

Gutachterliche Stellungnahme 100819-2

Auftraggeber: VARIO-Baustoffsysteme GmbH
Dielinger Straße 47
32351 Stemwede

Auftrag vom: 08.10.2019

Inhalt des Auftrages: Vergleich der Brandschutzeigenschaften vom TENDONOL[®]-Trockensystem zum pastös zu verarbeitenden TENDONOL[®] beim Einbau im konventionellen Bau und bei der Hybridbauweise.

Diese gutachterliche Stellungnahme umfasst 9 Seiten und die Anlagen 1 bis 4.

Die gutachterliche Stellungnahme wird in 4 Exemplaren erstellt. Die erste bis dritte Fassung erhält der Auftraggeber, die vierte Fassung verbleibt in unseren Akten.

Eine auszugsweise Veröffentlichung und Weitergabe von gutachterlichen Stellungnahmen bedarf in jedem Einzelfalle der widerruflichen schriftlichen Einwilligung der ibb Ingenieurgesellschaft mbH.
Etwasiges Probenmaterial wird nach Erstattung der gutachterlichen Stellungnahme 6 Wochen aufbewahrt.

1. Allgemeines

Am 08.10.2019 fand eine Besprechung zwischen der ibb Ingenieurgesellschaft mbH und der VARIO-Baustoffsysteme GmbH im Büro der ibb Ingenieurgesellschaft mbH statt. Bei dieser Besprechung stellte Herr Posdziech (VARIO-Baustoffsysteme GmbH) den Prototyp einer trockenen Systemfuge für den Brandschutz vor. Bei dem Prototyp handelt es sich um die Universal-Brandschutzmasse Tendonol, welche auf ein Glasfasergewebe aufgebracht wird. Die dadurch entstehende Matte wird im Anschluss zu einem fertigen Schlauch aufgerollt.

Der so gefertigte Schlauch soll als trockene Systemfuge im Brandschutz eingesetzt werden, wenn aufgrund der äußeren Bedingungen (z. B. Temperatur, Feuchtigkeit, Bausubstanz) der Einsatz der pastösen Universal-Brandschutz-Dichtmasse Tendonol nicht möglich ist oder der Einsatz von vorgefertigten Systemfugen wirtschaftlicher ist.

Bei der Besprechung am 08.10.2019 waren anwesend:

- Herr Posdziech, Vario
- Herr Ortland, ibb
- Herr Kamotzke, ibb

Zur Überprüfung der Brandschutzeigenschaften der vorgefertigten Systemfuge wurde für den 27.02.2020 ein Brandversuch angesetzt, bei dem das Brandverhalten der Systemfuge für verschiedene Fugen getestet werden sollte. Bei dem Brandversuch waren anwesend:

- Herr Schulze, Vario-Baustoffsysteme GmbH
- Herr Posdziech, Vario-Baustoffsysteme GmbH
- Herr Schulz, Eigentümer Versuchsgelände
- Herr Ortland, ibb

2. Verwendete Literatur

Neben den eigenen im Zuge des Versuchstermins gewonnenen Erkenntnissen wurde nachfolgende Literatur zur Erstellung der gutachterlichen Stellungnahme verwendet:
DIN EN 13501-1: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten, 2019-05

DIN EN 13501-2: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen, 2016-12

DIN 4102-1: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen, 1998-05

DIN 4102-2: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen, 1977-09
Brandkurven für den baulichen Brandschutz von Straßentunneln, BASt 2009

Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise, 2004

Der Prüfbericht 100819 und die gutachterliche Stellungnahme 100819-1 werden als bekannt vorausgesetzt.

3. Einstweilige Feststellungen im Zuge des Brandversuches

3.1 Versuchsaufbau

Zur Überprüfung der Brandschutzeigenschaften der pastösen Brandschutzmasse Tendonol und vorgefertigten Systemfuge in Bezug auf Holzbauteile wurde ein Versuchsaufbau mit drei verschiedenen Fugen erstellt. Als Basis für den Versuchsaufbau wurden Brandschutzplatten der Firma Aestuver mit einer Plattenstärke von 30 mm und 10 mm verwendet. Die Brandschutzplatten wurden so angeordnet, dass drei verschiedene Fugen vorhanden sind.

