

Verhalten von standardisierten Systemverbindern im Brandfall

Ulrich Stöckl
IBS-Institut für Brandschutztechnik und
Sicherheitsforschung GmbH
AT-Linz



Verhalten von standardisierten Systemverbindern im Brandfall

1. Allgemeines

Am 02. August 2012 wurde im Linzer Chemiepark am Prüfofen der Firma Promat (Intumex®) ein orientierender Brandversuch durchgeführt, bei dem ein Brettsperrholzwandelement mit Systemverbindern und simulierten Brett-schichtholzträgern in unterschiedlichen Ausführungen aufgeschraubt wurden.

Der Brandversuch erfolgte nach EN 1363-1, was den Temperaturverlauf im Brandraum, den Ofendruck und die gesamte Messeinrichtung betrifft.

Bei den Systemverbindern handelt es sich um Schwalbenschwanz-Steckverbindungen aus Aluminium gefertigt für Haupt- und Nebenträgerbauteile aus Holz. Die beiden ineinander schiebbaren und so eine kraftschlüssige Verbindung bildenden, speziell ausgeformten Metallteile (Abbildung 1) werden mittels Holzschrauben (Abbildung 2) mit einem Hauptträger bzw. Nebenträger verbunden (Abb. 3).



Abbildung 1: Systemverbinder



Abbildung 2:
Spezialschraube 6,5x65 mm

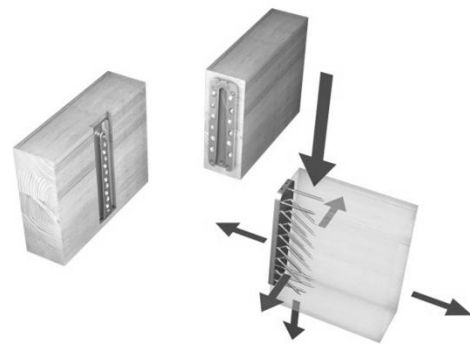


Abb. 3: Wirkungsprinzip

2. Zieldefinition

Maßgebend für den Nachweis der Tragfähigkeit der Systemverbinder im Brandfall ist der ausreichende Schutz der Systemverschraubung und der Verbinderplatten vor zu starker Erwärmung. Zudem muss eine ausreichende Überdeckung speziell des Schraubengewindeanteils mit Holzmaterial gewährleistet sein, um die Auszugstragfähigkeit garantieren zu können. Da die im konstruktiven Holzbau verwendeten Materialien sehr gute Wärmedämmeigenschaften besitzen, ist in der Regel mit einer ausreichenden Überdeckung auch der Schutz der Systemverschraubung gegenüber der Erwärmung gegeben. Somit liegt das Hauptaugenmerk bei den in der Praxis vorkommenden Anschlussvarianten, mit und ohne Fuge, auf dem Wärmeschutz der Verbinderplatten.

3. Verwendete Materialien

3.1. Systemverbinder

Bei diesem Brandversuch wurden Systemverbinder (Abbildung 1) mit Spezialschrauben 6,5x65 mm (Abbildung 2) unter einem Winkel von 37,5° eingedreht. Grundsätzlich wird unterschieden zwischen den sogenannten „Schrägschrauben“ und den „Momentenschrauben“. Letztere werden am oberen bzw. unteren Ende der Verbinderplatten und in Faserlängsrichtung des Nebenträgers bzw. normal zur Faserrichtung im Hauptträger eingeschraubt. Um das beanspruchte Holzvolumen zu erhöhen sind sowohl die eingebrachten „Schrägschrauben“, als auch die „Momentenschrauben“ leicht aufgefächert. Die Gesamtstärke des Systemverbinders beträgt 14 mm (10+4 mm). Die Abmessung des Systemverbinders betragen 60 x 150 mm (B x H) wobei in Summe 26 Schrauben pro Systemverbinder zum Einsatz kamen.

