

**Rauchübertragung bei Lüftungs-  
anlagen mit Absperrvorrichtungen  
gegen Brandübertragung ohne  
Rauchauslöseeinrichtungen  
– Ergänzungsversuche**

**T 3107**

T 3107

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

Im Originalmanuskript enthaltene Farbvorlagen, wie z.B. Farbfotos, können nur in Grautönen wiedergegeben werden. Liegen dem Fraunhofer IRB Verlag die Originalabbildungen vor, können gegen Berechnung Farbkopien angefertigt werden. Richten Sie Ihre Anfrage bitte an die untenstehende Adresse.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2006, ISBN 3-8167-7029-0

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69  
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00

Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.IRBbuch.de](http://www.IRBbuch.de)

# **Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslöseeinrichtungen – Ergänzungsversuche**

## **Abschlussbericht**

Dipl.-Ing. H.-G. Klingelhöfer

Dipl.-Phys. J. F. Pennings

Dipl.-Ing. T. Sauerbrey

Dipl.-Ing. F. Diekmann

Juni 2005

**Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen**

- Außenstelle Erwitte -

## Inhaltsverzeichnis:

<b>Inhaltsverzeichnis:</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Aufgabenstellung</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Rauchübertragung durch senkrechte Lüftungsleitungen mit obenliegender Lüftungszentrale</b> .....	<b>3</b>
2.1 Versuchsanordnung .....	3
2.2 Versuchsprogramm und Ergebnisse .....	6
2.3 Beurteilung .....	10
<b>3 Theoretische Betrachtungen zur Rauchübertragung bei waagerechten Leitungen mit Lüftungszentrale am Abschnittsende</b> .....	<b>11</b>
3.1 Anlagenkonzepte .....	11
3.2 Brandszenarien .....	12
3.3 Beurteilung .....	13
<b>4 Theoretische Betrachtungen zu der Rauchübertragung bei senkrechten Leitungen mit unten liegender Lüftungszentrale</b> .....	<b>14</b>
4.1 Anlagenkonzepte .....	14
4.2 Brandszenarien .....	14
4.3 Beurteilung .....	14
<b>5 Zusammenfassung</b> .....	<b>15</b>
5.1 Senkrechte Hauptleitungen mit oben liegender Lüftungszentrale .....	15
5.2 Waagerechte Hauptleitungen mit Lüftungszentrale am Abschnittsende .....	15
5.3 Senkrechte Hauptleitungen mit unten liegender Lüftungszentrale .....	15

## Anlagen:

Dokumentation der Ergebnisse des 1. Versuches am 10.09.2004 .....	Anlage 1
Dokumentation der Ergebnisse des 2. Versuches am 23.09.2004 .....	Anlage 2
Dokumentation der Ergebnisse des 3. Versuches am 06.10.2004 .....	Anlage 3
Dokumentation der Ergebnisse des 4. Versuches am 12.10.2004 .....	Anlage 4

## 1 Aufgabenstellung

Die bisherigen Untersuchungen im Rahmen der in dem vorangegangenen Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung“ bezogen sich ausschließlich auf Lüftungsanlagen nach DIN 18017. In der Diskussion über die erzielten Ergebnisse wurde festgestellt, dass zu einer abschließenden Bewertung durch die obersten Baubehörden weitere Versuche zur Überprüfung der Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen nach DIN 1946 erforderlich sind. Durch die weiteren Versuche ist zu klären, ob bzw. wie sich die Ergebnisse auf andere raumluftechnische Anlagen übertragen lassen.

Zur Diskussion stehen horizontale Leitungen mit senkrechte Leitungen mit oben liegender Lüftungszentrale (s. Abschnitt 2), waagerechte Leitungen mit am Abschnittsende liegender Lüftungszentrale (s. Abschnitt 3) und senkrechte Leitungen mit unten liegender Lüftungszentrale (s. Abschnitt 4).

Zu den vorstehenden Anlagentypen wurden die in Abschnitt 2 beschriebenen Versuche durchgeführt, um die Rauchübertragung durch vertikale Lüftungsleitungen mit oben liegender Zentrale zu untersuchen. Zur Klärung der Fragestellung dieses Vorhabens wurden in einem für dieses Forschungsvorhaben errichteten Prüfstand Brandversuche mit 4 Brandszenarien (3 x Holzkrippen mit unterschiedlichen Zuluftbedingungen und ein voll entwickelter Brand nach Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) nach DIN 4102) durchgeführt. Dabei wurden ausschließlich für den Deckeneinbau vorgesehene Brandschutzklappen verwendet. Im Hinblick auf die Versuchsanordnung und Versuchsdurchführung wurden die Erfahrungen aus dem Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen ohne Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslöseeinrichtung“ des MPA NRW vom Mai 2003 angewendet.

Horizontal geführte Leitungen können versuchstechnisch nur im Originalmaßstab und daher nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand und Kosten untersucht werden. Für die Beurteilung des Risikos der Rauchübertragung ist jedoch eine wissenschaftliche Herleitung unter Berücksichtigung von Erkenntnissen aus Versuchen an senkrecht geführten Leitungen ausreichend. Im Hinblick auf die Beurteilung senkrechter Lüftungsleitungen mit unten liegender Lüftungszentrale gilt das gleiche.

## 2 Rauchübertragung durch senkrechte Lüftungsleitungen mit obenliegender Lüftungszentrale

### 2.1 Versuchsanordnung

Für die Untersuchungen wurde ein zweigeschossiges Versuchshaus aus Porenbetonmauerwerk unter Einbeziehung eines Prüfstandes des MPA NRW (für Brandversuche nach DIN 4102) errichtet. Dieses Versuchshaus war so in einen Prüfstand des MPA NRW eingebaut, dass zum einen die Möglichkeit bestand, den Brandraum mit den Brennern des Prüfstandes gemäß der ETK nach DIN 4102-2 zu beheizen, zum anderen ihn mit unterschiedlich großen Holzkrippen zu befeuern. Zur Abführung der Rauchgase bei den Versuchen mit Holzkrippen wurde oberhalb des Versuchsstandes eine Rauchabzugshaube angeordnet.

## Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

Der für die Versuche vorgesehene Raum war mittig angeordnet (Brandraum). Darunter befand sich ein Beobachtungsraum und darüber befand sich die Lüftungszentrale. Das Versuchshaus hatte eine lichte Grundfläche von 5,00 m x 4,00 m. Aus konstruktiven Gründen war der untere Beobachtungsraum etwas kleiner und hatte nur eine Grundfläche von 3,29 m x 3,75 m. Die lichte Höhe des Brandraums betrug 2,51 bis 4,50 m, die des Beobachtungsraumes 1,75 m. Der Brandraum besaß zwei Zuluftöffnungen, die bei dem Versuch mit ETK verschlossen wurden. Der Aufbau ist in den Abb. 1 und 2 dargestellt.

In diesen Versuchsaufbau waren jeweils vier Lüftungsleitungen eingebaut. Bei diesen Lüftungsleitungen handelte es sich um quadratische Stahlblechleitungen (500 mm x 500 mm) mit in den Decken eingebauten Brandschutzklappen K90. Die beiden äußeren Leitungen waren mit 40 mm dicken Kalziumsilikatplatten gedämmt. Jeweils zwei Leitungen (eine gedämmte und eine nicht gedämmte) besaßen sowohl im Brandraum als auch im darunter liegenden Beobachtungsraum eine quadratische Abluftöffnung von 205 mm x 205 mm bzw. eine rechteckige Abluftöffnung von 205 mm x 405 mm (s. Abbildung 1). Die Lüftungsleitungen waren jeweils an einen Abluftventilator angeschlossen, der so eingestellt wurde, dass an jeder Lüftungsleitung eine Abluftleistung von 150 m<sup>3</sup>/h erreicht wurde.

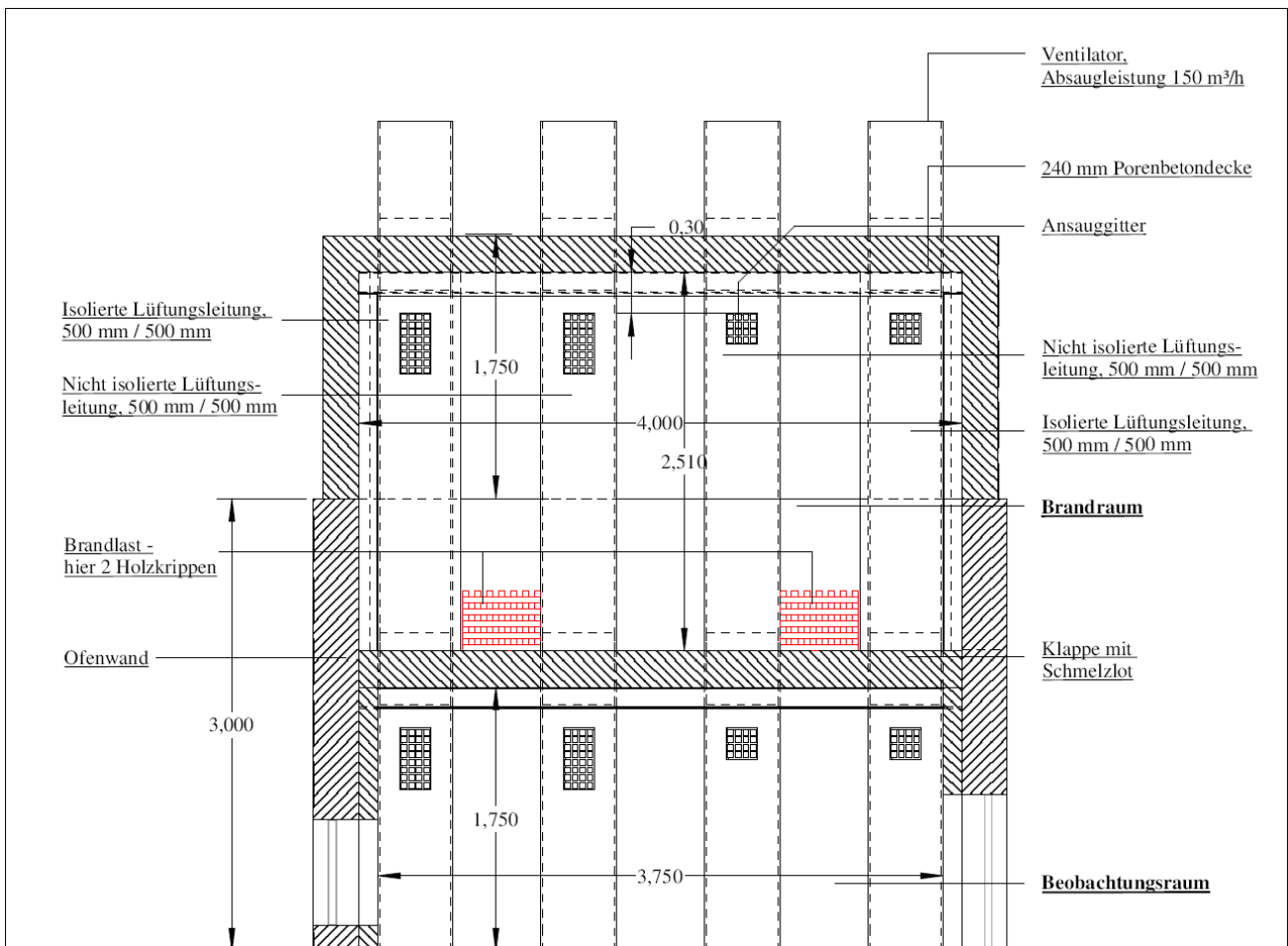


Abbildung 1: Skizze Prüfstand mit Bezeichnungen

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

---

Die Information über die genaue Bezeichnung der eingesetzten Brandschutzklappen befindet sich in den Akten des MPA NRW. Bei den Brandschutzklappen K90 wurden nach jedem Versuch die aufschäumenden Materialien und die Schmelzloten erneuert.

Die Beheizung des Brandraums erfolgte, mit Ausnahme des Versuches mit der ETK, durch Abbrand von folgenden Brandlasten unter praxisgerechten Belüftungsbedingungen (jeweils symmetrisch vor den Leitungen aufgebaut):

- Versuch 1: 2 x 50 kg - Holzkrippen (Stabmaß 20 mm x 20 mm x 500 mm, Holz : Luft 1:1)
- Versuch 2: 4 x 25 kg - Holzkrippen (Stabmaß 20 mm x 20 mm x 500 mm, Holz : Luft 1:1)
- Versuch 3: 8 x 25 kg – Holzkrippen, von denen jeweils zwei aufeinander gestellt wurden (Stabmaß 20 mm x 20 mm x 500 mm, Holz : Luft 1:1).

Im Versuch 4 wurde der Brandraum mit ETK nach DIN 4102-2 über einen Zeitraum von 45 Minuten beheizt.

Zur Beurteilung der Ergebnisse wurden folgende Messungen durchgeführt:

- Temperatur im Brandraum (12 Messstellen)
- Temperatur auf den Oberflächen der Lüftungsleitungen in dem Beobachtungsraum (4 Messstellen)
- Temperaturen in den Lüftungsleitungen (36 Messstellen)
- Temperaturen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen (24 Messstellen)
- Druckverlauf im Brandraum in drei verschiedenen Höhen (2,20 m, 1,25 m und 0,30 m ab OKFF)
- Gaszusammensetzung im Brandraum (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO)
- Gaszusammensetzung im unteren Beobachtungsraum (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO)
- Rauchdichte / Transmission im unteren Beobachtungsraum

Zusätzlich wurden Videoaufnahmen vom Rauchaustritt im Beobachtungsraum gemacht, welche im MPA NRW hinterlegt sind.

Die Lage der Messstellen ist dem nachfolgenden Messstellenplan zu entnehmen.

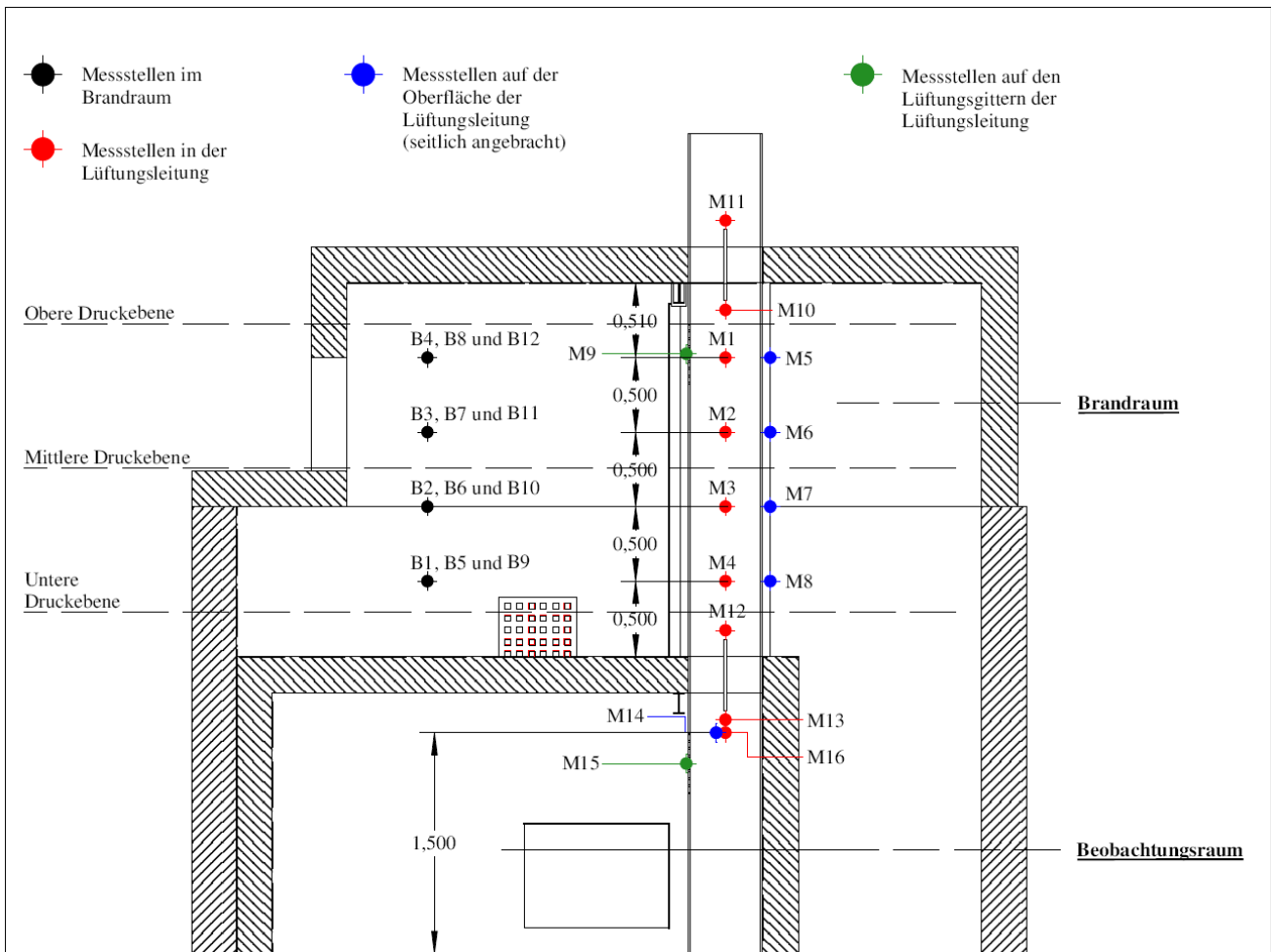


Abbildung 2: Messstellenplan am Beispiel der Leitung 1 (2-4 entsprechend) für alle vier Versuche

## 2.2 Versuchsprogramm und Ergebnisse

Insgesamt wurden 4 Versuche mit den in Abschnitt 2.1 aufgeführten Brandlasten durchgeführt. Die Ergebnisse der Versuche sind in den Anlagen 1 bis 4 dargestellt. Der Aufbau der Anlagen gliedert sich wie folgt:

- Grafische Darstellung des Versuchsaufbaus mit Angabe der Versuchsparameter (Zuluftöffnungen und Brandlast)
- Versuchsbeobachtungen während des Versuchs und nach dem Versuch
- Messstellenplan
- Diagramme zu den Messergebnissen (Temperaturerhöhungen, Druckverlauf, Transmission und Gaszusammensetzungen)



Die wesentlichen Ergebnisse werden nachstehend diskutiert:

➤ **Reaktion der oberen Brandschutzklappen**

Bei allen Versuchen löste eines der Schmelzloten der oberen Brandschutzklappen aus. Entsprechend den Vorgaben der Versuchsbedingungen wurden daraufhin bei den Versuchen 1-3 die übrigen Klappen manuell ausgelöst. Bei dem 4. Versuch (ETK) lösten wie erwartet alle 4 Schmelzloten kurz hintereinander aus (innerhalb eines Zeitraumes von 20 Sekunden nach Auslösen der ersten Klappe).

Nachfolgend sind die Auslösezeitpunkte der jeweils ersten Brandschutzklappe aufgeführt:

- 1. Versuch: 03:00 Minuten
- 2. Versuch: 10:00 Minuten
- 3. Versuch: 03:30 Minuten
- 4. Versuch: 01:53 Minuten

➤ **Reaktion der unteren Klappen**

Bei den Versuchen 1-3 (Holzkrippen) löste keine der unteren Klappen aus.

Lediglich bei Versuch 4 (ETK) lösten die Klappen 2 und 3 nach ca. 5 Minuten aus. Bei den Klappen 1 und 4 lösten die Schmelzloten aus (ab der 23. Minute), jedoch hatte der Dämmschichtbildner bereits soweit reagiert, dass die Klappen nicht mehr vollständig schlossen.

➤ **Rauchaustritt im unteren Beobachtungsraum**

Der verstärkte Rauchaustritt beim 4. Versuch (ETK) im unteren Beobachtungsraum, der durch die Lichtmessstrecke dokumentiert wurde, ist vermutlich durch thermische Zersetzung der Dichtungsmaterialien bzw. das Ausbrennen von Rußpartikeln von den vorangegangenen Versuchen (mit Holzkrippen) in den Lüftungsleitungen zu erklären.

➤ **Temperaturen**

**1. Temperaturerhöhung im Brandraum**

Die Temperaturen im Brandraum wurden in 4 Ebenen gemessen (2,00 m, 1,50 m, 1,00 m und 0,50 m oberhalb des Bodens). Bei den Versuchen 1-3 haben sich die Temperaturen im Brandraum in einer Höhe von 2,00 m über dem Boden um bis zu 660 K, in einer Höhe von 1,50 m über dem Boden um bis zu 580 K, in einer Höhe von 1,00 m über dem Boden um bis zu 500 K und in einer Höhe von 0,50 m über dem Boden um bis zu 450 K erhöht.

**2. Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Leitungen**

Die Temperaturen auf der Oberfläche der Leitungen wurden im Brandraum an 4 Messstellen und im unteren Beobachtungsraum an einer Messstelle je Leitung gemessen. Dabei zeigte sich, dass die Temperaturen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen im Brandraum um ca. 100 K niedriger waren als die Lufttemperaturen. Ein signifikanter Unterschied zwischen den gedämmten und den nicht gedämmten Leitungen war nicht messbar. Auf den Oberflächen der Lüftungsleitungen im unteren Beobachtungsraum konnte bei den Versuchen 1-3 keine nennenswerte Temperaturerhöhung (max. 10 K) festgestellt werden.

Beim Versuch 4 konnte auf der Oberfläche der im Brandraum nicht gedämmten Leitungen eine Temperaturerhöhung von bis zu 80 K festgestellt werden. Die Temperaturen auf den Oberflächen der beiden anderen Leitungen hatte sich dagegen nicht nennenswert erhöht (max. 10 K).

### **3. Temperaturerhöhung an den Lüftungsgittern im Brandraum**

Bei den Versuchen 1-3 (Holzkrippen) wurden an den Lüftungsgittern der gedämmten Leitungen Temperaturerhöhungen von bis zu 670 K und an den Lüftungsgittern der nicht gedämmten Leitungen von bis zu 480 K festgestellt. Beim Versuch 4 (ETK) wurden Temperaturerhöhungen von bis zu 900 K an den Lüftungsgittern festgestellt, jedoch war kein Unterschied zwischen gedämmten und nicht gedämmten Leitung erkennbar.

### **4. Temperaturerhöhung an den Lüftungsgittern im Beobachtungsraum**

Bei den Versuchen 1-3 (Holzkrippen) wurden an den Lüftungsgittern im Beobachtungsraum keine nennenswerten Temperaturerhöhungen festgestellt, lediglich beim Versuch 4 (ETK) wurde eine kurzzeitige Temperaturerhöhung von bis zu 150 K in der 3. Minute festgestellt. Danach sanken die Temperaturen beim Versuch 4 an den Lüftungsgittern wieder annähernd auf die Ausgangstemperatur ab.

### **5. Temperaturerhöhung in den bekleideten und den nicht bekleideten Leitungen**

Die Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen wurde an 5 Messstellen je Lüftungsleitung gemessen. Dabei stiegen die Temperaturen bei den Versuchen 1-3 (Holzkrippen) in einer Höhe von 2,00 m über dem Boden des Brandraums um bis zu 450 K an. Die Temperaturen in einer Höhe von 1,50 m stiegen um bis zu 420 K, in einer Höhe von 1,00 m um bis zu 360 K und in einer Höhe von 0,50 m um bis zu 180 K an. Dabei waren die Temperaturen in den nicht gedämmten Leitungen immer deutlich höher als in den gedämmten Leitungen.

Beim Versuch 4 wurden Temperaturerhöhungen in den nicht gedämmten Leitungen von bis zu 860 K und in den gedämmten Leitungen von bis zu 520 K in allen Höhen festgestellt.

Die Temperaturen in den Lüftungsleitungen im Beobachtungsraum (1,50 m oberhalb des Bodens) stiegen bei den nicht gedämmten Leitungen um bis zu 140 K und bei den gedämmten Leitungen um max. 10 K an.

### **6. Temperaturerhöhungen im Bereich der oberen Brandschutzklappen**

Die Temperaturerhöhung wurde sowohl oberhalb als auch unterhalb der oberen Brandschutzklappe gemessen. Dabei zeigte sich, dass die Temperaturen sich oberhalb der Brandschutzklappen zunächst um ca. 140 K erhöhten, jedoch nach dem Auslösen der Brandschutzklappen auf ca. 50 K über der Ausgangstemperatur absanken. Die Temperaturen unterhalb der oberen Brandschutzklappen stieg um bis zu 550 K bei den Versuchen 1-3 (Holzkrippen) und um bis zu 850 K bei dem Versuch mit ETK an. Ein nennenswerter Unterschied zwischen gedämmten und nicht gedämmten Leitungen zeigte sich bei den Versuchen 1-3 (Holzkrippen) dabei nicht.

## 7. Temperaturerhöhungen im Bereich der unteren Brandschutzklappen

Die Temperaturerhöhung wurde sowohl oberhalb als auch unterhalb der unteren Brandschutzklappen gemessen. Dabei zeigte sich, dass sich die Temperaturen bei den Versuchen 1-3 (Holzkrippen) unterhalb der unteren Brandschutzklappen um max. 10 K und oberhalb der unteren Brandschutzklappen um bis zu 125 K erhöhten.

Die Temperaturen beim Versuch 4 (ETK) erhöhten sich unterhalb der unteren Brandschutzklappen zunächst um ca. 80 K. Nach dem Schließen der Brandschutzklappen sanken diese Temperaturen bei den gedämmten Leitungen nahezu auf Umgebungstemperatur ab, während die Temperaturen bei den nicht gedämmten Leitungen weiter auf bis zu 150 K über Ausgangstemperatur anstiegen. Die Temperaturen oberhalb der unteren Brandschutzklappen stiegen bei den gedämmten Leitungen um bis zu 180 K und bei den nicht gedämmten Leitungen um bis zu 600 K an.

Beurteilung: Bei allen 4 Versuchen stellte sich bei allen Temperaturmessstellen ein erwarteter Temperaturverlauf ein. Besondere Auffälligkeiten konnten nicht festgestellt werden.

### ➤ Transmissionsmessungen im unteren Beobachtungsraum

Im unteren Beobachtungsraum wurden folgende Transmissionen gemessen:

1. Versuch: kurzzeitiges Absinken auf 91 %
2. Versuch: maximales Absinken auf ca. 98 %
3. Versuch: kurzzeitiges Absinken auf ca. 67 %
4. Versuch: kurzzeitiges Absinken auf ca. 9%

### ➤ Gaszusammensetzung im unteren Beobachtungsraum

1. Versuch: CO: Maximum 18 ppm  
CO<sub>2</sub>: konstant ca. 0%  
O<sub>2</sub>: konstant ca. 21%
2. Versuch: CO: Maximum 17 ppm  
CO<sub>2</sub>: konstant ca. 0%  
O<sub>2</sub>: konstant ca. 21%
3. Versuch: CO: Maximum 231 ppm  
CO<sub>2</sub>: konstant ca. 0%  
O<sub>2</sub>: konstant ca. 21%
4. Versuch: CO: Maximum 948 ppm  
CO<sub>2</sub>: Maximum ca. 7,8 %  
O<sub>2</sub>: Minimum ca. 10,2% } Diese beiden Werte wurden nicht gleichzeitig gemessen!

## 2.3 Beurteilung

- Im Rahmen der Versuchsreihe wurden unterschiedliche Bedingungen im Hinblick auf die Brandlasten und Ventilationsbedingungen realisiert. Bei den Versuchen 1-3 (Holzkrippen) war durch die unterschiedlichen Ventilationsbedingungen auch ein wesentlicher Unterschied im Abbrandverhalten zu beobachten. Beim 1. Versuch betrug die Öffnungsfläche ca. 1/8 der Grundfläche und entsprach damit den in der Musterbauordnung vorgegebenen Belichtungs- und Belüftungsbedingungen eines Aufenthaltsraumes. Der ungünstigste Fall scheinen die Bedingungen des Versuchs 2 zu sein, bei dem beide Öffnungsquerschnitte auf die halbe Höhe im Bezug auf Versuch 1 verringert wurden. Durch die thermischen Bedingungen im Brandraum (Überdruck, Volumenvergrößerung) wurde ein Zuströmen von ausreichender Frischluft unterbunden. Beim Versuch 3 wurden die Breiten der Öffnungsquerschnitte halbiert, die Höhen jedoch wieder auf das Maß des ersten Versuches vergrößert (gleicher Öffnungsquerschnitt wie bei Versuch 2). Bei diesem war die Versorgung mit Frischluft besser als bei Versuch 2, allerdings wurde auch hier festgestellt, dass die Holzkrippen nur durch mehrmaliges Nachzünden zum Brennen gebracht werden konnten.

- Bei allen Versuchen löste ein Schmelzlot der oberen Brandschutzklappen aus. Entsprechend den Vorgaben der Versuchsbedingungen wurden die übrigen Klappen bei den Versuchen 1-3 (Holzkrippen) manuell ausgelöst. Bei dem 4. Versuch (ETK) lösten alle 4 Schmelzrote kurz hintereinander aus (innerhalb von 20 Sekunden).

Bei den natürlichen Brandlasten (bis zu 200 kg Holzkrippe) und unter den durch die Raumkonfiguration vorgegebenen Ventilationsbedingungen war das erreichte Temperaturniveau im Brandraum bei keinem der Versuche ausreichend, die unteren Klappen auszulösen. Bei dem Versuch unter ETK-Bedingungen und den dabei herrschenden Drücken wurden die unteren Schmelzrote der Klappen ausgelöst. Jedoch zeigte sich hierbei, dass die Dämmschichtbildner in den unbedeckten Lüftungsleitungen soweit reagiert hatten, dass die Klappen nicht mehr in die „Geschlossen“-Stellung gingen.

- Dem ventilationsbegrenzten Abbrand bei den Versuchen 1-3 (Holzkrippen) und der dabei beobachteten Rauchentwicklung entsprachen die Messwerte des CO-Gehalts im Brandraum. Es wurden Maximalwerte beim 1. Versuch von 1500 ppm (0,15 Volumenprozent), beim 2. Versuch von 1000 ppm und beim 3. Versuch von 19.000 ppm gemessen. Trotz dieser Brandgaskonzentration im Brandraum wurde bei allen Versuchen in dem Raum unterhalb des Brandraumes ein nur geringes Austreten von Rauchgasen beobachtet und durch eine Gasanalyse meßtechnisch dokumentiert. Der Rauchaustritt war bei den unbedeckten Lüftungsleitungen größer als bei den bedeckten Lüftungsleitungen. Er war vom Umfang her jedoch nicht so stark, dass in der Praxis der Aufenthalt in dem Raum und Fluchtmöglichkeiten ausgeschlossen wären.

Bei dem Versuch mit ETK-Beanspruchung wurde bis zum Schließen der Brandschutzklappen eine Rauchübertragung in den unteren Beobachtungsraum festgestellt. Der Anstieg des CO-Gehaltes erfolgte parallel zur Abnahme der Transmission. Der Kohlenmonoxydgehalt im unteren Beobachtungsraum stieg auf bis zu 945 ppm an. Die maximale Trübung bei einer Messstrecke von 1 m lag bei 90 % (10 % Transmission).

### 3 Theoretische Betrachtungen zur Rauchübertragung bei waagerechten Leitungen mit Lüftungszentrale am Abschnittsende

#### 3.1 Anlagenkonzepte

In ausgedehnten Gebäuden, die innerhalb einer Ebene mehrere Brandabschnitte enthalten, wird anstelle von in Schächten verlegten vertikalen Hauptleitungen mit kurzer horizontaler Verteilung häufig die Lösung gewählt, durch mehrere Brandabschnitte reichende, horizontale Hauptleitungen zu installieren, von denen aus die einzelnen Räume über Stichleitungen verbzw. entsorgt werden. Diese horizontalen Hauptleitungen werden in der Regel nicht mit feuerwiderstandsfähigen Kanälen ausgeführt - einerseits aus Kostengründen, andererseits da die in den zu begrenzenden Bauteilen vorhandenen planmäßigen Öffnungen ohnehin den Einsatz von Brandschutzklappen erfordern. Stattdessen werden in den Hauptleitungen selber am Durchtritt durch die Brandwände bzw. durch den Brandraum begrenzende Wände Brandschutzklappen eingebaut.

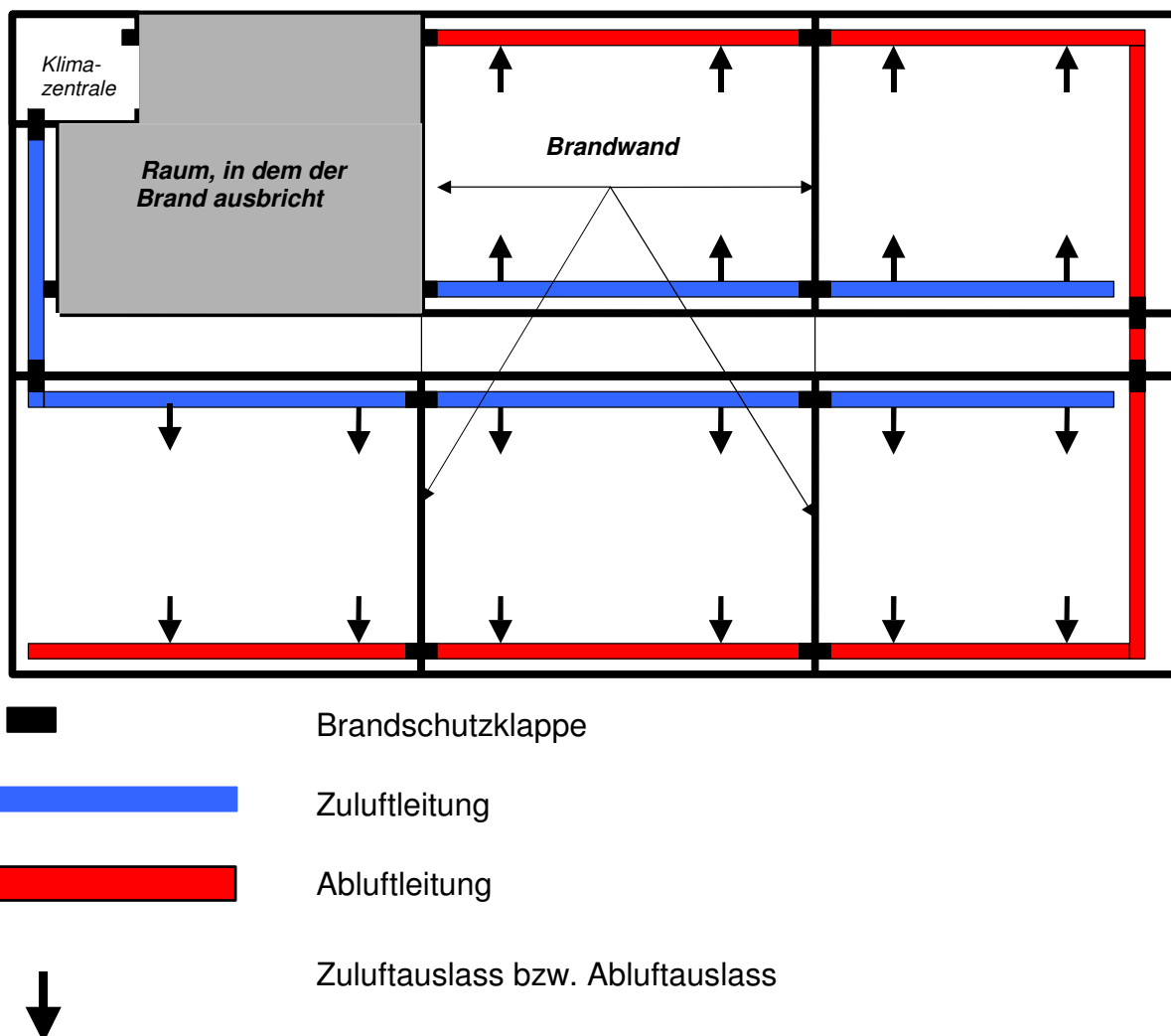


Abbildung 3: Typisches Beispiel für eine derartige Anlagenkonzeption

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

Die Länge der Hauptleitungen resultiert aus der Größe und Zahl der von ihnen ver- bzw. entsorgten Brandabschnitte/Brandräume. Sie beträgt häufig 40 m und mehr – insbesondere bei nicht gradliniger Verlegung der Leitungen. Sie durchlaufen häufig Räume, die durch Trennwände ohne geforderte Feuerwiderstandsdauer getrennt sind. Diese Wände werden jedoch aus anderen Gründen häufig in einer Bauart hergestellt, die eine erhöhte Feuerwiderstandsfähigkeit bewirkt (z.B. Mauerwerkswände oder leichte Trennwände mit beidseitiger Gipskartonplattenbeplankung), so dass die Leitungen bei einem Brand nur teilweise vom Feuer beaufschlagt werden.

Ein typisches Beispiel für eine derartige Anlagenkonzeption ist in Abbildung 3 dargestellt.

### 3.2 Brandszenarien

Entsprechend der o.a. Gebäudekonfiguration und der verschiedenartigen Nutzung solcher Gebäude sind die unterschiedlichsten Brandszenarien möglich. In der Fachliteratur wird im Allgemeinen das nachstehende Temperaturzeitdiagramm (Abbildung 4) zur Beschreibung eines zu erwartenden Brandverlaufs herangezogen.

Für die Frage der Rauchübertragung ist die mit X bezeichnete Phase als kritisch anzusehen. In dieser Phase liegen die Temperaturen deutlich unterhalb der als Feuerübersprung bezeichneten Phase (in einer Größenordnung von ca. 100°C – 300°C). Der Abbrand der Brandlast erfolgt in der Regel unter Luftmangel – d.h. für die meisten in Frage kommenden Produkte unter großer Rauchentwicklung. Der entstehende Rauch enthält wegen des Luftmangels einen hohen CO-Anteil und hat daher ein erhöhtes Toxizitätspotenzial.

Die Zeitdauer dieser Brandphase X kann sehr unterschiedlich sein. Sie hängt ab von der Art der Produkte, die zum Brand anstehen (Brandgut), sowie von dem im Raum herrschenden Luftangebot und damit vom Zeitpunkt der Zerstörung möglicher Fenster. Zeiten von bis zu 60 Minuten Größe sind hier möglich.

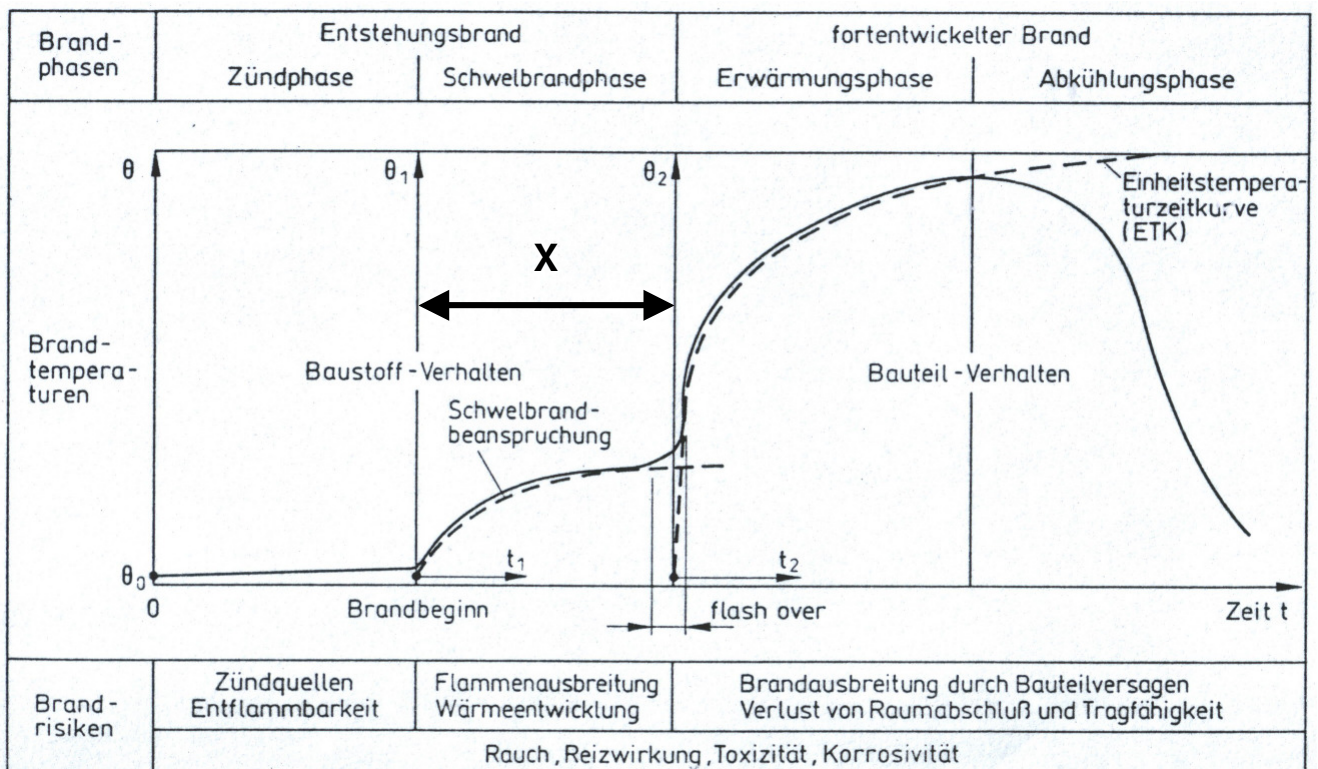


Abbildung 4: Einheitstemperaturkurve und Phase der Rauchübertragung X

### 3.3 Beurteilung

#### a) Zuluftleitungen

Bei mit Zuluftanlagen ausgerüsteten Gebäuden bzw. Räumen ist in der Regel davon auszugehen, dass sie während der normalen Nutzung des Gebäudes in Betrieb sind. Während des Betriebs der Zuluftanlagen besteht nicht die Gefahr einer Rauchübertragung durch die Zuluftleitungen. Im Inneren der Zuluftleitungen herrscht ein Überdruck, der das Eintreten von Rauch in diese Leitungen zuverlässig ausschließt.

Bei abgeschalteten Zuluftanlagen besteht zwar grundsätzlich die Gefahr einer Rauchübertragung bis zum Zeitpunkt der thermischen Auslösung der Brandschutzklappen. In der Regel ist jedoch davon auszugehen, dass die Lüftungsanlagen nur abgeschaltet werden, wenn das jeweilige Gebäude bzw. der jeweilige Gebäudeteil nicht genutzt wird, so dass eine Gefährdung von Personen und Lagergut nicht zu befürchten ist. In der Mehrzahl der Fälle wird darüber hinaus bei Stillstand der Anlagen oder von Anlagenteilen das jeweilige Kanalnetz aus Gründen der Energieeinsparung durch luftdichte Klappen oder die Brandschutzklappen unterbrochen. Lediglich im Sonderfall, in dem die o.a. Voraussetzungen nicht zutreffen, sind Schutzmaßnahmen erforderlich, um eine Gefährdung von Personen auszuschließen.

#### b) Abluftleitungen

Im Hinblick auf den Betriebszustand bei abgeschalteten Abluftanlagen gelten die gleichen Ausführungen wie bei den Zuluftleitungen.

Bei in Betrieb befindlichen Abluftanlagen (Normalfall) ist ein Brand in einem Raum in der Nähe der Lüftungszentrale bzw. der Anbindung an einen vertikalen Schacht als kritischer Fall zu betrachten. In der mit X bezeichneten Phase (siehe Abschnitt 4b) ist damit zu rechnen, dass die mit Schmelzlot ausgerüsteten Brandschutzklappen am Übertritt in die Lüftungszentrale bzw. in den Vertikalschacht planmäßig schließen. Nach Schließen der Brandschutzklappen wird sich der Rauch durch den brandbedingten Überdruck (Auftrieb infolge erhöhter Temperatur, thermische Volumenvergrößerung durch Temperaturanstieg, Rauchentwicklung) in den Leitungen entgegen der planmäßigen Strömungsrichtung ausbreiten. Seine Temperatur wird durch Abgabe von Wärmeenergie auf dem Weg in andere Bereiche abnehmen. Die Frage, ob die Temperatur der Rauchgase am Durchtritt durch die nächste Brandwand noch ausreicht, die dort befindliche Brandschutzklappe auszulösen, hängt von der Eintrittstemperatur des Rauchs (siehe Angaben über Brandszenarien) ab sowie von der Leitungslänge bis dorthin und der Bauart der Leitung (Wärmeübergang, Wärmekapazität)

Bei den hier in Frage stehenden Leitungslängen von 40 m oder mehr (bei versetzter Leitungsinstallation) und üblichen Blechkanälen muss unterstellt werden, dass sich die Brandgase so weit abkühlen, dass ihre Temperatur für einen längeren Zeitraum nicht ausreicht, die nächste Brandschutzklappe auszulösen. Während dieser Zeitspanne strömen die Brandgase (Rauch und toxische Gase) in erheblichem Umfang in den benachbarten Brandabschnitt.

Maßnahmen, die die Rauchübertragung unterbinden, scheinen daher aus Sicherheitsgründen erforderlich, um die Gefährdung von Personen auszuschließen.

## **4 Theoretische Betrachtungen zu der Rauchübertragung bei senkrechten Leitungen mit unten liegender Lüftungszentrale**

### **4.1 Anlagenkonzepte**

Neben der Variante der senkrechten Leitungen mit oben liegender Lüftungszentrale kommt in der Praxis häufig auch eine unten liegenden Lüftungszentrale zur Ausführung. Die Ausführung des Leitungsnetzes bei dieser Variante entspricht der Ausführung bei obenliegender Lüftungszentrale.

### **4.2 Brandszenarien**

Im Hinblick auf die Brandszenarien gelten die gleichen Angaben wie in Abschnitt 3.2.

### **4.3 Beurteilung**

#### **a) Zuluftleitungen**

Hierzu gelten die bereits unter 3.3.a gemachten Aussagen.

#### **b) Abluftleitungen**

Bei den Abluftleitungen ist damit zu rechnen, dass wegen der planmäßigen Strömungsrichtung zuerst die in der Decke unterhalb des Brandraumes eingebaute Brandschutzklappe schließt. An der in der Decke oberhalb des Brandraumes eingebauten Brandschutzklappe strömt bis zu diesem Zeitpunkt noch kühlere Abluft aus den darüber befindlichen Räumen vorbei, so dass das Schmelzlot hier noch nicht reagiert. Nach Schließen der unteren Brandschutzklappe ist damit zu rechnen, dass die dann durch den thermischen Auftrieb nach oben strömenden Rauchgase nach kurzer Zeit auch das Schmelzlot der oberen Brandschutzklappe zum Auslösen bringen, so dass eine weitere Rauchausbreitung nach oben unterbunden wird.

Es ist nicht damit zu rechnen, daß die Zeit zwischen dem Schließen der beiden Brandschutzklappen (obere und untere) sehr lang ist, da die Eintrittsöffnung in die Hauptleitung in der Regel sehr dicht unterhalb der oberen Brandschutzklappe liegt und somit keine Abkühlstrecke für die Brandgase vorhanden ist.



## 5 Zusammenfassung

### 5.1 Senkrechte Hauptleitungen mit oben liegender Lüftungszentrale

Wie der Ergebnisse der durchgeführten Versuche ausweisen, war für diese Lüftungsleitungen die ETK-Beanspruchung der kritischere Fall. Bei den Versuchen mit natürlichen Brandlasten wurde nur im geringen Umfang der Austritt von Rauch oder Kohlenmonoxid beobachtet. Bei dem Versuch mit ETK fand bis zum Schließen der unteren Brandschutzklappen eine Übertragung von Rauch und Kohlenmonoxid statt. Im Hinblick auf Zeitdauer und Umfang werden die gemessenen Werte jedoch nicht als kritisch bewertet.

### 5.2 Waagerechte Hauptleitungen mit Lüftungszentrale am Abschnittsende

Die Analyse der Rauchübertragungsmöglichkeiten zeigt auf, dass abhängig von der Brandentwicklungsdauer (Dauer der Schwelbrandphase) und der Art der Lüftungsleitungen innerhalb des betroffenen Brandabschnittes (Abkühlstrecke) durchaus die Gefahr besteht, dass Rauch in erheblichen Mengen übertragen wird (auf den im 4. Brandversuch gemessenen CO-Anteil wird verwiesen).

### 5.3 Senkrechte Hauptleitungen mit unten liegender Lüftungszentrale

Die Analyse der Rauchübertragungsmöglichkeiten bei senkrechten Leitungen mit unten liegender Lüftungszentrale zeigt auf, dass nach Schließen der unteren Brandschutzklappe nur sehr kurzzeitig mit einer Rauchübertragung gerechnet werden muß, da die nach dem Schließen der Brandschutzklappe nach oben strömenden Brandgase nach sehr kurzer Zeit auch die obere Brandschutzklappe (ohne nennenswerte Abkühlstrecke) erreichen und diese schließen.