Die linke Fuge (1) weist eine Breite von 30 mm auf. An beiden Seiten der Fuge befinden sich Brandschutzplatten. Die mittlere Fuge (2) weist eine Breite von 20 mm auf. An beiden Seiten der Fuge befinden sich ebenfalls Brandschutzplatten. Die rechte Fuge (3) weist eine Breite von 35 mm auf. An der linken Seite befindet sich eine Brandschutzplatte. An der rechten Seite der Fuge wurde ein Holzbrett mit einer Kantenlänge von 80 mm angeordnet. Die Fugen 1 und 2 wurden mit Tendonol pastös verschlossen. Als Hinterfüllung wurde Mineralwolle eingebaut. Die Einbringtiefe des pastösen Tendonols beträgt ca. 30 mm. Die Fuge 3 (Systemfuge) hat einen Schlauchdurchmesser von ca. 55 mm und wurde in die ca. 35 mm breite Fuge eingepresst.

Hinter den verschiedenen Fugen wurden in einem Abstand von ca. 50 mm jeweils zwei Temperaturfühler angebracht, die während des Brandversuches kontinuierlich die Temperatur hinter den Fugen messen.

Eine weitere Messstelle wurde zwischen Holzbohle und Brandschutzplatte eingelegt zur Temperaturmessung auf der Holzoberfläche.

Eine weitere Messstelle wurde mittig der Versuchswand angeordnet, um die Ofentemperatur zu messen.

Eine Skizze des Versuchsaufbaus ist als **Anlage 1** der gutachterlichen Stellungnahme beigelegt.

3.2 Brandversuch

Der vorbereitete Versuchsaufbau wurde einem 120-minütigen Brandversuch unterzogen. Vor dem Versuchsaufbau wurden vier Gasbrenner in einem Abstand von ca. 50 cm aufgebaut und auf die zu überprüfenden Fugen ausgerichtet. Im Zuge des Brandversuches konnten folgende Feststellungen getroffen werden:

- Während des gesamten Brandversuches kann keine Rauchbildung an den Fugen festgestellt werden.
- Während des gesamten Brandversuches konnten an den Holzbalken keine Verfärbungen sowie Rauchbildung festgestellt werden.
- Nach Ende des Brandversuches konnte lediglich ein Aufpilzen der Dichtmasse Tendonol ohne nennenswerte Querschnittsverluste bzw. Fehlstellen festgestellt werden.

Die detaillierte Dokumentation ist den als **Anlage 2** beigelegten Bildern nebst Beschreibungen zu entnehmen.

3.3 Kontrolle des Versuchsaufbaus auf mögliche Hitze-/Feuerbelastungen

Zur Kontrolle der Materialeigenschaften der Fugenmassen und der Holzkonstruktion des Versuchsaufbaus wurde dieser nach dem Abkühlen des Versuchsaufbaus in Höhe der Brandbelastung horizontal durchtrennt.

Zusammenfassend konnten folgende Feststellungen getroffen werden:

- In den Fugen 1 und 2 konnten bis auf das Aufpilzen der Fugenmasse keine Materialveränderungen festgestellt werden.
- In der Fuge 3 konnten augenscheinlich keine Veränderungen - bis auf das Aufpilzen der Fugenmasse - festgestellt werden. Durch das Aufpilzen hat sich die Materialdicke der Fuge 3 von 9,83 mm auf 14,25 mm vergrößert. Trotz der Vergrößerung der Materialdicke weist die Fuge einen geschlossenen und dichten Fugenquerschnitt auf.
- Die Holzunterkonstruktion weist keine Farbveränderung oder Verkohlungserscheinungen auf.

Die detaillierte Dokumentation der Kontrolle des Versuchsaufbaus ist den als **Anlage 3** beigefügten Bildern nebst Beschreibungen zu entnehmen.

