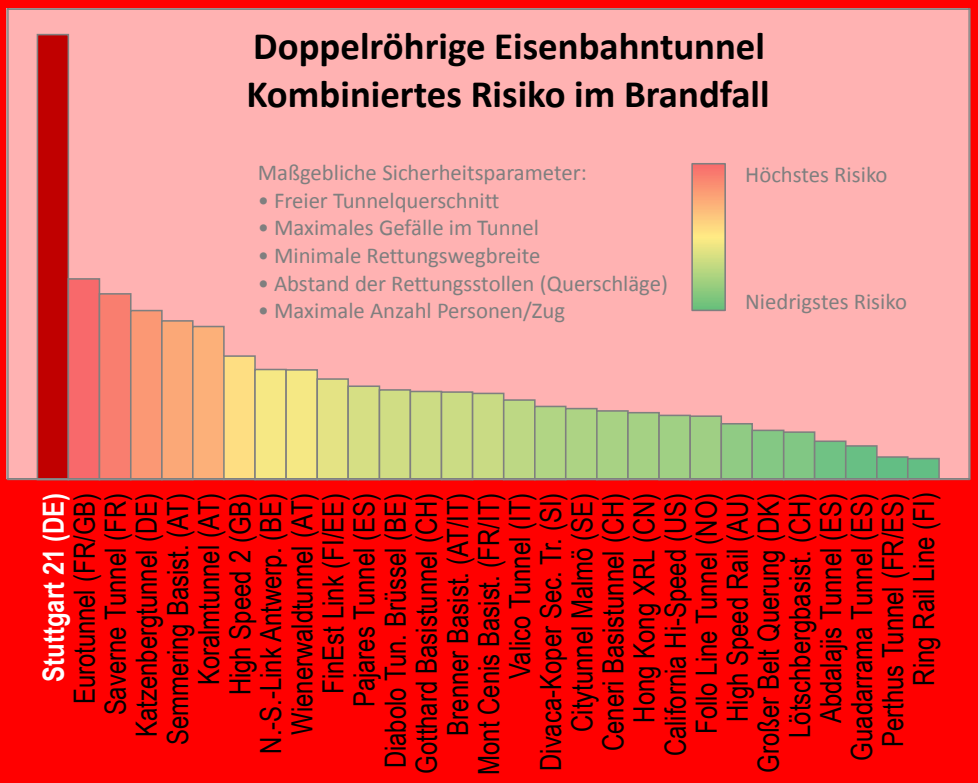
Johannes Frank, Brandoberamtsrat a.D., Brandschutzsachverständiger
Zur Notwendigkeit einer Werkfeuerwehr bei Stuttgart 21

N.N., Lokführer seit 2000, zugleich Feuerwehrmann
Zur Ursache des ICE-511-Brands in Dierdorf/Montabaur und Schlussfolgerungen für S21

Auftraggeber:

Aktionsbündnis gegen Stuttgart 21 / Oktober 2018

2. überarbeitete Auflage, November 2018.



Aktionsbündnis gegen Stuttgart 21
Donizettistraße 8 B • 70195 Stuttgart • info@kopfbahnhof-21.de • www.kopfbahnhof-21.de • www.umstieg-21.de

Um die Fortsetzung seiner Arbeit zu gewährleisten, bittet das Aktionsbündnis um Spenden auf sein Unterstützerkonto IBAN DE76 4306 0967 7035 8411 00

Vorwort

Themen wie Brand- und Katastrophenschutz allgemein sind starken Konjunkturen in der öffentlichen Wahrnehmung ausgesetzt. Nach Katastrophen wie bei der Love Parade in Duisburg, beim Seilbahnunglück von Kaprun, den Zugkatastrophen von Eschede oder jüngst beim ICE-Brand nahe Montabaur schreckt die Öffentlichkeit und Politik kurz auf, um dann in der Regel wieder in den alten Trott der Nachlässigkeit und des Desinteresses zu verfallen. Die Sitzungen des Stuttgarter Gemeinderats, und dessen S21-Ausschuss, zum Thema Brandschutz legen davon ein beredtes Zeugnis ab. Die von Anbeginn an und immer wieder vorgetragenen Kritik am unzureichenden bzw. faktisch unter den gegebenen Bedingungen nicht realisierbaren Brandschutz des gigantischen Tiefbahnhof- und Tunnelprojekts perlte an den Stadtverantwortlichen ab, als handle es sich um eine lästige Zumutung.

Die Bürgerbewegung gegen Stuttgart 21 verfügt, was viele bedauern, nicht über die Druckmittel der Baumbesetzer des Hambacher Waldes und bisher hat auch noch kein Gericht die Kraft und den Mut gefunden, bei den vielen Rechtswidrigkeiten des Projekts ernsthaft einzuschreiten, wie es das Stuttgarter Verwaltungsgericht im Falle der Fahrverbote oder das Münsteraner Oberverwaltungsgericht im Falle der Baumfällungen im Hambacher Wald getan haben. Werden bei S21 die unerlässlichen Standards von Brand- und Katastrophenschutz unterlaufen und wird damit das Leben unzähliger Menschen aufs Spiel gesetzt, wäre dies ein schwerer Verstoß gegen den Kerngehalt des Grundgesetzes, Art. 2 Abs. 2.

Einstweilen bleibt also das politisch vertretene, immer wieder öffentlich vorgetragene qualifizierte Argument das entscheidende Druckmittel dieser Bürgerbewegung. So hat das Aktionsbündnis Expertisen zu den Klimabelastungen des Projekts, insbesondere der CO_2- Belastungen (9/2017), den Feinstaub- und Stickoxydemissionen (4/2018), den Überflutungsrisiken (6/2018), sowie diverse Studien zur Kostenentwicklung des Projekts und zu den Kosten eines Umstiegs vorgelegt.

Mit dem hier vorgelegten Gutachten fassen die Autoren Dipl.Ing. Hans Heydemann und Dr. Christoph Engelhardt die ganze Expertise jahrelanger kritischer Auseinandersetzung mit den Defiziten des Brandschutzes bei Stuttgart 21 zusammen. Dafür gilt Ihnen unser besonderer Dank, wie auch dem Brandschutzsachverständigen Johannes Frank und einem namentlich nicht zu nennenden Lokführer und Feuerwehrmann als Autoren der ergänzenden Beiträge. Auch bei Martin Poguntke und Werner Sauerborn vom Aktionsbündnis bedanken wir uns für die Koordination, Endbearbeitung und Publizierung des Gutachtens.

Dass es eine ehrenamtlich und auf Basis von Bürgerspenden arbeiten Bewegung überlassen bleibt, die in einer so existenziellen Frage wie dem Brandschutz eines solchen Megaprojekts die entscheidende Faktenbasis zu liefern, ist ein Armutszeugnis für die Projektverantwortlichen und die Politik und verweist auf ein gravierendes Demokratiedefizit. Denn dies wäre ihre Aufgabe.

Umso mehr setzen wir auf die Überzeugungskraft der hier vorgetragenen Argumente und Belege, die zeigen, dass das Projekt über keinen genehmigungsfähigen Brandschutz verfügt.

Die 510 Reisenden im ICE 511 müssen am 12. Okt. 2018 mehr als einen Schutzengel gehabt haben. Wenige Kilometer nachdem er den letzten Tunnel passiert hatte und nur 4 km vor dem nächsten Tunnel kam der brennende ICE zum Stehen. Die Rettungsmaßnahmen fanden unter selten günstigen Bedingungen statt. Nur Sekunden später, im nächsten Tunnel, hätte derselbe Brand viele Menschenleben gekostet.

Bei S21 folgt bei einfahrenden Zügen nach einem Tunnel keine rettende Freifläche, sondern ein Tiefbahnhof, bei dem sich die Reisenden auf der Hälfte der bisher zur Verfügung stehenden Fläche drängen.

Oktober 2018

Dr. Eisenhart von Loeper und Dr. Norbert Bongartz, die Sprecher des Aktionsbündnisses

0.1 Inhalt

0.1 Inhalt ... 4

0.2 Einleitung ... 7

0.3 Zusammenfassung ... 9

1 PERSONENZUGÄNGE DER TIEFBAHNSTEIGHALLE UND EVAKUIERUNG ... 13

1.1 Personenströme und Engpässe auf den Bahnsteigen ... 13

1.2 Evakuierung aus der Tiefbahnsteighalle ... 18

1.3 Einzelnachweise zu Kap. 1 ... 23

2 FLUCHT- UND RETTUNGSWEGE AUS DER S21-TIEFBAHNSTEIGHALLE ... 25

2.1 Flucht- und Rettungswege aus der Tiefbahnsteighalle ... 25

2.2 Fluchtweglängen und „Sichere Bereiche“ [BSK Abschn. 5.1 ab S. 38] ... 27

2.3 Die neuen Fluchttreppen an den Bahnsteigenden ... 29

2.4 Fluchttreppen-Ausgänge ... 31

2.5 Fluchtwege im Gleisvorfeld ... 33

2.6 Bahnhofsräumung im Brand- u. Katastrophenfall ... 34

3 MOBILITÄTSEINGESCHRÄNKTE PERSONEN ... 37

3.1 Flucht- und Rettungswege nicht barrierefrei ... 37

3.2 Weiternutzung der Aufzüge im Brandfall unzulässig ... 38

3.3 Überwachung der Aufzugsbereiche auf Rauchfreiheit ... 40

3.4 Warteplätze und Fremdrettung ... 41

4 VERRAUCHUNG DER S21-TIEFBAHNSTEIGHALLE ... 43

4.1 Brandschutzkonzept und zugrundeliegender Brandablauf ... 43

4.2 Brandlast und Brandverlauf ... 43

4.3 Rauchentwicklung und Rauchausbreitung ... 45

4.4 Optische Dichte des Rauches ... 46

4.5 Gesundheitsschädigende Brandgase ... 47

4.6 Verrauchung Straßburger Platz ... 50

5 ENTRAUCHUNG DER S21-TIEFBAHNSTEIGHALLE ... 56

5.1 Entrauchungs-Luftstrom und Zuluft-Einführung ... 56

5.2 Einmischen von Rauch in die Aufenthalts- und Fluchtbereiche ... 56

5.3 Rauchabzug über die Lichtaugen / Planung und gesetzliche Anforderungen ... 60

5.4 Ausführung Rauchabzugsöffnungen Regel-Lichtauge ... 61

5.5 Windabhängige Klappen-Ansteuerung ... 63

5.6 Geometrische und aerodynamische Öffnungsfläche ... 65

5.7 Fehlende Wartungsmöglichkeiten für NRWG´s ... 67

5.8 Maschinelle Rauchabsaugung als mögliche Lösung ... 68

6 ZULUFT-BEREITSTELLUNG im SCHWALLBAUWERK SÜD 70

6.1 Schwall- und Entrauchungsbauwerk SEBW Süd 70

6.2 Schwallluft und Druckausgleich 71

6.3 Aufstellraum Axial-Großgebläse 72

6.4 Schalldämpfer 76

6.5 Anforderungen an den Schallschutz 77

6.6 Luftführung zu den Tunneln und zur Tiefbahnsteighalle 83

6.7 Betriebsräume 85

7 BRANDFALL im S21-TUNNEL 87

7.1 Bauliche Merkmale der Zulauf-Tunnel S21 87

7.2 Welche Gefahren bergen die Tunnel? 89

7.3 Durchfahren eines brennenden Zuges in den Tiefbahnhof oder Nothalt im Tunnel? 94

7.4 Rettungskonzept unzureichend für Räumung aus verunglücktem Zug im Tunnel 95

7.5 Flucht- und Rettungswege im Tunnel 97

7.6 Räumung aus verunglücktem Zug im Tunnel 98

7.7 Verrauchung des Tunnels 105

7.8 Entrauchung der Tunnel 109

7.9 Entrauchungsbauwerke Nordtunnel 111

EINZELNACHWEISE (zu Kapitel 2 bis 7) 117

8 RISIKOFAKTOREN IM INTERNATIONALEN TUNNELVERGLEICH 119

8.1 Der Anspruch eines funktionierenden Rettungskonzepts 120

8.2 Bauartbedingte Risikofaktoren 122

8.3 Vergleich internationaler Tunnelprojekte 132

8.4 Weitere Risikofaktoren und nicht behebbare Mängel 135

8.5 Einzelnachweise zu Kap. 8 138

9 Dokumente 141

10 Exkurs: Zur Ursache des ICE-511-Brands in Dierdorf bei Montabaur 144

11 Exkurs: Notwendigkeit einer Werkfeuerwehr bei Stuttgart 21 149

12 Anlagen 154

0.2 Einleitung

In Stuttgart wird der heutige Kopfbahnhof – bisher einer der pünktlichsten Großbahnhöfe Deutschlands – durch einen Neubau ersetzt. Der Bahnhof wird um 90 Grad gedreht, quer zum Grundwasserstrom, zwei Stockwerke tiefer gelegt und mit einem Dach überwölbt, das wie ein Damm gegen den Hochwasserabfluss im Stuttgarter Talkessel wirkt. 60 km Tunnelröhren sind nötig, um diesen Bahnhof wieder an das Streckennetz anzuschließen, gebohrt unter einer Großstadt in schwierigster Geologie. Ein gigantischer, mutmaßlich über 10 Milliarden Euro teurer Aufwand für den Ersatz eines bestens funktionierenden Bahnhofs durch einen halb so großen Unterirdischen.

Es sind die Zwänge in der auch unterirdisch schon dicht bebauten Stuttgarter Innenstadt, die zu großer Enge in dem Neubau führen und dessen spektakuläre Schräglage erzwingen. Es sind auch astronomische Kosten, die dazu zwingen, zu sparen, wo es geht. Daher wird vieles, nicht nur in Bezug auf die verkehrliche Kapazität, sondern auch auf die Sicherheit, viel zu knapp ausgelegt. Und es sind die Zwänge der Geologie, des tückischen Anhydrit-Gesteins, die dazu zwingen, sehr enge Tunnelröhren zu bauen.

Dies alles hat Folgen für den Brandschutz. Wenn viele Menschen schnell in Sicherheit gelangen müssen, brauchen sie Platz, brauchen sie schnell rauchfreie, sichere Bereiche. Wer hier an Treppen, Durchgängen, Fluchtwegbreite und Rettungsstollen spart, geht lebensbedrohliche Risiken für die künftigen Bahnreisenden ein.

Aber wie ist es möglich, dass einem Projekt mit negativem Nutzen, überbordenden Kosten und untragbaren Gefährdungen dennoch für unumkehrbar erklärt wird? Die Beantwortung dieser Frage muss der Politik und der politischen Diskussion überlassen werden. Mit diesem Gutachten wird am Beispiel des Brandschutzes weiterer Anlauf genommen, übersehene und übergangene Fakten zu liefern. Sie zeigen die harten Grenzen auf, die uns die Naturgesetze vorgeben, sie fordern die Anwendung der Regeln der Technik ein, um die Gefahr für Leib und Leben, die von diesem Großprojekt ausgeht, zu dokumentieren.

Das Vorhaben „Stuttgart 21“ der Deutschen Bahn AG sieht die völlige Umgestaltung des Stuttgarter Hauptbahnhofes als bislang gut funktionierendem Kopfbahnhof in eine fragwürdige unterirdische 8-gleisige Durchgangs-Haltestelle mit insgesamt 62 km Zulauf-Tunnels vor, als Teilstück einer zukünftigen Hochgeschwindigkeitstrecke nach Ulm.

Tatsächlich aber bedeutet dies den Rückbau vorhandener Eisenbahn-Verkehrsanlagen und eine verringerte Bahn-Verkehrsleistung, wofür mehr als 10 Milliarden Euro an öffentlichen Geldern verschwendet und erhebliche Eingriffe in das gewachsene Stadtbild mit großflächigen Zerstörungen vorgenommen werden.

Gegenüber dem bestehenden oberirdischen Kopfbahnhof weist die geplante unterirdische Tiefbahnsteighalle S21 mit ihren langen Zulauftunnels viele erhebliche Mängel auf, etwa die gefährliche Schieflage, eine unzureichende Sicherheit im Brand- und Katastrophenfall, die Gefährdung der Stuttgarter Mineralwasser-Vorkommen u.v.m.

Verhindert werden kann das nur, indem der Tiefbahnhof S21 nicht (fertig-)gebaut wird.

Um weiteren Schaden zu vermeiden, muss der Weiterbau von S21 unverzüglich gestoppt und zunächst ein taugliches, genehmigungsfähiges Brandschutzkonzept neu entwickelt, sowie die Planung entsprechend überarbeitet werden, auch wenn dies zu weiteren Bauzeitverzögerungen und weiter steigenden Baukosten führen wird. Doch ein Verschließen der Augen vor den aufgezeigten Brandschutz-Problemen und Weiterbauen mit einer falschen Planung wird am Ende noch teurer kommen und noch viel länger dauern, weil dann sehr kostspielig geändert werden muss – siehe Großflughafen BER Berlin.

Besser wäre es deshalb, gleich das vorliegende Alternativkonzept „Umstieg 21“ aufzugreifen und umzusetzen mit einem modernisierten Kopfbahnhof unter bestmöglicher Umnutzung der bereits errichteten Bauteile, wodurch außerdem rd. 5 Mrd. € an Baukosten gegenüber dem Fertigbauen von „Stuttgart 21“ eingespart werden können (www.umstieg-21.de). Damit wären alle Mängel und Schwachpunkte des Vorhabens „Stuttgart 21“ wie zu geringe Leistungsfähigkeit, gefährliche und unzulässige Bahnsteig-Gleisneigung, unzureichender Brandschutz, Schäden durch aufquellenden Anhydrit, Gefährdung des Mineralwassers u.a.m. beseitigt.

Schlussfolgerung:

Die wider besseren Wissens erteilte Genehmigung für das Vorhaben „Stuttgart 21“ ist fehlerhaft und somit rechtswidrig. Ihre Nichtigkeit muss von Gerichten festgestellt werden.

Dipl. Ing. Hans Heydemann, Stuttgart
Dr. Christoph Engelhardt, München

0.3 Zusammenfassung

Kernpunkte des vorliegenden Gutachtens sind:

Tiefbahnsteighalle

- Schon im normalen Betrieb ist der Tiefbahnhof zu eng: Im S21-Tiefbahnhof reduziert sich die Bahnsteigfläche um ein Drittel. Neben den zentralen Treppenaufgängen sind nur 2,05 m Platz bis zur Bahnsteigkante. Die Untersuchungen der DB offenbarten zwar das gefährliche Gedrängel. Der Öffentlichkeit wurden aber 61 Engpässe verschwiegen, die sich trotz zu günstig gewählter Eingangsparameter als zu eng erwiesen hatten.
- Fluchttreppen: zu steil und mit nur 26 cm Stufentiefe ohne ausreichende Trittfläche. Viele Mobilitätseingeschränkte würden auf Aufzüge angewiesen sein, die jedoch im Brandfall außer Betrieb bleiben.
- Rauchabdrängung in der Tiefbahnhofhalle funktioniert nicht. Die aus den Tunneln in die Tiefbahnsteighalle eingeblasene Zuluft zum Abdrängen des Rauches über die Lichtaugen trifft – wegen der großen Entfernung der Zuluftanlagen von rd. 2 km bis zur Tiefbahnsteighalle – erst nach bis zu 20 Min. ein, wird also während der für die Rettung entscheidenden ersten 15 Minuten keine Wirkung entfalten. Die Verrauchung wird viel schneller erfolgen, als die Menschen fliehen können.
- Deutlich mehr Menschen zu evakuieren als unterstellt. Der Leistungsnachweis oder auch nur das heutige Angebot, sind ohne Doppelbelegungen (Halt zweier Züge hintereinander) nicht darstellbar. Diese bringen 6.914 Personen auf den Bahnsteig, je 3.457 Personen zwischen die Engpässe der Nord- und Südhälfte des Bahnsteigs, das sind dort 2,3-mal mehr Menschen als im Brandschutzkonzept der DB. Hunderte Passagiere würden vom Rauch eingeholt und ersticken.

Tunnel

- Stark verengter Sonderquerschnitt auf über der Hälfte der Strecken. Im Brandschutzkonzept wird dennoch nahegelegt, dass nach 11 Minuten die Evakuierung abgeschlossen wäre. Dies ist bei 1.757 Personen pro Zug und bei 500 m auseinander liegenden Rettungsstollen mit nur 2 m breiten Öffnungen in der Realität jedoch nicht erreichbar. Grund sind vor allem die bei S21 sehr engen Fluchtwege von 1,2 m Breite, die darüber hinaus durch Einbauten stellenweise auf 0,9 m verengt werden.
- Abstand der Rettungsstollen unzureichend: Der Abstand der Rettungsstollen und die Rettungswegbreite erfüllen gerade eben die Mindestanforderungen. Vorgabe der Richtlinien ist jedoch, dass die Parameter im Zweifelsfall sicherer gewählt werden müssen, so dass ein funktionierendes Rettungskonzept nachgewiesen werden kann. Das ist bei S21 nicht möglich.
- Niedrigster Sicherheitsstandard im internationalen Vergleich. Bei einem Ranking internationaler vergleichbaren Tunnelprojekte, gemessen an den Schlüsselparametern Rettungswegbreite, Querschlagabstand, Tunnelquerschnitt, Personenzahl in den Zügen und Gefälle (das die Rauchausbreitung begünstigt) nimmt Stuttgart mit

Abstand den letzten Platz ein. Allein dieser Vergleich mit internationalen Projekten wirft gravierende Zweifel an der Plausibilität des S21-Tunnelbrandschutzes auf.

An mehreren Stellen werden die bestehenden Richtlinien nicht eingehalten

- Die Auslegung der zentralen Durchgänge in der Tiefbahnsteighalle lediglich auf die Mindestbreite von 2,05 m verstößt gegen die Vorgabe der Richtlinie, ein "ausreichendes Flächenangebot nach dem Verkehrsaufkommen" vorzusehen (siehe Kap. 9 "Dokumente": DB Ril. 813 S. 26). Das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) war zunächst durch unvollständige und später durch geschönte Untersuchungen getäuscht worden (Kap 1.1).
- Für die Entfluchtung werden nicht die in den Betriebsprogrammen geplanten Züge in Doppelbelegung angesetzt, sondern eine Minimalbelegung. Es werden also nicht die im EBA-Leitfaden (EBA-Leitf. S. 10/11) geforderten „größtmöglichen Personenzahlen im Regelbetrieb“ angesetzt. Mit den geplanten Doppelbelegungen sind aus kritischen Bereichen bis zu 2,3-mal mehr Personen zu evakuieren als bisher angesetzt (Kap. 1.2). Das EBA war hier zunächst durch ungenügende Auslegungsbetriebsprogramme getäuscht worden.
- Ohne die Doppelbelegungen lässt sich kein Betriebsprogramm erstellen, das auch nur die heutige Leistung des Kopfbahnhofs reproduzieren könnte, geschweige denn das geforderte Plus in der Leistungsfähigkeit bringt. Damit ist der Nachweis der „Machbarkeit“ als Maßstab des Planfeststellungsverfahrens nicht erfüllt (z.B. EBA-Leitf. Erl. S. 5). Es wurde also nicht gezeigt, dass gleichzeitig die geforderte Leistung erbracht und der Brandschutz gewährleistet werden kann (EBA Aufgabenbeschreibung). Das hat vor der Planfeststellung zu erfolgen. Derzeit beruft sich das EBA zum Leistungsnachweis auf den Stresstest mit Doppelbelegungen, setzt diese aber für den Brandschutz nicht an (Kap. 1.2.4).
- Die Evakuierungszeiten für die Tiefbahnsteighalle sind selbst für die zu gering angesetzte Anzahl Flüchtender unzutreffend ermittelt unter Zugrundelegen „geschönter“ Annahmen. Die Stauzeiten vor den Engstellen dauern zu lange, die Personendichte im Gedränge vor den Engstellen wurde nicht ermittelt; diese überschreitet offensichtlich die „Gefährdungsgrenze“ von 6 Pers./m² an mehreren Stellen.
- Die zu steilen Fluchttreppen mit einer zu geringen Auftrittsbreite von 26 cm unterschreiten das Mindestmaß der RiL 813.2002.
- Für die Flucht- und Rettungswege in den Tunnel-Vorköpfen Nord und Süd soll bereichsweise die nach Tunnelrichtlinie Ziff. 2.2 vorgeschriebene Mindestbreite von 1,20 m bis hinunter zu 0,80 m unterschritten werden. Der Hinweis der Bahn auf die Mindestbreite 0,80 m nach TSI-SRT geht fehl; dort heißt es ausdrücklich, daß die höheren Anforderungen in den Anwendungsländern gelten, hier also die der v.g. EBA-Tunnelrichtlinie.
- Die Forderung von sechs Behinderten-Verbänden nach verbesserter Sicherheit für mobilitätseingeschränkte Personen hat des EBA kurzerhand als unbegründet zurückgewiesen.
- Die von der Bahn vorgesehene Weiterbenutzbarkeit der Aufzüge im Brandfall ist sowohl nach DIN EN 81 als auch nach der AMEF-Richtlinie 134 nicht zulässig. Nur Feuerwehr- und Evakuierungs-Aufzüge mit besonderen baulichen Anforderungen (die bei S21 nicht erfüllt sind) dürfen von Feuerwehr- bzw, eingewiesenem Sicherheitspersonal im Brandfall weiterbetrieben werden. Damit ist eine Selbstrettung mobilitätseingeschränkter Personen im Brandfall jedoch nicht möglich.
- Das vorgesehene Entrauchungskonzept durch Einführen von Frischluft aus den Tunneln in die Tiefbahnsteighalle zum Abdrängen des Brandrauches über die Lichtaugen ins Freie ist untauglich, allein schon wegen der großen Zeitverzögerung bis zum Anstehen der Luft aus den Tunneln, aber auch wegen grundlegender technischer Unzulänglichkeiten. Stattdessen müsste eine

Rauchabsaugung über mehrere Absaugtürme auf dem Schalendach der Tiefbahnsteighalle vorgesehen werden. Dafür ist jedoch die Statik des im Bau befindlichen Bauwerkes nicht ausgelegt.

- Die Rauchabzugsöffnungen in den Lichtaugen stellen eine Sonderlösung dar, für die keine bauaufsichtliche Zulassung vorliegt.
- Die in den 23 Lichtaugen vorgesehenen Rauchabzugsöffnungen weisen eine aerodynamische Gesamtfläche von 239 m² auf, das entspricht. 0,68 % der Grundfläche (35.000 m²). Nach DIN 18 232[26] sind für vergleichbare Bauten mindestens 1,2 % von der Grundfläche als aerodynamisch wirksame NRWG-Öffnungen vorzusehen; für die 35.000 m² der Tiefbahnsteighalle ergibt das 420 m². Im Ereignisfall sollen überhaupt nur rund 130 m² geöffnet werden.
- Brandschutz im Tunnel: Die Richtlinien geben einerseits Mindestbreiten für die Fluchtwege und den Höchstabstand für die Querschläge vor, verlangen aber darüber hinaus ein funktionierendes Rettungskonzept (Kap. 8.1). Dass bei den S21-Tunneln hier die Mindestanforderungen genügen sollen, trotz der zahlreichen weiteren S21-Risikofaktoren, ist unmöglich, wie schon der Vergleich mit internationalen Tunnelprojekten zeigt (Kap. 8.3). Ein funktionierendes Rettungskonzept ist für die engen Tunnel mit den schmalen und langen Rettungswegen nicht möglich und die entsprechenden Richtlinien-Anforderungen (Tunnel RL Punkte 1.3, 2.2, sowie TSI SRT 4.2.1.5.2.b.2; 4.2.1.6.a.1 u. 4; 4.2.1.2.a) sind nicht erfüllt (Kap. 8.4.1). Die im Anhörungsverfahren von der DB vorgelegte Handrechnung für das Rettungskonzept ist nicht belastbar (Kap. 7.6).

Die mehrfachen Richtlinienverstöße blieben der Genehmigungsbehörde verborgen, vor allem dadurch, dass die DB als Vorhabenträgerin wiederholt unrichtige und unvollständige Angaben gemacht hatte. Damit sind die Planfeststellungsbeschlüsse zu Stuttgart 21 nach § 48 VwVfG (Verwaltungsverfahrensgesetz) zurückzunehmen.

Exkurse

- ICE-Brand bei Dierdorf/Montabaur am 12.10.2018 und seine Bedeutung für S21 (Kap. 10). 510 Reisende entgingen dabei nur knapp einer Katastrophe. Ein Lokführer mit langer Berufserfahrung, der zugleich Feuerwehrmann ist, analysiert: Naheliegend sei, dass das Trafoöl nach längerer Fahrt unter Volllast überhitzt war und dass die Schutzeinrichtung, das sog. Buchholzschutzrelais, nicht funktioniert hat. Bei Stuttgart 21 würde ein Brandfall zur Katastrophe, wenn es im Gefälle z.B. des langen Fildertunnels zu einem erzwungenen Halt kommt, weil z.B. die Druckluft zum Lösen der Bremsen ausgeht. Für einen Vollbrand wie in Dierdorf sei kein sinnvoller Löschangriff vorstellbar. Eine effektive Evakuierung ohne Selbstgefährdung der Rettungskräfte sei fast nicht möglich.
- Angesichts der hohen Risiken benötigt Stuttgart 21 eine Werkfeuerwehr (Kap. 11). Johannes Frank, Brandoberamtsrat a.D. und Brandschutzsachverständiger: Für Stuttgart 21 ist keine Werkfeuerwehr vorgesehen, obwohl angesichts des Gefahrenpotentials des Tiefbahnhofs und der Tunnelstrecken und der entsprechender Einsatzhäufigkeit laut Feuerwehrgesetz Baden Württemberg § 19 (3,4) eine Werkfeuerwehr vorzuhalten wäre. Die kommunalen Feuerwehren müssen daher die Aufgaben auf dem privaten Werksgelände der Deutschen Bahn AG übernehmen. Die hierfür entstehenden Kosten belaufen sich auf rund 8,5 Millionen Euro pro Jahr.

1 PERSONENZUGÄNGE DER TIEFBAHNSTEIGHALLE UND EVAKUIERUNG

Stuttgart 21 ist aufgrund der baulichen Enge der Bahnsteighalle in seinen Fußgängeranlagen stark unterdimensioniert. Der Wunsch nach einer großzügigen Architektur mit der charakteristischen Kelchstützen-Halle und wenigen breiten Treppenaufgängen kollidiert mit der Lage der 4 Bahnsteige und 8 Bahnsteiggleise, eingezwängt zwischen der neuen Landesbank und dem alten Hauptgebäude des Kopfbahnhofs, dem Bonatzbau mit seinem charakteristischen Turm. So ergeben sich zu enge Durchgänge auf den Bahnsteigen neben den Treppenaufgängen, die sowohl den täglichen Betrieb, wie auch die Evakuierung im Brandfall behindern. Denn die regulären Treppenzugänge fallen bei Brand als Fluchtweg aus, da der Rauch in der offenen Halle in das Zwischengeschoss zieht. Die inzwischen im dritten Versuch der Planung an die Bahnsteigenden verschobenen Fluchttreppen sind entsprechend viel zu eng, zu steil und zu weit entfernt (Kap. 2).

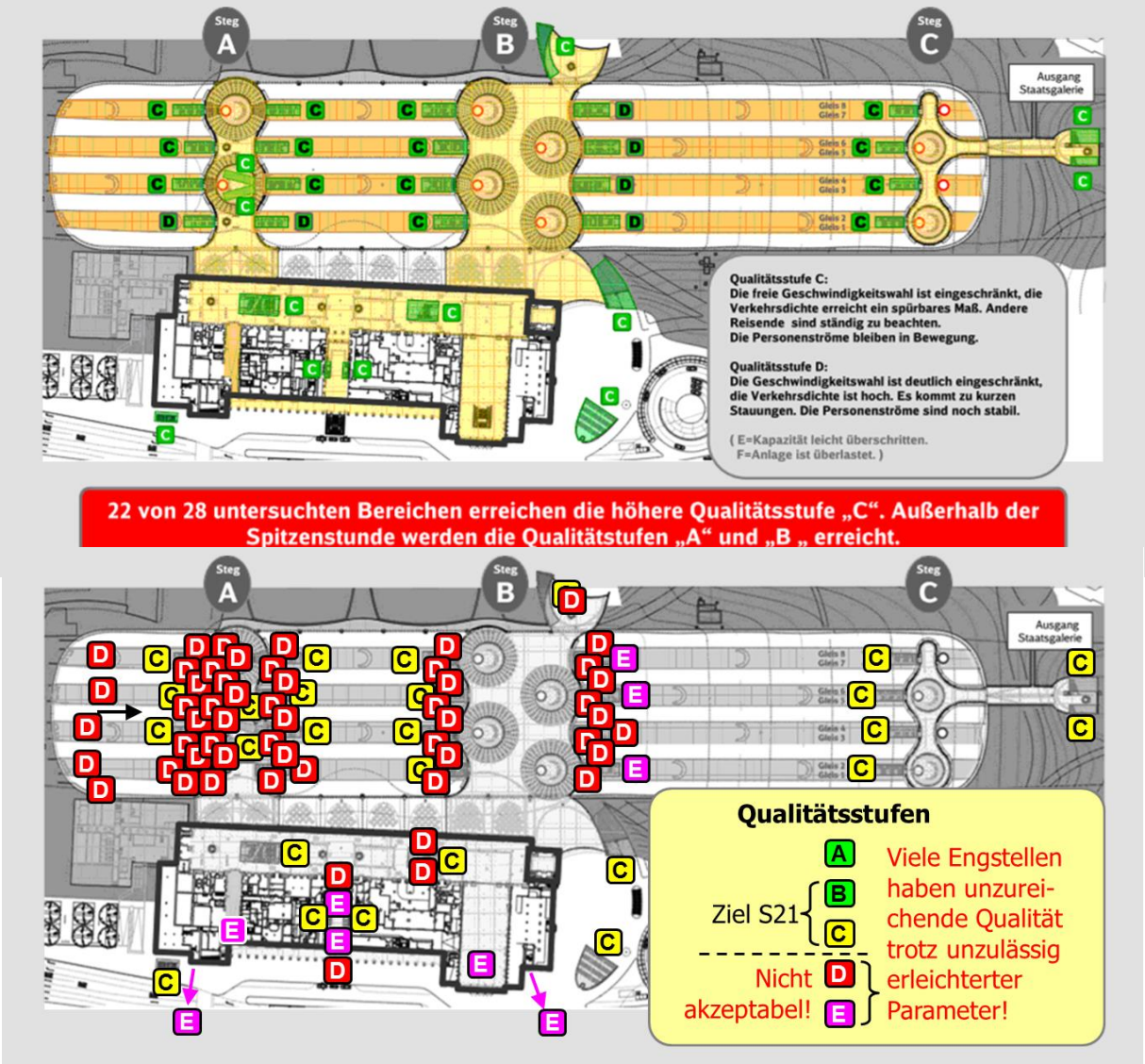
Die Probleme beginnen aber mit den teils nur 2,05 m breiten Engpässen auf dem Bahnsteig, die schon im täglichen Betrieb zu gefährlichem Gedrängel führen. Im Brandfall behindern sie die Evakuierung ganz erheblich. Darüber täuscht die Deutsche Bahn AG mit viel zu wenig zu entfluchtenden Personen, die nicht den geplanten Betriebsprogrammen mit Doppelbelegungen der Bahnsteige (Halt zweier Züge hintereinander an derselben Bahnsteigkante) entsprechen. Den Stuttgarter Gemeinderat täuschte sie durch lückenhafte und unrichtige Darstellungen. Und das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) verschiebt die Beantwortung der Frage, ob dem Tiefbahnhof der Brandschutz fehlt oder die von ihm geforderte Leistungsfähigkeit nicht erbracht werden kann, auf den Zeitpunkt der Inbetriebnahme.

1.1 Personenströme und Engpässe auf den Bahnsteigen

Die Problematik der schon für den täglichen Betrieb unterdimensionierten Fußgängeranlagen wurde schon in einer früheren Arbeit im Detail analysiert (Engelh. 02.13) und soll hier noch einmal zusammengefasst und um neuere Ergebnisse[1] ergänzt werden.

Ausgelegt wurden die Fußgängeranlagen des Tiefbahnhofs auf die Reisenden aus 32 Zügen pro Stunde.[2] Diese Reisenden und erst recht die aus den 49 Zügen/h des sogenannten Stresstests würden in den Spitzenstunden nicht einmal eine Minimalqualität an Bewegungskomfort vorfinden. Der für Stuttgart 21 zugesagte "hohe Komfort" mit einer "internationalen Vorbildfunktion" wird nicht nur bei weitem verfehlt, sondern es wird vielmehr gefährliches Gedrängel herrschen.

Die Engpässe auf den Bahnsteigen behindern das hohe Fahrgastaufkommen in Stuttgart. Die Personenstromanalysen von Durth Roos zeigen diese Engpässe in hoher Zahl als nicht akzeptabel auf, und das obwohl diese Analysen durch unzulässige Parameter um Faktoren 2 bis 4 erleichtert worden waren. Auch eine spätere Analyse der Firma PTV ist grob fehlerhaft und bietet keine Entlastung. Die gesamte Diskussion der Personenströme im Tiefbahnhof ist von unzähligen Unaufrichtigkeiten der Deutschen Bahn AG durchzogen.



Heile Welt der Bahn, am 24.07.2012 dem Gemeinderat präsentiert – und tatsächliche Ergebnisse der Personenstromanalyse *(Folie DB Ausschnitt und um die nicht gezeigten kritischen Engpässe ergänzt). Vielfach wird das S21-Ziel verfehlt, obwohl die Parameter der Untersuchung unzulässig um Faktoren erleichtert worden waren, realistisch wären alle Durchgänge „nicht leistungsfähig“. In der DB-Präsentation waren 52 × Stufe D und 9 × Stufe E nicht dargestellt worden.*

1.1.1 *Engpässe auf den Bahnsteigen*

Die Engpässe zwischen der Bahnsteigkante und den Treppen zu Steg B sind 2,05 Meter eng. Dies ist die von der Richtlinie geforderte Mindestbreite. Dieser Wert gilt auch für das Bahnsteigende eines Kleinbahnhofs. Stuttgart Hbf ist aber einer der deutschen Großbahnhöfe mit dem höchsten Fahrgastaufkommen. Hier steigen überproportional viele Reisende ein, aus oder um. Gerade den zentralen Bereich an Steg B müssen die in Stuttgart besonders zahlreichen Umsteiger von und zur S-Bahn passieren. Daher fordert auch die Richtlinie über diese Mindestbreite hinaus, ein "ausreichendes Flächenangebot nach dem Verkehrsaufkommen" vorzusehen (DB Ril. 813 S. 26).

Wie sehr diese Durchgänge den Verkehr behindern, zeigen die im Auftrag der Bahn durchgeführten Personenstromanalysen von Durth Roos (s. Abb. oben). Obwohl in den Analysen die Parameter unzulässig erleichtert waren (s. unten), verfehlen sämtliche Durchgänge neben den

Treppen das Qualitätsziel für Stuttgart 21 von Stufe C. Mit richtlinienkonformen Parametern wären sämtliche Durchgänge neben den Treppen mit Stufe E zu bewerten und somit durchgefallen. Stuttgart 21 verfehlt nicht nur sein Komfortziel, sondern es wird gefährliches und unzulässiges Gedrängel in Kauf genommen.

Das bestätigt die Bahn selbst, nur nicht in Stuttgart, sondern auf einem Münchner Vorortbahnhof. In München-Lochhausen sind solche 2,05 m Engpässe laut Bahn zu "eng" und ein "Fehler", aus dem man lernen will (s. Abb.). Dort sollten die Fahrgäste während der Bauarbeiten "sich einfach dünn machen und gut aufpassen."[3] Bei Stuttgart 21 sind die Engpässe von Dauer und im Zentrum der Bahnsteige eines der fahrgaststärksten Großbahnhöfe, wo die Reisenden auch größeres Gepäck mit sich führen und wo besonders viele S-Bahn-Umsteiger passieren müssen. Es werden also untragbare Zustände herrschen in dem Vorzeigebahnhof, Tag für Tag.

***S-Bahn-Halt München-Lochhausen**: Die 2,05 m Breite sind laut DB zu "eng" und ein "Fehler", aus dem man lernen will (Bild: Münchner Merkur, Kathrin Garbe).[3] Dagegen erklärt Projektsprecher Dietrich, die 2,05 m im Zentrum des S21-Großbahnhofs seien "keine Engpässe, die die Personenströme einschränken".[4]*

1.1.2 *Geschönte Gutachten*

Dass eine solche Planung genehmigt werden konnte und auch spätere Überprüfungen etwa vor dem Stuttgarter Gemeinderat passieren konnte, hat mit geschönten Gutachten zu tun. Zur "Dimensionierung" der Fußgängeranlagen hatte die Firma Durth-Roos für die Deutsche Bahn AG 2009 und 2012 Personenstromanalysen durchgeführt.[2] Diesen Studien waren von der Bahn zu günstig gewählte Eingangsparameter vorgegeben worden.[5] Zu kritisieren sind die folgenden Entlastungen, die mit dem angegebenen Prozentaufschlag zu korrigieren wären:[6]

1. Es wurden lediglich die Reisenden aus 32 Zügen pro Stunde angenommen (15 %).
2. Es wurde keine Belastung entspr. den geplanten Doppelbelegungen untersucht (33 %).
3. Die Umsteiger von der S-Bahn wurden zur Entlastung auf große Umwege gelenkt (20 %).
4. S21 war Qualitätsstufe C vorgegeben worden, die im Stillen auf D gesenkt wurde (40 %).
5. Die Bahnsteigräumzeit wurde regelwidrig von 2 Min. auf 4 Min. angehoben (100 %).

Trotz dieser unzulässigen Entlastungen um insgesamt einen Faktor 2 bis 4 zeigten sich zahllose kritische und durchgefallene Engpässe für die Fußgänger im Bahnhofsgebäude (Abb. S. 14).

Mit realistischen Parametervorgaben wären alle Durchgänge neben den Treppenaufgängen durchgefallen. Die Planung hätte nicht genehmigt werden dürfen.

Auch ein im Jahr 2014 von der Landesregierung Baden-Württemberg beauftragtes Gutachten von der Firma PTV[7] ist so grob fehlerhaft, dass es die Planung der Bahn nicht entlasten kann[8]:

1. PTV hatte die Eingangsparameter von Durth Roos nicht geprüft.
2. Daher ist die Aussage, Durth Roos sei auf der sicheren Seite, unzulässig und auch falsch.
3. PTV macht außerdem mehrere Fehlannahmen, greift auf eine ungenügende Reisendenzählung zurück, bewertet Abweichungen freihändig und falsch, benachteiligt den Kopfbahnhof systematisch und gibt das Qualitätsziel Stufe C auf.
4. PTV bestätigt aber z.B. die Kritik an der unrealistischen Umleitung der S-Bahn-Fahrer.

Das Gutachten von Durth Roos wurde zwar mit geschönten Parametern gerechnet, zeigt aber durch die dennoch kritischen Durchgänge, dass diese in der Realität untragbar wären. Der Zweitgutachter PTV hatte gerade die Eingangsparameter von Durth Roos nicht bewertet und somit dieses Kernargument auch nicht entkräftet.

1.1.3 *Der Kopfbahnhof ist komfortabler für die Reisenden und bietet günstigere Voraussetzungen für den Brandschutz*

Wieviel schlechter die Bedingungen für die Fußgänger im Tiefbahnhof sind, zeigt ein Vergleich mit dem bestehenden Kopfbahnhof, der anderthalb mal mehr Bahnsteigfläche besitzt und sogar auf das 2,4-fache der Tiefbahnhof-Bahnsteige erweiterbar wäre.[9] Die doppelt so vielen Bahnsteiggleise im Kopfbahnhof halbieren die Zugfrequenz pro Bahnsteig und senken die Wahrscheinlichkeit für gleichzeitige Fahrgastwechsel erheblich. Im Ergebnis ist der alte Kopfbahnhof bei den hohen Belastungen des geplanten Verkehrswachstums deutlich komfortabler für die Fußgänger und bietet erheblich besser Voraussetzungen für den Brandschutz als Stuttgart 21.

Eine Grobabschätzung mittels der makroskopischen Bewertungsformeln, die in den Personenstromanalysen von Durth-Roos und PTV zum Einsatz kamen, verdeutlicht die Unterschiede in den Personenströmen. Bei hoch ausgelasteten Zügen ergeben sich durch die serielle Entleerung der Bahnsteige im Kopfbahnhof viel weniger Wartezeiten, während im Tiefbahnhof nach jeder Ankunft teils mehrminütige Wartezeiten an den Treppenanlagen in Kauf zu nehmen sind. Die Stauungen vor den Treppenanlagen und den Engpässen daneben behindern insbesondere die S-Bahn-Umsteiger, die teils viele Minuten Verzögerungen in Kauf nehmen müssen, bis sie den Bahnsteig verlassen können.

1.1.4 *Täuschungen über die Qualität der Personenzugänge*

Die Deutsche Bahn hatte sich zur Qualität der Fußgängeranlagen über die Jahre mehrere große Unaufrichtigkeiten geleistet.[10] Zu wesentlichen Punkten wurden unzutreffende Aussagen in der Öffentlichkeit gemacht oder in verwaltungsrechtlichen Verfahren die Antworten verweigert. Insbesondere im Planfeststellungsverfahren erhielt das EBA unrichtige und unvollständige Informationen. Darüber hinaus hat sie am 24.07.2012 mit dem Stuttgarter Gemeinderat und damit einen Finanzierungspartner des Projekts zu wesentlichen Aspekten des Projekts massiv getäuscht, was die Geschäftsgrundlage in Frage stellt.

Planfeststellungsverfahren

Wesentliche Kritikpunkte im Planfeststellungsverfahren sind (Engelh. 02.13 S. 20 ff):

1. 1997, S21-Anlagen wurden auf nur 32 Züge/h ausgelegt, als im Kopfbahnhof 38/h fuhren. In der Öffentlichkeit wurde aber eine Kapazitätsverdopplung versprochen.[11]

2. Engpässe: Ansatz von Mindestbreiten ohne Rücksicht auf Verkehrsaufkommen. Die DB liefert das Gutachten erst Jahre verspätet ans EBA, eine Prüfung der kritischen Durchgänge ist nicht enthalten. Das EBA rechtfertigt dennoch mit diesem Gutachten die Genehmigung der Engpässe.[12]
3. 2005, Verbergen dieser Umstände in der Planfeststellung und vor der Öffentlichkeit, dabei Zusage von beispielhaftem Komfort, obwohl nur Minimalanforderungen geplant wurden.

Spätere Diskussion / Überprüfung

Die Aufklärung des Fehlansatzes der maßgebenden Personenzahl wurde systematisch behindert.

1. 2008, DB-Gutachter Prof. Martin verteidigt die Mindestbreiten als regelkonform, obwohl die Richtlinie die Dimensionierung entsprechend dem Verkehrsaufkommen fordert.[13]
2. 2010, in der Faktenschlichtung 2010 wurde die Öffentlichkeit grob getäuscht, insbesondere indem behauptet wurde, Strömungsgutachten hätten die ausreichende Breite der Engpässe bestätigt. Diese Gutachten wurden jedoch nicht vorgelegt, sie hätten das Gegenteil bewiesen.[14]
3. 24.07.2012, In der Berichterstattung zur Dimensionierung der Fußgängeranlagen vor dem Stuttgarter Gemeinderat[15] wurden besonders viele Falschaussagen gemacht[16]:
   a. Es wird behauptet, bei S21 würde Qualitätsstufe D angestrebt, dabei war C zugesagt.
   b. Eine Bahnsteigräumzeit von 2-4 Min. sei vorgegeben, die Richtlinie verlangt aber 2 Min.
   c. Die Zahl der Züge, ob 32 Züge/h oder mehr, sei irrelevant, das ist falsch.
   d. 400 m lange Züge seien Volllast, aber ICEs weniger als ½ so fordernd wie Dostozüge.
   e. Suggestion von Vorteilen mit freihändig befüllter Vergleichstabelle.
   f. Suggestives Simulationsvideo ohne Dokumentation der Parameter.
   g. Folie: Durchgefallene Engpässe unterschlagen, 52 × Stufe D und 9 × Stufe E fehlen.
   h. Entgegen der Faktenlage: Lob für "hohe Servicequalität" und Vorbildfunktion.
4. Ende 2012, die DB plant Fluchttreppenhäuser auf den Bahnsteigen, die zu 16 zusätzlichen 2,05 m breiten Engpässen führen, aktualisiert aber nicht die Personenstrom-Analysen, die zeigen würden, dass nun erst recht der tägliche Betrieb unmöglich würde.
5. 01.03.2013, Das S21-Kommunikationsbüro bezeichnet die auf 49 Seiten (Engelh. 02.2013) begründete Kritik, insbesondere auch bezüglich der Unaufrichtigkeiten gegenüber dem Gemeinderat, als haltlos,[17] bleibt aber bis heute jeglichen Beleg dafür schuldig.
6. 04.08.2014, Projektsprecher Dietrich: Die Engpässe, die die Bahn selbst auf Vorortbahnhöfen als zu „eng“ und als „Fehler“ bezeichnet,[3] seien im S21- Großbahnhof "keine Engpässe, die die Personenströme einschränken"[4].
7. 09.2015, in ihrer Stellungnahme im Anhörungsverfahren zu PFA 1.3 nimmt die DB zu keiner der 28 Fragen zu den Personenströmen in der Sache Stellung, zu 7 Fragen wird nicht einmal eine Antwort versucht, 7 Fragen wurden mit Falschaussagen beantwortet.[18]
8. 09.2015, die DB behauptet dort sogar, im S21-Tiefbahnhof durchgehend die höhere Qualitätsstufe C zu erreichen, obwohl sie häufig auch die schlechtere Stufe D akzeptiert.[19]

9. 06.05.2015, in der Anhörung zu den offenen Fragen bei Stuttgart 21 vor dem Bundestags-Verkehrsausschuss, reichten die Vertreter der DB auf die im Antrag detailliert begründete Kritik an den Fußgängeranlagen keine Stellungnahmen ein und auch in der öffentlichen Anhörung blieben sämtliche diesbezügliche Kritikpunkte unbeantwortet.[20]

Diese Unaufrichtigkeiten und Informationsverweigerungen dokumentieren die argumentative Schwäche der antragstellenden Deutschen Bahn AG in der für den Brandschutz so wichtigen Dimensionierung der Stuttgart 21-Fußgängeranlagen.

1.2 Evakuierung aus der Tiefbahnsteighalle

Die Unterdimensionierung der Fußgängeranlagen des S21-Tiefbahnhofs behindert nicht nur den täglichen Betrieb und führt allein durch das Fahrgastaufkommen zu gefährlichem Gedrängel. Besonders gefährlich ist die Enge jedoch im Katastrophenfall, wenn eine Evakuierung stattfinden soll. Erschwerend kommt hinzu, dass gegenüber den heute 16 Bahnsteiggleisen im Kopfbahnhof auf den nur noch 8 Bahnsteiggleisen des neuen Durchgangsbahnhofs der Verkehr sich stark verdichtet.

Ausgelegt wurde der Tiefbahnhof 1997 zwar auf nur 32 Züge/h in der Spitze, als im Kopfbahnhof schon 38 Züge/h fuhren. Dies war Grundlage der Planfeststellung 2005 und ihrer Bestätigung durch den Verwaltungsgerichtshof Baden-Württemberg 2006. Für Stuttgart 21 war aber von Beginn an eine Verdopplung der Kapazität versprochen worden, so dass beispielsweise in der Schlichtung als Nachweis der Planrechtfertigung Fahrpläne mit einem höheren Zugangebot gefordert wurden.

Alle Betriebsprogramme, die zumindest auf dem Papier ein Plus im Zugangebot anbieten, benötigen jedoch pro Stunde mehrere Doppelbelegungen. So auch der Stresstest, der zuletzt auch in der Planfeststellung von PFA 1.3a vom EBA als Leistungsnachweis herangezogen wurde. Diese Doppelbelegungen bringen eine erheblich höhere Fahrgastbelegung der Bahnsteige mit sich, wie sich auch in den zuvor dargestellten Untersuchungen zum täglichen Betrieb zeigte.

Die DB setzt in ihrem Brandschutzkonzept jedoch eine Zugbelegung an, die der Planung zum Leistungsnachweis nicht entspricht. Im Brandschutz wird mit zwei Regionalzügen pro Bahnsteig gerechnet, im Falle der Doppelbelegungen kommen jedoch vier Regionalzüge pro Bahnsteig zum Halten.

1.2.1 *Maßgebende Personenzahl für die Evakuierung*

Gegenüber früheren Neuberechnungen der maßgebenden Personenzahl wird nachfolgend nicht mehr auf den von Prof. Ullrich Martin in seinem Gutachten von 2004 herangezogenen Regionalzug mit nur 5 Waggons[21] zurückgegriffen. Nachdem ursprünglich als Kapazitätsreserve für Stuttgart 21 der Einsatz von Regionalzügen mit 10 Waggons diskutiert wurde,[22] muss auch bei Doppelbelegungen der zur Verfügung stehende Platz ausgenutzt werden. Zwei Züge mit je 6 Waggons können in einer Doppelbelegung hintereinander an einer Bahnsteigkante halten, nachfolgend wird die Personenzahl für diese Konfiguration ermittelt.

Vorgabe ist der Leitfaden für den Brandschutz des EBA (EBA-Leitf. S. 10/11). Nach dieser Formel wurde auch bisher die für Stuttgart 21 angesetzte Zahl ermittelt. Als Grundsatz des Ansatzes von Brandschutzuntersuchungen gilt:

> *„Bei der brandschutztechnischen Beurteilung und Bemessung ist immer von den größtmöglichen Personenzahlen im Regelbetrieb auszugehen.“*
>
> EBA-LEITF. S. 10 *(Unterstreichung nur hier)*

Das EBA übersetzt diesen Grundsatz für einen Personenbahnhof mit der sogenannten „EBA-Formel“, einer detaillierten Berechnungsvorschrift für die Zahl der zu entfluchtenden Personen:

Ermittlung der größtmöglichen Personenzahl auf Bahnsteigen
(wenn keine genaueren Ergebnisse aus o .g. Verfahren vorliegen):

$$P_{max} = n\,(P_1 + P_2) + P_3$$

n = Zahl der Gleise am Bahnsteig
P1 = zul. Sitzplätze der längsten gleichzeitig am Bstg. haltenden Zugeinheiten
P2 = zul. Stehplätze der längsten gleichzeitig am Bstg. haltenden Zugeinheiten
P3 = 30% aus der Summe P1 + P2

Vorgaben des EBA-Leitfadens für den Brandschutz. *Bei n = 2 Bahnsteigkanten/Bahnsteig werden die längsten gleichzeitig haltenden „Zugeinheiten“, also bei Doppelbelegung ausdrücklich beide gleichzeitig hintereinander haltenden Züge, gezählt (EBA-Leitf. S. 11, Hervorheb. hier).*

Die DB ging von Regionalverkehrszügen mit 7 Doppelstock-Waggons aus. Im Einzelnen ergibt sich die Zahl der Insassen pro Zug wie folgt:

Regionalzug mit 7 Doppelstockwaggons				
Lok BR 146	1 Lokomotivführer	=	1	Person
6 Waggons BR 753[23]	á 139 Sitz- und 115 Stehpl.	=	6 × 254	Personen
1 Steuerwg. BR 765[23]	91 Sitz- und 140 Stehplätze	=	231	Personen
	1 Zugbegleiter	=	1	Person
	Summe		**1.757**	**Personen**

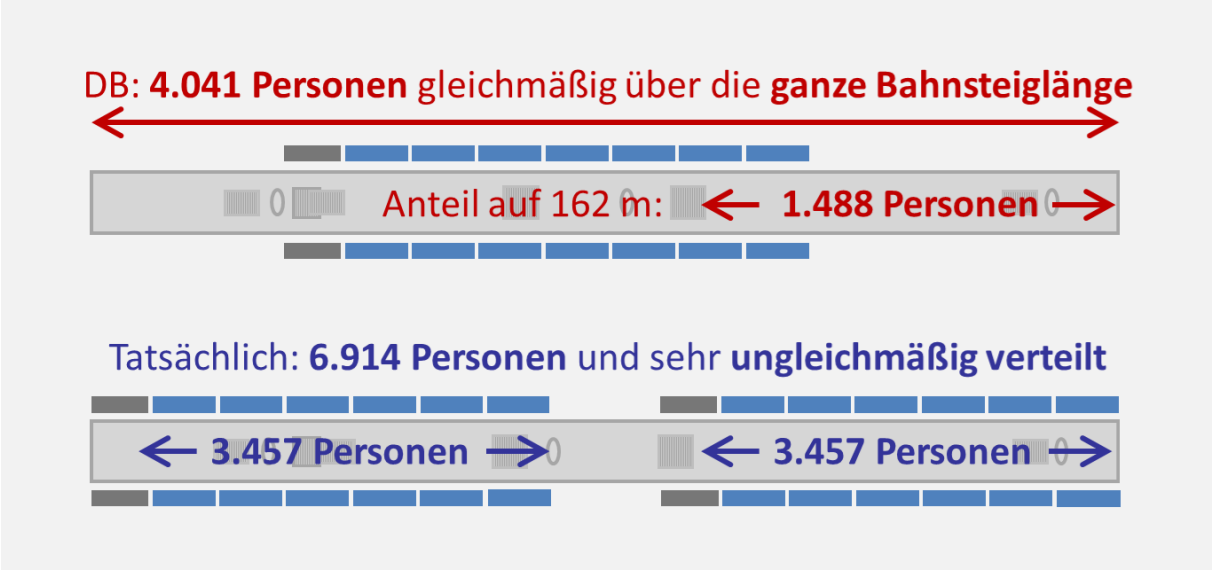
An jeder Kante des Bahnsteigs steht somit ein Zug mit 1.757 Personen. Hinzugerechnet werden gemäß der EBA-Formel 30 % der Insassen des Zuges an einer der beiden Kanten als Wartende am Bahnsteig. So ergeben sich pro Bahnsteig (1,3 + 1) × 1.757 = 4.041 zu evakuierende Personen. Das ist die Zahl, die die DB im Brandschutzkonzept pro Bahnsteig annimmt.

Damit werden jedoch Züge angesetzt, die mit 207 m so lang sind, dass von ihnen keine zwei hintereinander an einen Bahnsteig passen. Wird obige Rechnung für einen Zug mit 6 Waggons (189 m) durchgeführt, erhalten wir:

Regionalzug mit 6 Doppelstockwaggons				
	1 + 5 × 254 + 231 + 1	=	**1.503**	**Personen**

Von diesen Zügen können zwei an einer Bahnsteigkante halten, plus die zwei an der gegenüberliegenden Kante und 30 % Wartende für eine der beiden Kanten. Es ergeben sich (1,3 + 1) × 2 × 1.503 = 6.914 Personen. D.h. es müssen bei korrekter Anwendung der EBA-Formel für den S21-Tiefbahnhof 70 % mehr Personen von dem gesamten Bahnsteig evakuiert werden. Tatsächlich ist die Belastung bei einer realistischen Evakuierungs-Simulation aber noch einmal deutlich höher (Folgeabschnitt).

Es soll hier betont werden: Die EBA-Formel sieht die Berücksichtigung von Doppelbelegungen ausdrücklich vor, indem sie von den gleichzeitig am Bahnsteig haltenden "Zugeinheiten" spricht. Im Stresstest hält fast die Hälfte der Züge in einer Doppelbelegung. Im Regelbetrieb, also bei kleinen üblichen Verspätungen, stehen mehrfach pro Stunde 4 Züge am Bahnsteig. So etwa um 7:14:23 Uhr an Gleis 7 und 8 an Bahnsteig 4, sobald sich die Abfahrt von RE 50002 und RE 60000-1 um lediglich 2:05 Minuten verspätet[24]. Eine solche geringe Verspätung kommt sehr häufig vor, zumal in der Spitzenstunde.



Tatsächlich sind 1,7- bis 2,3-mal mehr Personen als im Brandschutzkonzept zu evakuieren.
Anwendung der EBA-Formel auf die geplanten Betriebsprogramme mit Doppelbelegungen.

1.2.2 *Unzulässige Gleichverteilung*

Die Gleichverteilung der Reisenden auf dem Bahnsteig wirkt stark begünstigend auf die Evakuierung, da dadurch viele Personen nahe den entfernten Notausgängen platziert werden und die Engpässe nicht mehr passieren müssen. Der EBA-Leitfaden macht keine Vorgaben für die Verteilung auf dem Bahnsteig, es ist aber ein Grundprinzip für die Berechnung von Evakuierungsszenarien, dass diese "konservativ" zu erfolgen hat (vfdb-Leitf. S. 34, 35, 38 und weitere), also unter ungünstigen Annahmen. Begünstigende Annahmen, wie hier die Gleichverteilung (und die Betrachtung von Einzelzügen statt Doppelbelegungen), dürfen nicht getroffen werden.

Die zu den Zügen auf der Südhälfte des Bahnsteigs gehörigen 3.457 Personen sind in der Realität auf eine Länge von 162 m konzentriert (Abb.). Dagegen nimmt die DB auf diesem Abschnitt lediglich 1.488 Personen an. D.h. die realistische Belastung dieses Abschnitts ist 2,3-mal höher als vom Bahn-Gutachter angenommen. Entsprechend brauchen die Menschen auch 2,3-mal länger für die Evakuierung aus diesem Bereich.

1.2.3 *Das Brandschutzkonzept geht nicht auf*

Zunächst soll Brandszenario 1 aus der aktuellen Verrauchungs- und Entfluchtungssimulation mit einem Brand zwischen dem Tunnelausgang und Steg A betrachtet werden.[25] Hier sind Steg A wegen zu schneller Verrauchung und der Abgang zur S-Bahn gesperrt. Für den nahesten Fluchtweg, die Rettungstreppen am Nordende, ergibt sich eine Entfluchtungszeit von 4 Min. vom Bahnsteig und 6 Min. ins Freie, gerade noch rechtzeitig bei einer verfügbaren Evakuierungszeit von 6 Minuten.[25] Beim zweiten verbliebenen Fluchtweg über Steg B sind es aktuell 8,5 und 11 Min. Entfluchtungszeit bei 12 Min. verfügbarer Zeit. Für die 2,3-mal mehr Personen in diesem Bereich gibt es also nicht annähernd eine Reserve. Der Großteil der Fliehenden muss vor dem Rauch her an den 2,05 m-Engpässen von Steg B vorbei zu Steg C und den Fluchttreppen am Südende fliehen, wo schon die vielen Fliehenden von der Südhälfte des Bahnsteigs anstehen. Aber schon nach rund 15 Min. erreicht der Rauch die Engpässe neben Steg B.[25] Durch diese können laut vfdb (vfdb-Leitf. S. 275) jedoch nur rund 2 × 2,05 m × 1,1 P/ms = 4,5 P/s = 270 Personen pro Min. strömen. D.h. Hunderte werden vom Rauch erreicht, bevor sie sich retten können. Und das noch vor Berücksichtigung der schnelleren Verrauchung (Kap. 4)

und der ungenügenden Entrauchung (Kap. 5). Damit scheitert das Brandschutzkonzept sobald Doppelbelegungen geplant werden.

Gefährlich erscheint auch insbesondere Brandszenario 4, also ein Brand vor Steg C. Dann sind Steg B und Steg C für die Evakuierung gesperrt, weil sie zu schnell verrauchen. Für die Südhälfte eines Bahnsteigs (mit 2,3 mal mehr Personen als bisher angesetzt) stehen lediglich die beiden 2,05 m breiten Engpässe neben Steg B als Fluchtweg zur Verfügung sowie ein Weg am Brand vorbei durch den abgewandten Engpass neben Steg C mit 2,86 m Breite zur Fluchttreppe am Südende des Bahnsteigs mit 3 m Breite. Das zuletzt vorgelegte Brandschutzkonzept versäumt zu ermitteln, wie lange die drei Flucht-Engpässe rauchfrei sind und wie lange die Entfluchtung hier dauern würde. Bei der hohen Zahl der zu entfluchtenden Personen im Bereich des Brandes und der Rauchverwirbelungen (Kap. 4) in Kombination mit der ungenügenden Entrauchung (Kap. 5) und den Engpässen sind viele Tote zu befürchten. Diese Situation wurde bisher von der DB nicht untersucht.

1.2.4 *Bisherige EBA-Entscheidungen sind nicht haltbar*

In der Frage der maßgebenden Personenzahl sind mehrere Entscheidungen des Eisenbahn-Bundesamts (EBA) sachlich nicht vertretbar.

1. Unzutreffende Verteidigung des Ansatzes der maßgebenden Personenzahl. Das EBA hat die Zahl der zu entfluchtenden Personen wiederholt verteidigt.[26,27] Dabei wurde gleichlautend argumentiert, man habe die längsten Züge gemäß dem EBA-Leitfaden und der dortigen Formel berücksichtigt. Das EBA übergeht dabei den Wortlaut des Leitfadens und die Anforderung, die „größtmögliche Personenzahl“ und insbesondere nach der EBA-Formel alle „gleichzeitig am Bahnsteig haltenden Zugeinheiten“ zu berücksichtigen, also insbesondere die Doppelbelegungen.
2. Leistungsfähigkeit *mit* und Brandschutz *ohne* Doppelbelegungen. Die EBA-Genehmigungen in der Frage der Leistungsfähigkeit und in Sachen Brandschutz sind inkonsistent. Zum Nachweis der Leistungsfähigkeit wird auf den sogenannten „Stresstest“ verwiesen, etwa in der Genehmigung von Planfeststellungsabschnitt PFA 1.3a.[28] Der Stresstest setzt jedoch unzählige Doppelbelegungen voraus, gemäß seinem Fahrplan kommen mehrfach pro Stunde 4 Züge gleichzeitig an einen Bahnsteig (s.o.). Das EBA kann aber nicht für den Brandschutz Doppelbelegungen ausschließen und für den Leistungsnachweis Doppelbelegungen voraussetzen. Denn das EBA hat vor der Planfeststellung die „Machbarkeit“ des Projekts zu prüfen (z.B. EBA-Leitf. Erl. S. 5), insbesondere hat es laut eigener Aufgabenbeschreibung die „technische Machbarkeit“ der Planung zu prüfen und ob diese den „geltenden Regelwerken und Sicherheitsstandards entspricht“[29]. Das heißt, vor Erteilung der Baugenehmigung muss nachgewiesen sein, dass gleichzeitig die notwendige Leistungsfähigkeit erbracht werden kann und dabei der Brandschutz gewährleistet ist. Das EBA verstößt mit seinen Genehmigungen gegen diese Vorgabe.
3. Doppelbelegungen ggf. erst zur Inbetriebnahme verbieten. Über diesen klaren Verstoß gegen die eigenen Grundsätze versucht das EBA hinwegzutäuschen, indem es unzulässigerweise die Prüfung, ob die Planrechtfertigung gegeben ist (Leistungsfähigkeit und Brandschutz gleichzeitig möglich), auf die Inbetriebnahme verschiebt (ähnlich wie etwa schon gleichermaßen unzulässig bei der Gleisneigung[30]). Zum Brandschutz erklärte das EBA, dass erst zur Inbetriebnahme geklärt zu werden brauche, ob „betriebliche Regelungen“ (also das Verbot von Doppelbelegungen) nötig seien.[31]

Diese Verstöße gegen die Grundlagen der Planung, der Daseinsvorsorge und insbesondere die eigenen Richtlinien sind nicht anders heilbar, als dass die erteilten Planfeststellungsbeschlüsse

zurückgenommen werden, etwa aufgrund § 48 VwVfG (Verwaltungsverfahrensgesetz) da die Genehmigungen insbesondere durch unrichtige und unvollständige Darstellungen der Antragstellerin (DB AG) zustande gekommen waren: Die Planrechtfertigung für S21 war mit 32 Zügen/h genehmigt worden, als im Kopfbahnhof 38 Züge/h fuhren. Das Brandschutzkonzept war anfangs ohne Doppelbelegungen geplant worden, weil die DB erst später einräumen musste, dass sie eine Leistungsfähigkeit, die keinen unzulässigen Rückbau bedeutet, nur unter Einsatz von Doppelbelegungen darstellen kann. Etc.

1.2.5 *Geforderte Leistungsfähigkeit und ausreichender Brandschutz schließen sich aus*

Es soll wegen der großen grundsätzlichen Bedeutung Punkt 2 aus der vorigen Auflistung betont werden. Bei dem Stuttgart 21-Tiefbahnhof lässt sich ein (unzulässiger) Rückbau der Leistungsfähigkeit nur vermeiden, wenn der Brandschutz aufgegeben wird. (Das Leistungsplus wird auch mit Doppelbelegungen nur auf dem Papier dargestellt, siehe die methodische Kritik am Stresstest, und ist technisch gar nicht machbar.[32]) Die zuständige Behörde stellt sich nicht diesem Dilemma der Planung. So wird riskiert, dass Milliarden Euro an Steuergeldern in ein Projekt investiert werden, dem die Planrechtfertigung fehlt.

1.2.6 *Behinderungen der Aufklärung der falschen maßgebenden Personenzahl*

Die Aufklärung über den Umstand des unzulässig niedrigen Ansatzes der maßgebenden Personenzahl wurde über Jahre massiv behindert, zumeist durch unzutreffende Behauptungen von Vertretern der Deutschen Bahn AG.[33]

1. 26.07.2012, Projektsprecher Wolfgang Dietrich redet das Problem klein, die Belegung eines Bahnsteigs mit zwei ICE sei der „worst-case“ mit 2.530 Reisenden[34] (entgegen den 4.041 von zwei Dosto-Zügen aus der Planfeststellung).
2. 09.10.2013, Brandschutzbeauftragter Klaus-Jürgen Bieger verweist auf „Referenzbahnhöfe“, die bei Fußgängern mehr leisten müssten als S21,[35] benennen kann er keinen (s.u.).
3. 22.10.2013, Bieger nennt dem Stuttgarter Gemeinderat eine viel zu niedrige Entfluchtungszahl von 6.500 Personen in der gesamten Bahnsteighalle,[36] dabei sind mindestens 16.164 Personen insgesamt zu evakuieren.
4. 22.01.2014, Sitzung des Arbeitskreises zum Stuttgart 21-Brandschutz.[33] Auf Wunsch der Stuttgarter Branddirektion trug Dr. Christoph Engelhardt die Kritik an der maßgeblichen Personenzahl vor.
   a. Bieger nennt neue unhaltbare Gesamtentfluchtungszahl von diesmal 7.700 Personen.
   b. Bieger nennt mit Berlin Hbf tief und Stuttgart Hbf S-Bahn zwei „Referenzbahnhöfe“, die aber nicht mehr Fußgänger verarbeiten müssen als S21, er wollte weitere nennen, was aber nicht erfolgte.
   c. Bieger verweigert anzuerkennen, dass der höchst belastete Bahnsteig die maximale Entfluchtungszeit bestimmt.
   d. Bieger macht eine Gesprächszusage bezüglich eines Gesprächs mit Sven Hantel (der den Gemeinderat zu den Personenströmen falsch informiert hatte), will aber später nichts mehr davon wissen.
   e. Bieger lässt diesen TOP, der auf Wunsch der Branddirektion aufgenommen wurde, aus dem Protokoll der Arbeitsgruppe heraus. Die für ihn schlecht gelaufene Diskussion mit Engelhardt wird somit im Verfahren dieses Arbeitskreises unterschlagen.

f. Projektsprecher Dietrich verweigert darüber hinaus die Freigabe des von Engelhardt verfassten Protokolls ohne jegliche Begründung.

5. 05.03.2015, SWR Odysso, Bieger wird mit der Problematik konfrontiert, dass wenn mehr Züge fahren, auch mehr Menschen zu evakuieren sind. Seine Antwort:[37] „Mehr Züge zu fahren, heißt nicht, dass die alle voll sind!“ Das widerspricht aber der EBA-Formel und der Vorschrift, im Brandschutz die Maximalbelegung zu berücksichtigen (s.o.).
6. 11.03.2015, Bieger stellt sich nicht der Diskussion zu S21-Brandschutz und Entfluchtung bei der Informationsveranstaltung im Stuttgarter Rathaus, er schlägt die Einladung aus.
7. 15.11.2016, S21-Ausschuss des Stuttgarter Gemeinderats:[38] Bieger rechtfertigt die Entfluchtungszahl von insgesamt 16.000 (und damit 4.000 auf dem Bahnsteig) damit, dass man sie schon einmal habe erhöhen müssen, weil man einen „längeren und stärker besetzten Zug“ gefunden habe. Wenn die Bahn sich schon einmal verschätzt hat, sollte man ohnehin misstrauisch sein, aber wenn jetzt erneut eine stärkere Belegung geplant wird, müsste gleichermaßen angepasst werden. Bieger spricht nun davon, eigentlich seien es insgesamt 7.700 Personen. Das ist die dritte unhaltbare und unbelegte Zahl, mit der die Entscheidungsträger getäuscht werden.
8. 11.08.2017, die DB zitiert vor der Stadt Stuttgart die EBA-Formel falsch: Es sei die jeweils längste am Bahnsteig haltende „Zugeinheit“ zu berücksichtigen. Damit blieb unerwähnt, dass die EBA-Formel von „Zugeinheiten“ spricht (s.o.), womit Doppelbelegungen ausdrücklich beschrieben und ihre Berücksichtigung vorgeschrieben ist.[27]

Die Fülle dieser Vorgänge bestätigt, dass die DB AG zu einer sachlichen Entkräftung der Kritik nicht in der Lage ist.

1.3 Einzelnachweise zu Kap. 1

Mit der Zeit ggf. im Internet nicht mehr verfügbare Links lassen sich häufig noch auf archive.org nach Eingabe der Adresse unter „Wayback Machine“ aufrufen.

[1] *http://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Personenzugänge*

[2] *• Durth Roos Consulting GmbH, "Stuttgart 21 – Hauptbahnhof, Personenstromanalyse und Definition der Grundlagen für die Dimensionierung der verkehrlichen Anlagen", 02.1998 (pdf-Auszug ingenieure22.de).*
• Durth Roos Consulting GmbH, "Stuttgart 21 – Hauptbahnhof, Personenstromanalyse (Endzustand)", 09.2009 (pdf juristen-zu-stuttgart21.de).
• Durth Roos Consulting GmbH, "Stuttgart 21 – Hauptbahnhof, Personenstromanalyse (Endzustand); Detailbetrachtungen", 08.02.2012.

[3] *22.07.2014, merkur-online.de, „Fahrgäste sauer: Dieser Bahnsteig ist gefährlich“*

[4] *04.08.2014, ZDF heute journal, Baustart am Bahnhofstrog, obwohl Brandschutz noch nicht genehmigt (Video youtbe.com)*

[5] *http://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Personenzugänge/Durth_Roos*

[6] *Die Prozentwerte für die Entlastung der Simulation treffen nicht alle gleichzeitig auf jeden Teil des Bahnhofs zu, deshalb ergibt sich am Ende insgesamt ein Faktor 2 bis 4. In der ersten Kritik wurde noch mit einer Zugfolgezeit von 2,5 Min. gerechnet. Mit der im Herbst 2014 von der Bahn für S21 veröffentlichten Zugfolgezeit von 2 Min. ist die Entlastung bei einer Bahnsteigräumzeit von 4 Min. mit einem Aufschlag von 100 % zu korrigieren.*

[7] *PTV Planung Transport und Verkehr AG, "Stuttgart 21 Hauptbahnhof S21 Personenstromanalyse", Schlussbericht, 17.12.2013 (pdf web.archive.org / mvi.baden-wuerttemberg.de)*

[8] *http://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Personenzugänge/PTV*

[9] *http://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Personenzugänge/Bahnhofsvergleich*

[10] *http://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Personenzugänge/Glaubwürdigkeit*

[11] *http://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Leistung*

[12] *PFB 1.1 S. 257, Engelh. 02.13 S. 26*

[13] *29.08.2008, Ullrich Martin, „Stellungnahme zu den Artikeln in der Stuttgarter Zeitung [...] und den Stuttgarter Nachrichten vom 15. August 2008“: „Der Hinweis auf den vermeintlich bedenklich geringen Abstand der Fahrtreppen von Bahnsteigbzw. Sicherheitskanten dient einzig der Verunsicherung einer dringend auf sachliche Informationen angewiesenen Öffentlichkeit. Die Abstände entsprechen dem einschlägigen Regelwerk der Deutschen Bahn, sind keinesfalls eine Stuttgarter Besonderheit und wurden vom Eisenbahn-Bundesamt nach kritischer Prüfung der Planfeststellungsunterlagen auf gesetzlicher Grundlage so zur Ausführung freigegeben.“*

[14] *http://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Schlichtung/Auswertung#Personenzugänge*

[15] *Sven Hantel, „24.07.2012 UTA Stuttgart 21“, 24.07.2012 (pdf bahnprojekt-stuttgart-ulm.de). Ausschuss für Umwelt und Technik des Gemeinderats der Landeshauptstadt Stuttgart, Protokoll Niederschrifts-Nr. 323, „Leistungsfähigkeit des neuen Stuttgart 21-Tiefbahnhofs - Anfrage und Antrag Nr. 184/2012 vom 05.06.2012 der Gemeinderatsfraktion Bündnis 90/DIE GRÜNEN mündlicher Bericht durch Vertreter der Bahn -“*

[16] *Engelh. 02.13 S. 33 ff, wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Personenzugänge/Glaubwürdigkeit#Gemeinderat*

[17] *01.03.2013, stuttgarter-zeitung.de, „Zweifel an den Fluchtwegen“*

[18] *wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Anhörung_PFA_1.3/DB_09.2015_Analyse#Personenstromanalysen_(111-138)*

[19] *http://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Anhörung_PFA_1.3/DB_09.2015#Absurde_Behauptungen*

[20] *http://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Anhörung_Bundestag_2015#Fussgaenger*

[21] *Ullrich Martin et al. (VWI Verkehrswissenschaftliches Institut Stuttgart GmbH), "Vergleich der Leistungsfähigkeiten und des Leistungsverhaltens des neuen Durchgangsbahnhofes (S21) und einer Variante umgestalteter Kopfbahnhof (K21) im Rahmen der Neugestaltung des Stuttgarter Hauptbahnhofes (Abschlussbericht)." S. 18. Veröffentlicht in: Landeshauptstadt Stuttgart (Hrsg.): Stuttgart 21 – Diskurs, Stuttgart 2009, S. 2287–2369 (pdf stuttgart.de)*

[22] *Gerhard Heimerl et al., "Stuttgart 21 Ergänzende betriebliche Untersuchungen, Teil II, Kapazitätsreserven beim geplanten Stuttgarter Hauptbahnhof sowie beim Betriebskonzept Stuttgart 21", 1997, 50 Seiten inkl. Anlage 1 bis 33 (pdf wikireal.org), S. 15 / Bl. 16*

[23] *Deutsche Bahn AG, "Unsere Schienenfahrzeuge im Regional- und Stadtverkehr", 12.2003 (pdf de.scribd.com), S. 12*

[24] *DB Netze, "Stresstest Stuttgart 21, Finaler Abschlussbericht zur Fahrplanrobustheitsprüfung", 77 Seiten, 15.09.2011 (pdf bahnprojekt-stuttgart-ulm.de), S. 14*

[25] *Brandschutz Planung Klingsch GmbH, „Ganzheitliches Brandschutzkonzept BPK-G 083F/2012“, 22.04.2016, eingereicht in der 18. Planänderung von PFA 1.1 als Anlage 10.3. (pdf plaene-bahnprojekt-stuttgart-ulm.de), Längsschnitt Verrauchung Szenario 1 S. 168, Ergebnisse Szenarien 1-4 S. 247-254*

[26] *Eisenbahn-Bundesamt, Genehmigung PFA 1.1, 6. Planänderung, Brandschutz im Tiefbahnhof, 23.04.2015 (pdf bahnprojekt-stuttgart-ulm.de), S. 20*

[27] *11.08.2017, Landeshauptstadt Stuttgart Stuttgart Der Oberbürgermeister, Beantwortung und Stellungnahme zu Anfrage und Antrag 346/2016, GZ: OB 7831-10.00, der Fraktionsgemeinschaft SÖS-LINKE-PluS vom 09.11.2016, „Offene Fragen zum S-21-Brandschutz- und zur Leistungsfähigkeit klären“ (domino1.stuttgart.de, pdf domino1.stuttgart.de), S. 2*

[28] *14.07.2016, Eisenbahn-Bundesamt Außenstelle Karlsruhe/Stuttgart, „Planfeststellungsbeschluss Stuttgart 21, PFA 1.3a“ (web.archive.org / eba.bund.de, pdf web.archive.org / eba.bund.de), S. 142*

[29] *https://www.eba.bund.de/DE/Themen/Planfeststellung/planfeststellung_node.html*

[30] *C. Engelhardt, "Änderung der Eisenbahnbau- und Betriebsordnung zur Erhöhung der Sicherheit im Eisenbahnverkehr, Schriftliche Stellungnahme", 14.03.2016 (pdf bundestag.de), S. 26*

[31] *20.03.2015, stuttgarter-nachrichten.de, „Fluchtwege im Bahnhof nur 30 Minuten sicher“*

[32] *http://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Leistung#Stresstest*

[33] *http://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Personenzugänge/Glaubwüdigkeit#Diskussion_der_Personenströme_und_Entfluchtung_ab_2012*

[34] *26.07.2012, direktzu.bahnprojekt-stuttgart-ulm.de, Wolfgang Dietrich, Antwort auf "Brandschutz: Kapazitäten für Evakuierung von Fahrgästen"*

[35] *09.10.2013, stuttgarter-nachrichten.de, "Der brennende Zug fährt zum Bahnhof"*

[36] *22.10.2013, Sitzung des Umwelt- und Technik Ausschuss des Stuttgarter Gemeinderats, Protokoll S. 15, 18*

[37] *05.03.2015, SWR "Odysso", "Brandschutz - Ist Stuttgart 21 eine Todesfalle?" (Video youtube.com)*

[38] *15.11.2016, Protokoll des Ausschuss "Stuttgart 21" des Gemeinderats der Landeshauptstadt Stuttgart Niederschrifts-Nr. 6, TOP 2, „Brandschutz“, S. 8*

2 FLUCHT- UND RETTUNGSWEGE AUS DER S21-TIEFBAHNSTEIGHALLE

2.1 Flucht- und Rettungswege aus der Tiefbahnsteighalle

Die vorgesehenen Flucht- und Rettungswege sind im Brandschutzkonzept [BSK[04)]] Abschn. 8.1 / S. 69–70 beschrieben und als Übersicht auf Plan 10.2.6 A (im Unterordner 10 Pläne, Anlage 10.2.6A) zeichnerisch dargestellt.
Die mit der 18. Planänderung nunmehr an die Bahnsteigenden verschobenen Fluchttreppen sind in Lage, Art und Ausbildung nicht geeignet für eine schnelle und sichere Selbstrettung von jeweils bis über 4.000 Personen bei einem schweren Brandereignis in der Tiefbahnsteighalle.
Ursprünglich waren gar keine Fluchttreppen zusätzlich zu den Zugangstreppen auf die Querstege vorgesehen – ein schwerer Planungs- und Genehmigungsmangel bereits der ersten Planfeststellung des Tiefbahnhofes PFA 1.1 vom 26.1.2005.

Schon das 1999/2001 erstellte Gutachten[05)] des Institutes für Industrie-Aerodynamik IFI der RWTH Aachen hatte mit Verrauchungsversuchen an einem Modell der Tiefbahnsteighalle im M 1:30 nachgewiesen, dass die Querstege bei einem Brandereignis unterhalb des Quersteges nur 3 Minuten lang rauchfrei bleiben, und 6 Minuten, sofern auf die in den Querstegen vorgesehenen großen Lichtöffnungen verzichtet würde. Dies bezog sich auf den damals gültigen Bemessungsbrand von nur 25 MW; heute sind 53 MW zugrunde zu legen.

