



HAHN
Consult

Rauch- und Evakuierungsversuche in der Hamburger Elbphilharmonie

Michael Juch

Sachverständiger für vorbeugenden Brandschutz (EIPOS)
Fachplaner technische Brandschutzanlagen (EIPOS)

HAHN Consult

Ingenieurgesellschaft für Tragwerksplanung und Baulichen Brandschutz mbH

(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



Gliederung

- ▶ **1. Einführung**
- 2. Rauchversuche Großer Saal
 - 2.1. Grundlagen und Vorbereitung
 - 2.2. Rauchableitung aus dem Großen Saal der Elbphilharmonie in Hamburg – Brandsimulation und Rauchversuch
 - 2.3. Zusammenfassung
- 3. Räumungsübung Plaza und Großer Saal
 - 3.1. Grundlagen und Vorbereitung
 - 3.2. Durchführung der Räumungsübung
 - 3.3. Zusammenfassung



1. Einführung

Elbphilharmonie Hamburg – Neubau eines Multifunktionsgebäudes mit Konzertsälen, Hotel, Gastronomie und Wohnungen



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



1. Einführung

Gebäudeinformation:

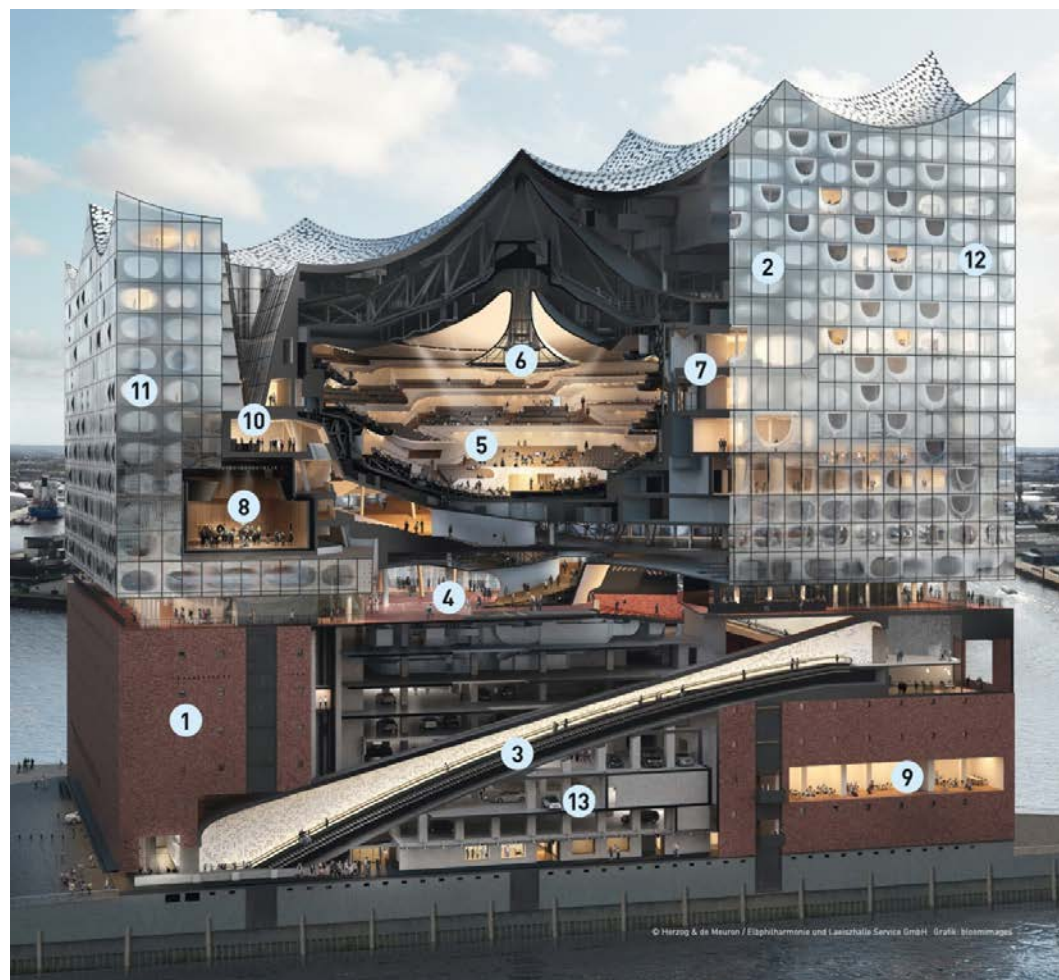
- BGF ca. 120.000 m²
- 25 Obergeschosse (im Wohnbereich), 20 Obergeschosse (Hotelbereich)
- 2 Untergeschosse
- Öffentliche Aussichtsplattform im 8.OG
- Großer Saal für ca. 2.200 Personen
- Kleiner Saal für ca. 600 Personen

Tätigkeit HAHN Consult:

- Fortschreibung Brandschutzkonzept für Hotel und Gastronomiebereiche
- Brandschutztechnische Beratung in der Ausführungsplanung und Bauausführung
- Bauüberwachung
- Gutachten für Zustimmungen im Einzelfall
- Auswertung Rauchversuche, Auswertung Räumungsübungen



1. Einführung



Elbphilharmonie Hamburg

- 1 Der Kaispeicher
- 2 Die Fassade
- 3 Die Tube
- 4 Die Plaza
- 5 Der Große Saal
- 6 Der Klangreflektor
- 7 Die Orgel
- 8 Der Kleine Saal
- 9 Das Kaistudio
- 10 Foyer-Bar
- 11 Das Hotel
- 12 Die Wohnungen
- 13 Das Parkhaus

Quelle:
Herzog & de Meuron

(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



1. Einführung

Auflagen Baugenehmigung / Brandschutzkonzept

Rauchversuch

In der Baugenehmigung wurde die Forderung eines Realbrandversuches beschrieben. Da ein derartiger Versuch erst nach Fertigstellung des Endausbaus möglich ist, wurde in Abstimmung mit den Beteiligten entschieden eine weitere Brandsimulation durch HAHN Consult zur Plausibilitätsprüfung der Simulation von HHP Nord / Ost durchzuführen.

Räumungsübung

In Verbindung mit dem Räumungskonzept ist vor Inbetriebnahme durch eine Räumungsübung die organisatorischen Abläufe sicherzustellen.