3.4 Temperaturmessungen

Während des Brandversuches wurden kontinuierlich die Temperaturen hinter den Systemfugen gemessen und dokumentiert. Es konnten folgende maximale Temperaturen gemessen werden:

Zeit [min.]	Fuge links (1) [°C]	Fuge Mitte (2) [°C]	Fuge rechts (3) [°C]
30	23	36	46
60	64	90	90
120	72	96	86

Die detaillierte Dokumentation der gemessenen Temperaturen ist der **Anlage 4** zu entnehmen.

4. Zusammenfassung der Prüfergebnisse

4.1 Zustand des flüssigen Tendonols und der Systemfuge

Insgesamt kann festgestellt werden, dass nach Ablauf des Brandversuches sowohl die pastös eingebrachte Brandschutz-Dichtmasse Tendonol sowie die trockene Systemfuge noch fest in den drei verschiedenen Fugen sitzt und sich nicht aus dem Versuchsaufbau herausgelöst hat. Zudem

kann festgehalten werden, dass bei den drei verschiedenen Fugen ein nicht verbrannter Restbestand der jeweiligen Brandschutzmasse vorhanden war, jedoch unterscheidet sich der Restbestand von Fuge zu Fuge voneinander. Bei der linken Fuge (1), welche eine Breite von 30 mm aufweist, sind von den 35 mm eingebrachter Materialstärke noch 30 mm als Restbestand vorhanden. Dies entspricht ca. 85% der ursprünglichen Materialstärke. Bei der mittleren Fuge (2), welche eine Breite von 20 mm aufweist, sind von den 30 mm eingebrachter Materialstärke noch 18 mm als Restbestand vorhanden. Dies entspricht ca. 60% der ursprünglichen Materialstärke. Bei der rechten Fuge (3), welche eine Breite von 35 mm aufweist, ist die trockene Systemfuge bis in eine Tiefe von ca. 10 mm aufgepilzt. Die restliche Brandschutzmasse ist unverändert.

4.2 Temperaturentwicklung

Zur Überprüfung der Temperaturentwicklung an der Rückseite der verschiedenen Fugen wurden in den drei Fugen jeweils zwei Temperaturfühler angebracht sowie ein weiterer Temperaturfühler zwischen der Brandschutzverkleidung und der Holzwand und ein weiterer Messfühler zur Überprüfung der Temperatur der beaufschlagten Flamme. Dabei konnte festgestellt werden, dass sich der Bereich hinter der linken Fuge (1) nach 2 Stunden auf eine maximale Temperatur von 72 °C aufgeheizt hat. Hinter der mittleren Fuge (2) konnte nach 2 Stunden eine maximale Temperatur von 96 °C festgestellt werden. Hinter der rechten Fuge (3) konnte nach 2 Stunden eine maximale Temperatur von 86 °C festgestellt werden. Nach 120 Minuten betrug die maximal gemessene Temperatur zwischen der Brandschutzverkleidung und der Holzwand 96 °C. Während des Brandversuches lag die Temperatur der Brandbeaufschlagung bei ca. 1.300 °C.

5. Auswertung der Prüfergebnisse

5.1 Linke Fuge (1) und mittlere Fuge (2)

Im Rahmen der Produktprüfung der pastösen Brandschutz-Dichtmasse Tendonol wurde am 17.04.2015 ein Brandversuch nach der verlängerten RWS-Brandkurve über 180 Minuten durchgeführt. Die Ergebnisse wurden im Prüfbericht Nr. PB 3.2/14-040-2 festgehalten. Das Ergebnis des Brand-

versuches war, dass die Brandschutzmasse während der gesamten Versuchsdauer in der Fuge haften blieb, wodurch eine direkte thermische Beanspruchung der dahinterliegenden Bauteile verhindert wurde. Dieselben Feststellungen konnten im Zuge des Brandversuches, dem dieses Gutachten zugrunde liegt, an den Fugen festgestellt werden.

