

ingenhoven

ingenhoven architects, Postfach 19 00 46, 40110 Düsseldorf, Germany

DB Projekt Bau GmbH
Großprojekt Stuttgart 21 PFA 1.1
Herrn Alfons Plenter
Räppelstraße 17
70191 Stuttgart

Nur zur Information

05. Juli 2010

Großprojekt Stuttgart 21 Wendlingen Ulm – PFA 1.1 – Brandschutzkonzept BPK-G 038A/2010, Anforderung Löschwassernachweis Außenhydranten bei ENBW – Ihr Schreiben I.BV-SW-G2(1)NKS21WU/PA11/087/06813 vom 18.06.2010

Klaus Frankenheim, Dipl.-Ing. Architekt, Managing Director
Phone +49 [0]211 30101 139, Fax +49 [0]211 30101 42 139
Mobile +49 [0]173 57 93 323
klaus.frankenheim@ingenhovenarchitects.com
kf / 100705_LöschwassernachweisENBW.docx

Sehr geehrte Damen und Herren,
sehr geehrter Herr Plenter.

in Bearbeitung Ihres o.a. Schreibens I.BV-SW-G2(1)NKS21WU/PA11/087/06813 vom 18.06.2010
senden wir Ihnen in der Anlage die schriftliche Bestätigung der ENBW Stuttgart zum
Löschwasserversorgung-Grundschutz vom 02. Juli 2010 unterzeichnet im Original zur Weiterleitung
an den Fachbereich Brandschutz der DB-S&S.

Mit freundlichen Grüßen



Klaus Frankenheim

Peter Georg Vahlhaus

Anlage wie vor erwähnt

Düsseldorf, Zurich, Sydney, Singapore

ingenhoven architects gmbh, Plange Mühle 1, 40221 Düsseldorf, Postfach 19 00 46, 40110 Düsseldorf, Germany
Phone +49 [0]211 30101 01, Fax +49 [0]211 30101 31, info@ingenhovenarchitects.com, www.ingenhovenarchitects.com
Sitz: Düsseldorf, Amtsgericht Düsseldorf HR B 52411, Christoph Ingenhoven, Dipl.-Ing. Architekt BDA, RIBA [Geschäftsführer];
Hinrich Schumacher, Dipl.-Ing. Architekt [Geschäftsführer]; Ben Dieckmann, Dipl.-Ing. Architekt [Geschäftsführer];
Klaus Frankenheim, Dipl.-Ing. Architekt [Geschäftsführer]; Rudolf Jonas, Dipl.-Ing. [FH] Architekt [Geschäftsführer];
Martin Reuter, Dipl.-Ing. Architekt [Geschäftsführer]; Barbara Bruder, Dipl.-Ing. Architektin; Michael Reiß, Dipl.-Ing. Architekt

EnBW Regional AG · Regionalzentrum Stuttgart · Hackstraße 31 · 70190 Stuttgart

Ingenhoven architects gmbh
Herrn Vahlhaus
Plange Mühle 1,
40221 Düsseldorf

Hackstraße 31
70190 Stuttgart
Telefon +49 711 289-47499
Telefax +49 711 289-43918

Sitz der Gesellschaft: Stuttgart
Amtsgericht Stuttgart
HRB Nr. 20311
Steuer-Nr. 35001/01075

BW-Bank
BLZ 600 501 01
Konto 1366729

Ingenhoven architects

Name Markus Böse
Bereich TSKA
Telefon 0711 289-47653
Telefax 0711 289-43947
E-Mail m.boese@enbw.com

Eingang 06. Juli 2010

gesehen

welterleiten an

02. Juli 2010

Löschwasserversorgung Grundschutz Stuttgart 21 Bonatzbau

Sehr geehrte Herr Vahlhaus,

zu Ihrer Anfrage bzgl. Löschwasserversorgung im Bereich o. g. Gebäude:

Als verantwortliche Netz führende Stelle teilen wir Ihnen mit, dass im Bereich der angefragten Objekte eine Löschwassermenge von 96 m³/h aus dem vorgelagerten Wasserrohrnetz (Grundsutzmenge) zur Verfügung gestellt werden kann. Der Fließdruck liegt in diesem Fall bei ca. 5 bar.

Die Bereitstellung von Löschwasser durch die öffentliche Trinkwasserversorgung wird durch das DVGW Arbeitsblatt W 405 geregelt. Es sieht vor, dass im Brandfall von einer Netzbelastung auszugehen ist, „die der größten stündlichen Abgabe eines Tages mit mittlerem Verbrauch entspricht“. Darüber hinaus wird festgelegt, dass in jedem selbständigen Netzteil, der über einen eigenen Leitungsweg versorgt wird, jeweils nur von einem Brandfall auszugehen ist und dass an keiner Stelle im Netz der Fließdruck unter 1,5 bar absinken darf. Das erforderliche Löschwasser muss im Umkreis von 300 m um den Brandherd für eine Löszeit von 2 Stunden zur Verfügung stehen. Diese Sachverhalte wurden bei der Simulationsberechnung berücksichtigt.

Für Rückfragen stehen wir gerne zu Ihrer Verfügung.

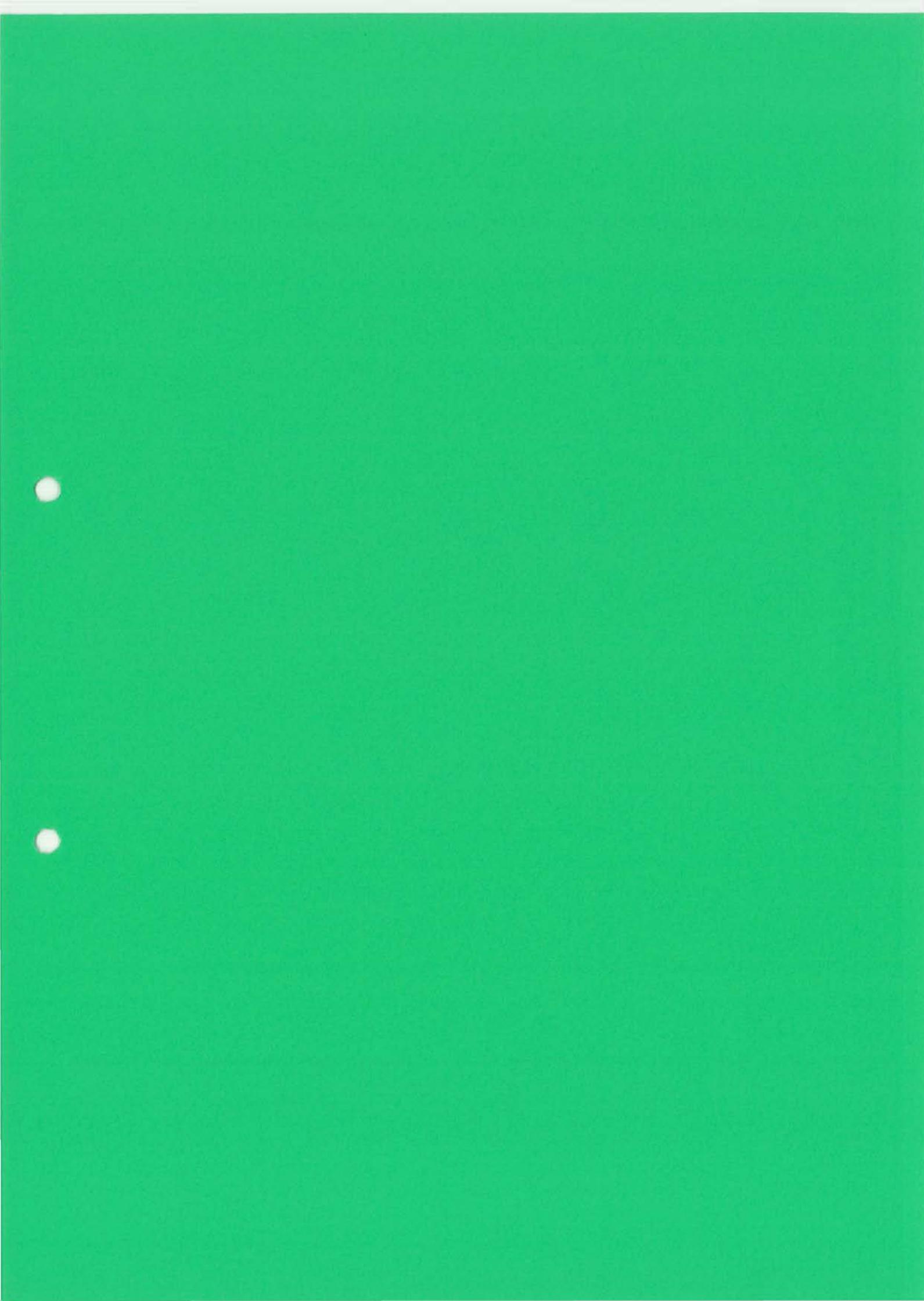
Freundliche Grüße
EnBW Regional AG

i. A.

Böse

Vorsitzender des Aufsichtsrats:
Christian Buchel

Vorstand:
Dr. Wolfgang Bruder (Vorsitzender)
Walter Böhmerle
Hans-Georg Edlfsen
Dr. Thomas Gößmann



STUTTGART 21

Nur zur Information

Ganzheitliches Brandschutzkonzept

Aktennotiz

In der folgenden Aktennotiz werden die aus brandschutztechnischer Sicht relevanten Sachverhalte des Abstimmungstermins mit der Feuerwehr am 09.09.2010 Zeitraum 11:30-14:30 Uhr zusammengefasst.

Teilnehmer:

Hr. Willich, DB S&S,
Hr. Plenter, DB PB,
Hr. Ziebart DB PB,
Hr. Jug DB PB,
Hr. Krehl D&S,
Hr. Prof. Klingsch, BPK,
Hr. Vahlhaus, IA,
Hr. Hauser, Feuerwehr Stuttgart,
Hr. Korte, Feuerwehr Stuttgart,
Hr. Lepain, Feuerwehr Stuttgart,
Hr. Rüdt, Feuerwehr Stuttgart

Bahnhofshalle

Herr Willich erläutert zunächst die wesentlichen Sachverhalte bezüglich der neuen Brandbemessungskurve und in diesem Zusammenhang die Relevanz der Feuerwehrinterventionszeit.

Die Feuerwehr Stuttgart merkt an, dass ihr keine Unterlagen (Brandschutzkonzept, Pläne, Entrauchungsstudien) vorliegen.

Durch Prof. Klingsch wurde die aktuelle Entwicklung der 53 MW-Brandbemessungskurve erläutert. Weiterhin wurden die erforderlichen/geplanten Überwachungssysteme und die Positionierung der Feuerlöschkästen auf den Bahnsteigen besprochen.

Die Feuerwehr bestätigte, in 95% aller Fälle in 10 Minuten am Gebäude zu sein (Anfahrt der Mannschaft – Phase 1)

Die Feuerwehr bestätigte, in weiteren 10 Minuten am Brandort zu sein (Erkundung durch Stoßtrupp – Phase 2)

Die Feuerwehr bestätigte, nach weiteren 10 Minuten den Beginn, einen Zugbrand wirkungsvoll zu löschen (Ausrüstung der Mannschaft – Phase 3)

Die Gesamtzeit bis zum effektiven Löschbeginn mit Begrenzung der Brandentwicklung würde somit $10 + 10 + 10 = 30$ Minuten betragen, was deutlich über den Richtwerten der Hilfsfristen läge.

Es wurde in diesem Zusammenhang von der Feuerwehr angemerkt, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens o.g. Zeiten geringer sei; diesbezüglich sollen Statistiken der Berufsfeuerwehr Stuttgart herangezogen werden. Dieser Sachverhalt ist noch abschließend mit der Berufsfeuerwehr zu klären.

(Hinweis: Bei einer Auftretenswahrscheinlichkeit der Gesamtzeiten von 80% berechnet sich die wahrscheinliche Gesamtzeit zu $0,8 \times 0,8 \times 0,8 = 0,512$
d.h. $0,512 \times 30$ Minuten = 15 Minuten bis zum Löschangriff der Feuerwehr)

Daraufhin wurden Möglichkeiten zur Verkürzung o.g. Zeiten besprochen; z.B. Technische Lösungen, separate Brandmeldung eines Waggons.

Die Zeit von der Detektion bis zum Meldeeingang bei der Feuerwehr wurde von der Berufsfeuerwehr Stuttgart mit 2-3 Minuten angegeben. Dieser Wert ist noch zu bestätigen.

In der Entrauchungssimulation von BPK wird die Verrauchung über einen Zeitraum von min. 30 Minuten ermittelt (Vollbrand), hierdurch soll auch der Feuerwehr eine Beurteilung der zu erwartenden Verrauchungssituation im Zusammenhang mit dem Zeitbedarf für die Erkundungsphase und den Löschangriff ermöglicht werden.

Prof. Klingsch erläutert die Stege und deren Funktion. Es wird erklärt, dass aufgrund der durchgeführten dynamischen Evakuierungssimulationen sichergestellt ist, dass ein Steg bei einem Brandereignis ausfallen kann und die Evakuierung über die beiden verbleibenden Stege erfolgt. Aus diesem Grund wurden die Stege in der bisherigen Planung (Brandschutzkonzept BPK-G 06A/2002) ohne Feuerwiderstandsdauer vorgesehen.

Die Feuerwehr stellt fest, dass die Stege aus ihrer Sicht keine F-Klassifizierung benötigen, da der vom Brand betroffene Steg weder für die Evakuierung noch für den Löschangriff relevant ist.

Entsprechend der Vorabstimmungen mit DB S&S, Fachtechnische Prüfdienste, ist eine F30 Qualität nach DIN 4102 erforderlich.

Von Prof. Klingsch wird eine Naturbrandsimulation zum Nachweis der äquivalenten F30 Qualifizierung vorgeschlagen (Heißbemessung).

Dieser Nachweis wird vom Fachtechnischen Prüfdienst akzeptiert, da er gemäß DIN 13 501-2 erfolgt.

Hierzu muss eine abschließende Abstimmung mit der Berufsfeuerwehr Stuttgart, nach Vorliegen aller erforderlichen Unterlagen, erfolgen.

Auf Basis der getroffenen Entscheidung kann nun mehr von BPK die Qualität der Stege mit F30, bzw. äquivalent F30 bestätigt werden.

Als optionale Möglichkeit, die Einsatzzeiten der Feuerwehr zu verkürzen, wurde auch eine Rauchauswaschung, z.B. mit einer Sprühnebelanlage für den Gleiskörper angesprochen.

Es wird festgehalten, dass zunächst die Simulationsergebnisse der CFD-Simulationen von BPK abgewartet werden und dann die Ergebnisse in die Beurteilung einfließen.

Weiteres Vorgehen:

- Die Entrauchungssimulation wird von BPK durchgeführt, Prüfung durch DB S&S über DB PB, neuer Abstimmungstermin mit Berufsfeuerwehr Stuttgart
- Seitens DB S&S wird eine Verwendung des Videosystems zur Brandortung für die Feuerwehr vorgeschlagen mit dem Ziel, die Phase 2 (Brandortung) zu verkürzen.
- Es wird ebenfalls vorgeschlagen, einen Laufkartendrucker anstatt Laufkarten vorzusehen, um eine bessere Aktualität der Planunterlagen zu gewährleisten.
- Gemäß Prüfbericht DB S&S, Abstimmung vom 24.09.2009, sind die Feuerlöschkästen (nass) mit max. Abstand von 80 m zu installieren, Schlauchlänge 50 m.
- Bei der Entrauchungssimulation sind die Grenzbetrachtungen im Tunnel mit Brandschutztores am Südkopf zu berücksichtigen.

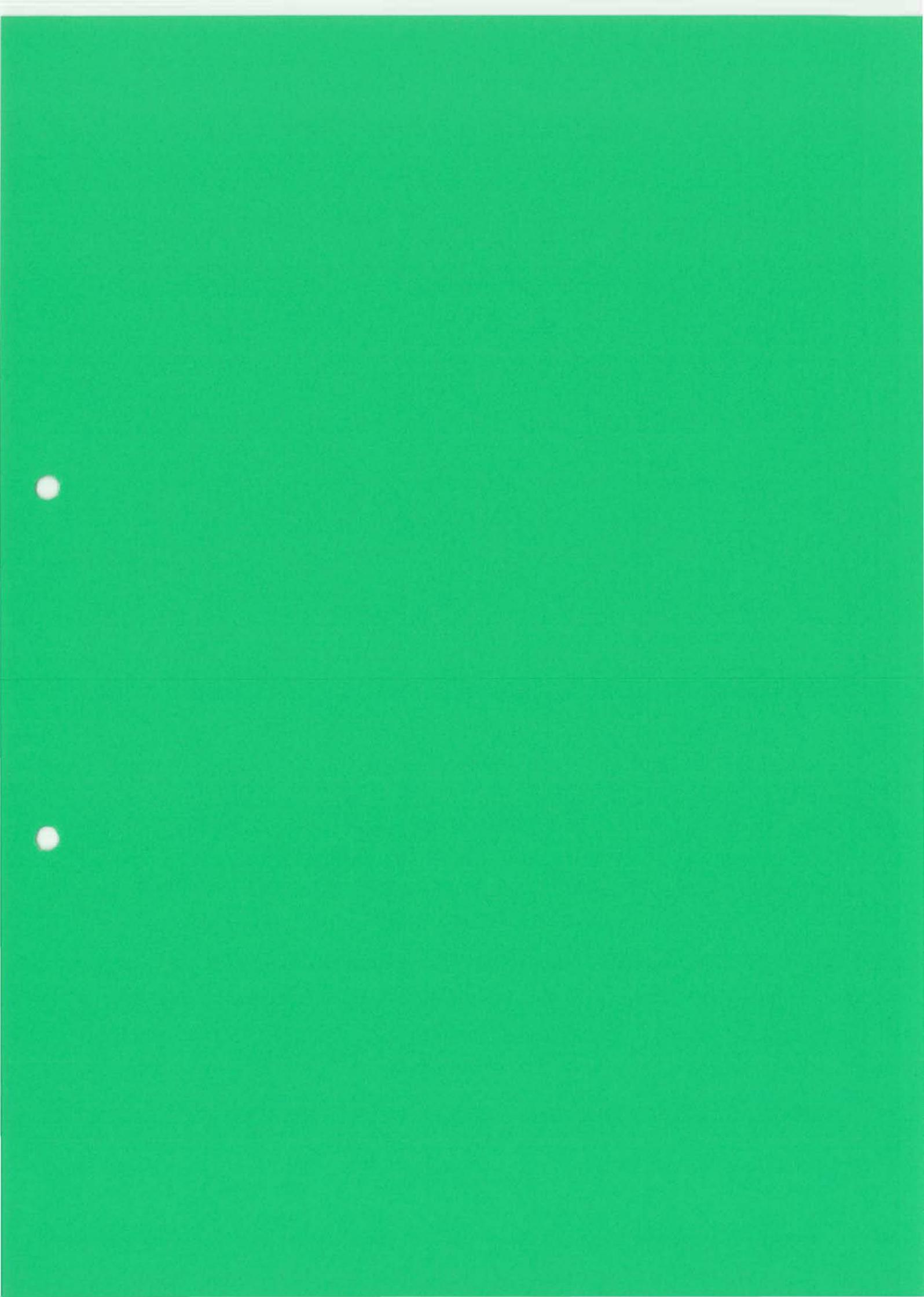
Bonatsverkehrsstation

BPK-G 175A/2009 und die dazugehörige Entrauchungssimulation sollen über die DB PB an DB S&S Fachtechnischer Prüfdienst übergeben werden.