3.2. Brettsperrholz

Anstatt eines Hauptträgers wurde auf Grund des benötigten Raumabschlusses zum Brandraum eine handelsübliche 3-lagige Brettsperrholzplatte (BSP) eines österreichischen Herstellers mit der Abmessung 96x1000x1000 mm (Dicke x Breite x Länge) verwendet.

3.3. Brettschichtholz

Für die Nebenträgerabschnitte wurde handelsübliches Brettschichtholz (BSH) der Festigkeitsklasse GI24h eines österreichischen Herstellers mit dem Querschnitt 100/200 mm verwendet. Dadurch ergab sich ein seitlicher Abstand zwischen der Verbinderkante und dem Holzrand von 20 mm bzw. im oberen und unteren Bereich von 25 mm. Diese seitlichen Überstände wurden unter der Annahme einer Abbrandrate von 0,7 mm/min. für eine Feuerwiderstandsdauer von 30 min. ausgelegt. Die Länge der Brettschichtholzabschnitte betrug 336 mm.

3.4. Brandschutzlaminat

Für den Versuch wurde als Brandschutzmaßnahme das Intumex® L – Brandschutzlaminat in der Ausführung „selbstklebend“ (LSK) mit einer Dicke von 2,5 mm und einer Breite von 20 mm verwendet.



Abbildung 4: Intumex LSK

3.5. Holzfeuchte / Probekörperkonditionierung

Die Brettsperrholzplatte und die BSH-Abschnitte wurden gemäß Lieferanten mit einer Holzfeuchte von $u = 12\%$ hergestellt und waren durch eine Kunststoffolie geschützt, sodass ein Austrocknen während der Zeit der Zwischenlagerung bzw. vor Durchführung des Brandversuches bestmöglich vermieden werden konnte.

Der Probekörper wurde einen Tag vor dem Prüfdatum angeliefert und am Tage der Brandprüfung direkt vor dem vertikalen Prüfofen aufgebaut. Die Umgebungsbedingungen lagen zu dieser Zeit im Bereich von ca. 21 °C und 58 % relativer Luftfeuchtigkeit. Auf Grund der eingesetzten bzw. verwendeten Materialien wurde auf eine gesonderte Konditionierung verzichtet. Vor dem Brandversuch wurde eine mittlere Holzfeuchte von 13 % bei den Brettschichtholzabschnitten stichprobenartig ermittelt.

4. Beschreibung der Versuchsdurchführung

Die Beflammung erfolgte von der Innenseite, also jener Seite, an der die Brettschichtholzabschnitte mit den Systemverbindern an der Brettsperrholzplatte befestigt waren.

Die Umgebungstemperatur wurde über die gesamte Versuchszeit mit einem Thermoelement des Typs K mit einer Dicke von 3 mm kontinuierlich aufgezeichnet. Die Messung wurde an der Messwertanlage durchgeführt, wobei diese in ausreichendem Abstand zum Prüfofen situiert wurde.

4.1. Ofenparameter

Die Beheizung der Brandkammer erfolgte mittels Ofenheizöl extra leicht.

Als Temperatur im Brandraum wurde die Einheitstemperaturkurve gemäß EN 1363-1, Punkt 5.1.1. festgelegt.

Zur Erfassung der Temperatur im Brandraum sind acht Plattenthermometer entsprechend EN 1363, Teil 1, Punkt 4.5.1.1, unter Verwendung von NiCr-Ni-Thermoelementen (Typ K) mit einem Drahtdurchmesser von 1 mm verwendet worden. Die Thermoelemente wurden so weit in die Brandkammer eingeschoben, dass sie die beflammete Probekörperfläche gleichmäßig erfassten.

Der Druck in der Brandkammer wurde so geregelt, dass an der Oberkante des Probekörpers 20 Pa nicht überschritten werden.

4.2. Temperaturmessungen an der feuerabgewandten Seite

Zur Erfassung der an der feuerabgewandten Seite der Konstruktion auftretenden Temperaturerhöhungen gegenüber den Anfangswerten wurden am Probekörper NiCr-Ni-Thermoelemente entsprechend EN 1363, Teil 1, Punkt 4.5.1.2 (Typ K, Draht-durchmesser 0,5 mm) angebracht.

