

BRIEFING 03

GRUNER BRANDSCHUTZ  
REFERENZEN

BRANDSCHUTZ  
MIT DEM BLICK FÜRS  
GANZE

GANZ SCHÖN VIEL RAUCH  
INGENIEURMETHODEN  
AUS EINER HAND

WARMRAUCHVERSUCH  
ELBPHILHARMONIE

ÜBERBLICK  
TEAMWORK

BRAND-  
SCHUTZ

WARM-  
RAUCH-

VER-  
SUCH

# GRUNER BRANDSCHUTZ

**Elbphilharmonie, Hamburg** · Maschinelle Entrauchung im grossen Saal (2.200 Personen) mit einer Leistung von insgesamt 650.000 m<sup>3</sup>/h



**Messe Basel** · Maschinelle Entrauchung in den Ausstellungshallen (ca. 38.000 m<sup>2</sup>) und Foyers



**Mehr! Theater, Hamburg** · Unterstützung der Abnahme der Entrauchungsanlage bei einer Eventfläche von 2.000m<sup>2</sup>



**Toni Areal, Zürich** · Überprüfung der RDA-unterstützten Entrauchung in der zweigeschossigen Bibliothek für 540 Personen



# BRANDSCHUTZ DER ÜBERZEUGT

## Unsere Kompetenzen im Überblick

- > Brandfallsteuerungen
- > Brandschutzberatung
- > Brandschutzhelfer
- > Brandschutzkonzepte
- > Brandschutzordnung
- > Brandschutzpläne
- > Brandsimulationen (CFD)
- > Evakuierungssimulationen
- > Feuerwehrpläne
- > Flucht- und Rettungspläne
- > Heissbemessung
- > Qualitätssicherung
- > Rauchversuche
- > Weiterbildung + Schulungen

## Mit dem Blick fürs Ganze

Brandereignisse mit katastrophalen Folgen sowie unser kontinuierlich steigendes Sicherheitsbedürfnis führen dazu, dass der Anspruch an den Brandschutz in neuen wie auch in bestehenden Gebäuden stetig wächst. Gleichzeitig erfordern zeitgemässe Architekturprojekte kreative Brandschutzkonzepte, deren Wirksamkeit nicht selten erst mit Hilfe der Ingenieurmethoden des Brandschutzes nachgewiesen werden kann.

In diesem Zusammenhang besteht auch immer mehr das Interesse, dass die mit dem Brandschutzkonzept einmal vereinbarten Massnahmen und die vom Bauherrn bestellte

Qualität konsequent umgesetzt werden. Neben diesem Trend in Richtung besserer Qualitätssicherung im Brandschutz rückt auch das richtige integrale Zusammenspiel der brandschutzrelevanten Massnahmen in den Fokus der am Bau Beteiligten.

Unsere Ingenieure sind hervorragend ausgebildet. Sie arbeiten interdisziplinär und sind darauf spezialisiert, Projekte jeglicher Grösse in allen Leistungsphasen brandschutztechnisch individuell zu begleiten. Bei komplexen Brandschutzkonzepten für Neu- und Bestandsbauten und den damit verbundenen

Fragestellungen profitieren Sie neben unserer langjährigen und internationalen Erfahrung auch von unseren zukunftsorientierten Brandschutzingenieurmethoden.

«Neue Dimensionen» - dieser Vision der Gruner Gruppe folgend werden die Mitarbeitenden des Brandschutzes nicht nur der steigenden Nachfrage, sondern auch dem erhöhten Anspruch gerecht.



# GANZ SCHÖN VIEL RAUCH

## Ingenieurmethoden aus einer Hand

Im Brandschutzwesen stellt die Personensicherheit der Nutzer oder Besucher das oberste Schutzziel dar. Die grösste Gefahr für die Personensicherheit ist der entstehende toxische Brandrauch, welcher mit ca. 90% die Hauptursache für Todesfälle bei Bränden ist. Aus diesem Grund ist eine kontrollierte Rauchgasabführung im Brandfall, insbesondere bei Bereichen mit einer hohen Personenbelegung, wie z.B. Veranstaltungsräume, essentiell. Ziel hierbei ist es, die Rettungswege für die anwesenden Personen, aber auch die Angriffswege für die Feuerwehr in einem ausreichenden Mass und Zeitraum raucharm zu halten.