Technikgebäude

Das Brandschutzkonzept Technikgebäude ist von DB S&S freigegeben.

gez. Prof. Dr.-Ing. W. Klingsch
Düsseldorf, 25.10.2010



STUTTGART 21

Ganzheitliches Brandschutzkonzept

Nur zur Information

Aktennotiz

Abstimmung Brandschutz mit Feuerwehr, 30.11.2009, 10:00 - 12:00 Uhr

Teilnehmer:

Hauser/Rembold - Feuerwehr Stuttgart
Rickmann/Penati – DB-S&S
Plenter/Lattrich – DB-PB
Besier/Müller – BGS/BuP
Rettner – BPK
Vahlhaus – IA

Gleisvorfeld

Provisorischer Querbahnsteige

Seitens der Feuerwehr wird geprüft, ob auf eine Befahrbarkeit des provisorischen Querbahnsteigs verzichtet werden kann. Stattdessen sollen die Hilfsgeräte der Feuerwehr mit Transportloren auf provisorischen Bahnsteigen gebracht werden. (BGS/BuP)

Zu den Kapiteln des Vorabzugs des Brandschutzkonzeptes BPK-G 150/2009 vom 27.08.2009 wurde wie folgt von der Feuerwehr Stellung genommen:

Technikgebäude

Zu 3.2

Zustimmung der Feuerwehr zur Überschreitung Brandabschnittsflächen

Zu 3.3

Keine Aufenthaltsräume im Technikgebäude vorhanden

Zu 3.4.3

Keine BMZ Unterzentralen in Stuttgart gestattet, Aufschaltung auf den Melder der Feuerwehr für das Technikgebäude nicht gefordert

Zu 3.4.4

Keine automatische Löschanlage erforderlich, Entrauchung Technikgebäude (Heißentrauchung, geplant 300 °C), Funktion nach Steuermatrix, Feuerwehreinsatzplan erforderlich, Automatische Aufschaltung der Entrauchung auf die BMZ

Zu 3.6

Wunsch der Feuerwehr Zugang von außen, nicht möglich, Kompensation: Automatische Aufschaltung der Entrauchung auf die BMZ

Bahnhofshalle/Versorgungstunnel

Versorgungstunnel

Zu 5.2

Aufzüge sind mit Brandfallsteuerung auszustatten

Zu 5.6

Brandmeldeanlage – Einbindung in die Gesamtanlage, keine Unterzentrale, flächendeckende Sprinklerung, maschinelle Entrachung über Abluftanlage als Kaltentrauchung

Zu 5.9

Feuerwehrrangriff über Zugang Versorgungstunnel Gitterschale Schlossgarten, 2ter Rettungsweg über Treppen in Trogwandhohlräume

Trogwand

Zu 4.4

Aus Sicht der Feuerwehr ist keine Brandmeldeanlage und keine automatische Löschanlage erforderlich, brandschutztechnische Unterteilung in 30m Abschnitte erforderlich, Entrauchungsanlage erforderlich, Trockene Feuerlöschleitung, B-Kupplung in jedem Abschnitt 400 l/min, je 2 Einspeisungen beidseitig – Überflur, Feuerwehrrangriff beidseitig so i.O.,

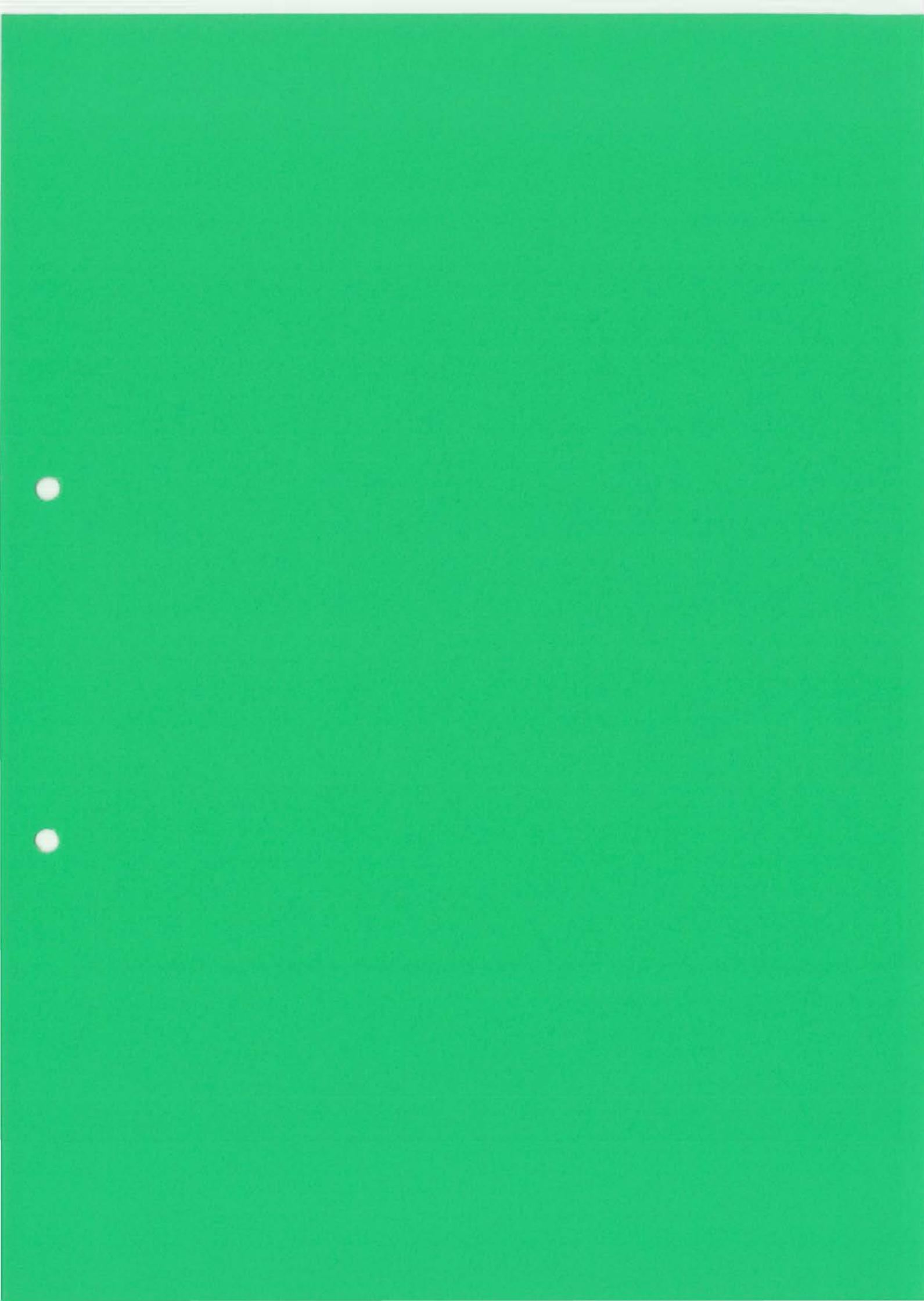
Zu 4.5 – Aus Sicht der Feuerwehr: keine Brandmeldeanlage erforderlich

Zu 4.6 – Entrauchung geht nur über Abluftanlage

Zu 4.8 – Feuerwehreinsatz erfolgt über Gleisfeld

Sonstiges

Der Sachschutz ist mit DB-S&S gesondert zu klären



R. Rettner

Von: "Fuchs Reinhard" <Fuchs@infra.dreso.com>
An: "Frankenhelm, Jürgen" <kf@ingenhoven-overdiek.de>; "Ouwerkerk, Peter Jan van" <vo@ingenhoven-overdiek.de>
Cc: "Häfele, Ernst" <Ernst.Haefele@ps21.dlb.de>; "Mayer Cornel A" <Mayer@infra.dreso.com>; "Lieb Rolf-Dieter" <Lieb@ds-plan.dreso.com>
Gesendet: Donnerstag, 31. Juli 2003 08:42
Betreff: PFA. 1.1/ Hbf; Evakuierung, Besprechung beim EBA am 24.03.03, Regionalzüge, Personenbelegung

Sehr geehrte Herren,

dem Rechenlauf bitten wir in Abstimmung mit der DB PB die nachfolgenden Annahmen analog zum PF-Antrag zugrunde zu legen:

n= Zahl der Gleise am Bahnsteig
P1+P2= Sitz- und Stehplätze der am Bahnsteig haltenden Zugeneinheit
P3= 30% aus Summe P1 und P2

n= 2
P1+P2= 1.757 (Regionalzug)
P3= 1.757x0,3= 527 (Wartenden)

2x1.757= 3.514+527= 4.041 pro Bahnsteig; bei 4 Bahnsteigen = 16.164 Personen

Bitte teilen Sie mir mit wann die Ergebnisse vorliegen können.

Freundliche Grüße

Reinhard Fuchs

Dipl.Ing., Projektpartner

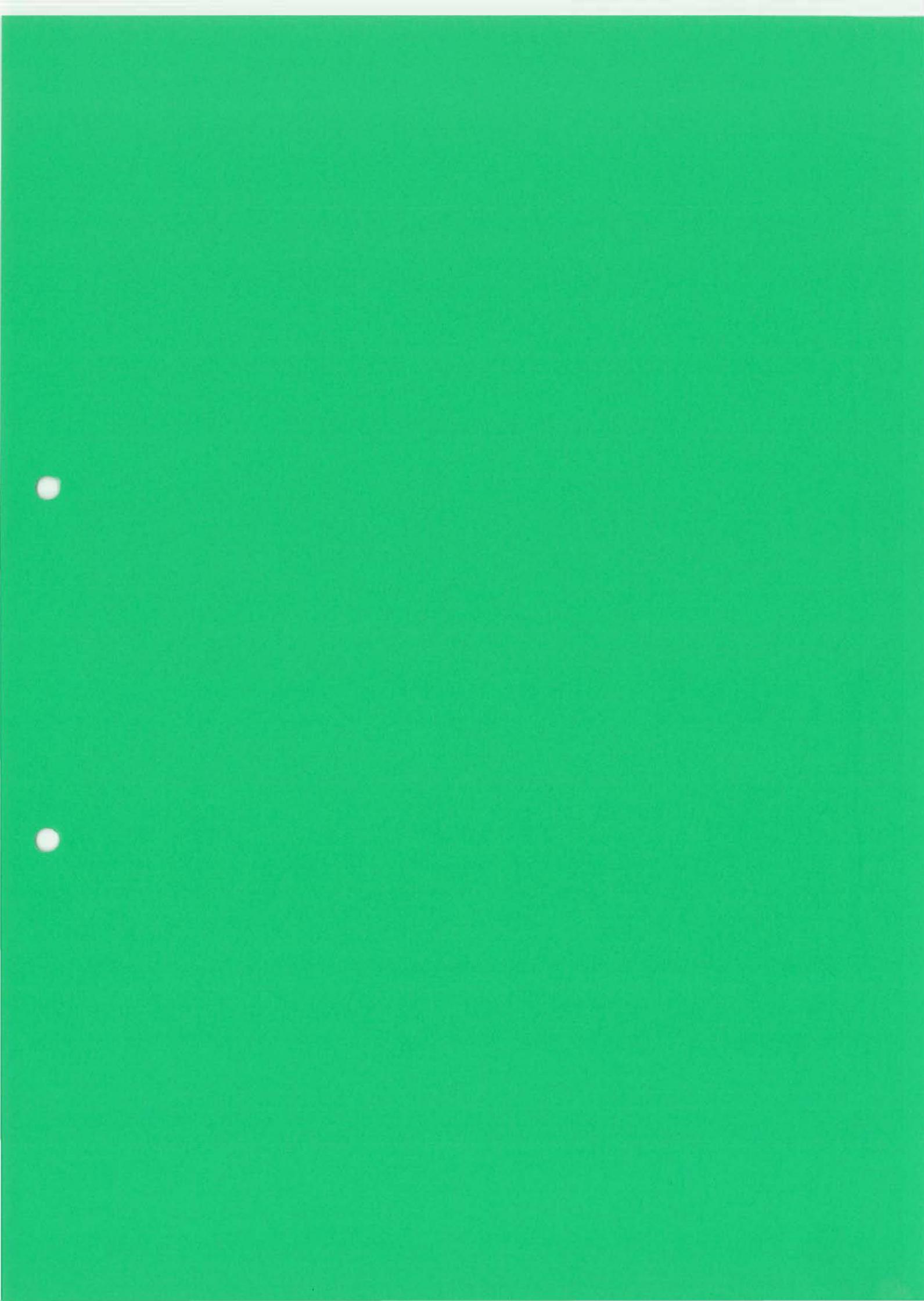
DS-INFRA

Drees & Sommer Infra Consult & Management GmbH
Lautenschlagerstraße 2, D-70173 Stuttgart

T: +49(0)711-22 29 33-35
F: +49(0)711-22 29 33-90

<http://www.ds-infra.com>

Nur zur Information



Ergebnisvermerk

Nur zur Information

Projekt: S21 Bahnhofshalle Stuttgart

Thema: Branddetektion und Brandlokalisierung
Anfrage Fa. Hekatron

Ort: BPK Düsseldorf

Datum: 10.07.2012

Beginn: 10:30 Uhr

Teilnehmer:	Firma, Organisation, Name:	email
	Hekatron, Herr Herbst	
	Hekatron, Herr Merkt	
	BPK, Frau Rettner	r.rettner@bpk-mail.de

Verteiler: siehe Teilnehmer

**zusätzliche
Verteiler:**

DB S&S, Herr Böhm, Herr Willich
ingenhoven architects

**Ort, Datum,
Verfasser:** Düsseldorf, den 16.07.2012
R. Rettner

Punkt	Inhalt
01	<p>Allgemein:</p> <p>In der Bahnhofshalle des neuen Stuttgarter Hauptbahnhofes ist es erforderlich, neben einer Rauchdetektion im Brandfall auch die genaue Lage des Brandes (Waggon) zu detektieren, um die Evakuierung einzuleiten und die Feuerwehr zu alarmieren, aber auch durch die Feststellung der genauen Brandortlage die gezielte Entrauchung und auch Auslösung der Micro Wasservernebelungsanlage zu starten.</p> <p>Ziel des Gespräches mit der Fa. Hekatron war zu klären, ob diese Anforderungen durch die möglichen Brandmeldesysteme der Fa. Hekatron richtlinienkonform erfüllt/berücksichtigt werden können.</p> <p>Es wird an Hekatron die Anfrage gestellt, ob das Interesse besteht, bei geplanten Großversuchen, zum Nachweis der Löschtechnik, auch die Brandmeldetechnik zu testen.</p>

02

Planung:

Die Brandmeldeanlagenplanung des Ingenieurbüros DS Plan für den Hauptbahnhof sieht derzeit eine Installation eines Lichtstrahlrauchmeldersystems im oberen Wandbereich der Bahnhofshalle vor.

Weiterhin soll über Flammmelder im Bereich der Lichtstelen und der Treppen, welche im Abstand von ca. 15 m angeordnet sind, ein Zugwaggonbrand oder ein ähnlich kritisches Brandereignis brandortgenau detektiert werden.

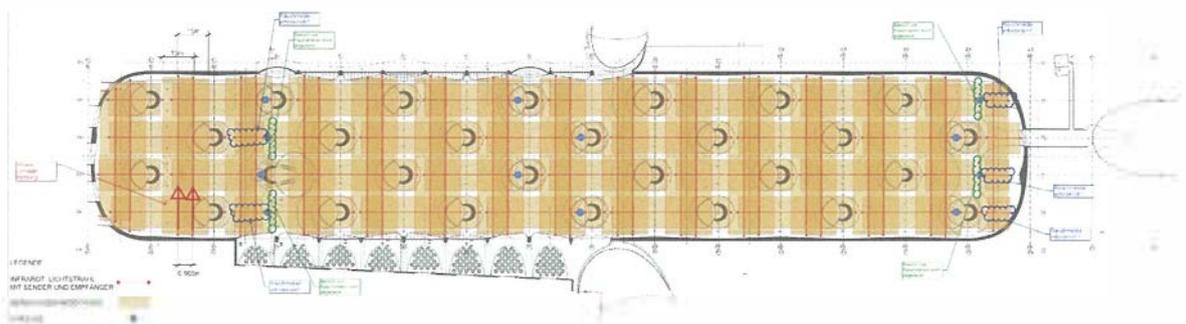
Es ist vorgesehen, dass ein brennend einfahrender Zug, oder ein anderes Brandereignis, aufgrund der vorhandenen Rauchentwicklung zunächst das Lichtstrahlrauchmeldersystem auslöst.

Es ist zu berücksichtigen, dass der Zug eine Tunnelfahrzeit von ca. 7 Minuten hat, demzufolge die DB Brandbemessungskurve für das maßgebende Brandszenario „Gemischter Reisezugverkehr“ bei einer Brandverlaufsdauer von 9 Minuten ca. 2 MW Brandleistung hat.

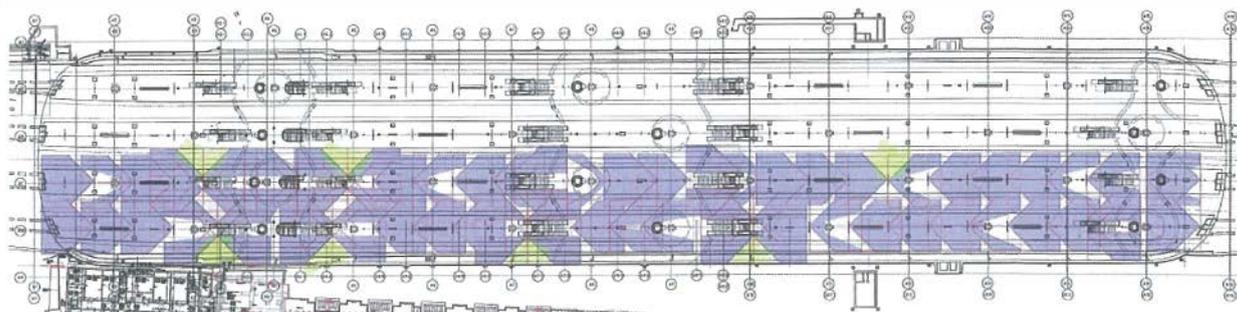
Nach Halten des Zuges wird dann durch die Flammenmelder der genau Brandort lokalisiert und sowohl die Entrauchung als auch optional die Micro Wasservernebelungsanlage aktiviert.

Sowohl für das Lichtstrahlrauchmeldersystem als auch für die Flammenmelderanlage wurde von DS Plan in Abstimmung mit ingehoven architects eine möglichst flächendeckende Installation der Anlagen gemäß DIN EN 54 Teil 12 und Teil 10 geplant. Aufgrund der Hallenkubatur ist dies nicht in allen Bereichen möglich, so dass Fehlflächen entstehen. Aus brandschutztechnischer Sicht sind diese Fehlflächen unkritisch, aber eine Abweichung zur Norm.

Projekt: Stuttgart 21
 DIAGRAMM LINEARE RAUCHMELDER BAHNHOFSHALLE
 12.04.2010



Abdeckung Lichtstrahlrauchmelder Skizze



Abdeckung Flammelder Skizze (nur für die halbe Bahnsteighalle dargestellt)

03

Einschätzung Hekatron:

Von Herrn Herbst und Herrn Merkt der Fa. Hekatron wird die grundsätzliche Umsetzbarkeit und Wirksamkeit der Anlagen bestätigt.

Hinsichtlich der Planung und Ausführung werden folgende Hinweise gegeben:

1. Lichtstrahlrauchmeldersystem

Es sind Sender und Empfänger innerhalb der Halle zu installieren, eine Detektion mit Reflektoren führt zu Falschalarmen

Die Hekatron-Melder messen neben der Sichttrübung auch ein „Wabern“ des Rauches.

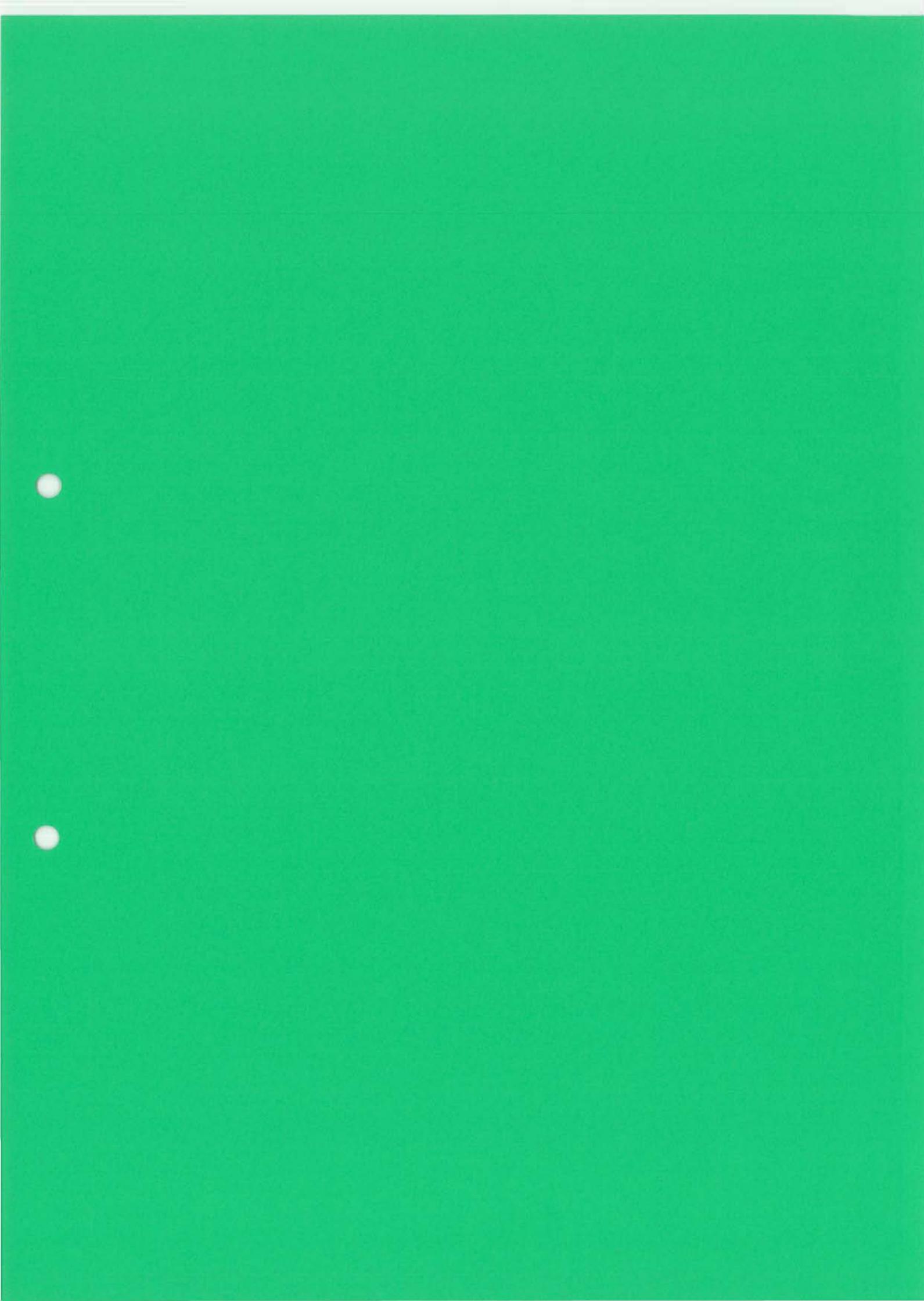
2. Flammenmelder

- Aufgrund der Möglichkeit eines Brandes im Waggoninneren sind Infrarotmelder erforderlich, UV-Melder würden durch die Verglasung abgeschirmt.
- Es wird grundsätzlich die Möglichkeit gesehen, dass auch durch Waggonfenster ein Brand detektiert wird. Voraussetzung ist, dass eine sichtbare Flammenentwicklung vorhanden ist.
- Dies gilt auch für verspiegelten Scheiben
- Zur Vermeidung von Fehleinflüssen aufgrund von warmen bzw. heißen Oberflächen von Zügen sind Aktivierungs-Zusatzkriterien.
- Die Einstellung/Positionierung der Flammenmelder muss so erfolgen, dass es aufgrund von Überschneidungen der Wirkflächen nicht zu Ungenauigkeiten bei der Brandortlokalisierung kommt.