Gliederung

1. Einführung



2. Rauchversuche Großer Saal

2.1. Grundlagen und Vorbereitung

2.2. Rauchableitung aus dem Großen Saal der Elbphilharmonie in Hamburg –
Brandsimulation und Rauchversuch

2.3. Zusammenfassung

3. Räumungsübung Plaza und Großer Saal

3.1. Grundlagen und Vorbereitung

3.2. Durchführung der Räumungsübung

3.3. Zusammenfassung



2.2. Brandsimulation und Rauchversuch

Brandsimulation

Im Rahmen der Entwurfsplanung / Genehmigungsplanung
von HHP Nord/Ost erstellt

- Parameter wie raucharme Schicht und Luftvolumenströme wurden festgelegt

In der Ausführungsplanung / Bauausführung zusätzliche Brandsimulation
durch HAHN Consult durchgeführt

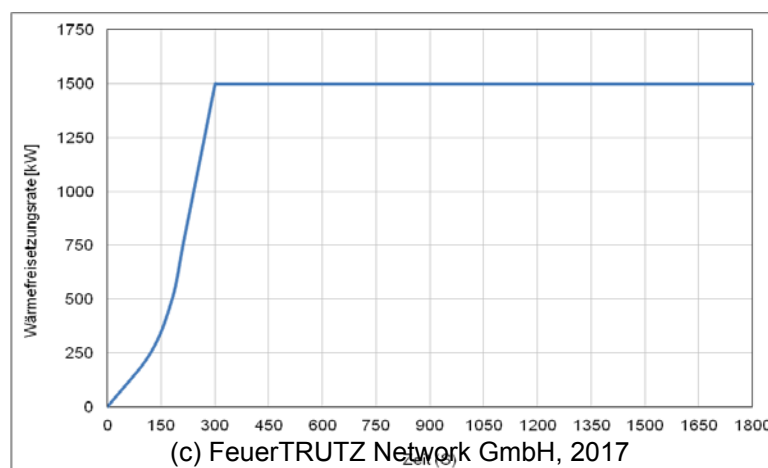
- mit Eingabe der tatsächlichen Raumgeometrie (Übernahme CAD Daten aus 3D Modell)
und der Lage der Entrauchungs- und Nachströmöffnungen



2.2. Brandsimulation und Rauchversuch

Eingangsparameter Simulation

- 1,5 MW Brand
- Anordnung Brandherd mittig vom Großen Saal im Orchesterbereich
- Rauchpotential 0,3 m²/g entsprechend einer gemischten Brandlast mit hohen Kunststoffanteilen
- Detektion Rauchansaugsystem nach 2 Minuten

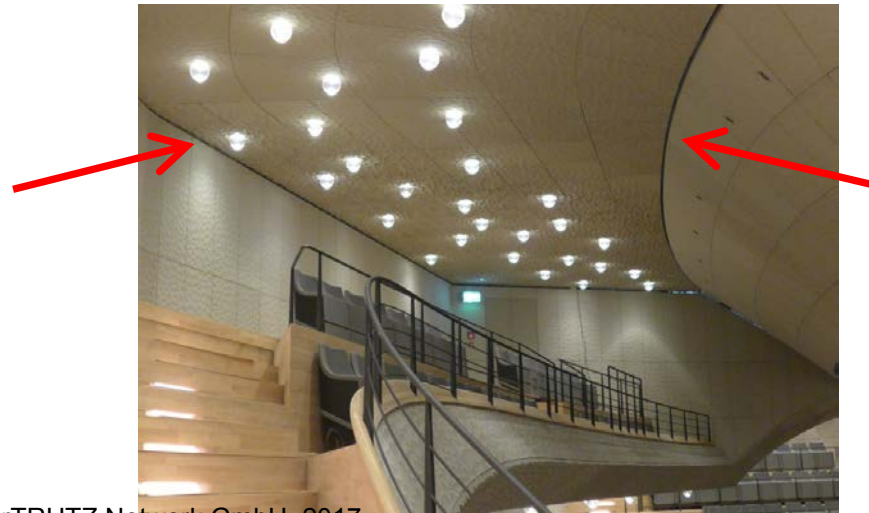


2.2. Brandsimulation und Rauchversuch

Eingangsparameter Simulation Abluft

Maschinelle Abluftanlage Volumenstrom ca. 650.000 m³/h

- Abströmung zentral am Reflektor ca. 520.000 m³/h Lochbleche und Glasgittergewebe als Öffnungen
- Abströmung über Schattenfugen am äußeren Rand der Unterdecke, d.h. über den Balkonen ca. 130.000 m³/h