Es war also von Anfang an offensichtlich, dass die von den Bahnsteigen flüchtenden Personen nicht innerhalb von nur drei Minuten und auch nicht in nur 6 Minuten über die Zugangstreppen der Querstege in Sicherheit zu bringen wären. Dies hätte dazu führen müssen, dass bereits in der ursprünglichen Planung der Tiefbahnsteighalle von 2001 zusätzliche sichere Fluchtwege hätten vorgesehen werden müssen. Es ist unverständlich, warum dies seinerzeit unterblieb. Die vorgelegte Planung der Tiefbahnsteighalle hätte so nicht planfestgestellt werden dürfen.

Bei einem Brand- oder Katastrophenfall in der S21-Tiefbahnsteighalle stehen für die Flucht und Rettung ins Freie zunächst die auf die drei Querstege A, B und C führenden Festtreppen zur Verfügung. Je Bahnsteig sind das jeweils 5 Treppen mit je 2,40 m nutzbarer Laufbreite, die sämtlich nach oben führen, also in die verrauchungsgefährdeten Bereiche hinein. Zusätzlich sind Roll-(Fahr-)Treppen mit 1 m Nutzbreite vorgesehen, am Quersteg „B“ beidseitig, an den Querstegen „A“ und „C“ nur einseitig. Die Rolltreppen werden bei Brandalarm selbsttätig abgestellt; ihre Nutzung als Fluchtweg ist jedoch wie eine Festtreppe grundsätzlich weiterhin möglich und wird als solche für die Evakuierung auch mitberücksichtigt.

Abhängig von der Lage des Brandherdes und der davon ausgehenden Verrauchung soll der jeweils davon betroffene Quersteg mitsamt seinen Zugangstreppen vom „Dynamischen Fluchtweg-Leitsystem“ als Fluchtweg gesperrt werden; damit verringern sich die verfügbaren Fluchtwege um bis zu 40 %.

Obwohl also von Anfang an klar war, dass damit die S21-Tiefbahnsteighalle bei einem schweren Brandereignis nicht sicher verlassen werden kann, waren in der ursprünglichen Planung der DB von 2001 keine weiteren Fluchtwege vorgesehen – ein schwerwiegender Planungsmangel. Es bleibt unverständlich, wieso das Eisenbahn-Bundesamt [EBA] dies so genehmigt hat, s. Planfeststellungsbeschluss v. 26.1.2005 [01]].

Dieser erhebliche Planungsmangel unzureichender Fluchtwege aus der S21-Tiefbahnsteighalle wurde 2010 in der sogen. „Schlichtung“ von den S21-Kritikern gerügt, s. nachstehende Abb. 2.1.1, von den Vertretern der Bahn aber bestritten; s. 6. Schlichtungsrunde am 20. Nov. 2010 zur „Sicherheit“.

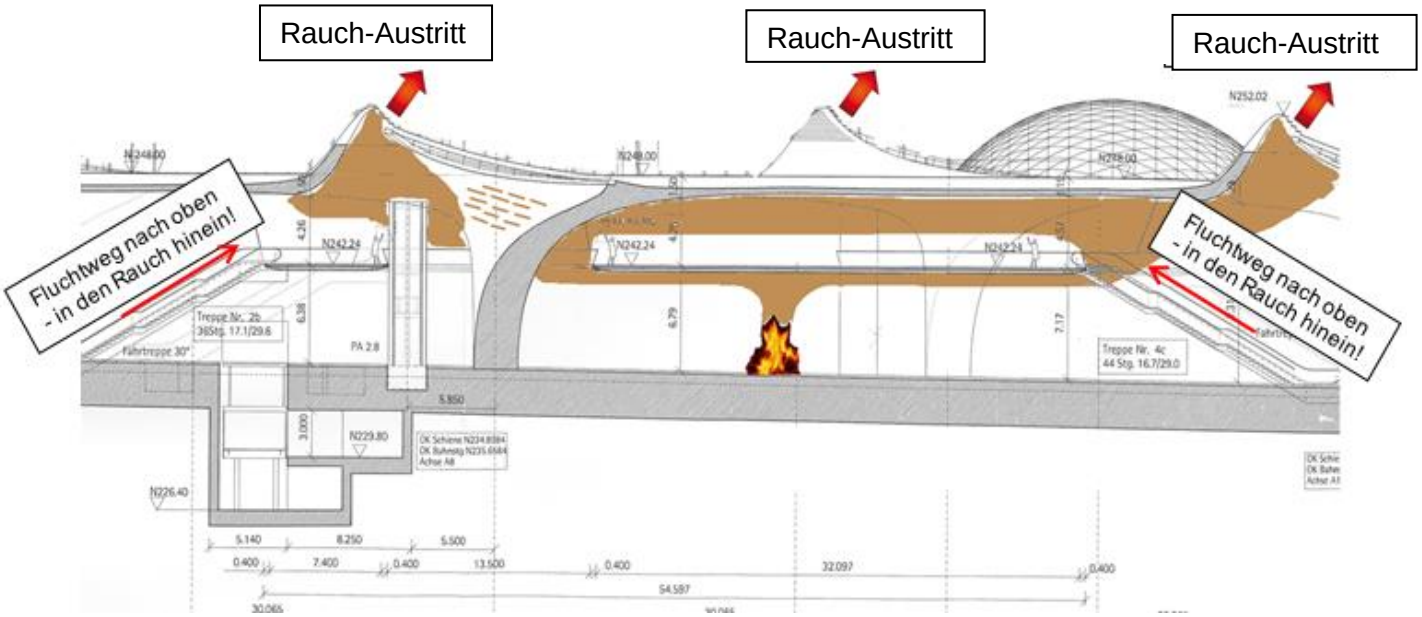


Abb. 2.1.1 **Verrauchung Tiefbahnsteighalle** / Ausschnitt aus DB-Zchng. 7.1.5.26, gezeigt in der 6. Schlichtungsrunde am 20. Nov. 2010 zur „Sicherheit im Brand- u. Katastrophenfall“

Im „Schlichterspruch“ waren ausdrücklich Verbesserungen am Brandschutz und der barrierefreie Zugang zu den Bahnsteigen gefordert – was die Bahn aber nicht gewillt ist umzusetzen. Immerhin hat die DB in der Folge diese Kritik insoweit aufgegriffen, als sie seither versucht, zusätzlich Fluchttreppen aus der Tiefbahnsteighalle vorzusehen, jedoch auf untaugliche Weise. Die mehrmals geänderten Lösungs-Ansätze für das Einfügen zusätzlich erforderlicher Fluchttreppen machen deutlich, dass das S21-Vorhaben eine nicht heilbare Fehlplanung darstellt.

Zunächst wurden 2011 zusätzlich auf jedem Bahnsteig zwei Nottreppen mit je 2,4 m Breite mit Ausstieg über Falltüren auf das Dach der Tiefbahnsteighalle vorgesehen, s. nachstehende Abbildung 2.1.2, und vom EBA auch so genehmigt (PFB 6.PÄ v. April 2015).

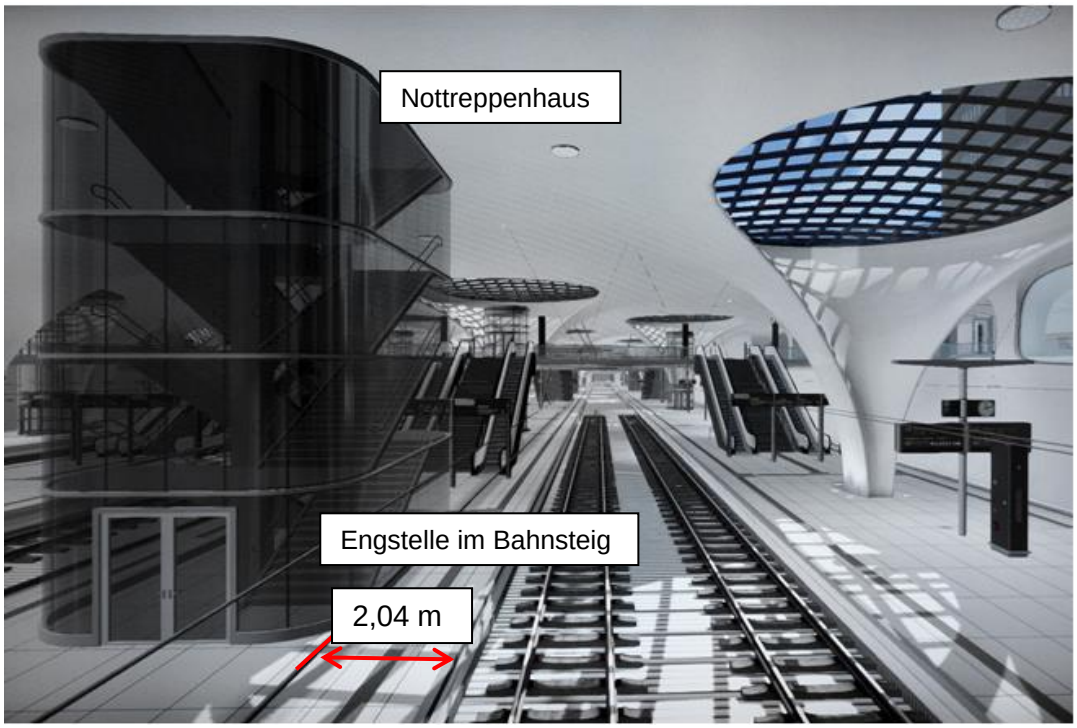


Abb. 2.1.2 **Nottreppenhäuser** auf dem Bahnsteig gem. 6.PÄ, v. EBA genehmigt 04/2015

Diese Lösung wurde u.a. von der Feuerwehr beanstandet, weil die Ausstiege ins Freie zwischen den Lichtaugen liegen, über die der Rauch austreten soll, so dass die Flüchtenden in die verrauchten Bereiche hineingeführt worden wären. Zudem hätten diese Flucht-Treppenhäuser auf den Bahnsteigen weitere Engstellen von jeweils nur 2,04 m Breite bis zur Bahnsteigkante gebildet und damit sowohl den alltäglichen Bahnsteig-Verkehr als auch im Brand- und Katastrophenfall eine Flucht zusätzlich behindert.

Daraufhin hat die DB ihre Planung erneut geändert und will diese Fluchttreppen nunmehr an die beiden Bahnsteigenden hinter die Hallenwand zum Tunnel hin verschieben, wo sie über „Bodenklappen“ ins Freie führen sollen. Die hierzu von der DB PSU 2016 beantragte 18. Planänderung (18. PÄ) wurde am 19.3.2018 vom EBA planfestgestellt. Diese Änderungs-Planfeststellung, die die 6. PÄ ersetzt, ist wiederum in mehrfacher Weise fehlerhaft und deshalb so nicht genehmigungsfähig, wie nachfolgend im Abschn. 2.3 ausführlich begründet wird.

Erstmals werden jetzt auch die Abgänge zur S-Bahn-Haltestelle, eine Festtreppe je Bahnsteig, als Fluchtweg in die Räumungs-Simulation mit einbezogen, was in den vorangegangenen Fassungen des BSK[04)] zurecht immer ausgeschlossen worden war, weil es aus der tiefliegenden S-Bahn-Haltestelle keinen unmittelbar ins Freie führenden Weg gibt und diese deshalb aus gutem Grund als „Sicherer Bereich“ nicht infrage kommen kann. Zudem muss davon ausgegangen werden, dass sich auch in der S-Bahn-Haltestelle selbst bereits eine große Menschenmenge aufhält und nur noch sehr begrenzt Flüchtende aus der Tiefbahnsteighalle darin Platz finden können.

2.2 Fluchtweglängen und „Sichere Bereiche“ [BSK Abschn. 5.1 ab S. 38]

Die Bahn gibt im Änderungs-Antrag zur 18. Planänderung als „Vorzug“ der Fluchttreppen-Verschiebung an, dadurch würden sich die „*max. Fluchtwege von 150 m auf 145 m verkürzen*“. Abgesehen davon, dass diese behauptete Verkürzung der Fluchtwege um gerade mal 5 m sehr gering ist, steht dies auch im Widerspruch zu den Angaben über die Fluchtweglängen im Brandschutzkonzept BSK[04)], s. nachstehende Abbildung 2.2.1; dort sind Fluchtweglängen bis zu 192 m angegeben! Offensichtlich macht die Bahn widersprüchliche Angaben selbst in ihren Planänderungsanträgen an das Eisenbahn-Bundesamt.

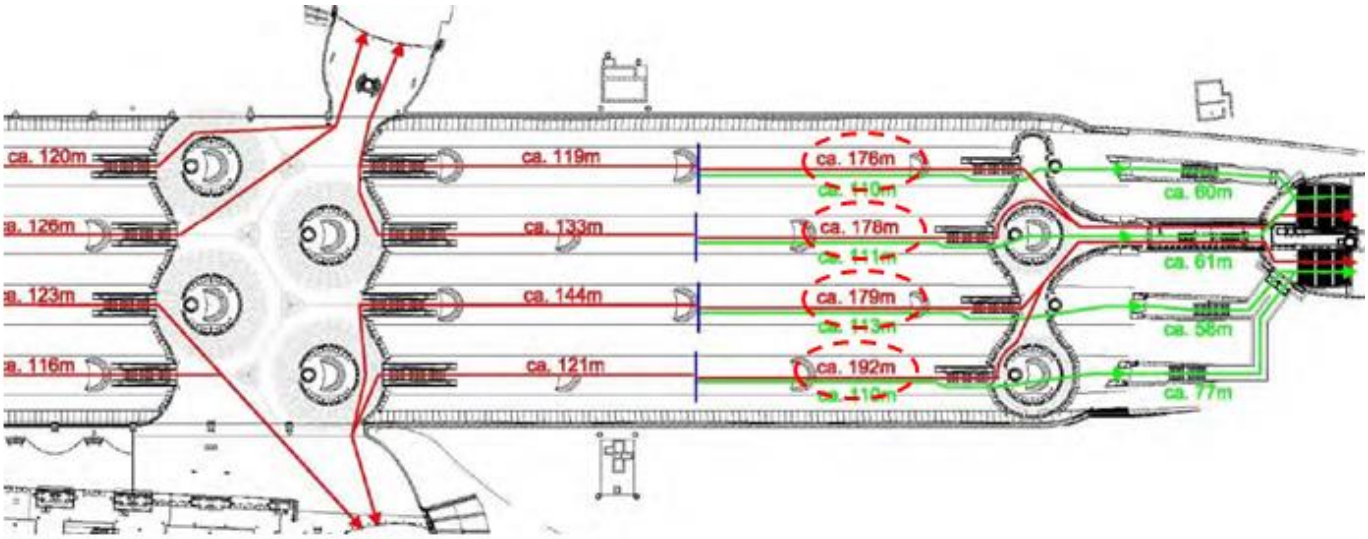


Abb. 2.2.1 **Fluchtweglängen /** Ausschnitt aus Bild 8.142 „Fluchtweglänge“ BSK S. 257

Das Verschieben der Fluchttreppen an die Bahnsteigenden verlängert nämlich die Fluchtwege für die meisten Reisenden ganz erheblich (s. Abb. 2.2.1) und begünstigt und verstärkt die Staubildung an den davorliegenden Treppenblöcken beträchtlich, was die Räumung erschwert und die Räumzeit deutlich verlängert.

Außerdem stellt das Einschieben der Fluchttreppe von Bahnsteig 3 am Südkopf in den Ausgangstunnel des Steges „C“ mittels „Falltür“ (s. BSK[04)] Abschn. 4.3 / S. 33 sowie Zchng. 5.5.4.3.1 und 5.5.4.4.1 aus Anlage 10.3 „Pläne“) eine erhebliche Verengung dieses Fluchtweges dar und hat im Evakuierungsfall eine nicht tragbare Staubildung zur Folge, wie die Simulationsbilder auf S. 135–141 im BSK[04)] sehr deutlich zeigen, s. Abb. 2.4.2.

Fällt Quersteg „B“ wegen Verrauchung als Fluchtweg aus, so verlängern sich die Fluchtwege für die unter diesem Steg „B“ befindlichen Personen bis auf über 300 m. Verraucht auch noch zusätzlich Quersteg „A“, können die Fluchtwege über 400 m lang werden.

Es wird auch nichts darüber gesagt, dass jeder der möglichen Fluchtwege stets über Treppen mit 7 m oder mehr Steighöhe führt, was die Selbstrettung zusätzlich sehr erschwert und für manche Menschen unmöglich macht.

Doch abgesehen davon, dass die angegebenen 5 m Verkürzung angesichts der Gesamt-Fluchtweglänge ohne Belang sind, sind Fluchtwege von 150 m Länge und darüber – auch ohne Treppe – insgesamt viel zu lang für eine sichere Räumung und Selbstrettung und deshalb nicht hinnehmbar. Erst recht gilt das bei nach oben führenden Treppen im Fluchtweg.

Die Landesbauordnung LBO schreibt vor, dass Fluchtwege ins Freie oder in einen „Sicheren Bereich“ führen müssen und nicht länger als 30 m bzw. 35 m sein dürfen, bei hohen Räumen mit mehr als 10 m Höhe allerhöchstens 60 m.
Die hier vorgesehenen überlangen Fluchtwege von 150 m und mehr hatte u. a. auch der seinerzeit eingeschaltete Brandschutz-Sachverständige GRUNER AG / Basel in seiner Stellungnahme[21]] v. 20.9.2012 als unzulässig beanstandet und zusätzliche Fluchtmöglichkeiten gefordert, s. Anlage 1 in „Anlagen“ (S. 154).

Das vorliegende BSK[04] von Brandschutz-Planung Klingsch, nachfolgend BPK genannt, [Stand 22.4.2016] erklärt jedoch die Bahnsteighalle ohne weitere Begründung zu einem „*ungeregelten Sonderbau*“, für den die Regelungen der LBO-BW nicht zutreffen, weil diese für „*Gebäude*“ gelten, nicht aber für eine „*uPVA*“ (unterirdische Personen-Verkehrsanlage) [s. BSK[04] Abschn. 5.1 auf S. 38].
Das – unzulässige – Außerachtlassen der LBO-Forderung nach Begrenzung der Fluchtweg-Längen auf 35 m rechtfertigt BPK im vorliegenden BSK[04] so „*Der Nachweis der Sicherheit wird im Rahmen des Brandschutzkonzeptes durch die Anwendung von Ingenieurmethoden geführt*.“ [BSK[04] Abschn. 5.1, S. 38].

Dazu stellt er die mittels „Evakuierungs-Simulation“ ermittelte Räumzeit der Bahnsteige der Zeitspanne bis zur Verrauchung der Aufenthaltsbereiche und der Fluchtwege gegenüber. Weil die von ihm ermittelte Evakuierungszeit kürzer ist als die der Verrauchung, sieht der Gutachter BPK die Anforderung, die Fluchtwege bis zum vollständigen Verlassen des Gefahrenbereiches raucharm zu halten, als erfüllbar an. Doch sowohl die Ermittlung der Evakuierungszeit als auch die der Rauchausbreitung sind fehlerhaft und führen somit zu einem falschen Ergebnis, wie nachfolgend im Abschnitt 3.6 gezeigt wird.

Eine erhebliche Verkürzung der Fluchtwege auf etwa 45 m in einen gesicherten Bereich ist hingegen möglich, indem die Treppen-Aufgänge samt Rolltreppen zu den Querstegen und auch diese selber wie „notwendige Treppen und Flure“ gem. LBO brandsicher und rauchdicht von der eigentlichen Bahnsteighalle durch brandfeste Verglasung abgetrennt und eingehaust würden, so wie das 2013/14 in den unterirdischen S-Bahn-Haltestellen in Stuttgart nachgerüstet wurde.

Eine Vorstellung davon zeigt nachstehende Abb. 2.2.2. Damit ließe sich die Räumung der Bahnsteige im Brand- und Katastrophenfall in sichere Bereiche deutlich verkürzen und so die Sicherheit der Reisenden und Bahn-Mitarbeiter entscheidend verbessern.

Abb. 2.2.2: **S21-Tiefbahnsteighalle mit Brandschottung** der Aufgänge und Querstege

Die unterirdische S-Bahn-Haltestelle Filderstadt (Bernhausen) durfte erst in Betrieb gehen, nachdem die Treppen und Querstege brandschutzgerecht abgetrennt waren.

Eine solche Brandabschottung ändert zwar das Erscheinungsbild der Bahnsteighalle und erfordert höhere Baukosten; und auch das Entrauchungskonzept muss geändert werden. Doch die Sicherheit der Menschen geht vor!

2.3 Die neuen Fluchttreppen an den Bahnsteigenden

Mit der jetzt genehmigten 18. Planänderung sollen die notwendigen Fluchtwege an die beiden Bahnsteig-Enden verlegt werden, wo sie über unterirdische Fluchtgänge mit über 9 m hohen Treppen ins Freie führen sollen, s. folgende Abb. 2.3.1 „Fluchttreppen Nordkopf“. Das Verschieben der Fluchttreppen an die Bahnsteigenden verlängert jedoch die Fluchtwege für die meisten Flüchtenden ganz erheblich und begünstigt und verstärkt die Staubildung an den davorliegenden Treppenblöcken beträchtlich, was die Räumung erschwert. Weitere Mängel sind u.a. die fragwürdigen Falltür-Ausgänge mittels „Bodenklappe“ ins Freie als Notlösung, weil „*Bauliche Zwangspunkte keine andere Lösung zuließen*“, wie es im Genehmigungs-Bescheid des Eisenbahn-Bundesamtes zur 18. PÄ heißt.

Diese Fluchtreppen sind jedoch zu steil und zur Entfluchtung größerer Menschenmengen nicht geeignet, s. hierzu nachfolgenden Längsschnitt Abb. 2.3.1 „Fluchttreppen Nordkopf“. Die hier jetzt vorgesehene Breite der Trittstufen ist mit 27 cm (Südkopf) bzw. 26 cm (Nordkopf) viel zu schmal. Die Länge eines handelsüblichen Schuhes Gr. 41/42 liegt bei 30 cm; ein erwachsener Normalbürger könnte auf einer solchen Treppe mit einer Stufenbreite von nur 26 oder 27 cm nicht voll auftreten; es besteht die Gefahr des Stolperns mit Abrutschen und Stürzen. Stürzt auch nur einer, reißt er alle andern mit sich oder liegt ihnen im Wege.

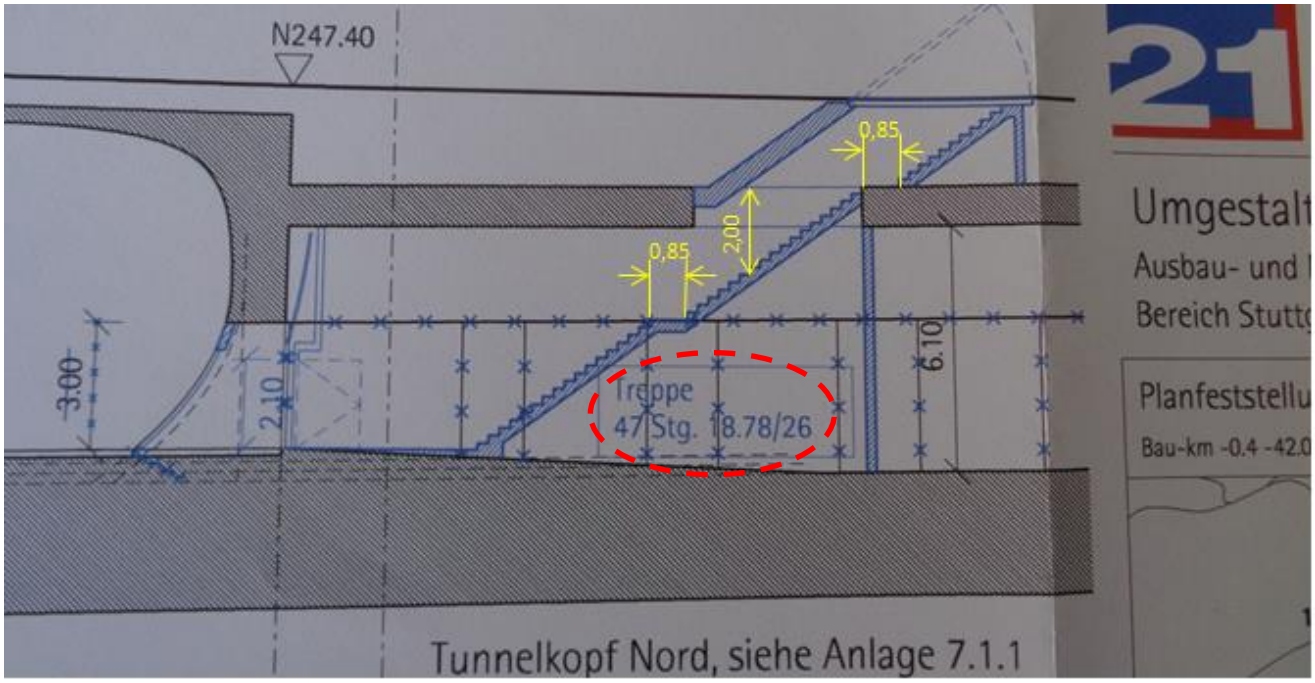


Abb. 2.3.1 **„Fluchttreppen Nordkopf“** / Längsschnitt – Planausschnitt aus Zeichng. 7.1.5.28

Solche steilen Treppen mit zu schmalen Stufen sind unfallträchtig und kommen als Fluchttreppe, über die mehrere tausend Menschen flüchten sollen, nicht in Betracht. Die übliche Stufenbreite von Treppen beträgt b = 32 cm, die Stufenhöhe h = 16–17 cm. Die Steigung einer üblichen Treppe mit h/b = 16/32 cm beträgt 50 %; die der hier vorgesehenen Fluchttreppen mit h/b = 18,78/26 cm aber 72,5 %, d.h. knapp anderthalbmal so steil. Für eine Kellertreppe in einem Einfamilien-Wohnhaus mag das vielleicht noch hinnehmbar sein; für eine Fluchttreppe, über die mehrere tausend Menschen flüchten müssen, ist das ausgeschlossen.

Damit verstößt die Bahn selbst gegen ihr eigenes Regelwerk: nach Richtlinie RiL 813.2002 gilt ein Mindestmaß von 27 cm als Stufenbreite. Die Bahn bezeichnet diese Unterschreitung als „geringfügig“ und beruft sich dabei auf DIN 18065 „Gebäudetreppen“[19]. Das dort in Tab. 1 „Grenzmaße“ angegebene Mindestmaß von 26 cm für den Treppenauftritt gilt jedoch als Mindestanforderung für Gebäude mit üblichem Personenverkehr; für Fluchttreppen, über die im Ereignisfall mehrere tausend Menschen dicht gedrängt in kürzester Zeit flüchten müssen, ist das völlig unzureichend.

In Ermangelung weitergehender Regelungen sei hier auf §7 VStättVO[18] „Bemessung der Rettungswege“ verwiesen; dort heißt es unter (4) „*Die Breite der Rettungswege ist nach der größtmöglichen Personenzahl zu bemessen*“. Sinngemäß muss dies auch für die Stufenbreite und die Steigung der Fluchttreppen gelten.

Auf die erhöhte Unfallgefahr zu geringer Stufenbreiten weist auch das Merkblatt DGUV-I 561[20] der gesetzlichen Unfall-Versicherung hin. Darin heißt es im Abschnitt 2 „Gefährdungen und Unfallgeschehen“ unter Ziff. 2.2 „Unfallursachen“ auf S. 10 [Hervorh. d. A.]:

„Nach der Unfallstatistik der gewerblichen Berufsgenossenschaften ereignen sich im gewerblichen Bereich etwa 36.000 Treppenunfälle jährlich; davon etwa 800 mit bleibenden Körperschäden. Die Zahl der Todesfälle ist unter zehn pro Jahr gesunken.

Unfalluntersuchungen zeichnen folgendes Ursachenbild: …

auf S. 11: „Technische Ursachen in Form von baulichen Mängeln wie ungleichmäßige Steigung von Stufe zu Stufe (Störung des Gangrhythmus), zu geringe Auftrittsfläche der Stufen, unzu-

reichende Rutschhemmung der Auftrittsfläche, ungeeignete Treppenkantenprofile, schlechte Erkennbarkeit der Stufen und fehlende oder falsch angebrachte Handläufe." [Hervorh. d. A.]

Damit kommen Stufenbreiten von nur 26 oder 27 cm, die kein volles Auftreten erlauben, für Fluchttreppen zur Entfluchtung mehrerer tausend Menschen nicht infrage. Dafür ist das Einhalten der Mindestanforderung nach DIN 18065 nicht ausreichend; nach v.g. DGUV-I 561 S. 15 sind 30–32 cm Stufenbreite erforderlich.
Größere Stufenbreiten ergeben längere Treppen, für die aber fehlt der Platz. Auf der Nordseite etwa müssten die Fluchttreppen demzufolge 47 x 6 cm = 2,82 m länger sein, wodurch die Fluchttunnel dort in die Heilbronner Straße hinein reichen würden, was jedoch nicht möglich ist.

Auch die beiden Zwischenpodeste der Fluchttreppe mit nur etwa 85 cm Tiefe, s. vorstehende Abb. 2.3.1, sind unzureichend. Nach Ziff. 6.3.1 DIN 18065 *„muss die nutzbare Treppenpodesttiefe mindestens der nutzbaren Treppenlaufbreite nach Tab. 1, Spalte 3 entsprechen"*, d.h. 100 cm. Es fehlen folglich weitere 2 x 15 cm an der Treppen-Gesamtlänge, die damit noch weiter in die Heilbronner Straße hineinreichen müsste, was jedoch nicht möglich ist.

Viel zu gering ist überdies auch die Kopfhöhe über dem Treppenlauf. Diese ist zeichnerisch aus der oben wiedergegebenen Abbildung „Längsschnitt Nottreppen" mit 2,0 m ablesbar; ein Maß ist hierfür nicht angegeben. Nicht nur, dass Menschen, die 2 m groß oder gar größer sind, sich hier den Kopf anstoßen werden; auch für Menschen normaler Größe 1,75–1,80 m sind 2,0 m Kopfhöhe für eine Fluchttreppe wie hier vorgesehen ungeeignet und entschieden zu niedrig – dies vermittelt ein Gefühl der Beengtheit und steigert das Angst- und Panikgefühl der Flüchtenden. Nicht umsonst ist für Fluchtstollen nach der Tunnelrichtlinie eine lichte Mindesthöhe von wenigstens 2,25 m vorgeschrieben. Sich hier auf die in DIN 18065 als untersten Grenzwert angegebene Mindest-Kopfhöhe zu berufen, ist nicht sachgerecht und wird offensichtlich nur getan, weil die örtlichen Gegebenheiten angesichts des bereits erreichtet Bauzustandes keine bessere Lösung mehr zulassen – dies bei einem Neubau, der angeblich der modernste in ganz Europa werden soll.

2.4 Fluchttreppen-Ausgänge

Die in der 18. Planänderung auf der Bahnhofs-Nordseite zunächst beantragten Fluchttunnel mit einer gemeinsamen Ausstiegs-Rotunde auf dem Kurt-Georg-Kiesinger-Platz vor dem Nordausgang des Bahnhofes hätte das Anheben der Heilbronner Straße erfordert; das wurde verworfen und innerhalb des Planänderungsverfahrens eine andere Lösung gesucht. Danach sollen die Nottreppen von den nördlichen Bahnsteigenden nunmehr jeweils in einer „bodenbündigen Ausstiegsklappe" knapp vor der Heilbronner Straße enden. Weil kein anderer Platz am Fallklappen-Austritt verfügbar ist, müssen die Flüchtenden eben auf die Straße, die bei Brandalarm für den Kfz-Verkehr mittels Ampelschaltung selbsttätig gesperrt wird.

Die Zuverlässigkeit dieser Anordnung ist überdies äußerst zweifelhaft: Solche Falltüren sind viel zu groß und zu schwer, als dass sie von Hand von unten her geöffnet werden könnten; sie benötigen eine hydraulische Öffnungs-Vorrichtung. Deren zuverlässige Betriebsfähigkeit bei einem plötzlich eintretenden Brandereignis nach langer vorangegangener Stillstandszeit ist nicht gesichert – es besteht also die Gefahr, dass die aus der Bahnsteighalle Flüchtenden hier in eine Falle geraten und diese Fluchttreppe als Fluchtweg gar nicht genutzt werden kann. Der Hinweis der DB PSU, am Berliner Hbf und am Leipziger Hbf seien solche Fallklappen-Ausgänge bereits vorhanden, ist kein Beweis für deren Eignung und Zuverlässigkeit. Die dort eingesetzten „Fallklappen-Ausgänge" sind zudem sehr viel kleiner und auch nur für die Flucht einiger weniger Personen vorgesehen.

Zudem kann eine Falltür auch nicht geöffnet werden, wenn sich Personen darauf befinden (die Falltür-Ausgänge liegen in einer öffentlichen Verkehrsfläche). Beim Öffnen der Falltür würden die sich zufällig darauf befindlichen Personen herunterstürzen und sich u.U. verletzen.

Am Südkopf mündet der Fluchtweg von Bahnsteig 3 über die Fluchttreppe auf Ebene E0 in den Ausgangs-Tunnel des Steges „C“ mit einer „Falltür“ in der Decke, die sich bei Brandalarm selbsttätig öffnen und so den Fluchtweg am Südende von Bahnsteig 3 freigeben soll, s. nachstehende Abb.2.4.1 Ausschnitt aus Zeichng. 7.1.5.26 2C „Längsschnitt 1-1“ sowie Abb. 2.4.2 „Draufsicht Steg C mit Ausgang Staatsgalerie“.

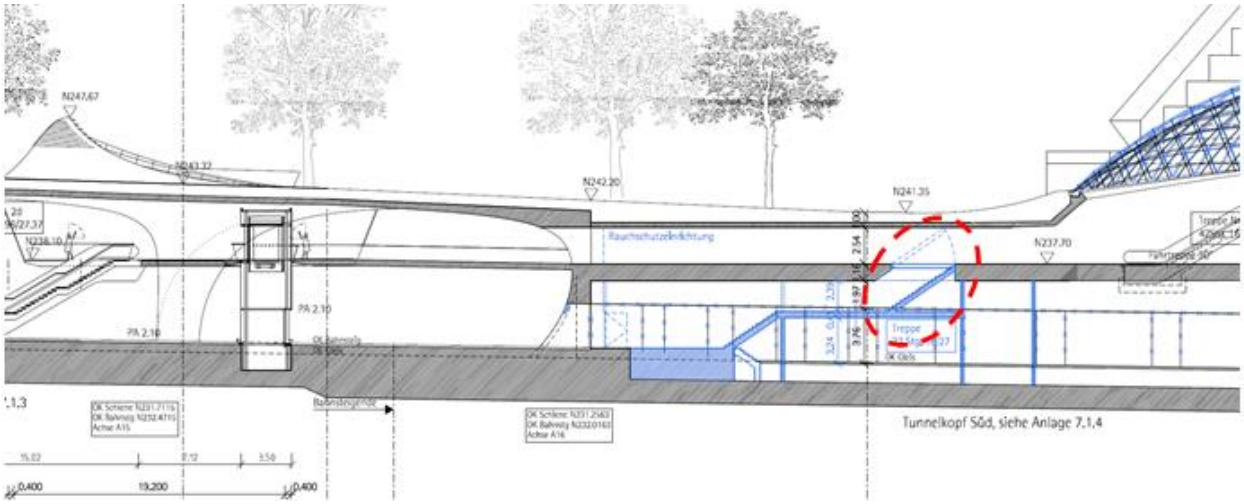


Abb. 2.4.1 **Fluchttreppe mit Falltür im Südkopf** / Ausschnitt aus Zeichng. 7.1.5.26 2C „Längsschnitt“

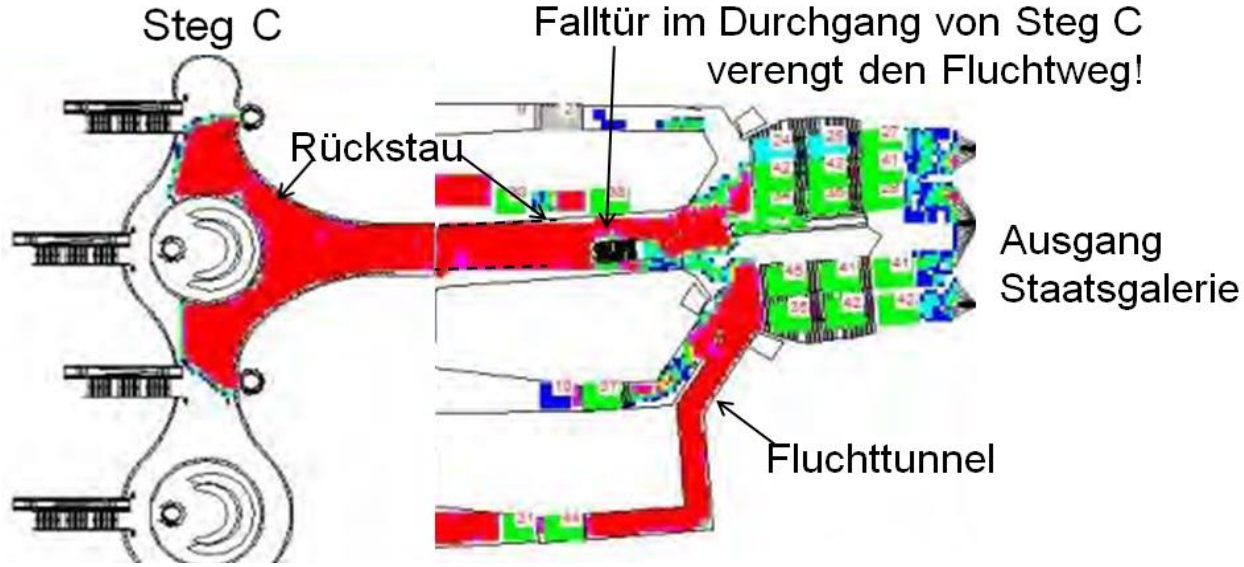


Abb. 2.4.2 **Fluchtweg mit Falltür im Südkopf** / Brandschutzkonzept Abschn.8.2.4.9, S. 140

Diese Falltür stellt eine erhebliche Verengung des Fluchtweges vom Steg „C“ dar, die im Evakuierungsfall hier eine nicht tragbare Staubildung zur Folge hat, siehe vorstehende Abb. 2.4.2 sowie die Simulationsbilder auf S. 135 – 141 im BSK[04)].

Auch hier ist die Zuverlässigkeit dieser Anordnung zweifelhaft: Weil auch diese Falltür mit den Maßen L x B = 5 x 3 m = 15 m² viel zu groß und zu schwer sein wird, als dass sie von Hand von unten her geöffnet werden könnte, benötigt auch sie eine hydraulische Öffnungs-Vorrichtung.

Deren zuverlässige Betriebsfähigkeit bei einem plötzlich eintretenden Brandereignis nach langer vorangegangener Stillstandszeit ist jedoch nicht sicher zu gewährleisten – es besteht also auch hier die Gefahr, dass die aus der Bahnsteighalle Flüchtenden hier in eine Falle geraten und diese Treppe als Fluchtweg nicht genutzt werden kann.

Zudem kann auch diese Falltür nicht geöffnet werden, wenn sich Personen darauf befinden, wovon gerade im Flucht- und Evakuierungsfall ausgegangen werden muss. Beim Öffnen der Falltür würden auch hier die sich zufällig darauf befindlichen Personen herunterstürzen und sich u.U. verletzen. Ein Absperren/Abschranken der Falltür im Ausgangstunnel von Steg „C“ zur Staatsgalerie verbietet sich wegen der dadurch hervorgerufenen Verengung des Verkehrsweges. Gerade auch im Fluchtfall werden sich hier große Menschenströme über diese notwendigerweise begehbar vorgesehene Falltüre bewegen, was ein Öffnen derselben aber unmöglich macht.

Wie fragwürdig dieser Falltür-Vorschlag ist, ergibt sich aus dem BSK[04)] auf S. 33/34 mit der Festlegung: *„durch ein optisch-akustisches Signal auf die Öffnung hinzuweisen. Die Bodenklappe wird über die BMA … angesteuert …, dass sie bei Unterbrechung der Stromversorgung automatisch öffnet.*“ Die Falltür wird also aufspringen – anders ist ein Öffnen, ausgelöst durch Unterbrechen der Stromzufuhr eines Haltemagneten, technisch nicht machbar – und dabei die darauf befindlichen Leute herunterwerfen. Das optisch-akustische Warnsignal ist vor Öffnungsbeginn der Falltür ja nicht möglich und im Übrigen ohnehin unzureichend, um die unverzügliche Räumung der Bodenklappe vor Öffnungsbeginn zu bewirken.

Bedenken gegen diese Falltür-Ausgänge hat auch die Branddirektion Stuttgart geäußert und eine andere Lösung gefordert, was das Eisenbahn-Bundesamt jedoch abgewiesen hat mit der Begründung: *„Bauliche Zwangspunkte würden keine andere Lösung zulassen“,* wie es im Genehmigungs-Bescheid heißt.

Der Fluchtweg über die vorgesehene Fluchttreppe am Südende von Bahnsteig 3 ist aus den vorgenannten Gründen nicht sichergestellt; das gilt ebenso für die Fluchttreppen-Ausgänge am Nordende der Tiefbahnsteighalle. Der Änderungsantrag ist deshalb so nicht genehmigungsfähig.

2.5 Fluchtwege im Gleisvorfeld

Aus den Antragsunterlagen der DB zur 18. Planänderung „Verschieben der Fluchttreppen“ geht weiterhin hervor, dass die in der Tunnel-Richtlinie vorgeschriebene Mindestbreite von 1,20 m für Flucht- und Rettungswege in den Tunnel-Vorköpfen sowohl im „Nordkopf“ als auch im „Süddkopf“ wegen „baulicher Zwänge“ nicht eingehalten werden könnten und deshalb bis auf 80 cm verringert werden müssten. In einigen Teilbereichen seien gar keine Flucht- und Rettungswege möglich.
Dazu heißt es im Änderungsplanfeststellungsbeschluss des Eisenbahn-Bundesamtes v. 19.3.18 zur 18. Planänderung unter Abschn. B.4.2.1 „Unternehmensinterne Genehmigung (U-iG)“ , dass „*in Teilbereichen der Kopfbauwerke die erforderliche Fluchtweg-Mindestbreite von 1,20 Meter für Tunnel entsprechend der Richtlinie für Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und den Betrieb von Eisenbahntunneln des Eisenbahn-Bundsamtes und der DB Richtlinie 853.1001 unterschritten werden. Vereinzelt können zudem aufgrund der Gleisanordnung (Kreuzungen, Weichenabzweigungen) keine Fluchtwege angeordnet werden. Für diese Abweichungen liegt eine UiG (TM 3-2016-10729 I.NPF 2) der Zentrale der DB Netz AG vor.*“ [Hervorh. d. A.]

Im folgenden Abschn. B.4.2.2 „Zustimmung im Einzelfall (ZiE)“ wird diese Unterschreitung der Mindest-Anforderungen an Fluchtwege im Tunnel vom Eisenbahn-Bundesamt gebilligt mit dem Hinweis auf die *„Abhängigkeiten zwischen Gleisanordnung und Bauwerksgeometrie*“.

Die Bahn hat sich damit die Zustimmung zur Nicht-Einhaltung bindender Vorschriften selbst erteilt; das Eisenbahnbundesamt vollzieht das nur noch nach. Es fragt sich, wozu es dann überhaupt Regeln und Vorschriften gibt, wenn diese nach Belieben außer Kraft gesetzt werden?

Mit dieser Zustimmung des Eisenbahn-Bundesamtes zur Unterschreitung der Fluchtweg-Mindestbreite wird im Ernstfall Gesundheit und Leben Betroffener aufs Spiel gesetzt, indem die ohnehin schon zu niedrigen Sicherheits-Standards nochmals unterschritten werden. Diese Zustimmung des Eisenbahn-Bundesamtes als oberster Genehmigungsbehörde ist Ermessensfehlerhaft und rechtswidrig.
Der Plan hätte vom Eisenbahn-Bundesamt zur erneuten Überarbeitung an die Bahn zurückverwiesen werden müssen.

2.6 Bahnhofsräumung im Brand- u. Katastrophenfall

2.6.1 *Maßgebliche Personenzahl*

Für die Flucht- und Rettungswege muss der Nachweis geführt werden, dass bei einem Brandereignis alle in den haltenden Zügen und die auf dem Bahnsteig befindlichen Personen sich ins Freie oder in „sichere Bereiche“ retten können, bevor die Aufenthaltsbereiche und Fluchtwege bedrohlich verrauchen.
Die für die Nachweisführung maßgebende Personenzahl ist zu bestimmen nach der Anzahl der Reisenden in voll besetzten Reisezügen (Sitz- und Stehplätze), die am Bahnsteig halten können, zuzügl. 30 % für auf dem Bahnsteig Wartende [entsprechend der EBA-Formel:

$P_B = n(P1 + P2) + P3$].

Die hier für die Nachweisführung der Evakuierung / Räumung der Bahnsteige maßgebende Personenzahl ist im BSK [Brandschutzkonzept v. BPK Stand 22.4.2016][04)] Abschn. 8.2/S. 71 mit 16.164 Personen insgesamt angesetzt worden, die gleichmäßig auf die vier Bahnsteige verteilt angenommen werden, also 4.041 Personen je Bahnsteig.

Dies stellt so jedoch nicht den für die Räumung/Entfluchtung maßgebenden Größtfall dar, weil <u>jeweils nur ein Zug am Bahnsteig berücksichtigt</u> wurde. Die Länge der Bahnsteige mit 440 m lässt aber jeweils zwei Züge an einem Bahnsteig in Doppelbelegung zu.

Dies liegt auch dem <u>„Stresstest“</u> zugrunde, der ausdrücklich mehrere solcher Doppelbelegungen eines Bahnsteiges vorsieht, weil anders die 49 Züge in der Spitzenstunde nicht zu erreichen sind.

Gemäß der „EBA-Formel“ sind alle Züge als vollbesetzt zu berücksichtigen, die an einem Bahnsteig halten können. Mit dieser Doppelbelegung steigt jedoch die auf einem Bahnsteig mögliche Personenzahl auf über 6.000 Personen an, und die Räumzeit verlängert sich damit auf das 1½-fache, d.h. von 17 Minuten auf 25 Minuten. Die Räumzeit ist vom Gutachter folglich fehlerhaft deutlich zu niedrig ermittelt worden.

2.6.2 *Ermittlung der Räumzeiten („Entfluchtungs-Simulation“)*

Der Evakuierungsnachweis ist im Brandschutzkonzept [BSK[04)]] in Abschn. 8.2.2 [ab S. 71] behandelt.
Dazu wurden von BPK Simulationsrechnungen mit der Simulations-Software „buildingEXODUS“ durchgeführt, die jedoch <u>nur die Belegung von Flächen-Elementen mit Personen</u> verarbeiten

und als Bewegungsrichtung nur geradeaus, seitwärts oder diagonal mit starrer Schrittweite von 0,5 m berücksichtigen kann, im Gegensatz etwa zu „SimWalk“, welches jede einzelne Person als solche erfasst und mit ihrem tatsächlichen Laufweg abbildet.

Von den Eigenschaften, die BPK den „Personen-Flächen“ zugewiesen hat, ist die Gehgeschwindigkeit mit bis zu 1,5 m/s und die Steiggeschwindigkeit auf Treppen aufwärts mit bis zu 0,67 m/s wirklichkeitsfremd und ergibt zwangsläufig kürzere Räumzeiten, als dies im gegebenen Fall tatsächlich zu erwarten wäre.

Nach NFPA 130 „Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems“ [08)], auf die sich auch der VDV „Brandschutz in Fahrzeugen und Tunneln des ÖPNV“ [09)] / Ausgabe 2005 bezieht, ist für den Entfluchtungsnachweis gem. Nr. 5.5.6.3.1.4 mit einer Gehgeschwindigkeit von 38 m/Min = 0,633 m/s in der Ebene und von 15 m/Min. = 0,25 m/s auf Treppen, bezogen auf deren Höhe, zu rechnen; das entspricht nur etwa 40 % hier angesetzten Werte und ergibt dementsprechend längere Flucht-/Evakuierungszeiten.

Hinzu kommt, dass das Aussteigen der Reisenden aus den eingefahrenen Zügen nicht berücksichtigt wurde. Stattdessen werden alle Reisenden zum Evakuierungsbeginn als bereits aus den Zügen ausgestiegen und gleichmäßig auf dem Bahnsteig verteilt angesetzt, s. BSK S. 71 sowie Bild 8.27 „Personendichte Bahnsteig Startverteilung Minute 0“ auf S. 137.
Dies jedoch ist nicht der `*worst case´* wie von BPK behauptet, sondern wirklichkeitsfremd; das Aussteigen von jeweils 250 Personen aus jedem Wagen durch nur zwei Türen [bzw. eine Tür beim ICE] dauert allein schon mehrere Minuten und vergrößert so die Fluchtzeiten beträchtlich.

Wie weiter im BSK[04)] auf S. 96 beschrieben, rechnet das Simulationsprogramm mit maximalen Personendichten von 4 P/m²; die NFPA 130 lässt n. Nr.5.5.6.3.3.3 (3) nur eine Person je 0,46 m² [5 ft²) zu, also nur etwa die Hälfte. Aus alledem folgt, dass die Flucht- und Rettungswege unzureichend sind und die ermittelten Evakuierungszeiten nicht zutreffend sein können, sondern tatsächlich deutlich länger sein werden.

Im BSK[04)] gibt BPK nur die Ergebnisse der Simulationsläufe in Tabellenform wieder; die Simulationsläufe selbst sind nicht dargestellt; es werden lediglich einige ausgewählte Zustände abgebildet und erklärt. Immerhin werden hier insbesondere am Steg C zum Ausgang Staatsgalerie Staubereiche deutlich, s. Abb. 2.4.2. Je nach Brandort hat BPK Evakuierungszeiten von 8,5 bis 13,5 Minuten für das Verlassen der Bahnhofshalle und von 11 bis 17 Minuten bis zum Erreichen des Freien ermittelt, s. Tab. 20 auf S. 102 im BSK[04)].

Abgesehen davon, dass diese Zeitangaben kritisch zu hinterfragen sind wie vorstehend begründet dargelegt, sind diese mehr als doppelt so lang, wie nach o.g. NFPA 130-Standard, auf den sich auch der VDV „Brandschutz in Fahrzeugen und Tunneln des ÖPNV“ / Ausgabe 2005 bezieht, zulässig ist. Darin wird der Nachweis gefordert, dass nach Nr. 5.5.6.1 ein Bahnsteig innerhalb von 4 Minuten geräumt sein und nach Nr. 5.5.6.2 innerhalb von 6 Minuten ein sicherer Bereich erreicht werden soll. Davon ist der geplante Tiefbahnhof Stuttgart21 weit entfernt. Die von der DB als Vorhabenträgerin eingereichten Pläne sind nicht genehmigungsfähig; die vom EBA erteilte Genehmigung somit fehlerhaft.

2.6.3 ***Mitführen von Gepäck nicht berücksichtigt***

Bei der Ermittlung der Räumzeiten aus der Tiefbahnsteighalle im Brandfall sind im übrigen nur Personen ohne Gepäck berücksichtigt; das sei internationaler Standard, so die Vorhabenträgerin, was das EBA so in den Genehmigungsbescheid übernommen hat. Darin heißt es dazu, die Vorhabenträgerin hätte erläutertt, dass im Brandfall die Reisenden über Lautsprecher aufgefordert würden, ihr Gepäck stehen zulassen (Genehm. 18. PÄ PFA 1.1 S. 23/24).

Das ist weltfremd – niemand wird seinen Koffer einfach so stehen lassen und damit aufgeben

und schon gar nicht seinen Rucksack ablegen. Das ist im Ereignisfall auch gar nicht durchsetzbar. Damit aber sind die Räumzeiten zusätzlich fehlerhaft zu kurz ermittelt. Nicht betrachtet wird zudem, dass die vielen Gepäckstücke auf dem Bahnsteig, so diese denn tatsächlich zurückgelassen würden, dann die Fluchtwege verstopfen und dadurch die Selbstrettung behindern. Auch dies ist in den Evakuierungs-Simulationen nicht mitberücksichtigt worden. Gleichwohl hat das EBA die Genehmigung erteilt.

3 MOBILITÄTSEINGESCHRÄNKTE PERSONEN

3.1 Flucht- und Rettungswege nicht barrierefrei

Die Flucht- und Rettungswege sind im S21-Tiefbahnhof nicht barrierefrei. Mobilitätseingeschränkte Personen – Gehbehinderte und Rollstuhlfahrer – können die Treppen der Fluchtwege nicht überwinden und sind zur Rettung auf fremde Hilfe angewiesen. Eine Selbstrettung, wie im ebenen Kopfbahnhof ohne weiteres möglich, kommt für sie im S21-Tiefbahnhof deshalb nicht in Betracht. Das gilt bedingt auch für Mütter mit einem Kleinkind im Kinderwagen, aber auch für Fahrgäste, die ein Fahrrad mitführen u.a.m.

Der damalige Technikvorstand der Bahn, Dr. Volker Kefer, hatte dazu im Dialog-Forum der DB „direkt-zu“ am 25.1.2011 folgendes ausgeführt:

- *Grundsätzlich wird in den Brandschutzkonzepten für Personenverkehrsanlagen der DB AG – so auch Stuttgart Hbf – sichergestellt, dass Personen im Brandfall ohne Beeinträchtigungen durch Brand-Auswirkungen die Verkehrsanlagen sicher verlassen können.*
- *Wir gehen davon aus, dass Mitreisende, sowie Mitarbeiter der DB und ggf. anwesende Sicherheitskräfte die Evakuierung von Menschen mit Gehbehinderungen im Rahmen der Hilfeleistungspflicht schon in der Selbstrettungsphase unterstützen.*
- *Entsprechende Aufforderungen zur Unterstützung sind auch Bestandteil der Lautsprecherdurchsagen im Störungsfall.*

Die Bahn macht es sich also einfach, indem sie die Lösung des von ihr erst geschaffenen Problems der Rettung mobilitätseingeschränkter Personen kurzerhand auf die „Hilfeleistungspflicht“ der Allgemeinheit abschiebt und sich auf Lautsprecher-Durchsagen beschränkt.

Die vorliegende Planung berücksichtigt die Sicherheit insbesondere mobilitätseingeschränkter Personen im Brand- und Katastrophenfall nur völlig unzureichend und setzt diese damit einer unzulässigen erheblichen Gefährdung an Leib und Leben aus – ein Verstoß gegen GG Art.2 „Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit“.

Die Forderung der Behinderten-Verbände nach verbesserter Sicherheit für mobilitätseingeschränkte Personen hat das Eisenbahn-Bundesamt [EBA] abgewiesen und verweist dazu lediglich auf bestehende Rechtsnormen, die einzuhalten seien.

Selbst die Forderung des Regierungspräsidiums Stuttgart nach Überprüfung der Sicherheit für mobilitätseingeschränkte Personen wurde vom EBA zurückgewiesen mit Hinweis auf die vorliegende Evakuierungs-Simulation und deren Überprüfung durch den anerkannten Prüfer Dr.Ing. Portz.

Dieser hatte jedoch in seinem Prüfbericht „Brandschutztechnische Stellungnahme“ [06)] vom 26.8. 2014 im Abschn. 6.2.15 „Mobilitätseingeschränkte Personen“ auf S. 15–17 eine ganze Reihe von Einwendungen und Bedenken im Hinblick auf die unzureichende Sicherheit geäußert, die aber unbeachtet blieben, u.a.:

- Es ist nicht erkennbar, wie mit dem Ausfall eines oder mehrerer Aufzüge (z. B. durch Wartungsarbeiten) umgegangen wird.
- Es ist nicht nachgewiesen, dass die Personen mit Mobilitätseinschränkung den Aufzug (ggf. gegen die Fluchtrichtung bzw. in ca. 200 m bis 400 m Entfernung) vor dessen Verrauchung erreichen und nutzen können.
- Es ist ungeklärt, wie sich Personen mit Mobilitätseinschränkung, die den Mobilitätsservice der Bahn nicht in Anspruch nehmen, selbst retten.

- Es ist ungeklärt, wie verhindert werden soll, dass die Personen mit Mobilitätseinschränkung auf dem Weg zum Aufzug bzw. am Aufzug vom Rauch eingeholt werden. (Wer schätzt ein, dass die zur Verfügung stehende Zeit ausreicht, um diese Personen sicher über die Aufzüge zu evakuieren?)

Anstatt dass nun die DB die vorgebrachten Beanstandungen ernsthaft aufgegriffen und durch geeignete Maßnahmen ausgeräumt hätte, wurde der Prüfer Dr. Portz zu drei „Beratungen" geladen (auf S. 4 seines Prüfberichts verweist er auf „3 Beratungen" am 29.4., 13.6. sowie am 23.7.2014). Alle Beratungen fanden unter Federführung der DB PSU, mit Beteiligung des EBA, ferner der Ingenhoven Architekten und BPK als Ersteller des Brandschutzkonzeptes, jedoch stets ohne Beteiligung der Branddirektion Stuttgart statt. Dafür wurden aber in der letzten „Beratung" am 23.7.2014 die Rechtsanwälte der DB für das S21-Vorhaben, die Herren RA Dr. Schütz und RA Kirchberger von Kaspar Knacke Partnergesellschaft mbH hinzugezogen. Es ist nicht erkennbar, wozu die Rechtsanwälte erforderlich waren, wenn es doch nur um die Erörterung von Sachfragen zum Brandschutz ging? Und es bleibt offen, warum die Branddirektion außen vor blieb?

Am Ende hat der Prüfer Dr. Portz als „Ergebnis der Beratung/Festlegung" im Prüfbericht gegen seine zuvor geäußerten Bedenken hinweg die gewünschte Freigabe wie folgt erteilt:

Ergebnis der Beratung/ Festlegung:

- *Die im BSK erläuterten Maßnahmen für die Selbstrettung mobilitätseingeschränkter Personen entstanden in der Schlichtung.*
- *Die vorgesehenen Maßnahmen sind ergänzende Rettungsmöglichkeiten für mobilitätseingeschränkte Personen.*
- *Im Zuge der Fortschreibung des BSK sind*
  - *die Verpflichtung zur Hilfeleistung (Verweis auf§ 323c StGB) und*
  - *die vorgesehenen Staufläche in den Treppenräumen deutlicher herauszuarbeiten.*
- *Weiterhin ist die Anwendung der VDI 6017 [„Brandfallsteuerung für Aufzüge"] zu prüfen.*
- *Die Rettung mobilitätseingeschränkter Personen ist prinzipiell möglich. Der vorstehende Punkt ist nicht planfeststellungsrelevant. Die Details sind im Zuge der Ausführungsplanung zu klären und in der Fortschreibung des BSK zu präzisieren.*

Es drängt sich der Verdacht auf, dass der Prüfer Dr. Portz „auf Linie gebracht" wurde.

3.2 Weiternutzung der Aufzüge im Brandfall unzulässig

Die Bahn versucht, den Sicherheitsmangel der fehlenden Selbstrettungsmöglichkeit für mobilitätseingeschränkte Personen mit der Behauptung zu übergehen, dafür stünden die Aufzüge zur Verfügung, solange diese nicht selbst von Verrauchung betroffen sind. Die Verrauchung solle dafür fortlaufend überwacht werden.
Dem folgt das Eisenbahn-Bundesamt [EBA] mit der Feststellung auf S. 24 im Änderungs-Bescheid[03] „*durch den Weiterbtrieb der Aufzüge werde eine weit höhere Selbstrettungsanzahl ermöglicht*." – eine nicht einhaltbare Aussage, wie nachfolgend begründet wird.

Wie lebensgefährlich die Fahrt in einem Aufzug im Brandfall werden kann, zeigt der tragische Unfall mit Todesfolge durch die Benutzung eines Aufzuges nach Ausbruch eines Brandes am 13.9.2018 in einem Hochhaus in Berlin. Dort hatte eine 63-jährige Frau versucht, sich zusammen mit 2 Kindern mit dem Aufzug in Sicherheit zu bringen, anstatt über das sichere Treppenhaus zu flüchten. Rettungskräfte fanden die Frau tot im Fahrkorb, gestorben an einer Rauchvergiftung – drei Atemzüge sind tödlich, so der Sprecher. Die beiden Kinder kamen mit schwerer Rauchvergiftung ins Krankenhaus, mit möglicherweise bleibenden schweren Lungenschäden. Es wird vermutet, dass Rauch beim Öffnen der Fahrkorbtüren beim Einsteigen in den Aufzug-Fahrkorb eingedrungen ist.

Der Weiterbetrieb von Aufzügen ist im Brandfall aus Sicherheitsgründen grundsätzlich nicht zulässig. Im Brandfall müssen alle Aufzüge sowie auch die Rolltreppen von der BMA (Brandmeldeanlage) selbsttätig stillgelegt werden. Ein Aufzug darf keinen vom Rauch bedrohten Halt anfahren können, wo die Aufzugbenutzer einer Gefährdung ausgesetzt wären.

Auszug aus der AMEV-Richtlinie Nr. 134 „Aufzugsanlagen[12] in öffentlichen Gebäuden" / Stand 2017, S. 45, Abschnitt 4.5.3.3 „Evakuierungsfahrten" (AMEV: Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen):

> **4.5.3.3 Evakuierungsfahrten**
> Im allgemeinem gilt bei Aufzügen: **Im Brandfall nicht benutzen!** Die **Ausnahme** bildet der **Feuerwehraufzug** nach DIN EN 81 Teil 72. Dieser Aufzug dient in erster Linie der Feuerwehr als Arbeitsmittel für den Löschangriff und darf auch im Brandfall durch die Feuerwehr zur Personenrettung eingesetzt werden.
> Die Evakuierungsfahrt ist die gezielte Fahrt eines Aufzuges in eine Haltestelle bei einem Störfall (z. B. im Brandfall, bei Netzausfall).
>
> **Verhalten von Aufzügen im Brandfall**
> Für den sicheren Betrieb nach BetrSichV ist im Brandfall eine gezielte Evakuierung des Fahrkorbes und **Außerbetriebsetzung der Aufzugsanlage über eine Brandfallsteuerung** zu gewährleisten.

Daraus ergibt sich: alle Aufzüge, die nicht als Feuerwehr-Aufzug gebaut sind, müssen im Brandfall selbsttätig stillgesetzt werden.
Feuerwehr-Aufzüge erfordern nach DIN EN 81 Teil 72[13] eine feuerfeste Ausführung des Aufzugschachtes und einen gesicherten Vorraum – beides ist im S21-Tiefbahnhof weder vorgesehen noch möglich. Die (planfestgestellte) Ingenhoven-Planung sieht hier stattdessen sogen. „Panorama-Aufzüge" in einem Glas-Schacht vor, der keineswegs feuerfest ist, aber oben offen, so dass von oben her Rauch eintreten kann (der bei einer Abwärtsfahrt dann auch nach unten mitgezogen wird und zur Verrauchung der unteren Ebene beiträgt).
Außerdem dürfen Feuerwehr-Aufzüge im Brandfall auch nur von der Feuerwehr und nur mit besonderem Schlüsselschalter bedient werden. Damit würde auch eine Ausführung als Feuerwehr-Aufzug im Brandfall nicht für die Selbstrettung von Personen zur Verfügung stehen, sondern nur zur Fremdrettung durch die Feuerwehr. Bis diese am Brandort eintrifft, vergehen mindestens 20 Minuten – da sollte die Evakuierung lt. Brandschutzkonzept längst abgeschlossen sein, ansonsten besteht Lebensgefahr. Die von der DB angegebene Selbstrettung ist damit weder mobilitätseingeschränkten noch anderen Personen möglich; diese müssten vor dem Aufzug warten, bis sie von der Feuerwehr in Sicherheit gebracht werden – die von der Bahn behauptete *„weit höhere Selbstrettungsanzahl" mittels „Weiterbetrieb der Aufzüge"* ist damit nicht zu erreichen.

Das gilt auch für sogenannte Evakuierungs-Aufzüge nach EN81-76[14], die mit besonderer Sicherheitstechnik ausgestattet sein müssen, eine besondere Betriebserlaubnis benötigen und nur von eingewiesenen Evakuierungs-Beauftragten bedient werden dürfen, die ständig verfügbar sein müssen. Das ist hier nicht gewährleistet; im Ereignisfall wären auch solche Evakuierungs-Aufzüge nicht benutzbar. Das ständige Vorhalten von eingewiesenem Sicherheitspersonal ist hier weder vorgesehen noch machbar, würde es doch Unsummen an zusätzlichen Personalkosten erfordern. Im vorliegenden Änderungs-Planfeststellungs-Bescheid ist das auch nicht geregelt.

Davon abgesehen könnten angesichts der schnellen Verrauchung der Querstege innerhalb nur weniger Minuten durch Weiterbetreiben der Aufzüge ohnehin allenfalls nur noch ein oder zwei Rollstuhlfahrer je Bahnsteig auf die Ausgangsebene gebracht werden – eine Fahrt mit Ein- und Ausstieg dauert immerhin zwei Minuten, mit jeweils einem Rollstuhl; mehr ist mit den vorgesehenen Aufzügen nicht möglich. Das ist bei weitem unzureichend; um eine *„weit höhere Selbstrettungsanzahl" mittels „Weiterbetrieb der Aufzüge"* zu ermöglichen.

Die drei auf jedem Bahnsteig vorgesehenen Aufzüge, mit denen allein mobilitätseingeschränkte Personen den Bahnsteig verlassen könnten, sind jeweils etwa 170 m voneinander entfernt – für einen Rollstuhlfahrer eine erhebliche Strecke. Um diese zurückzulegen – durch das Menschen-Gewühl der „normalen“ Flüchtenden mit Gegenverkehr hindurch mit Staubildung vor den Treppenaufgängen und vorbei an mehreren Engstellen –, benötigt er viel Zeit, u.U. zu lange, um den nächsten Aufzug noch vor dem Verrauchen der Wege dorthin zu erreichen und sich rechtzeitig in Sicherheit bringen zu können.
Fallen gar zwei der drei Aufzüge aus wegen Verrauchung der Querstege, müssen Rollstuhlfahrer bis zu 340 m zum letzten verbliebenden Aufzug zurücklegen – eine Zumutung angesichts der 15 ‰-Steigung des Bahnsteigs.

Die von der DB angestrebte „Ausnahmeregelung“, die Aufzüge für jedermann solange weiter in Betrieb zu lassen, bis die Rauchschicht den Ausstiegsbereich erreicht, ist zum einen noch gar nicht genehmigt und zum andern technisch zu unsicher; außerdem verstößt sie gegen das v.g. Betriebsverbot von Aufzügen im Brandfall. Die dafür notwendige Sicherheit ist nicht zu gewährleisten. Alle dazu angefragten Aufzug-Hersteller, einschließlich der führenden Thyssen-Krupp und Schindler, haben übereinstimmend erklärt, dass es keine Aufzüge gibt, die im Brandfall einfach weiterbetrieben werden können. Dies wäre nur als Sonderausführung als sogen. Feuerwehr-Aufzug mit besonderer Feuerwehrsteuerung möglich.

3.3 Überwachung der Aufzugsbereiche auf Rauchfreiheit

Als Begründung für den Weiterbetrieb der Aufzüge im Brandfall stellt die Bahn die vorgesehene Überwachung der Rauchschicht in deren Einzugsbereich heraus und verweist dazu auf durchgeführte Rauchversuche[15] des IFAB Ingenieure für angewandte Brandschutzforschung GmbH. Im Änderungsplanfeststellungsbeschluss des EBA v. 19.3.2018 zur 18. PÄ heißt es auf S. 24:

„Der Prüfbericht von IFAB (Ingenieure für angewandte Brandschutzforschung) zu durchgeführten Rauchversuchen für die Brandmeldeanlage Bahnhofshalle S21 belegen die grundsätzliche Machbarkeit des Weiterbetriebs der Aufzüge.“

Wenn das EBA eine „grundsätzliche Machbarkeit“ feststellt, dann bedeutet dies im Umkehrschluss, dass von einem allgemeinen Grundsatz abgewichen werden soll, nämlich hier vom grundsätzlichen Verbot des Aufzugsbetriebes im Brandfall.

In diesem v.g. IFAB-Prüfbericht[07)] heißt es dazu auf S. 86, Abschnitt 11 „Zusammenfassung“ / 11.1 „Aussicht“ lediglich:

„..Die Versuche haben auch gezeigt, dass eine Anordnung der LSRM [= Lichtstrahl-Rauchmelder] *über den Stegen in der Lage ist, die sich absenkende Rauchschicht zu erfassen und somit geeignet ist, die Höhe der rauchfreien Schicht zu überwachen und entsprechende Signale zur Steuerung der Aufzugsbereitstellung zu liefern.“*

Mehr steht dazu im ganzen Bericht nicht drin. Aus diesem einen einzigen Satz einer vagen Möglichkeitsbeschreibung aus dem Abschnitt „Aussicht“ des v.g. IFAB-Prüfberichts nun den Nachweis für eine grundsätzliche Machbarkeit des Weiterbetreibens der Aufzüge im Brandfall zu konstruieren, ist vom Eisenbahn-Bundesamt mehr als gewagt.

Der Vorgang erweckt den Eindruck, dass lediglich eine rein formale Lösung zur Evakuierung mobilitätseingeschränkter Personen vorgelegt werden soll, um das Baurecht für den S21-Tiefbahnhof zu rechtfertigen – gleichgültig, ob und wie dies später dann mal gesichert umsetzbar sein wird.

Es drängt sich der Eindruck auf, dem IFAB wurde vorgegeben, irgendwie die Möglichkeit einer rauchabhängigen Aufzugs-Ansteuerung im Brandfall zu bescheinigen, damit das EBA einen „Freibrief“ ausstellen konnte – was dieses dann auch getan hat.

Im Übrigen ist der vorerwähnte IFAB-Prüfbericht insofern wertlos, als die in den Versuchen festgestellten Detektionszeiten durchweg ein Mehrfaches der im Brandschutzkonzept vorgegeben Zeit < 60 Sekunden betragen. Von den 36 überprüften Alarmparametern wurden nur 12 erfüllt, gerade mal ein Drittel – das ist kein gesicherter Nachweis der Machbarkeit. Das von IFAB geprüfte Messkonzept zur Erfassung der Rauchschicht ist hier nicht anwendbar und wird auch nicht umgesetzt. Unverständlich, warum die DB PSU diesen Bericht überhaupt ans EBA weitergegeben hat – außer eben wegen diesem einen v.g. Satz zur Möglichkeit der Aufzug-Ansteuerung im Brandfall.

Insgesamt erscheint dies als ein Versuch der DB, die grundsätzliche Sicherheitsforderung, Aufzüge im Brandfall nicht zu betreiben, durch eine Ausnahmeregelung zu unterlaufen, weil sie anders die sichere Evakuierung mobilitätseingeschränkter Personen bei einem schweren Brandereignis nicht darstellen kann.

Das Eisenbahn-Bundesamt setzt sich zugunsten der Vorhabenträgerin DB über alle Bedenken von anderer Seite hinweg und übernimmt hier ungeprüft eine Wunschvorstellung der Vorhabenträgerin.

3.4 Warteplätze und Fremdrettung

Zur Selbstrettung mobilitätseingeschränkter Personen werden lt. „Rettungskonzept“[02)] gem. „Erläuterungsbericht“ der DB PSU „ausreichende Warteplätze für Rollstuhlfahrer in gesicherten Bereichen“ zur Verfügung gestellt, von denen sie im Rahmen der Fremdrettung durch Feuerwehrkräfte in Sicherheit gebracht werden.
Dazu führt das EBA im Änderungsbeschluss[03)] auf S. 24 aus: „*Darüber hinaus stehen hinter den Brillenwänden ausreichend sichere Stauräume inklusive der konkret vorgesehenen Wartefläche für Rollstuhlfahrer zur Verfügung. Der Selbst- und Fremdrettung mobilitätseingeschränkter Personen ist damit ausreichend Rechnung getragen.*“

Die tatsächlich vorgesehene Anzahl der Rollstuhl-Warteplätze in den als „gesichert“ angesehenen Zugangsfluren zu den Fluchttreppen an den beiden Bahnsteigenden wird nicht genannt und ist nur aus den „Rettungsplänen“ ersichtlich. Danach sind lediglich <u>zwei Rollstuhl-Warteplätze am Nordkopf und nur drei am Südkopf</u> vorgesehen, s. nachstehenden Planausschnitt Abb. 3.4.1. Das ist bei weitem unzureichend.

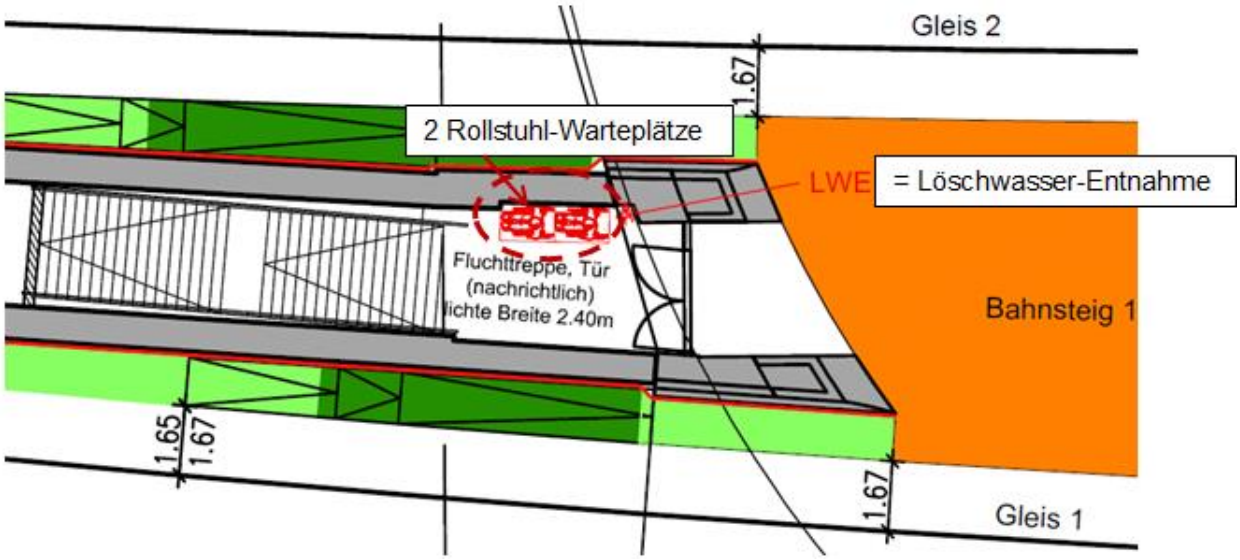


Abb. 3.4.1 **Rollstuhl-Warteplätze** vor Fluchttreppe Nord / Ausschnitt aus Zeichng. 10.2.8

Das Brandschutzkonzept verweist auf Erhebungen der DB, wonach von „*einer Gleichzeitigkeit von max. 2 – 3 Rollstuhlfahrern pro Bahnsteig auszugehen*“ ist (BSK[04)] S. 98), was bei 4.000 Personen, die im Ernstfall vom Bahnsteig flüchten müssen, angesichts des steigenden Anteils von Menschen mit Behinderungen erheblich zu gering ist.

Verwiesen wird hierzu auf § 10 VStättVO; dort heißt es: „..*müssen für Rollstuhlbenutzer mindestens 1 Prozent der Besucherplätze... vorhanden sein*“; demzufolge müssten 40 Rollstuhl-Warteplätze an jedem Bahnsteigkopf vorgesehen werden. Die dafür benötigten Flächen (mind. 50 m²) sind hier aber nicht zur Verfügung.
Der „Nationale Aktionsplan der Bundesregierung zur Umsetzung der UN-Behindertenrechts-Konvention“ des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales v. September 2011[16]] nennt sogar 7,1 Mill. Bundesbürger als schwerbehindert; das entspricht einem Bevölkerungsanteil von rd. 8 %. Dagegen sind die 1 % gemäß VStättVO geradezu wenig – und erst recht die 2 bzw. 3 von der Bahn vorgesehenen Rollstuhl-Warteplätze an jedem Bahnsteigende.

Hinzu kommt, dass ausgerechnet in diesen Rollstuhl-Wartebereichen die Löschwasser-Entnahmestellen für den jeweiligen Bahnsteig vorgesehen sind, s. vorstehende Abb. 3.4.1 „Rollstuhl-Warteplätze vor Fluchttreppe“, an denen die Feuerwehrleute im Brandfall ja hantieren müssen. Das ist aber nur möglich, wenn dort der Zugang nicht durch Rollstühle versperrt ist. Ein sinnvoller Löschangriff ist nicht möglich, wenn zuerst Rollstuhlfahrer samt ihrem Gefährt weggeschafft werden müssen, um den Zugang zur Löschwasser-Entnahme freizumachen.

Die Sicherheit mobilitätseingeschränkter Personen wird hier von der Verfahrenträgerin und der Genehmigungsbehörde unangemessen vernachlässigt. Der Änderungsplanfeststellungsbeschluss v. 19.3.2018 zur 18. Planänderung ist auch deshalb fehlerhaft und rechtswidrig, weil er GG Art. 2 „Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit eines jeden Einzelnen“ entgegensteht.

4 VERRAUCHUNG DER S21-TIEFBAHNSTEIGHALLE

4.1 Brandschutzkonzept und zugrundeliegender Brandablauf

Im Abschn. 8.2.4.7/ S. 128 des Brandschutzgutachtens BSK[04)] beschreibt BPK die betrachteten Brandorte 1–4 in der Tiefbahnsteighalle und deren unterschiedliche Auswirkungen in Bezug auf die Nicht-Benutzbarkeit einzelner Fluchtwege infolge der Verrauchung der Querstege.
Ein Brandgeschehen zwischen den Stegen A und B erweist sich dabei als der schlimmste anzunehmende Fall, weil dabei beide Stege verrauchen und die Treppen dorthin dann als Fluchtwege nicht mehr genutzt werden können.

Dem Brandschutzkonzept BSK[04)] von BPK zugrunde gelegt ist ein bereits brennend in die Tiefbahnsteighalle einfahrender Zug; Brandbeginn 7 Minuten vor Einfahrt in die Bahnsteighalle, Brandleistung bei Einfahrt gem. DB-Brandkurve 2,0 MW [BSK[04] Abschn. 8.2.5.2.4, S. 148]. Dabei wird vom Brand in einem Reisezugwagen ausgegangen; Auslösung des Brandalarmes und Beginn der Evakuierung eine Minute nach Zug-Einfahrt; Verrauchung der Bahnsteighalle erst nach Öffnen der Türen des brennenden Wagens ab Minute 8 nach Brandbeginn.

Diese Vorgaben für die Simulation der Rauchausbreitung sind insgesamt wirklichkeitsfremd; die Abläufe werden sich so nicht abspielen.
Unzutreffend ist die Behauptung von BPK, die zugrunde gelegte Vorbrandzeit von 7 Minuten bis zum Halt des brennenden Zuges in der Bahnsteighalle stelle eine `*worst case*´-Betrachtung dar, weil nach Angabe der DB die Fahrtzeit im Fildertunnel ja nur 5:09 bis 5:39 Minuten dauern würde [BSK[04)] Abschn. 8.2.5.2.3, S. 147].

Die Vorbrandzeit ist jedoch nicht abhängig von der Fahrzeit im Tunnel, sondern vom Zeitpunkt der Brand-Entstehung. Der Brandbeginn kann durchaus vor Einfahrt in den Tunnel liegen; bis zu seiner Wahrnehmung können weit mehr als nur eine Minute Zeit vergehen. Der Brand im Zug könnte also bei Einfahrt in den Tiefbahnhof durchaus auch viel weiter fortgeschritten sein als in der Betrachtung von BPK zugrunde liegt.

Beispielhaft hierzu sei erinnert an den Zug-Fahrzeugbrand[10)] am 25.6.2012 zwischen Eilendort und Aachen-Rote Erde, als ein Zug wegen fehlerhafter Elektrik in Brand geriet, was erst nach der von der Sicherheitsschaltung wegen Überhitzung ausgelösten Zwangsbremsung auf freier Strecke bemerkt wurde. Der Zug brannte völlig aus; Sachschaden 600.000 €. Personen kamen – Gott sei Dank – nicht zu Schaden, weil diese den Zug noch rechtzeitig ins Freie verlassen konnten. Im geplanten Tiefbahnhof von Stuttgart 21 oder gar in einem der Zulauftunnel wäre der Vorfall nicht so glimpflich ausgegangen.

4.2 Brandlast und Brandverlauf

Anstelle des von BPK als maßgebend angesetzten Falles eines in Brand geratenen Reisewagens ist eher mit einem Brand im Triebfahrzeug zu rechnen; in neun von zehn Fällen sind Triebfahrzeuge / Lokomotiven aufgrund technischer Störungen an der Elektro-Ausrüstung von Brandgeschehen betroffen. Brandablauf und Rauchfreisetzung sind dann anders zu betrachten und wirken sich u.U. deutlich schwerwiegender aus; die Brandlast ist durch die im Triebfahrzeug mitgeführte große Menge an Trafo-Kühl-Öl (2 to) erheblich größer als in einem Reisezugwagen, in dem nur die Innenausstattung und mitgeführtes Gepäck in Brand geraten können.

Zweifelhaft ist weiterhin die Annahme von BPK, dass nach 7 bzw. 8 Minuten Branddauer erst eine Brandleistung von 2 MW erreicht sein würde. Die hierzu von BPK zugrunde gelegte Brandkurve der DB (s. nachstehende Abb. 4.2.1), nach der in den ersten 10 Minuten kaum Wärme freigesetzt wird, mit nur einem geringen Anstieg und die volle Brandlast erst nach 25 Minuten Branddauer erreicht wird, widerspricht aller Erfahrung und auch den Ergebnissen von Brand-

versuchen, die den Vollbrand bereits 10 Minuten nach Brandbeginn erwiesen haben, s. nachfolgende Abb. 4.2.2 mit den Energiefreisetzungsraten für Schienenfahrzeuge, abgeleitet aus den EUREKA-Versuchen [Bild 8/1 aus „Brandschutz in Fahrzeugen und Tunneln des ÖPNV" [09)] S. 465 / VDV 2005].