-----  
Dipl.-Ing. H.-G. Klingelhöfer

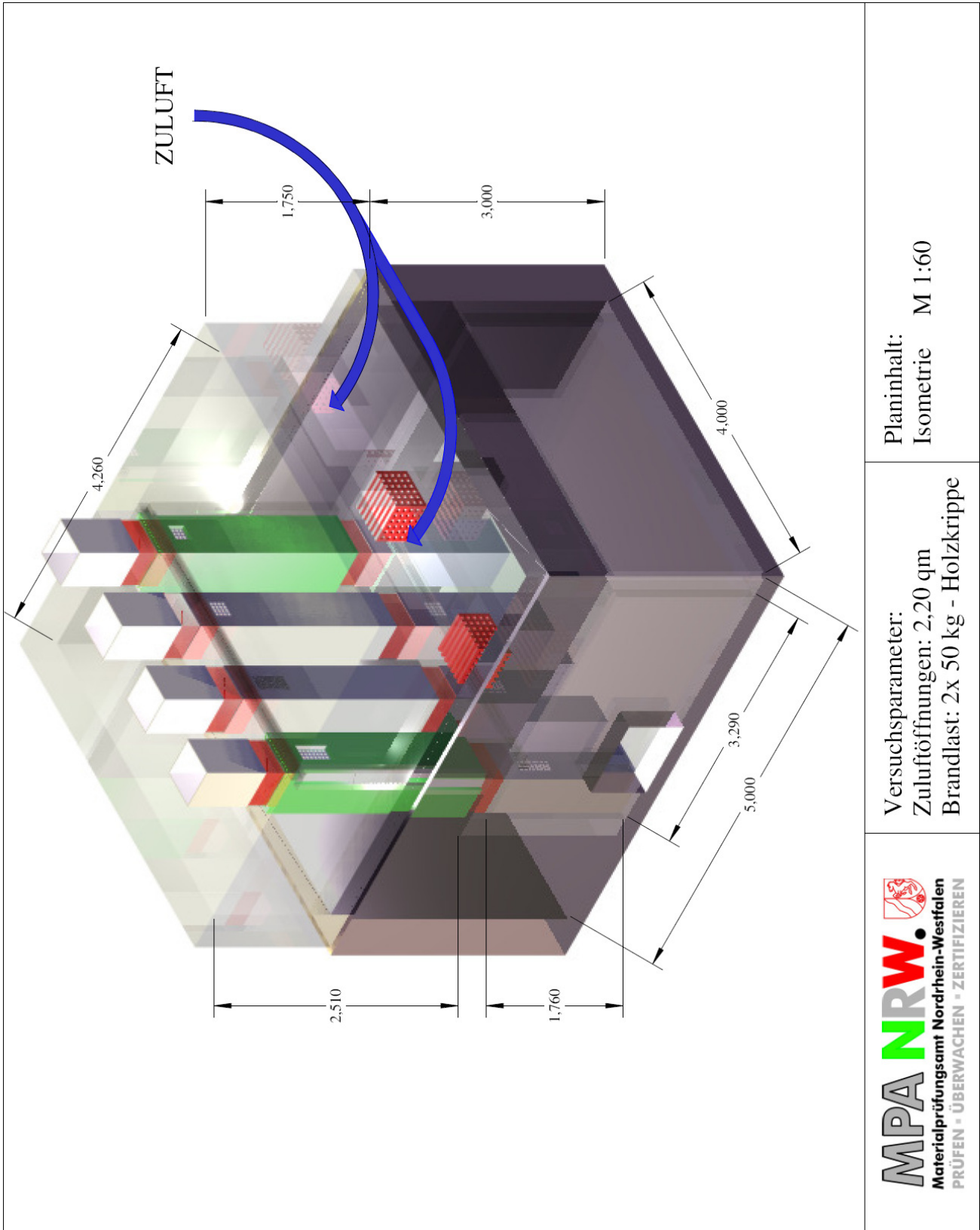
-----  
Dipl.-Phys. J. F. Pennings

-----  
Dipl.-Ing. T. Sauerbrey

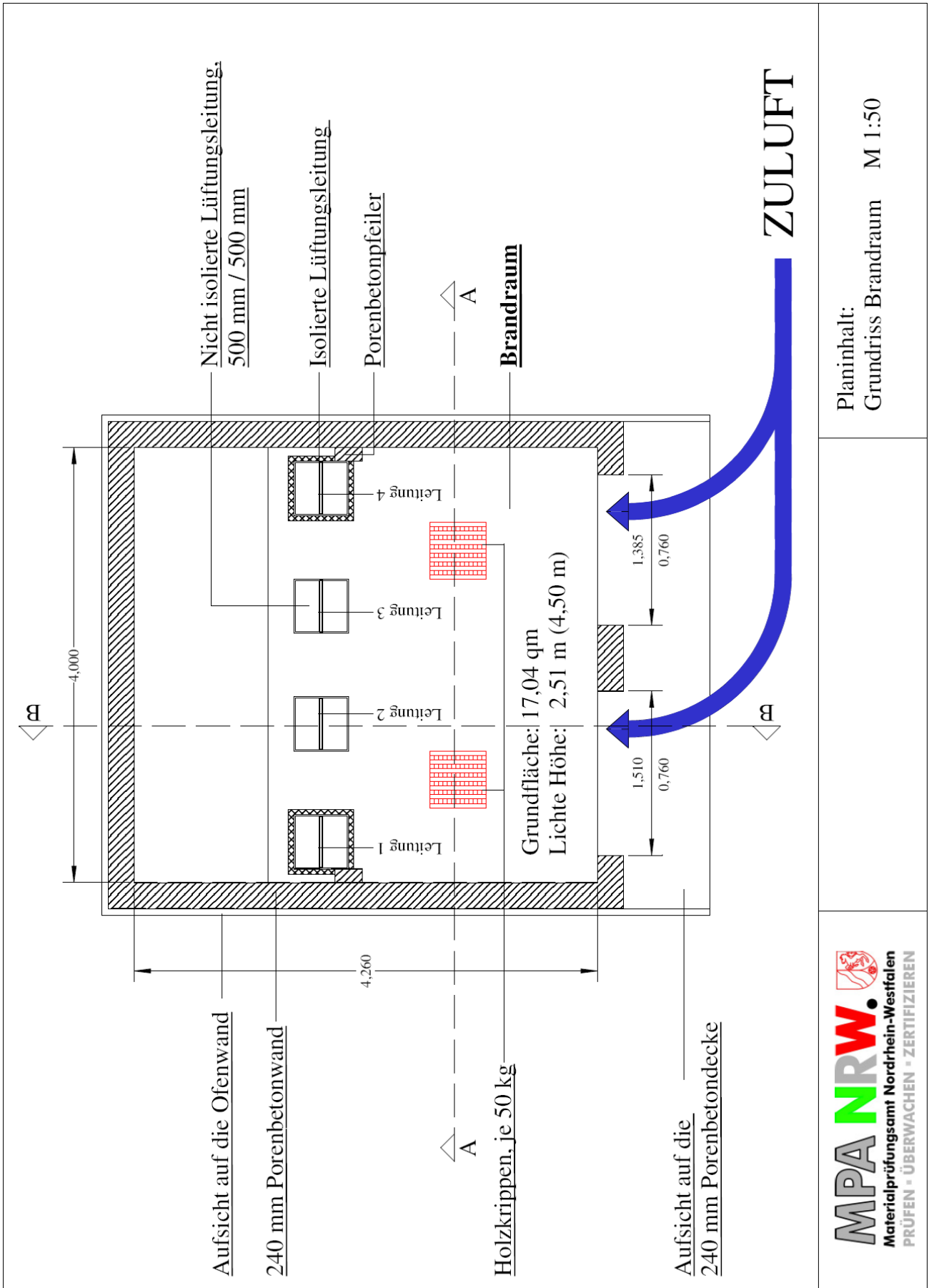
-----  
Dipl.-Ing. F. Diekmann

# 1. Versuch am 10.09.2004

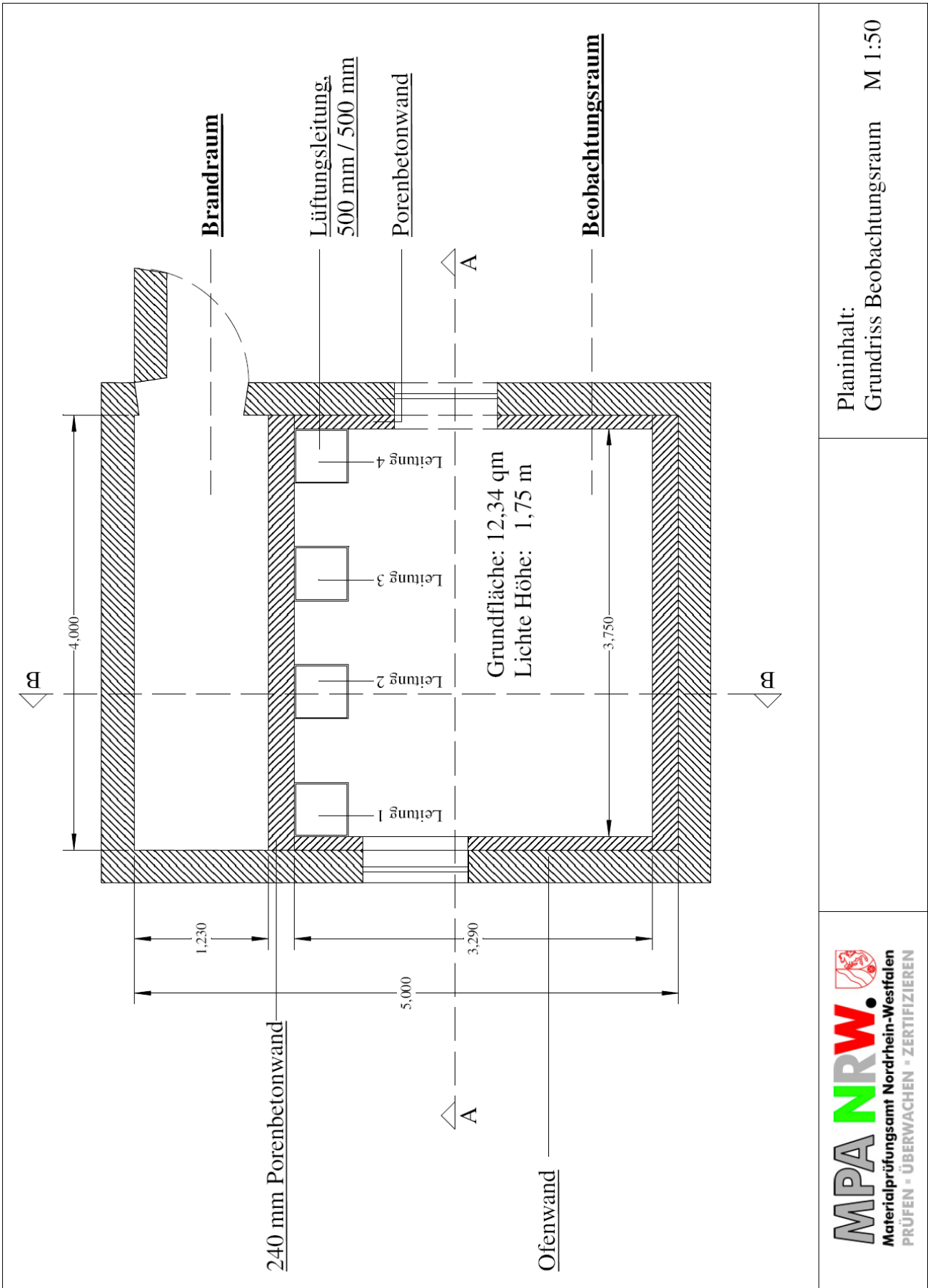
## 1. Versuchsaufbau



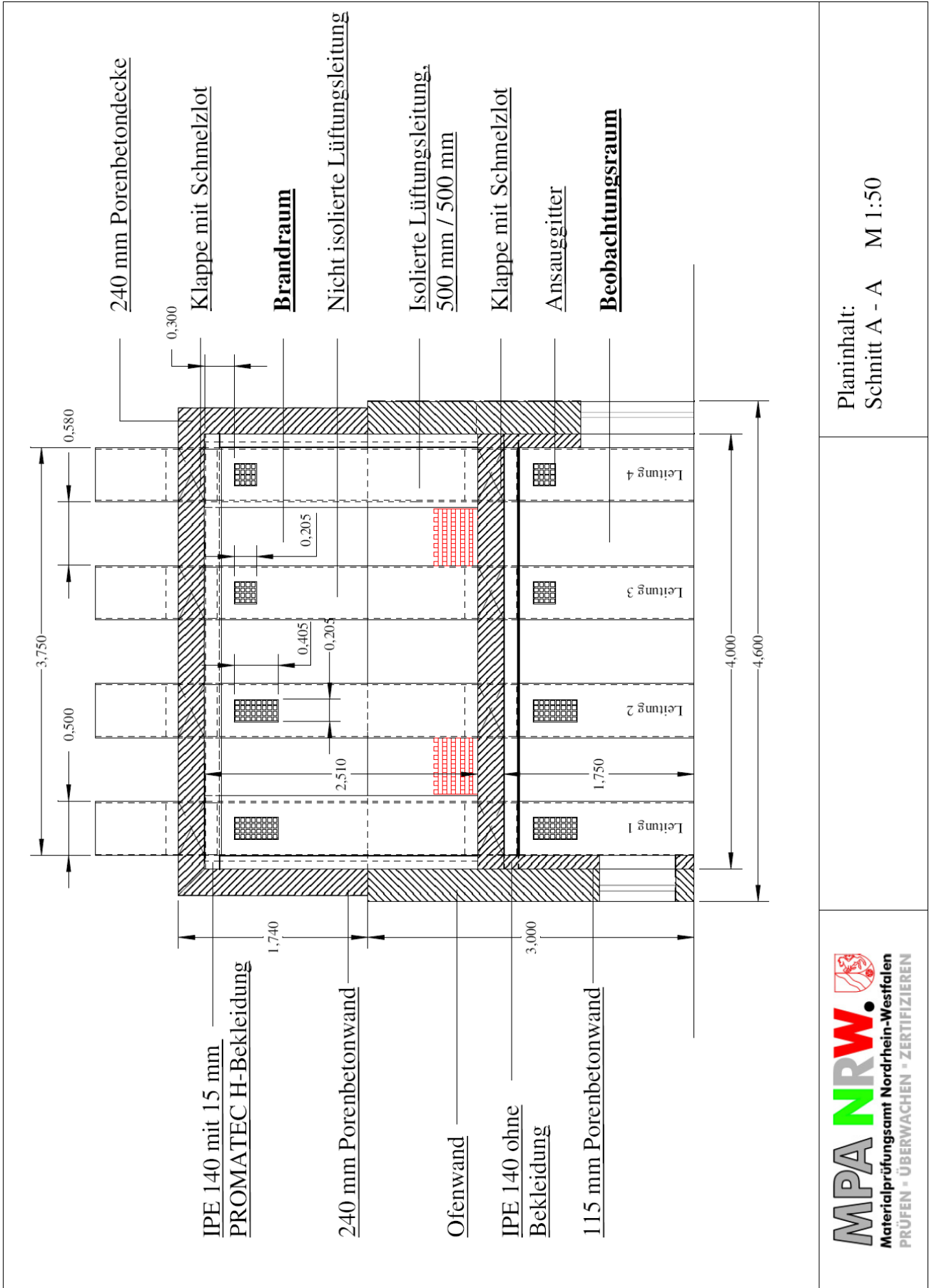
Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“



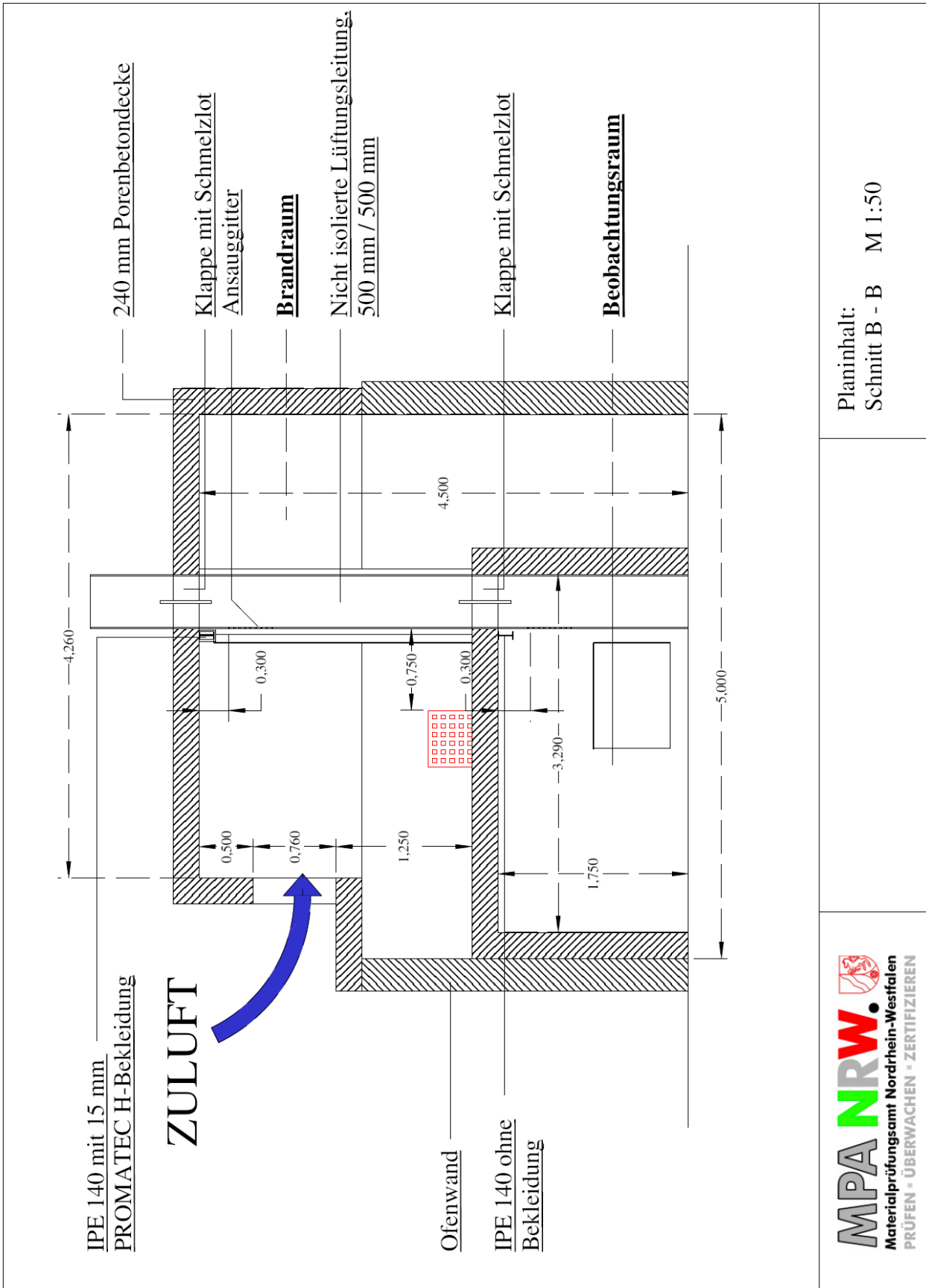
Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“



Planinhalt:  
 Schnitt B - B M 1:50

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

## 2. Versuchsbeobachtungen

Beide Holzkippen sind mit Holzwolle versehen worden um ein gleichmäßiges Zünden der Holzkippen zu gewährleisten.

Heizdauer in Minuten	Beobachtungen
	(FS = die dem Feuer zugekehrte Seite)
	(LS = die vom Feuer abgekehrte Seite)
0:00	LS Zündung.
0:30	LS Sämtliche Holzwolle hat gezündet. Die Entflammung geschieht gleichmäßig bei beiden Holzkippen.
1:00	LS Leichte Verrauchung aus den beiden Öffnungsfenstern.
2:00	FS Die Verrauchung im Brandraum nimmt ab. Gute Verbrennung der Holzkippen bei weniger Rauchentwicklung.
3:00	LS Die Klappe der Lüftungsleitung 1 hat ausgelöst. Daraufhin werden die Klappen der Lüftungsleitungen 2, 3 und 4 manuell ausgelöst.
3:30	LS Rauchaustritt aus Leitung 3 im unteren Beobachtungsraum.
4:00	LS Das Messgerät zur Erfassung der Gaszusammensetzung im Brandraum ist für einen Moment außer Betrieb (die Leitung wird repariert, siehe Anlage 1-21).
5:00	LS Sämtliche Abluftgitter im Brandraum sind im oberen Halftenbereich schwarz verfärbt (Beschichtung verbrannt).
6:10	LS Der zuvor beschriebene Schaden an dem Gerät zur Messung der Gase im Brandraum ist wieder behoben.
8:00	LS Der Austritt von Rauch aus der Leitung 3 im unteren Beobachtungsraum wird stärker
8:23	LS Das Messgerät zur Erfassung der Gaszusammensetzung im Brandraum ist wieder ausgefallen.
10:00	LS Der Rauchaustritt aus der Leitung 3 im unteren Beobachtungsraum erfolgt pulsierend
12:29	LS Zwischen Lüftungsleitung 3 und 4 tritt Qualm aus der Decke über dem Brandraum aus. Dies ist der Bereich, in dem die Kabel der Thermolemente durch die Decke geführt werden. Auch im Bereich zwischen oberstem Porenbeton-Stein und Deckenabschlusskonstruktion ist im seitlichen Bereich ein Rauchaustritt zu erkennen.
13:00	LS Beim Blick in den Brandraum ist weiterhin ein gleichmäßiges Abbrennen beider Holzkippen zu erkennen. Die Rauchentwicklung ist sehr gering.

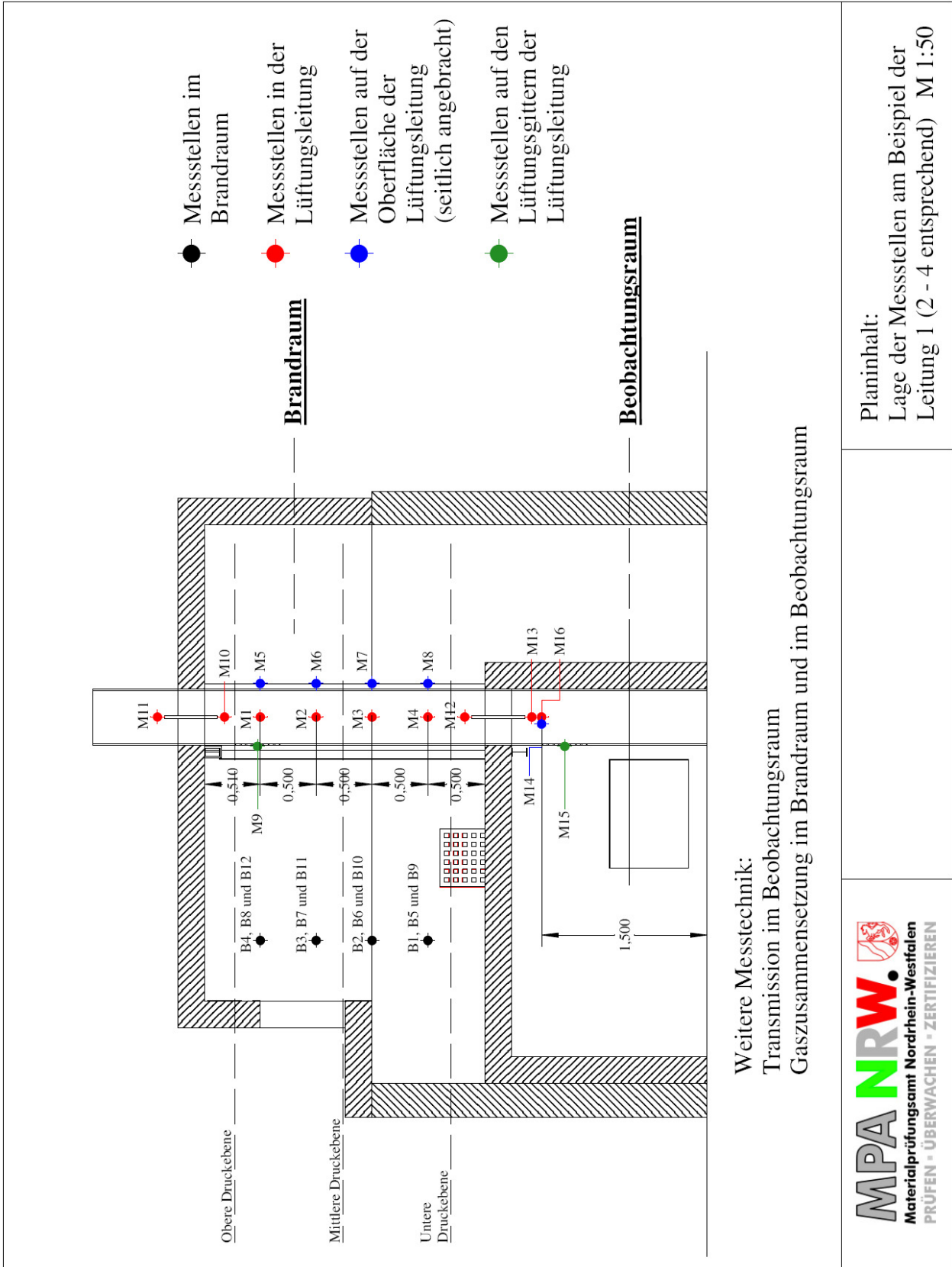
Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

Heizdauer in Minuten	Beobachtungen	(FS = die dem Feuer zugekehrte Seite)  (LS = die vom Feuer abgekehrte Seite)
15:00	LS	Beim Blick in den unteren Beobachtungsraum in Hinblick auf die Dichtigkeit der Decke und der Wände, ist keine Rauchleckage zu erkennen.
19:00	LS	Die linke Holzkrippe beginnt an der rechten vorderen Seite zusammenzubrechen, kurze Zeit später auch die rechte Holzkrippe.
23:00	LS	Beide Holzkrippen sind in sich zusammengefallen. Es ist eine deutliche Verringerung der Strahlungswärme außerhalb des Brandraumes spürbar. (s. Temperaturdiagramme in den Anlagen 1-10 ff.)  Es sind keine Rauchgase zu erkennen, die aus den Ventilatoren kommen.  Ein Ausströmen von Rauchgasen in den Beobachtungsraum ist an keiner der 4 Leitungen zu erkennen.
27:00	LS	Kaum noch Rauchentwicklung erkennbar. Die Holzkrippen glimmen und brennen mit ca. 10 cm hohen bläulichen Flammen vor sich hin. Rauchentwicklung an den Ventilatoren im Bezug auf Luftabzug ist nicht zu erkennen, auch kein Rauchaustritt mehr an den oben aufgeführten Leckagestellen.
40:50	LS	Ende des Versuches.  Keine weiteren besonderen Vorkommnisse.

Nach dem Versuch wurden keine auffälligen Beobachtungen an den Lüftungsleitungen und den Versuchseinrichtungen gemacht.



### 3. Messstellenplan



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

## Messergebnisse

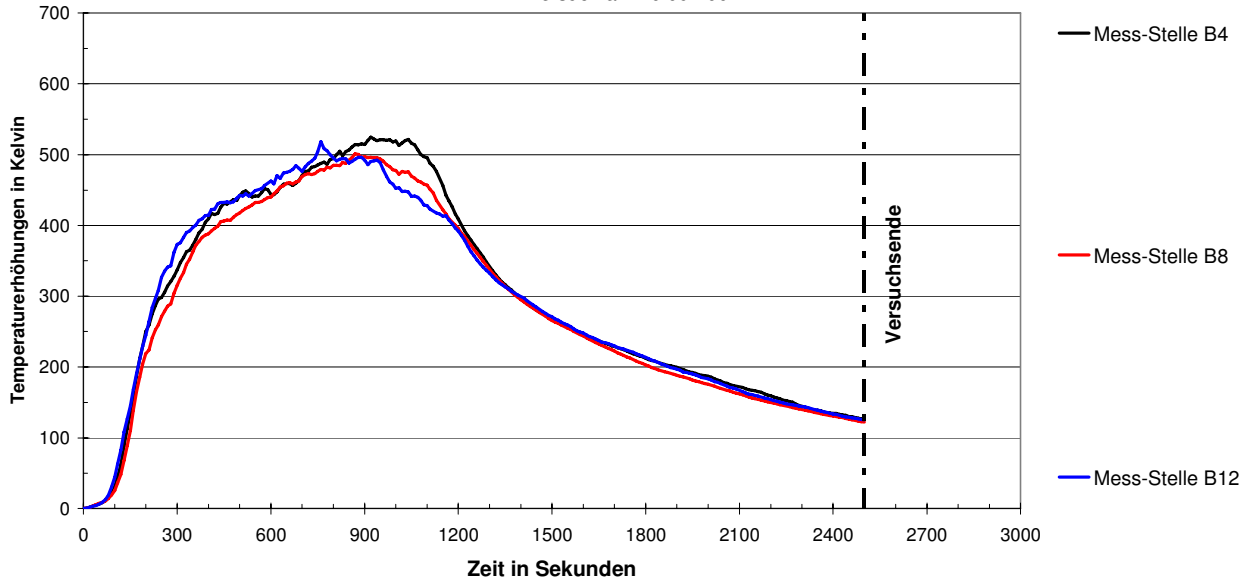
Anlage	Inhalt
1-10	Temperaturerhöhung im Brandraum – 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
1-10	Temperaturerhöhung im Brandraum – 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
1-11	Temperaturerhöhung im Brandraum – 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
1-11	Temperaturerhöhung im Brandraum – 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
1-12	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
1-12	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
1-13	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
1-13	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
1-14	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
1-14	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
1-15	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
1-15	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
1-16	Temperaturerhöhung an den Lüftungsgittern im Brandraum
1-16	Temperaturerhöhung unterhalb der oberen Brandschutzklappen
1-17	Temperaturerhöhung oberhalb der oberen Brandschutzklappen
1-17	Temperaturerhöhung oberhalb der unteren Brandschutzklappen
1-18	Temperaturerhöhung unterhalb der unteren Brandschutzklappen
1-18	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 1,50 m oberhalb des Bodens vom unteren Beobachtungsraum
1-19	Temperaturerhöhung an den Lüftungsgittern im unteren Beobachtungsraum
1-19	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 1,50 m oberhalb des Bodens vom unteren Beobachtungsraum
1-20	Druckverlauf im Brandraum
1-20	Transmission im unteren Beobachtungsraum
1-21	Gaszusammensetzung im Brandraum
1-21	Gaszusammensetzung im unteren Beobachtungsraum

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

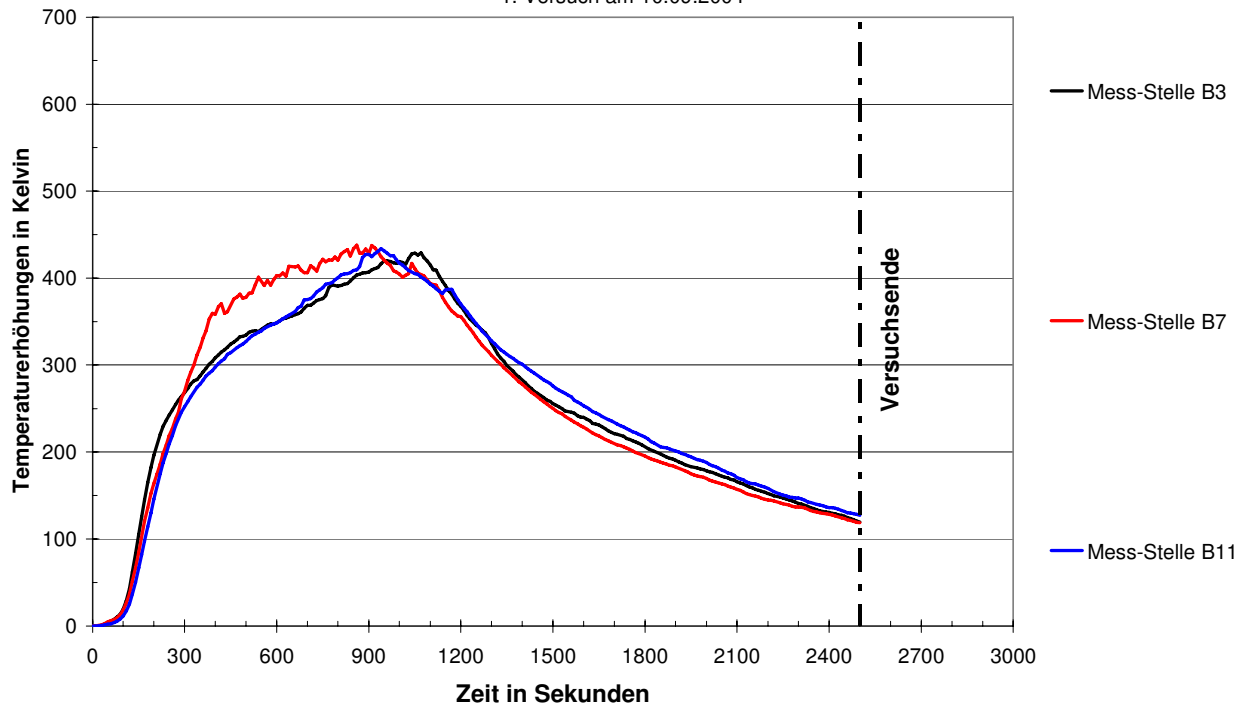
1. Versuch am 10.09.2004



**Temperaturerhöhungen im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

1. Versuch am 10.09.2004

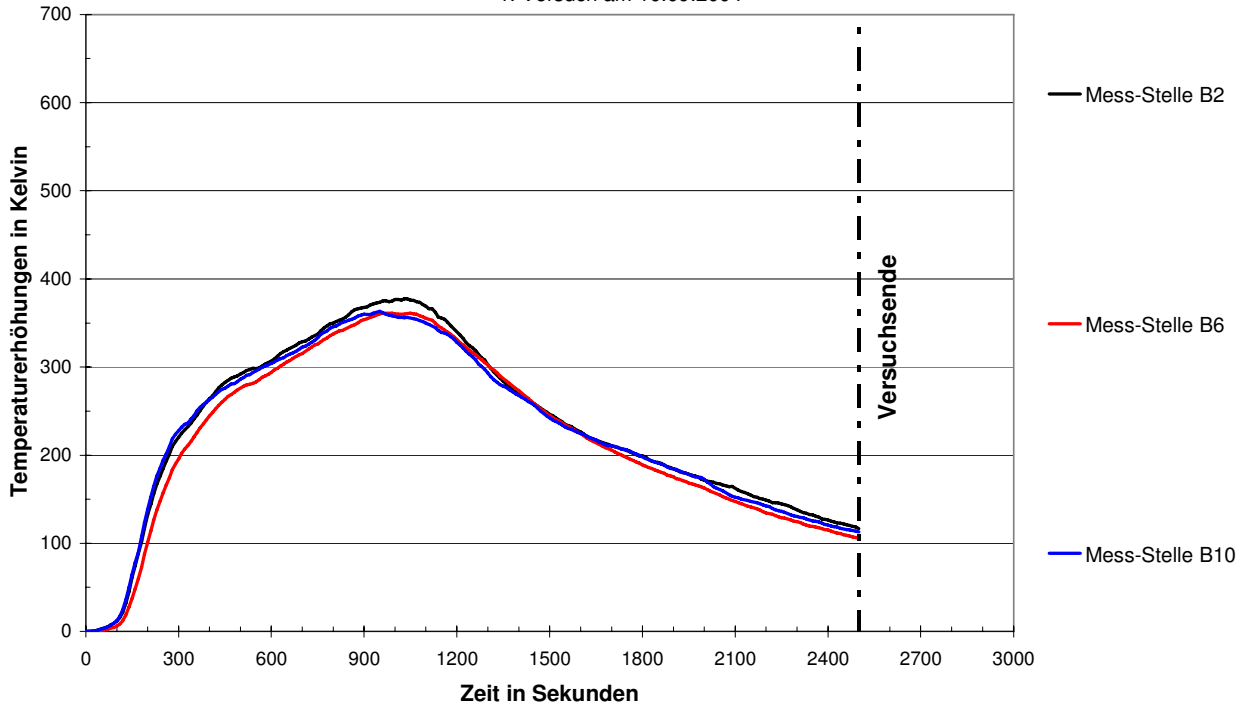


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

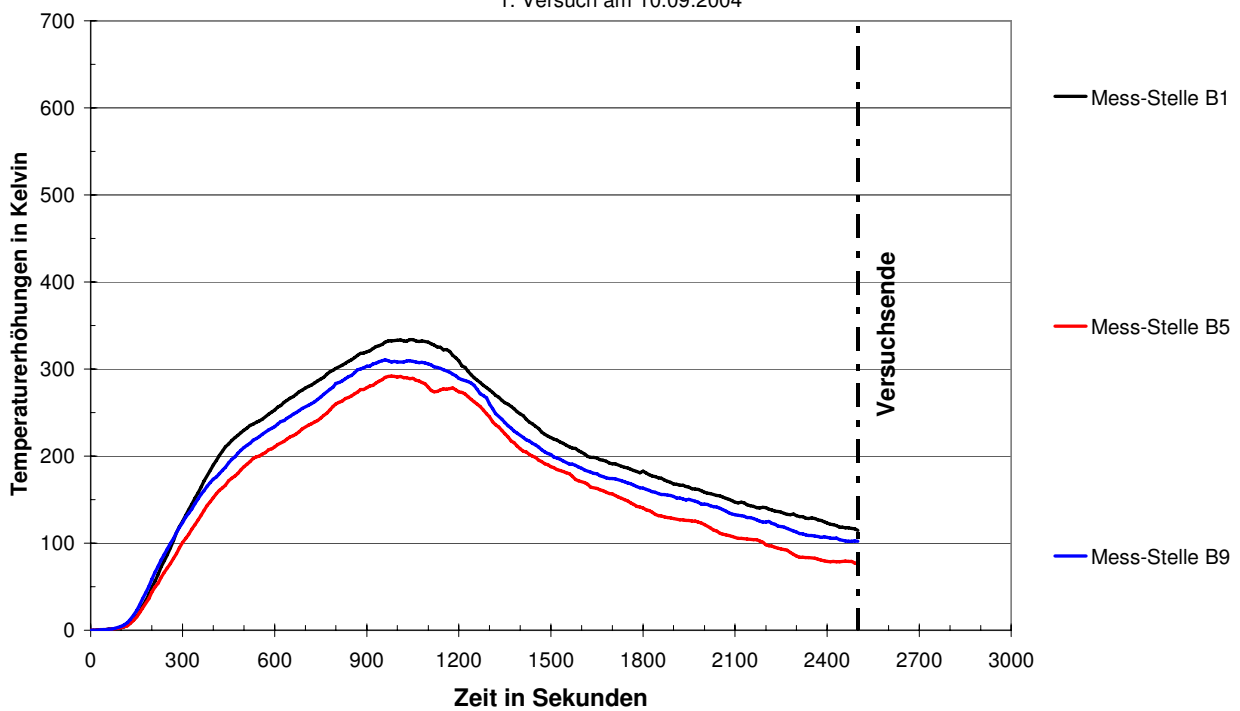
1. Versuch am 10.09.2004



**Temperaturerhöhungen im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

1. Versuch am 10.09.2004

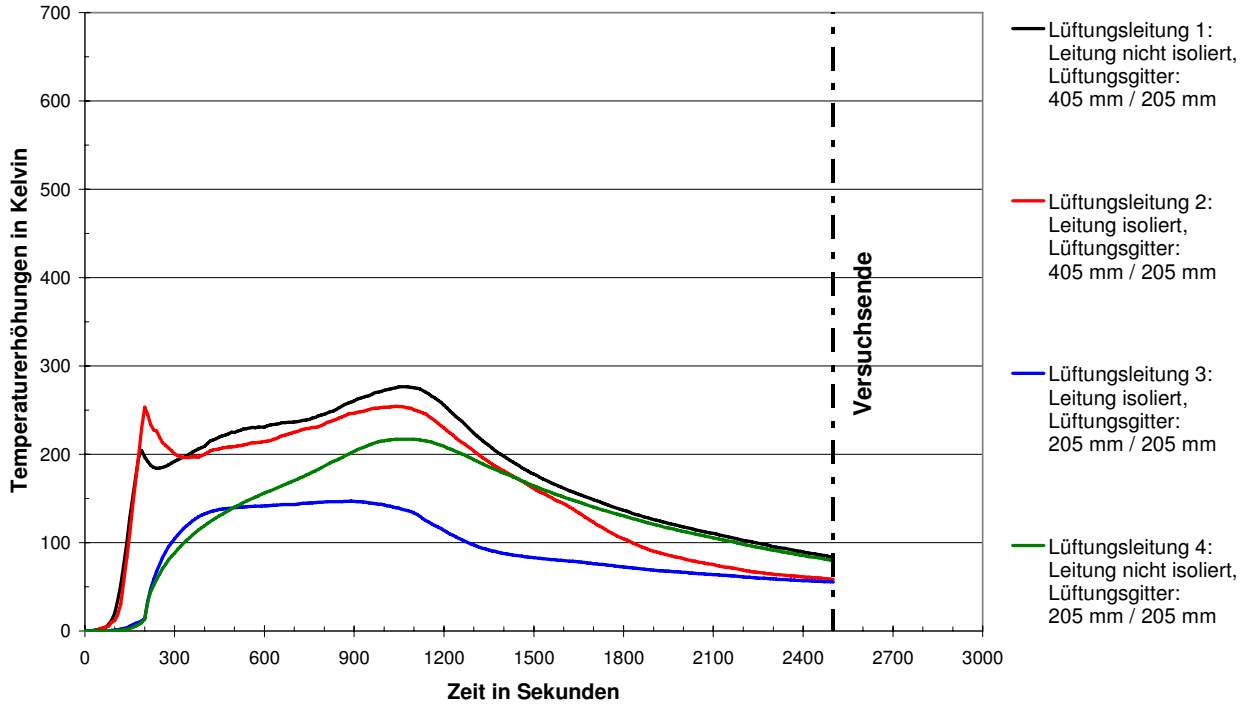


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

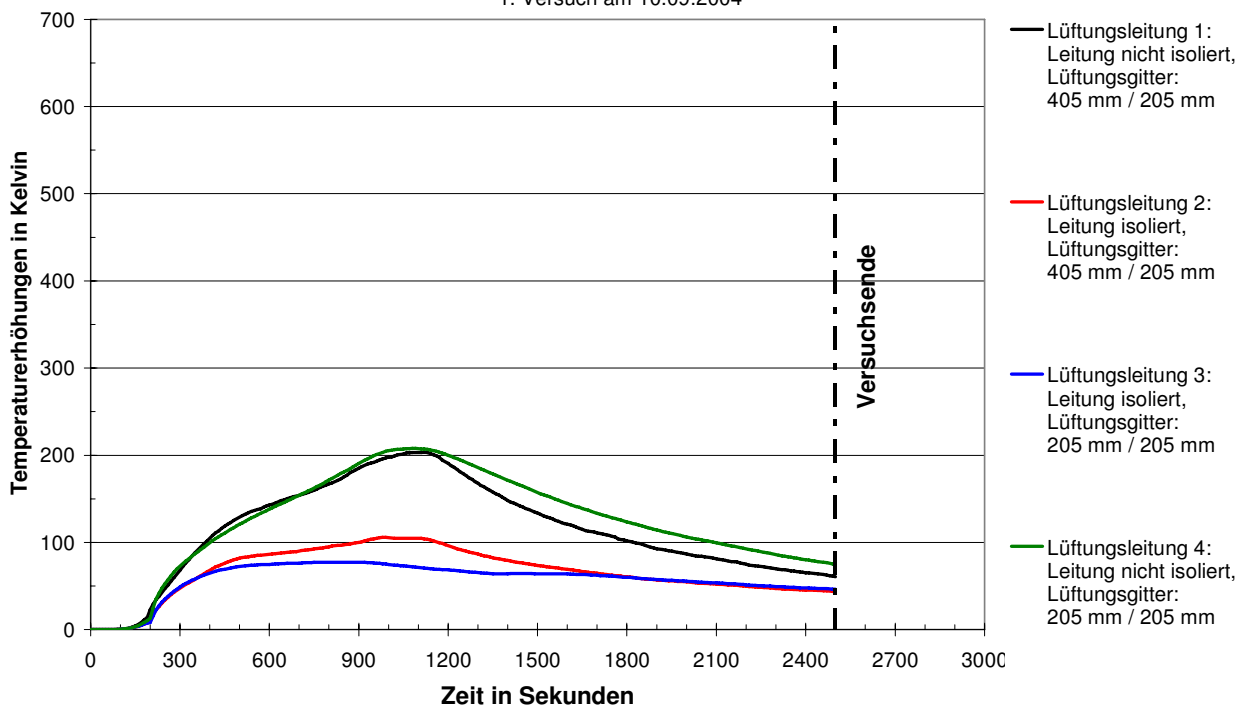
1. Versuch am 10.09.2004



**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

1. Versuch am 10.09.2004

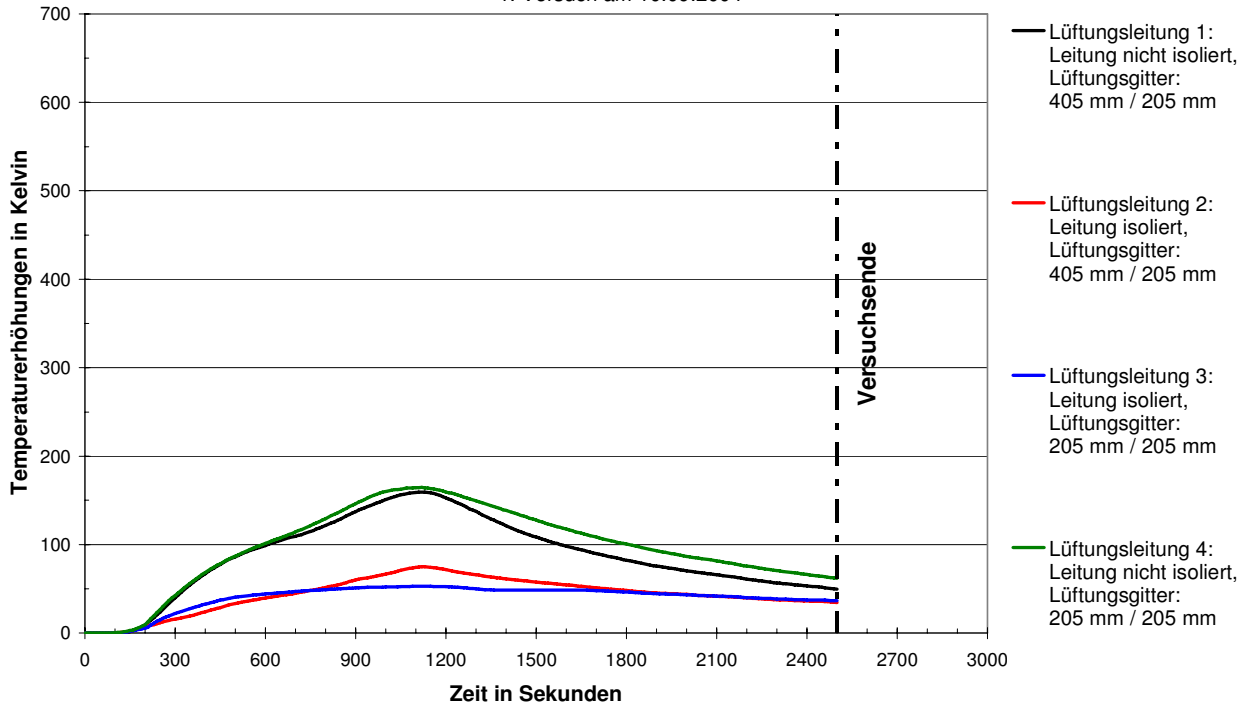


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

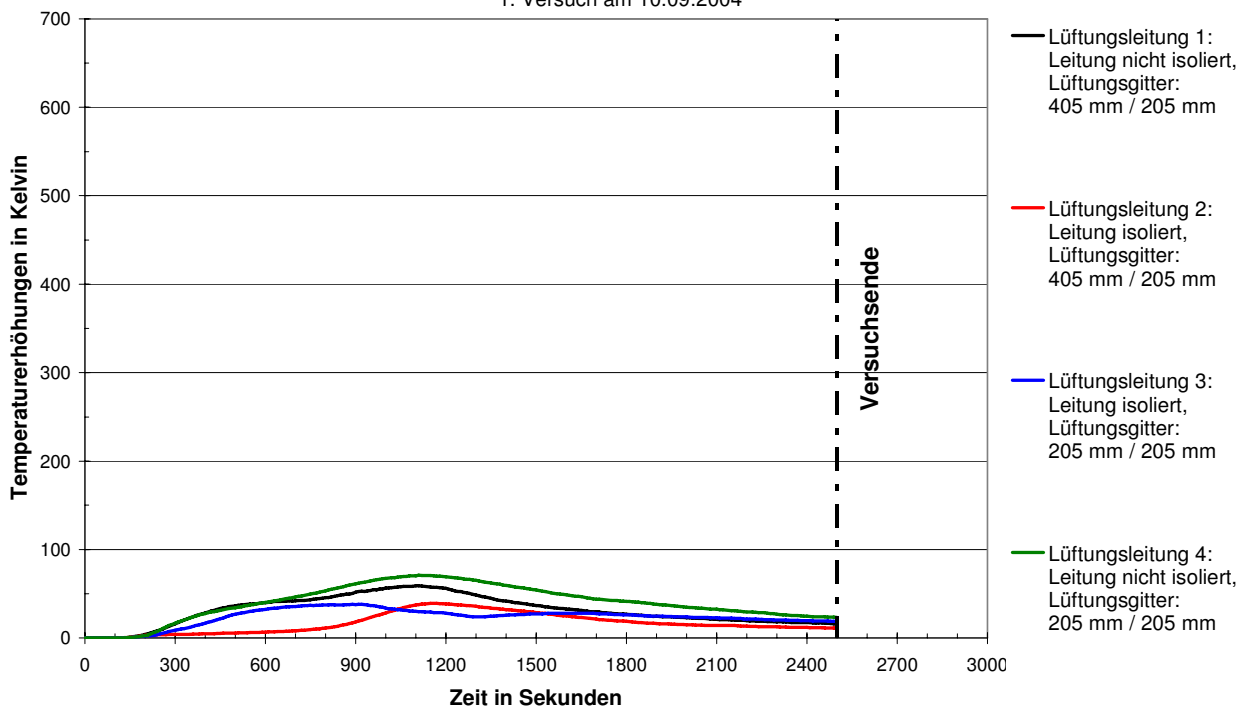
1. Versuch am 10.09.2004



**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

1. Versuch am 10.09.2004

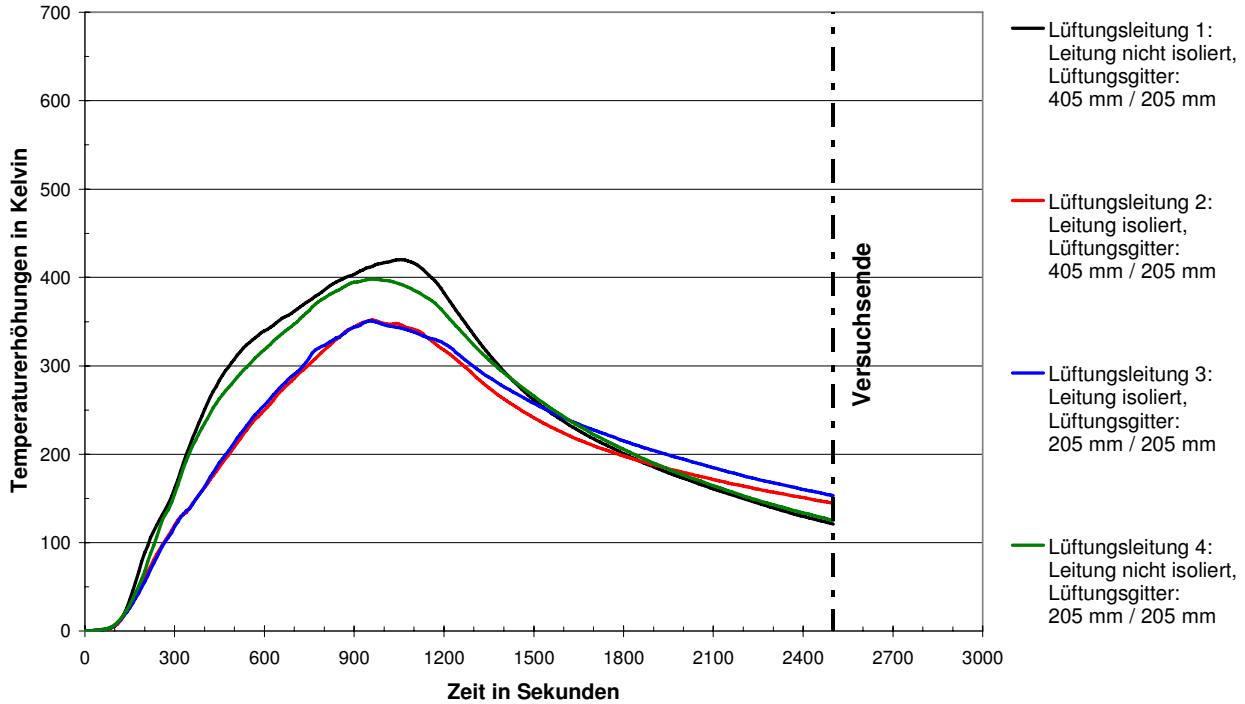


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

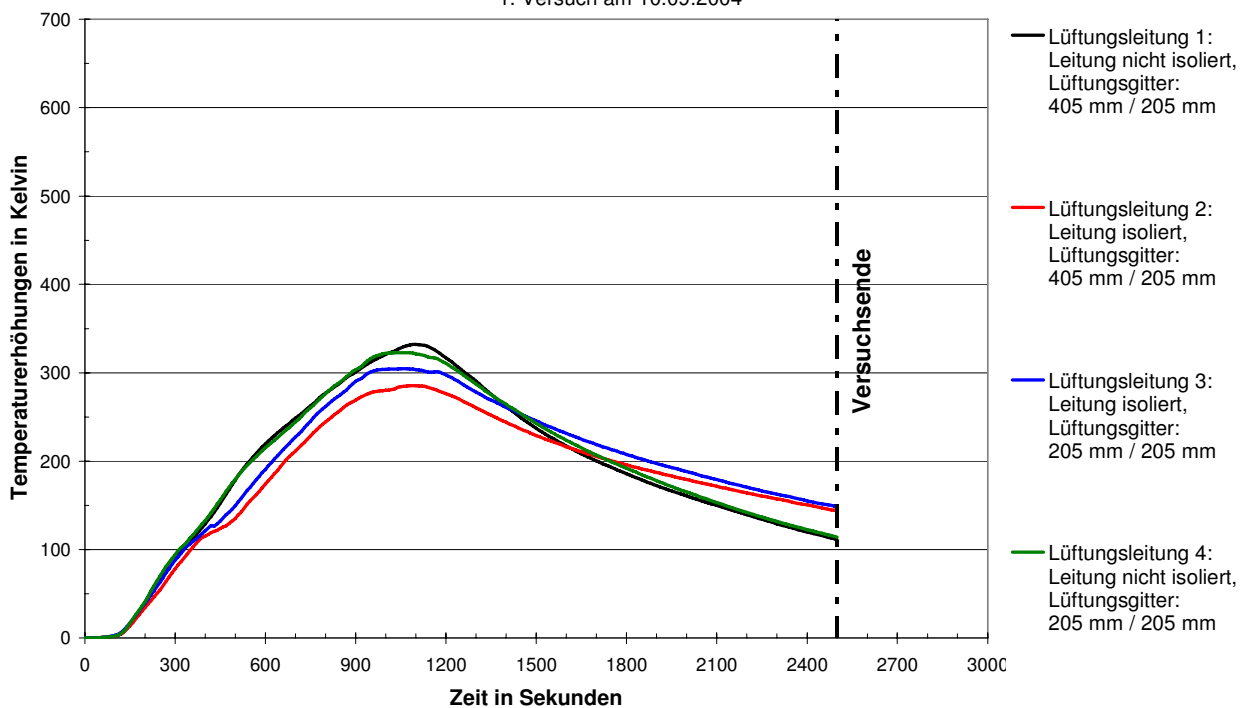
1. Versuch am 10.09.2004



**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

1. Versuch am 10.09.2004

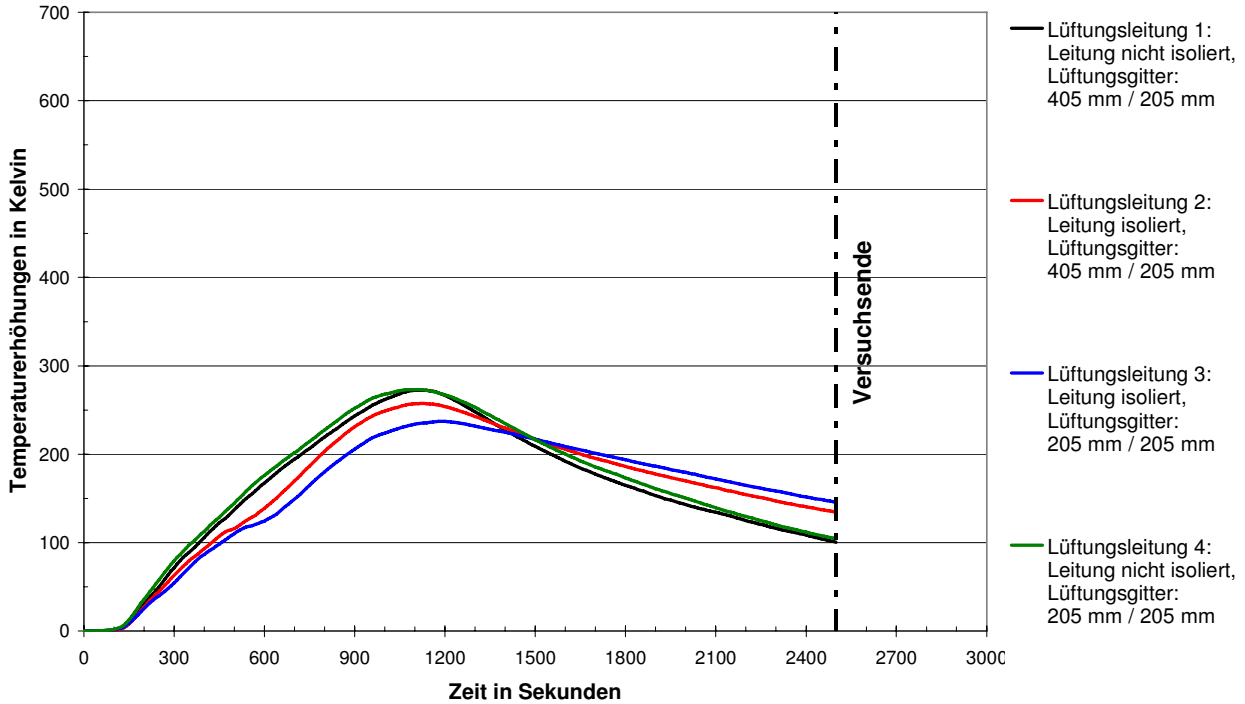


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

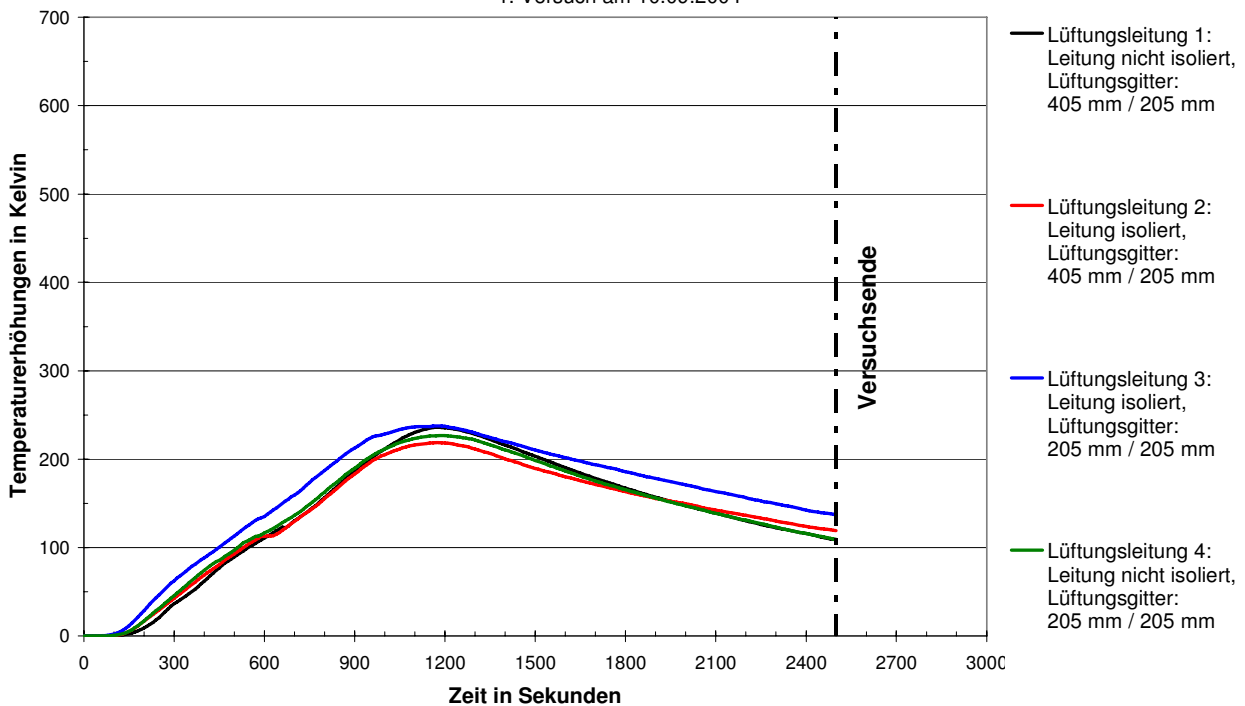
1. Versuch am 10.09.2004



**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

1. Versuch am 10.09.2004



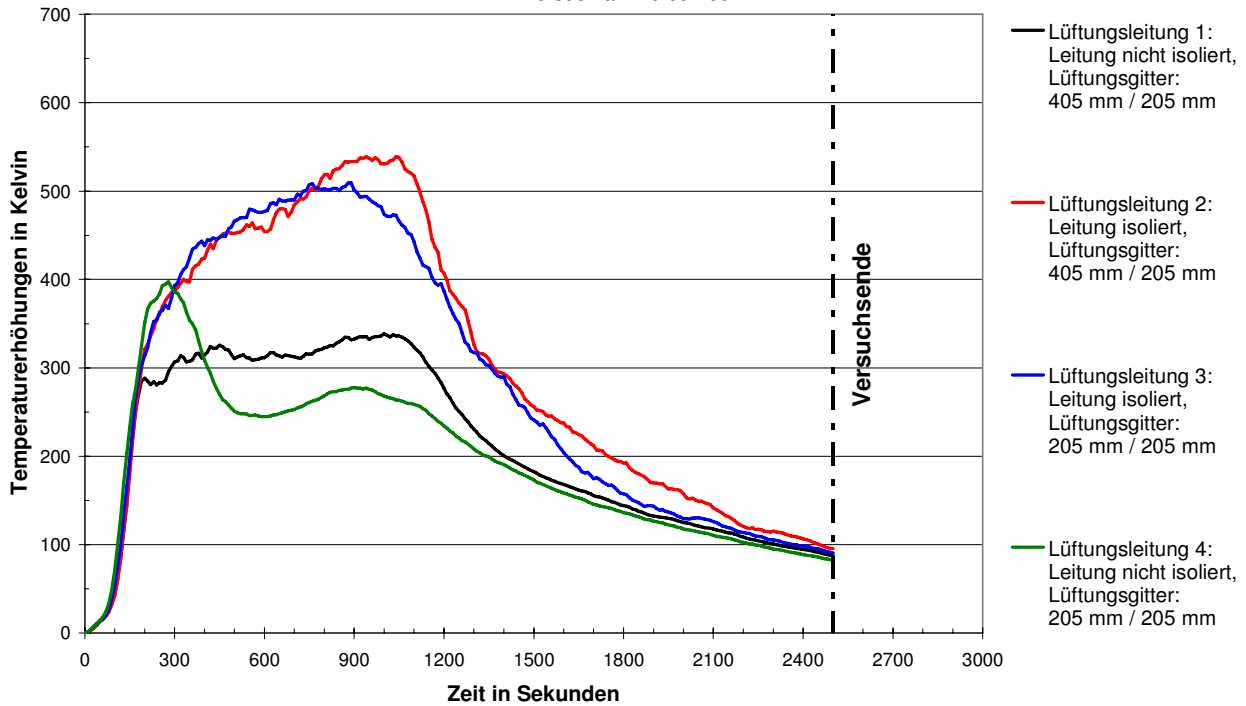


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen an den Lüftungsgittern im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar vor den Lüftungsgittern im Brandraum

