



ZILCH + MÜLLER INGENIEURE





20. Informations-Seminar LGGHuT
Brandschutz in der Betoninstandsetzung
 Dr.-Ing. André Müller

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 1 / 65



Dr.-Ing. André Müller

Dr.-Ing. André Müller

Geschäftsführer Zilch + Müller Ingenieure GmbH, München



1994

1995

1997

2001

2005

2008

2010

2015

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mitarbeiter TU München ▪ Mitarbeiter Philipp Holzmann AG 	Geschäftsführender Gesellschafter	Prüferingenieur für Standsicherheit Massivbau	Prüferingenieur für Standsicherheit Metallbau Landesvorsitzender VBI Bayern
Abschluss des Studiums Bauingenieurwesen, ETH Zürich	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gründung ZM-I ▪ Promotion, TU München 	Lehrauftrag konstruktiver Brandschutz, TU München	Zertifizierter Sachkundiger Planer für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 2 / 65

ZM-I ZM-I kompakt

Firmierung
Zilch + Müller Ingenieure GmbH

Hauptsitz
München

Niederlassung
Ingolstadt

Partnergesellschaften

- Zilch + Müller Ingenieure GmbH Regensburg
- IngPunkt Ingenieurgesellschaft für das Bauwesen mbH, Augsburg

Nettoumsatz
8,6 Mio € (2017)

Mitarbeiterzahl
85 (2017)



Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 3 / 65

ZM-I ZM-I kompakt



Projektstart Projektentwicklung Projektabschluss

Hochbau

Ingenieurbau

Instandsetzung

Bauwerksuntersuchung

Bauüberwachung

Bauen im Bestand

Brandschutz

Glasbau

Baustatische Prüfung

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 4 / 65





Großbrand bei Gore
in Putzbrunn, Landkreis München, 2016



Foto: abendzeitung-muenchen.de , 15.04.16

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 7 / 65

BS1



Brand in einem Wohngebäude
Essen, 2017



Foto: bild.de, 13.02.17

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 8 / 65

BS1 <http://regionalbraunschweig.de/grossbrand-in-mehrfamilienhaus-in-der-hochstrasse/>
Buergin, Sabrina; 23.01.2018



Großbrand in Mehrfamilienhaus
Braunschweig, 2018



Foto: <http://regionalbraunschweig.de>, 19.01.18

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 9 / 65



Agenda

- 1.0 Überblick Brandschutznormen
- 2.0 Nachweisverfahren und Maßnahmen
- 3.0 Wesentliche Bereiche der Betoninstandsetzung
- 4.0 „Stolperfallen“
- 5.0 Weitere Fallbeispiele

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 10 / 65


Agenda

1.0 Überblick Brandschutznormen

2.0 Nachweisverfahren und Maßnahmen

3.0 Wesentliche Bereiche der Betoninstandsetzung

4.0 „Stolperfallen“

5.0 Weitere Fallbeispiele

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 11 / 65



1.0 Überblick Brandschutznormen
 Normung

Bemessung für den Brandfall

	Teil 1-2
DIN EN 1991: Einwirkungen auf Tragwerke	Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1992: Stahlbeton- und Spannbetontragwerke	Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1993: Stahlbauten	Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1994: Verbundtragwerke	Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1995: Holzbauten	Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1996: Mauerwerksbauten	Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN EN 1999: Aluminiumbauten	Tragwerksbemessung für den Brandfall

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 12 / 65

 **1.0 Überblick Brandschutznormen** Normung

Stahlbeton- und Spannbetontragwerke

<p>DIN EN 1992-1-2</p> <p>Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1992-1-2: 2004 + AC:2008</p> <p>12.2010</p>	<p>DIN EN 1992-1-2/NA</p> <p>Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall</p> <p>12.2010</p>
--	--

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 13 / 65

 **1.0 Überblick Brandschutznormen** Normung

Ergänzende deutsche Regelungen

<p>DIN 4102-4</p> <p>Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen</p> <p>03.1994</p>	<p>DIN EN 1992-1-2/NA</p> <p>Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Bemessungsbasis von Teilsicherheitsbeiwerten</p> <p>11.2004</p>
--	--

+

↓

„Restnorm“ DIN 4102-4:2016-05
ergänzende Regelungen zu den Brandschutzteilen der Eurocodes
(raumabschließende Bauteile, Sonderbauteile, etc.)