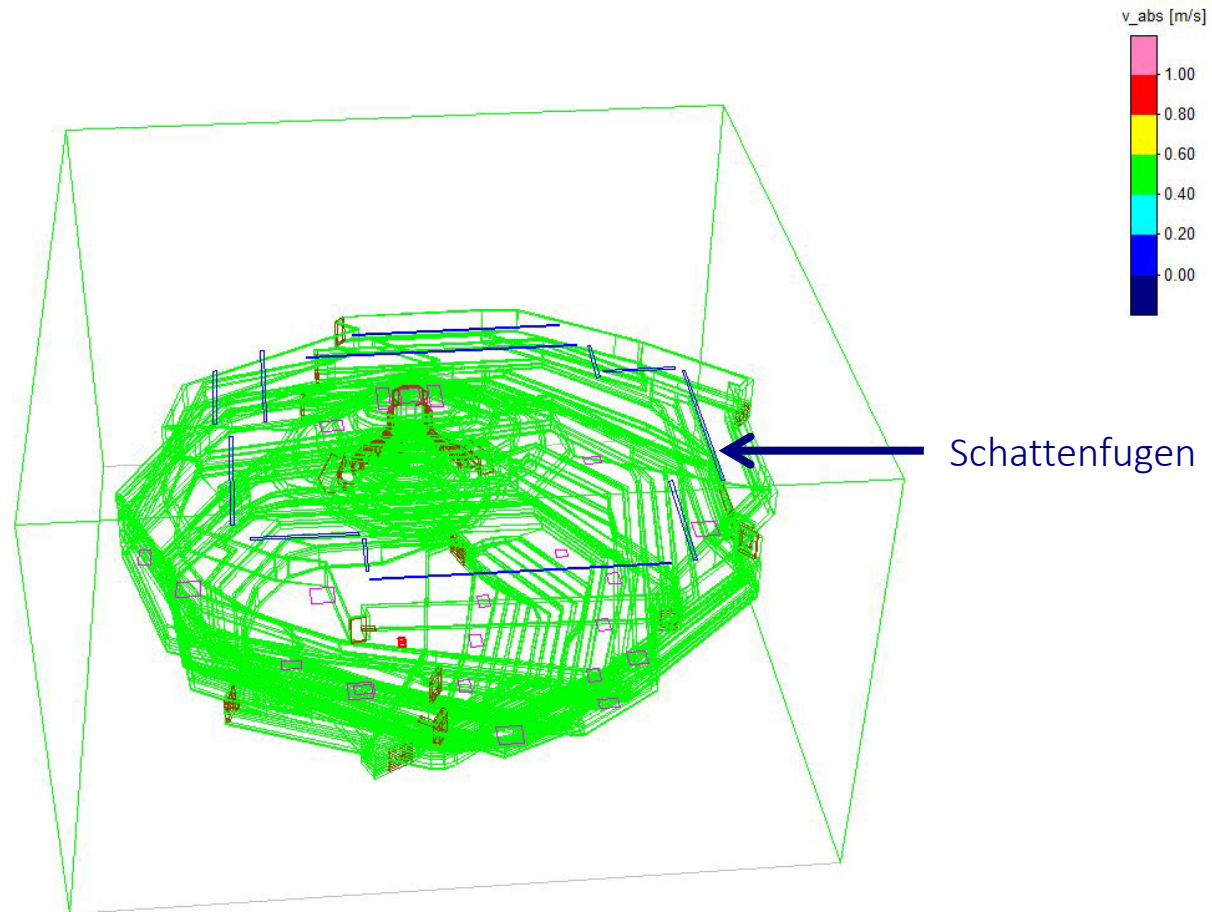


(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



2.2. Brandsimulation und Rauchversuch Elbphilharmonie Hamburg, Großer Saal – Modell Simulation

Elbphilharmonie



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



2.2. Brandsimulation und Rauchversuch

Eingangsparameter Simulation Zuluft

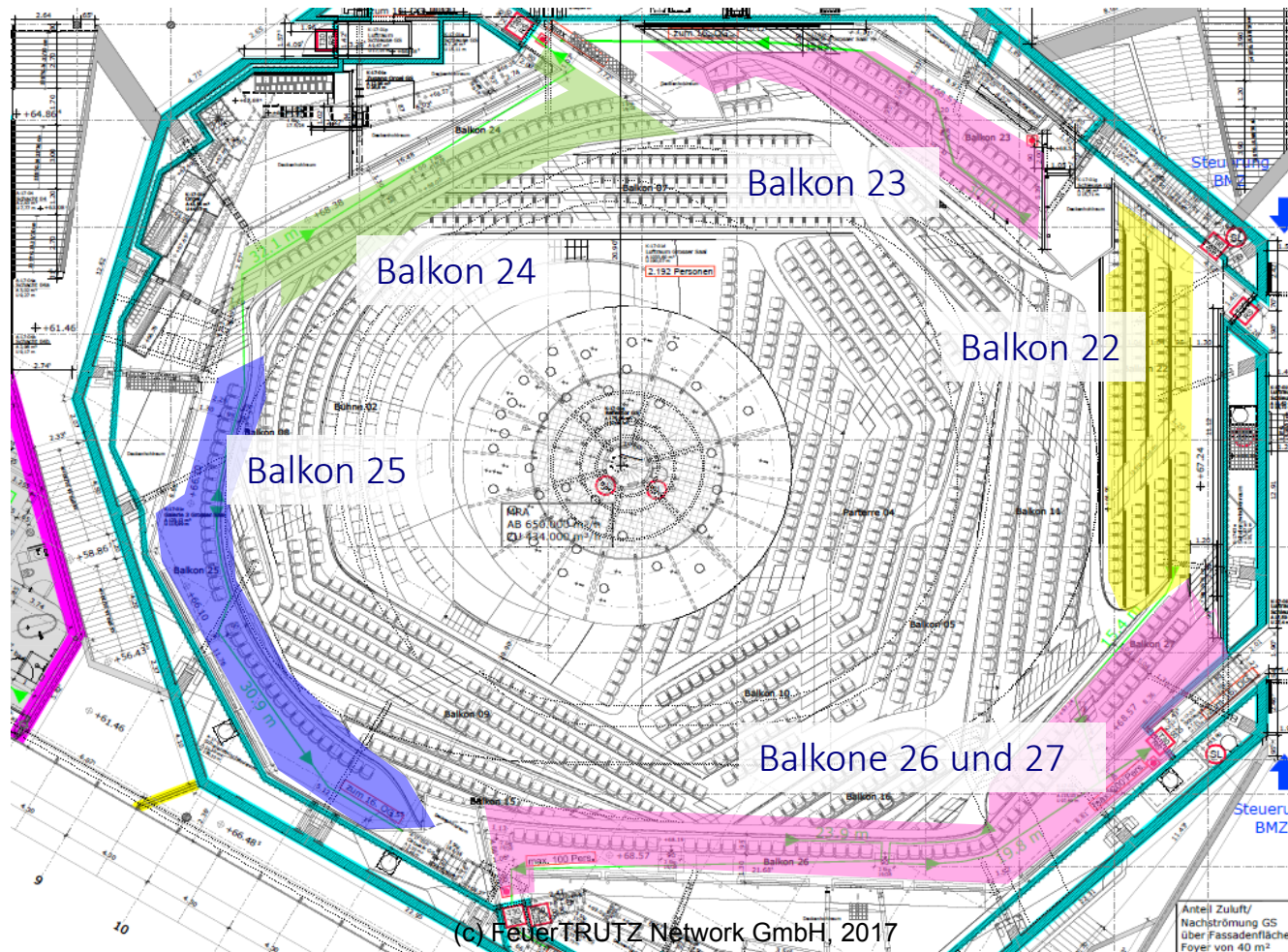
Nachströmung Zuluft unter jedem Stuhl maschinell

- 2.150 Drallauslässe Durchmesser 20 cm
- Zuluftvolumenstrom insgesamt ca. 434.000 m³/h

Nachströmung Zuluft über Türen

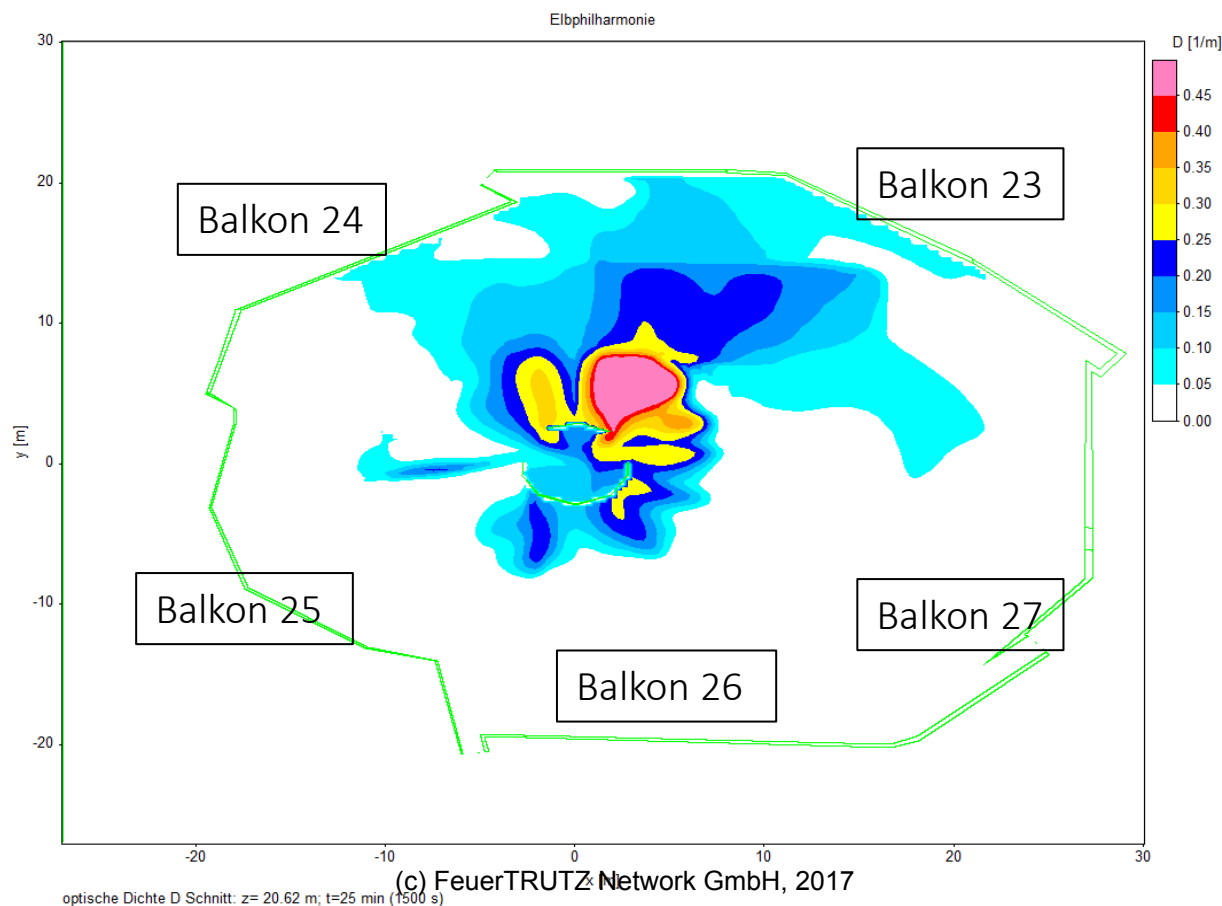
- natürliche Zuluft durch Fensteröffnungen in der Fassade
- Ansatz Zuluftvolumenstrom 216.000 m³/h
- Türen, Öffnungsfläche ca. 52,7 m², automatische Öffnung