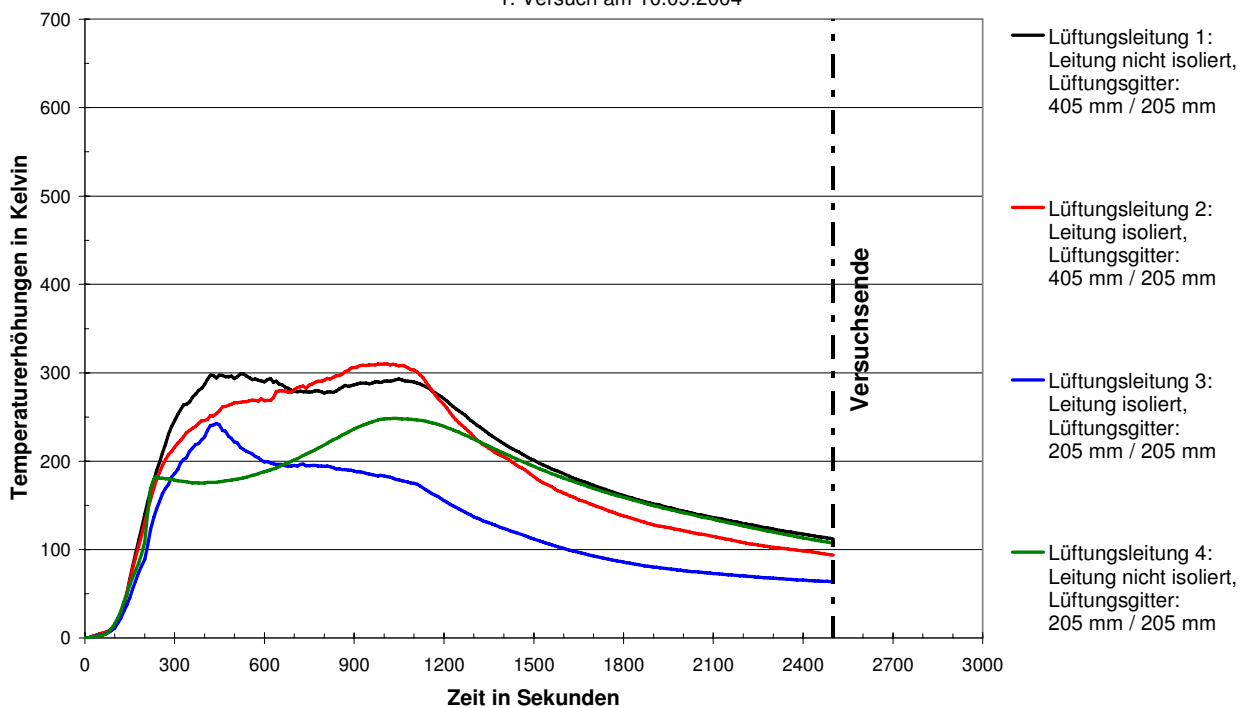
1. Versuch am 10.09.2004



**Temperaturerhöhungen unterhalb der oberen Brandschutzklappen**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar unterhalb der oberen Brandschutzklappen

1. Versuch am 10.09.2004

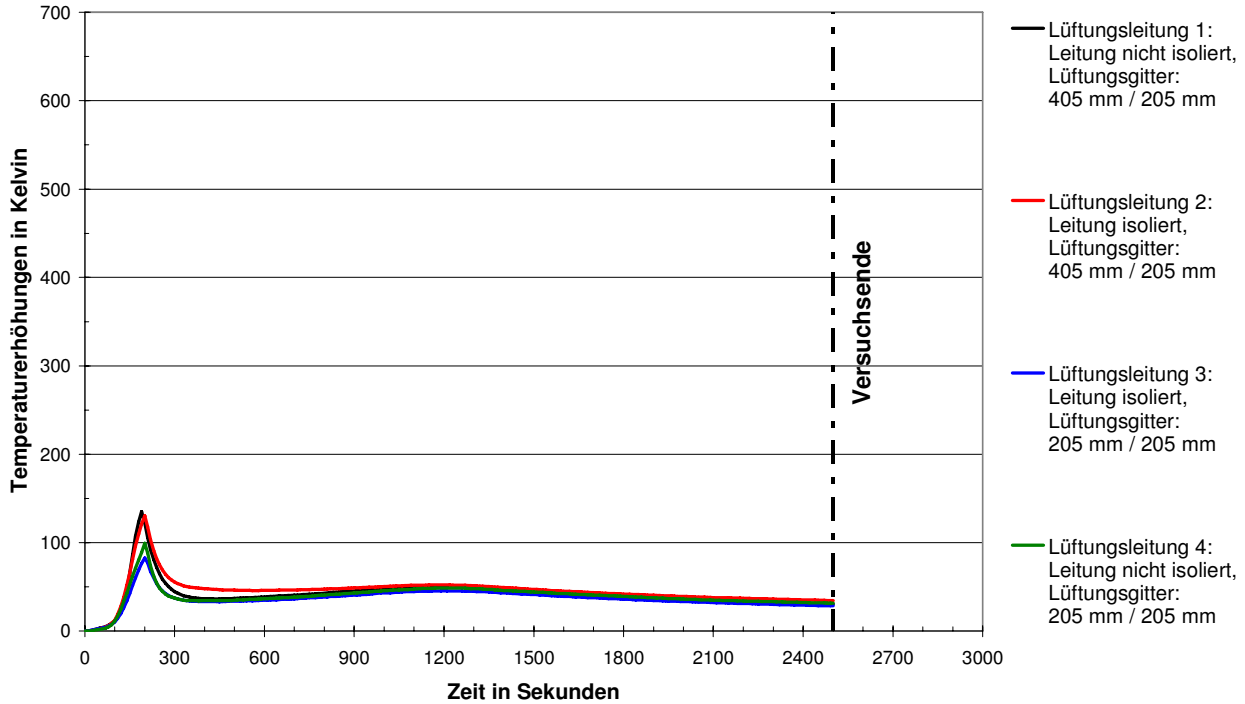


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen oberhalb der oberen Brandschutzklappen**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar oberhalb der oberen Brandschutzklappen

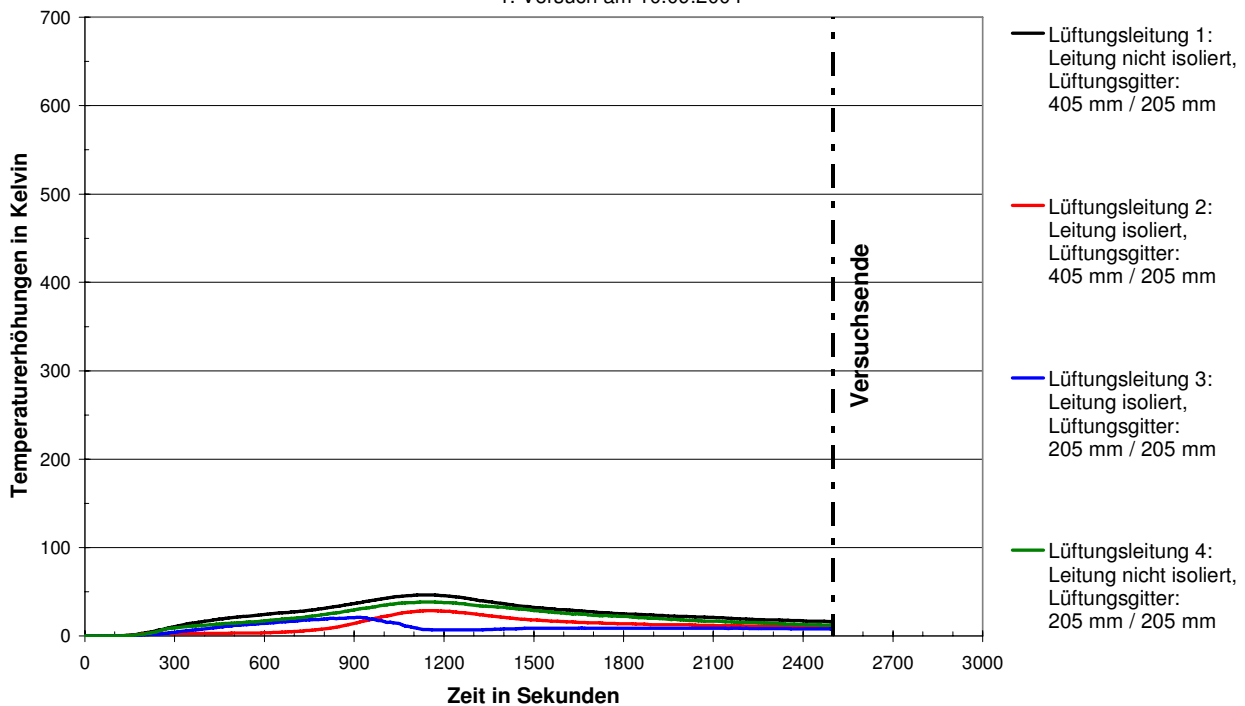
1. Versuch am 10.09.2004



**Temperaturerhöhungen oberhalb der unteren Brandschutzklappen**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar oberhalb der unteren Brandschutzklappen

1. Versuch am 10.09.2004

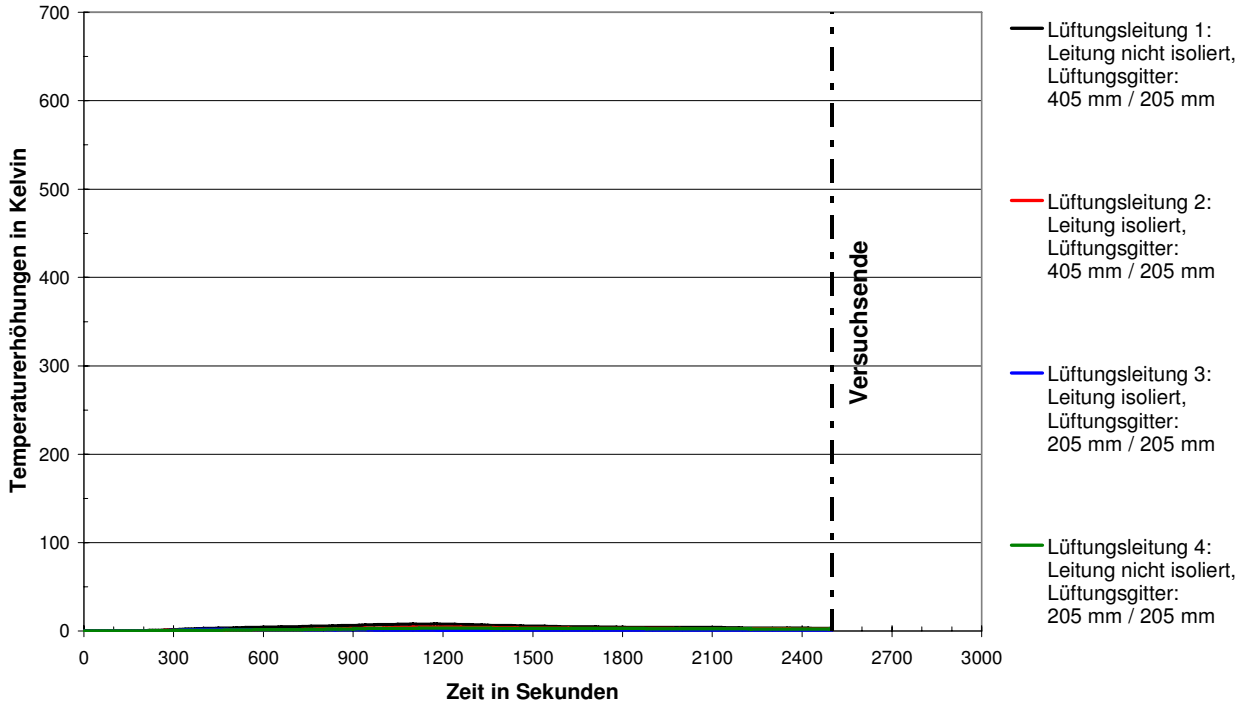


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen unterhalb der unteren Brandschutzklappen**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar unterhalb der unteren Brandschutzklappen

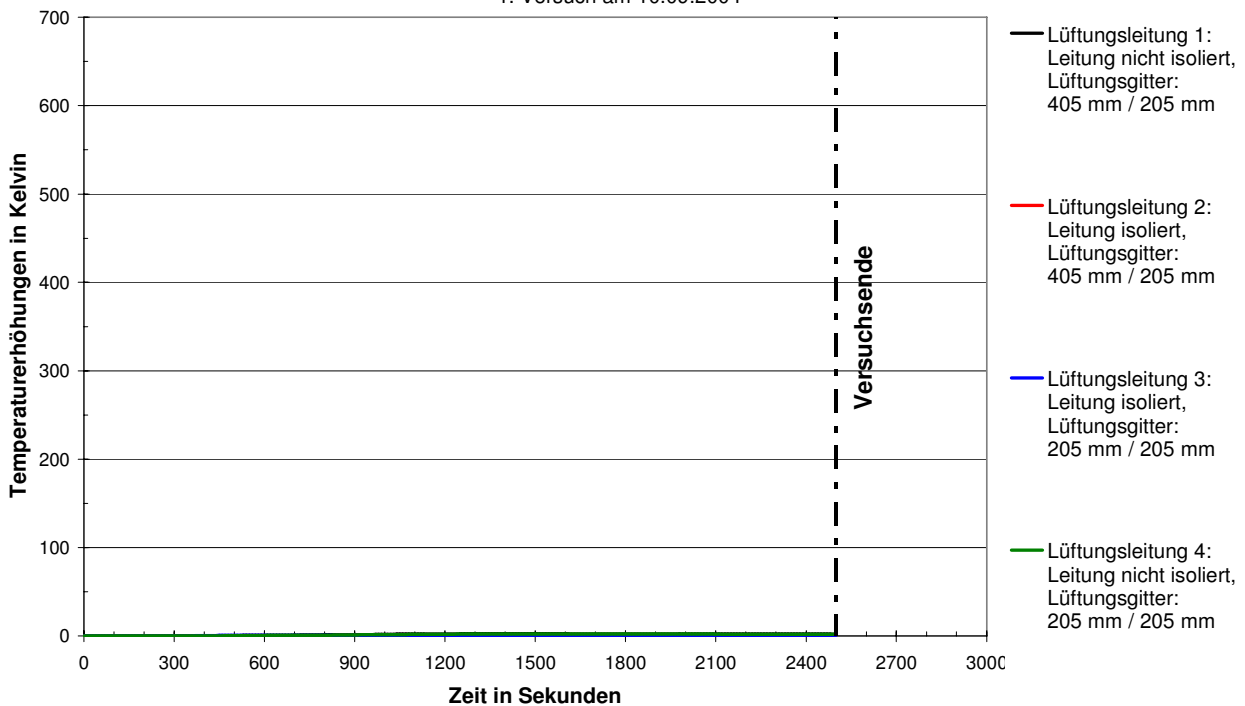
1. Versuch am 10.09.2004



**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom unteren Beobachtungsraum

1. Versuch am 10.09.2004

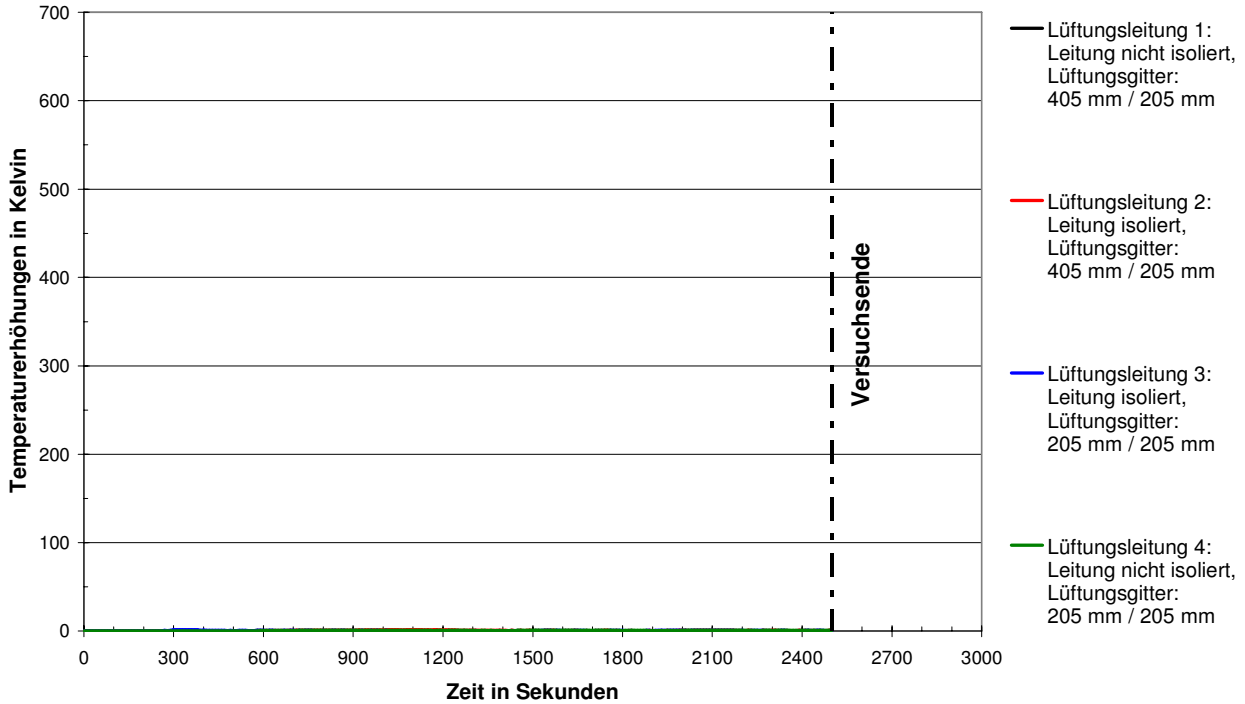


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen an den Lüftungsgittern im Beobachtungsraum**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar vor den Lüftungsgittern im unteren Beobachtungsraum

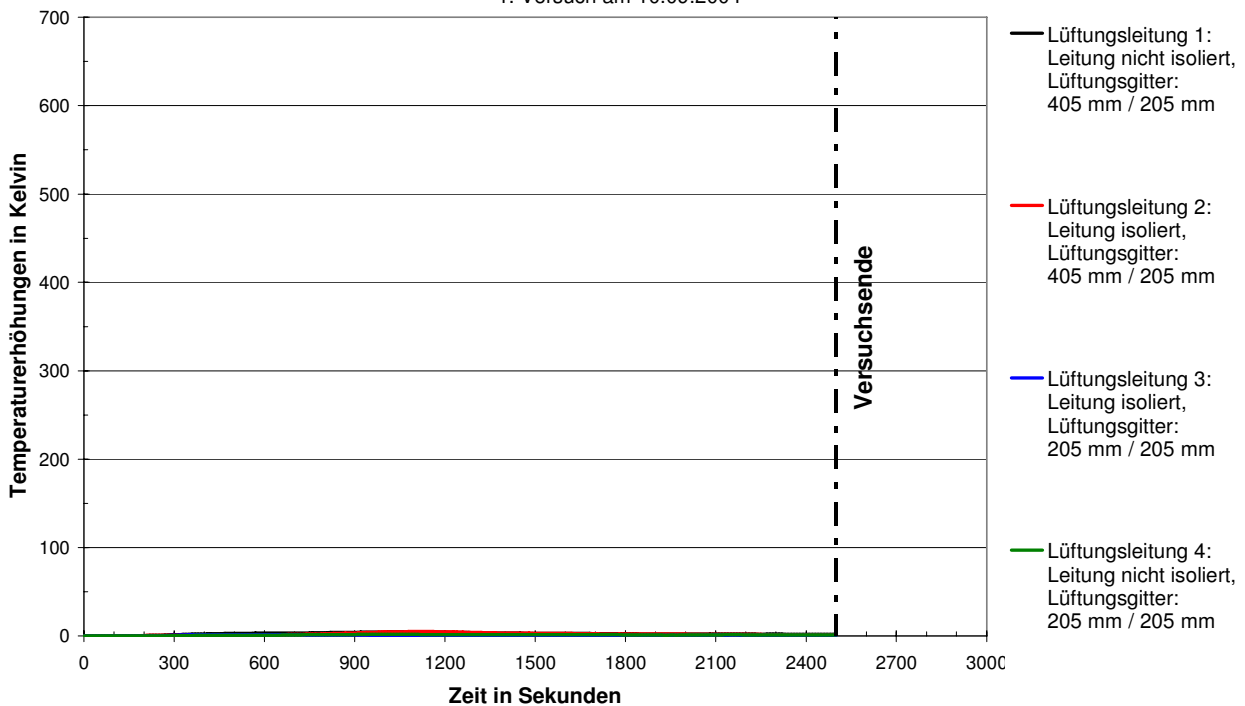
1. Versuch am 10.09.2004



**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom unteren Beobachtungsraum

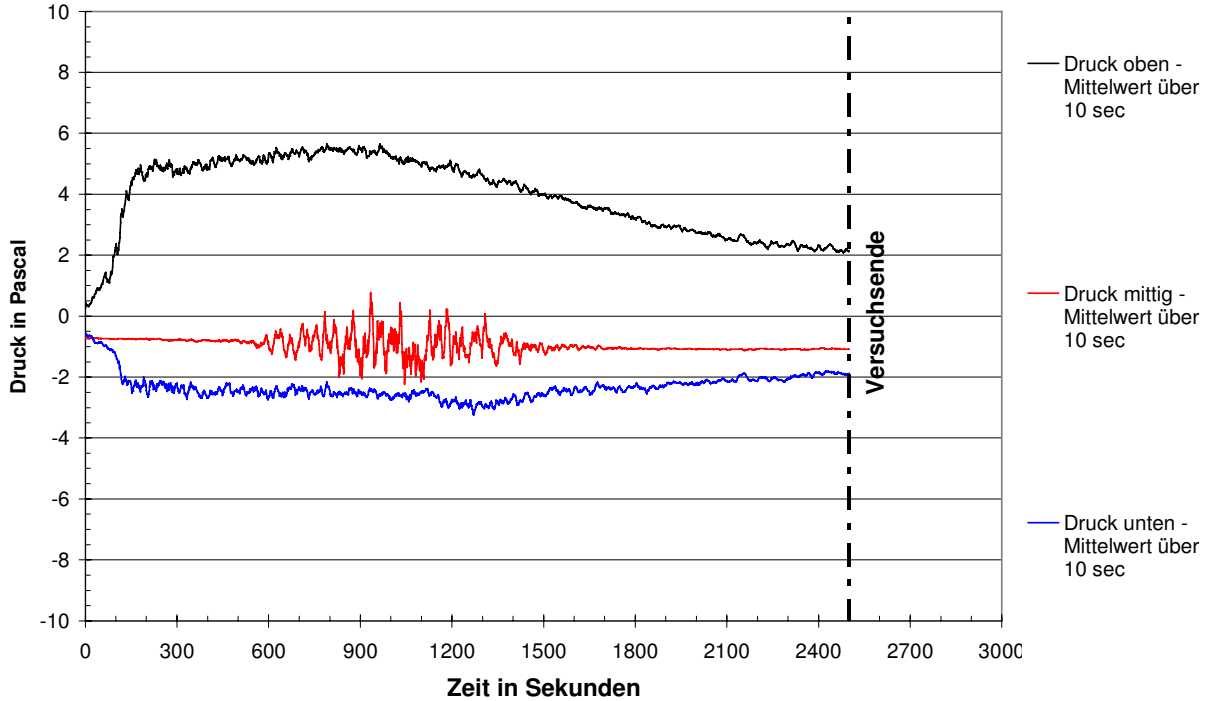
1. Versuch am 10.09.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

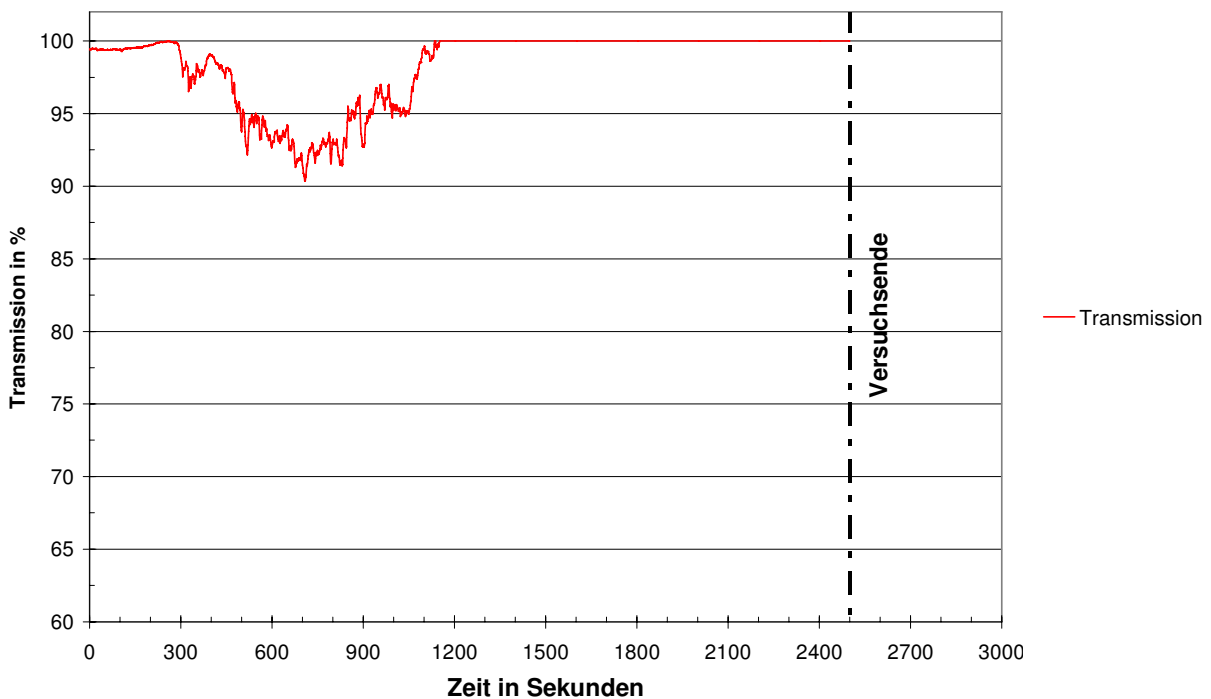
**Druckverlauf im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 50 cm vor der Aussenkante der Lüftungsleitungen  
 1. Versuch am 10.09.2004



**Transmission im unteren Beobachtungsraum**

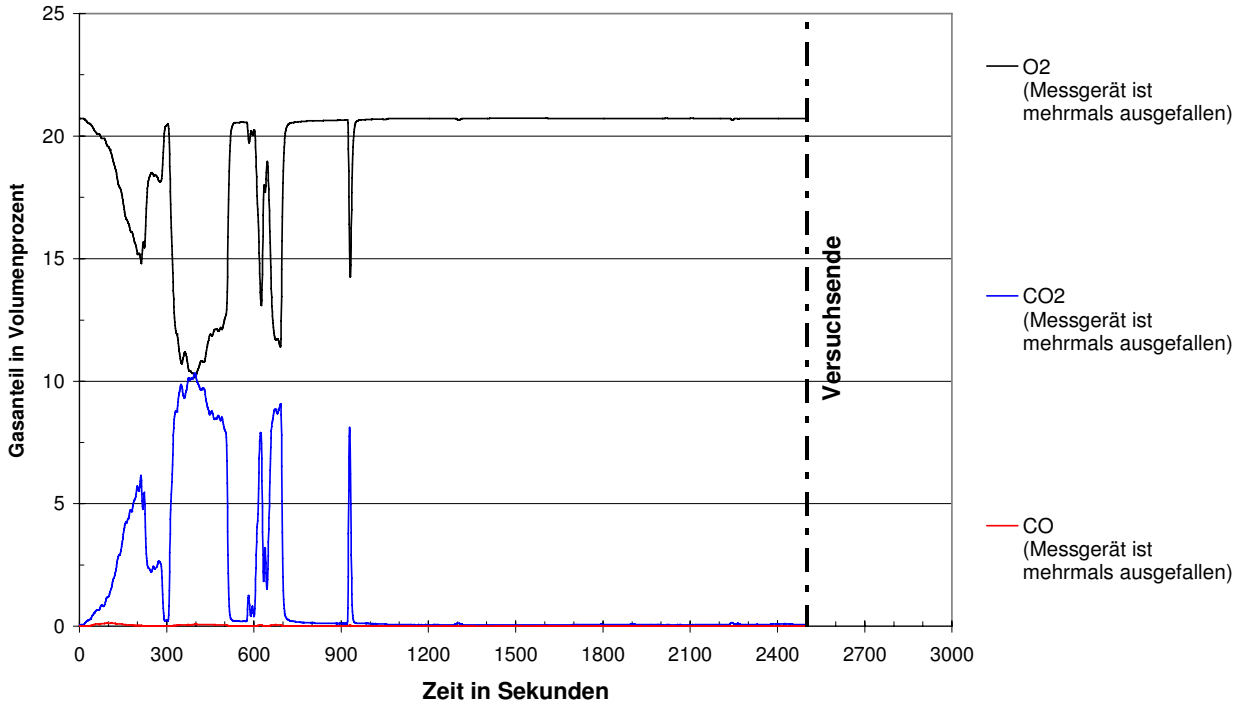
Lage der Mess-Strecke: 10 cm unterhalb der Decke  
 1. Versuch am 10.09.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

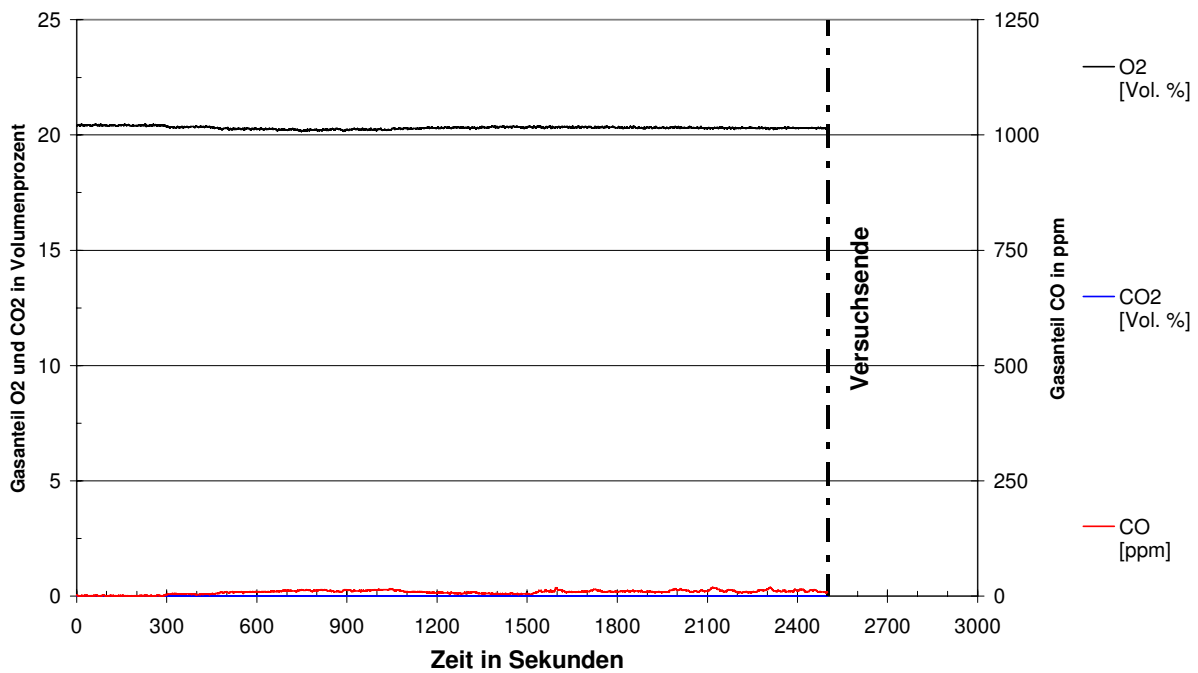
**Gaszusammensetzung im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: im Brandraum  
 1. Versuch am 10.09.2004



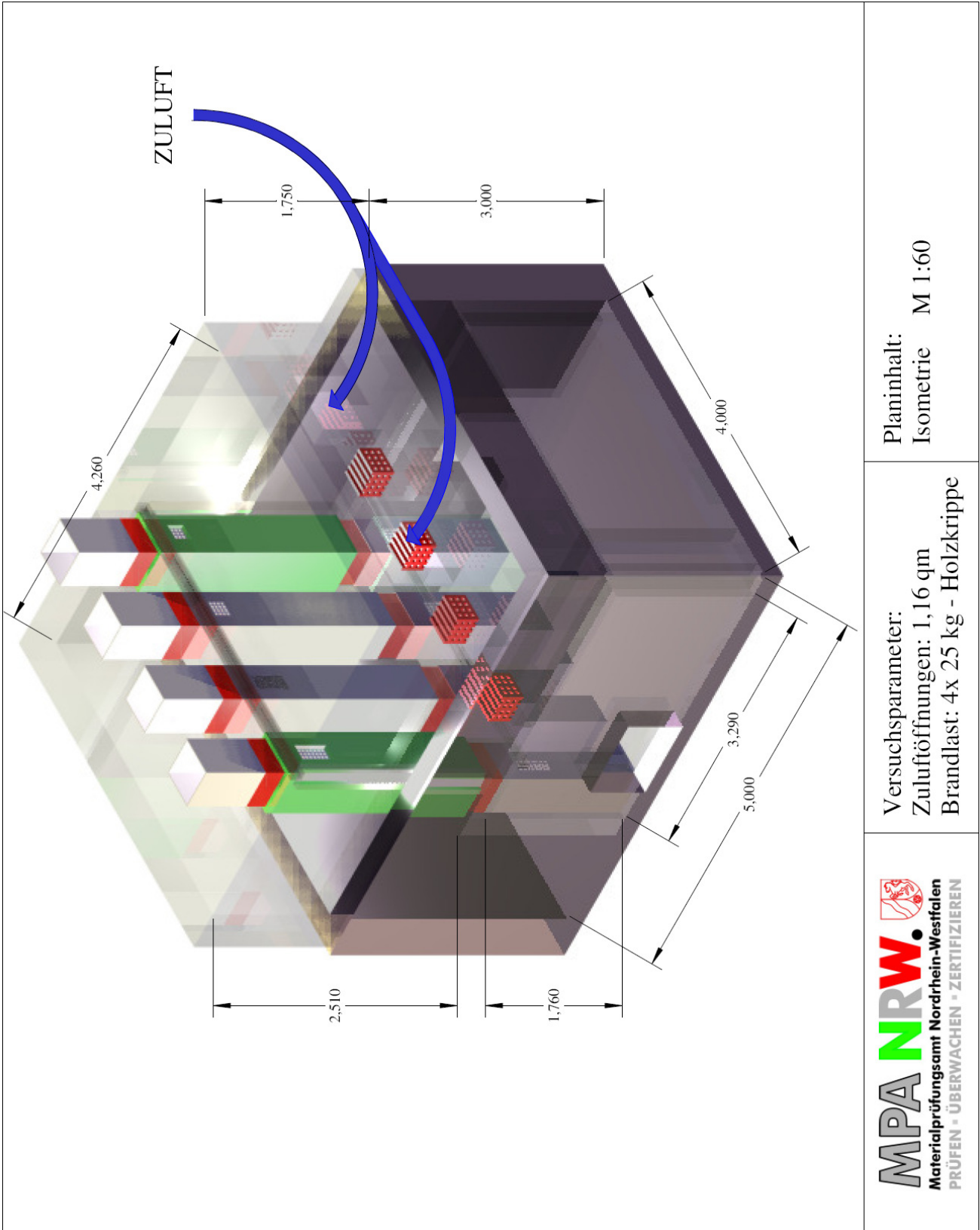
**Gaszusammensetzung im unteren Beobachtungsraum**

Lage der Mess-Stellen: im unteren Beobachtungsraum  
 1. Versuch am 10.09.2004



## 2. Versuch am 23.09.2004

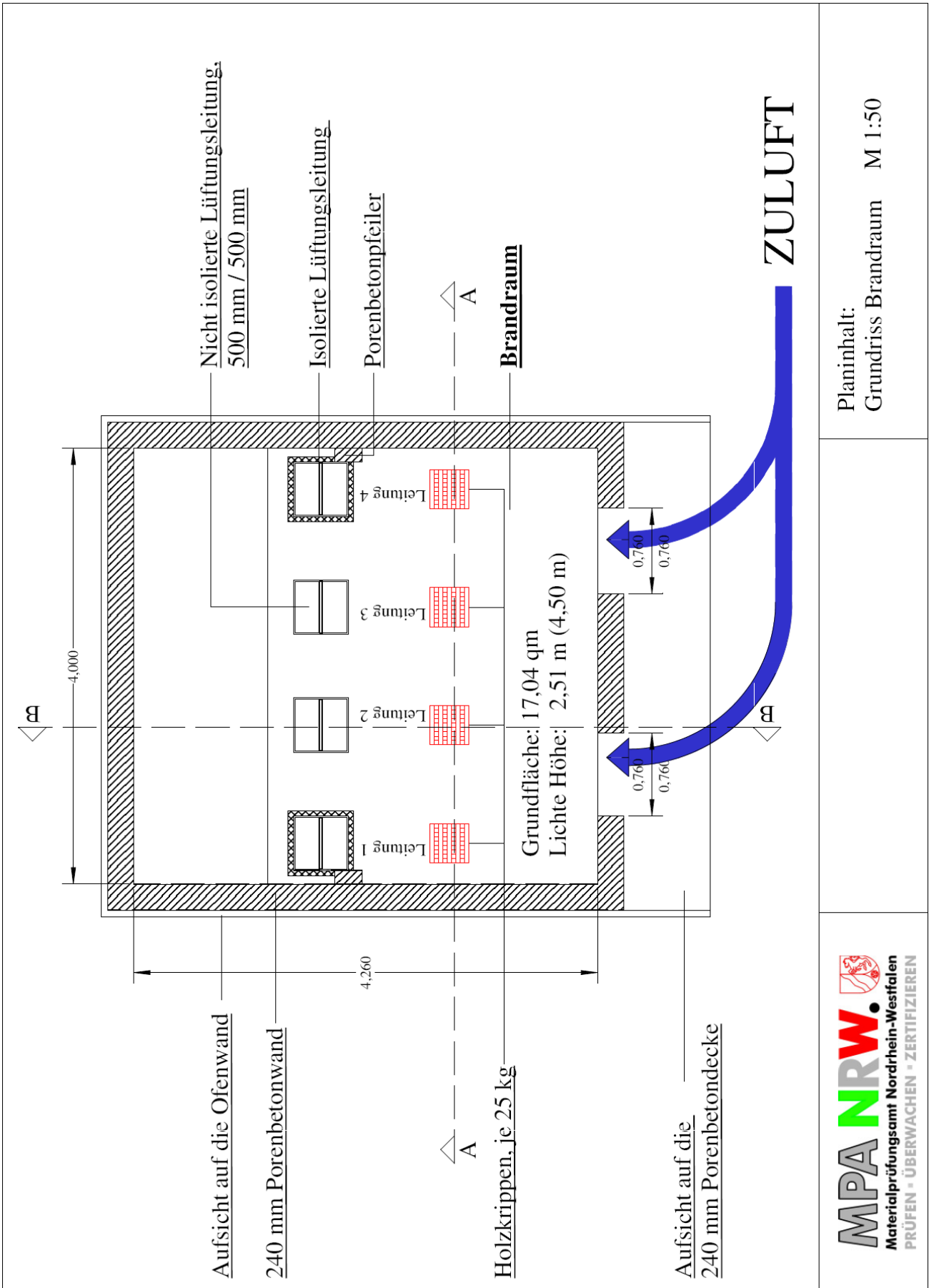
### 1. Versuchsaufbau



Planinhalt:  
 Isometrie M 1:60

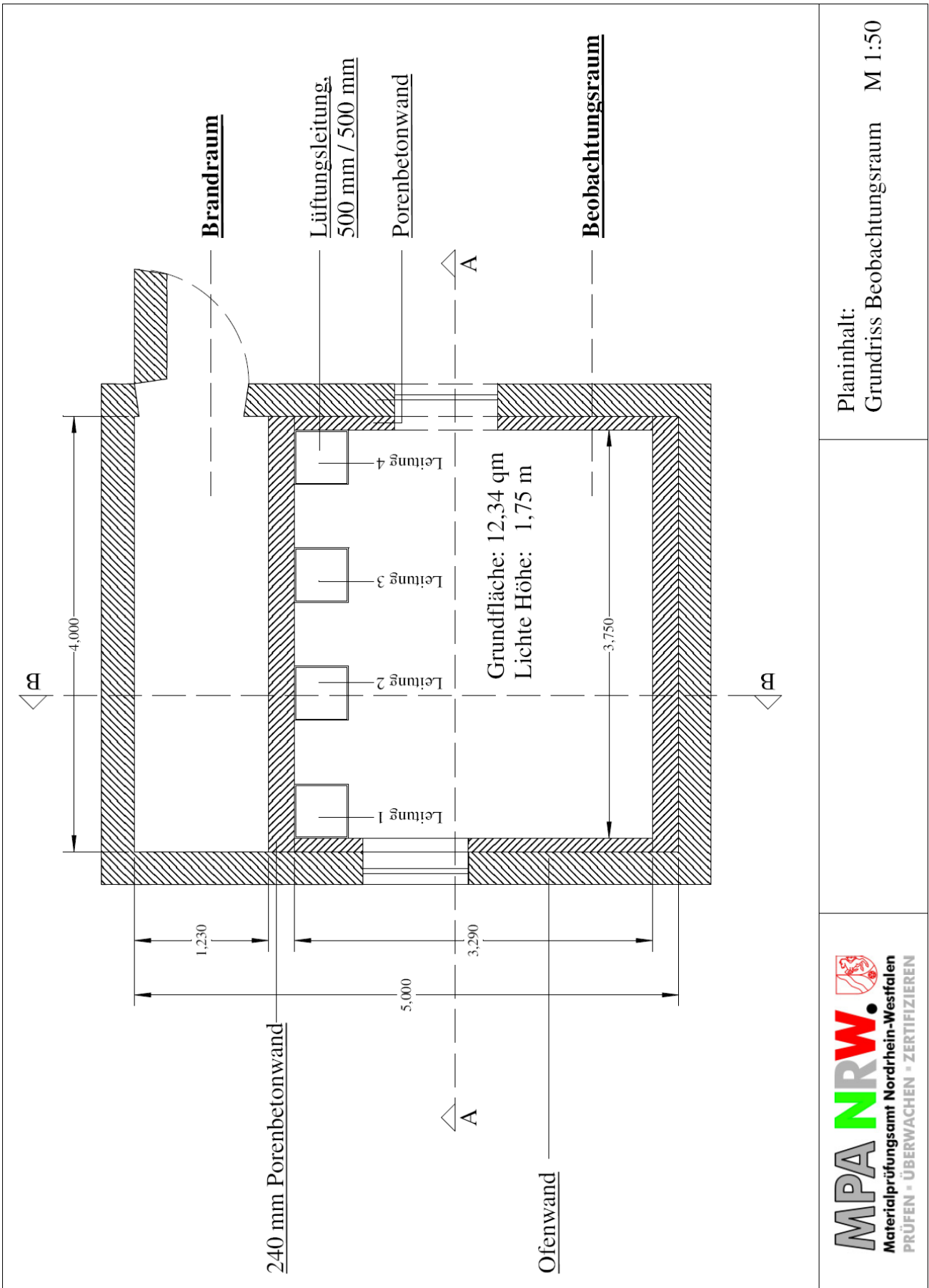
Versuchsparameter:  
 Zuluftöffnungen: 1,16 qm  
 Brandlast: 4x 25 kg - Holzkrippe

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

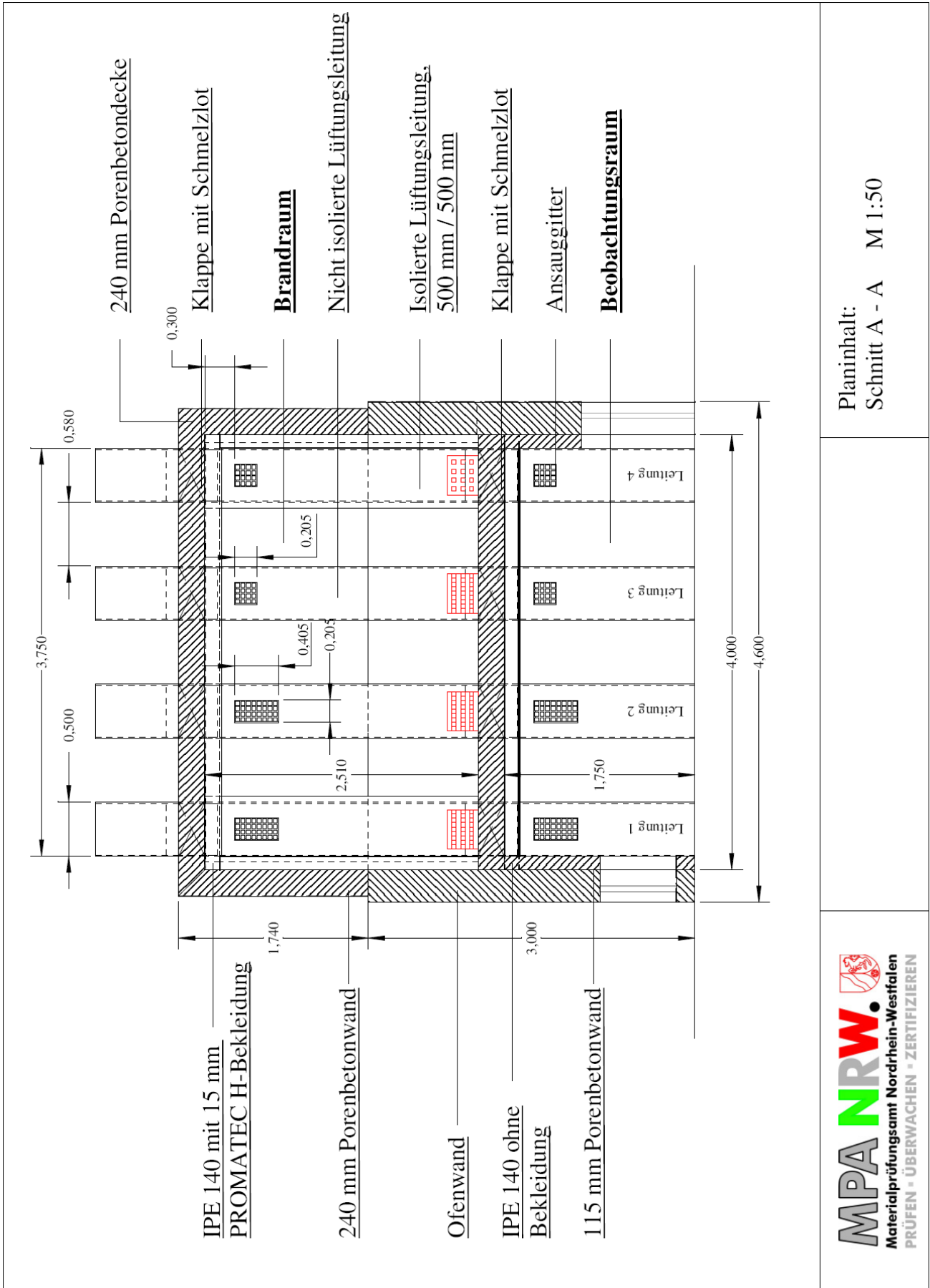




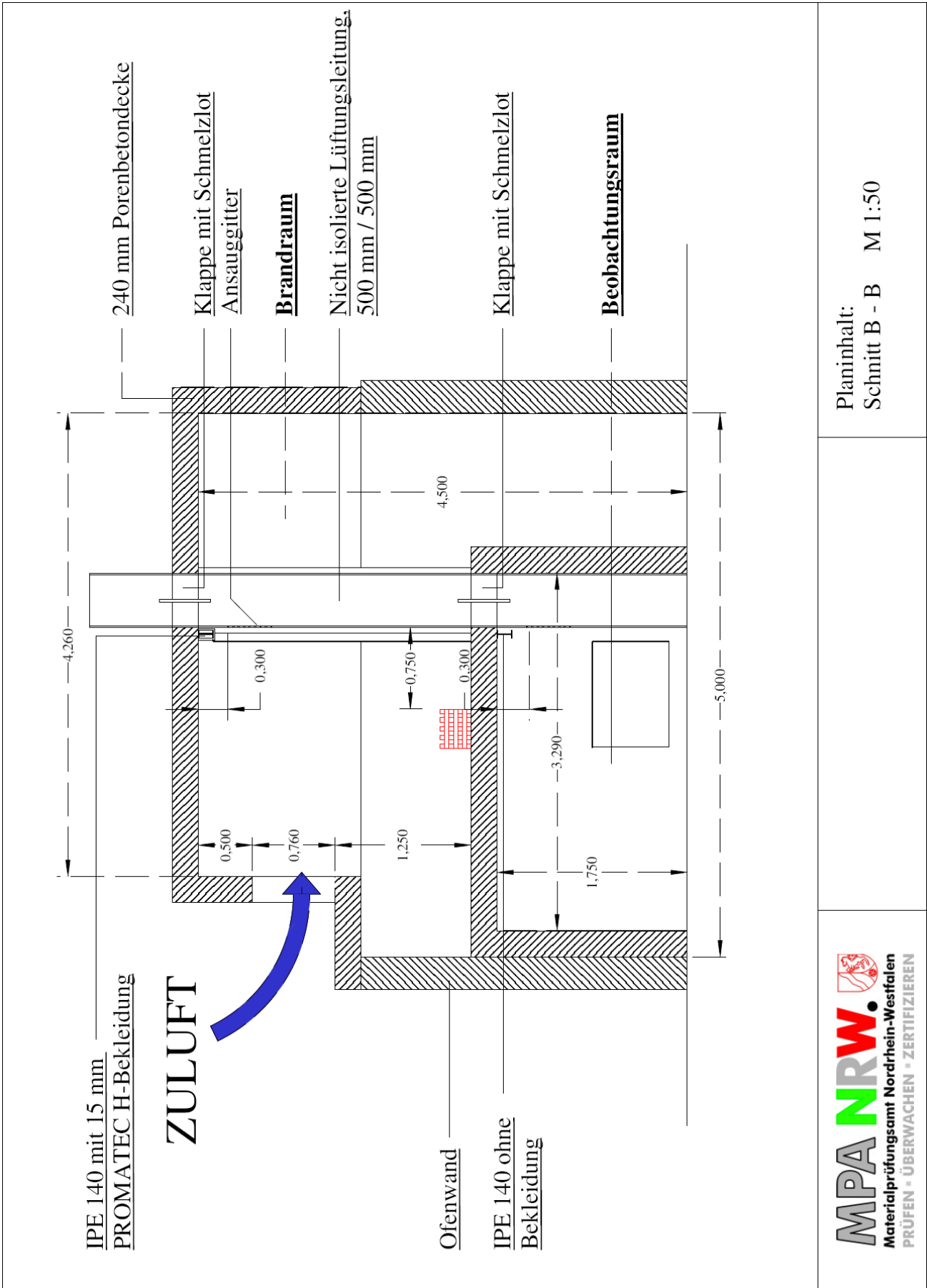
Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

## 2. Versuchsbeobachtungen

Alle vier Holzkrippen sind mit 50 Gramm Baumwollbüscheln versehen worden, um ein gleichmäßiges Zünden der Holzkrippen zu gewährleisten.