Überarbeitung „Restnorm“ DIN 4102-4:2018-11 A1

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 14 / 65

 **1.0 Überblick Brandschutznormen**
Normung

DIN 4102-4:2016-05

Beispiel für veränderte Abschnitte

3 Klassifizierte Betonbauteile mit Ausnahme von Wänden

3.9 Feuerwiderstandsklassen von Stahlsteindecken
3.10 Feuerwiderstandsklassen von Stahlbeton- und Spannbeton-Balkendecken sowie entsprechenden Rippendecken jeweils aus Normalbeton mit Zwischenbauteilen
3.11 Feuerwiderstandsklassen von Stahlbetondecken in Verbindung mit im Beton eingebetteten Stahlträgern sowie Kappendecken
3.12 Feuerwiderstandsklassen von Stahlbetondächern aus Normal- oder Leichtbeton
3.13 Feuerwiderstandsklassen von Stahlbetonstützen aus Normalbeton
3.14 Feuerwiderstandsklassen von Stahlbeton- und Spannbeton-Zuggliedern aus Normalbeton

Abschnitt 5.10 in DIN 4102-4:2016-05

- Tabellarischer Nachweis entfällt
→ EC 2-1-2 mit NA ist anzuwenden
- Regelungen bzgl. Sollfugenbreiten
- Aussparungen, Konsolen bleiben erhalten
 - Achsabstand a (vorher: u)
 - Sollfugenbreite t_f (vorher: a)

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 15 / 65

 **1.0 Überblick Brandschutznormen**
Normung

DIN 4102-4:2016-05

Beispiel für unveränderte Abschnitte

4 Klassifizierte Wände

4.6 Feuerwiderstandsklassen von Wänden aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge
4.7 Feuerwiderstandsklassen von Wänden aus bewehrtem Porenbeton
4.8 Brandwände
4.9 Feuerwiderstandsklassen 2schaliger Wände aus Holzwole-Leichtbauplatten mit Putz
4.10 Feuerwiderstandsklassen von Wänden aus Gipskarton-Bauplatten
4.11 Feuerwiderstandsklassen von Fachwerkwänden mit ausgefüllten Gefachen
4.12 Feuerwiderstandsklassen von Wänden in Holztafelbauart
4.13 Wände F 30-B aus Vollholz-Blockbalken

Abschnitt 10.2 in DIN 4102-4:2016-05

- Regelung aus DIN 4102-4:1994-03 übernommen
 - Tabellarische Nachweisführung auch künftig für unregelmäßige Bauteile (v. a. Ausbau) möglich
 - Historisch gewachsenes Wissen bleibt erhalten

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 16 / 65

1.0 Überblick Brandschutznormen		Bestand
		
Brandschutznormen Bestand		
Norm	Titel	Bestandschutz
DIN 4102 Blatt 1 bis 3:1940	Feuerschutz, Widerstandsfähigkeit von Baustoffen und Bauteilen gegen Feuer und Wärme – DIN 4102	<ul style="list-style-type: none"> • Normen: Zeitpunkt ursprüngliche Genehmigung • Ausnahmen: Nutzungsänderungen, Gefahr für Leib und Leben • Veränderung TGA, neuer Brand-schutznachweis → Aufhebung Bestandsschutz
DIN 4102 Blatt 1 bis 5:1965	Brandverhalten von Baustoffen/Bauteilen	
DIN 4102 Blatt 1 bis 5:1970	Brandverhalten von Baustoffen/Bauteilen	
DIN 4102 Teil 4:1981-03	Brandverhalten von Baustoffen/Bauteilen	
DIN 4102 Teil 4:1994-03 + DIN 4102 Teil 22:2004-11	Brandverhalten von Baustoffen/Bauteilen + Anwendungsnorm zu DIN 4102 Teil 4	
DIN EN 199x-1-2 mit NA + Restnorm DIN 4102 Teil 4		Neubau, Bestand

