

Brandverhalten von Stahl-Holz-Hybrid-Konstruktionen

Stahlbautage 2024

Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter,
Dr.-Ing. Norman Werther,
Patrick Dumler, M.Sc.
Lehrstuhl für Holzbau und
Baukonstruktion

Prof. Dr.-Ing. Martin Mensinger,
Jakob Blankenhagen, M.Sc., SFI/IWE
Lehrstuhl für Metallbau



Projektvorstellung

- Aktuell keine abgesicherten brandschutztechnischen Nachweisverfahren und Konstruktionsregeln vorhanden
- Vorhandene Lösungen und Bemessungsregeln für Stahl und Holz lassen sich nicht auf die Mischbauweise übertragen.
- Schutzwirkung von flächigen Holzbauteilen für Träger und Stützen aus Stahl bisher nicht bekannt
- Beurteilung des Systemverhaltens und der Detailausbildung bisher ohne validierte Daten

→ Entwicklung von Bemessungsansätzen für den Brandfall

→ Erarbeitung von konstruktiven Lösungen

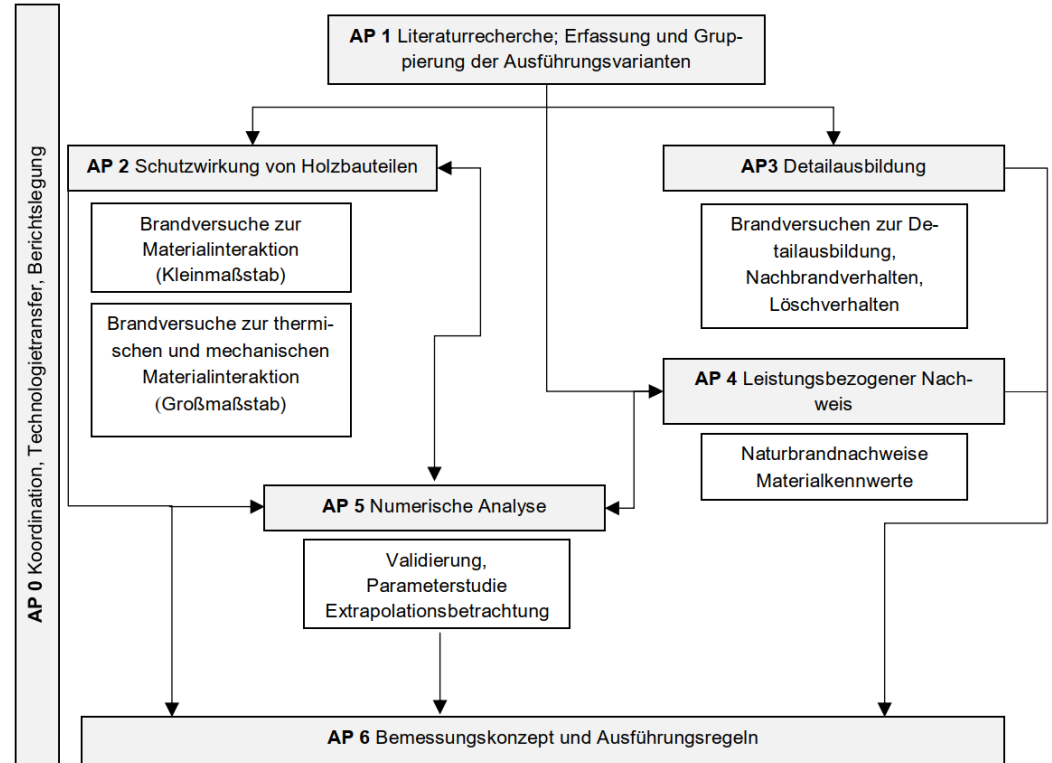


© dcstructural

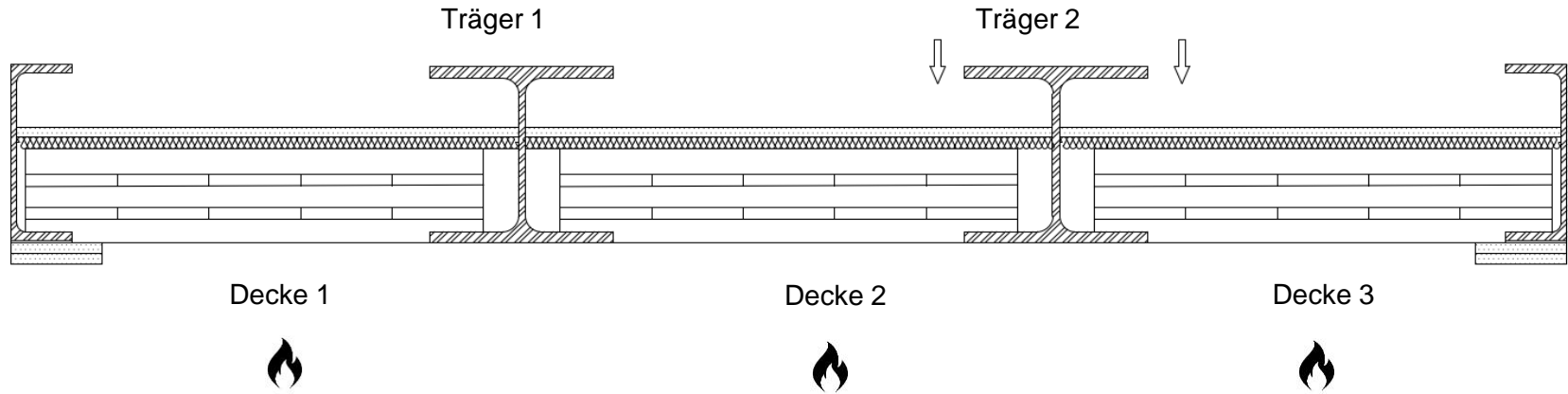


Übersicht Versuche

- Validierungsversuche
 - Deckenversuche
 - Bekleidete Stahlstützen und -träger
 - Belasteter Biegeträger
 - Naturbrandversuche Decke
- Materialkennwerte
- Schutzwirkung von Holzbauteilen
- Erarbeitung von brandschutztechnischen Detaillösungen



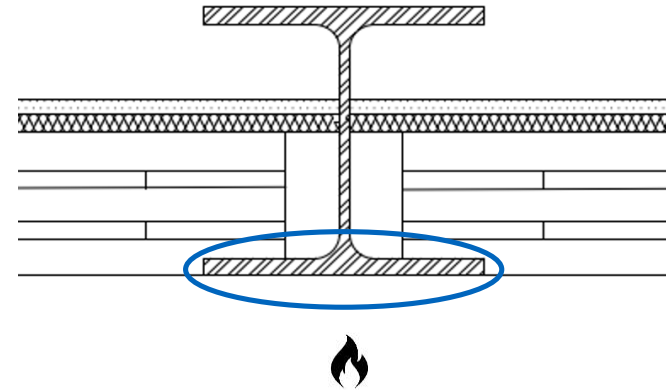
Versuchsaufbau



- Deckensystem aus HEB 300 und BSP 160
- Beflammte Länge: 1 m
- Sieben Prüfkörper in unterschiedlichen Varianten

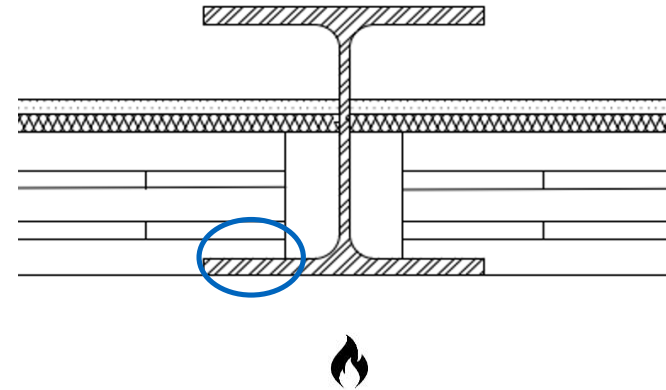
Versuchsaufbau

- **Bekleidung:** ohne Bekleidung / mit Holzbekleidung / reaktives Brandschutzsystem



