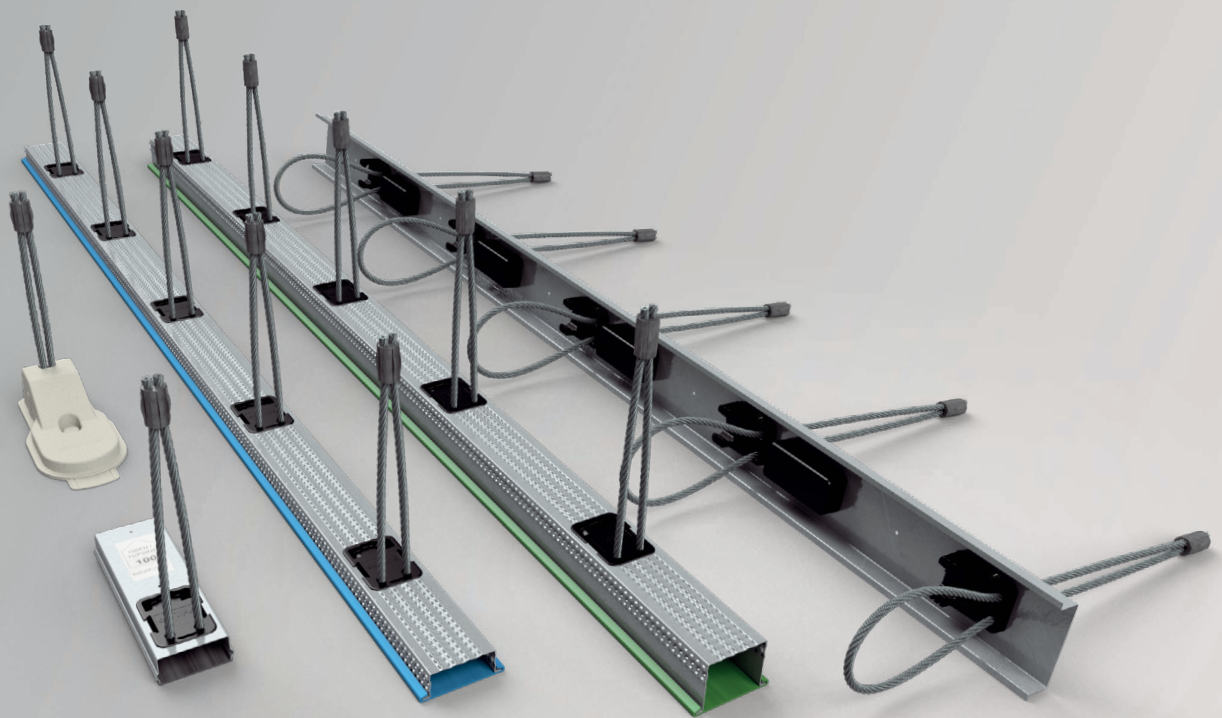


# Verbindungstechnik Brandschutz



Gutachterliche Stellungnahme

# Unsere Produkte aus dem Bereich BAUTECHNIK

## Dienstleistungen

- » Vor-Ort-Versuche -> Wir stellen sicher, dass Ihre Anforderungen in unserer Planung genau erfasst werden.
- » Prüfberichte -> Zu Ihrer Sicherheit und zur Dokumentation.
- » Schulungen -> Das Wissen Ihrer Mitarbeiter aus Planung und Produktion wird von unseren Experten vor Ort, online oder über Webinar erweitert.
- » Planungshilfen -> Aktuelle Bemessungssoftware, Planungunterlagen, CAD-Daten uvm. jederzeit abrufbar unter [www.philipp-gruppe.de](http://www.philipp-gruppe.de).

## Hoher Anspruch an Produktsicherheit und Praxistauglichkeit

- » Enge Zusammenarbeit mit anerkannten Prüfinstituten und - sofern erforderlich - Zulassung unserer Lösungen.

## Technische Fachabteilung

- » Unser Experten-Team unterstützt Sie jederzeit in Ihrer Planungsphase mit detaillierten Planungsvorschlägen.





## Fachgebiet Baulicher Brandschutz

**Prof. Dr.-Ing. Dirk Lorenz**

Erwin-Schrödinger-Straße

Gebäude 67

67663 Kaiserslautern

Telefon: 0631 205-5504

[dirk.lorenz@bauing.uni-kl.de](mailto:dirk.lorenz@bauing.uni-kl.de)

Die gekürzte oder auszugsweise Wiedergabe oder Vervielfältigung dieses Berichts bedarf der ausdrücklichen Erlaubnis

## Gutachterliche Stellungnahme

GS 3/12-14

Gegenstand	Thermischen 2D FE-Simulation der Philipp Verbindungsschlaufen PowerDuo in Verbindung mit den Mörtelsystem Philipp P&T sowie Philipp BETEC jeweils Verguß und Thixo- Mörtel und mit Beton
Auftraggeber:	PHILIPP GmbH Lilienthalstraße 7-9, 63741 Aschaffenburg
Auftragsdatum:	12.01.2016
Bearbeiter	M.Sc. Mayur Patil