Summe Zuluftvolumenstrom ca. 650.000 m³/h



2.2. Brandsimulation und Rauchversuch

optische Dichte Höhe $z = +20,62$ m (2,4 m über OKFF des obersten Sitzbereiches der Balkone 23, 26 und 27) nach **25 Minuten**





2.2. Brandsimulation und Rauchversuch

Erkenntnisse aus der Brandsimulation für die Leistungsmerkmale / Ausführung der Entrauchungskanäle

Durch die Brandsimulation konnte zusätzlich nachgewiesen werden, dass kritische Temperaturen im Deckenbereich nicht zu erwarten sind

Ermittelte Rauchgastemperaturen an den Abluftöffnungen sind ausreichend gering, dass Entrauchungskanäle auf Basis dieser Erkenntnisse als Stahlblechkanäle ausgeführt wurden, die Beurteilung erfolgte von der TU München, ein Brandversuch wurde durchgeführt und die Bauart über eine Zustimmung im Einzelfall genehmigt



2.2. Brandsimulation und Rauchversuch

Rauchversuch mit thermischem Auftrieb

- Grundlagen VDI 6019 und vfdb Leitfaden
- ein voll ausgebildeter turbulenter Luftstrahl wird erzeugt
- langanhaltendes Nebelfluid wird erwärmt und von Rauchmeldern detektiert
- Rauchgasverhalten im Raum wird qualitativ abgebildet
- Energiefreisetzungsraten lassen sich aufgrund der Ähnlichkeitsgesetze auf reale Brandszenarien übertragen



2.2. Brandsimulation und Rauchversuch

Rauchversuche

Qualitative Überprüfung Wirksamkeit Rauchableitung

Rauchversuch 1:

Test der Wirkfolgen mit aktiver BMA

Rauchversuch 2:

Überprüfung der Absaugleistung der RWA mit Vernebelung über 10 Minuten im geschlossenem Saal, anschließend manuelle Öffnung der RWA