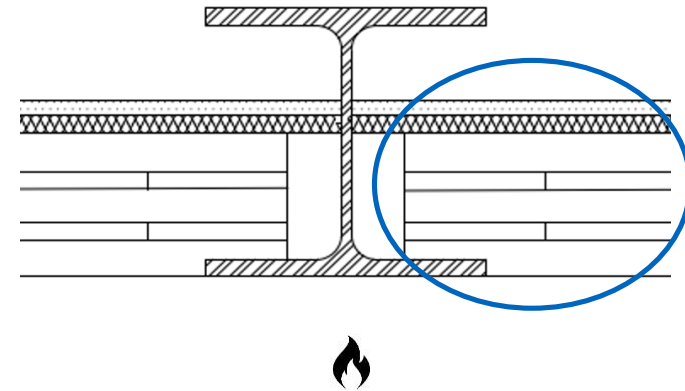
Versuchsaufbau

- Bekleidung: ohne Bekleidung / mit Holzbekleidung / reaktives Brandschutzsystem
- **Auflager:** ohne Unterlegung / mit GKF unterlegt / mit GKF an Stirnseite des BSP-Elements



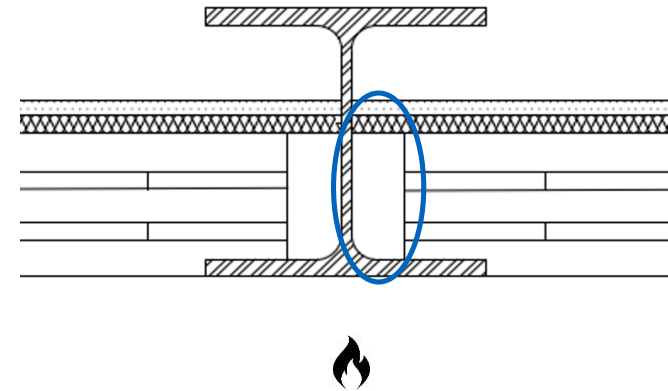
Versuchsaufbau

- Bekleidung: ohne Bekleidung / mit Holzbekleidung / reaktives Brandschutzsystem
- Auflager: ohne Unterlegung / mit GKF unterlegt / mit GKF an Stirnseite des BSP-Elements
- **Elementfuge:** ohne Fuge / mit Deckbrett



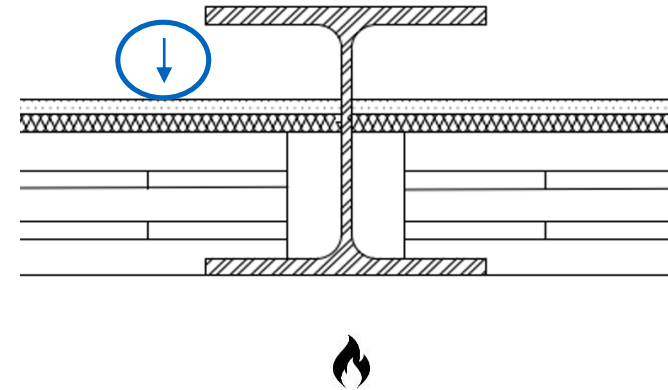
Versuchsaufbau

- Bekleidung: ohne Bekleidung / mit Holzbekleidung / reaktives Brandschutzsystem
- Auflager: ohne Unterlegung / mit GKF unterlegt / mit GKF an Stirnseite des BSP-Elements
- Elementfuge: ohne Fuge / mit Deckbrett
- **Hohlraum:** ohne Füllung / Steinwolle / Perlitschüttung



Versuchsaufbau

- Bekleidung: ohne Bekleidung / mit Holzbekleidung / reaktives Brandschutzsystem
- Auflager: ohne Unterlegung / mit GKF unterlegt / mit GKF an Stirnseite des BSP-Elements
- Elementfuge: ohne Fuge / mit Deckbrett
- Hohlraum: ohne Füllung / Steinwolle / Perlitschüttung
- **Mech. Belastung:** unbelastet / 10 kN/m

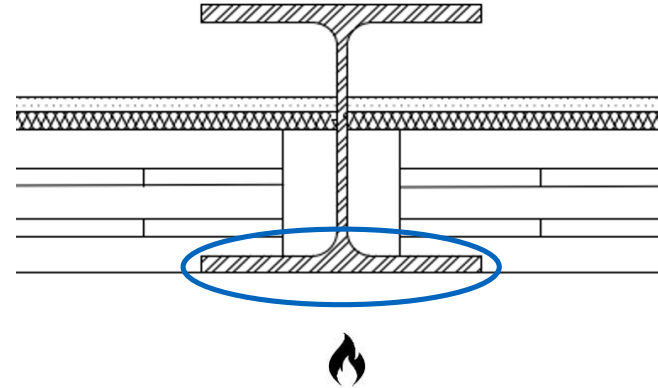


Versuch



Bekleidung

- Ohne Bekleidung
- Mit Bekleidung:
 - Ziel: Feuerwiderstand R30
 - mit 3-Schichtplatte der Dicke 22 mm
 - Mit reaktivem Brandschutzsystem