Heizdauer in Minuten	Beobachtungen
	(FS = die dem Feuer zugekehrte Seite) (LS = die vom Feuer abgekehrte Seite)
0:00	LS Alle eingelegten Baumwollbüschel haben Feuer gefangen und sind dabei, die Holzkrippen zu entzünden.
1:00	LS Holzkrippe vor der Lüftungsleitung Nr. 2 ist aus. Holzkrippe Nr. 2 wird zum 2. Mal gezündet. Die Holzkrippe Nr. 3 ist auch ausgegangen.
3:30	LS Holzkrippe Nr. 1 hat voll durchgezündet. Ebenso Holzkrippe Nr. 4. Holzkrippe 2 und 3 scheinen erloschen zu sein.
4:00	LS Mit der erneuten Entflammung von 2 Holzwolebüscheln wird versucht, die Holzkrippe Nr. 2 neu zu starten. Holzkrippe Nr. 3 flammt doch noch sehr klein auf.
5:00	LS Beim Blick in den Brandraum ist eine wesentlich höhere Transmission gegeben, die Rauchentwicklung ist nur noch gering.
8:00	LS Erneuter Versuch mit größeren Holzwolebüscheln, die Holzkrippen 2 und 3 zur Entflammung zu bringen.
10:00	LS Die Brandschutzklappe in der Lüftungsleitung 1 oberhalb des Brandraumes hat ausgelöst. Kurz danach hat die Brandschutzklappe in Lüftungsleitung 2 ausgelöst, die übrigen 2 Brandschutzklappen werden manuell ausgelöst. Holzkrippen 2 und 3 brennen jeweils leicht an der Seite zu den Holzkrippen 1 und 4. Innen ist keine Flammenbildung zwischen den Krippen 2 und 3 zu erkennen. Der Ventilator wird abgestellt.
11:00	LS Die kleinen Flammen im äußeren Bereich der Holzkrippen 2 und 3 sind nach oben gestiegen und kurzzeitig später erloschen. <i>Allgemeine Bemerkung:</i> Undichtigkeiten durch ausströmende Rauchgase aus dem Stahlbetonbalken bzw. den Porenbetonsteinen sind im Vergleich zum ersten Versuch nicht zu erkennen, das Gleiche gilt für den oberen Bereich der Deckenschotts, in dem sich die Durchbrüche für die Temperaturmessstellen befinden.
18:00	LS Beim Blick in den Brandraum ist eine gleichmäßige Verbrennung der beiden Holzkrippen 1 und 4 zu erkennen. Die Holzkrippen 2 und 3 sind erloschen. Eine Sichtbehinderung durch Rauchgase findet nicht statt, die Verbrennung ist sauber.

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

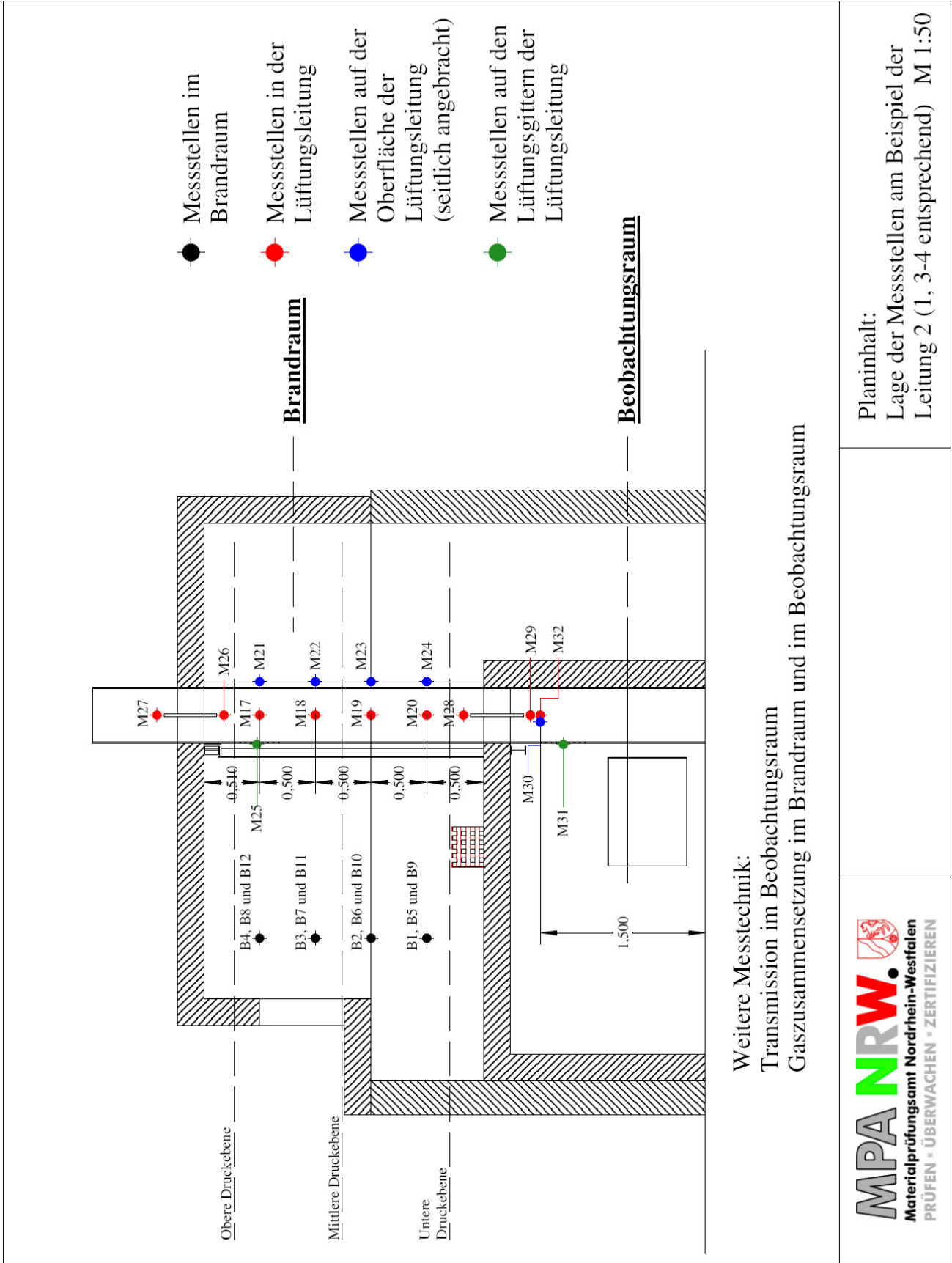
---

Heizdauer		(FS = die dem Feuer zugekehrte Seite)
in	Beobachtungen	
Minuten		(LS = die vom Feuer abgekehrte Seite)
28:00	LS	Holzkrippe 1 und 4 sind in der Mitte zusammengebrochen. Die Verbrennung geht ohne starke Rauchentwicklung weiter. Die Holzkrippen 2 und 3 machen nicht mehr den Anschein, als dass sie sich noch einmal entzünden.
33:00	LS	Die Holzkrippen Nr. 2 und 3 fangen an den äußeren Seiten wieder stärker an zu glimmen, eine Flammenbildung ist jedoch noch nicht zu erkennen. Vermutlich bekommen diese beiden Krippen wieder mehr Sauerstoff, da die Holzkrippen Nr. 1 und 4 nicht mehr so stark brennen wie in den ersten 25 Minuten.
37:00		Der Versuch wird beendet.

---

Nach dem Versuch wurden keine auffälligen Beobachtungen an den Lüftungsleitungen und den Versuchseinrichtungen gemacht.

### 3. Messstellenplan



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

## Messergebnisse

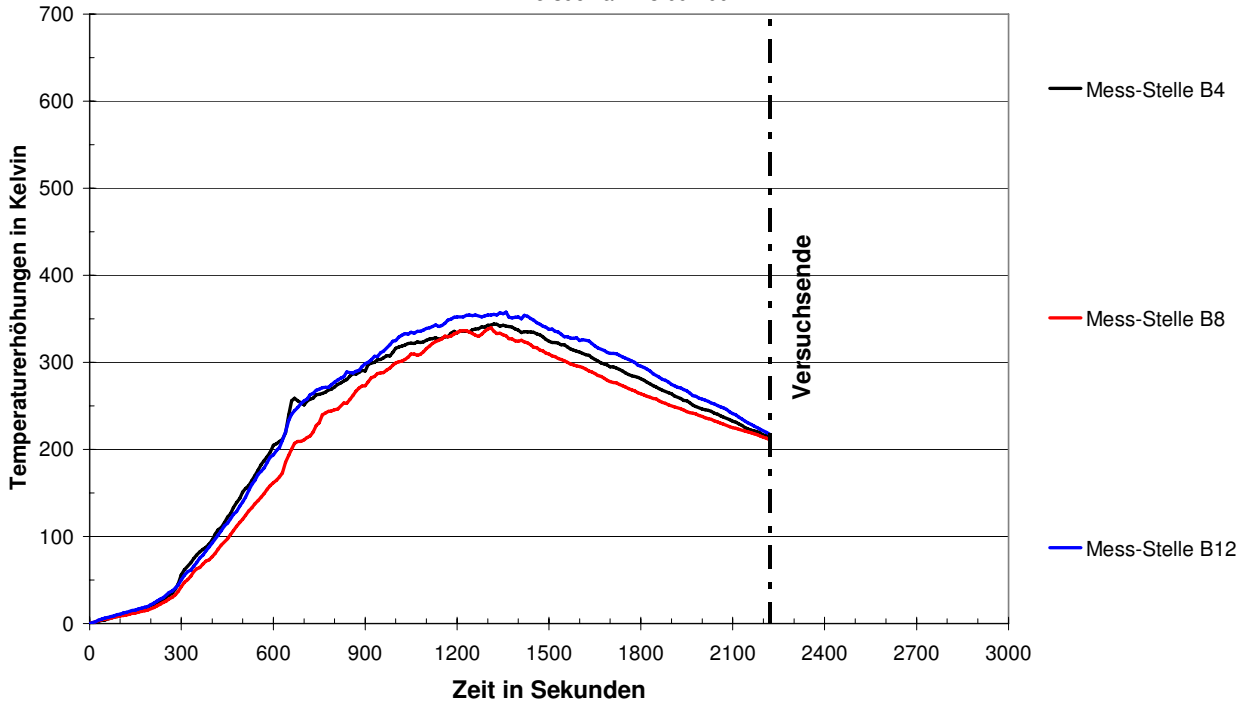
Anlage	Inhalt
2-10	Temperaturerhöhung im Brandraum – 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
2-10	Temperaturerhöhung im Brandraum – 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
2-11	Temperaturerhöhung im Brandraum – 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
2-11	Temperaturerhöhung im Brandraum – 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
2-12	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
2-12	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
2-13	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
2-13	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
2-14	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
2-14	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
2-15	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
2-15	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
2-16	Temperaturerhöhung an den Lüftungsgittern im Brandraum
2-16	Temperaturerhöhung unterhalb der oberen Brandschutzklappen
2-17	Temperaturerhöhung oberhalb der oberen Brandschutzklappen
2-17	Temperaturerhöhung oberhalb der unteren Brandschutzklappen
2-18	Temperaturerhöhung unterhalb der unteren Brandschutzklappen
2-18	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 1,50 m oberhalb des Bodens vom unteren Beobachtungsraum
2-19	Temperaturerhöhung an den Lüftungsgittern im unteren Beobachtungsraum
2-19	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 1,50 m oberhalb des Bodens vom unteren Beobachtungsraum
2-20	Druckverlauf im Brandraum
2-20	Transmission im unteren Beobachtungsraum
2-21	Gaszusammensetzung im Brandraum
2-21	Gaszusammensetzung im unteren Beobachtungsraum

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

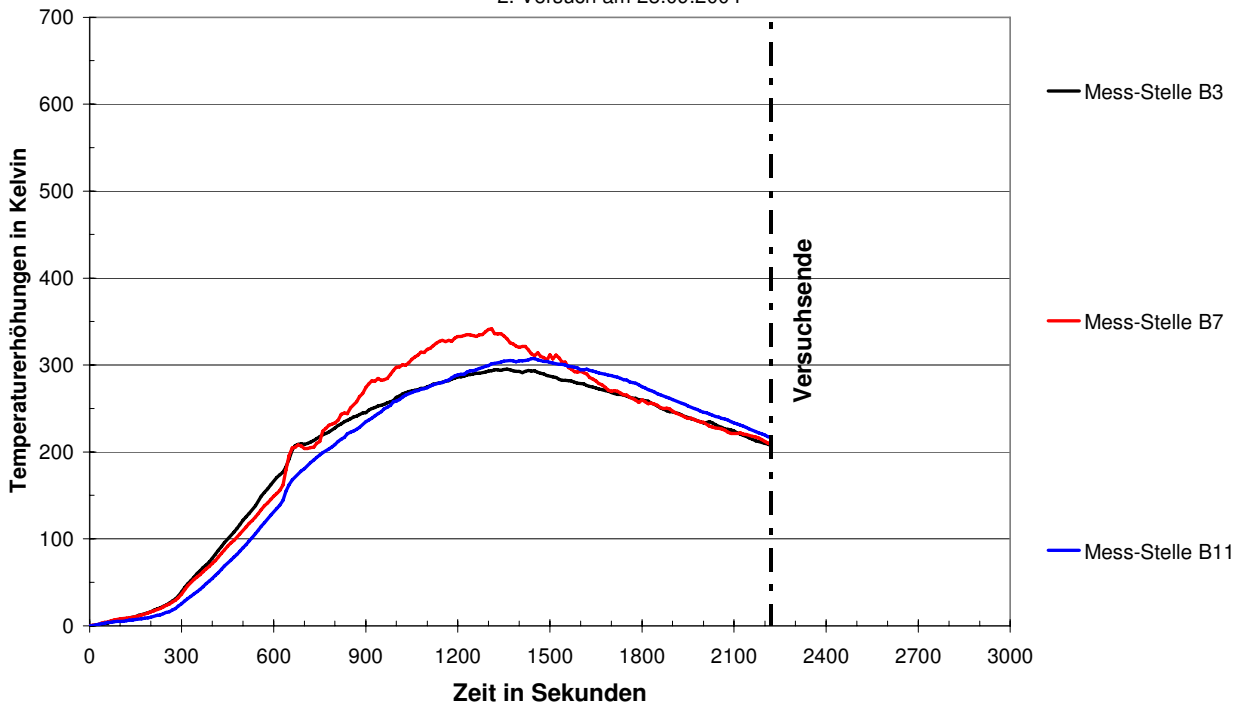
2. Versuch am 23.09.2004



**Temperaturerhöhungen im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

2. Versuch am 23.09.2004

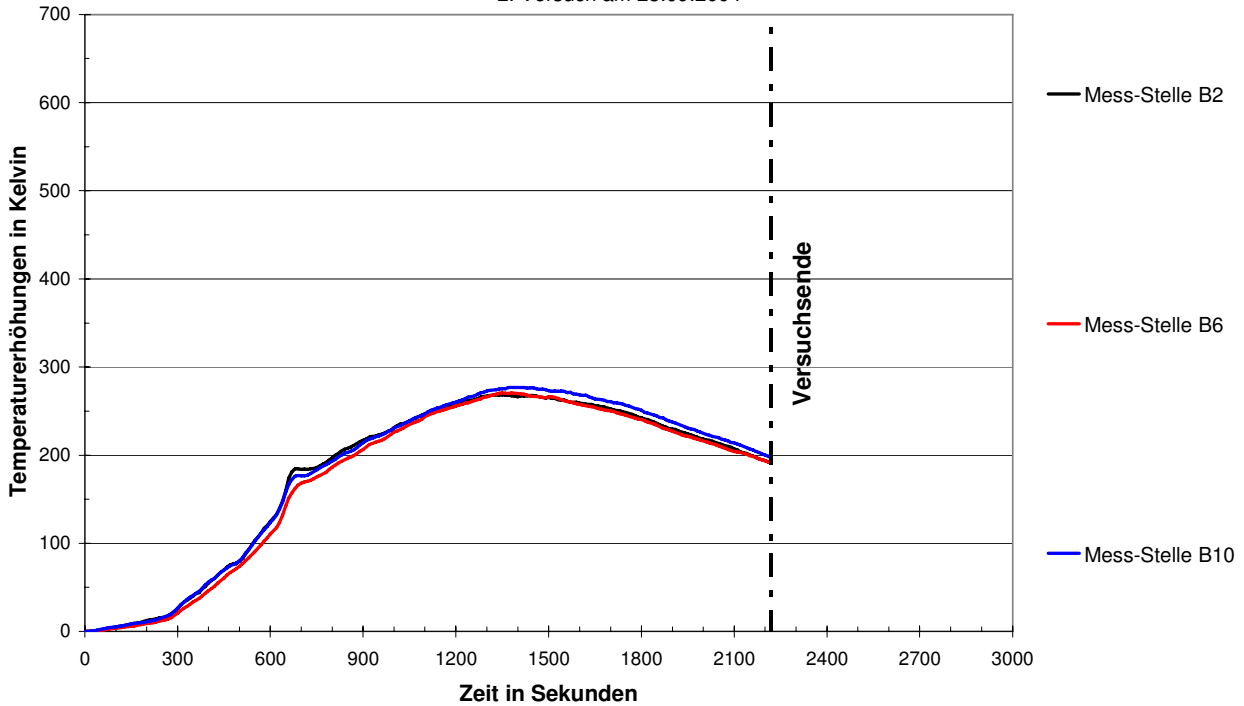




Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

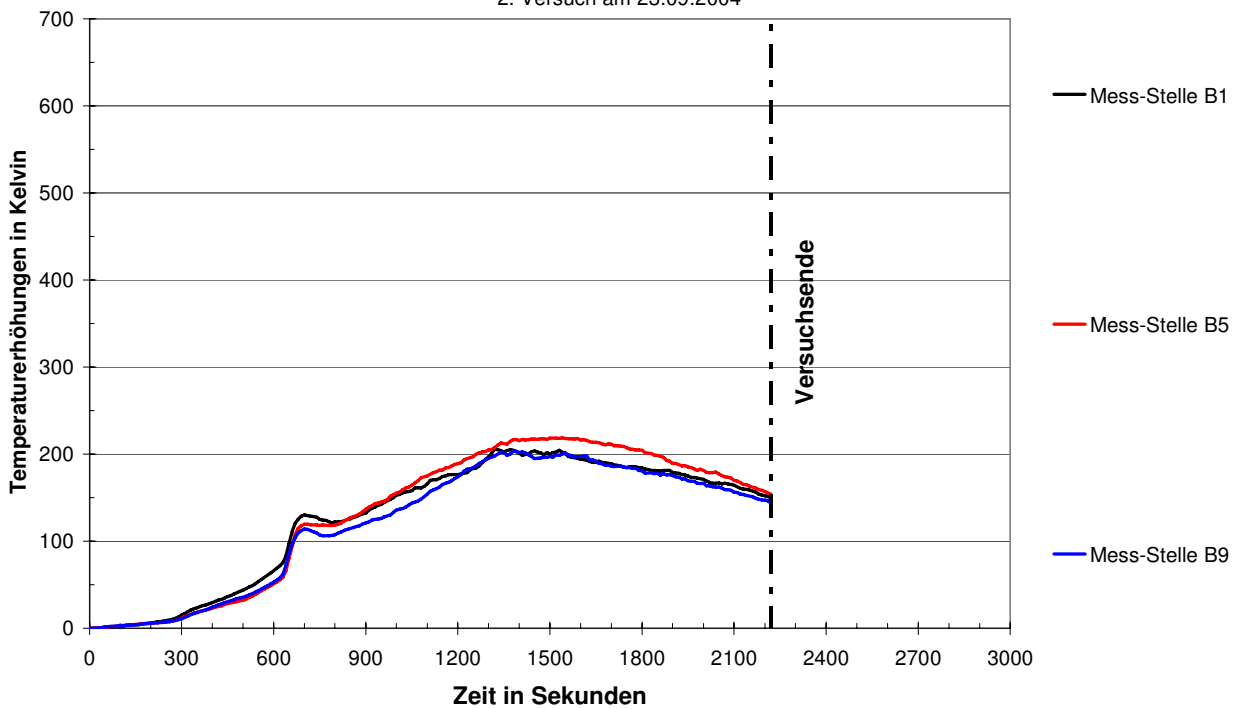
**Temperaturerhöhungen im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 2. Versuch am 23.09.2004



**Temperaturerhöhungen im Brandraum**

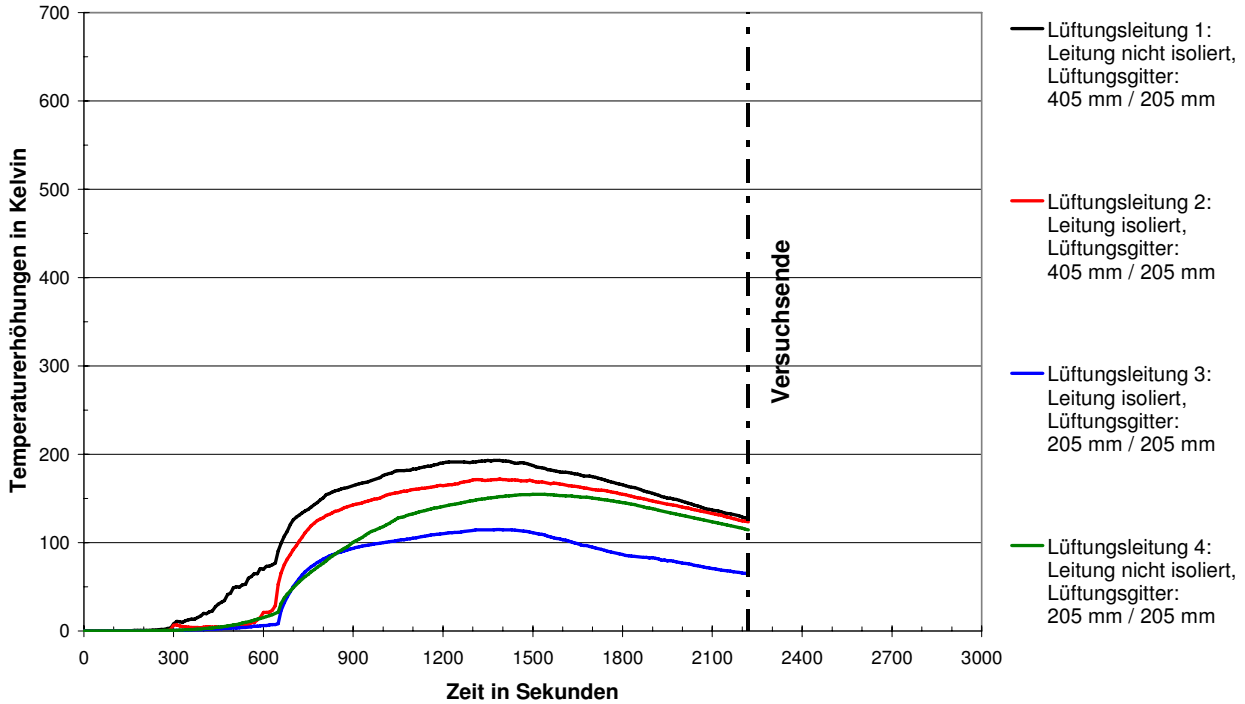
Lage der Mess-Stellen: 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 2. Versuch am 23.09.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

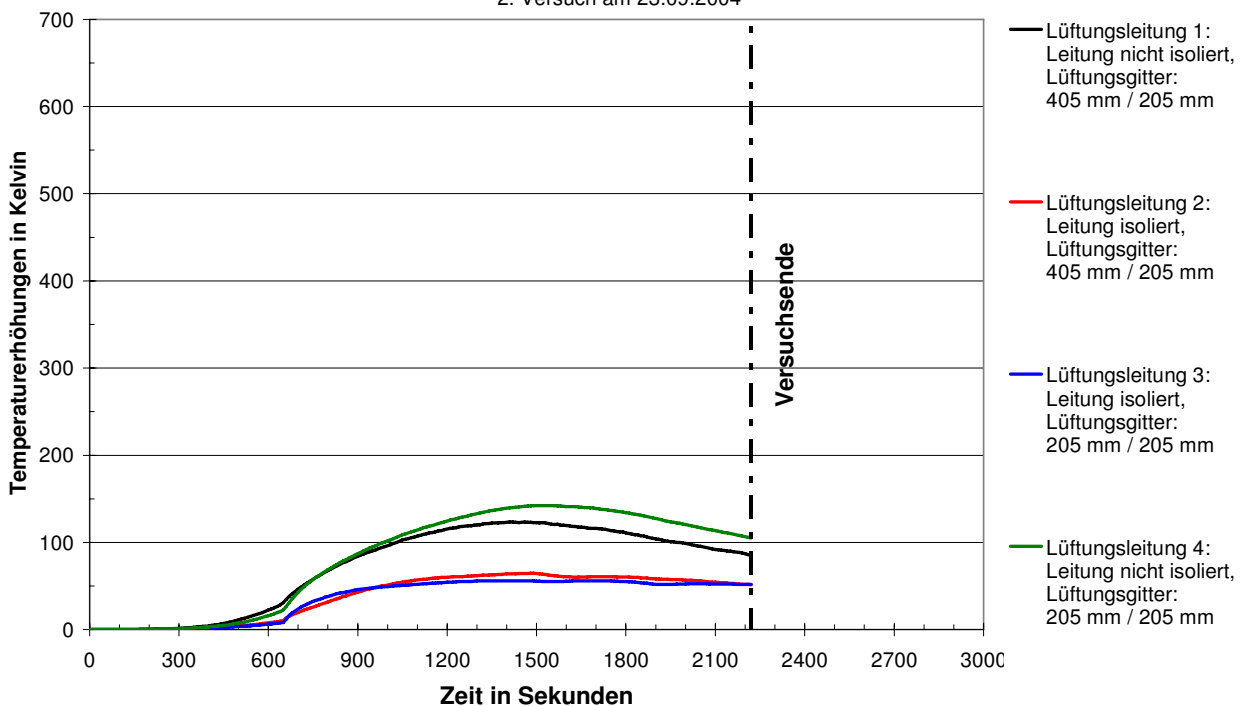
**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 2. Versuch am 23.09.2004



**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 2. Versuch am 23.09.2004

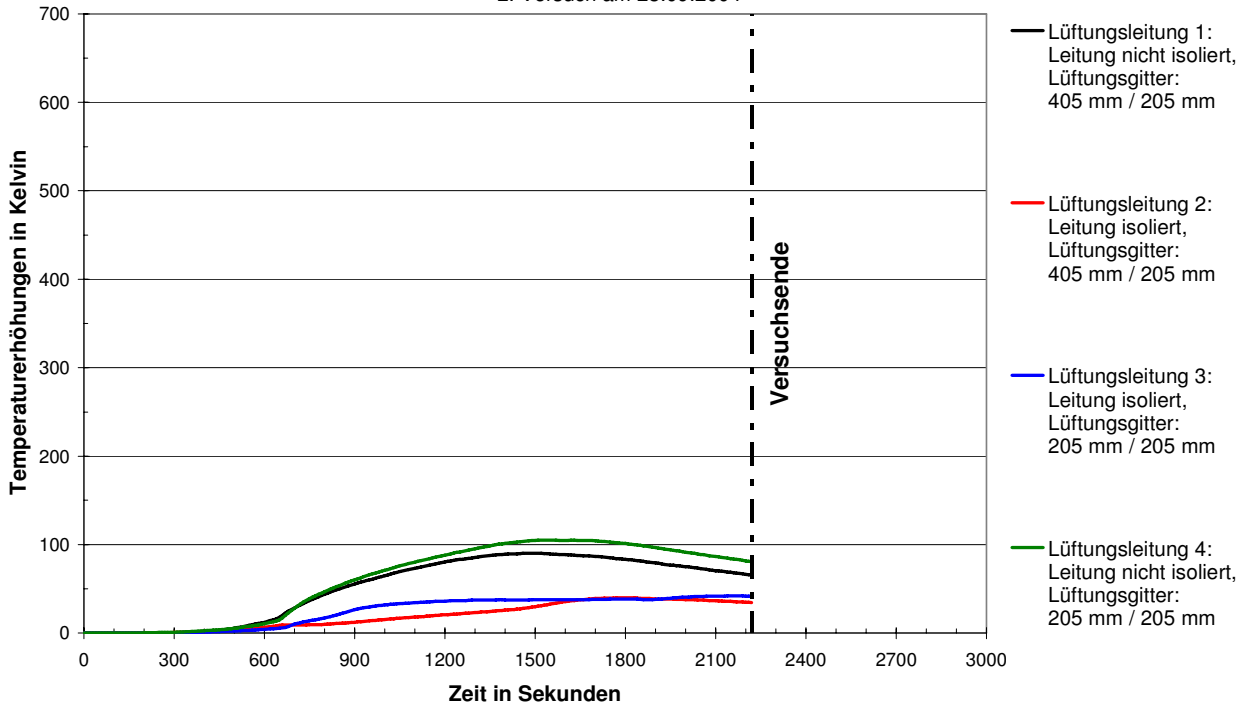


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

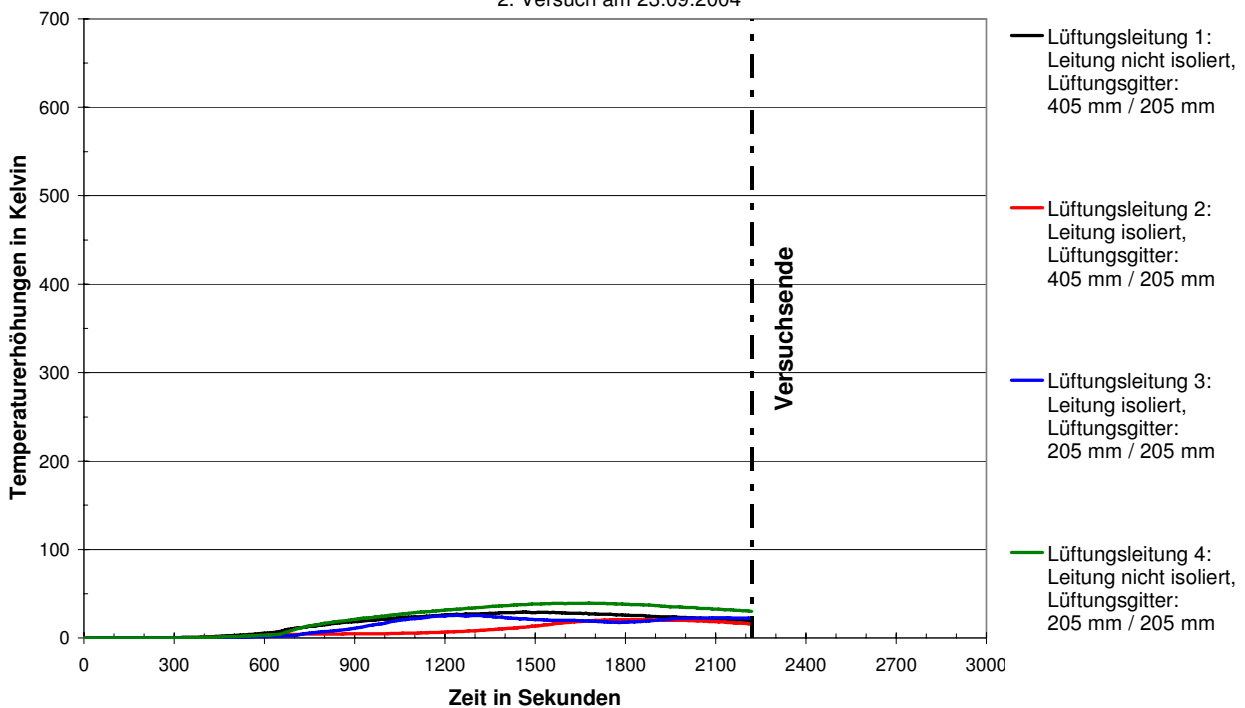
2. Versuch am 23.09.2004



**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

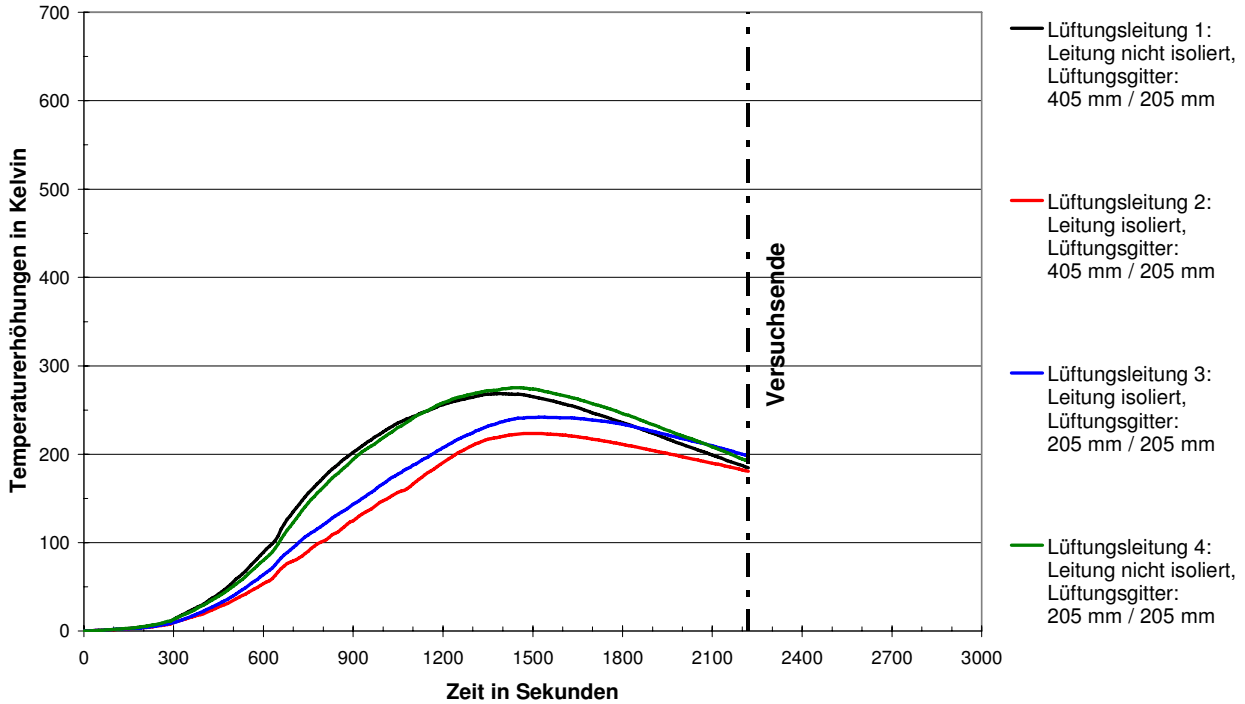
2. Versuch am 23.09.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

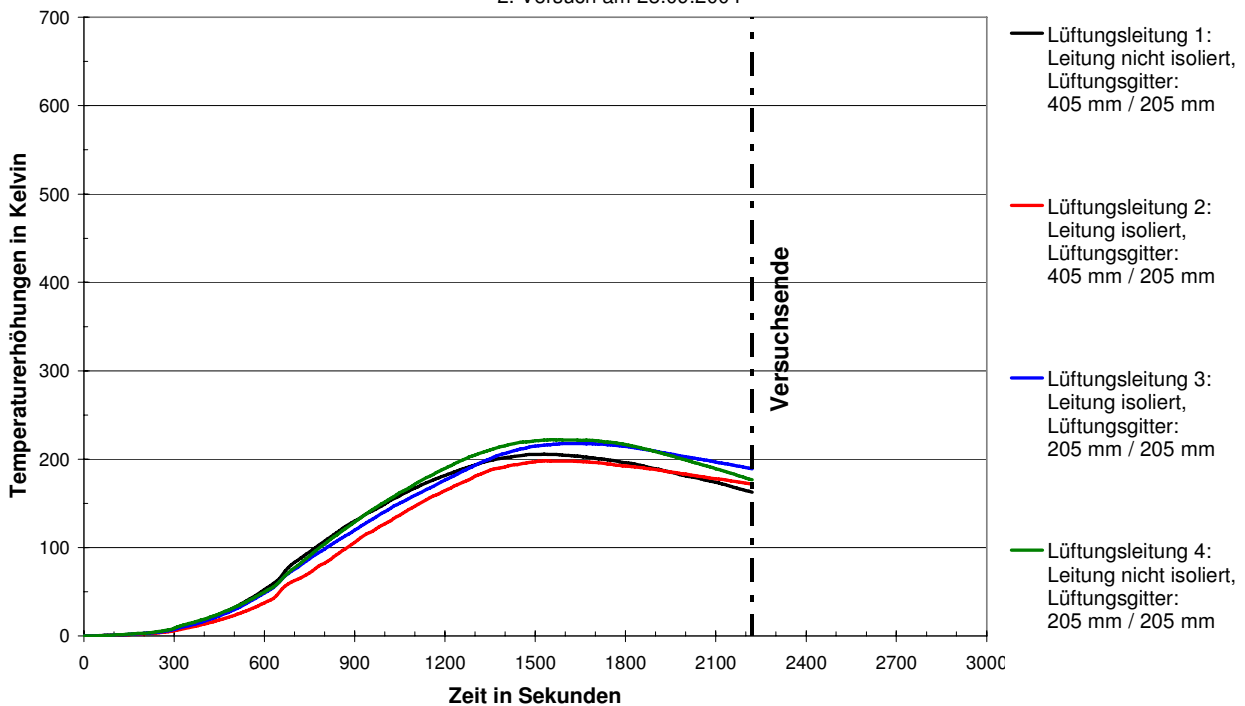
**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 2. Versuch am 23.09.2004



**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

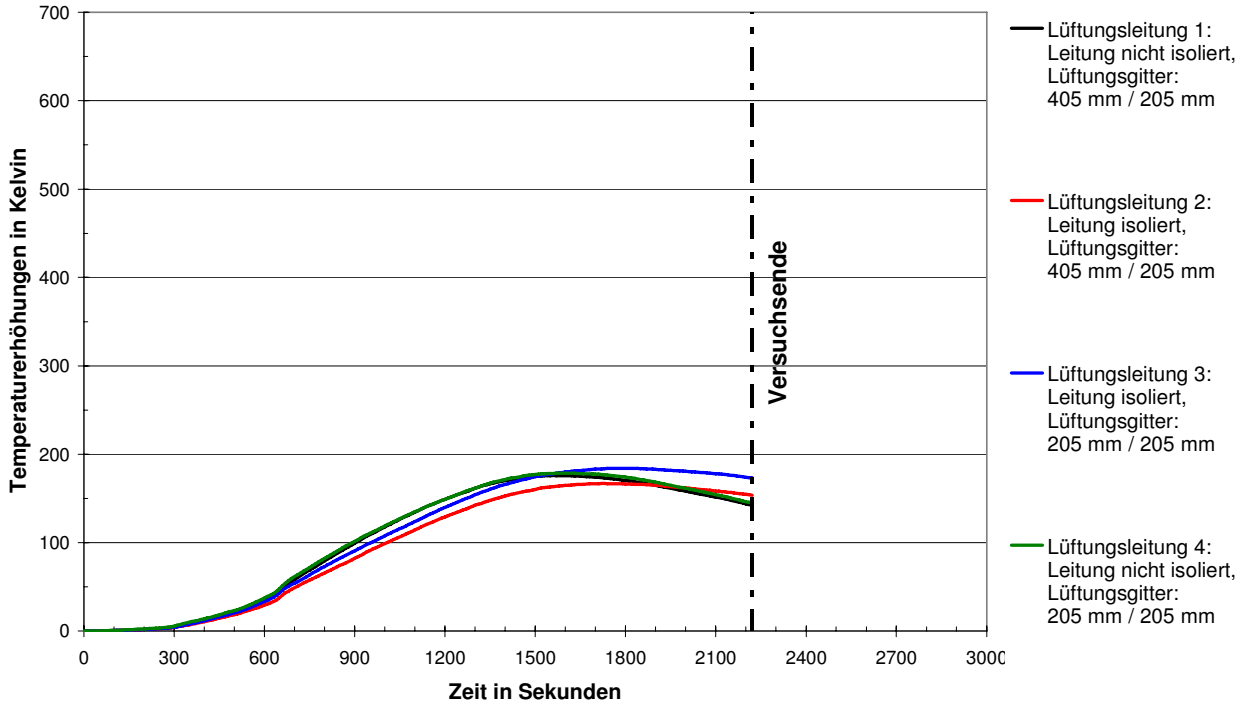
Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 2. Versuch am 23.09.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

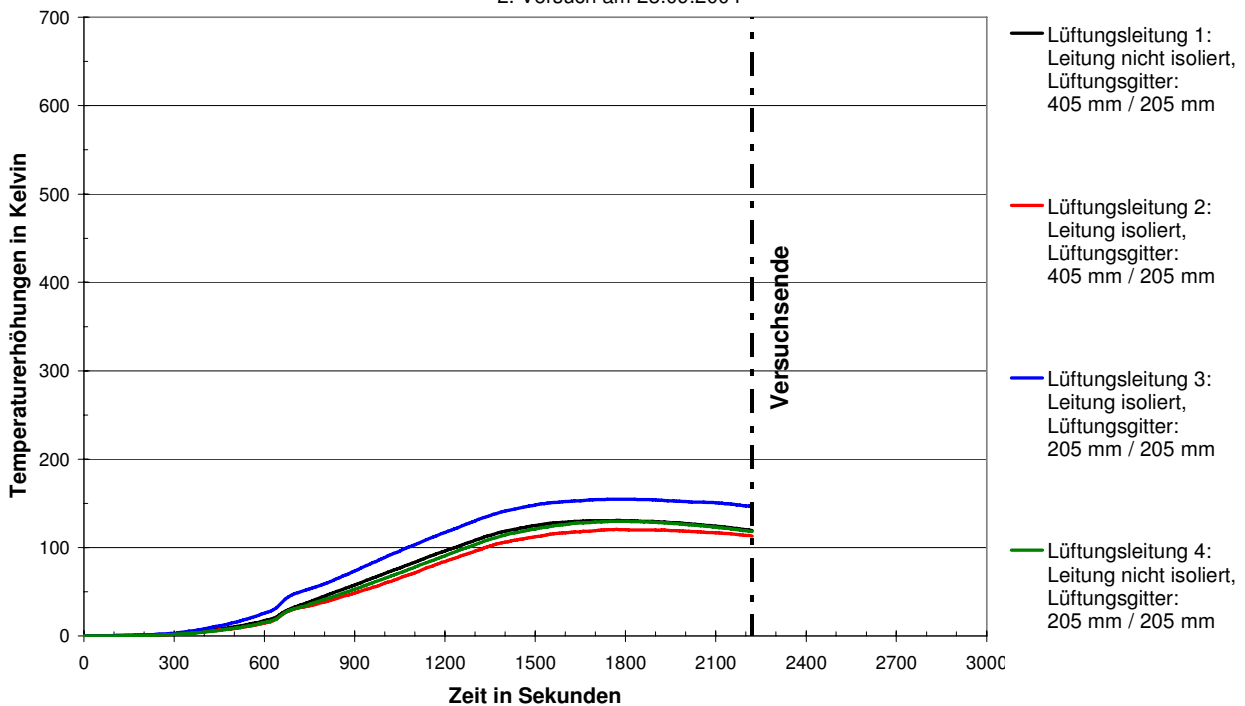
**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 2. Versuch am 23.09.2004



**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 2. Versuch am 23.09.2004

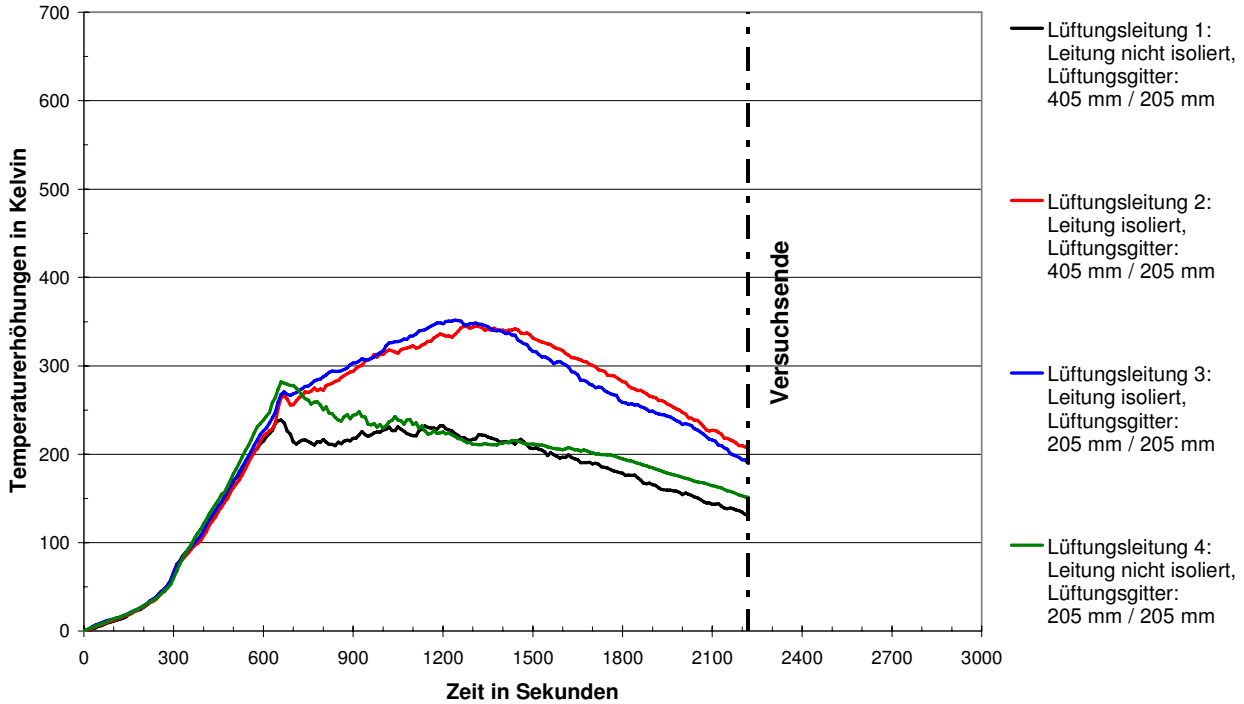


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen an den Lüftungsgittern im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar vor den Lüftungsgittern im Brandraum

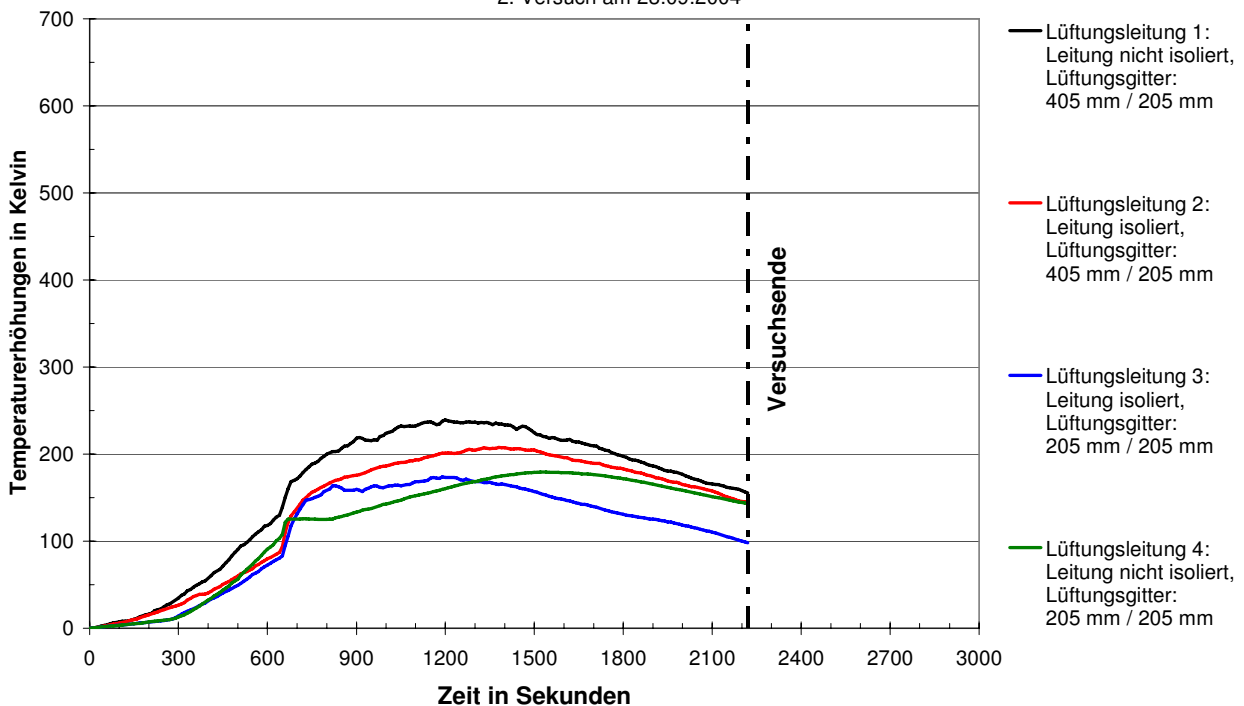
2. Versuch am 23.09.2004



**Temperaturerhöhungen unterhalb der oberen Brandschutzklappen**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar unterhalb der oberen Brandschutzklappen

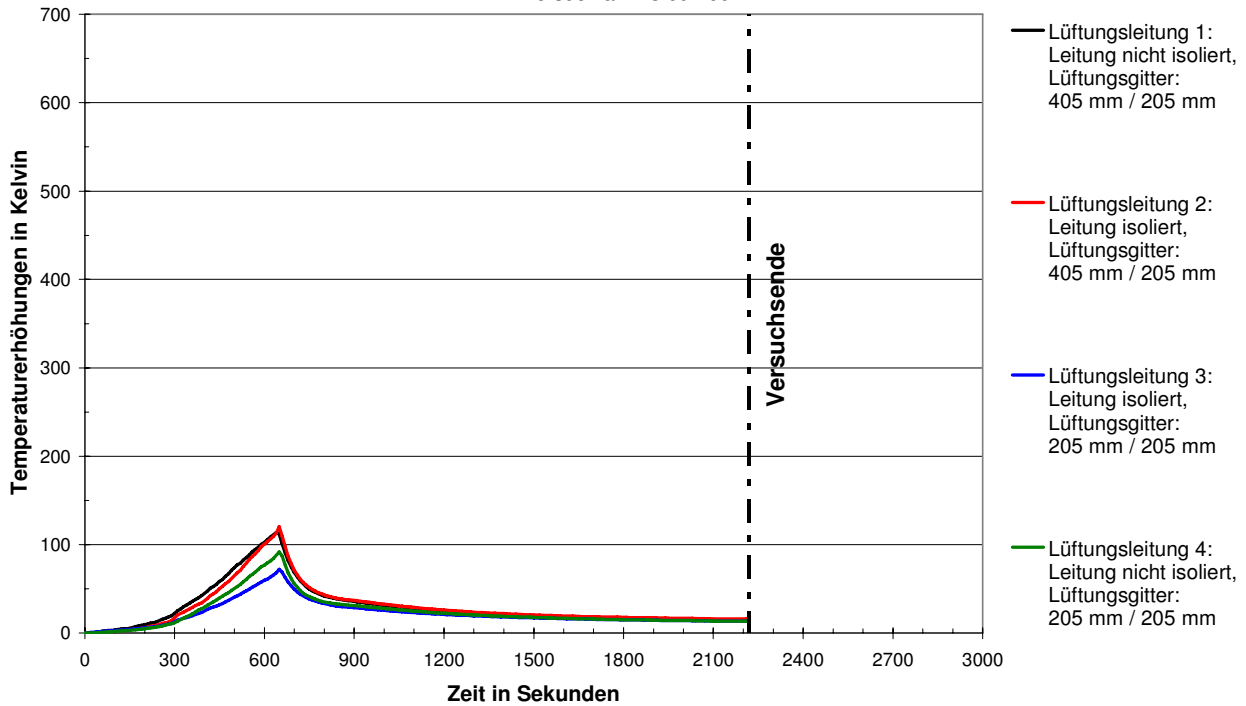
2. Versuch am 23.09.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

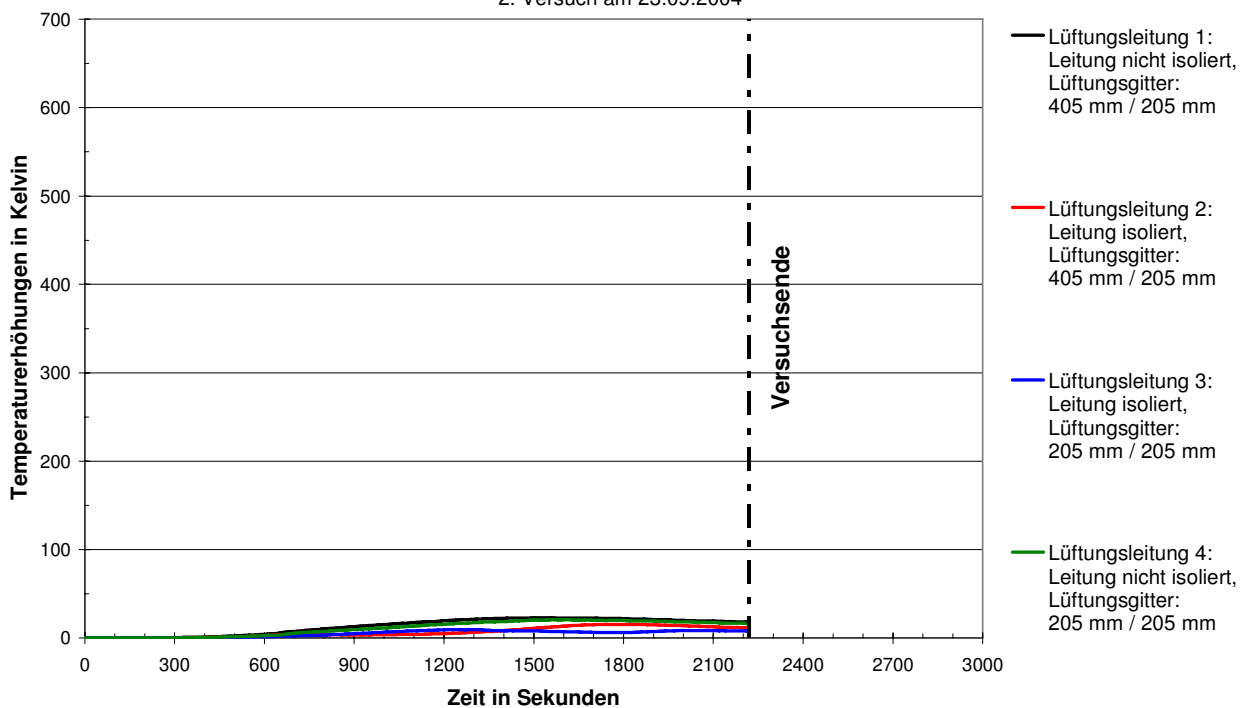
**Temperaturerhöhungen oberhalb der oberen Brandschutzklappen**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar oberhalb der oberen Brandschutzklappen  
 2. Versuch am 23.09.2004