2.2. Brandsimulation und Rauchversuch

Rauchversuch – Versuchsbeginn



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



2.2. Brandsimulation und Rauchversuch Elbphilharmonie Hamburg, Großer Saal

Rauchversuch – Detektion Rauchmelder nach ca. 2 Minuten



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



2.2. Brandsimulation und Rauchversuch Elbphilharmonie Hamburg, Großer Saal

Rauchversuch 1 nach **10 Minuten** mit aktiver Rauch- und Wärmeabzugsanlage



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



2.2. Brandsimulation und Rauchversuch Elbphilharmonie Hamburg, Großer Saal

Rauchversuch 2 nach **6 Minuten** ohne Rauch- und Wärmeabzugsanlage



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



2.2. Brandsimulation und Rauchversuch Elbphilharmonie Hamburg, Großer Saal

Rauchversuch 2 nach **6 Minuten** ohne Rauch- und Wärmeabzugsanlage



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



2.2. Brandsimulation und Rauchversuch Elbphilharmonie Hamburg, Großer Saal

Rauchversuch 2 nach **10 Minuten** ohne Rauch- und Wärmeabzugsanlage

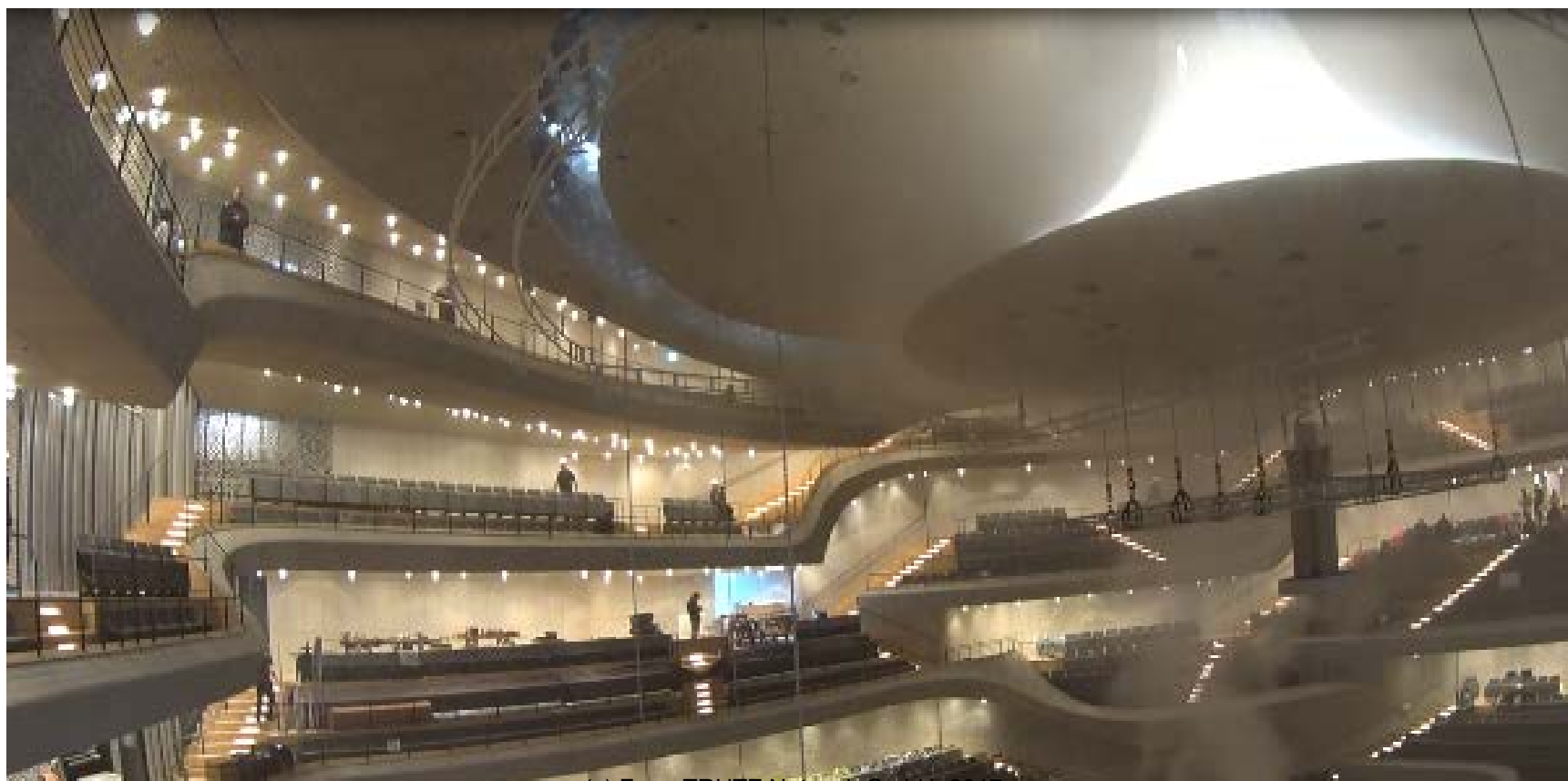


(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



2.2. Brandsimulation und Rauchversuch Elbphilharmonie Hamburg, Großer Saal

Rauchversuch 2 nach **16 Minuten** stationärer Zustand



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



2.3. Zusammenfassung

Brandsimulationen bei komplexen Sonderbauten

Erforderlich, um die Wirksamkeit der RWA bereits in der Planung zu überprüfen und nachzuweisen.

Im Großen Saal der Elbphilharmonie wird auf allen Balkonen die raucharme Schicht eingehalten.



2.3. Zusammenfassung

Rauchversuche

Sinnvoll bei komplexen Gebäuden, um die Wirkfolgen, die Wirksamkeit der RWA und die fachgerechte Ausführung der Anlagen im fertiggestellten Gebäude zu überprüfen.

Im Großen Saal der Elbphilharmonie wird die Wirksamkeit der Rauchableitung entsprechend der Planung bestätigt.



Gliederung

1. Einführung
2. Rauchversuche Großer Saal
 - 2.1. Grundlagen und Vorbereitung
 - 2.2. Rauchableitung aus dem Großen Saal der Elbphilharmonie in Hamburg – Brandsimulation und Rauchversuch
 - 2.3. Zusammenfassung
- ▶ 3. **Räumungsübung Plaza und Großer Saal**
 - 3.1. Grundlagen und Vorbereitung
 - 3.2. Durchführung der Räumungsübung
 - 3.3. Zusammenfassung

3.1. Grundlagen und Vorbereitung

Es wurde mit der Bauaufsicht und Feuerwehr festgelegt, dass für diesen Nachweis eine Teilräumung von dem Bereich mit der größten Personenzahl (Großer Saal) und der Bereich mit der meisten Überlagerung der Nutzungsbereiche (Plaza) ausreichend sind.

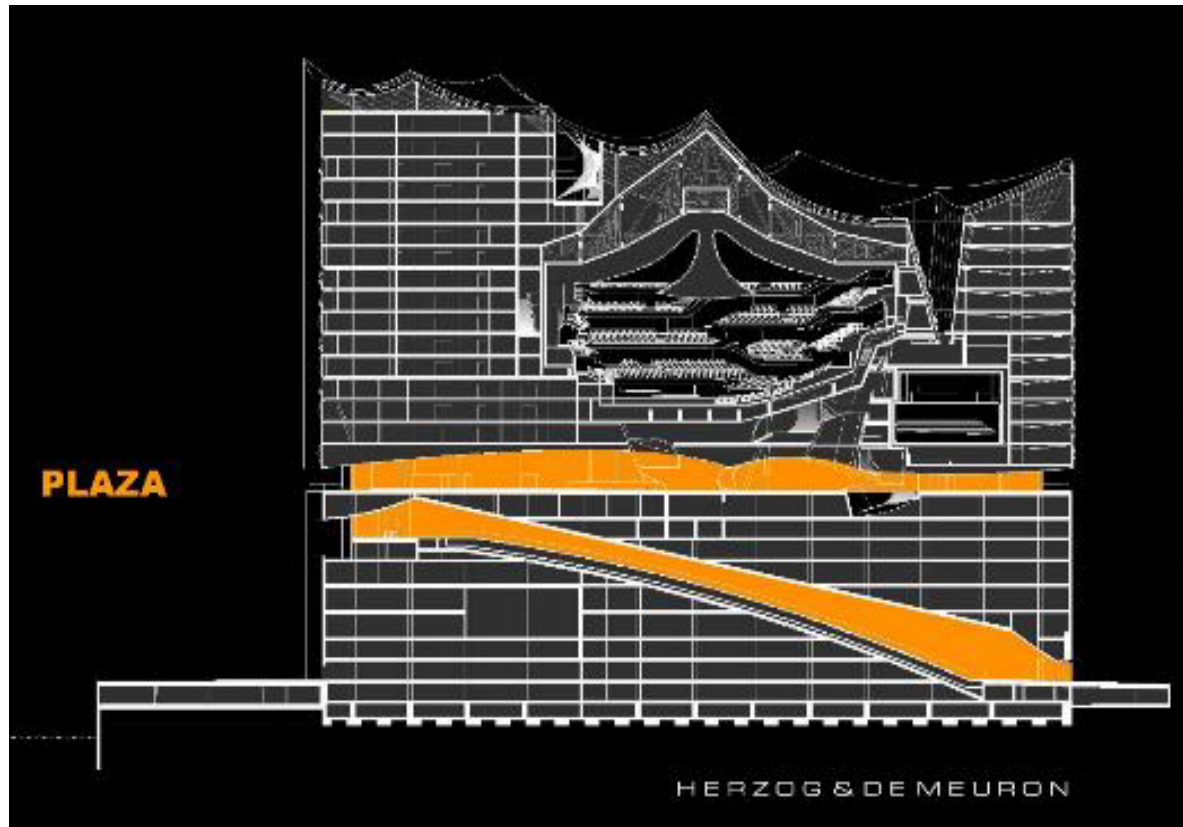
Im Vorfeld wurde in Abstimmung mit den Betreibern anhand von Risikoanalysen die Anzahl der Räumungshelfer definiert. Je Räumungshelfer wurde im Rahmen der Brandschutzordnung Teil C die Position festgelegt und eine Arbeitsanweisung erstellt.