Diese Stellungnahme besteht aus 15 Seiten

## 1. Anlass

Dieser Bericht beinhaltet die Ergebnisse der thermischen 2D FE-Simulation der Philipp Verbindungsschlaufen PowerDuo in Verbindung mit dem Mörtelsystem Philipp P&T sowie Philipp BETEC und mit Beton. Um die Simulationszeit zu reduzieren, wurde eine einzige Schlaufe mit Mörtel und mit Beton modelliert und berechnet. Dieses Gutachten gilt sowohl für die Produkte für den zulassungspflichtigen Bereich wie PHILIPP Power Duo und PHILIPP Power Box, als auch für die Produkte für den konstruktiven Bereich wie PHILIPP Verbindungsschlaufen und Verbindungsschienen.

Die Simulationsergebnisse werden für die Wanddicken (d) 140 mm mit 50 mm Überdeckung und 150 mm mit 70 mm Überdeckung der Einbauteile für den zulassungspflichtigen Bereich und 110 mm mit 45 mm Überdeckung, 120 mm mit 50 mm Überdeckung und 150 mm mit 70 mm Überdeckung der Einbauteile für den konstruktiven Bereich für die Feuerwiderstandsklassen F90, F120 und F180 rechnerisch ermittelt.

Die thermische Einwirkung folgt der Einheits-Temperatur-Zeitkurve – ETK nach EN 1991-1-2. Als Randbedingungen für die Simulationsberechnung werden die Kennwerte gemäß EN 1992-1-2 bzw. EN 1993-1-2 verwendet. Die Materialeigenschaften des Mörtelsystems wurden den Unterlagen der Firma Philipp entnommen. Die Simulation wurde mit dem Programm ANSYS Mechanical (Workbench) 15.0 durchgeführt.

## 2. Geometrie

Die Geometrie des Anschlusses „Wand-Wand Queranschluss“ für Wanddicke 140 mm mit 50 mm Überdeckung der Schiene wird in nachfolgender Abbildung dargestellt. Die Schlaufe verbindet zwei Fertigteilwände aus Beton miteinander. Die konstruktionsbedingte Fuge wird entweder mit Mörtel oder Beton vergossen, so dass alle Einbauteile davon umgeben sind. Die Dicke der Wand beträgt 140 mm und 150 mm für den zulassungspflichtigen Bereich und 110 mm, 120 mm und 150 mm für den konstruktiven Bereich. Die Überdeckung der Schlaufen beträgt 45 mm für Wanddicke  $\geq 110$  mm, 50 mm für Wanddicke  $\geq 120$  mm und 70 mm für Wanddicke  $\geq 150$  mm.

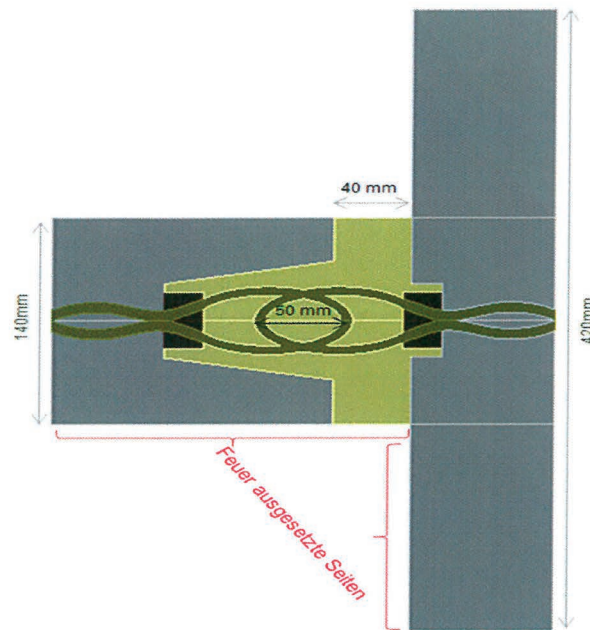


Fig. 1: Geometrie der Verbindungsschlaufen PowerDuo

### 3. Netz

Mit Hilfe von 2D-plane Elementen wird eine sehr feine Vernetzungsgröße von 1mm erstellt. Bei PLANE 77 handelt es sich um ein zweidimensionales Wärmeelement höherer Ordnung. Hier kann der Freiheitsgrad Temperatur an jedem Knoten abgegriffen werden. Für verschiedene Last- und Oberflächeneffekte wird SURF151 angewendet. Der mittlere Abschnitt des Gitters wird in Abbildung 2 dargestellt. Zu erkennen sind die Betonfertigteile (grau), der Mörtel oder der Beton (gelb), die Verbindungsschlaufen PowerDuo (dunkelgelb) und die Einbauschiene (braun).