Agenda	
	
1.0	Überblick Brandschutznormen
2.0	Nachweisverfahren und Maßnahmen
3.0	Wesentliche Bereiche der Betoninstandsetzung
4.0	„Stolperfallen“
5.0	Weitere Fallbeispiele



2.0 Nachweisverfahren und Maßnahmen

Brandschutz

Nachweisverfahren Brandschutz DIN EN 1992-1-2

	Tabellierte Werte	Vereinfachte Berechnungsverfahren	Allgemeine Berechnungsverfahren
Analyse eines Bauteils Das Bauteil wird unabhängig von anderen Bauteilen betrachtet. Indirekte Brandwirkungen werden nur berücksichtigt, wenn sie durch Temperaturgradienten entstehen.	JA – Angaben sind nur für den Normbrand enthalten, 5.1 (1) – Im Prinzip könnten Daten für andere Brandkurven ermittelt werden.	JA – Normbrand und parametrische Brände, 4.2.1 (1) – Temperaturprofile sind nur für den Normbrand angegeben, 4.2.2 (1) – Materialmodelle gelten nur für Erwärmungsgeschwindigkeiten, die dem Normbrand in etwa entsprechen, 4.2.4.1(2)	JA 4.3.1 (1)P Nur die Prinzipien sind angegeben.
Analyse von Teilen des Bauwerkes Es werden indirekte Brandwirkungen innerhalb eines Teiles des Bauwerkes, jedoch keine zeitabhängigen Wechselwirkungen mit anderen Teilen des Bauwerkes, berücksichtigt.	NEIN	JA – Normbrand und parametrische Brände, 4.2.1 (1) – Temperaturprofile sind nur für den Normbrand angegeben, 4.2.2 (1) – Materialmodelle gelten nur für Erwärmungsgeschwindigkeiten, die dem Normbrand in etwa entsprechen, 4.2.4.1 (2)	JA 4.3.1 (1)P Nur die Prinzipien sind angegeben.
Analyse des gesamten Bauwerkes Es werden indirekte Brandwirkungen im gesamten Bauwerk berücksichtigt.	NEIN	NEIN	JA 4.3.1 (1)P Nur die Prinzipien sind angegeben.

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 19 / 65



2.0 Nachweisverfahren und Maßnahmen

Brandschutz

Normative Brandschutzverfahren erfüllt?

Ja

Brandschutznachweis erbracht

Nein

- mehr Betondeckung: $c_{nom,vorh} > c_{nom,erf}$
- mehr Bewehrung: $A_{s,vorh} > A_{s,erf}$
- Ausnutzungsgradberechnung
- rechnerische Untersuchung mit FEM
- Brandschutzverkleidung (Fireboards)
- Spritzbeton
- Putz

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 20 / 65

Agenda	
	<ul style="list-style-type: none"> 1.0 Überblick Brandschutznormen 2.0 Nachweisverfahren und Maßnahmen 3.0 Wesentliche Bereiche der Betoninstandsetzung 4.0 „Stolperfallen“ 5.0 Weitere Fallbeispiele

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 21 / 65

3.0 Wesentliche Bereiche der Betoninstandsetzung			
			
Wesentliche Bereiche der Betoninstandsetzung			
„Kosmetische“ Maßnahmen	Statische Verstärkungs- maßnahmen	Korrosionsschutz Bewehrung	Fugensanierung
Reprofilierung von Fehlstellen	Spritzbeton CFK-Verstärkung	Betonersatz Erhöhung der Betondeckung	