3.1. Grundlagen und Vorbereitung

Nutzungsbereich Plaza 8.OG mit Zugang über die Tube

Plaza, einschließlich Tube mit einer Anzahl von 1.400 Übungs-Personen (1.200 aus Plaza-Nutzung, 200 auf den Rolltreppen) sowie 12 Personen im Rollstuhl

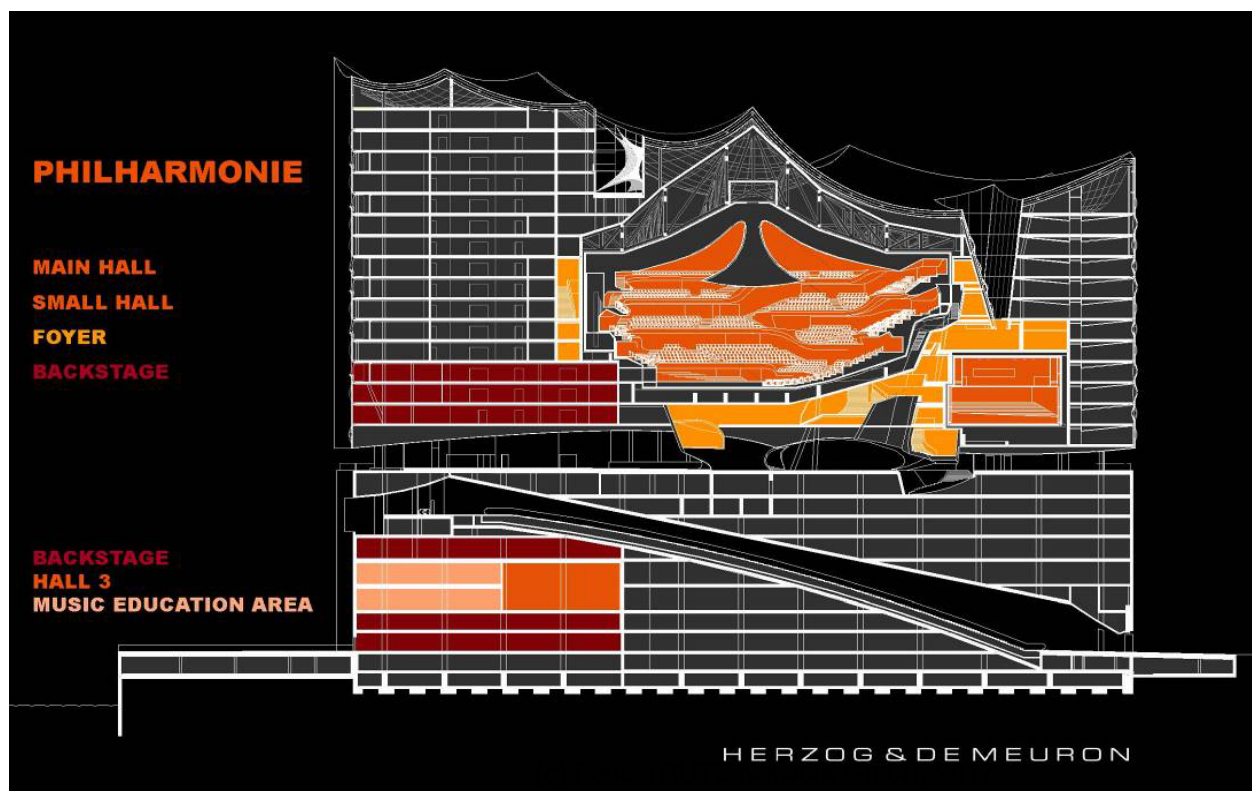


Quelle: Herzog & de Meuron

3.1. Grundlagen und Vorbereitung

Nutzungsbereich Philharmonie. Zentral im Neubau der Große Saal (Main hall)

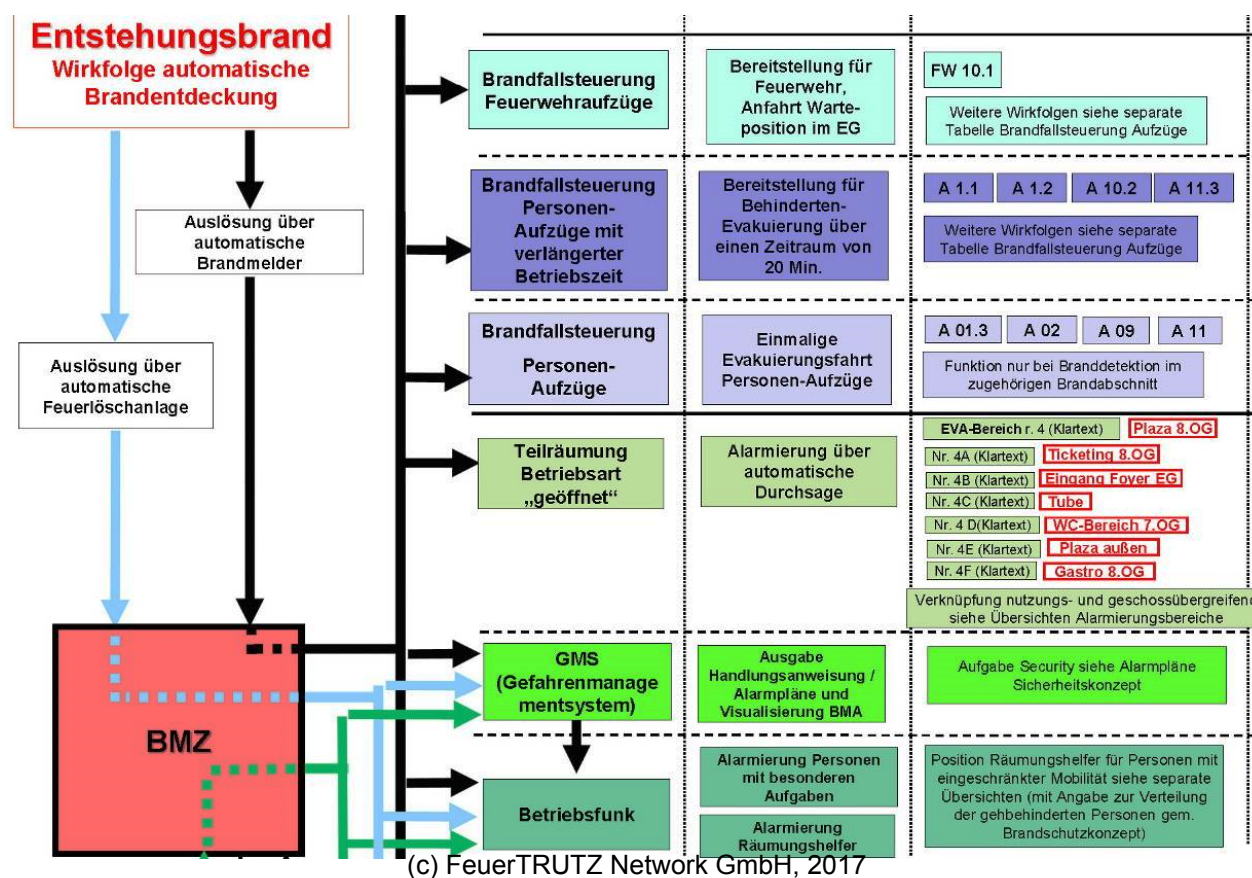
Großer Saal mit 2.300 Übungs-Personen (Gesamtzahl aus Konzertbesuchern und Orchesterbesetzung) sowie 22 Personen im Rollstuhl, deren Plätze im Großen Saal explizit ausgewiesen sind