Bei dem Brandversuch des zuvor angeführten Prüfberichtes lagen die ermittelten maximalen Temperaturen an der pastösen Brandschutz-Dichtmasse Tendonol nach 120 Minuten in einem Abstand von 40 mm zwischen 110 °C und 160 °C. Im Rahmen des Brandversuches konnten an den Fugen 1 und 2 maximale Temperaturen zwischen 72 °C und 96 °C festgestellt werden. Die Messung der Temperaturen erfolgte in einem Abstand von 50 mm. Damit liegen die ermittelten Temperaturen ca. im Bereich der Werte aus dem vorangegangenen Brandversuch.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Eigenschaften der Brandschutz-Dichtmasse Tendonol beim Einsatz in Betonbauwerken mit Brandschutzplattenbekleidungen und bei Holzbauwerken mit Brandschutzplattenverkleidungen identisch sind.

5.2 Rechte Fuge (3)

In der rechten Fuge wurde die neu entwickelte trockene Systemfuge eingebaut. Nach Beendigung des Brandversuches kann festgestellt werden, dass die trockene Systemfuge in der Fuge haften blieb, wodurch eine direkte thermische Beanspruchung der dahinter liegenden Bauteile verhindert wurde. Diesbezüglich weist sie die gleichen Eigenschaften auf wie die pastöse Brandschutz-Dichtmasse Tendonol.

Im Rahmen des Brandversuches konnte an der Fuge 3 eine maximale Temperatur von 86 °C festgestellt werden. Dies liegt ebenfalls im Bereich der pastösen Brandschutz-Dichtmasse Tendonol.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Eigenschaften der trockenen Systemfuge in Bezug auf den Brandschutz und die Temperaturentwicklung hinter der Fuge mit den Eigenschaften der pastösen Brandschutz-Dichtmasse Tendonol übereinstimmen.

5.3 Kapselkriterium K₂60

Gemäß Musterrichtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise wird für brandschutztechnisch wirksame Bekleidungen das Kapselkriterium K₂60 gefordert. Das Kapselkriterium K₂60 wird erfüllt, wenn gemäß DIN EN 13501-2 nach einer Prüfdauer von 60 Minuten die Temperatur hinter der Brandschutzbekleidung nicht um mehr als 250 °C gestiegen ist und zudem kein verbranntes oder verkohltes Material hinter der Brandschutzbekleidung vorhanden ist.

Im Rahmen des durchgeführten Brandversuches konnten folgende maximale Temperaturen nach 60 Minuten festgestellt werden:

- Fuge 1 64 °C
- Fuge 2 96 °C
- Fuge 3 86 °C

Folglich liegen die Temperaturen hinter der Brandschutzbekleidung deutlich unter 250 °C. In Bezug auf das Temperaturkriterium wird das Kapselkriterium K₂60 erfüllt.

Nach dem Abkühlen des Brandversuches und dem Entfernen der montierten Brandschutzplatten konnte im Bereich der Fugen keinerlei verbranntes oder verkohltes Material festgestellt werden. Das in Bezug auf den Zustand des Holzes gestellte Kriterium gemäß Kapselkriterium K₂60 wird erfüllt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sowohl für die pastöse Brandschutz-Dichtmasse Tendonol als auch für die trockene Systemfuge die Anforderungen des Kapselkriteriums K₂60 nach DIN EN 13501-2 erfüllt werden und somit beide Fugentypen ihre Eignung nachgewiesen haben.

Bearbeitet durch:



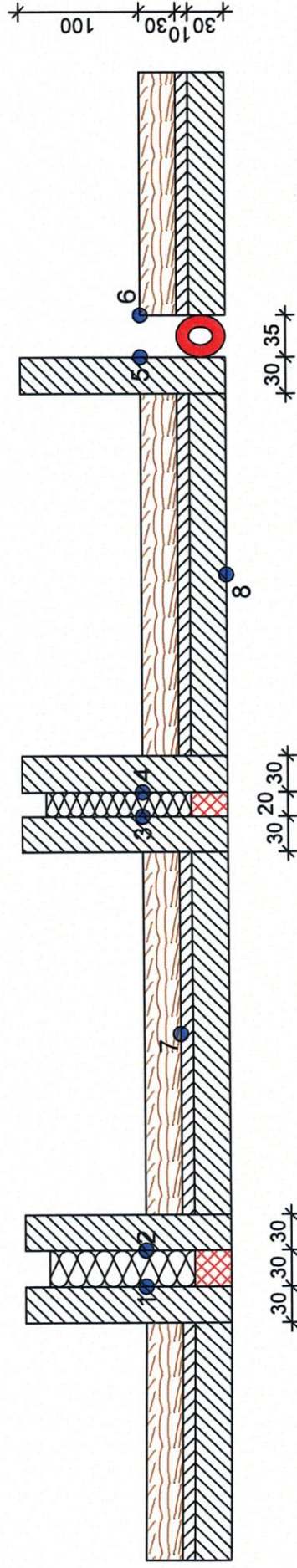
M. Sc. U. Kamotzke









Dipl.-Ing. J. Ortland

Von der Ingenieurkammer Niedersachsen öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Putz, Mörtel, Estriche, Wärmedämm-Verbundsysteme

Bramsche, den 27.03.2020



-  Faserzementplatte
-  Holz
-  Dämmwolle
-  pastöse Brandschutzdichtmasse Tendonor
-  trockene Systemfuge
-  Messstelle

Planinhalt: Anlage 1	gezeichnet	Km	Datum	25.03.2020
	geprüft	Km	Datum	25.03.2020
Planungsstand:	Maßstab:	1:5	Plannummer:	1
Darstellungsart:	Index:	-01	Projektnummer:	100819-2
			Plandatum:	25.03.2020
Bauherr _____				
Verfasser _____				

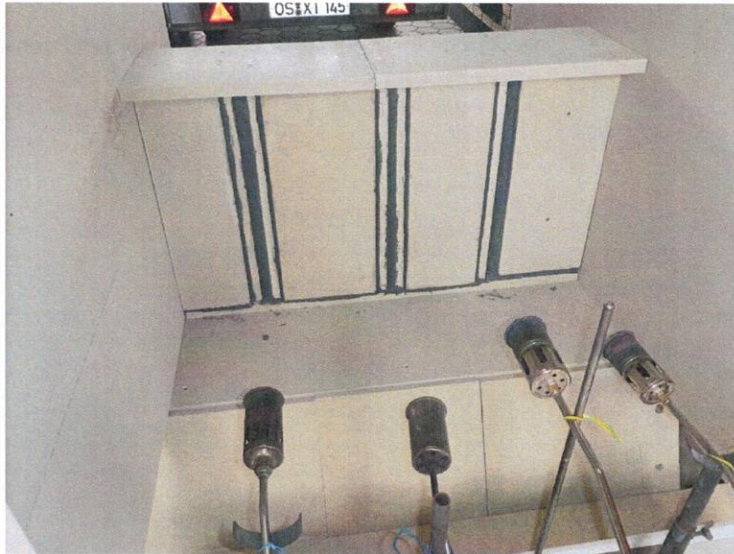


Bild 1
Gesamtansicht des Versuchsaufbaus vor Beginn
des Brandversuches.

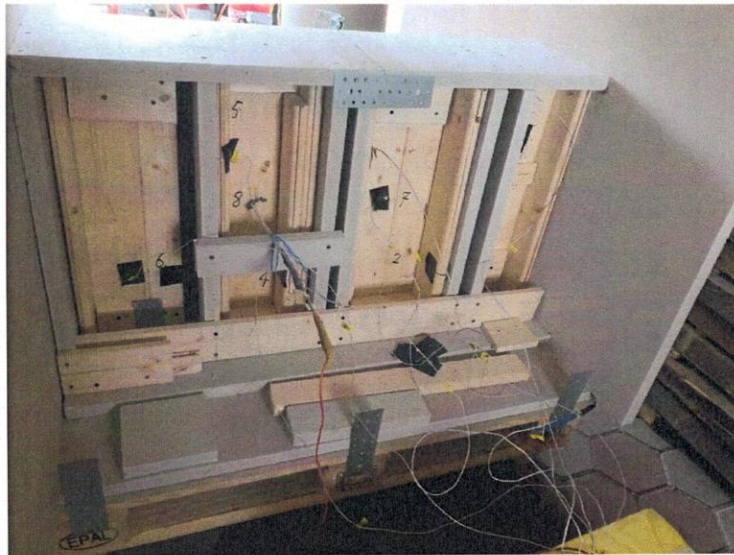


Bild 2
Gesamtansicht der Rückseite des
Versuchsaufbaus mit den aufgeklebten
Temperaturmessfühlern.