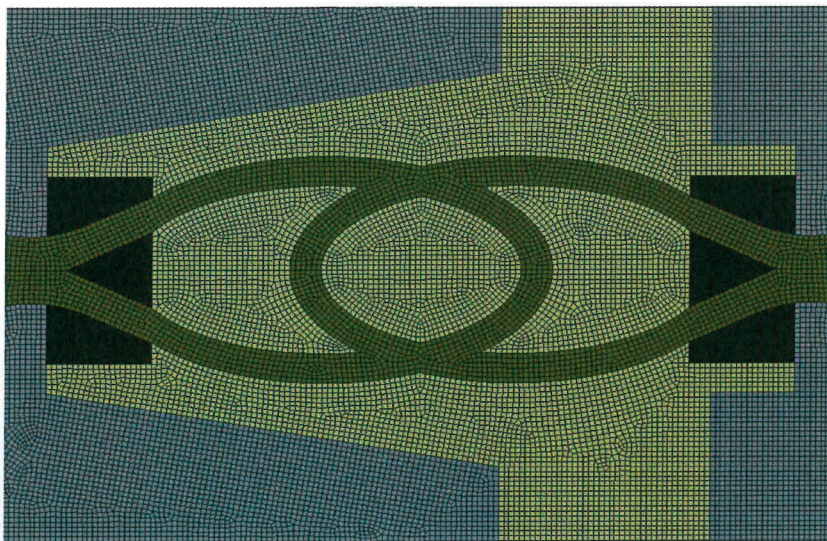


Fig. 2: FE-Netz

#### 4. Materialeigenschaften

Die Materialeigenschaften wie Wärmeleitfähigkeit, spezifische Wärmekapazität und die Dichte von Beton und Stahl sind temperaturabhängig und werden gemäß EN 1992-1-2 bzw. EN 1993-1-2 bestimmt. Die Variationen der Eigenschaften bezüglich der Temperatur werden in den nachfolgenden Diagrammen 1 - 5 gezeigt.

Die thermische Leitfähigkeit und die spezifische Wärmekapazität des Mörtels sind  $1,4 \text{ W/mK}$  und  $900 \text{ J/KgK}$ . Die Dichte wird als maximaler Dichtewert von Beton als  $2300 \text{ Kg/m}^3$  angesetzt.