Quelle: Herzog & de Meuron

3.1. Grundlagen und Vorbereitung

Ausschnitt Steuermatrix HAHN Consult, mit den Abfolgen für die Räumungsübung





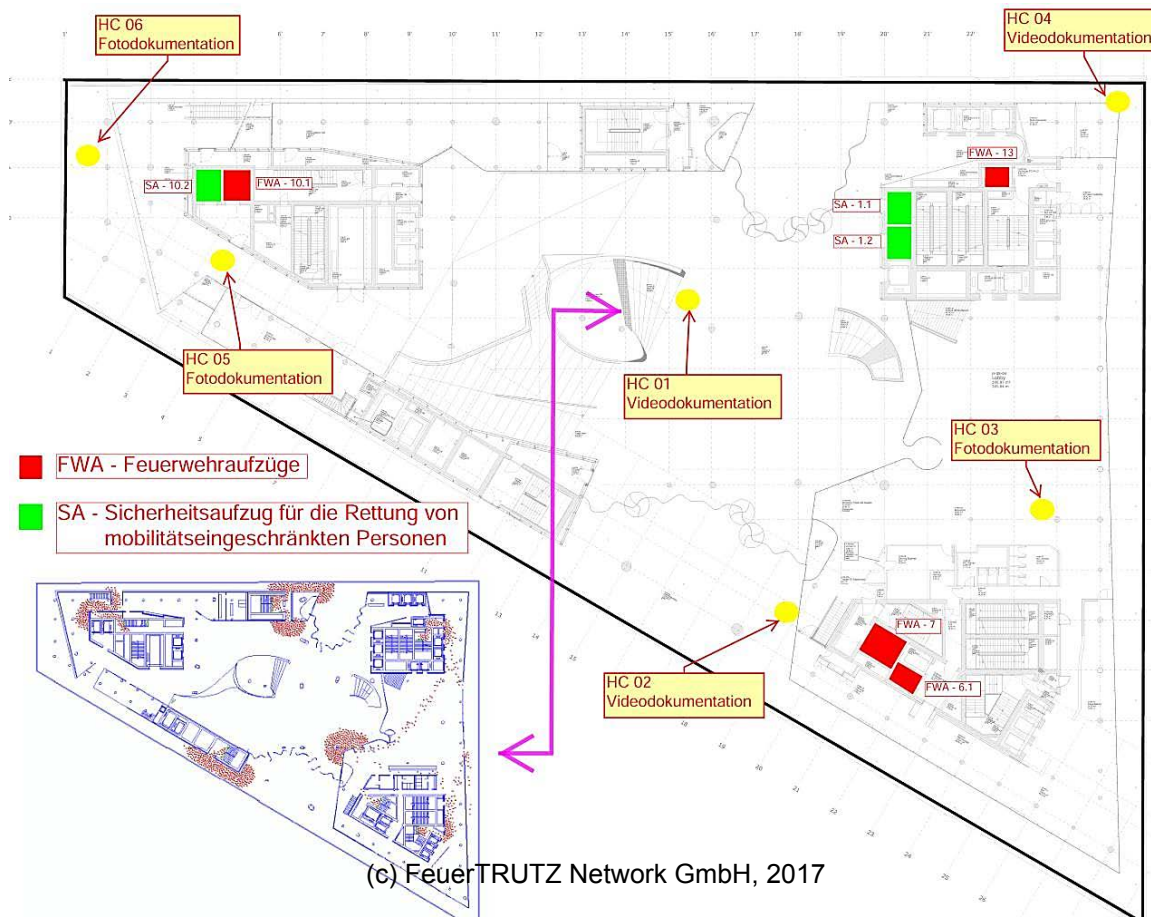
3.2. Durchführung der Räumungsübung

Dokumentation über Video- / Fotoaufzeichnungen.

Handout für jeden Beobachter mit Angabe zum Räumungsablauf und möglichen Staubereichen. Jeder Beobachter hat anhand einer Stoppuhr und einer Übersichtsballe die Räumung zu begleiten und Vorkommnisse zu dokumentieren.

3.1. Grundlagen und Vorbereitung

Übertragung der Ergebnisse der Personenstromanalyse HHP Nord/Ost



3.2. Durchführung der Räumungsübung

Räumungsübung Plaza

Die Rettungswege der Plaza Innen- und Außenbereich sind im wesentlichen unabhängig voneinander ausgewiesen.

Durch Handzettel wurden die Probanden einem Räumungsbereich zugewiesen, um eine annähernd gleichmäßige Verteilung zu erhalten.



3.2. Durchführung der Räumungsübung

Räumungsübung Plaza

Plaza Innenbereich



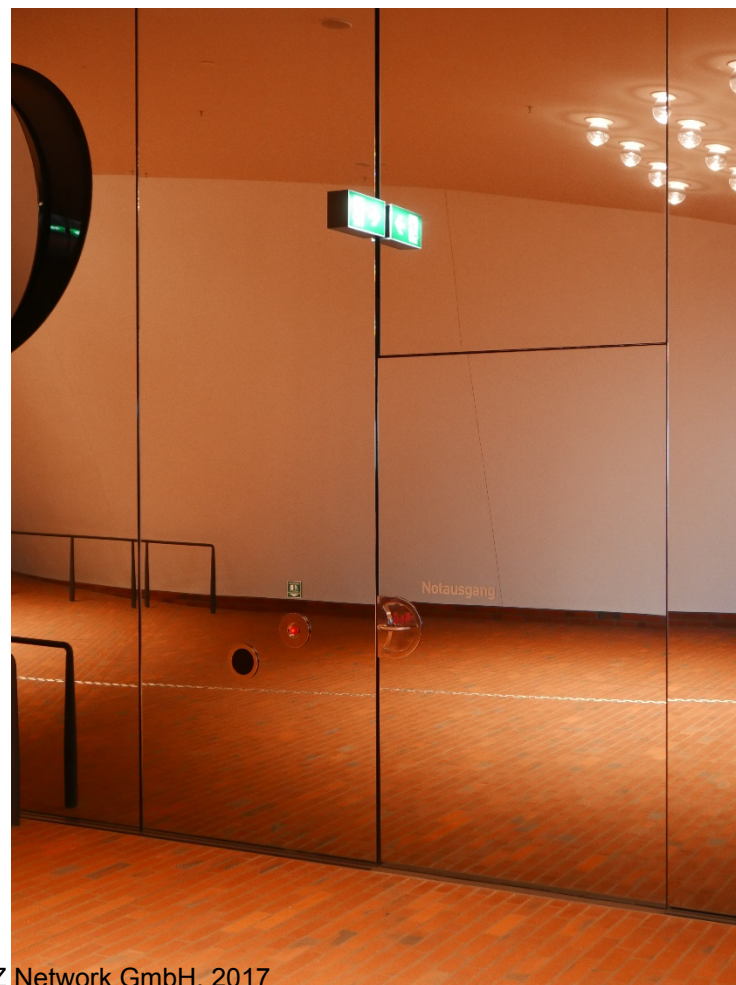
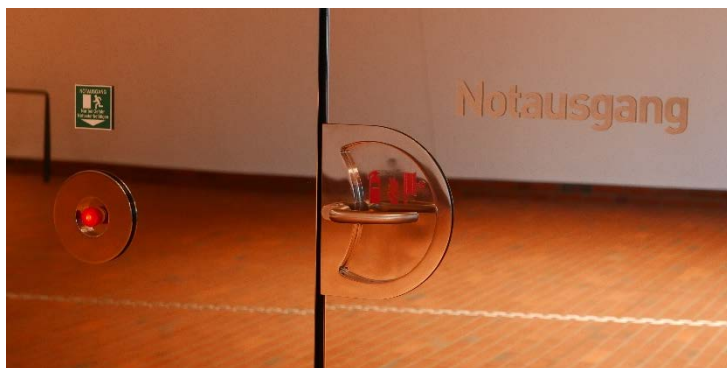
(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



3.2. Durchführung der Räumungsübung

Räumungsübung Plaza

Plaza Innenbereich



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



3.2. Durchführung der Räumungsübung Räumungsübung Plaza

Plaza Außenbereich



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



3.2. Durchführung der Räumungsübung

Räumungsübung Plaza

Mit dem Auslösen der Brandmeldeanlage wird unmittelbar die elektroakustischen Alarmierung aktiviert und die Personen bewegen sich in Richtung der ausgewiesenen Treppenräume.