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 22 / 65

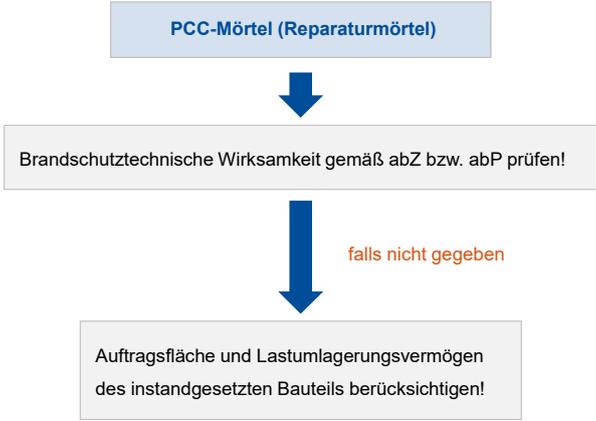
 Agenda

- 1.0 Überblick Brandschutznormen
- 2.0 Nachweisverfahren und Maßnahmen
- 3.0 Wesentliche Bereiche der Betoninstandsetzung
- 4.0 „Stolperfallen“**
- 5.0 Weitere Fallbeispiele

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 23 / 65

 4.0 Stolperfallen

Betoninstandsetzung ↔ Brandschutz



```
graph TD; A[PCC-Mörtel (Reparaturmörtel)] --> B[Brandschutztechnische Wirksamkeit gemäß abZ bzw. abP prüfen!]; B -- falls nicht gegeben --> C[Auftragsfläche und Lastumlagerungsvermögen des instandgesetzten Bauteils berücksichtigen!];
```

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 24 / 65

ZM-I 4.0 Stolperfallen

Betoninstandsetzung ↔ Brandschutz

Ausfall PCC-Mörtel im Brandfall

↓

Lokale Betondeckungsunterschreitungen **oft unkritisch** für **plattenförmige** Bauteile
→ Lastumlagerungsvermögen vorhanden
→ Membranwirkung rechnerisch nicht berücksichtigt

↓

Lokale Betondeckungsunterschreitungen **kritisch** für **stabförmige** Bauteile
→ Kaum Lastumlagerungsvermögen vorhanden

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 25 / 65

ZM-I 4.0 Stolperfallen

Betoninstandsetzung ↔ Brandschutz

Bewertung der verbleibenden Betondeckung
→ Fraktile bzw. Mittelwerte maßgebend

↓

Hilfsmittel:

- DBV Merkblatt Betondeckung und Bewehrung nach Eurocode 2
- C. Unterbuchberger, A. Müller: Toleranzen und Vorhaltemaß der Betondeckung beim Nachweis der Feuerwiderstandsdauer. Beton- und Stahlbetonbau 110 (2015), Heft 10

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 26 / 65

ZM-I

4.0 Stolperfallen

Fallbeispiel: Fahrzeugbrand in TG



Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 27 / 65

ZM-I

4.0 Stolperfallen

Betoninstandsetzung ↔ Brandschutz

Spritzbeton

↓

Gefahr von abfallenden Spritzbetonschichten im Brandfall!

↓

falls gegeben, z.B. bei

- glatten Oberflächen
- großem Achsabstand der Bewehrung

Zusätzliche Oberflächenbewehrung erforderlich

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 28 / 65

ZM-I 4.0 Stolperfallen

Fallbeispiel: Stützenfußinstandsetzung
Tiefgarage in Ingolstadt, 2016



Abstützung mit Baumstämmen



Betonabtrag (HDW)

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 29 / 65

ZM-I 4.0 Stolperfallen

Fallbeispiel: Stützenfußinstandsetzung
Tiefgarage in Ingolstadt, 2016



Reprofilierung mit Spritzbeton



Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 30 / 65

ZM-I 4.0 Stolperfallen

Fallbeispiel: Wandfußinstandsetzung
Tiefgarage in Ingolstadt, 2016



Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 31 / 65

This photograph shows a long, narrow hallway in a basement. The walls are painted a light yellow color. On the right wall, there is a large, colorful mural of a green cartoon character wearing a hat and holding a tool. The floor is concrete and appears to be under renovation or repair. A red safety line is visible on the floor. The lighting is warm and comes from overhead fixtures.