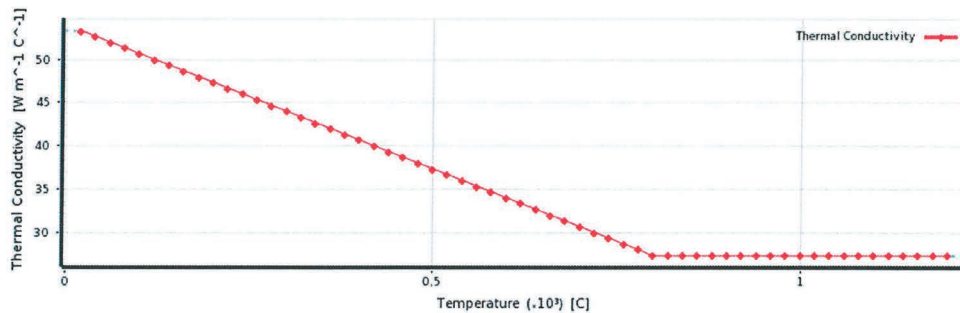


Diagramm 1: Stahl Wärmeleitfähigkeit

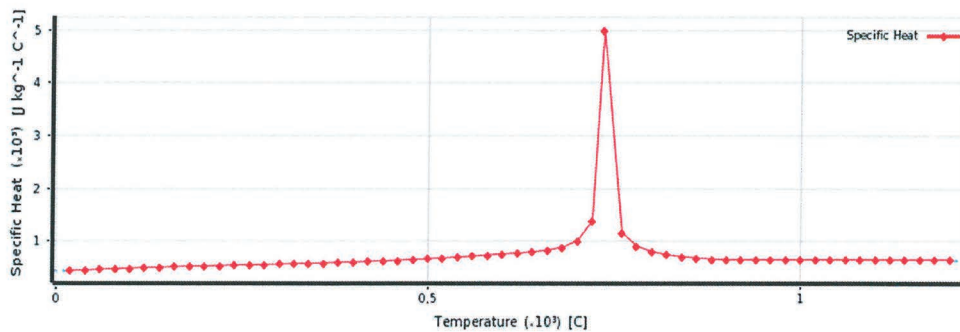


Diagramm 2: Stahl Spezifische Wärmekapazität

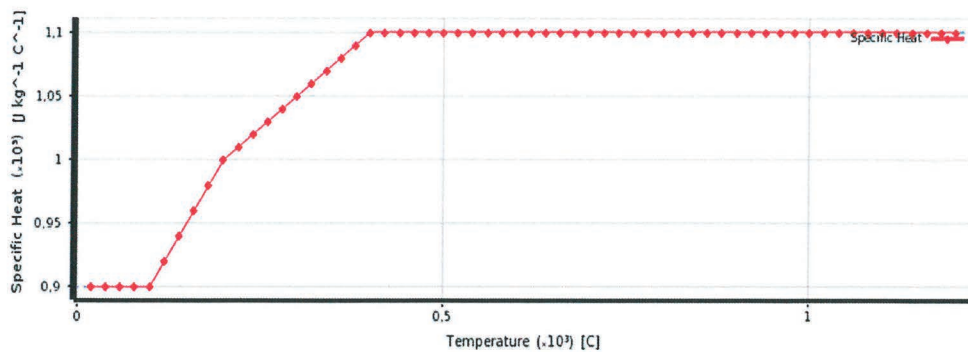


Diagramm 3: Beton Spezifische Wärmekapazität

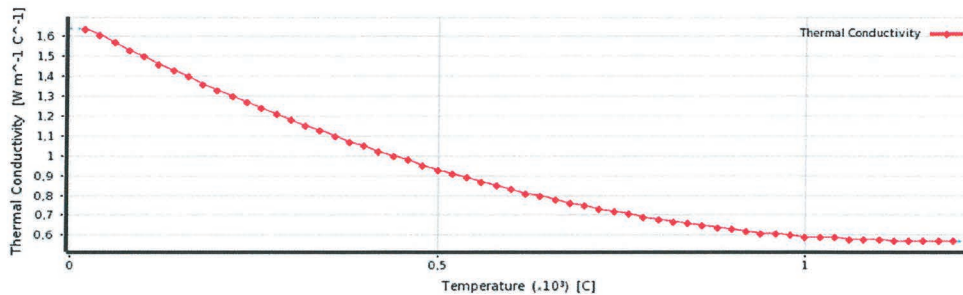


Diagramm 4: Beton Wärmleitfähigkeit

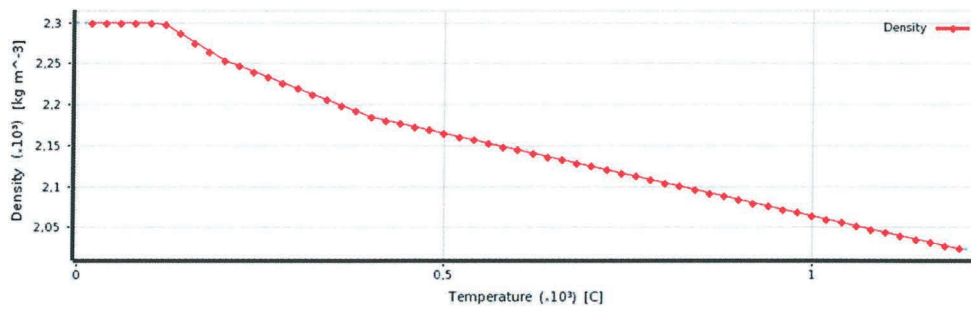


Diagramm 5: Beton Dichte

## 5 Randbedingungen

Konvektion und Strahlung werden für diese Simulation sowohl für die vom Brand direkt angestrahlte als auch nicht direkt angestrahlte Seite definiert. Die Definition von Konvektion, Strahlung, Emissivität des Materials sowie die Wärmeübertragungskoeffizienten werden gemäß EN 1992-1-2 bzw. EN 1993-1-2 definiert. Für die Wärmeübertragungskoeffizienten werden die Werte von  $25 W/m^2K$  für die dem Brand ausgesetzte Seite und  $4 W/m^2K$  für die dem Brand abgewandte Seite angenommen. Die Emissivitätswerte für Stahl und Beton werden mit 0,7 angesetzt.

## 6 Kritische Temperatur

Nach DIN EN 1991-1-2 wird die kritische Temperatur für Stahl mit  $350 \text{ }^\circ C$  angenommen. Die kritische Temperatur der Bewehrung ist die Temperatur die im Bauteil vorhanden ist, bei der Bruchspannung des Stahls auf die Stahlspannung absinkt. Die vorhandene Stahlspannung ändert sich während der Brandeinwirkung.



## 7 Ergebnisse von Temperaturentwicklung in Stahlschlaufe mit Mörtel für den zulassungspflichtigen Bereich

Der Vergleich von ETK, Schlaufentemperatur für die Wanddicken 140 mm mit 50 mm Überdeckung und 150 mm mit 70 mm Überdeckung und kritischer Temperatur wird in Diagramm 6 dargestellt.