Hinter den aufgeschraubten Federstücken auf der Brettsperrholzplatte wurden jeweils drei Temperaturmessfühler platziert. Zusätzlich kamen noch zwei weitere Messfühler für die Erfassung der Ofentemperatur zum Einsatz.

4.3. Probekörperkonfiguration

Folgende drei Anschlussvarianten mit jeweils zwei übereinander platzierten Prüfkörpern wurden bezüglich ihres Einflusses auf die Temperaturzunahme der Systemverbinderplatten untersucht:

Variante A:

Der Verbinder wird an die Brettsperrholzplatte und den Nebenträger nur aufgeschraubt. Es resultiert eine Fuge zwischen der Oberfläche der Brettsperrholzplatte und dem Hirnholz des Nebenträgers von 14 mm, was der Verbinderstärke entspricht. Durch das Aufkleben des Brandschutzlaminates mit einer Stärke von 2,5 mm auf die Brettsperrholz-Oberfläche ergibt sich eine endgültige Fugenbreite von 11,5 mm.

Variante B:

Der Verbinder wird 11 mm in den Nebenträger eingefräst. Daraus ergibt sich eine Fuge mit 3 mm. Durch das Aufkleben des Intumex LSK mit 2,5 mm auf die Brettsperrholzoberfläche ergibt sich eine endgültige Fugenbreite von ca. 0,5 mm. Der Einschubkanal wird mit einem passgenauen Holzstößel ohne Befestigungsmittel nach dem Zusammenbau verschlossen.

Variante C:

Der Verbinder wird mit 14 mm zur Gänze in den Nebenträger eingefräst, weshalb keine Fuge entsteht. Der Einschubkanal wird mit einem passgenauen Holzstößel ohne Befestigungsmittel nach dem Zusammenbau verschlossen.

5. Resümee

Grundsätzlich ist anzumerken, dass der Versuch unter folgenden verschärften Bedingungen durchgeführt wurde:

- Die Starttemperatur des Ofens lag laut Temperaturfühler 1 um 38,87°C über dem SOLL-Wert
- Durch die Größe und Ausrichtung der BSH-Träger wurde ein fünfseitiger Abbrand simuliert
- Anhand der Abbrandtiefe von 66 mm gemessen an der Brettsperrholzplatte (Abb. 14) kann davon ausgegangen werden, dass die 20 mm Holzüberdeckung auch bei 30 min. nicht ausreichend bemessen waren.

Trotz dieser Voraussetzungen konnte bei keinem Verbinder der einzelnen Varianten weder maßgebende Verfärbungen noch Verformungen nach Versuchsende festgestellt werden.

5.1. Brandversuch bis 30 Minuten

Anhand der gewonnenen Prüfdaten (Tabelle 1) kann belegt werden, dass die Temperaturunterschiede bezogen auf die Abbranddauer von 30 Minuten und den Mittelwerten der

einzelnen Varianten, verhältnismäßig gering ausfallen. Am wirkungsvollsten hat sich die Variante C mit dem vollständig eingefrästen Verbinder und keiner Fuge bzw. keinem Einsatz des LSK herausgestellt. Hier gilt aber zu bedenken, dass in der Praxis eine geschlossene Anschlussfuge auf Grund der üblichen Montagetoleranzen nur in seltenen Fällen gegeben ist.

Die praxistaugliche Variante B mit einer verbleibenden Fuge von ca. 0,5 mm und dem Einsatz des Brandschutzlaminates weist im Vergleich nur eine um ca. 60°C höhere Temperatur auf. Mit den Prüfwerten der Variante A, dessen Mittelwert lediglich 30°C über dem der Variante B liegt, ist belegt, dass bei einem Einsatz des Brandschutzlaminates die verbleibende Fugenbreite reinen optischen Ansprüchen unterliegt und nicht jenen des Brandschutzes.