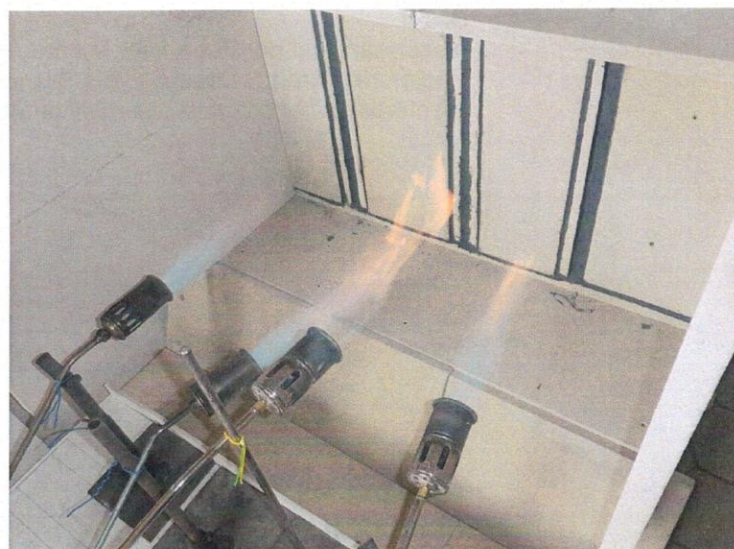


Bild 3
Der Versuchsaufbau wird mit vier
Bunsenbrennern in einem Abstand von ca. 50 cm
für die Dauer des Brandversuches beflammt.

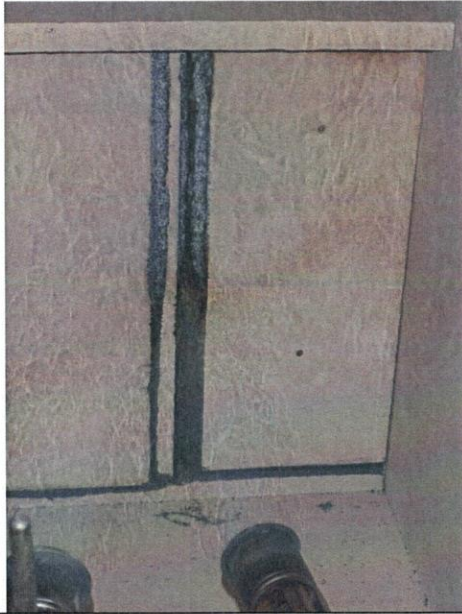


Bild 7
Gesamtansicht der Fuge 30 Minuten nach
Beginn des Brandversuches. Die trockene
Systemfuge ist zum Teil aufgepilzt.

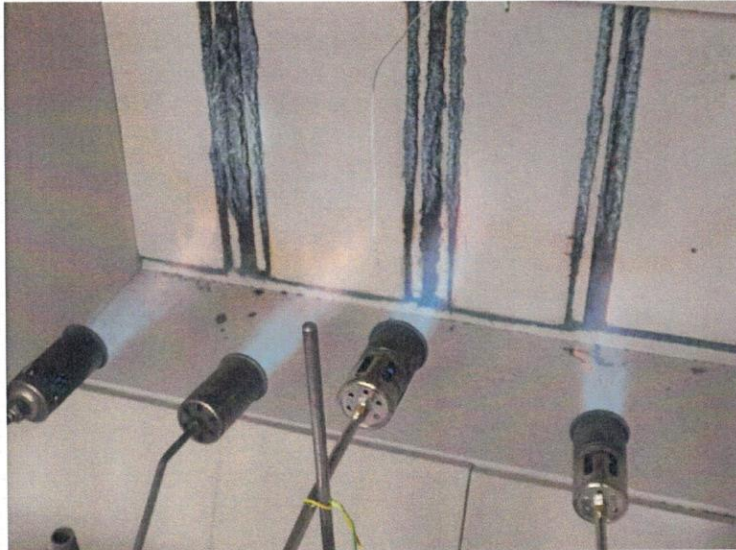


Bild 8
Gesamtansicht des Brandversuches nach 60
Minuten.