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017

3.2. Durchführung der Räumungsübung

Räumungsübung Plaza

Plaza Innenbereich vor Hotelzugang (TR 05) – Nach ca. 2:30 Minuten

Die Personen im Rollstuhl werden unter Begleitung der Räumungshelfer zu den Aufzügen mit verlängerter Betriebszeit geführt.



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



3.2. Durchführung der Räumungsübung Räumungsübung Plaza

Außenbereich nach ca. 7 Minuten



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017

3.2. Durchführung der Räumungsübung

Räumungsübung Großer Saal

Die Rettungswege des Großen Saales führen im wesentlichen über die vorgelagerten Foyerflächen. Ausnahme bildet der Parkettbereich, welcher unmittelbar an notwendige Treppenräume angebunden ist.

Die Evakuierungsaufzüge führen nicht durchgängig zur Ausgangsebene.

Den Probanden wurden über das Ticketsystem Sitzplätze zugewiesen.



3.2. Durchführung der Räumungsübung

Räumungsübung Großer Saal

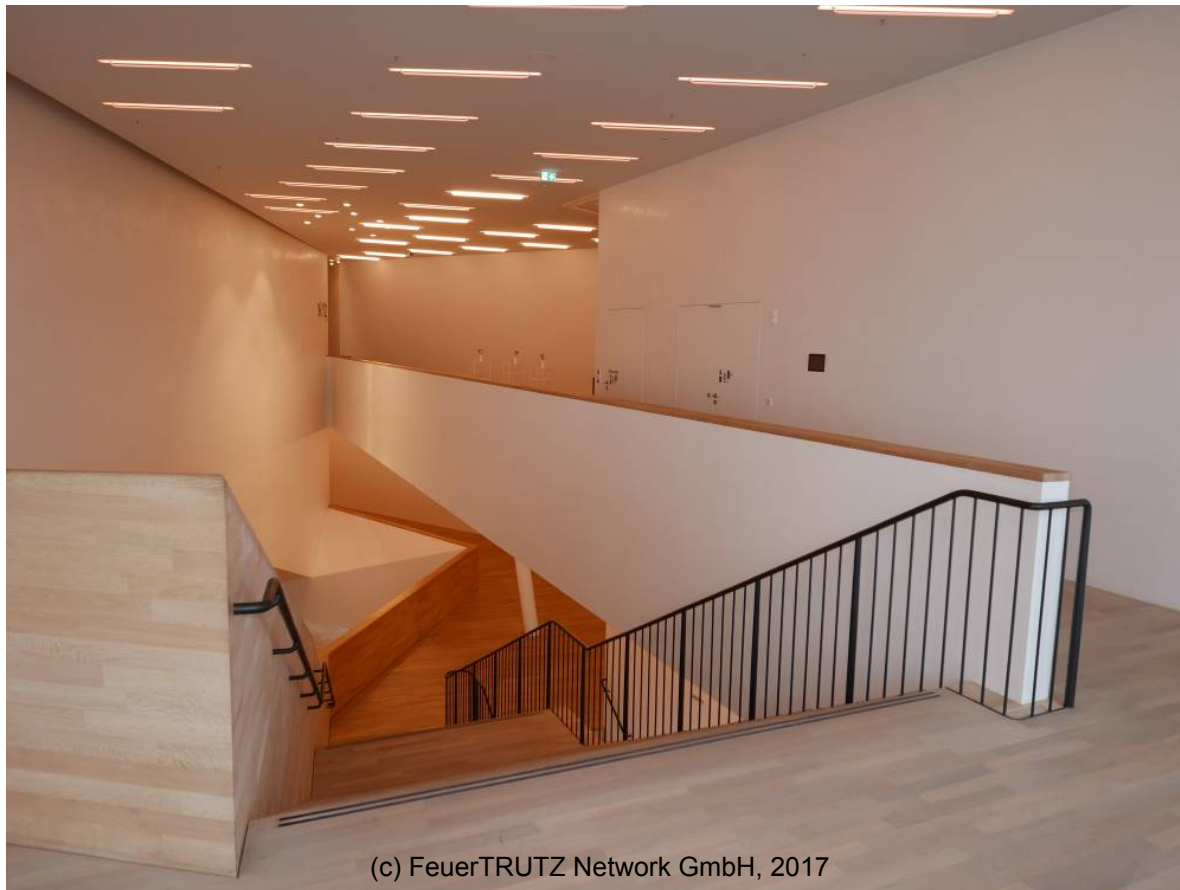


(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



3.2. Durchführung der Räumungsübung Räumungsübung Großer Saal

Rettungswege über Foyerbereiche



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



3.2. Durchführung der Räumungsübung

Räumungsübung Großer Saal

Bei Auslösen der Brandmeldeanlage erfolgt automatisch nach der stillen Alarmierung (Zeitverzögerung 3 Minuten) die elektroakustische Alarmierung.

Die Personen stehen auf und bewegen sich in Richtung der ausgewiesenen Ausgänge aus dem Großen Saal.

Die Personen im Rollstuhl werden unter Begleitung der Räumungshelfer zu den Aufzügen mit verlängerter Betriebszeit geführt.



3.2. Durchführung der Räumungsübung Räumungsübung Großer Saal

Foyer Südwest 13. OG, Rollstuhlfahrer auf dem Weg zum Aufzug mit verlängerter Betriebszeit



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



3.2. Durchführung der Räumungsübung Räumungsübung Großer Saal

Foyer Nord Ost 13. OG, Zugang zum Treppenraum RR 02A



(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017



3.3. Zusammenfassung

Mit den gewählten Räumungsübungen konnten die Ergebnisse der Personenstromanalyse und die Wirksamkeit der Entfluchtung als gut funktionsfähig bestätigt werden.

Herausforderung der Planung bei komplexen Gebäuden die Anzahl der Räumungshelfer festzulegen und wie viel baulicher und anlagentechnischer Brandschutz (Standard-Rettungswegkennzeichnung bis hin zur dynamischen Fluchtweglenkung) notwendig ist, um nicht den betrieblichen Brandschutz zu viele Aufgaben zu übertragen.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Michael Juch

Sachverständiger für vorbeugenden Brandschutz (EIPOS)
Fachplaner technische Brandschutzanlagen (EIPOS)

HAHN Consult

Ingenieurgesellschaft für Tragwerksplanung und Baulichen Brandschutz mbH

(c) FeuerTRUTZ Network GmbH, 2017