Zudem ist auf Grund der Ergebnisse davon auszugehen, dass im Brandfall nicht alleine die mit Brandschutzlaminat bestückte Fuge maßgebend ist, sondern zusätzlich die ausreichende Überdeckung des Verbinders und der Schrauben mit Holzmaterial.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Varianten anhand von Abbrandzeit und Temperatur

Prüfzeit/ Abbrandzeit	Temperatur absolut in C°								
	Variante A			Variante B			Variante C		
Minuten	Min.	Max.	MW	Min.	Max.	MW	Min.	Max.	MW
30	186	204	196	162	168	165	103	107	105
55	455	504	475	380	405	399	289	313	301
60	514	570	538	430	464	455	338	364	360

5.2. Brandversuch bis 60 Minuten

Obwohl die Versuchskonfiguration, im Speziellen die Holzquerschnitte der BSH-Abschnitte, lediglich auf eine Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten ausgelegt war, wurde während des Brandversuches beschlossen, den Versuch auf über 60 Minuten auszudehnen. Bemerkenswert ist dabei, dass trotz der unzureichenden Überdeckung des Holzmaterials mit nur 20 mm von der 30. bis zur 55. Minute ein nahezu linearer Temperaturanstieg bei allen drei Varianten zu verzeichnen ist. Erst ab der 55. Minute zeigte sich ein sprunghafter Anstieg bei allen Varianten und Prüfkörpern, was darauf schließen lässt, dass zu diesem Zeitpunkt die letzten verbliebenen Holz- bzw. Holzkohleschichten in ihrer Dämmwirkung aussetzten.