Im Zeitalter moderner Architektur, die von immer komplexeren Raumgeometrien und dadurch besonderen Fluchtsituationen geprägt ist, müssen die Brandschutzkonzepte dem Anspruch an die Personensicherheit genügen. Hierfür werden in der Regel spezielle Entrauchungskonzepte erstellt, welche aufgrund ihrer Einzigartigkeit und Komplexität nur mittels Brandschutzingenieurmethoden nachgewiesen und ausgelegt werden können.



FEL Forschungsanlage, Hamburg



Überprüfung der Bestandssituation im historischen Theater Bern (Denkmalschutz) durch einen Warmrauchversuch

Neben der computergestützten Brandsimulation, welche oftmals zur Hilfe für die Auslegung einer Entrauchungsanlage dient, werden zunehmend Warmrauchversuche zur visuellen Kontrolle des umgesetzten Entrauchungskonzepts genutzt. Warmrauchversuche werden ausserdem zur Untersuchung einer Ist-Situation in einem Bestandsgebäude angewendet.

Seit 2013 ist die Abteilung Brandschutz der Gruner Gruppe im Besitz einer Warmrauchmaschine. Mit dieser Rauchversuchseinrichtung, welche bei der Materialprüfanstalt in Braunschweig kalibriert wurde, können Brandszenarien in unterschiedlichem Ausmass skaliert dargestellt werden. Die Energiefreisetzungsraten der Versuchseinheit lassen sich mit Hilfe von Ähnlichkeitsgesetzen auf reale Brandszenarien übertragen. Mit Hilfe dieser Investition ist es uns möglich alle, für den Brandschutz erforderlichen und relevanten Ingenieurmethoden aus einer Hand unseren Kunden anzubieten.

Die kompakte und äusserst mobile Rauchgas-einrichtung vereint eine gasbetriebene Wärmequelle, Nebelgeneratoren und Messtechnik. Zur Erzeugung der thermisch induzierten, nach oben gerichteten Rauchgassäule wird

die Rauchgasquelle mit Hilfe einer künstlichen Brandquelle erhitzt. Hierbei dienen drei übereinander angeordnete Brennringe unterschiedlicher Grösse als Wärmequelle. Diese Anordnung ermöglicht eine stufenweise und gleichmässige Steuerung der Wärmefreisetzungsrate, die auf das jeweilige, zu simulierende Brandszenario eingestellt werden kann. Die aufsteigende Thermik als auch die Rauchgasausbreitung werden hierdurch eindrucksvoll visualisiert und von den Brandmeldern detektiert. Die im Entrauchungskonzept festgelegten Massnahmen sowie die bei Detektion ausgelösten Aktionen der Brandfallsteuerung können so überprüft werden.

Aufgrund der kompakten Grösse und der Konstruktion können die Rauchversuche auch in kleineren Räumlichkeiten durchgeführt werden, sodass wir bereits auch Versuche in Büroräumen durchgeführt haben um Abweichungen zur Projektierung von Brandmeldeanlagen zu untersuchen. Die verwendeten Stoffe hinterlassen keine Rückstände, sodass die Versuche für das Gebäude völlig unschädlich sind. Wir haben bereits in sehr sensiblen Gebäuden wie der Elbphilharmonie, Kunstgalerien, Bibliotheken, u.ä. Versuche durchführen können.



## Porträt über Luca Dressino, Ansprechpartner Warmrauchversuche

Luca Dressino, Senior Projektleiter und stellvertretender Abteilungsleiter Ingenieurmethoden Brandschutz, arbeitet seit 2012 bei der Gruner AG in Basel. Neben der Betreuung von Grossbauprojekten sowie den Ingenieurmethoden im Brandschutz ist er Hauptverantwortlich für die Warmrauchversuche in Deutschland, der Schweiz und Österreich. Ausserdem ist er für die Ausbildung der «Brandschutzexperten» in der Schweiz tätig.