**Temperaturerhöhungen oberhalb der unteren Brandschutzklappen**

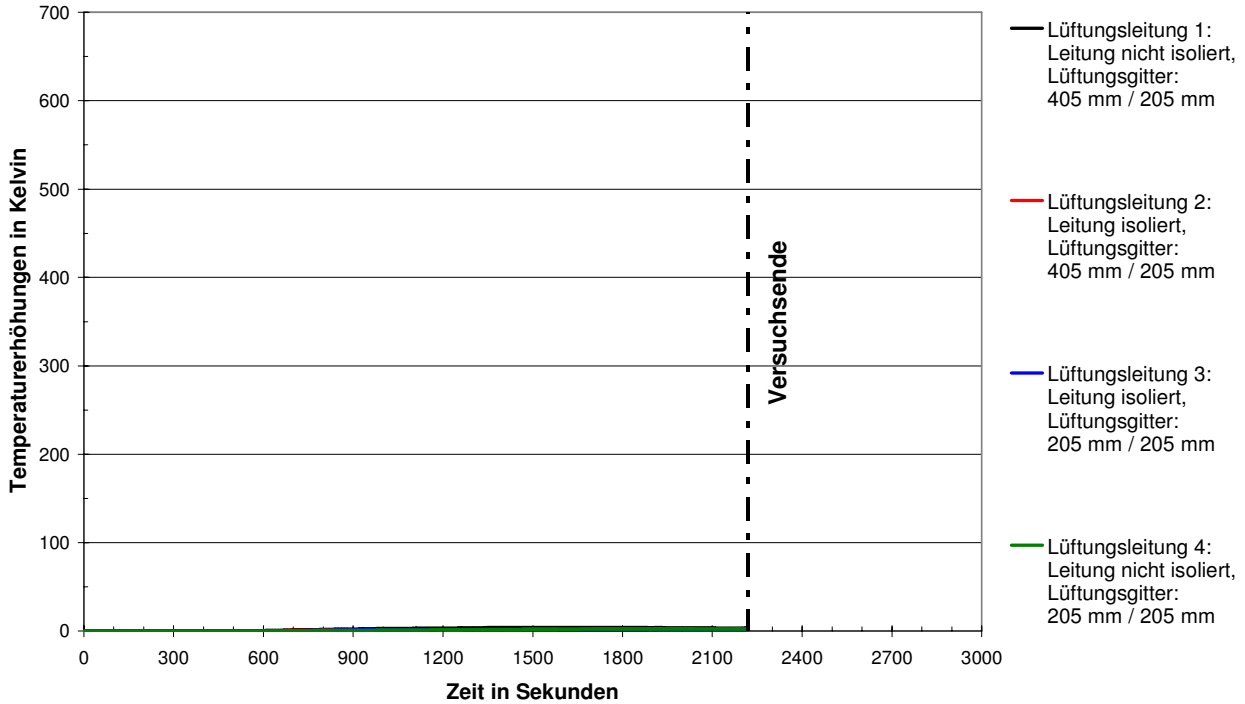
Lage der Mess-Stellen: unmittelbar oberhalb der unteren Brandschutzklappen  
 2. Versuch am 23.09.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

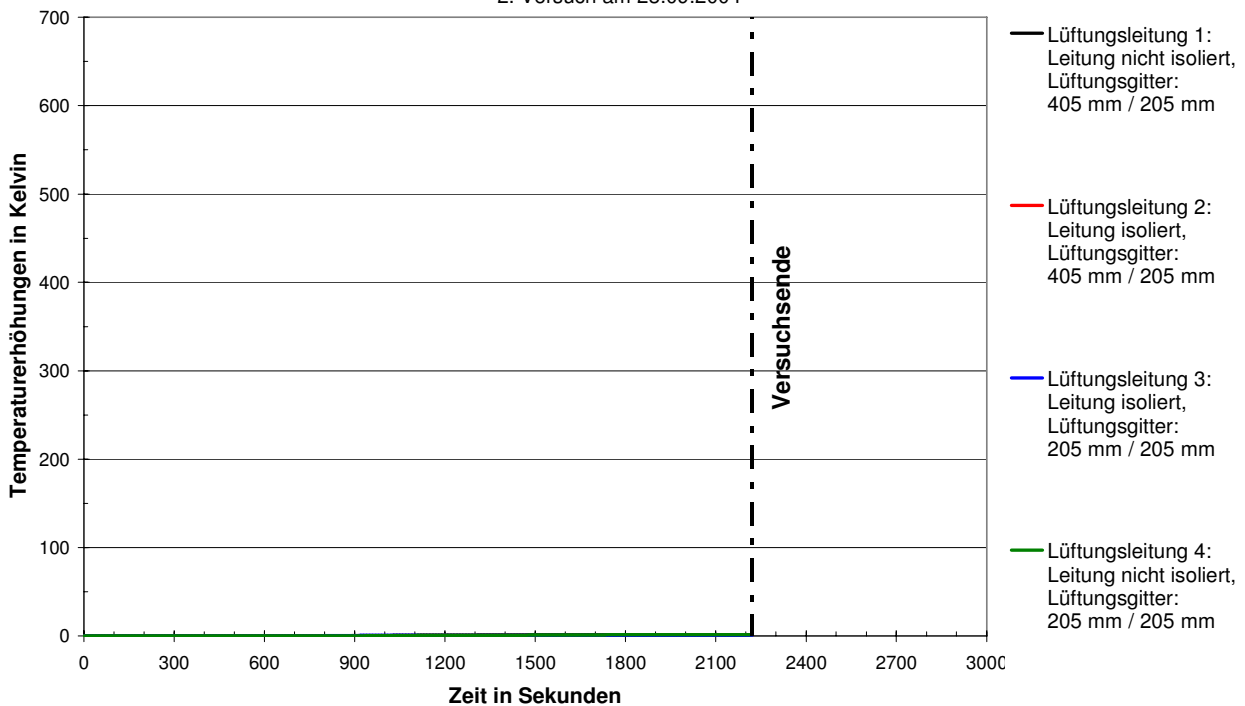
**Temperaturerhöhungen unterhalb der unteren Brandschutzklappen**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar unterhalb der unteren Brandschutzklappen  
 2. Versuch am 23.09.2004



**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom unteren Beobachtungsraum  
 2. Versuch am 23.09.2004



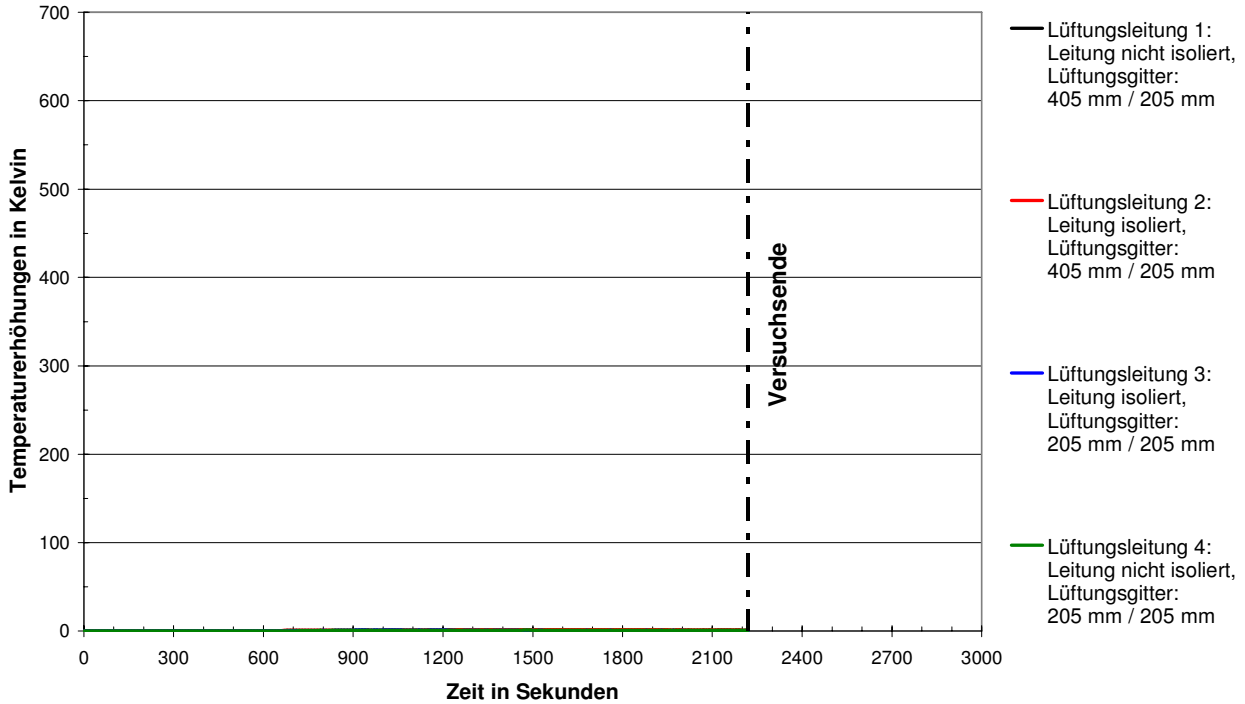


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen an den Lüftungsgittern im Beobachtungsraum**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar vor den Lüftungsgittern im unteren Beobachtungsraum

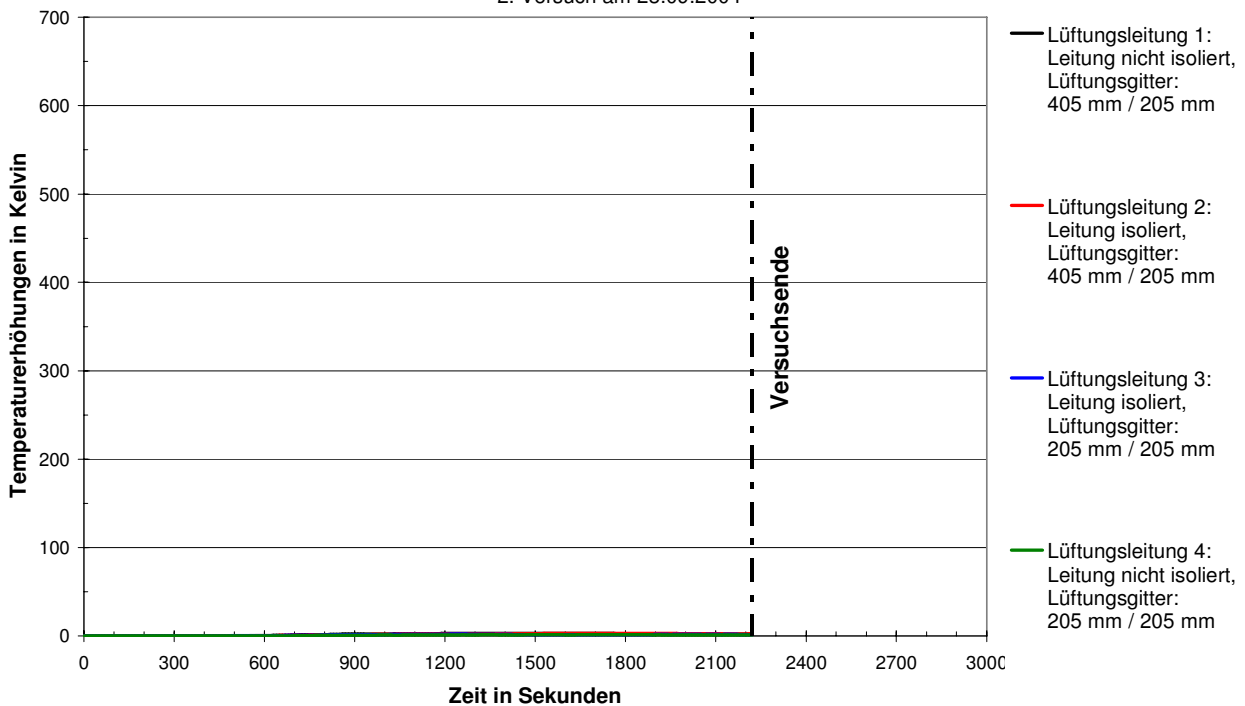
2. Versuch am 23.09.2004



**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom unteren Beobachtungsraum

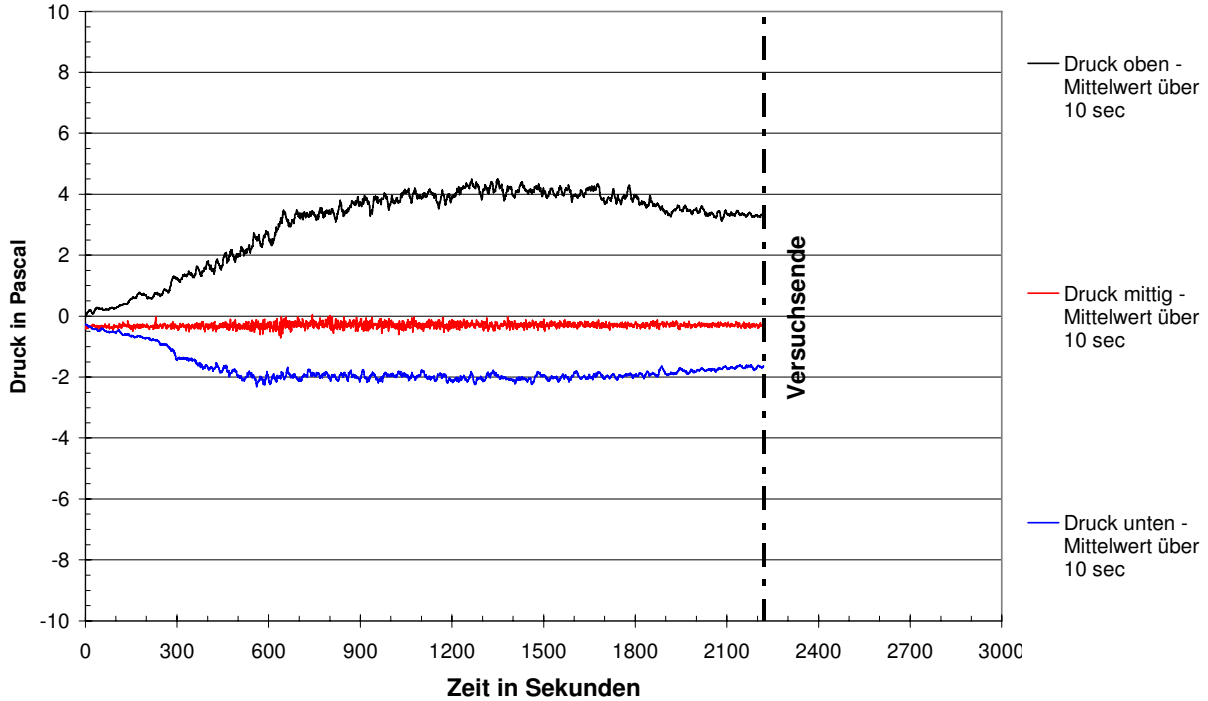
2. Versuch am 23.09.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

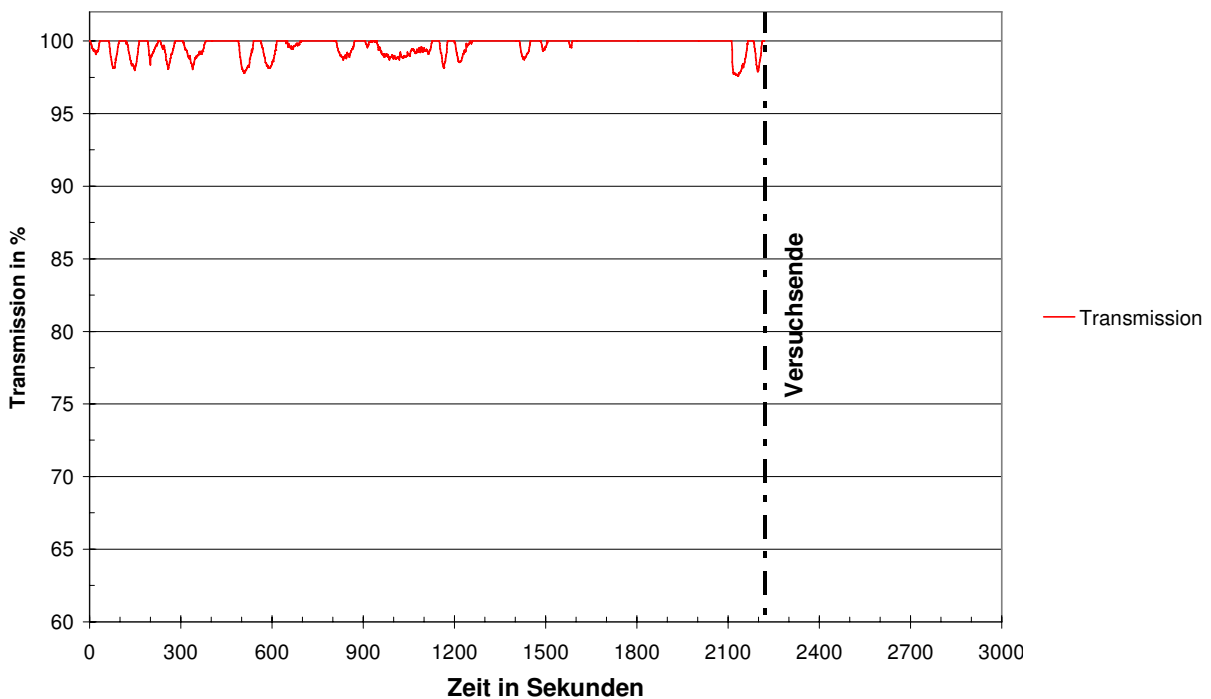
**Druckverlauf im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 50 cm vor der Aussenkante der Lüftungsleitungen  
 2. Versuch am 23.09.2004



**Transmission im unteren Beobachtungsraum**

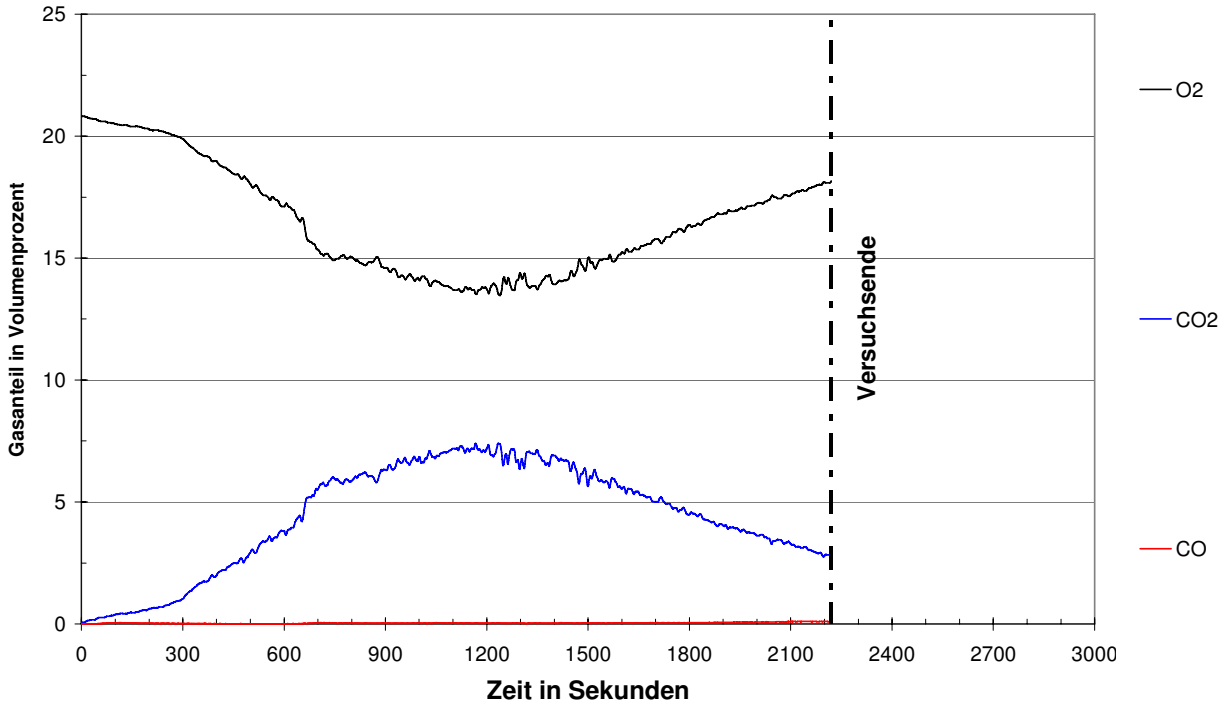
Lage der Mess-Strecke: 10 cm unterhalb der Decke  
 2. Versuch am 23.09.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

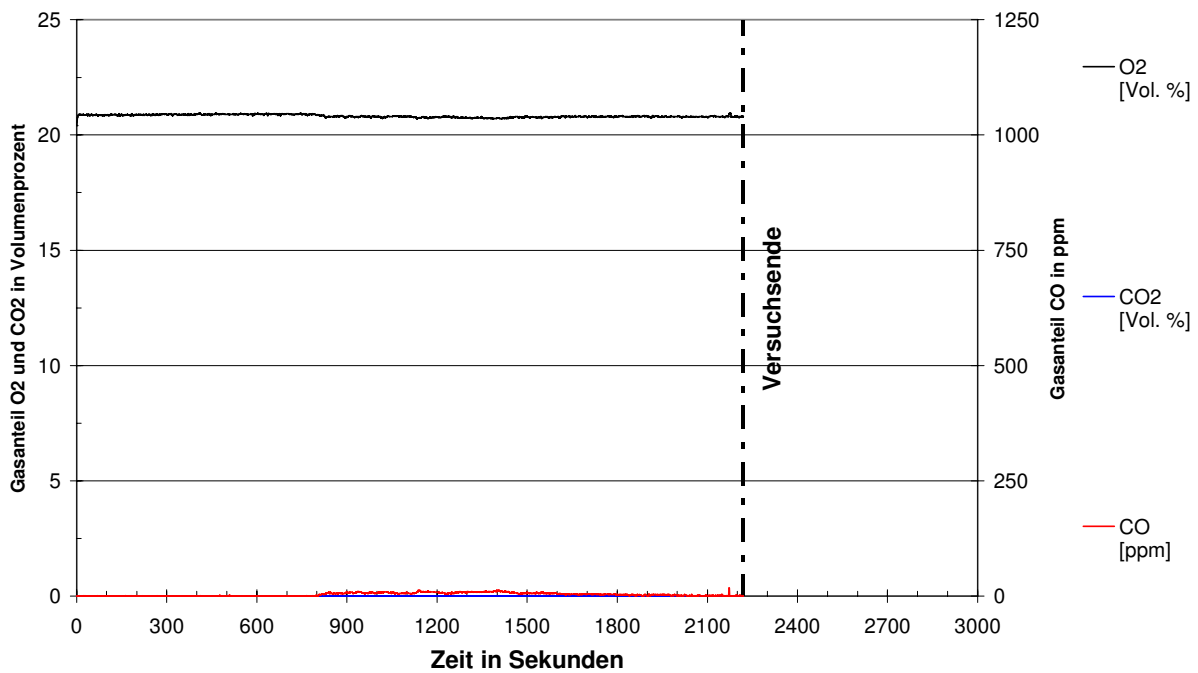
**Gaszusammensetzung im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: im Brandraum  
 2. Versuch am 23.09.2004



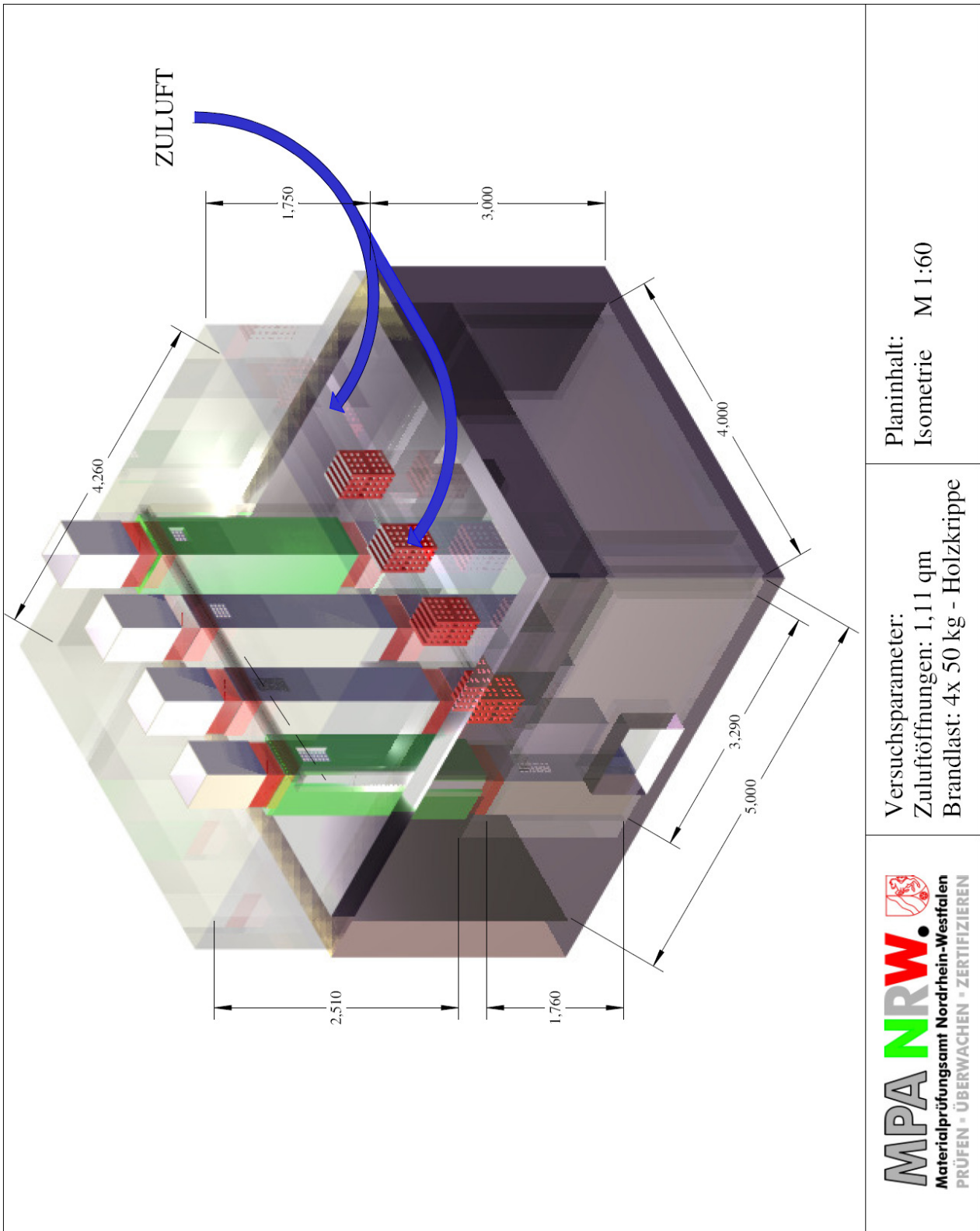
**Gaszusammensetzung im unteren Beobachtungsraum**

Lage der Mess-Stellen: im unteren Beobachtungsraum  
 2. Versuch am 23.09.2004

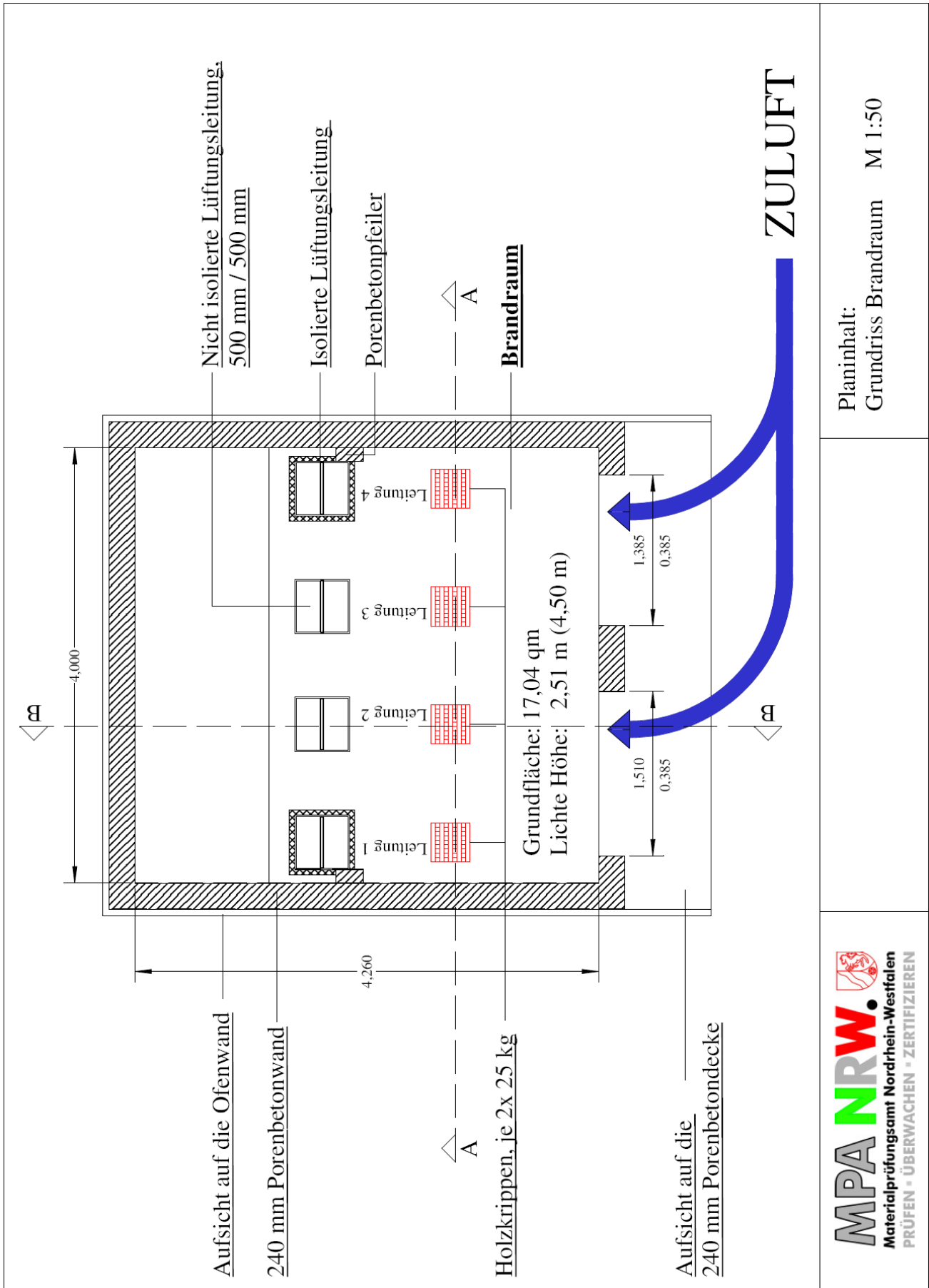


### 3. Versuch am 06.10.2004

#### 1. Versuchsaufbau

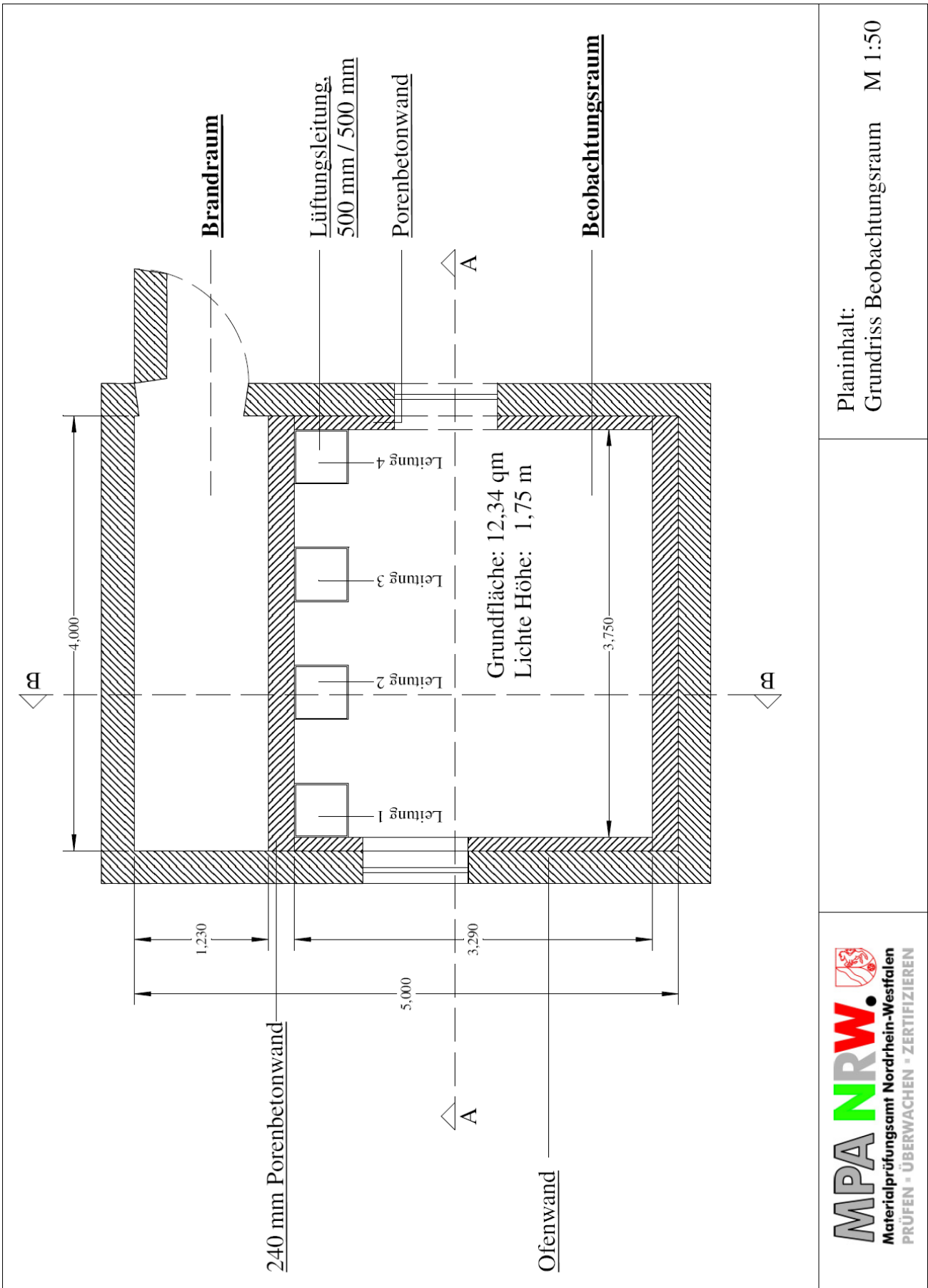


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“



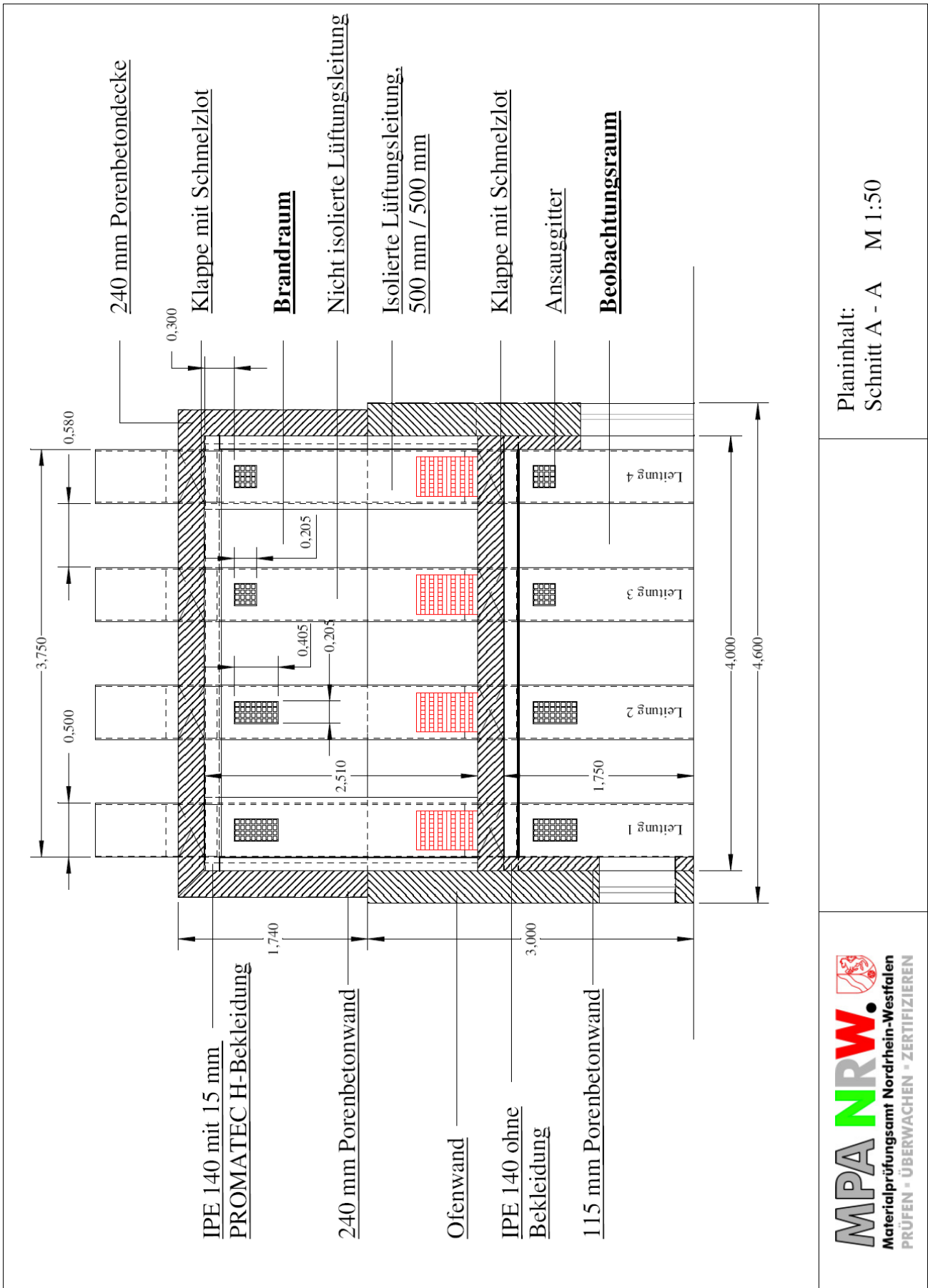
Planinhalt:  
 Grundriss Brandraum M 1:50

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

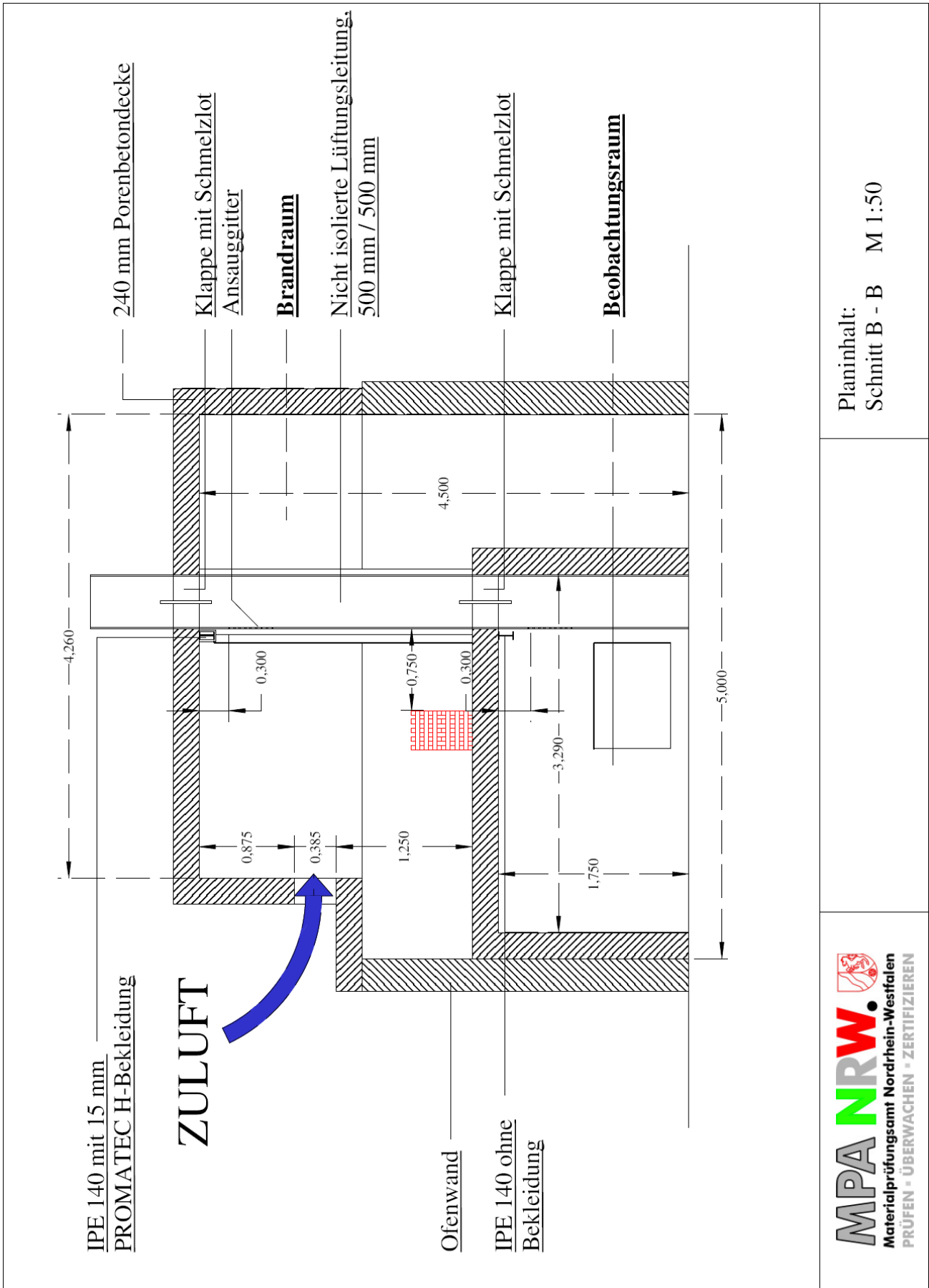


Planinhalt:  
 Grundriss Beobachtungsraum M 1:50

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“





Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

---

## 2. Versuchsbeobachtungen

Alle vier Holzkippen sind mit ca. 50 Gramm Baumwollbüscheln versehen worden, um ein gleichmäßiges Zünden der Holzkippen zu gewährleisten.

Heizdauer in Minuten	Beobachtungen
	(FS = die dem Feuer zugekehrte Seite)
	(LS = die vom Feuer abgekehrte Seite)
0:00	LS: Entzündung aller 4 Holzkippen, starke Rauchentwicklung. Krippe 4 zündet zunächst nicht.
3:00	LS: Eine starke Sogwirkung im unteren Fensterbereich ist zu erkennen, im oberen Fensterbereich Ausströmen von heißen Gasen. Die ersten beiden Holzkippen an Lüftungsleitung 1 und 2 brennen besser ab als die beiden an Leitung 3 und 4.
3:30	LS: Die Brandschutzklappe der Lüftungsleitung 1 löst aus, anschließend werden die Brandschutzklappen der Leitungen 2, 3 und 4 mechanisch ausgelöst.
4:50	LS: Rauchaustritt aus der Leitung 3 in den unteren Beobachtungsraum.
5:30	LS: Rauchaustritt aus der Leitung 2 in den unteren Beobachtungsraum. Der Rauchaustritt aus Leitung 3 nimmt deutlich ab.
7:00	LS: Die Holzkippe Nr. 4 brennt nicht. Die Holzkippe Nr. 3 brennt im unteren Bereich, die Flammen fressen sich nach oben fort. Im Bereich über den Holzkippen sind „schwebende Flammen“ wahrzunehmen.
8:00	LS: Holzkippe Nr. 4 glimmt im untersten Bereich, ein Aufglimmen ist in Abhängigkeit vom Luftzug zu erkennen. Die Trübung durch Rauch hat stark nachgelassen, beim Blick in den Ofen sind alle 4 Krippen mittlerweile klar zu erkennen.
17:00	LS: Holzkippe Nr. 2 ist leicht zum Fenster hin zusammengefallen.
17:20	LS: Kein Rauchaustritt aus den Leitungen 2 und 3 in den unteren Beobachtungsraum mehr zu erkennen.
18:00	LS: Holzkippe Nr. 3 ist in Richtung Holzkippe Nr. 2 leicht zusammengefallen. Holzkippe Nr. 4 fängt jetzt an zu brennen.
24:00	LS: Die Ventilatoren werden abgestellt.
26:00	LS: Holzkippe Nr. 1 ist in Richtung Holzkippe Nr. 2 zusammengesackt und stützt sich darauf ab. Die vierte Holzkippe ist mittlerweile voll entzündet.

---

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

---

Heizdauer (FS = die dem Feuer zugekehrte Seite)

in Beobachtungen

Minuten (LS = die vom Feuer abgekehrte Seite)

---

34:00 LS: Die vierte Holzkrippe ist zum Fenster hin umgefallen.

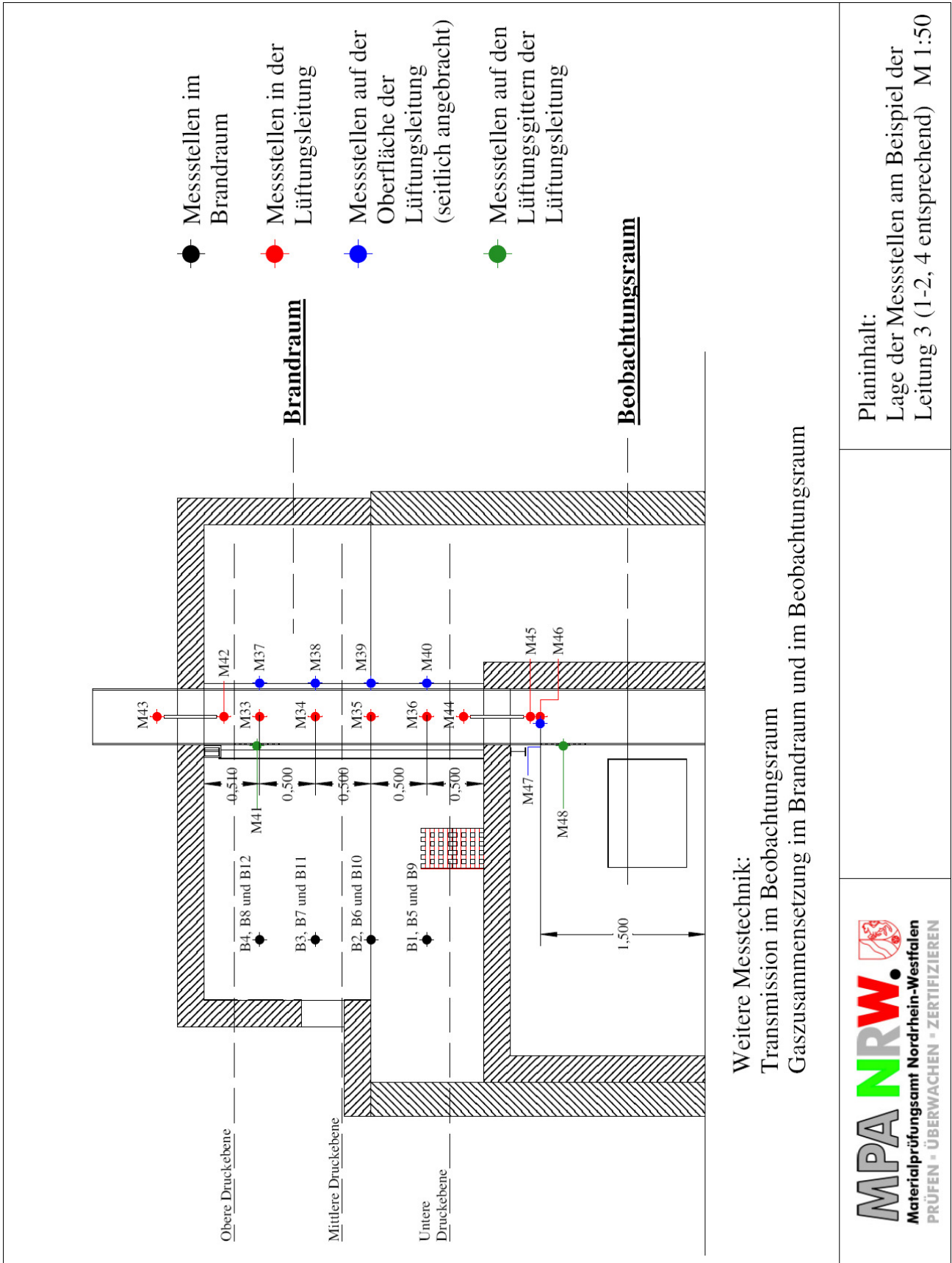
44:00 LS: Der Versuch wird abgebrochen, da mit keinen weiteren Auffälligkeiten gerechnet wird.

---

Beobachtungen nach dem Versuch:

- Alle oberen Klappen lassen sich wieder öffnen, lediglich bei den unbekleideten Leitungen ist der Promaseal-Streifen der Brandschutzklappen geringfügig aufgeschäumt.
- Nach dem Versuch wurden keine weiteren auffälligen Beobachtungen an den Lüftungsleitungen und den Versuchseinrichtungen gemacht.