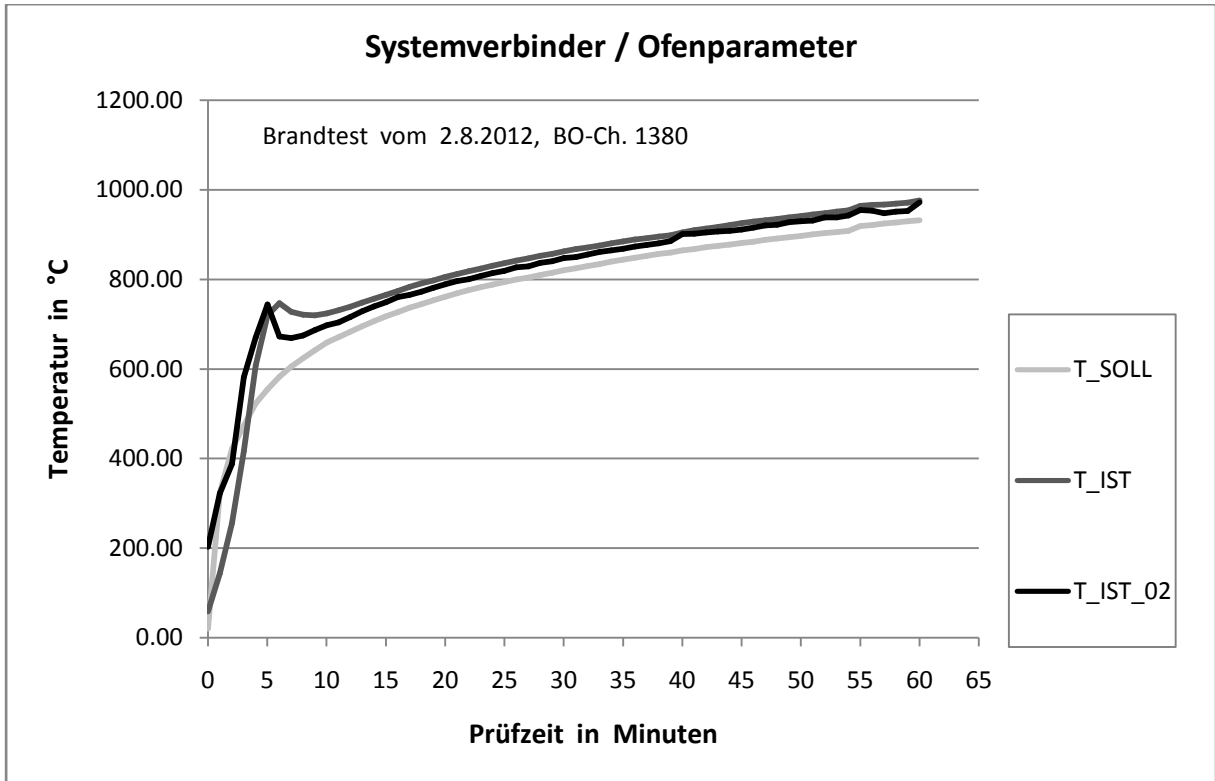


Abbildung 5: Ofenparameter

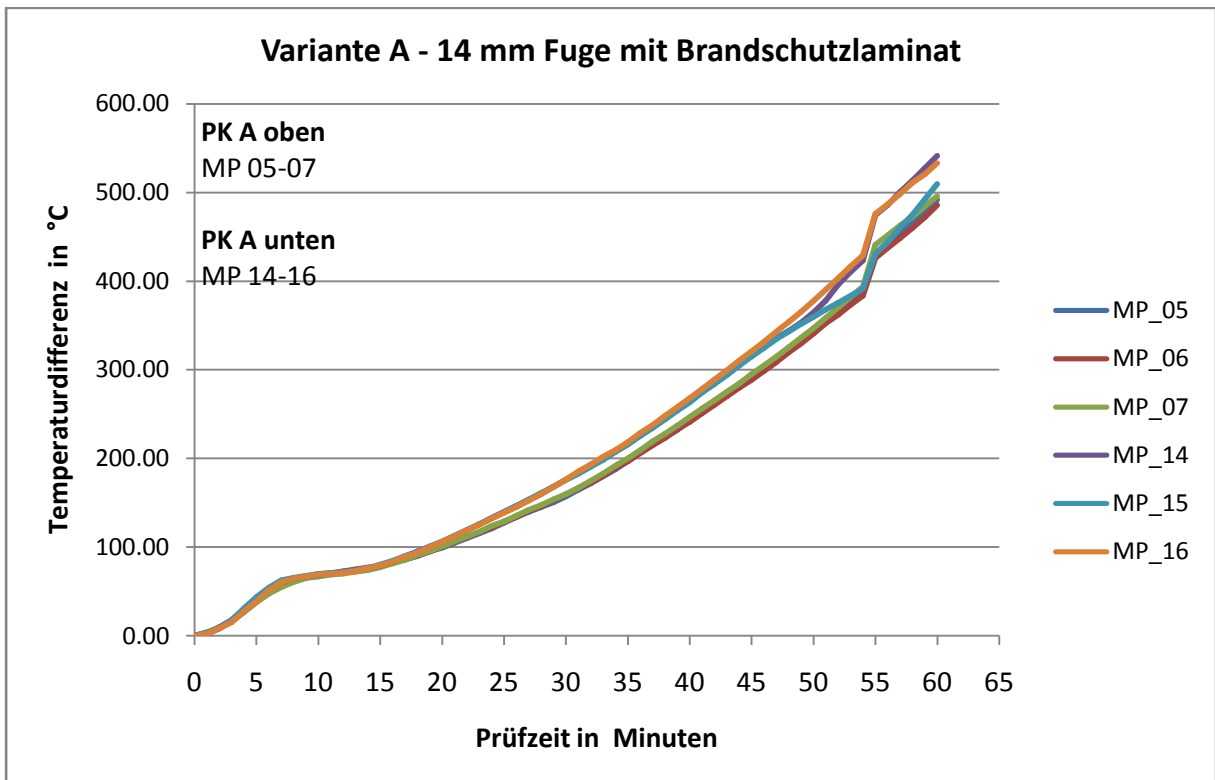


Abbildung 6: Temperaturverlauf Variante A

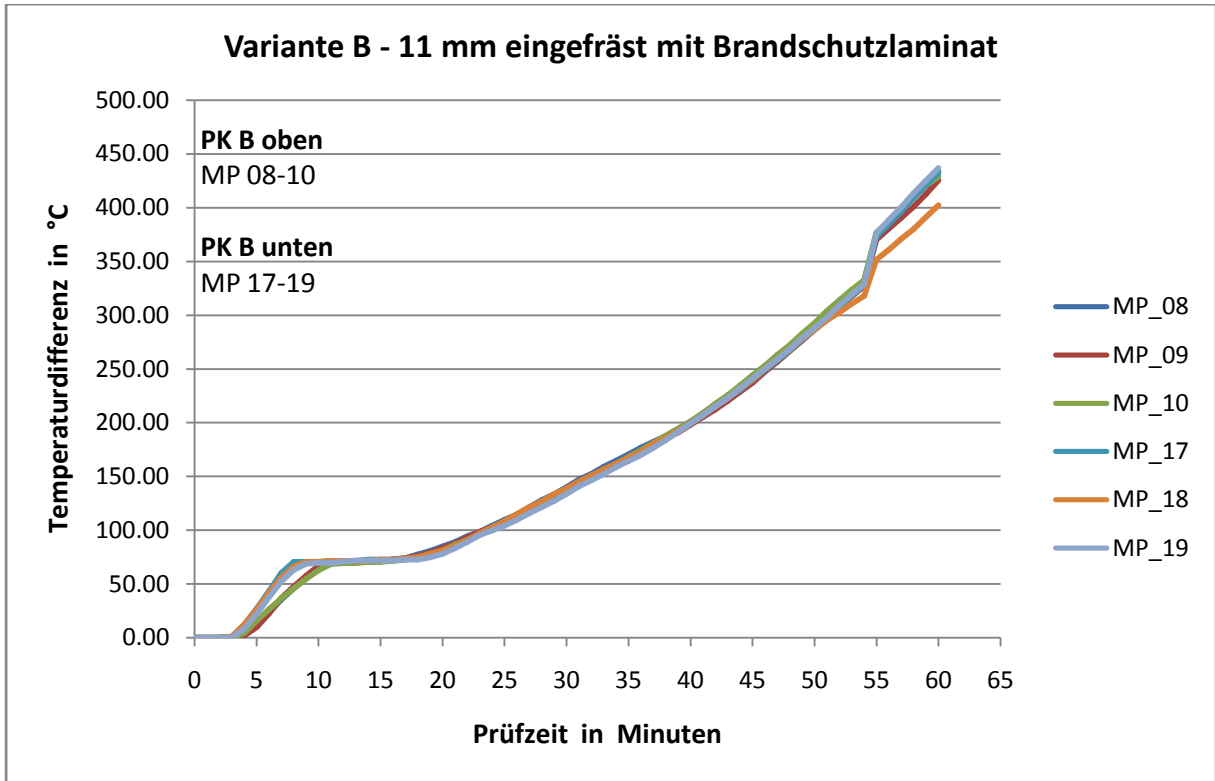


Abbildung 7: Temperaturverlauf Variante B

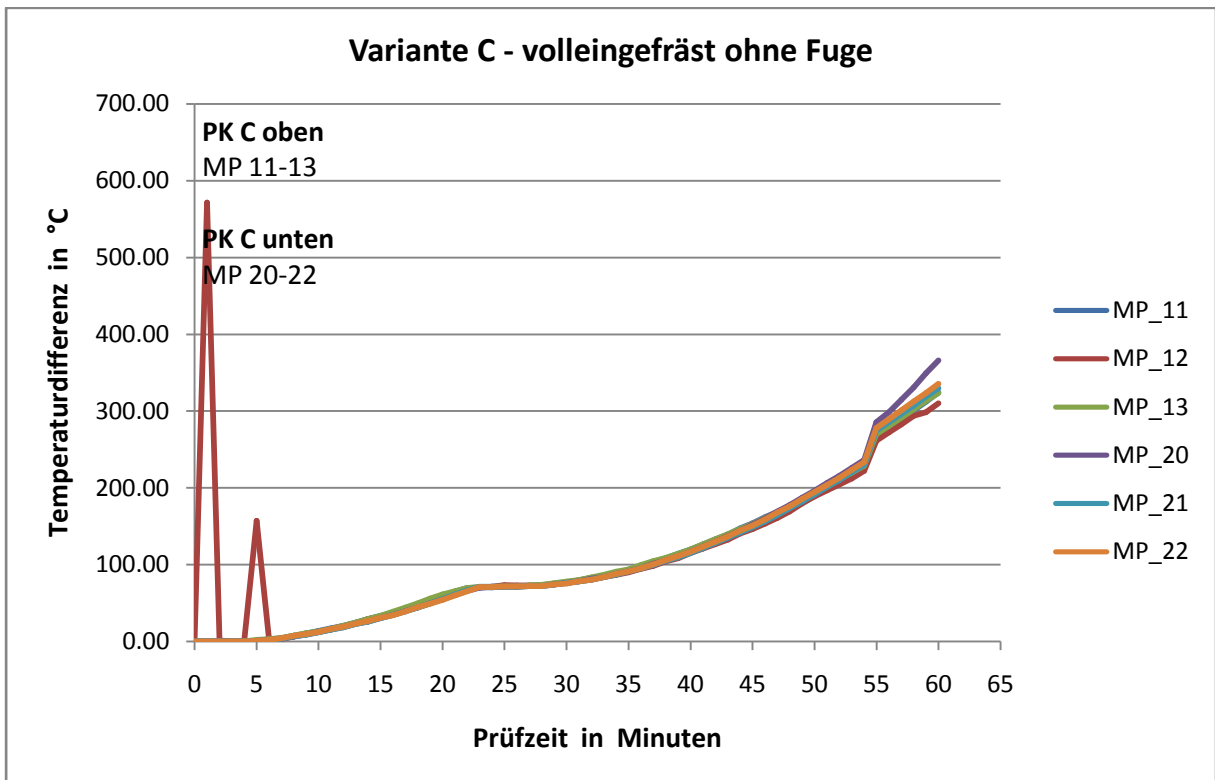