**Luca Dressino**  
Senior-Projektleiter, Abteilung Brandschutz, Ingenieurmethoden  
Ansprechpartner Warmrauchversuche  
E-Mail: [luca.dressino@gruner.ch](mailto:luca.dressino@gruner.ch)



# WARMRAUCHVERSUCHE IN DER ELBPHILHARMONIE

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit sowohl den Vorbereitungsmaßnahmen als auch mit der Durchführung und den Ergebnissen der im Grossen Saal der Elbphilharmonie durchgeführten Warmrauchversuche.

Die Elbphilharmonie in Hamburg wurde am 11.01.2017 eröffnet und gilt bereits heute als Ausnahmebauwerk und Geniestreich der Basler Stararchitekten Herzog + de Meuron. Der Geschäftsbereich Brandschutz der Gruner Gruppe leistete im Auftrag der Hochtief Hamburg GmbH – in enger Zusammenarbeit mit dem zuständigen Brandschutzsachverständigen des Büros Hahn Consult – mit der Durchführung von Warmrauchversuchen einen kleinen Beitrag zur Inbetriebnahme des

imposanten Gebäudes.

Die im Ergänzungsbescheid zum Baugenehmigungsverfahren für den Grossen Saal der Elbphilharmonie geforderten Warmrauchversuche wurden zusammen mit der HOCHTIEF Hamburg GmbH und dem zuständigen Brandschutzsachverständigen des Büros HAHN Consult durch den Geschäftsbereich Brandschutz der Gruner AG organisiert.

Der Vorversuch, welcher am 27.05.2016 stattfand, diente als erster Test der Entrauchungsanlage im Beisein der Feuerwehr. Der Hauptversuch fand unter Anwesenheit der abnehmenden Behörden am 01.09.2016 statt.



Hamburgs kulturelles Wahrzeichen

## Vorgehensweise

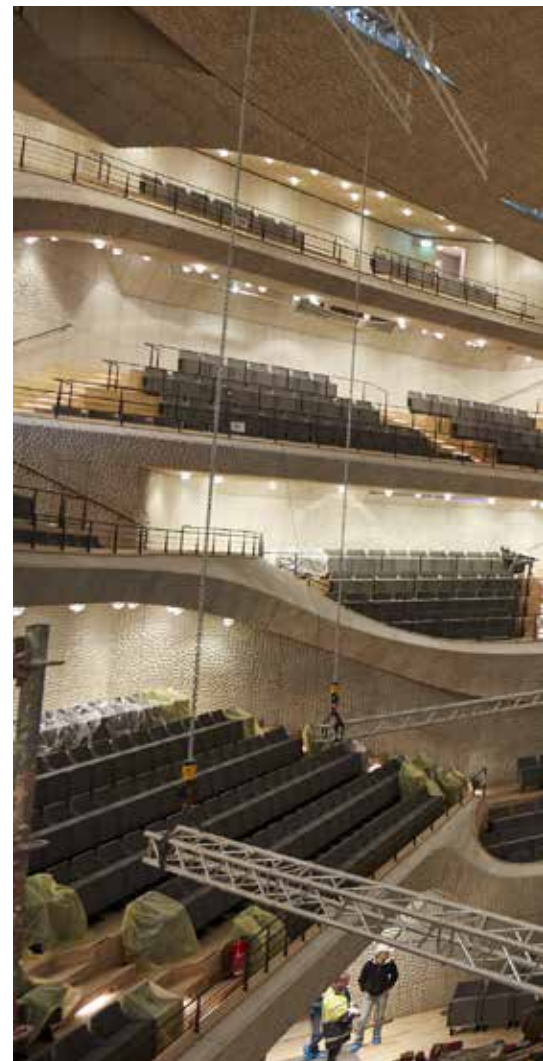
Im ersten Schritt wurden das Vorgehen und die Qualität der geplanten Warmrauchversuche mit allen relevanten Projektbeteiligten, der zuständigen Brandschutzbehörde und der Feuerwehr abgestimmt. Hierbei wurde zunächst festgestellt, dass die vorgesehene Versuchseinrichtung Smoke 3 für die geforderten Abnahmeversuche der Entrauchungsanlage geeignet war. Nachdem weitere Punkte geklärt waren, konnte die Anfahrbarkeit mit der mobilen Versuchseinrichtung zum Versuchsort vor Ort verifiziert und die versuchsrelevante Umgebung einschliesslich der Entrauchungsanlage in Augenschein genommen werden.