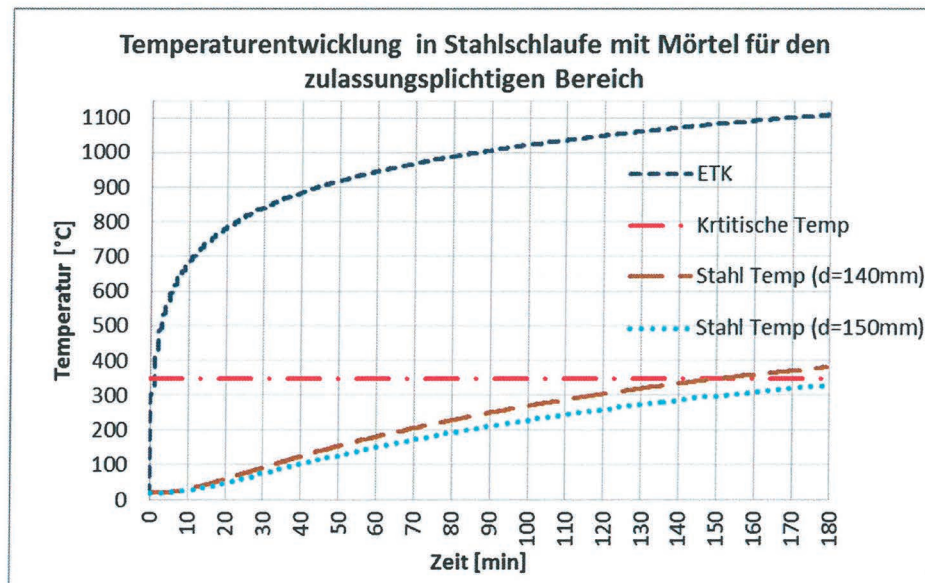


Diagramm 6: Entwicklung der Stahl Temperatur für den zulassungspflichtigen Bereich

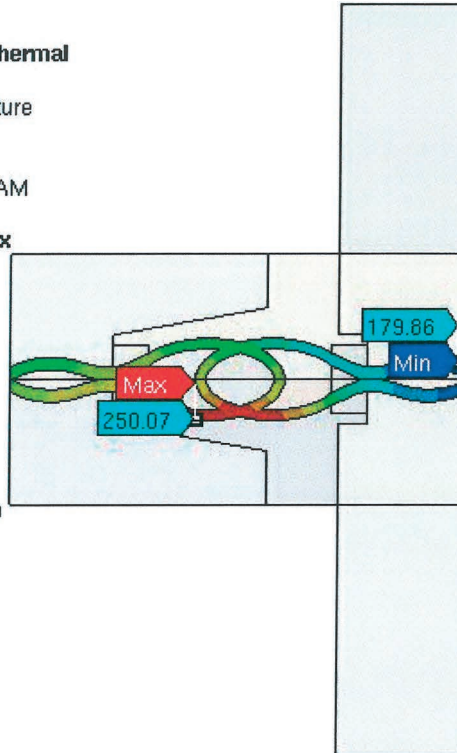
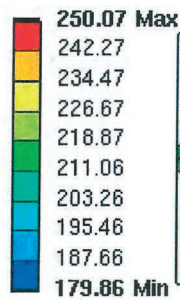
### 7.1 Nachweis für Wanddicke (d) 140 mm

Die maximalen Temperaturen bei einer Branddauer von 90 min bzw. 120 min bzw. 180 min an der Stahlschiene für die Wanddicke von  $d = 140$  mm sind 250 °C bzw. 305 °C bzw. 383 °C.

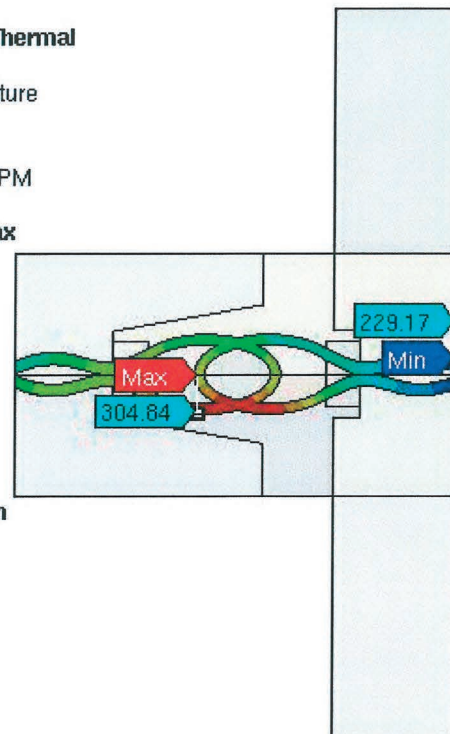
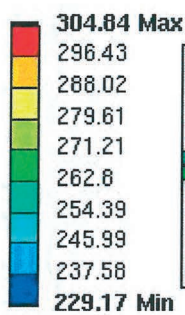
Die kritische Temperatur von 350 °C wird im Stahl selbst nach 150 Minuten erreicht. Hieraus kann gefolgert werden, dass eine Wanddicke  $d \geq 140$  mm für das Erreichen der Feuerwiderstandsklasse F90 und F120 geeignet ist.

Zum Erreichen der Feuerwiderstandsklasse F180 reicht eine Wanddicke  $d = 140$  mm nicht aus.