Hekatron bekundet Interesse an dem Projekt und sagt die Unterstützung und Teilnahme zu.

Düsseldorf, den 16.07.2012

gez. Dipl.-Ing. R. Rettner



Ergebnisvermerk

Nur zur Information

Projekt: S21 Bahnhofshalle Stuttgart

Thema: Branddetektion und Brandlokalisierung
Anfrage Fa. Bosch Sicherheitssysteme
GmbH

Ort: BPK Düsseldorf

Datum: 07.09.2012

Uhrzeit: 09:00 - 10:30 Uhr

Teilnehmer:	Firma, Organisation, Name:	E-mail
	Bosch Sicherheitssysteme GmbH, Herr Stickel	joachim.stickel@de.bosch.com
	Bosch Sicherheitssysteme GmbH, Herr Haak	robert.haak@de.bosch.com
	BPK, Herr Nachtigall	e.nachtigall@bpk-mail.de

Verteiler: siehe Teilnehmer

**zusätzliche
Verteiler:**

**Ort, Datum,
Verfasser:** Düsseldorf, den 07.09.2012
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. E. Nachtigall

BPK Düsseldorf

Telefon:
Telefax:
Internet:
e-mail:

Wahlerstraße 32
40472 Düsseldorf
0211 - 43 61 83-0
0211 - 43 61 83-83
<http://www.bpk-fire.de>
office-dus@bpk-mail.de

Amtsgericht Wuppertal
HRB 11923
Geschäftsführer:
Prof. Dr.-Ing. Wolfram Klingsch
Liselotte Klingsch-Alswede

Bankverbindung:
Commerzbank AG Wuppertal
BLZ: 330 800 30
Konto Nr. 57 67 684 00
UST-Id.Nr.: DE 189458715

Punkt	Inhalt
01	<p>Allgemein:</p> <p>In der Bahnhofshalle des neuen Stuttgarter Hauptbahnhofes ist es erforderlich, neben einer Rauchdetektion im Brandfall, auch die genaue Lage des Brandes (Waggon) zu detektieren, um die Evakuierung einzuleiten und die Feuerwehr zu alarmieren, aber auch durch die Feststellung der genauen Lage des Brandorts die gezielte Entrauchung und auch Auslösung der Micro-Wasser-Vernebelungsanlage zu starten.</p> <p>Ziel des Gespräches mit der Fa. Bosch Sicherheitssysteme GmbH (Bosch) war zu klären, ob diese Anforderungen durch die möglichen Brandmeldesysteme der Fa. Bosch richtlinienkonform erfüllt/berücksichtigt werden können.</p> <p>Es wird an Bosch die Anfrage gestellt, ob das Interesse besteht, bei geplanten Großversuchen, zum Nachweis der Löschtechnik, auch die Brandmeldetechnik zu testen.</p>
02	<p>Vorarbeiten der Fa. Bosch:</p> <p>Bei den Vorplanungen des Branddetektionssystems für die Bahnhofshalle war die Fa. Bosch bereits beiteiligt und hat bei der Ausarbeitung des Vorkonzepts u. a. in diesem Zusammenhang die Ingenhoven Architects (IA) und Vertreter der DB beraten. Die Fa. Bosch verfügt über Ausarbeitungen zum Thema der Branddetektion speziell für die Bahnhofshalle. Teile dieser Ausarbeitungen werden BPK zur Verfügung gestellt.</p>

03

Planung:

Die Brandmeldeanlagenplanung des Ingenieurbüros DS Plan für den Hauptbahnhof sieht derzeit eine Installation eines Lichtstrahlrauchmeldersystems im oberen Wandbereich der Bahnhofshalle vor.

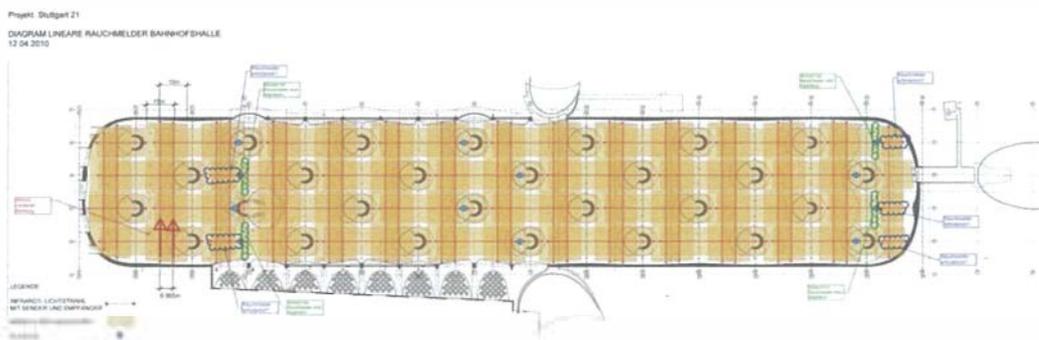
Weiterhin soll über Flammenmelder im Bereich der Lichtstelen und der Treppen, welche im Abstand von ca. 15 m angeordnet sind, ein Zugwaggonbrand oder ein ähnlich kritisches Brandereignis brandortgenau detektiert werden.

Es ist vorgesehen, dass ein brennend einfahrender Zug, oder ein anderes Brandereignis, aufgrund der vorhandenen Rauchentwicklung zunächst das Lichtstrahlrauchmeldersystem auslöst.

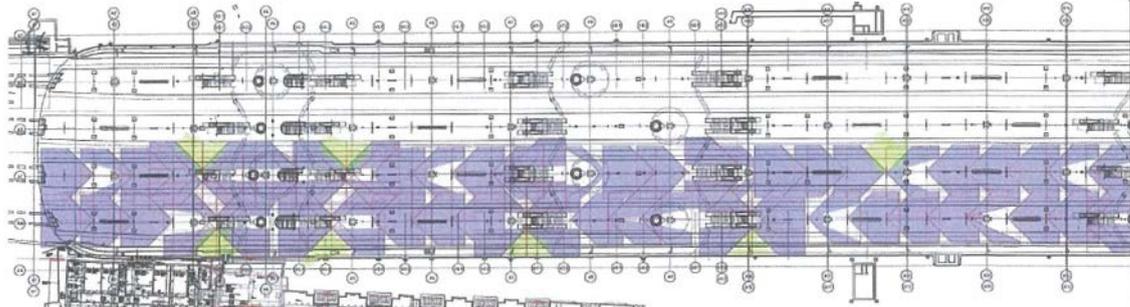
Es ist zu berücksichtigen, dass der Zug eine Tunnelfahrzeit von ca. 7 Minuten hat, demzufolge die DB Brandbemessungskurve für das maßgebende Brandszenario „Gemischter Reisezugverkehr“ bei einer Brandverlaufsdauer von 9 Minuten ca. 2 MW Brandleistung hat.

Nach Halten des Zuges wird dann durch die Flammenmelder der genaue Brandort lokalisiert und sowohl die Entrauchung als auch optional die Micro-Wasser-Vernebelungsanlage aktiviert.

Sowohl für das Lichtstrahlrauchmeldersystem als auch für die Flammenmelderanlage wurde von DS Plan in Abstimmung mit Ingehoven Architects eine möglichst flächendeckende Installation der Anlagen gemäß DIN EN 54 Teil 12 und Teil 10 geplant. Aufgrund der Geometrie ist dies nicht in allen Bereichen möglich, so dass Fehlflächen entstehen. Aus brandschutztechnischer Sicht sind diese Fehlflächen unkritisch, aber eine Abweichung zur Norm.



Abdeckung Lichtstrahlrauchmelder Skizze



Abdeckung Flammenmelder Skizze (nur für die halbe Bahnsteighalle dargestellt)

04

Einschätzung Fa. Bosch:

Von Herrn Haak der Fa. Bosch wurde die grundsätzliche Umsetzbarkeit und Wirksamkeit der geplanten Brandmeldeanlagen bereits bei den Vorplanungen in der Vergangenheit gegenüber IA bestätigt. Diese Einschätzungen wurden von der Fa. Bosch ca. 2010 intern geprüft und wurden im Gespräch erläutert und erneut bestätigt.

Hinsichtlich der Planung und Ausführung werden folgende Hinweise gegeben:

1. Lichtstrahlrauchmeldersystem

Das vorgesehene System scheint für die flächendeckende Detektion geeignet. Bewegungen des Bauwerks werden keine Störungen verursachen. Auch andere Störeinflüsse sind vernachlässigbar.

2. Flammenmelder

Der Einsatz von Flammenmeldern wird als kritisch hinsichtlich der Detektionssicherheit und Detektionsschnelligkeit angesehen. Die Fa. Bosch wird intern hinsichtlich der Verwendbarkeit von Flammenmeldern recherchieren und sich hierzu äußern. Hervorgehoben wird die Problematik der Detektion von Flammen durch unterschiedliche Glasscheiben. Es wird empfohlen hierzu Detektionsversuche im Rahmen von Brandversuchen vorzunehmen.

3. Thermodifferenzialmelder (Kabel)

Thermodifferenzialmelder (Kabel) entlang der Bahnsteigkanten zur Lokalisierung des Brandes. Mit diesem System ist es nach Meinung der Fa. Bosch nur unter bestimmten Umständen möglich den Brandort im Waggon zu detektieren, da die Wärmeentwicklung nicht immer im unteren Waggonbereich und u. U. auf der dem Bahnsteig abgewandten Seite stattfinden wird.

04
Fort-
set-
zung

4. Alternatives Konzept der Branddetektion

Ein mögliches Alternativkonzept der Fa. Bosch besteht aus:

- 4.1 Einem Rauchansaugsystem (RAS), welches mit seinem in die Stahlbetondecke integriertem Rohrnetzwerk die Branddetektion in der Fläche sicher und früh vornimmt. Für das RAS sind Filter vorzuschalten, die im industriellen Bereich bereits Verwendung finden. Ein Vorteil des RAS ist die Möglichkeit der Parametrierung und Anpassung des Systems etwa auf unterschiedliche Betriebszustände oder den erreichten Verschmutzungsgrad. Eine Kombination des RAS mit dem Lichtstrahlrauchmeldersystem ist vorstellbar. Generell wird zur Erhöhung der Zuverlässigkeit und Schnelligkeit der Branddetektion empfohlen, mehrere BM-Systeme miteinander zu kombinieren.
- 4.2 Ferner wird vorgeschlagen die Detektion bereits im Tunnel mithilfe von Thermodifferenzialmelder (Kabel) oder Thermobildmelder (aus den Wärmebildkameras aus dem Gewerk Videoüberwachungsanlage) vorzunehmen, um die BMA im Bahnhof bereits im Vorfeld der Einfahrt des Waggons sensibler zu schalten (eine Art Voralarm auszulösen). Die Wärmebildkameras sind dabei kein Bestandteil der BMA und lösen keinen eigenständigen Alarm aus.
Generell wird nahegelegt die Detektionssysteme der Tunnel (falls vorgesehen) und der Bahnhofshalle hinsichtlich des Informationsaustauschs miteinander zu verbinden.
- 4.3 Die vorgesehenen Systeme verfügen über entsprechende Zulassungen und Kompatibilität.

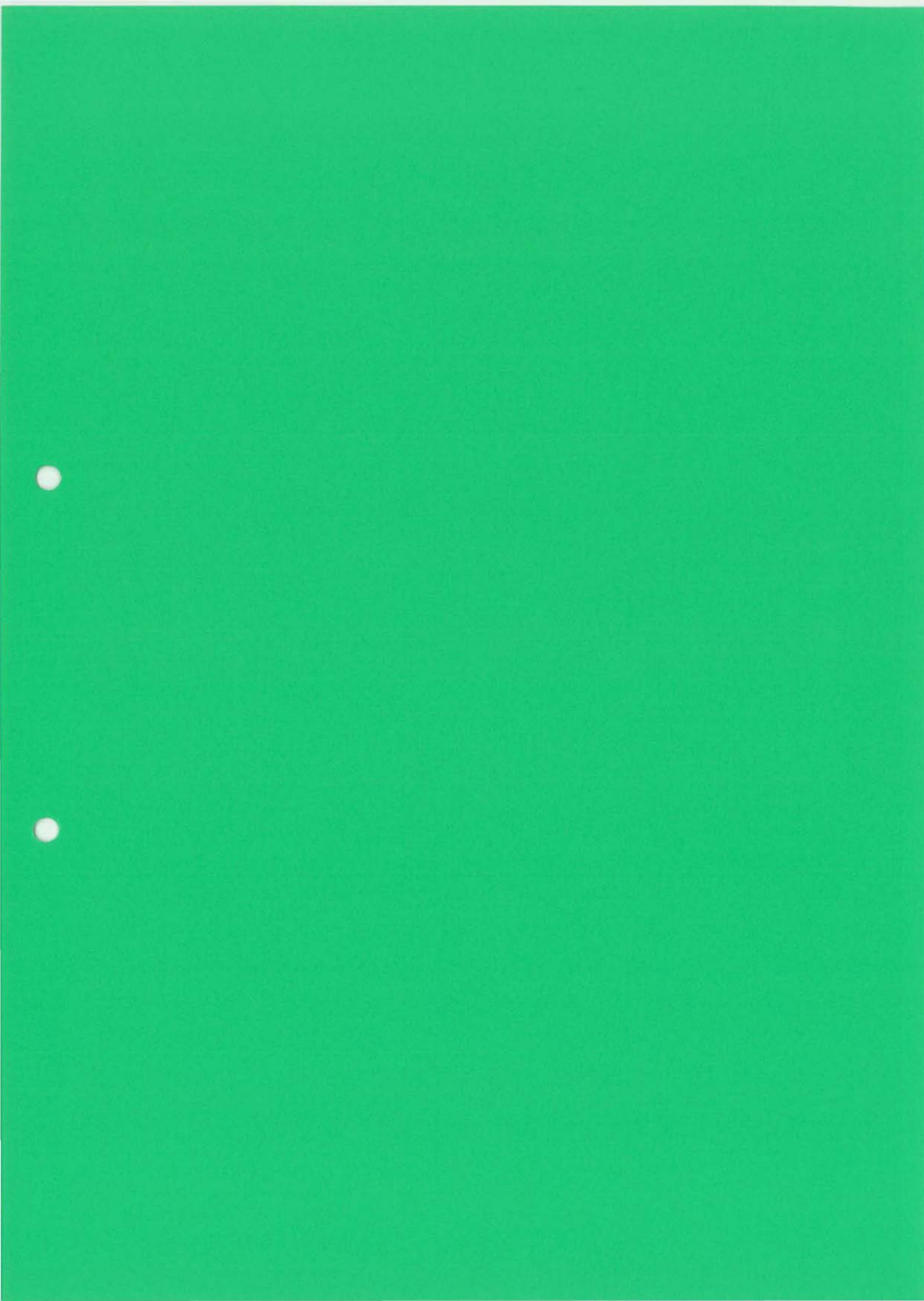
Fazit:

Die Fa. Bosch bekundet Interesse an dem Projekt und sagt die Unterstützung und Teilnahme zu. Auch die Beteiligung im Rahmen von Versuchen an der MWV zur Überprüfung des eigenen Detektionskonzeptes/Melder ist möglich.

Intern werden Informationen gesammelt und mögliche Lösungsansätze diskutiert. Die gestellten Fragen (Fragebogen) werden schriftlich beantwortet und an BPK bis zum 28.09.2012 zurückgesendet.

Düsseldorf, den 10.09.2012

gez. Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Eugen Nachtigall



Ergebnisvermerk

Nur zur Information

Projekt: S21 Bahnhofshalle Stuttgart

Thema: Branddetektion und Brandlokalisierung
Anfrage Fa. Siemens AG, Infrastructure
& Cities

Ort: BPK Düsseldorf

Datum: 26.09.2012

Uhrzeit: 10:00 - 11:00 Uhr

Teilnehmer:	Firma, Organisation, Name:	E-mail
	Siemens AG, Herr Feirabend	frank.feirabend@siemens.com
	Siemens AG, Herr Kiefer	michael.kiefer@siemens.com
	BPK, Herr Nachtigall	e.nachtigall@bpk-mail.de
	BPK, Herr Gago zeitweise	f.gago@bpk-mail.de

Verteiler: siehe Teilnehmer

**zusätzliche
Verteiler:**

**Ort, Datum,
Verfasser:** Düsseldorf, den 26.09.2012
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. E. Nachtigall

Punkt	Inhalt
01	<p>Allgemein:</p> <p>In der Bahnhofshalle des neuen Stuttgarter Hauptbahnhofes ist es erforderlich, neben einer Rauchdetektion im Brandfall, auch die genaue Lage des Brandes (Waggon) zu detektieren, um die Evakuierung einzuleiten und die Feuerwehr zu alarmieren, aber auch durch die Feststellung der genauen Lage des Brandorts die gezielte Entrauchung und auch Auslösung der Micro-Wasser-Vernebelungsanlage zu starten.</p> <p>Ziel des Gespräches mit der Fa. Siemens AG (Siemens) war zu klären, ob diese Anforderungen durch die möglichen Brandmeldesysteme der Fa. Siemens richtlinienkonform erfüllt/berücksichtigt werden können.</p> <p>Es wird an Siemens die Anfrage gestellt, ob das Interesse besteht, bei geplanten Großversuchen, zum Nachweis der Löschtechnik, auch die Brandmeldetechnik zu testen.</p>
02	<p>Vorarbeiten der Fa. Siemens:</p> <p>Bei den Vorplanungen des Branddetektionssystems für die Bahnhofshalle war die Fa. Siemens bereits beteiligt und hat bei der Ausarbeitung des Vorkonzepts u. a. in diesem Zusammenhang die Firma DS-Plan beraten.</p>

03

Planung:

Die Brandmeldeanlagenplanung des Ingenieurbüros DS Plan für den Hauptbahnhof sieht derzeit eine Installation eines Lichtstrahlrauchmeldersystems im oberen Wandbereich der Bahnhofshalle vor.

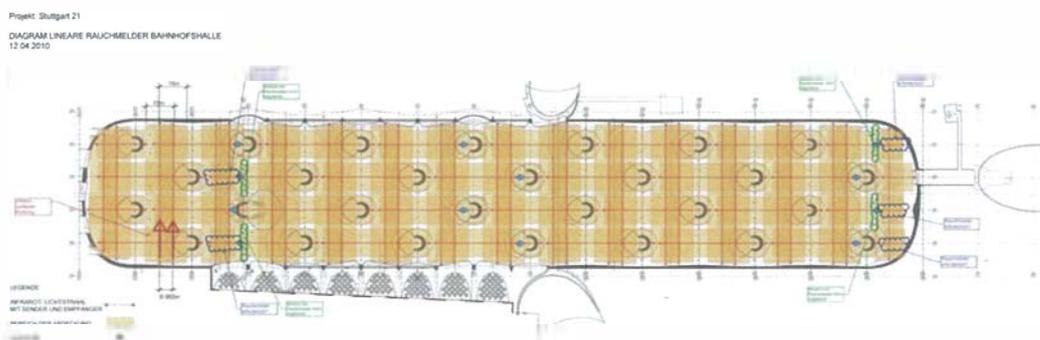
Weiterhin soll über Flammenmelder im Bereich der Lichtstelen und der Treppen, welche im Abstand von ca. 15 m angeordnet sind, ein Zugwaggonbrand oder ein ähnlich kritisches Brandereignis brandortgenau detektiert werden.

Es ist vorgesehen, dass ein brennend einfahrender Zug, oder ein anderes Brandereignis, aufgrund der vorhandenen Rauchentwicklung zunächst das Lichtstrahlrauchmeldersystem auslöst.

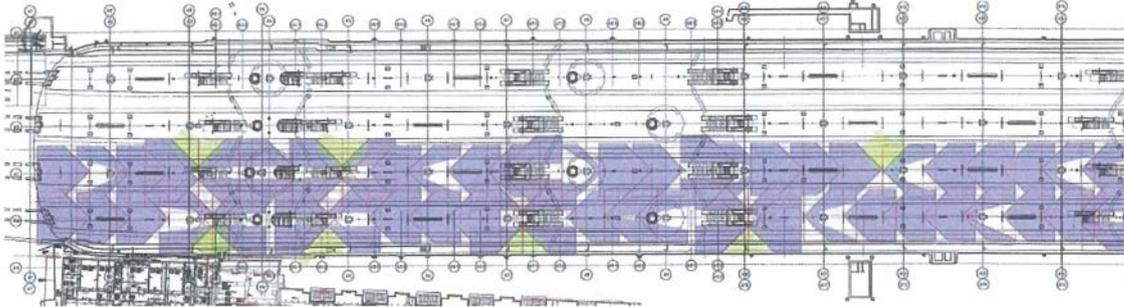
Es ist zu berücksichtigen, dass der Zug eine Tunnelfahrzeit von ca. 7 Minuten hat, demzufolge die DB Brandbemessungskurve für das maßgebende Brandszenario „Gemischter Reisezugverkehr“ bei einer Brandverlaufsdauer von 9 Minuten ca. 2 MW Brandleistung hat.