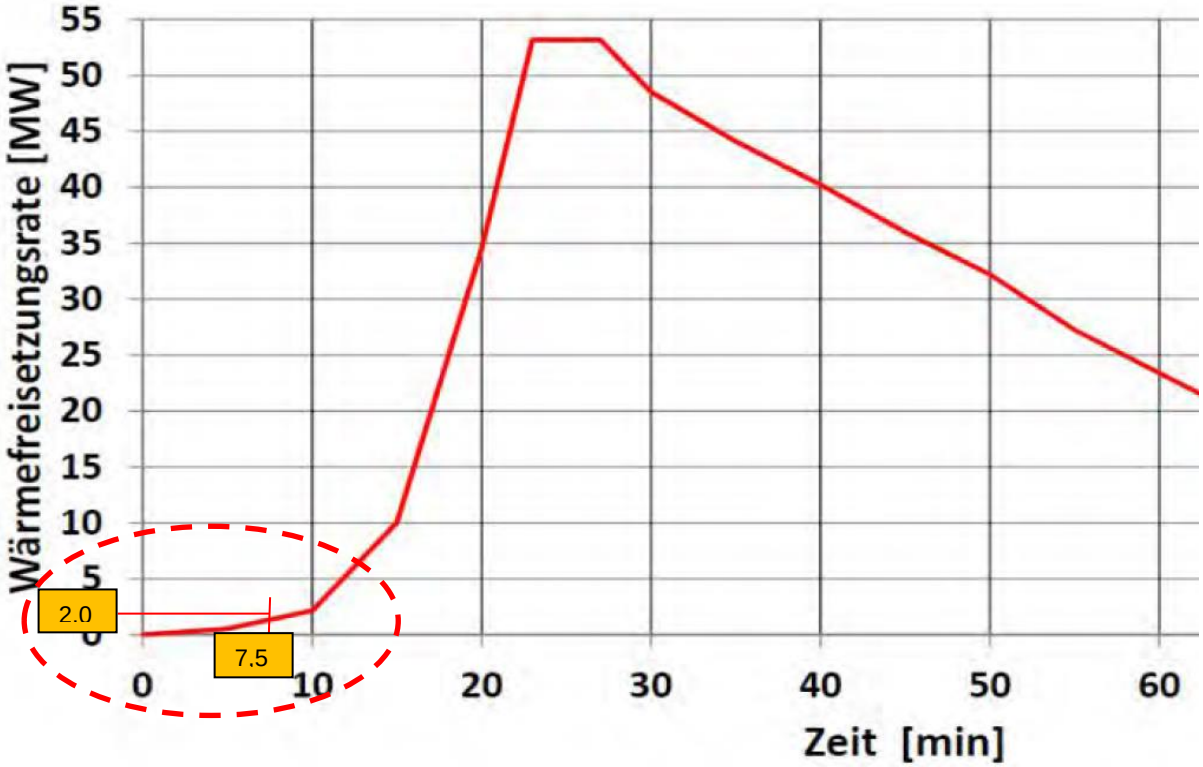


Abb. 4.2.1 **Brandverlauf** nach DB-Anwenderhandbuch 2010
aus: „Brandschutzkonzept Bahnhofshalle" S. 49 / BPK Stand 22.4.2016

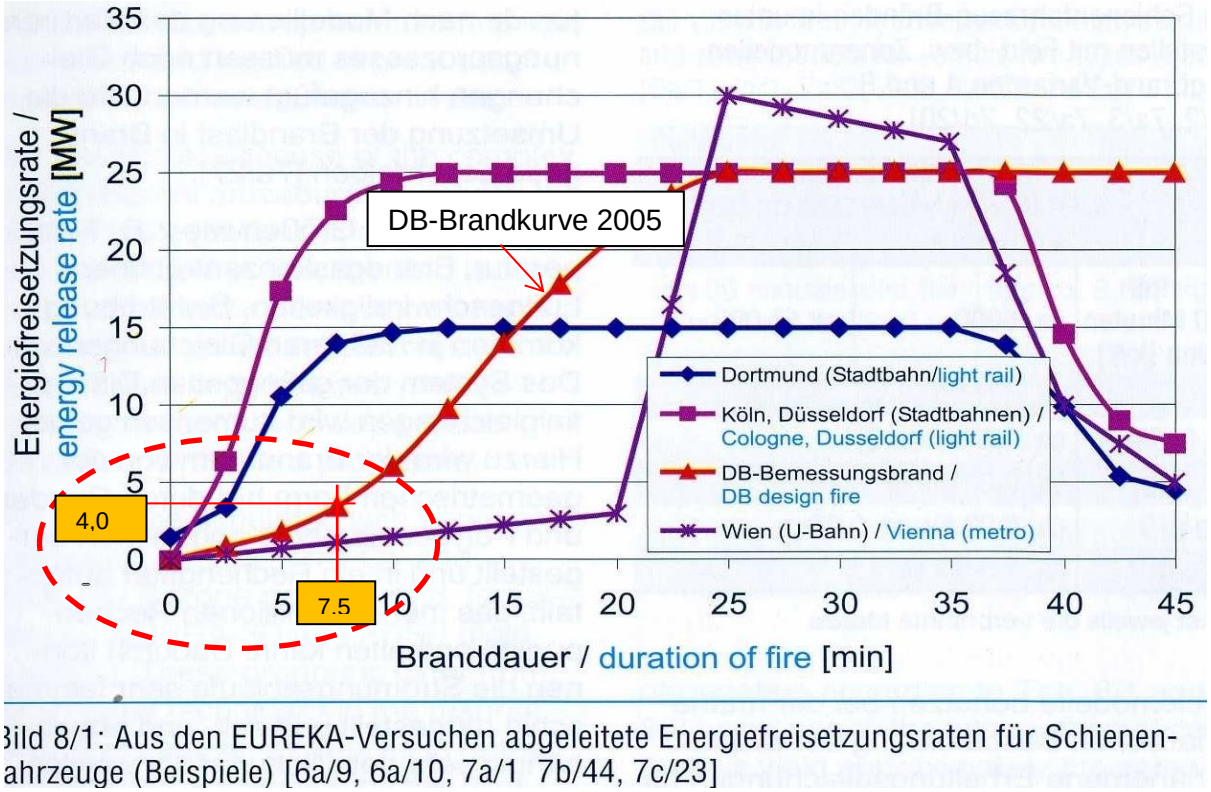


Bild 8/1: Aus den EUREKA-Versuchen abgeleitete Energiefreisetzungsraten für Schienenfahrzeuge (Beispiele) [6a/9, 6a/10, 7a/1 7b/44, 7c/23]

Abb. 4.2.2 **Brandkurven f. Schienenfahrzeuge**
aus „Brandschutz in Fahrzeugen und Tunneln des ÖPNV"[09)] S. 465 / VDV 2005

Dass Schienenfahrzeuge der DB so viel langsamer abbrennen sollen als die in brandtechnischer Hinsicht gleichartigen Stadtbahn- und U-Bahn-Wagen des ÖPNV, ist nicht nachvollziehbar. Die Gültigkeit der Bemessungsbrandkurve der DB muss in Frage gestellt werden.

Weiterhin fällt beim Vergleich der Brandkurven für den „DB-Bemessungsbrand“ in Abb. 4.2.1 und 4.2.2 auf, dass in der von BPK für die Verrauchungs-Simulation zugrunde gelegten Brandverlaufskurve in Abb. 4.2.1 der Anstieg der Wärmefreisetzungsrate in den ersten 10 Minuten nur etwa halb so groß ist wie in Abb. 4.2.2 für den „DB-Bemessungsbrand 25 MW“. Diese Angaben sind höchst widersprüchlich: Anstatt 2 MW ergeben sich nach 7–8 Minuten aus Abb. 4.2.2 rd. 4 MW; die Rauchfreisetzung muss folglich ebenfalls doppelt so groß sein wie in den Simulationsläufen zugrunde gelegt. Die Ergebnisse der Verrauchungssimulation sind damit falsch; sie liefern zu niedrige, d.h. zu günstige Werte. Gerade in dem für Verrauchungs-Simulationen entscheidenden Anfangsbereich der ersten 10 Minuten wurde die Brandkurve gegenüber der Vorgänger-Kurve entscheidend nach unten gedrückt.

Es ist also eher davon auszugehen, dass nach 7–8 Minuten Branddauer der Wagen, in dem das Feuer ausgebrochen ist, bereits mit einer Brandleistung von etwa 5–10 MW in vollen Flammen steht und der Brand auf die benachbarten Wagen übergreift, was hier in der Brandsimulation ebenfalls unberücksichtigt bleibt.
Erfahrungsgemäß breitet sich ein Feuer rasend schnell aus, hier noch zusätzlich durch den Fahrtwind des fahrenden Zuges angefacht. Wer von den Insassen sich nicht innerhalb der ersten 2–3 Minuten in die anderen noch nicht betroffenen Wagen in Sicherheit bringen konnte, wird die Einfahrt des Zuges in die Tiefbahnsteighalle wohl kaum noch erleben.

So haben auch Lönnermark, Claesson e.a. in Tunnelbrandversuchen „Full Scale Fire Tests with a Commuter Train in a Tunnel“[11)] 2012 in Schweden das Durchzünden [flash over] zum Vollbrand in nur 7 Minuten nach dem Zünden festgestellt. Zu vergleichbaren Ergebnissen sind auch andere Forscher gekommen, s. u.a. H. Ingason „Design Fires in Tunnels“ / 2006.

Die Vorgabe der DB, ein im Tunnel in Brand geratener Zug müsse unter allen Umständen in den Tiefbahnhof einfahren, ist nicht zu verantworten. Im Brandfall kommt es u.U. auf Sekunden an, ob jemand da noch lebend herauskommt oder nicht. Es wird kaum etwas anderes übrig bleiben, als bei Erkennen eines Brandes den brennenden Zug sofort im Tunnel zu stoppen und sogleich räumen zu lassen, obwohl die Bedingungen für eine Selbstrettung im Tunnel wegen der großen Abstände der Rettungsstollen von 500 m noch schlechter sind als im Tiefbahnhof.

4.3 Rauchentwicklung und Rauchausbreitung

Die Rauchentwicklung steht im gleichen Verhältnis zur Brandleistung – je größer die Brandleistung, umso stärker die Rauchentwicklung. Bei dem Auslegungsbrand mit 53 MW Brandleistung muss mit einer Rauchentwicklung von 150 m³/s gerechnet werden; das sind in jeder Minute 9.000 m³.

Die Rauchausbreitung in der Bahnsteighalle stellt BPK mittels einer Simulationsrechnung mit dem FDS-Programm dar [s. BSK[04)] Abschn. 8.2.5.2.1, S. 143 ff], wobei ein Brandverlauf gem. Abb. 07 zugrunde gelegt wurde. Wie vorstehend im Abschn. 4.2 dargelegt, ist diese im hier entscheidenden Bereich der Brandentwicklung in den ersten 10 Minuten fehlerhaft und liefert eine viel zu geringe Wärmefreisetzung, mithin ist auch die simulierte Rauchausbreitung fehlerhaft und deutlich zu gering; es muss mit einer mindestens doppelt so starken Rauchfreisetzung in der Tiefbahnsteighalle gerechnet werden, als von BPK zugrunde gelegt.

Ohnehin lassen sich die Ergebnisse von „Simulationsrechnungen“ nur schwer überprüfen. Das beginnt bereits mit dem Rechenprogramm: Welche physikalischen, thermodynamischen, strömungsmechanischen und ggf. chemischen Grundlagen sind wie angewandt worden, und wie-

viel davon ist „Empirie“, also nur Näherung? Ein Programm kann nur das rechnen, was zuvor eingegeben wurde. Wenn eine Raucheinmischung im Programm gar nicht vorgesehen ist, wird der Simulationslauf auch keine ergeben.

Sodann die mathematische Abbildung der unerhört verwickelten Geometrie der Tiefbahnsteighalle – welche Vereinfachungen wurden gemacht, um den Rechenaufwand überhaupt bewältigen zu können?

Auch bei der Eingabe der **Ausgangsgrößen** und **Randbedingungen** gibt es viele Spielräume; die ein gewünschtes Ergebnis begünstigen, das dann niemand überprüfen kann.

4.4 Optische Dichte des Rauches

Als Nachweis für die Einhaltung einer raucharmen Schicht sieht das Brandschutzkonzept hier einen Grenzwert für die „optische Dichte“ der Rauchgase von 0,13 m^{-1} vor, was etwa 10 m Sichtweite entspricht [BSK[04)] S. 149], der bis 2,5 m Höhe über die Dauer der Selbstrettungsphase nicht überschritten werden soll. Die Ergebnisse sind im BSK[04)] auf den Bildern auf S. 162–225 als Farbplots dargestellt, die allerdings wegen der starken Verkleinerung wenig aussagekräftig sind. Diese sollen zeigen, dass die Aufenthalts- und Fluchtbereiche über die Dauer der Selbstrettung „raucharm“ bleiben.

Tatsächlich aber schränkt die hier zugelassene „optische Dichte“ der Rauchgase mit 0,13 m^{-1} die Sichtweite auf 10 m unzumutbar stark ein, wie der Vergleich nachstehender Bilder 4.4.1 und 4.4.2 zeigt:

Abb. 4.4.1 **Verrauchter Bahnsteig – Sichtweite ~ 100 m** (10-mal weiter als bei S21)

Vorstehendes Bild 4.4.1 einer durch einen läppischen Abfallbrand im Tunnel verursachten Verrauchung einer S-Bahn-Haltestelle vermittelt einen Eindruck von der Beeinträchtigung durch den freigesetzten Rauch. Die Rauchdichte im Bild liegt bei etwa 0,05 m^{-1} und damit sehr viel geringer als der v.g. Grenzwert 0,13 m^{-1}; die Sichtweite beträgt immerhin etwa 100 m (das Zugende ist noch gut erkennbar). Dennoch erscheint der Rauch besorgniserregend.

Abb. 4.4.2 **Verrauchter Bahnsteig – Sichtweite ~ 10 m** (wie bei S21 vorgesehen)

Abb. 4.4.2 hingegen zeigt am gleichen Bild eine deutlich stärkere Verrauchung entsprechend dem Grenzwert der „optischen Dichte“ von 0,13 m^{-1} mit einer auf 10 m eingeschränkten Sichtweite, wie im Brandschutzkonzept für S21 vorgesehenen. Von „raucharm“ kann keine Rede sein; Abb. 4.4.2 vermittelt sehr anschaulich die Bedrohlichkeit einer derartigen Verrauchung. Die Flüchtenden verlieren ihre Orientierungsfähigkeit und geraten in Panik – der hier für die Nachweisführung angesetzte Grenzwert der „optischen Dichte“ von 0,13 m^{-1} ist entschieden zu hoch; das Brandschutzkonzept für Stuttgart 21 ist auch aus diesem Grunde fehlerhaft und nicht genehmigungsfähig.

Dies hatte im Übrigen auch der Brandschutz-Sachverständige GRUNER AG[21)] in seiner Stellungnahme vom 20.9.2012 (s. Anhang 01) an die DB PSU beanstandet. Dort steht auf S. 4:

„Neben den vorgenannten Problemen im Zusammenhang mit dem Evakuierungskonzept betrachten wir auch das vom Berichterstatter vorgeschlagene Entrauchungskonzept kritisch. Der Berichterstatter weist hier eine raucharme Schicht in der Bahnhofshalle für unterschiedliche Brandorte nach. Dabei ist die angesetzte optische Dichte als Beurteilungsmaßstab für die Rauchfreihaltung (mit 0,13 m^{-1}) zumindest diskussionswürdig. Wie bereits in unserem Schreiben vom 23. Juli 2012 erwähnt, hält der auch vom Berichterstatter angegebene vfdb-Leitfaden fest, dass bereits bei einer optischen Dichte von 0,10 m^{-1} eine deutliche Verlangsamung ortsunkundiger Personen zu bemerken ist.“ [Hervorh. d. A.]

Über diesen Hinweis haben sich Bahn und EBA hinweggesetzt.

4.5 Gesundheitsschädigende Brandgase

Das Brandschutzkonzept BSK[04)] nennt folgende Grenzwerte für die Verrauchung der Bahnsteighalle gem. vfdb-Leifaden als Schutzziel (Ausschnitt aus Gutachten hhpberlin, Ingenieure für Brandschutz GmbH, Berlin[22)]):

hhpberlin

Next Generation Fire Engineering

VERRAUCHUNG

Das Schutzziel einer raucharmen Schicht kann gemäß /vfdb Leitfaden/ als erfüllt angesehen werden, wenn in der jeweiligen Höhe die untenstehenden Schutzzielkriterien über eine Expositionszeit von 900 s (15 min) eingehalten werden.

- eine CO_2-Konzentration von < 2 Vol.-%,
- eine CO-Konzentration von < 200 ppm,
- eine Lufttemperatur von < 50°C und
- eine ausreichende Sichtweite > 10 bis 20 m oder
- eine optische Rauchdichte < 0,1 m^{-1} bzw. < 0,15 m^{-1} bei übersichtlich strukturierten Bereichen.

zul. Grenzwert CO =150 ppm!
HCN, HCL, SO_2, Phosgen, Dioxine, Furane nicht berücksichtigt!
3-5 Atemzüge => Tod!

Dies bedeutet, dass durchschnittlich konstituierte Personen erst dann mit gesundheitlichen Schäden rechnen müssen, wenn Sie über 1800 s (30 min) dauerhaft dieser Belastung ausgesetzt sind. In der Regel ist im Rahmen der Selbstrettung von wesentlich kürzeren Expositionsdauern auszugehen, sodass die Werte auf der sicheren Seite liegen.

Der höchste Wert der optischen Dichte, bei dem die Randbedingungen (Reizgasanteile, toxische Gase) noch eingehalten werden können, liegt bei 0,21 m^{-1}, wobei die Einwirkungszeit 10 min nicht überschreiten darf (vgl. /Wilk/). Dieser optischen Dichte (reizender Rauch) entspricht eine mittlere Sichtweite von ca. 6 m für selbstleuchtende Objekte (C=5, bzw. ca. 10 m für C=8) und ca. 3,70 m für reflektierende Objekte.

Abb. 4.5.1: hhpberlin-Gutachten mit überhöhten Rauchgaswerten

In der Simulation von BPK zur Verrauchung bleiben gesundheitsschädigende Rauchgas-Bestandteile (Ruße, CO_2, CO, HCN, HCL, SO_2, Phosgen, Dioxine, Furane u.a.) wie auch die infolge des Brandgeschehens bereichsweise stark erhöhte Umgebungstemperatur gänzlich außer Betracht.

Doch die gesundheitlichen Auswirkungen dieser Stoffe, zumal in ihrem Zusammenwirken, sind keineswegs unbedenklich. Die angeblich „tolerierbaren Anteile“ sind jeweils für sich allein bereits gesundheitsgefährdend. So beträgt nach TRGS 900 [23)] der Grenzwert für Kohlenmonoxid CO nur 30 ppm (30 ml/m³); ab 100 ppm CO treten bei empfindlichen Personen in verrauchten Bereichen Übelkeit und Vergiftungserscheinungen auf. Dennoch sollen für die „raucharmen Fluchtbereiche“ der S21-Tiefbahnsteighalle lt. hhpberlin[09)] bis zu 200 ppm CO zulässig sein, nahezu das 7-fache des Grenzwertes nach TRGS 900 [10)].

Noch weit gefährlicher ist das bei der Verbrennung chlorhaltiger Kunststoffe, wie sie in der Innenausstattung von Reisezugwagen eingesetzt sind, ebenfalls entstehende Phosgen $COCl_2$, ein starkes Giftgas, für das ein Grenzwert von nur 0,02 ppm gilt. Weil es schwerer als Luft ist, sinkt es zu Boden und macht so die Fluchtwege unpassierbar, lange bevor die Sichttrübung durch die Rauchgase den angesetzten Grenzwert der optischen Dichte von 0,13 m^{-1} erreicht.

BPK geht im vorliegenden BSK[04)] darauf jedoch gar nicht ein und erwähnt lediglich „*die Zunahme der Reizung von Augen und Atemwegen*“ durch Rauch, s. S. 160 im BSK[04)] und erklärt dazu, die „*Reizeigenschaften der Rauchgase*“ seien unbedenklich bei Einhalten eines Grenzwertes der Optischen Dichte D_L = 0,13 m^{-1}, s. S. 149 im BSK[04]. BPK bezeichnet dies gar als „*konservativen Ansatz*“ und beruft sich dabei auf „internationale Fachliteratur“.

BPK hat entsprechend *DB-Anwenderhandbuch „Bemessungsbrände*“ folgende „*Simulations-*

Parameter“ verwendet [s. BSK[04)] S. 149]:

- Grenzwert Optische Dichte D_L = 0,13 m^{-1}
- Rußausbeutefaktor („soot yield“) = 0,13 kg/kg
- CO-Ausbeutefaktor („CO-yield“) = 0,07 kg/kg
- Heizwert („heat combustion”) = 23,1 MJ/kg
- Strahlungsanteil („radiative fraction”) = 20 %

Demzufolge sind – außer Rußbildung und ggf. Kohlenmonoxid CO – ansonsten keinerlei gesundheitsschädigende Brandgase in die Simulationsrechnungen eingegangen.

Inwieweit das bei Verbrennungsvorgängen unvermeidlich entstehende äußerst giftige Kohlenmonoxid CO in den Simulationsrechnungen berücksichtigt wurde, ist nicht ersichtlich. Weil es sich dabei um ein farbloses Gas handelt, welches nicht zur Trübung der Brandgase beiträgt, geht es auch nicht in die ermittelte Optische Dichte ein. Die Konzentration und die Ausbreitung des Giftgases Kohlenmonoxid CO sind im BSK[04] nirgends angegeben; ein Gleichsetzen mit der optischen Dichte ist unzulässig wegen der gänzlich unterschiedlichen physikalischen Stoffeigenschaften.

Alle hier als „*zulässig*“ aufgeführten Grenzwerte stellen jeder für sich genommen bereits eine gesundheitliche Gefährdung dar. Erst recht gilt dies für das Zusammenwirken der hier überhaupt nicht berücksichtigten anderen schweren Atemgifte im Rauch. Deshalb müssen die Werte um eine Größenordnung geringer angesetzt werden, damit das grundgesetzlich verankerte „Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit“ gem. GG Art. 2(2) gewahrt bleibt.

Der entstehende Rauch ist hochgiftig und führt schon in geringen Konzentrationen beim Einatmen zu Rauchvergiftung mit bleibenden Gesundheitsschäden durch Verätzen der Lungenbläschen, bei unverdünntem Rauch innerhalb von einer Minute zum Tod.

Die gesundheitsschädigende Wirkung des entstehenden Rauches ist bedingt durch:

- Ruß-Schwebstoffteilchen => verursachen Atembeschwerden, schränken Sichtweite ein
- stark verringerten Gehalt an Sauerstoff => verursacht Atemnot, Bewusstlosigkeit, Tod
- hohen CO_2-Anteil => verursacht Bewusstlosigkeit, Tod durch Ersticken ab ~ 5 Vol.%
- giftige Brandgase: CO Kohlenmonoxid, HCN Blausäure, Phosgen $COCl_2$ u.a.m => Tod durch Vergiftung

Wie sehr offizielle Stellen dazu neigen, die gesundheitliche Gefährdung von Brandrauch herunterzuspielen, während Mediziner davor warnen, zeigt beispielhaft der verheerende Moorbrand bei Meppen / Niedersachsen im September 2018, der über drei Wochen lang nicht unter Kontrolle zu bringen war und dessen Rauchwolken bis ins 130 km entfernte Bremen zogen und die Bevölkerung mehrerer Ortschaften bedrohten.

Während die Bundeswehr, die den Brand fahrlässigerweise durch einen Raketentest ausgelöst hatte, die Rauch- und Qualmwolken als *gesundheitlich unbedenklich* bezeichnet, widersprechen Fachärzte. Die freigesetzten Partikel seien, insbesondere für Menschen, die Lungenerkrankungen haben, eine Gefährdung. Dies gelte für die unmittelbare Umgebung, aber aufgrund der Ausmaße der Rauchwolke *„wahrscheinlich auch für Menschen in größerer Entfernung“,* sagte Lungenspezialist Prof. Dr. Klaus Rabe von der LungenClinic Grosshansdorf (Schleswig-Holstein) im NDR-Fernsehen. Anzumerken ist dabei, dass die Rauchdichte in den Ortschaften nur einen Bruchteil des hier den Verrauchungssimulationen zugrunde liegenden Grenzwerts aufwies, aber dennoch als gesundheitsgefährdend gesehen wird.

„Durch die Gase und die Feinstaubbelastung ist der Rauch potenziell gesundheitsschädlich“, sagt auch Dieter Ukena, Chefarzt des Lungen-Zentrums Bremen am Klinikum Bremen-Ost. Gefährdet seien grundsätzlich alle Menschen mit empfindlichen Atemwegen. Das seien nicht nur Asthmatiker, sondern auch Menschen, die etwa an allergischer Rhinitis leiden. Menschen mit Asthma könnten im schlimmsten Fall einen Asthmaanfall bekommen. Bis zu einem Fünftel der Bevölkerung gelte als besonders empfindlich, so Dr. Ukena.

„Solche kurzzeitigen Spitzen sind gesundheitlich sehr relevant, da sie auch bei Menschen Reaktionen auslösen können, die sonst keine Beschwerden haben“, sagt Dr. Ukena. Je höher die Messwerte seien, umso wahrscheinlicher sei es, dass auch ansonsten gesunde Menschen nun zum Beispiel asthmatische Beschwerden bekämen.

Der Nachweis der über die Dauer der Evakuierung rauchfrei zu haltenden Aufenthalts-Bereiche und Fluchtwege muss zwingend um Simulationsrechnungen zur Konzentration und der Ausbreitung der wichtigsten gesundheitsschädigenden Brandgase ergänzt werden, wobei die Grenzwerte nach TRGS 900 [23)] nicht überschritten werden dürfen.

4.6 Verrauchung Straßburger Platz

4.6.1 *Gefährdung durch Rauchaustritt*

Die Absicht der Vorhabenträgerin, <u>die Lichtaugen im Brandfall als Rauchabzugsöffnungen zu nutzen, ist auch deshalb untauglich</u>, weil im Brandfall der Straßburger Platz verrauchen wird und dadurch Personen gefährdet werden. Das Brandschutzgutachten von BPK geht jedoch auf eine Gefährdung von Menschen auf dem Straßburger Platz wie auch dem angrenzenden Wall über der Tiefbahnsteighalle durch unvermittelten Rauchaustritt aus den Lichtaugen überhaupt nicht ein; offenbar wird dies bislang völlig übersehen.

Der Straßburger Platz auf dem Dach der S21-Tiefbahnsteighalle ist ein öffentlich begehbarer Bereich, der jedermann zum jederzeitigen Betreten offensteht. Wie aber sollen Personen in diesem Bereich im Brandfall zuverlässig auf die drohende Gefahr hingewiesen und der Platz geräumt werden, bevor die Rauch-Abzugsklappen in den Lichtaugen öffnen und die Verrauchung beginnt? Außerdem soll die Feuerwehr auf dem Straßburger Platz anrücken und die Brandbekämpfung hier vorbereiten, in einem verrauchten Bereich ist das nur schwerlich möglich.

Die in den 23 Lichtaugen vorgesehenen Rauchabzugsklappen liegen nur etwa 2,5 m über der Gehfläche des künftigen Straßburger Platzes. Wenn diese Klappen im Brandfall öffnen und hier der Rauch austritt, muss damit gerechnet werden, dass die Geh- und Aufenthaltsbereiche auf dem Straßburger Platz und dem angrenzenden Wall zur Staatsgalerie hin sehr schnell verrauchen und dadurch Personen eine Rauchvergiftung erleiden können. Die Höhe der Rauch-Austrittsöffnungen über der Geh- und Aufenthaltsfläche ist viel zu niedrig.

Das Eisenbahn-Bundesamt wurde u.a. im März 2015 auf die Gefährdung von Menschen, die sich zufällig hier aufhalten, durch den Rauchaustritt hingewiesen; was jedoch unbeachtet blieb.

Wie sehr austretender Rauch schon bei geringsten Windgeschwindigkeiten abgelenkt und in den Aufenthaltsbereich hineingezogen wird, ist eine Erfahrungstatsache, die jedem Gärtlebesitzer (und dessen dadurch belästigten Nachbarn) bestens geläufig ist, der sein Laub im Herbst verbrennt und unversehens in der Qualmwolke steht, weil der Wind leicht gedreht hat, wie nachstehende Abb. 4.6.1.1 zeigt:

Abb. 4.6.1.1 **Ausbreitung einer Rauchwolke** über dem Erdboden, bei Windstille

Was sich hier beim Verbrennen von Ackerkräutern noch harmlos ausnimmt, wurde im September 2018 zu einem Großeinsatz, als bei einem Raketentest auf einem Truppenübungsplatz nördlich von Meppen/Niedersachsen durch Fahrlässigkeit ein gewaltiger, wochenlang andauernder Moorbrand ausgelöst wurde, der sich schließlich auf über 1.200 ha ausweitete und mehrere Ortschaften durch gesundheitsgefährdenden Rauch bedrohte. Die riesige Rauchfahne zog über dem Erdboden hin bis ins 130 km entfernte Bremen, s. nachstehende Abb. 4.6.1.2.

Abb. 4.6.1.2 **Ausbreitung einer Rauchwolke** über dem Erdboden: Moorbrand 2018 bei Meppen

Nachstehende Abb. 4.6.1.3 zeigt den Brand einer E-Lok, bei dem das beschriebene Niederziehen des austretenden Rauches bis auf den Erdboden bei nahezu Windstille sehr eindrucksvoll zu sehen ist; die Rauch-Austrittsgeschwindigkeit aus den Öffnungen am Zug liegt dabei im selben Bereich um 1–1,5 m/s wie hier für die Rauch-Abzugsöffnungen in den Lichtaugen vorgesehen.

Anstelle der brennenden Lok stehen auf dem Straßburger Platz die Lichtaugen mit ihren NRWG-Öffnungen [hier blau eingezeichnet], aus denen der Rauch dann austreten wird.

Abb. 4.6.1.3 **Rauchausbreitung** (aus brennender E-Lok) in den Aufenthaltsbereich, Windstille

Der Straßburger Platz über dem geplanten Tiefbahnhof wird durch die seitliche Bebauung eine Windschneise in Hauptwindrichtung bilden, in der die Windgeschwindigkeit infolge einer „Düsenwirkung“ noch gesteigert wird. Dieser so verstärkte Seitenwind zieht den Rauch nach unten und verhindert damit die Ausbildung einer senkrecht aufsteigenden Rauchsäule.

Dem Umstand, dass Rauch leicht vom Wind abgelenkt wird, trägt auch die Bauvorschrift (s. TA-Luft Ziff. 5.5.2) Rechnung, wonach Schornstein-Mündungen grundsätzlich den Dachfirst um mind. 3 m überragen müssen; bei Flachdächern ist ein gedachtes Satteldach mit 20 ° Neigung zugrunde zu legen – bezogen auf den Straßburger Platz als Flachdach der Tiefbahnsteighalle mit rd. 100 m Breite würde das eine Höhe der Rauch-Austrittsöffnungen von 21,20 m über Gelände erfordern. Die hier vorgesehene Höhe der Rauch-Austrittsöffnungen von 2,5 m ist völlig unzureichend.

4.6.2 *Nachweis Rauchfreihaltung Straßburger Platz durch BPK grob fehlerhaft*

Eine wesentliche Anforderung zur Zustimmung der Stuttgarter Feuerwehr zu dem von der DB als Vorhabenträger vorgelegten Brandschutzkonzept von BPK v. 8.3.2014 betrifft den Nachweis der Rauchfreihaltung des Straßburger Platzes, auf den die Notausstiege der gem. 6. PÄ vorgesehenen Fluchttreppen von den Bahnsteigen führen sollten.

Mit Schreiben v. 23.10.2014 hatte der Brandschutz-Beauftragte der DB AG, Herr Bieger, dem Eisenbahn-Bundesamt dazu folgendes mitgeteilt:

„Zur Nachweisführung bzgl. einer Rauchbeeinträchtigung des Straßburger Platzes wurde das Gutachten BPK-G 058/2014 v. 30.07.2014 erstellt, in dem der rechnerische Nachweis einer weitestgehenden auszuschließenden Rauchgefährdung aufgrund seitenwindbedingter Rauchstrahlauflösung geführt wurde.“

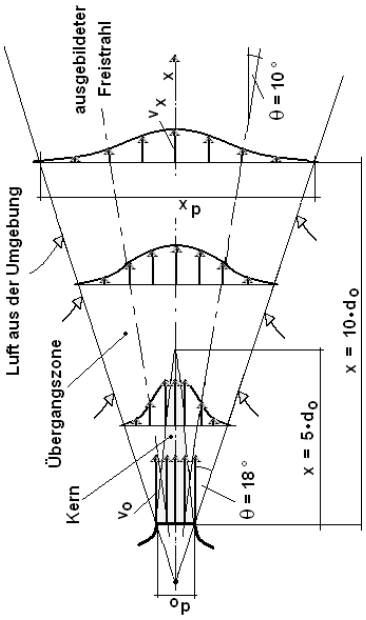
Dieses „Gutachten“ liegt dem Eisenbahn-Bundesamt in der Verfahrensakte II vor, offensichtlich aber weder dem Regierungspräsidium noch der Stuttgarter Feuerwehr.
Dieses nur 4 ½ Seiten umfassende Gutachten des Prof. Dr.Ing. Klingsch ist jedoch als Nachweis der Rauchfreihaltung des Straßburger Platzes gänzlich ungeeignet und somit nicht tauglich zur Rechtfertigung der beantragten Planänderungsgenehmigung. Offensichtlich ist es von niemandem überprüft oder kritisch hinterfragt worden, auch nicht vom Prüfer Dr. Portz. Es ist vom Eisenbahn-Bundesamt mit seiner Aussage einfach so hingenommen worden.

Prof. Klingsch hat darin aber gar nicht etwa die Rauchfreihaltung des Straßburger Platzes nachgewiesen, sondern lediglich die Kernlänge eines ungestörten „isothermen Freistrahles“ bestimmt, dies zudem noch falsch und unter Verwendung unzutreffender Annahmen.
So heißt es dort auf S. 2:

„Grundlage für diese Berechnung ist die sogenannte Freistrahltheorie (vergl. z. B. Recknagel „Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik“ [2]). Bei den nachfolgend präsentierten Untersuchungen wird nur indirekt, über die Grenzgeschwindigkeit v(x), berücksichtigt, dass eine Rauchablenkung durch Seitenwind vs sich überlagern kann. Die Strahlauslenkung durch Seitenwind wird i. w. vom Verhältnis a bestimmt: a = v(x) / vs.“

Prof. Klingsch legt dabei einen Luftstrahl von 5 m² Mächtigkeit mit Austritts-Geschwindigkeiten v_0 = 1,0 … 2,5 m/s zugrunde und ermittelt dafür mit einer willkürlich angesetzten Mischzahl m = 0,2 eine Strahl-Reichweite $L(x) = v_0\ d\ /\ (v_{(x)}\ m)$ von 11 m für den ungünstigsten Fall, zuzüglich 3 m Höhe der Austrittsöffnung, also 14 m über Gelände. Dies erklärt er zum Nachweis für die Rauchfreiheit des Straßburger Platzes, weil sich der [Rauch-]Strahl erst oberhalb dieser Höhe von 14 m auflösen würde. Das trifft jedoch nicht zu; fälschlicherweise setzt Prof. Klingsch hier die Kernlänge eines ungestörten isothermen Luftstrahls mit Rauchfreiheit gleich. Zudem liegt hier weder ein isothermer noch ein ungestörter Freistrahl vor. Der strömungsmechanische Ansatz an sich ist in mehrfacher Hinsicht falsch und hier so nicht anwendbar.

Zunächst einmal ist es für die Beurteilung der Rauchfreiheit von Bedeutung, dass ein Luftstrahl sich nicht erst nach dem Erreichen seiner Kernlänge auflöst, sondern sich ab Austrittsöffnung durch Einmischen von Umgebungsluft unter einem Winkel von ~25° trichterförmig erweitert und dabei außen stark an Geschwindigkeit abnimmt, wie nachstehendes Bild. „A“ zeigt



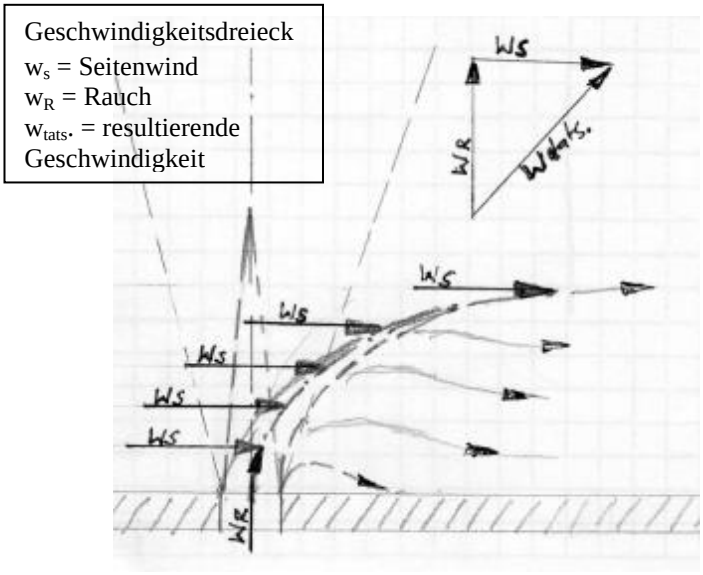


Bild A: **ungestörter Freistrahl** Bild B: durch Seitenwind **abgelenkter Luftstrahl**

Des Weiteren ist es eine nicht zu widerlegende Tatsache, dass der gesamte Luftstrahl – bzw. hier der Rauch, insbesondere aber dessen außenliegende Mischzone sehr wohl durch Seitenwind quer zur Austrittsachse abgelenkt wird, s. Bild B. Wie das o.g. Geschwindigkeitsdreieck schematisch aufzeigt, addieren sich die Geschwindigkeitsvektoren W_R des Luft- (bzw. Rauch-) Strahles und die des Seitenwindes W_S zu einer Resultierenden W_{tats}. Der Luft- (bzw. Rauch-) Kernstrahl nimmt dadurch den Verlauf einer liegenden Parabel an; die Mischzone wird wegen ihrer geringeren Geschwindigkeit noch tiefer heruntergezogen und legt sich durch den sogen. „Coanda-Effekt“ an die Gehfläche über der Tiefbahnsteighalle an.

Hinzu kommt, dass der Rauch ja keinen zusammenhängenden runden „Strahl“ bildet, wie von Prof. Klingsch zugrunde gelegt, sondern bedingt durch die Anordnung der NRWG-Öffnungen in den „Lichtaugen“ in Einzelstrahlen aufgelöst wird und fächerförmig angeordnet austritt. Dabei lenken die geöffneten Rauchabzugsklappen den austretenden Rauch seitlich ab, der folglich auch keinen Freistrahl ausbilden kann, sondern einfach seitlich herausquillt. Damit ist die von Prof. Klingsch zugrunde gelegte „Freistrahl-Theorie“ hier gar nicht anwendbar, sein Ergebnis also unhaltbar.

Der aus den Rauchabzugsöffnungen der Lichtaugen herausquellende Rauch bietet dem Wind eine sehr große Angriffsfläche. Dies führt zu einer starken Verwirbelung und damit zur bereichsweisen Verrauchung auf dem Straßburger Platz auch schon bei sehr geringer Windgeschwindigkeit unter 1 m/s. Nur bei völliger Windstille wird der Rauch senkrecht aufsteigen und dann keine Verrauchung hervorrufen. Solche Wetterlagen mit völliger Windstille sind jedoch sehr selten; meist weht ein leichter Wind mit 1–3 m/s. Hinzu kommt, dass der Straßburger Platz mit seiner West-Nordwest-Ausrichtung in der Hauptwindrichtung liegt und die hohe Seiten-Bebauung wie eine „Düse“ den Wind verstärken wird, was den Rauch niederzieht.

Die Annahme von Prof. Klingsch, ein Seitenwind-Einfluss würde erst bei einem Verhältnis von Strahlgeschwindigkeit zu Seitenwind-Geschwindigkeit unterhalb a = v(x) / vs < 0,5 zu einer Strahlablenkung führen, ist eine nicht haltbare und durch nichts belegte Behauptung. Dies widerspricht auch jeglicher Erfahrung, siehe hierzu die v.g. Abbildungen 4.6.1.1–4.6.1.3. Deutlich größere Rauch-Austrittsgeschwindigkeiten als etwa 1,5 m/s sind hier ohnehin nicht zu erwarten, weil in der Tiefbahnsteighalle der dafür notwendige Überdruck gar nicht aufgebaut werden kann, denn die zugeführte Luft wird durch die Vielzahl vorhandener Öffnungen (Ausgänge) unkontrolliert abströmen, s. hierzu Abschn. 5.3 „Rauchabzug über Lichtaugen“. Im Brandfall ist von einer Rauchausbreitung entsprechend nachstehender Abb. 4.6.2.1 auszugehen – bei einem großen Brand in der Tiefbahnsteighalle ist ein bereichsweises Verrauchen des Straßburger Platzes nicht zu vermeiden.

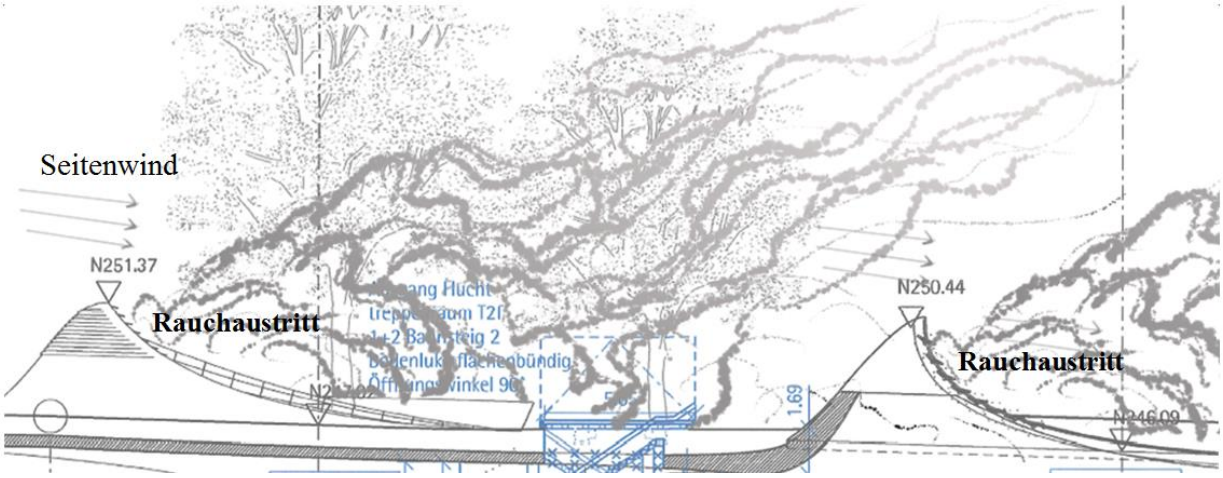


Abb. 4.6.2.1 **Rauchausbreitung** aus Lichtaugen in den Aufenthaltsbereich, leichter Seitenwind

Angesichts der dargestellten Fakten entsteht der Eindruck, dass dieser „Nachweis der Rauchfreihaltung Straßburger Platz“ des Prof. Klingsch ein „Gefälligkeits-Gutachten“ darstellt, mit dem Ziel, die Bedenken der Branddirektion auszuräumen.

5 ENTRAUCHUNG DER S21-TIEFBAHNSTEIGHALLE

5.1 Entrauchungs-Luftstrom und Zuluft-Einführung

Das Brandschutzkonzept (BSK[04)]) sieht vor, den bei einem Brandgeschehen in der Tiefbahnsteighalle entstehenden Rauch und die Brandgase durch Einführen von Zuluft an den Stirnseiten der Halle über selbsttätig sich öffnende Rauchabzugsöffnungen in den Lichtaugen im Hallendach abzudrängen. Dies Konzept ist jedoch ungeeignet für eine sichere Entrauchung der Tiefbahnsteighalle.

Der hierfür von BPK angesetzte Zuluftstrom von 2 x 1,2 Mio m³/h = 2,4 Mio m³/h „*entspricht der Annahme der FDS-Simulationen*“ (S. 142) und wird nicht weiter begründet.

Üblicherweise wird ein 10-facher Luftwechsel zur wirksamen Entrauchung gefordert; im vorliegenden Fall wäre demnach bei der vorgesehenen Bahnsteighallen-Grundfläche von 35.000 m² mit 11 m mittlerer Hallenhöhe und einem Rauminhalt von etwa 380.000 m³ eine Entrauchungsluftmenge von 3,8 Mio m³/h nötig, also über die Hälfte mehr als im BSK[04)] vorgesehen.

Das BSK[04)] sieht vor, die zugeführte Luftmenge durch Luftströmungsmessungen an den Tunnel-Ausgängen in die Bahnsteighalle zu überwachen und mittels Drehzahlregelung der Gebläse auf dem Sollwert zu halten [s. BSK[04)] Abschn. 8.2.5.1 / S. 143]. Diese Forderung ist in der Praxis nicht erfüllbar: Allein schon die verlässliche Erfassung der Luftströmungs-Geschwindigkeit im Tunnel ist messtechnisch außerordentlich schwierig; in welcher der jeweils 5 Tunneltore soll die Luftgeschwindigkeit wo und wie erfasst werden? Etwa in allen fünf, mit rechnerischer Mittelwertbildung? Und mit welcher Fehlergenauigkeit? Der Regelkreis mit einer Drehzahlregelung der vier großen Gebläse in rd. 200 m Entfernung vom Schwallbauwerk Süd wird nicht stabil arbeiten, sondern ins Schwingen geraten; die großen Totzeiten einer solchen Regelstrecke sind nicht beherrschbar. Die vier Gebläse, die in fünf Tunnelröhren hineinfördern, werden sich gegenseitig beeinflussen und abwechselnd hoch- und wieder herunterfahren – die angestrebte Wirkung lässt sich nicht erreichen. Erst recht gilt dies für die Nordseite, wo die Gebläse etwa 2 km von der Tiefbahnsteighalle entfernt sind.

Wirklichkeitsfremd ist auch die Aussage von BPK, die Zuluft würde 120 Sekunden nach Einschalten in der Bahnsteighalle anstehen [BSK[04)] Abschn. 8.2.5.1 / S. 142]. Bei den großen Axial-Gebläsen mit Motorleistungen von ~1.000 kW beträgt die übliche Hochlaufzeit 240 Sekunden, also 4 Minuten und somit allein schon das Doppelte der hier angegebenen Zeit. Hinzu kommen die notwendigen vorangehenden Umschaltzeiten für die Stellklappen, u.a. zum Schließen der Schwallöffnungen, die ebenfalls 120–180 Sekunden betragen werden.

Sodann muss sich im Tunnel erst noch die Luftströmung aufbauen; bei 1,35 m/s macht dies für die rd. 200 m vom Schwallbauwerk Süd bis zur Bahnsteighalle 148 Sekunden = 2 1/2 Minuten aus. Die Zuluft tritt an der Südseite der Tiefbahnsteighalle also erst 7–8 Minuten nach dem Einschaltbefehl ein, an der Nordseite bedingt durch die große Entfernung der Entrauchungs-Bauwerke von etwa 2 km sogar erst nach etwa 20 Minuten – wenn die Räumung der Tiefbahnsteighalle eigentlich schon abgeschlossen sein sollte.

Das Außerachtlassen der Zeitverzögerung macht die gesamte Simulationsbetrachtung der Rauchfreihaltung des BSK[04)] von BPK zur Makulatur.

5.2 Einmischen von Rauch in die Aufenthalts- und Fluchtbereiche

In den Simulationsläufen von BPK ist das Einmischen von Rauch in die Aufenthalts- und Fluchtbereiche hinein nicht berücksichtigt. Das widerspricht jeglicher Erfahrung; das Einmischen von Rauch ist – zumal bei der vorgesehenen Zuluft-Einführung über die „Brillenwände“ – nicht zu vermeiden.

Wie nachfolgend dargelegt, wird dabei die gesamte Luftmasse der Bahnsteighalle in kreisende Bewegungen versetzt und dadurch unvermeidlich Rauch bis in die unteren Aufenthalts- und Fluchtbereiche auf den Bahnsteigen in die Atemluft eingemischt. Es kommt also schnell zu einer bedrohlichen Verrauchung der Querstege und auch der Bahnsteige als Folge der maschinellen Luftzuführung von beiden Hallenenden; die Flüchtenden werden gesundheitsschädigenden Brandgasen ausgesetzt, die Selbstrettung wird be- oder gar verhindert. Die Aussage von BPK: „*Durch die von beiden Seiten nachströmende Zuluft wird die Rauchausbreitung in Hallenlängsrichtung verzögert*." [BSK[04)] Abschn. 8.2.5.1 / S. 143] ist haltlos.

Zwar gibt BPK an: *„In der Modellierung wurden ca. 40 m Tunnel am Nordkopf und ca. 65 m am Südkopf berücksichtigt, damit die durch die Ventilatoren bewirkten Strömungen realitätsnah und richtungsunabhängig im Modell abgebildet werden können.*" [BSK[04] Abschn. 8.2.5.2.7 / S. 155]

Die als Ergebnis der von BPK durchgeführten Simulationsrechnungen im BSK[04] erstellten Bilder der „*Rauchdichteverteilung*" [BSK[04] Abschn. 8.2.5.4.1 / S. 168 -226] zeigen aber durchweg eine gegen die Umgebungsluft klar abgegrenzte Rauchschicht ohne Mischzonen, wie dies nur bei unbewegter Luft möglich ist. Es ist kein Einfluss der von beiden Tunnelseiten über die „*Brillenwände*" einströmenden Zuluft auf die Rauchausbreitung erkennbar; grundlegende strömungstechnische Gegebenheiten wurden außer Acht gelassen.

Wesentlicher Bestandteil des vorliegenden Brandschutzkonzeptes ist das Einführen von jeweils 1,2 Mill. m³/h = 333 m³/s Luft sowohl am Nordende als auch am Südende der Tiefbahnsteighalle zum Abdrängen des Rauches über die Lichtaugen über Dach ins Freie.

Bezogen auf die Gesamt-Öffnung der Tunneltore je Bahnsteighallen-Ende:

- 3 Tunneltore 2-gleisig: 3 x 10 m x 5,9 m = 177 m²
- 2 Tunneltore 1-gleisig: 2 x 5,9 m x 5,9 m = 70 m²

  Gesamtfläche: 247 m²

ergibt sich eine mittlere Luft-Austrittsgeschwindigkeit in die Bahnsteighalle von:

$$w_A = \frac{333\ m^3/s}{247\ m^2} = 1,35\ m/s$$

An beiden Hallenenden werden also 5 mächtige Rechteck-Luftstrahlen bodennah als isothermer Luftstrahl eingeführt, deren Geschwindigkeit durch Einmischen von Umgebungsluft stetig abgebaut wird und die gesamte Luftmasse der Halle großräumig in kreisende Strömung versetzt, die sich dabei mit der zugeführten Luft vermischt, siehe nachstehende Abb. 5.2.1 „Strömungsbild Luftstrahl in Räumen".

Die Ausbildung dieser Wirbel nach Lage und Ausdehnung lässt sich an bestehenden Anlagen zwar messtechnisch sicher nachweisen, aber nicht vorausberechnen, auch nicht mit dem sogenannten „Turbulenzmodul" der FDS-Simulation, weil diese von einer Unzahl zufälliger Gegebenheiten abhängen, die mathematisch-strömungsmechanisch gar nicht erfassbar sind.

Bedingt durch die große Luftstrahlmasse ergeben sich sehr weitreichende Luftstrahlen, die die gesamte Bahnsteighallenlänge von 440 m überstreichen, wie nachstehende Rechnung zeigt.

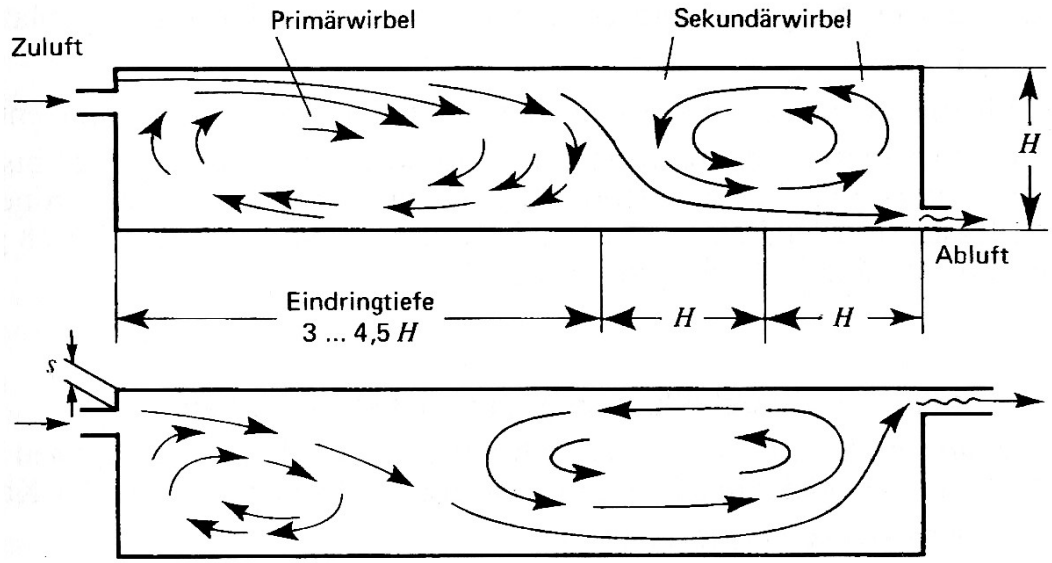


Abb. 5.2.1**: Strömungsbild Luftstrahl** in Räumen
[aus: Recknagel-Sprenger Taschenbuch Heizung + Klimatechnik[24)] Ausgabe 2004 / S. 1.245]

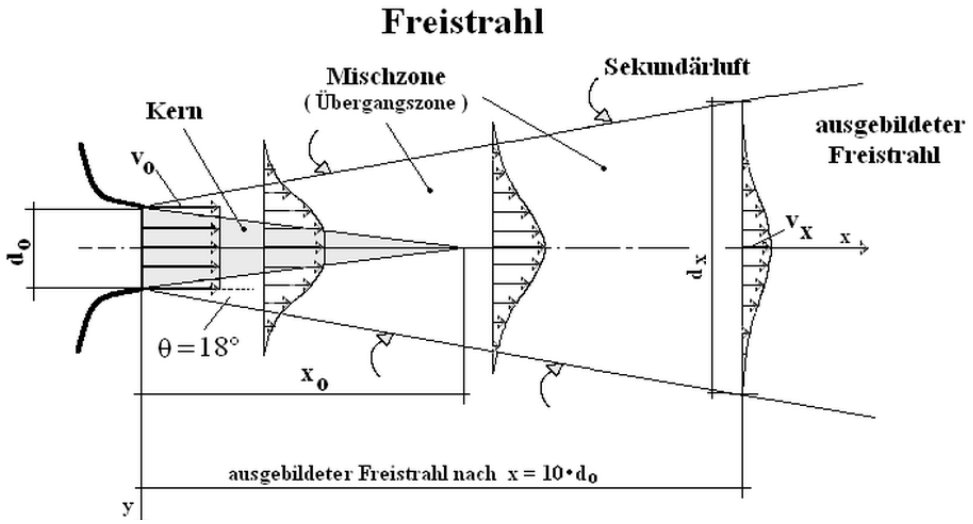


Abb. 5.2.2**: Strömungsbild Freistrahl** mit Einmischung von Umgebungsluft

Die Länge des – hier einseitig am Boden anliegenden – Luftstrahles lässt sich nach folgender Beziehung[24)] bestimmen mit:

- Luftstrahl-Höhe = Tunnelhöhe h = 5,9 m:
- Mischzahl m = 0,185 (Mittelwert 0,17…0,2 für Rechteck-Auslass [Tafel 3.3.5-5, S. 1.241 aus 24)]
- Anfangsgeschwindigkeit w_A = 1,35 m/s aus Luftstrom 333 m³/s und Eintrittsöffnung 247 m²
- Kernlänge x_0 (Reichweite der Eintrittsgeschwindigkeit) = 2*h/m = 2*5,9 m / 0,185 = <u>64 m</u>
- Gesamtstrahllänge x für Endgeschwindigkeit w_X = 0,5 m/s aus:

$$x = \frac{2*h}{m} * \left[\frac{VA}{Vx}\right]^2 = \frac{2*5{,}9\ m}{0{,}185} * \left[\frac{1{,}35\ m/s}{0{,}5\ m/s}\right]^2 = 465\ m;$$

d.h. der Luftstrahl ist länger als die ganze Bahnsteighalle.

Weil von beiden Seiten her eingeblasen wird, treffen beide Luftstrahlen in der Hallenmitte aufeinander mit folgender Strahlgeschwindigkeit w_M:

Strahlgeschwindigkeit w_M in Bahnsteighallen-Mitte l_X = 440 m : 2 = 220 m:

$$W_M = wA * \sqrt{2 * \frac{h}{m*x}} = 1,35 \frac{m}{s} * \sqrt{\frac{2*5,9\,m}{0,185*220m}} = 0,73\ m/s$$

Beim Aufeinandertreffen in der Mitte der Bahnsteighalle werden beide Strahlen dann mit dieser Luftgeschwindigkeit sowohl seitlich als auch nach oben abgelenkt und verstärken damit noch die Luftwirbel in der Halle und das Einmischen von Rauch in die Zuluft.

Treffen die Luftstrahlen auf ein Hindernis, etwa den am Bahnsteig stehenden brennenden Zug, so werden sie abgelenkt und verstärken die Verwirbelungen und damit die Rauch-Einmischung in die Aufenthaltsbereiche und Fluchtwege. Das alles ist von BPK in den Simulationsläufen des BSK[04)] nicht berücksichtigt.

Die Verrauchungs-Simulationen des BSK[04)] von BPK sind folglich unzutreffend.

Eine weitere zwangsläufige Nebenwirkung der maschinellen Lufteinführung in die Tiefbahnsteighalle ist die, dass dadurch der Brand zusätzlich angefacht wird wie mit einem Blasebalg, und dadurch die Brandleistung erhöht wird. Auch dies geht in die Simulations-Rechnungen zur Verrauchung von BPK nicht ein.

Das Einmischen von Rauch in die Luft und die dadurch bedingte schnelle Verrauchung bis in den Aufenthaltsbereich hinein ist eine unbestreitbare Tatsache und wird in der Fachliteratur zum Brandschutz ausführlich behandelt, s. nachstehenden Auszug Abb. I 5 auf S. 15 aus dem Fachbuch von D. Engels u.a. „Fachplanung Entrauchung“ [25)] / Fraunhofer IBR Verlag 2012.

EINMISCHEN RAUCHGASE in ZULUFT

Aus Kontinuitätsgründen muss dem Raum im stationären Fall ein Luftmassenstrom entsprechend dem abgeleiteten Rauchgasmassenstrom zugeführt werden. Wenn die Zuluftgeschwindigkeiten groß genug sind, kann sich eine Raumströmung einstellen, die wiederum zu einer Einmischung von Rauchgasen in die Raumluft führt (siehe Bild I 5). Eine intensive Raumströmung kann, trotz Rauchableitung, zu einer vollständigen Verrauchung des gesamten Brandraumes innerhalb weniger Minuten führen und eine gesicherte Evakuierung be- oder sogar verhindern.

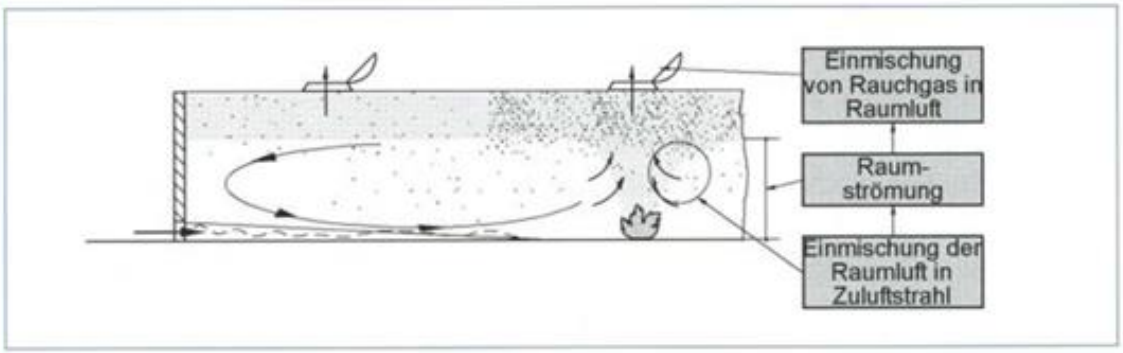


Bild I 5: Rauchtransport in den Bodenbereich infolge einer Raumströmung

Abb. 5.2.3**: Strömungsbild Rauchtransport** in den Bodenbereich durch Raumströmung

Auf die unvermeidliche Verrauchung der Tiefbahnsteighalle mit Raucheinmischung bis in die Aufenthalts- und Fluchtbereiche hinein hatte bereits der Gutachter GRUNER AG in seiner Stellungnahme[21)] v. 20.9.2012 an die DB AG hingewiesen, s. Anlage 01.
Darin heißt es auf S. 4 u.a.:

„Der angenommene Vorteil des Systems, dass Rauch zurückgedrängt wird, kehrt sich schließlich erwartungsgemäß in den Nachteil um, dass infolge der maschinell erzeugten Scherströmungen zunehmend Rauchgase in die Gehschicht eingemischt werden und somit schließlich die gesamte Bahnhofshalle verrauchen wird. … Es wird somit toleriert, dass flüchtende Personen kontaminierte Luft atmen."

Die von GRUNER geäußerte Kritik wurde in keinem einzigen Punkt aufgegriffen und umgesetzt. Stattdessen wurde das untaugliche Brandschutzkonzept von BPK mit der Rauchabdrängung durch beidseitige mechanische Luftzuführung aus den Tunneln unbeirrt von der DB AG weiterverfolgt.

5.3 Rauchabzug über die Lichtaugen / Planung und gesetzliche Anforderungen

Gemäß vorliegendem Brandschutzkonzept[04)] von BPK ist eine „natürliche Entrauchung" der Bahnsteighalle mit maschineller Zuluft-Zuführung geplant, s. BSK[04)] Abschn. 8.2.5., S. 142ff. Der Rauch soll dazu über NRWG-Öffnungen [NRWG = Natürliches Rauch- und Wärmeabzugs-Gerät] in 23 der insgesamt 27 gleichmäßig im Schalendach angeordneten „Lichtaugen" entweichen. Die 4 Lichtaugen im Nordbereich der Bahnsteighalle unterhalb des Kurt-Georg-Kiesinger-Platzes sind eben, begehbar und ohne solche Öffnungen vorgesehen; Rauch kann aus diesem Bereich folglich nur über die Öffnungen der übrigen Lichtaugen entweichen.

Die NRWG-Öffnungen sollen im Brandfall selbsttätig öffnen, angesteuert von der Brandmeldesteuerung und abhängig von der Lage des Brandortes wie auch von der Windrichtung, wofür eine aufwendige Brand-Erkennungs- sowie eine Windmess-Anlage benötigt wird. Dieses von BPK im BSK[04)] festgelegte Entrauchungskonzept ist jedoch nicht geeignet, die erforderlichen Schutzziele sicher einzuhalten.

Die vorgesehene Anordnung der Rauchabzugsöffnungen in den 23 Regel-Lichtaugen auf dem über der S21-Tiefbahnsteighalle liegenden Straßburger Platz zeigt nachstehende Abb. 5.3.1.

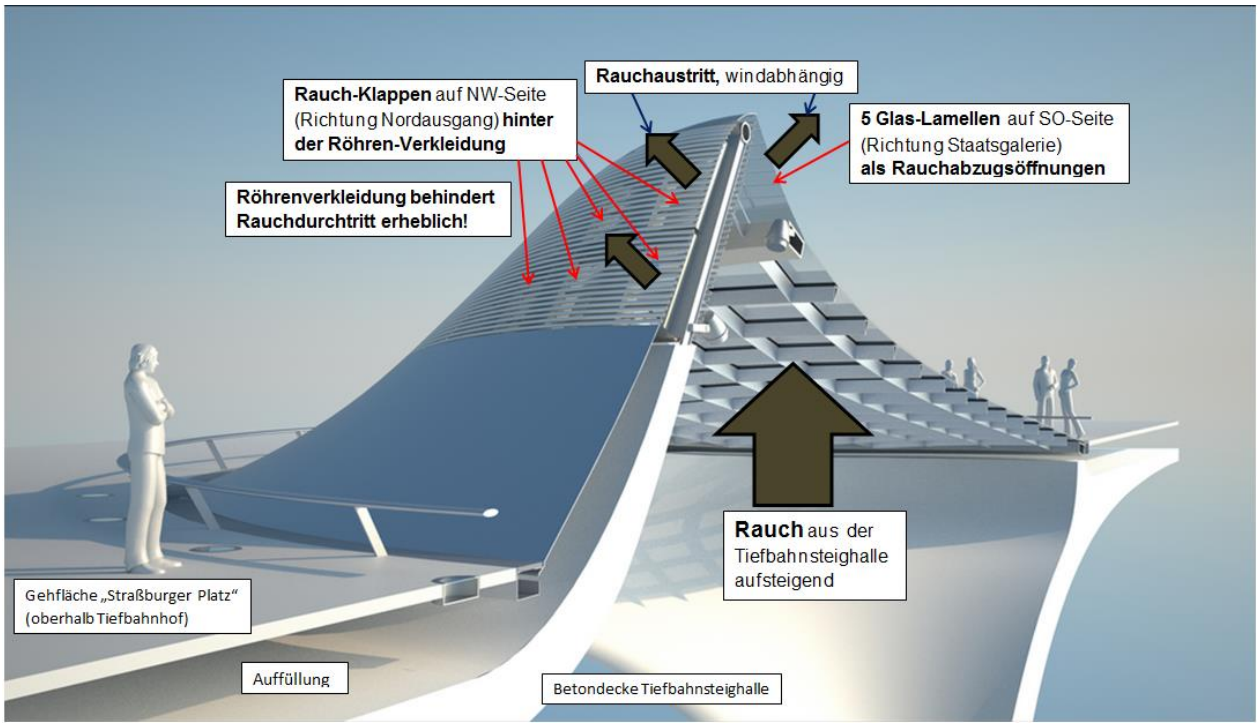


Abb. 5.3.1 **LICHTAUGE mit Rauchabzugsöffnungen** S21-Tiefbahnsteighalle
Modellschnitt Ingenhoven Architects GmbH / Erläuterungen hinzugefügt v. Verfasser
Quelle: http://www.bahnprojekt-stuttgart-ulm.de/uploads/tx_smediamediathek/20151013-FaszinationS21-Durchgangsbahnhof_Stuttgart_Lichtauge-ingenhoven_architects.jpg

Das von BPK vorgesehene Entrauchungskonzept lässt die geltenden einschlägigen Vorschriften der LBO [Landesbauordnung] wie auch die VdS-Richtlinien zum Brandschutz weitestgehend außer Acht unter Verweis darauf, dass diese für Bahnhöfe als *„ungeregelte Sonderbauten nicht anzuwenden“* seien.

Das betrifft u.a. auch die NRWG-Öffnungen in den Lichtaugen. Nach DIN 18 232[26] sind für vergleichbare Bauten mindestens 1,2 % von der Grundfläche als aerodynamisch wirksame NRWG-Öffnungen vorzusehen; für die 35.000 m² der Tiefbahnsteighalle ergibt das 420 m². Nach VdS-Richtlinie 2098[27] sollten es gar 2 % sein, also 700 m².

Es sind jedoch nur 23 Lichtaugen mit je 10,37 m² aerodynamisch wirksamen NRWG-Öffnungen vorgesehen; das ergibt lediglich 239 m² Gesamt-NRWG-Fläche entsprechend 0,68 % von der Grundfläche, von denen auch nur ein Anteil abhängig von Brandort und Windrichtung von einer Zentralsteuerung geöffnet werden soll; für die Hauptwindrichtung sind das nur rd. 130 m² [s. BSK[04)] Abschn. 8.2.5.2.6 / S. 153 u. Abschn. 12.5.1 / S. 283 ff]. Das ist völlig unzureichend.

Sowohl DIN 18 232[26] als auch die VdS-Richtlinie 2098[27] fordern außerdem die Rauchfreihaltung der halben Hallenhöhe, mindestens aber 3,0 m – das Brandschutzkonzept BSK[04)] sieht für die Tiefbahnsteighalle lediglich eine *raucharme Schicht von 2,5 m Höhe* vor anstatt der geforderten 6 m Rauchfreiheit.

Um die Rauchausbreitung unterhalb der Hallendecke zu beschränken, fordern außerdem sowohl DIN 18 232 als auch die VdS-Richtlinie 2098 die Unterteilung in Rauchabschnitte von jeweils 1.600 m² durch Rauchschürzen, die von der Decke bis auf halbe Hallenhöhe herunterreichen. Dies ließe sich bautechnisch wie auch betrieblich ohne weiteres in der Tief-Bahnsteighalle S21 umsetzen, ist aber im Brandschutz-Konzept von BPK nicht vorgesehen.

Die von BPK vorgesehene Rauchabdrängung über die NRWG-Öffnungen in den Lichtaugen mittels maschineller Luftzuführung aus den Tunneln entspricht nicht dem natürlichen Rauch- und Wärmeabzug aufgrund der Auftriebswirkung heißer Brandgase, für den NRWG gebaut und zugelassen sind. Diese erfordern freie Nachström-Öffnungen mindestens gleicher Größe, nach VdS 2098 gar von doppelter Größe. Dies lässt sich allerdings in der unterirdischen Tiefbahnsteighalle so nicht umsetzen; die kilometerlangen Zulauftunnel können den geforderten freien Nachström-Öffnungen nicht gleichgesetzt werden.

Die stattdessen geplante maschinelle Luftzuführung führt jedoch zu einem leichten Überdruck-Aufbau in der Bahnsteighalle, durch den die Rauchgase über die NRWG-Öffnungen ins Freie abgedrängt werden sollen.

Doch die Vielzahl der vorgesehenen freien Öffnungen der Bahnsteighalle an Ausgängen, insgesamt 283 m² gegenüber nur 130 m² betätigter NRWG-Öffnungen in den Lichtaugen, hat zur Folge, dass die zugeführte Luft überall hin entweichen wird und ein gezieltes Abdrängen des Rauches über die Brandort-abhängig angesteuerten NRGW-Öffnungen in den Lichtaugen der Hallendecke gar nicht erreicht wird. Von der nach außen entweichenden Luft wird der Rauch mitgetragen – auch über die eigentlich rauchfrei zu haltenden Fluchtwege und deren Ausgänge ins Freie, was jedoch zwingend zu vermeiden ist. Allein von daher ist die vorgesehene Entrauchung nicht geeignet, die festgelegten Schutzziele sicher einzuhalten.

5.4 Ausführung Rauchabzugsöffnungen Regel-Lichtauge

Die Regelausführung bei insgesamt 23 der Lichtaugen über der Tiefbahnsteighalle ist mit einer Aufwölbung zur Rauchabführung vorgesehen, s. hierzu Abbildung 5.3.1 sowie Anlage 2 (die Kennziffern der Beschreibung beziehen sich auf diesen Anhang 02). Es handelt sich dabei um einen „Ausführungsplan“ Stand 12/2017. Wie daraus hervorgeht, sind innerhalb der auf dem

Betonsockel aufgesetzten Stützkonstruktion „*Standard-NRWG-Blechelemente zwischen vertikalen hinteren Stützen montiert, revisionierbar über innere Verkleidung*“ vorgesehen [01].

Die NRWG [NRWG = Natürliches Rauch- und Wärmeabzug-Gerät] sollen gem. Plan nicht sichtbar zwischen einer Außen-Verkleidung [03] aus Alu-Rundrohren 40 x 10 mm und einer inneren Verkleidung aus Alu-Rundröhrenpaneelen [04] eingebaut werden. Die lichten Abstände zwischen den Rohren betragen weniger als der Rohr-Außendurchmesser; die freie Durchtrittsfläche der Verkleidungen ist also jeweils kleiner als 50 %. Außerdem ist noch ein „*Eingriffsschutz auf Außenseite NRWG-Elemente installiertes Kunststoffgewebe, schwarz, matt*“ vorgesehen [02].

Über Art, Größe und Anzahl der NRWG-Elemente enthält diese Zeichnung keinerlei Angaben.
Bei den NRWG kann es sich hier nur um Klappengeräte handeln, wie sie bspw. Fa. SCHAKO unter der Typ-Bezeichnung JK-180 MB bzw. 190 anbietet (s. nebenstehendes Bild rechts).
Diese sind bauaufsichtlich als NRWG geprüft und zugelassen sowie für Fassaden-Einbau geeignet.

Standard-NRW-Gerät

Die Zulassung gilt jedoch nur für freie An- und Abströmung; der Einbau zwischen irgendwelchen Verkleidungen behindert den Rauchdurchtritt erheblich und ist <u>nicht zulässig</u>. Erst recht gilt dies für das auf der Außenseite der NRWG-Elemente vorgesehene Kunststoffgewebe, welches den Rauchdurchtritt verhindert und dessen Zweck völlig im Unklaren bleibt. Was soll überhaupt mit dieser Gewebe-Abdeckung auf den Rauchabzugsgeräten bezweckt werden?

Auf der gegenüberliegenden, nach Südosten gerichteten Firstfläche ist der oberste Abschnitt von etwa 1.15 m Höhe mit insgesamt 4 öffenbaren Glaslamellen als weitere Rauch-Abzugsöffnung [5] vorgesehen, s. Abb. im Anhang 02. Geplant sind „*Glaslamellen, Glasaufbau 2 x 12 mm TVG / betretbar*“ mit einer Breite von etwa 40 cm. Gem. v.g. Tab. 36 / S. 155 BSK ist hierfür eine geometrische Öffnungsfläche von 3,8 m² vorgesehen, für die sich mit einem (angenommenen) Cv-Wert von 0,7 eine aerodynamisch wirksame Öffnungsfläche von 2,65 m² ergibt.

NRW-Geräte müssen nach DIN 18 232 bauaufsichtlich geprüft und zugelassen sein. Die hier vorgesehene „selbstgestrickte Lösung“ der vom Architekten vorgegebenen Form der Lichtaugen mit den oben seitlich angeordneten Abzugs-Öffnungen unterschiedlicher Größe für den Rauch-Austritt, s. vorstehende Abb. 5.3.1 sowie Abb. 5.6.1 [entspr. Bild 8.37/S. 154 aus dem BSK[04)]], erfüllt diese Anforderung jedoch nicht. <u>Es gibt keine derartigen NRWG´s zwischen einer inneren und einer äußeren Röhren-Verkleidung wie hier dargestellt</u> mit bauaufsichtlicher Zulassung. Allenfalls käme hierfür eine sehr aufwendige, langwierige und teure Einzelabnahme mit aerodynamischer Prüfung infrage – mit ungewissem Ausgang.

Es ist nicht vorstellbar, dass und wie hierfür eine Brandschutztechnische Abnahme erteilt werden kann!

Die Eignung als Rauchabzugsöffnung muss durch eine zeit- und kostenaufwendige <u>Einzel-Prüfung von einem anerkannten Prüfinstitut</u> mit einem Brandversuch geprüft und anerkannt werden. Die Prüfung erfordert die Bereitstellung eines Versuchsmodells im Maßstab 1 : 1.

Beim Brandversuch wird der für die brandschutztechnische Bemessung maßgebende c_V-Wert ermittelt als Verhältnis der aerodynamisch wirksamen Fläche zur geometrischen Öffnungsfläche. Dieser Wert ist Voraussetzung für die Festlegung der benötigten Entrauchungsflächen; erst damit kann die Brandsimulation sachgemäß durchgeführt werden. Weil dies bislang nicht vorliegt, kann auch das darauf aufbauende Brandschutzkonzept nicht stimmen. Es ist unverständlich, warum diese Eignungsprüfung durch ein anerkanntes Institut nicht schon längst durchgeführt worden ist.

Es ist sehr zweifelhaft, ob diese Ausführung überhaupt als wirksamer Rauchabzug anerkannt werden kann. Ohne Eignungsnachweis durch ein anerkanntes Prüfinstitut ist später auch keine brandschutztechnische Abnahme möglich.

Im Übrigen sind die hierüber dem EBA vorgelegten Planungsunterlagen der 18. PÄ in sich widersprüchlich und unstimmig, wie durch Vergleich der Schnitte der Lichtaugen in den Planunterlagen zu Abb. 12.3 und der Draufsicht Abb. 8.37 aus dem BSK[04)] deutlich wird. Alle vier Darstellungen haben den gleichen Planungsstand April 2016. Bauart, Größe und Einsatz der hier notwendigen Rauchabzugs-Einrichtungen sind also nach wie vor nicht geklärt.

Daran wird deutlich, dass bislang noch keine belastbare und genehmigungsfähige Planung zur Entrauchung der Tiefbahnsteighalle vorliegt.

5.5 Windabhängige Klappen-Ansteuerung

Das Gutachten von BPK sieht vor, die einzelnen Austrittsöffnungen der NRWG windabhängig anzusteuern [s. BSK[04)] /Abschn. 8.2.5.2.6, S. 153] und beschreibt das so:

„Bei einem Brand in der Bahnhofshalle erfolgt die Entrauchung über NRWG, die in den Lichtaugen integriert sind. Die Austrittsöffnungen werden windabhängig angesteuert, haben dadurch variable Flächen und befinden sich, ebenfalls variabel, mehrere Meter über dem Straßburger Platz." und weiter *„Es werden nur jene Flächenanteile geöffnet, die in Lee liegen, um Windeinströmungen und damit das Risiko von Verwirbelungen in der Halle zu vermeiden.*"

Diese Begründung von BPK ist unvollständig – es muss vor allem vermieden werden, dass ein <u>auf den Öffnungen lastender Winddruck den Rauchaustritt behindert</u> und womöglich gar in die Halle zurückdrückt. Diese Gefahr besteht allerdings bei der vorgesehenen Form der Lichtaugen mit den Jalousie-Öffnungen oben seitlich für den Rauchaustritt, s. Abb. 5.3.1 sowie Abb. 5.6.1 [BSK[04)] Abb.12.3, S. 283 sowie Abb. 8.37, S. 154].

Die Anordnung der Jalousie-Öffnungen in der steil aufragenden Spitze der Lichtaugen ist denkbar ungeeignet für den ungehinderten Rauchaustritt. Die Draufsicht in Bild 8.37 stimmt überdies auch nicht mit der Darstellung in Bild 12.3 überein. In der Draufsicht Abb. 5.6.1 [Bild 8.37 aus dem BSK[04)]] sind 18 kleinere trapezförmige NRWG unterschiedlicher Größe in einem 120°-Kreisbogen an der Außenrundung sowie eine größere Rechteck-Öffnung oben mittig in der Innenrundung der Lichtaugen-Schale oberhalb der Verglasung dargestellt. Die Lichtaugen-Achse liegt parallel zur Hallenachse, die nach West-Nordwest gerichtet ist. Die Hauptwindrichtung ist etwa unter 40° dazu aus West-Südwest.

Überlagert wird dies von der <u>„Schneisenwirkung"</u>, die die seitliche Bebauung des Straßburger Platzes durch den hohen Bonatzbau auf der Südseite und den künftig vorgesehenen Gebäuden auf dessen Nordseite haben wird, die alle bodennahen Winde – auch die aus nördlicher oder südlicher Richtung – in diese „Schneise" des Straßburger Platzes umlenken und zugleich durch „Düsenwirkung" verstärken wird, s. nachstehende Abb. 5.5.1.

Demzufolge sind hier bodennah und damit maßgeblich <u>für die Entrauchung nur 2 Windrichtungen möglich</u>, beide in Richtung der Lichtaugen-Achse, einmal aus West-Nordwest (Häufigkeit

etwa 85 %), zum andern genau entgegengesetzt aus Süd-Südost (Häufigkeit etwa 10 - 12 %). Windstille ist sehr selten (etwa 3 %). Seitliche Winde in Bodennähe werden von der Bebauung abgehalten und können folglich gar nicht auf die Lichtaugen einwirken.

Eine Übersicht der gem. Brandschutzkonzept vorgesehenen NRWG-Ansteuerung s. Abb. 5.6.2 in Verbindung mit Abb. 5.6.1 [BKP[04)] S. 284 – 285].

Weil alle Rauch-Austrittsöffnungen quer zur Hauptwindrichtung liegen, können diese auch keinen unterschiedlichen Windeinfall ausgleichen; der Wind drückt stets auf die Rauch-Austrittsöffnungen der Lichtaugen, wodurch der Rauch-Austritt erheblich gestört und Rauch auch wieder in die Halle zurückgedrückt wird. Das kann auch eine „windabhängige Klappen-Ansteuerung“ nicht ausgleichen.

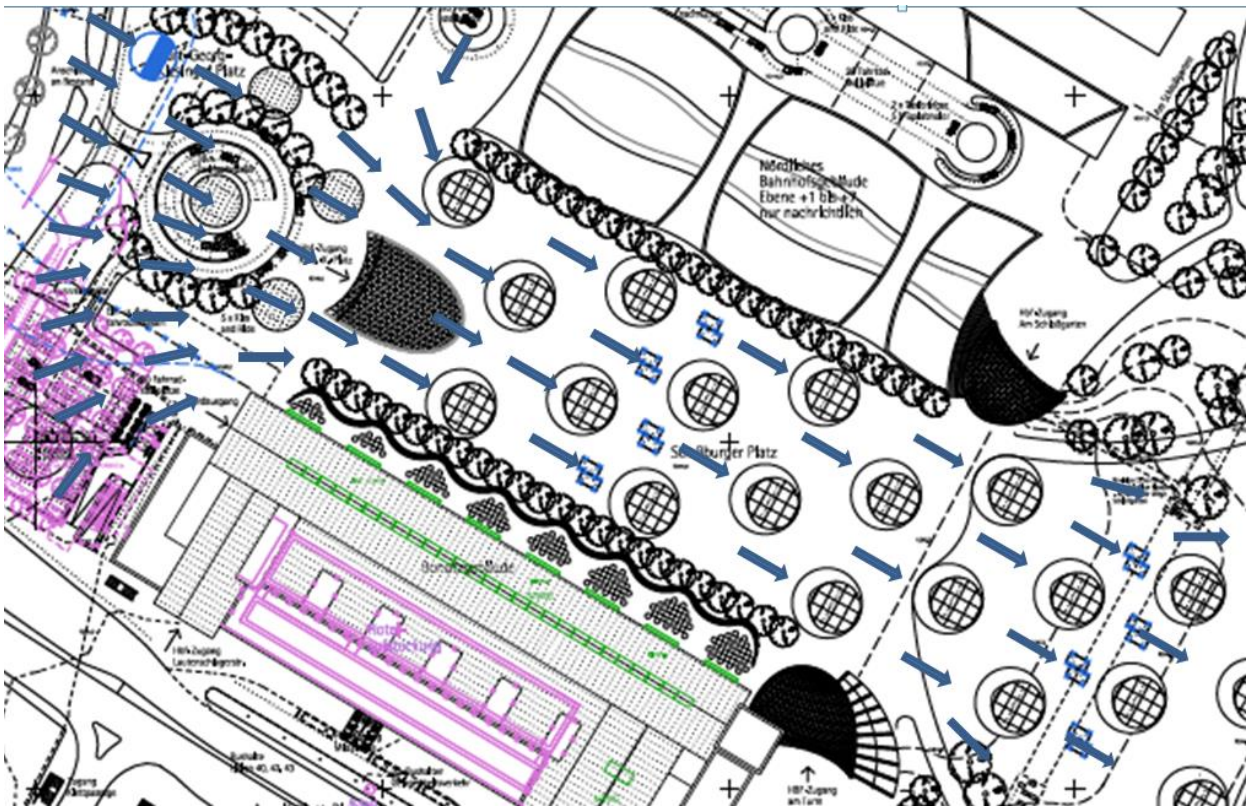


Abb. 5.5.1 **Straßburger Platz als „Windschneise“**,
seitlicher Windeinfall wg. Bebauung nicht möglich

Es ist nicht ersichtlich, wie durch unterschiedliches Ansteuern einzelner NRW-Klappen sinnvoll auf den Rauch-Austritt eingewirkt werden soll und kann. Wenn einzelne Klappen schließen, wird der Austritt der Rauchgase aus der Bahnsteighalle behindert – das kann nicht das Ziel der Ansteuerung sein. Im Übrigen widerspricht dies auch der Anforderung nach DIN 18 232, wonach die Rauchabzugsklappen innerhalb von 60 Sekunden ab Brandmeldung ganz geöffnet sein und dann offen bleiben müssen, bis sie nach vollständigem Rauchabzug wieder durch Handbefehl geschlossen werden können.