ZM-I 4.0 Stolperfallen

Fallbeispiel: Wandfußinstandsetzung
Tiefgarage in Ingolstadt, 2016

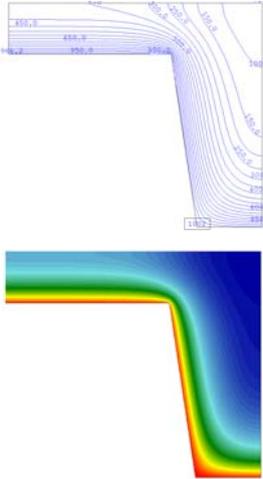


Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 32 / 65

This photograph shows two workers in white protective suits and hoods performing repair work on a wall in a basement. They are using a large, cylindrical container and a hose to apply a material to the wall. The wall is light-colored and appears to be under renovation. The floor is concrete and has some equipment and hoses on it. The lighting is warm and comes from overhead fixtures.

ZM-I 4.0 Stolperfallen

Fallbeispiel: Rippendecke
Brandschutz durch rechnerische Maßnahmen
→ Vereinfachtes/Allgemeines Rechenverfahren



Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 33 / 65

ZM-I 4.0 Stolperfallen

Fallbeispiel: Rippendecke



Nur bauliche
Maßnahmen

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 34 / 65

4.0 Stolperfallen

ZM·I

Fallbeispiel: Rippendecke

Brandschutz durch bauliche Maßnahmen → Bsp. Spritzbeton



Erf. Spritzbetondicke im Brandfall kann
z. B. durch Ausnutzungsgradberechnung reduziert werden!

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 35 / 65

4.0 Stolperfallen

ZM·I

Grundlagen der Tabellen
DIN EN 1992-1-2

- **Normbrandbeanspruchung** bis 240 Minuten
- **Normalbeton** mit quarzhaltigen Zuschlägen
 - Balken/Platten mit kalksteinhaltigen Zuschlägen:
Mindestabmessung des Querschnitts um 10% reduzierbar
- Kein weiterer NW für **Schub- und Torsionstragfähigkeit und Verankerungslängen** erforderlich

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 36 / 65

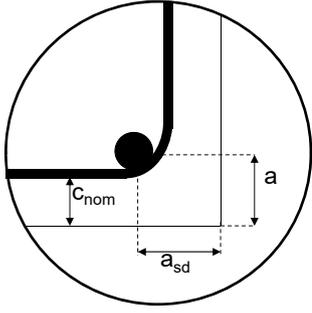

4.0 Stolperfallen

Tabellen
 DIN EN 1992-1-2

Nachweis der Feuerwiderstandsdauer mittels

- tabellierter **Mindestabmessungen**
- tabellierter **Mindestachsabstände** a und a_{sd}

→ **Nachweis:** $a_{vorh} \geq a_{erf}$



Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 37 / 65


4.0 Stolperfallen

Tabellen
 DIN EN 1992-1-2

Tabellenbeispiel
 2-achsig gespannte Rippendecke

Tabelle 5.10 — Mindestmaße und Achsabstände für zweiachsig gespannte, statisch bestimmt gelagerte Stahlbeton- und Spannbetonrippendecken

Feuerwiderstandsklasse	Mindestmaße (mm)			
	Mögliche Kombinationen zwischen Rippenbreite b_{nom} und Achsabstand a			Plattendicke h_c und Achsabstand a in Spannrichtung
1	2	3	4	5
REI 30	$b_{nom} = 80$ $a = 15^*$			$h_c = 80$ $a = 10^*$
REI 60	$b_{nom} = 100$ $a = 35$	120 25	≥ 200 15*	$h_c = 80$ $a = 10^*$
REI 90	$b_{nom} = 120$ $a = 45$	160 40	≥ 250 30	$h_c = 100$ $a = 15^*$
REI 120	$b_{nom} = 160$ $a = 60$	190 55	≥ 300 40	$h_c = 120$ $a = 20$
REI 180	$b_{nom} = 220$ $a = 75$	260 70	≥ 410 60	$h_c = 150$ $a = 30$
REI 240	$b_{nom} = 280$ $a = 90$	350 75	≥ 500 70	$h_c = 175$ $a = 40$

$a_{sd} = a + 10$

ⓘ Bei Spannbetonrippendecken sollte der Achsabstand a entsprechend 5.2 (5) vergrößert werden. ⓘ
 h_c bezeichnet den Abstand zwischen der Bewehrungsstabachse und der Seitenfläche der brandbeanspruchten Rippe.
 * Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung aus.