Nach Halten des Zuges wird dann durch die Flammenmelder der genaue Brandort lokalisiert und sowohl die Entrauchung, als auch optional die Micro-Wasser-Vernebelungsanlage aktiviert.

Sowohl für das Lichtstrahlrauchmeldersystem, als auch für die Flammenmelderanlage wurde von DS Plan in Abstimmung mit Ingehoven Architects eine möglichst flächendeckende Installation der Anlagen gemäß DIN EN 54 Teil 12 und Teil 10 geplant. Aufgrund der Geometrie ist dies nicht in allen Bereichen möglich, so dass Fehlflächen entstehen. Aus brandschutztechnischer Sicht sind diese Fehlflächen unkritisch, aber eine Abweichung zur Norm.

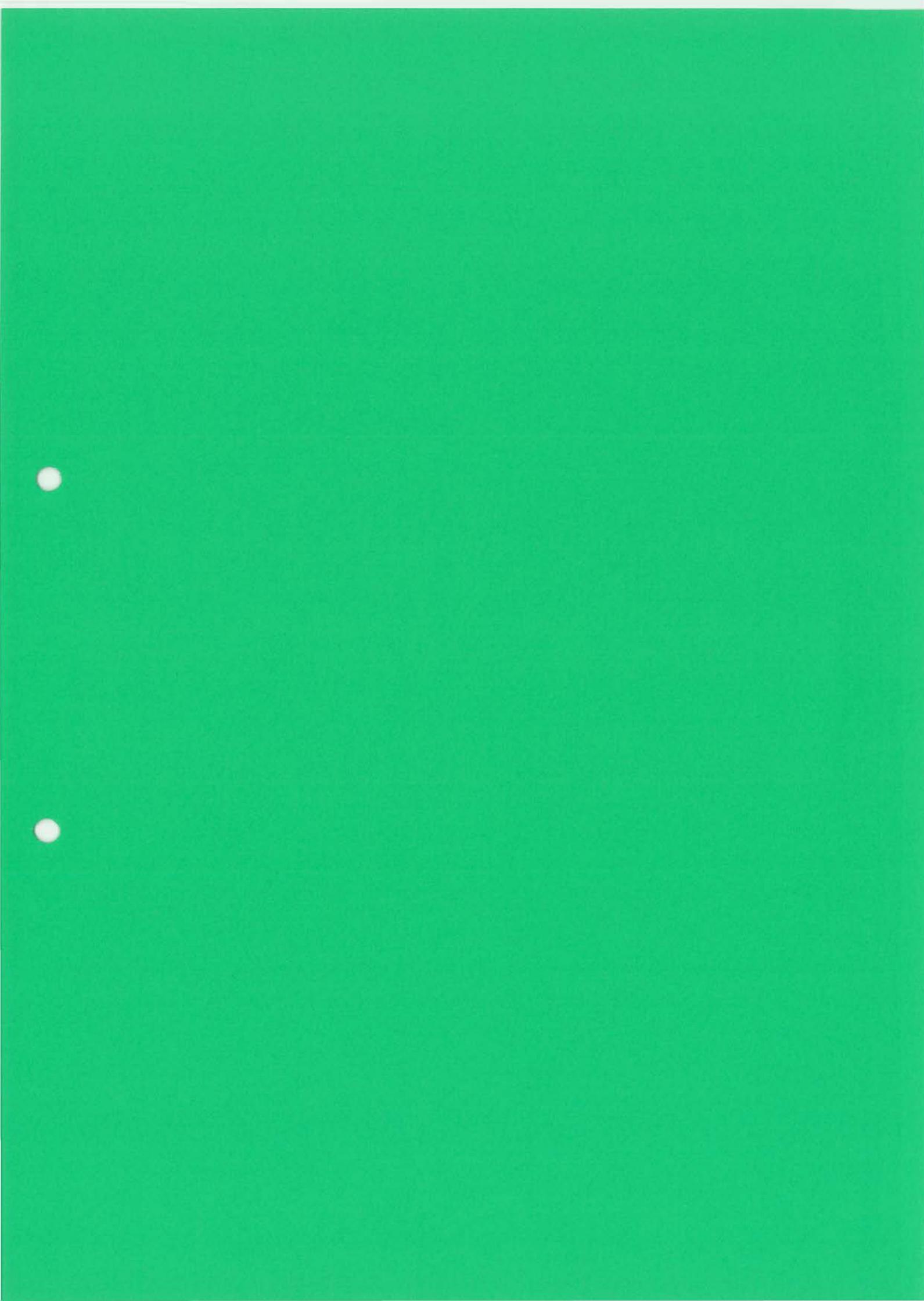


Abdeckung Lichtstrahlrauchmelder Skizze

	
04	<p>Einschätzung Fa. Siemens:</p> <p>Von Herrn Feierabend der Fa. Siemens wird die grundsätzliche Umsetzbarkeit und Wirksamkeit der geplanten Brandmeldeanlagen zum Teil in Frage gestellt. Hinsichtlich der Planung und Ausführung werden folgende Hinweise gegeben:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lichtstrahlrauchmeldersystem Das vorgesehene System scheint für die flächendeckende Detektion geeignet. 2. Flammenmelder Der Einsatz von Flammenmeldern wird als kritisch hinsichtlich der Detektionssicherheit und Detektionsschnelligkeit angesehen. Die Fa. Siemens wird intern hinsichtlich der Verwendbarkeit von Flammenmeldern recherchieren und sich hierzu äußern. Hervorgehoben wird die Problematik der Detektion von Flammen durch unterschiedliche Glasscheiben.
05	<p>Fazit:</p> <p>Die Fa. Siemens bekundet Interesse an dem Projekt und sagt die Unterstützung und Teilnahme zu. Intern werden Informationen gesammelt und mögliche Lösungsansätze diskutiert. Die gestellten Fragen (Fragebogen) werden schriftlich beantwortet und an BPK in 3 -4 Wochen zurückgesendet.</p>

Düsseldorf, den 26.09.2012

gez. Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Eugen Nachtigall



Ergebnisvermerk

Nur zur Information

Projekt: S21 Bahnhofshalle Stuttgart

Thema: Branddetektion und Brandlokalisierung
Anfrage Securiton GmbH
Alarm- und Sicherheitssysteme

Ort: BPK Düsseldorf

Datum: 27.09.2012

Uhrzeit: 14:45 - 15:45 Uhr

Teilnehmer:	Firma, Organisation, Name:	E-Mail
	Securiton GmbH, Herr S. Wick	stephan.wick@securiton.de
	BPK, Herr Gago	f.gago@bpk-mail.de

Verteiler: siehe Teilnehmer

**zusätzliche
Verteiler:** -

**Ort, Datum,
Verfasser:** Düsseldorf, den 27.09.2012
Dipl.-Ing. F. Gago

Punkt	Inhalt
01	<p>Allgemein:</p> <p>In der Bahnhofshalle des neuen Stuttgarter Hauptbahnhofes ist es erforderlich, neben einer Rauchdetektion im Brandfall, auch die genaue Lage des Brandes (Waggon) zu detektieren, um die Evakuierung einzuleiten und die Feuerwehr zu alarmieren, aber auch durch die Feststellung der genauen Lage des Brandorts die gezielte Entrauchung und auch Auslösung der Micro-Wasser-Vernebelungsanlage zu starten.</p> <p>Ziel des Gespräches mit der Fa. Securiton GmbH war zu klären, ob diese Anforderungen durch die möglichen Brandmeldesysteme richtlinienkonform erfüllt / berücksichtigt werden können.</p> <p>Es wird an Securiton die Anfrage gestellt, ob das Interesse besteht, bei geplanten Großversuchen, zum Nachweis der Löschtechnik, auch die Brandmeldetechnik zu testen.</p>
02	<p>Vorarbeiten der Fa. Securiton:</p> <p>Die Firma Securiton hat bisher noch keine Detektionstechnik in der Bahnhofshalle geplant. Im Zusammenhang mit dem Großprojekt S21 werden derzeit Sicherungssysteme für den Tunnelbereich geplant, die während der Bauzeit eingesetzt werden sollen. Eine vertragliche Bindung besteht derzeit nicht.</p>

03

Planung:

Die Brandmeldeanlagenplanung des Ingenieurbüros DS Plan für den Hauptbahnhof sieht derzeit eine Installation eines Lichtstrahlrauchmeldersystems im oberen Wandbereich der Bahnhofshalle vor.

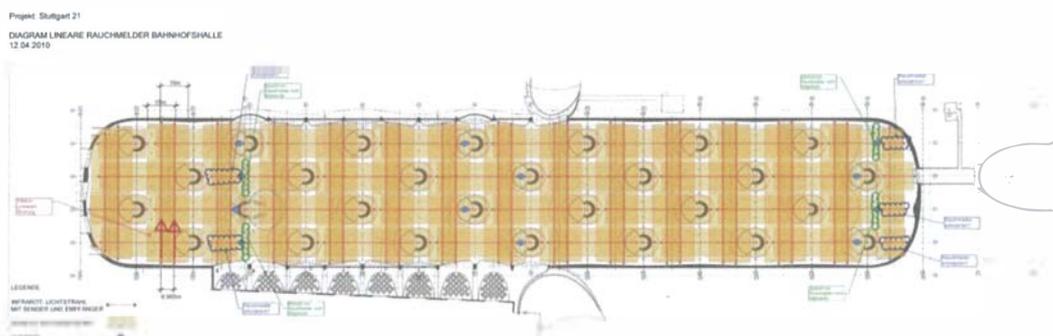
Weiterhin soll über Flammenmelder im Bereich der Lichtstelen und der Treppen, welche im Abstand von ca. 15 m angeordnet sind, ein Zugwaggonbrand oder ein ähnlich kritisches Brandereignis brandortgenau detektiert werden.

Es ist vorgesehen, dass ein brennend einfahrender Zug, oder ein anderes Brandereignis, aufgrund der vorhandenen Rauchentwicklung zunächst das Lichtstrahlrauchmeldersystem auslöst.

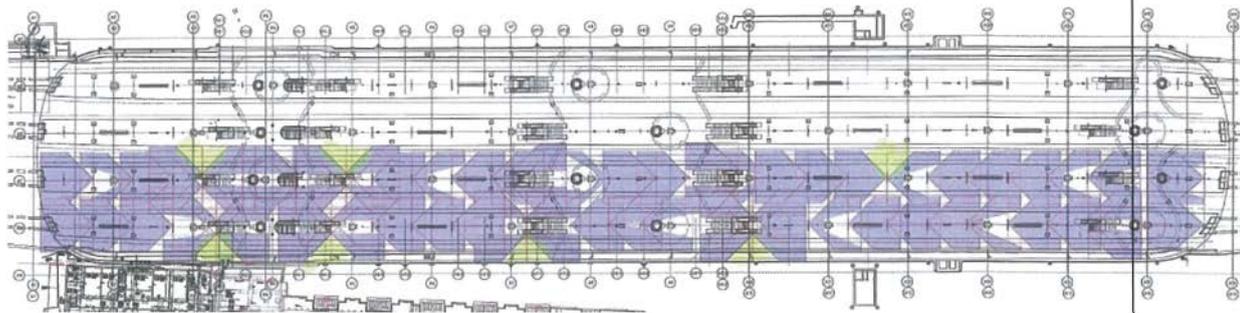
Es ist zu berücksichtigen, dass der Zug eine Tunnelfahrzeit von ca. 7 Minuten hat, demzufolge die DB Brandbemessungskurve für das maßgebende Brandszenario „Gemischter Reisezugverkehr“ bei einer Brandverlaufsdauer von 9 Minuten ca. 2 MW Brandleistung hat.

Nach Halten des Zuges wird dann durch die Flammenmelder der genaue Brandort lokalisiert und sowohl die Entrauchung, als auch optional die Micro-Wasser-Vernebelungsanlage aktiviert.

Sowohl für das Lichtstrahlrauchmeldersystem, als auch für die Flammenmelderanlage wurde von DS Plan in Abstimmung mit Ingehoven Architects eine möglichst flächendeckende Installation der Anlagen gemäß DIN EN 54 Teil 12 und Teil 10 geplant. Aufgrund der Geometrie ist dies nicht in allen Bereichen möglich, so dass Fehlflächen entstehen. Aus brandschutztechnischer Sicht sind diese Fehlflächen unkritisch, aber eine Abweichung zur Norm.



Abdeckung Lichtstrahlrauchmelder Skizze



Abdeckung Flammenmelder Skizze (nur für die halbe Bahnsteighalle dargestellt)

04

Einschätzung Fa. Securiton:

Von Herrn Wick der Fa. Securiton wird die grundsätzliche Umsetzbarkeit und Wirksamkeit der geplanten Brandmeldeanlagen überprüft. Hinsichtlich der Planung und Ausführung werden folgende Hinweise gegeben:

1. Einsatz eines Rauchansaugsystems (RAS)
2. Temperaturdetektion über Thermomelderkabel
3. Videosystem zur Lokalisation und Aktivierung der Löschanlage
4. Zusätzliche Detektion durch Flammen- und Linearmelder um eine Mehrmelderabhängigkeit zu erlangen

Die Fa. Securiton sieht eine grundsätzliche Machbarkeit hinsichtlich der sektoriellen Detektion eines Brandes und der Aktivierung der Löschtechnik.

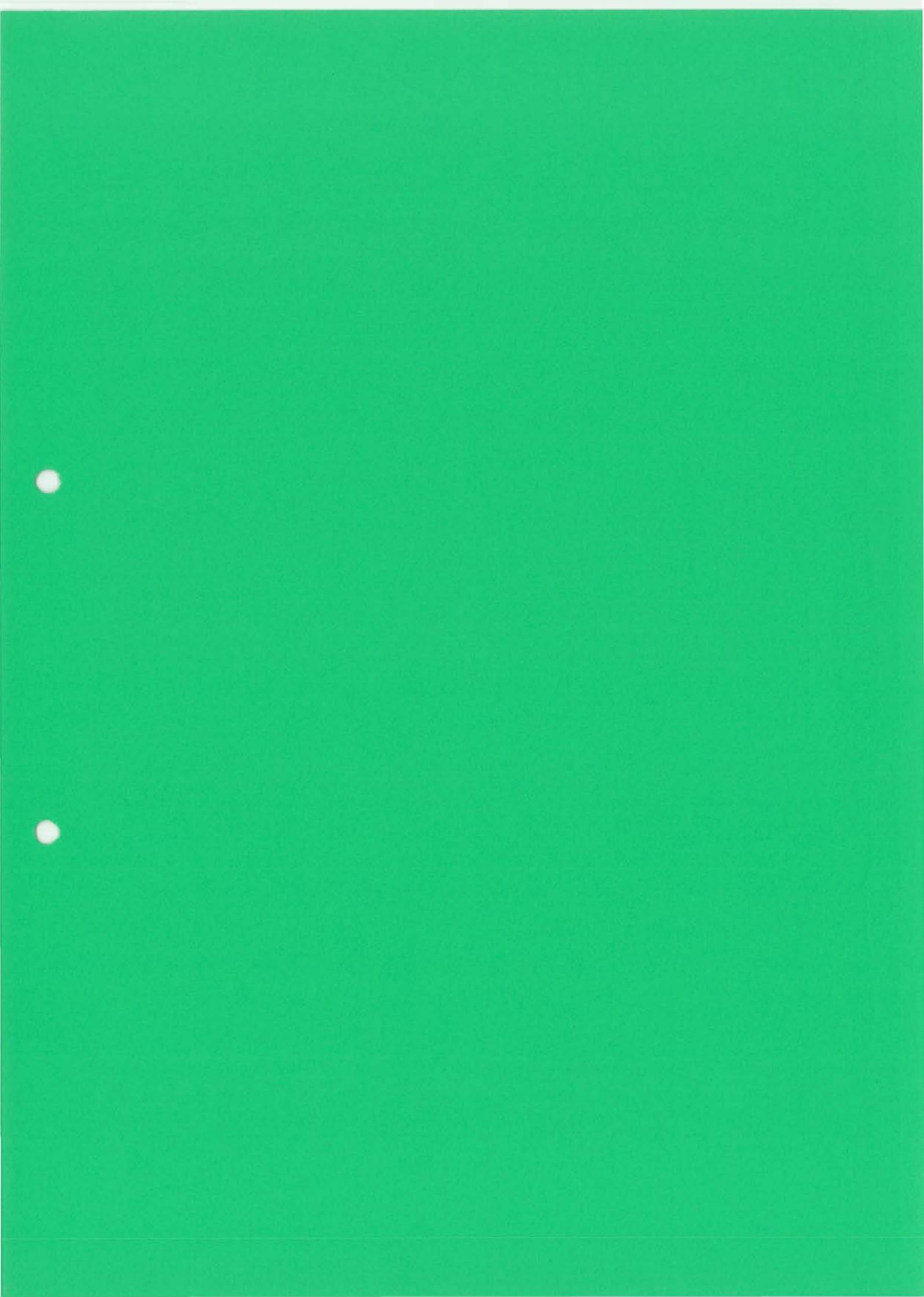
05

Fazit:

Die Fa. Securiton bekundet Interesse an dem Projekt und sagt die Unterstützung und Teilnahme zu. Intern werden Informationen gesammelt und mögliche Lösungsansätze diskutiert. Die gestellten Fragen (Fragebogen) werden schriftlich beantwortet und an BPK in 2-3 Wochen zurückgesendet.