Bekleidung



Ergebnisse - Bekleidung

Unbekleidet:

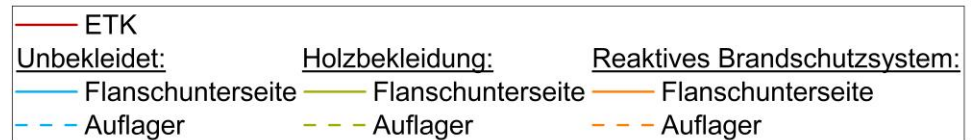
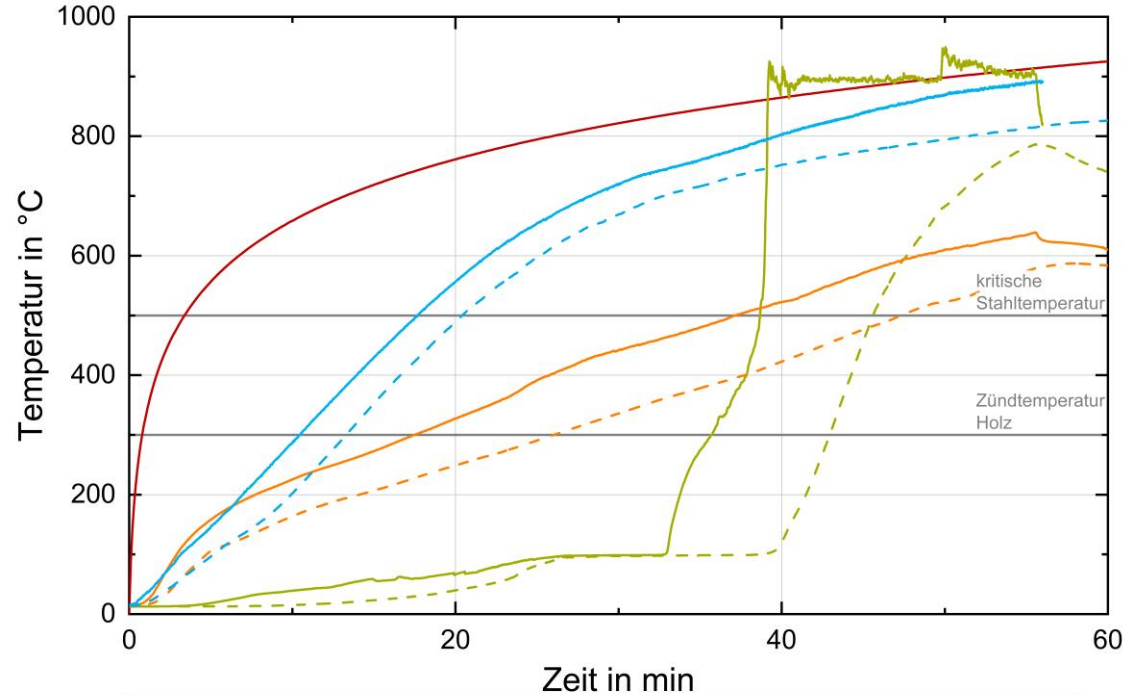
- Beginn des Abbrands des Auflagers nach ca. 13 Minuten

Bekleidet:

- Schutzdauer 22 mm ca. 36 Minuten
- Beginn des Abbrands des Auflagers nach ca. 43 Minuten

Reaktives Brandschutzsystem:

- Beginn des Abbrands des Auflagers nach ca. 26 Minuten



Ergebnisse - Bekleidung

Unbekleidet:

- 500 °C nach ca. 18 Minuten

Bekleidet:

- 500 °C nach ca. 45 Minuten

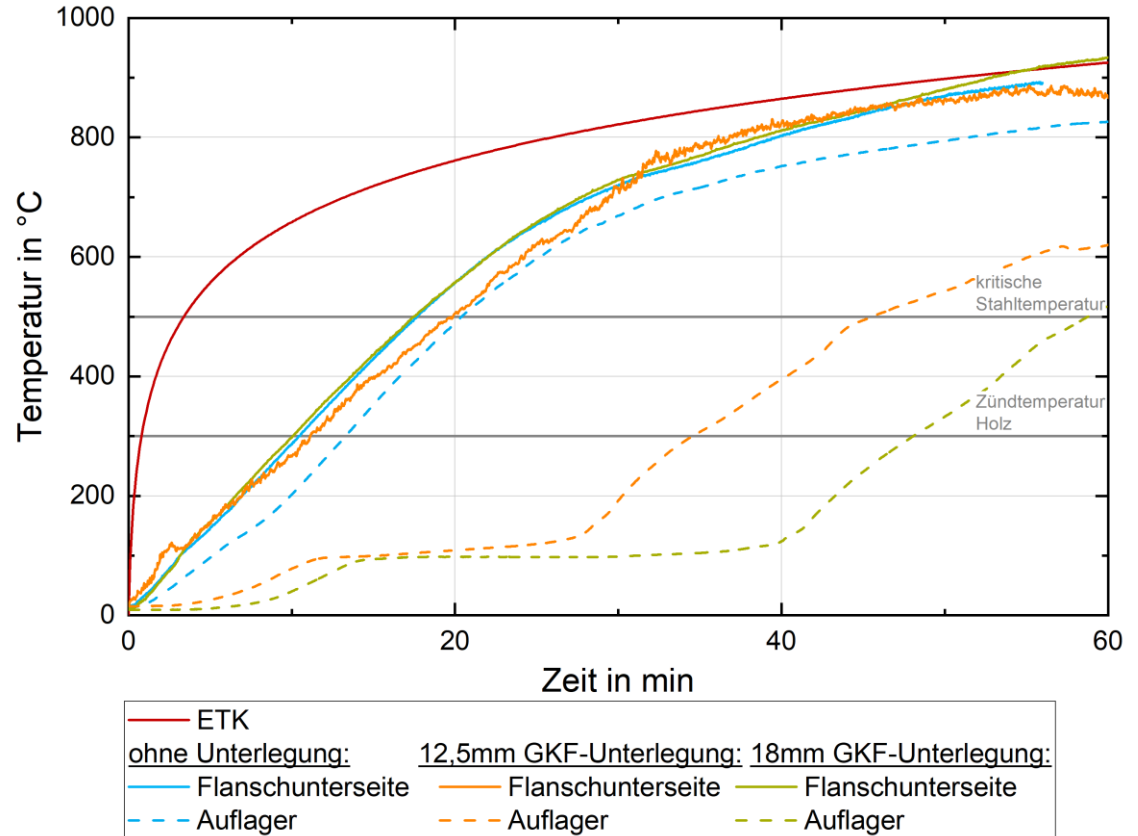
Reaktives Brandschutzsystem:

- 500 °C nach ca. 47 Minuten

- Löscharkeit nicht gegeben

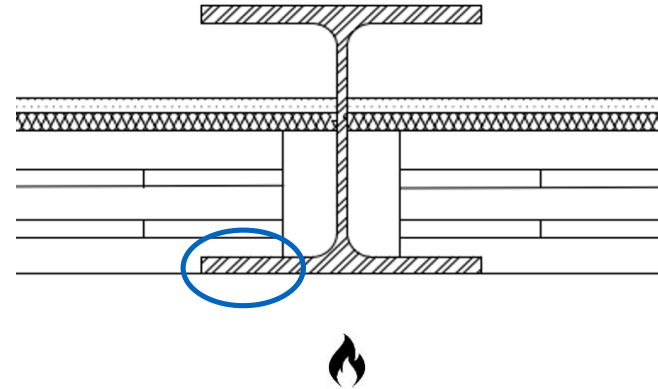
→ Abbrand Holz behindern

→ Hohlraumdämmung & Unterlegung



Auflager

- Ohne Unterlegung
- Mit Unterlegung:
 - Ziel: Abbrand am Auflager behindern
 - mit 12,5 mm GKF-Platte
 - Mit 18 mm GKF-Platte