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 38 / 65


4.0 Stolperfallen

Tabellen
 DIN EN 1992-1-2

Kritische Stahltemperatur

θ_{cr} : Bruchspannung Stahl = vorh. Stahlspannung

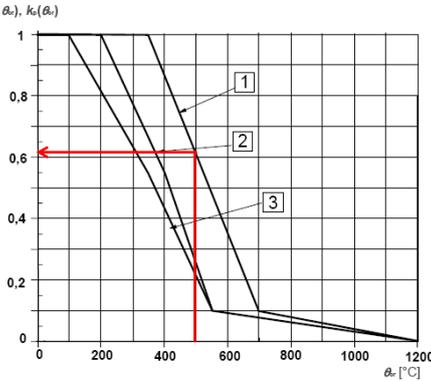
Stahlsorte	θ_{cr} in °C	Δa in mm
Betonstahl	500	0
Spannstahl, Stäbe	400	10
Spannstahl, Drähte und Litzen	350	15

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 39 / 65


4.0 Stolperfallen

Tabellen
 DIN EN 1992-1-2

Ausnutzungsgradberechnung



Kurve 1: Betonstahl

Kurve 2: Spannstahl (Stäbe: EN 10138-4)

Kurve 3: Spannstahl (Drähte und Litzen EN 10138-2 und -3)

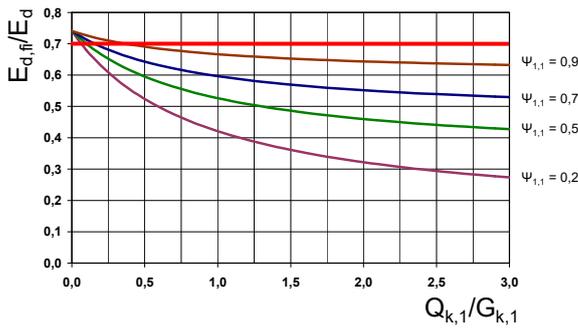
crit T = 500°C

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 40 / 65

4.0 Stolperfallen



Tabellen
 DIN EN 1992-1-2
 Ausnutzungsgradberechnung
 $E_{d,fi} / E_d$ in Abhängigkeit von $Q_{k,1}/G_{k,1}$ mit $\psi_{1,1}$



Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 41 / 65

4.0 Stolperfallen



Tabellen
 DIN EN 1992-1-2
 Ausnutzungsgradberechnung
Ausnutzungsgrad mit $E_{d,fi} / E_d = 0,7$

$$\frac{\sigma_{s,fi}}{f_{yk(20^\circ C)}} = \frac{E_{d,fi}}{E_d} \cdot \frac{1}{\gamma_s} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} = 0,7 \cdot \frac{1}{1,15} \cdot 1 = 0,61$$

mit $\gamma_{s,fi} = 1,0$ und $\gamma_s = 1,15$

Einflüsse

- Hoher Verkehrslastanteil
- Vorhandene Bewehrung: $A_{s,prov} > A_{s,req}$?

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 42 / 65

4.0 Stolperfallen

ZM-I

Tabellen
DIN EN 1992-1-2
Ausnutzungsgradberechnung
Korrektur der tabellierten Mindeststachsabstände

$$\Delta a = 0,1 \cdot (500 - \theta_{cr})$$

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 43 / 65

4.0 Stolperfallen

ZM-I

Tabellen
DIN EN 1992-1-2

- Korrektur der Mindeststachsabstände
 $\Delta a = 10 \text{ mm}$ für crit $\Delta T = 100 \text{ K}$
- Mindeststachsabstand $a_{red} \geq a_{R30}$

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 44 / 65

ZM-I 4.0 Stolperfallen

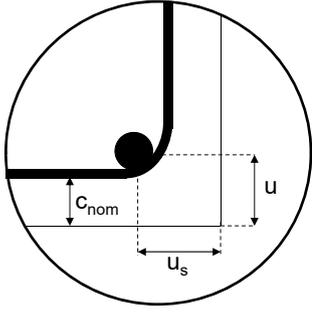
Tabellen (Bestandsbauwerk)
DIN 4102-4 und DIN 4102-22