Besonders hilfreich war, dass der Auftraggeber eine Ansprechperson bestimmt hatte, die mit allen technischen Brandschutzeinrichtungen und den sonstigen Gegebenheiten vor Ort bestens vertraut war. Dadurch konnten die Anlieferung der Versuchseinrichtung über die enge Baustellenzufahrt sowie der Transport im Gebäude bis zur Stromversorgung der Nebelgeräte mit vier unabhängigen Stromquellen auf der Bühne gut vorbereitet werden. Für die Fest-

legung der notwendigen Schutzmassnahmen bestand seitens der Projektbeteiligten besonderer Abklärungsbedarf. Es durfte unter keinen Umständen zu einer Beschädigung der sensiblen Bühnentechnik sowie des hochwertigen Innenausbaus kommen. Hierbei mussten diverse Fragestellungen beantwortet werden, z.B.:

- > Besteht die Gefahr, dass durch den eingesetzten Theaternebel die aus Unikaten bestehende Akustikbekleidung (sog. weisse Haut) in Mitleidenschaft gezogen wird?
- > Wie kann eine Beschädigung des bereits im Endzustand verbauten Parketts auf der Bühne ausgeschlossen werden?
- > Wie schwer ist in diesem Zusammenhang die Versuchseinrichtung?
- > Ergeben sich mit dem Versuch kritische Umgebungstemperaturen?

Als Ergebnis wurde z.B. festgelegt, dass die automatische Löschanlage deaktiviert wird und ein schützendes zusätzliches Parkett auf der Bühne verlegt wurde.



Letzte Kontrolle vor der Versuchsdurchführung im grossen Saal

## Planung des Warmrauchversuchs

Um möglichst viele Erkenntnisse aus dem Versuch gewinnen zu können, musste der Warmrauchversuch eine hohe Qualität aufweisen. So galt es zunächst sicherzustellen, dass die entrauchungstechnisch relevanten Komponenten (Brandmeldeanlage, Brandgasventilatoren, Entrauchungsklappen, Nachströmöffnungen usw.) sowie deren richtige Ansteuerung am Versuchstag auch so funktionierten, wie diese geplant und mit den Behörden abgestimmt worden waren. Aus diesem Grund mussten am Versuchstag die Errichter der Brandmeldeanlage sowie der Rauch- und Wärmeabzugsanlage anwesend sein, um die Anlagen fachgerecht bedienen und zurückstellen zu können. Darüber hinaus galt es, weitere Aufgaben und Verantwortlichkeiten in Abhängigkeit von einem engen Zeitplan vorausschauend zu planen. Im Vordergrund standen dabei eine möglichst kurzzeitige Unterbrechung der sonstigen Arbeiten im Grossen Saal sowie eine möglichst ungestörte Weiterarbeit in den übrigen Bereichen. Dementsprechend wurden z.B. die Brandfallsteuerungen so programmiert, dass

nur die im Grossen Saal installierten Brandfallsteuerungen ausgelöst wurden.

Die restlichen Ansteuerungen, wie z.B. die Blockierung der Warenlifte, wurden deaktiviert, sodass in den weiteren Bereichen der Baustellenablauf ungestört fortgeführt werden konnte.