### 3. Messstellenplan



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

## 4. Messergebnisse

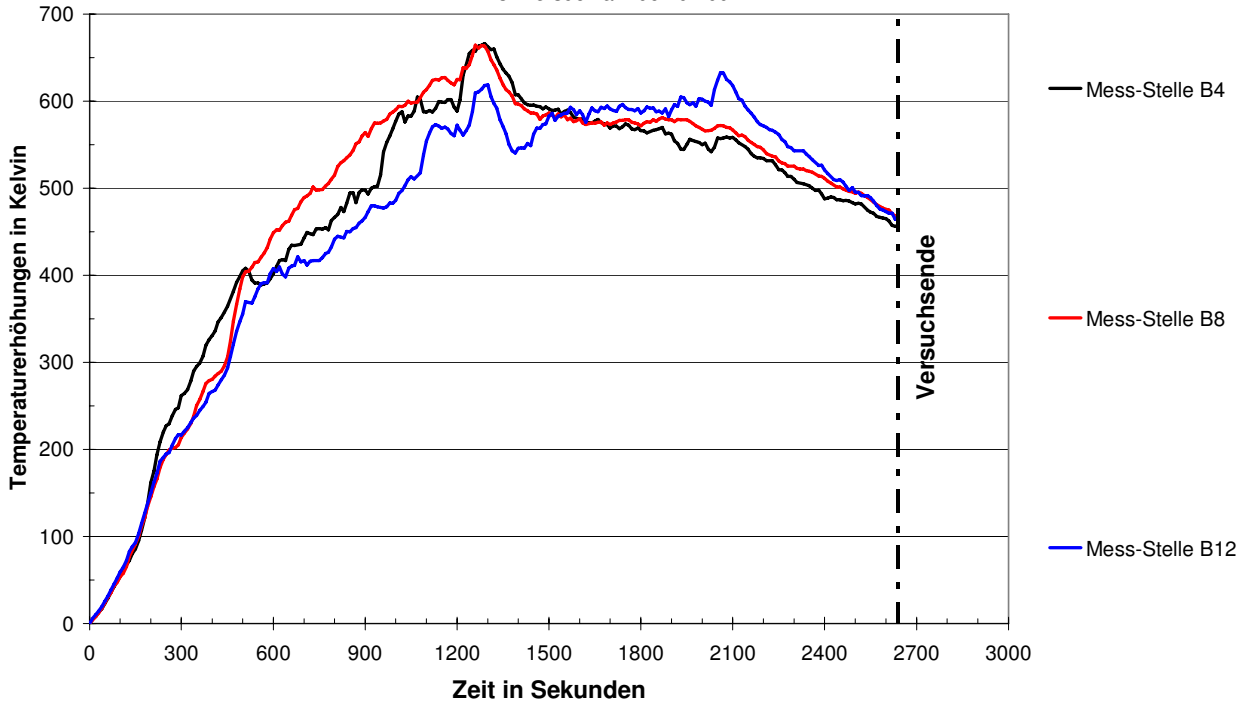
Anlage	Inhalt
3-10	Temperaturerhöhung im Brandraum – 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
3-10	Temperaturerhöhung im Brandraum – 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
3-11	Temperaturerhöhung im Brandraum – 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
3-11	Temperaturerhöhung im Brandraum – 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
3-12	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
3-12	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
3-13	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
3-13	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
3-14	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
3-14	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
3-15	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
3-15	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
3-16	Temperaturerhöhung an den Lüftungsgittern im Brandraum
3-16	Temperaturerhöhung unterhalb der oberen Brandschutzklappen
3-17	Temperaturerhöhung oberhalb der oberen Brandschutzklappen
3-17	Temperaturerhöhung oberhalb der unteren Brandschutzklappen
3-18	Temperaturerhöhung unterhalb der unteren Brandschutzklappen
3-18	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 1,50 m oberhalb des Bodens vom unteren Beobachtungsraum
3-19	Temperaturerhöhung an den Lüftungsgittern im unteren Beobachtungsraum
3-19	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 1,50 m oberhalb des Bodens vom unteren Beobachtungsraum
3-20	Druckverlauf im Brandraum
3-20	Transmission im unteren Beobachtungsraum
3-21	Gaszusammensetzung im Brandraum
3-21	Gaszusammensetzung im unteren Beobachtungsraum

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

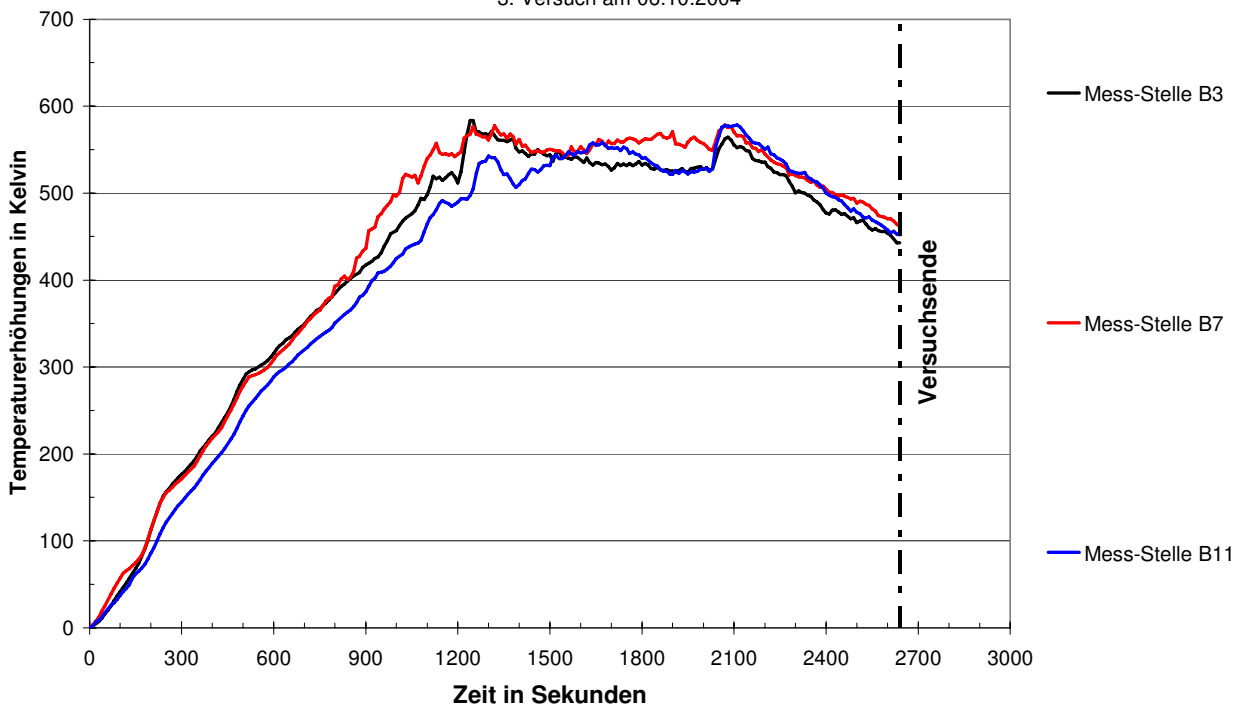
3. Versuch am 06.10.2004



**Temperaturerhöhungen im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

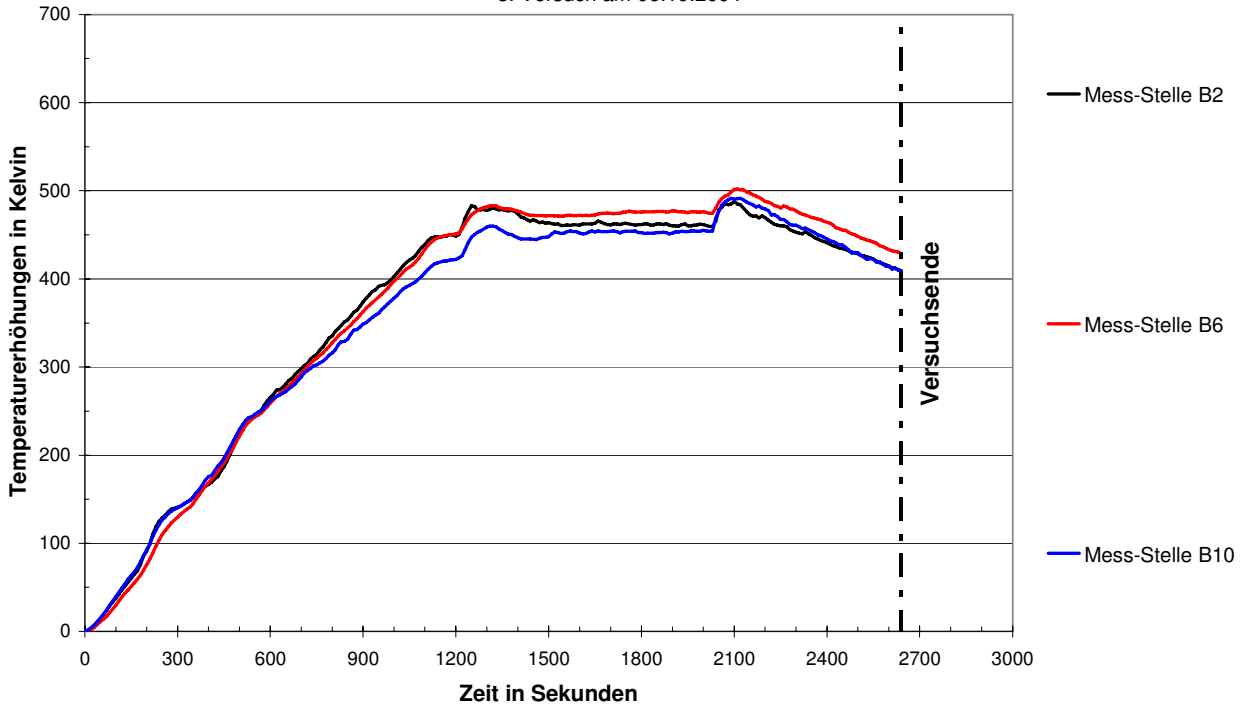
3. Versuch am 06.10.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

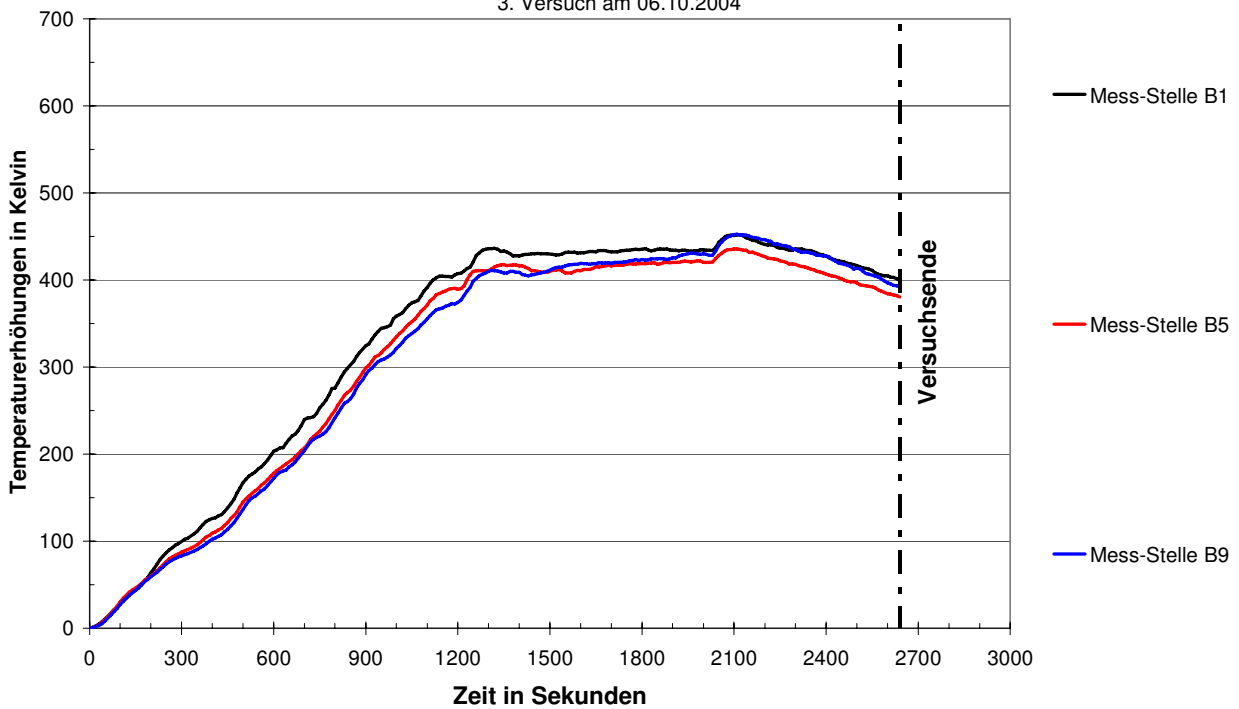
**Temperaturerhöhungen im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 3. Versuch am 06.10.2004



**Temperaturerhöhungen im Brandraum**

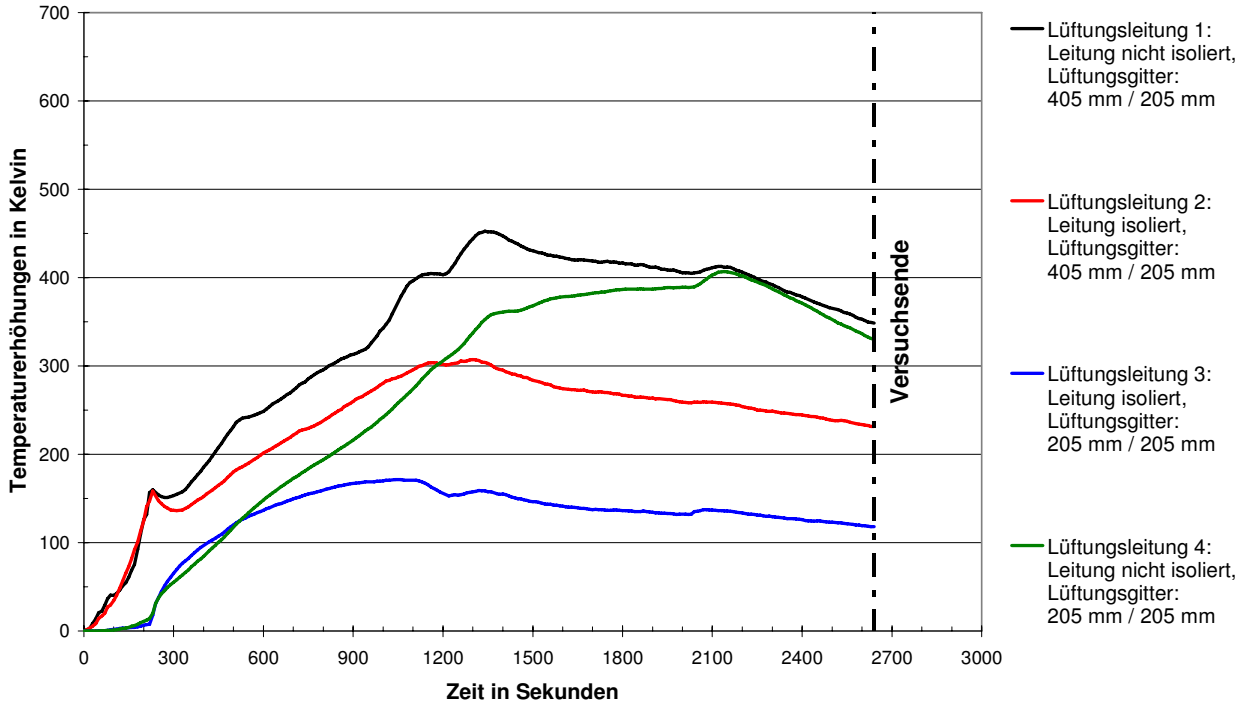
Lage der Mess-Stellen: 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 3. Versuch am 06.10.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

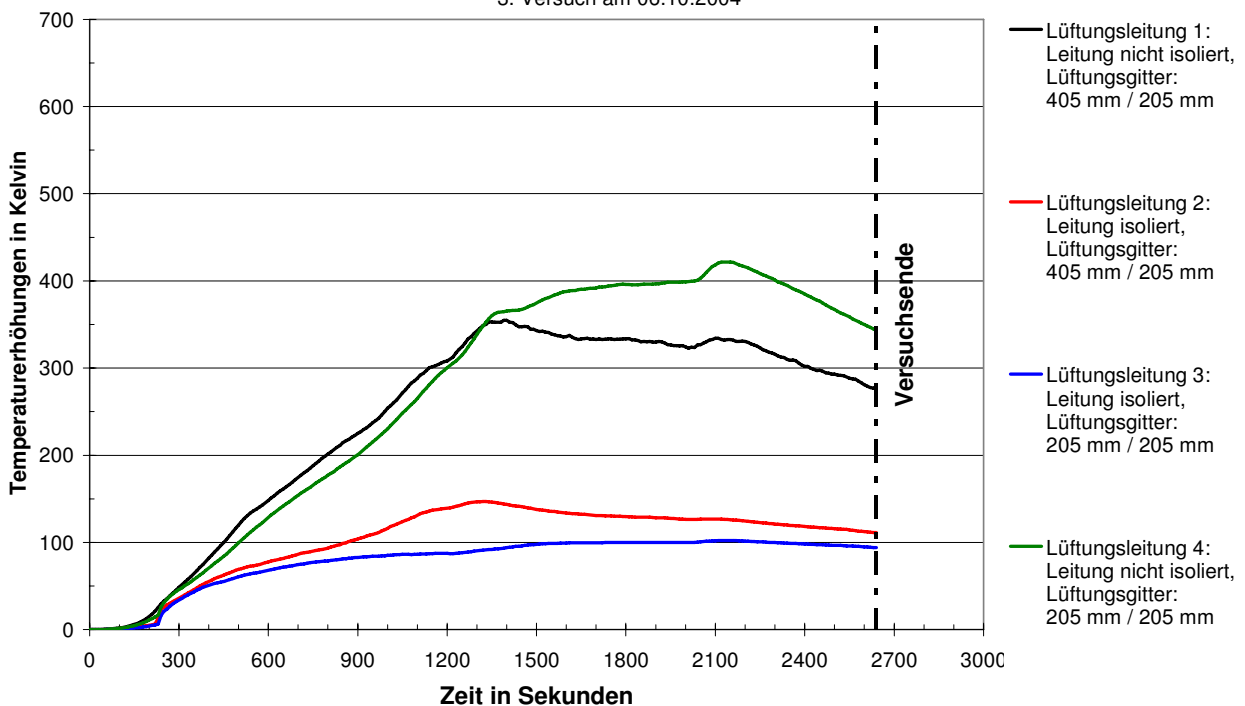
**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 3. Versuch am 06.10.2004



**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 3. Versuch am 06.10.2004

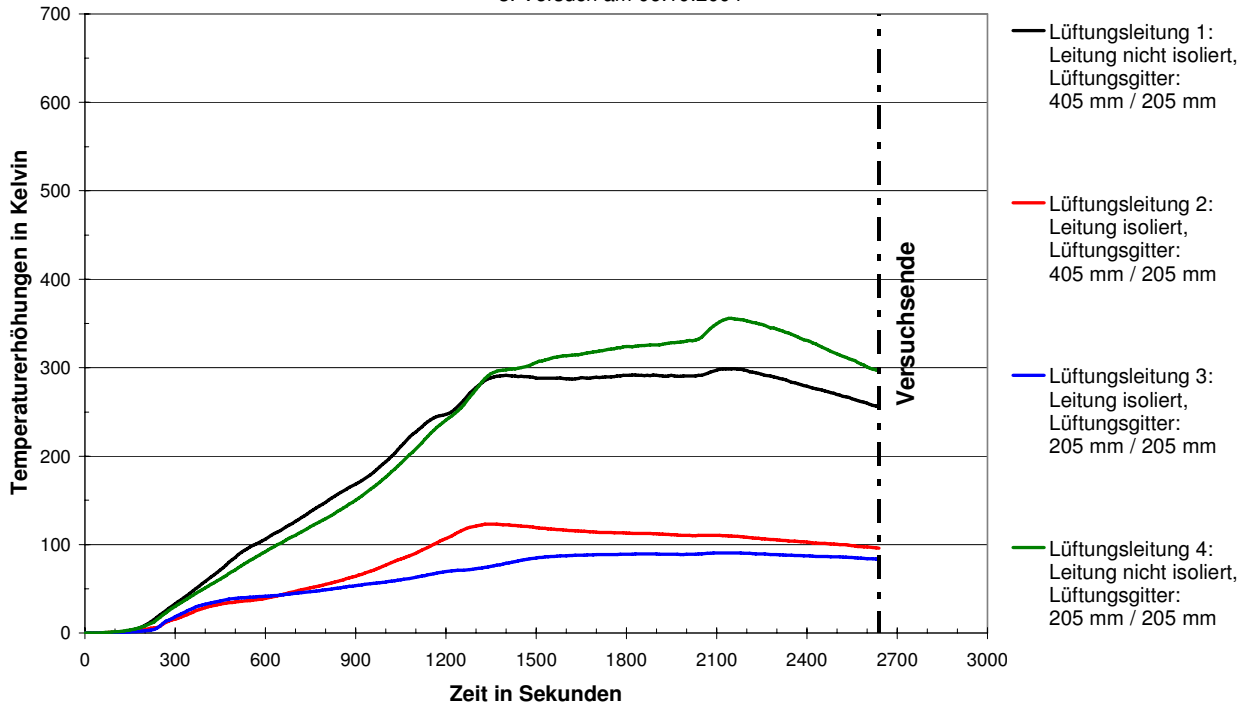


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

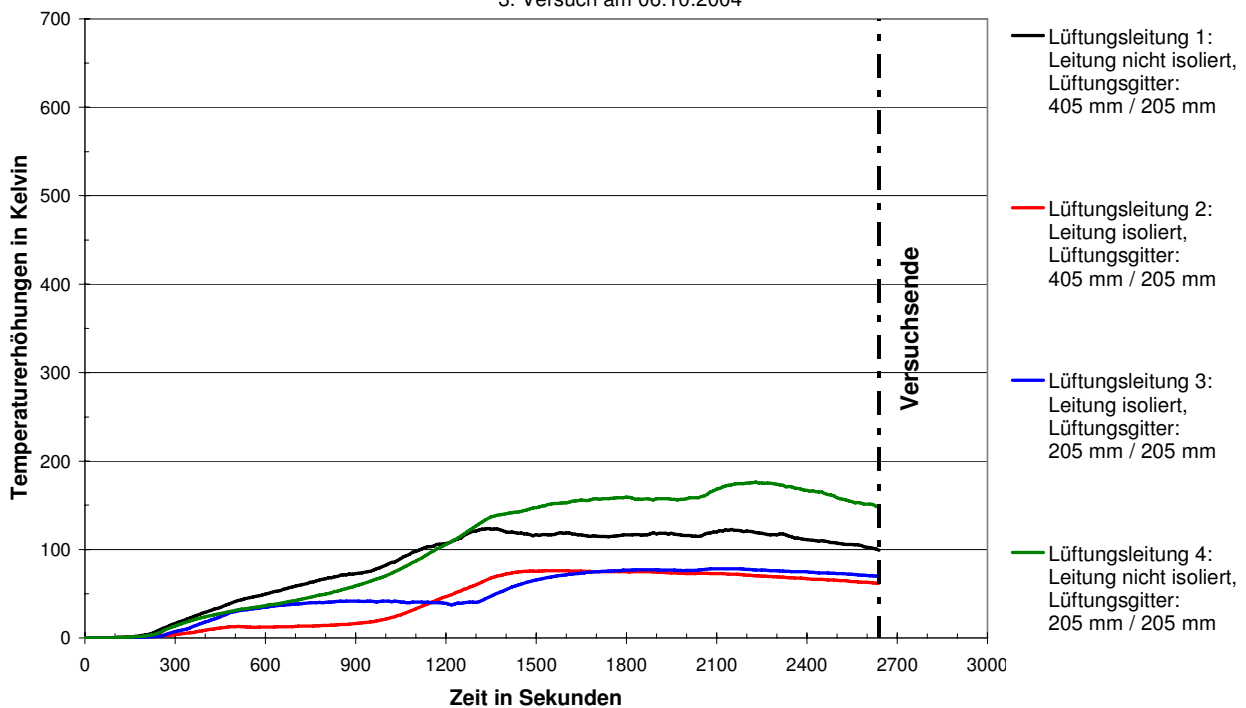
3. Versuch am 06.10.2004



**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

3. Versuch am 06.10.2004

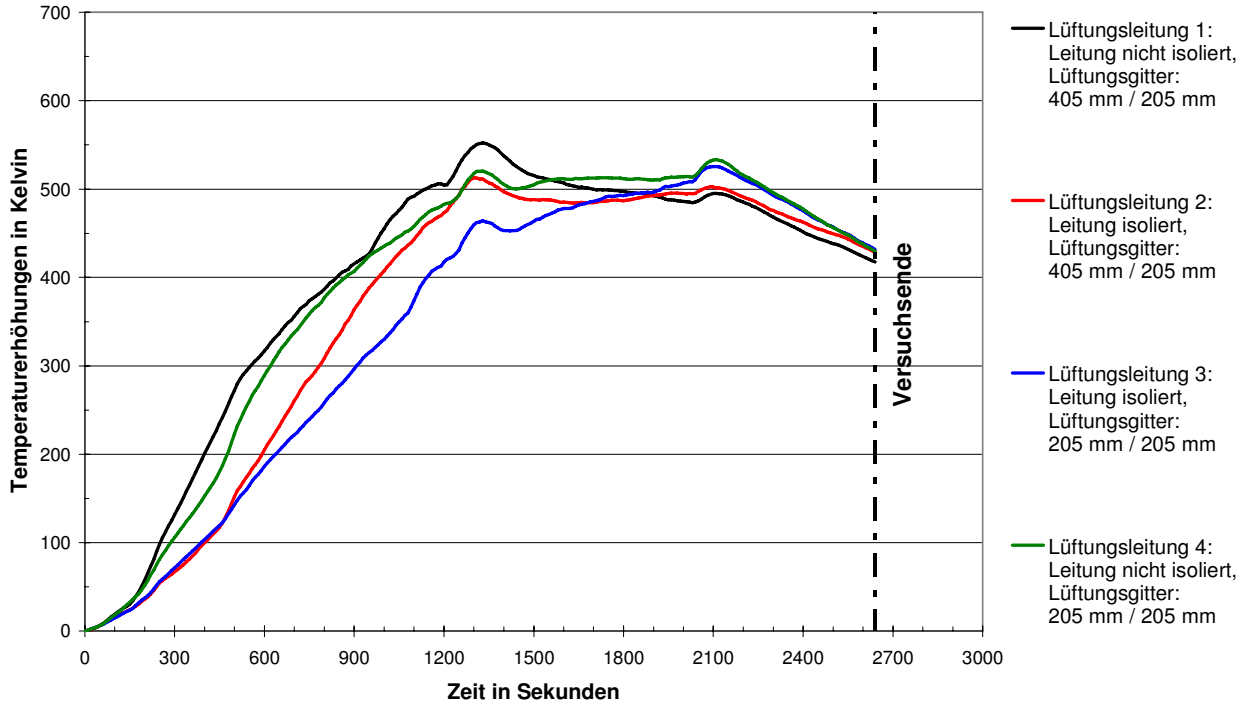




Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

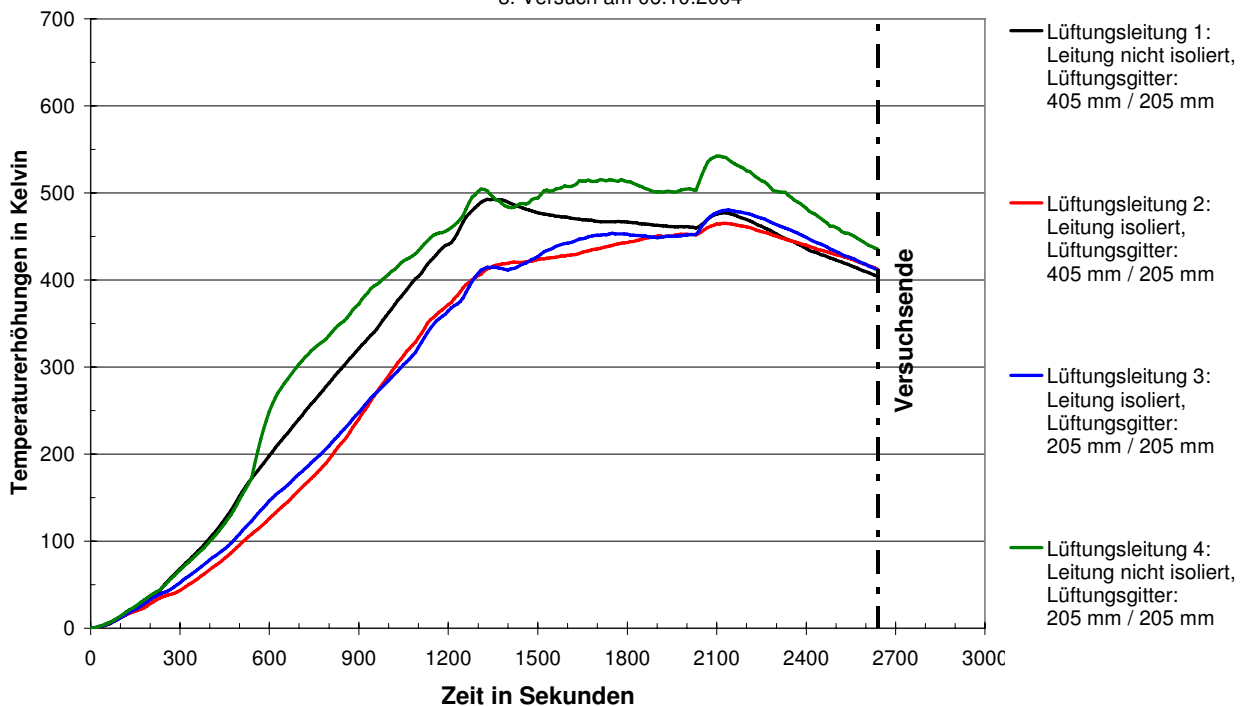
**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 3. Versuch am 06.10.2004



**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

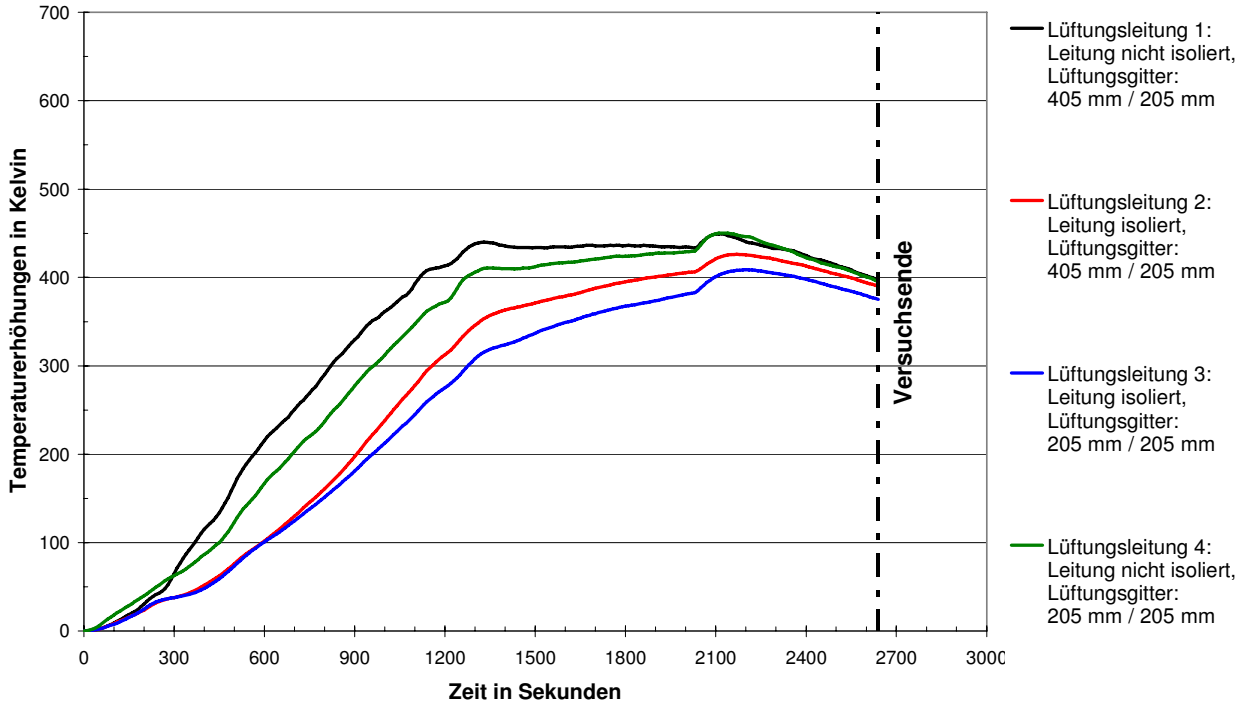
Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 3. Versuch am 06.10.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

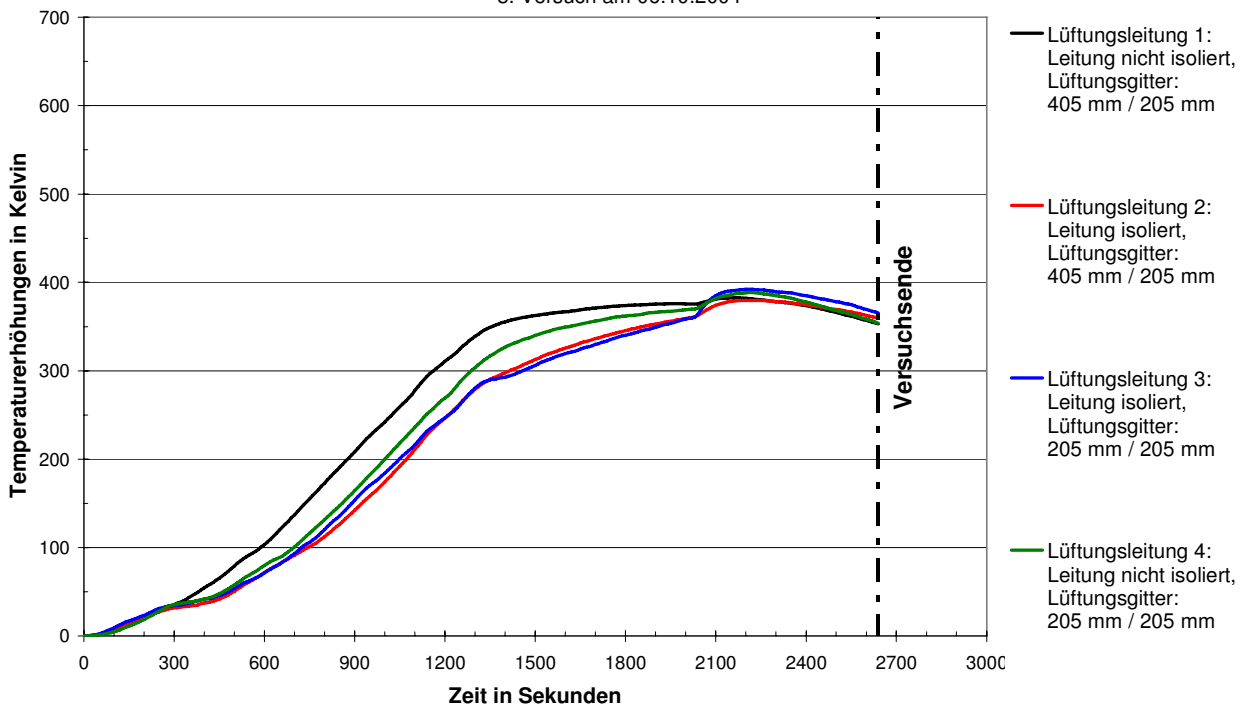
**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 3. Versuch am 06.10.2004



**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 3. Versuch am 06.10.2004

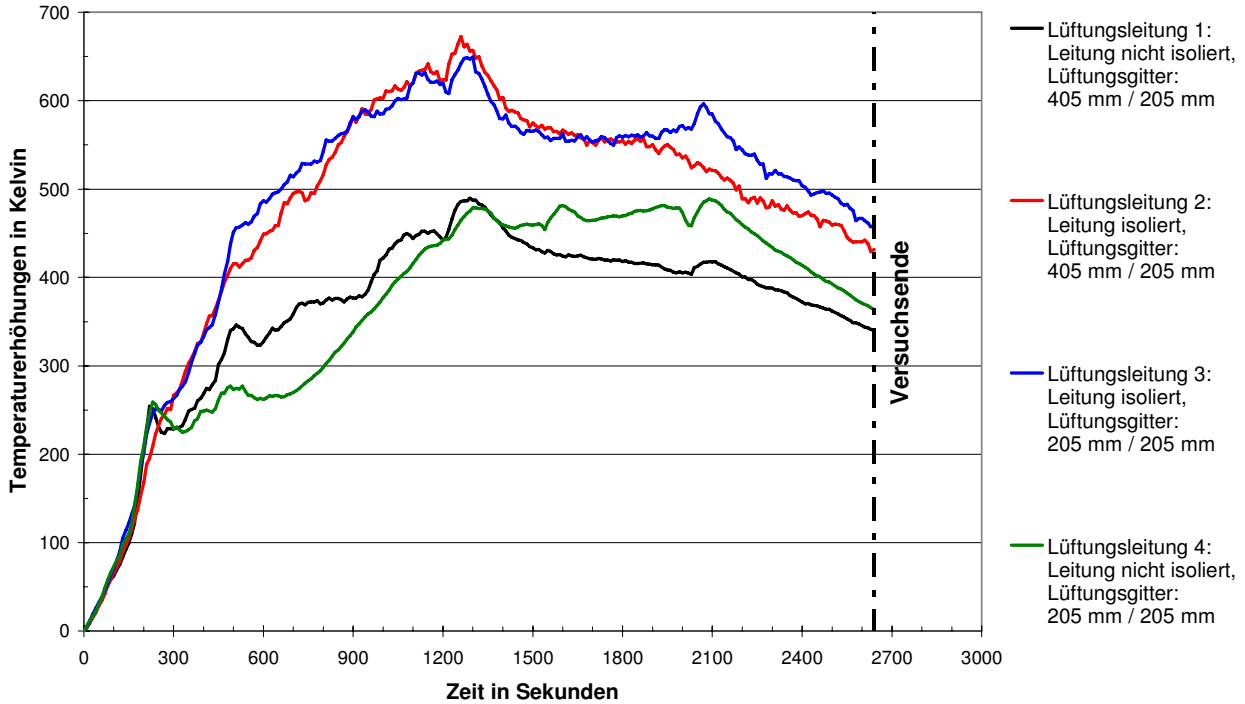


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen an den Lüftungsgittern im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar vor den Lüftungsgittern im Brandraum

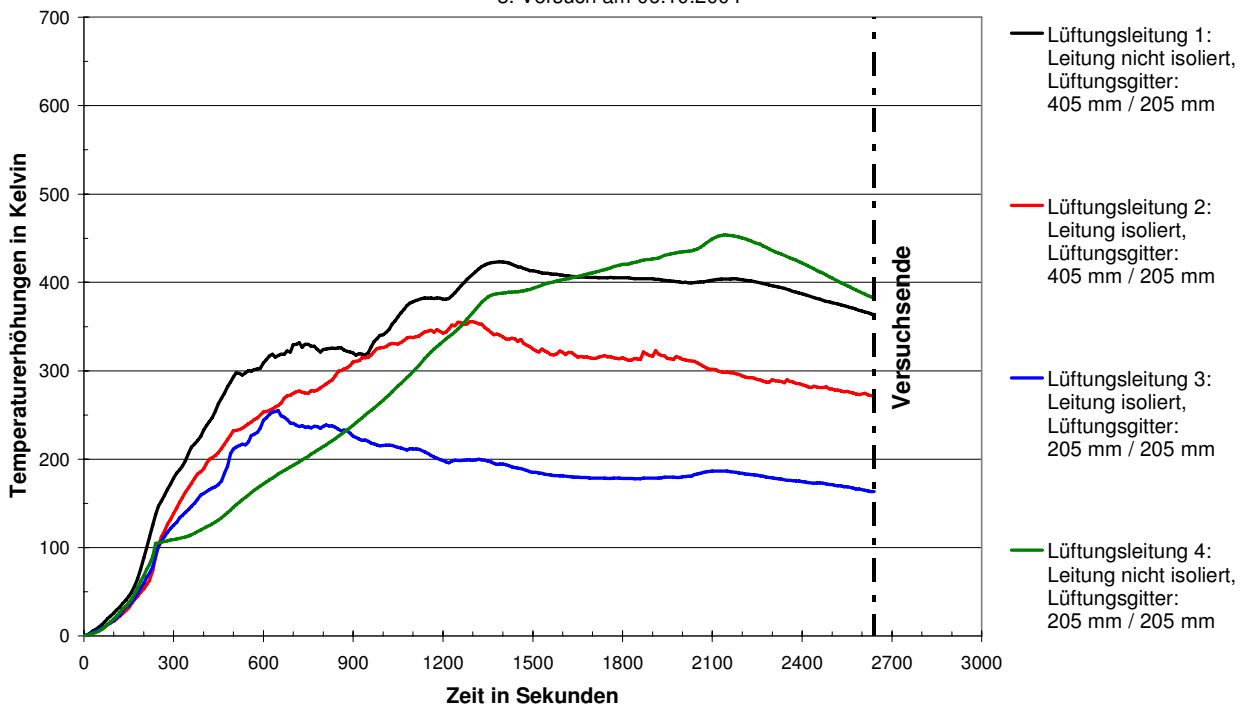
3. Versuch am 06.10.2004



**Temperaturerhöhungen unterhalb der oberen Brandschutzklappen**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar unterhalb der oberen Brandschutzklappen

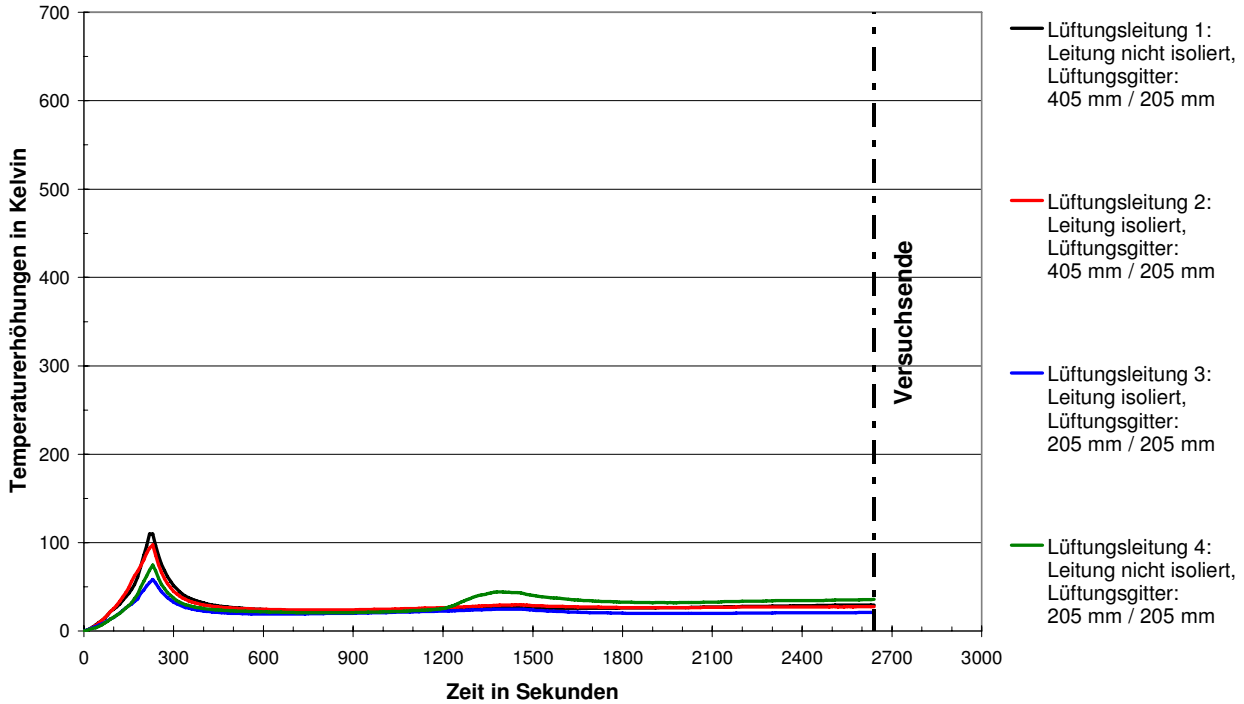
3. Versuch am 06.10.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

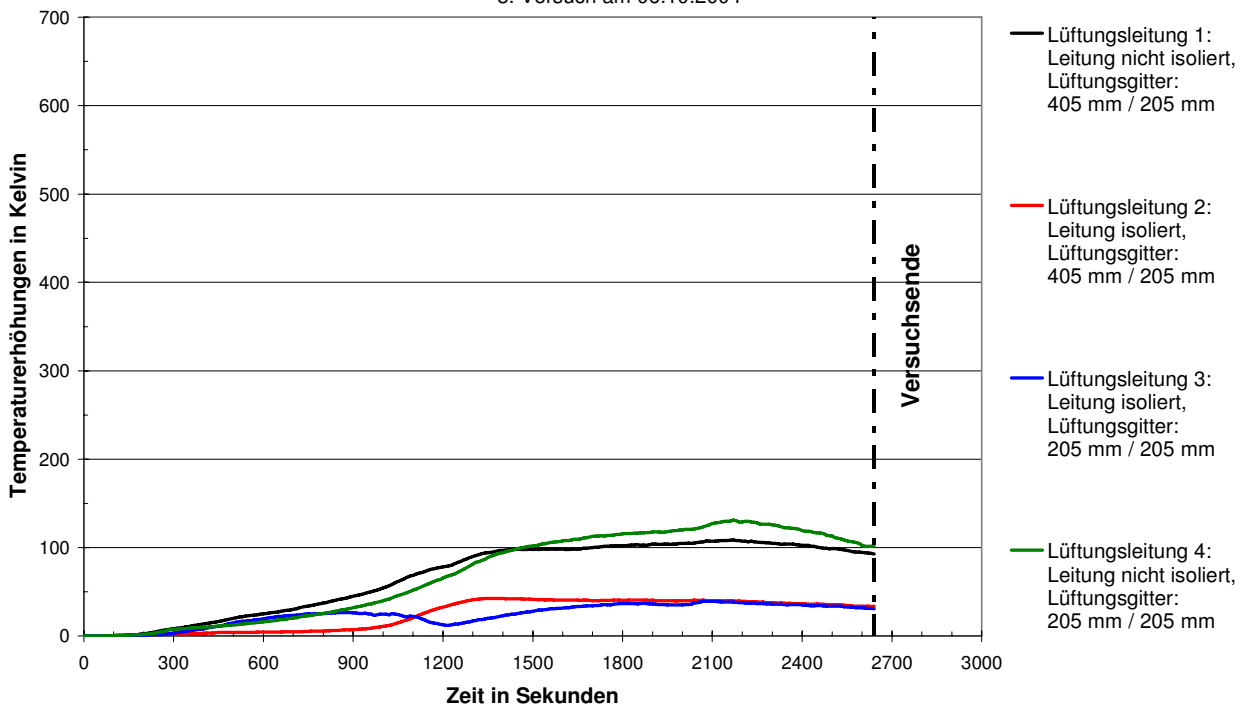
**Temperaturerhöhungen oberhalb der oberen Brandschutzklappen**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar oberhalb der oberen Brandschutzklappen  
 3. Versuch am 06.10.2004



**Temperaturerhöhungen oberhalb der unteren Brandschutzklappen**

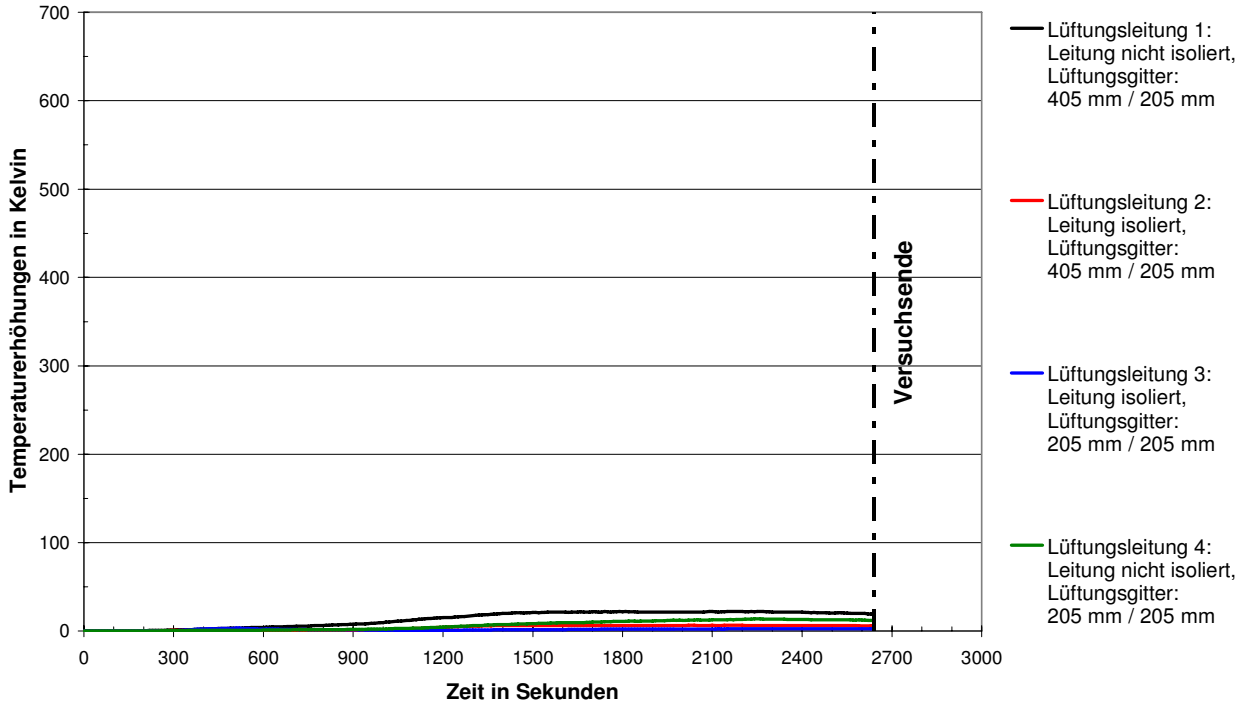
Lage der Mess-Stellen: unmittelbar oberhalb der unteren Brandschutzklappen  
 3. Versuch am 06.10.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

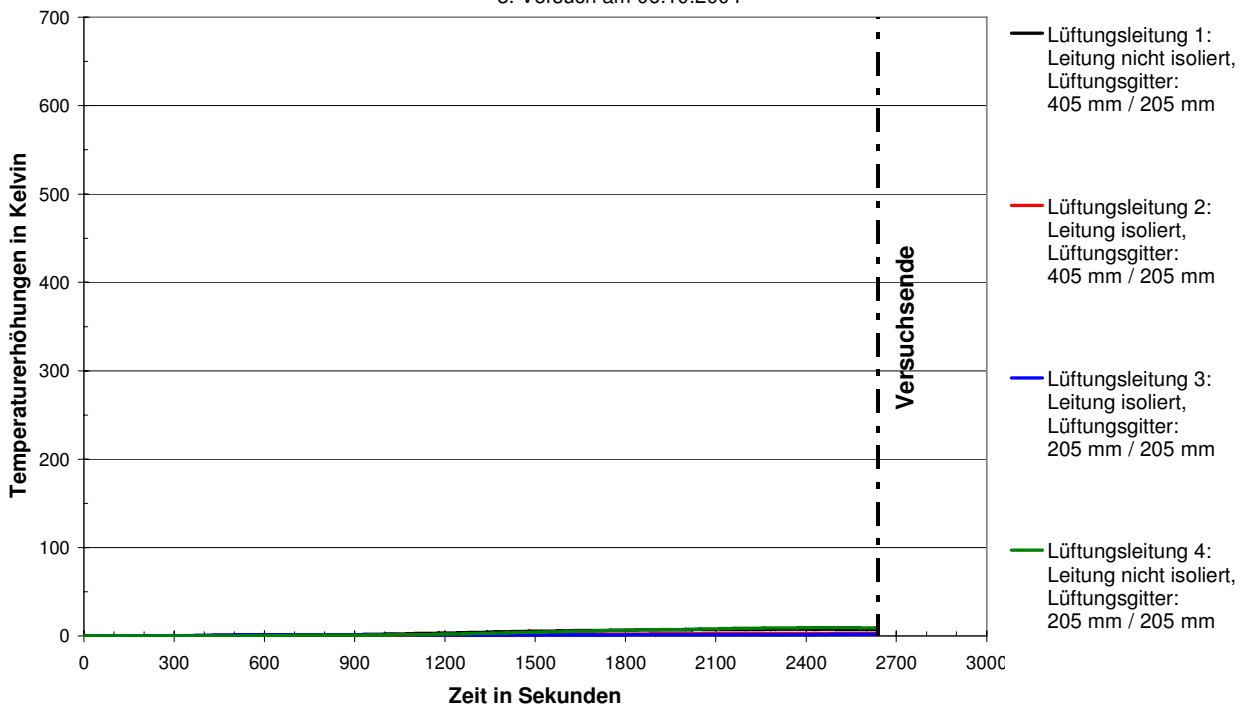
**Temperaturerhöhungen unterhalb der unteren Brandschutzklappen**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar unterhalb der unteren Brandschutzklappen  
 3. Versuch am 06.10.2004



**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom unteren Beobachtungsraum  
 3. Versuch am 06.10.2004

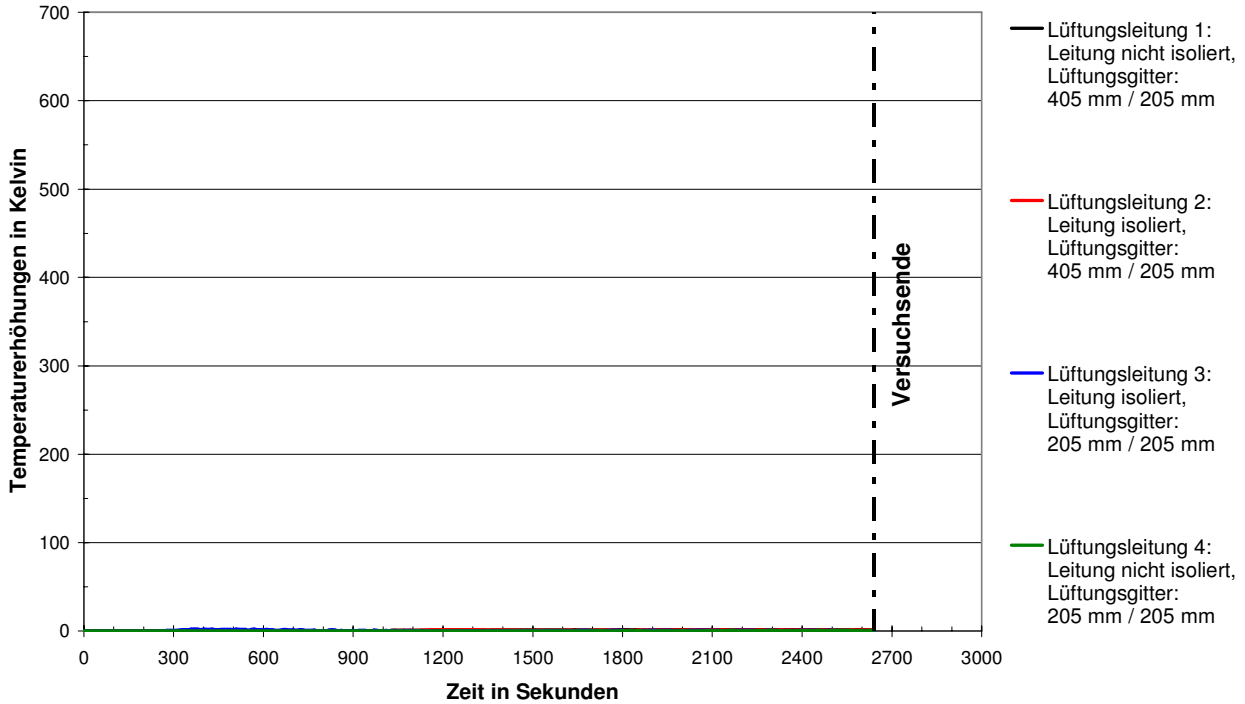


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen an den Lüftungsgittern im Beobachtungsraum**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar vor den Lüftungsgittern im unteren Beobachtungsraum