Düsseldorf, den 27.09.2012

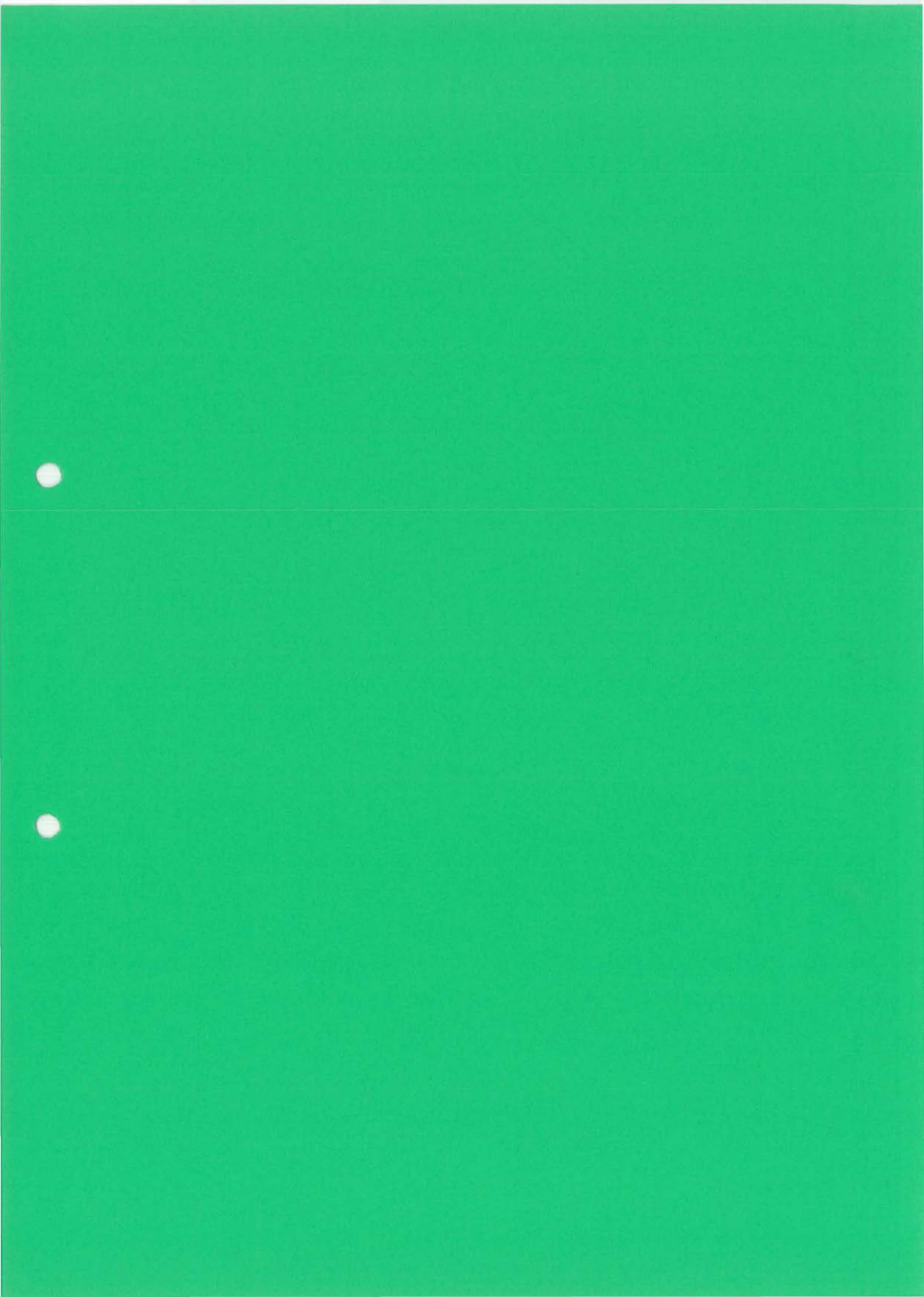
gez. Dipl.-Ing. F. Gago



S21 Bahnhofshalle Grobsteuermatrix

	Aktionen	Brand zwischen Steg A und Tunnel Nord	Brand zwischen den Stegen A und B	Brand unter Steg B	Brand vor Steg C	Brand in Gitterschale	Brand in Medienkanal, Trogwand, Technikraum
1	Lichtstrahlrauchmelder detektiert	X	X	X	X	X	X
2	Flammenmelder detektiert	X	X	X	X	X	X
3	Alarmweiterleitung Zentrale DB intern z.B. 3S	X	X	X	X	X	X
4	Alarmweiterleitung zur Feuerwehr Stuttgart	X	X	x	X	X	X
5	NRWG in Bahnhofshalle	NRWG bleiben geschlossen	8 NRWG öffnen über dem Brandort, sukzessive mehr; Öffnungsfläche windabhängig,	8 NRWG öffnen über dem Brandort, sukzessive mehr; Öffnungsfläche windabhängig,	NRWG bleiben geschlossen	-	-
6	Tunnel-Zuluft Süd	Ventilator-Aktivierung 1.200.000 m³/h	Ventilator-Aktivierung 1.200.000 m³/h	Ventilator-Aktivierung 1.200.000 m³/h	Aus	-	-
7	Tunnel-Zuluft Nord	Aus	Ventilator-Aktivierung 1.200.000 m³/h	Ventilator-Aktivierung 1.200.000 m³/h	Ventilator-Aktivierung 1.200.000 m³/h	-	-
8	Entrauchung/Tunnel-Abluft Süd	Aus	Aus	Aus	Ventilator-Aktivierung 1.200.000 m³/h	-	-
9	Entrauchung/Tunnel-Abluft Nord	Ventilator-Aktivierung 1.400.000 m³/h	Aus	Aus	Aus	-	-
10	Fluchtweg in Richtung Personengang S-Bahn Dynamisches Fluchtwegleitsystem	Optische Sperrung (Rote Kreuze blinken z.B.)	Nutzbar Grüne Pfeile, Blitzleuchten	Nutzbar Grüne Pfeile, Blitzleuchten	Nutzbar Grüne Pfeile, Blitzleuchten	-	-
11	Fluchtweg in Richtung Steg A Dynamisches Fluchtwegleitsystem	Optische Sperrung (Rote Kreuze blinken z.B.)	Optische Sperrung (Rote Kreuze blinken z.B.)	Nutzbar Grüne Pfeile, Blitzleuchten	Nutzbar Grüne Pfeile, Blitzleuchten	-	-
12	Fluchtweg in Richtung Steg B Dynamisches Fluchtwegleitsystem	Nutzbar Grüne Pfeile, Blitzleuchten	Optische Sperrung (Rote Kreuze blinken z.B.)	Optische Sperrung (Rote Kreuze blinken z.B.)	Optische Sperrung (Rote Kreuze blinken z.B.)	-	-
13	Fluchtweg in Richtung Steg C Dynamisches Fluchtwegleitsystem	Nutzbar Grüne Pfeile, Blitzleuchten	Nutzbar Grüne Pfeile, Blitzleuchten	Nutzbar Grüne Pfeile, Blitzleuchten	Optische Sperrung (Rote Kreuze blinken z.B.)	-	-
14	Fluchttreppenhaus zwischen Steg A und B Dynamisches Fluchtwegleitsystem	Nutzbar Grüne Pfeile, Blitzleuchten	Optische Sperrung (Rote Kreuze blinken z.B.)	Nutzbar Grüne Pfeile, Blitzleuchten	Nutzbar Grüne Pfeile, Blitzleuchten	-	-
15	Fluchttreppenhaus zwischen Steg B und C Dynamisches Fluchtwegleitsystem	Nutzbar Grüne Pfeile, Blitzleuchten	Nutzbar Grüne Pfeile, Blitzleuchten	Nutzbar Grüne Pfeile, Blitzleuchten	Nutzbar Grüne Pfeile, Blitzleuchten	-	-
16	Aufzüge Steg A	Außer Betrieb	Außer Betrieb	Außer Betrieb	Außer Betrieb	-	-
17	Aufzüge Steg B	Fahren zunächst weiter	Außer Betrieb	Außer Betrieb	Außer Betrieb	-	-
18	Aufzüge Steg C	Fahren zunächst weiter	Außer Betrieb	Außer Betrieb	Außer Betrieb	-	-
19	Fahrtreppen	Außer Betrieb	Außer Betrieb	Außer Betrieb	Außer Betrieb	-	-
20	Alarmierung	Gesamtevakuiierung der Bahnhofshalle	Gesamtevakuiierung Bahnhofshalle	Gesamtevakuiierung Bahnhofshalle	Gesamtevakuiierung Bahnhofshalle	-	-
21	Notausstiegsklappen Fluchttreppenhäuser	Automatisch Öffnen	Automatisch Öffnen	Automatisch Öffnen	Automatisch Öffnen	-	-
22	S-Bahn	Zughalt im Bahnhof gesperrt Zugang in Bahnhofshalle optisch gesperrt Evakuierungsdurchsage	Zughalt im Bahnhof gesperrt Zugang in Bahnhofshalle optisch gesperrt Evakuierungsdurchsage	Zughalt im Bahnhof gesperrt Zugang in Bahnhofshalle optisch gesperrt Evakuierungsdurchsage	Zughalt im Bahnhof gesperrt Zugang in Bahnhofshalle opt. gesperrt Evakuierungsdurchsage	-	-
23	Bonatzbau	Zugang in Bahnhofshalle optisch gesperrt	Zugang in Bahnhofshalle optisch gesperrt	Zugang in Bahnhofshalle optisch gesperrt	Zugang in Bahnhofshalle optisch gesperrt	-	-
24	Nördliches Bahnhofsgebäude	Zugang in Bahnhofshalle optisch gesperrt	Zugang in Bahnhofshalle optisch gesperrt	Zugang in Bahnhofshalle optisch gesperrt	Zugang in Bahnhofshalle optisch gesperrt	-	-

X= Meldung erfolgt, - = keine Aktionen erforderlich



EnBW Regional AG

Regionalzentrum Stuttgart

EnBW Regional AG - Regionalzentrum Stuttgart - Hackstraße 31 - 70190 Stuttgart

DB Energie GmbH
Herr Kai Müller
Kriegsstraße 77
76133 Karlsruhe

Hackstraße 31
70190 Stuttgart

Sitz der Gesellschaft: Stuttgart
Amtsgericht Stuttgart
HRB Nr. 20311
Steuer-Nr. 35001/01075

Baden-Württembergische Bank
BLZ 600 501 01
Konto 1366729

Name Utz Rosenow
Bereich BSNN
Telefon 0711 289-47131
Telefax 0711 289-43947
E-Mail u.rosenow@enbw.com

Nur zur Information

Künftige Versorgung der Übergabe Stuttgarter Hauptbahnhof aus unabhängigen Netzen

12. November 2009

Sehr geehrter Herr Müller,

Sie bitten uns die Bereitstellung der Allgemeinversorgung (AV) und Sicherheitsversorgung (SV) für die Übergabe Stuttgarter Hauptbahnhof aus zwei unabhängigen Unterwerken bzw. Hochspannungsnetzen nochmals schriftlich zu bestätigen.

In unserer Planung haben wir eine gemeinsame Einspeisung für die AV-Versorgung und für die SV-Versorgung vorgesehen. Die Einspeisung erfolgt im Endausbau alternativ über Doppelkabel aus einem von zwei unabhängigen 110/10-kV-Umspannwerken. Beide Umspannwerke sind im 110-kV-Netz schutztechnisch entkoppelt und werden n-1-sicher aus einem das ganze Stadtgebiet übergreifenden galvanisch verbundenen 110-kV-Netz gespeist. Bei Fehlern im Hochspannungsnetz, die über den n-1-Fall hinausgehen und zu großflächigen Ausfällen im 110-kV-Netz führen, sind zeitgleiche Störungen beider Umspannwerke nicht auszuschließen. Bezüglich der zur Herstellung des Anschlusses erforderlichen Zwischenschritte mit Skizzen und weiterer Details verweisen wir auf unsere Kostenschätzung „Versorgung der neuen Übergabepunkte der Deutschen Bahn im Zuge von Stuttgart 21“ vom 7. September 2009.

Wir hoffen, dass wir Ihnen hiermit die gewünschte Bestätigung geben konnten und stehen Ihnen bei Fragen gerne zur Verfügung.

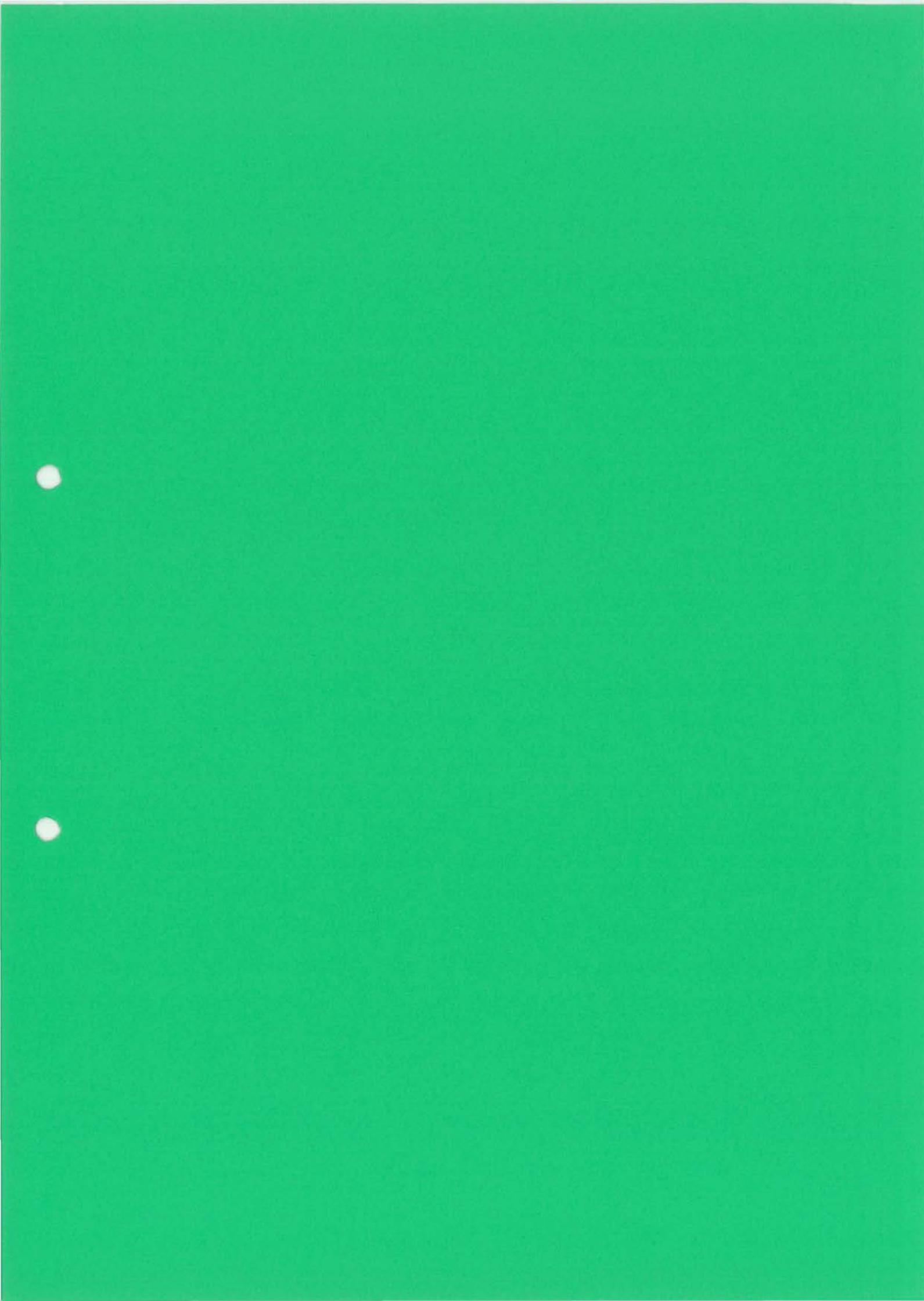
Freundliche Grüße

EnBW Regional AG

i. A. Utz Rosenow

Vorsitzender des Aufsichtsrats:
Christian Buchel

Vorstand:
Dr. Wolfgang Bruder Vorsitzender
Walter Böhmerle
Hans-Georg Edelstein
Dr. Thomas Gößmann



Auftraggeber
Client
Client

Kofler Energies / Deutsche Bahn

Objekt- oder Projektname
Object or Project Name
Nom d'Objet ou de Projet

Stuttgart 21

Nur zur Information

Berichtstitel
Report Titel
Titre de Rapport

Wirkung der Tunnellüftung bei Entrauchung eines 53 MW Brandes im Hauptbahnhof

Verfasser
Author
Auteur

Michael Flückiger, Peter Reinke

Datum / Version
Date / Version
Date / Version

2013-03-08 / Ver. 1.1

HBI-Auftragsnummer
HBI Project Number
HBI Numéro de Projet

20.98501.01.01.00

HBI-Berichtsnummer
HBI Report Number
HBI Numéro de Rapport

HBI Haerter Beratende Ingenieure • HBI Haerter Consulting Engineers • HBI Haerter Ingénieurs Conseils

HBI
www.hbi.ch • www.hbi.eu

HBI Haerter AG
Stockerstrasse 12
CH-8002 Zürich
Tel. +41 (0)44 289 39 00
Fax +41 (0)44 289 39 99
info.zh@hbi.ch

HBI Haerter AG
Thunstrasse 32
CH-3005 Bern
Tel. +41 (0)31 357 24 24
Fax +41 (0)31 357 24 25
info.be@hbi.ch

HBI Haerter GmbH
Friedrich-Ebert-Straße 25
D-89522 Heidenheim
Tel. +49 (0)7321 98 23 10
Fax +49 (0)7321 98 23 29
info.hdh@hbi.eu

HBI Haerter Ltd
Unit 15 Riverview Business Park
Station Road, Forest Row
RH18 5FS East Sussex UK
Tel. +44 (0)1342 458 427
info.uk@hbi.eu

Impressum

<i>Volltitel</i>	Wirkung der Tunnellüftung bei Entrauchung eines 53 MW Brandes im Hauptbahnhof				
<i>Kurztitel</i>	Tunnellüftung bei 53 MW Brand im Hauptbahnhof				
<i>Auftraggeber</i>	Kofler Energies / Deutsche Bahn				
<i>Verfasser</i>	Michael Flückiger, Peter Reinke				
<i>Projekt- / Objektname</i>	Stuttgart 21				
<i>Auftragsnummer</i>	20.98501.01.01.00				
<i>Berichtnummer</i>	-				
<i>Berichtdatum</i>	2013-03-08				
<i>Version</i>	Ver. 1.1				
<i>Verteiler</i>	Digital: 1 x Kofler Energies, 1 x Deutsche Bahn, 1 x Gruner, 1 x HBI				
	<i>Autor</i>	<i>Prüfer</i>	<i>Freigabe</i>	<i>Vers.</i>	<i>Änderungen</i>
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	MFL	PRE	-	0.1	
<i>Name</i>	Michael Flückiger	Peter Reinke	-		
<i>Datum</i>	2013-02-15	2013-02-15	-		
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	MFL	PRE	-	1.0	Quellenangaben und Lüftungsziele
<i>Name</i>	Michael Flückiger	Peter Reinke	-		
<i>Datum</i>	2013-02-28	2013-02-28	-		
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	MFL	PRE	-	1.1	Ermittlung der minimal erforderlichen Fördermengen der Entrauchungsbauwerke; Textanpassungen
<i>Name</i>	Michael Flückiger	Peter Reinke	-		
<i>Datum</i>	2013-03-08	2013-03-08	-		

Zusammenfassung

Ausgangslage

Für die Hauptbahnhofshalle sowie das Tunnelsystem von Stuttgart 21 (S21) stellt der Brand eines Personenzuges ein wesentliches Ereignisszenario dar. In den Vorjahren wurden für diesen Ereignisfall die entsprechenden Brandschutz-, Flucht- und Rettungskonzepte entwickelt.

Bei Brandereignissen in der Haupthalle des Hauptbahnhofes unterstützen 3 Entrauchungsbauwerke (EBW) die Rauchabfuhr. Durch eine entsprechende Steuerung des EBW Heilbronner Strasse im Bad Cannstatter Tunnel, des EBW Prag im Feuerbacher Tunnel und des EBW Süd am Hauptbahnhof wird die Entrauchung sichergestellt. Bei Bränden im mittleren Bereich der Bahnhofshalle wird die natürliche, durch den Brandauftrieb bewirkte Rauchabfuhr über die Lichtaugen der Hauptbahnhofshalle durch eine beidseitige Luftzufuhr aus den EBW Süd (Südseite) und den EBW Heilbronner Str. und EBW Prag (Nordseite) unterstützt. Die Entrauchung bei einem Brand in einem nördlichen oder südlichen Teil des Hauptbahnhofes (nördlich Steg A / südlich Steg C) erfolgt durch die einseitige Absaugung über die angrenzenden Tunnelabschnitte mit Zuluft von der gegenüberliegenden Bahnseite. Die nördlichen oder südlichen EBW werden entsprechend für Zuluft- oder Abluftbetrieb eingesetzt.

Die bisherigen Vorplanungen basierten auf der Vorgabe eines Reisezugbrandes mit einer maximalen Brandleistung von 25 MW. Die erforderlichen Förderleistungen der EBW für einen 53 MW Brand in der Haupthalle des Hauptbahnhofes wurden bisher nicht ermittelt.

Ziel des Berichts

Für das Projekt S21 sollen die erforderlichen Förderleistungen der EBW ermittelt werden, mit denen die geforderten Luftvolumenströme an den stirnseitigen, nördlichen und südlichen Querschnitten des Hauptbahnhofes bei einem Bemessungsbrand mit einer maximalen Leistung von 53 MW erreicht werden.

Vorgehen

Wesentliche Arbeitsschritte bilden die Aufarbeitung der Grundlagen, die Modellerstellung, die Berechnungen und die Ergebniszusammenstellung. Als Berechnungsprogramm wird THERMOTUN eingesetzt, das speziell für die Aerodynamik und Lüftung von Bahntunnelsystemen entwickelt und validiert wurde.

Grundlagen, Annahmen, Erläuterungen und Abgrenzungen

Die technische Planung der Tunnellüftungsanlagen mit Stand Januar 2013 sowie Annahmen, Erläuterungen und Abgrenzungen werden im Wesentlichen durch die Berichte [4], [5], [6] und [7] wiedergegeben.

Ergebnisse

Diese Untersuchung bezieht sich nur auf die entrauchungstechnischen Anforderungen des Hauptbahnhofes. Zum besseren Verständnis sind teilweise Wechselwirkungen mit den Tunnelanlagen erklärt.

In den Rechenfällen werden die maximal erforderlichen Fördermengen zur Entrauchung der Haupthalle des Hauptbahnhofes ermittelt. Diese sind nachfolgend den verfügbaren, nominalen, reversiblen Leistungen der EBW gegenübergestellt, welche auf der Basis der früheren Planungen für einen 25 MW Brand ermittelt wurden ([4], [5]). Die Ergebnisse zeigen, dass mit den verfügbaren Leistungen der EBW auch bei ungünstigen Randbedingungen (ungünstige Portalwinde, brandbedingte Auf-/Abtriebe) die für den Hauptbahnhof spezifizierten Volumenströme erzeugt werden können.

Lüftungszentrale	Erforderlich für Entrauchung Haupthalle	Vorhanden
EBW Süd	450 m ³ /s	1000 m ³ /s
EBW Prag	420 m ³ /s	500 m ³ /s
EBW Heilbronner Str.	420 m ³ /s	500 m ³ /s

Problematisch ist, dass ein Brand im nördlichen Teil des Hauptbahnhofes oder ein Brand im Bereich des nördlichen Gleisvorfeldes gleichzeitig die Ost- und Weströhren des Feuerbacher und Bad Cannstatter Tunnels verrauchen kann. Dieser Aspekt sowie Wirkungsverbesserungen sind Gegenstand laufender Untersuchungen.