**A: Transient Thermal**  
Temperature  
Type: Temperature  
Unit: °C  
Time: 5400  
4/21/15 11:53 AM



**A: Transient Thermal**  
Temperatur  
Type: Temperature  
Unit: °C  
Time: 7200  
12/23/14 1:33 PM



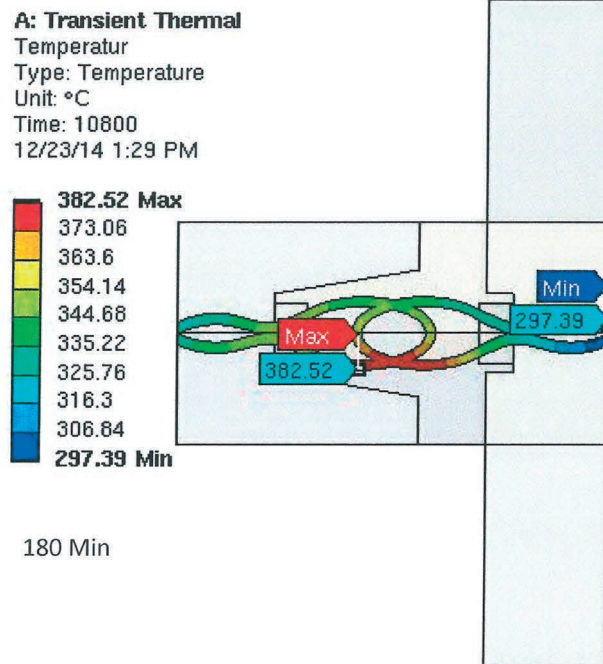


Fig. 3: Temperaturverteilung in Schlaufe bei 90 min, 120 min und 180 min für d=140 mm

## 7.2 Nachweis für Wanddicke (d) 150 mm

Die maximalen Temperaturen bei 120 min und 180 min an der Stahlschiene für die Wanddicke d = 150 mm sind 260 °C und 331 °C.

Die kritische Temperatur von 350 °C wird im Stahl in den 180 Minuten nicht erreicht. Hieraus kann gefolgert werden, dass eine Wanddicke d = 150 mm für das Erreichen der Feuerwiderstandsklasse F120 und F180 geeignet ist.

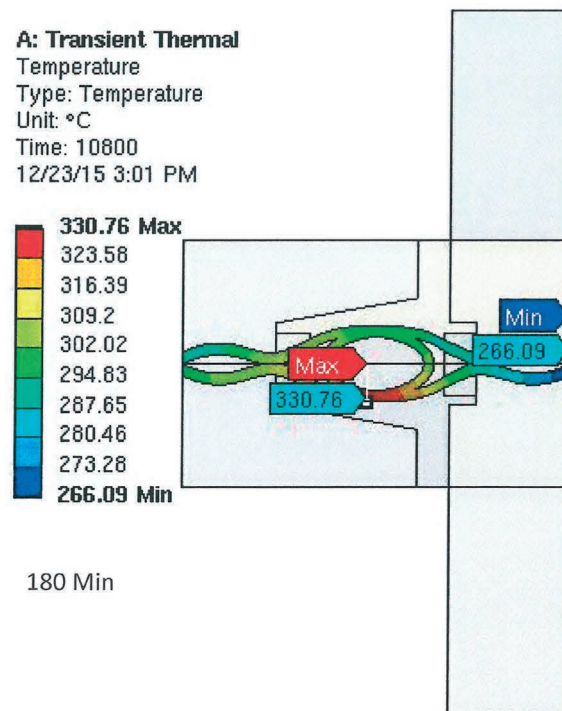
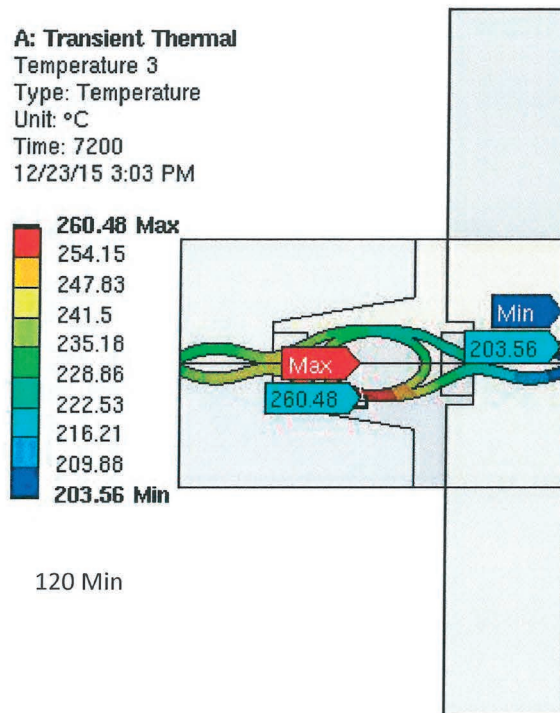


Fig. 4: Temperaturverteilung in Schlaufe bei 120 min und 180 min für d=150 mm

### 8 Ergebnisse von Temperaturentwicklung in Stahlschlaufe mit Beton für den konstruktiven Bereich

Der Vergleich von ETK, Schlaufentemperatur für die Wanddicken 110 mm mit 45 mm Überdeckung, 120 mm mit 50 mm Überdeckung und 150 mm mit 70 mm Überdeckung und kritischer Temperatur wird in Diagramm 7 dargestellt.