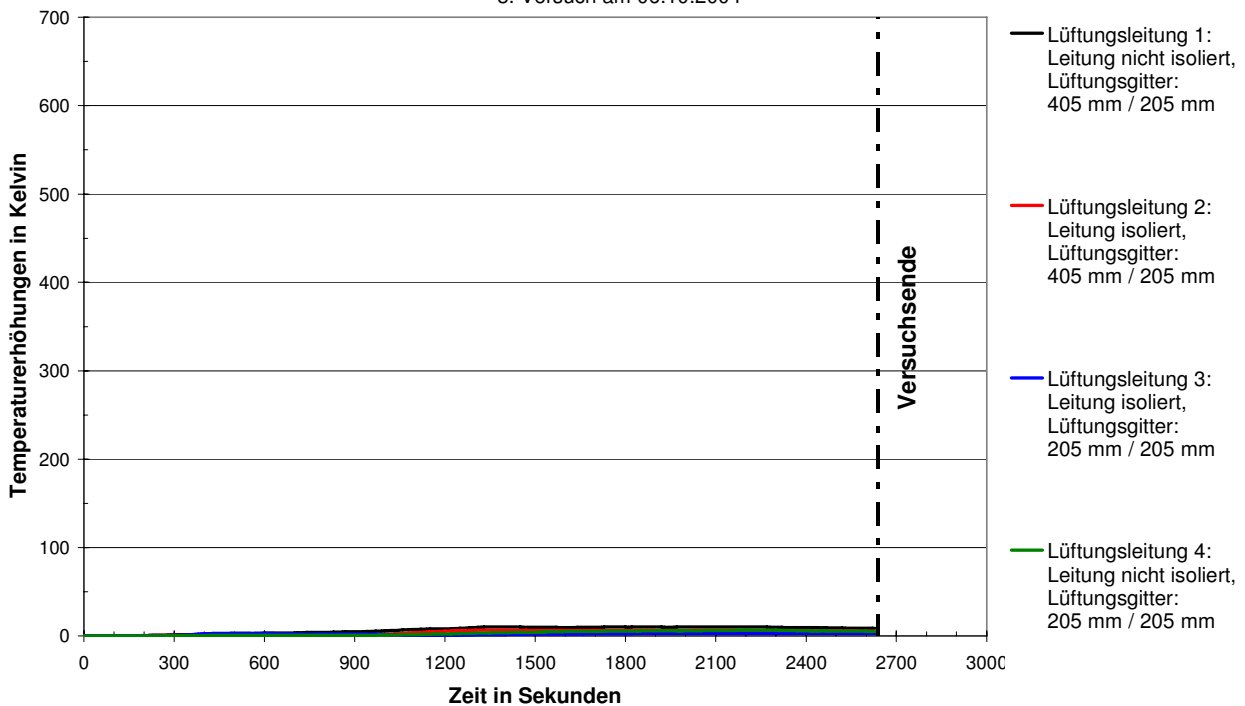
3. Versuch am 06.10.2004



**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom unteren Beobachtungsraum

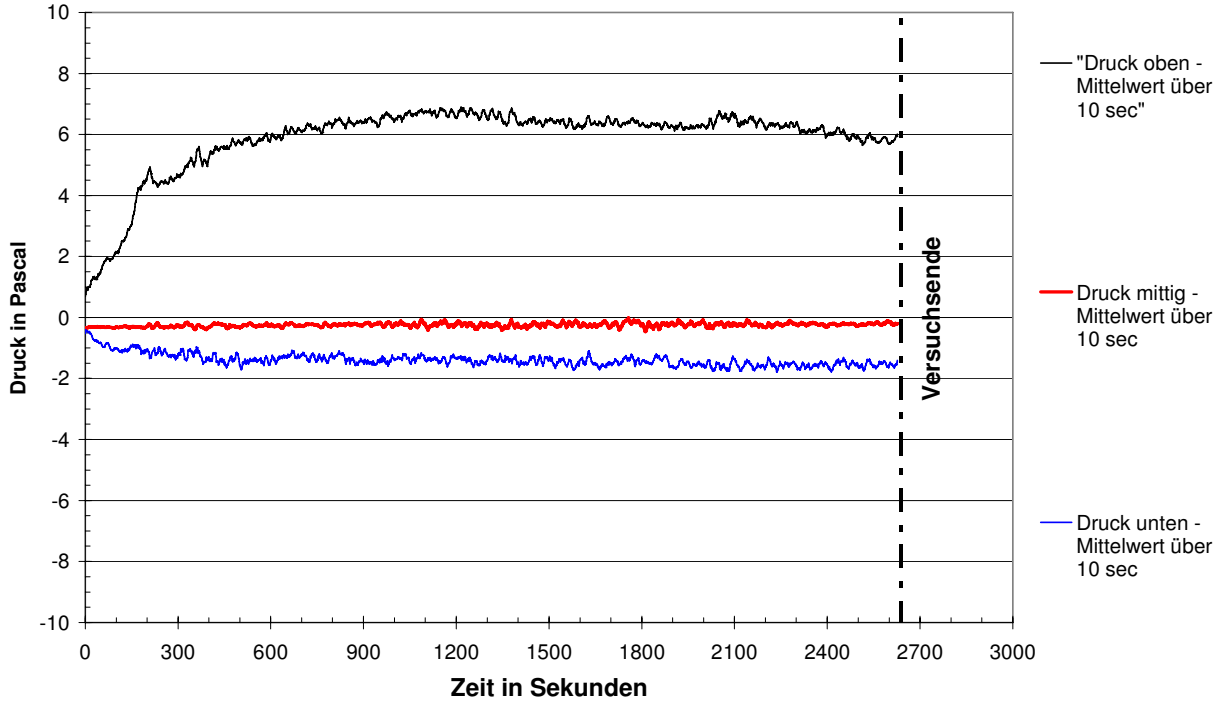
3. Versuch am 06.10.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

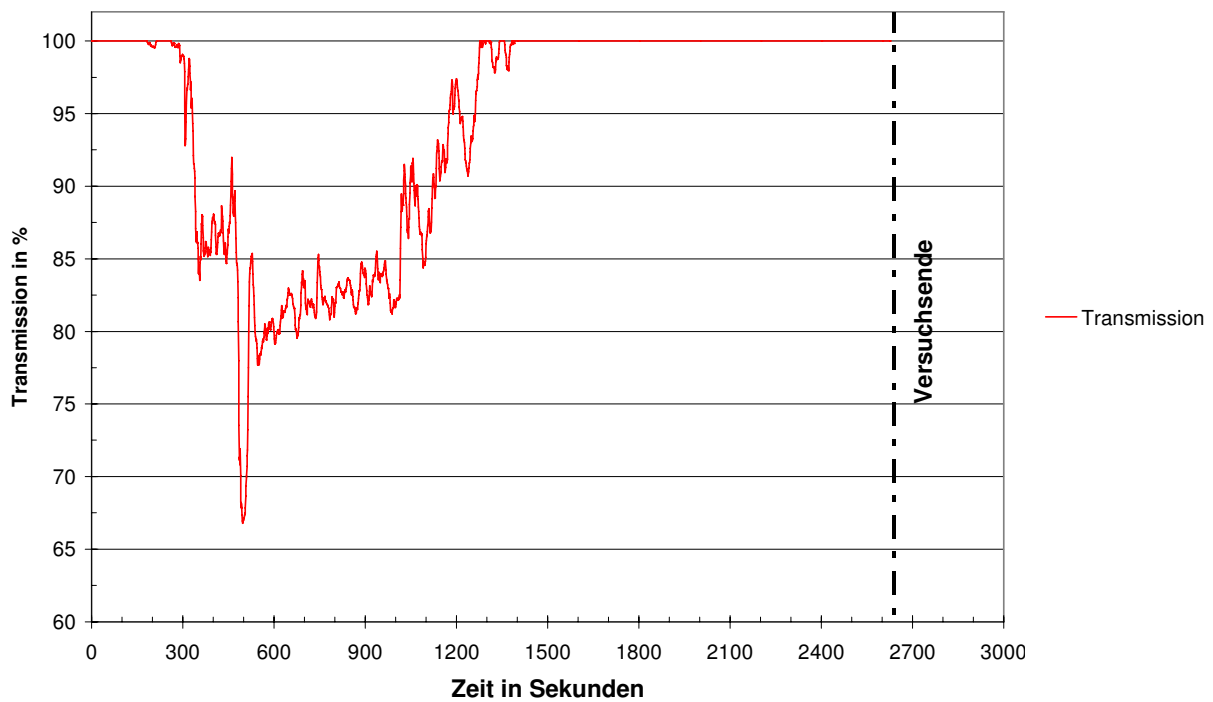
**Druckverlauf im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 50 cm vor der Aussenkante der Lüftungsleitungen  
 3. Versuch am 06.10.2004



**Transmission im unteren Beobachtungsraum**

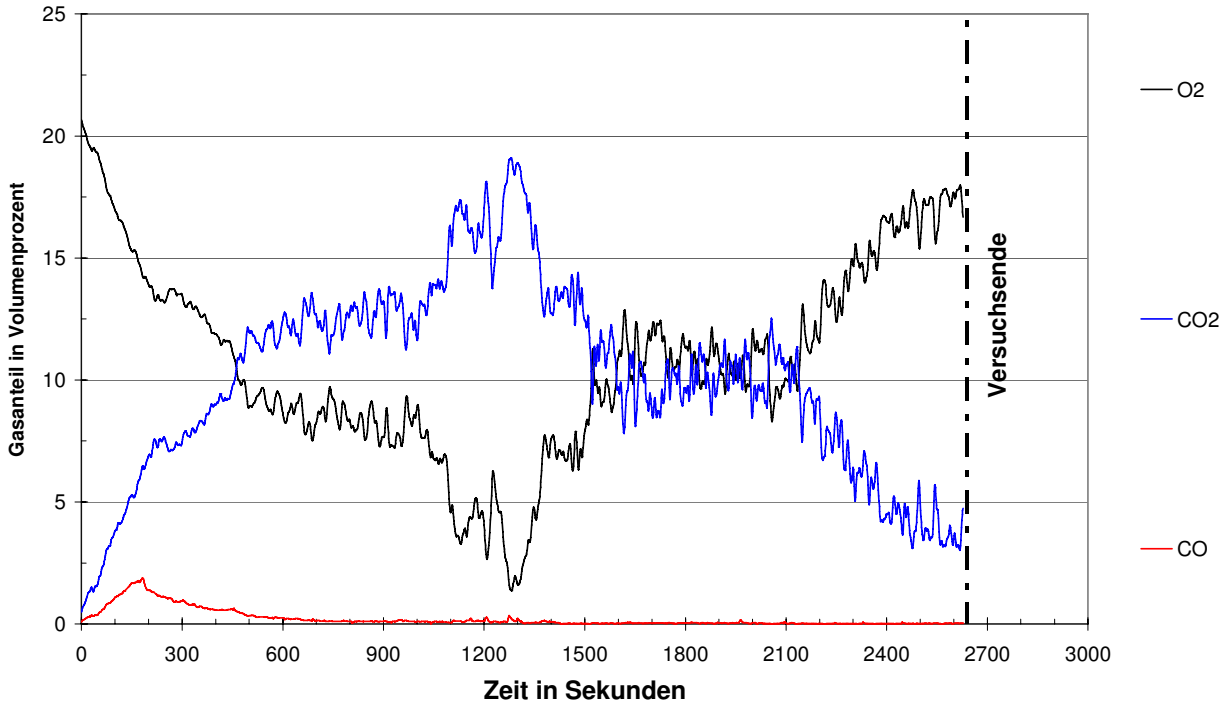
Lage der Mess-Strecke: 10 cm unterhalb der Decke  
 3. Versuch am 06.10.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

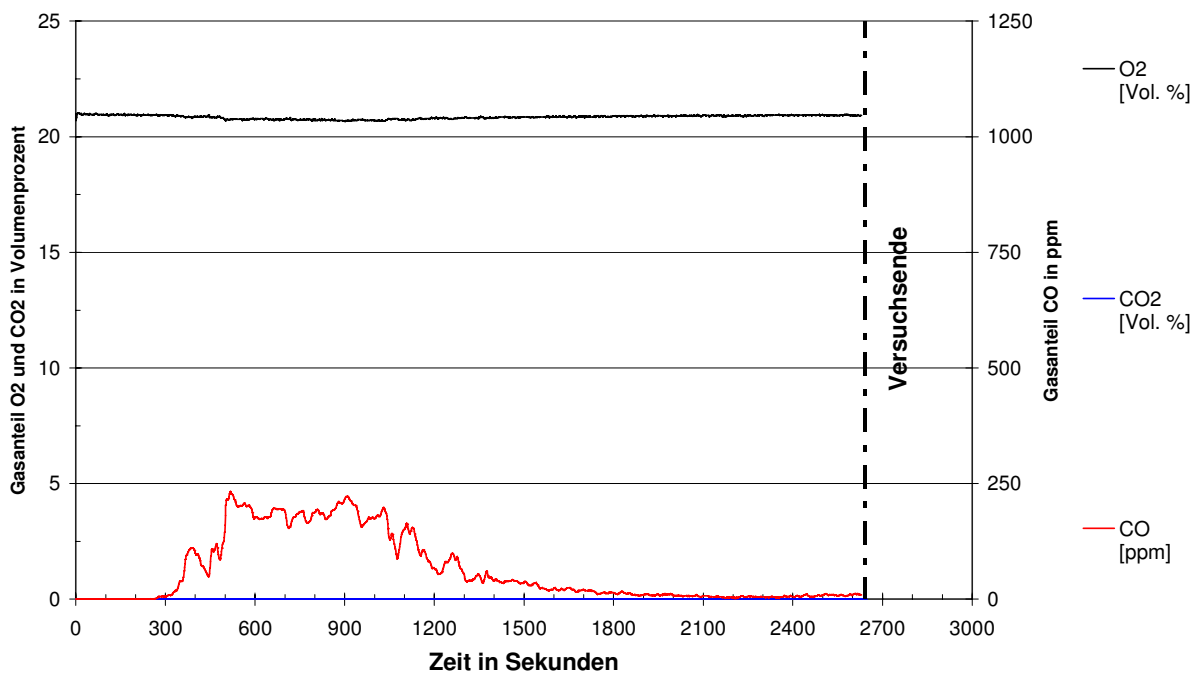
**Gaszusammensetzung im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: im Brandraum  
 3. Versuch am 06.10.2004



**Gaszusammensetzung im unteren Beobachtungsraum**

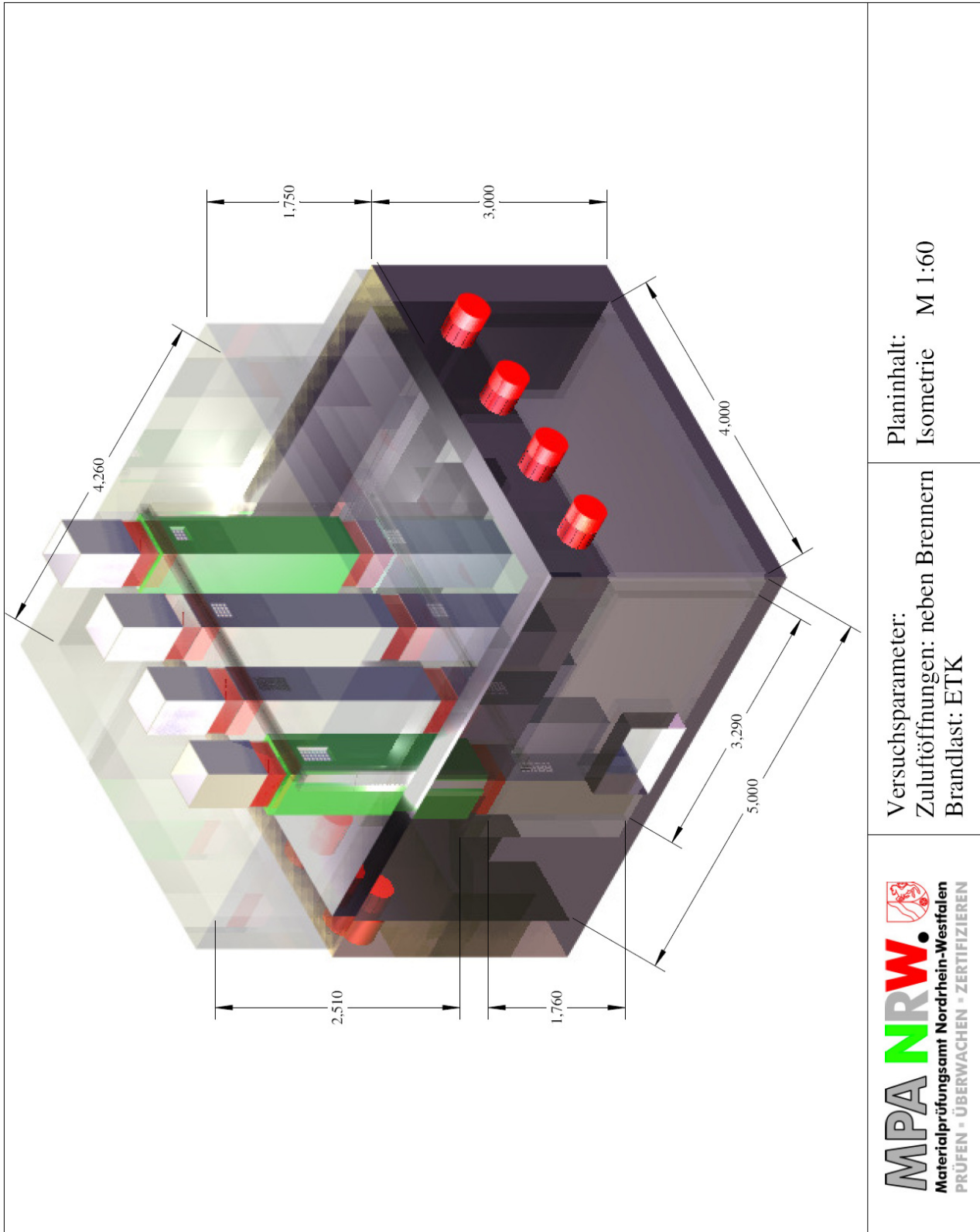
Lage der Mess-Stellen: im unteren Beobachtungsraum  
 3. Versuch am 06.10.2004



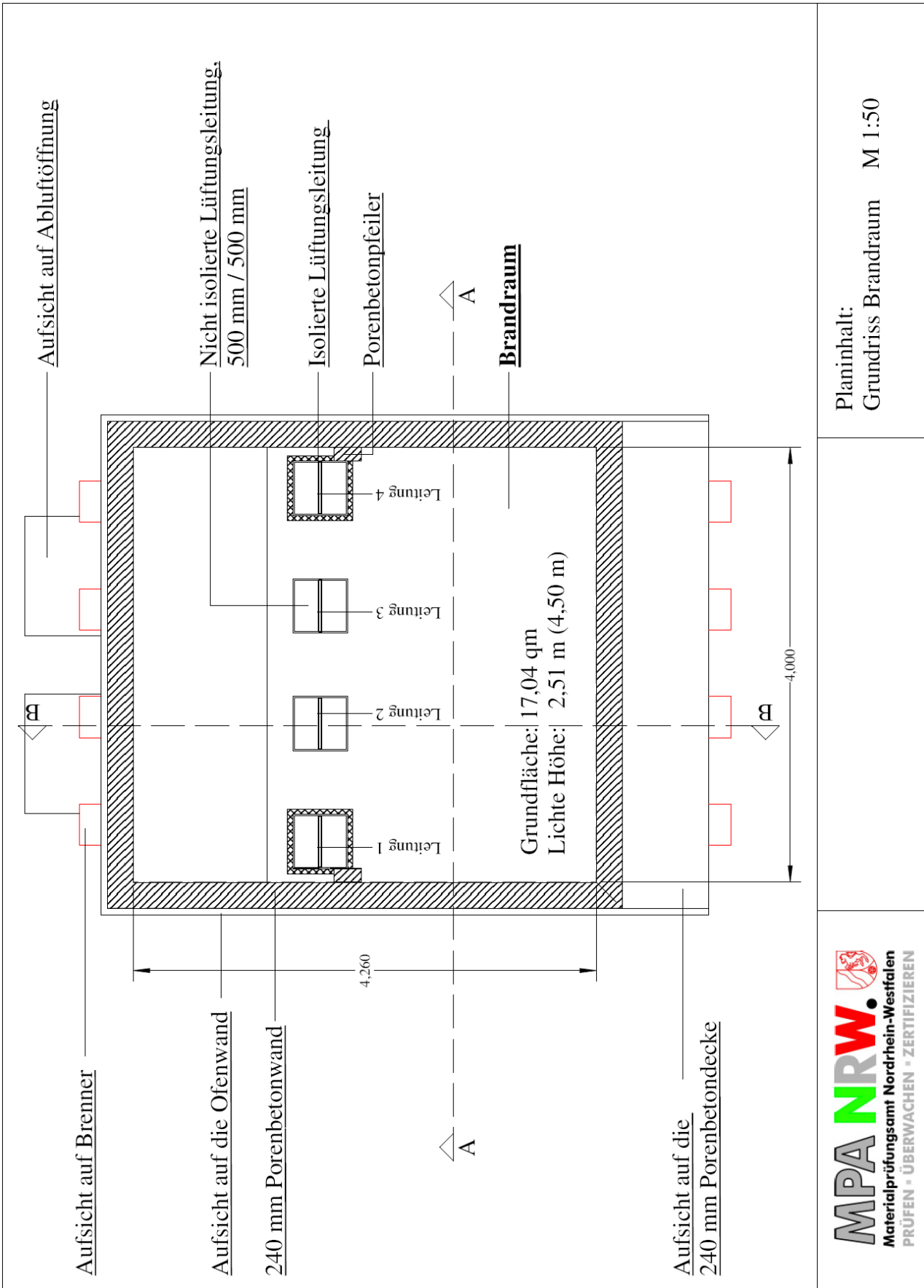


## 4. Versuch am 12.10.2004

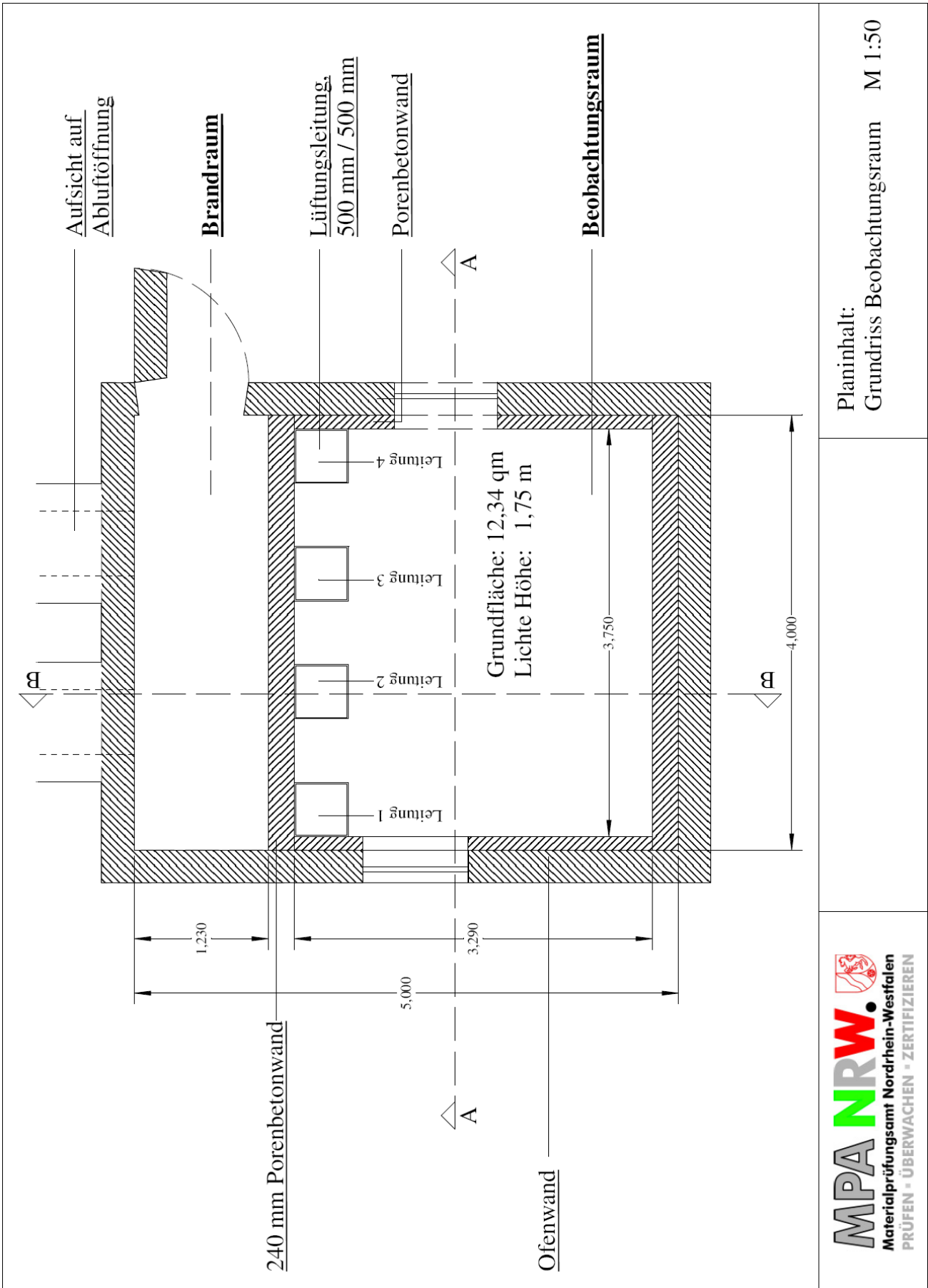
### 1. Versuchsaufbau



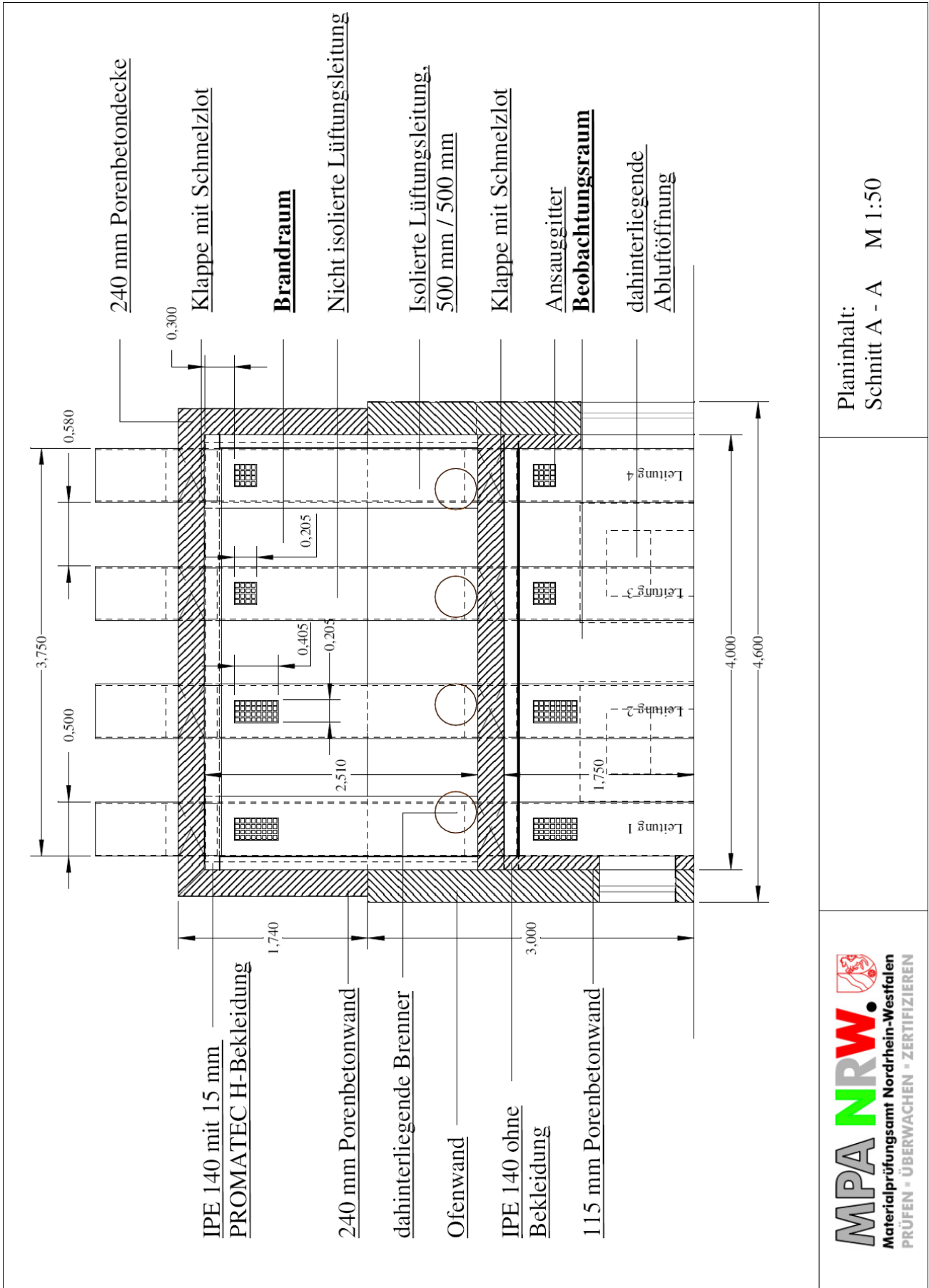
Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“



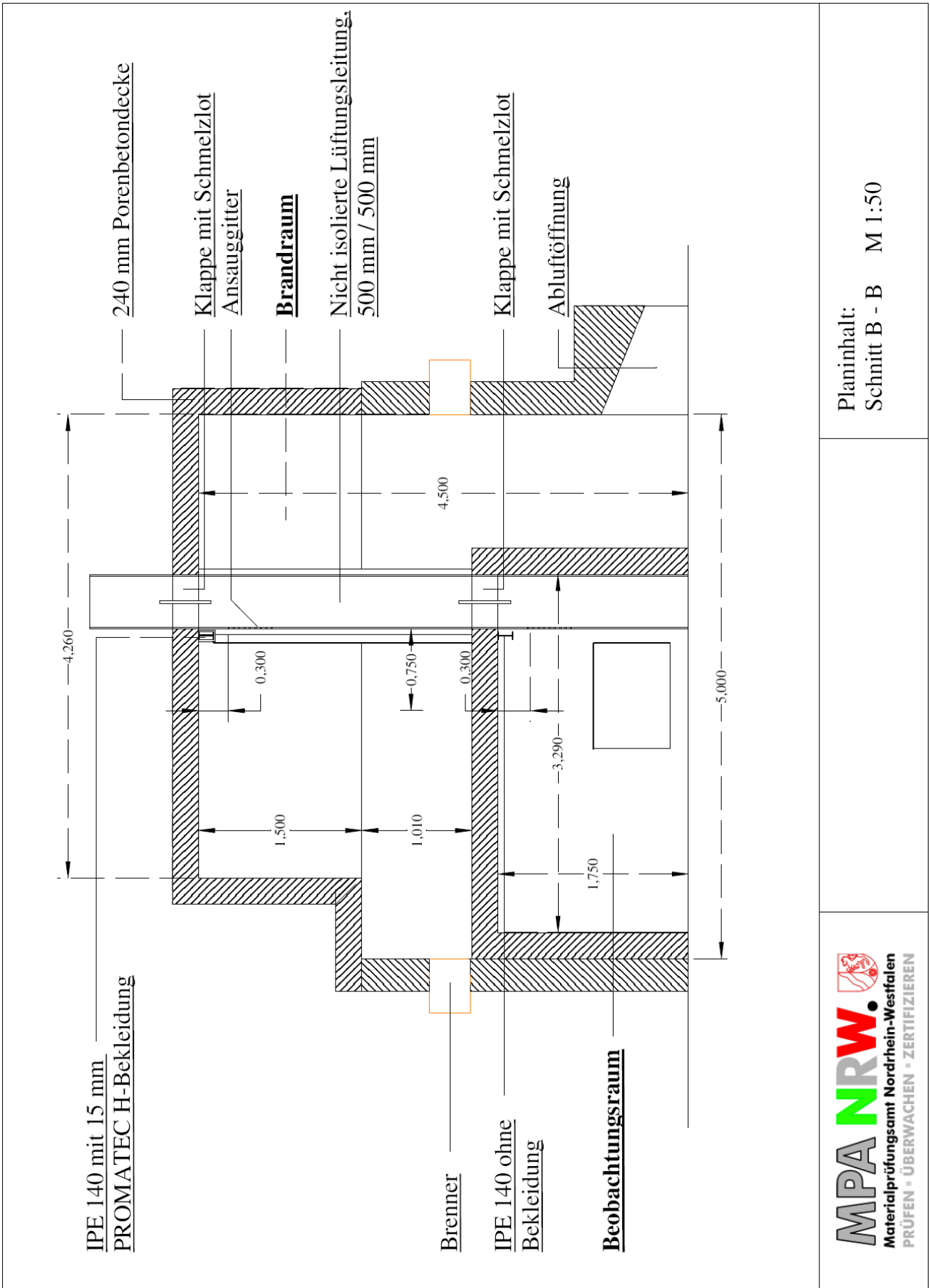
Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“



Planinhalt:  
 Schnitt B - B M 1:50

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

## 2. Versuchsbeobachtungen

Umgebungstemperatur: 20 °C

Druckniveau in Höhe Mitte Lüftungsgitter: 20 Pa

Brandschutzklappen lösen selbsttätig aus, werden also nicht von Hand ausgelöst.

Heizdauer in Minuten	Beobachtungen
	(FS = die dem Feuer zugekehrte Seite)
	(LS = die vom Feuer abgekehrte Seite)
00:00	LS: Die Brenner werden gezündet.
01:53	LS: Klappe 2 schließt.
01:59	LS: Klappe 1 schließt.
02:16	LS: Klappe 3 schließt.
02:17	LS: Klappe 4 schließt.
03:00	LS: Rauchaustritt aus dem Gitter der Lüftungsleitung 3 im Beobachtungsraum.
04:00	LS: Rauchaustritt auch aus Lüftungsleitung 2.
04:40	LS: Die untere Brandschutzklappe der Lüftungsleitung 2 hat geschlossen.
05:35	LS: Die untere Brandschutzklappe der Lüftungsleitung 3 hat geschlossen.
24:52	LS: Durch ein Knacken ist vernommen worden, dass das Schmelzlot in Lüftungsleitung 1 bei der unteren Brandschutzklappe ausgelöst hat, der Feststellhebel befindet sich jedoch noch in Offenstellung. Vermutlich ist der Dämmschichtbildner schon soweit aufgeschäumt, dass ein Zufallen der Brandschutzklappe nicht mehr möglich ist.
32:35	LS: Das Schmelzlot der unteren Brandschutzklappe der Lüftungsleitung 4 hat ausgelöst, die Klappe ist jedoch nicht zugefallen. Vermutlich hat auch hier der Dämmschichtbildner bereits soweit reagiert, dass das Zufallen der Brandschutzklappe nicht mehr möglich war.
37:45	LS: Die Transmission im Beobachtungsraum ist wieder auf 100 % angestiegen, vermutlich ist mit keinen weiteren Veränderungen zu rechnen. An den Verkleidungen der Fenster zum Brandraum hin sind keine Veränderungen in Bezug auf Undichtigkeiten zu erkennen.
45:00	LS: Beobachtungsraum: Es ist mit keinen weiteren signifikanten Resultaten zu rechnen, der Versuch wird abgebrochen.

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

---

## **Beobachtungen nach dem Brandversuch Nr. 4**

### **Oberhalb des Brandraumes:**

Die obere Brandschutzklappe der Lüftungsleitung 1 ist geschlossen. Das aufschäumende Material hat soweit reagiert, dass ein Öffnen von Hand nicht mehr möglich ist.

Die obere Brandschutzklappe der Lüftungsleitung 2 ist geschlossen, sie lässt sich von Hand wieder öffnen. Bei der geöffneten Klappe ist festzustellen, dass das aufschäumende Material nur sehr leicht reagiert hat.

Die obere Brandschutzklappe der Lüftungsleitung 3 ist geschlossen, sie lässt sich von Hand jedoch öffnen. Das aufschäumende Material hat fast überhaupt nicht reagiert.

Die obere Brandschutzklappe der Lüftungsleitung 4 ist geschlossen, sie lässt sich unter großer Krafteinwirkung öffnen. Das aufschäumende Material der Klappe hat im unteren Bereich von ca. 2 cm Länge reagiert.

Beim Blick durch die obere Brandschutzklappe auf die untere Brandschutzklappe der Lüftungsleitung 4 ist zu erkennen, dass diese trotz Auslösens des Schmelzlotes nicht geschlossen hat und senkrecht in der Leitung steht.

### **Beobachtungsraum:**

Das Schmelzlot der unteren Brandschutzklappe der Lüftungsleitung 1 hat ausgelöst, der Stellhebel der Klappe ist jedoch noch in „Offen“-Stellung. Beim Ausbau der Lüftungsleitung wird festgestellt, dass sich die Brandschutzklappe noch in „Offen“-Stellung befindet.

Das Schmelzlot der unteren Brandschutzklappe der Lüftungsleitung 2 hat reagiert, Der Verstellhebel der Klappe befindet sich in „Geschlossen“-Stellung, was beim Blick in die Lüftungsleitung auch festgestellt wurde.

Das Schmelzlot der unteren Brandschutzklappe der Lüftungsleitung 3 hat reagiert, der Stellhebel der Brandschutzklappe ist in Geschlossenstellung. Dieses wurde beim Blick in die Lüftungsleitung auch festgestellt.

Das Schmelzlot der unteren Brandschutzklappe der Lüftungsleitung 4 hat ausgelöst, der Stellhebel der Klappe befindet sich jedoch noch in „Offen“-Stellung. Dieses wurde beim Blick in die Lüftungsleitung auch festgestellt.

Sämtliche Teile, die zu den Lüftungsleitungen gehören, zeigen sowohl oberhalb des Brandraumes als auch unterhalb des Brandraumes (Beobachtungsraum) keine Auffälligkeiten, die auf evtl. Undichtigkeiten schließen lassen.

### **Brandraum:**

Im Brandraum zeigen die Bekleidungen der Lüftungsleitung 2 und 3 keine signifikanten Beschädigungen, die auf Verformungen des Stahlblechgehäuses selber schließen lassen.

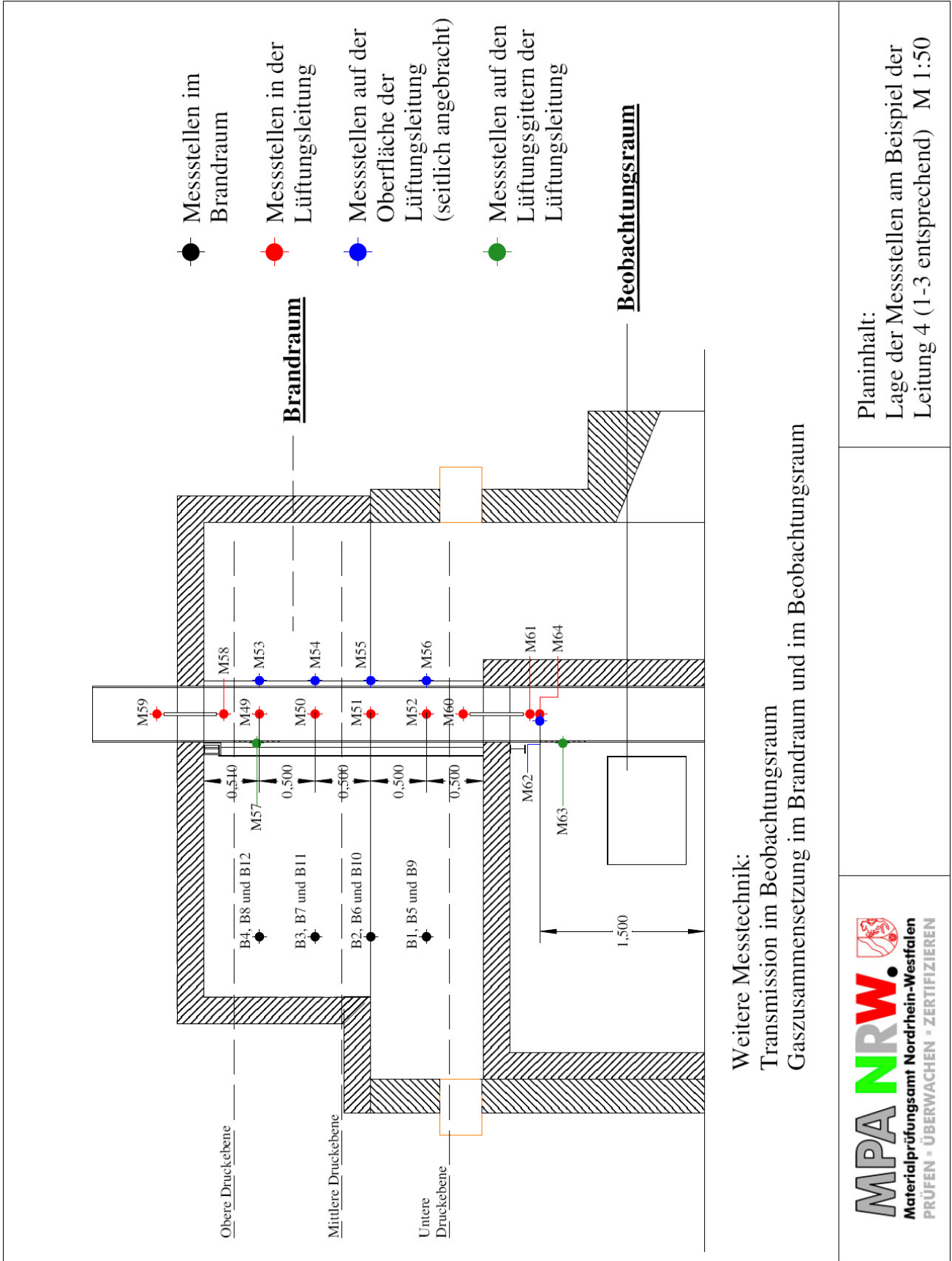
Anlage 4-8

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

Im oberen Drittel der Lüftungsleitung 1 und 4 sind wellige Verformungen des Stahlblechkastens zu erkennen. Sonstige Auffälligkeiten im Deckenbereich der oberen als auch der unteren Brandschutzklappen sind nicht zu erkennen, die auf eine Beeinträchtigung der Funktion der Brandschutzklappen schließen lassen.



### 3. Messstellenplan



Planinhalt:  
 Lage der Messstellen am Beispiel der  
 Leitung 4 (1-3 entsprechend) M 1:50

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

## 4. Messergebnisse

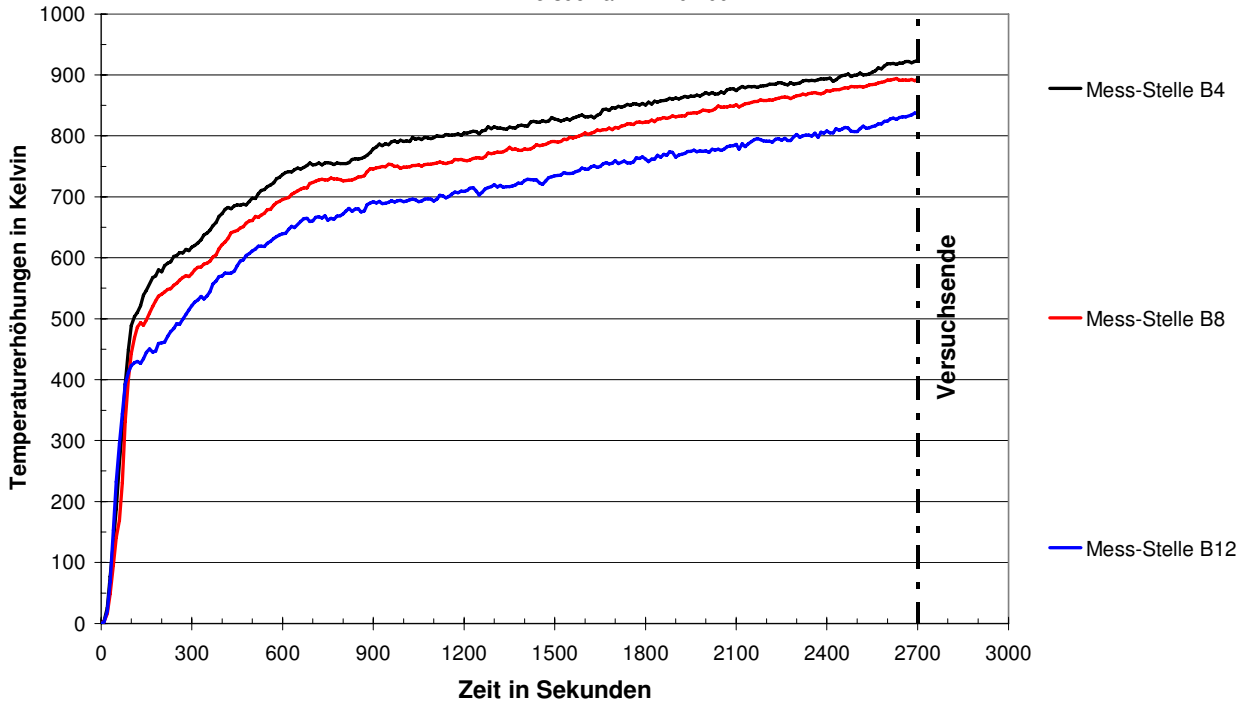
Anlage	Inhalt
4-11	Temperaturerhöhung im Brandraum – 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
4-11	Temperaturerhöhung im Brandraum – 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
4-12	Temperaturerhöhung im Brandraum – 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
4-12	Temperaturerhöhung im Brandraum – 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
4-13	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
4-13	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
4-14	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
4-14	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
4-15	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
4-15	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
4-16	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
4-16	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum
4-17	Temperaturerhöhung an den Lüftungsgittern im Brandraum
4-17	Temperaturerhöhung unterhalb der oberen Brandschutzklappen
4-18	Temperaturerhöhung oberhalb der oberen Brandschutzklappen
4-18	Temperaturerhöhung oberhalb der unteren Brandschutzklappen
4-19	Temperaturerhöhung unterhalb der unteren Brandschutzklappen
4-19	Temperaturerhöhung auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen – 1,50 m oberhalb des Bodens vom unteren Beobachtungsraum
4-20	Temperaturerhöhung an den Lüftungsgittern im unteren Beobachtungsraum
4-20	Temperaturerhöhung in den Lüftungsleitungen – 1,50 m oberhalb des Bodens vom unteren Beobachtungsraum
4-21	Druckverlauf im Brandraum
4-21	Transmission im unteren Beobachtungsraum
4-22	Gaszusammensetzung im Brandraum
4-22	Gaszusammensetzung im unteren Beobachtungsraum

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

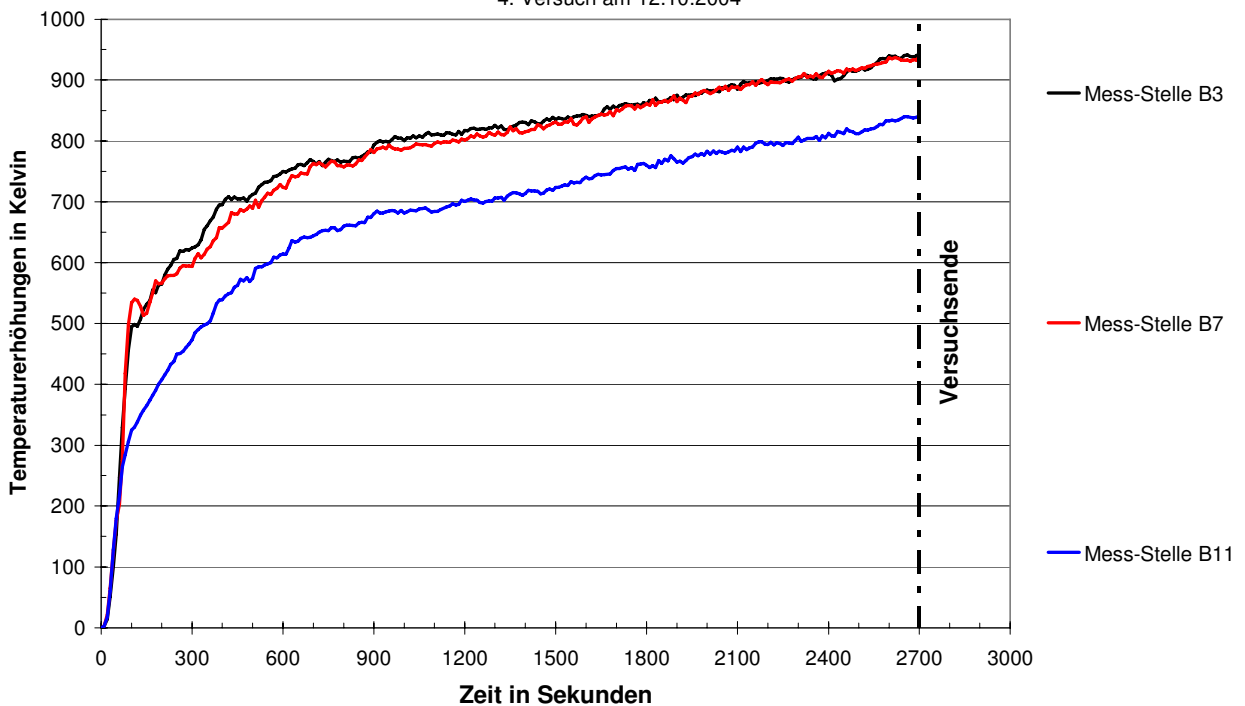
4. Versuch am 12.10.2004



**Temperaturerhöhungen im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

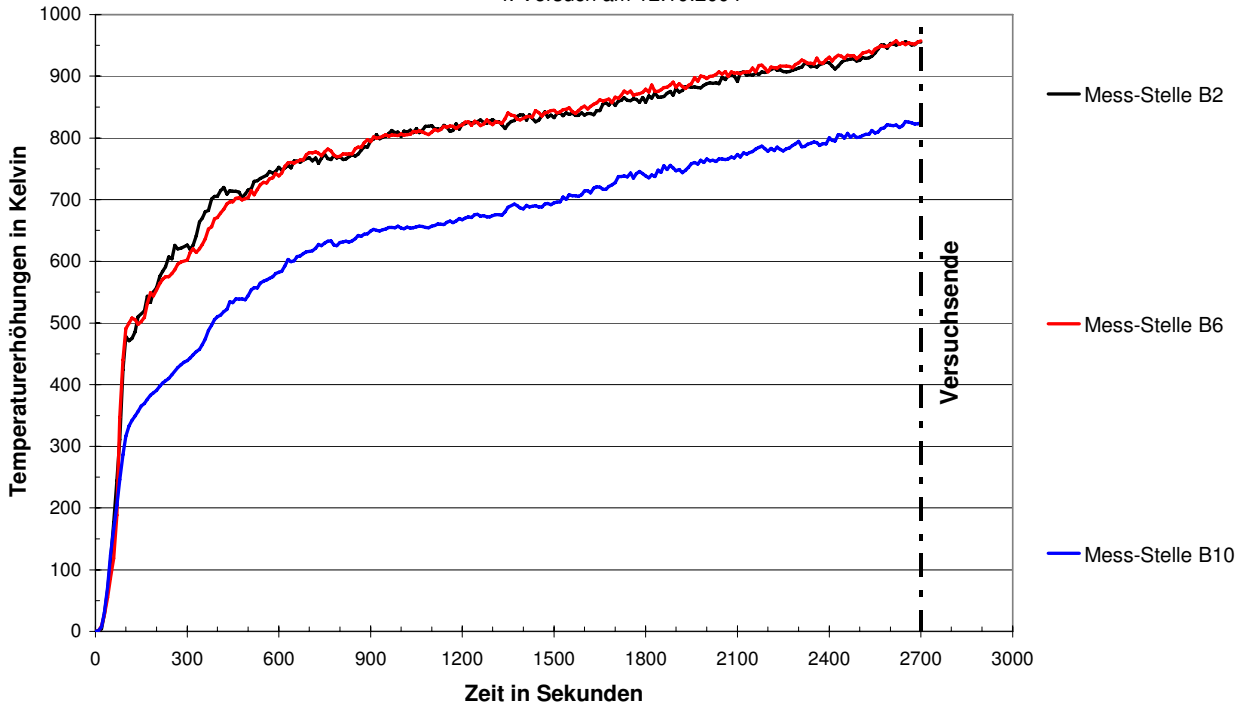
4. Versuch am 12.10.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

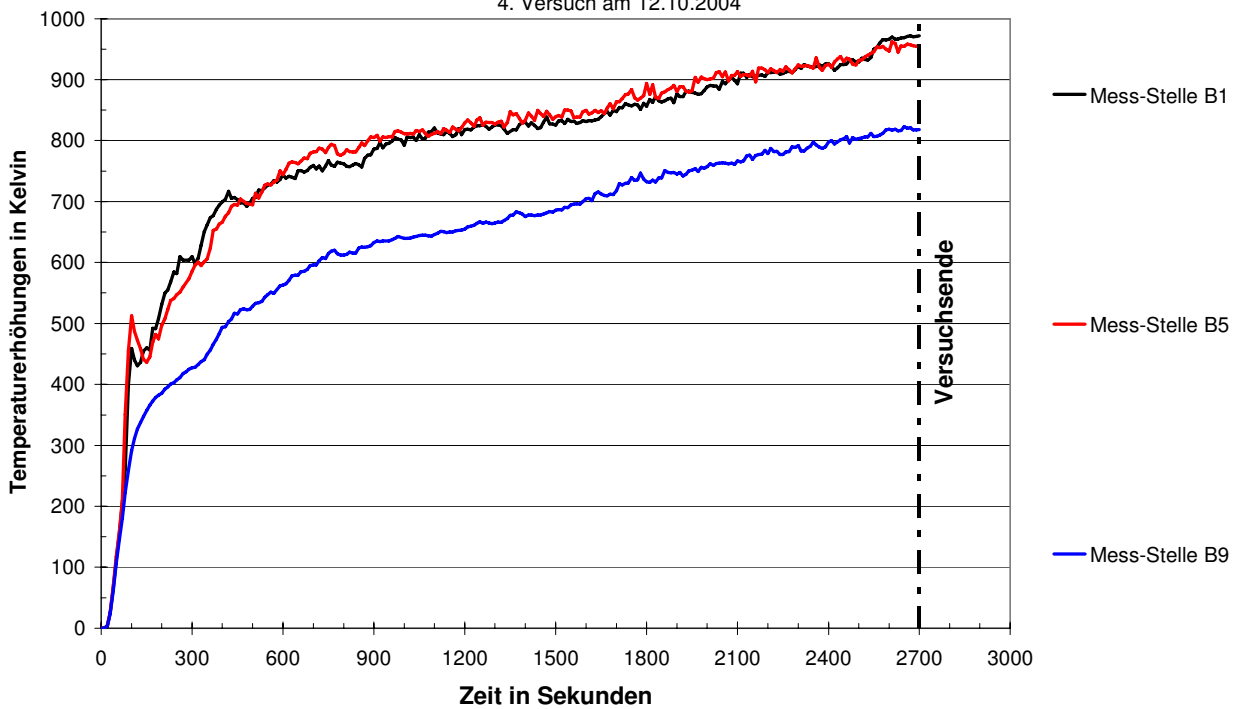
**Temperaturerhöhungen im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 4. Versuch am 12.10.2004