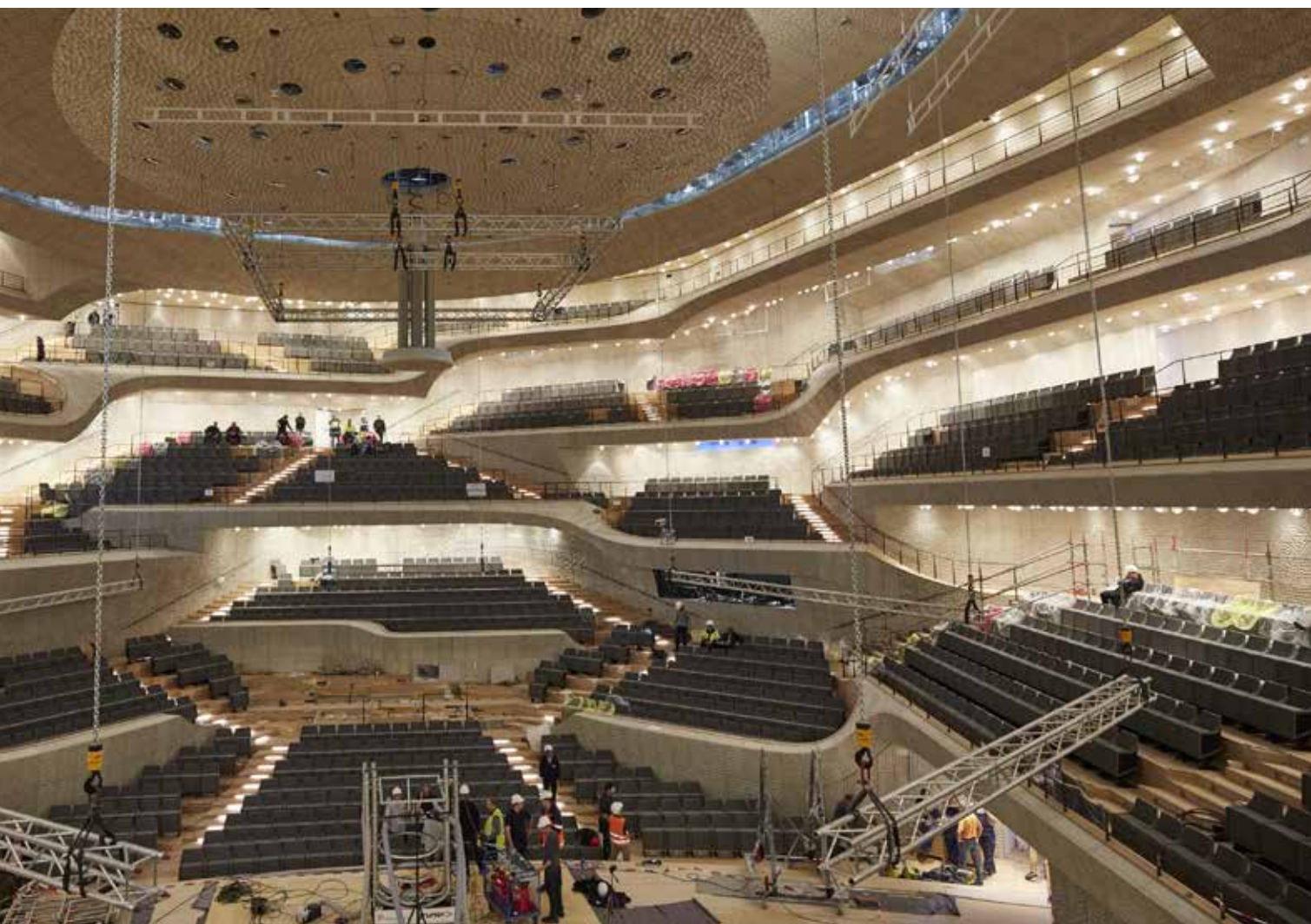
Hierbei wurde auch darauf geachtet, dass die planmässige Dichtheit der Gebäudehülle zum Versuchstag hergestellt war, um Rauchgasverschleppungen in andere Bereiche des Entrauchungsabschnittes zu verhindern und die im Brandfall zu erwartenden Strömungsverhältnisse z.B. nicht durch fehlende Türen, Fenster oder sonstige Öffnungen zu verfälschen.