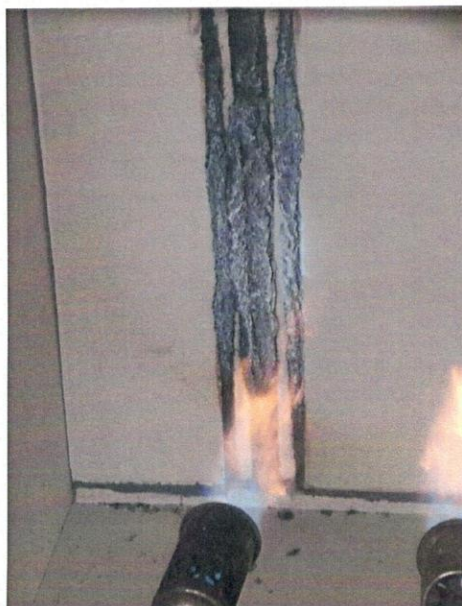


Bild 9
Gesamtansicht der Fuge 1 60 Minuten nach
Beginn des Brandversuches. Die Brandschutz-
Dichtmasse Tendonol ist in großen Teilen stark
aufgepilzt.

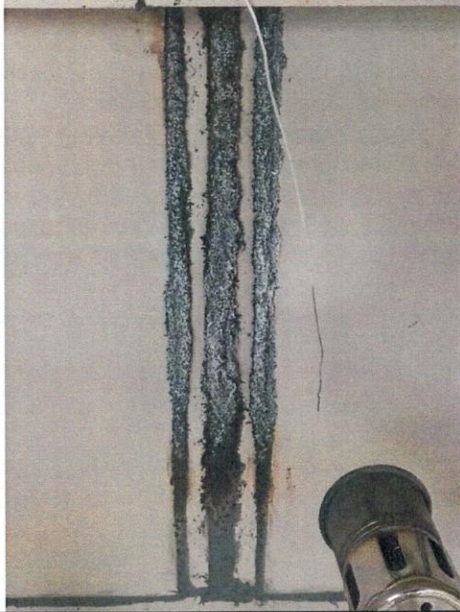


Bild 13
Gesamtansicht der Fuge 2 nach Beendigung des Brandversuches. Die Brandschutz-Dichtmasse Tendonor ist in großen Teilen stark aufgepilzt.

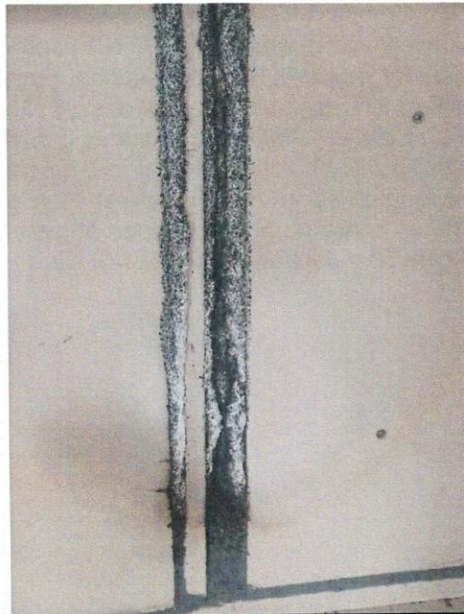


Bild 14
Gesamtansicht der Fuge 3 nach Beendigung des Brandversuches. Die trockene Systemfuge ist stark aufgepilzt.



Bild 15
Ansicht von oben auf die Fuge 3 nach Beendigung des Brandversuches. Es ist zu erkennen, dass der Großteil der trockenen Systemfuge noch vollständig intakt ist und das Aufpilzen nur oberflächlich stattgefunden hat. An dem verbauten Holz können augenscheinlich keine Brandschäden festgestellt werden.