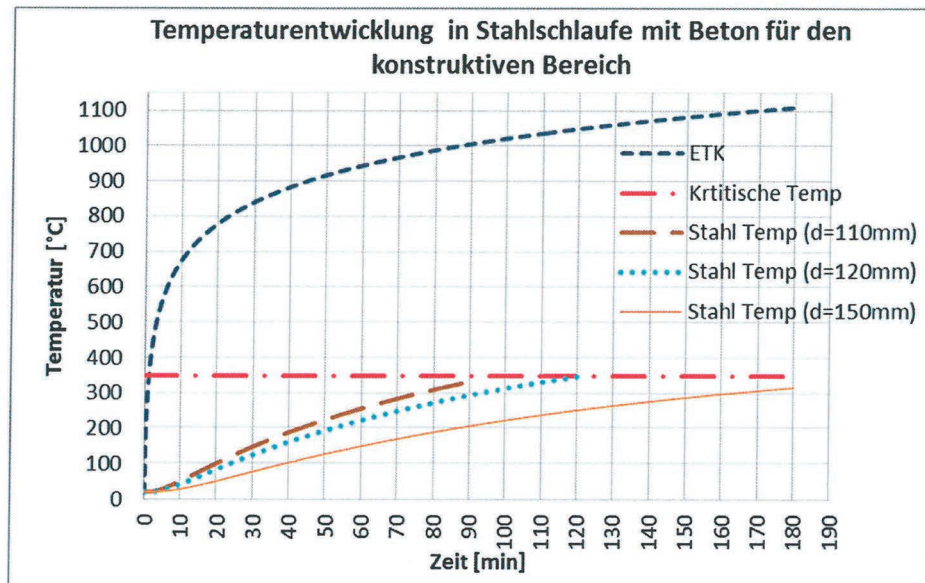


Diagramm 7: Entwicklung der Stahl Temperatur für den konstruktiven Bereich

## 8.1 Nachweis für Wanddicke (d) 110 mm

Die maximalen Temperaturen bei einer Branddauer von 90 min an der Stahlschiene für die Wanddicke von  $d = 110$  mm und Überdeckung 45 mm ist  $333\text{ °C}$ .

Die kritische Temperatur von  $350\text{ °C}$  wird im Stahl in den 90 Minuten nicht erreicht. Hieraus kann gefolgert werden, dass eine Wanddicke  $d = 110$  mm für das Erreichen der Feuerwiderstandsklasse F90 geeignet ist.

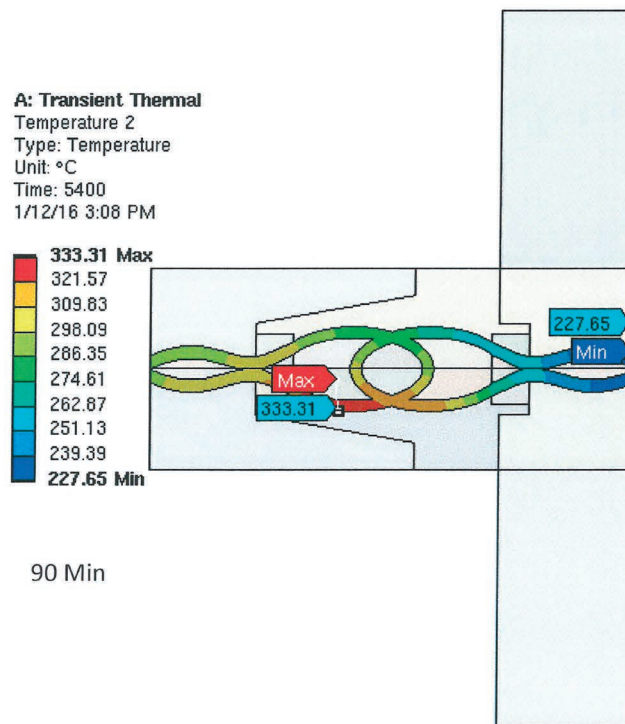


Fig. 5: Temperaturverteilung in Schlaufe bei 90 min für  $d=110$  mm

## 8.2 Nachweis für Wanddicke (d) 120 mm

Die maximalen Temperaturen bei einer Branddauer von 120 min an der Stahlschiene für die Wanddicke von  $d = 120$  mm und Überdeckung 50 mm ist  $348\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Die kritische Temperatur von  $350\text{ }^{\circ}\text{C}$  wird im Stahl in den 120 Minuten nicht erreicht. Hieraus kann gefolgert werden, dass eine Wanddicke  $d = 120$  mm für das Erreichen der Feuerwiderstandsklasse F120 geeignet ist.