Schlussfolgerungen, Empfehlungen und weiteres Vorgehen

Die Erhöhung der Leistung des Bemessungsbrandes von 25 MW auf 53 MW ist durch die Tunnellüftung grundsätzlich für wesentliche Tunnelbereiche handhabbar. Die für die mechanische Lüftung spezifizierten Volumenströme zur Entrauchung der Haupthalle des Hauptbahnhofes können an dessen Stirnseiten bereitgestellt werden. Weitere Möglichkeiten zur Sicherheitsverbesserung (keine Rauchabfuhr aus Hauptbahnhof über stehende Züge in den Tunnelstrecken) und zur wirtschaftlichen Optimierung (Verringerung der Lüftungsleistungen der EBW Prag, Heilbronner Str. und Süd) sind zu prüfen.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Zusammenfassung.....	3
Inhaltsverzeichnis	5
1 Ausgangslage.....	7
2 Ziele der Arbeit	7
3 Abgrenzung	8
4 Vorgehen.....	9
4.1 Arbeitschritte	9
4.2 Berechnungsprogramm.....	9
5 Grundlagen, Annahmen und Erläuterungen	9
5.1 Tunnelsystem	9
5.2 Rollmaterial und Bemessungsbrand.....	11
5.3 Übergeordnetes Brandschutz- und Rettungskonzept und Entrauchungsziele	12
5.4 Entrauchungskonzept und Entrauchungsmassnahmen.....	12
5.5 Brandbereiche und Rechenfälle	13
5.6 Entrauchungsziele für Brandbereiche	14
6 Ergebnisse	16
6.1 Ergebnisse der Rechenfälle hinsichtlich Luftströmungen	16
7 Schlussfolgerungen, Empfehlungen und weiteres Vorgehen.....	18
8 Quellenverzeichnis.....	19
9 Anhang A: Eigenschaften und Entrauchung des Hauptbahnhofes	20
10 Anhang B: Berechnungsergebnisse	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beispiele von nicht bearbeiteten Aspekten und Konsequenzen	8
Tabelle 2:	Wesentliche Anlagen und Massnahmen zur Umsetzung des Entrauchungskonzeptes (Stand gemäss [4], [5])	13
Tabelle 3:	Zuordnung der Brandbereiche zu den Tunnelstrecken und Nummerierung der Rechenfälle	13
Tabelle 4:	Zuordnung der Brandbereiche zu den Tunnelstrecken, Nummerierung der Rechenfälle und Entrauchungsziele der Ereignisbereiche.....	15
Tabelle 5:	Ergebnisse der Rechenfälle.....	16
Tabelle 6:	Gegenüberstellung der erforderlichen und verfügbaren Förderleistungen der EBW.....	17
Tabelle 7:	Lüftungstechnische Eigenschaften und Öffnungsflächen der Bahnhofshalle	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersicht der für die Entrauchung betrachteten unterirdischen Bereiche von S21 (siehe auch Tabelle 3; Bahntunnelstrecken und EBW Nord stellen Untersuchungsoptionen dar)	10
Abbildung 2:	Höhen- und Längenprofil der für die Entrauchung betrachteten unterirdischen Bereiche von S21 sowie Brandorte der Brandbereiche (siehe auch Tabelle 3)	11
Abbildung 3:	Zeitliche Entwicklung der Brandleistung des Bemessungsbrandes eines Reisezuges (vgl. [3])	12
Abbildung 4:	Ungefähre Lage der Brandbereiche 23, 24 und 25 am Hauptbahnhof	14
Abbildung 5:	Wesentliche Gebäudeteile des Hauptbahnhofes Stuttgart (aus [7])	20
Abbildung 6:	Mechanische Lüftung der Bahnhofshalle über die Tunnelstrecken bei unterschiedlichen Brandorten in der Bahnhofshalle	21
Abbildung 7:	Orte der Öffnungsflächen der Bahnhofshalle	22
Abbildung 8:	Simulationsannahmen zu den Öffnungsflächen der Bahnhofshalle	23

1 Ausgangslage

Mit dem Projekt Stuttgart 21 (S21) werden ein neuer unterirdischer Hauptbahnhof sowie verschiedene Tunnelstrecken geschaffen. Die neuen ein- und doppelröhrigen Bahntunnel weisen eine Gesamtlänge von ca. 30 km bzw. eine Röhrenlänge von ca. 55 km auf.

Für die Hauptbahnhofshalle sowie das Tunnelsystem von S21 stellt der Brand eines Personenzuges ein wesentliches Ereignisszenario dar. In den Vorjahren wurden für diesen Ereignisfall die entsprechenden Brandschutz-, Flucht- und Rettungskonzepte entwickelt.

Im Brandfall soll die Rauchausbreitung durch eine mechanische Lüftung beeinflusst werden. Durch eine entsprechende Steuerung der 3 Entrauchungsbauwerke (EBW) Heilbronner Strasse, Prag und Hauptbahnhof-Süd sowie weiterer Elemente (z.B. Tunneltore in den Bahnrohren) können die nachfolgenden Bereiche belüftet werden:

- die Bahnhofshalle des Hauptbahnhofes
- die am Hauptbahnhof angrenzenden Gleisvorfelder
- der Fildertunnel
- die Tunnelzuführungen Richtung Ober-/Untertürkheim
- die Tunnelzuführungen Richtung Bad Cannstadt und Feuerbach

Bei Bränden im Hauptbahnhof erfolgt die Entrauchung der Haupthalle in erster Linie durch die Lichtaugen. Diese natürliche, durch den Brandauftrieb bewirkte Lüftung wird durch die Anlagen der mechanischen Tunnellüftung unterstützt ([1], [2], [7]). Die Entrauchung des mittleren Bereiches des Hauptbahnhofes wird auf der Südseite des Hauptbahnhofes durch eine beidseitige Luftzufuhr aus dem Entrauchungsbauwerk EBW Süd und auf der Nordseite des Hauptbahnhofes aus den Entrauchungsbauwerken EBW im Feuerbacher- und im Cannstatter-Tunnel unterstützt. Die Entrauchung bei einem Brand im nördlichen oder südlichen Teil des Hauptbahnhofes erfolgt durch eine einseitige Absaugung über die angrenzenden Tunnelabschnitte mit Zuluft über die gegenüberliegende Bahnhofsseite. Die nördlichen oder südlichen Entrauchungsbauwerke werden entsprechend für Zuluft oder Abluftbetrieb eingesetzt.

Die bisherigen Vorplanungen basierten auf der Vorgabe eines Reisezugbrandes mit einer maximalen Brandleistung von 25 MW. Mit Projektstand 2012 ist neu von einer maximalen Brandleistung von 53 MW auszugehen ([3]). Die Machbarkeit und Auswirkungen dieser erhöhten Brandleistung wurden in [7] für die Haupthalle des Hauptbahnhofes untersucht. Die Erhöhung der Brandleistung führt zu Anpassungen der erforderlichen Luftströme an den Stirnseiten der Hauptbahnhofshalle.

2 Ziele der Arbeit

Für das Projekt S21 sollen die erforderlichen Förderleistungen der EBW ermittelt werden, mit denen die geforderten Luftvolumenströme an den stirnseitigen, nördlichen und südlichen Querschnitten des Hauptbahnhofes bei einem Bemessungsbrand mit einer maximalen Leistung von 53 MW erreicht werden.

3 Abgrenzung

Verschiedene, naheliegende Fragestellungen werden im Rahmen der vorliegenden Arbeit NICHT betrachtet. In Tabelle 1 sind beispielhaft nicht bearbeitete Aspekte und die Konsequenzen der Nichtberücksichtigung aufgeführt.

Tabelle 1: Beispiele von nicht bearbeiteten Aspekten und Konsequenzen

Nicht bearbeitete Aspekte	Konsequenz/Bemerkung
Verrauchungsverhältnisse im Hauptbahnhof	Die Verrauchung des Hauptbahnhofes bei Bränden im Hauptbahnhof und in den Tunneln beschränkt sich auf die Klärung der erreichten Luftvolumenströme an der nördlichen und südlichen Stirnseite des Hauptbahnhofes.
Auftriebsbedingte Strömungen in Bahnhofshalle	In der Bahnhofshalle unterstützen brandbedingte Auftriebsströmungen die mechanisch in den Tunnelstrecken erzeugten Luftströmungen. Sind konstante Volumenströme an der nördlichen und südlichen Stirnseite des Hauptbahnhofes erforderlich, so muss die Tunnellüftung entsprechend regelbar sein.
Zugbedingte Tunnelaerodynamik	Fragen zu Druckkomfort, Traktionsleistung, Mikrodruckwellen, Gesundheitsgrenzen bzgl. Druckschwankungen gemäss TSI und Luftströmungen im Hauptbahnhof und den Tunneln wurden/werden separat betrachtet.
Einsatz der Lüftung für nicht-ereignisbezogene Zwecke	Der Einsatz der Lüftung beispielsweise zur Wärmeabfuhr von stehenden Zügen oder bei Erhaltungsarbeiten ist nicht Gegenstand des Berichts.
Detaillierte Brandmodellierung (viele Szenarien, ggf. dreidimensionale Untersuchungen im Nahbereich, etc.)	Vereinfachend wird nur die stationäre Längsströmung am Brandort für massgebende Brandbereiche untersucht. Detaillierte, quantifizierte Angaben zur zeitlichen Entwicklung der Verrauchung des Tunnels (z.B. dreidimensionale Rauchsichtung) bei unterschiedlichen Brandszenarien und eine Beurteilung der Wahrscheinlichkeit der jeweiligen Szenarien zur umfassenden Risikobeurteilung müssten allenfalls separat untersucht werden.
Konzeptänderungen gegenüber früheren Planungen	Die vorliegenden Untersuchungen stützten sich auf bestehende, d.h. bis 2012 entwickelte Entrauchungskonzepte. Optimierungen und Erweiterungen der Konzepte stehen nicht im Vordergrund.
Auslegung Lüftungsanlagen und Nebenanlagen sowie deren Machbarkeit	Hinsichtlich der Lüftungsanlagen sollen nur die Kerndaten ermittelt werden (erforderlicher Luftvolumenstrom und Arbeitsdrücke der Ventilatoren an den Tunneln). Weitere Eigenschaften sind nicht Gegenstand der Klärungen. Auch sollen Nebenanlagen nicht weiter spezifiziert werden (Stromversorgung, Steuerung, Detektion, Klappen, Schalldämpfer, Tunnel Tore, Schleusentore, Tore/Türen in Zentralen, Zugängen, Querschlägen).
Steuerung der Lüftungsanlagen	Die Steuer- und Regelungstechnik sowie die Branddetektion sind Gegenstand separater Arbeiten.
Systemintegration	Die Integration der Tunnellüftungserfordernisse in den Bau, die Elektroversorgung, die Leittechnik und den Betrieb ist Gegenstand separater Arbeiten.

4 Vorgehen

4.1 Arbeitsschritte

Die Ergebnisse des vorliegenden Berichts stellen einen Auszug aus [6] dar. Wesentliche Arbeitsschritte sind dort detaillierter beschrieben. Für den vorliegenden Bericht sind von Bedeutung

1. Aufarbeitung der Grundlagen und Entrauchungsziele
2. Festlegung der Rechenfälle
3. Erstellung der Simulationsmodelle
4. Simulation der stationären Verhältnisse bei maximale Brandleistung in den Brandbereichen
5. Ergebniszusammenstellung mit Aussagen zur Machbarkeit der zu fördernden Luftmengen durch die Lüftungszentralen

4.2 Berechnungsprogramm

Für die numerischen Simulationen wird das Spezialprogramm THERMOTUN genutzt (siehe www.thermotun.com). Dieses Simulationsprogramm für Bahntunnel zeichnet sich unter anderem durch die folgenden Eigenschaften aus:

- aerodynamische Berechnungen von komplexen Bahntunnelsystemen (Strömungsgeschwindigkeiten, Druckschwankungen, Antriebsleistungen, Wirkung von Lüftungsmassnahmen, etc.)
- eindimensionales Rechenmodell mit Berücksichtigung der Kompressibilität der Luft
- Rechenmodell mit Berücksichtigung der thermischen Verhältnisse im Tunnel (Energiefreisetzung durch Brand, thermische Auf- und Abtriebe)
- Programmierung von Tunnelnetzwerken, instationären Geschwindigkeitsverläufen, etc.

5 Grundlagen, Annahmen und Erläuterungen

5.1 Tunnelsystem

Die vorliegenden Ergebnisse beziehen sich auf die unterirdischen Teile des achtgleisigen Hauptbahnhofs Stuttgart. Dieser wird durch die in Abbildung 1 dargestellten Tunnelstrecken erschlossen.

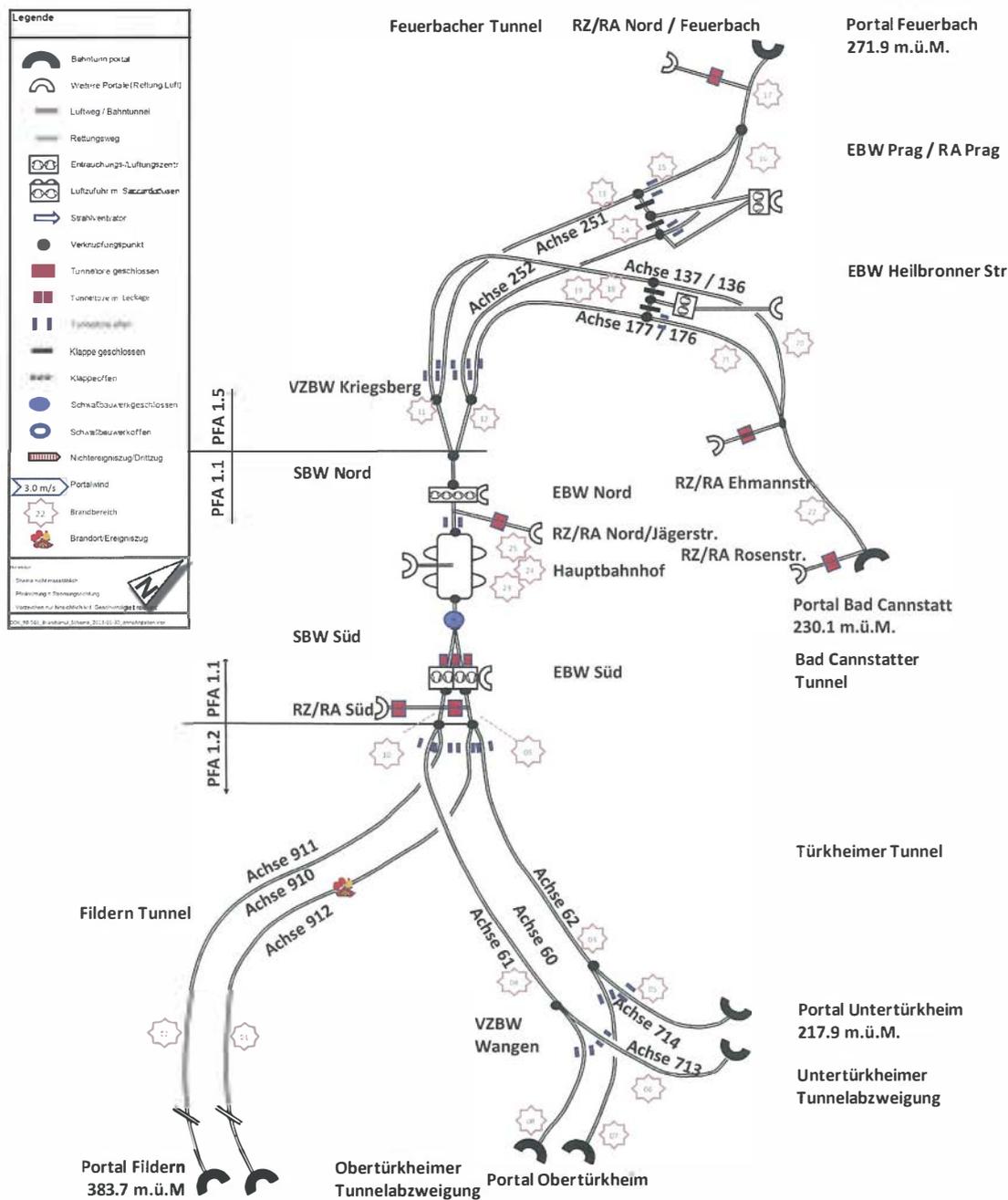


Abbildung 1: Übersicht der für die Entrauchung betrachteten unterirdischen Bereiche von S21 (siehe auch Tabelle 3; Einzelne Bahntunneltore und das EBW Nord stellen Optionen separater Untersuchungen dar)

Die Höhen- bzw. Längenprofile der für die Entrauchung betrachteten unterirdischen Bereiche von S21 sind in Abbildung 2 dargestellt.

Weitere geometrische und strömungsmechanische Tunneldaten, die bei den Simulationen berücksichtigt wurden, sind in [6] aufgeführt.

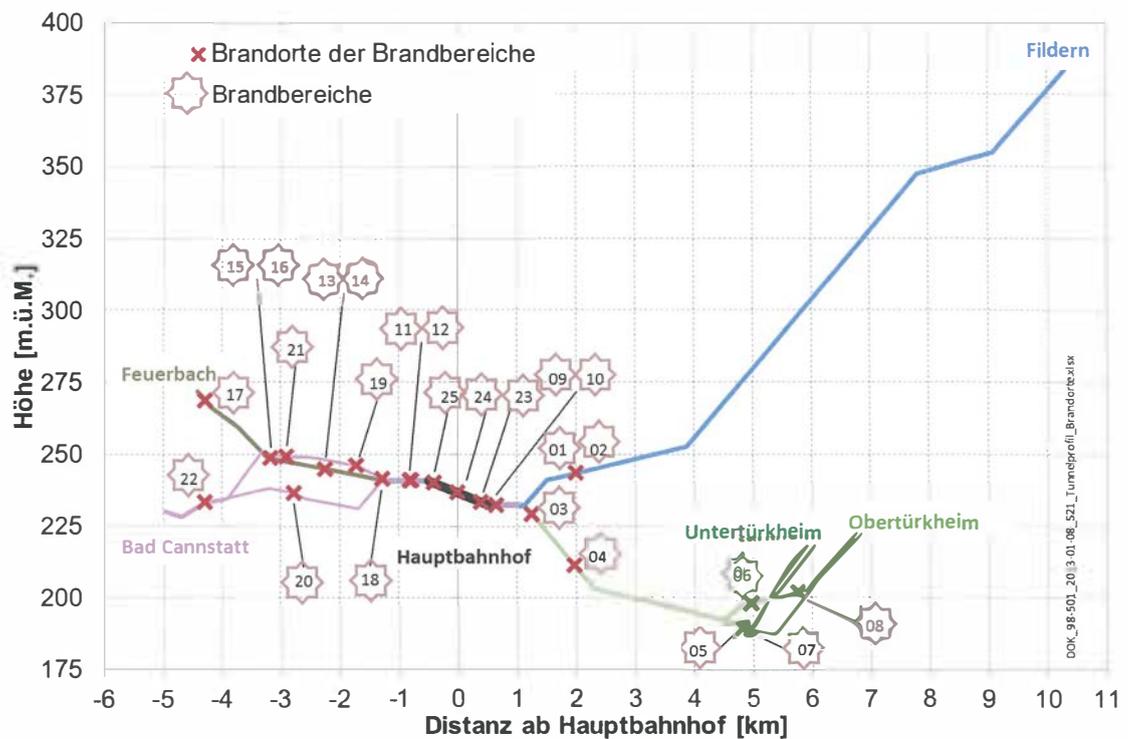


Abbildung 2: Höhen- und Längenprofil der für die Entrauchung betrachteten unterirdischen Bereiche von S21 sowie Brandorte der Brandbereiche (siehe auch Tabelle 3)

5.2 Rollmaterial und Bemessungsbrand

Die aerodynamischen Eigenschaften des Rollmaterials wirken sich bei einem Zugbrand auf die Wirkung der Lüftung und auf die Rauchausbreitung im Tunnel aus. Nachfolgende Kenndaten wurden bei den Entrauchungssimulationen für die Ereignis- und eventuellen Drittzüge berücksichtigt ([6]):

- Reisezug (keine Güter- und Unterhaltszüge)
- Zuglänge: 400 m
- Zugquerschnitt: 12 m²
- Zugumfang: 13 m
- Längsreibungskoeffizient des Zuges: 0.005 (Fanning factor)
- Kopf- und Heckverlustfaktor des Zuges: $k_K = 0.05$, $k_H = 0.07$

Diese aerodynamischen und geometrischen Daten des Reisezuges führen im Sinne einer konservativen Planung zu grösseren aerodynamischen Widerständen, als diese bei den derzeit üblichen Fern- und Nahverkehrszügen der DB auftreten (IC, EC, ICE 1-3/T, S-Bahn Doppelstock, etc.).

Hinsichtlich des Bemessungsbrandes werden die stationären Verhältnisse bei einer maximalen Brandleistung von 53 MW untersucht. Die zeitliche Entwicklung des Bemessungsbrandes gemäss Abbildung 3 wird nicht betrachtet sondern nur der Zustand mit maximaler Brandleistung.

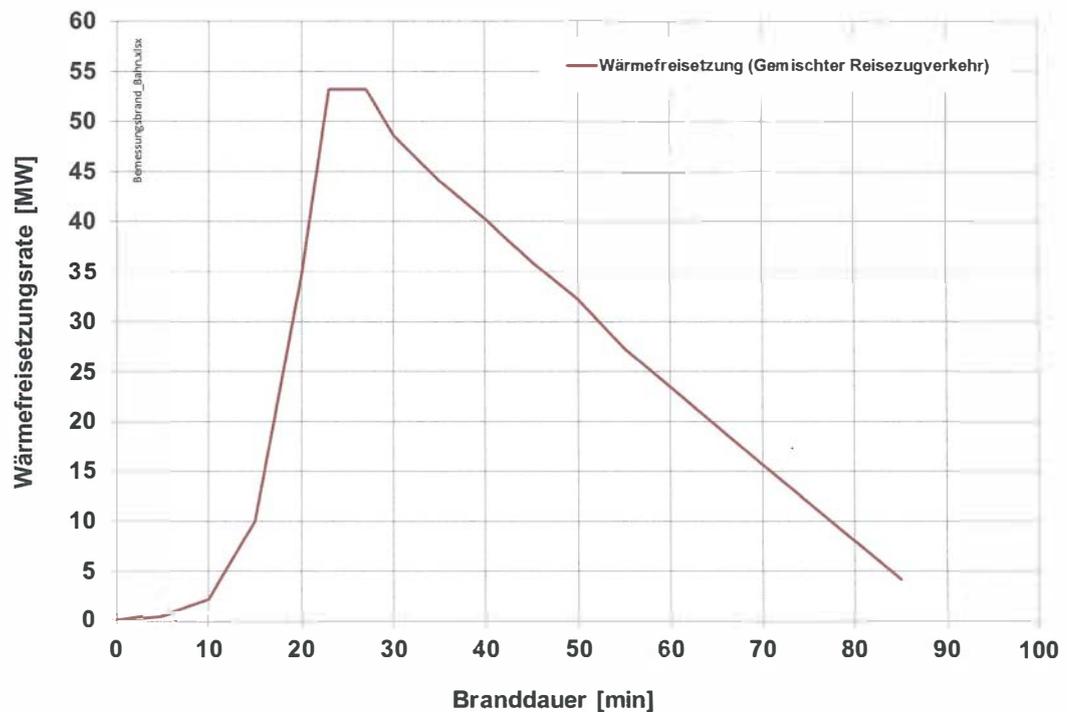


Abbildung 3: Zeitliche Entwicklung der Brandleistung des Bemessungsbrandes eines Reisezuges (vgl. [3])

5.3 Übergeordnetes Brandschutz- und Rettungskonzept und Entrauchungsziele

Das Brandschutzkonzept der Haupthalle des Hauptbahnhofes gemäss [7] fordert die Unterstützung der natürlichen Entrauchung über die Lichtaugen des Hauptbahnhofes durch eine aktive Luftzufuhr bzw. -abfuhr aus den Tunnelstrecken. Mit Hilfe der mechanischen Entrauchungsanlagen sind die definierten Luftvolumenströme aus der Bahnhofshalle ab- und zuzuführen.