Zudem ist der Aufbau der dafür benötigten Steuerkreise höchst fragwürdig. Wo soll das dafür benötigte Wind-Messgerät angeordnet werden? In der Feldmitte der Lichtaugen auf Höhe der NRWG auf dem Straßburger Platz würden Windrichtung und -stärke einigermaßen zutreffend erfasst; der Messwertgeber läge aber im Einflussbereich Unbefugter und könnte leicht durch Vandalismus oder Sabotage beschädigt und unbrauchbar gemacht werden. Ein Standort auf dem Dach eines der angrenzenden Gebäude würde diesen Nachteil zwar vermeiden, dafür aber unzutreffende Werte liefern, die für den angestrebten Steuerungszweck nicht verwendbar wären, weil die maßgeblichen Windverhältnisse in Bodennähe nicht erfasst werden.

Offen bleibt auch, wie die vom Gutachter Klingsch vorgesehene „windabhängige Ansteuerung der NRWG-Klappen“ bei Wind im Übergang von einem Windrichtungsbereich zum benachbarten arbeiten soll, z.B. bei genau 30° oder 60° – welche Klappen sollen dann öffnen, welche geschlossen bleiben?

Und was ist, wenn der Wind im Übergangsbereich „pendelt“, d.h. seine Richtung ständig um mehrere Grad hin und her ändert, was übrigens der Regelfall ist? Sollen dann die jeweiligen Klappen abwechselnd öffnen und sogleich wieder schließen, weil der Wind sich eben mal um ein paar Grad dreht? Die Klappen-Stellantriebe mit einer Standard-Laufzeit von 60 Sekunden würden da nicht nachkommen. Selbst mit schnelllaufenden Stellantrieben mit 20 Sekunden Laufzeit wäre das nicht zu machen.
Ein stabiler Betrieb der Wind-Ansteuerung ist daher nicht möglich. Die Totzeiten der Steuerung müssten so groß eingestellt werden, dass keine Steuerwirkung mehr übrigbleibt.

Schließlich ist die hier im Brandschutzkonzept vom Gutachter Klingsch vorgesehene Vermaschung der Brandort-Abhängigkeit mit dem Windeinfluss zum Ansteuern der einzelnen NRWG´s außerordentlich verwickelt, damit zu unsicher und sehr störanfällig. Wie wird sichergestellt, dass nach jahrelangem Stillstand dann im Ernstfall alles bestimmungsgemäß, verlässlich und ungestört abläuft, wo doch beispielsweise immer wieder im Tunnel der Stammstrecke der S-Bahn-Verkehr stundenlang unterbrochen wird wegen Fehlalarm-Auslösung der Brandmelder aufgrund einfachster Ursachen, etwa durch Staubablagerung oder ein einfaches Spinnennetz (wie am 2.9.2016 geschehen)?

Die von BPK vorgesehene „windabhängige Klappen-Ansteuerung“ ist nicht geeignet, die Windanfälligkeit der geplanten Rauch-Austrittsöffnungen an den Lichtaugen maßgeblich zu verringern. Die dafür benötigte, außerordentlich verwickelte Schaltung der vielen NRWG-Stellantriebe mit den Windgebern sowie den vielen Brand-/Rauchmeldern macht diese sehr störanfällig; ein teilweises Versagen in einem Brandfall kann nicht ausgeschlossen werden; eine wirkungsvolle Entrauchung wäre dann nicht mehr möglich.

5.6 Geometrische und aerodynamische Öffnungsfläche

Die den einzelnen Windrichtungen zugeordneten Teilflächen der NRWG´s sind von BPK im Brandschutzkonzept BSK[04)], Abschn. 8.2.5.2.6, Bild 8.37 auf S. 154 in der Draufsicht dargestellt, s. nachstehende Abb. 5.6.1. In einer Tab. 36 „Größen der öffenbaren Flächen in Abhängigkeit von der Windrichtung“ auf S. 155 im BSK[04] sind die bei den einzelnen Windrichtungen zu öffnenden NRWG-Flächen zusammengestellt, s. nachfolgende Abb. 5.6.2. Abmessungen und Größe der Einzel-NRWG sind nicht angegeben.

Darin fällt zunächst auf, dass die Windrichtungsbereiche 30°–60° sowie 210°– 240° und 270°–300° nicht berücksichtigt worden sind, s. Abb. 5.6.2 mit v.g. Tab. 36 im BSK[04)]. Es ist im BSK[04)] nicht dargestellt, ob und welche Klappen mit welchem aerodynamischen Querschnitt dann jeweils öffnen sollen.
Als weitere Ungereimtheit fällt auf, dass die für die brandschutztechnische Auslegung der NRWG maßgebende aerodynamisch wirksame Öffnungsfläche in keinem nachvollziehbaren Verhältnis zur geometrischen Öffnungsfläche steht. Für die drei Windrichtungsbereiche 90°–120° und 150°–210° sowie 240°–270° ist jeweils die aerodynamisch wirksame Öffnungsfläche sogar größer angegeben als die geometrische Öffnungsfläche (6,81 m² gegenüber 6.76 m² bzw. 13,64 m² gegenüber 13,52 m²).

Es ist jedoch ausgeschlossen, dass die aerodynamisch wirksame Öffnungsfläche größer sein kann als die geometrische. Tatsächlich beträgt die aerodynamisch wirksame Öffnungsfläche nur etwa 60% bis 72 % der geometrischen Öffnungsfläche bei nicht verkleideten Rauchabzügen.

Die Angaben von BPK sind um bis zu 74 % größer als möglich und damit falsch.

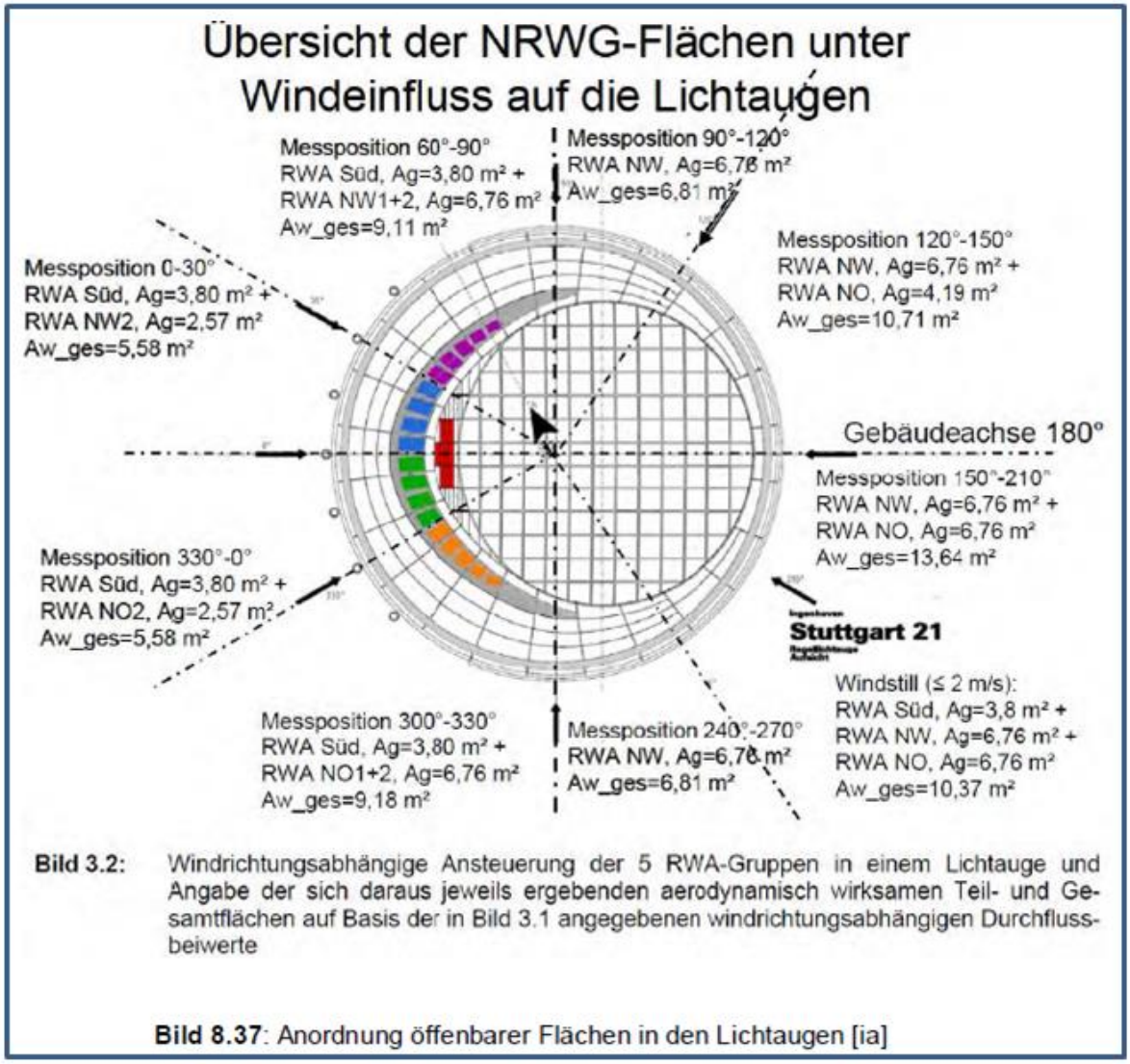


Bild 3.2: Windrichtungsabhängige Ansteuerung der 5 RWA-Gruppen in einem Lichtauge und Angabe der sich daraus jeweils ergebenden aerodynamisch wirksamen Teil- und Gesamtflächen auf Basis der in Bild 3.1 angegebenen windrichtungsabhängigen Durchflussbeiwerte

Bild 8.37: Anordnung öffenbarer Flächen in den Lichtaugen [ia]

Abb. 5.6.1 **Öffenbare Flächen Lichtauge** /Brandschutzkonzept BSK[04)] Abschn. 8.2.5.2.6, S. 154

BPK

BPK-G 083F/2012 Brandschutzkonzept PSU Bahnhofshalle, Stand 22.04.2016 Seite 155

Windrichtung	öffenbare Flächen	geometrische Öffnungsfläche	aerodynamisch wirksame Öffnungsfläche
0° - 30°		6,37 m²	5,58 m²
60° - 90°		10,56 m²	9,11 m²
90° - 120°		6,76 m²	6,81 m²
120° - 150°		10,95 m²	10,71 m²
150° - 210°		13,52 m²	13,64 m²
240° - 270°		6,76 m²	6,81 m²
300° - 330°		10,56 m²	9,18 m²
330° - 0°		6,37 m²	5,58 m²
Windstille		17,32 m²	10,37 m²

? ?

Tabelle 36: Größen der öffenbaren Flächen in Abhängigkeit von der Windrichtung

Abb. 5.6.2 **Größe der öffenbaren Flächen** /Brandschutzkonzept BSK[04)] Abschn. 8.2.5.2.6, S. 155
Weiterhin ist auch nicht erklärbar, warum in vorstehender Tab. 36 im BSK[04)] [s. Abb. 5.6.2] mit 10,71 m² für drei und ebenso mit 13,64 m² für vier NRWG-Teilflächen die aerodynamisch wirksame Öffnungsfläche größer angegeben ist als die für alle fünf Klappenfelder zusammen mit lediglich 10,37 m². Hier sind dem Gutachter Prof. Dr.Ing. Dr.hc. Klingsch ganz offensichtlich mehrere erhebliche Fehler unterlaufen. Weder der DB noch dem EBA ist dies aufgefallen.

Die gesamte Tabelle 36 im BSK[04)] ist also von BPK grob fehlerhaft zusammengestellt und somit als gutachterliche Aussage unbrauchbar. Die von BPK im BSK[04)] den einzelnen Windrichtungen zugeordneten NRWG-Klappen sind durchweg unzureichend zur notwendigen Rauchabführung. Dadurch wird der Rauchabzug erheblich eingeschränkt; die bei einem schweren Brand freigesetzte Rauchgasmenge kann nicht schnell genug ins Freie entweichen und führt so schnell zu einer vollständigen Verrauchung der gesamten Tiefbahnsteighalle. Ein Nachweis entsprechend DIN 18 232 fehlt im Brandschutzkonzept. Es ist unverständlich, dass der Gutachter das anerkannte Regelwerk außer Acht lässt.

Die Fehler in diesem Gutachten sind so gravierend, dass die Glaubwürdigkeit des Gutachters infrage steht.

5.7 Fehlende Wartungsmöglichkeiten für NRWG´s

Die Stellantriebe zum Öffnen und Schließen der NRWG-Jalousieklappen befinden sich seitlich außen an den Rahmen; sie dürfen nicht der Witterung (Regen, Schnee, Feuchte, Staub) ausgesetzt werden und müssen deshalb auf der Raum-Innenseite angeordnet sein.

Die Stellantriebe, wie auch die Jalousieklappen, bedürfen regelmäßiger Überprüfungen und Wartungen (mindestens einmal jährlich). Das gilt auch für Winddruckgeber, Lichtstrahl-Rauchmelder und die Beleuchtungskörper in den Lichtaugen. Dafür sowie auch für ggf. erforderliche Instandsetzungen oder Erneuerungen müssen diese leicht zugänglich sein. Die vorliegende Planung der Lichtaugen berücksichtigt dies nicht.

Die Rauchabzugsgeräte sind hinter einer *„inneren Verkleidung aus Aluminium-Rundrohr-Paneelen“* verborgen, die *„revisionierbar befestigt“* sein sollen, also abnehmbar, s. Teilschnitt Lichtauge Anlage 2. Wie das gehen soll in einer Höhe von rd. 15 m, ist nicht ersichtlich. Es sind keinerlei Wartungsstege unter den Lichtaugen vorgesehen, von der Architektur her auch nicht gewollt und ohne erhebliche Umplanungen gar nicht möglich.

Soll etwa jedesmal ein Arbeitsgerüst unter den Lichtaugen aufgebaut werden? Damit verkäme die Tiefbahnsteighalle zur Dauer-Baustelle – mit allen dadurch bedingten Einschränkungen für den Alltagsbetrieb. Wenn alle 23 Lichtaugen einmal durch sind, kann man gleich wieder von vorn anfangen.

Ebenso scheidet der Einsatz eines mobilen Steigers mit Arbeitskorb für 2 Personen aus. Ein solches Gerät ist weder in die Tiefbahnsteighalle einzubringen noch von Bahnsteig zu Bahnsteig umsetzbar. Das Arbeiten vom Arbeitskorb aus in 15 m Höhe mit dem notwendigerweise großen seitlichen Schwenkbereich bis ± 10 m zum Ab- und Wiederanbau der inneren Röhren-Verkleidungen sowie zum Erreichen aller Klappen, dies zudem oberhalb der 15 kV-Oberleitungen, ist zu schwer, zu gefahrenträchtig und nicht zu verantworten.

Wegen der Behinderungen des täglichen Reiseverkehrs, die das Auf- und Wiederabbauen der Arbeitsgerüste bzw. das Verfahren und Aufstellen eines Steigers auf dem Bahnsteig mit sich bringen würde, insbesondere aber aus Sicherheitsgründen (Abschalten der Oberleitung, Schutz gegen herabfallende Gegenstände) können diese Arbeiten nur nachts bei eingestelltem Bahnverkehr durchgeführt werden.

Wie sollen die schweren inneren Rohr-Verkleidungen ab- und wiederangebaut werden und wo sollen diese für die Dauer der Wartungsarbeiten abgelegt und zwischengelagert werden?

Als Dauer der Überprüfungs- und Wartungsarbeiten mitsamt Ab- und Wieder-Anbau der inneren Verkleidungen und einschließlich Auf- und Wiederabbauen der Arbeitsgerüste ist von mindestens fünf Arbeitstagen zu je 8 Stunden für alle Einheiten eines Lichtauges auszugehen – größere Instandsetzungsmaßnahmen nicht inbegriffen. Für alle 23 Lichtaugen ergibt dies sechs Monate – jedes Jahr, mit entsprechend hohen laufenden Kosten.

Von außen ist die regelmäßige Durchführung der Überprüfung, Wartung und Instandhaltung ebenfalls nicht möglich, weil diese Geräte im Innern angeordnet sein müssen. Dazuhin wäre auch der Zugang von außen her wegen der Schräglage nur mit besonderem Aufwand möglich. Ohne regelmäßig und ordnungsgemäß durchgeführte Überprüfung aller Geräte sowie deren Wartung und Instandhaltung ist die notwendige Sicherheit im Brand- und Katastrophenfall nicht gewährleistet.

5.8 Maschinelle Rauchabsaugung als mögliche Lösung

Der dem Brandschutzkonzept zugrundeliegende Grundgedanke einer Rauchabdrängung über die Rauchabzugsöffnungen in den Lichtaugen mittels maschineller Zuluft-Zufuhr aus den Tunneln ist nicht geeignet, die festgelegten Schutzziele sicher zu gewährleisten (u.a. – s.o. – wegen der Zeitverzögerung bei der Luftzufuhr bis zu 20 Minuten, Nicht-Umkehrbarkeit der Luftförderung aus den Entrauchungsbauwerken, Schwallbauwerk Süd zu klein für die Aufstellung der benötigten Großgebläse und Schalldämpfer, Nicht-Regelbarkeit der Luftströme wegen viel zu großer Totzeit u.a.m.). Eine sichere Entrauchung der Tiefbahnsteighalle ist nur möglich mit maschineller Absaugung, wie bereits 2012 von dem damals eingeschalteten Brandschutz-Gutachter Gruner-AG dringend nahegelegt wurde, s. Anlage 1 Stellungnahme der Gruner AG an die DB PSU v. 20.9.2012[21]].

Abb. 5.8.1 **Straßburger Platz: Absaugschächte** zur Entrauchung Tiefbahnsteighalle

Dies bedingt die Anordnung von Absaugschächten mit Absaug-Gebläsen und Schalldämpfern auf dem Straßburger Platz, wie in vorstehender Abb. 5.8.1 beispielhaft gezeigt. Damit wäre eine gezielte, sofortige Rauch-Absaugung möglich unter Vermeidung der Mängel und Nachteile der vorgesehenen maschinellen Zuluft-Einführung, insbesondere auch die große Zeitverzögerung bis zu deren Wirksamwerden sowie auch die Vermeidung der Windanfälligkeit und damit Entfall der aufwendigen und störanfälligen windabhängigen Ansteuerung, wie in Abschn. 5.5 beschrieben.

Die Absaugschächte müssten dazu 21 m hoch sein, s. hierzu Abschn. 4.6.1. Nach TA-Luft Ziff. 5.5.2 muss die Mündung eines Rauch-Auslasses grundsätzlich den Dachfirst um mind. 3 m überragen; bei Flachdächern ist ein gedachtes Satteldach mit 20 ° Neigung zugrunde zu legen – bezogen auf den Straßburger Platz als Flachdach der Tiefbahnsteighalle mit rd. 100 m Breite erfordert das eine Höhe der Rauch-Austrittsöffnungen von 21,20 m über Gelände..

Dafür ist das dünne Schalendach über der Tiefbahnsteighalle jedoch nicht ausgelegt und muss samt den Kelchstützen neu geplant werden. Bereits erstellte Stützen müssen erforderlichenfalls abgebrochen und neu aufgebaut werden

Zudem ändern solche Absaugschächte das Erscheinungsbild des Straßburger Platzes ganz wesentlich.

6 ZULUFT-BEREITSTELLUNG im SCHWALLBAUWERK SÜD

6.1 Schwall- und Entrauchungsbauwerk SEBW Süd

Das Schwall- und Entrauchungsbauwerk SEBW SÜD ist einerseits für den Druckausgleich in den Tunneln (s. Abschn. 6.2] vorgesehen. Anderseits sollen hier im Brandfall die Luftmengen wechselseitig entweder zur Lüftung der Tiefbahnsteighalle (s. Abschn. 5.1) oder der südlichen Tunneläste bereitgestellt werden.

Das Bauwerk liegt am Ende des südlichen Gleisvorfeldes und schließt unmittelbar an die Tunnelstrecken Filderaufstieg und Neckartunnel an. Der oberirdische Bauteil, die „Luft-Ansaughutze“, liegt an der Willy-Brandt-Straße, s. folgende Abb. 6.1.1. Trotz seiner großen Abmessungen (B x H = 16 m x 16 m), die dem eines 4-geschossigen Mehrfamilienhaus entsprechen, ist auch dieses Bauteil zu klein für die ihm zugedachte Aufgabe, wie im folgenden begründet wird.

Abb. 6.1.1 **Luftansaughutze Schwallbauwerk Süd** z. Entrauchung Tiefbahnsteighalle

Unterhalb des Geländes sind zwei Ebenen vorgesehen; die obere als „Zwischenebene“ zur Ventilator-Aufstellung, darunter ein „Technik-Bereich“ als schmale „Restfläche“ zwischen den Gleisanlagen; beide ebenfalls unzureichend für die beabsichtigte Zweckbestimmung, wie im folgenden gezeigt wird.

Ursprünglich war das Schwall- und Entrauchungs-Bauwerk SEBW SÜD für eine Mehrfach-Funktion vorgesehen (und auch planfestgestellt.), einmal zur mechanischen Dauerlüftung im täglichen Regelbetrieb zur Temperatur- und Luftqualitätskontrolle der Tiefbahnsteighalle; im Brandfall hingegen sollte der Rauch aus der Tiefbahnsteighalle über die Tunneleinfahrten abgezogen werden.

Dies wurde 2015 von der Bahn mit der 15. Planänderung wieder verworfen. Im Erläuterungsbericht des Planänderungsantrages wird dazu erklärt, die bislang vorgesehene (und planfestgestellte) mechanische Dauerlüftung zur Temperatur- und Luftqualitäts-Kontrolle der Tiefbahnsteighalle werde nicht benötigt und entfällt. Anstelle der bisher hierfür im Schwallbauwerk Süd geplanten 10 „Klein-Ventilatoren“ werden jetzt vier „leistungsfähige Ventilatoren“ eingesetzt, jeweils zwei für jeden der beiden Tunneläste, die ausschließlich der Entrauchung dienen, indem Zuluft aus dem Schwall- und Entrauchungsbauwerk über die Süd-Tunnel in die S21-

Tiefbahnsteighalle eingeführt wird, um den bei einem Brand entstehenden Rauch über die Lichtaugen abzuführen. Das Absaugen von Rauch ist nicht mehr vorgesehen.

Außerdem entfallen die bislang vorgesehenen (und planfestgestellten!) „Bahntunneltore"; stattdessen sollen Saccardo-Düsen zur Luftstrahl-Lenkung in die südlichen Tunneläste zur Rauchabdrängung eingesetzt werden, näheres dazu s. Abschn. 6.5.

Die trapezförmige Grundfläche der Zwischenebene des geplanten Schwaalbauwerks ist bedingt durch den Baukörper des Gleisvorfeldes Süd, auf den diese aufgesetzt ist. Ob dies für die Unterbringung der erforderlichen Technischen Ausrüstung ausreicht, wurde nach unserer Kenntnis nicht untersucht.

Die Planung der gesamten technischen Ausrüstung, für die das Bauwerk errichtet werden soll, liegt bis heute nicht vor; selbst die wenigen Angaben aus der „Entwurfsplanung" von HBI Haerter AG[28] v. 24.11.2014 blieben unbeachtet. Die DB PSU hatte hierzu lediglich einen Plan mit vier großen Decken-Öffnungen und einer ansonsten leeren Fläche als Planänderungs-Unterlage eingereicht, s. nachstehende Abb. 6.1.2:

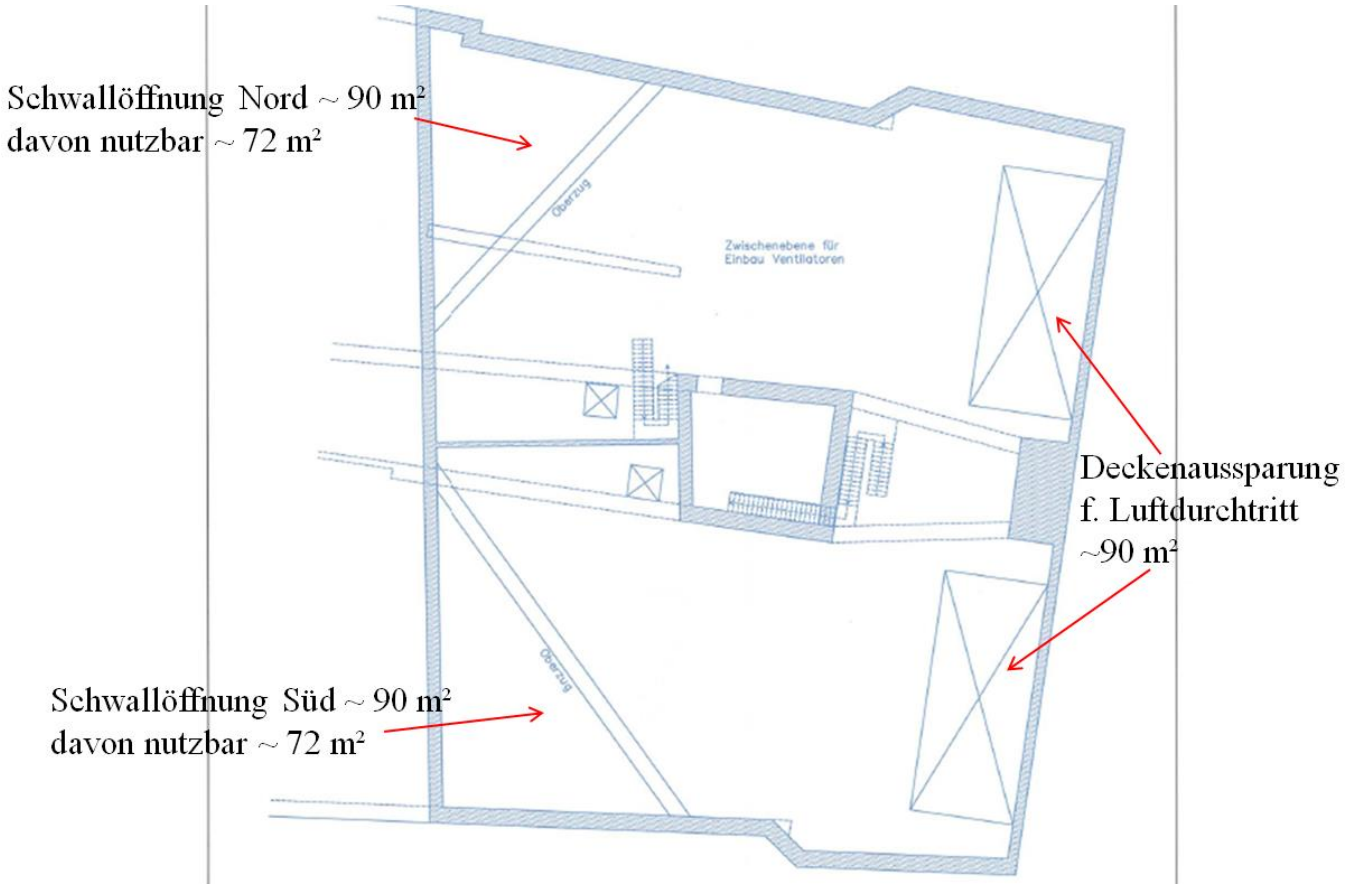


Abb. 6.1.2 **Schwallbauwerk Süd**, Grundriss Zwischenebene für Gebläse-Aufstellung, Ausschnitt aus DB-Plan Anlage 7.1.4.8 „Schwallbauwerk Süd" als **leerer Plan.**

Damit aber fehlt die Grundlage für eine Planfeststellung als Genehmigung der Bauausführung, wie sie dennoch am 20.10.2016 vom EBA für die 15. Planänderung erteilt worden ist.

6.2 Schwallluft und Druckausgleich

Die von den ein- und ausfahrenden Zügen vor sich her geschobene Luftmenge soll im Schwallbauwerk über eine große Schwall-Öffnung ins Freie entweichen und so verhindern, dass sich diese als starke Zugerscheinung in der Tiefbahnsteighalle unangenehm für die Reisenden auswirkt. Im Erläuterungsbericht ist dafür eine Öffnung von etwa 100 m² für jede der beiden zwei-

gleisigen Tunnelröhren im Südkopf angegeben. Im v.g. Grundriss des Bauwerkes sind hierfür 2 jeweils dreieckige Aussparungen in der Tunneldecke vorgesehen. Die Öffnungen sind nicht vermaßt; nach den aus den Plänen herausgemessen Längen ergeben sich rd. 90 m² Öffnungsfläche. Das ist deutlich weniger als im Erläuterungsbericht angegeben und hat höhere Durchtrittsgeschwindigkeiten und damit einen erhöhten Druckabfall zur Folge, wodurch die Luftschwall-Ableitung und der Druckausgleich im Tunnel beeinträchtigt werden.

Rechnet man den abzuführenden Schwallluftstrom aus 12,5 m² Stirnfläche eines Zuges x 30 m/s Luftgeschwindigkeit (entspr. etwa 100 km/h Fahrgeschwindigkeit), so müssen 375 m³/s Luft aus dem Tunnel über eine Schwallöffnung möglichst druckverlustarm ins Freie abströmen. Bei 100 m² Öffnungs-Fläche ergibt dies eine vertretbare Durchtrittsgeschwindigkeit von 3,75 m/s; bei 90 m² erhöht sich diese auf 4,2 m/s und der Druckverlust auf 22 %.

Die Schwallöffnungen müssen durch Absperrklappen verschließbar sein, um luftseitigen Kurzschluss beim Betrieb der Großgebläse zu vermeiden. Gem. vorliegender Planung sollen die Absperrklappen auf dem Oberzug entlang der Schwallöffnung als stehende Klappenwand angeordnet werden. Die Größe dieser Klappenwände ist nicht angegeben. Verringerte Klappen-Flächen ergeben höhere Anströmgeschwindigkeiten und damit erhöhte Druckverluste.

Die vorliegende Änderungsplanung der DB geht nach der vorliegenden „Schalltechnischen Stellungnahme“ [29] des IB Fritz v. 23.3.2015 davon aus, dass der über die Schwallöffnungen ins Freie abgestrahlte Schienenverkehrslärm aus den Tunneln *„keiner weiteren Schalldämm-Maßnahme“* mehr bedarf, um die nach 16. BImSchV höchstzulässigen Immissionsrichtwerte an der Nachbarschaftsbebauung einzuhalten.

In einer dem Eisenbahn-Bundesamt vorgelegten „Fachtechnischen Bewertung“ dieser „Schalltechnischen Stellungnahme“ [30] wird indessen nachgewiesen, dass die schalltechnische Ermittlung des IB Fritz unzutreffend ist und die höchstzulässigen Nachtwerte von 54 dB(A) ohne zusätzliche Schalldämm-Maßnahmen nicht eingehalten werden können, s. Abschn. 6.5.

Für zusätzliche Schalldämpfer im Schwallluftweg in druckverlustarmer Sonderbauweise bietet das geplante Bauwerk in der vorgesehenen Form und Größe jedoch keinen Platz.

6.3 Aufstellraum Axial-Großgebläse

Vorgesehen sind zur Luftförderung vier Axialgebläse liegend angeordnet; jedes Gebläse für einen Luftstrom von 250 m³/s = 900.000 m³/h und einen sehr hohen Druck von bis zu 3.500 Pa (nach Angabe HBI), was einem Druck von 350 kg/m² entspricht. Diese Anforderungen sind nur mit mehrstufigen Axialgebläsen in Sonderanfertigung zu erbringen

Wie bereits erwähnt, sind in den Plänen des Schwall- und Entrauchungsbauwerkes Süd, die dem Antrag auf Änderungsgenehmigung beigefügt waren, keinerlei Technische Anlagen und Ausrüstungen dargestellt, nicht einmal die zur Abgrenzung der einzelnen Bereiche zwingend notwendigen Zwischenwände, s. vorstehend in Abb. 6.1.2 auszugsweise wiedergegebenen DB-Plan Anlage 7.1.4.8 Grundriss „Zwischenebene“.

Dadurch wird auch nicht erkennbar, dass die vorgesehenen Raumverhältnisse zur Unterbringung der notwendigen Technischen Anlagen unzureichend sind.

Für die Hochleistungs-Axialgebläse ist von einer Gesamt-Baulänge von je etwa 10 m samt Ein- und Auslauf-Diffusor sowie einer Breite von jeweils über 4 m auszugehen, siehe hierzu auch die beispielhafte Abbildung eines derartigen Hochleistungs-Großgebläses in folgender Abb. 6.3.1., welches die gewaltigen Geräte-Abmessungen eindrucksvoll wiedergibt.

In v.g. „Entwurfsplanung“ von HBI Haerter AG[28] v. 24.11.2014 sind die Entrauchungsanlagen nur grob skizzenhaft dargestellt (Abb. 6.3.2); was als Entwurfsplanung nicht ausreicht.

Abb. 6.3.1 **Beispiel: Axial-Großgebläse** [vorgestellt von Hr. Bieger/DB PSU auf UTA-Sitzung des Stuttgarter Gemeinderates am 16.2.2016]

Darin sind für das Schwall- und Entrauchungsbauwerk Süd die Axial-Großgebläse deutlich kürzer dargestellt als in den Entrauchungsbauwerken, für die bei gleicher Leistung HBI sogar 12 m Länge angegeben hat. Außerdem sind diese im SEBW Süd mit unzureichenden Schalldämpfern unmittelbar am Gebläse-ein- und -aus-tritt versehen, was so gar nicht möglich ist, s. nachfolgende Abb. 6.3.2 „Aufsicht“ u. 6.3.3 „Längsschnitt“ aus v.g. „Entwurfsplanung“ von HBI Haerter AG[28]. Dennoch reichen diese in die (nicht dargestellte) Schwallluftöffnung hinein.

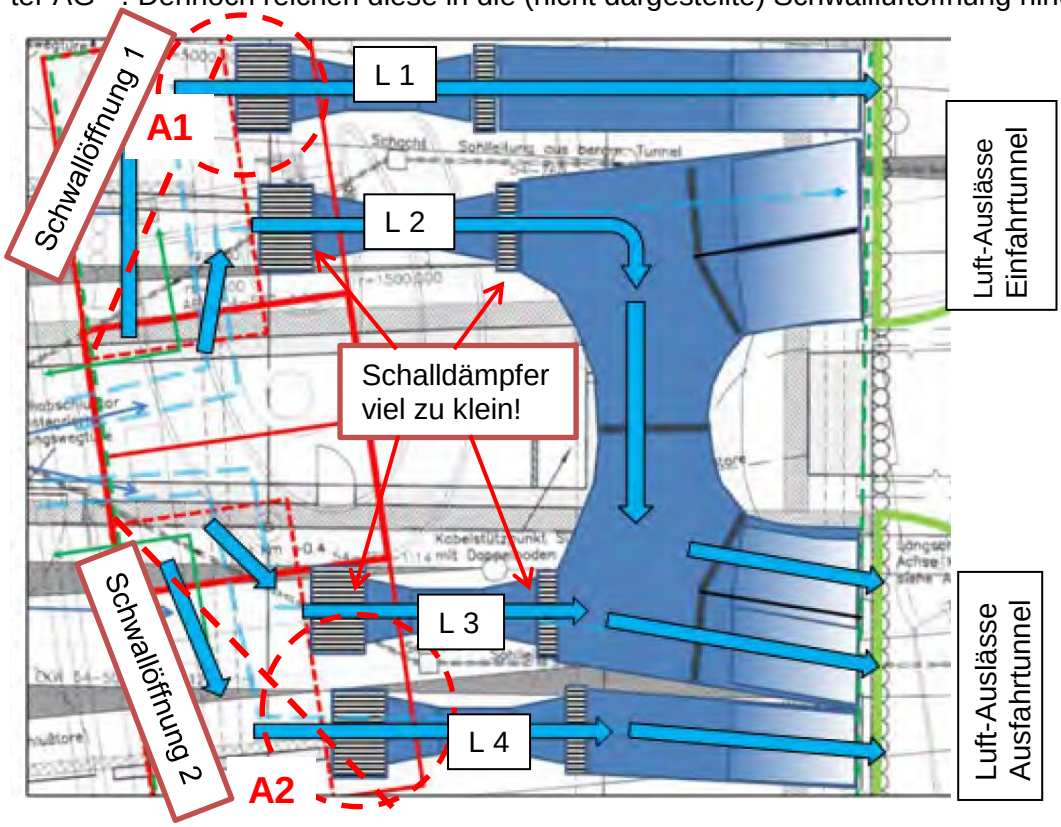


Abb. 6.3.2 **EBW Süd** / **Aufsicht Zuluftanlagen** [HBI-Studie [28]/Abschn. 22.10 / S. 153]

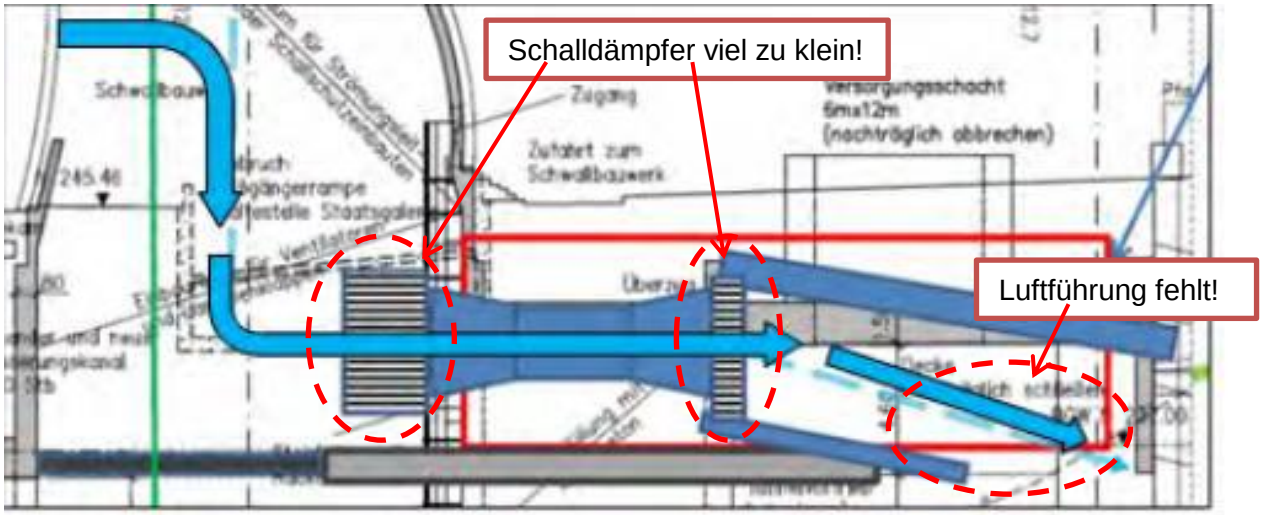


Abb. 6.3.3 **EBW Süd / Schnitt Zuluftanlage** [aus HBI-Studie[28]] /Abschn. 22.10 / S. 153]

Unter Berücksichtigung des für Überwachung, Wartung und Instandsetzungsmaßnahmen mit Austausch von Einzelteilen benötigten Platzbedarfes als Freiraum zwischen den Gebläsen sowie davor und dahinter wäre der verfügbare Aufstellraum in der Zwischenebene allein mit den vier Hochleistungsgebläsen bereits vollständig belegt; weitere Einrichtungen wie die zwingend notwendigen Schalldämpfer können hier nicht mehr untergebracht werden.

Der Bereich saugseitig vor den Gebläsen wird von den schräg durch den Raum verlaufenden, etwa 1,5 m hohen Oberzügen eingeengt; damit ist der kopfseitig notwendige Freiraum für Wartung und Instandhaltung vor den Gebläsen nur eingeschränkt möglich; größere Reparatur- und Erneuerungsmaßnahmen sowie Ein- und Ausbringen größerer Teile wie Motor oder Laufräder werden dadurch sehr erschwert. Zudem reichen 6,3 m Raumhöhe nicht aus, um bei einer Geräte-Gesamthöhe von 4 m und 1 m Unterbau im verbleibenden Zwischenraum bis zur Decke von rd. 1,3 m ein Hebezeug zum Aus- und Einbau schwerer Teile einzusetzen

In den beiden nachfolgenden Planausschnitten Abb. 6.3.4 „Schwallbauwerk Süd, Grundriss Zwischenebene für Gebläse-Aufstellung“ und Abb. 6.3.5 „Schwallbauwerk Süd, Längsschnitt Achse L3 Gebläse-Aufstellung“ ist die allein mögliche Anordnung der vier Axial-Großgebläse L1–L4 sowie der notwendigen Schalldämpfer SD auf der Saug- und auf der Druckseite mitsamt den notwendigen Trennwänden zur luftseitigen Abtrennung der einzelnen Funktionsbereiche vom Verfasser dargestellt.

Daraus geht hervor, dass die vorgesehene trapezförmige Grundfläche der Zwischenebene nicht ausreicht, um dort die Gesamtheit der benötigten Technischen Ausrüstung zur Zuluftförderung in die Tunnel und in die Tiefbahnsteighalle zweckentsprechend unterzubringen. Die Großgebläse L3 und L4 reichen über die südliche Schwallöffnung hinaus, was allein schon wegen dem aufgehenden Oberzug als Randträger der Öffnung ausgeschlossen ist.

Die auf den Randträgern der beiden Schwallöffnungen aufzubauenden Stellklappenwände sind dadurch nicht möglich, die notwendige Schwallfunktion somit nicht erreichbar. Die Schwallluftwege werden außerdem soweit verringert, dass der erforderliche Schwallluft-Austausch zwischen Tunnel und Außenluft nicht mehr sichergestellt werden kann.

Der im Schwallbauwerk Süd vorgesehene Raumbereich ist unzureichend für die gemeinsame Anordnung der Schwallluftwege sowie der vier Axial-Großgebläse samt erforderlicher Schalldämpfer. Die DB PSU als Verfahrenträgerin hat versäumt, den Raumbedarf durch eine belastbare Entwurfsplanung der Technischen Ausrüstung zu ermitteln und nachzuweisen.

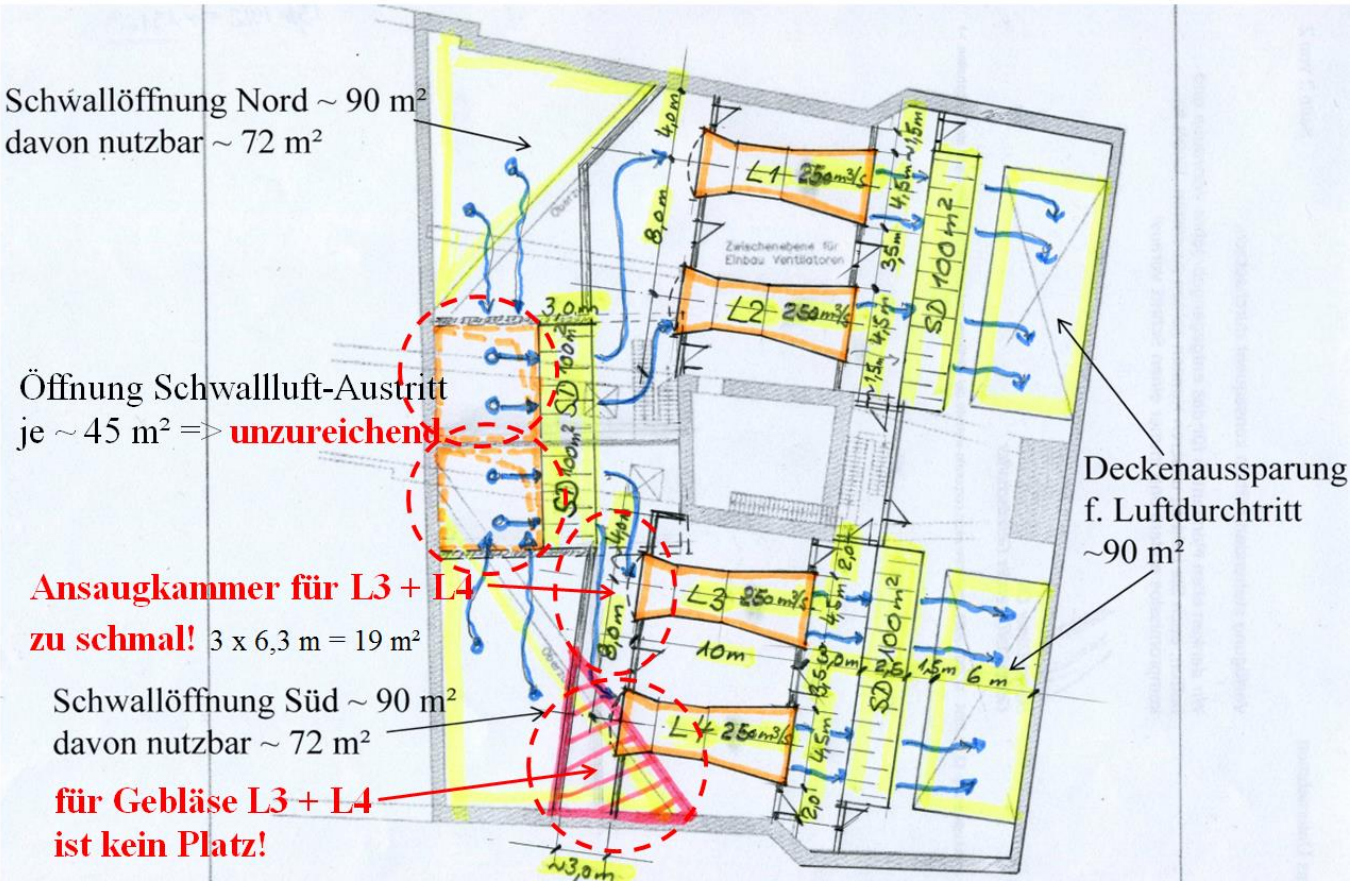


Abb. 6.3.4 **Schwallbauwerk Süd**, Grundriss Zwischenebene für Gebläse-Aufstellung, Ausschnitt aus DB-Plan Anlage 7.1.4.8 „Schwallbauwerk Süd“

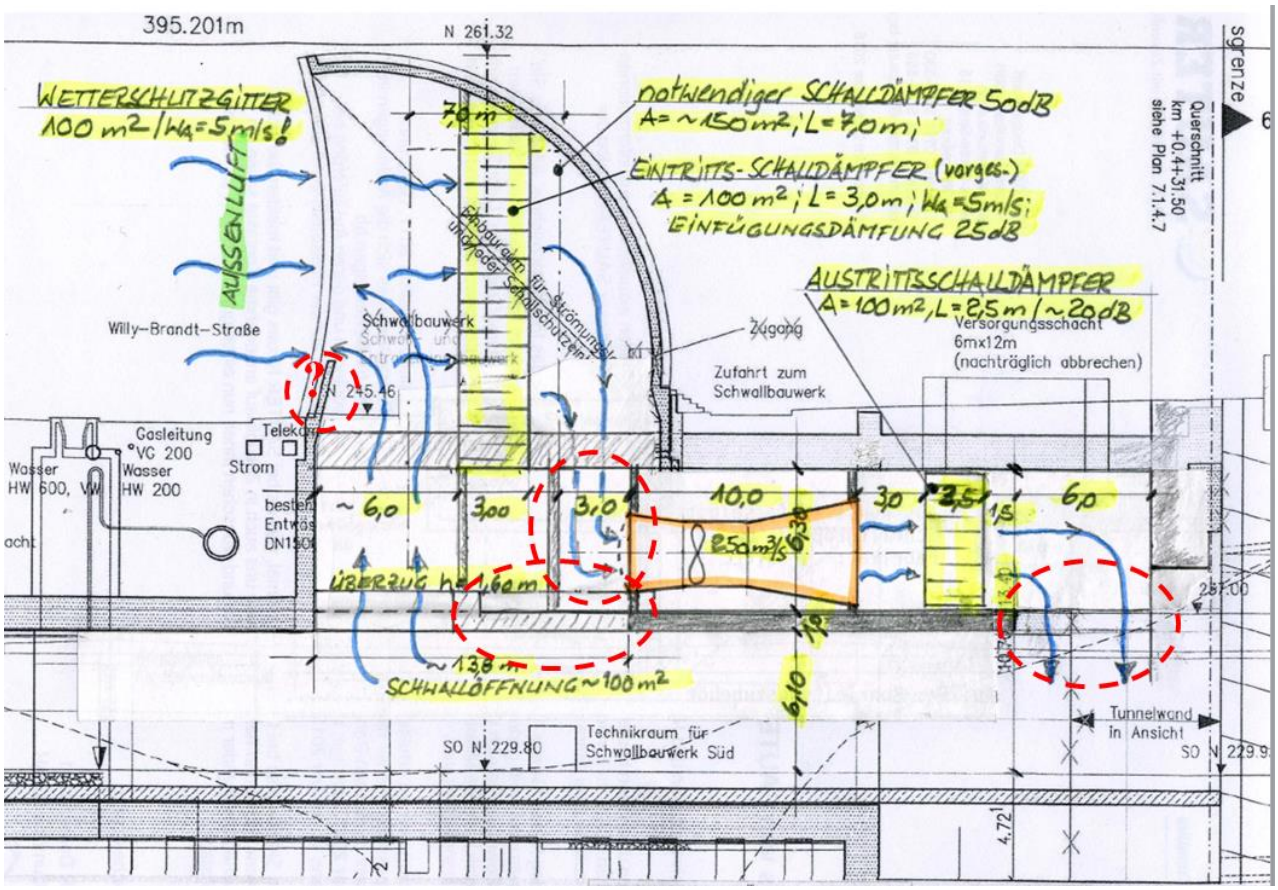


Abb. 6.3.5 **Schwallbauwerk Süd**, Längsschnitt Achse L3 Gebläse-Aufstellung,

6.4 Schalldämpfer

Unverständlich ist, dass die den Raumbedarf wesentlich bestimmenden Schalldämpfer-Anlagen weder auf der Ansaug- noch auf der Abströmseite in den Plänen dargestellt sind.

Erst recht befremdlich ist, dass sowohl im Längsschnitt Abb. 6.3.5 als auch im Querschnitt Abb. 6.3.4 der Vermerk „*Einbauraum für Strömungsleit- und/oder Schallschutzeinbauten*“ als ungültig gekennzeichnet wurde – wo also sollen diese dann sonst hinkommen?

Falls damit gemeint sein sollte, dass die Schalldämpfer unmittelbar an die Gebläse angebaut würden, wie dies in den v.g. Abb. 6.3.2 u. 6.3.3 aus der HBI-Studie[28] durch die zylindrischen Aufsätze am Ein- und Austritt der Gebläse angedeutet ist, so ist dieser Vorschlag untauglich und völlig ungeeignet zur Dämpfung des sehr hohen Austrittsschalles aus den Gebläsen.

Die dort dargestellten Einheiten kommen weder von der Länge noch von ihrer viel zu geringen Querschnittsfläche her auch nicht annähernd als Schalldämpfer in Betracht.

Die Schalldämpfung wird ausschließlich erreicht durch Absorption der Schallenergie in einer weichen Gewebepackung (= Kulisse) möglichst großer Dicke aus Glas- oder Mineralfasern mit dazwischenliegenden Spalten für die Luftführung.

Die Dämpfungswirkung ist annähernd prop**o**rtional zur Packungs-(Kulissen-)Dicke D und der Kulissenlänge L und umgekehrt prop**o**rtional zur Spaltweite S.

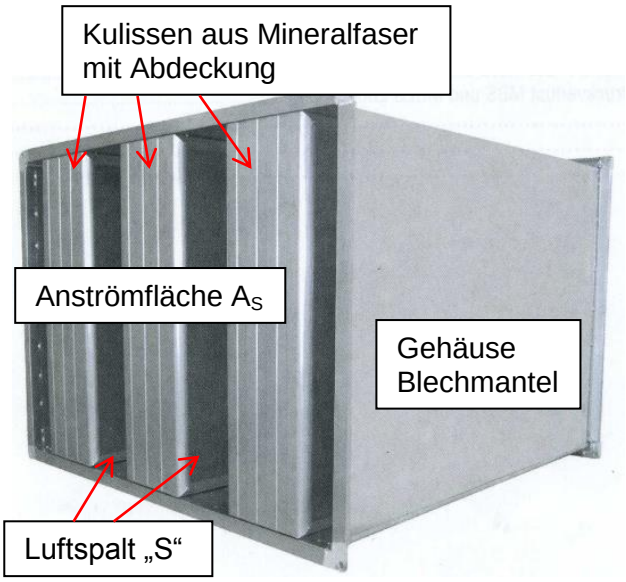


Abb. 6.4.1 Schalldämpfer (Beispiel)

Allgemein gebräuchlich sind Kulissendicken von 200 mm und Spaltweiten von 100 mm.

Das Verhältnis Spaltquerschnitt A_S zu Anströmfläche A_G wird damit:

$$\frac{AS}{AG} = \frac{S}{S+D} = \frac{100}{100+200} = \frac{1}{3}$$

Die Luftgeschwindigkeit im Spalt ve**r**hält sich zur Anströmgeschwindigkeit umgekehrt wie der Spaltquerschnitt A_S zu Anströmfläche A_G, also 3 : 1. Um ein zu starkes Strömungsrauschen im Schalldämpfer zu vermeiden, was die Dämpfungswirkung beeinträchtigen würde, soll die Luftgeschwindigkeit im Spalt w_S = <15 m/s nicht überschreiten. Daraus ergibt sich die zulässige Anströmgeschwindigkeit w_A des Schalldämpfers zu:

$$\frac{wA}{wS} = \frac{AS}{AG} = \frac{S}{S+D} = \frac{100}{100+200} = \frac{1}{3} \Rightarrow w_A = \frac{1}{3} * ws = \frac{1}{3} * 15\,\frac{m}{s} = 5\,m/s$$

Damit wird die erforderliche Anströmfläche A_S des Schalldämpfers für den vorgesehenen Zuluftstrom für 2 Hochleistungsgebläse V_Z = 2 x 250 m³/s:

$$As = \frac{Vz}{wA} = \frac{2*250\,m^3/s}{5\,m/s} = 100\,m^2$$

Dies entspricht gerade der vorgesehenen Öffnungsgröße der Ansaugöffnung am Schwallbauwerk für 2 Gebläse. Wegen dem für den Schwallluft-Austritt aus dem Tunnel freizuhaltenden Abstand von 7 m zuzüglich 3 m Kulissenlänge für 25 dB(A) Einfügungsdämpfung, wie vom Schallgutachter IB Fritz vorgegeben, steht jedoch **–** bedingt durch die Dachkrümmung des hut-

zenförmigen Ansaug-Bauwerkes (s. Abb. 6.3.5) – der hierfür erforderliche Mindest-Einbauraum von 100 m² Anströmfläche für die Ansaugschalldämpfer nicht zur Verfügung.

Entsprechendes gilt für die notwendige Schalldämpfer-Anlage auf der Abströmseite, die für eine Einfügungsdämpfung von ebenfalls 25 dB(A) den gleichen Einbauraum von 100 m² Anströmfläche bei 3 m Kulissenlänge erfordert.

In der Fachtechnischen Bewertung[30] der „Schalltechnischen Stellungnahme“ des IB Fritz [29] wurde dem Eisenbahn-Bundesamt gegenüber nachgewiesen, dass die vom Schallgutachter IB Fritz vorgegebene Einfügungsdämpfung von 25 dB(A) für die hier vorgesehenen Hochleistungsgebläse unzureichend ist und auf 52 dB(A) erhöht werden muss, um die Immissionsrichtwerte einhalten zu können. Das gilt auch für die Abströmseite, um den „Höllenlärm“ der Gebläse beim Probebetrieb auch für die Tiefbahnsteighalle zu mindern. Dies zu untersuchen, hat der Schallgutachter IB Fritz jedoch unterlassen.

Eine auf 52 dB(A) erhöhte Einfügungsdämpfung bedingt eine auf etwa 7 m vergrößerte Kulissen-Baulänge. Außerdem ist zur Verbesserung der Schalldämpfung die Kulissendicke D auf 300 mm zu erhöhen und der Spalt S auf 75 mm zu verringern.

Damit ändert sich das Verhältnis Spaltquerschnitt A_S zu Anströmfläche A_G wie folgt:

$$\frac{AS}{AG} = \frac{S}{S+D} = \frac{75}{75+300} = \frac{1}{5}$$

und die zulässige <u>Anströmgeschwindigkeit</u> w_A des Schalldämpfers zu:

$$\frac{wA}{wS} = \frac{AS}{AG} = \frac{S}{S+D} = \frac{75}{75+300} = \frac{1}{5} \Rightarrow w_A = \frac{1}{5} * ws = \frac{1}{5} * 15\frac{m}{s} = 3\ m/s$$

Damit wird die erforderliche <u>Anströmfläche</u> A_S des Schalldämpfers mit 52 dB(A) Einfügungsdämpfung:

$$As = \frac{Vz}{wA} = \frac{2*250\ m^3/s}{3\ m/s} = 167\ m^2$$

Diese Fläche von 2 x 167 m² ist im vorgesehenen und zur Genehmigung eingereichten Bauwerk erst recht nicht unterzubringen, weder auf der Anström- noch auf der Abströmseite.

Ergebnis: <u>Für die Unterbringung der notwendigen Schalldämpfer sowohl auf der Saugseite als auch auf der Druckseite fehlt der dafür erforderliche Platz.</u> Das Schwall- und Entrauchungs-Bauwerk ist in der vorgesehenen Form und Größe nicht genehmigungsfähig.

6.5 Anforderungen an den Schallschutz

Im Auftrag der DB PSU hatte das Ingenieurbüro FRITZ GmbH eine „ERGÄNZENDE SCHALL-TECHNISCHE STELLUNGNAHME bezügl. der zu erwartenden SCHALL-IMMISSIONEN“29] aus dem Schwall- und Entrauchungsbauwerkes SÜD erstellt, die dem Eisenbahn-Bundesamt als Nachweis für das Einhalten der vorgegebenen Schallschutzziele vorgelegt wurde.

Diese erweist sich als unzutreffend, wie nachstehend aufgezeigt wird. <u>Die Anwohner des Kernerviertels</u> im Einwirkungsbereich des Schwall- und Entrauchungsbauwerkes SÜD <u>werden einer unzulässigen und nicht zumutbaren Lärmbelastung ausgesetzt.</u>

6.5.1 *Einwirkungen aus Verkehrsgeräuschen*

Die in Abschn. 5.1 „Einwirkungen aus Verkehrsgeräuschen“ im v.g. Fachgutachten[29] des IB Fritz angegebene Schall-Immission an die Nachbarschaft ist unzutreffend nicht sachgerecht ermittelt.

So sind hier für den Immissionsort IP 05 [Willy-Brandt-Str. 18] während der maßgebenden Nachtzeit folgende Immissionsanteile aus Verkehrsgeräuschen angegeben:

$L_{r,Verkehr}$ = 55,4 dB(A)
aus der Durchstrahlung von Verkehrslärm durch die Schwallöffnungen

$L_{r,Sonstige}$ = 46,5 dB(A)
aus sonstigen Verkehrslärmquellen (u.a. Abstrahlung Zugangsbereiche Bahnhofshalle)

Wie diese Werte zustande kommen, ist darin nicht gesagt. IB Fritz nimmt dabei Bezug auf zwei Berichte von 2002 bzw. 2004, die hier aber nicht vorliegen. Inwieweit diese Werte zutreffend sind, muss damit zunächst offen bleiben. Die genannten Untersuchungen lagen schon damals 13 Jahre zurück; ihre Gültigkeit für die heutigen Verhältnisse ist nicht nachgewiesen.

Tatsache ist aber, dass der o.g. $L_{r,Verkehr}$ = 55,4 dB(A) selbst den zu hohen Immissions-Nacht-Grenzwert nach § 2 (1) der 16. BImSchV von 54 dB(A) um 1,4 dB überschreitet. Die Tagwerte liegen lt. IB Fritz um 4,9 dB höher, betragen also mehr als 60 dB(A).

Ursprünglich waren in diese Werte lt. IB Fritz nur 4 dB Abzug für baubedingte Schallpegel-Minderungen eingerechnet gewesen. Im Weiteren rechnet IB Fritz jedoch unter Berufung auf inzwischen vorliegende Pläne des Schwallbauwerkes Süd mit einer zusätzlichen Verringerung der Schalldurchstrahlung im Bauwerk um weitere 5 dB auf nunmehr $L_{r,Verkehr}$ = 50,4 dB(A) und als Summe $L_{r,Verkehr}$+ $L_{r,Sonstige}$ = 51,4 dB(A), also Werte unterhalb der höchstzulässigen 54 dB(A). Dies begründet er mit drei 90°-Umlenkungen, für die nach VDI 2018 Tab. 7 jeweils 3 dB Schallpegelminderung angesetzt werden, zusammen also 9 dB Abzug.

Diese Schallpegelminderung um 9 dB durch IB Fritz ist jedoch unzulässig. Zunächst: Die VDI 2081 „Geräuscherzeugung und Lärmminderung in Raumlufttechnischen Anlagen“ gilt für einen ganz anderen Sachbereich und kann hier nur bedingt und unter Vorbehalt herangezogen werden. Zudem sind die Werte der v.g. Tabelle 7 auf Luftkanäle mit einer Seitenlänge von lediglich 1.250 mm bezogen. Im vorliegenden Fall mit den um ein Vielfaches größeren Räumen des Schwallbauwerkes können diese Tabellenwerte nicht ohne weiteres so übernommen werden. Vielmehr ist davon auszugehen, dass die schallharten hohen Räume des Schwallbauwerks keine nennenswerte Schallpegelminderung aufweisen werden. Hier hätte der Schallgutachter hierfür geeignete wirklichkeitsnahe Ansätze erarbeiten müssen.

Maßgebend für die Schallpegelminderung ist nicht die Form der Luftführung, sondern die Umlenkungen des Schallweges. Die Schwallöffnungen der beiden Tunnel sind genau unterhalb der großen Ansaugöffnungen vorgesehen, s. Abb. 6.3.5, S. 77. Die hierfür mögliche Schallpegel-Minderung beschränkt sich also auf einen Wert von bestenfalls 2 dB anstatt 9 dB wie von IB Fritz angesetzt. Damit aber wird sogar noch der ursprüngliche Wert $L_{r,Verkehr}$ = 55,4 dB(A) vergrößert auf 57,4 dB(A); der Gesamtbeurteilungspegel $L_{r,Verkehr}$+ $L_{r,Sonstige}$ erhöht sich auf 58 dB(A). Der nach 16. BImSchV §2 einzuhaltende Grenzwert von 54 dB(A) wird um 4 dB deutlich überschritten – das ist mehr als eine Verdoppelung des Schalldrucks.

Entsprechendes gilt auch für den Immissionsort IP 09 (Sängerstraße 3) im Wohngebiet, wo ein Nachtwert von 49 dB(A) eingehalten werden muss. Der hierfür vom Schallgutachter IB Fritz angegebene Gesamtbeurteilungspegel von 47,9 dB(A) erhöht sich auf 49 dB(A). Die vom Schallgutachter IB Fritz behauptete Unterschreitung des Immissions-Grenzwertes trifft daher nicht zu.

6.5.2 *Einwirkungen aus Anlagengeräuschen*

Die in Abschn. 5.2 „Einwirkungen aus Anlagengeräuschen“ im Fachgutachten[29] IB Fritz dargestellten Schall-Auswirkungen aus dem Anlagenbetrieb sind unzutreffend und fehlerhaft. Sie ergeben ein zu günstiges Ergebnis, wie nachfolgend aufgezeigt wird:

Für die vorgesehenen vier großen Axial-Ventilatoren, die im Ereignisfall der Entrauchung der Tunnel oder der Tiefbahnsteighalle dienen sollen, gibt IB Fritz auf S. 13 für den Vollastbetrieb einen Schallleistungspegel an von

$L_{LWA.Ventilator}$ = 133 dB(A)

und bei Betrieb aller 4 Ventilatoren einen um 6 dB erhöhten Gesamt-Schallleistungspegel

$L_{LWA.Ventilator}$ = 139 dB(A)

Der von IB Fritz angegebene Wert für den Schallleistungspegel $L_{LWA.Ventilator}$ = 133 dB(A) ist allerdings nicht belegt; es gibt hierüber keine Herstellerbescheinigung mit Messwerten über das Geräuschverhalten. Ventilatoren der hier benötigten Größe sind keine Serien-Erzeugnisse, sondern müssen für den jeweiligen Bedarfsfall erst konstruiert werden.

Für eine Schalltechnische Vorab-Beurteilung der Anlage kann der Schallleistungspegel von Ventilatoren rechnerisch nach einer Näherungsgleichung (13) gem. VDI 2018 Ziff. 4.3.2 und Ziff. 4.3.3 wie folgt ermittelt werden:

$$LW4 = LWSM + 10\,lg\,V + 20\lg\Delta\,pt$$

Mit L_{WSM} = 42 dB für Axialgebläse n. VDI 2018 Ziff. 4.3.3 sowie V = 250 m³/s u. Δpt = 3.400 Pa (s. Angaben HBI [Lit. 02]) wird:

$$LW4 = 42 + 10\,lg\,250 + 20\lg\,3.400 = 42 + 10 * 2{,}4 + 20 * 3{,}53 = 42 + 24 + 70{,}6\ dB = 136{,}6\,dB$$

Hinzuzurechnen ist gem. VDI 2018 Ziff. 4.3.3 ein Zuschlag von bis zu 7 dB zum Ausgleich des Streubereiches der Prüfstands-Mittelwerte, die der Näherungsgleichung zugrunde liegen.

Damit wird der maßgebliche Schallleistungspegel eines Axial-Ventilators

$L_{LWA.Ventilator}$ = 136,6 dB(A) + 7 dB = 143,6 dB(A)

und bei Betrieb aller 4 Ventilatoren ein um 6 dB erhöhter Gesamt-Schallleistungspegel

$L_{LWA.Ventilator}$ = <u>149,6 dB(A)</u>.

Tatsächlich ergibt sich also <u>ein um 10 dB höherer Schallleistungspegel der Ventilatoren</u> als von IB Fritz in seiner Schalltechnischen Stellungnahme v. 23.3.2015 auf S. 13 angegeben. Diese Abweichung ist erheblich und stellt das gutachterliche Gesamtergebnis in Frage.

6.5.3 *Schallpegel-Absenkungen innerhalb der Anlage*

Für die weitere Betrachtung der von der riesigen 200 m²-Austrittsöffnung des Schwall- und Entrauchungsbauwerkes ausgehenden Schallleistung nimmt IB Fritz in Abschn. 5.2; S. 14 seines v.g. Gutachten[29] „*infolge Ausbreitungseffekten eine Pegelreduktion im Sinne einer Abschätzung um mindestens 4 dB(A)*“ in Anspruch, ohne dies näher zu begründen.

Dies steht allerdings im Widerspruch zur v.g. Aussage des Gutachtens von IB Fritz im Abschn. 5.1, wo er auf S. 11 für die Ermittlung der Beurteilungspegel am Immissionsort „*für insgesamt drei 90°-Umlenkungen der Luftführung sowie durch geringfügige Querschnittsänderungen*“ eine Pegelminderung um 9 dB ansetzt, was so nicht zutreffend ist, wie bereits vorstehend in Abschn. 6.5.1 aufgezeigt wurde. Wie dort dargelegt, kommt für den riesigen schallharten Raum allenfalls eine Pegelminderung von 2 dB infrage.

Weiterhin vermindert IB Fritz den Schallleistungspegel um weitere 12 dB mit der Begründung: „*Demnach wird die auf den gesamten 16-stündigen Beurteilungszeitraum bezogene Schallleistung um weitere 12 dB(A) gesenkt*.“ (s. Gutachten IB Fritz S. 14), wobei der Tagzeitraum von 6.00 Uhr bis 22.00 Uhr gemeint ist. Eine nähere Erläuterung und Begründung für diese Schallpe-

gelminderung wird nicht gegeben und auch nicht erklärt, wie diese erhebliche Pegelsenkung bestimmt wurde. Auch ist dies weder aus der TA-Lärm noch aus der 16. BImSchV so ableitbar.

Vermutlich wertet IB Fritz hierfür willkürlich angenommene Teilzeiten für Probebetriebsläufe mit sehr hohen Schallpegeln als Schallleistungsspitzen gegenüber den deutlich geringeren Schallleistungspegeln aus dem Schienenverkehr während der übrigen Zeiten im Gesamt-Tageszeitraum 6.00 – 22.00 Uhr = 16 Stunden und bildet daraus einen gewichteten Tages-Mittelwert. Das aber ist so nicht zulässig.

Art und Dauer der Probebetriebsläufe sind nicht verbindlich vorgegeben; das ist aus betrieblichen Gründen auch gar nicht möglich. Mehrstündige Probebetriebsläufe können nicht ausgeschlossen werden und müssen folglich schalltechnisch in vollem Umfange und ohne Abschläge berücksichtigt werden. Auch ein nur halbstündiger Probelauf kann schalltechnisch nicht als „kurze Schallspitze“ gewertet werden.

Die von IB Fritz vorgenommene Pegelabsenkung um 12 dB ist sachlich nicht begründet und unzulässig; diese wird aus der weiteren Betrachtung herausgenommen. Anstatt der von IB Fritz vorgenommenen Gesamt-Pegelabsenkung um 4 dB + 12 dB = 16 dB kommen nur 2 dB in Frage.

Schließlich verringert IB Fritz den Schallleistungspegel nochmals um weitere 3 dB mit der Begründung: „*Ein zusätzlicher Abschlag von 3 dB(A) ergibt sich aus dem Sachverhalt, dass sich die Gesamtschallemission des Schwall- und Entrauchungsbauwerkes auf zwei Schallöffnungen aufteilt“.* Diese Begründung ist jedoch abwegig. Die Schallöffnungen stellen zwei gleichstarke Schallquellen dar, deren abgestrahlte Gesamt-Schallleistung sich um 3 dB gegenüber der einer Einzel-Schallquelle erhöht. Damit heben sich Abschlag und Erhöhung gegenseitig auf, und es kann keine Pegelminderung angesetzt werden.

6.5.4 *Schallleistung an Austrittsöffnung und erforderliche Einfügungsdämpfung*

Unter Einbeziehung der v.g. Pegelminderungen sowie einer vorgesehenen Einfügungsdämfung D_E = 23 dB des Schalldämpfers ermittelt IB Fritz auf S. 14 seines Gutachtens die „*zulässige beurteilte Schallleistung an den beiden vertikal angeordneten, jeweils ca. 84 m² großen Schwall- und Entrauchungsöffnungen an der Außenseite jeweils*“ zu:

$$LWAr, Oeffnung = 139\,dB(A) - 4dB(A) - 12dB(A) - 23dB(A) - 3dB(A)$$
$$= 97dB(A)$$

Tatsächlich ergibt sich mit den vorstehend ermittelten Werten jedoch eine unzulässig hohe Schallleistung an der Austrittsöffnung zu:

$$LWAr, Oeffnung = 149\,dB(A) - 2dB(A) - 0dB(A) - 23dB(A) - 0dB(A)$$
$$= 124\,dB(A)$$

die einem startenden Düsenflugzeug entspricht und so keinesfalls genehmigt werden kann.

Vielmehr muss die erforderliche Einfügungsdämpfung der Schalldämpfer auf 52 dB erhöht und damit mehr als verdoppelt werden, damit die Schallleistung an der Austrittsöffnung den von IB Fritz vorgesehenen Wert von 97 dB(A) nicht überschreitet:

$$DE = 149\,dB(A) - s\,dB(A) - 97\,dB(A) + 2\,dB(A)$$
$$= 52\,dB(A)$$

Darin ist ebenfalls ein Vorhaltemaß von 2 dB für den Schalldämpfer berücksichtigt.

Die im Schallgutachten von IB Fritz ermittelte Einfügungs-Dämpfung des Schalldämpfers ist mit nur 25 dB unzureichend. Das vorliegende Schallgutachten des IB Fritz v. 23.3.2015 ist daher fehlerhaft und zur schalltechnischen Beurteilung nicht brauchbar.

Zu beachten ist dabei, dass darin das Strömungsrauschen sowohl der Schalldämpfer als auch der Wetterschutzgitter in den großen Austrittsöffnungen noch nicht berücksichtigt ist.

Das Strömungsrauschen der Schalldämpfer kann bei entsprechender Auslegung der Schalldämpfer mit nicht allzu hohen Durchströmungsgeschwindigkeiten < 20 m/s hinreichend niedrig gehalten werden, so dass kein messbarer Beitrag zum abgestrahlten Gesamtschall entsteht. Das bedingt eine sehr große Anströmfläche der Schalldämpfer, die bislang in den zur Genehmigung eingereichten Bauwerksplänen für das Schwall- und Entrauchungsbauwerk nicht vorgesehen ist.

Das Strömungsrauschen der Wetterschutzgitter wirkt aufgrund der vorgegebenen Größe im Vollastbetrieb der Axialgebläse allerdings lärmerhöhend. Dies kann durch die Schalldämpfer auch nicht beeinflusst werden, sondern wirkt sich ungemindert auf die Umgebung aus.

Nach Näherungsgleichung (19) Abschn. 5.2.3 der VDI 2081 bestimmt sich das Strömungsrauschen eines Wetterschutzgitters wie folgt:

$$\boldsymbol{LW = 10 + 60\ lg\ V + 25\ lg\ \xi + 10\ lgS}$$

mit den Vorgabewerten:

- v = 500 m³/s : 100 m² = 5 m/s
- S = 100m²
- $\xi = 5$

wird:

$$LW = 10 + 60\ lg\ 5 + 25\ lg\ 5 + 10\ lg100 = 10 + 60 * 0{,}7 + 25 * 0{,}7 + 10 * 2$$

$$LW = 10 + 42 + 17{,}5 + 20 = \mathbf{89}{,}5\ \mathrm{dB(A)}$$

Bei zwei Wetterschutzgittern nebeneinander ergibt sich damit ein Summen-Schallleistungspegel von 92,5 dB(A), der den Gesamt-Schallleistungspegel an der Austrittsöffnung von 97 dB(A) um nochmals 1,3 dB erhöht und damit auch die Schallimmission am Aufpunkt der Nachbarbebauung.

Wird durch verbesserte Schalldämpfer, wie gefordert, die Anlagen-Schallleistung an der Austrittsöffnung auf 85 dB(A) gesenkt, um einen Immissionsrichtwert von 55 dB(A) tagsüber an der Nachbarbebauung einzuhalten, würde das Strömungsrauschen der Wetterschutzgitter dies unmöglich machen. Hierfür müssen die Austrittsöffnungen des Schwallbauwerkes in etwa verdoppelt werden für eine Anströmgeschwindigkeit von etwa 2,5 m/s, damit das Strömungsrauschen 10 dB niedriger liegt als der zulässige Schallleistungspegel am Austritt.

Dies aber macht die Umplanung des genehmigten Schwallbauwerkes erforderlich, mit dessen Errichtung inzwischen begonnen worden ist.

6.5.5 *Unangemessenheit der zugrundeliegenden Lärmgrenzwerte*

Wie vorstehend in 6.5.1 begründet, sind die gutachtlichen Aussagen zur Schall-Übertragung von Schienen-Verkehrsgeräuschen aus den Tunneln über die Schwallöffnungen an die Umgebung unzutreffend. Der vom Gutachter IB Fritz[29] bescheinigte Gesamtbeurteilungspegel von 51,9 dB(A) ist fehlerhaft ermittelt; er beträgt 55,9 dB(A). Mit diesem Pegel <u>übersteigt somit die Verkehrslärmbelastung den nach 16. BImSchV höchstzulässigen Nachtwert</u> von 54 dB(A).

Nach TA Lärm dürfen jedoch nachts in Mischgebieten 45 dB(A) nicht überschritten werden, in reinen Wohngebieten müssen nachts 40 dB(A) eingehalten werden. Die v.g. von IB Fritz ermittelten Werte stellen also eine erhebliche Überschreitung dieser Nacht-Grenzwerte nach der TA Lärm um 10 bzw. 15 dB dar. Es stellt sich die Frage, warum die viel zu hohen Schallimmissions-

Grenzwerte nach 16. BImSchV den Anwohnern des Kernerviertels zugemutet werden und sie damit zukünftig einer solchen vom S21-Schienenverkehr ausgehenden zusätzlichen ständigen Lärmbelästigung ausgesetzt werden sollen.

Warum werden nicht die niedrigeren Werte nach TA-Lärm zugrunde gelegt, und zwar die für Wohngebiete? Die hier früher das „Mischgebiet“ rechtfertigende WULLE-Brauerei an der Willy-Brandt-Straße gibt es schon seit Jahrzehnten nicht mehr; auch andere Gewerbebetriebe sind hier nicht mehr ansässig. Hier hat die Stadt Stuttgart zum Nachteil ihrer Bürger bis heute versäumt, eine Baurechtsänderung vorzunehmen und das gesamte Kernerviertel als Wohngebiet umzustufen.

Dauernde Lärmbelastung macht krank, das ist vielfach medizinisch nachgewiesen. Diese Verordnung ist längst nicht mehr zeitgemäß und muss dringend mit stark herabgesetzten Grenzwerten überarbeitet werden – sie schützt nur den Verkehrslärm vor dem Bürger, nicht aber den Bürger vor dem Verkehrslärm.

Die in Abschn. 6.5.4 beschriebene Schallleistung von 97 dB(A) an der Austrittsöffnung des Schwallbauwerkes ergibt lt. Gutachten[29] von IB Fritz einen Immissionsrichtwert von 70 dB(A) bei den nächstliegenden Anwohnern. Dieser Wert übersteigt den nach TA-Lärm Ziff. 6.1d für allgemeine Wohngebiete zulässigen Tagwert von 55 dB(A) um 15 dB und den für Mischgebiete zulässigen Tagwert von 60 dB(A) um 10 dB.

Auf S. 14 gibt IB Fritz in seinem Gutachten[29] dazu an, dass *„dieser gegenüber der planfestgestellten Situation deutlich höhere Wert…“* als Immissionsrichtwert nunmehr auf 70 dB(A) angehoben werden soll, und begründet dies damit, dass der Lärm verursachende Probebetrieb ja nur 10 mal im Jahr stattfinden würde, wofür nach Ziff. 7.2 TA-Lärm für seltene Ereignisse ein auf 70 dB(A) erhöhter Immissionsrichtwert in Anspruch genommen werden könne. Dies stellt jedoch eine <u>nicht zulässige und fehlerhafte Auslegung dieser Ausnahmeregel</u> dar.

Zunächst: Diese ist <u>begrenzt auf höchstens 10 Vorkommnisse</u> je Jahr. Der Probebetrieb der Gebläse soll und muss aber monatlich vorgenommen werden – damit wird die Grenze von höchstens 10 Ereignissen jährlich überschritten. Hinzu kommen ggf. weitere Probeläufe nach Instandsetzungsmaßnahmen.

Zum andern gilt dies auch <u>nur, soweit die Lärmminderung nach dem Stand der Technik nicht eingehalten werden kann</u>. Das trifft hier aber nicht zu; Schalldämpfer sind Stand der Technik und können auf die Erfordernisse nach TA-Lärm bemessen werden. Ziff. 7.2 TA-Lärm stellt den Lärmverursacher nicht frei von der Verpflichtung zu einer regelgerechten Lärmminderungs-Maßnahme; s. hierzu u.a. die Kommentare von Ministerialrat Dr.jur. D. Bethge sowie Prof. Dr.rer.nat. H. Meurers. Dort heißt es unter 2.31 „Jeweiliger Stand der Technik“: *„Die zuständige Behörde hat zur Beurteilung der Frage, ob hinsichtlich der von der Anlage ausgehenden Immissionen Lärmschutzmaßnahmen vorgesehen sind, die dem jeweiligen Stand der Lärmbekämpfungstechnik entsprechenden, fortschrittlichen vergleichbaren Lärmschutzmaßnahmen, die sich im Betrieb bewährt haben, heranzuziehen.“*

Die Ausnahmeregelung nach Ziff. 7.2 für *„Seltene Ereignisse“* darf vom Vorhabenträger nicht dazu missbraucht werden, an gebotenen Schallschutzmaßnahmen zu sparen. Die Schallminderungs-Maßnahmen sind folglich so zu gestalten, dass die höchstzulässigen Immissionsrichtwerte nach Ziff. 6.1 der TA-Lärm an der Nachbarbebauung auch bei Vollast-betrieb der Gebläse nicht überschritten werden. Das sind als Tagwerte für das Mischgebiet 60 dB(A) und für das Allgemeine Wohngebiet 55 dB(A). Das ist erreichbar mit mehrstufigen Schalldämpfern von 62 dB Gesamt-Einfügungsdämpfung.

Die Probebetriebsläufe der Gebläse sind zeitlich zu beschränken auf Werktage außer samstags, sowie auf die Zeitspanne zwischen 8.00 Uhr und 18.00 Uhr. Es ist nicht notwendig, Probeläufe schon frühmorgens ab 6 Uhr und dann bis 22 Uhr in der Nacht zuzulassen.

6.6 Luftführung zu den Tunneln und zur Tiefbahnsteighalle

Wie aus den als Änderungs-Antragsunterlage eingereichten Plänen (s. Abb. 6.1.2) ersichtlich, sind auf der Druckseite der Hochleistungs-Axial-Gebläse lediglich zwei große Öffnungen im Fußboden des Gebläse-Aufstellraumes in der Zwischenebene vorgesehen, durch die die Zuluft sowohl zur Tiefbahnsteighalle als auch in die Süd-Tunnel zu leiten ist. Die Aussparungen sind nicht vermaßt; aus den Plänen lassen sich diese herausmessen zu je 6 m x 15 m = 90 m². Wie die Luft dort hinkommt und von dort weitergeleitet werden soll, geht daraus nicht hervor.

Im Erläuterungsbericht des Änderungsantrages der DB zur 15. Planänderung heißt es dazu auf S. 4: „Als Folge der Erhöhung der maximalen Wärmefreisetzung des Bemessungsbrandes auf 53 MW erfolgt die Entrauchung der Haupthalle nunmehr ausschließlich über Zuluft über die Stirnseiten der Haupthalle …

Eine weitere Änderung betrifft die nunmehr gerichtete Einführung der von den Ventilatoren kommenden Zuluft in die Tunnelstrecken mittels Düsen, die den Luftstrom stärker in Richtung der südlichen Tunneläste lenken“.

Daraus ergibt sich die zwingende Notwendigkeit, den Zuluftstrom ereignisabhängig entweder in die Tiefbahnsteighalle oder aber zur Tunnellüftung den Düsen zuzuleiten.

Wie das geschehen soll, wird nicht erklärt und ist aus den Plänen auch nicht ersichtlich. Es reicht dafür nicht hin, nur ein großes Loch in der Tunneldecke vorzusehen und das Weitere einer späteren Ausführungsplanung zu überlassen. Es muss vor der Genehmigung geklärt sein, wie die Luft jeweils einsatzzweckbezogen wohin geleitet werden soll, und die dafür notwendigen baulichen Vorkehrungen eingeplant werden.

Die Sinnhaftigkeit der in der sogen. „Entwurfsplanung“[28] von HBI vorgesehene Luftführung auf der Druckseite der Großgebläse ist strömungstechnisch nicht nachvollziehbar. Wie aus Abb. 6.3.2 hervorgeht, ist jedem der Gebläse L1–L4 ein eigener abgetrennter Luftkanal bis zum Auslass in der Bodenöffnung zugeordnet, wobei die jeweils außen liegenden Gebläse L1 und L4 nur auf ein Drittel der Auslassöffnung arbeiten, die dazwischen liegenden Gebläse L2 und L3 hingegen jeweils auf zwei Drittel. Das macht keinen Sinn; die Austrittsgeschwindigkeiten der nebeneinander liegenden Auslässe werden sehr unterschiedlich sein (im Verhältnis 1 : 2); die Luftströmungen im Tunnel werden von den Vorgaben stark abweichend beeinflusst.