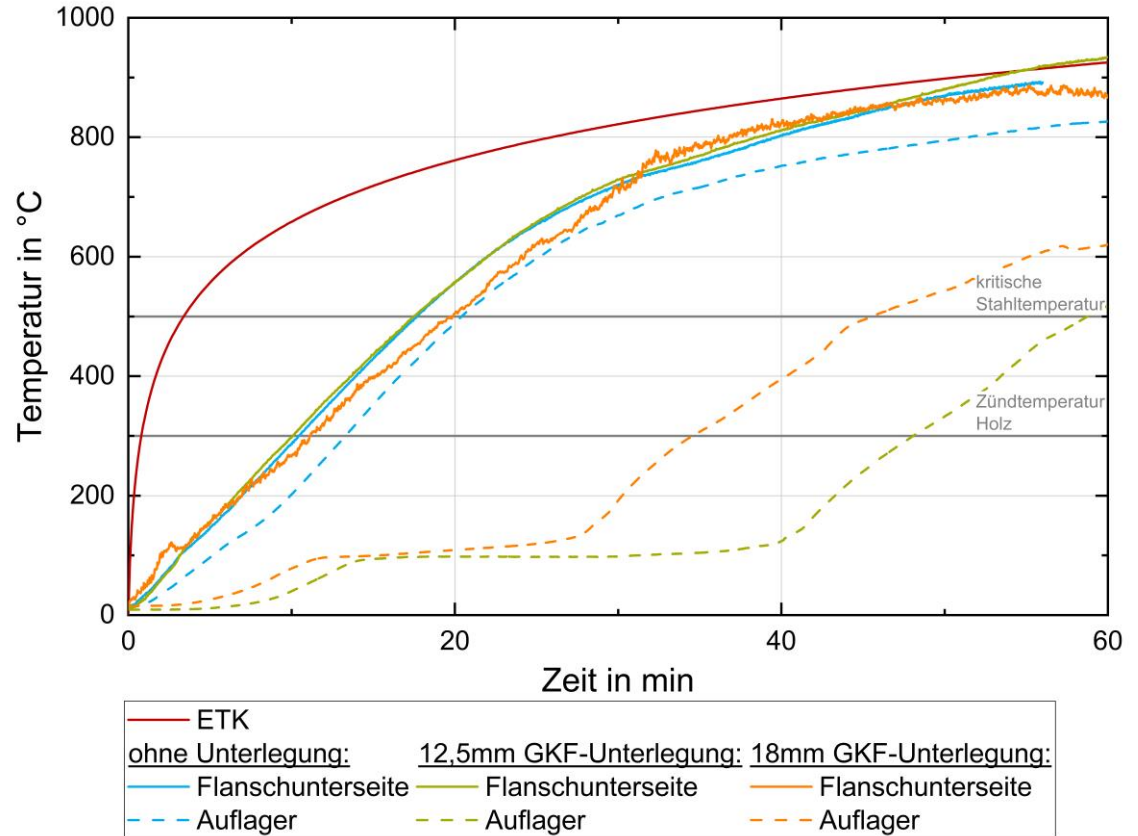


Auflager mit Unterlegung



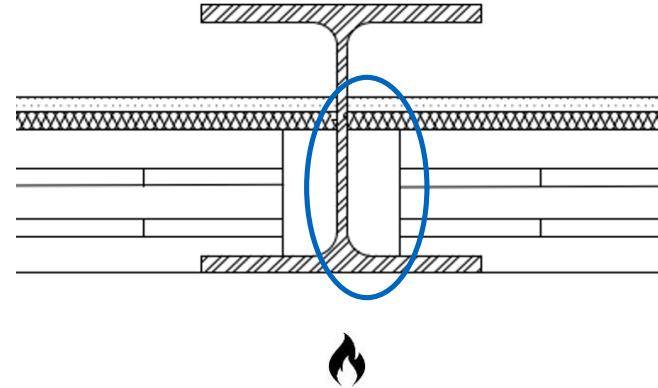
Ergebnisse – Auflager

- Unterlegung hat keinen Einfluss auf Erwärmung des Unterflanschs
- Abbrand des Holzes an Auflagerfläche verzögert
- Temperaturplateau bei 100 °C durch Verdampfung des Wassers