5.4 Entrauchungskonzept und Entrauchungsmassnahmen

Das Entrauchungskonzept sieht nachfolgende Massnahmen vor.

- *Brand im mittleren Teil der Bahnhofshalle:* Unterstützung der natürlichen Entrauchung über die Lichtaugen durch beidseitige mechanische Zuluft von den 3 Entrauchungsbauwerken
- *Brand in den stirnseitigen Teilen der Bahnhofshalle und den angrenzenden Gleisvorfeldern:* Entrauchung durch mechanische Zu- und Abluft von den 3 Entrauchungsbauwerken

Zum Erreichen der erforderlichen Volumenströme und Luftgeschwindigkeiten sind mit Projektstand gemäss [4] und [5] nachfolgende Anlagen und Massnahmen gemäss Tabelle 4 vorgesehen.

Tabelle 2: Wesentliche Anlagen und Massnahmen zur Umsetzung des Entrauchungskonzeptes (Stand gemäss [4], [5])

	Anlagen / Massnahmen	Erläuterungen
1.	EBW Süd	<ul style="list-style-type: none"> - Zu- oder Abluftförderleistung von 1000 m³/s; - Luftförderung über 2 Öffnungen in östliche und westliche Röhren des Gleisvorfeldes
2.	EBW Prag	<ul style="list-style-type: none"> - Zu- oder Abluftförderleistung von 500 m³/s; - Luftförderung nur in Ost- oder Weströhre oder gleichzeitig in beiden Röhren
3.	EBW Heilbronner Strasse	<ul style="list-style-type: none"> - Zu- oder Abluftförderleistung von 500 m³/s; - Luftförderung nur in Ost- oder Weströhre oder gleichzeitig in beiden Röhren
4.	Lichtaugen Hauptbahnhof	<ul style="list-style-type: none"> - Öffnen der Lichtaugen im Dachbereich der Bahnhofshalle im Brandfall in Abhängigkeit von Brandort und Windrichtung zur natürlichen Entrauchung der mittleren wesentlichen Teile der Haupthalle mit Unterstützung durch die mechanische Tunnellüftung
5.	Bahntunneltore im Bereich des EBW Süd	<ul style="list-style-type: none"> - Schliessen der Bahntunneltore zur effizienten Belüftung von Brandorten südlich des EBW Süd, d.h. Lenken des wesentlichen Teils der Zuluft in die südlichen Tunnelstrecken
6.	Schwallbauwerk	<ul style="list-style-type: none"> - Schliessen des Schwallbauwerkes mit Klappen, oder permanent, um insbesondere die geforderten Zu- oder Abluftvolumenströme am südlichen Querschnitt des Hauptbahnhofes und um die Luftgeschwindigkeiten in den Tunnelstrecken südlich des Hauptbahnhofes mit Hilfe der Tunnellüftungsanlage erreichen zu können

5.5 Brandbereiche und Rechenfälle

Mit den in Tabelle 3 genannten Rechenfällen soll das Erreichen der Entrauchungsziele geprüft werden. Der für jeden Brandbereich vorgesehene Einsatz der Lüftungseinrichtungen ist zusammen mit den Berechnungsergebnissen im Anhang B dargestellt. Die Brandbereiche sind in Abbildung 4 dargestellt.

Tabelle 3: Zuordnung der Brandbereiche zu den Tunnelstrecken und Nummerierung der Rechenfälle

Brandbereich	Lage Bemessungsbrandort am Hauptbahnhof (HBF)			Rechenfall
	Achse	Kilometrierung [km]	Beschreibung (1-gl. = eingleisig; 2-gl. = zwei- und mehrgleisig)	
23	HBF Süd	0,230	Hauptbahnhof Achsen A14 bis A16 (Steg C bis südliche Stirnseite)	RF23_
24	HBF Mitte	0,000	Hauptbahnhof Achsen A5 bis A 14 (Steg A bis Steg C)	RF24_
25	HBF Nord	-0,230	Hauptbahnhof Achsen A1 bis A5 (nördliche Stirnseite bis Steg A)	RF25_
Rechenfallbezeichnung RFXXy, XX = Nr. des Brandbereiches; y = Bezeichnung der Rechenfallvariante (a, b, c, etc.)				

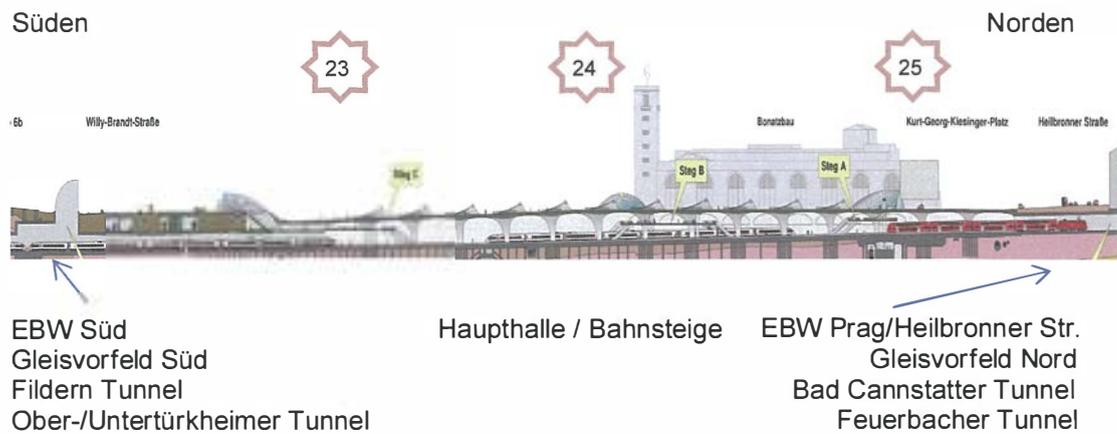


Abbildung 4: Ungefähre Lage der Brandbereiche 23, 24 und 25 am Hauptbahnhof

Weitere Angaben zum Entrauchungskonzept und zu den lüftungstechnischen Eigenschaften der Haupthalle des Hauptbahnhofes sind Anhang A gegeben.

5.6 Entrauchungsziele für Brandbereiche

Die Entrauchungsziele für die Brandbereiche gemäss Tabelle 3 sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4: Zuordnung der Brandbereiche zu den Tunnelstrecken, Nummerierung der Rechenfälle und Entrauchungsziele der Ereignisbereiche

Brandbereich	Beschreibung (1-gl. = eingleisig; 2-gl. = zwei- und mehrgleisig)	Rech.-fall ¹⁾	Entrauchungsziel für Ereignisbereich ²⁾
23	Hauptbahnhof Achsen A14 bis A16 (Steg C bis südliche Stirnseite)	RF23_	Luftvolumenstrom in Hauptbahnhof an nördlicher Stirnsteige (Achse 1): 333 m ³ /s (1'200'000 m ³ /h) Luftvolumenstrom aus Hauptbahnhof an südlicher Stirnsteige (Achse 16): 333 m ³ /s (1'200'000 m ³ /h)
24	Hauptbahnhof Achsen A5 bis A 14 (Steg A bis Steg C)	RF24_	Luftvolumenstrom in Hauptbahnhof an nördlicher Stirnsteige (Achse 1): 333 m ³ /s (1'200'000 m ³ /h) Luftvolumenstrom in Hauptbahnhof an südlicher Stirnsteige (Achse 16): 333 m ³ /s (1'200'000 m ³ /h)
25	Hauptbahnhof Achsen A1 bis A5 (nördliche Stirnseite bis Steg A)	RF25_	Luftvolumenstrom aus Hauptbahnhof an nördlicher Stirnsteige (Achse 1): 333 m ³ /s (1'200'000 m ³ /h) Luftvolumenstrom in Hauptbahnhof an südlicher Stirnsteige (Achse 16): 333 m ³ /s (1'200'000 m ³ /h)
<p>¹⁾ Rechenfallbezeichnung RFXXy; XX = Nr. des Brandbereiches; y = Bezeichnung der Rechenfallvariante (a, b, c, etc.)</p> <p>²⁾ Die geforderten Luftvolumenströme und akzeptablen Abweichungen sind im Hinblick auf die Regelung der Lüftungsleistungen detaillierter zu klären. Wetterverhältnisse sowie klima- und brandbedingte Auftriebe beeinflussen die Luftströmungen. Daher stellen sich beispielsweise folgende Fragen: Soll bei Bränden in den Brandbereichen 23 und 25 die Haupthalle auf Über- oder Unterdruck gehalten werden? Gelten die Angaben für "kalte" oder "warme" Luftvolumenströme (bei 53 MW Brandleistung erhebliche Dichteabnahme der Abluft)? Welche positiven und negativen Abweichungen von den Zu- und Abluftvolumenströmen sind akzeptabel?</p>			

6 Ergebnisse

6.1 Ergebnisse der Rechenfälle hinsichtlich Luftströmungen

Diese Untersuchung bezieht sich nur auf die entrauchungstechnischen Anforderungen des Hauptbahnhofs. Zum besseren Verständnis sind teilweise Wechselwirkungen mit den Tunnelanlagen erklärt.

Die Ergebnisse der Rechenfälle RF23 bis RF25 sind im Anhang B illustriert. Die jeweils eingesetzten Lüftungsmassnahmen sind in den Darstellungen aufgeführt. In Tabelle 5 sind die Ergebnisse zusammengefasst. Die Ergebnisse wurden iterativ ermittelt, d.h. tolerierbare Abweichungen von den jeweils geforderten Volumenströmen treten auf (z.B. 338 m³/s statt 333 m³/s aufgrund Iteration in Schritten von 10 m³/s).

Tabelle 5: Ergebnisse der Rechenfälle

Rechenfall RF	Wesentliche Lüftungsmassnahmen	Variation des Rechenfalls	Zielwert	Ergebnis	Ziel erfüllt
RF23c Warm ¹⁾	Zuluft von je 390 m³/s von EBW Prag und EBW Heilbronner Str. in West- und Oströhre; Abluft von 430 m³/s von EBW Süd	Winddruck von 3 m/s an einzelnen Portalen	Nord ein: Süd aus: je 333 m ³ /s	Nord ein: 334 m ³ /s; Süd aus: 338 m ³ /s	Ja
RF24c Warm ¹⁾	Zuluft von je 420 m³/s von EBW Prag und EBW Heilbronner Str. in West- und Oströhre; Zuluft von 450 m³/s von EBW Süd	Winddruck von 3 m/s an einzelnen Portalen	Nord/Süd ein: je 333 m ³ /s	Nord ein: 342 m ³ /s; Süd ein: 340 m ³ /s	Ja
RF25f Warm ¹⁾	Abluft von je 140 m³/s von EBW Prag und EBW Heilbronner Str. in West- und Oströhre; Zuluft von 370 m³/s von EBW Süd	Winddruck von 3 m/s an einzelnen Portalen	Nord aus: Süd ein: je 333 m ³ /s	Nord aus: 337 m ³ /s; Süd ein: 335 m ³ /s	Ja
RF25f Kalt ¹⁾	Abluft von je 320 m³/s von EBW Prag und EBW Heilbronner Str. in West- und Oströhre; Zuluft von 450 m³/s von EBW Süd	Winddruck von 3 m/s an einzelnen Portalen	Nord aus: Süd ein: je 333 m ³ /s	Nord aus: 333 m ³ /s; Süd ein: 339 m ³ /s	Ja

¹⁾ Grundsätzlich wurden alle Berechnungen unter Berücksichtigung der brandbedingten Wärmefreisetzung und resultierenden Auftriebsströmungen durchgeführt ("warm"). Bei RF25f wurden zusätzlich die Luftvolumenströme ohne Einflüsse durch brandbedingte Wärmefreisetzung und Temperaturänderung ermittelt ("kalt").

Die brandbedingten Auftriebe beeinflussen die Strömungsverhältnisse deutlich. Der Unterschied von "RF 25f warm" und "RF 25f kalt" zeigt diesen Einfluss auf. Der brandbedingte thermische Auftrieb entlastet bei einem Brand im nördlichen Bereich der Haupthalle die Anforderungen an die Förderströme des südlichen und der nördlichen EBW's. Auf- und Abtriebsdrücke in den Tunnelstrecken beeinflussen zusätzlich die Lüftungswirkung. Sind konstante Volumenströme an der nördlichen und südlichen Stirnseite des Hauptbahnhofs erforderlich, so muss daher die Tunnellüftung entsprechend regelbar sein.

Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, dass mit den verfügbaren Leistungen der EBW auch bei ungünstigen Randbedingungen (ungünstige Portalwinde, brandbedingte Auf-/Abtriebe) die für den Hauptbahnhof spezifizierten Volumenströme erzeugt werden können. In der nachfolgenden Tabelle sind die erforderlichen und verfügbaren Förderleistungen der EBW gegenübergestellt.

Tabelle 6: Gegenüberstellung der erforderlichen und verfügbaren Förderleistungen der EBW

Lüftungszentrale	Maximal für Entrauchung der Haupthalle erforderlich	Vorhanden gemäss [4], [5]
EBW Süd	450 m ³ /s	1000 m ³ /s
EBW Prag	420 m ³ /s	500 m ³ /s
EBW Heilbronner Str.	420 m ³ /s	500 m ³ /s

Problematisch ist, dass ein Brand im nördlichen Teil des Hauptbahnhofes oder ein Brand im Bereich des nördlichen Gleisvorfeldes gleichzeitig die Ost- und Weströhren des Feuerbacher und Bad Cannstatter Tunnels verrauchen kann. Dieser Aspekt sowie Wirkungsverbesserungen sind Gegenstand laufender Untersuchungen.

7 Schlussfolgerungen, Empfehlungen und weiteres Vorgehen

Die Erhöhung der Leistung des Bemessungsbrandes von 25 MW auf 53 MW ist durch die Tunnellüftung grundsätzlich für wesentliche Tunnel- und Bahnhofsbereiche handhabbar. Die für die mechanische Lüftung spezifizierten Volumenströme zur Entrauchung der Haupthalle des Hauptbahnhofes können an dessen Stirnseiten bereitgestellt werden.

Der Einbau des EBW Nord und weiterer Bahntunneltore zur Sicherheitsverbesserung (keine Rauchabfuhr aus Hauptbahnhof über stehende Züge in den Tunnelstrecken) und zur wirtschaftlichen Optimierung (Verringerung der Lüftungsleistungen der EBW Prag, Heilbronner Str. und Süd) ist zu prüfen.

8 Quellenverzeichnis

- [1] IFI-Aachen; "Projekt Stuttgart 21, BV Hauptbahnhof Stuttgart, Zusammenfassung der durchgeführten Entrauchungsstudien"; Prof. Dr.-Ing. H.J. Gerhardt; 10.06.2003
- [2] IFI Institut für Industrieaerodynamik GmbH; "Stuttgart 21, Entrauchung PFA 1.5, Beurteilung einer Entrauchung an der Rettungsausfahrt Prag, Immissionsstudie"; Rolf Dieter Lieb, W. Mertens; Institut an der Fachhochschule Aachen; 20.09.2006
- [3] DB Station & Service AG; "Bemessungsbrände für S-Bahnen und den Gemischten Reisezugverkehr – Anwenderhandbuch"; 21. Juni 2010
- [4] Gruner AG; "Entrauchungsanlagen Nordseite - S21 - Zulaufstrecken zum Hauptbahnhof - Antrag auf Planänderung gemäss § 76VwVfG - Verlegung Entrauchungsbauwerk Killesberg Messe"; Axel Bassler, Verena Langner; 14. Januar 2010
- [5] Gruner AG; "Gesamtkonzept Entrauchung - bestehend aus Teilberichten Varianten-fächer Berechnungen"; Axel Bassler, Rudolf Bopp, Oliver Scherer; 19. März 2003
- [6] HBI Haerter AG; "Voruntersuchung zur Entrauchung bei Brandleistung von 53 MW durch Simulation"; Michael Flückiger, Peter Reinke, 15.02.2013
- [7] Brandschutz Planung Klingsch GmbH (BPK); "Ganzheitliches Brandschutzkonzept BPK-G 083A/2012"; Stand 29.08.2012

9 Anhang A: Eigenschaften und Entrauchung des Hauptbahnhofes

Mit dem Projekt Stuttgart 21 (S21) werden ein neuer unterirdischer Hauptbahnhof sowie verschiedene Tunnelstrecken geschaffen. Kernelement des Projektes ist der 8-gleisige Hauptbahnhof mit 4 Mittelbahnsteigen, an dem nördlich und südlich die ein- und doppelröhriigen Bahntunnel mit einer Gesamtlänge von ca. 30 km bzw. einer Röhrenlänge von ca. 55 km angrenzen.

Bei der Bahnhofshalle des Stuttgarter Hauptbahnhofes handelt es sich um eine unterirdische Personenverkehrsanlage. Für die Hauptbahnhofshalle sowie das Tunnelsystem von S21 stellt der Brand eines Personenzuges ein wesentliches Ereignisszenario dar. In den Vorjahren wurden für diesen Ereignisfall die entsprechenden Brandschutz-, Flucht- und Rettungskonzepte entwickelt.

Generell soll für die unterirdischen Bereiche von S21 im Brandfall die Rauchausbreitung durch eine mechanische Lüftung beeinflusst werden. Durch eine entsprechende Steuerung der 3 Entrauchungsbauwerke (EBW) Heilbronner Strasse, Prag und Hauptbahnhof-Süd sowie weiterer Elemente (z.B. Tunneltore in den Bahnröhren) können die nachfolgenden Bereiche belüftet werden:

- die Bahnhofshalle des Hauptbahnhofes
- die am Hauptbahnhof angrenzenden Gleisvorfelder
- der Fildertunnel
- die Tunnelzuführungen Richtung Ober-/Untertürkheim
- die Tunnelzuführungen Richtung Bad Cannstadt und Feuerbach

Die Bahnhofshalle ist ein Gebäudeteil des Hauptbahnhofes. Angrenzende Gebäudeteile sind in Abbildung 5 dargestellt. In der vorliegenden Untersuchung werden die Tunnelstrecken und die Bahnhofshalle betrachtet.

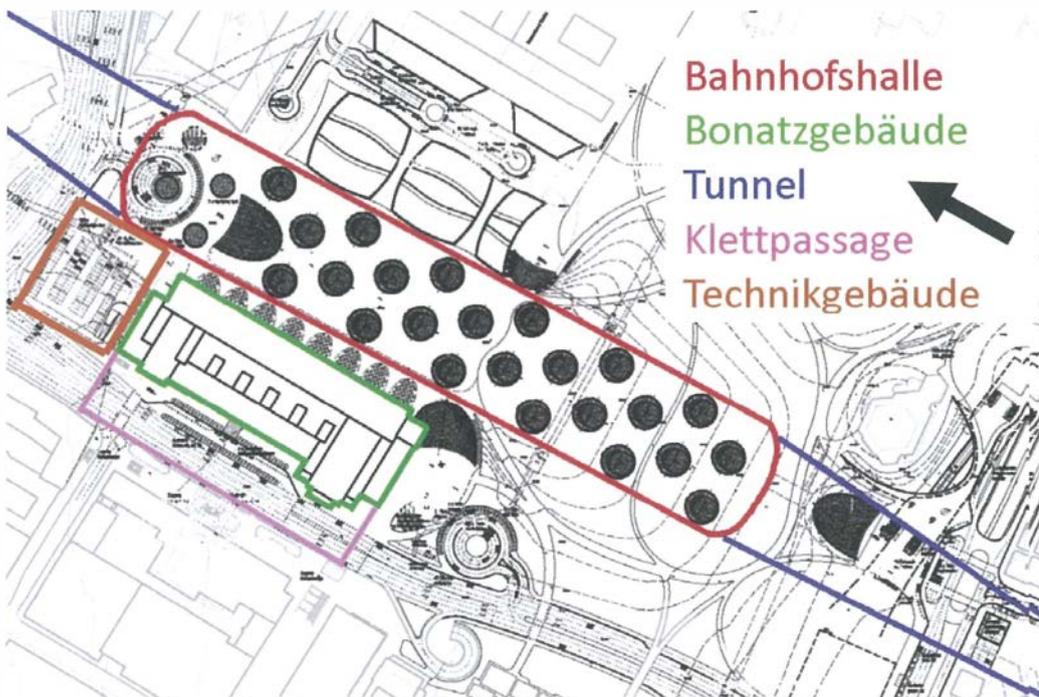


Abbildung 5: Wesentliche Gebäudeteile des Hauptbahnhofes Stuttgart (aus [7])

Bei Bränden im Hauptbahnhof erfolgt die Entrauchung der Haupthalle für wesentliche Teile durch die Lichtaugen. Diese natürliche, durch den Brandauftrieb bewirkte Lüftung wird durch die Anlagen der mechanischen Tunnellüftung unterstützt ([7]).