Außerdem erschließt sich auch nicht der Sinn und Zweck der aus dem Grundriss (Abb. 6.3.2) ersichtlichen Umschaltmöglichkeit. Offensichtlich soll diese dazu dienen, bei Ausfall eines Gebläses den betreffenden Luftauslass von der anderen Seite aus mitversorgen zu können. Damit wird die Luftverteilung an den Auslässen noch ungünstiger. Es fragt sich, warum HBI nicht auf die naheliegende Lösung gekommen ist, alle vier Gebläse auf einen gemeinsamen durchgehenden Druckkanal arbeiten zu lassen, an den die Auslassöffnungen angeschlossen sind. Damit wäre immer – auch bei Ausfall eines Gebläses – ein gleichmäßiger Luftaustritt in den Tunnel an allen Auslässen erreichbar.

Sollte indes damit beabsichtigt sein, bei Brand in einer Tunnelröhre die Zuluft verstärkt in das vom Ereignis betroffene Tunnelpaar „Ereignisröhre / Sichere Gegenröhre“ leiten zu wollen, so erweist sich dies als gar nicht möglich, weil vom rechten, südlich gelegenen Luft-Auslass nur die auswärtsfürenden Tunnel versorgt werden können, die einwärtsführenden Tunnel hingegen nur vom linken, nördlich gelegenen Luft-Auslass. Die Ereignis-Röhre und die zugehörige „Sichere Röhre“, für die durch Überdruck-Aufbau ein Rauchübertritt aus der Ereignisröhre verhindert

werden soll, können also gar nicht mit einem erhöhten Luftstrom versorgt werden. Überdies würde sich bedingt durch die offenen Verbindungen der Tunnelröhren im Gleisvorfeld ohnehin der Druck ausgleichen.

Die hier vorgelegte „Planung“ zeugt von einer unzureichenden Kenntnis des Vorhabens; HBI[28] hat sich mit den örtlichen Gegebenheiten nicht ausreichend befasst.

Von den zur Lüftung der Tunnelröhren von HBI[28] vorgeschlagenen Saccardo-Düsen ist jetzt keine Rede mehr. Saccardo-Düsen mit ihren großen, über den gesamten Tunnel-Umfang reichenden Ringkanälen haben einen derart großen Raumbedarf, der in der vorliegenden, genehmigten Tunnelplanung auch nicht annähernd unterzubringen ist. Die lichte Tunnelhöhe von 6,10 m über SO (Schienen-Oberkante) lässt keine Luftkanäle für Saccardo-Düsen zu.

Stattdessen soll die Luft nunmehr mittels „Schubdüsen“ an den Luftauslässen schräg unter etwa 30° in die Tunnel gelenkt werden, s. nachstehende Abb. 6.6.1. Für den Luftstrom von zwei Gebläsen 2 x 250 m³/s = 500 m³/s wird mit der notwendigen Austrittsgeschwindigkeit von 25 m/s dafür eine Austrittsfläche von 20 m² benötigt. Die vorgesehene Bodenöffnung weist eine Länge von 15 m auf; damit ergibt sich für die Schubdüse eine erforderliche Höhe von h = 20 m² / 15 m =1.33 m. Diese Höhe steht jedoch im Tunnel oberhalb der Oberleitung mit ihren 15.000 V Hochspannung nicht zur Verfügung; der Auslass kann nur innerhalb der Bodenöffnung im Deckenbereich angeordnet werden, die Unterkante darf die Tunneldecke nicht unterschreiten.

Bei einer Lufteinführung knapp unter der Tunneldecke – auch schräg nach unten – wird sich der Luftstrahl durch den „Coanda-Effekt“ an die Decke anlegen und an ihr entlang streichen, bevor er sich durch „Induktion“ (Einmischen) mit der Tunnelluft nach einer langen Strecke auflöst und den Gesamt-Querschnitt ausfüllt, während es im Nahbereich des Schwallbauwerkes zu Rückströmungen kommen wird.

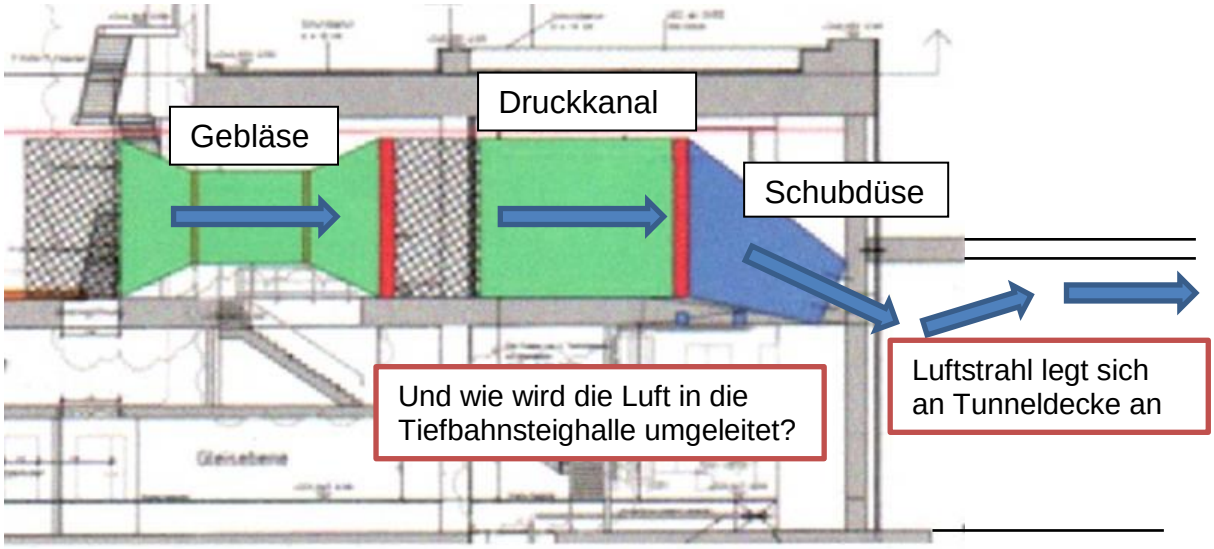


Abb. 6.6.1 EBW Süd / Schnitt Zuluftanlage mit Schubdüse [HBI-Skizze, Erläuterung ergänzt]

Aus den Plänen geht zudem auch nicht hervor, wie die von oben mittels Schubdüsen in den Tunnel eingeblasene Luft bei einem Brandereignis in der Tiefbahnsteighalle dazu bewegt werden soll, bevorzugt in die Tiefbahnsteighalle zu strömen, anstatt überwiegend in das Geflecht der vier Tunnelröhren zu entweichen, s. Abb. 6.6.1. Es bleibt völlig offen, wie der vom Brandschutzkonzept zwingend geforderte Zuluftstrom von 333 m³/s = 1.200.000 m³/h an der Südseite in die Tiefbahnsteighalle gelangen soll. Die über die vorgesehenen Schubdüsen in den Deckenaussparungen eingeblasene Luft wird sich unkontrollierbar in den einzelnen Tunnelröhren verteilen; die gesicherte Einleitung von 333 m³/s Zuluft über die südliche Stirnwand in die Tiefbahnsteighalle ist mit der vorliegenden Planung nicht zu gewährleisten. Das HBI-Konzept[28] ist

eine Fehlplanung.

Die von der DB als Vorhabenträgerin eingereichten Pläne sind mehrfach fehlerhaft und somit nicht genehmigungsfähig. Der wichtigste Nachweis für das Erreichen der Brandschutzziele gem. Brandschutzkonzept ist daher nicht erbracht und auch nicht zu erbringen. Auf dieser unzureichenden Grundlage durfte keine Genehmigung erteilt werden.

6.7 Betriebsräume

In der untersten Ebene E-1 des Schwall- und Entrauchungsbauwerkes verbleibt auf Höhe des Gleisbettes zwischen der Einfahrt- und der Ausfahrttunnelröhre ein schmaler Rest-Raumbereich mit ~220 m² Grundfläche, bezeichnet als: „Betriebsräume Schwall- und Entrauchungsbauwerk Süd“, jedoch ohne irgendeine Aufgliederung in einzelne Bereiche. Damit fehlt der Nachweis einer betriebstauglichen Ausstattung mit der notwendigen Anlagentechnik für das Betreiben der großen Entrauchungsanlagen.

Hier sind regelmäßig Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten nicht nur an den Gebläse-Anlagen, sondern auch an den Elektro- und Leittechnik-Anlagen sowie an der angrenzenden Abwasser-Hebe-Anlage durchzuführen. Für die damit befassten Mitarbeiter müssen entsprechende Sozialräume gem. ArbStättVO mit Aufenthaltsraum, Umkleide-, Wasch- u. Duschraum sowie Toiletten m + w eingerichtet und vorgehalten werden. Diese benötigen eine Raumheizung sowie als innenliegende Räume auch eine mechanische Be- und Entlüftungsanlage; für die Toiletten sowie Wasch- und Duscheinrichtungen ist eine Fäkalien-Hebeanlage erforderlich. Die Ver- und Entsorgungseinrichtungen sind in einer eigenen Haustechnik-Zentrale unterzubringen.

Folgende Betriebsräume sind notwendig:

> 4 Trafo-Zellen je 12 m² für Trafo 10/0,7 kV – 1,6 MVA
> mit Zugang als Einbringöffnung, eine je Hochleistungsgebläse
>
> 1 Trafo-Zelle 12 m² für Trafo 10/0,4 kV – 0,4 MVA
> mit Zugang als Einbringöffnung für Allgemein-Verbraucher
>
> 1 MS-10 kV-Übergabe- u. Messzelle für 2 redundante Einspeisesysteme: 10 m²
>
> MS/NS-Verteil- u. Schaltanlagen-Raum: 30 m²
>
> GLT+MSR-Raum für Steuerung, Überwachung und Bedienung: 25 m²
>
> Werkstatt und Ersatzteillager: 30 m²
>
> Verbindungsflur >2,25 m breit, als Einbringweg geeignet: ~65 m²
>
> Haustechnik HLS-Versorgung mit Lüftungsgerät, Fäkalien-Hebeanlage, WWB usw.: 20 m²
>
> Aufenthalts- und Sozialräume einschl. Umkleide-, Wasch- u. Duschraum
> sowie Toiletten m + w gem. ArbStättVO, zus. ~40 m²

Die Trafozellen benötigen einen Außenluftanschluss zur Kühlung und sollten zum Auswechseln der Trafos unmittelbaren Zugang von Außen haben; deren Anordnung in der untersten Ebene ist für den Betrieb denkbar ungünstig und eine unzweckmäßige Verlegenheitslösung.

Die in der Decke unter dem Zwischengeschoss vorgesehenen beiden Einbringöffnungen sind zum Aus- und Einbringen der Trafos zu klein und zudem unzugänglich angeordnet, die Einbringwege für Ersatzteile über die Ansaughutze und die Zwischen-Ebene sind viel zu eng und zu umständlich. Ein Lastenaufzug ist nicht vorgesehen; jeder Werkzeugkoffer, alles Arbeitsgerät und alle Ersatzteile müssen umständlich von Hand 16 m tief, entsprechend fünf Stockwerken, die Treppe hinunter- und auch wieder hinaufgeschafft werden – eine unverständliche Zumutung für die Mitarbeiter.

Der Gesamtflächenbedarf der Betriebsräume beträgt rd. 280 m² zuzügl. 7 % = 20 m² für Zwischenwände, insgesamt also 300 m². Der verfügbare Raumbereich von 220 m² reicht dafür also bei weitem nicht aus. Das Bauwerk hätte so nicht planfestgestellt werden dürfen.

7 BRANDFALL im S21-TUNNEL

7.1 Bauliche Merkmale der Zulauf-Tunnel S21

Die Planung des Vorhabens „Stuttgart-21“ sieht außer dem eigentlichen Tiefbahnhof ein zusammenhängendes Geflecht miteinander verbundener Zulauftunnels mit einer Gesamtlänge von rd. 60 km vor; der unterirdische Tiefbahnhof ist Bestandteil und Verknüpfungspunkt dieses Tunnelgeflechtes. Ein in Feuerbach einfahrender Zug muss darin rd. 15 km zurücklegen, ehe er oben auf den Fildern wieder herauskommt – um gleich darauf wieder im Tunnel zum Flughafenbahnhof zu verschwinden. Auf der Strecke von Cannstatt oder nach Untertürkheim ist es kaum kürzer.

Eine Übersicht über die geplanten S21-Tunnel zeigt nachstehende Darstellung:

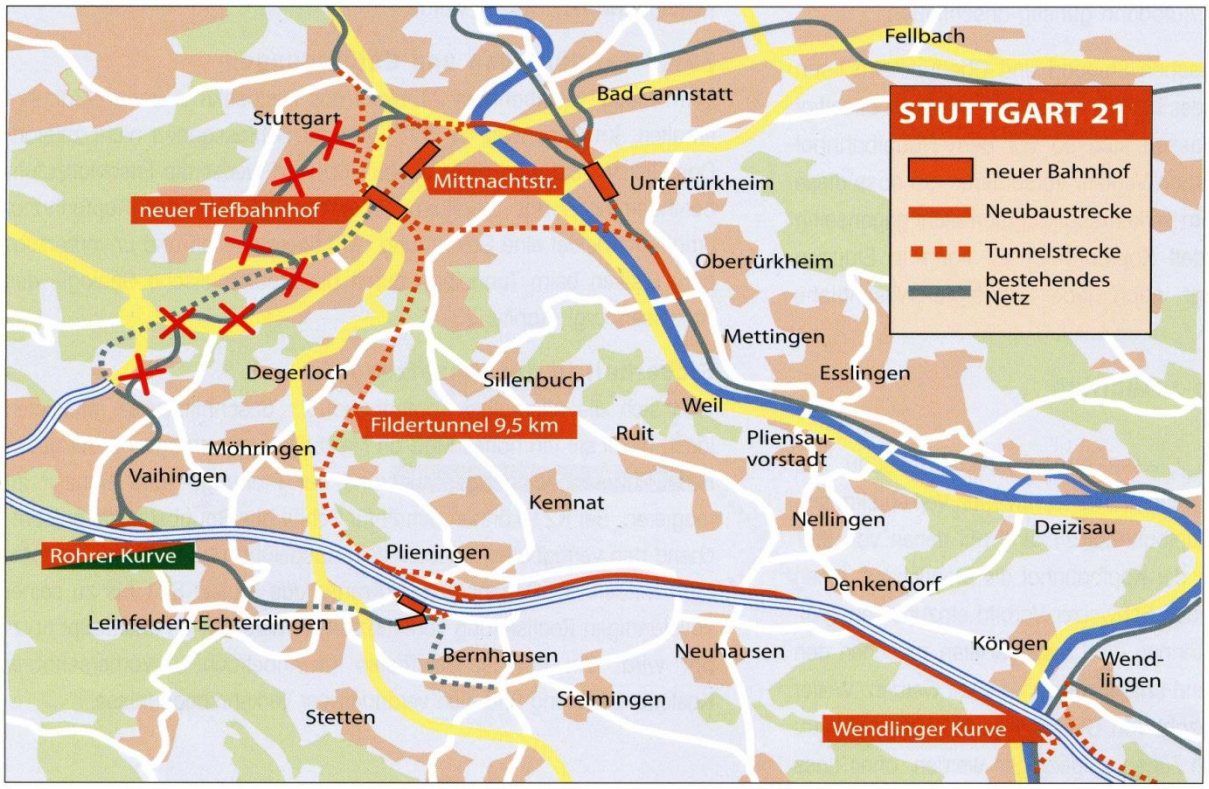


Abb. 7.1.1 **Übersicht der S21-Zulauftunnel**

Für die Bewertung der Sicherheit im Brand- und Katastrophenfall sind folgende bauliche Merkmale der geplanten Tunnels gemäß den Planfeststellungs-Unterlagen der jeweiligen Planfeststell-Abschnitten von Bedeutung:

- Fildertunnel (PFA 1.2): umfassend zwei nebeneinander liegende eingleisige Tunnel
  - Länge: jeweils rd. 9.560 m
  - Gefälle: überwiegend 25 Promille, streckenweis 4 Promille, zum Tiefbahnhof gerichtet
  - Hochpunkt: 383,73 mNN bei km 9,9+00 an Tunnel-Südausfahrt „Filder“
  - Tiefpunkt: 229,00 mNN im Tiefbahnhof Südliches Bahnsteigende
  - Höhen-Unterschied: 154,73 m
  - Innen-Durchmesser: überwiegend 8,10 m ø, im oberen Bereich bis 9,40 m ø
- Feuerbacher Tunnel (PFA 1.5): zwei nebeneinander liegende eingleisige Tunnel
  - Länge: jeweils rd. 3.462 m
  - Gefälle: überwiegend 25 Promille, streckenweis 4 Promille, zum Tiefbahnhof gerichtet

  - Hochpunkt: 249,80 mNN an Tunneleinfahrt Bhf. Feuerbach
  - Tiefpunkt: 232,40 mNN im Tiefbahnhof Südliches Bahnsteigende
  - Höhen-Unterschied: 17,40 m
  - Innen-Durchmesser: überwiegend 8,10 m ø, im oberen Bereich bis 9,40 m ø

- Cannstatter Tunnel (PFA 1.5): zwei nebeneinander liegende eingleisige Tunnel;
  - Länge: jeweils rd. 3.661 m
  - Gefälle: überwiegend 4 Promille, teilweise 25 Promille, Gefälle-Richtung: wechselnd
  - Hochpunkt I: 249,80 mNN an Tunneleinfahrt „Rosenstein“ u.Nordeinfahrt Tiefbahnhof
  - Tiefpunkt: 236,14 mNN bei km -1,0+60,587 Unterfahrung des Feuerbacher Tunnels
  - Hochpunkt II: 255,30 mNN bei km -2,3+97,996 Bereich Ehmannstraße / Rosensteinpark
  - Höhen-Unterschied I: 13,66 m; Höhen-Unterschied II: 19,16 m
  - Innen-Durchmesser: Regel-Querschnitt 8,10 m ø

- Obertürkheimer Tunnel (PFA 1.6a): zwei nebeneinander liegende eingleisige Tunnel
  - Länge: jeweils rd. 5.851 m
  - Gefälle: überwiegend 25 Promille, streckenweise 4 Promille
  - Hochpunkt I: 231,22 mNN an Abzweigung südliche Gleisverzweigung Tiefbahnhof
  - Tiefpunkt: 188,60 mNN bzw. 193,79 mNN bei km 4,7+03,09 „Neckar-Unterfahrung“
  - Hochpunkt II: 221,50 mNN bei km 6,4+51,63 am Tunnelaustritt Obertürkheim
  - Höhen-Unterschied I: 42,62 m bzw. 37,43 m; Höhen-Unterschied II: 32,90 m
  - Innen-Durchmesser: Regel-Querschnitt 8,10 m ø

- Untertürkheimer Tunnel (PFA 1.6a): zwei nebeneinander liegende eingleisige Tunnel; unterhalb des Neckars abzweigend vom Obertürkheimer Tunnel, Ausführung wie dieser
  - Länge: jeweils rd. 928 m
  - Innen-Durchmesser: Regel-Querschnitt 8,10 m ø

Weitergehende Einzelheiten siehe die Planfeststellungs-Unterlagen PFB 1.1 [s. Lit. 01].

Die geplanten Tunnel weisen in Bezug auf die Sicherheit im Brand- und Katastrophenfall folgende Besonderheiten auf:

7.1.1 *Verringerter Tunnel-Querschnitt zu eng*

Der untere Tunnelabschnitt des Fildertunnels bis etwa km 5 soll aus Kostengründen abweichend vom Regelprofil als Sonderlösung mit einem auf r = 4,05 m verringerten Querschnitt gebaut werden; der übliche Querschnitt für eingleisige Bahntunnel beträgt jedoch r = 4,70 m. Hierzu wurde im ergangenen Planfeststellungsbeschluss von 2005 eine Ausnahme-Genehmigung erteilt.
Der verringerte Querschnitt zwingt u.a. zu Sonderlösungen bei der Oberleitungs-Ausführung sowie der Signaltechnik und ist deshalb abzulehnen.
Außerdem schränkt er die Flucht- und Rettungswege ein (s. Abs. 8.4) und verstärkt den Luftwiderstand der Züge beträchtlich, was den Fahr-Energieverbrauch stark erhöht.

7.1.2 *Strecken-Gefälle 25 Promille doppelt so hoch wie zulässig*

Die EBO § 7 (1) begrenzt das zulässige Gefälle für freie Eisenbahnstrecken auf 12,5 Promille. Die Vorhabensträgerin beantragt als Ausnahmegenehmigung die Zulassung eines Gefälles von 25 Promille im Fildertunnel und begründet dies damit, dass bei Einhaltung des Grenzwertes von 12,5 Promille eine längere Streckenführung zur Überwindung des Höhenunterschiedes von 154,73 m zwischen Tiefbahnhof und Filder erforderlich würde, was wirtschaftlich jedoch nicht darstellbar sei.

Diese Ausnahmeregelungen sind zu versagen; es nicht akzeptabel, dass das ganze S21-Vorhaben nur mit einer Vielzahl von Ausnahmeregelungen überhaupt ermöglicht wird.

7.2 Welche Gefahren bergen die Tunnel?

Zugbrände auf freier Strecke laufen im Allgemeinen glimpflich ab; im Tunnel hingegen geraten sie zu schwerwiegenden Großunfällen. Zugbrände sind keineswegs so selten, wie es die Deutsche Bahn AG behauptet. Immer wieder ereignen sich Brandfälle an Reisezügen der DB. Im langjährigen statistischen Mittel sind dies nach Angabe der DB 64 Vorfälle im Jahr, d.h. im Schnitt brennt jeden 6. Tag irgendwo in Deutschland ein Zug.

Nachstehend eine unvollständige Auswahl aus nur einem einzigen Jahr: „Brandereignisse bei Reisezügen der DB in 2011“

- 25.1.2011: HBF Mannheim: ICE-Triebkopf brennt nach Explosion eines Stromrichters mit 2.800 V
- 8.2.2011: Stgt-Feuerbach: Achsgestell S-Bahn brennt – vor Einfahrt in Tunnel
- 26.4.2011: HBF Stgt: Rauch aus Diesellok, E-Schalter war überhitzt
- 15.5.2011: ICE Würzburg-Frankfurt fängt zwischen Lohr und Partenstein Feuer, 2 Stunden Zug-Verspätung
- 6.6.2011: IRE Stuttgart-Karlsruhe: Drehgestell brennt; starker Rauch
- 26.7.2011: BHF Berlin-Ost 6 Stunden gesperrt u. geräumt wg. Brand E-Lok Regionalzug m. starker Rauchentwicklung; Bahnverkehr stundenlang lahmgelegt
- 27.7.2011: Tübingen: Regionalzug brennt aus
- 22.8.2011: Feuer im Nachtzug HH - Zürich bei Freiburg
- 11.9.2011: Heidelberg: Brand im ICE von Hamburg nach Stuttgart
- 4.11.2011: Brand im IC Kassel-Göttingen, 4 Verletzte

Beispielhaft sei hier hingewiesen auf jenen Vorfall am 15. August 2012, als der ICE 575 von Hamburg nach Stuttgart mit brennendem Triebkopf auf freier Strecke vor Ludwigsburg liegenblieb, teilweise noch auf der Enzbrücke stehend. Die Reisenden mussten zwei Stunden lang im Zug ausharren, bis ein Ersatzzug auf dem Gegengleis bereitgestellt war, in den sie dann über Notübergänge umsteigen mussten. Den angerückten Feuerwehren stand für die Brandbekämpfung allseitig ausreichend Platz zur Verfügung; es kam niemand dabei zu Schaden.

6 Minuten später wäre das im bei Realisierung von S21 in einem Tunnel geschehen – mit dann verheerenden Folgen! Eine erfolgreiche Brand-Bekämpfung ist im Tunnel fast unmöglich, ebenso wie die Rettung der Reisenden und der Bahn-Mitarbeiter!

Wie knapp solche Brandfälle manchmal an einer Tragödie entlangschrammen, zeigte sich erst kürzlich am 12. Oktober 2018, als ein vollbesetzter ICE auf der Fahrt von Köln nach München in Brand geriet und bei Montabaur auf freier Strecke liegenblieb, s. folgende Abb. 7.2.1. Ursache für den schweren Brand, bei dem zwei Wagen völlig ausbrannten, war mutmaßlich ein Fehler an der Transformatoröl-Kontrolle (Kap. 10).

Der Brand konnte schließlich von einem großen Feuerwehr-Aufgebot mit Löschschaum unter Kontrolle gebracht werden. Die 510 Insassen des Zuges und das Zugpersonal konnten den Zug

verlassen; allerdings gab es dabei fünf Leichtverletzte, die beim Sprung aus dem Zug auf das Gleisbett Prellungen erlitten hatten. Die entstandenen Schäden sind erheblich, die Schnellfahrstrecke Köln – Frankfurt musste mehrere Tage gesperrt werden. Alles in allem noch ein glimpflicher Ausgang für die Deutsche Bahn – um Haaresbreite hätte es eine Tragödie werden können.

Abb. 7.2.1 **ICE-Brand**,12.10.18 b. Montabaur, Schnellfahrstr. Köln–Frankfurt (NR-Kurier/privat)

Die Hochgeschwindigkeitsstrecke Köln – Frankfurt weist viele und lange Tunnel auf. Der letzte Tunnel, den der Zug vor dem Unglück verlassen hatte, lag 15 km zurück; der nächste Tunnel, in den der Zug einfahren sollte, lag 4 km voraus.
Die Strecke von 15 km seit der Ausfahrt aus dem letzten Tunnel legt ein ICE mit einer Fahrgeschwindigkeit von 300 km/Std. in nur 3 Minuten Fahrzeit zurück! Und in den nächsten Tunnel in 4 km Entfernung wäre der Zug nur 48 Sekunden später eingefahren! Der Lokführer hatte also gerade ein Zeitfenster von nur 4 Minuten, um den brennenden Zug bei dieser Reisegeschwindigkeit von 300 km/Std. im freien Gelände zum Halten zu bringen und so ein Brandinferno im Tunnel zu vermeiden! Wäre der Brand auch nur eine Minute später bemerkt worden und dann die Notbremsung eingeleitet, wäre der Zug erst im nächsten Tunnel zum Stehen gekommen – ein tragisches Desaster wäre unvermeidlich gewesen!

Abb. 7.2.2 **Brand im Tunnel**
Brandversuch eines Reisewagens im Brunsberg-Tunnel / Schweden
„Full-scale fire tests with a commuter train in a tunnel"
SP-Report 2012-05 / Technical Research Institute of Sweden[11]
2012;
Brandlast 42,6 GJ
Vollbrand 7 Minuten nach Zündung

Bei einem schweren Brandereignis im Tunnel haben Flüchtende keine Chance zu entkommen!

Tunnel sind im Brandfall eine Todesfalle!

Der Vergleich vorstehender Bilder 7.2.1 und 7.2.2 macht den Unterschied zwischen dem Brand eines Zuges auf freier Strecke und dem in einem Tunnel deutlich:

Ein Brandgeschehen auf freier Strecke geht – wie hier bei Montabaur - im Allgemeinen glimpflich und ohne nennenswerte Personenschäden aus; Flammen und Brandgase können ungehindert nach oben abziehen, die Reisenden können sich ungefährdet in Sicherheit bringen; der Feuerwehr bleibt reichlich Platz zur Brandbekämpfung. Die entstandenen Sachschäden an Gleisen und Oberleitung sind in wenigen Tagen wieder behoben.

Anders im Tunnel: Rauch und Brandgase können nicht abziehen, der Tunnel füllt sich sehr schnell mit Rauch, der die Fliehenden auf den bis zu 500 m langen Fluchtwegen bis zum nächsten Rettungsstollen überrollt. Die meisten werden dabei umkommen, bevor sie den Rettungsstollen erreichen können. Für eine Brandbekämpfung fehlt in den engen Tunnelröhren der notwendige Platz; man kann den Zug nur ausbrennen lassen und warten, bis das Feuer von allein verlischt. Die im Tunnel mitgeführte Löschwasserleitung ist weitgehend nutzlos, einmal, weil aus Platzmangel im Tunnel ohnehin kein Löschangriff möglich ist, zum anderen ist Wasser in vielen Fällen als Löschmittel gänzlich ungeeignet, z.B. bei einem Metall-Brand, der nur mit Löschschaum unter Kontrolle zu bringen ist.

Die anschließende <u>Beseitigung der Brandschäden,</u> insbesondere die schweren Beton-Abplatzungen an der Tunneldecke, verursacht von der Brandhitze bis zu 1.500 °C, wird Monate dauern, siehe nachstehende Abb. 7.2.3. vom Brand im Euro-Tunnel. Solange muss der Bahnverkehr ausgesetzt werden; Stuttgart wird dann nur noch stark eingeschränkt mit einem Notfahrplan erreichbar sein.

Abb. 7.2.3 **Nach Brand im Eurotunnel** F – GB / 2008

Die Wahrscheinlichkeit, dass sich ein Zugbrand in einem der geplanten langen Zulauftunnels von S21 ereignen wird, ist sehr hoch. Dessen ist sich die Bahn auch bewusst. So erklärte der Vertreter der Bahn, Herr Lutz, bei der Erörterungsverhandlung zum Planänderungs-Antrag PFA 1.2 „Fildertunnel“ am 30.1.2012, dass „ein solches Ereignis niemand ausschließen“ könne, s. Wortprotokoll „Erörterungstermin 30.1.12“[38] S. 115.

Im Anlage 3 ist eine Auflistung von Brandereignissen in Tunnels von Bahnanlagen in Deutschland sowie weltweit wiedergegeben, mit Angaben zu den jeweiligen Ursachen sowie den entstandenen Sach- und Personenschäden, ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

Danach sind allein in Deutschland in den letzten 45 Jahren 73 Brandereignisse in Tunnels von Bahnanlagen nachgewiesen, in 17 Fällen (23,2 %) mit Personenschäden bei insgesamt 115 Personen, zumeist mit Rauchvergiftung und somit einer gesundheitlichen Schädigung.

Weltweit sind in dieser Auflistung Anlage 3 /Teil II 180 Brandereignisse in Tunnels von Bahnanlagen erfasst mit insgesamt 1.480 Toten und mehr als 5.900 Verletzten.

Nachstehende Zusammenstellung zeigt daraus die schwersten Brandereignisse in Bahn-Tunnels:

Jahr	Ort	Staat	Tunnel-Länge	Brand-Dauer	Ursache	Tote	Ver-letzte	Auswirkungen
1972	VIERZY	F			Feuer-Ausbruch in Personenzug	**108**	**111**	Tunneleinsturz bei Zugbrand
1972	HOKORIKU FUKUI	J			Feuer-Ausbruch in Zug-Restaurant	**30**	**690**	Brandschäden am Zug
1975	LONDON U-Bahn Moorgate Stat.	UK			entgleisender Zug prallt an Wand	**44**	**73**	Fahrfehler schwere Schäden
1975	MEXIKO-CITY U-Bahn	MEX			Zusammenstoß	**50**	**30**	Brandschäden Zug
1987	LONDON U-Bahn King´s Cross Stat.	UK		**6 Std.**	Fett + Schmutz unt. Fahrtreppe entzündet	**31**	**100**	Stations-Brand; starke Ve rauchung
1990	NEW YORK CITY U-Bahn	USA			Kabel-Brand	**2**	**200**	starke Rauchentwicklung
1995	BAKU U-Bahn	AZ			Kurzschluss am Stromabnehmer	**289**	**265**	2 Fahrzeuge zerstört; starke Verrauchung
1998	GEIZHOU-GUIYANG	China	800 m		Explosion Gasbehälte	**> 80**	**?**	Zug-Brand mit Tunnel-Einsturz
2000	KAPRUN Bergbahn	A	3,3 km	? Std.	Ölleck auf Elektro-Heizlüfter	**155**	**?**	schwerste Schäden 1 Jahr kein Betrieb
2003	DAEGU U-Bahn Jungangno-Station	Corea	400 m	**24 Std.**	Brand-Anschlag	**197**	**147**	2 Züge ausgebrannt Schwere Bauschäden
2005	LONDON U-Bahn 3 U-Bahnhöfe	UK			Bombenanschläge auf 3 U-Bahnen	**56**	**700**	U-Bahnbetrieb eingestellt, London gesperrt
2011	MINSK U-Bahn Station Oktjabrskaja	BY			Bombenanschlag im U-Bahnhof	**15**	**300**	Explosion u. Brand; starke Verrauchung
13.1. 2015	WASHINGTON DC U-Bahn Enfant Place	USA			Starke Verrauchung, Ursache unklar	**1**	**83**	Rauch, Stat. evakuiert. Betriebsunterbrechung
3.4. 2017	St. Petersburg U-Bahn	RUS			Bombenanschlag im U-Bahntunnel; Brand	**11**	**40**	Explosion u. Brand; starke Verrauchung

Bei einem schweren Brandereignis im Tunnel haben Flüchtende kaum eine Chance zu entkommen.
Ein schwerer Brandfall in den S21-Tunneln wird dennoch von der DB im Planänderungsantrag als unwahrscheinlich hingestellt, ein „unvermeidbares Restrisiko, das jedermann hinzunehmen habe“. Damit nimmt die Bahn bewusst billigend in Kauf, dass es bei einem solchen Ereignis im S21-Tunnel Tote und Verletzte geben wird – im Gegensatz zum bestehenden oberirdischen Kopfbahnhof, der keine kilometerlangen Tunnel benötigt und deshalb auch keine derartigen Gefahren aufweist. Dies stellt einen klaren Verstoß dar gegen die allgemeinen Menschenrechte und das in Grundgesetz Art. 2 (2) normierte „Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit“.

Im statistischen Mittel hat sich demzufolge in Deutschland alle 7,7 Monate ein Brand in einem Reisezug im Tunnel ereignet. Dass ist statistisch gesehen ein beachtlich hoher Wert, der nicht einfach mit „*nur sehr geringer Eintrittswahrscheinlichkeit*“ abgetan werden kann.

Der Hinweis, bei den hier erfassten Fällen seien überwiegend nur U- und S-Bahnen und Metrozüge betroffen, aber kaum Reisezüge, geht hier fehl, denn das hängt allein damit zusammen, dass bei U- und S-Bahnen der unterirdisch geführte Anteil der Verkehrsanlagen um ein mehrfaches größer ist als bei der Deutschen Bahn. Ein Reisezug im Tunnel verhält sich im Brandfall

nicht anders als eine S- oder U-Bahn; es gibt keinen vernünftigen Grund anzunehmen, ein Reisezug im Tunnel sei weniger brandgefährdet als eine S- oder U-Bahn.

Mit dem Zubau von Tunnelanlagen auf den Bahnstrecken wächst selbstverständlich auch die Wahrscheinlichkeit, dass ein Reisezug der Deutschen Bahn in einem Tunnel in Brand gerät, wie dies kürzlich am 12.10.2018 bei dem vorerwähnten Fall eines während der Fahrt in Brand geratenen ICE auf der tunnelreichen Strecke Köln-Frankfurt nur knapp vermieden werden konnte – der brennende Zug kam 4 km vor dem nächsten Tunnel zum Stehen; 48 Sekunden später wäre er in den Tunnel eingefahren.

Beim Vorhaben S21 sind insgesamt rd. 60 km Tunnel geplant; mit einer durchgehenden Länge von knapp 15 km zwischen Feuerbach bzw. Cannstatt über den Tunnel-Tiefbahnhof bis zur Südausfahrt des Fildertunnels werden diese zu den längsten Eisenbahn-Tunnels in Deutschland überhaupt.

7.3 Durchfahren eines brennenden Zuges in den Tiefbahnhof oder Nothalt im Tunnel?

Die Bahn ist sich der Gefährlichkeit eines Zugbrandes im Tunnel durchaus bewusst; deshalb soll ein in Brand geratener Zug stets - auch mittels Notbrems-Überbrückung - aus dem Tunnel heraus bzw. in den Tiefbahnhof einfahren, weil dort die Bedingungen für eine Selbstrettung der Zuginsassen weniger ungünstig sind. Die Bahn verweist darauf, dass die *Fahrfähigkeit eines Zuges auch unter Vollbrandbedingungen mindestens 15 Minuten lang gewährleistet* sei.

Doch im Brandfall kommt es u.U. auf Sekunden an, ob jemand da noch lebend herauskommt oder nicht – mehrere Minuten Weiterfahrt können bereits zu viel sein, zumal der Brand durch den Fahrtwind ja noch angefacht wird wie ein Schmiedefeuer vom Blasebalg. Es wird kaum etwas anderes übrig bleiben, als bei Erkennen eines Brandes den brennenden Zug sofort im Tunnel zu stoppen und sogleich räumen zu lassen, obwohl die Bedingungen für eine Selbstrettung im Tunnel wegen der großen Abstände der Rettungsstollen von 500 m noch schlechter sind als im Tiefbahnhof.

Das Weiterfahren in den Tiefbahnhof wäre auch nur möglich, wenn sich kein weiterer Zug vor diesem in Brand geratenen Zug befindet und die Fahrstraße einschließlich Ankunftsgleis tatsächlich frei ist und alle Signale entsprechend durchgschaltet sind – was angesichts der verdichteten Zugfolgen bei Stuttgart 21 kaum zu erwarten ist. Sollte bereits ein anderer Zug auf diesem Gleis vor dem Haltsignal auf seine Einfahrt warten – wovon im Regelfall auzugehen ist - wäre ein Nothalt des nachfolgenden brennenden Zuges im Tunnel unausweichlich. Auch ETCS [European Train Control System = neues Europäisches Zugleitsystem] wäre hier keine Hilfe mehr. Diese von der Bahn vorgegebene Sicherheitsmaßnahme ist nicht umsetzbar.

Die Vorgabe der DB, ein im Tunnel brennender Zug müsse unter allen Umständen in den Tiefbahnhof einfahren, ist nicht zu verantworten.

Der bei der Bahn *„nicht vorstellbare Fall, die Fahrfähigkeit eines Zuges könne wegen eines Brandes nicht mehr gegeben sein“* [Wortlaut aus der Klageerwiderung der DB v. 23.1.2017 zum PFA 1.3A] ist im übrigen durch bereits eingetretene Brandfälle widerlegt, siehe hierzu u.a. den Untersuchungsbericht[41] des Eisenbahn-Bundesamtes über den Vorfall vom 25.6.2012, als der Regionalzug RB 11958 zwischen Stolberg und Aachen - Rothe Erde als Folge einer Brandentwicklung im Triebfahrzeug durch eine Zwangsbremsung auf freier Strecke zum Stehen kam – der Triebfahrzeugführer hatte den Brand noch nicht einmal bemerkt. Geschieht so etwas im Fildertunnel, ist eine Einfahrt in den Tiefbahnhof unmöglich.

Ausdrücklich fordert die EBA-Tunnelrichtlinie[36] v. 2008, Abschn. 2.1 „Grundsätze“ auf S.10, dass Tunnel eine einseitig gerichtete Längsneigung aufweisen sollen, damit ein Zug z.B. bei

einem Brandfall aus dem Tunnel herausrollen kann, auch wenn die Versorgung mit elektrischer Energie unterbrochen ist. Dies bedingt, dass stets nur ein Zug den Tunnel befahren kann und ein Folgezug erst einfahren darf, wenn der vorausfahrende Zug den Tunnel verlassen hat. Das aber schränkt die Leistungsfähigkeit des Tiefbahnhofes Stuttgart21 erheblich auf weniger als 30 Züge je Stunde ein! Zur Erinnerung: im heutigen Kopfbahnhof werden fahrplanmäßig 39 Züge in der Stunde abgefertigt.

Die *„Entwurfs- u. Genehmigungsplanung Entrauchungsanlagen“* von HBI[28] betrachtet auch Brandereignisse mit Drittzügen in der betroffenen Tunnelröhre unter gleichzeitigem Hinweis auf die „Tunnelrichtlinie“ [s. u.a. Abschn. 18.4 / S. 128-130].

Im Tunnel dürfen sich aber keine Dritt- und Folgezüge befinden, wenn die Sicherheitsregeln der EBO-Tunnelrichtlinie ernstgenommen werden sollen. Es darf immer nur ein Zug im Tunnel sein, damit er im Ernstfall auch wirklich ohne Antrieb in den Tiefbahnhof hinunterrollen kann [in den Neckartunneln nach Ober- und Untertürkheim mit ihrem Tiefpunkt unter dem Neckar ist das allerdings ohnehin ausgeschlossen!]

Das Mitbetrachten von Drittzügen im betroffenen Tunnelabschnitt zeigt aber, dass die Bahn offensichtlich gewillt ist, diese Sicherheitsregelung hintanzustellen, um eine noch stärkere Leistungsverringerung des Tiefbahnhofes S21 auf weniger als 30 Züge je Stunde zu vermeiden – auf Kosten der Sicherheit der Reisenden im Brand- und Katastrophenfall.

7.4 Rettungskonzept unzureichend für Räumung aus verunglücktem Zug im Tunnel

Die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Zugbrandes im Tunnel ist genauso hoch wie auf freier Strecke; jedoch sind die Auswirkungen eines Brandes im Tunnel um ein Vielfaches schwerwiegender als im Freien, mindestens 10 bis 100mal stärker!

Wie bereits erwähnt, können beim Brand eines Zuges auf freier Strecke die Flammen und heißen Brandgase ungehindert nach oben aufsteigen und werden dabei den aus dem Zug flüchtenden Personen kaum gefährlich, wenn diese ungehindert ins Freie flüchten können. Auch Lösch-, Bergungs- und Rettungs-Maßnahmen können hier ohne wesentliche Behinderungen ausgeführt werden, der Brandherd ist im günstigen Fall von allen Seiten her leicht zugänglich.

Anders im Tunnel, zumal den hier geplanten eingleisigen Tunneln mit einem auf 4,05 m verringerten Innenradius, der die Hitze der Flammen mit Kerntemperaturen von über 1.500 °C zurückhält; die heißen Brandgase sowie der giftige Qualm und Rauch können nicht abziehen und füllen in wenigen Minuten den ganzen Tunnelabschnitt zwischen zwei Rettungsstollen, die im Abstand von 500 m vorgesehen sind. Wer es nicht schafft, sich innerhalb von 6 Minuten nach Ausbruch des Brandes über die viel zu weit entfernt liegenden Rettungsschleusen in die als sicher angesehene Gegenröhre zu flüchten, wird kaum überleben. Bei einem vollbesetzten Zug mit mehreren Hundert Reisenden werden das wohl die meisten sein!

Hierfür gibt es viele Beispiele, siehe die vorerwähnte Auflistung „Brandereignissen in Tunneln von Bahnanlagen“ / Anlage 3. Eine Auswahl der schlimmsten Vorkommnisse ist in Abschn. 7.2 wiedergegeben. Hingewiesen wird u.a. auf die Brandkatastrophe in der Bergbahn von Kaprun / Österreich vom 11. November 2000 mit 155 Toten sowie das Brand-Inferno im Tiefbahnhof von Daegu/Südkorea am 18. Februar 2003 mit 197 Toten und 147 Verletzten.

Lösch-, Bergungs- und Rettungsmaßnahmen sind im Tunnel wenn überhaupt nur sehr stark eingeschränkt und erheblich zeitverzögert möglich; vor allem werden diese für die Rettung von Personen viel zu spät kommen. Die hier beim Vorhaben Stuttgart 21 vorgesehenen Einrichtungen zur „Selbstrettung“ von Personen sind völlig unzureichend, um bei einem schweren Brand

eines im Tunnel steckengebliebenen Zuges allen Reisenden wie auch den Bahn-Mitarbeitern das sichere Entkommen zu ermöglichen.

Die Beteuerungen der Deutschen Bahn, das Regelwerk werde doch genau eingehalten, ist so nicht zutreffend. In den Antragsunterlagen der Bahn sind eine ganze Reihe von Abweichungen und Ausnahmeregelungen enthalten.

Außerdem ist das Regelwerk selber unzureichend und dringend nachbesserungsbedürftig.Bei Einhaltung des eigenen Regelwerkes der Deutschen Bahn wie auch der Anforderungen der „Tunnelrichtlinie“ [36] des Eisenbahn-Bundesamtes (EBA) dürfte Stuttgart21 so wie geplant nicht gebaut werden.

So fordert diese Richtlinie auf Seite 9 ff:

> ***1.3 Sicherheitsmaßnahmen, Rettungskonzept***
>
> ***Rettungskonzept***
>
> *Für Tunnel ist ein Rettungskonzept aufzustellen, das die Selbst- und Fremdrettung gewährleistet.*
>
> *Die nach dem Rettungskonzept notwendigen Maßnahmen sind bereits während der Planung mit den zuständigen Stellen abzustimmen.*
>
> *Die Ausgestaltung des Rettungskonzepts hat unmittelbaren Einfluss auf die bauliche Gestaltung des Tunnelbauwerks. Deshalb müssen die Einzelheiten vor Einleitung des Planfeststellungs-Verfahrens festgelegt sein.*

Diese Forderungen sind bis heute nicht erfüllt, weder vor Einleitung des Planfeststellungs-Verfahrens noch in den nachfolgenden Änderungsanträgen; in den Planfeststellungs-Unterlagen sind hierzu lediglich allgemeine Absichtserklärungen wiedergegeben, die weder in den Einzelheiten wirklich durchgeplant noch technisch so umsetzbar sind. Außerdem wurden diese mit den Brandschutzbehörden keineswegs einvernehmlich abgestimmt, wie lt. Tunnel-richtlinie gefordert.

Im Brand- und Katastrophenfall kann der notwendige Schutz der Reisenden wie auch der Bahn-mitarbeiter nicht gewährleistet werden. Die Planfeststellung des Vorhabens S21 ist folglich un-rechtmäßig!

7.5 Flucht- und Rettungswege im Tunnel

Auch wenn die nach „Tunnelrichtlinie“[36] Ziff. 2.2 vorgegebene Fluchtweg-Breite von 1,20 m eingehalten wird (s. Regelquerschnitt DB Anlage 7.3.4 PFA 1.2), ist diese im Hinblick auf die im Ernstfall sehr große Personendichte nicht ausreichend.

Maßgebend ist das Personen-Aufkommen aus einem vollbesetzten Doppelstock-Zug mit 1.700 Personen. Diese verteilt auf 300 m Zuglänge (Doppelstockzug) ergibt eine rechnerische Personendichte von 1.700/(1,2 x 300) = 4,7 Pers. je m², d. h. sehr starkes Gedränge, wodurch das Aussteigen aus dem Zug und das Flüchten in den sogen. „Sicheren Bereich“ erheblich behindert werden. Dies ist zur schnellen Entfluchtung und Selbstrettung von weit mehr als 1.000 Reisenden im Brand- und Katastrophenfall völlig unzureichend! Selbst gesunde und körperlich leistungsfähige Menschen benötigen unter solchen Umständen (Panik) mehr Platz; mobilitätseingeschränkte Personen hingegen haben dabei überhaupt keine Möglichkeit davonzukommen!

Die nach dem „Leitfaden für den Brandschutz in Personenverkehrsanlagen“ des Eisenbahn-Bundesamtes, Stand: 01.03.2011 größte zulässige Personendichte von 3 Personen je m² wird damit deutlich überschritten; dort heißt es:

„Abschn. 4.2 Personenzahl Pmax = 3 Pers./m² anrechenbarer Bahnsteigfläche“

Die DB-Richtlinie 813.0101A01 „Nachweis der Zugangsbreiten für Evakuierungsfall“, Abschn. 5 lässt nur eine Personendichte von 1,7 Personen je m² zu. Damit müsste der freizuhaltende Fluchtweg im Tunnel 3,30 m breit sein!

Die „Tunnelrichtlinie“ entspricht damit nicht den Anforderungen an die Sicherheit der Reisenden im Brand- und Katastrophenfall und muss zwingend an die tatsächlichen Notwendigkeiten zur Rettung von Personen im Brand- und Katastrophenfall angepasst werden! Auch auf der „Titanic“ entsprach die Anzahl der mitgeführten Rettungsboote genau den seinerzeitigen Seerechts-Vorschriften; dass es dennoch viel zu wenige waren, hat man erst bemerkt, als sie sank und über 1.750 Menschen mit in den Tod riss. Erst daraufhin wurde das Seerecht geändert und vorgeschrieben, dass für jede an Bord befindliche Person ein Platz in einem Rettungsboot vorgehalten werden muss. Will man bei Stuttgart 21 auch erst einen vergleichbaren Unglücksfall abwarten, bevor ausreichende Flucht- und Rettungswege vorgeschrieben werden?

In diesem Zusammenhang wird verwiesen auf die am 7. September 2011 durchgeführte „Notfall-Übung“ im neu erbauten zweigleisigen, 3 km langen Bahntunnel unter dem Flughafen Berlin-Schönefeld mit einem Regionalzug und 300 gesunden Statisten sowie 100 Helfern – die Übung geriet zu einem Desaster und musste abgebrochen werden; vier der Beteiligten hatten einen Kreislaufkollaps erlitten, die *Märkische Allgemeine Zeitung* vom 7.9.11 berichtete darüber. Beteiligte Feuerwehrleute und auch der Landrat hatten heftige Kritik geübt bis hin zu der Aussage, dass im Brandfall da kaum einer lebendig herauskäme.

Der großen Gefahr bei einem Brand im Tunnel ist sich auch die Bahn durchaus bewusst, sieht doch die Betriebsanweisung vor, im Brandfall den Zug nicht im Tunnel halten zu lassen, sondern unbedingt in den nächsten Bahnhof ein- bzw. aus dem Tunnel herauszufahren und hierzu erforderlichenfalls die Notbremsüberbrückung einzulegen, s. Abschn. 7.3.

Indessen kann nicht sichergestellt werden, dass dies in jedem Fall auch möglich ist, ganz abgesehen davon, dass ein aufgrund der Längsneigung in den Tiefbahnhof selbsttätig zurückrollender brennender Zug nur die Havarie Katastrophe an einen Ort mit einem Vielfachen an Betroffenen verlagert.

Ins Freie auf die Filder hinaufzufahren, setzt hingegen voraus, dass trotz des Brandes im Zug dessen Fahrtüchtigkeit noch nicht beeinträchtigt und auch die Oberleitung noch nicht schadhaft ist, was mit zunehmender Branddauer immer unwahrscheinlicher wird.

Die von der Bahn unterstellte Beibehaltung der Fahrtüchtigkeit eines Zuges über 15 Minuten nach Bemerken des Brandes, um noch sicher in den Bahnhof oder ins Freie fahren zu können, ist völlig unrealistisch, durch nichts nachzuweisen und auch nicht sicherzustellen.

Der vorgesehene Abstand der Rettungsstollen von jeweils 500 m ist zu lang, um im Brand- und Katastrophenfall im Tunnel die schnelle und sichere Flucht und Rettung aller Reisenden eines vollbesetzten Reisezuges zu ermöglichen. Es ist eben nicht zutreffend, dass es bis zum nächstgelegenen Rettungsstollen höchstens nur 250 m seien. Auszugehen ist vielmehr von dem Fall, dass der brennende Triebkopf eines Zuges in der Nähe eines solchen Rettungsstollens steht und den Zugang dorthin versperrt; dann beträgt der Weg bis zum nächstgelegenen Rettungsstollen 500 m und nicht weniger (Kap. 8.1.1). Deshalb ist zu fordern, dass die Abstände zwischen den Rettungsstollen erheblich verkürzt werden. Wirkliche Sicherheit würden allerdings nur Rettungsstollen im Abstand von etwa 50 m bieten, die in einen gesonderten Rettungstunnel führen, der zwischen den beiden Fahrtunneln liegt.
Beispiele mit deutlich geringeren Abständen der Flucht- und Rettungswege in neu erbauten Bahntunneln, s. a. Abschnitt 8 „Risikofaktoren im internationalen Tunnel-Vergleich“ (Kap. 8.2.2):

- Neuer Gotthard-Basistunnel: Abstand der Rettungsstollen 325 m
- Guadarrama-Tunnel (Spanien): Abstand der Rettungsstollen 250 m
- Perthus-Tunnel (Spanien/Frankr.): Abstand der Rettungsstollen 200 m

Die Sicherheit der Reisenden wie auch des Zugpersonals muss Vorrang haben vor etwaigen wirtschaftlichen Erwägungen der Vorhabensträgerin.

7.6 Räumung aus verunglücktem Zug im Tunnel

Bei einem im Tunnel verunglückten und dort steckengebliebenen Zug sollen die Fahrgäste aussteigen und sich zu Fuß in den nächstgelegenen Rettungsstollen und von dort in die als „sicher“ angesehene zweite Tunnelröhre retten können, wo sie von Bussen abgeholt werden.

Die dafür erforderliche Räumzeit ist von der Bahn nicht ermittelt worden; dies hatte der Bahn-Vertreter, Herr Lutz bei der Erörterungsverhandlung zum PFA 1.2 am 30.1.2012 auf Nachfrage eingeräumt, s. Wortprotokoll [38], S. 128.

Wie die Räumung aus einem Zug im Tunnel im Einzelnen ablaufen soll, gibt die Bahn in nachstehender Skizze „Abbildung 8: Handrechnung zur Ermittlung der Evakuierungsdauer“ S. 19 „Sicherheits- und Rettungskonzept Tunnelspinne Stuttgart“[39] wieder, s. Abb. 7.6.1:

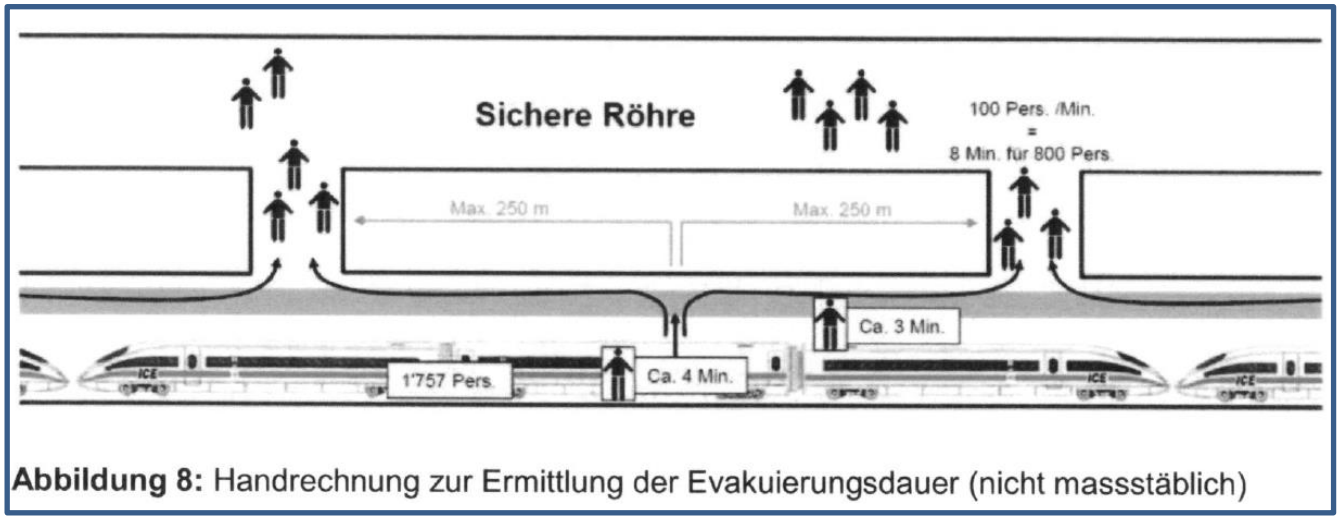


Abb. 7.6.1 **Darstellung Evakuierungsablauf im Tunnel**/Rettungskonzept S21-Tunnelspinne[39]

Diese – bislang nicht veröffentlichte – Darstellung ist in mehrfacher Hinsicht fehlerbehaftet und zeigt, wie die Bahn sich die Dinge selber „schönrechnet“.

- Ein Brandort ist auf dieser Skizze überhaupt nicht dargestellt; dieser beeinflusst aber das Geschehen maßgeblich. Für eine Sicherheitsbetrachtung muss der jeweils ungünstigste Fall betrachtet werden, andernfalls ist es keine Sicherheit! Als ungünstigster Fall ist ein Brand am Triebkopf des Zuges unmittelbar vor einem Rettungsstollen zugrunde zu legen; damit ist dieser aber nicht mehr als Fluchtweg verfügbar. Das wird hier unterschlagen.
- Als Aussteigezeit der Insassen aus dem Zug setzt die Bahn 2 + 2 = 4 Minuten an – es ist völlig ausgeschlossen, dass 250 Personen eines vollbesetzten Wagens in so kurzer Zeit aus jeweils 0,8 m Höhe auf´s Gleisbett aussteigen können.
- Als Gehstrecke bis zum nächstgelegenen Rettungsstollen werden nur 250 m angesetzt, der halbe Abstand zwischen zwei Rettungsstollen. Für eine Sicherheitsbetrachtung ist jedoch die ganze Strecke von 500 m zugrunde zu legen, wie vorstehend begründet,
- Als Gehzeit für diese Strecke von 250 m bis zum nächstgelegenen Rettungsstollen sind 3 Minuten angesetzt mit einer Gehgeschwindigkeit von 100 m je Minute. Das ist ein flottes Wandertempo eines kräftigen, jungen Burschen, aber im Fluchtgedränge von der Masse der Flüchtenden niemals zu erreichen! Die Fluchtgeschwindigkeit bestimmen die Langsamsten.
- Als Durchgangszeit durch die Notausgänge in die „Sichere Röhre“ sind 8 Minuten für 800 Personen angesetzt, 100 Personen je Minute bei Nutzung von zwei Rettungsstollen.

Weil aber 1.757 Personen zu retten sind, müssten dies schon mal 879.: 100 Personen/Minute = 8,8 Minuten sein, also rd. 9 Minuten!

Weil aber nur ein Rettungsstollen verfügbar ist, müssen alle 1.757 Personen durch diesen einen hindurch; dafür ergeben sich dann 1.757.: 100 Personen/Minute = 17,6 Minuten, rd 18 Minuten!

- Die im v.g. „Sicherheits- und Rettungskonzept Tunnelspinne Stuttgart“[39] angegebene „gesamte Evakuierungsdauer von ca. 15 Minuten“ ist grob fehlerhaft und nicht einhaltbar!

Die nachfolgenden Bilder zeigen die Erschwernis beim Aussteigen aus einem Zug auf freier Strecke, wie sie bei einer Räumung aus einem Zug im Tunnel zu berücksichtigen sind.

Abb. 7.6.2 **Aussteigen aus Zug im Tunnel** – nach DB-Theorie. Wie wäre das im Ernstfall?

Abb. 7.6.3 **Aussteigen aus Zug** auf der Strecke I - **in der Praxis**!

Abb. 7.6.4 **Aussteigen aus Zug** auf der Strecke II + III - **in der Praxis**!

Abb. 7.6.5 **Räumung eines Zuges im Tunnel – hier ohne Brandgeschehen!**

Vorstehende Abb. 7.6.5 vermittelt einen Eindruck über die Räumung eines Zuges im Tunnel – hier ohne Brandgeschehen! Der hier abgebildete Tunnel ist breiter als die vorgesehenen S21-Zulauftunnel, deren Fluchtwege deutlich schmaler sein werden. Damit wird das Gedränge der Flüchtenden größer; das Aussteigen aus dem Zug in den vorbeiziehenden Strom der Flüchtenden hinein wird noch mehr erschwert und behindert zugleich die Vorbeiziehenden.

Diese Bilder zeigen deutlich, wie wirklichkeitsfremd und unglaubwürdig die Angaben der Bahn über die behaupteten Evakuierungszeiten und damit zur Sicherheit der Reisenden und Bahnmitarbeiter im Brand- und Katastrophenfall tatsächlich nur sind. Die im DB-Anwender-Handbuch „Brandschutz“ vorgegebenen 15 Minuten Räumzeit sind nicht einzuhalten.

Nachstehend wird die für die Räumung anzusetzende Zeitspanne sowohl A) für einen ICE als auch B) für einen Doppelstock-Zg nach den anerkannten Regeln der NFPA 130[08] ermittelt, wobei folgende Vorgaben und Voraussetzungen anzusetzen sind:

- Vollbesetzter Zug: A) 960 Personen; B) 1.757 Personen (s. PFB 1.1. Abschn. 4.8.1.2)
- Fahrgeschwindigkeit des Zuges im Tunnel: 160 km/h = 44,5 m/s
- Bremsverzögerung für Nothalt im Tunnel: 0,8 m/s²; Bremszeit 56 s, Bremsweg 1.230 m
- Ausstieg aus Fahrgastwagen auf Gleisbett erschwert wg. Höhenunterschied ~ 0,80 m;
- hierfür angesetzte Ausstiegszeit: 12 Pers./Minute
- Mittlere Gehgeschwindigkeit: 0,633 m/s (=> 38 m/Min, s. NFPA 130[08] Ziff. 5.5.6.3.1.4)
- Durchlassfähigk. Schleusentür, li. Weite 1,95 m x 0,819 Pers./cm*Min. = 160 Pers./Min.
- In Brand geratener Triebkopf bleibt in der Nähe eines Rettungsstollens liegen;

Als Fluchtweg steht folglich nur der nächste 500 m entfernte Rettungsstollen zur Verfügung. Damit ergibt sich als anzusetzende „längste Strecke“ eine Weglänge von 500 m–20 m (Abstand der letzten Wagentür) = 480 m.

	Räumzeit aus Zug im Tunnel nach BOStrab bzw. NFPA 130	**Fall A**	**Fall B**
	Zug-Gattung	**ICE**	Doppelstock-Wagen
	Personen-Zahl Gesamt: je Reisewagen:	**960** 96	**1.757** 250
T_{01}	Zeit Brandbeginn bis Branderkennung (Vorbrandzeit)	2,0 Min	2,0 Min
T_{02}	Brandmelden, Reaktionszeit	2,0 Min	2,0 Min
T_A	Anhalte-Zeit des Zuges / Beginn Räumung Notbremsung bei 160 km/h = 44,5 m/s **:** 0,8 m/s² = 56 s	1,0 Min	1,0 Min
TF	Aussteige-Zeit aus Zug auf Fluchtweg auf Gleisebene 12 Personen/Min. je Tür	8,0 Min	10,4 Min
T1	längste Strecke 200 m bis Engstelle/Hindernis, 0,9 m Breite mittl. Gehgeschwindigkeit: 38 m/Min. (0,633 m/s)	5,3 Min	5,3 Min
W1	Wartezeit vor Engstelle [82 Pers./Min.]; W1 = E1 – T1 Fall A: E1 = 0,5 x 960 Pers.: 82 P/Min = 5,9 Min.– 5,3 Min. = Fall B: E1 = 1,0 x 1.757 Pers.: 82 P/Min = 21,4 Min. – 5,3 Min. =	0,6 Min	16,1 Min
T2	Gehzeit Reststrecke bis Rettungsschleuse 280 m, Fall A: $T2_A$ = 200 m : 38 m//Min + 80 m : 60 m/Min. = 5,4 + 1,3 Mir Fall B: $T2_B$ = 280 m : 60 m/Min. = 4,7 Min.	6,7 Min	4,7 Min
S1	Schleusenzeit vor 1. Schleusentür, Durchlass: 160 Pers./Min. Fall A: $S1_A$ = 960 Pers.: 160 P/Min = 6,0 Min Fall B: $S1_B$ = 1.757 Pers.: 160 P/Min = 11,0 Min.	--	--
W2	Wartezeit vor 1. Schleusentür: S1 – (T1 + T2) =	0 Min	1,0 Min
T3	Gehstrecke 15 m durch Rettungsstollen 38 m/Min. (0,633 m/s)	0,4 Min	0,4 Min
S2	Schleusenzeit 2. Schleusentür	0,1 Min	0,1 Min
T4	Behinderung an 2. Schleusentür durch Rückstau in 2. Röhre	1,0 Min	2,0 Min
	Gesamt-Räumzeit	**27,1 Min**	**45,0 Min**

Zu vergleichbaren Ergebnissen führt auch eine Entfluchtungs-Untersuchung mit dem Programm „SIM-Walk“ für die Räumung eines im Tunnel steckengebliebenen Zuges.

Die so nach NFPA 130 ermittelte Räumzeit aus einem Zug im Tunnel ist mit 27 Minuten bzw 45 Minuten für eine wirksame Selbst-Rettung entschieden zu lang, wie im nachfolgenden Abschnitt 7.7 gezeigt wird.

Maßgebend ist zum einen der vorbeschriebene erschwerte Ausstieg aus den Fahrgastwagen auf das Gleisbett bzw. den Fluchtsteg, wobei ein Höhenunterschied von rd. 0,8 m ohne Tritthilfe überwunden werden muss – für ältere Menschen und solche mit körperlichen Einschränkungen eine nur mit Unterstützung durch Dritte zu überwindende Hürde!

Die lt. Planung für „Betriebliche Einbauten“ zulässigen Einengungen des Fluchtweges auf 0,9 m behindern die Räumung ebenfalls erheblich, wie dies die vorstehende Räumzeit-Ermittlung für eine Einengungsstelle mit 0,9 m Durchgangsbreite nach 200 m Wegstrecke als den bei Sicherheits-betrachtungen maßgebenden „schlimmsten Fall“ zeigt. Diese wirkt sich insbesondere bei

einem vollbelegten Doppelstock-Zug stark auf die Räumzeit aus. Ohne diese anzunehmende Einengung würde die Räumzeit 16 Minuten kürzer sein, mit dann 29 Minuten jedoch immer noch viel zu lange dauern. Bei einem ICE würde sich die Engstelle hingegen erst bei einer längeren Wegstrecke über 300 m auswirken, weil sich dann viel mehr Personen davor stauen.

Zum andern ist die zurückzulegende Wegstrecke bis zum nächstgelegenen Rettungsstollen bei deren Abständen von jeweils 500 m viel zu lang für eine wirksame schnelle Räumung!

Im neuen Gotthard-Tunnel sind die Rettungsstollen im Abstand von nur 325 m angeordnet; die BOStrab schreibt Fluchtmöglichkeiten in Tunnels für Schienenverkehrsanlagen in Abständen von höchstens 300 m vor. Im „Hasenbergtunnel" der Stuttgarter S-Bahn zur Universität sind Fluchtstollen in Abständen von 350 gebaut worden. Das ist zwar immer noch zu viel, aber erheblich besser als die Vorgabe der 500 m-Abstände der Tunnelrichtline.

Bei 250 m-Abständen würde sich die Räumzeit bei sonst gleichen Voraussetzungen immerhin auf 22 Minuten verkürzen lassen – was aber immer noch viel zu lange dauern würde.

Bei alledem bleibt zweifelhaft, ob die von der NFPA 130 vorgegebene Fluchtgeschwindigkeit von 38 m/Minute (= 0,633 m/s) unter den gegebenen Umständen überhaupt erreicht wird:

- Gedränge auf dem viel zu engen Fluchtsteg im Tunnel mit nur 120 cm nutzbarer Breite
- schwache Beleuchtung mit lediglich 0,5 lux
- sehr unebener Belag der Tunnelsohle aus klobigen Betonsteinen
  > Gefahr des Umknickens
- möglicherweise mitgeführtes Gepäck

Zumal wenn bei einem Zug-Unglück Panik-Verhalten unterstellt werden muss**.**

Ein gesunder Mensch mittleren Alters mit einer durchschnittlichen Schritt-Geschwindigkeit von 1 m/s legt die 480 m – die Strecke bis zum nächsten Rettungsstollen – in 8 Minuten zurück, unter normalen Bedingungen, ohne Gedränge, ohne Panik.

Im Panikfall hingegen, mit Gedränge und Chaos unter Berücksichtigung der Enge des eingeschränkten Fluchtweges zwischen Zug und Tunnelwand sowie bei der spärlichen Notbeleuchtung von nur 0,5 lx ist jedoch für den durchschnittlichen Reisenden von einer insgesamt geringeren Gehgeschwindigkeit auszugehen. Wird diese mit 0,5 m/sec angesetzt, verlängert sich die Gehzeit T_1 auf 16 Minuten.

Mehr als zweifelhaft bleibt auch der Ansatz für die Zeitspanne vom Brandbeginn bis zum Beginn der Räumung aus dem Zug, die nach Regelwerk mit 4 Minuten angesetzt wird, s. „Brandschutz in Fahrzeugen und Tunneln des ÖPNV"[09] / VDV 2005, S. 468. Diese kurze Zeitdauer mag vielleicht zutreffen, wenn das Feuer in einem besetzten Fahrgastwagen ausbricht und sogleich von einem Fahrgast an den Lokführer gemeldet wird und dann die gesamte Maßnahmenkette reibungslos abläuft, wie in dem dort aufgeführten Beispiel unterstellt.

Tatsächlich muss aber eher davon ausgegangen werden, dass dabei alle möglichen Fehler und Unvorhergesehenes geschehen. Das beginnt schon mit der Frage, wie denn ein Fahrgast den Lokführer verständigen soll oder kann – dafür gibt es bislang in keinem Reisezug irgendeine Möglichkeit! Gegensprechanlagen gibt es in den Zügen nicht; auch würden die Fahrgäste diese kaum auffinden und dann womöglich noch Schwierigkeiten mit deren Benutzung haben. Abgesehen davon wird ein Verhalten im Brandfall ja nicht einmal mit den Zugbegleitern eingeübt, geschweige denn mit den Millionen Fahrgästen, die tagein, tagaus mit der Bahn unterwegs sind und dabei auf eine sichere Beförderung vertrauen.

Dem Fahrgast bleiben eigentlich nur zwei Möglichkeiten:

1. Er zieht die Notbremse! Das wird sicher vom Lokführer sofort bemerkt werden; er weiß dann aber immer noch nicht, dass es um einen Brand geht. Bis das dann festgestellt wird und weiteres veranlasst werden kann, vergeht bestimmt deutlich mehr Zeit als die hier unterstellten 4 Minuten! Wie soll er da auf der Stelle eine sachgerechte Entscheidung treffen, die Notbremsüberbrückung einzulegen und bis in den Tiefbahnhof bzw. aus dem Tunnel herauszufahren oder doch durch eine Notbremsung den Zug sofort anzuhalten?
2. Der Fahrgast versucht, den Zugbegleiter zu verständigen. Bis er den irgendwo im Zug aufgestöbert hat, kann es dauern, und der Zug steht inzwischen schon in hellen Flammen! Musterbeispiel hierfür ist das tragische Unglück von Eschede am 3.6.1998, als ein geborstener Reifen zur Entgleisung und anschließendem Aufprall auf einen Brückenpfeiler führte, wobei 101 Menschen ums Leben kamen und 88 weitere schwer verletzt wurden. Auch hier hatte ein Fahrgast das Gerumpel des bereits entgleisten Radsatzes bemerkt und dies besorgt dem Zugbegleiter gemeldet. Während der noch überlegte, was denn jetzt zu tun sei, krachte es auch schon – inzwischen hatte der Zug bereits 6 km mit dem geborstenen Radreifen zurückgelegt! (Einzelheiten s. [40].)

Nun entstehen die meisten Brände aber gar nicht in den Fahrgastwagen, sondern ganz überwiegend durch technische Störungen in den Maschinenanlagen der Triebfahrzeuge oder an den Radsätzen und im Unterboden, wie aus der Auflistung von Brandereignissen bei Reisezügen in Tunnels hervorgeht, s. Anlage 3. Die Entdeckung solcher Brände und deren Meldung an den Lokführer bis hin zur Einleitung der Räumung des Zuges dauern mit Sicherheit deutlich länger als jene von der DB angesetzten 4 Minuten; meistens wird ein Brand erst erkannt, wenn er schon weiter fortgeschritten ist und sich dann vor allem durch starke Rauchentwicklung bemerkbar macht. Vernünftigerweise muss also von einer deutlich längeren Zeitspanne vom Brandbeginn bis zum Beginn der Räumung ausgegangen werden.

Damit erhöht sich die tatsächlich zu erwartende Räumzeit ab – zunächst nicht erkanntem – Brandbeginn auf 32 Minuten beim ICE, mehr als doppelt so lange wie von der Bahn für die Räumung eines Doppelstockzuges angegeben. Eine solche viel zu lange Räumzeit ist angesichts der Bedrohung der Reisenden wie auch der Bahn-Mitarbeiter durch die Folgen eines Brandereignisses nicht hinnehmbar!

Alle hierzu von der Bahn vorgelegt Gutachten gehen indessen von einer sehr schnellen Feststellung, Meldung und Ortung eines Brandes aus. Dies ist indessen wirklichkeitsfremd und führt im Ergebnis zu „geschönten“ Ergebnissen, was die tatschlich zu erwartende Räumzeit angesichts der bestehenden Gefährdung angeht.

Hingewiesen wird in diesem Zusammenhang auf den bereits erwähnten Brand im Triebkopf des ICE 575 HH–Stgt. am 15.8.2012, etwa 20 km vor Stuttgart auf freier Strecke bei Markgröningen–Schwieberdingen / Kreis Ludwigsburg. Dort mussten die Reisenden zwei Stunden im liegengebliebenen Zug ausharren, ehe sie geborgen werden konnten.

Im August 2010 mussten die Fahrgäste eines im Tunnel bei Vaihingen/Enz wegen einer technischen Störung steckengebliebenen Zuges gar 3 Stunden auf ihre Befreiung warten. Weil außerdem auch die Klimaanlage ausgefallen war, erlitten mehrere Reisende einen Kreislauf-Zusammenbruch.

Und als am 29. September 2012 der IC 2312 Stgt – HH bei der Ausfahrt aus dem Stuttgarter HBF an der beim Gleisfeld-Umbau für S21 fehlerhaft eingebauten Weiche 227 entgleiste, wobei mehrere Strommasten umgeknickt wurden, dabei der Fahrdraht abriss und auf die Wagen fiel, die z. T. erheblich beschädigt wurden, hatte es 1 ½ Stunden gedauert, ehe die lebensgefährliche Spannung von 15.000 V abgeschaltet und die Oberleitung geerdet war, so dass die solan-

ge im Zug eingeschlossenen Reisenden endlich den verunglückten Zug verlassen und die acht Verletzten geborgen werden konnten!

Vergleichbares geschah am 19.2.2017 in Hamburg, als die unter 15.000 V Spannung stehende Oberleitung abriss und auf den gerade in den HBF einfahrenden ICE stürzte. Hunderte Reisende saßen bis zu 5 Stunden fest, ehe auch die letzten den noch vor dem Bahnhof liegengebliebenen Zug verlassen konnten [aus NDR-Nachrichten v. 20.2.2017].

Wie soll bei einem Unglück im S21-Tunnel dann alles so viel schneller gehen können?

7.7 Verrauchung des Tunnels

In Abschn. 4.2 des Änderungsantrages zu PFA 1.2 wird ausgeführt:

„Auch bei einem Bemessungsbrand von 25 MW ist eine sichere Entrauchung aufgrund der Längsneigung der Tunnelröhre durch thermischen Auftrieb gewährleistet, ggf. unterstützt durch die Lüfter in den Schwallbauwerken am Tiefbahnhof“,

Diese Darstellung wird jedoch nicht belegt und entbehrt auch der technisch-physikalischen Grundlage. Vielmehr ist die Entrauchung des Tunnels von der Bahn gar nicht ermittelt worden; auch dies hatte der Bahn-Vertreter, Herr Lutz bei der Erörterungsverhandlung zum PFA 1.2 am 30.1.2012 auf Nachfrage eingeräumt, s. Wortprotokoll [38], S. 128.

Thermischer Auftrieb bedingt sowohl einen Höhenunterschied als auch einen Temperatur-Unterschied – ist eine der beiden Größen Null, gibt es auch keinen Auftrieb und damit auch keine natürliche Luftbewegung! Dies ist beim Cannstatter Tunnel wie auch beim Ober-/ Untertürkheimer Tunnel wegen des wannenförmigen Verlaufes mit Hoch- und Tiefpunkten sowie fehlenden Höhenunterschieden zwischen Ein- und Austritt der Fall. Von einer durch natürlichen Auftrieb hervorgerufenen Durchlüftung kann bei diesen Tunnels keine Rede sein! Dies gilt insbesondere auch im Brandfall; ohne Unterstützung durch eine mechanische Lüftung wird der Rauch sich in den Tunnel-Hochpunkten, die lt. „Tunnelrichtlinie“ aus diesem Grunde ja nicht zulässig sind**,** verfangen und nicht aus dem Tunnel herauszubringen sein.

Doch auch im Fildertunnel wird sich trotz des großen Höhenunterschiedes von rd. 155 m kein nennenswerter Auftrieb einstellen, weil <u>an beiden Ausgängen die gleiche Umgebungstemperatur</u> ansteht, also kein Temperatur-Unterschied herrscht. In den langen Tunnelröhren wird sich eine nahezu gleichmäßige Temperatur um etwa + 12 °C mit nur sehr geringer Schwankung einstellen, die keine nennenswerte Durchlüftungswirkung hervorbringt.

Die in den Tunneln stattfindende Luftbewegung rührt allein von den Zugbewegungen her und wird überwiegend stoßartig und mit schwellendem Verlauf sein.

Aber auch im Brandfall ist die <u>Längsneigung</u> der 9,5 km langen Tunnelröhren des Fildertunnels mit einer Steigung von 2,5 %, streckenweise gar nur 0,4 %, <u>viel zu gering</u>, um einen schnellen und ausreichenden Rauchabzug durch thermischen Auftrieb zu ermöglichen. Dies wäre nur möglich, wenn sich in unmittelbarer Nähe des Brandherdes ein senkrechter Schacht mit mindestens 5 m² freiem Querschnitt befinden würde, in dem sich die notwendige „Kaminwirkung“ einstellen könnte. Solche Entrauchungsschächte müssten dazu in höchstens 50 m Abstand im Tunnel angeordnet sein. Jedoch sind solche weder vorgesehen noch vernünftigerweise machbar, ganz abgesehen von den sehr hohen Baukosten.

<u>Bei Brandbeginn wird also kein Auftrieb im Tunnel herrschen</u>; wohl aber ein noch vom eingefahrenen Zug herrührender, abschwellender Luftstrom, der beim abwärtsfahrenden Zug ebenfalls abwärtsgerichtet ist. Die am Brandherd austretende Rauch- und Qualmwolke wird in diesem Falle sogar zunächst noch ein Stück weit im Tunnel abwärts gezogen, bevor sie umkehrt und dann langsam aufwärts zieht.

Die heißen Rauchgase steigen am Brandherd zur kalten Tunneldecke hoch und heizen diese um mehrere hundert Grad auf, kühlen dabei merklich ab und fallen an beiden Tunnelwänden herunter bis in den Fluchtbereich hinein, wobei immer noch Rauchtemperaturen von über 100 °C zu erwarten sind, s. nachstehende Abb. 7.7.1 – was sofortige Handlungsunfähigkeit und Tod zur Folge hat!

Verwiesen wird hierzu auf „Brandschutz in Fahrzeugen und Tunneln des ÖPNV"[09], S. 40-68.

Die sich sehr schnell vergrößernde heiße Rauch- und Qualmwolke wird sich in dem engen Tunnel zunächst um den Brandherd herum ausbreiten und dabei den Tunnelabschnitt mit dem verunglückten Zug vollständig verrauchen, ehe sich eine hinreichende Auftriebswirkung durch Aufheizen der Luftmasse im Tunnel einstellt, die schließlich den Rauch nach außen abführt. Dies wird selbst bei einem solch heftigen Brand mit 25 MW Brandleistung wenigstens 10 bis 15 Minuten dauern; immerhin beträgt die in einer Tunnelröhre befindliche, in Bewegung zu setzende Luftmasse rd. 800 to, ebenso viel wie ein vollbesetzter ICE.

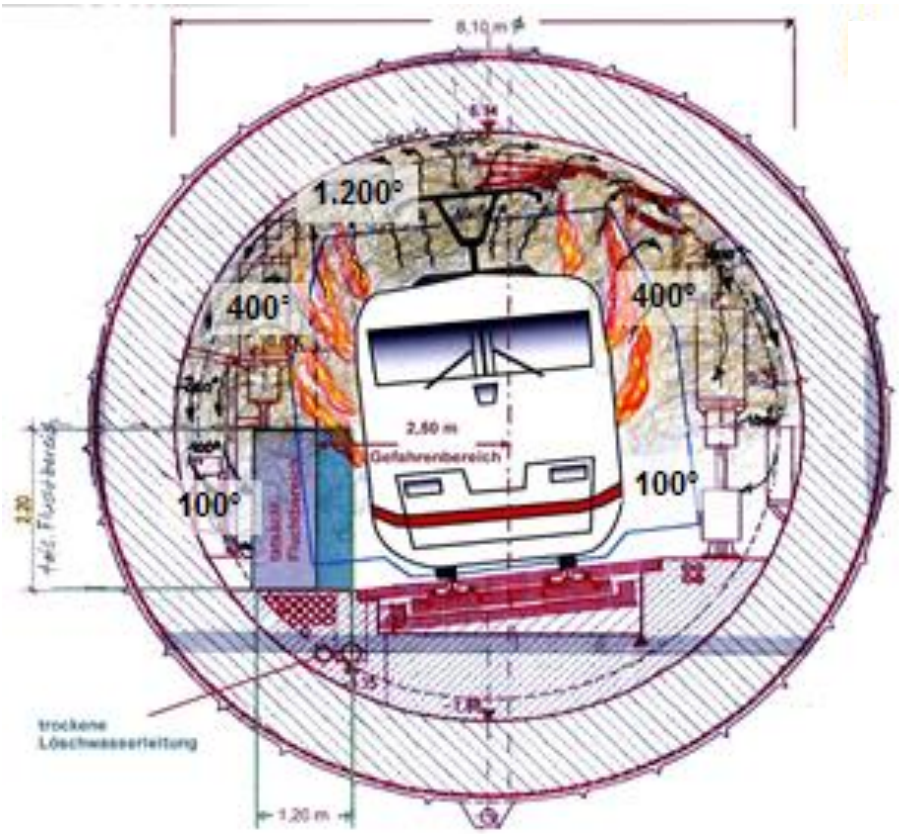


Abb. 7.7.1 **Rauchausbreitung und Temperaturen bei Brand im Tunnel**

Je nach Lage des Brandherdes wird es dabei eher <u>Stunden dauern, bis der Rauch aufgrund der Auftriebswirkung aus dem langen Fildertunnel nach außen „herausquillt".</u> Bei einer Rauch-Abzugsgeschwindigkeit von 1 m/sec dauert es 1 Stunde und 23 Minuten, bis der Rauch außen am Filderportal ankommt, wenn etwa der Zug in der Tunnelmitte bei km 5 brennend stecken geblieben ist! Näher zum Bahnhof hin wird es noch länger dauern.

Das Zuschalten der Lüfter im Schwallbauwerk wird den Rauchabzug nur sehr bedingt und erst mit großer Zeitverzögerung unterstützen, wie nachfolgend im Abschn. 7.8 dargelegt wird.

Jedenfalls wird es viel zu lange dauern, ob mit oder ohne Unterstützung durch die Lüfter im Schwallbauwerk, bis die Entrauchung am Brandherd wirksam werden kann – bis dahin werden bei einem großen Brand-Ereignis die Reisenden wie auch die Bahn-Mitarbeiter eines im Tunnel steckengebliebenen Zuges längst in der sich schnell ausbreitenden Rauch- und Qualmwolke

umgekommen sein, bevor sie sich über die viel zu weit entfernten Rettungsstollen in die zweite, als sicher unterstellte Tunnelröhre haben flüchten können!