Auch die anschliessende Dokumentation der Versuche wurde ausführlich im Vorfeld geregelt. So wurden z.B. auf Wunsch der Behörde die Nachströmgeschwindigkeiten an den Türen und Fenstern vor Ort durch einen Sachverständigen der DEKRA gemessen. Darüber hinaus wurde vereinbart, die Detektionszeit der Brandmeldeanlage sowie die Zeitspanne der Entrauchungsventilatoren bis zum Erreichen

der vollen Leistung von den Errichtern dokumentieren zu lassen.

Die hier auszugsweise beschriebenen Themen erforderten einen grossen Koordinationsbedarf, der in einem Koordinationspapier festgehalten und laufend fortgeschrieben wurde. Aufbauend auf diesem Dokument wurde am Versuchstag selbst eine Vorbesprechung mit allen relevanten Beteiligten (Behörden, Bauherr, Generalplaner, Verantwortliche der Haustechnik, usw.) durchgeführt. Dabei wurde noch einmal über die Versuchsziele, den Versuchsort, das Entrauchungskonzept, die Versuchseinrichtung, die Versuchsdauer, den zeitliche Ablauf sowie die Verantwortlichkeiten gesprochen.

Nach anschliessender Rückmeldung durch die Verantwortlichen, dass alle Anlagen testbereit seien und die Versuchseinrichtung aufgebaut und auch betriebsbereit sei, endete die Vorbereitung und der Warmrauchversuch konnte beginnen.



## Versuchseinrichtung Smoke3

Mit der im vorliegenden Fall eingesetzten Versuchseinrichtung Smoke 3 können Brandszenarien unterschiedlicher Grösse skaliert dargestellt werden. Sie entspricht zudem den Anforderungen nach VDI 6019 sowie dem vfd-b-Leitfaden zu Rauchversuchen und wurde in der Materialprüfanstalt in Braunschweig kalibriert. Mit der Versuchseinrichtung wird ein impulsarmer Auftrieb allein durch Erhitzen der Raumluft erzeugt. Als Wärmequellen werden drei übereinander angeordnete Gas-Brennerringe unterschiedlicher Grösse verwendet. Um die Rauchgasausbreitung möglichst realitätsnah zu visualisieren, wird der erhitzten Raumluft oberhalb der Brennerringe Theaternebel zugeführt. Dieses Nebel-Heissluftgemisch wird im Folgenden als Rauchgas bezeichnet.

## Entrauchungsanlage

Der Grosse Saal der Elbphilharmonie verfügt über eine maschinelle Rauch- und Wärmeabzugsanlage (MRWA). Dabei können im Brandfall rund 520.000 m<sup>3</sup>/Std. über Abströmöffnungen im zentralen Bereich am Reflektor sowie weitere 130.000 m<sup>3</sup>/Std. über Schattenfugen am äusseren Rand der Unterdecke abgesaugt werden. Die Ersatzluft wird sowohl natürlich über Öffnungen in der Fassade als auch maschinell über Drallauslässe, die sich unter jedem Stuhl im Grosse Saal befinden, sichergestellt.



Entzündung der Brennringe - Start der Warmrauchversuche

## Versuchsdurchführung

Um die eingangs formulierten Versuchsziele zu erreichen, wurden zwei Varianten untersucht. Als Versuchsort wurde jeweils unter Berücksichtigung des baugenehmigungsrelevanten Nachweises mittels Brandsimulationen der Orchesterbereich – mittig im Grosse Saal – gewählt. Bei der ersten Versuchsvariante wurde die Entrauchungsanlage nach erfolgter Detektion durch die Brandmeldeanlage automatisch in Betrieb genommen. Dieser Versuch diente in erster Linie dazu, die Strömungsverhältnisse im Ereignisfall bzw. die Ergebnisse der Brandsimulationen zu plausibilisieren. Gleichzeitig

wurde die richtige Ansteuerung der einzelnen Entrauchungskomponenten getestet.