Nachweis der Brandverhaltens mittels

- tabellierter Mindestbreiten b
- tabellierter Mindestachsabstände u und u_s

Nachweis: $u_{\text{vorh}} \geq u_{\text{erf}}$

- **tabellierter Mindeststabzahlen n**



Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 45 / 65

ZM-I 4.0 Stolperfallen

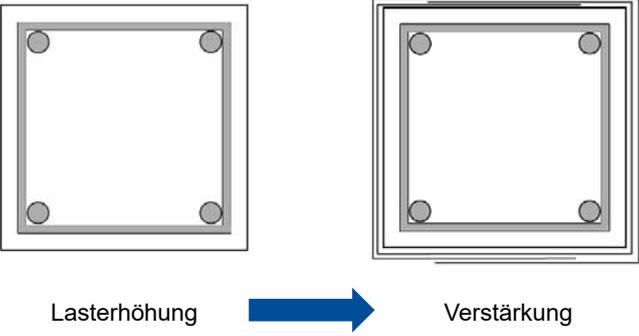
Betoninstandsetzung ↔ Brandschutz

```
graph TD; A[CFK-Verstärkung] --> B[Ausfall der Verstärkung im Brandfall!]
```

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 46 / 65

ZM-I 4.0 Stolperfallen

Verstärkung mit CFK-Lamellen



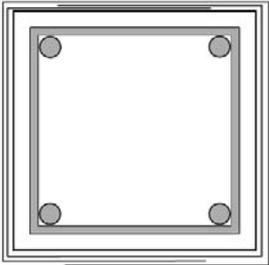
Lasterhöhung → Verstärkung

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 47 / 65

ZM-I 4.0 Stolperfallen

CFK-Verstärkung im Brandlastfall

- Ausfall der CFK Lamellen
- Hoher Ausnutzungsgrad
- Geringere kritische Betonstahltemperatur $T_{S,crit}$
- Rechnerisches Nachweisverfahren erforderlich!

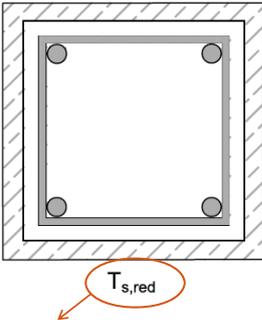


Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 48 / 65

ZM-I 4.0 Stolperfallen

Brandschutz bei Verstärkung

- Putz
- Spritzbeton
- Fireboards



gegenüber CFK-Verstärkung geringere Betonstahltemp.
und geringerer Ausnutzungsgrad im Brandfall

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 49 / 65

ZM-I 4.0 Stolperfallen

Fallbeispiel: CFK-Verstärkung

Verstärkung eines Unterzugs und einer Deckenplatte



Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 50 / 65

ZM-I 4.0 Stolperfallen

Fallbeispiel: CFK-Verstärkung
CFK-Verstärkung im Lasteinleitungsbereich von Stützen



Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 51 / 65

ZM-I 4.0 Stolperfallen

Betoninstandsetzung ↔ Brandschutz

Betonersatz durch Putzauftrag

↓

Brandschutztechnische Wirksamkeit
gemäß DIN 4102-4:2016-05, Kapitel 5.1.4 prüfen

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 52 / 65


4.0 Stolperfallen

Kompensationsdicken bewehrter Putz

DIN 4102-4:2016-05

Tabelle 5.1 — Putzdicke als Ersatz für den Achsabstand a oder ein Querschnittsmaß

Zeile	Putzart	Erforderliche Putzdicke als Ersatz für 10 mm Normalbeton mm	Maximal zulässige Putzdicke mm
1	Putze ohne Putzträger nach 5.1.4 (3)		
a)	Kalk-Zementmörtel nach DIN EN 998-1 in Verbindung mit DIN 18550-2 bzw. DIN EN 13914-2	15	20
b)	Gipsmörtel nach DIN EN 13279-1 in Verbindung mit DIN 18550-2 bzw. DIN EN 13914-2	10	25
2	Putze auf Putzträgern nach 5.1.4 (4)	8	25 ^a
3	Putze auf Putzträgern nach 5.1.4 (5)	5	30 ^a
4	Putze auf Holzwohle-Platten	Angaben siehe 5.1.4 (6)	