Dies gilt insbesondere für den einer ernsthaften Sicherheitsbetrachtung zugrunde zu legenden schlimmsten Fall, dass der brennende Triebkopf talseitig vor einem Rettungsstollen zu liegen kommt, die Fahrgastwagen sich also oberhalb davon Richtung Filder befinden und alle Reisenden dann im Tunnel aufwärts flüchten müssen, weil der Fluchtweg abwärts durch den Brandherd abgeschnitten ist. Dabei werden sie – ob mit oder ohne Auftrieb und/oder Lüfter-Unterstützung – von der sich schnell ausbreitenden, den ganzen Tunnel-Querschnitt füllenden tödlichen Rauch- und Qualmwolke überrollt und sämtlich zu Tode kommen.

Es liegen dann genau die gleichen Verhältnisse vor wie bei jener Brandkatastrophe, die sich am 11. November 2000 in der Bergbahn von Kaprun ereignete und die 155 Menschen das Leben gekostet hat. Dies, obschon der Kapruner Bergbahntunnel bei nur einem Drittel der Länge eine etwa 10-mal größere Steigung aufweist als der vorgesehene Fildertunnel und deshalb dort die Rauchgase sehr viel besser durch thermischen Auftrieb aufsteigen konnten als dies hier der Fall sein wird. Dennoch sind dort 155 Menschen in kürzester Zeit durch den aufsteigenden Rauch umgekommen – nach Regelwerk und Planfeststellungs-Beschluss hätte so etwas doch gar nicht passieren dürfen! Die hier vorgesehenen „Fluchtwege“ mit 1,20 m Breite gegenüber den in Kaprun vorhandenen 60 cm bieten keine Sicherheit gegen die gefährliche Verrauchung des Tunnels!

Belege für die beschriebene Rauchausbreitung bei Bränden im Tunnel und deren schreckliche Folgen gibt es unzählige. Erinnert sei in diesem Zusammenhang u.a. an die Brandkatastrophe v. 24.3.1999 im Mont-Blanc-Straßentunnel, als ein mit Margarine und Mehl beladener LKW in Brand geriet, wobei alle aufwärts im Tunnel befindlichen 39 Personen ums Leben kamen – trotz oder gar wegen der eingeschalteten Lüftung! Der Brand dauerte hier 53 Stunden; der Tunnel war danach 3 Jahre lang gesperrt, bis er wieder hergerichtet war!

Im geplanten Fildertunnel mit nahezu gleicher Länge ist der Querschnitt jedoch sehr viel geringer und damit die Verrauchungswirkung noch erheblich schlimmer.

Die im vorstehenden Abschnitt 7.6 für einen ICE ermittelte Zeitspanne von 27 Minuten Räumzeit und erst recht die für einen vollbesetzten Doppelstockzug zu erwartende Räumzeit von 45 Minuten dauert viel zu lange, als dass sich die Reisenden wie auch die Bahn-Mitarbeiter rechtzeitig in Sicherheit bringen können - mit einer lebensbedrohlichen Verrauchung des Tunnels in dem betreffenden 500 m-Abschnitt muss bei dem maßgeblichen Brandereignis mit 25 MW Brandleistung bereits nach 5 Minuten gerechnet werden, wie nachfolgend aufgezeigt wird:

Zur Ermittlung der bei einem Zugbrand freigesetzten Rauchgasmenge wird das in jedem Triebkopf/Antriebsfahrzeug in größerer, für das Brandgeschehen bedeutsamer Menge mitgeführte brennbare Trafo-Kühl-Öl zugrunde gelegt. Bei anderen brennbaren Stoffen, ebenfalls sämtlich Kohlenstoff-/Wasserstoff-Verbindungen, ergeben sich in etwa vergleichbare Rauchgas-Mengen in Bezug auf die Wärmefreisetzung.

- 1 kg Brennstoff (flüssig => Trafo-/Kühlöl) hat einen Heizwert von = ~10 kWh und ergibt => ~20 m³ Rauchgas (bei Umgebungstemperatur 20 °C)
- d.h. bei Wärme-Freisetzung von 1 kWh entstehen ~2,0 m³ Rauchgas (bei Umgebungstemperatur + 20 °C)
- bzw. bei 500 °C: V_R = 2,0 *(293 + 500) / 293 = ~5,4 m³ Rauchgas je kWh (ohne zusätzliche Luftbeimischung).

Anmerkung: die Flammentemperatur liegt bei über 1.000 °C bis über 1.500 °C je nach Brennstoff und Brand-Verlauf! Der vom Rauchgas eingenommene Raum ist stark temperaturabhängig; bei 1.000 °C wären dies bereits 8,9 m³! Diese Temperatur beschränkt sich aber auf den

Brandherd und wird durch Wärmestrahlung an die Umgebung sowie Luftbeimischung mit wachsender Entfernung abgebaut, wodurch sich das Rauchgas-Volumen entsprechend verringert. Allerdings führt die Luftbeimischung zu einer Verdünnung der Rauchgasmenge und damit zu einer Volumen-Zunahme.

Für die weitere Betrachtung wird hier deshalb eine Rauchgasmenge von 7,5 m³ je kWh zugrunde gelegt.

Bei einem Vollbrand von 25 MW, wie hier betrachtet, ist somit von einer Rauchgas-Freisetzung auszugehen von:

V_R = 25.000 kWh/60 Min. x 7,5 m³/kWh = <u>3.125 m³/Minute</u> (!!)

Mit noch größeren Rauchfreisetzungsraten bis 70 m³/sec = 4.200 m³/Minute ab der 10. Minute nach Brandbeginn rechnet der VDV, s folgende Abb. 7.7.1: 1/10 aus „Brandschutz in Fahrzeugen und Tunneln des ÖPNV"[09], S. 53:

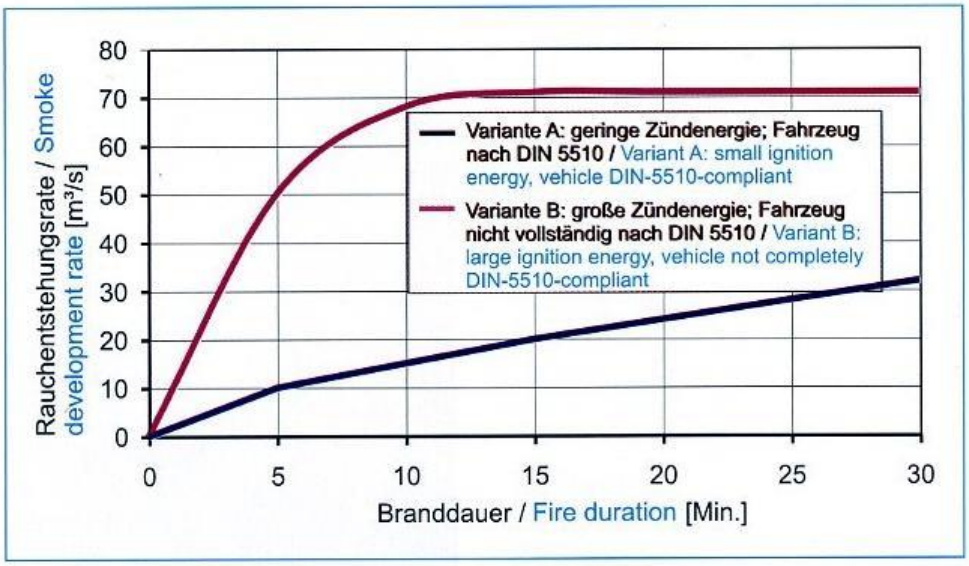


Bild 1/10: Bandbreite der Rauchentwicklung bei Bränden von Stadtbahn-Fahrzeugen

Abb. 7.7.1 **Rauchentwicklung** [aus „Brandschutz in Fahrzeugen u. Tunneln des ÖPNV"[09], S. 53] **Rauchgas-Ausbreitung im Tunnel / Kritische Verrauchungszeit**

Ermittelt wird die Zeitspanne, in der sich ein Tunnel-Abschnitt zwischen zwei Rettungsstollen im Abstand von 500 m von oben her bis auf 1,70 m Höhe über Fluchtsteig = Kopfhöhe der Flüchtenden mit Rauchgas gefüllt hat.

Dabei wird die zuvor ermittelte Rauchgas-Freisetzungsrate V_R = 3.125 m³/Min. zugrunde gelegt. Die geringere Freisetzungsrate bei Brandbeginn bis zum Erreichen des Vollbrandes mit 25 MW Brandleistung wird berücksichtigt durch einen linearen Anstieg der Rauchfreisetzungsrate von 0 auf 3.125 m³/Minute innerhalb dieser Zeitspanne von 10 Minuten, in der sich der Brand sehr schnell zum Vollbrand entwickelt.

Während dieser Anfangsbrand-Ausbreitungszeit von 10 Minuten ab Brandbeginn entstehen somit insgesamt:

m_{RA} = 0,5 x 10 Minuten x 3.125 m³/Min. = <u>15.675 m³</u> Rauchgas

Der mit Rauchgas gefüllte obere Tunnel-Teilquerschnitt oberhalb 1,70 m Kopfhöhe beträgt:

$A_R = \pi/4 \times 8{,}1^2 - [3{,}45/(6 \times 8{,}0) \times [3 \times 3{,}45^2 + 4 \times 8{,}0^2] = 51{,}5\ m^2 - 0{,}072[35{,}6 + 256]\ m^2$
= <u>30,5 m²</u>

und der obere Teil-Rauminhalt des 500 m-Abschnittes zwischen zwei Rettungsstollen somit:

$J_R = A_R \times L = 30{,}5\ m^2 \times 500\ m = \underline{15.250\ m^3}$

Damit ergibt sich als kritische Verrauchungszeit eines 500 m-Tunnel-Abschnittes zwischen zwei Rettungsstollen bei einem 25 MW-Brand ab Brandbeginn:

$z_{R25} = z_A + (J_R - m_{RA})/V_R = 10\ Min + [15.250\ m^3 - 15.675\ m^3]/3.125\ m^3/Min. = \underline{9{,}9\ Min}$.

Zieht man hiervon noch die Zeitspanne T_0 „Zeit Brandbeginn bis Beginn Räumung“ gem. Regelwerk mit 4 Minuten ab, so verbleiben für die Räumung gerade mal 5,9 Minuten.

Es ist unmöglich, dass alle Reisenden in so kurzer Zeit den im Tunnel brennenden Zug verlassen und in die bis 500 m entfernte Rettungsschleuse gelangen können. Ältere Menschen, kleinere Kinder, Gehbehinderte und Mobilitäts-eingeschränkte Personen haben keine Chance!

Bei einer längeren, der Wirklichkeit eher entsprechenden Zeitspanne T_0 von 8 Minuten als Vorbrandzeit ab Brandbeginn bis zum Beginn der Räumung verbleiben rechnerisch gar nur noch 1,9 Minuten für die Räumung; mit anderen Worten: die Leute kommen gar nicht mehr lebend aus dem Zug heraus!

Bei Zugrundelegen des sogen. „DB-Bemessungsbrandes“ mit 53 MW Brandlast und doppelt so hoher Rauchfreisetzung wird die verbleibende Zeitspanne für die Selbstrettung noch kürzer.

Die bedrohlich schnelle Verrauchung eines Tunnels bei einem größeren Brand konnte auch durch CFD-Verrauchungssimulationen ermittelt und nachgewiesen werden; s.:

http://engpass21.de/engp1/images/publikat/Video_Fildertunnel_fi/Fildertunnel_Kombi_Video_v2_ex.mp4

Der entstehende Rauch ist hochgiftig und führt schon in geringen Konzentrationen beim Einatmen zu Rauchvergiftung mit bleibenden Gesundheitsschäden durch Verätzen der Lungenbläschen, bei unverdünntem Rauch innerhalb von einer Minute zum Tod, s. Abschn. 4.5.

In dieser viel zu kurzen verbleibenden Zeitspanne für die Selbstrettung wird sich weder die zur Entrauchung notwendige Auftriebswirkung im Tunnel aufbauen noch lässt sich eine ausreichende Durchlüftung des Fildertunnels über die Lüfter des Schwallbauwerkes am Tiefbahnhof bzw. die Entrauchungsgebläse für den Feuerbacher und den Cannstatter Tunnel erreichen, wie nachfolgend in Abschn. 7.8 aufgezeigt wird.

7.8 Entrauchung der Tunnel

7.8.1 *Fildertunnel*

Die für den Fildertunnel vorgesehene Tunnellüftung beschreibt HBI in seiner *„Entwurfs- und. Genehmigungsplanung „Entrauchungsanlagen im PFA 1.1/1.2/1.5/1.6a“* [28] als Einblasen von Zuluft aus dem Schwallbauwerk Süd im Talkessel in die Süd-Tunnelröhren auf Anforderung im Ereignisfall. Dabei muss lt. HBI in der Ereignisröhre eine Luftströmung von 2,5 m/s eingehalten werden, um den Rauch am Brandort nach außen ins Freie abzudrängen. Zugleich soll damit in der zugehörigen Gegenröhre, die als „sicherer Bereich“ gilt, ein Überdruck aufgebaut und gehalten werden, um ein Übertreten von Rauch aus der Ereignisröhre in die „Sichere Röhre“ über die Rettungsstollen zu verhindern. Wie das erreicht werden soll, wird jedoch nicht erläutert.

Die – fragwürdige – Bereitstellung der Luft aus dem Schwall- und Entrauchungsbauwerk ist im Abschn. 6.6 ausführlich beschrieben.

Die in das Tunnelgeflecht eingeblasene Luft verteilt sich unkontrollierbar auf alle vorhandenen Tunneläste. In erster Näherung muss entsprechend deren Anzahl der 8-fache Soll-Luftstrom eingeblasen werden, um den vorgegebenen Luftstrom von 2,5 m/s x 42 m² = 105 m³/s in die Ereignisröhre zu leiten; insgesamt also 840 m³/s.

Im Bereich des im Tunnel steckengebliebenen Zuges, der hier dann eine Querschnittsverengung darstellt, steigt die Luftgeschwindigkeit hingegen auf ~3,5 m/s an. Das ist dann wie mit einem Blasebalg das Feuer noch anfachen und den Brand-Ablauf noch beschleunigen!

Auf der Anströmseite, d.h. talseitig in Richtung Tiefbahnhof kann so der Rauch abgehalten und in Richtung Tunnel-Ausgang abgedrängt werden. Dabei lässt sich aber eine Durchmischung des Rauches mit der zugeführten Luft nicht vermeiden mit der zwangsläufigen Folge, dass dadurch der abströmseitige Tunnelquerschnitt in Richtung Tunnel-Ausgang erst recht vollständig verraucht und nur noch mit schwerem Atemschutz zugänglich ist.

Für den als „schlimmsten Fall“ anzunehmenden Brand eines Triebkopfes, der talseitig vor einem Rettungsstollen liegengeblieben ist, bedeutet dies, das alle Fahrgäste des Zuges sowie auch die Mitarbeiter der Bahn in dieser Rauchschicht gefangen sind und darin umkommen werden, bevor sie den nächsten Rettungsstollen erreichen können, zumindest aber schwere gesundheitliche Schäden durch Rauchvergiftung davontragen werden!

Ohnehin ist das Einblasen von Zuluft in den Tunnel wegen der großen Entfernung zwischen Brandort und dem Schwallbauwerk als Zuluft-Quelle nicht geeignet, zur sicheren Entfluchtung der Personen aus dem Gefahrenbereich beizutragen. Liegt der Brandort auf halber Tunnellänge, also 5 km entfernt, so wird der mit 2,5 m/s eingeblasene Zuluftstrom dort erst nach Z = 5.000 m/(2,5 m/s x 60 s/min.) = 33 Minuten zuzügl. Einschaltverzögerung + Hochlaufen der Gebläse mit 4 Minuten, zusammen also nach rd. 37 Minuten dort ankommen – wenn es nichts mehr zu retten geben wird!

7.8.2 *Neckartunnel n. Ober-/Untertürkheim*

Die Neckartunnel nach Ober- und Untertürkheim werden luftseitig in gleicher Weise wie der Fildertunnel ebenfalls vom Schwallbauwerk Süd aus mitversorgt.

Eine Entrauchungsanlage ist auch für diese Tunnel nicht vorgesehen; im Ereignisfall soll der Rauch aus dem Tunnel durch Einleiten von Frischluft aus dem Schwallbauwerk Süd nach außen über die Tunnelportale abgedrängt werden.

Es gelten sinngemäß die gleichen Mängel und Unzulänglichkeiten wie vorstehend für den Fildertunnel beschrieben, insbesondere auch die große Zeitverzögerung bis zum Wirksam-werden der Zuluft am Brandort, bedingt durch die großen Entfernungen von mehreren Kilometern Die Gefahr, bei einem schweren Brand im Tunnel umzukommen, besteht hier gleichermaßen.

7.8.3 *Cannstatter Tunnel*

Die „Nord-Tunnel“ nach Feuerbach und Bad Cannstatt sollen mit Absaug-Anlagen entraucht werden. Dazu sind Entrauchungsbauwerke (EBW) mit jeweils zwei Axial-Groß-Gebläsen vorgesehen, die im Ereignisfall den Rauch aus der betreffenden Tunnelröhre absaugen sollen.

Die Entrauchung des Cannstatter Tunnels ist wegen seines höckerförmigen Verlaufes mit einem Hochpunkt und ohne nennenswerten Höhenunterschied überhaupt nur mit einer mechanischen Lüftung möglich; ein natürlicher Auftrieb kann sich hier nicht einstellen. Hierfür ist etwa mittig in der Tunnelstrecke zwischen dem Nordkopf des Tiefbahnhofes und der Tunnelausfahrt am Neckarhang bei km -2,1+44 ein Entrauchungsbauwerk „Heilbronner Straße“ vorgesehen, das über einem Verbindungsstollen zwischen beiden Tunnelröhren angeordnet werden soll. Dieses Entrauchungsbauwerk ist etwa 300 m vom Tunnelhochpunkt entfernt, was das Absaugen der dort verfangenen Rauchgase jedoch erschwert.

Durch das Absaugen über das Entrauchungsbauwerk sollen deutlich bessere Bedingungen für den Zugang der Rettungs- und Einsatzkräfte von der Rettungszufahrt Ehmannstraße auf der

Anströmseite zur Brandstelle erreicht werden als bei natürlicher Entrauchung aufgrund des thermischen Auftriebes.

Es wurde dabei jedoch nicht bedacht, dass die Fahrgäste des Zuges in die andere Richtung auf der Abströmseite – mitten innerhalb der abziehenden Rauch- und Qualmwolke – flüchten müssen, wenn sie an dem brennenden Triebkopf nicht vorbeikommen.

Hinzu kommt auch hier die Zeitverzögerung beim Absaugen, die je nach der Entfernung des Brandortes von der Absaugstelle unter dem Entrauchungsbauwerk mehr als 10 Minuten betragen kann, ehe sich die Absaugung auswirken kann.

Zur Rettung von Menschenleben wird die Entrauchung folglich nichts beitragen, sondern die Selbstrettung eher noch erschweren!

7.8.4 *Feuerbacher Tunnel*

Das Entrauchungsbauwerk für den Feuerbacher Tunnel war ursprünglich etwa auf halber Strecke beim Augustinum auf dem Killesberg vorgesehen; das hätte eine gleichmäßige Luftstromaufteilung zwischen beiden Tunnelhälften ermöglicht.

Auf Veranlassung des Gemeinderates der Stadt Stuttgart hin soll die Entrauchung nunmehr vom Augustinum auf dem Killesberg wegverlegt werden an die „Prag“ in den Wartberg-Hang ans Ende des dort vorgesehenen Zwischenangriff-Stollens, der später als Rettungszufahrt für den Feuerbacher Tunnel dienen soll. Damit rückt die Absauge-Anlage sehr viel näher an den Tunnel-Ausgang in Feuerbach heran mit der unvermeidbaren Folge, dass aus diesem Tunnel-Teilstück etwa 2/3 der Luftmenge abgesaugt werden, aber nur 1/3 aus dem Teilstück zum Tiefbahnhof. Um dort den erforderlichen Mindest-Luftstrom von 2,5 m/s einzuhalten, müssen unnötig große Luftströme abgesaugt werden. Es bleibt zweifelhaft, ob der erforderliche Absaug-Luftstrom bei einem Brandereignis im längeren Streckenabschnitt zum Tiefbahnhof hin überhaupt erreicht wird.

Voraussetzung ist weiterhin, dass die Einfahrt der Rettungszufahrt während des gesamten Entrauchungsvorganges dicht verschlossen sein muss; andernfalls würde ja die Luft unmittelbar aus dem Freien über die Einfahrt angesaugt und nicht aus den Tunnelröhren! Außerdem muss das Tor für den hier anstehenden hohen Unterdrdruck von rd. 1,2 kN/m² geeignet sein; d.h. bei z.B. 12 m² Torfläche 12 kN = ~1,5 to Druck aufnehmen.

Dieses Tor wäre dann bei Betrieb der Entrauchungsanlage nicht zu öffnen! Obwohl beides bei einem Brandfall zwingend gleichzeitig erforderlich, ist entweder nur das Einfahren von Rettungs- und Einsatzfahrzeugen in den Rettungsstollen möglich – oder nur die Entrauchung!

Dies zeigt, wie unüberlegt die Entscheidung zur Verlagerung des Entrauchungsbauwerkes „Killesberg“ in den Wartberg hinein getroffen worden ist.

Im Übrigen gelten sinngemäß die gleichen Mängel und Unzulänglichkeiten wie vorstehend für den Cannstatter Tunnel beschrieben, insbesondere auch die große Zeitverzögerung bis zum Wirksamwerden der Absaugung am Brandort wegen der großen Entfernungen. Die Gefahr, bei einem schweren Brand im Tunnel umzukommen, besteht hier gleichermaßen.

7.9 Entrauchungsbauwerke Nordtunnel

7.9.1 *Zweckbestimmung und bauliche Gestaltung*

Die Entrauchungsbauwerke [EBW] „Prag“ und „Heilbronner Straße“ sind vorgesehen sowohl zur Absaugung der Brandgase und des Rauches bei einem Brandereignis im Tunnel als auch zum Einblasen von Zuluft an der Nordseite der Tiefbahnsteighalle im Falle eines Brandereignis dort.

Die Entrauchungsbauwerke sind mit Verbindungsstollen an die zugeordneten Tunnelröhren angeschlossen. Ihre Lage ist vorstehend in Abschn. 7.8.3 und 7.8.4 beschrieben.

Den grundsätzlichen Aufbau zeigt der Grundriss des EBW Heilbronner Straße Abb. 7.9.1:

Die Abbildung zeigt die große Lüfterkammer mit zwei Axial-Großgebläsen, deren Gesamtlänge 12 m beträgt. Auf der rechten Seite, der Ansaugseite ist der nach unten führende Absaug-Schacht mit 6,20 m Ø dargestellt; auf der linken, der Druckseite der Gebläse der nach oben führende Fortluftschacht, bestückt mit Schalldämpfern. Oberhalb der Lüfterkammer sind drei Trafo-Zellen und weitere Betriebsräume vorgesehen, auf die hier nicht weiter eingegangen wird.

Mit dem Bau des Entrauchungsbauwerkes [EBW] „Heilbronner Straße“ wurde 2015 begonnen; seit Frühjahr 2016 ist die Baustelle eingestellt; bislang ist nur die unterste Decke betoniert

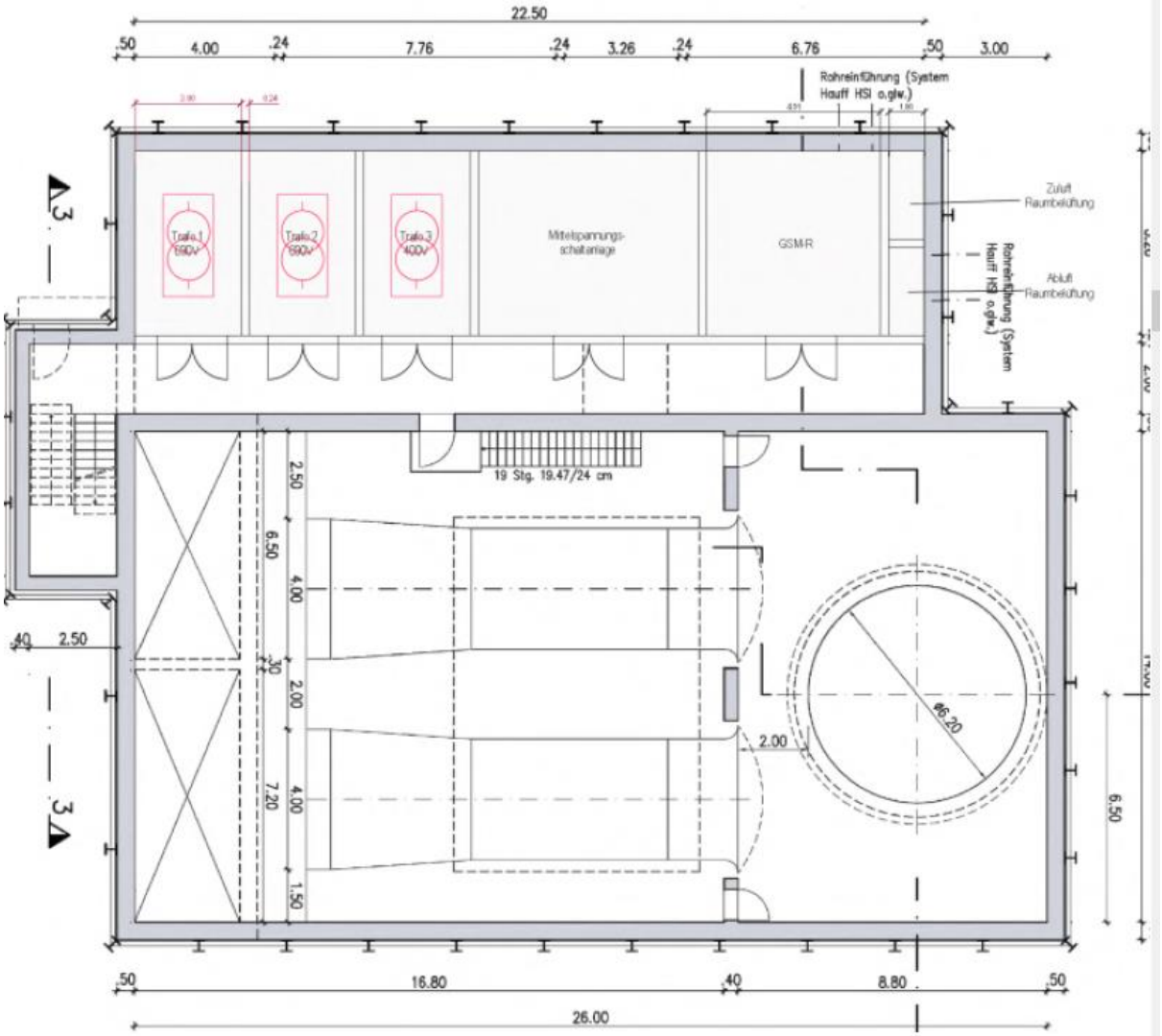


Abb. 7.9.1 **Grundriss Entrauchungsbauwerk Heilbronner Straße** / Quelle HBI[28] S.42

Der Grund für die Bau-Einstellung ist nicht bekannt.

Das Entrauchungsbauwerke [EBW] „Prag“ kann erst dann gebaut werden, wenn die Tunnelbau-Arbeiten am Feuerbacher Tunnels abgeschlossen sind und der Stollen als Zwischenangriff nicht mehr benötigt wird und zum Rettungsstollen umgebaut werden kann. Dazu muss dann eine Zwischendecke auf ganzer Stollenlänge (rd. 300 m) eingebaut werden, die den Luftweg vom Rettungsweg abtrennt.

7.9.2 *Auslegung der Zu- und Abluft-Gebläse*

Für die Entrauchungsbauwerke „Prag“ und „Heilbronner Straße“ sind je zwei Axialgebläse liegend angeordnet vorgesehen, im Schwallbauwerk Süd hingegen vier Gebläse.

Jedes Gebläse soll einen Luftstrom von 250 m³/s = 900.000 m³/h fördern und dabei einen sehr hohen Druck von bis zu 3.500 Pa aufbauen (nach Angabe HBI[28]). [3.500 Pa = 350 kg/m²!]

Diese Anforderungen sind nur mit mehrstufigen Axialgebläsen in Sonderanfertigung erfüllbar.

Für eine gesicherte Planungsgrundlage ist die Einholung von Richtpreisangeboten namhafter Hersteller mit Angaben zur technischen Ausführung unverzichtbar. Das ist hier bislang unterblieben; die „Entwurfsplanung“ [28] der HAERTER AG enthält dazu keine Aussage.

Aus den wenigen und nur sehr allgemein gehaltenen Angaben zu den technischen Merkmalen der Gebläse lässt sich vielmehr schließen, dass diesen eben keine belastbaren Hersteller-Angaben zugrunde liegen. Für eine gewissenhafte Entwurfsplanung ist dies unzureichend, weil so eine fehlerhafte Planung nicht vermieden werden kann.

Erinnert sei in diesem Zusammenhang an das Planungschaos am BER, wo sich nachträglich herausgestellt hatte, dass die einzubauenden Brandgasgebläse erheblich schwerer sind als seinerzeit für die Statik angegeben war und jetzt die Standsicherheit der Hallendecke gefährdet ist und aufwendige Abhilfemaßnahmen erforderlich werden.

Der von HBI angegebene Laufrad-Durchmesser von 3.000 mm dürfte zwar in etwa hinkommen. Weil dieser aber die Größe der Gebläsekammer und damit des gesamten Entrauchungs-Bauwerkes maßgeblich bestimmt, kann sich ein größerer Durchmesser, etwa 3.300 mm, bei der Ausführung verheerend auswirken, weil dann der vorgesehene Raum nicht mehr ausreicht und die notwendigen Zwischenräume für eine ordnungsgemäße Wartung, Überwachung und Instandhaltung fehlen.

Eine ordnungsgemäße Entwurfsplanung gibt es nach Aussage der DB PSU bislang noch nicht; diese soll erst der Auftragnehmer „Entrauchungsanlagen“ erarbeiten, der aber nach wie vor nicht feststeht. Es gibt nicht einmal eine Ausschreibung dazu. Dennoch ist unverständlicherweise das Bauwerk selbst bereits teilweise betoniert worden.

7.9.3 *Umschaltbetrieb Zuluft / Abluft*

Für die nördlichen Tunnelstrecken nach Feuerbach und nach Bad Cannstatt wird ein Wechsel-Betrieb vorgesehen:

- Absaugen der Brandgase aus dem Tunnel bei Brand
  in einem der versorgten Tunneläste
- Zuluftförderung in die Tunnel zur Haupthalle hin bei einem Brandereignis dort

Sowohl der Absaug-Betrieb als auch die Zuluftförderung sollen mit denselben Anlagen erfolgen, indem die Luftströmung lediglich durch Drehrichtungs-Umschaltung der Axial-Gebläse umgekehrt werden soll.

<u>Dies ist jedoch technisch nicht ausführbar</u>; dieser Vorschlag des Gutachters HAERTER AG[28] zeugt von mangelhaften Kenntnissen der Strömungsmechanik sowie unterlassener oder oberflächlicher Überprüfung der Entwurfsplanung!

Zwar ist es ohne weiteres möglich, die Drehrichtung der Axial-Gebläse durch einfache Polumschaltung umzukehren; dadurch wird auch tatsächlich Luft in die entgegengesetzte Richtung gefördert – allerdings nur ein Bruchteil des Soll-Luftstromes! Auch die Druckerhöhung wird er-

heblich geringer, und der Wirkungsgrad fällt sehr stark ab. Die erforderliche Luft- bzw. Brandgasförderung kann mit der umgekehrten Drehrichtung bei weitem nicht erreicht werden.

Das liegt daran, dass die gekrümmten Schaufelprofile notwendigerweise aerodynamisch für eine vorgegebene Luftförderung angepasst sein müssen – in der Gegenrichtung kann damit keine wesentliche Förderwirkung erzielt werden, siehe hierzu nachstehende Abbildung 7.9.3.1.

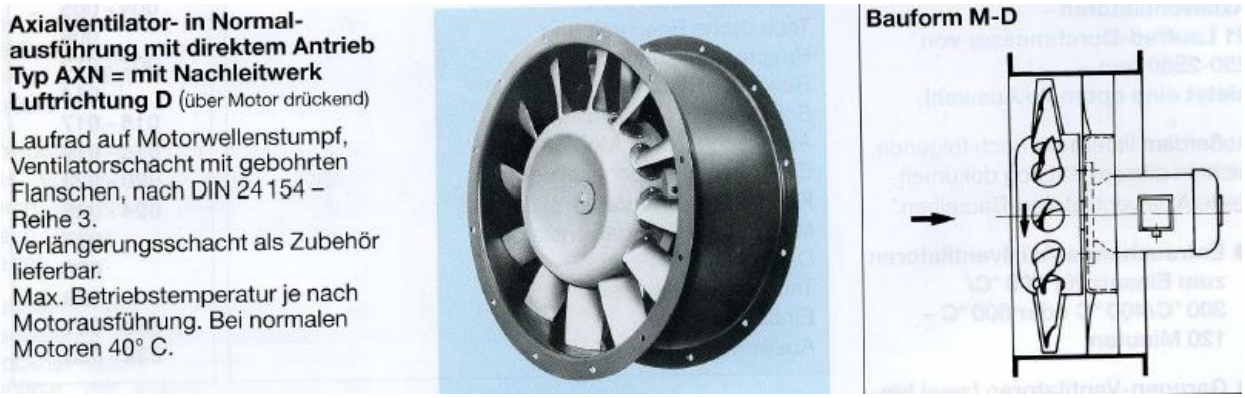


Abb. 7.9.3.1 **Axial-Gebläse** (Beispiel: einstufiges Laufrad mit Nachleitwerk)

Die gleiche Luftförderung bei Drehzahlumkehr wäre strömungstechnisch nur möglich mit einer gleichzeitigen Verstellung der Lauf- und der Leitschaufel um jeweils 180°. Die dafür notwendige, sehr aufwendige Steuerungsmechanik ist jedoch in der schnelllaufenden Nabe bei den hohen Fliehkräften technisch-konstruktiv nicht darstellbar; erst recht nicht in einem mehrstufigen Gebläse mit Brandzulassung. Doch HBI erwähnt diese Notwendigkeit einer Schaufelverstellung noch nicht einmal.

HBI hat darüber auch kein Richtpreis-Angebot eines namhaften Gebläse-Herstellers vorgelegt, der eine solche Schaufel-Umstellung um 180° mittels Schaltbefehl von außen bauen und liefern kann. Der Nachweis der Machbarkeit ist nicht erbracht.

Unabhängig von der nicht ausführbaren Schaufelverstellung macht HBI[28] einen weiteren einschneidenden Fehler in der Konzeptplanung des Zuluft-/Abluft-Umschaltbetriebes, indem die Strömungsrichtung durch denselben Gebläse-Aufbau lediglich umgekehrt dargestellt wird, siehe die beiden nachstehenden Abbildungen 7.9.3.2 für Abluft- und für Zuluftbetrieb aus der vorgelegten HBI-Untersuchung[28] Abschn. 22.3 / S. 145-146.

<u>Das ist strömungstechnisch so jedoch nicht möglich!</u>

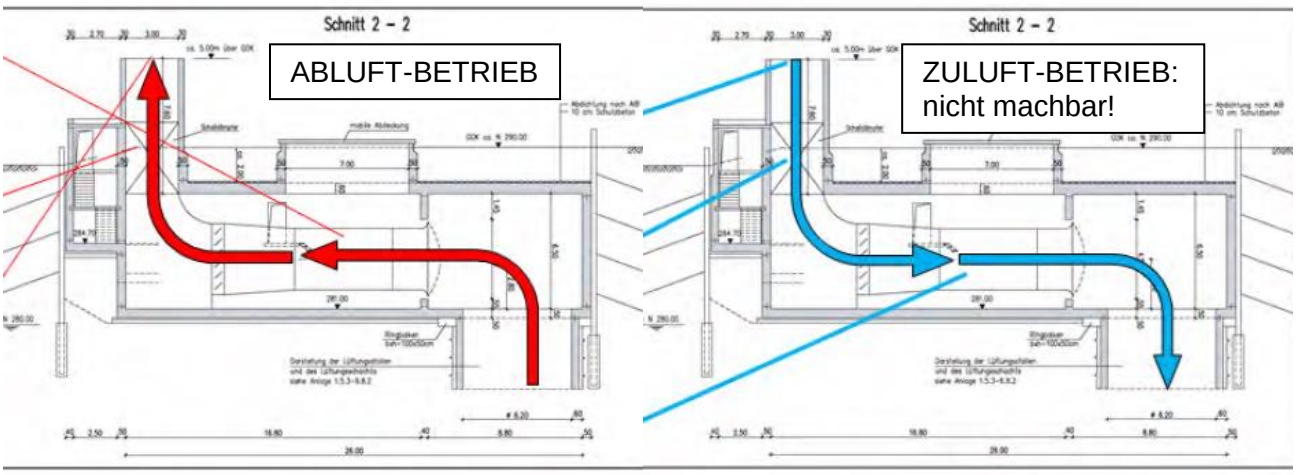


Abb. 7.9.3.2 **Luftführung „Umschaltbetrieb“** / fehlerhafte Planung von HBI[28]

In der linken Abbildung „Abluft-Betrieb“ ist die Luft-/Brandgas-Strömung immerhin in der richtigen Reihenfolge dargestellt:

- Ansaugen aus dem Verbindungsschacht zum Tunnel
- Eintritt in das Axialgebläse über eine Einströmdüse mit Schutzgitter
- Diffusor am Austritt mit Querschnittserweiterung zum Verringern der Luftgeschwindigkeit
- Jalousieklappe zum Absperren des Gebläses
- Austritt in Ausblas-Schacht (mit Schalldämpfer)

In der rechten Abbildung „Zuluft-Betrieb“ ist die Luft-Strömung hingegen lediglich umgedreht. Das geht so aber nicht. Der Lufteintritt über die Jalousieklappe ohne Einströmdüse erzeugt eine stark drallbehaftete Anströmung des Gebläses mit erheblicher Leistungsminderung, die der jetzt auf der Anströmseite befindliche Diffusor nicht ausgleichen kann. Der Austritt über die Einströmdüse und ohne nachgeschalteten Diffusor ergibt als „freier Ausblas“ in den Schacht-Vorraum weitere sehr starke Strömungsverluste. Abgesehen davon sind die vorgesehenen Luftwege strömungsmäßig außerordentlich ungünstig und erhöhen die Druckverluste erheblich.

Ein vernünftiger und sicherer Zuluft-/Abluft-Wechselbetrieb ist nur möglich mit jeweils eigenen Gebläsen für Zuluft und für Abluft, insgesamt also 4 Stck. je EBW. Die Zuluft-Gebläse müssen dazu den Abluft-Gebläsen entgegengesetzt angeordnet werden. Dafür ist jedoch in den geplanten bzw. bereits im Bau befindlichen Entrauchungsbauwerken „Prag“ und „Heilbronner Straße“ kein Platz vorgesehen! Die aus vorstehender, der HBI-Untersuchung[28] aus Abschn. 6.4 / S. 42 entnommene, Grundriss-Darstellung Abb. 7.9.1 bietet nur Platz für zwei Gebläse.

Als Ergebnis dieser mangelhaften Planung durch HBI[28] werden Bauwerke errichtet, in denen die notwendigen Anlagen gar nicht untergebracht werden können und die bei Offenbarwerden dieser Mängel wieder abgerissen und neu gebaut werden müssen.

Unabhängig davon ist die vorgesehene Zuluft-Bereitstellung für die Tiefbahnsteighalle ohnehin fragwürdig allein schon von der <u>großen Entfernung</u> her. Bis die großen Gebläse nach dem Zuschalten auf Solldrehzahl hochgelaufen sind, vergehen 240 Sekunden = 4 Minuten; bis die 333 m³/s Luft dann in der rd. 2.000 m entfernten Tiefbahnsteighalle mit der vorgesehenen Strömungsgeschwindigkeit 1,35 m/s ankommen, vergehen weitere 15 Minuten, insgesamt also 19 Minuten – viel zu lange, um dort noch zur Rettung von Personen etwas beitragen zu können.

Dieses Konzept eines Zuluft-/Abluft-Umschaltbetriebes der EBW Prag und Heilbronner Straße von HBI[28] ist fehlerhaft und nur unzureichend bearbeitet worden – mit einem <u>nicht umsetzbaren Ergebnis.</u>

7.9.4 *Entrauchungsschächte EBW Prag und Heilbronner Straße zu niedrig*

Die Entrauchungsbauwerke „Prag“ und „Heilbronner Straße“ sind jeweils mit einem „Lüftungsschacht“ vorgesehen, der sowohl der Luft-Ansaugung bei Zuluft-Betrieb als auch zur Rauch-Ableitung bei Absaug-Betrieb dienen soll. Die von HBI[28] angegebenen Schachthöhen über Gelände von 3,00 m für das EBW „Prag“ bzw. „Killesberg“ sowie von 5,00 m für das EBW „Heilbronner Straße“ sind jedoch völlig unzureichend und so nicht zulässig. Im Ereignisfall treten Rauch und Brandgase mit gesundheits- und umwelt-schädigenden Wirkungen aus; die Austrittshöhe der Schächte muss den Anforderungen der 9. bzw. 13. BImSchV sowie der TA-Luft[43] entsprechen und durch ein Immissionsgutachten mit Ausbreitungsrechnung festgelegt werden. Dies wurde bereits im Sommer 2012 vom Gemeinderat der Stadt Stuttgart gefordert, s. „Beschluss“[42] v. 24.7.12, S. 3–4, liegt aber offensichtlich bis heute nicht vor.

Nach TA-Luft[43] muss die Mündungshöhe oberhalb des sogen. „Immissionsniveaus“ liegen, welches der Höhe der Umgebungsbebauung und der Höhe des Baumbestandes entspricht. Für das EBW „Prag“ im Taleinschnitt des Wartberges mit den hohen Bäumen bedeutet dies eine Schachthöhe über Grund von voraussichtlich über 40 m anstatt nur 3,00 m, für das EBW „Heilbronner Straße“ etwa 20–25 m anstatt nur 5,00 m.

EINZELNACHWEISE (zu Kapitel 2 bis 7)

01) Planfeststellungs-Unterlagen PFB 1.1 v. 26.1.2005 und Anhänge

02) Antrags-Unterlagen zur 18. PÄ / PFA 1.1 v. 29.4.2016 und Anhänge

03) Änderungsplanfeststellungs-Beschluss zur 18. PÄ / PFA 1.1; EBA v. 19.4.2018

04) „Ganzheitliches Brandschutzkonzept“ BPK-G 083F/2012 / Stand 22.4.2016, erstellt durch BPK Brandschutzplanung Klingsch Ingenieurgesellschaft mbH / Düsseldorf

05) „Entrauchungsstudie BV Hauptbahnhof Stuttgart“, aktualisiert 17.1.2002, erstellt vom Institut für Industrieaerodynamik an der RWTH Aachen

06) „Brandschutztechnische Stellungnahme im Rahmen der Planfeststellung nach § 18 AEG“ / Neubau Hauptbahnhof Stuttgart, erstellt von Dr. Portz, vereidigter Sachverständiger für vorbeugenden Brandschutz, Stand 26.8.2014

07) „Prüfbericht Rauchversuche Brandmeldeanlage Bahnhofshalle S21“ v. 13.4.2017, erstellt durch IFAB Ingenieure für angewandte Brandschutzforschung / Berlin

08) NFPA 130 „Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems“ 2010

09) „Brandschutz in Fahrzeugen und Tunneln des ÖPNV” / VDV 2005, Abschn. „Räumung von Haltestellenanlagen“, S. 466 ff

10) EBA-Untersuchungsbericht AZ 60uu2012-06/168-3323 v. 26.4.2016 Fahrzeugbrand 25.6.2012 zw. Eilendorf HP u. Aachen-Rote Erde

11) Lönnermark / Claesson e.a.: „Full-scale fire tests with a commuter train in a tunnel“ SP-Report 2012-05 / SP Technical Research Institute of Sweden

12) AMEV-Richtlinie Nr. 134 „Aufzugsanlagen in öffentlichen Gebäuden“ / Stand 2017

13) Feuerwehr-Aufzüge DIN EN 81 Teil 72Ä

14) Evakuierungs-Aufzüge nach DIN EN81-76

15) „Prüfbericht Rauchversuche Brandmeldeanlage Bahnhofshalle S21“ / IFAB Ingenieure für angewandte Brandschutzforschung / Berlin 13.4.2017

16) Nationaler Aktionsplan der Bundesregierung zur Umsetzung der UN-Behindertenrechtskonvention des Bundesministerium für Arbeit und Soziales v. September 2011

17) LBO Landes-Bauordnung Baden-Württemberg

18) VStättVO Versammlungsstätten-Verordnung

19) DIN 18 065 „Gebäudetreppen“ / Jan. 2000

20) Merkblatt „Treppen“ DGUV-I 561 der gesetzlichen Unfall-Versicherung / Stand 2010

21) Schreiben der GRUNER AG / Basel v. 20.9.2012 an die DB PSU zum Brandschutz

22) HHPBerlin „Brandschutztechnische Detaildarstellung Tiefbahnhof Stuttgart21“ 2014, S. 6Ä

23) TRGS 900 „Technische Regeln für Gefahrstoffe“ Ausgabe Jan. 2006

24) Recknagel-Sprenger „Taschenbuch Heizung + Klimatechnik“ Ausgabe 2004 / Teil 3 Abschn. 4.2.1 „Freie isotherme runde und ebene Luftstrahlen (Freistrahlen)“ S. 1.240ff

25) D. Engels u.a. „Fachplanung Entrauchung“ / Fraunhofer IBR Verlag 2012Ä

26) DIN 18 232 „Rauch- und Wärme-Abzugsanlagen“ / Teil 1–3

27) VdS-Richtlinie 2098 „Rauch- und Wärme-Abzugsanlagen“
Verband der Sachversicherer e.V., Köln

28) Entwurfs- u. Genehmigungsplanung „Entrauchungsanlagen im PFA 1.1/1.2/1.5/1.6a“
HBI HAERTER AG Beratende Ingenieure Bern / Schweiz v. 24.11.2014

29) Schalltechnische Stellungnahme „Schwall- u. Entrauchungsbauwerk Süd“ des IB Fritz / Einhausen v. 23.3.2015

30) Fachtechnische Bewertung der „Schalltechnischen Stellungnahme“ des IB Fritz v. 23.3.2015 durch IB Heydemann / Stgt. v. 12. März 2016

31) „Eisenbahn-Bau- u. Betriebsordnung“ [EBO), Stand 31.10.2006

32) Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur – Antwort v. 14.7.2015 auf Kleine Anfrage der Abgeordneten S. Leidig u.a. zu „Aufklärung von Wegrollvorgängen bei der Bahn aufgrund der Gleisneigung in Bahnhöfen“ / Drucksache 18/5366

33) Bahnindustrie: Branchenreport 2014 der IGM, Heft Januar 2014, S. 33

34) „Zum Problem der Gleisneigung beim Projekt Stuttgart 21“ / S. Andersen, ERI 11/2014

35) „Betriebliche Probleme bei einer Bahnsteiggleisneigung von 15 ‰“ S. Andersen, Bahn-Report, Ausgabe 5/2018, S. 72–76

36) „Tunnelrichtlinie“ Eisenbahn-Bundesamt „Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und den Betrieb von Eisenbahntunneln“ / Stand: 1.07.2008

37) Zeitungsmeldung „Märkische Allgemeine Zeitung“ v. 7.9.11 „Übung abgebrochen / Retter zu Statisten degradiert“

38) Wortprotokoll „Erörterungstermin im Planänderungsverfahren“ PFA 1.2 v. 30.1.2012 S. 103–113 u. 114–117

39) „Sicherheits- und Rettungskonzept Tunnelspinne Stuttgart“ / GRUNER AG Basel, 2016

40) „Zug-Unglück von Eschede“ am 3.6.1998 / Wikipedia u.a

41) „Untersuchungsbericht Az 60uu2012-06/168-3323“ des Eisenbahn-Bundesamtes über den Vorfall vom 25.6.2012 Brand im Regionalzug RB 11958 zwischen Stolberg und Aachen - Rothe Erde

42) Beschluss „Planfeststellungsverf. S21/ Verlegung EBW Killesberg“
GRDrs 549/2012 v. 24.07.2012

43) TA-Luft „Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft“ / Ausgabe 2002

8 RISIKOFAKTOREN IM INTERNATIONALEN TUNNELVERGLEICH

Die Tunnel des Bahnprojekts Stuttgart 21 wurden in ihren sicherheitsrelevanten Parametern praktisch durchgehend auf Minimalwerte ausgelegt, während in anderen internationalen Tunnelprojekten zur Risikominimierung jeweils mehrere Parameter deutlich sicherer ausgelegt wurden. Damit sind die Stuttgart 21-Tunnel die mutmaßlich unsichersten Tunnelneubauten in Europa und möglicherweise weltweit. Sie sind etwa um das 2,5 bis 20-fache gefährlicher als Vergleichsprojekte:

Risiko doppelröhriger Eisenbahntunnel	Strecken-Länge	min. freier Querschn.	max. Steigung	min. Rett.-wegbreite	Abstand Querschl.	max. Personenzahl
Perthus Tunnel (FR/ES)	8 km	59 m²	11 ‰	2 × 1,2 m	200 m	1.033
Guadarrama Tunnel (ES)	28 km	52 m²	15 ‰	1,7 m	250 m	715
Lötschberg Basistunnel (CH)	35 km	52 m²	13 ‰	2 × 1,5 m	330 m	1.373
Valico Tunnel (IT)	27 km	50 m²	12 ‰	1,8 m	500 m	873
Brenner Basistunnel (AT/IT)	56 km	46 m²	7 ‰	1,2 m	333 m	929
Gotthard Basistunnel (CH)	57 km	41 m²	7 ‰	2 × 1 m	325 m	1.373
Wienerwald Tunnel (AT)	13 km	51 m²	3 ‰	1,2 m	500 m	929
Katzenberg Tunnel (DE)	9 km	62 m²	5 ‰	1,2 m	500 m	1.757
Stuttgart 21 (DE)	30 km	43 m²	25 ‰	0,9 m	500 m	1.757

Rotanteil links: Kombiniertes Risiko gegenüber den best-practice Werten (Stand 10.2018) WIKIREAL.ORG

Vergleich wichtiger Tunnel-Referenzprojekte. *Stuttgart 21 besetzt praktisch in allen sicherheitsrelevanten Parametern (farbkodiert) gleichzeitig die Höchstrisikopositionen. Das kombinierte Risiko im Falle eines Brandes im Tunnel potenziert sich (Rotanteil 1. Spalte). Stuttgart 21 ist ggü. den Vergleichstunneln um Faktoren gefährlicher, etwa um das 2,5- bis 20-fache.*

Wesentliche Parameter sind dabei die Breite des Rettungswegs und der Abstand der Rettungsstollen (auch Querschläge genannt) zwischen den beiden Tunnelröhren. Für die Rauchausbreitung ist darüber hinaus der freie Querschnitt im Tunnel wesentlich und das Gefälle der Tunnel kann über den sogenannten Kamineffekt die Rauchausbreitung erheblich beschleunigen. Die Dauer der Evakuierung hängt schließlich ab von der maximalen Personenzahl, die in einem der im Tunnel verkehrenden Züge auftreten kann. Aus diesen fünf Parametern lässt sich in einem heuristischen Modell ein kombiniertes Risiko abschätzen, das in der obigen Tabelle als Rotanteil in der ersten Spalte wiedergegeben wird.

Stuttgart 21 ist in diesen Parametern praktisch durchgehend auf Höchstrisikowerte ausgelegt. Das entspricht nicht den Vorgaben der einschlägigen Richtlinien und dem Anspruch eines funktionierenden Rettungskonzeptes. Stuttgart 21 macht mit seinen engen Tunneln einen „Quantensprung“ in der Gefährdung der Reisenden. Bei einem Brand in den S21-Tunneln sind hunderte Tote zu befürchten, das zeigen einfache Handrechnungen und insbesondere der Vergleich mit der Auslegung internationaler Vergleichstunnel.

Darüber hinaus ist Stuttgart mit zahlreichen weiteren spezifischen Risikofaktoren belastet, wie den vielen Weichen im System, der unsinnigen Fahrdynamik (Bremsen im Gefälle, Beschleunigen in der Steigung) und von Beginn an überlasteten Tunnelstrecken. Die Mängel in der Auslegung sind nicht behebbar. Der fehlende Brandschutz in den Tunneln müsste den sofortigen Baustopp erzwingen.

8.1 Der Anspruch eines funktionierenden Rettungskonzepts

Für das Überleben im Brandfall, also eine erfolgreiche Evakuierung, müssen die im Gefahrenbereich befindlichen Personen in einen sicheren Bereich gelangen, bevor sie der Rauch einholt. Denn es ist der Rauch, der die meisten Menschen bei Brandereignissen tötet.

Bei einem Brand im Tunnel ist eine Evakuierung deutlich schwieriger als in anderen Gebäuden wegen der Enge der Tunnelröhre, die für schnelle Rauchausbreitung, langsame Evakuierungsgeschwindigkeit und lange Wege sorgt. Hier können schnell sehr hohe Opferzahlen zustande kommen. Deutsche, europäische und internationale Richtlinien geben nur für zwei Parameter absolute Untergrenzen vor. Sie fordern aber durchweg, diese ggf. zu erhöhen, bzw. sämtliche Parameter am Ende so zu wählen, dass den Menschen eine Selbstrettung ermöglicht wird.

Richtlinie (s. Dokumente)	**Rett.-weg-breite**	**Quer-schlag-abstand**	**Forderungen nach einem funktionierenden Rettungskonzept**
EU TSI SRT	≥ 0,7 m (0,8 m)	≤ 500 m	Reisende werden in sicheren Bereich evakuiert. Selbstrettung u. Evakuierung sollen „ermöglicht“ werden. Ein [funktionierender] Notfallplan soll im Einklang mit den vorhandenen Rettungseinrichtungen u. örtlichen Gegebenheiten sein (4.2.1.5.2.b.2; 4.2.1.6.a.1 u. 4; 4.2.1.2.a).
EBA Tunnelrichtlinie	≥ 0,9 m (1,2 m)	Verweis auf TSI SRT, also: ≤ 500 m	„Für Tunnel ist ein Rettungskonzept aufzustellen, das die Selbst- und Fremdrettung gewährleistet. ... notwendige Maßnahmen ... während der Planung mit den zuständigen Stellen abzustimmen. Die Ausgestaltung des Rettungskonzepts hat unmittelbaren Einfluss auf die bauliche Gestaltung des Tunnelbauwerks. Deshalb müssen die Einzelheiten vor Einleitung des Planfeststellungsverfahrens festgelegt sein. (1.3, 2.2)
DB Ril. 853	≥ 0,9 m (1,2 m)	≤ 500 m	Verweist auf EBA Tunnelrichtlinie (1, 16) und damit auf die Forderung der „Gewährleistung“ der Selbstrettung.
UIC 799-9	≥ 0,7 m (1,2 m)	≤ 500 m	„Safety is influenced by: traffic density and type (e.g. mixed traffic), possibilities for devising a rescue concept with reasonable escape distances, tunnel length, etc.“ (I-20) „The optimal [cross passage] distance will be the result of an evaluation of all relevant parameters influencing safety (e.g. daily traffic, traffic mix, rescue concept, tunnel length etc.)“ (I-43)
UN AC.9	≥ 0,7 m (1,2 m)	≤ 500 m	Principle: „Facilitate Escape“ „Properly designed and indicated escape walkways are essential for easy and fast self-rescue.“ „It is recommended that a maximum distance between two safe places ... be defined to enable easy and quick self-rescue. The exact distance varies depending on the local situation, operating parameters and the safety concept.“ (A.1, C3.01, C3.06)
Singapur Fire Safety	≥ 0,8 m	≤ 250 m	„Occupants must be able to escape to a safe place, directly or through a protected exit, before untenable conditions are reached during a fire emergency.“ (R2.2.1, 2.9.2.3, 2.9.2.5)
USA NFPA 130	≥ 0,76m (Schulterhöhe)	≤ 244 m	„Systems shall be designed, constructed, and maintained to protect occupants who are not intimate with the initial fire development for the time needed to evacuate or relocate them ...“ (4.3.1, 6.3.1.6, 6.3.2.1)
Austral. AS 4825		≤ 240 m (Empfehl.)	„AS 4825 is a performance based standard that uses a risk management approach to tunnel fire safety design.“[1]

Übersicht der Vorgaben der Richtlinien. *Zum Vergleich auch internationale Vorschriften. Rettungswegbreite und Querschlagabstand werden als Mindestanforderungen formuliert. Darüber hinaus wird ein funktionierendes Rettungskonzept gefordert, auf dem die Planung aufbauen soll. (Geklammerte Werte) geben die Mindestbreite ohne Einbauten bzw. empfohlene Breite an.*

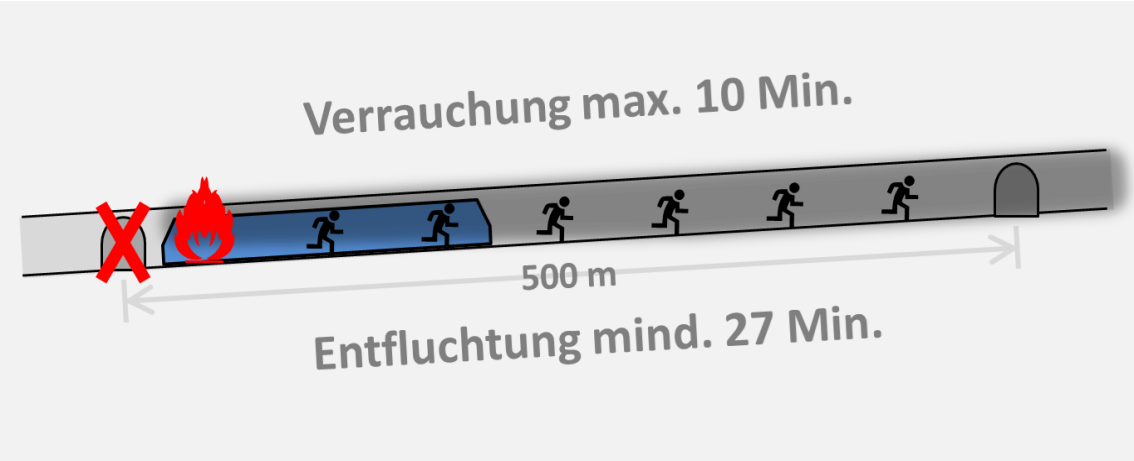
Den Richtlinienvorgaben der vorausgehenden Tabelle ist gemeinsam, dass für Rettungswegbreite und Querschlagabstände nur Mindestvorgaben gemacht werden, die nicht nur übertroffen werden dürfen, sondern sollen. In jeder der Vorgaben wird deutlich gemacht, dass am Ende ein funktionierendes Rettungskonzept vorliegen muss. Der Bau muss so ausgelegt werden, dass eine Selbstrettung möglich ist. Dass die Fliehenden einen sicheren Bereich erreichen, bevor sie der Rauch einholt. Dies ist die bestimmende Vorgabe für alle Parameter, die Mindestvorgaben dürfen dabei lediglich nicht unterschritten werden.

Von den genannten Richtlinien haben lediglich die Europäische TSI SRT und die EBA Tunnelrichtlinie (Tunnel RL) für Tunnelbauten in Deutschland Gesetzeskraft. Insbesondere das EBA macht vollkommen klar, dass eine Selbstrettung ermöglicht werden muss. Die DB Richtlinie verweist ohnehin nur auf die Vorgaben des EBA. Die anderen Industriestandards des Internationalen Eisenbahnverbands UIC und der UNO beschreiben eigenständig die Grundbedingung eines funktionierenden Rettungskonzepts, das auch von anderen nationalen Vorschriften gefordert wird. In Australien wird daher konsequenterweise für den Querschlagabstand nur noch eine Empfehlung ausgesprochen, da die Vorschrift „performancebasiert“ ist, also die erfolgreiche Evakuierung die Bedingung ist.

Es ist also vollkommen klar, dass es nicht hinreicht, die Mindestwerte für Rettungswegbreite und Querschlagabstand anzusetzen.

8.1.1 *Worst credible Szenario*

In einem Brandschutzkonzept wird jeweils der Brandfall herausgesucht, der besonders herausfordernd ist, aber im täglichen Betrieb auftreten kann, und dessen Beherrschung dann auch die Evakuierung in den einfacheren Fällen abdeckt. Dieses „worst credible“-Szenario entspricht der Vorgabe des EBA, dass es „abdeckend für die anderen Brandorte“ sein soll (EBA Leitf. S. 42 Punkt 1). Dies entspricht dem Vorgehen beim S21-Tiefbahnhof, dass für die Brandszenarien des Brandschutzkonzeptes besonders herausfordernde Brandorte gewählt wurden (Kap. 4.1).



„Worst credible“ Szenario: Eine brennende Lok blockiert einen Querschlag. *Von den 1.757 Zuginsassen würde ein Großteil ums Leben kommen, da sie vom Rauch eingeholt werden.*

Bei den S21-Tunneln ist das „worst credible“-Szenario das Liegenbleiben einer brennenden Lok kurz vor einem der Querschläge, so dass dieser Querschlag als Rettungsweg blockiert ist. Dies wurde genauso als „größter anzunehmender Unfall“ in der Risikountersuchung der Fehmarnbelt-Querung angesetzt, dass also ein brennender Waggon am Zugende einen Querschlag blockiert.[2] Bei 500 m Querschlagabstand in den S21-Tunneln beträgt der längste Fluchtweg somit

500 m, das wird auch in der Wissenschaft so angesetzt.[3,4] Dass die DB verschiedentlich nahegelegt, der längste Fluchtweg sei 250 m lang (Abb. 7.6.1), ist somit irreführend.

Dieses Szenario ist ziemlich wahrscheinlich. Bei Stuttgart 21 sind wegen der extrem ungünstigen fahrdynamischen Verhältnisse (Beschleunigung und Bremsen mit Energierückgewinnung in doppelt bis dreifach überhöhtem Gefälle) die Antriebseinheiten extrem belastet, was eine Brandentstehung in der Lok bzw. einem Triebkopf begünstigt. Außerdem soll ein brennender Zug wenn möglich aus dem Tunnel herausfahren, somit geschieht ein Halt im Tunnel ungeplant, womit sämtliche Positionen der Lokomotive zu den Querschlägen möglich sind, auch in der Nähe eines Querschlags. Bei einem Brand der Lok ist außerdem auch bei jeder anderen Halteposition schon nach kurzer Zeit definitiv nur noch ein Querschlag erreichbar.[4] Dies ist besonders wichtig, da der größte Zeitanteil der Flucht mit rund 75 % oder mehr das schwierige Verlassen des Zugbereichs über den engen bzw. sogar durch Einbauten noch weiter verengten Rettungsweg ist.

8.2 Bauartbedingte Risikofaktoren

Die von sämtlichen Richtlinien geforderte funktionierende Rettung erscheint für die Stuttgart 21-Tunnel wenig plausibel, da hier praktisch alle Schlüsselparameter auf Höchstrisikowerte gesetzt wurden, wie der nachfolgende Vergleich mit der Auslegung internationaler Tunnelprojekte zeigt. Nachdem schon in Kap. 1.2 anhand anerkannter Berechnungsverfahren gezeigt wurde, dass in den S21-Tunneln die Entfluchtungszeit die Verrauchungszeit weit übersteigt.

Es lohnt ein Blick, mit welchem Ergebnis bei anderen internationalen Tunnelprojekten die Richtlinienvorgaben umgesetzt wurden. Wie wurde das „worst credible“-Szenario und der Anspruch eines funktionierenden Rettungskonzepts in Auslegungsparameter übersetzt? Dazu werden die fünf Schlüsselparameter in ihrer Auslegung bei Stuttgart 21 mit wichtigen Referenzwerten vergleichen: Breite der Rettungswege, Abstände der Querschläge, freier Querschnitt, Gefälle im Tunnel, Anzahl der Personen im Zug.

8.2.1 *Breite der Rettungswege*

Schon 2010 in der Schlichtung zu Stuttgart 21 wurde zu den S21-Tunneln auch die geringe Breite der Rettungswege kritisiert. Der Brandschutzbeauftragte der Deutschen Bahn AG Klaus-Jürgen Bieger verteidigte sie damals wie auch später vor dem Stuttgarter Gemeinderat mit jeweils gleichartigen Aussagen. Beide Male beendete Bieger damit die Diskussion.

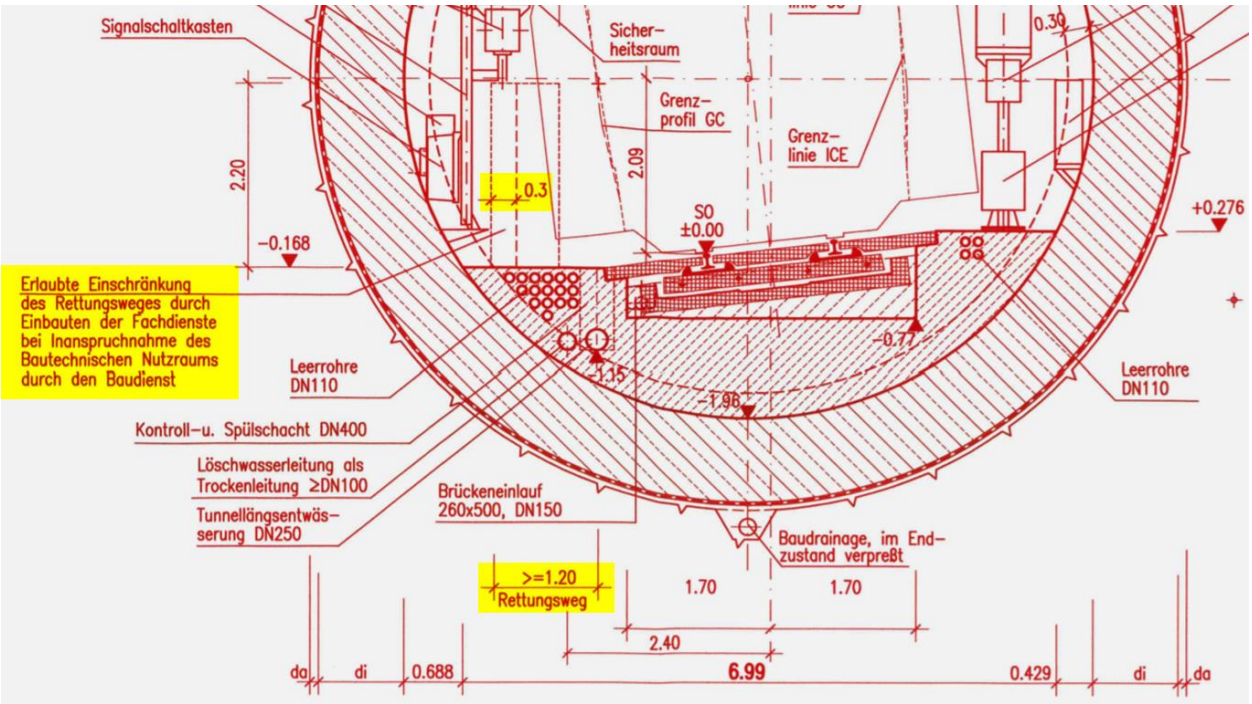
> *„Wir gehören zu denen, die die breitesten Fluchtwege in Europa haben.*
> *Die Standardvorgabe ist 0,75 m in der Norm. Wir haben 1,20 m.“*
>
> K.-J. BIEGER, S21-SCHLICHTUNG, 20.11.2010[5]

> *„In Deutschland gibt es zusammen mit den Österreichern, wir haben die gleichen Regeln da, die breitesten Fluchtwege in Eisenbahntunneln in ganz Europa.*
> *Die sind 1,20 m. Und in diesen Tunneln auch alle eingehalten. [...]*
> *Das ist übrigens viel mehr, als nach der internationalen Regel, die eigentlich nur 0,75 bis 0,80 m ist.“*
>
> K.-J. BIEGER, GEMEINDERAT STUTTGART, S21-AUSSCHUSS, 15.11.2016[6]

Diese Aussagen treffen nicht zu: Einerseits sind die Fluchtwege nicht durchgehend 1,20 m breit und auch sind sie nicht die breitesten in Europa. Die Aussage von 2010 zu den 0,75 m als Standardvorgabe der Norm ist gleichermaßen unrichtig, weil damals die 0,75 m mindestens gegeben sein mussten[7] und damit waren sie eben nicht Standard, sondern die Untergrenze. Auch die Aussage von 2016, dass nach internationaler Regel „0,75 bis 0,80 m“ anzusetzen wä-

ren, ist falsch, da beide Werte Untergrenzen sind (die 0,8 m die aus der Aktualisierung der TSI von 2014). Nicht erwähnt hat Bieger auch das Gebot der Richtlinien, die Parameter (ggf. oberhalb der Mindestwerte) entsprechend einem funktionierenden Rettungskonzept festzulegen (S. 120 f). Im Ergebnis hat Bieger mit diesen unzutreffenden Aussagen die Öffentlichkeit getäuscht.

Tatsächlich plant die DB in den S21-Tunneln eine Einengung des Rettungswegs durch Einbauten um 0,30 m Breite[8] (siehe die nachfolgende Planabbildung). Dies ist, wie zuvor dargestellt, zwar konform mit der Mindest-Vorgabe der Tunnelrichtlinie, aber nicht konform mit der Forderung nach einem funktionierenden Rettungskonzept. Ein solches würde hier oder in anderen Parametern ggf. sicherere Werte fordern, damit am Ende das Ziel der Selbstrettung erreicht wird.



Einschränkung der Rettungswegbreite *von 1,20 m durch Einbauten um 0,30 m. Damit ergeben sich immer wieder Engpässe von nur noch 0,90 m Breite (Planunterlage DB[8], Hervorhebungen ergänzt).*

Nicht die breitesten, eher die engsten Rettungswege in Europa

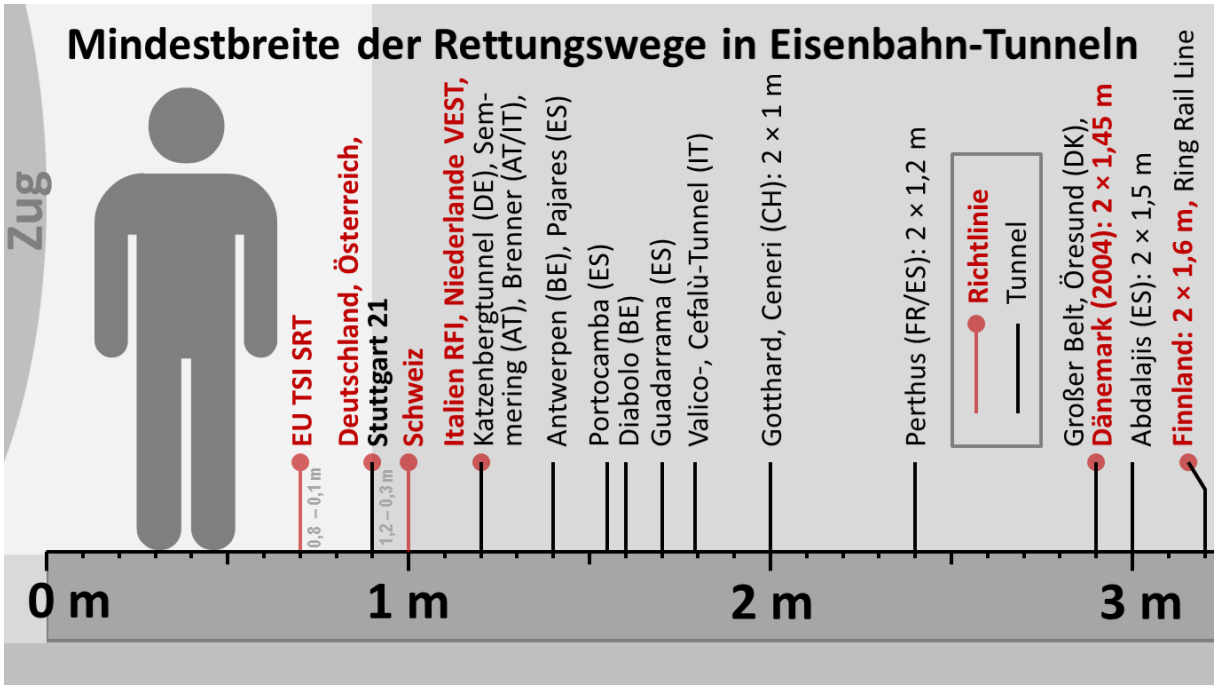
Wie stehen die S21-Fluchtwegbreiten im internationalen Vergleich da? Dazu nachfolgend Richtlinienvorgaben verschiedener Länder und Auslegungsparameter einzelner Referenztunnel.[9]

Der Blick auf diese Übersicht zeigt, die Formulierung von Bieger zu den breitesten Fluchtwegen in Europa ist nicht zutreffend. Viele Länder haben über die TSI Infrastruktur hinausgehend Fluchtweg-Mindestbreiten von 1,2 m ohne die Erlaubnis für Einengungen.

Denn die prinzipielle Erlaubnis von Engpässen in den Fluchtwegen laut der TSI SRT sowie der EBA Tunnelrichtlinie (Tunnel RL Kap. 2.2 S. 12) ist hoch problematisch. Das zeigt die Berechnung der Räumzeit für das „worst credible"-Szenario (S. 121). Es gilt der Grundsatz der Evakuierung:

„Ein Fluchtweg ist nur so gut wie seine engste Passage."

Für die Evakuierung eines Zuges im Tunnel hilft es nichts, wenn der Rettungsweg über die Zuglänge 1,2 m breit ist und sich dann möglicherweise noch am Ende des Zuges durch Einbauten ein Engpass von 0,9 m ergibt. Sämtliche Fliehenden stauen sich dann an diesem einen Engpass, so dass dieser fast allein die Evakuierungszeit bestimmt. Der Fluss an Menschen durch den Engpass nimmt tatsächlich überproportional mit der Verengung zu, durch die Einfädel-Dynamik sinkt der mögliche spezifische Personenstrom ab. Wenn sich also bei S21 der Fluchtquerschnitt um 25 % verringert, geht an der Stelle der Fluss, also der Durchsatz an Personen pro Zeiteinheit, laut den Formeln des vfdb um knapp 40 % zurück (S. 128). Die 1,2 m Fluchtwegbreite bringen erst dann etwas, wenn sie durchgehend vorliegen.



Vergleich internationaler Vorgaben für die Fluchtweg-Mindestbreite in Eisenbahntunneln *sowie die Werte einzelner Beispiel-Tunnel.*[37] *Die Engpässe in den Fluchtwegen von Stuttgart 21, die um 0,3 m enger als die 1,2 m Regelbreite geplant sind, werden von vielen nationalen Richtlinienvorgaben und Tunneln weit übertroffen, teils mit Fluchtwegen beidseitig der Gleise.*

Das ist mutmaßlich der Grund, warum neuere Richtlinien keine Einengungen zulassen, wie es die Richtlinie der staatlichen Bahngesellschaft RFI in Italien[10] oder die Vorgaben eines Sicherheitskonsortiums in den Niederlanden[11] bei einer Mindestbreite von 1,2 m ohne Spielraum für Einbauten vorsehen. Und es werden auch höher als 1,2 m angesetzte Mindestbreiten berichtet: Zumindest bis 2004 waren in Finnland 1,6 m vorgegeben[12] und in Dänemark 1,45 m, sogar auch in eingleisigen Tunneln jeweils auf beiden Seiten.[13] Die Schweiz setzt eine Mindestfluchtwegbreite von 1 m an, beschreibt aber gleichzeitig einen im wesentlichen gleich breiten Serviceweg auf der anderen Seite, so dass in neueren Projekten beidseitig 1 m Breite geplant wurden und für die Evakuierung eingesetzt werden.[14]

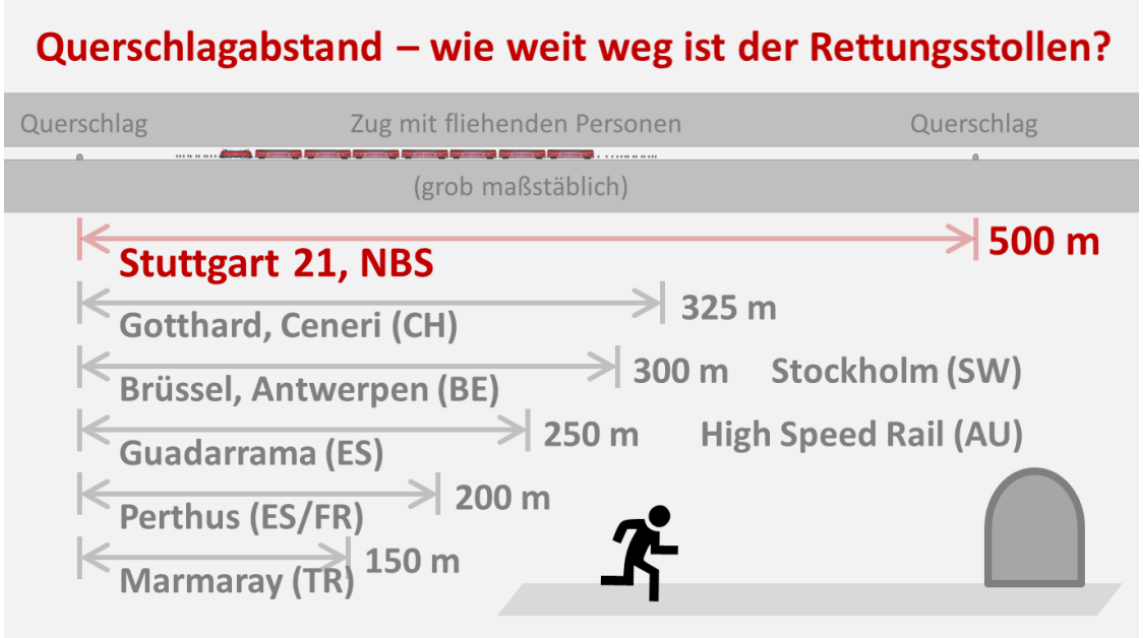
Tatsächlich sind die 0,9 m oder auch die 1,2 m ja grundsätzlich nur Mindestanforderungen, die im Rahmen des gleichzeitig geforderten funktionierenden Rettungskonzepts in der Regel deutlich überboten werden (müssen). Das zeigen die in der obigen Grafik dargestellten Vergleichstunnel und der Blick auf die Tabelle mit der Gesamtübersicht weiter unten (S. 132). In der Fachwelt wird davon gesprochen, dass Breiten von 1,2 m auf beiden Seiten der Tunnel, also ein gesamter Fluchtwegquerschnitt von 2,4 m, in langen Tunneln üblich geworden seien.[15]

Kein Beispiel wurde gefunden, dass in einem realisierten Tunnel die für die Entfluchtung so kritischen Einengungen zugelassen worden wären, nur bei S21. Letztlich müsste gerade bei Stuttgart 21 – insbesondere wegen der hohen Personenzahl von bis zu 1.757 zu evakuierenden Personen (S. 131 f) – ein besonders breiter Rettungsweg möglichst auf beiden Seiten des Tunnels geplant werden. Es gibt in Europa praktisch keinen Tunnel, der breite Fluchtwege nötiger hätte (Kap. 8.4.1), und dennoch werden hier die engsten Fluchtwege geplant.

8.2.2 *Abstände der Querschläge*

Die Rettungsstollen, auch Querschläge genannt, ermöglichen den fliehenden Menschen den Übertritt in die sichere Nachbarröhre des Doppelröhrentunnels. Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Größenverhältnisse. Bei Stuttgart 21 werden alle 500 m Querschläge gebaut, das entspricht gerade einmal der Mindestanforderung der Richtlinien. Der von der DB AG für die Evakuierung angesetzte Regionalverkehrszug mit 7 Doppelstockwaggons erreicht eine Länge von 207 m. Damit ergeben sich für die Fliehenden sehr lange Fluchtwege, im „worst credible"-Szenario bis zu 500 m.

Andere Tunnelneubauten aus jüngerer Zeit wählen deutlich kürzere Querschlagabstände, auch wenn für sie die TSI SRT genauso gilt wie für Stuttgart 21. Auch dort könnte viel Geld gespart werden, wenn lediglich die Mindestanforderung erfüllt würde. Und dort sind weder so viele Personen in den Zügen, noch das Gefälle so hoch oder der Tunnelquerschnitt so eng wie bei Stuttgart 21 und dennoch wurden die Abstände viel geringer geplant. Offensichtlich ist bei diesen Projekten die Sicherheitsabwägung zu einem anderen Ergebnis gekommen als in Stuttgart.



Abstände der Querschläge im Vergleich. *Die meisten europäischen Tunnelprojekte nutzen den Maximalabstand laut EU TSI SRT von 500 m nicht aus, sondern wählen – wie auch andere internationale Projekte – aus Sicherheitsgründen deutlich kürzere Abstände.*

Deutschland und Stuttgart 21: Schlusslicht bei Querschlag-Abständen

Erste Übersichten zu Querschlag-Abständen[16] enthalten nur wenige Beispiele. Sie wurden in dieser Arbeit durch eine umfassende Recherche ergänzt.[37] Nur wenige europäische Projekte wählten den Maximalabstand laut TSI SRT von 500 m. Schnell fällt die Kurve ab unter den Wert

von 375 m Querschlagabstand in dem als unsicher geltenden Eurotunnel. Eine große Zahl von Tunneln liegt zwischen 300 und 350 m im Querschlagabstand.

Auffällig ist, dass alle Standards außerhalb der EU nur die Hälfte der TSI zulassen. Der weltweit sehr wichtige US-Standard „NFPA 130“ gibt einen Querschlagabstand von 244 m vor. Dieser Richtwert findet auch in Metro-Systemen in Kanada und Indien Anwendung. Die Vereinigten Arabischen Emirate haben ebenfalls diesen Grenzwert festgelegt. Singapur gibt 250 m als absoluten Grenzwert vor, während in Italien 250 m als Empfehlung ausgesprochen werden.[17] In Australien empfiehlt die Tunnelbrandschutz-Richtlinie AS 4825-2011 einen Abstand von 240 m.[1] Das größte aktuell diskutierte Projekt in Australien, die „High Speed Rail Study“ einer Hochgeschwindigkeitsstrecke Brisbane-Sydney-Melbourne weicht mit 250 m Querschlagabstand nur wenig von der Empfehlung der Richtlinie ab.[18] Das California High-Speed-Rail-Train Projekt plant mit 244 m.