In einem weiteren Versuch wurde der Grosse Saal 10 Min. bei voller Leistung der Versuchseinrichtung mit Rauchgas gefüllt. Anschliessend wurde die Entrauchungsanlage manuell über das MRWA-Bedientableau in Betrieb genommen. Dieser Versuch diente primär der Überprüfung der Wirksamkeit der installierten Entrauchungstechnik. Nachfolgend wird dieser zweite Versuch stichpunktartig beschrieben.

Übergeordnet lagen zu Beginn des Versuchs folgende Rahmenbedingungen vor:

- > Aussentemperatur: ca. 18 °C
- > Innentemperatur: ca. 20 °C
- > Versuchsbeginn: 13:25 Uhr
- > Versuchsdauer: ca. 22 Min.
- > Versuchseinrichtung: Alle Brennerringe aktiv (volle Leistung)



Ca.1 Min. 30 Sek. nach Versuchsbeginn, Versuchsvariante ohne automatische Aktivierung der MRWA



## Versuchsablauf zur Überprüfung der Wirksamkeit der installierten Entrauchungstechnik

13.25 Uhr: Versuchsbeginn:

- > Alle drei Brennerringe werden innerhalb einer Minute nacheinander gezündet.

Ca. 1 Min. nach Versuchsbeginn:

- > Die Theaternebelproduktion wird gestoppt. Eine relativ ungestörte Rauchgassäule steigt auf.

Ca. 2 Min. nach Versuchsbeginn:

- > Die Rauchgase umströmen den Reflektor. Die obere Galerieebene ver Raucht leicht diffus.

Ca. 3 Min. nach Versuchsbeginn:

- > Die oberste Galerieebene ist über die gesamte Höhe diffus ver Raucht.
- > Die Rauchgase senken sich weiter in Richtung der zweiten Galerieebene ab.

Ca. 5 Min. nach Versuchsbeginn:

- > Die Rauchgasschicht senkt sich weiter ab.

Ca. 10 Min. nach Versuchsbeginn:

- > Die MRWA inkl. aller dazugehörigen Komponenten wird manuell aktiviert.
- > Die maschinelle Nachströmung via Drallauslässe unterhalb der Sitze läuft an.
- > Die natürlichen Nachströmöffnungen öffnen sich.

Ca. 12 Min. 30 Sek. nach Versuchsbeginn:

- > Die Entrauchungsventilatoren laufen an.
- > Die Entrauchung entlang der Schattenfuge ist augenscheinlich sehr wirksam.

Ca. 15 Min. nach Versuchsbeginn:

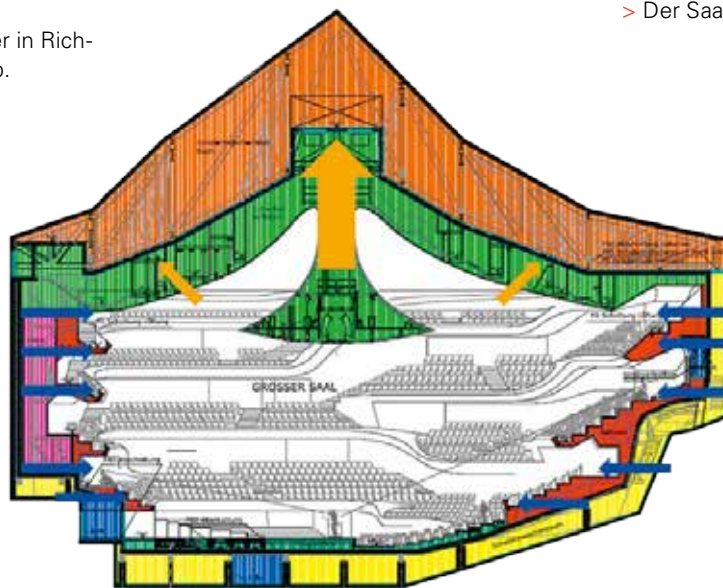
- > Alle Entrauchungsventilatoren mit den dazugehörigen Komponenten laufen.
- > Die Galerieebenen sind nur noch leicht diffus ver Raucht.
- > Die Rauchgase unterhalb des Reflektors werden effektiv über die Absaugstelle ent Raucht.