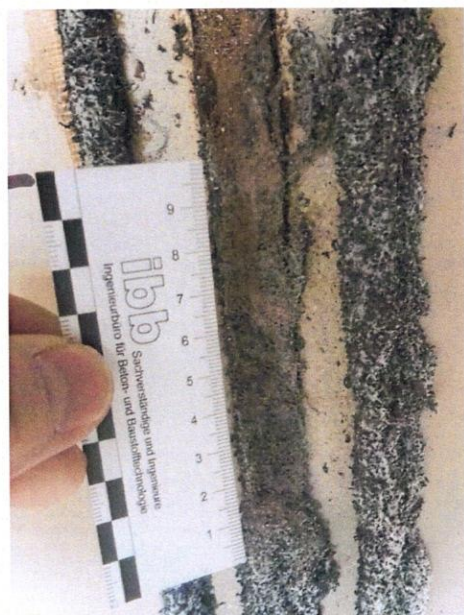


Bild 19
Siehe Bild 18.



Bild 20
Siehe Bild 18.



Bild 1
Zur Überprüfung des Versuchsaufbaus auf eventuelle Schäden infolge der Feuerbeaufschlagung wurde der gesamte Versuchsaufbau nach dem Abkühlen in der Hälfte durchtrennt.

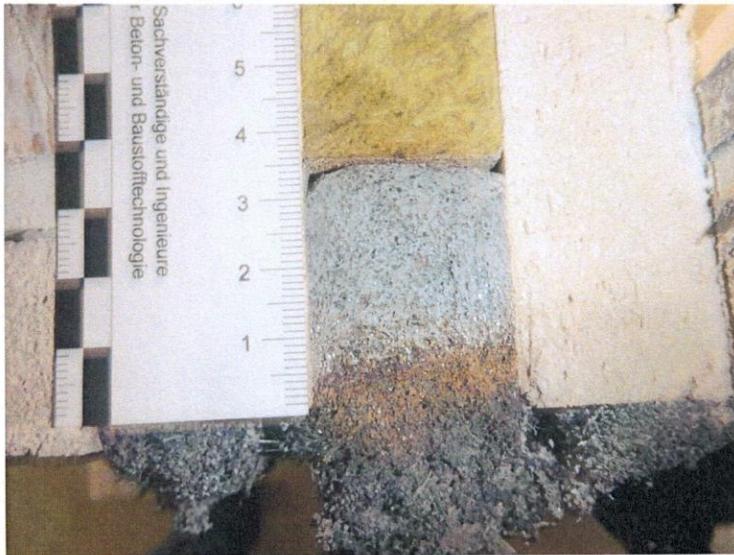


Bild 2
Detailaufnahme der Fuge 1. Es ist zu erkennen, dass das Material bis in eine Tiefe von ca. 5 mm infolge der Feuerbeaufschlagung verfärbt ist. Das Material ist an der Vorderseite vollständig aufgepilt. Von der ursprünglich eingebrachten Materialstärke von 3,5 cm ist eine Reststärke von ca. 3 cm unverändertem Material vorhanden.



Bild 3
Siehe Bild 2.



Bild 7
Siehe Bild 6.



Bild 8
Nach dem Entfernen der Brandschutzplatten kann festgestellt werden, dass das Holz im Bereich der trockenen Systemfuge unverändert ist. Es können keine Verkohlungen oder andere Branderscheinungen festgestellt werden.



Bild 9
Siehe Bild 8.

Anlage 4

Brandprüfung am 27.02.2020

Temperaturverlauf (°C)

	10 min.	20 min.	30 min.	40 min.	60 min.	90 min.	100 min.	120 min.	130 min.
Fuge 1									
M1	4,5	9	23	52	64	68	70	72	70
M2	4	9	20	40	50	55	55	55	55
Fuge 2									
M3	4	12	36	69	90	93	96	92	93
M4	4	11	26	44	53	62	65	66	65
Fuge 3									
M5	5	20	46	67	75	83	85	88	90
M6	9	24	37	57	90	90	86	92	93
M7	5	26	56	75	70	90	93	96	98
M8		1371				1270			

M7 Messstelle zwischen Verkleidung und Holzwand

M8 Messstelle Ofentemperatur