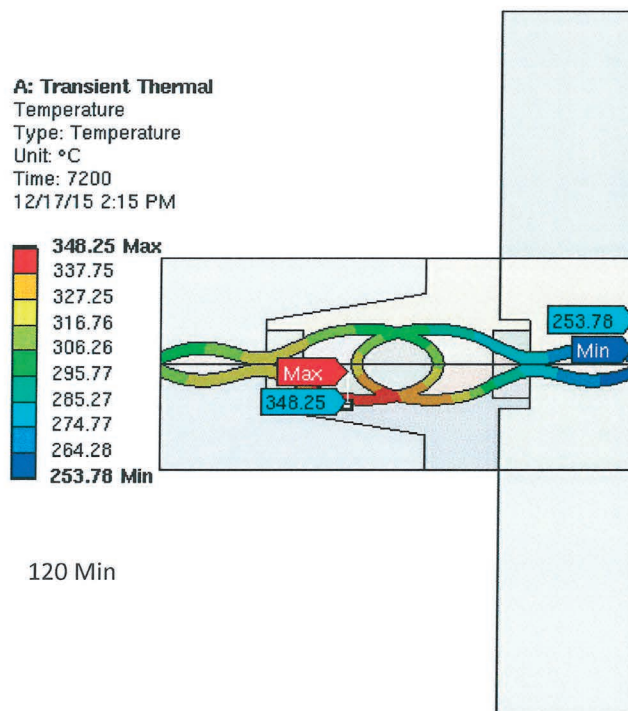


Fig. 6: Temperaturverteilung in Schlaufe bei 120 min für  $d=120$  mm

### 8.3 Nachweis für Wanddicke (d) 150 mm

Die maximalen Temperaturen bei einer Branddauer von 180 min an der Stahlschiene für die Wanddicke von  $d = 150$  mm und Überdeckung 70 mm ist  $318$  °C.

Die kritische Temperatur von  $350$  °C wird im Stahl in den 180 Minuten nicht erreicht. Hieraus kann gefolgert werden, dass eine Wanddicke  $d = 150$  mm für das Erreichen der Feuerwiderstandsklasse F180 geeignet ist.

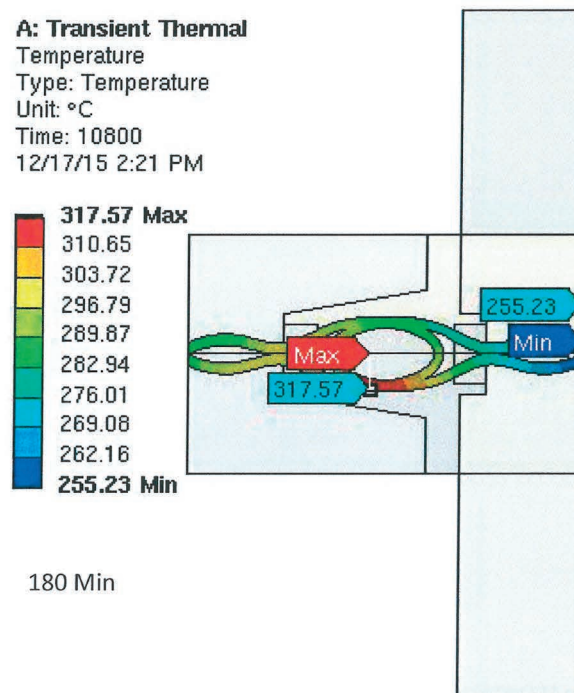


Fig. 7: Temperaturverteilung in Schlaufe bei 180 min für  $d=150$  mm



## 9 Zusammenfassung

Die hier aufgeführten Ergebnisse der Brandsimulationsberechnungen zeigen, dass unter voller Belastung

für den zulassungspflichtigen Bereich

Nachweis F90

- Für Wanddicke  $\geq 140$  mm erfüllt;

Nachweis F120

- Für Wanddicke  $\geq 140$  mm erfüllt;

Nachweis F180

- Für Wanddicke  $\geq 150$  mm erfüllt;

wird und,

für den konstruktiven Bereich

Nachweis F90

- Für Wanddicke  $\geq 110$  mm erfüllt;

Nachweis F120

- Für Wanddicke  $\geq 120$  mm erfüllt;

Nachweis F180

- Für Wanddicke  $\geq 150$  mm erfüllt;

wird.

Kaiserslautern, den 12.01.2016



Prof. Dr.-Ing Dirk Lorenz  
Leiter Fachgebiet Baulicher Brandschutz



Mayur Patil M.Sc.  
Fachgebiet Baulicher Brandschutz

**PHILIPP GmbH**

Lilienthalstrasse 7-9  
63741 Aschaffenburg

+ 49 6021 40 27-0

info@philipp-gruppe.de

**PHILIPP GmbH**

Roßlauer Strasse 70  
06869 Coswig/Anhalt

+ 49 34903 6 94-0

info@philipp-gruppe.de

**PHILIPP GmbH**

Sperberweg 37  
41468 Neuss

+ 49 2131 3 59 18-0

info@philipp-gruppe.de

**PHILIPP ACON Hydraulik GmbH**

Hinter dem grünen Jäger 3  
38836 Dardesheim

+ 49 39422 95 68-0

info@philipp-gruppe.de

**PHILIPP Vertriebs GmbH**

Leogangerstraße 21  
5760 Saalfelden / Salzburg

+ 43 6582 7 04 01

info@philipp-gruppe.at



**Besuchen Sie uns!**

[www.philipp-gruppe.de](http://www.philipp-gruppe.de)