**Temperaturerhöhungen im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 4. Versuch am 12.10.2004

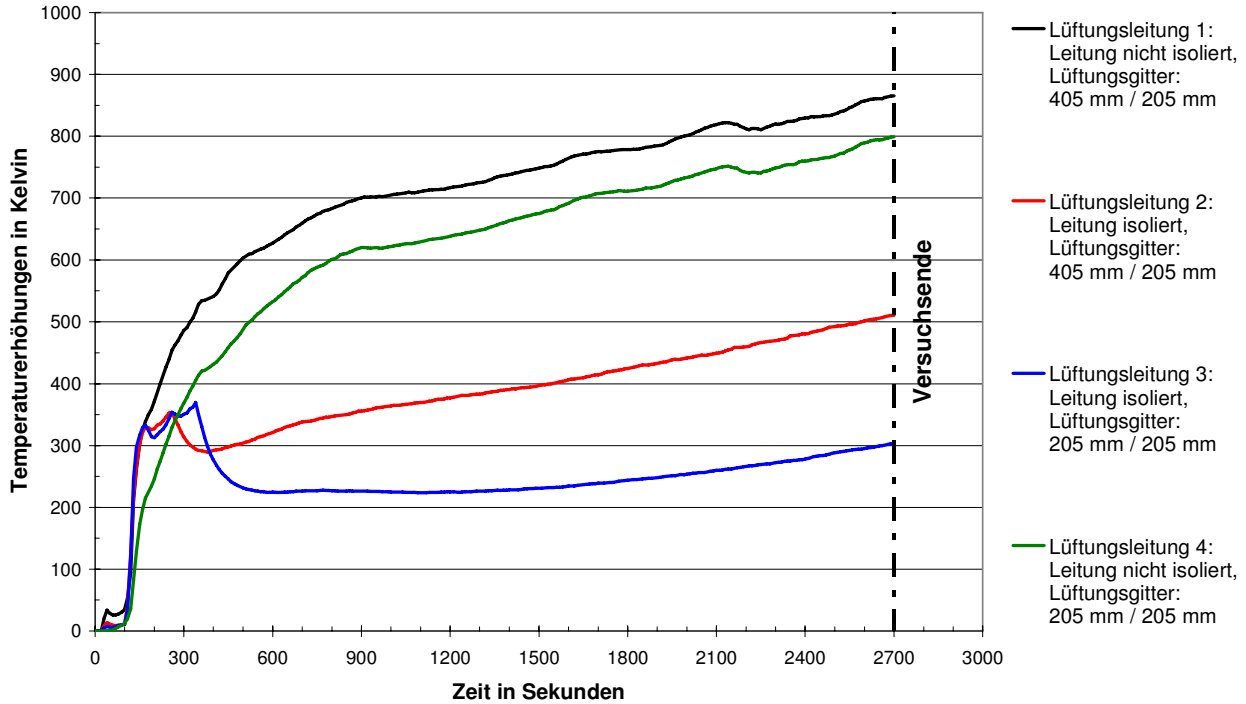


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

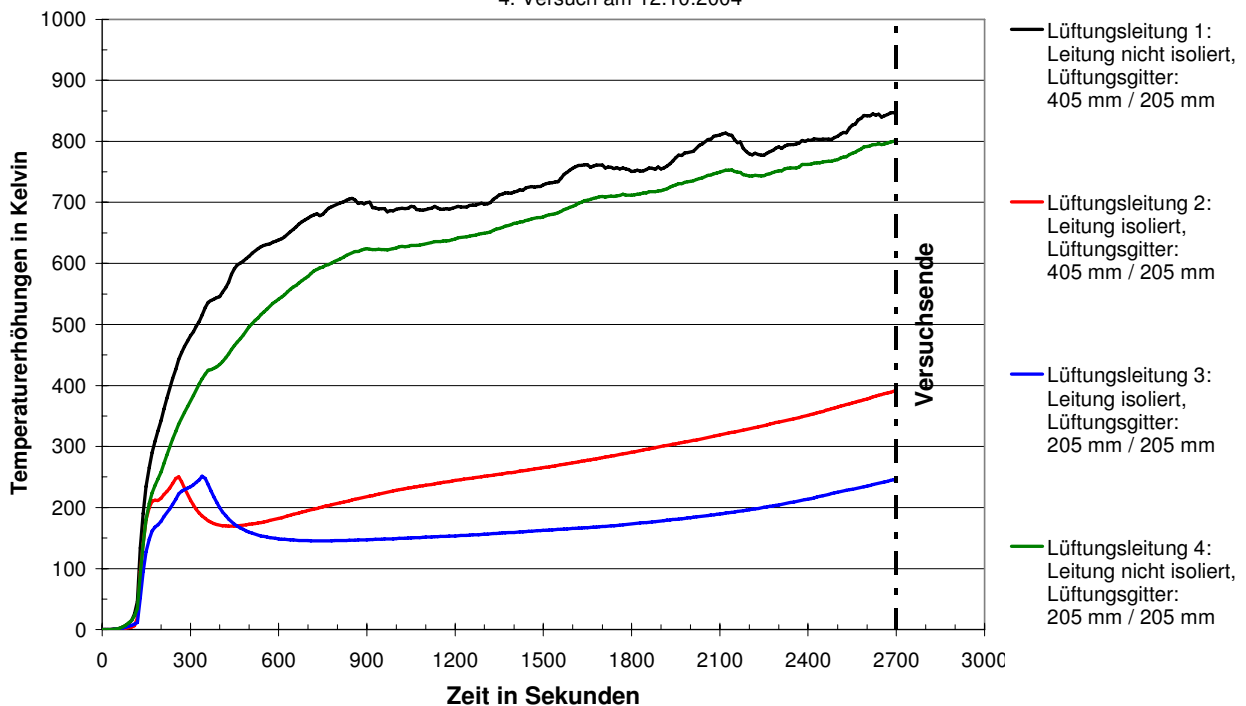
4. Versuch am 12.10.2004



**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

4. Versuch am 12.10.2004

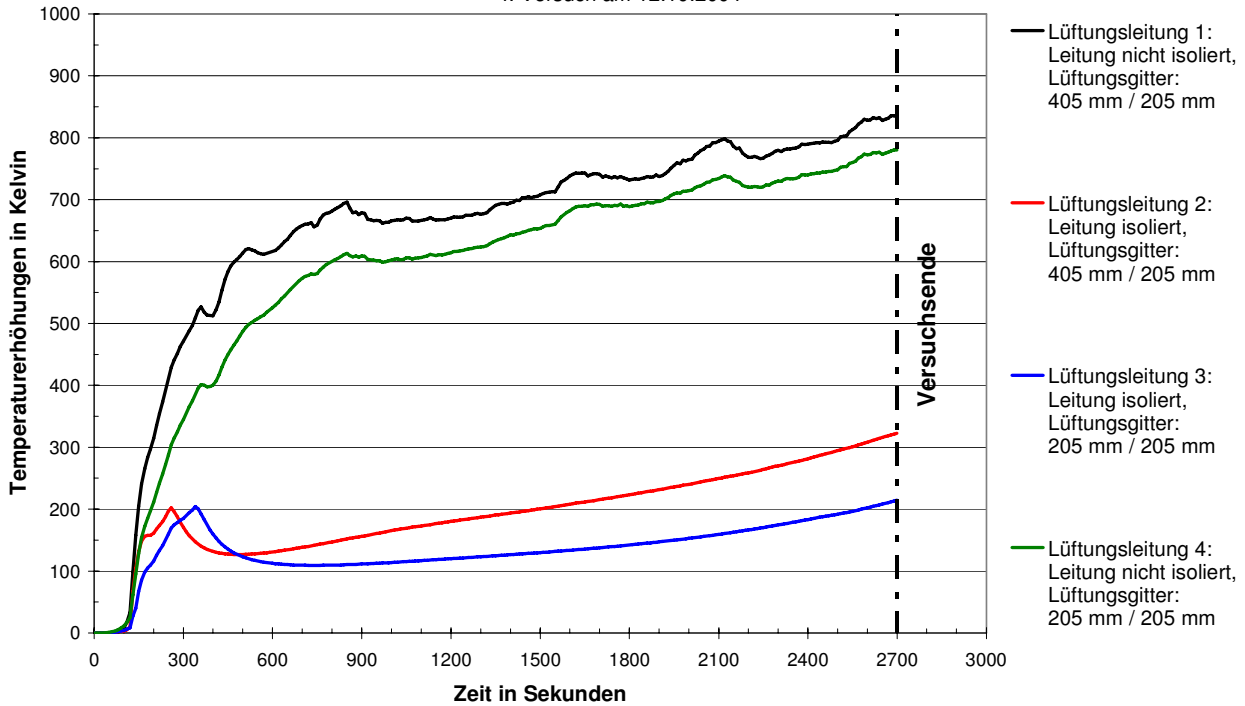


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

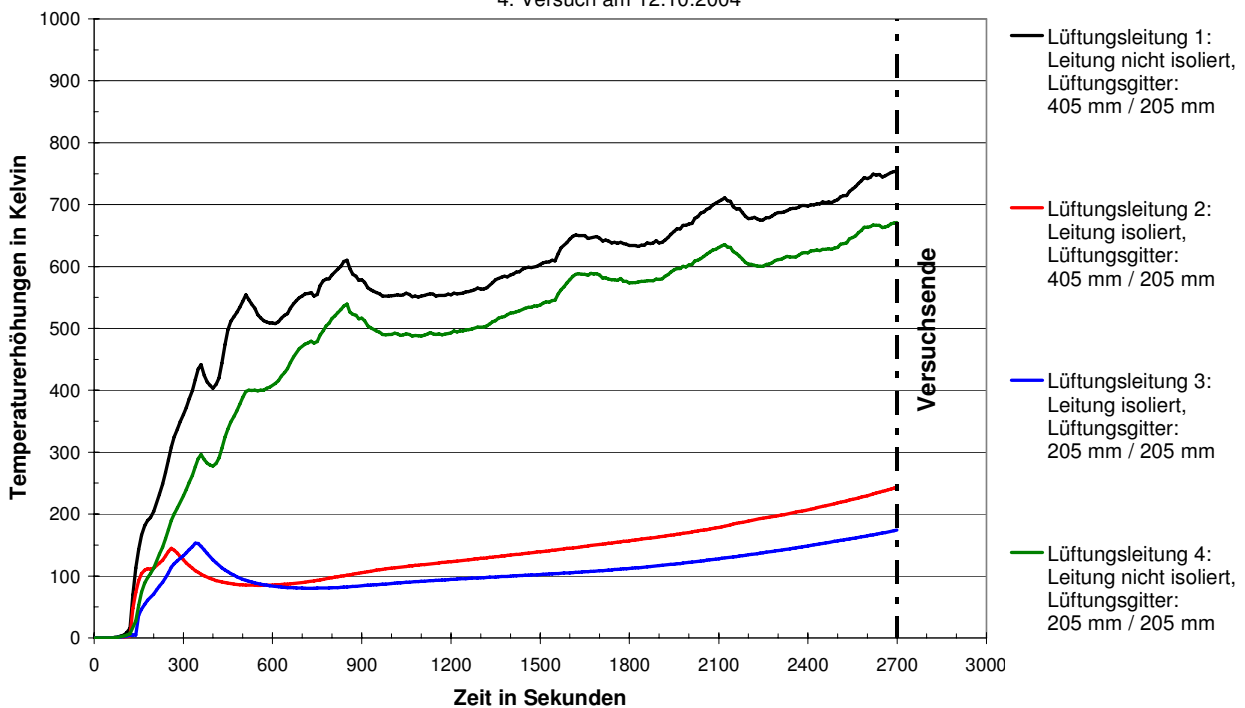
4. Versuch am 12.10.2004



**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum

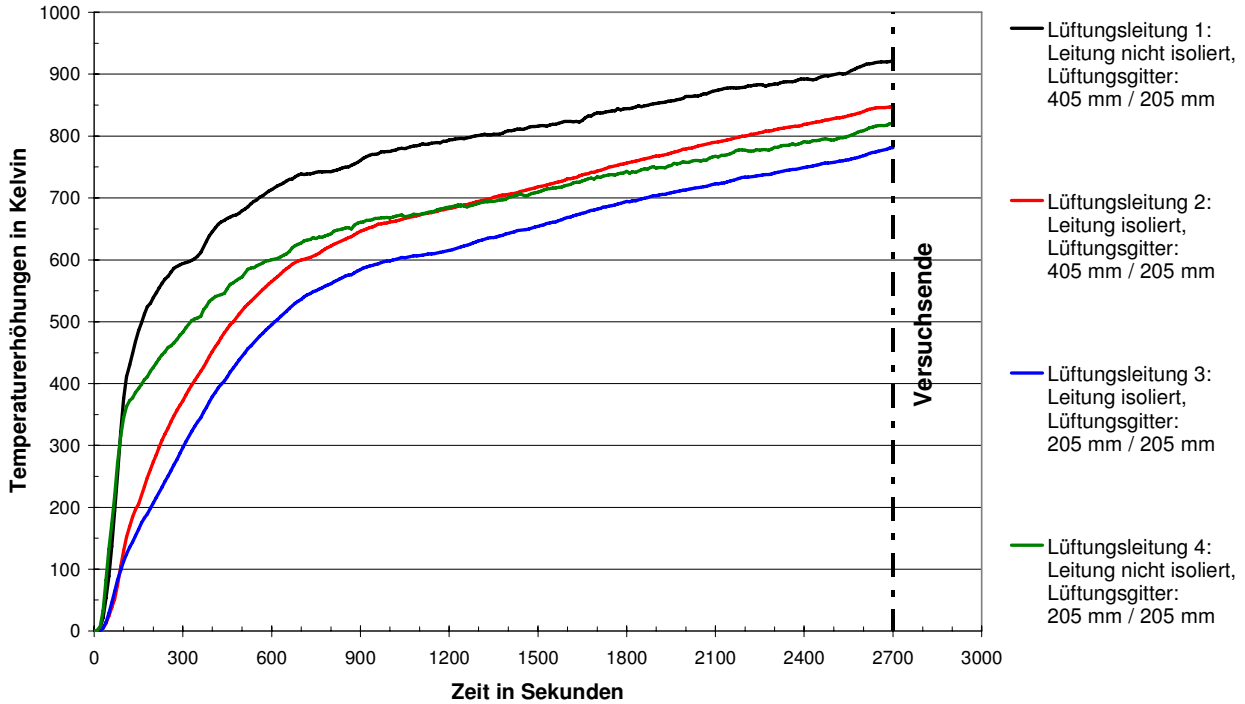
4. Versuch am 12.10.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

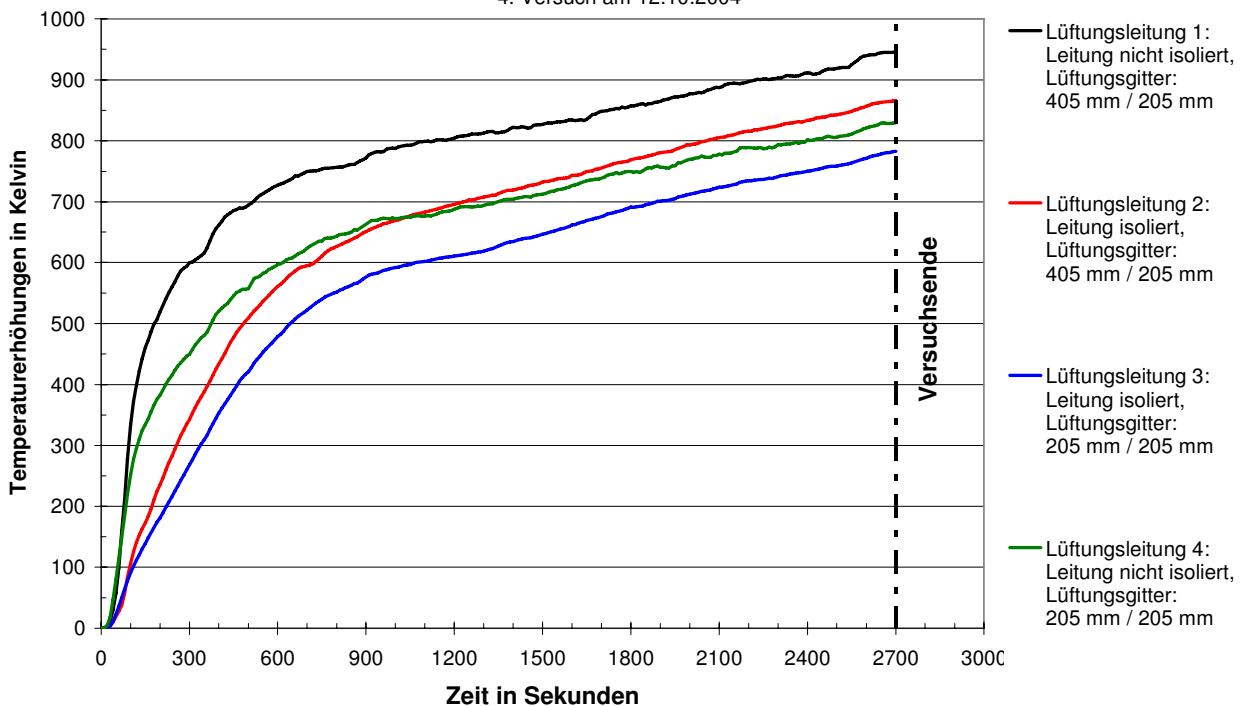
**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 2,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 4. Versuch am 12.10.2004



**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

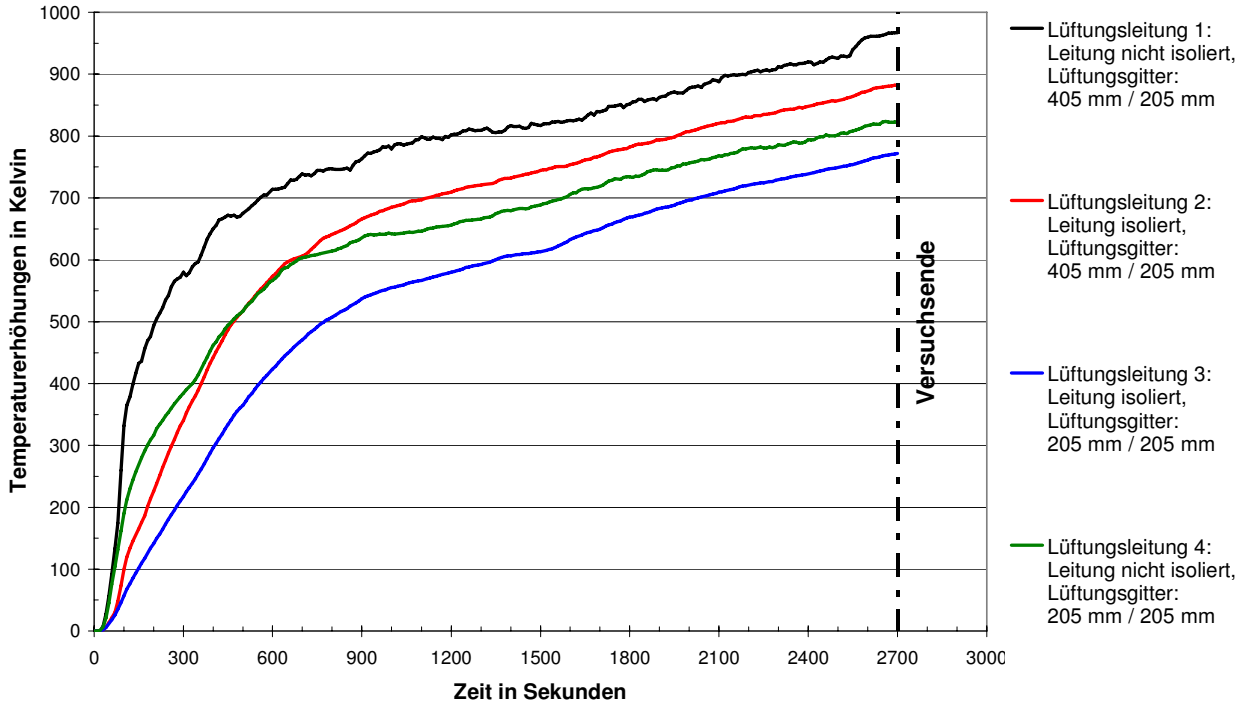
Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 4. Versuch am 12.10.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

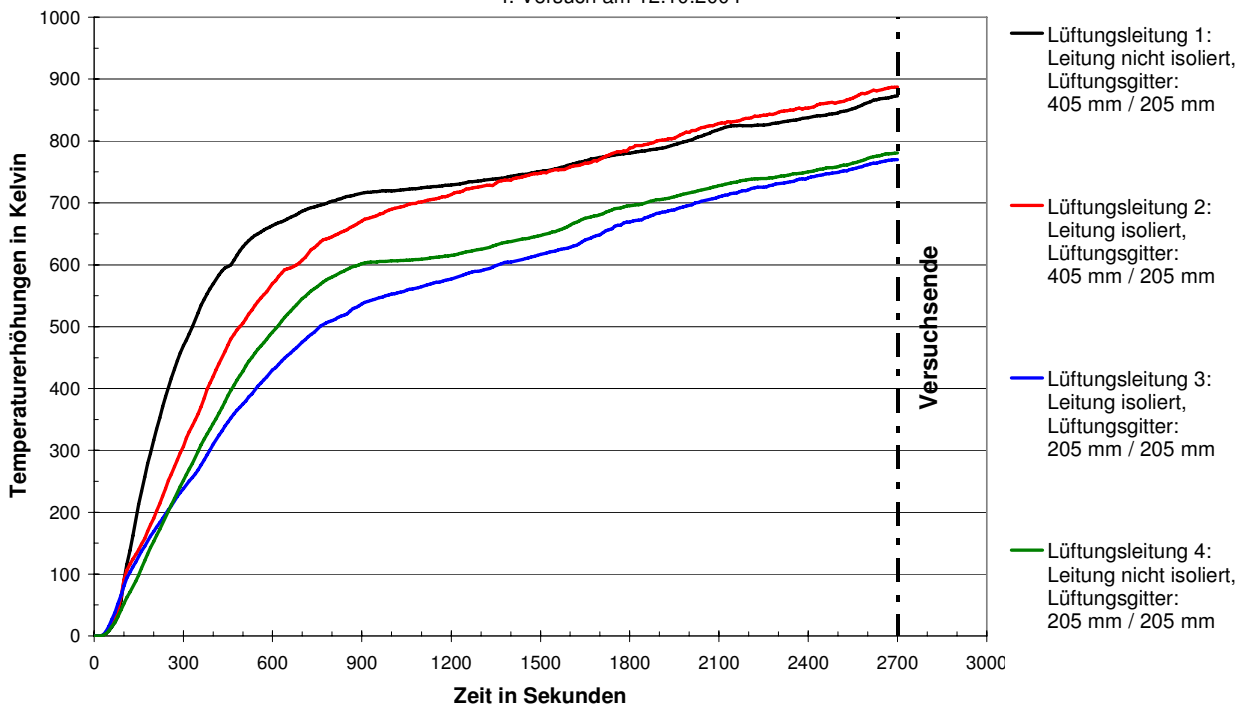
**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,00 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 4. Versuch am 12.10.2004



**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 0,50 m oberhalb des Bodens vom Brandraum  
 4. Versuch am 12.10.2004



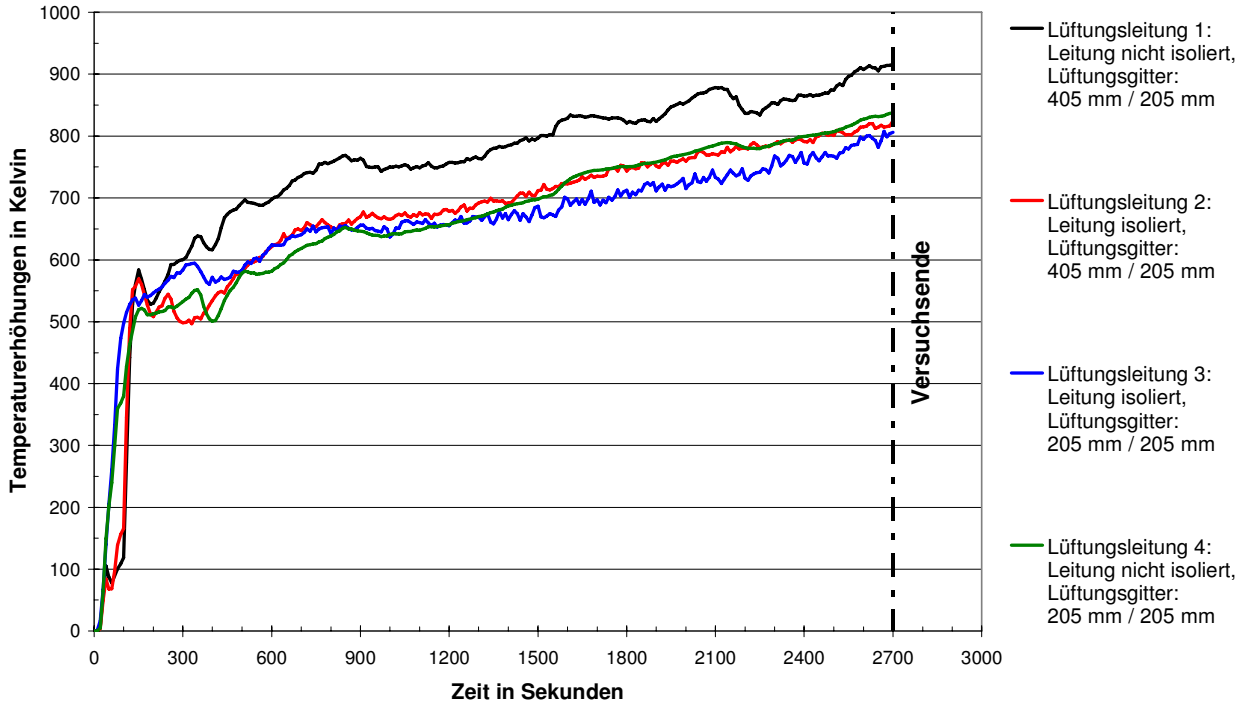


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen an den Lüftungsgittern im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar vor den Lüftungsgittern im Brandraum

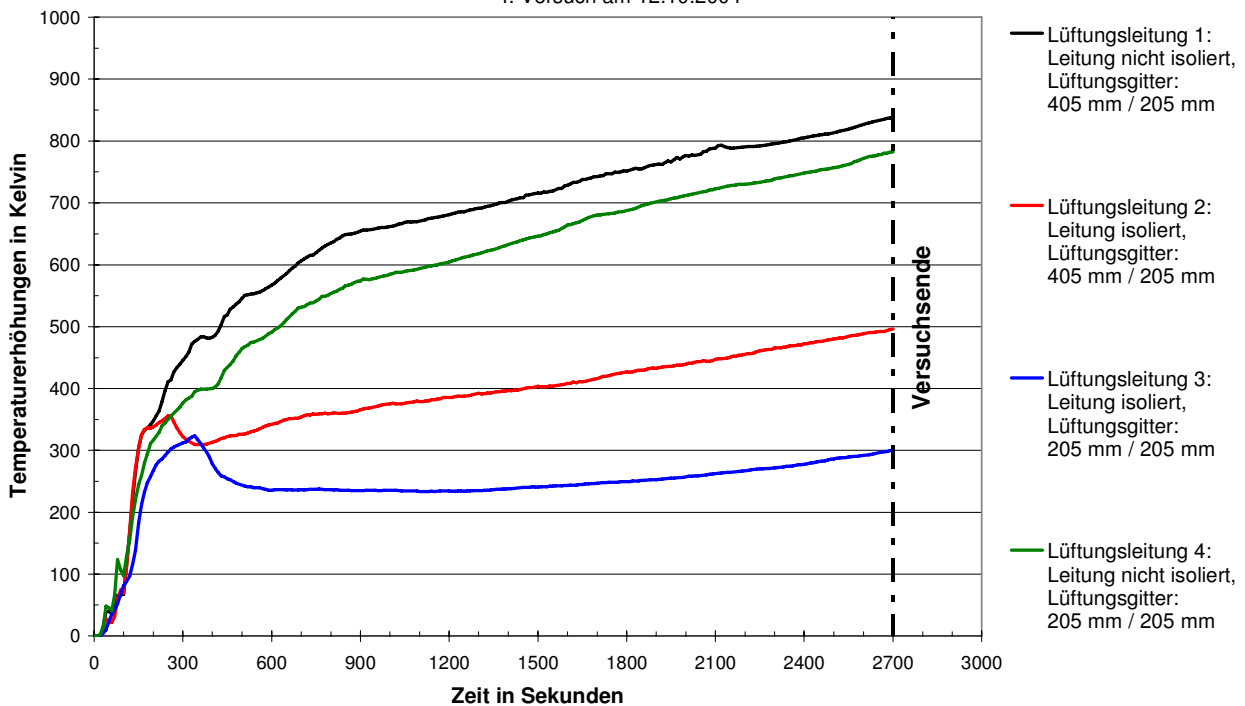
4. Versuch am 12.10.2004



**Temperaturerhöhungen unterhalb der oberen Brandschutzklappen**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar unterhalb der oberen Brandschutzklappen

4. Versuch am 12.10.2004

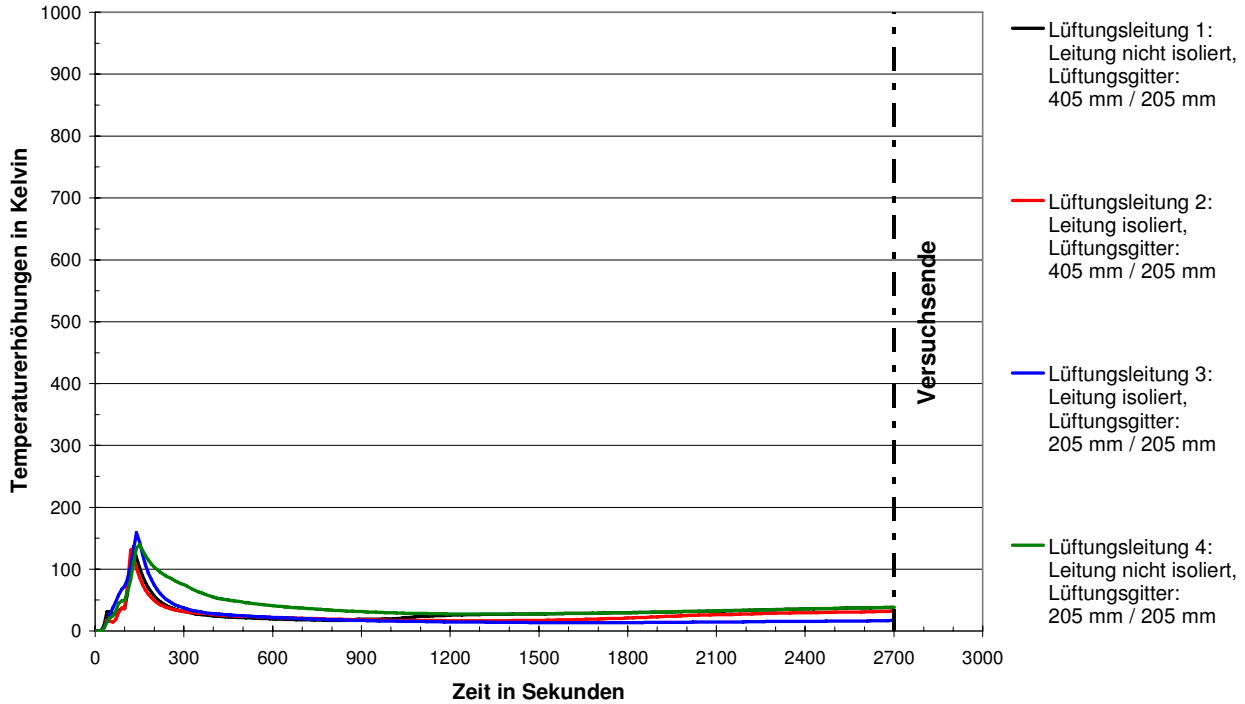


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen oberhalb der oberen Brandschutzklappen**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar oberhalb der oberen Brandschutzklappen

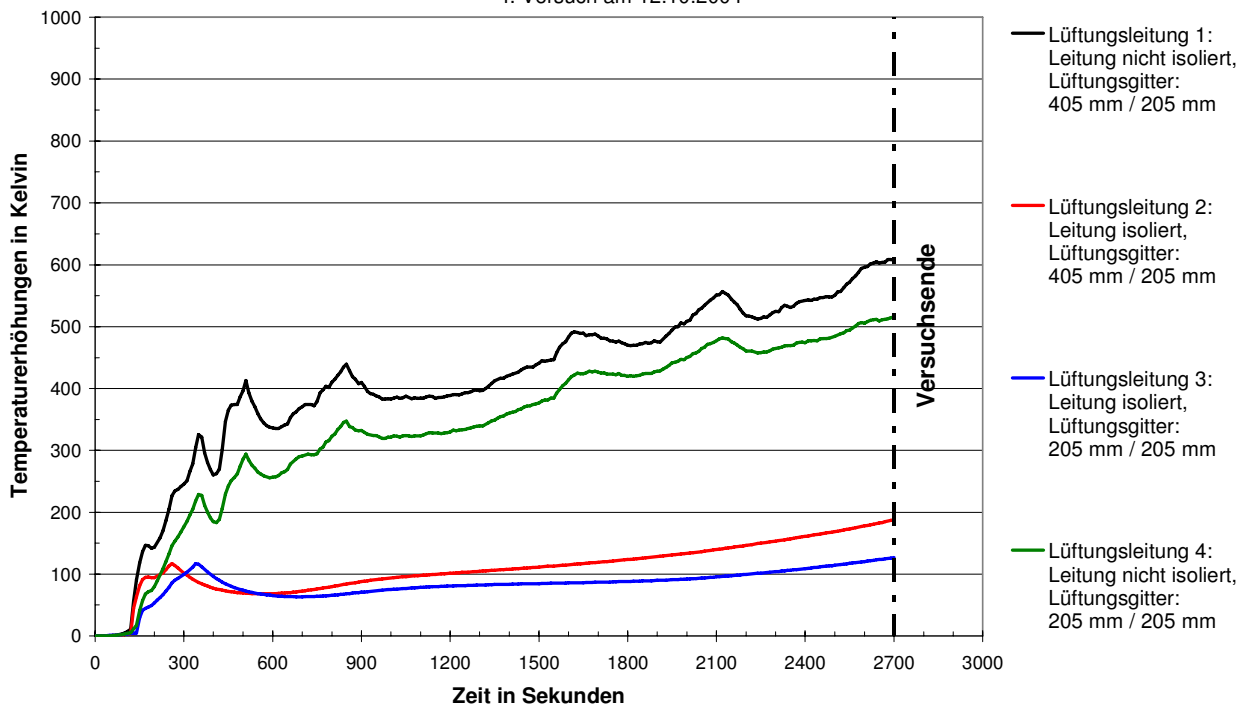
4. Versuch am 12.10.2004



**Temperaturerhöhungen oberhalb der unteren Brandschutzklappen**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar oberhalb der unteren Brandschutzklappen

4. Versuch am 12.10.2004

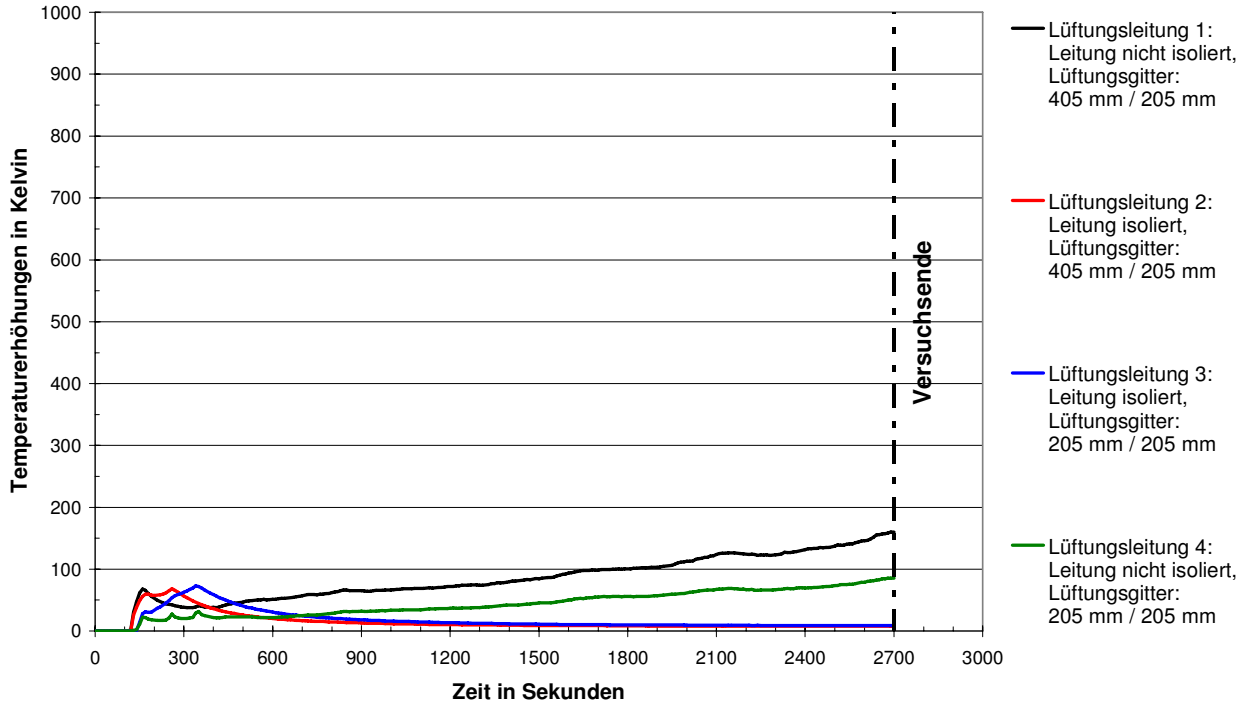


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen unterhalb der unteren Brandschutzklappen**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar unterhalb der unteren Brandschutzklappen

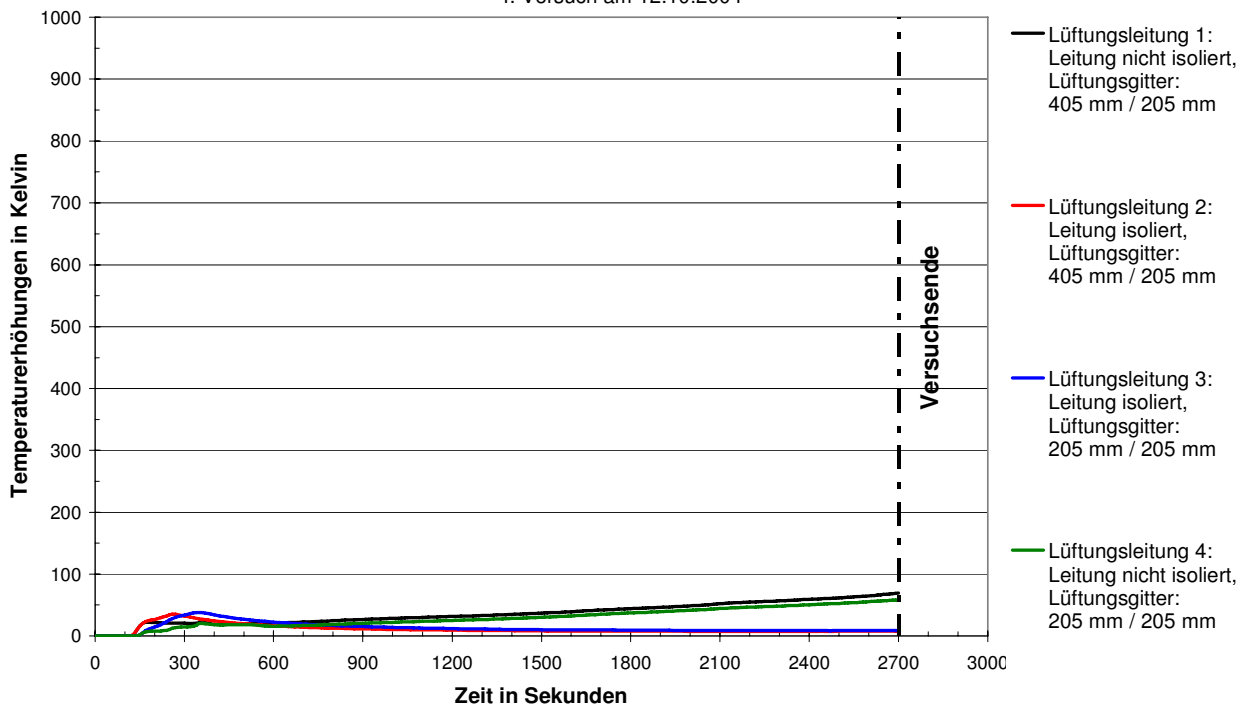
4. Versuch am 12.10.2004



**Temperaturerhöhungen auf der Oberfläche der Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom unteren Beobachtungsraum

4. Versuch am 12.10.2004

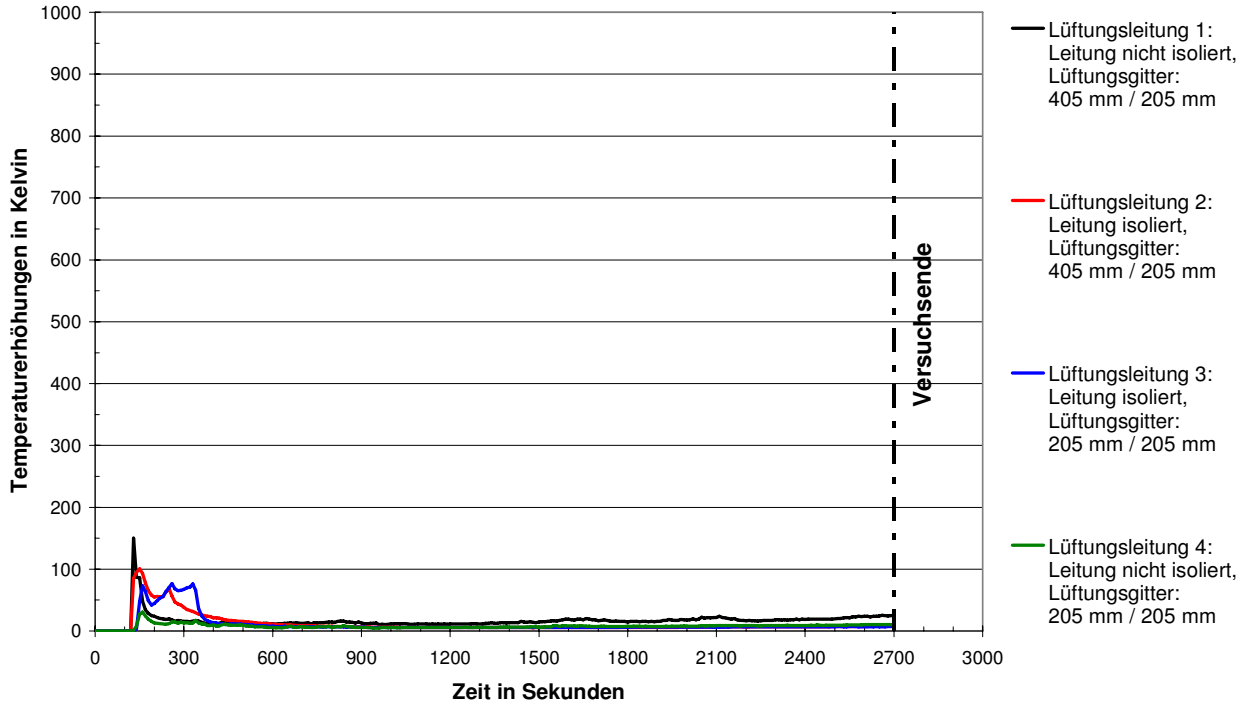


Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Temperaturerhöhungen an den Lüftungsgittern im Beobachtungsraum**

Lage der Mess-Stellen: unmittelbar vor den Lüftungsgittern im unteren Beobachtungsraum

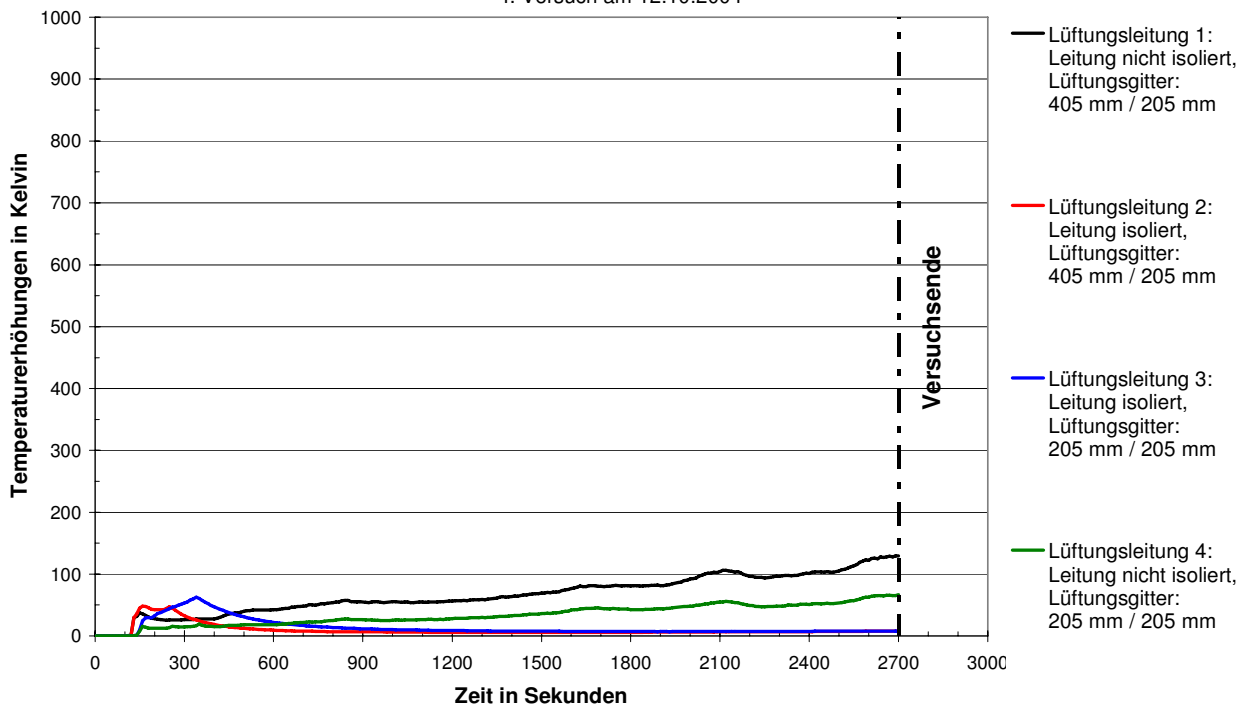
4. Versuch am 12.10.2004



**Temperaturerhöhungen in den Lüftungsleitungen**

Lage der Mess-Stellen: 1,50 m oberhalb des Bodens vom unteren Beobachtungsraum

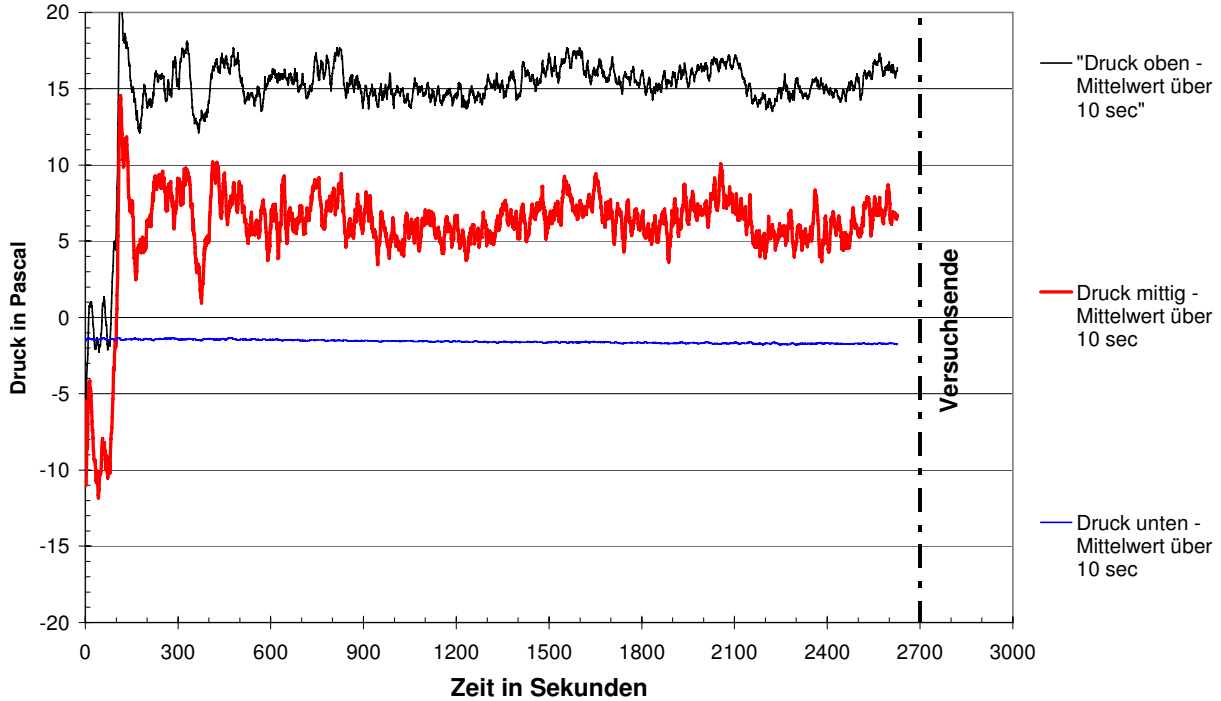
4. Versuch am 12.10.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

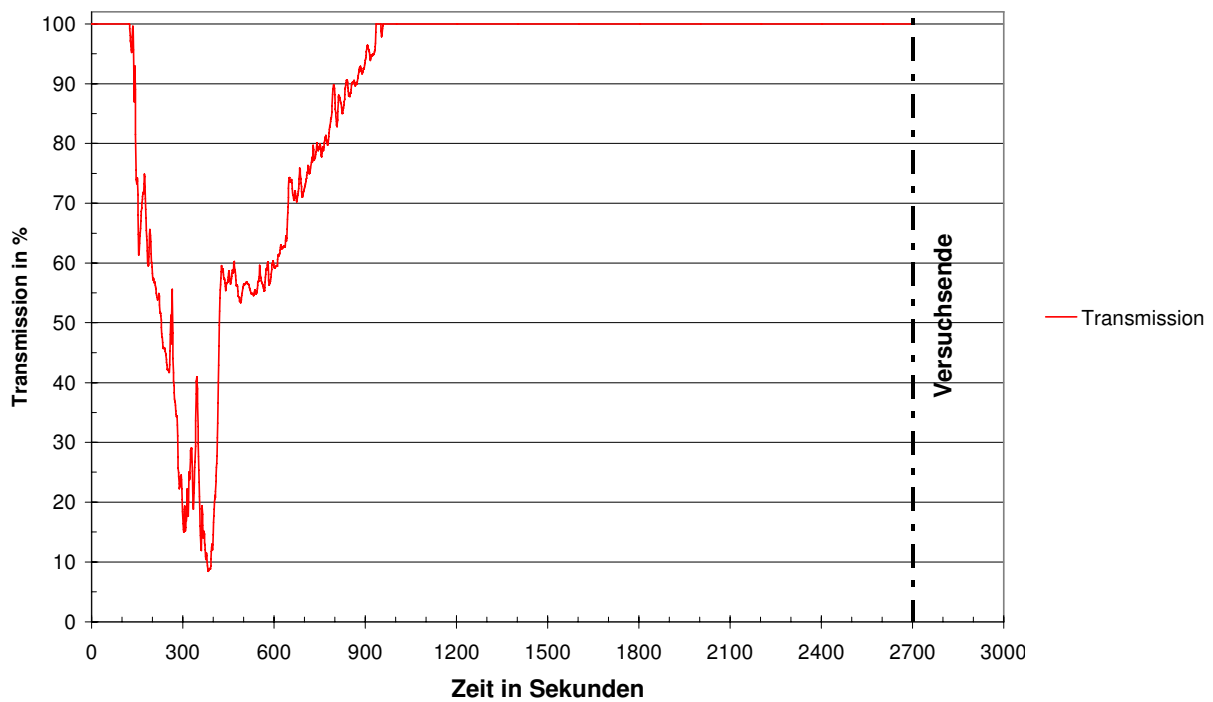
**Druckverlauf im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: 50 cm vor der Aussenkante der Lüftungsleitungen  
 4. Versuch am 12.10.2004



**Transmission im unteren Beobachtungsraum**

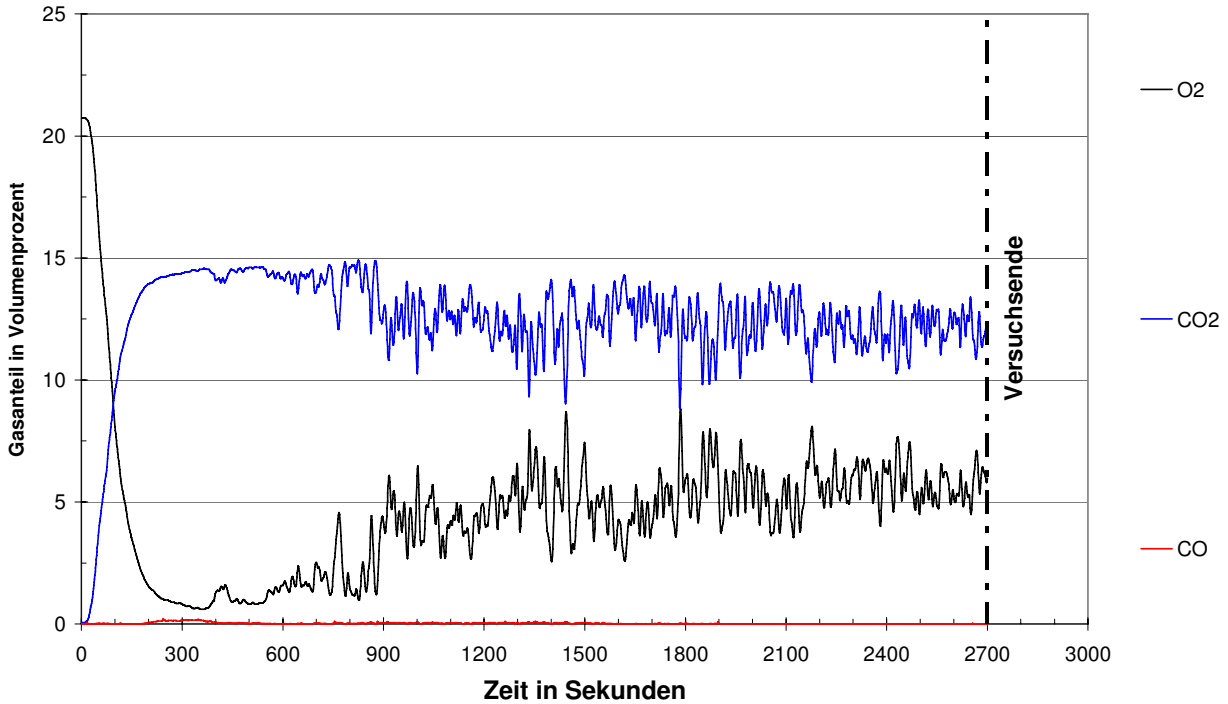
Lage der Mess-Strecke: 10 cm unterhalb der Decke  
 4. Versuch am 12.10.2004



Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rauchübertragung bei Lüftungsanlagen mit Absperrvorrichtungen gegen Brandübertragung ohne Rauchauslösung – Ergänzungsversuche“

**Gaszusammensetzung im Brandraum**

Lage der Mess-Stellen: im Brandraum  
 4. Versuch am 12.10.2004



**Gaszusammensetzung im unteren Beobachtungsraum**

Lage der Mess-Stellen: im unteren Beobachtungsraum  
 4. Versuch am 12.10.2004