Tunnel	Länge	Baubeginn	Querschläge
Öresund Tunnel (DK)*	3,5 km	1995	alle 88 m
Fehmarnbelt Tunnel (DK/DE)*	17,6 km	2020	110 m
Groene Hart Tunnel (NL)**	7,2 km	2000	150 m
Marmaray Tunnel (TR)	13,6 km	2004	150 m
Perthus Tunnel (FR/ES)	8,3 km	2005	200 m
Hudson Tunnel (US)	3,7 km	2019	229 m
Australien Ril. AS 4825-2011 Empf. (AU)	–	–	240 m
NFPA 130-Ril. (US), Metro (CA, IN), Ril. VAE (AE)	–	–	244 m
Italien Empfehl., Singapur Richtl. (IT)	–	–	250 m
High Speed Rail Study Brisbane-Sidney-Melbourne (AU)	> 30 km	- ? -	250 m
Hong Kong Mai Po to Ngau Tam Mei (CN)	2,35 km	2011	250 m
Großer Belt Tunnel (DK)	8 km	1988	250 m
Guadarrama Tunnel (ES)	28,4 km	2002	250 m
Diabolo Brüssel 2-röhr. Teil (BE)	1,1 km	2007	300 m
Nord-Süd-Link Antwerpen (BE)	2,5 km	2001	300 m
Citybanan Stockholm (SE)	6 km	2009	300 m
Ceneri Basistunnel (CH)	15,4 km	2006	325 m
Gotthard Basistunnel (CH)	57 km	1999	325 m
Lötschbergbasistunnel (CH)	34,6 km	1999	330 m
Brenner Basistunnel (AT/IT)	56 km	2011	333 m
Mont Cenis Basist. (FR/IT)	57 km	2015	333 m
Gibraltar Tunnel Konzept (ES/MA)	42,8 km	-? -	340 m
Abdalajis Tunnel (ES)	7,3 km	2002	350 m
Citytunnel Malmö (SE)	6 km	2005	350 m
Eurotunnel (gepl. 250 m, 375 m o. Begr.) (FR/GB)	50 km	1987	375 m
Pajares Tunnel (ES)	24 km	2005	400 m
Saverne Tunnel (FR)	4 km	2010	500 m
Koralm, Semmeringbasis u.a. (AT)	32,9/27,3 km	2009/12	500 m
Stuttgart 21/NBS (DE)	insg. 90 km	2014	500 m
TSI SRT, EU-Richtl. (EU), EBA Tunnelrichtl. (DE)	– km	–	500 m

* Komb. Straße/Eisenbahn
** Einzelröhre m. Wand

2-röhrige Eisenbahntunnel, Abstände der Querschläge. *Daten aus dem Gebiet der EU mit internationalen Richtlinienwerten (grau) und Beispiel-Tunneln.*[37] *Für die meisten europäischen Tunnel wird der Maximalwert der EU-Richtlinie TSI SRT von 500 m aus Sicherheitsgründen nicht ausgenutzt. Lediglich Deutschland und Österreich und einzelne Tunnel in Frankreich und Italien reizen die Obergrenze voll aus, mit einem Querschlagabstand doppelt so hoch wie von anderen internationalen Standards angesetzt.*

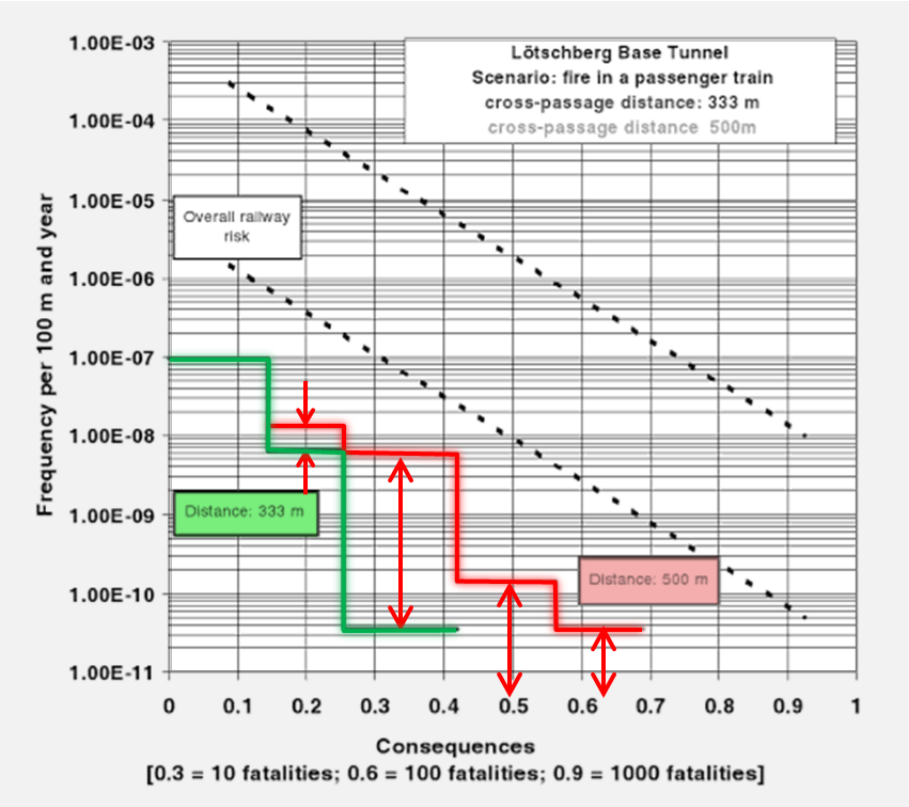
Der Trend geht zu kürzeren Querschlagabständen

Der Guadarrama Tunnel in Spanien war zunächst mit 450 m Abstand der Querschläge geplant worden, bevor dieser Wert im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung vom Jahr 2000[19] auf

250 m herabgesetzt wurde.[20] Das ursprüngliche Projekt für die Strecke Lyon-Turin war mit 400 m Querschlagabstand ausgelegt worden,[21] jetzt wird stattdessen der Mont Cenis-Basistunnel mit 333 m Abstand geplant[22]. In den Niederlanden legte ein Sicherheitskonsortium schon einen Höchst-Querschlagabstand von max. 300 m fest.[11]

Einzelne Tunnelexperten gehen so weit, dass sie die Vorgabe der TSI SRT für lange Alpentunnel (in denen aber die Verhältnisse ähnlich zu den langen Tunneln bei S21/NBS sind) als „klar unangemessen" einstufen, was die Untersuchungen zur Auslegung des Gotthard-Basistunnels ergeben hätten:

> *„Analysis and experience shows, that these values [TSI SRT] are clearly inadequate for the long Alpine tunnels."*
> YVES BOISSONNAS, MARCO BETTELINI, AMBERG ENGINEERING, 2016[23]



Querschlagabstand und Risiko für Todesfälle. *Bei 333 m Querschlagabstand sind Unfälle mit 'zig Toten um ein 'zig-faches unwahrscheinlicher als bei 500 m Abstand (Hervorheb. ergänzt).*[26]

Kurze Querschlagabstände wohlbegründet, lange Abstände unbegründet

Umfangreiche Studien gingen der Auslegung des Gotthard Basistunnels voraus, der mit einem Querschlagabstand von 325 m gebaut wurde und mit zwei Rettungsstationen im Tunnel sowie einem Belüftungssystem ausgestattet ist.[24,25] Die kürzeren Querschlag-Abstände wurden mit aufwändigen Sicherheits-Untersuchungen begründet, wie auch zum Nachbarprojekt dem Lötschberg-Basistunnel.[26]

Demgegenüber fällt auf, dass bei den Projekten mit längeren Querschlag-Abständen verschiedentlich Begründungen nicht auffindbar sind oder grobe Lücken aufweisen.

So war der Eurotunnel während der meisten Zeit der Planung von 1960 bis mindestens 1982 aus „Sicherheitsgründen“ mit einem Querschlag-Abstand von 250 m geplant worden, bevor danach ohne Begründung ein Abstand von 375 m festgelegt worden war.[27]

Bei Tunnelbauprojekten in Österreich wird häufig der Verweis auf eine Begründung umgangen, indem unzutreffend von einem „Regelabstand“ gesprochen wird.[28, 29, 30] Dabei sprechen auch die österreichischen Normen vielmehr von einem Maximalwert bei gleichzeitigem Anspruch, dass die Sicherheitsmaßnahmen in der „Mehrzahl der Fälle“ eine Rettung ermöglichen sollen.[31]

Bei Stuttgart 21 erschöpfte sich bei Erteilung der Baugenehmigung die Begründung für die Zulässigkeit der langen Querschlagabstände im Verweis darauf, dass die Mindestanforderungs-Richtlinie eingehalten wird und ja die zweite Röhre als sicherer Bereich zur Verfügung steht (PFB 1.2 S. 300 f). Ob die Flüchtenden bei derartigen Querschlagabständen diesen Bereich überhaupt erreichen können, bevor sie der Rauch einholt, wurde nicht geprüft. Bei den weiteren Tunneln mit 500 m Querschlagabstand ist das ähnlich (Tabelle S. 132), bisher kann jeweils bestenfalls der Verweis auf die Einhaltung der TSI SRT gefunden werden. Vertiefte Risikountersuchungen oder die Darstellung eines auch mit diesen langen Fluchtwegen funktionierenden Rettungskonzepts waren bisher nicht auffindbar.

Kürzere Notausgangabstände können sogar kostengünstiger sein

Die Wahl strikt nach den Maximalvorgaben der Richtlinien ist im Zweifelsfall nicht besonders intelligent, da selbst kürzere Abstände von Rettungsschächten bei einer optimierten Planung sämtlicher technischer Installationen im Tunnel zu einer Kosteneinsparung führen können, wie sich beim (zweigleisigen) City-Line Tunnel in Stockholm zeigte.[32]

8.2.3 *Freier Tunnel-Querschnitt*

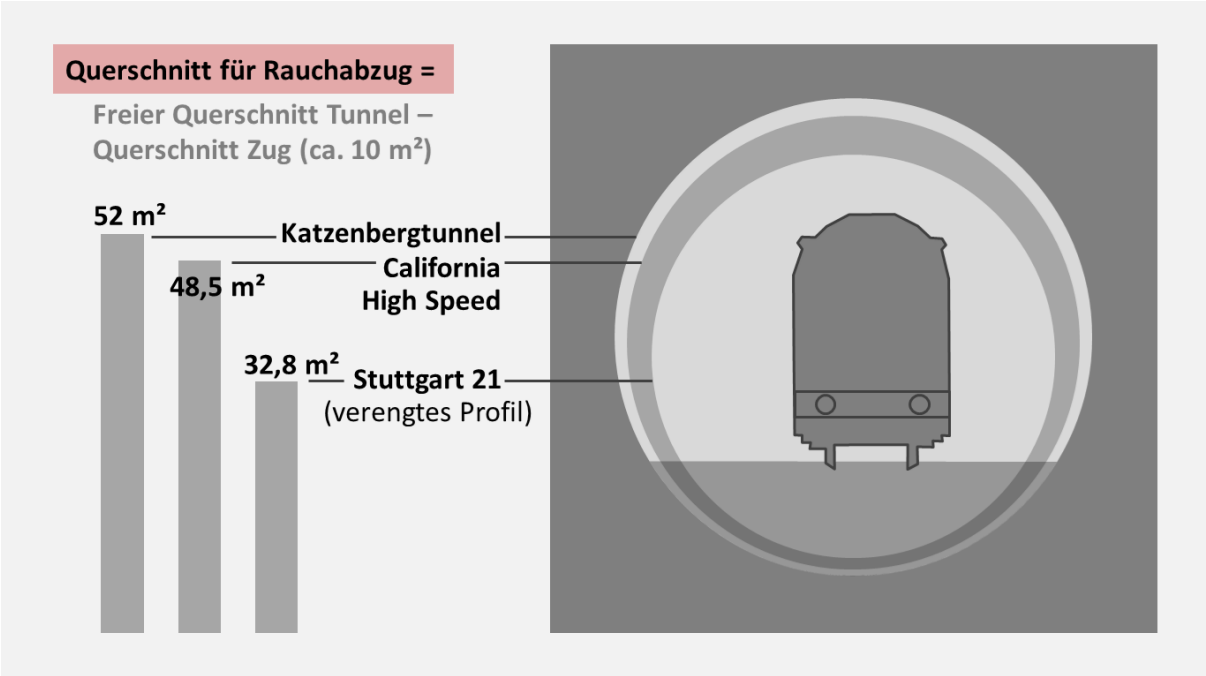
Für die Rauchausbreitung ist der dafür verfügbare Platz im Tunnel entscheidend. Von der zumeist kreisförmigen Querschnittsfläche des Innendurchmessers geht durch die Einebnung des Bodens mit dem Beton für Fahrbahn, Fußwege und technische Installationen ein Teil verloren. Im Durchschnitt der bisher untersuchten Tunnel (Tabelle S. 132) ist dies ein Anteil von 16 %. Der so ermittelte sogenannte freie Querschnitt ist auch maßgeblich für den Luftwiderstand im Tunnel, so dass Hochgeschwindigkeitsstrecken in der Regel Innendurchmesser von knapp 9 m benötigen.

Auch für die Rauchausbreitung steht nur dieser freie Querschnitt zur Verfügung. Im Bereich des Zuges, reduziert sich das verfügbare Volumen aber um das Zug-Volumen, bzw. der freie Querschnitt reduziert sich um den Zugquerschnitt. Die Querschnittsfläche von Züge liegt typischerweise bei 10 bis 12 m².[33]

Im engen Tunnel überrollt der Rauch die Fliehenden

Der Bereich des Zuges ist besonders wichtig, da sich hier die Flüchtenden durch die langsame Bewegung auf dem schmalen Fluchtweg am längsten aufhalten. Hier wird aber auch der Rauch freigesetzt und breitet sich aus. Für den freien Tunnelquerschnitt des verengten Tunnelprofils bei Stuttgart 21 von 42,8 m² verbleiben dort nach Abzug des Zugquerschnitts von rund 10 m² lediglich 32,8 m² für die Rauchausbreitung. Bei dem in den Brandschutzuntersuchungen angesetzten Bemessungsbrand mit 52 MW Brandleistung werden 125 m³/s Rauch freigesetzt (S21-Auss. 2016 S. 12). Wird nun im „worst credible“-Szenario angenommen, dass durch den Kamineffekt die Rauchausbreitung weitgehend tunnelaufwärts, also in Richtung der Fliehenden erfolgt, ergibt sich in der Spitze eine Rauchausbreitungsgeschwindigkeit von 125 m³/s / 32,8 m²

= 3,8 m/s. Dies ist deutlich schneller als die freie Gehgeschwindigkeit der Fliehenden auf dem engen Fluchtweg von 0,6 m/s (vfdb-Leitf. S. 275).



Effektiver freier Tunnelquerschnitt im Vergleich *(abzüglich des Zugvolumens)**.** Gegenüber dem verengten Tunnelquerschnitt von Stuttgart 21 (der auf über 50 % der Strecken vorliegt) bietet etwa der Katzenbergtunnel mehr als 1,5-mal so viel Platz für den Rauchabzug.*

Tatsächlich stauen sich die Fliehenden am Ende des Zuges, weil sich erst dort die Breite des Rettungsweges auf den ganzen Tunnel erweitert. Aus dem nur 1,2 m breiten Fluchtkorridor neben dem Zug können sie nur mit 1,1 p/ms (ebd., es ist die „moderate Auslastung“ zu wählen), also mit 1,32 p/s herausströmen. Das kostet für die 1.757 Personen (1.757 p / 1,32 p/s =) 22,2 Minuten. Befindet sich einer der 0,9 m breiten Engpässe am Zugende dann verstärkt der Stau durch das Einfädeln. Laut vfdb reduziert sich hier wie bei einer Tür der Personenstrom auf nur noch 0,9 p/ms, also 0,82 p/s. Das ergibt allein für das Vorbeiströmen am Engpass eine Zeit von 36,2 Minuten. Diese Abschätzungen zeigen die Bedeutung, die die schmalen Fluchtwegbreiten bei der hohen Personenzahl haben.

Der Tunnel füllt sich aber im extremsten Fall mit 3,8 m/s mit Rauch, d.h. die 189 m Länge der 7 Doppelstockwaggons des Zuges im Brandschutzkonzept werden bei Vollbrand und Rauchausbreitung nur in Richtung der Fliehenden schon in 49,7 Sekunden, also weniger als einer Minute bis zum Zugende gefüllt. Für die Rauchausbreitung bis zum Querschlag erhalten wir bei einem realistischen Szenario knapp 10 Minuten (Kap. 7.7). D.h. die Fliehenden haben mit einer Zeit für das Verlassen des Zugbereichs erst nach 22,2 bis 36,2 Minuten und einer Verrauchung dieses Bereichs in deutlich unter 10 Minuten kaum eine Chance. Etwa 60 bis 80 % der 1.757 Zuginsassen würden im Rauch ersticken.

Wenig mehr Tunnelquerschnitt macht schon viel aus

Bei enger werdenden Tunneln geht wegen der quadratischen Beziehung zwischen Durchmesser und Querschnitt und der Subtraktion des festen Zugquerschnitts der für die Rauchausbreitung zur Verfügung stehende Raum rapide zurück. Daher ist es so unverantwortlich gerade bei einem Projekt wie Stuttgart 21, bei dem besonders viele Personen befördert werden sollen, einen derart engen Tunnelquerschnitt festzulegen.

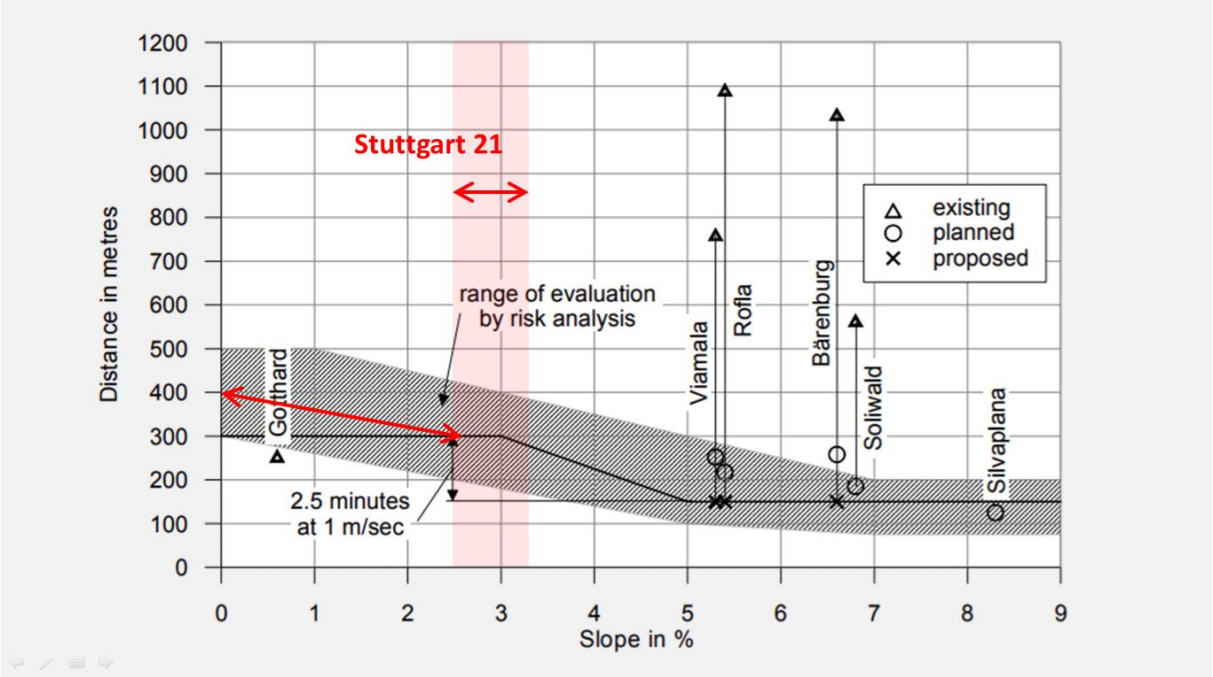
Der Vergleich mit dem Katzenbergtunnel zeigt, dass schon ein um knapp 20 % größerer Tunnelquerschnitt bei der Fläche für den Rauchabzug ein Plus von über 50 % bringt. Das heißt im Katzenbergtunnel wird sich der Rauch im Ereignisfall um rund 1/3 langsamer ausbreiten. Die weiteren – meist deutlich größeren – freien Querschnittsflächen internationaler Tunnelprojekte finden sich weiter unten in der Tabelle (S. 132). Stuttgart 21 belegt auch beim Tunnelquerschnitt einen Höchstrisikoplatz.

8.2.4 *Gefälle im Tunnel*

Wenig diskutiert wurde bisher der Einfluss des Gefälles auf den Brandschutz. Der mit dem Gefälle einhergehende Kamineffekt wird für die natürliche Belüftung der Tunnel genutzt und wird im Brandfall positiv gesehen, da er „die Abführung von Rauch oder Abgasen begünstigt" (Tunnel-RL S. 10).

Dass stärker geneigte Tunnel vielmehr zu vermeiden sind, da sich durch den Kamineffekt der Rauch schneller ausbreitet, wird im australischen High Speed Rail-Programm selbstverständlich vorausgesetzt.[34] Dort wird plädiert, mit zunehmendem Gefälle zur Kompensation den Tunnelquerschnitt zu vergrößern.

In einer Arbeit zu Straßentunneln wurde die schnellere Verrauchung im Gefälle systematisch untersucht. Hierzu wurde ermittelt, dass eine Steigung von 25 ‰ eine Verkürzung des Querschlagabstands von 400 m auf 300 m rechtfertigt (s. Abb.).[35] Das hieße, dass allein aufgrund der Steigung der Querschlagabstand der S21-Tunnel von 500 auf 375 m zu reduzieren wäre.



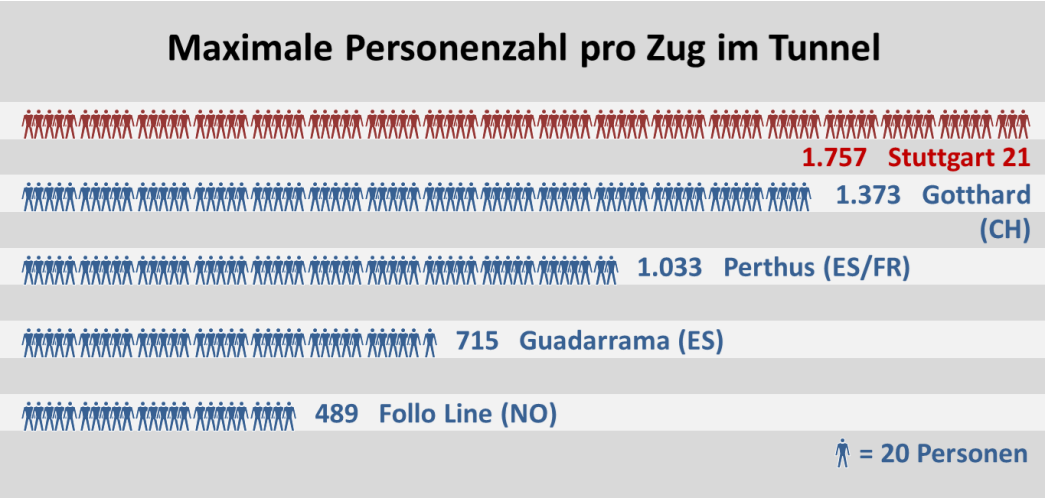
Schnellere Rauchausbreitung im geneigten Tunnel. *Allein schon die Steigung der S21-Tunnel rechtfertigt eine Verringerung der Querschlagabstände auf 3/4 des Wertes bei geringer Neigung, wie diese Untersuchung für Straßentunnel[35] zeigt (rote Markierungen ergänzt).*

D.h. auch das Gefälle hat erheblichen Einfluss auf die Sicherheit im Brandfall. Zu hohe Neigungen sind gefährlich wegen der schnellen Rauchausbreitung. Entsprechend wird auch das Tunnelgefälle in der Ermittlung des kombinierten Gesamtrisikos verschiedener Tunnel mit einbezogen (S. 133 f). Der Vergleich mit internationalen Tunnelprojekten zeigt (Tabelle S. 132), dass Stuttgart 21 mit seinem Tunnelgefälle von 25 ‰ auch hier den (negativen) Spitzenplatz belegt.

8.2.5 *Anzahl der Personen im Zug*

Der letzte der in dieser Auflistung besprochenen Schlüsselparameter ist die Zahl der im Brandfall zu evakuierenden Personen. Sie bestimmt besonders dort, wo es durch enge Fluchtwege oder die begrenzte Zahl und Kapazität von Rettungsstollen zu Staus kommt, ganz maßgeblich die benötigte Zeit für die Entfluchtung.

Es konnte bisher nur für einen Teil der internationalen Vergleichstunnel auch recherchiert werden, welches Rollmaterial zum Einsatz kommt und welche Konfiguration jeweils die höchste Passagierkapazität hat (Tabelle S. 132). Bei der Anzahl der maximal zu evakuierenden Personen besetzt Stuttgart 21 bei den Tunneln für Fern- und Regionalverkehr erneut den (negativen) Spitzenplatz. Die nachfolgende grafische Übersicht verdeutlicht, wie gravierend die Unterschiede in den Anforderungen an den jeweiligen Evakuierungsprozess bei verschiedenen Tunneln sind.



Anzahl der maximal zu evakuierenden Personen verschiedener Eisenbahntunnel. *Auch hier belegt Stuttgart 21 den Spitzenplatz. In anderen Referenztunneln sind weitaus weniger Personen in Sicherheit zu bringen, dennoch wird dort weniger eng geplant.*

8.3 Vergleich internationaler Tunnelprojekte

8.3.1 *Tabelle der Tunnelprojekte*

Schlüsselparameter internationaler Tunnelprojekte:[36]

Doppelröhrige Eisenbahntunnel	Bau-be-ginn	Inbe-trieb-nahme	max. km/h	Streck-enlänge Tunnel	max. Strecken-Gradient	Freier Quer-schnitt	Innerer Durch-messer	min. Ret-tungsweg-breite	Abstand Quer-schläge	max. # evak. Pers.	bei Zug-länge	komb. Risiko-faktor
Abdalajis Tunnel (ES)	2002	2007	160	7,3 km	16,0 ‰	51,4 m²	8,8 m	2 × 1,5 m	350 m			1,23
Brenner Basistunnel (AT/IT)	2011	2026	250	56 km	6,7 ‰	46 m²	8,1 m	1,2 m	333 m	929	402 m	2,81
California High-Speed Tr. (US)	2015	>29	220	>129 km	≤ 2,5 ‰	58,5 m²	9,1 m	0,91 m	244 m			2,06
Ceneri Basistunnel (CH)	2006	2020	250	15,4 km	12,5 ‰	(41 m²)	7,76 m	2 × 1 m	325 m			2,20
Citytunnel Malmö (SE)	2005	2010	160	5,9 km	30 ‰	41 m²*	7,8 m	2×1,2 m	350 m	965	297 m	2,28
Diabolo T. Brüssel 2-röhr. (BE)	2007	2012	220	1,1 km	(< 5 ‰)	35 m²*	7,3 m	1,6 m	300 m			2,88
Divača-Koper Sec. Track (SI)****	- ? -	- ? -	160	20,5 km	17 ‰	44 m²*	–	0,75+1,65	500 m	869	400 m	2,35
Eurotunnel (FR/GB)	1987	1993	160	50 km	11,0 ‰	40 m²	7,6 m	0,8 m	375 m			6,45
Fehmarnbelt Tunnel (DK/DE)**	2020	2028	200	17,6 km	12,5 ‰	34,3 m²	–	1,2 + 1 m	110 m			0,86
FinEst Link (FI/EE)	25-30	30-35	250	>107km	8,7 ‰	(48 m²)	8,4 m	1-1,2 m	333 m			3,23
Follo Line Tunnel (NO)	2015	2021	250	19,5 km	12,5 ‰	52 m²	8,75 m	1,2 m	500 m	489	216 m	2,04
Gotthard Basistunnel (CH)	1999	2016	200	57,1 km	6,8 ‰	41 m²	7,76 m	2 × 1 m	325 m	1.373	401 m	2,83
Groene Hart Tunnel (NL)***	2000	2005	300	7,2 km	25 ‰	49 m²*	n.a.	0,9+1,5m	150 m			0,77
Großer Belt Querung (DK)	1988	1997	160	8 km	16,5 ‰	34 m²*	7,7 m	2×1,45m	250 m			1,53
Guadarrama Tunnel (ES)	2002	2007	350	28,4 km	15,0 ‰	52 m²	8,5 m	1,7 m	250 m	715	400 m	1,08
High Speed 2 (GB)	2017	2026	320	~ 20 km	10(30)‰	56 m²	8,8 m	0,85 m	380 m			3,97
High Speed Rail Study (AU)	- ? -	- ? -	350	> 30 km	≤ 25 ‰	66 m²*	10,2 m	1,2 m	250 m			1,79
Hong Kong XRL (CN)	2009	2018	200	26 km	20,0 ‰	(45 m²)	8,15 m	1,5 m	250 m			2,15
Hudson Tunnel Projekt (US)	2019	2026	100	3,7 km	21,0 ‰	29 m²*	7,7 m	0,91 m*	229 m			6,10
Katzenbergtunnel (DE)	2003	2012	250	9,4 km	5,4 ‰	62 m²	9,6 m	1,2 m	500 m	1.757	220 m	5,43
Koralmtunnel (AT)	2009	2022	250	32,9 km	5,4 ‰	42,7 m²	7,9 m	(1,2 m)	500 m			4,92
Lötschberg Basistunnel (CH)	1999	2007	250	34,6 km	13,0 ‰	52 m²	8,56 m	2 × 1,5 m*	330 m	1.373	401 m	1,52
Marmaray Istanbul (TR) (S-Bahn)	2004	2008	100	13,6 km	21 ‰*	(38 m²)	7,04 m	1,4 m	150 m	3.040	220 m	6,29
Mont Cenis Basistunnel (FR/IT)	2015	20-23	220	57 km	12,5 ‰	48 m²*	8,7 m	1,2 m*	300 m			2,76
Nord-Süd-Link Antwerpen (BE)	2001	2006		2,5 km	16,0 ‰	(36 m²)	7,3 m	1,4 m	300 m			3,54
Öresund Drogden T. (DK)**	1995	2000		3,5 km	15,6 ‰	40 m²*		2×1,45 m	88 m			0,44
Pajares Tunnel (ES)	2005	2021	250	24,6 km	16,8 ‰	52 m²	8,5 m	1,4 m	400 m			3,00
Perthus Tunnel (FR/ES)	2005	2010	350	8,3 km	10,9 ‰	59,4 m²	9,9 m	2 × 1,2 m	200 m	1.033	400 m	0,72
Portocamba Tunnel (ES)	2012	- ? -	220	3,74 km	25 ‰	53,9 m²	8,78 m	1,55 m	450 m			3,17
Ring Rail Line (FI)	2009	2015	120	8 km	40 ‰	50,1 m²	–	2×1,6 m	200 m	784	226 m	0,67
Saverne Tunnel (FR)	2010	2016	350	4 km	19,0 ‰	52 m²	8,9 m	0,9 m	500 m			5,97
Semmering Basis- T. (AT)	2012	2026	230	27,3 km	8,4(9)‰	42,7 m²	7,9 m	1,2 m	500 m			5,10
Stuttgart 21 (DE) (verengt.Querschn.)	2014	2022	160	18,4/30	25(33)‰	42,8 m²	8,1 m	0,9(1,2)m	500 m	1.757	220 m	14,3
Stuttgart 21 (DE) (Maulprofil)	2014	2022	250	4,3/30	25 ‰	54,9 m²	–	0,9(1,2)m	500 m	1.757	220 m	10,4
Valico Tunnel (IT)	2013	2021	250	27 km	12,2 ‰	50 m²	8,61 m	1,79 m	500 m	873	375 m	2,55
Wienerwaldtunnel (AT)	2004	2012	250	13,4 km	2,8 ‰	51 m²*	8,7 m	1,2 m*	500 m	929	402 m	3,53
Best practice Werte für kombinierten Riskofaktor (letzte Spalte, siehe Folgeabschnitt)												
Best practice	–	–	–	–	0 ‰	60 m²	–	1,8 m	250 m	1.000	–	1,00

Tabelle der Schlüsselparameter doppelröhriger Eisenbahntunnel. *Stuttgart 21 weist fast durchgehend Hochrisikoparameter auf, wogegen die anderen Tunnel jeweils in mehreren Parametern Sicherheitsreserven haben (Quellen auf WikiReal.org[37]). Im kombinierten Risiko (letzte Spalte, s. nachf.) ist S21 gegenüber den Vergleichsprojekten um Faktoren riskanter (Legende: Folgeseite).*

Legende zur Tabelle

Parameterwerte

(x) Geklammerter Wert: Grobe Schätzung

x(y) ‰ maximaler Gradient über längeren Bereich mit (kurzfristigem) Höchstwert

x(y) m minimale Rettungswegbreite mit Einbauten und (ohne Einbauten)

* aus Plänen ausgemessene Werte

Tunneltypen

** Kombinierter Straßen-/Eisenbahntunnel, Rechteckprofil

*** Einröhrentunnel mit Trennwand zwischen beiden Gleisen; Projekt hoch umstritten

**** Eingleisiger Tunnel mit zusätzlichem Fluchttunnel

Schon der unmittelbare Vergleich der Werte der Schlüsselparameter bestätigt nun in der Gesamtübersicht, was sich schon im vorausgehenden Abschnitt zu den einzelnen Parametern zeigte: In den internationalen Vergleichsprojekten, insbesondere auch den europäischen, werden bei weitem nicht die Richtlinien-Grenzen maximal ausgereizt. Vielmehr führte offenbar in den meisten Fällen die Abwägung eines Gesamtrisikos bei den jeweiligen Tunnelplanungen dazu, dass mehrere Parameter mit Sicherheitsreserven angesetzt wurden.

8.3.2 *Kombiniertes Gesamtrisiko eines Tunnels*

Um ein Maß für das Gesamtrisiko eines Tunnels zu erhalten, soll im Folgenden eine einfache heuristische Abschätzung vorgenommen werden. Dazu wird beispielsweise angesetzt, dass ein doppelter Querschlagabstand oder eine halbe Rettungswegbreite grob geschätzt das Risiko verdoppelt. Das Risiko besteht darin, dass die Reisenden vom Rauch eingeholt werden, bevor sie den Tunnel in einen sicheren Bereich verlassen konnten. Zu jedem Parameter eines Tunnels entsprechend obiger Tabelle wird der Risikofaktor ermittelt, um den dieser Wert über einem best-practice-Wert liegt. Diese Faktoren werden dann zur Ermittlung des kombinierten Risikos miteinander multipliziert.

Die Länge der Tunnel bzw. die Länge ihres längsten Abschnittes ohne Rettungsstation sind bestimmend für das absolute Gesamtrisiko. Wenn es zunächst um den Vergleich der Bauart geht, wird die Länge noch nicht einberechnet.

1. Bei dem freien Querschnitt (innerer Tunnelquerschnitt ohne den betonierten Teil der Fahrbahn und Fußwege) werden 60 m² als best practice angesetzt (ähnl. Perthus- oder Katzenberg Tunnel). Es werden jeweils 10 m² abgezogen für den typischen Zug-Querschnitt,[38] da der Zug den Rauch verdrängt und das zu schnellerer Rauchausbreitung führt. Hier auf den Rettungswegen neben dem Zug halten sich die Reisenden am längsten auf. Für den entsprechenden Risikofaktor ergibt sich:

   $R_{QS} = (60 – 10) / (QS – 10)$

2. Ein höherer Gradient führt zu schnellerer Verrauchung des Tunnels durch den Kamineffekt. Hierzu wurde für Straßentunnel ermittelt, dass eine Steigung von 25 ‰ eine Verkürzung des Querschlagabstands von 400 m auf 300 m rechtfertigt (vgl. S. 130).[35] Der Risikofaktor hierfür wäre 1/(300/400) (vgl. nachfolgend Punkt 4). Es ergibt sich für den Risikofaktor zum Gradienten:

   $R_{Gr} = (1/3) \times (Grad. / 25 ‰) + 1$

3. Die Rettungswegbreite ist besonders kritisch. Sie bestimmt, wie schnell die Fliehenden vom Zug weg kommen, und ist in der Regel das Bottleneck. Der Personenstrom ist direkt propor-

tional zur Breite. Die 1,8 m des Valico-Tunnels in Italien werden als best-practice angesetzt. Dieser Wert kommt auch den Tunneln mit Rettungswegen auf beiden Seiten des Gleises nahe. Für den Risikofaktor ergibt sich:

R_{RwB} = 1,8 m / Rettw.breite

4. Für den Abstand der Querschläge werden die 250 m des Guadarrama-Tunnels als best practice angesetzt. Sie entsprechen dem Richtlinien-Wert in Singapur und sind nahe dem US-Wert der NFPA von 244 m oder der Empfehlung der Australischen AS 4825-2011 von 240 m. Der Risikofaktor ist dann:

   R_{QsA} = Querschl.abst. / 250 m

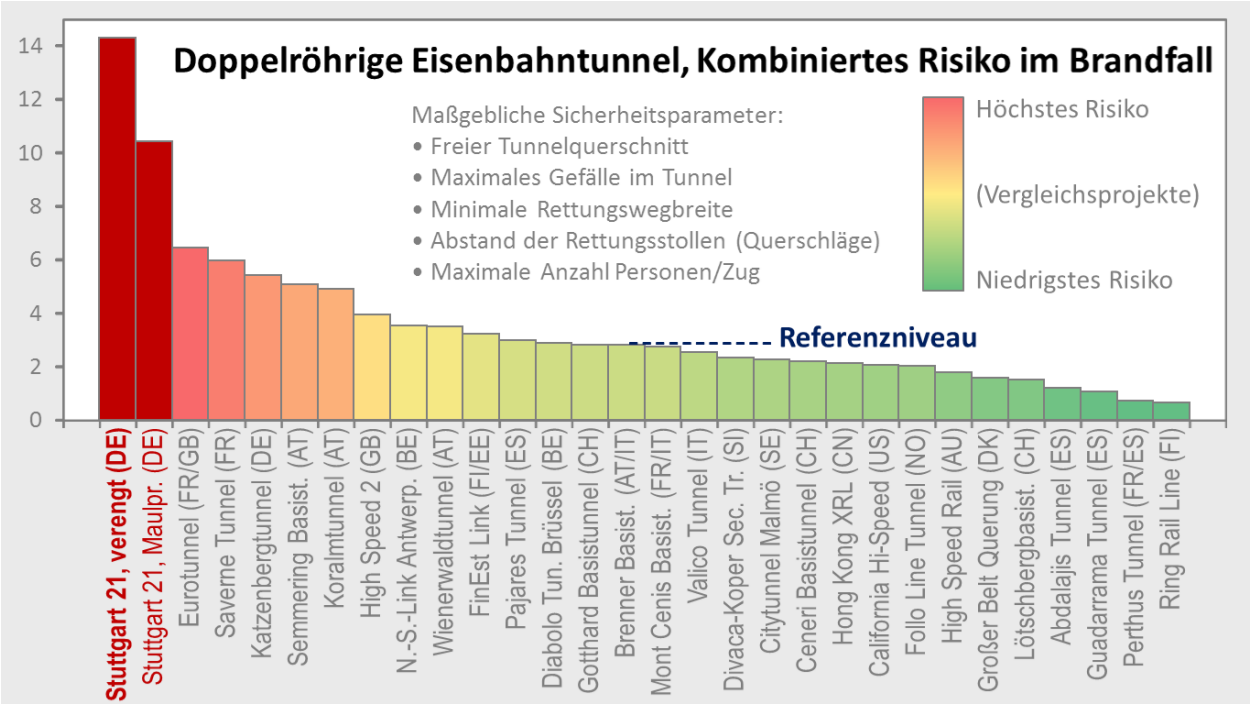
5. Für die maximale Personenzahl werden relativ willkürlich 1.000 Personen als best practice angesetzt, weil angenommen wird, dass im Hochgeschwindigkeitsverkehr dieser Wert für 400 m lange Züge typisch ist. Tunnel mit geringerer Belastung erhalten entsprechend eine „Risikogutschrift". Sofern die maximale Personenzahl noch nicht recherchiert wurde, wird der Risikofaktor ersatzweise mit 1 angesetzt. Der Risikofaktor berechnet sich wie folgt:

   $R_{Pers} = N_{Pers} / 1.000$

Der kombinierte Risikofaktor ergibt sich dann aus der Multiplikation der Einzelfaktoren. Dieser Wert gibt ein grobes Maß für das Risiko der Bauform des entsprechenden Tunnels, er ist in der vorausgehenden Tabelle in der letzten Spalte wiedergegeben.

$$R_{komb.} = R_{QS} \times R_{Gr} \times R_{RwB} \times R_{QsA} \times R_{Pers}$$

Auf diese Weise wurde das kombinierte Risiko für den nachfolgenden Vergleich von Stuttgart 21 mit wichtigen Referenz-Tunneln ermittelt. Eine weitergehende Bewertung des Risikos auf dem Weg zu einem absoluten Risiko würde die Länge der Tunnel einbeziehen und ggf. auch ihre verkehrliche Belastung. Nachfolgend das Ergebnis als Grafik für die wichtigsten Referenz-projekte:



Das kombinierte Risiko der S21-Tunnel im internationalen Vergleich. *Die Tunnel von S21 liegen im kombinierten Risiko um Faktoren über dem Referenzniveau, das von den Alpen-Basistunneln mit der gründlichsten Risikoanalyse gebildet wird.*

Die Stuttgart 21-Tunnel mit ihren beiden Tunnelprofilen machen geradezu einen Quantensprung in der Gefährdung der Reisenden. Sie übersteigen in dem kombinierten Risiko die Werte der internationalen Vergleichsprojekte so deutlich, dass sie wie aus einer anderen (Tunnelbau-)Welt wirken. Selbst der als zu unsicher kritisierte Eurotunnel liegt deutlich unter Stuttgart 21. Zum Ende der Planung war für den Eurotunnel der Querschlagabstand ohne Begründung von 250 m auf 375 m heraufgesetzt worden.[27] Seit seiner Eröffnung 1994 gab es schon drei Brände im Tunnel mit insgesamt 22 Verletzten und einer Branddauer bis zu 20 Stunden.[39]

Als Referenzniveau wird das kombinierte Risiko des Gotthard-Basistunnels von 2,83 angenommen, der als eine der am gründlichsten abgewogenen Planungen gelten kann. Dabei werden zusätzliche Sicherheitseinrichtungen des Gotthard-Tunnels wie die 2 Rettungsbahnhöfe und das Belüftungssystem noch nicht in die Wertung einbezogen. Der finnische Ring-Rail-Line Tunnel mit beidseitig 1,6 m Rettungswegbreite und einerm Querschlagabstand von 200 m führt die Sicherheitswertung an mit einem kombinierten Risiko von 0,67. Ihm folgt in diesem Vergleich als zweitsicherster Tunnel der spanisch-französische Perthus-Tunnel mit 0,72 und darauf der spanische Guadarrama-Tunnel mit einem Wert von 1,08.

Bei den Stuttgart 21-Tunneln wird zusammengenommen auf 18,4 km der insgesamt 30 Streckenkilometer der für das Projekt eigens entwickelte verengte Tunnelquerschnitt gebaut mit einem freien Durchmesser von nur 8,1 m statt dem für diese Tunnel eigentlich geltenden Regelquerschnitts mit einem Durchmesser von 8,8 m. Dafür wird in den verengten Tunnelabschnitten die Höchstgeschwindigkeit von 250 km/h auf 160 km/h herabgesetzt (PFB 1.2 S. 305). Für das verengte S21-Tunnelprofil ergibt sich ein kombiniertes Risiko von 14,3. Das ist ein Faktor 5 unsicherer als der Gotthard-Tunnel und rund 20-mal unsicherer als der Ring-Rail-Line bzw. der Perthus-Tunnel.

Weitere 4,3 km der S21-Tunnel werden mit einem Maulprofil ausgeführt, das mit 54,9 m² freier Querschnittsfläche die 42,8 m² des verengten Querschnitts übertrifft. Hierfür ergibt sich ein kombinierter Risikofaktor von 10,4. Selbst diese Stuttgart 21 Tunnel sind also noch gut 3,5-mal unsicherer als der Gotthard-Basistunnel und gut 14-mal unsicherer als der Perthus-Tunnel.

8.4 Weitere Risikofaktoren und nicht behebbare Mängel

8.4.1 *Schlüssel-Risikofaktoren und weitere Stuttgart 21-spezifische Risikofaktoren*

Die Tunnel von Stuttgart 21 heben sich außer in den genannten Parametern durch weitere außergewöhnlich erhöhte Risiken von einem durchschnittlichen Tunnel ab. Für eine Gesamt-Übersicht werden zunächst die 5 bisher besprochenen Hochrisikoparameter zusammengefasst:

1. Zu schmale Rettungswege. Für die bei Stuttgart 21 besonders hoch geplante Kapazität der eingesetzten Züge fehlt es an der ausreichenden Breite der Rettungswege. (S. 122).
2. Zu langer Querschlagabstand. Gerade bei einem so herausfordernden Projekt wie Stuttgart 21 ist es vollkommen unzureichend, lediglich die Mindestanforderung an die Ausstattung mit Rettungsstollen zu erfüllen (S. 125).
3. Hohes Gefälle in den Tunneln. Das hohe Gefälle in den S21-Tunneln praktisch über ihre gesamte Länge verstärkt die Rauchausbreitung und würde allein schon eine Absenkung des Querschlagabstands von 500 auf 375 m begründen (S. 130).
4. Kleiner freier Querschnitt. Gerade bei S21 als Hochgeschwindigkeitsstrecke, mit besonders großem Bedarf für breite Fluchtwege und der Personenkapazität der Züge ist der auf über 50 % der Strecken gewählte verengte Querschnitt nicht zu verantworten (S. 128).

5. Hohe Personenzahl. Die geplante hohe Personenkapazität der durch die Tunnel fahrenden Züge und die daraus resultierenden langen Entfluchtungszeiten würden rechtfertigen, sämtliche Tunnelparameter auf großzügige Werte zu dimensionieren (S. 131).

Zu diesem unvertretbaren Parametersatz kommen bei Stuttgart 21 weitere das Risiko spezifisch erhöhende Faktoren hinzu:

6. Streckenlänge von 30 km. Die exorbitante Länge der Stuttgart 21-Tunnel, insgesamt 60 km an Tunnelröhren, die nicht einmal ein Gebirge unterqueren, sondern vielmehr in extremer Steigung lediglich einen gedrehten Bahnhof wieder an das Streckennetz anschließen, vervielfachen das Risiko für die Reisenden.

7. Wannenförmige Längsprofile. Die in der S21-Tunnelspinne mehrfach auftretenden lokalen Minima in den Zulauftunneln (Kap. 7.7), verhindern das von der Richtlinie geforderte Herausrollen eines brennenden Zuges aus dem Tunnel bei Ausfall des Antriebs (Tunnel-RL S. 10) und erhöhen so das Risiko für einen Brand im Tunnel.

8. Herausfordernde Fahrdynamik im großen Gefälle. Das über die gesamten Tunnelstrecken vorliegende Gefälle von 25 ‰ liegt doppelt so hoch wie der übliche Maximalwert für Hauptstrecken von 12,5 ‰ und wurde per Ausnahmegenehmigung zugelassen. Das Gefälle ist so hoch, dass viel Zugmaterial, das den heutigen Kopfbahnhof anfährt, die neuen Strecken gar nicht befahren kann. Die Haupt-Steigungen sind fahrdynamisch extrem ungünstig angeordnet: Beschleunigung in der maximalen Steigung und Bremsung im maximalen Gefälle. Dies führt zwangsläufig zu Überlastungen der Antriebe, Bremsen und der Elektrik und damit erhöhter Brandgefahr. Auch der am 12.10.2018 bei Montabaur in Brand geratene ICE3 (der Typ, der auch die Stuttgart 21-Tunnel befahren soll) hatte vor dem Brand gerade eine steile Steigungsfahrt hinter sich. Als Brandquelle steht die Elektrik bzw. der Trafo in Verdacht. Zahlreiche frühere Brände auf dieser Strecke bestätigen das hohe Risiko aus der anspruchsvollen Fahrdynamik.[40]

9. Überbelegtes Betriebsprogramm. Die Stuttgart 21-Tunnel sind von Anfang an vom Verkehr überlastet. Die Zuläufe von Feuerbach ohnehin, aber besonders auch der längste 9,5 km lange Fildertunnel. Hier sollen teils 3 Züge gleichzeitig hintereinander herfahren (S21-Auss. 2016 S. 17). Dies ist einerseits gar nicht mit dem Rettungskonzept verträglich (Kap. 7.3), sondern erhöht auch in dem Falle, dass es tatsächlich umgesetzt wird, das Unfallrisiko.

10. Zahlreiche Weichen. Ein weiteres anerkanntes Risikomerkmal ist die Anzahl von Weichen im oder unmittelbar vor den Tunneln. Bei Stuttgart 21 sind diese Weichen nicht nur vor den Eingängen der Zulauftunnel aber insbesondere auch in den Gleisvorfeldern des Tiefbahnhofs selbst in großer Menge vorhanden. Nach allen Erfahrungen erhöht diese exorbitante Zahl von Weichen die Wahrscheinlichkeit von Entgleisungen, die jeweils mit einem Brand verbunden sein können.

Wie schon im Vergleich mit den Schlüsselparametern internationaler Tunnelprojekte wird hier deutlich, wie einzigartig hoch die Risiken bei Stuttgart 21 sind. Es erscheint geradezu ausgeschlossen, dass es gerade für diese Tunnel hinreichen soll, für Rettungswegbreite und Querschlagabstand lediglich Mindestanforderungen anzusetzen.

Das Eisenbahn-Bundesamt hatte schon in seiner ursprünglichen Genehmigung von PFA 1.2 nicht hinreichend begründet, wie im Tunnel im Brandfall eine „Selbstrettung gewährleistet“ wird (Tunnel RL Punkt 1.3). In der Genehmigung wurde lediglich verwiesen auf die prinzipielle Rettungsmöglichkeit über die damals noch im Abstand von 1.000 m geplanten Querstollen bspw.

eine Verbreiterung der Rettungswege ausdrücklich abgelehnt, da anzunehmen sei, dass die Fliehenden ohnehin laut DB (im Gänsemarsch) hintereinander her gingen (PFB 1.2 S. 300 f, 303). Das widerspricht der Beobachtung (Abb. 7.6.5 S. 101) und wird offenbar andernorts nicht so gesehen und nicht so geplant.

In der 2. Planänderung zu PFA 1.2 hieß es darüber hinaus in Entgegnung auf Einwendungen zu dem unzureichenden Brandschutz- und Rettungskonzept, „das maximal Mögliche kann von der Vorhabenträgerin aber nicht gefordert werden“ (PFB 1.3 2. PÄ S. 67). Dass sich das EBA dagegen ohne weitere Abwägung allein mit der Einhaltung der Mindestanforderungen begnügt und nicht weiter prüft, inwieweit die „Selbstrettung gewährleistet“ wird, reicht sicherlich auch nicht aus. Das zeigen die Vergleiche mit den internationalen Tunnelprojekten, insbesondere, wenn die S21-spezifischen Zusatzrisiken berücksichtigt werden.

Die groben Unzulänglichkeiten der Versuche der DB, eine Selbstrettung darzulegen (Kap. 7.6), zeigen, dass in den S21-Tunneln mit Minimalauslegung eine Selbstrettung der Mehrzahl der Reisenden praktisch ausgeschlossen werden kann.

8.4.2 *Die Mängel sind nicht behebbar*

Es gibt also eine absolut unzweifelhafte Notwendigkeit, bei den Stuttgart 21-Tunneln das Sicherheitsniveau drastisch zu erhöhen, bevor sie je in Betrieb gehen könnten. Vorstellbar wären diese Maßnahmen:

1. Halbierung der Querschlagabstände. Mit 250 m Abstand würde man sich den internationalen Standards annähern.
2. Verhinderung der Einengung der Fluchtwege. Angesichts der schon gebohrten Tunnelröhren bleibt nur noch eine Umplanung der technischen Ausstattungen, die wenn überhaupt möglich unbedingt so erfolgen sollte, so dass die 90 cm engen Engpässe in den Fluchtwegen vermieden werden.

Damit würde im kombinierten Risiko ein Wert von 5,36 erreicht. Das entspräche gerade einmal dem Katzenberg-Tunnel und läge damit immer noch rund doppelt so hoch wie das Referenzniveau verantwortungsvoll geplanter Tunnel. Daher könnte als weitere Maßnahme überlegt werden:

3. Ausschluss von Regionalverkehr für den Bahnhof Stuttgart 21.

Mithilfe dieser Maßnahmen kämen die Stuttgart 21-Tunnel auf ein kombiniertes Risiko von 2,84, also dem Niveau des Gotthard-Basistunnels. Es wäre aber aufgrund der gegenüber der schnellen Rauchausbreitung in dem engen Tunnelquerschnitt immer noch zu engen Fluchtwege immer noch kein funktionierende Rettungskonzept möglich (S. 130).

Abgesehen davon würden diese Maßnahmen die Kosten derart erhöhen und andererseits den Nutzen geradezu pulverisieren (kein Regionalverkehr, insbes. auch zum Flughafen). Daher erscheint ein schnellstmöglicher Ausstieg etwa über das Konzept Umstieg 21, der aktuell noch rund 4 Milliarden Euro einsparen würde,[41] bei weitem gebotener.

Dieser sofortige Ausstieg ist ohnehin geboten, aufgrund der zahlreichen weiteren über den Brandschutz hinausgehenden ungelösten Fehlplanungen und Risiken: Des Rückbaus der Kapazität für den Zugverkehr (selbst ohne Ausschluss des Regionalverkehrs),[42] der oben genannten Unterdimensionierung der Fußgängeranlagen (Kap. 1) und der unbeherrschten sechsfach überhöhten Gleisneigung,[43] des durch Stuttgart 21 drastisch erhöhten Hochwasserrisikos[44] sowie des verunmöglichten Integralen Taktverkehrs (ITF) und damit massiv behinderten Deutschlandtakts[45].

8.5 Einzelnachweise zu Kap. 8

[1] *Tim Procter, Lachlan Henderson, „Rail Tunnel Fire Safety System Design in a SFAIRP Context“, 05.2016 (pdf r2a.com.au), S. 2, 4*

[2] *Femern A/S, „Feste Fehmarnbeltquerung – Tunnelplanung“, Anlage 29 Anhang 2: Ramböll-Arup-TEC, Technische Mitteilung „Sicherheit im Eisenbahntunnel – Risikoanalyse von Notfallszenarien, Abschlussbericht“, 16.07.2014 (pdf planfeststellung.bob-sh.de), S. 15 Abb. 6-2*

[3] *Gao-shang Yang, Yong-lin An, Li-min Peng, Jin-hua Zhang, „Simulation of smoke flow and longitudinal ventilation in tunnel fire“, Trans. Nonferrous Met. Soc. China 16 (2016), S. 741-746. S. 742: „Because the average space between the cross passages is 250 m, the furthest evacuation distance is 250 m.“ (sciencedirect.com)*

[4] *Michael Winkler, Ricky Carvel, „Ventilation and Egress Strategies for Passenger Train Fires in Tunnels“, Proceedings „Seventh International Symposium on Tunnel Safety and Security“, Montréal, 16.-18.03.2016, S. 453-464 (pdf cob.nl), S. 458: „In each case, the cross-passage nearest the fire is deemed to be inaccessible.“*

[5] *20.11.2010, Geologie & Sicherheitsfragen, Protokoll (stenografisch nach Seiten: schlichtung-s21.de, wortgetreu nach Uhrzeiten: archive.org).*
14:05 Uhr, S. 134: K.-J. Bieger: Mit 1,20 m die breitesten Fluchtwege in Europa

[6] *15.11.2016, Protokoll des Ausschuss "Stuttgart 21" des Gemeinderats der Landeshauptstadt Stuttgart Niederschrifts-Nr. 6, TOP 2, „Brandschutz“, S. 18*

[7] *TSI SRT (safety in railway tunnels), Stand 2008: Entscheidung der Kommission vom 20. Dezember 2007 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität bezüglich „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ im konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystem und im transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystem (2008/163/EG), 03.07.2008 (eur-lex.europa.eu, pdf deutsch eur-lex.europa.eu), S. 21, Punkt 4.2.2.7. Damals konnte die „Mindestbreite“ von 0,75 m durch Einbauten noch auf 0,70 m verengt werden.*

[8] *Planfeststellungsunterlagen „Stuttgart 21“ PFA 1.2, Anlage 7.3, Blatt 4 von 5 (pdf plaene-bahnprojekt-stuttgart-ulm.de). Gleichermaßen in den anderen Tunnelquerschnitten von Anlage 7.3.*

[9] *Viele Länderstandards finden sich in [13].*
Die Daten der Referenztunnel und wichtiger Standards finden sich in [37].

[10] *Rete Ferroviaria Italiana, Direzione Investimenti Ingegneria Civile, "Manuale Progettazione Gallerie", Codifica: RFI DINIC MA GA GN 00 001 B, 19.12.2003 (pdf dokumen.tips, de.scribd.com), Rettungswegbreite S. 22, Querschlagabstand S. 28*

[11] *Zitiert in: Inspectie Verkeer en Waterstaat, Ministerie von Infrastrctuur en Milieu, "Veiligheid in spoortunnels", 2011 (pdf ilent.nl), S. 33, max. 150 m Abstand zum sicheren Bereich entspr. max. 300 m Querschlagabstand*

[12] *"Ratatekniset Määräykset Ja Ohjeet, osan 18 Rautatietunnelit" (Eisenbahnvorschriften und -anweisungen, Abschnitt 18 Eisenbahntunnel), 12.02.1998 (pdf trafi.fi), Rettungswegbreite S. 33 Punkt 18.55*

[13] *Giorgio Micolitti, European thematic network Fire in tunnels, „Fire Safe Design - Rail Tunnels“, 2004 (pdf cstc.be): Rettungswegbreiten S. 192 f / Bl. 49 f, Abstände der Querschläge S. 190 f / Bl. 47 f*

[14] *Dass die Gehwege beidseitig der Gleise als Fluchtwege genutzt werden sollen, macht neben zahlreichen anderen Veröffentlichungen bspw. klar:*
Raphael Wick, "Gotthard-Basistunnel", VSVI Bayern, 2016 (pdf vsvi-bayern.de), Zeitschrift S. 19 / Bl. 21: "Höhe und Geometrie der Bankette: Im Ereignisfall gute Ausstiegsmöglichkeit aus dem Zug sowie Aufstiegsmöglichkeit auf die Bankette von der Fahrbahn aus; Breite beidseitig mindestens 1,00 m".
Alex Sala, "Gotthard Base Tunnel – Technical project overview / Gotthard-Basistunnel – Technische Projektübersicht", 04.04.2016 (onlinelibrary.wiley.com), Abstract: „Die seitlichen Bankette dienen als Geh- bzw. Fluchtwege“.

[15] *Bernd Hagenah, Gruner AG, „Safety, ventilation and climate in long rail tunnels“, International Seminar Long Tunnels, 17.-19.10.2012, Santiago, Chile (pdf acct.cl), S. 7: „escape routes on both sides with a width of 1.2 m have become common“.*

[16] *M. Hilar, M. Srb, „Long Railway Tunnels – Comparison of Major Projects“, 05.2009 (pdf 3-g.cz) S. 6.*
Jae-Ho Pyeon, „Trend Analysis of Long Tunnels Worldwide“, 03.2016 (pdf transweb.sjsu.edu),
NFPA S. 15 / Bl. 25, Tunnelübersicht S. 16 / Bl. 26.

[17] *Rete Ferroviaria Italiana, Direzione Investimenti Ingegneria Civile, „Manuale Progettazione Gallerie“, Codifica: RFI DINIC MA GA GN 00 001 B (pdf dokumen.tips): Rettungswegbreite 1,2 m S. 22, Querschlagabstand 250 m S. 18*

[18] *The Study Team, "High Speed Rail Study Phase 2 Report, Appendix Group 2 Preferred HSR system", 03.2013 (pdf infrastructure.gov.au), S. 19 / Bl. 37*

[19] *08.03.2000, ABC Madrid, „El Ministerio de Medio Ambiente ya ha recibido las alegaciones del tramo Madrid- Segovia, incluidos los dos túneles, para, así, agilizar la declaración de impacto ambiental" (hemeroteca.abc.es)*

[20] *04.12.2005, vialibre-ffe.com, „Túnel de Guadarrama"*

[21] *E. Verbesselt , J.E. Nieuwenhuis, S.A. Lezwijn, „Safety Requirements & Transport of Dangerous Goods Through the 53 Kilometer Railway Tunnel through the Alps between Lyon and Turin", 4th International Conference „Tunnel Safety and Ventilation", 2008, Graz (pdf lampx.tugraz.at), S. 2, 3*

[22] *https://it.wikipedia.org/wiki/Progetto_di_ferrovia_Torino-Lione*

[23] *Yves Boissonnas, Marco Bettelini, „Risk Management of Long and Deep Tunnels - The European Experience", WTC 2016 (pdf ambergengineering.ch), S. 7*

[24] *P. Gerber, „Quantitative Risk Assessment and Risk-Based Design of the Gotthard Base Tunnel", Proceedings of the Fourth International Conference on Safety in Road and Rail Tunnels, Madrid, 02.-06.04.2001, S. 395-404 (trid.trb.org)*

[25] *R. Bopp, „The Distance of Cross Passages in Twin Bore Railway Tunnels", Proceedings of the Fourth International Conference on Safety in Road and Rail Tunnels, Madrid, 02.-06.04.2001, S. 335-344 (trid.trb.org)*

[26] *B. Crausaz, A. Weatherill, P. Gerber, „Safety aspects of railway tunnel: Example of the Lötschberg railway tunnel", in: Y. Erdem, T. Solak (Hrsg.), „Underground Space Use: Analysis of the Past and Lessons for the Future", 2005 (books.google.de)*

[27] *H. S. Eisner, J. A. A. M. Stoop, „Incorporating fire safety in the Channel Tunnel design", Safety Science Volume 15, Issue 2, July 1992, S. 119-136 (sciencedirect.com), siehe S. 125. Vgl. „The Channel Fixed Link Concession Agreement", 14.03.1986 (pdf hsr.ca.gov), S. 43.*

[28] *Christof Neumann, „Incident Management in a Very Long Railway Tunnel", Proceedings „Third International Symposium on Tunnel Safety and Security Stockholm", Sweden, 12.-14.03.2008, S. 279-288 (pdf diva-portal.org), S. 280*

[29] *Siemens AG Österreich, „Tunnelprojekt der ÖBB Infrastruktur AG, Wien/Österreich Wienerwaldtunnel", 2014 (pdf w5.siemens.com)*

[30] *Öbb-Infrastruktur AG durch PITTINO ZT GmbH, „Semmering-Basistunnel Neu, Gutachten gemäß §31a Eisenbahngesetz 1957 idgF", Mai 2010 (pdf infrastruktur.oebb.at). Abstände der Querschläge u. sog. „Regelabstand" S. 379, 465 (dort auch: „Vorgabe" der TSI)*

[31] *Bau und Betrieb von neuen Eisenbahntunneln bei Haupt- und Nebenbahnen Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes, Richtlinie des Österreichischen Bundesfeuerwehrverbandes, ÖBFV-RL A-12 (pdf roteskreuz.at). Anspruch Erfolg [der Rettung] in einer „Mehrzahl der Fälle" S. 6, Abstand der Querschläge und Breite der Rettungswege S. 8*

[32] *Bo Wahlström, „A wider safety perspective", Third International Symposium on Tunnel Safety and Security Stockholm, Sweden, 12.-14.03.2008, S. 319-326 (pdf diva-portal.org), S. 324 / Bl. 325*

[33] *Alberto Beltrán Montero, "Contribución al estudio de los túneles ferroviarios de gran longitud", 11.2011 (pdf upcommons.upc.edu), freie Tunnelquerschnitte und typische Zugquerschnitte S. 24 / Bl. 30 Tab. 2.2*

[34] *AECOM Australia Pty Ltd, „High Speed Rail Study Phase 2 Report Appendix Group 2 Preferred HSR system", 03.2013, S. 50 / Bl. 68 (pdf infrastructure.gov.au)*

[35] *F. Zumsteg, U. Steinemann, M. Berner, "Ventilation and Distance of Emergency Exits in Steep Bi-Directional Tunnels", 6th International Conference "Tunnel Safety and Ventilation", Graz, 2012 (pdf lampx.tugraz.at), S. 279 / Bl. 7 Abb. 3*

[36] *Sämtliche Quellen und weitere Parameter finden sich hier: http://www.wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Brandschutz/Tunnelvergleich. Diese Sammlung ist das Ergebnis einer sehr aufwendigen Recherche. Es überrascht, dass bei einem Thema von so großer Relevanz für die Sicherheit der Reisenden eine solche Zusammenstellung nicht schon in der Literatur zu finden ist. Gelegentlich tauchen in Fachartikeln oder Gutachten zwar einzelne Parameter weniger Projekte auf, aber eine Zusammenstellung in dieser Breite ist nicht annähernd zu finden. Dieses hier nun zusammengetragene Sicherheits-„Benchmarking" von Eisenbahntunnelprojekten ist somit ein hervorragendes Beispiel für den Nutzen eines Faktencheck-Portals wie WikiReal.org, wo idealerweise viele Mitarbeiter eine solche Recherchearbeit leisten.*
Selbst in den Planungsverfahren zu den Eisenbahntunneln und den Fachartikeln über diese Projekte werden selten alle relevanten Parameterwerte genannt. Häufig müssen diese bei den Tunnel-Betreibern erfragt werden oder aus sekundären Quellen, etwa von Referenzangaben von beteiligten Baufirmen zusammengesucht werden. Entsprechend sind auch einige der Daten noch mit Unsicherheiten behaftet, deren Korrekturen aber nicht das Ergebnis grundsätzlich ändern werden. Ergänzungen und Berichtigungen können auf WikiReal.org gemeldet werden.

[37] *Parameter internationaler Tunnelprojekte und Richtlinienvorgaben, Fassung zur Gutachten-Endredaktion: http://wikireal.info/w/index.php?title=Stuttgart_21/Brandschutz/Tunnelvergleich&oldid=5061 Jeweils aktuellste, ergänzte, verbesserte Fassung: http://www.wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Brandschutz/Tunnelvergleich*

[38] *Alberto Beltrán Montero, "Contribución al estudio de los túneles ferroviarios de gran longitud", 11.2011 (pdf upcommons.upc.edu), freie Tunnelquerschnitte und typische Zugquerschnitte S. 24 / Bl. 30 Tab. 2.2*

[39] *https://de.wikipedia.org/wiki/Eurotunnel#Unfälle/Pannen*

[40] *06.11.2018, swr.de, „Feuerwehr kritisiert Bahn nach ICE-Brand im Westerwald, Bahn-Notfallmanagement unzureichend“*

[41] *Martin Vieregg, „Ermittlung der Aus- und Umstiegskosten für das Projekt Stuttgart 21 zum Stand Mai 2018“, 30.05.2018 (pdf kopfbahnhof-21.de)*

[42] *http://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Leistung*

[43] *http://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Gleisneigung*

[44] *Hans Heydemann, Christoph Engelhardt, „Überflutungsrisiken durch Stuttgart 21“, 25.05.2018 (pdf park-schuetzer.de)*

[45] *http://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/ITF*

9 Dokumente

Mit der Zeit ggf. im Internet nicht mehr verfügbare Links lassen sich häufig noch auf archive.org nach Eingabe der Adresse unter „Wayback Machine“ aufrufen.

9.1.1 *Richtlinien*

mit Relevanz für Stuttgart 21, alphabetisch.

DB Ril. 813 — DB, Richtlinie 813 "Personenbahnhöfe planen", darin besonders 813.02 "Bahnsteige und ihre Zugänge planen" (pdf vkib.de)

DB Ril. 853 — DB Netz, Richtlinie 853 „Eisenbahntunnel planen, bauen und instandhalten“, gültig ab 01.06.2002

EBA-Leitf. — Eisenbahn-Bundesamt, „Leitfaden für den Brandschutz in Personenverkehrsanlagen der Eisenbahnen des Bundes“, 01.03.2011 (eba.bund.de, pdf eba.bund.de)

EBA-Leitf. Erl. — Eisenbahn-Bundesamt, „Erläuterungen zum Leitfaden für den Brandschutz in Personenverkehrsanlagen der Eisenbahnen des Bundes“, 01.11.2014 (pdf eba.bund.de)

EBA PF-RL — Eisenbahn-Bundesamt, „Planfeststellungsrichtlinien (PF-RL)“, Ausgabe 09/2015 (pdf eba.bund.de)

EBA 6. PÄ — Akte der Eisenbahn-Bundesamts, Außenstelle Stuttgart, Az. 591pä/005-2304#011, „Projekt Stuttgart 21, PFA 1.1, 6. Planänderung, Änderung Zugangsschalen, Bahnsteigzugänge, Zusätzliche Fluchttreppenhäuser, Entfall Versorgungstunnel“ (Akteneinsicht vom 19.02.2015) (nicht online verfügbar)

Tunnel-RL — Eisenbahn-Bundesamt, Richtlinie „Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes an den Bau und den Betrieb von Eisenbahntunneln“, Stand: 01.07.2008, „Tunnelrichtlinie“ (pdf eba.bund.de)

TSI SRT — TSI SRT (safety in railway tunnels) Verordnung (EU) Nr. 1303/2014 der Kommission vom 18.11.2014 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität bezüglich der „Sicherheit in Eisenbahntunneln“ im Eisenbahnsystem der Europäischen Union (eur-lex.europa.eu, pdf deutsch eur-lex.europa.eu)

TSI SRT — European Railway Agency, „Guide for the application of the SRT TSI According to Framework Mandate C(2010)2576 final of 29/04/2010“ (pdf transportstyrelsen.se)

UIC 779-9 — Union Internationale des Chemins de Fer (Internationaler Eisenbahnverband), UIC Codex 779-9 E, „Sicherheit in Eisenbahntunneln / Safety in Railway tunnels”, 1. Ausgabe, 08.2003, (Entwurf v. 24.09.2002 pdf unece.org), die zitierten Passagen blieben so in der Endfassung erhalten

UN AC.9 — United Nations Economic and Social Council, „Recommendations of the Multidisciplinary Group of Experts on Safety in Tunnels (Rail)“, TRANS/AC.9/9, 01.12.2003 (pdf unece.org)

vfdb-Leitf. — Dietmar Hosser (Hrsg.), „Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes“, 3., überarbeitete und ergänzte Auflage November 2013 (pdf vfdb.de)

internationale Richtlinien

NFPA 130 National Fire Protection Association, „NFPA 130, Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems“ (nfpa.org)

Singapur Singapore Civil Defence Force & Land Transport Authority, „Standard for Fire Safety in Rapid Transit Systems“, 2012 Edition (pdf scdf.gov.sg)

9.1.2 ***Genehmigungsverfahren***

umgekehrt chronologisch.

Gen. 18. PÄ Genehmigung PFA 1.1, 18. Planänderung, „Änderung der Fluchtwege“ (pdf eba.bund.de)

Anfr. SÖS-L. 16 Landeshauptstadt Stuttgart, Der Oberbürgermeister, Beantwortung und Stellungnahme zu Anfrage und Antrag 346/2016, GZ: OB 7831-10.00, der Fraktionsgemeinschaft SÖS-LINKE-PluS vom 09.11.2016, „Offene Fragen zum S-21-Brandschutz- und zur Leistungsfähigkeit klären“ (domino1.stuttgart.de, pdf domino1.stuttgart.de)

S21-Auss. 2016 Ausschuss „Stuttgart 21“ des Gemeinderats der Landeshauptstadt Stuttgart, Protokoll zu TOP 6, Niederschrifts-Nr. 2, „Brandschutz“

Gen. 6. PÄ Genehmigung PFA 1.1, 6. Planänderung, Brandschutz im Tiefbahnhof, „Bescheid zur Änderung des Planfeststellungsbeschlusses vom 28. Januar 2005“, 23.04.2015 (pdf eba.bund.de)

Akte 6. PÄ Akte der Eisenbahn-Bundesamts, Außenstelle Stuttgart, Az. 591pä/005-2304#011, „Projekt Stuttgart 21, PFA 1.1, 6. Planänderung, Änderung Zugangsschalen, Bahnsteigzugänge, Zusätzliche Fluchttreppenhäuser, Entfall Versorgungstunnel“ (Akteneinsicht vom 19.02.2015)

BPK 2013 Brandschutz Planung Klingsch GmbH, „Ganzheitliches Brandschutzkonzept“, 08.03.2013, BPK-G 083D/2012 (Anlage 10.A der Akte zur 6. Planänderung)

PFB 1.1 Eisenbahn-Bundesamt, Planfeststellungsbeschluss, „Projekt Stuttgart 21“ Planfeststellungsabschnitt 1.1 (Talquerung mit neuem Hauptbahnhof) (Az.: 59160 Pap-PS 21-PFA 1.1 Talquerung), 28.01.2005 (pdf bahnprojekt-stuttgart-ulm.de)

PFB 1.2 Eisenbahn-Bundesamt, Planfeststellungsbeschluss „Projekt Stuttgart 21“ Planfeststellungsabschnitt 1.2 (Fildertunnel), (Az.: 59160 Pap-PS 21-PFA 1.2 Fildertunnel), 19.08.2005 (pdf bahnprojekt-stuttgart-ulm.de)

PFB 1.2 2. PÄ Eisenbahn-Bundesamt, Planänderungsbeschluss 2. Planänderung PFA 1.2, 26.02.2013 (pdf bahnprojekt-stuttgart-ulm.de)

9.1.3 ***Gutachten, Fachartikel***

wichtige Veröffentlichungen zum Thema.

Personenzugänge

S.a. wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Personenzugänge

Engelh. 02.13 Christoph Engelh., „Stuttgart 21: Kritische Würdigung der Darstellungen der Deutschen Bahn AG zu den Personenstromanalysen“, 27.02.2013, (pdf wikireal.org)

Brandschutz

S.a. wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Brandschutz , wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Brandschutz/Tunnelvergleich

Heydem. 2018 Dipl. Ing. Hans Heydemann, Klagebegründung, Zurückweisung der 18. Planänderung, PFA 1.1

Heydem. 2015 Dipl. Ing. Hans Heydemann, „Fachtechnische Bewertung der Entwurfs- und Genehmigungsplanung »Entrauchungsanlagen im PFA 1.1/1.2/1.5/1.6a« vom 24.11.2014 von HBI Haerter AG Bern / CH“, 16.11.2015. Zugesandt mit dem offenen Brief an das EBA vom 21.11.2015 (pdf ingenieure22.de)

Engelh. 12.13 Christoph Engelhardt, Eingabe an den Stuttgarter Gemeinderat zur S21-Entfluchtung, 03.12.2013 (pdf wikireal.org)

Heydem. 2013 Dipl. Ing. Hans Heydemann, „Gutachten Zur Tunnelsicherheit bei S-21 im Brand- und Katastrophenfall“, 14.06.2013 (pdf ingenieure22.de)

STUVAtec 2010 J. Schreyer, STUVAtec, „Analyse und Risikobetrachtung von Brandereignissen in schienengebundenen ÖPNV- Tunnelanlagen“, 26.04.2010 (pdf vdv.de). Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung , Forschungsbericht FE-Nummer: FE 70.0788/2009/

10 Exkurs: Zur Ursache des ICE-511-Brands in Dierdorf bei Montabaur

Aus Sicht eines Lokführers[1]

Der Zug ist in Siegburg / Bonn abgefahren und hat in einer langen starken Steigung bis zu 40 Promille auf einer Streckenlänge von etwa 40 km bis auf 300 km/h beschleunigt. Dabei waren alle Verbrauchselemente (Trafo, Fahrmotoren, Lüfter, Hilfsbetriebe und Pumpen) zu 100 % gefordert, unter Volllast die höchstmögliche Leitung zu erbringen.

Höchstleistung aller Trafos: dabei wird die Leistung des Zuges auf über 20 000 PS erhöht und es werden bis zu 1600 Ampere aus der Fahrleitung verbraucht. Daher nehme ich an, dass eine schon bestehende starke Erwärmung des Trafos während dieser Beschleunigungsphase stark angestiegen ist und dadurch den Trafo bzw. das Trafoöl zum Brennen gebracht hat.

Dabei geht es ganz zentral um die Frage: Warum blieb die Erwärmung des Trafos bzw. des Trafoöles so lange unbemerkt? Die Leittechnik des Zuges hätte die hohe Temperatur bemerken müssen. Der Trafo wird durch ein „Buchholzschutzrelais“ zweifach geschützt. Bei 90 Grad Trafoöltemperatur erfolgt eine Warnung dieses Relais wegen Gasbildung im Trafo. Die Folgewirkung ist, dass die Anlage sofort nur noch mit 50 % betrieben wird. Bei 110 Grad Trafoöltemperatur erfolgt ein Alarm, der zur Folge hat, dass die Anlage sofort ausgeschaltet wird und der Lokführer diesen Eingriff der Leittechnik nicht rückgängig machen kann. Das hat den tiefgründigen Sinn, genau das zu verhindern, was in Dierdorf passiert ist.

Ich nehme an, dass die Schutzeinrichtung das Buchholzschutzrelais nicht funktioniert hat oder durch die Werkstatt überbrückt wurde, weil der Trafo neues Öl bekommen hat. Bei Neubefüllung des Trafos mit frischem Öl ist Luft im System. Diese Luft verursacht bei normaler Betriebstemperatur des Öles Luftbläschen. Dabei würde das Buchholzschutzrelais Fehler melden, die gar keine sind. Deswegen lässt man das Relais ein paar Wochen abgeschaltet.

Ich schließe auch nicht aus, dass im Trafo eine Kupferleiterbahn einer Wicklung einen Bruch hatte, so dass es zu einer Überlastung / Überhitzung gekommen ist.

Nun zu meinem seit längerem ausgearbeiteten Szenario in Stuttgart, wie durch eine technische Störung ein ICE im Tunnel in Brand gerät und der Lokführer es nicht schafft, den Zug – im Falle von S21 – bis in den Tiefbahnhof zu fahren.

Ein Zug fährt am Flughafen ab in den Fildertunnel in Richtung Stuttgart Hbf. Dabei kommt es zu einem Stromabnehmerschaden und die Fahrleitung fällt herunter. Durch die starke Entladung der Fahrleitung kommt es auf dem Dach des Zuges zu einem Brand, der in die innere Wagendecke übergreift. Der Lokführer muss unbedingt den Zug aus dem Tunnel rausfahren in den Tiefbahnhof. Der Zug ist aber nicht mehr fahrfähig, weil der Zug keine Energieversorgung durch die heruntergefallene Fahrleitung mehr hat.

Das Gefälle beträgt 25 Promille, mehr als doppelt so viel wie zugelassen, und mehr als das Gefälle auf der Geislinger Steige. Der Zug kommt in diesem Gefälle richtig in Fahrt und wenn die Strecke bis in den Tiefbahnhof frei ist, könnte man denken, dass der Zug auch bis dahin rollt. Bei zum Erreichen der zugelassenen Geschwindigkeit muss der Lokführer den Zug bremsen, damit er nicht zu schnell wird.

---

[1] Lokführer mit Praxis seit 2000, zugleich Feuerwehrmann. Kontaktmöglichkeit über Aktionsbündnis, zitiert auch in: https://www.kontextwochenzeitung.de/wirtschaft/394/loderndes-warnsignal-5410.html

Zum Lösen der Bremsen wird Luft gebraucht. Der Luftvorrat eines ICE 3 Zuges ist sehr begrenzt und beträgt nur 2 x 125 l Luftvorrat in den Vorratsluftbehältern, die viel zu klein sind. Die Luftförderung ist wegen der fehlenden Energieversorgung durch die heruntergefallene Fahrleitung nicht mehr möglich, somit ist der Luftvorrat begrenzt.

Wird jetzt von den Reisenden oder Zugbegleiter*innen Brandgeruch und ein Brand im Deckenbereich festgestellt, wird die Notbremse gezogen. Die Notbremse wirkt in diesem Zug zunächst mit einer Vollbremsung, die der Lokführer überbrückt. Das kostet zusätzliche Vorratsluft für alle 8 Wagen beim Lösen dieser Vollbremsung. Der Zug wird langsamer. Dieser Vorgang wiederholt sich, wenn erneut die Notbremse gezogen wird.

Ist jetzt im Tunnel bis zum Tiefbahnhof noch ein Zug vor dem brennenden Zug, der unbedingt in den Tiefbahnhof einfahren muss und kommt es zum Halt des Zuges, dann ist die Luft aufgebraucht, der Lokführer kann die Bremsen des Zuges nicht mehr lösen.

Der Zug kommt auch zum Stehen, wenn immer wieder Regulierungsbremsungen durchgeführt werden müssen, damit die zulässige Geschwindigkeit nicht überschritten wird.

Der Zug bleibt brennend im Tunnel stehen. Wenn sich ein Brand im Dach bzw. Deckenbereich ereignet hat, kommt dort das Zugpersonal mit ein paar Kleinlöschgeräten (Feuerlöschern) nicht heran.

So wäre es auch in Dierdorf gewesen, wenn man den Brand bemerkt hätte. Es hätte dann kein Löschangriff stattfinden können, weil sich der Trafo unterflur unter dem Wagenboden befindet und das Feuer in den Fahrgastraum übergetreten ist.

Genau dieser Fall, den ich beschreibe für den Fildertunnel hat sich - so nehme ich an - vor ein paar Jahren im Spessart ereignet zwischen Aschaffenburg und Würzburg auf der freien Strecke: Der Zug hat angehalten, eine Werkfeuerwehr musste mit Sonderlöschmitteln den Brand in Dach und Deckenbereich löschen.

Ich kann mir beim Vollbrand eines ICE Zuges wie in Dierdorf im Tunnel keinen sinnvollen Löschangriff vorstellen und schon gar nicht in einem einröhrigen Tunnel mit einem verringerten Querschnitt wie das in den Tunneln bei Stuttgart 21 der Fall ist. Ölbrände und Aluminiumbrände lassen sich nicht mit Wasser löschen. Daher bringen die nassen Löschwasserleitungen im Tunnel nichts.

Ein weiteres Problem ist das Erden eines brennenden ICE 3 Zuges, das nur der Lokführer durchführen kann. An bis zu 6 verschiedenen Stellen muss der Lokführer im Zug Erdungsschalter einlegen, damit die Feuerwehr mit der Brandbekämpfung beginnen kann.

Wird das alles nicht gemacht, sind die eingesetzten Feuerwehrleute mit bis zu 2800 V ~ geladenen Kondensatoren hohen gefährlichen elektrischen Spannungen ausgesetzt, die für den Menschen bei Berührung in jedem Fall tödlich sind.

Als in Dierdorf/Montabaur der Zug angehalten hat, stand der Wagen 32 (Trafowagen) etwa 380 m vom Lokführer entfernt in einem Vollbrand. Da ist das Erden durch niemanden mehr möglich. Der Zugang in den Wagen war für den Lokführer wegen des Vollbrandes nicht möglich. Der Erdungsschalter in der Decke ist außerdem mit abgebrannt. Nicht mal ein Feuerwehrmann in Feuerschutzkleidung unter Atemschutz hätte den Trafowagen erden können. Die Feuerwehr war nach sehr kurzer Zeit am Einsatzort.

So lange aber nicht bestätigt ist, dass

- Gleise gesperrt sind,
- der Zugverkehr eingestellt ist,
- und die Fahrleitung abgeschaltet ist,

dürfen die Feuerwehren nicht tätig werden.

Denn das Brandschutzhilfeleistungsgesetz in Rheinland-Pfalz und in Baden- Württemberg verbietet den eingesetzten Feuerwehren das Betreten der Gleise (und weitere Maßnahmen zur Menschenrettung), solange der Notfallmanager (Einsatzleiter der Bahn) nicht am Einsatzort eingetroffen ist.

Im Fall Dierdorf war der Notfallmanager nach meinen Informationen 40 Minuten nach Anhalten des Zuges eingetroffen. Er müsste gemäß dem Notfallmanagement der Bahn spätestens nach 30 Minuten vor Ort sein.

Ich habe auch schon erlebt, dass der Notfallmanager erst nach Stunden eingetroffen ist. In der Regel sind nach meinen Erfahrungen die Feuerwehr, der Rettungsdienst, die Bundespolizei und andere Hilfsorganisationen schneller am Unfallort als der Notfallmanager. Mit der Evakuierung wurde sofort begonnen. Das war sehr gut, aber im Tunnel wären die Wege sehr lange gewesen für alle Beteiligten.