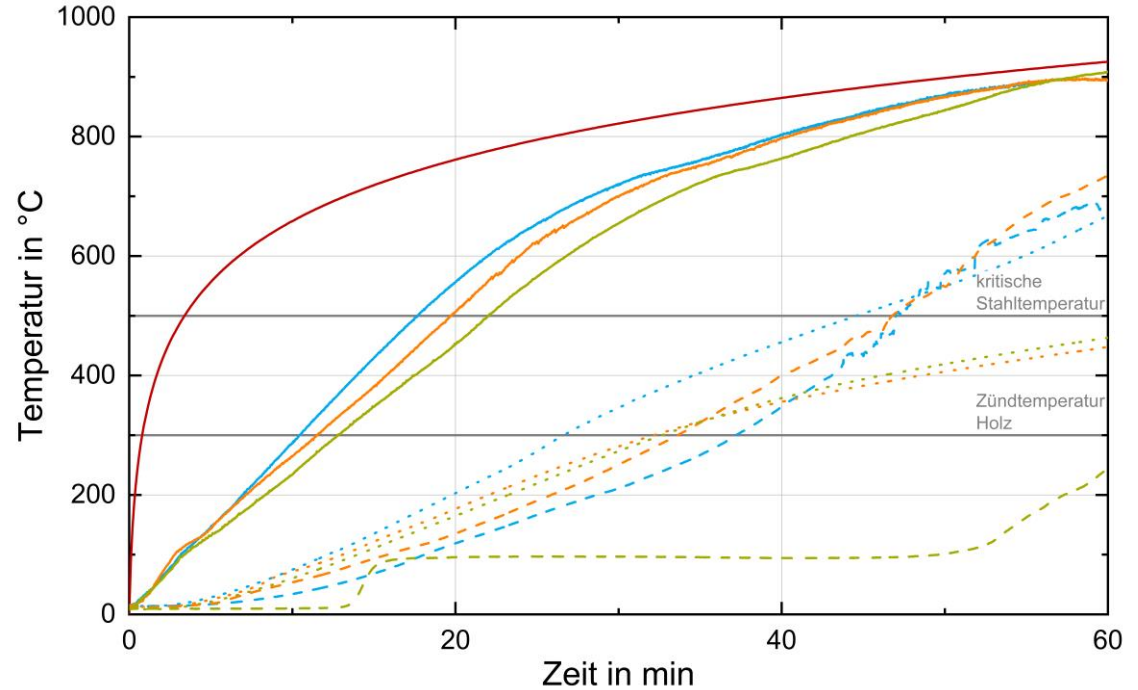
Hohlraum

- Ohne Hohlräumfüllung
- Mit Hohlräumfüllung:
 - Mit Mineralwolle
 - Mit Mineralwolle & GKF Bekleidung des BSP- Elements
 - Mit Perlit Dämmstoffschüttung



Ergebnisse - Hohlraum

- Verzögerte Erwärmung des Stahlträgerstegs durch Hohlraumdämmung
- Strahlungs- und Konvektionsaustausch zwischen BSP und Stahlträgersteg behindert
- BSP-Elementfuge hat keinen maßgeblichen Einfluss auf Abbrand



ohne Hohlraumfüllung:			Steinwolle:			Steinwolle & Bekleidung:		
—	Flanschunterseite	ETK	—	Flanschunterseite	ETK	—	Flanschunterseite	ETK
- - -	BSP		- - -	BSP		- - -	BSP	
⋯	Steg		⋯	Steg		⋯	Steg	

Hohlraum



Zusammenfassung

- Brand am Auflager und im Hohlraum nur schwer löschar
- Größere Verformung durch mech. Belastung im verkohlten Bereich
→ Vermeidung durch brandschutztechnische Maßnahmen

- R30 mit 22 mm Holzbekleidung erreicht → Abbrand im Auflagerbereich beginnt erst kurz nach Versagen.
- R30 mit Reaktivem Brandschutzsystem erreicht → Abbrand im Auflagerbereich beginnt bevor 500 °C im Stahlträger erreicht wird.
→ GKF-Platten verzögern Abbrand in Abhängigkeit der Ausführung

- Hohlraumdämmung verzögert Erwärmung des Stahlträgers
- BSP-Elementfuge hat keinen maßgeblichen Einfluss auf Abbrand

- Einfluss mech. Belastung auf Abbrandverhalten durch Komprimierung der Holzkohleschicht
- Numerisches Modell auf Grundlage der Versuchsdaten
- Mögliches Bemessungskonzept bei Kombination unterschiedlicher Brandschutzmaterialien
- Bekleidete Stützen und Träger
- Vergleich der Schutzwirkung von Holzbekleidung bei einseitigem (Decke) und mehrseitigem Abbrand (Stütze / Träger)

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Das IGF-Vorhaben 22501 N/ P 1675/23/2022 Brandschutztechnisch sichere Konstruktionen in Stahl-Holz-Mischbauweise der FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V., Düsseldorf, wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Das Vorhaben wird am Lehrstuhl für Metallbau und Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der Technischen Universität München durchgeführt.