Ca. 20 Min. nach Versuchsbeginn:

- > Die Rauchgas- und Wärmeproduktion wird gestoppt, da sich ein stationärer Zustand zwischen dem simulierten Volumenstrom und der Absaugleistung einstellt.

Ca. 22 Min. nach Versuchsbeginn:

- > Der Saal ist nahezu rauchfrei.



Schemaschnitt Grosser Saal M 1:200

## Fazit

Mit den Warmrauchversuchen zur Inbetriebnahme der Elbphilharmonie wurde im Beisein der genehmigenden Brandschutzbehörde die im Zuge des Baugenehmigungsverfahrens postulierte Wirksamkeit der Entrauchungsanlage plausibilisiert. Nicht zuletzt aufgrund des wertvollen Erkenntnisgewinns durch diesen «Brandschutz zum Anfassen» wurden die Warmrauchversuche im Grossen Saal von allen Beteiligten als eine Bereicherung wahrgenommen.

Dieser Beitrag ist in ähnlicher Fassung im FeuerTRUTZ Magazin, Ausgabe 2.2017 (März 2017) erschienen.



# ÜBER- BLICK

## TEAMWORK

Mehr als 60 Mitarbeitende

in der Schweiz, Deutschland und Österreich

**Ansprechpartner und Standorte des Geschäftsbereichs Brandschutz**



**Jörg Kasburg**  
Geschäftsbereichsleiter  
Brandschutz



**Verena Langner**  
Niederlassungsleiterin Brandschutz,  
Wien



**Achim Ernst**  
Abteilungsleiter Brandschutz,  
Brandfallsteuerung



**Manuel Tiedemann**  
Niederlassungsleiter Brandschutz,  
Hamburg



**Dr. Ralf Schnetgöke**  
Abteilungsleiter Brandschutz,  
Zürich



**Christoph Vahlhaus**  
Niederlassungsleiter Brandschutz,  
Köln



**Sirko Radicke**  
Teamleiter Brandschutz,  
Basel



**Carsten Willmann**  
Geschäftsführer Brandschutz,  
Stuttgart



**Dr. Matthias Siemon**  
Leiter Abteilung Brandschutz,  
Ingenieurmethoden

### Kontaktieren Sie uns.

Wir informieren und beraten Sie gerne.



[www.gruner-brandschutz.de](http://www.gruner-brandschutz.de)

**Gruner AG** Basel, T +41 61 317 64 42, [basel@gruner.ch](mailto:basel@gruner.ch)

**Gruner AG** Zürich, T +41 43 299 74 22, [zuerich-gruner@gruner.ch](mailto:zuerich-gruner@gruner.ch)

**Gruner AG** Köniz, T +41 31 917 10 59, [koeniz-gruner@gruner.ch](mailto:koeniz-gruner@gruner.ch)

**Gruner GmbH** Wien, T +43 1 595 22 75 10, [wien@gruner.at](mailto:wien@gruner.at)

**Gruner GmbH, Hamburg** Hamburg, T +49 40 356 23 93 0, [hamburg@gruner.eu](mailto:hamburg@gruner.eu)

**Gruner GmbH, Köln** Köln, T +49 221 999 848 0, [koeln@gruner.eu](mailto:koeln@gruner.eu)

**Gruner GmbH, Stuttgart** Stuttgart, T +49 711 7207 119 0, [stuttgart@gruner.eu](mailto:stuttgart@gruner.eu)

**Gruner GmbH, Stuttgart, Geschäftsstelle München** München, T +49 89 215 403 46, [muenchen@gruner.eu](mailto:muenchen@gruner.eu)

**Gruner GmbH, Hamburg, Geschäftsstelle Berlin** Berlin, T +49 30 88 706 2121, [berlin@gruner.eu](mailto:berlin@gruner.eu)