(folgende 2 Seiten:
Einsatzmerkblatt der Deutschen Bahn für Rettungseinsätze bei ICE)

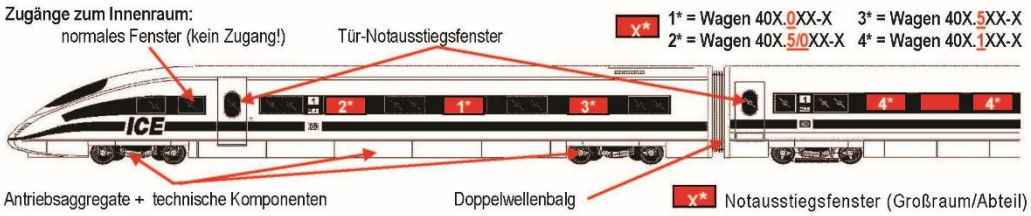
Einsatzmerkblatt für Eisenbahnfahrzeuge

DB Mobility Networks Logistics

Elektrischer Triebzug — Baureihen 403 / 406

1. Fahrzeugaufbau

Fahrzeugansicht: ICE 3 End- und Trafowagen



Material der Wagenwände und des Daches:

Aluminium-Hohlkammerprofile (Al-Knetlegierung AlMgSi 0,7)
Blechplatten (Al-Knetlegierung AlMg 4,5 Mn und AlMgSi 1)

Besonderheiten:

- Ein Triebzug besteht aus 8 gekuppelten Fahrzeugen (= Halbzug), die durchgehend begehbar sind.
- Ein Zug kann aus zwei Halbzügen bestehen, zwischen denen kein Übergang vorhanden ist.
- Fahrgasträume sind in allen Fahrzeugen vorhanden.
- Führerräume sind durch Glaswände und Glastüren von den Fahrgasträumen (Lounge) getrennt.
- Antriebe und (elektro-)technische Komponenten sind Unterflur über den gesamten Triebzug verteilt.
- Angetriebene Fahrzeuge sind die End- (40X.0, 40X.5) und Stromrichterwagen (40X.2, 40X.7).
- Im Gegensatz zur BR 403 ist die BR 406 ein Mehrsystemtriebzug (15 kV bzw. 25 kV Oberleitungsspannung).

Besonderheiten zu Löschangriffspunkten: Vorzugsweise Türen und Notausstiegsfenster

2. Rettungs- und Versorgungsöffnungen (nach Priorität)

Türen: Druckdichte Schwenkschiebetüren

Notentriegelung von innen:

1. Scheibe des Nottasters einschlagen und Nottaster drücken.
2. Darunter liegenden roten Handhebel (Hilfsentriegelung) ziehen.
3. Tür nach außen drücken und am Türgriff von Hand aufschieben

Notentriegelung von außen:

1. Batteriestecker (siehe Punkt 3) in den Batteriekästen der Mittelwagen 40X.3 und 40X.8 ziehen.
2. Außentüren mit dem roten Handhebel neben der Tür entriegeln. (Bei Seiten- oder Schräglage des Fahrzeugs gleichzeitig mit einem „Hebeeisen" bei der, dem Handhebel abgewandten Seite der Tür in die Türdichtung stoßen und das Türblatt (Gewicht ca. 120 kg) vom Wagenkasten weg herausheben.
3. Tür von Hand aufschieben.

Notausstiege:

Notausstiegsfenster befinden sich:

- in der Außentür mit Ausreißgummiprofil (nur solange Ausrüstungsprogramm der Notausstiegsfenster nicht abgeschlossen) nur von innen bedienbar; nach innen zu öffnen!!!
- in jedem Großraumwagen sowie jedem Abteil (Einschlagfenster; Kennzeichnung durch roten Punkt auf dem Fenster); von innen und außen bedienbar; nur nach außen zu öffnen!!! Hinweis: Ausrüstung erfolgt ab 10/2004
- in jedem Führerraum (öffnungsfähiges Schwenkfenster); nur von innen bedienbar; nur nach innen zu öffnen!!!

Ersteller: Deutsche Bahn AG, Technik Hochgeschwindigkeitstriebzüge, T.TFT 1
Herausgeber: Deutsche Bahn AG; Notfallmanagement@deutschebahn.com

Stand: 05/2005
Seite 1
DB 403_406

■ **Fenster:**

Notausstiegsfenster (NAF) als Einschlagfenster mit rotem Punkt

- Seitenfenster aus doppelten Verbundglasscheiben (36 mm)
- NAF in den Außentüren aus doppelten Verbundglasscheiben (19 mm)
- NAF in den Großräumen und Abteilen aus doppelten Verbundglasscheiben (36 mm)
- Frontscheibe ist keine Isolierglasscheibe (nicht zerstörbar!) (18 mm)

Werkzeuge: Nothammer (Anwendung nur von innen am gekennzeichneten NAF),
Feuerwehraxt oder Trennschleifer mit Steinscheibe (Anwendung außen) – Frontscheibe ist nicht zerstörbar!

■ **Übergang zum Nachbarwagen:**

Doppelwellenbalg (zweiwandig) ist zwischen den Alu-Rippen aufschneidbar.
Werkzeug: Gurtmesser oder Kappmesser

■ **Seitenwand unter Fenster:**

Alu-Hohlkammer-Strangpressprofil	(90 mm)
Isolierung (Zellulose-Acetat-Isolierwerkstoff)	(40 – 60 mm)
Polyester-GFK-Verkleidung	(3 mm)

3. Weitere Gefahren durch elektrischen Strom

■ **Stromabnehmer sollten grundsätzlich abgesenkt sein!**

■ **Hochspannungsleitungen:** 25 kV und 15 kV Wechselspannung (AC), 3 kV und 1,5 kV Gleichspannung (DC) im Dachbereich.
Achtung: Im Bereich der Antriebsaggregate und Schaltschränke können auch nach der Stromlosschaltung hohe Restspannungen auftreten! Bei nicht geerdeten Triebzügen kann es zur Rückkopplung von Zwischenkreisspannungen auf die Dachleitung kommen!

■ **Batteriespannung 110 V:**

Das Abschalten der Batterie ist nur durch Ziehen des Batteriesteckers in den Mittelwagenagen 40X.3 und 40X.8 möglich. (Achtung: Durch diese Maßnahme wird die Hilfsentriegelung der Türen wirksam).
Der Batteriestecker befindet sich hinter der Seitenklappe mit der nachfolgenden Aufschrift:

- Die Seitenklappe wird an den Verschraubungen mit dem Vierkantschlüssel geöffnet.
- Hierzu beide Verschraubungen lockerr
- Mittigen Haltehaken hochdrücken und Seitenklappe absenken.
- Batteriekastendeckel mittels Vierkant öffnen und abnehmen.
- Sowohl links als auch rechts des jeweiligen Batteriekastens befinden sich die zu ziehenden Batteriestecker.

Geöffnete Seitenklappe und geöffneter Batteriekastendeckel

Batteriestecker

4. Brennbarkeit der Materialien

■ Alle Stoffe entsprechen der Brandschutzstufe 2 nach DIN 5510 Teil 1. Die elektrischen Leitungen sind größtenteils halogen-(PVC-)frei. Die Innenschale der einzelnen Wagen besteht aus einem sogenanntem Polyester-Sandwich-Aufbau mit dahinterliegender Isolierung (Dachbereich Mineralwolle, Seitenwand Zellulose-Acetat-Isolierung).

5. Gefahren durch Flüssigkeiten und Gase

■

	Inhalt / Stoff	Mengenangabe	Besonderheiten
Transformator (nur Wagen 40X.1 und 40X.6)	Trafoöl (PCB-frei)	ca. 1640 l	WGK 1; wird bis 110°C heiß; Das Ölausgleichsgefäß befindet sich auf dem Dach hinter der Stromabnehmerverkleidung und ist über Rohrleitungen mit dem Transformator verbunden.
Batterie	Säure – Füllung	bis zu 105 l	UN-Nr. 1830
Luftbehälter	Druckluft	bis zu 125 l/Beh.	max. 10 bar, mehrere Behälter / Leitungen
Kühlung Bord-Bistro	Kältemittel R134a	ca. 5 kg	nicht toxisch

Hinweis: Die Klimaanlage in den Triebzügen der BR 403 / 406 ist luftgestützt und enthält kein sonstiges Kältemittel.

Ersteller: Deutsche Bahn AG, Technik Hochgeschwindigkeitstriebzüge, T.TFT 1
Herausgeber: Deutsche Bahn AG; Notfallmanagement@deutschebahn.com

Stand: 05/2005
Seite 2
DB 403_406

11 Exkurs: Notwendigkeit einer Werkfeuerwehr bei Stuttgart 21

(Johannes Frank, Brandoberamtsrat a.D.)

Historie der Bahnfeuerwehr:

140 Jahre Bahnfeuerwehren in Deutschland

Der Brandschutz der Eisenbahn in Deutschland und die darin eingebundenen Bahnfeuerwehren gehen bis auf die Gründerjahre der Eisenbahn (1835 ff). Die Kopfstärken der Bahnwehren (BfW) bewegten sich meist zwischen 40 und 60 Mann. Von 1955–1994 rückten die bundeseigenen Bahnfeuerwehren zu insgesamt 53.237 Einsätzen aus (p.a. 1.521 Einsätze).

Mit Gründung der Deutschen Bahn AG am 01.01.1994 zeigte sich sehr schnell, dass in einer auf Aktiengewinne ausgerichteten Bahn für eine Sicherheitstruppe kein Platz mehr sein würde. [2] 162 Berufsfeuerwehren mit ca. 2.000 Feuerwehrangehörigen wurden 1994 nach der Privatisierung der Deutschen Bundesbahn aufgelöst.[3]

Da aus wirtschaftlichen Gründen keine Umstrukturierung der staatlichen Bahnfeuerwehren in nicht öffentliche Feuerwehren (Werkfeuerwehren) vorgenommen wurde, übernehmen seit der Auflösung die kommunalen Feuerwehren die Einsätze der ehemaligen Bahnfeuerwehr. Die Kosten wurden damit zum größten Teil auf die Kommunen abgewälzt.[4] (siehe auch [5])

Werkfeuerwehren in Deutschland:

Das Brandschutzkonzept für Stuttgart 21 (Tiefbahnhof und Tunnelstrecken) sieht keine Werkfeuerwehr vor. Somit müssen die kommunalen Feuerwehren die Aufgaben auf dem privaten Werksgelände der Deutschen Bahn AG übernehmen. Da das Gefahrenpotential des Tiefbahnhofs und der Tunnelstrecken – und damit die Einsatzhäufigkeit – mit denen von Betrieben, Einrichtungen und Verwaltungen vergleichbar ist, die Werkfeuerwehren laut Feuerwehrgesetz Baden Württemberg § 19 (3,4) vorhalten müssen, müssen die kommunalen Feuerwehren mindestens 3 mal am Tag zu Einsätzen auf das Gelände der Deutschen Bahn AG ausrücken (Stand 2012).

781	Werkfeuerwehren mit
31.710	Feuerwehrangehörigen incl.
8.724	hauptberuflichen Feuerwehrangehörigen, rückten 2012 zu
184.799	Einsätzen aus
3	Einsätze pro Tag je Werkfeuerwehr
26.076	Fehlalarmierungen
8.799	Fehlalarmierungen durch Brandmeldeanlagen

[2] Quelle: Feuerwehrchronik Die Bahnfeuerwehr Herausgeber Bernd Klaedtke & Michael Thissen 4. Jahrgang 31.05.2008 Nr. 3

[3] Eine Werkfeuerwehr Bahn gibt es auf dem Rangierbahnhof MASCHEN und dem Rangierbahnhof NÜRNBERG. Der Fuhrpark dieser Wehren wurde zwischenzeitlich den örtlichen Erfordernissen angepaSSt. Das hohe Gefahrenpotenzial auf diesen Rangierbahnhöfen zwang die DB AG zur Einrichtung dieser beiden Wehren, die mit hauptamtlichen Kräften besetzt sind. Eine Betriebsfeuerwehr gibt es noch in der Signalwerkstätte Wuppertal. sowie in den Werken Hannover und Kassel.

[4] Feuerwehrgesetz (FwG) Baden-Württemberg, in der Fassung vom 2. März 2010, § 2 Aufgaben der Feuerwehr

[5] Siehe auch: Brandschutzbedarfsplan der Stadt Ulm, Anhang, Punkt 7

Unterhalt einer Werkfeuerwehr

Der finanzielle Aufwand für einen Feuerwehrangehörigen setzt sich aus Lohn- und infrastrukturellen Kosten zusammen. Ein hauptberuflicher Werkfeuerwehrangehöriger oder Berufsfeuerwehrbeamter kostet p.a. ca. 140.000 Euro.[6]

Vergleich des Gefahrenpotentials von Stuttgart 21 mit unterirdischen Anlagen des Bundes.

Die Bundeswehr hält in 6 Standorten mit Untertageanlagen/unterirdischen Tunnelanlagen, mit weniger bzw. vergleichbarem Risiko wie in den Tiefbahnhöfen und Tunnelstrecken von S21, 6 Berufsfeuerwehren mit 374 Feuerwehrbeamten und ca. 62 hauptberufliche Einsatzkräfte je Standort vor.

Um einen vergleichbaren Sicherheitsstand wie eine Berufswehrfeuerwehr für Untertageanlagen mit Tunnelsystemen zu erreichen, müsste die Deutsche Bahn AG für die Tiefbahnhöfe und Tunnelstrecken bei S21 ebenfalls eine notwendige Werkfeuerwehr mit mindestens 61 hauptamtlichen Werkfeuerwehrangehörigen vorhalten. Die hierfür entstehenden Kosten belaufen sich auf rund 8,54 Mill Euro pro Jahr.

Berechnung einer Werkfeuerwehr mit vergleichbaren Berufsfeuerwehren des Bundes mit Untertageanlagen/Tunnelsystemen

Funktionen für den Ersteinsatz	Funktionsfaktor einer Einsatzkraft (Berechnung mit Funktionsfaktor von 5,5)	Gesamtanzahl der Werkfeuerwehrangehörigen 24 Stunden am Tag an 365 Tagen im Jahr („rund um die Uhr“) vorzuhalten	Lohn- und infrastrukturelle Kosten (Sachkosten, Feuerwachenunterhalt etc.) für einen Werkfeuerwehrangehörigen pro Jahr in Euro	Kosten für 61 Werkfeuerwehrangehörige pro Jahr in Euro, um 11 Funktionen einsatzbereit vorzuhalten
11	**5-6**	**61**	**140.000**	**8.540.000**

Umgerechnet müssen für 11 Funktionen für den Ersteinsatz mit einem Funktionsfaktor von 5–6, also 61 Werkfeuerwehrangehörige eingestellt werden.

Risikobeurteilung der Bedarfs- und Entwicklungsplanung für nichtöffentliche Feuerwehren (Werkfeuerwehren) eines Versicherers

Auf Basis des Merkblatts „Nichtöffentliche Feuerwehren – Ein Baustein des betrieblichen Gefahrenabwehr-Managements“ [7] wurde eine Risikobeurteilung aus Sicht eines Gesamtversicherers

[6] Quelle: Werkfeuerwehrverband

für Tiefbahnhöfe und Tunnelstrecken S21 erstellt, mit dem Ziel, eine Aussage über die Anzahl von Mannschaft und Gerät einer notwendigen Werkfeuerwehr für Stuttgart 21 treffen zu können. Nach der Zuordnung der Risikoklassen (R1 bis R7) zu den Betriebsartennummern werden die Tiefbahnhöfe und die Tunnelstrecken mit der Risikoklasse 5 bewertet. [8]

13140	R5	Landfahrzeuge (z. B. Pkw, Lkw, Motorräder, schienengebundene Fahrzeuge)

Tabelle 3: Feuerwehrklassen

		Feuerwehrklasse								
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	Bem.
A	**Personal**									
	Gesamtschichtstärke hauptberufliche **und** nebenberufliche Anz. Fm (SB)	3	6	6	9	12	15	21	24	
	davon mindestens ⅔ atemschutztauglich	2	4	4	6	9	10	14	16	
A.1	**Soforteinsatzstärke** Anz. Fm (SB) [1]	-	-	3	6	9	12	18	18	[3]
	davon mindestens atemschutztauglich	-	-	2	4	6	8	12	12	
	zeitweise verminderte Schichtstärke	Abwertung um jeweils 1 Feuerwehrklasse								
A.2	**hauptberufliche** Fm (SB)	-			3	6	9	12	18	[3]
	Anwesenheit in Schichten	-			mind. 2 Schichten (16 h/Tag)	24 h/ständig				
A.3	**nebenberufliche** Fm (SB)	Differenz zwischen Gesamtstärke und hb								[3] [4]
	Anwesenheit in Schichten	in der Betriebszeit		ständig anwesend (Betriebszeit und betriebsfreie Zeit)						[5]
A.4	Fortbildung									
	Theoret. Unterricht und Übungsdienst	monatlich					wöchentlich			
	Einsatzübungen	jährlich								

B	**Feuerwehrfahrzeuge, Ausrüstung und Löschwasserversorgung (LWV)**									
B.1	Löschfahrzeuge [6], TS	stationäres LWV-System	1 TSF zusätzl. mind. 1 TS 8 [7]	1 Löschfahrzeug	2 Löschfahrzeuge	2 Löschfahrzeuge	3 Löschfahrzeuge	4 Löschfahrzeuge	5 Löschfahrzeuge	
	Pumpenleistung (min.)	-	-	FP 8/8	je FP 8/8	je FP 16/8	je FP 16/8	je FP 16/8	je FP 16/8	
	Mindest-Wasservorrat (ges.)	-	-	500 l	1.200 l	3.200 l	5.000 l	7.000 l	10.000 l	
B.2	Löschwasserversorgung	DVGW	DVGW	DVGW	DVGW	3200	4800	6400	6400	[8]
B.3	Hubrettungsfahrzeuge	wenn notwendig als 2. Rettungsweg oder Angriffsweg der Feuerwehr								
B.4	Einsatzleitwagen	-					1	1	1	
B.5	Atemschutz (Pressluftatmer)	-	4	6	8	10	12	14	18	
C	**Alarmierung, Fernmelde- und Nachrichtenmittel**									
C.1	werksinterner Notruf läuft auf	in ständig besetzte Stelle			in Leitstelle			in Feuerwehrleitstelle		
C.2	Einsatzdokumentation	schriftlich						schriftlich, zusätzlich Tonaufzeichnung		
C.3	Nachrichtenmittel [9]									
	Anzahl mobile Funkgeräte	-	3	4	4	5	6	7	10	
	Anzahl stationäre Funkgeräte	-	-	-	1	1	1	1	1	
D	**Bauliche Anlagen**									
	Feuerwehrhaus / Feuerwache	Feuerwehrhaus			Feuerwache					
E	**Hilfsfrist**									

[1] innerhalb von max. 1 Minute am Fahrzeug
[2] bei Durchführung „externer" Dienstleistungen beachten:
- Mindestbesatzung auf der Wache
- Erreichbarkeit der extern tätigen Kräfte
- Möglichkeit der sofort. Unterbrechg. d. Aufgaben
- ausreichend Fahrzeuge vorhanden

[3] Die Ausbildung der Fm(SB) muss nach den landesrechtlichen Vorschriften erfolgen.
[4] prüfen: sind nb Kräfte abkömmlich?
[5] prüfen: Verfügbarkeit (Zeit, Zuverlässigkeit) der „dienstfreien" Schicht
[6] hier: Löschfahrzeug als Sammelbegriff für LF, TLF, TSF
[7] alternativ: stationäres LWV-System
[8] Die Abkürzung DVGW steht für: „entspr. DVGW-Arbeitsblatt W 405".
[9] Störungsfreies Funksystem (siehe Abschnitt 3.4 Funktechnik) Verständigungsmöglichkeit mit der öffentlichen Feuerwehr in Abstimmung mit dem zuständigen Träger des Funkverkehrskreises (Stadt/Kreis)!

Um einen notwendigen Schutzwert in Abhängigkeit der Risikoklasse 5 von 85 Punkten zu erreichen, ist eine Einstufung von Mannschaft und Gerät nach der Feuerwehrklasse F 7 notwendig, um an zwei Tunnelzugängen einen Ersteingriff mit mindestens 2 Löschfahrzeugen zu gewährleisten. [9]

Bei der Betrachtung von betrieblichen Risiken und Brandgefahren sowie deren Auswirkungen ist für den Versicherer das frühzeitige und wirksame Eingreifen der nichtöffentlichen Feuerwehr im Zusammenhang mit dem betrieblichen Gefahrenabwehr-Management von besonderem Interesse. Vor allem die auf die betrieblichen Risiken abgestimmte Ausstattung, die Vorortkenntnis, die verkürzte Hilfsfrist und die Mitwirkung bei Prävention und Organisation der betrieblichen Gefahrenabwehr sind hierbei wesentlich.

Eine notwendige Werkfeuerwehr für die Tiefbahnhöfe und Tunnelstrecken S21 nach der Risikobeurteilung eines Versicherers müsste mindestens 116 hauptamtliche Werkfeuerwehrangehörige vorhalten. Die hierfür entstehenden Kosten belaufen sich auf rund 16,17 Mill Euro pro Jahr. (Ca. 10% der Feuerwehrangehörigen wären parallel im Vorbeugenden Brandschutz beschäftigt).

Risikobeurteilung der Bedarfs- und Entwicklungsplanung für nichtöffentliche Feuerwehren (Werkfeuerwehren) eines Versicherers:

[7] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. GDV: Nichtöffentliche Feuerwehren – Ein Baustein des betrieblichen Gefahrenabwehr-Managements VdS 2034: 2014-02 (02). GDV-Publikation zur Schadenverhütung. Die Publikation wurde vom GDV gemeinsam mit dem Bundesverband Betrieblicher Brandschutz – Werkfeuerwehrverband Deutschland e.V. (WFV-D) erstellt.

[8] Merkblatt, S. 19

[9] Siehe Tabelle 3: Feuerwehrklassen

Funktionen für den Ersteinsatz	Funktionsfaktor einer Einsatzkraft (Berechnung mit Funktionsfaktor von 5,5)	Gesamtanzahl der Werkfeuerwehrangehörigen 24 Stunden am Tag an 365 Tagen im Jahr („rund um die Uhr“) vorzuhalten	Lohn- und infrastrukturelle Kosten (Sachkosten, Feuerwachen-Unterhalt etc.) für einen Werkfeuerwehrangehörigen pro Jahr in Euro	Kosten für 116 Werkfeuerwehrangehörige pro Jahr in Euro, um 21 Funktionen einsatzbereit vorzuhalten
21	**5-6**	**116**	**140.000**	**16.170.000**

Umgerechnet müssen für 21 Funktionen für den Ersteinsatz mit einem Funktionsfaktor von 5–6, also 116 Werkfeuerwehrangehörige eingestellt werden.

Notwendige Funktionen bei einem Brand in einer unterirdischen Verkehrsanlage im Bereich der Innenstadt

Für die Landeshauptstadt Stuttgart legt der Feuerwehrbedarfsplan[10] fest:

„Zur Bewältigung des Bemessungsszenarios ‚Brand in einer unterirdischen Verkehrsanlage im Bereich der Innenstadt‘ sind an mindestens zwei Zugängen als Ersteinheiten höchstens 8 Minuten nach Abschluss der Alarmierung jeweils 12 Einsatzkräfte erforderlich.

15 Minuten nach Abschluss der Alarmierung müssen an beiden Zugängen die Ergänzungseinheiten mit weiteren jeweils 4 Einsatzkräften eintreffen. Weitere 6 Funktionen sind minimal für Führungs- und Unterstützungsaufgaben erforderlich. Damit sind insgesamt mindestens 38 Funktionen im Ersteinsatz erforderlich. Der Erreichungsgrad soll 95 % betragen.“

Die Branddirektion Stuttgart muss für den Ersteinsatz bei einem Brand in einer unterirdischen Verkehrsanlage im Bereich der Innenstadt zusätzlich 38 Funktionen vorhalten.

Daraus ergibt sich folgende Berechnung für Logistik und Kosten:

Funktionen für den Ersteinsatz	Funktionsfaktor einer Einsatzkraft (Berechnung mit Funktionsfaktor von 5,5)	Gesamtanzahl der Feuerwehrbeamten um 38 Funktionen 24 Stunden am Tag an 365 Tagen im Jahr („rund um die Uhr“) vorzuhalten	Lohn- und infrastrukturelle Kosten (Sachkosten, Wachen-Unterhalt etc.) für einen Feuerwehrbeamten pro Jahr in Euro	Kosten für 209 Feuerwehrbeamte pro Jahr in Euro, um 38 Funktionen bei einem Brand in einer unterirdischen Verkehrsanlage im Bereich der Innenstadt Stuttgart vorzuhalten
38	**5-6**	**209**	**140.000**	**29.260.000**

Umgerechnet müssen für den Ersteinsatz mit 38 Funktionen mit einem Funktionsfaktor von 5–6, also 209 Feuerwehrbeamte zusätzlich eingestellt werden.

[10] Quelle: Feuerwehrbedarfsplan für die Landeshauptstadt Stuttgart, Branddirektion, Stand: 11.07.2011 Seite 64

Offene Fragen:

1. Wer trägt die Kosten für die zusätzlichen 38 Funktionsstellen (entsprechen 209 Feuerwehrbeamten), die ausschließlich für einen Einsatz bei Stuttgart 21 eingestellt werden müssen?
2. Zu welchem Zeitpunkt sind diese 209 Feuerwehrbeamten (Mannschaft) einsatzbereit?
3. Welche Kosten sind für eventuelle notwendige Geräte z.B. Sonderfahrzeuge für einen Brand in einer unterirdischen Verkehrsanlage im Bereich der Innenstadt veranschlagt?
4. (Eine Taktische Einheit besteht aus Mannschaft und Gerät.)

Zum Autor:

Johannes Frank

- Brandoberamtsrat a.D. und Brandschutzsachverständiger gehobener feuerwehrtechnischer Dienst (RP TÜ vom 07.09.1995-AZ.22-34/2621.6)
- Sachverständiger nach (VwV-Brandverhütungsschau) und (VwV Brandschutzprüfung)
- Zertifizierter Sachverständiger für Brandschutz im DGSV/EWIVS

12 Anlagen

Anlage 1 (7 Seiten):

gruner

DB ProjektBau GmbH
Grossprojekt Stuttgart21 / Wendlingen-Ulm
Herr Jens Lindenau
Räpplenstrasse 17
DE-70191 Stuttgart

Basel, 20. September 2012

207'015'000 Dr. Stephan Gundel
Telefon +41 61 317 64 40
Email stephan.gundel@gruner.ch

Stuttgart 21, PFA 1.1 / 1.2 / 1.5 / 1.6a: Brandschutz und Sicherheit Betriebsphase - Aufbereitung des vorhandenen Planungsstandes und Prüfung des Brandschutzkonzepts für den neuen Hauptbahnhof

Sehr geehrter Herr Lindenau,

wir beziehen uns auf das bestehende Mandat für die sicherheits- und brandschutztechnische Beratung Ihres Hauses im Zusammenhang mit dem Grossprojekt Stuttgart 21 / Wendlingen-Ulm. Wir hatten Herrn Penn in diesem Zusammenhang am 07. September 2012 ein Schreiben mit dem o.g. Betreff zum aktuellen Stand Sicherheit und Brandschutz Betriebsphase zugesendet. Wie heute telefonisch besprochen, erhalten Sie nachfolgend eine leicht modifizierte Version dieses Schreibens für Ihre Unterlagen bzw. als Grundlage für eine gemeinsame Besprechung des weiteren Vorgehens.

Basis unseres Schreibens vom 07. September 2012 war die Prüfung der Nachlieferung des Brandschutzkonzepts zum Hauptbahnhof (Ingenieurbüro Brandschutzplanung Klingsch) sowie die Durchführung einer Abstimmungssitzung mit dem PFA 1.5 sowie dem Lüftungsplaner für die Tunnelstrecken, Kofler Energies GmbH am 05. September 2012 bei Ihnen im Haus. Nachfolgend erhalten Sie unsere Einschätzung zum aktuellen Stand in dieser Angelegenheit. Dieser hat sich nach unserem Kenntnisstand seit dem 07. September 2012 nicht wesentlich verändert.

Aktuell vorhandene Beurteilungsgrundlagen

Unser gegenständliches Schreiben basiert bezüglich des Brandschutzkonzepts für den neuen Hauptbahnhof auf dem ganzheitlichen Brandschutzkonzept BPK-G 083A/2012, Stand 29.08.2012 einschliesslich seiner 7 Anlagen, sowie den Grundlagen zur Beurteilung der ursprünglichen Version dieses Konzepts vom 30.06.2012 (d.h. Prüfbericht DB Station & Service vom 13.07.2012, Stellungnahme der Gruner AG vom 23. Juli 2012).

KIR/c:\users\kir\appdata\local\temp\uqrpwlseib_gst_lindenau_20120920.doc

Gruner AG Ingenieure und Planer
Gellertstrasse 55, Postfach, CH-4020 Basel, Telefon +41 61 317 61 61, Fax +41 61 312 40 09, mail@gruner.ch, www.gruner.ch

Bezüglich der Planung der Lüftungs- und Entrauchungsanlagen der Tunnelstrecken sind derzeit seitens Kofler Energies noch kein schriftliches Konzept oder weitere Untersuchungen (z.B. Simulationsergebnisse) vorgelegt worden. Unsere diesbezüglichen Einschätzungen basieren daher auf dem Protokoll einer Sitzung der DB ProjektBau mit Kofler und Gruner am 15.08.2012 (Ergebnisprotokoll Nr. 991 von Drees & Sommer zum Projekt Stuttgart 21, PFA 1.1), dem Abstimmungsgespräch mit der DB ProjektBau (Herren Wörner, Ziebart und Baumgartner), Kofler (Herr Senge) und Gruner (Herren Gundel und Bassler) am 05. September 2012 in Stuttgart sowie einer schriftlichen Stellungnahme von Herrn Senge an Herrn Ziebart vom 07. September 2012.

Aktueller Stand bezüglich Brandschutzkonzept Neubau Hauptbahnhof Stuttgart

Das Brandschutzkonzept für den neuen Hauptbahnhof Stuttgart im PFA 1.1 wird durch das Ingenieurbüro Brandschutzplanung Klingsch (BPK) als Nachunternehmer des Architekturbüros ingenhoven architects GmbH erstellt. Wie bekannt, hatte BPK zum 30.06.2012 eine grundsätzlich überarbeitete Fassung des ganzheitlichen Brandschutzkonzepts für den Hauptbahnhof auf Basis der neu anzusetzenden Brandbemessungskurve vorgelegt (BPK-G 083/2012). Dieses Konzept wurde sowohl seitens der DB Station & Service AG als auch der Gruner AG geprüft und verschiedene, teilweise kritische Mängel identifiziert. Im Rahmen von Abstimmungssitzungen am 07. und 22. August 2012 wurden diese Mängel mit BPK besprochen und eine Nachbesserung auf den 31.08.2012 verlangt. Das entsprechend überarbeitete Konzept BPK-G 083A/2012 wurde schliesslich mit Stand 29.08.2012 durch den Berichterstatter bei der DB ProjektBau erneut vorgelegt und der Gruner AG zur Prüfung übergeben. Diese Prüfung hat folgende Ergebnisse erbracht:

- Der Berichterstatter hat das Konzept grundsätzlich um vertiefte Angaben zu den durchgeführten Simulationen zu Entrauchung und Evakuierung erweitert. Dies war eine Forderung sowohl aus dem Prüfbericht der DB S&S als auch der Stellungnahme der Gruner AG. Zudem wurden verschiedene Anlagen (d.h. Protokolle zur Abstimmung mit der Feuerwehr sowie zur Abstimmung des Einsatzes von Massnahmen zur Branddetektion etc.) neu beigelegt. Die Erkenntnisse zu den identifizierten inhaltlichen Mängeln haben sich jedoch gegenüber der ersten Fassung erhärtet, eine wesentliche Klärung kritischer Punkte durch das überarbeitete Konzept hat nicht stattgefunden.

- Das Brandschutzkonzept bzw. der dort enthaltene Evakuierungsnachweis gehen weiterhin von Evakuierungszeiten der Bahnhofshalle von bis zu 23 Minuten nach Einfahrt des Zuges in den Hauptbahnhof aus. Zuzüglich der angenommenen 7 Minuten für die Tunnelfahrt sowie 1 Minute Detektionszeit und 1 Minute Reaktionszeit der zu Evakuierenden ergibt sich daraus als errechnete Maximalzeit für eine im Zug befindliche Person von Brandeintritt bis zum Erreichen eines sicheren Bereichs von 32 Minuten. Dies liegt, wie in unserem Schreiben vom 23. Juli 2012 bereits ausführlich dargelegt, deutlich über Referenzzeiten aus einschlägigen normativen Vorgaben, z.B. der Versammlungsstättenverordnung. Grundsätzlich wird normativ bei Gebäuden von einer Evakuierungszeit von 2 Minuten, unter besonderen Bedingungen ggf. bis zu 8 Minuten, ausgegangen. Auch im Anwenderhandbuch der DB Station & Service AG für Bemessungsbrände für S-Bahnen und den gemischten Reisezugverkehr (Stand 21. Juni 2010) wird davon ausgegangen, dass "die Selbstrettungsphase in der Regel 15 Minuten nach Brandbeginn beendet ist" (S. 30). Diese Annahme stellt gegenüber den einschlägigen Hochbauvorschriften be-

KIR/C:\users\kirl\appdata\local\temp\vpgrpwise\b_gst_lindenau_20120920.doc

reits eine Erleichterung dar und würde bei Anwendung auf den neuen Stuttgarter Hauptbahnhof bedeuten, dass die Evakuierung 8 Minuten nach Einfahrt des Zuges beendet sein müsste (da 15 Minuten ab Brandbeginn bereits 7 Minuten Tunnelfahrt beinhalten). Zudem handelt es sich beim neuen Stuttgarter Hauptbahnhof um einen Neubau, bei dem entsprechend dem Stand der Technik eine möglichst schnelle Evakuierung, nicht jedoch die Einhaltung eines empirisch abgeleiteten Mittelwertes angestrebt werden sollte.

Dies vorangestellt, muss die grundsätzliche Genehmigungsfähigkeit eines Brandschutzkonzeptes, dass von einer reinen Evakuierungszeit (nach Einfahrt in den Tunnel sowie Detektion und Reaktion der Personen) von 14-23 Minuten ausgeht, angezweifelt werden. Erschwerend kommt hinzu, dass die nun vorgelegten Simulationsergebnisse der Evakuierungssimulation deutlich erhöhte Personendichten im Bereich vor den Treppen von den Bahnsteigen zeigen. Hier werden (vgl. Seite 139) bis zu 18 Minuten nach Beginn der Evakuierung Personendichten von ca. 4 Personen/m^2 ausgewiesen (eine genaue Bestimmung dieser Personendichten ist programmspezifisch nicht möglich, d.h. es können sich je nach Verhalten der Personen deutlich höhere Dichten ergeben). Die mittlere Stauzeit der zu evakuierenden Personen auf dem Bahnsteig beträgt nach Aussagen der Berichterstatter etwa 8 Minuten, im ungünstigsten Fall liegt die maximale Stauzeit vor den Treppen bei 19 Minuten (vgl. Seite 142). Angesichts der problematischen Entrauchungssituation (vgl. unten) und der Tatsache, dass am betroffenen Bahnsteig ggf. ein brennender Zug steht, sind diese Werte als äusserst kritisch zu beurteilen. Bei im Zusammenhang mit Grossveranstaltungen durchgeführten Untersuchungen wurde ermittelt, dass der kritische Wert für Personendichten bei 5-6 Personen/m^2 liegt, bei höher liegenden Werten besteht kaum noch Bewegungsspielraum für einzelne Personen und das Risiko von Verletzungen steigt erheblich an (vgl. Oberhagemann, 2011). In Verbindung mit den über 18 Minuten ermittelten Personendichten von mindestens 4 Personen/m^2 ist daher kaum davon auszugehen, dass gesundheitsgefährdende Dichten und Drücke bei einer Evakuierung des Stuttgarter Hauptbahnhofs ausgeschlossen werden können.

Nach Aussagen des Berichterstatters liegen die maximalen Fluchtweglängen bei der Realisierung der vorgesehenen 8 zusätzlichen Treppenhäuser auf den Bahnsteigen bei 45 m bis zu einem Treppenaufgang oder einem Fluchttreppenhaus. Gegenüber der als Referenzmassstab heranzuziehenden Versammlungsstättenverordnung stellt dies eine deutliche Verlängerung dar, weil hier eine Fluchtweglänge von 30 Metern zum jeweils nächsten Ausgang angegeben wird; bei entsprechenden Raumhöhen von etwa 9 Metern wären in Versammlungsstätten maximal 35 Meter Fluchtweglänge zulässig. Angesichts der Tatsache, dass die Versammlungsstättenverordnung bereits ab Räumen mit 200 Personen gilt, muss die Abweichung von derartigen Vorgaben (die sich in vergleichbarer Form auch in der Musterbauordnung findet) zumindest begründet werden. Zudem ist hierbei zu berücksichtigen, dass auch die Treppenanlagen zu den Stegen keine sicheren Bereiche im Sinne des Brandschutzes darstellen, also die Fluchtweglängen bis ins Freie deutlich länger sind. Auch die Bemessung der vorhandenen Fluchtwegbreiten von den Bahnsteigen ist gegenüber den einschlägigen Vorgaben des Baurechts zu gering: Für 4.041 Personen auf einem Bahnsteig (vom Berichterstatter auf Basis EBA-Leitfaden angenommen) müssten gemäss Versammlungsstättenverordnung insgesamt 25.20 Meter Ausgangsbreite zur Verfügung stehen (da 1.20 m je 200 Personen vorgegeben sind). Tatsächlich sind aber auch mit den zwei neuen Treppenhäusern je Bahnsteig lediglich 20.20 Meter Ausgangsbreite vorhanden, die rechnerisch für 3'200 Personen ausreichend wären. Ergänzend muss also festgehalten werden, dass die als Refe-

renz- bzw. Beurteilungsmassstab anzuwendenden Vorgaben der einschlägigen hochbaurechtlichen Bestimmungen zu Fluchtwegbreiten und Fluchtweglängen derzeit nicht eingehalten werden. Auch dies stellt eine behördliche Genehmigung zumindest in Frage und erklärt möglicherweise, woraus die im Rahmen der Evakuierungssimulationen ermittelten Evakuierungszeiten und Personendichten resultieren.

- Neben den vorgenannten Problemen im Zusammenhang mit dem Evakuierungskonzept betrachten wir auch das vom Berichterstatter vorgeschlagene Entrauchungskonzept kritisch. Der Berichterstatter weist hier eine raucharme Schicht in der Bahnhofshalle für unterschiedliche Brandorte nach. Dabei ist die angesetzte optische Dichte als Beurteilungsmassstab für die Rauchfreihaltung (mit 0,13 m^{-1}) zumindest diskussionswürdig. Wie bereits in unserem Schreiben vom 23. Juli 2012 erwähnt, hält der auch vom Berichterstatter angegebene vfdb-Leitfaden fest, dass bereits ab einer optischen Dichte von 0,10 m^{-1} eine deutliche Verlangsamung ortsunkundiger Personen zu bemerken ist. Dieser Sachverhalt ist deshalb von hoher Relevanz, weil das Entrauchungskonzept faktisch gegen eine stabile Rauchgasschicht wirkt. Dies zeigt sich anhand der Ausführungen auf Seite 63 und den Simulationsbildern auf Seite 65 zu Simulationslauf 20 in Bild 8.16. Der angenommene Vorteil des Systems, das Rauch zurückgedrängt wird, kehrt sich schliesslich erwartungsgemäss in den Nachteil um, dass infolge der maschinell erzeugten Scherströmungen zunehmend Rauchgase in die Gehschicht eingemischt werden und somit schliesslich die gesamte Bahnhofshalle verraucht wird. Dies konnte bereits der (mittlerweile nicht mehr im Brandschutzkonzept enthaltenen) Aufstellung der Ergebnisse aller Simulationsläufe aus der Fassung vom 30.06.2012 entnommen werden - dort ergibt ein Simulationslauf (Simulationsnummer 24), dass nach spätestens 24 Minuten die gesamte Bahnhofshalle (d.h. Stege A, B und C) verraucht ist. Es wird somit toleriert, dass flüchtende Personen kontaminierte Luft atmen.

  Vor diesem Hintergrund muss aus unserer Sicht die Gewährleistung der Personensicherheit mit auf der sicheren Seite liegenden Inputdaten der Simulation (z.B. Extinktionskoeffizient) sowie Beurteilungsmassstäben (optische Dichte, Belastung der Personen mit kontaminierter Luft) belastbar nachgewiesen werden. Dieser Nachweis ist aus unserer Sicht aufgrund der oben erläuterten Ergebnisse des Berichterstatters nicht erbracht. In Verbindung mit den ebenfalls unbefriedigenden Ergebnissen der Evakuierungssimulation stellt sich hier erneut die Frage der behördlichen und öffentlichen Akzeptanz bzw. Genehmigungsfähigkeit. Zudem ist noch festzuhalten, dass der Berichterstatter davon ausgeht, dass die Ventilatoren der Entrauchungsanlagen in den Tunnelbauwerken nach Branddetektion innerhalb von 3 Minuten ihre Maximalleistung von jeweils 1.200.000 m^3/h erreichen und (zumindest muss dies gemeint sein) am Bahnhof zur Verfügung stellen (vgl. Seite 52). Nach Aussage des entsprechenden Planers (Kofler Energies GmbH) mit Mail vom 07.09.2012 benötigen die Ventilatoren jedoch bis zur Förderung des SOLL-Volumenstroms nach Signalübertragung von der Brandmeldeanlage etwa 240 Sekunden, also 4 Minuten. Hierbei geht er von optimalen Bedingungen im Tunnel aus; bei der Annahme ungünstiger Strömungsverhältnisse, der Öffnung von Rettungszu- und ausfahrten oder vorhandener Hindernisse zwischen Entrauchungsbauwerken und Brandherd in der Bahnhofshalle kann sich dieser Wert allenfalls noch verlängern. Aussagen hierzu konnten von Kofler jedoch bisher noch nicht vorgelegt werden.

- Neben den diesen beiden vorgenannten Punkten, die eine behördliche und öffentliche Akzeptanz des Brandschutzkonzepts in Frage stellen, ist auch die grundsätzliche Funktionsfähigkeit des Systems zur

KIR/c:\users\kir\appdata\local\temp\xorgprwiselb_gst_lindenau_20120920.doc

Detektion und Steuerung der brandschutztechnischen Komponenten auf Basis der vorgelegten Unterlagen in Zweifel zu ziehen. Das gesamte Konzept basiert auf einer ortsgenauen Branddetektion in der Bahnhofshalle, in deren Folge das dynamische Fluchtwegsystem sowie die Entrauchung angesteuert werden. Ob die Funktionsfähigkeit dieses Systems mit Flammenmeldern tatsächlich gegeben ist, kann auch der dem Konzept beiliegende Ergebnisvermerk eines Gesprächs mit der Firma Hekatron am 10.07.2012 nicht erhellen. Die dortigen Aussagen sind in Anbetracht der Bedeutung des Systems für das gesamte Konzept unscharf. Hier ist etwa vermerkt, dass Fehleinflüsse und Ungenauigkeiten bei der Brandortlokalisierung vermieden werden müssen. Wie dies erfolgt und ob dies tatsächlich gelingt, wird jedoch nicht (zumindest ansatzweise) beschrieben.

- Im Konzept selbst wird zudem nicht klar, wie die Auslösung der Entrauchung bei einem Brandereignis im unmittelbaren Zulaufbereich (Nord- und Südkopf) mit Raucheintritt in die Bahnhofshalle erfolgt (vgl. Seiten 27-28), da hier ja die Flammenmelder nicht auslösen können. Diese Punkte werden auch in der Grobsteuerungsmatrix nicht berücksichtigt, die zudem suggeriert, dass auch ein Brandereignis in Gitterschale oder Medienkanal, Trogwand und Technikraum mittels Flammenmelder detektiert wird.

- Darüber hinaus ist festzuhalten, dass sich die grundsätzliche Struktur und Lesbarkeit des Konzepts nicht verbessert hat, immer noch keine stringente plangrafische Darstellung des Konzepts und der Fluchtwegführung vorliegt, die Fremdrettungsphase nicht ausreichend berücksichtigt wird und die verschiedenen Schnittstellen zu Tunnelstrecken sowie angrenzenden Gebäuden weiterhin nicht ausreichend gewürdigt werden. Details zu diesen Aspekten finden sich in unserem Schreiben vom 23. Juli 2012 sowie dem Prüfbericht der DB Station & Service vom 13. Juli 2012.

Zusammenfassend muss festgehalten werden, dass - wie in unserem Schreiben vom 23. Juli 2012 bereits avisiert - derzeit keine zweifelsfrei genehmigungs- und funktionsfähige Brandschutzkonzeption für den neuen Hauptbahnhof vorliegt. Aufgrund der neuen Treppenhäuser (oder des Einsatzes der Microwasserfeinvernebelungsanlage) ist zudem in jedem Fall ein Antrag auf Planänderung der ursprünglichen Planfeststellung notwendig.

Aktueller Stand bezüglich Entrauchungskonzept Tunnelstrecken

Die Planung des Entrauchungskonzepts für die Tunnelstrecken erfolgt derzeit beim Unternehmer Kofler Energies GmbH, der in einem nächsten Schritt Entrauchungssimulationen unter Zugrundelegung des Bemessungsbrandes 53 MW für das Tunnelsystem durchführen muss. Hierbei ist nachzuweisen, dass auch bei diesem Bemessungsbrand die in der Planfeststellung definierten Schutzziele (Rauchfreihaltung des Hauptbahnhofs bei einem Ereignis in den Tunnelröhren, Rauchfreihaltung der nicht betroffenen Röhre in zweiröhrigen Tunnelabschnitten sowie Gewährleistung eines einseitig rauchfreien Zugangs zum Ereignisort) eingehalten werden. Der Planer stellt zu diesem Zweck gemäss der Sitzung vom 05. September 2012 bei der DB ProjektBau hierfür zunächst die verwendeten Inputparameter zusammen und lässt sich diese von der DB bestätigen. Ein Zeithorizont, wann die Ergebnisse vorliegen, wurde bisher nicht angegeben, soll aber seitens Kofler noch an Herrn Ziebart übermittelt werden.

KIR/c:\users\kir\appdata\local\temp\gwisob_gst_lindenau_20120920.doc

Damit die Rohbauplanung weiter geführt werden kann bzw. die Bauarbeiten an der Rettungsausfahrt Prag beginnen können, müssen zudem kurzfristig zwischen Kofler und DB ProjektBau die relevanten Parameter für den Rohbau der entsprechenden Bauwerke abgestimmt werden.

Weitere Aussagen zum Entrauchungskonzept der Tunnelstrecken können derzeit nicht getroffen werden. Wie sich in der Sitzung am 05. September 2012 jedoch herauskristallisierte, ist die grundsätzliche Funktionsfähigkeit des planfestgestellten Konzepts zumindest für die Tunnelstrecken auch bei Ansatz des neuen Bemessungsbrandes - ggf. mit maschinentechnischen Anpassungen - anzunehmen.

Schlussfolgerung und weiteres Vorgehen

Basierend auf unseren obigen Ausführungen kommen wir zum Ergebnis, dass derzeit kein gesamthaftes, funktions- und genehmigungsfähiges Konzept für Brandschutz, Sicherheit und Entrauchung der Projektbestandteile im Stadtgebiet Stuttgart (neuer Hauptbahnhof PFA 1.1 mit angrenzenden Tunnelstrecken PFA 1.2, 1.5, 1.6a) vorliegt. Dies hat aus unserer Sicht folgende Ursachen:

- Das Brandschutzkonzept für den neuen Hauptbahnhof geht von Evakuierungszeiten von bis zu 23 Minuten nach Einfahrt eines brennenden Zuges in die Bahnhofshalle aus und basiert auf einem Entrauchungskonzept, dass flüchtende Personen mit Rauchgasen kontaminierter Luft aussetzt. Eine stabile Rauchschichtung findet nicht statt, bei ungünstigen Szenarien ist die gesamte Bahnhofshalle nach 24 Minuten verraucht. Ob die für das Konzept grundlegende Steuerungstechnik mit ortsgenauer Branddetektion tatsächlich in der vorgesehenen Art und Weise funktionsfähig ist, kann nicht mit ausreichender Sicherheit bestätigt werden. Auch die Inputdaten der Entrauchungssimulation bezüglich der Bereitstellung von Luftmengen aus den Tunnelstrecken konnten bezüglich der angesetzten Zeitdauer nicht bestätigt werden.

- Für die Entrauchung der Tunnelstrecken liegen derzeit noch kein auf dem aktuellen Bemessungsbrand basierendes Konzept bzw. Simulationsergebnisse bezüglich der Erreichung der Schutzziele vor. Eine zeitliche Aussage, wann mit Ergebnissen zu rechnen ist, steht noch aus.

- Das zur Abarbeitung der Schlichtungspunkte und Präsentation beim EBA bzw. im Arbeitskreis Sicherheit/Brandschutz vorgesehene übergeordnete Sicherheits- und Rettungskonzept Talkessel für die Betriebsphase kann daher derzeit durch die Gruner AG nicht fertig gestellt werden.

Wir würden Ihnen daher das weitere Vorgehen wie folgt vorschlagen:

- Aus unserer Sicht ist für die notwendige Optimierung des Brandschutzkonzepts Hauptbahnhof die Verbesserung der Fluchtwegsituation durch bauliche Massnahmen (zusätzliche Fluchttreppenhäuser oder Fluchttunnel, Verbreiterung bestehender Fluchtwege etc.) sowie die grundsätzliche Überarbeitung des Entrauchungskonzepts (beispielsweise im Rahmen einer maschinellen Entrauchung der Bahnhofshalle) notwendig. Diese Massnahmen haben jedoch erhebliche Auswirkungen auf den architektonischen Entwurf des Bahnhofs, insbesondere im Bereich der Bahnhofsdecke.

KIR/c:\users\kir\appdata\local\temp\oqgrpwlsb\b_gef_lindenau_20120920.doc

- Für die Tunnelstrecken gehen wir derzeit von einer grundsätzlichen Funktionsfähigkeit des ursprünglichen Konzepts aus. Diese Vermutung muss aber schnellstmöglich durch die Vorlage entsprechender Simulationsergebnisse abgesichert werden. Zudem müssen die Abhängigkeiten mit der notwendigen Optimierung des Brandschutzkonzepts für den Hauptbahnhof überprüft werden.

- Durch die Gruner AG wird bis Ende des Monats ein vollständiger Entwurf des übergeordneten Sicherheits- und Rettungskonzepts für den Talkessel erstellt und danach DB-intern abgestimmt, damit dieser dann ggf. zumindest auszugsweise oder unter Auslassung der bisher erzielten Simulationsergebnisse bei gleichzeitigem Verweis auf laufende Nachbesserungen nach aussen präsentiert werden kann.

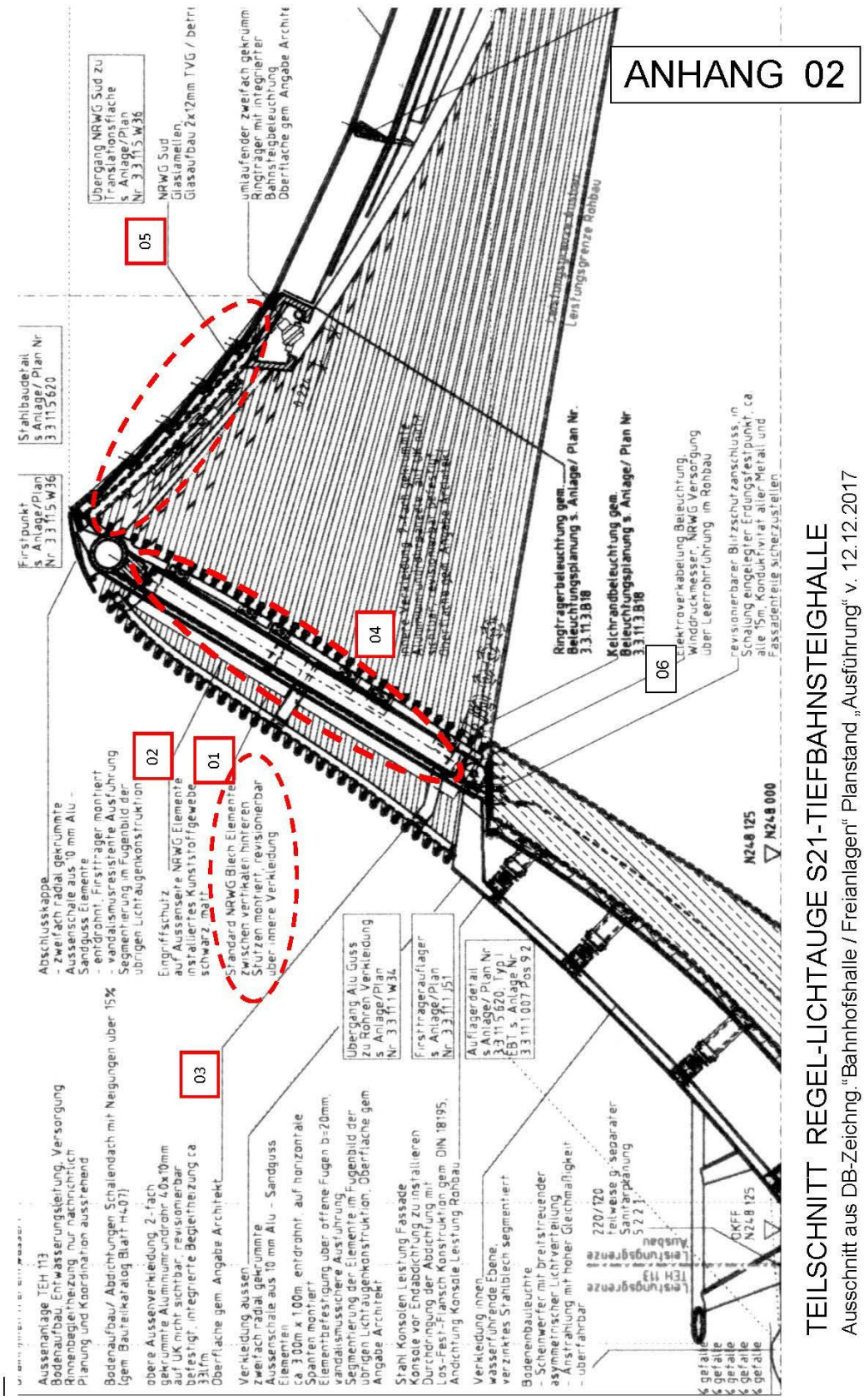
In einem ersten Schritt sollte nun geklärt werden, durch wen und in welcher Reihenfolge diese Schritte angegangen werden. Wir hoffen, Ihnen mit unseren Anmerkungen gedient zu haben, bedanken uns für die Gelegenheit zur Stellungnahme und stehen für Rückfragen gerne zur Verfügung.

Freundliche Grüsse
Gruner AG

Dr. Stephan Gundel	Peter Spengler
Leiter Abteilung	Projektingenieur
Sicherheit, Gefahrenabwehr	Sicherheit, Gefahrenabwehr

KR/c:\users\kr\appdata\local\temp\xpgrpwise\tp_gsl_lindenau_20120920.doc

Anlage 2 (1 Seite):



Anlage 3 (9 Seiten):

AUFLISTUNG ZUGBRÄNDE im TUNNEL Stand 3.5.2017

A. Deutschlandweit (rot hinterlegte Felder => Brand-Ereignisse mit Personenschäden!)

Zeit	Ort	Land	Tunnel-Länge	Brand-Dauer	Ursache	Tote	Ver-letzte	Auswirkungen
1972	BERLIN U-Bahn Alexander-Pl.	B			Zug-Entgleisung löst Brand aus		**5**	u.a. Deckeneinsturz Schaden >1,8 Mio. €
1978	Köln U-Bahn Hansaring	NRW			Zigarettenkippe in Faltenbalg d. Zuges		**?**	Brandschäden Zug Schaden 1,2 Mio. €
1980	HAMBURG U-Bahn Bhf Altona	HH			Brand-Anschlag		**4**	2 Fahrzeuge zerstört Schaden 5 Mio. €
1981	BONN U-Bahn Ramersdorf	NRW			Techn. Fehler löst Brand aus		**-**	1 Fahrzeug zerstört Schaden 0,5 Mio. €
1983	MÜNCHEN HBF U-Bahn	BAY			durch elektr. Strom verursachter Brand		**7**	2 Fahrzeuge zerstört Schaden 2 Mio. €
1984	FRANKFURT U-Bahn	HES			Brandstiftung		**1**	Tunneleinrichtung Schaden ? Mio. €
1984	HAMBURG S-Bahn Landungsbrücken	HH			Brand-Anschlag		**1**	2 Fahrzeuge zerstört Schaden 3,5 Mio. €
1986	BERLIN U-Bahn	B			tech.Fehler in Sitz-bankheizung		**5**	Brandschäden Zug
1991	DÜSSELDORF U-Bahn	NRW			Brandstiftung => Kabelbrand		**2**	Brandschäden Zug Schaden 2,3 Mio. €
1991	BERLIN U-Bahn	B			durch Kurzschluß verursachter Brand		**-**	Verrauchung
1991	BONN U-Bahn	NRW			elektr. Fehler löst Zugbrand aus		**-**	Brandschäden Zug
1994	BERLIN U/S-Bahn	B			Brand-Auslösung: techn. Fehler		**-**	k.A
1995	HAMBURG U-Bahn Bhf Altona	HH			Brand-Anschlag		**5**	Verrauchung, Tun-nel-Schäden
1996	BONN U-Bahn Hst.Auswärt. Amt	NRW			Kabelbrand durch Zigarettenkippe		**-**	Stationsbrand, Schaden ? Mio. €
1996	Köln U-Bahn	NRW			schadhaftes Fahrzeug		**-**	Schäden Zug u. Tun-nel ? Mio. €
1996	MÜNCHEN HBF U-Bahn	BAY			schadhaftes Fahrzeug		**13**	Schäden Zug u. Tun-nel ? Mio. €
1996	BERLIN U-Bahn	B			durch Kurzschluß verursachter Brand		**-**	Verrauchung
1997	Köln U-Bahn Hst.Wiener Platz	NRW			Brandstiftung		**-**	Schäden Zug u. Tun-nel > 2 Mio. €
1999	GÖTTINGEN Leinebusch	NS	1,7 km	**12 Std.**	Kugellager zu heiß > Zug entgleist		**1**	Brandschäden am Güterzug
1999	ESSEN U/S-Bahn	NRW			Brandstiftung		**-**	Verrauchung
1999	HERNE U/S-Bahn	NRW			Brandstiftung		**-**	Tunnel-Schäden

2000	BERLIN U-Bahn Deutsche Oper	B		Brand-Auslösung: Lichtbogenüberschlag	**30**	2 Fahrzeuge zerstört 350 Pers. evakuiert
2001	BERLIN Kurt-Schuhmacher-Pl.	B		durch Kurzschluß verursachter Brand	**28**	Brandschäden Zug starke Verrauchung
2001	DÜSSELDORF U-Bahn	NRW		Wagendach fängt Feuer	**2**	Brandschäden Zug
2002	ESSEN U/S-Bahn	NRW		Brand-Auslösung: techn. Fehler	-	Verrauchung, Tunnel-Schäden
2003	FRANKFURT U-Bahn	HES		Brand-Auslösung: techn. Fehler	-	Verrauchung, Tunnel-Schäden
2004	BERLIN S-Bahn Anhalter Bhf.	B		Brand-Auslösung: techn. Fehler	**3**	Fahrzeug ausgebr., Schäden an Haltest.
2007	HAMBURG U-Bahn	HH		Zugbrand	-	k.A
2008	BERLIN U-Bahn U9 Bhf Birkenstr.	B		Techn. Fehler am Unterwagen	-	U-Bahn-Betrieb unterbrochen
2010	NÜRNBERG HBF U-Bahn-Tunnel	B		Kurzschluß Stromkabel Brand	-	2,5 Std. kein Betrieb starke Verrauchung
2010	FRANKFURT U-Bahn Bornheim	HES		Brand-Auslösung: techn. Fehler	-	2 Std. kein Betrieb starke Verrauchung
2011	ESSEN U-Bahn	NRW		Dämmmaterialbrand Ursache unklar	-	mehrstündige Betriebseinstellung
2011	DÜSSELDORF U-Bahn	NRW		10 kV-Kabelbrand	-	einstündige Betriebseinstellung
2011	BERLIN U-Bahn U2 ZOO	B		Zigarettenkippe löst brand aus	-	mehrstündige Betriebseinstellung
2011	NÜRNBERG U-Bahn Langwasser	B		Stromschienen-Brand	-	mehrstündige Betriebseinstellung
2011	MÜNCHEN U-Bahn Stachus-Marienpl.	BAY		Abfallbrand wg. Schleifzug	-	3 Std. kein Betrieb starke Verrauchung
2011	BERLIN U-Bahn U7 Station Kleistpark	B		Kurzschluß Stromabnehmer Brand	**4**	starke Verrauchung Betriebsstörungen
2011	BERLIN HBF DB-Tunnel	B		versuchter Brandanschlag	-	mehrstündige Betriebsstörungen
2011	HAMBURG S-Bahn Reeperbahn	HH		Stromleitg. schadh. Schwellenbrand	-	mehrstündige Betriebseinstellung
2012	BERLIN U-Bahn U9 Steglitz	B		Stromabnehmer-Kurzschlußfunken	-	3 U-Bahnhö.geräumt starke Verrauchung!
2012	BERLIN U-Bahn U2 ZOO	B		ni. bekannt	-	starke Verrauchung im Tunnel
2012	BERLIN U-Bahn U7 Neukölln	B	**0,5 Std.**	Kabelbrand durch Funkenüberschlag	-	U-Bahnhof geräumt starke Verrauchung
2012	STUTTGART S-Bahn Bernhausen	BW		ni. bekannt	-	Wasserleitung beschädigt
2012	STUTTGART DB Rosenstein-Tunn.	BW		Kabelbrand i. Tunnel, Brandstif.?	-	Reisezugverkehr 1 Tag gestört
26.6.12	STUTTGART DB S-Bahn-Tunnel	BW		Schwelbrand S-Bahn i. Tunnel,	-	starke Verrauchung Betriebsstörungen

6.6.13	FRANKFURT VGF U-Bahn-Tunnel	H		Defekt an U-Bahn Hst. Bornheim	**3**	starke Verrauchung Betriebsstörungen
12.10.13	STUTTGART SSB U-Bahn-Tunnel	BW		Hst. Charlottenplatz Lüfter Technikraum	-	starke Verrauchung Betriebsstörungen
15.10.13	STUTTGART DB S-Bahn-Tunnel	BW		Unklar, Feueralarm S-Bahn i. Tunnel HBF	-	Umleitungen Be- triebsstörungen
27.01.14	FRANKFURT VGF U-Bahn-Tunnel	H		Kabel- / Müllbrand Eschenheimer Tor	-	starke Verrauchung Betriebsstörungen
20.2.14	STUTTGART SSB U-Bahn-Tunnel	BW		Funkenflug bei Gleisarbeiten	-	starke Verrauchung Betriebsstörungen
21.2.14	BERLIN U-Bahn	B		Stromabnehmer- Kurzschluß	-	heftige Verrauchung im Tunnel
28.6.14	STUTTGART SSB U-Bahn-Tunnel	BW		Hst. Marienplatz Schaltschrank brennt	-	starke Verrauchung Betriebsstörungen
22.10.14	HAMBURG S-Bahn Hst. Reeperbahn	HH		Müll im Tunnel Schwelbrand	-	starke Verrauchung Betriebsstörung
13.10.14	STUTTGART DB S-Bahn-Tunnel	BW		Schwelbrand S-Bahn i. Hst. Feuersee,	-	starke Verrauchung Betriebsstörungen
22.10.14	STUTTGART DB S-Bahn-Tunnel	BW		Schwelbrand S-Bahn i. Tunnel Hst. HBF,	-	starke Verrauchung Betriebsstörungen
20.11.14	HAMBURG U-Bahn Hst. Berliner Tor	HH		Defekte Bremse Schwelbrand	-	Verrauchung U-Bahn Betriebsstörung
22.12.14	FRANKFURT VGF U-Bahn-Tunnel	H		Defekt an U-Bahn Hst. Hauptwache	**1**	starke Verrauchung Betriebsstörungen
26.2.15	STUTTGART DB S-Bahn-Tunnel	BW		Brandalarm im Tun- nel Universität	-	Betriebsstörungen S-Bahn-Netz S1-S3
2.2.15	MÜNCHEN MVG U-Bahn- Tunnel	BAY		Defekte Kupplung Schwelbrand	-	Verrauchung Be- triebsstörungen
28.2.15	STUTTGART DB S-Bahn-Tunnel	BW		Holzbrücke i. Brand S-Bahn-Tunnel Echter	-	Rauchentwicklung Sperrung S2 + S3
24.3.15	STUTTGART SSB U-Bahn-Tunnel	BW		Bopser-Tunnel Bremse fest?	-	starke Verrauchung Betriebsstörung U
18.4.15	OFFENBACH Ost S-Bahn-Tunnel	H	**0,45 Std.**	Übergang im Tunnel Schwelbrand	-	starke Verrauchung Betriebsstörungen
16.6.15	FRANKFURT DB S-Bahn-Tunnel	H	**0,5 Std.**	Müll im Tunnel Schwelbrand	-	starke Verrauchung Betriebsstörungen
25.6.15	MÜNCHEN MVG U-Bahn- Tunnel	BAY		Brand i. Lüfterraum Filtermatte brennt	-	Verrauchung Be- triebsstörung U+S
21.7.15	MÜNCHEN DB S-Bahn HBF	BAY		Feueralarm im HBF	-	1 Std. kein Betrieb
28.10.15	STUTTGART DB S-Bahn-Tunnel	BW		Feuerwehr-Einsatz im Tunnel Schwabstr.	-	Betriebsstörungen S-Bahn-Netz
02.12.15	STUTTGART SSB Stadtbahn-Tunnel	BW		Kabelbrand i. Tunnel n. Degerloch	-	Betriebsstörungen SSB-Stadtbahn-Netz
17.03.16	STUTTGART DB S-Bahn-Tunnel	BW		Feueralarm im Tun- nel Stadtmitte	-	Betriebsstörungen S-Bahn-Netz
12.04.16	STUTTGART DB S-Bahn-Tunnel	BW		Brandalarm im Ha- senberg-Tunnel	-	Betriebs-Einstellung S-Bahn-Netz

12.5.16	FRANKFURT DB S-Bahn-Tunnel	H	Laufsteg im Tunnel brennt / Bauarbeiten		-	starke Verrauchung Betriebsstörungen
13.05.16	STUTTGART DB S-Bahn-Tunnel	BW	Brandalarm im Tun- nel Schwabstr.		-	Betriebsstörung S-Bahn-Netz
5.7.16	MÜNCHEN MVG U-Bahn Odeonspl.	BAY	2 Gummipuffer einer Zugachse in Brand		-	Verrauchung U-Bhf. Betriebsstörungen
27.4.17	MÜNCHEN DB S-Bahn HBF	BAY	Kurzschluß im Trafo- kasten, Schmorbrand		-	Dichter Qualm 4 Std. kein Betrieb
	Summe **Deutsch- land:**		**73 Fälle, davon 17 mit Person.Schaden**	**0**	**115**	

B. **Weltweit** (rot hinterlegte Felder => Brand-Ereignisse mit Personenschäden!) Stand 3.5.2017

Zeit	Ort	Staat	Tunnel-Länge	Brand-Dauer	Ursache	Tote	Ver-letzte	Auswirkungen
1842	MENDON	F			Feuer-Ausbruch in Personenzug	**150**	**?**	Brandschäden Zug
1866	WELWYN	UK			Zusammenstoß Güterzüge > Brand		**?**	3 Züge brennen aus
1903	PARIS COURONNE METRO	F			Elektro-Fehler am Schienenfahrzeug	**84**	**?**	Brandschäden Zug
1905	LONDON U-Bahn.	UK			Zug brennt, Ursache?		**1**	Brandschaden Zug
1908	LONDON U-Bahn.	UK			Zug brennt, Ursache?		**1**	Brandschaden Zug
1908	LONDON U-Bahn.	UK			Zug brennt, Ursache?		**1**	Brandschaden Zug
1908	LONDON U-Bahn.	UK			Zug brennt, Ursache?		**1**	Brandschaden Zug
1909	LONDON U-Bahn.	UK			Zug brennt, Ursache?		**1**	Brandschaden Zug
1921	BATIGNOLLES	F	1,0 km		Aufprall auf stehenden Zug	**28**	**?**	Brandschäden Zug
1926	RIEKEN-TUNNEL	CH	**?**		Güterzug fängt Feuer, bleibt steh.	**9**	**?**	Zug-Brand; starke Verrauchung
1932	GÜTSCH-TUNNEL	CH	**?**		Zug-Zusammen-Stoß > Zugbrand	**6**	**?**	2 Züge brennen aus
1941	ST.GOTTHARD-TUNNEL CH-Ital.	CH	15 km		Zug entgleist, fängt Feuer	**7**	**?**	Zug-Brand; starke Verrauchung
1944	TORRE	E		**>24 Std.**	Zug-Zusammen-Stoß > Zugbrand	**91**	**?**	mehrere Züge in Brand
1945	LONDON U-Bahn	UK			Zug-Zusammen-Stoß > Zugbrand	**3**	**?**	2 Züge brennen aus
1949	PENMANSHIEL	UK			Zug brennt, Ursache?		**?**	Zug-Brand
1955	SCHWED. STAATSBAHN	S			Überhitzung löst Brand aus		**?**	Zug-Brand
1958	LONDON U-Bahn Holland Park Stat.	UK			el. Lichtbogen im El.Anschlusskasten	**1**	**51**	Zug-Brand; starke Verrauchung
1960	LONDON U-Bahn Redbridge Stat.	UK			el. Lichtbogen im El.Anschlusskasten		**38**	Zug-Brand; starke Verrauchung
1960	STOCKHOLM U-Bahn	S			Elektro-Kurzschluss		**?**	Zug-Brand
1969	SIMPLON-TUNNEL Schweiz-Italien	CH	19,8 km		Schlusswagen fängt Feuer		**?**	Zug-Brand
1970	NEW YORK CITY U-Bahn	USA			Zug brennt, Ursache?	**1**	**50**	Zug-Brand
1971	PARIS U-Bahn	F			Brandstiftung		**3**	Brandschäden Zug

1971	LE CROZET	F		Zusammenstoß u. Entgleisen	**2**	**?**	Güterzug + Tankzug beschädigt
1971	MONTREAL Metro Henry-Bourassa	CDN		Zug-Aufprall am Tunnelende	**1**	**?**	Zug-Brand; Schaden ~ 6 Mio. €
1972	VIERZY	F		Feuer-Ausbruch in Personenzug	**108**	**111**	Tunneleinsturz bei Zugbrand
1972	HOKORIKU FUKUI	J		Feuer-Ausbruch in Zug-Restaurant	**30**	**690**	Brandschäden am Zug
1973	PARIS METRO PORTE - D´ITALIE	F	430 m	Brandstiftung	**2**	**x**	mehrere Verletzte, Brandschäden Zug
1974	NEW YORK Eisenbahn	USA		Güterzug entgleist, fängt Feuer		**1**	**?**
1974	NEW YORK? U-Bahn	USA		Techn. Fehler löst Brand aus		**200**	Probleme bei Evakuierung
1974	MONTREAL Metro ROSEMOND	CDN		Elektro-Kurzschluss Gummireifenbrand		**?**	9 Fahrzeuge zerstört Schaden >1,5 Mio. €
1975	CHATEAU de VINCENNES, U-Bahn	F		Elektro-Kurzschluss mit Wagenbrand		**?**	Zug-Brand
1975	NEW YORK CITY U-Bahn	USA		Techn. Fehler löst Brand aus		**78**	**?**
1975	LONDON U-Bahn Moorgate Stat.	UK		entgleisender Zug prallt an Wand, Brand	**44**	**73**	Fahrfehler schwere Schäden
1975	MEXIKO-CITY U-Bahn	MEX		Zug-Zusammenstoß	**50**	**30**	Brandschäden Zug
1975	LONDON U-Bahn Goodge Street	UK		Brand auf Fußgäng.-Überweg		**?**	**?**
1975	BOSTON, U-Bahn	USA		Oberleitungbruch löst Brand aus		**34**	400 Pers. evakuiert Brandschäden Zug
1976	LONDON U-Bahn Finsbury Park St.	UK		Kabel-Brand im Zug		**25**	Brandschaden Zug
1976	TORONTO U-Bahn Christie Street St.	CDN		Brandstiftung		**?**	4 Wagen zerstört, Schaden >3 Mio. $
1976	LISSABON U-Bahn Almada/Arrolos	P		tech. Fehler am Antrieb löst Brand aus		**?**	4 Wagen zerstört, Schaden >1,2 Mio. $
1977	Paris, U-Bahn	F		Brandausbruch in U-Station		**?**	alle Reisende evakuiert
1979	SAN FRANZISKO Oakland-Tunnel	USA		Stromabnehmer gebr. > Kurzschluss löst Brand aus	**1**	**56**	> 1.000 evakuiert starke Verrauchung
1979	NEW YORK CITY Grand Central St.	USA		Zigarette entzünd. Öllache		**4**	2 Wagen zerstört, starke Verrauchung
1979	PHILADELPHIA Metro Erie-Street	USA		Transformator-Brand > Zugbrand		**148**	Brandschaden Zug
1979	PARIS U-Bahn Reully-Diderot St.	F		Elektro-Kurzschluss		**26**	> 1.000 evakuiert starke Verrauchung
1980	NEW YORK CITY U-Bahn	USA		**?**		**11**	Brandschaden Zug

1980	BARCELONA-Sabadell U-Tunn.	E			Elektro-Kurzschluss	**5**	**zahl-reiche**	Rauchvergiftungen
1980	MOSKAU U-Bahn Okyabrskaya	RUS			Techn. Fehler löst Brand aus	**7**	**?**	k.A.
1981	NEW YORK CITY U-Bahn	USA		**0,5 Std.**	Stromabnehmer fehler-haft> Explos.		**24**	Brandschaden Zug
1981	NEW YORK CITY U-Bahn	USA			Brand unter Wagen		**?**	Brandschaden Zug
1981	LONDON U-Bahn	UK			Brand in U-Station	**1**	**15**	schwere Schäden
1981	NEW YORK CITY U-Bahn	USA			elektr. ausgelöstes Feuer		**16**	Brandschäden Zug
1981	MOSKAU U-Bahn Okyabrskaya	RUSS			Elektro-Kurzschluss		**?**	Stations-Brand Schaden 0,25 Mio. $
1981	PRAG (?) U-Bahn	CZ			Elektro-Kurzschluss		**1**	Bauschäden Tunnel
1982	WASHINGTON DC U-Bahn	USA			Zug entgleist, fängt Feu-er		**?**	1.200 Pers. evaku. Brandschäden Zug
1982	NEW YORK CITY Christopher-Street-Tunnel	USA			Triebwagen-Motor de-fekt, in Brand		**86**	1 Fahrzeug zerstört
1982	NEW YORK CITY U-Bahn	USA		**6 Std.**	**?**		**10**	>1.000 Pers. evaku. 4 Wagen zerstört
1982	LONDON U-Bahn Picadylli-Linie	UK			Kabel-Brand wg. Kurz-schluss		**15**	1 Fahrzeug zerstört
1984	NEW YORK CITY U-Bahn	USA			Kabel-Brand , 2 Züge betroffen		**?**	alle Pers. evakuiert; starke Verrauchung
1984	NEW YORK CITY U-Bahn	USA			Brand-Anschlag		**?**	Brandschäden Zug
1984	NEW YORK CITY U-Bahn	USA		**1 Std.**	Antriebsmotor explo-diert		**23**	200 Pers. evakuiert starke Verrauchung
1984	NEW YORK CITY U-Bahn	USA			Brand unter Wagen		**24**	Brandschäden Zug
1984	NEW YORK CITY U-Bahn	USA			Abfall in Brand		**54**	**?**
1984	SUMMIT	UK	2,6 km	**72 Std.**	Tankzug entgleist, fängt Feuer		**?**	Zug ausgebrannt schw. Bauschäden
1984	NEW YORK CITY U-Bahn	USA			Brand unter Wagen		**?**	alle Pers. evakuiert Brandschäden Zug
1984	NEW YORK CITY U-Bahn	USA			Brand unter Wagen		**?**	alle Pers. evakuiert Brandschäden Zug
1984	LONDON U-Bahn Oxford Circus Stat.	UK			Fahrlässigkeit; Zigaret-tenkippe		**15**	Ausrüstung zer-stört; Schaden 4,1 Mio. €
1985	MEXIKO-CITY U-Bahn	MEX			**?**		**1.700**	Brandschäden Zug
1985	PARIS U-Bahn	F			Abfall in Brand gesteckt		**6**	viele Verletzte

1985	NEW YORK CITY Grand Central St.	USA			Brand-Anschlag		**15**	schwere Schäden Schaden 3 Mio. $
1987	MOSKAU U-Bahn	RUS			**?**		**?**	Brandschäden Zug
1987	BRÜSSEL U-Bahn	B			**?**		**?**	> 1.000 evakuiert starke Verrauchung
1987	LONDON U-Bahn King´s Cross Stat.	UK		**6 Std.**	Fett + Schmutz unter Fahrtreppe entzündet	**31**	**100**	Stations-Brand; starke Verrauchung
1990	NEW YORK CITY U-Bahn	USA			Kabel-Brand	**2**	**200**	starke Rauchent-wicklung
1991	MOSKAU U-Bahn	RUS			Elektro-Fehler löst Brand aus	**7**	**10**	Brandschäden Zug
1991	ZÜRICH U-Bahn Hirschgrabentunn.	CH	1,3 km		Brandstiftung vermutet		**58**	Schaden ~5 Mio. €
1992	NEW YORK CITY U-Bahn	USA			Feuer unter Wagen		**86**	Brandschäden Zug 400 Pers. evakuiert
1992	WIEN U-Bahn Karlsplatz	A			Kabel-Brand im An-triebswagen		**?**	Fahrzeug zerstört; Schaden 2,3 Mio. €
1992	NEW YORK CITY U-Bahn	USA			elektr. ausgelöstes Feuer auf Gleis		**51**	starke Rauchent-wicklung
1994	TORONTO U-Bahn	CDN			Gummi-Unterlage unter Gleis brennt		**?**	starke Rauchent-wicklung
1995	BAKU U-Bahn	AZ			Kurzschluss am Strom-abnehmer	**289**	**265**	2 Fahrzeuge zer-stört starke Verrau-chung
1996	EURO-TUNNEL Ärmelkanal	F - GB	50 km		Brandanschlag auf Lade-gut		**30**	Brand-/Bauschäden starke Verrauchung
1996	WASHINGTON DC U-Bahn	USA			Kurzschluss führt zu Ex-plosion u. Feuer		**?**	Brandschäden Zug
1997	SUSA	I	2,1 km	**5 Std.**	aufschlag. PKW-Tür löst Kurzschluss aus > Feuer		**2**	13 Transportwagen + 156 PKW zerstört starke Verrauchung
1998	GEIZHOU-GUIYANG	China	800 m		Explosion Gasbehälter	**80**	**?**	Zug-Brand mit Tunnel-Einsturz
1999	SALERNO	I	9,0 km		Rauchbombe von Fuß-ball-Fans	**4**	**9**	Brandschäden am Zug
1999	NEW YORK CITY U-Bahn	USA			Elektro-Kabel entzündet Abfall		**52**	**?**
1999	AMSTERDAM U-Bahn	NL			**?**		**2**	Brandschäden Zug starke Verrauchung
2000	TORONTO U-Bahn	CDN			**?**		**2**	Betrieb 24 Std. ein-gestellt
2000	MONTREAL U-Bahn	CDN		**6 Std.**	Kabel-Brand		**?**	Elektroanlagen, starke Verrauchung
2000	NEW YORK CITY U-Bahn	USA		**>2 Std.**	elektr. Ausrüstung fängt Feuer		**?**	Brandschäden am Zug
2000	KAPRUN Bergbahn	A	3,3 km	? Std.	Ölleck auf Elektro-Heizlüfter	**155**	**?**	schwerste Schäden 1 Jahr kein Betrieb
2001	BALTIMORE	USA	2,3 km	**12 Std.**	Notbremse fängt Feuer		**?**	Brandschäden Zug

2002	VERSAILLES A86 im Bau	F		**6 Std.**	Maschine explodiert => Zug brennt		**2**	Güterzug-Brand starke Verrauchung
2003	DAEGU U-Bahn Jungangno-Stat.	Cor	400 m	**24 Std.**	Brand-Anschlag	**197**	**147**	2 Züge ausgebrannt schwer Bauschäden
2003	CRET D´EAU	F	4,0 km		Brand im Schlafwagen		**?**	Brandschäden Zug 53 Pers. evakuiert
2003	GUADARAMA - Eisenbahn	E	30 km	**5 Std.**	Zug-Unfall		**?**	Zug-Brand, 34 Pers. eingeschlossen, gerettet
2003	MORNEY	F	2,6 km	**5 Std.**	Brand im Reisewagen		**?**	Zug-Brand, 17 Pers. Selbstrettung
2003	NEW YORK CITY U-Bahn Brooklyn	USA			Abfall entzündet durch Kurzschluss		**35**	Brandschäden am Zug
2005	LONDON U-Bahn 3 U-Bahnhöfe	UK			Bombenanschläge auf 3 U-Bahnen	**56**	**700**	Betrieb eingestellt, London gesperrt
2006	MOSKAU U-Bahn Sokol-Wojkowsk.	RUS			Teileinsturz Tunnel-decke => Brand		**?**	Brandschäden Zug Bauschäden
11.9. 2008	EURO-TUNNEL Ärmelkanal	F - GB	50 km		geladener LKW in Brand		**34**	Schwerer Brand Betriebsunterbrech.
15.5. 2010	EURO-TUNNEL Ärmelkanal	F - GB	50 km		Rauchentwicklung Techn. Ursache		**-**	Brandalarm Be-triebsunterbrech.
2011	SIMPLON-TUNNEL Schweiz-Italien	CH		**>24 Std.**	mehrere Güterwagen in Brand		**-**	hohe Temperatur, erhebl. Bauschäden
2011	MINSK U-Bahn Oktjabrskaja	BY			Bombenanschlag im U-Bahnhof	**15**	**300**	Explosion u. Brand; starke Verrauchung
2012	Gotthard-TUNNEL Schweiz-Italien	CH - I	15 km		Selbstmord u. Brandan-schlag	**1**	**-**	Anschlag fehlge-schlagen
2012	ZÜRICH SBB-Züge z. Flughafen	CH			Mottbrand, Ursache unklar		**-**	Verrauchung, Zug-betrieb gestört
17.1. 2015	EURO-TUNNEL Ärmelkanal	F - GB	50 km		geladener LKW in Brand		**-**	Brand, Züge evaku. Betriebsunterbrech.
13.1. 2015	WASHINGTON DC U-Bahn Enfant Pla	USA			Starke Verrauchung Ur-sache unklar	**1**	**83**	Rauch, Stat. evaku. Betriebsunterbrech
3.4. 2017	St. Petersburg U-Bahn	RUS			Bombenanschlag im U-Bahntunnel; Brand	**11**	**40**	Explosion u. Brand; starke Verrauchung
1972 - 2017	**DEUTSCHLAND** (s. Aufstellg. A)	D			73 Fälle, davon 17 mit Personen-Schaden	**0**	**115**	
	WELTWEIT				**180** Fälle, davon **104** mit Personen-Schaden	**1.480**	**5.961**	