

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).

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 Berichtersteller bei der DB ProjektBau erneut vorgelegt und der Gruner AG zur Prüfung übergeben. Diese Prüfung hat folgende Ergebnisse erbracht:

- Der Berichtersteller 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-

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/m² 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/m² 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/m² 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 Referenz-

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 Berichtersteller vorgeschlagene Entrauchungskonzept kritisch. Der Berichtersteller weist hier eine raucharme Schicht in der Bahnhofshalle für unterschiedliche Brandorte nach. Dabei ist die angesetzte optische Dichte als Beurteilungsmassstab für die Rauchfreihaltung (mit $0,13 \text{ m}^{-1}$) zumindest diskussionswürdig. Wie bereits in unserem Schreiben vom 23. Juli 2012 erwähnt, hält der auch vom Berichtersteller angegebene vfdb-Leitfaden fest, dass bereits ab einer optischen Dichte von $0,10 \text{ m}^{-1}$ 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 Berichtersteller davon ausgeht, dass die Ventilatoren der Entrauchungsanlagen in den Tunnelbauwerken nach Branddetektion innerhalb von 3 Minuten ihre Maximalleistung von jeweils $1.200.000 \text{ m}^3/\text{h}$ 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

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 zweiröhriigen 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.

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 gesamthafes, 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 Rauchschiebung 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 Bahnhofsoberfläche.

- 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
Leiter Abteilung
Sicherheit, Gefahrenabwehr



Peter Spengler
Projektingenieur
Sicherheit, Gefahrenabwehr