Das Entrauchungskonzept und der Nachweis der Wirksamkeit der Entrauchung des Hauptbahnhofes werden in [7] vorgestellt. Gemäss [7] wird die Entrauchung des mittleren Bereiches des Hauptbahnhofes durch eine beidseitige Luftzufuhr aus dem nördlichen und südlichen Tunnelstrecken unterstützt. Hierzu werden auf der Südseite das Entrauchungsbauwerk EBW Süd und auf der Nordseite des Hauptbahnhofes die Entrauchungsbauwerke EBW im Feuerbacher- und im Cannstatter-Tunnel im Zuluftbetrieb aktiviert (Abbildung 6; Mitte).

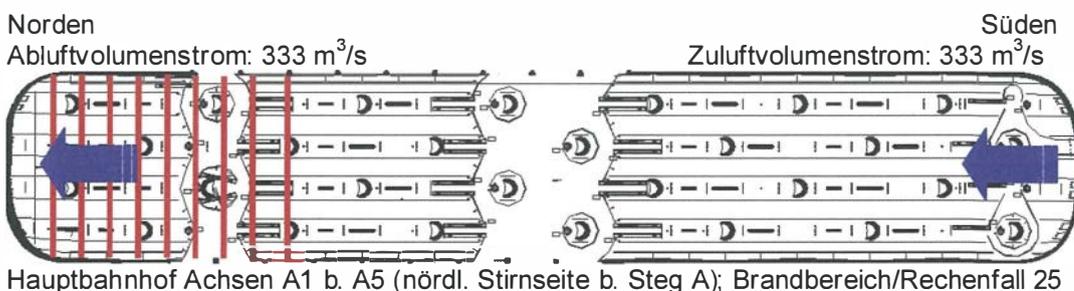
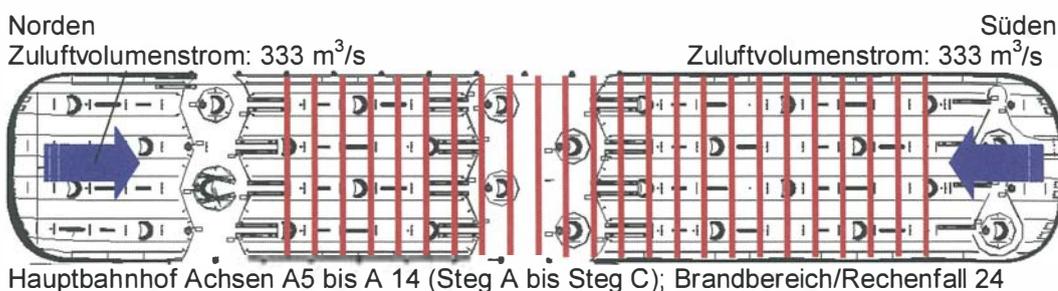
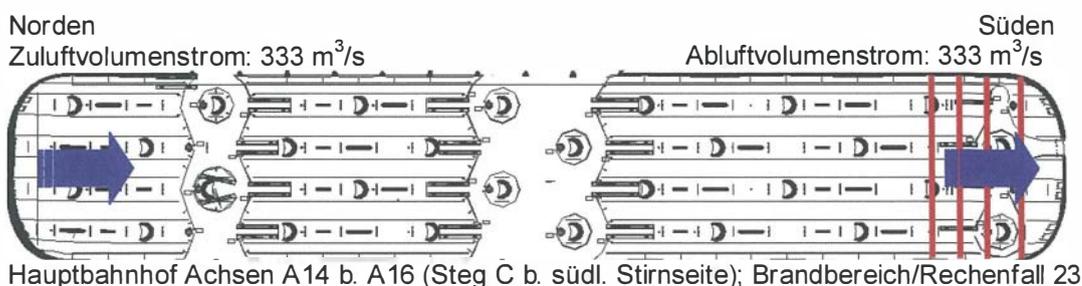


Abbildung 6: Mechanische Lüftung der Bahnhofshalle über die Tunnelstrecken bei unterschiedlichen Brandorten in der Bahnhofshalle

Die Entrauchung bei einem Brand in einem nördlichen oder südlichen Teil des Hauptbahnhofes erfolgt durch eine einseitige Absaugung über die angrenzenden Tunnelabschnitte mit Zuluft über die gegenüberliegende Bahnhofssseite (Abbildung 6; unten und oben). Die nördlichen oder südlichen Entrauchungsbauwerke werden entsprechend für Zuluft- oder Abluftbetrieb eingesetzt.

Für die Auslegung der Entrauchungsbauwerke und für die Belüftung der Tunnelstrecken sind nachfolgende Aspekte der Bahnhofshalle von Bedeutung:

- Je nach Brandort sind bestimmte Zu- und Abluftvolumenströme an den Stirnseiten der Bahnhofshalle bereitzustellen. Die erforderlichen Luftvolumenströme sind in Abbildung 6 angegeben.
- Die Öffnungsflächen der Bahnhofshalle zur freien Umgebung sowie zu weiteren Teilbauwerken des Hauptbahnhofes beeinflussen die aerodynamischen Eigenschaften des Bahnhofes hinsichtlich:
 - a) der lüftungstechnischen Koppelung der nördlichen und südlichen Tunnelstrecken von S21
 - b) der erforderlichen Leistungen der Tunnellüftung

Um die lüftungstechnischen Wechselwirkungen zwischen den Tunnelstrecken, der Bahnhofshalle, weiteren Gebäudeteilen des Hauptbahnhofes und der freien Umgebung angemessen bei den Lüftungsberechnungen zu berücksichtigen, müssen die verschiedenen Öffnungsflächen gemäss Abbildung 7 beachtet werden.

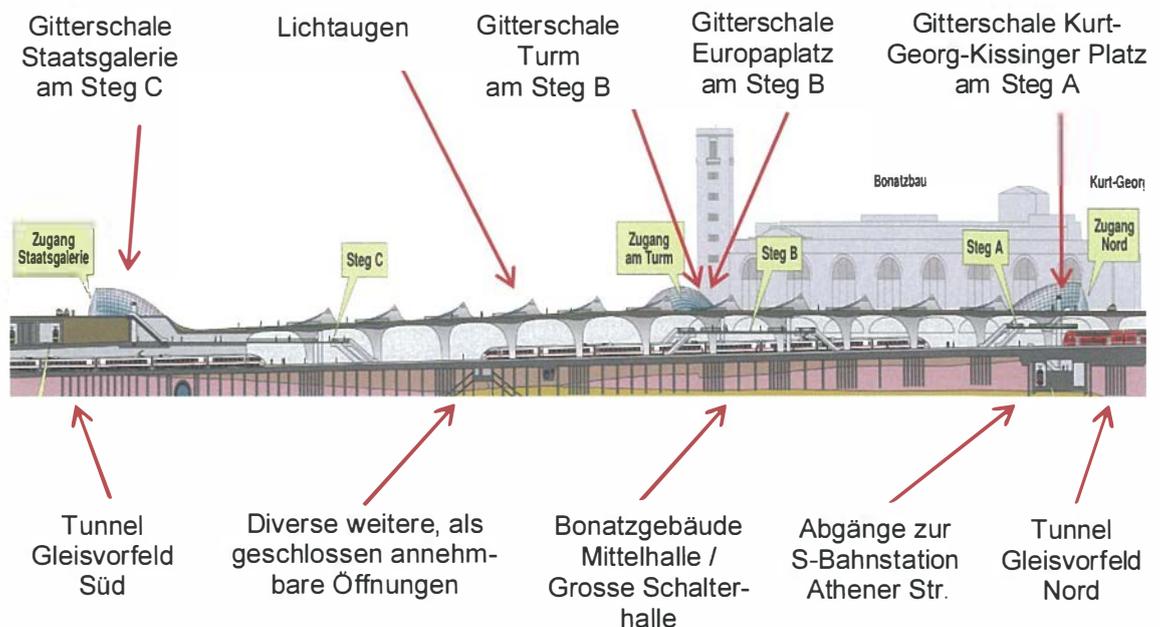


Abbildung 7: Orte der Öffnungsflächen der Bahnhofshalle

Die Öffnungsflächen der Abbildung 7 sind in Tabelle 7 näher beschrieben.

Tabelle 7: Lüftungstechnische Eigenschaften und Öffnungsflächen der Bahnhofshalle

Ort	Öffnungsfläche	anzunehmende freie Querschnittsfläche für Brandfall
Gitterschale Kurt-Georg-Kissinger Platz am Steg A	Türen der Aussenfassade (keine fernkontrollierten Abschlüsse); Belüftungsschlitze der Fassade	24 m ²
Gitterschale Europaplatz am Steg B	Türen der Aussenfassade (keine fernkontrollierten Abschlüsse); Belüftungsschlitze der Fassade	30 m ²
Gitterschale Turm am Steg B	Türen der Aussenfassade (keine fernkontrollierten Abschlüsse); Belüftungsschlitze der Fassade	24 m ²

Ort	Offnungsfläche	anzunehmende freie Querschnittsfläche für Brandfall
Gitterschale Staatsgalerie am Steg C	Türen der Aussenfassade (keine fernkontrollierten Abschlüsse); Belüftungsschlitze der Fassade	18 m ²
Lichtaugen	Fernsteuerbare Öffnungen (Natürliche Rauch- und Wärmeabzugsgeräte, NRWG)	44 m ² bei Brand zwischen Steg A und C (8 x 5.58 m ²) 0 m ² in allen anderen Fällen
Tunnel Gleisvorfeld Nord	Nördlicher freier Tunnelquerschnitt	850 m ²
Tunnel Gleisvorfeld Süd	Südlicher freier Tunnelquerschnitt	850 m ²
Abgänge zur S-Bahn / Athener Str.	Querschnitt der Abgänge des Personengangs unterhalb der Bahnsteige	ca. 60 m ² (4 x 5 x 3 m ² ; zu prüfen)
Bonatzgebäude Mittelhalle / Grosse Schalterhalle	Im Brandfall geschlossene Öffnungen zum Bonatzgebäude	0 m ²
Diverse, weitere geschlossene Öffnungen	Im Brandfall geschlossene Öffnungen zu Technikräumen, Fluchttreppenhäusern, der Haustechnik/Medienkanäle, etc.	0 m ²

Für die eindimensionalen Simulationen des Tunnelnetzwerkes wird zusammenfassend und basierend auf Tabelle 7 von den Öffnungsflächen der Haupthalle des Hauptbahnhofes gemäss Abbildung 8 ausgegangen.

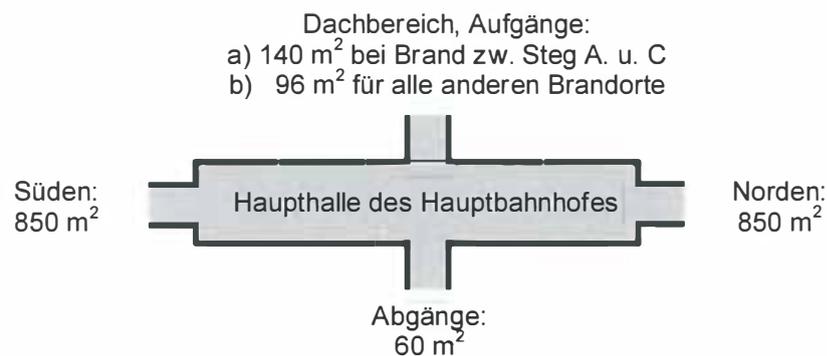


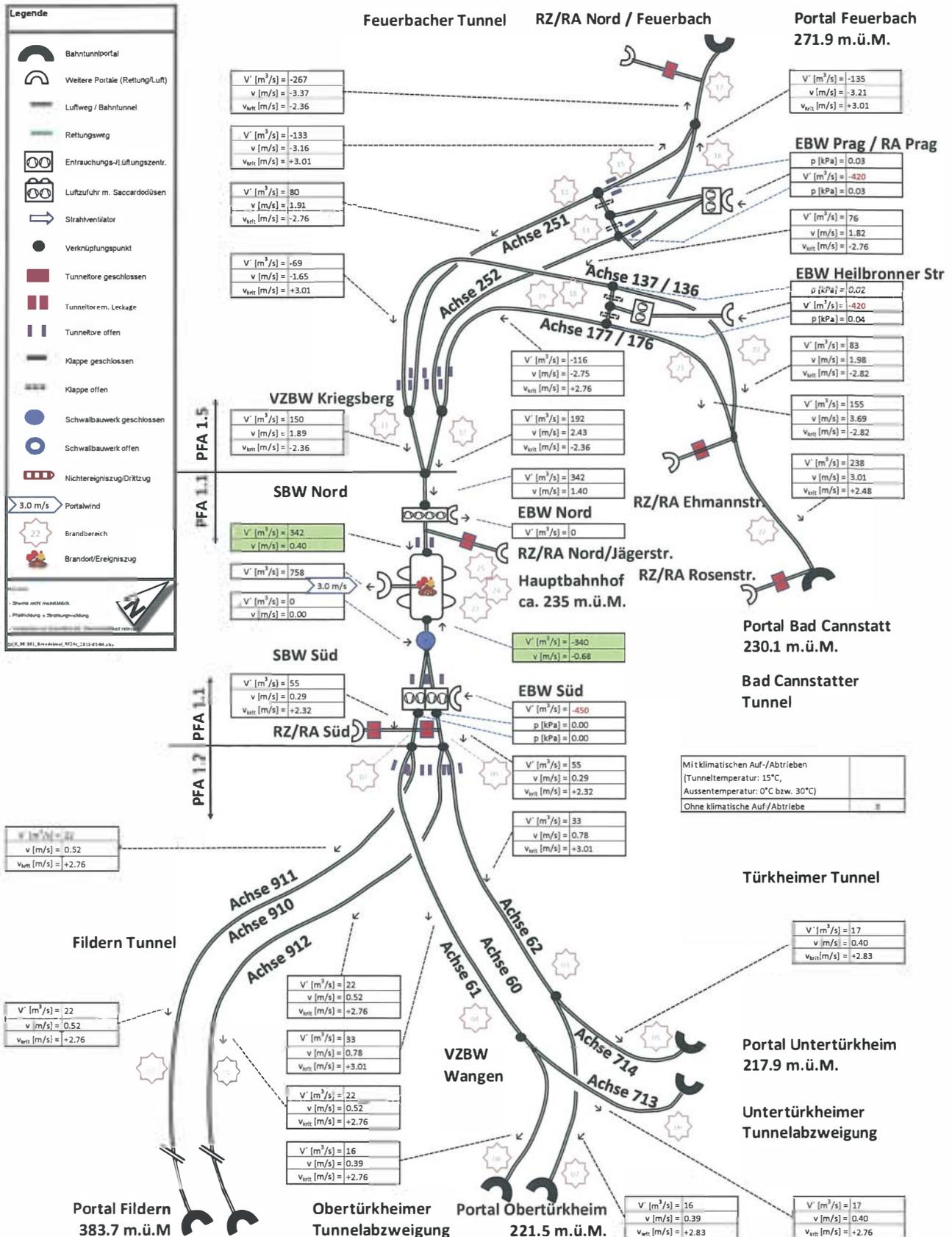
Abbildung 8: Simulationsannahmen zu den Öffnungsflächen der Bahnhofshalle

10 Anhang B: Berechnungsergebnisse

Die nachfolgenden Seiten illustrieren die Berechnungsergebnisse für die Rechenfälle RF23 bis RF25. Für den vorliegenden Bericht sind von den durchgeführten Berechnungen nur die RF23c, RF24c und RF25f relevant.

53 MW Brand (kritische Geschwindigkeit im freien Tunnelquerschnitt)

Rechenfall: RF24c)



53 MW Brand (kritische Geschwindigkeit im freien Tunnelquerschnitt)

Rechenfall: RF25f)

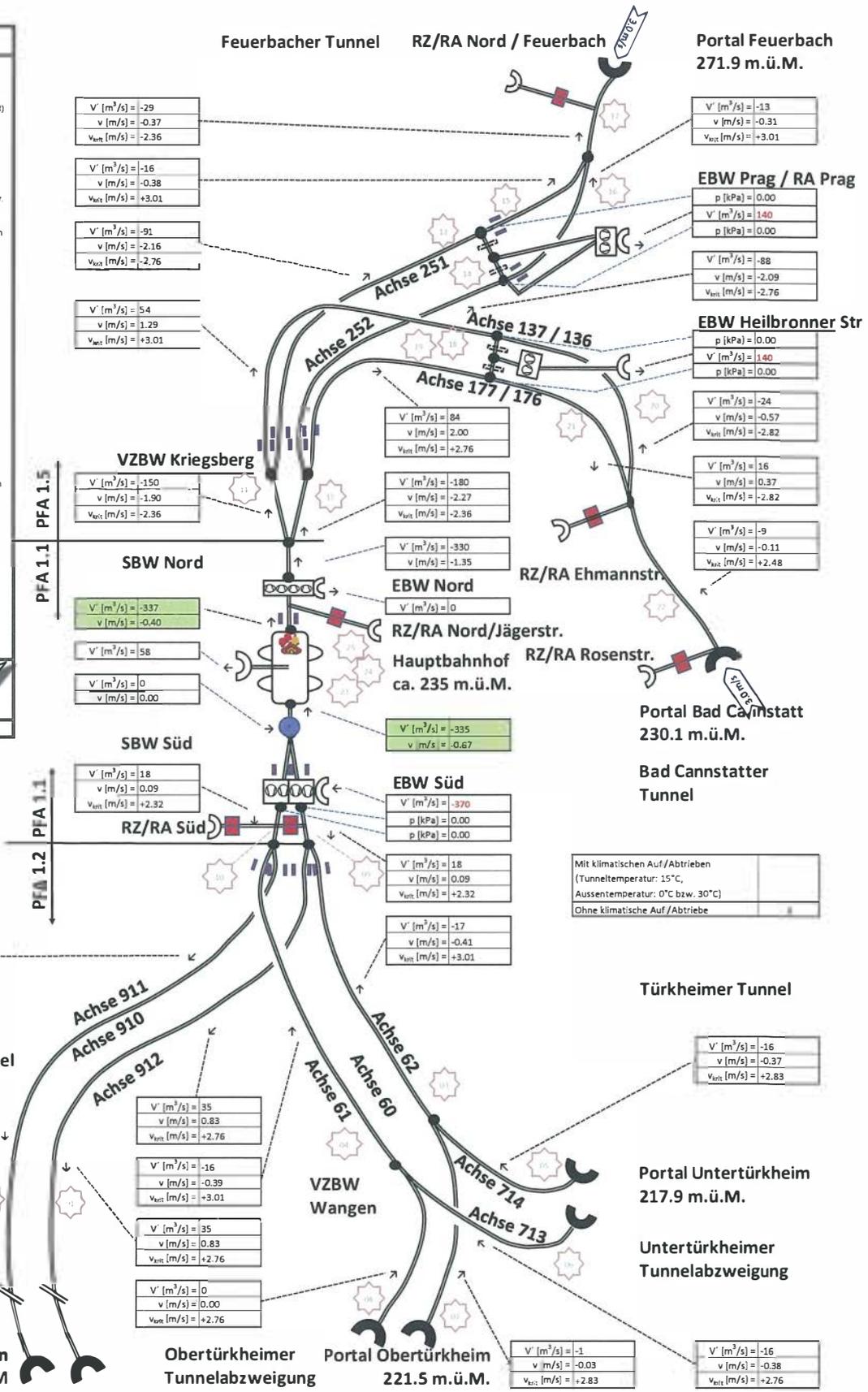
Legende

- Bahntunnelportal
- Weitere Portale (Rettung/Luft)
- Luftweg / Bahntunnel
- Rettungsweg
- Entrauchungs- u. Lüftungszentr.
- Luftzufuhr m. Saccardodüsen
- Strahlventilator
- Verknüpfungspunkt
- Tunneltore geschlossen
- Tunneltore m. Leckage
- Tunneltore offen
- Häppegel geschlossen
- Häppegel offen
- Schwalbbaueck geschlossen
- Schwalbbaueck offen
- Nichtereigniszug/Driftzug
- 3.0 m/s Portalwind
- Brandbereich
- Brandort/Ereigniszug

hinweise:

- Thema nicht maßstäblich
- Pfeilrichtung = Strömungsrichtung
- Vorzeichen nur hinsichtlich krit. Geschwindigkeit relevant

DOK_98-501_Brandsimul_RF25f_2013-01-31.xlsx



Mit klimatischen Auf/Abtrieben
 (Tunneltemperatur: 15°C,
 Aussentemperatur: 0°C bzw. 30°C)

Ohne klimatische Auf/Abtriebe

53 MW Brand (kritische Geschwindigkeit im freien Tunnelquerschnitt)

Rechenfall: RF25f) Kalte Rechnung!

Legende

- Bahnportal
- Weitere Portale (Rettung/Luft)
- Luftweg / Bahntunnel
- Rettungsweg
- Entrauchungs-Lüftungszentr.
- Luftzufuhr m. Saccardoduzen
- Strahlventilator
- Verknüpfungspunkt
- Tunneltore geschlossen
- Tunneltore m. Leckage
- Tunneltore offen
- Klappe geschlossen
- Klappe offen
- Schwalbauwerk geschlossen
- Schwalbauwerk offen
- Nichtereigniszug/Drittzug
- 3.0 m/s Portalwind
- Brandbereich
- Brandort/Ereigniszug

© DBF, 98-511 BrandSimul_KF25f_2013-01-31.xlsx