Abbildung 8: Temperaturverlauf Variante C



Abbildung 9: Prüfkörper mit Sensorik und teils LSK

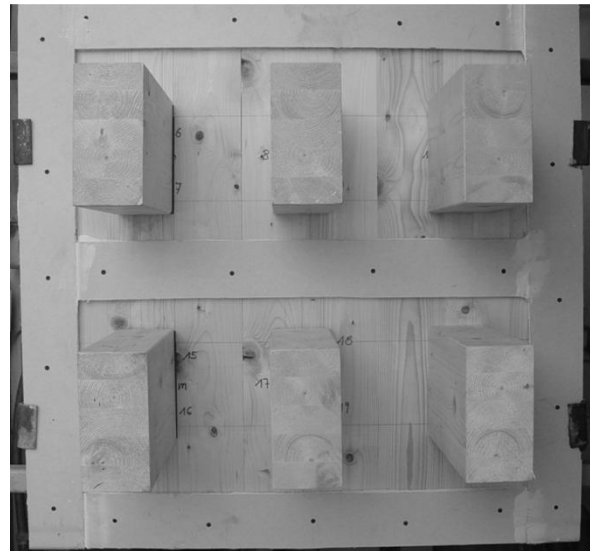


Abb. 10: Probekörper mit eingehängten Nebenträgern

Abbildung 11: Variante A, B & C
(von vorne nach hinten)Abbildung 12: Variante B mit 0,5 mm Fuge,
Brandschutzlaminat und Stoppel

Abbildung 13: Ansicht des nach Abbrand



Abb. 14: Abbrandtiefe gemessen an BSP 80-14=66 cm



Abbildung 15: Variante A



Abbildung 16: Variante B oben



Abbildung 17: Variante C



Abbildung 18: Variante C Ansicht Stoppel nach Abbrand