^a Gemessen über Putzträger

Achtung

Zementmörtel (PIII) brandschutztechnisch i.d.R. nicht ansetzbar!
 Ausreichende Haftung am Putzgrund sicherstellen!

z. B. gewählt
 $d = 1,5 \text{ cm Putz}$
 $\Rightarrow 1,5 * 10/8 = 1,9 \text{ cm}$
 $\Rightarrow 1,5 * 10/5 = 3,0 \text{ cm}$

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 53 / 65


4.0 Stolperfallen

Betoninstandsetzung ↔ Brandschutz

Fugenausbildung

↓

Gefahr der Brandweiterleitung!

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 54 / 65



Mangelhafte Fugenausbildung

Mögliche Probleme:

- **Zu große unverschlossene Fugenbreiten**
 - **Brandweiterleitung** in den oder **Verrauchung** des angrenzenden Brandabschnittes
- **Ungeeignetes Fugenverschlussmaterial**
 - **Brennendes Abtropfen** mit Brandweiterleitung in den angrenzenden Brandabschnitt



Beispiel für normgerechte Deckenfugen

Bild 5.4 in DIN 4102-4:2016-05

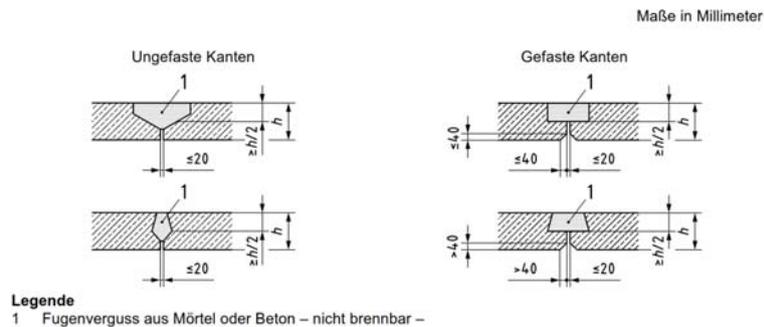


Bild 5.4 — Geschlossene Fugen zwischen Fertigteilplatten

Alternativ können bauaufsichtlich zugelassene Systeme verwendet werden.


Agenda

- 1.0 Überblick Brandschutznormen
- 2.0 Nachweisverfahren und Maßnahmen
- 3.0 Wesentliche Bereiche der Betoninstandsetzung
- 4.0 „Stolperfallen“
- 5.0 Weitere Fallbeispiele**

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 57 / 65


5.0 Fallbeispiele

Fallbeispiel: Betonummantelung
 Stützensanierung München, 2015
 Bewehrte Betonummantelung (d = 10 cm)

Ansicht

Draufsicht

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 58 / 65

5.0 Fallbeispiele



Fallbeispiel: Betonummantelung
Stützsanierung München, 2015



Abbruch Bodenaufbau



Bewehrung und Schalung

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 59 / 65

5.0 Fallbeispiele



Fallbeispiel: Betonummantelung
Stützsanierung München, 2015



Betonage



Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 60 / 65

ZM-I 5.0 Fallbeispiele

Fallbeispiel: Betonummantelung
Stützensanierung München, 2015



Ausgeschaltete Stütze

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 61 / 65

ZM-I 5.0 Fallbeispiele

Fallbeispiel: Fireboards
Brandschutzverkleidung im Bereich des Lagers (Testeinbau)



Im Endzustand durch Halbschalen ersetzt

Dr.-Ing. André Müller | 07.11.2018 | Folie 62 / 65



Fallbeispiel: CFK-Gelege





Vielen Dank!

Dr.-Ing. André Müller
Zilch + Müller Ingenieure GmbH

Erika-Mann-Straße 63
80636 München

Tel. +49 (0) 89 990 162 0
Fax +49 (0) 89 990 162 400
muenchen@zm-i.de

www.zm-i.de