

Eurocodes zum Brandschutz

Brandschutztechnische Bemessung von tragenden Bauteilen
Von der DIN 4102-4 zur DIN EN 1991-1-2 (EC1) und DIN 18230-1/4

Agenda

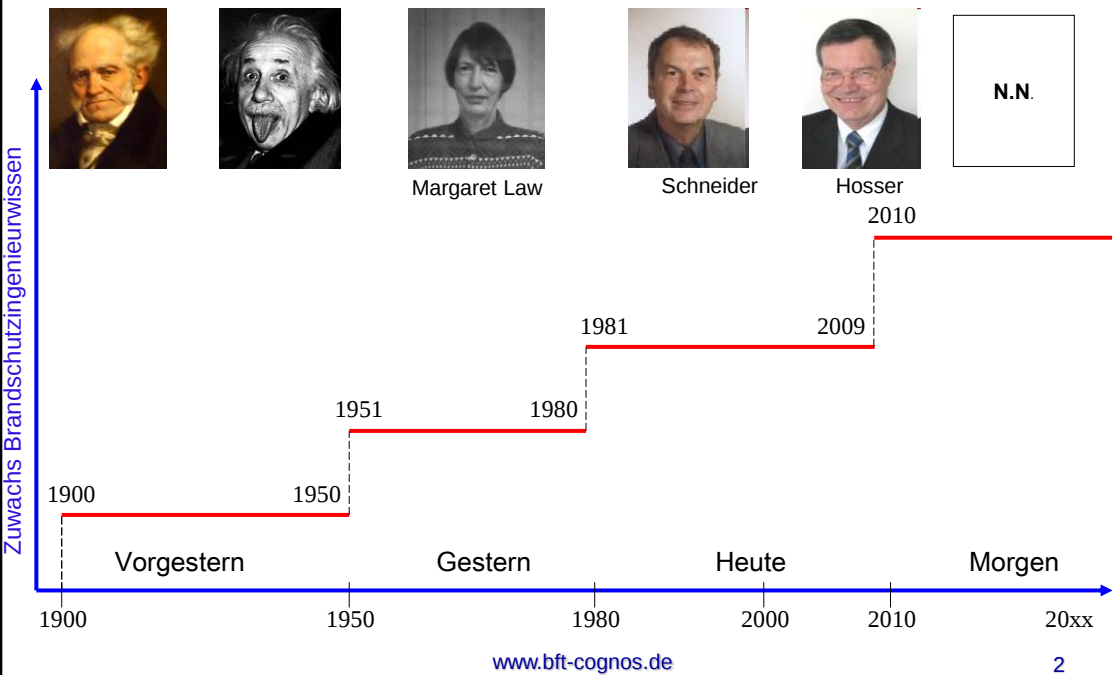
- Einleitung
- Restnorm 4102
- DIN EN 1991-1-2
- DIN EN 1993 (DIN EN 1992)
- Beispiele: Stahl, Stahlbeton
- EC **versus/im Zusammenspiel** DIN 18230
- Ausblick



Georg Spennes

www.bft-cognos.de

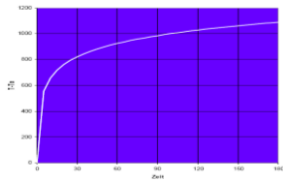
Wissenszuwachs in BSIW



Brandschutztechnische Bemessung von Bauteilen



DIN 4102-4, A1 und Teil 22



ETK
ASTM E119 von 1918
 $T = T_0 + 345 \lg(0,1833 t + 1)$

DIN 1991-1-2 und DIN 199x-1-2



Grundlagendokument
(GD) von 1994

DIN 18230-1 und DIN 18230-4



Brandschutz im
Bauwesen
Eine
Auslegungssystematik für
den baulichen
Brandschutz

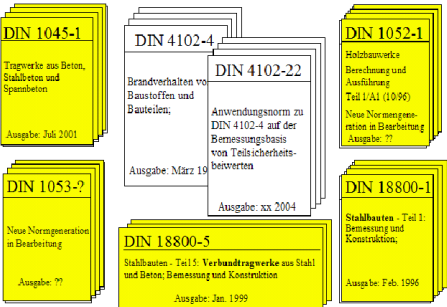
www.bft-cognos.de

3

Brandschutztechnische Nachweise (heute und morgen)

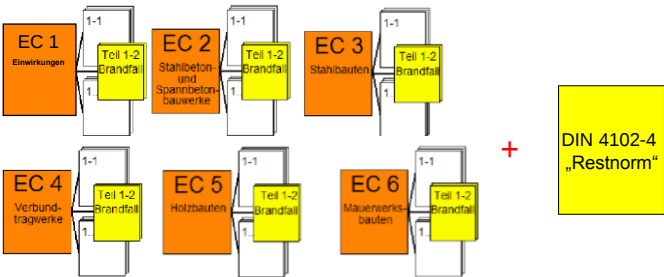


Nachweisverfahren
nach DIN



Einführung der
Eurocodes 01.07.2012

Sicherheitskonzept
nach Eurocode



www.bft-cognos.de

4

Bauteilkatalog 1934 - 2011



DIN 4102 – 4
/A1
Teil 22

1994
2004-11
2004

1934
1994

6 Seiten
149 Seiten + 50

Tabelle 9: Mindestdicken von Putzen bekleideter Stahlstützen

U/A nach Abschnitt 3.1.2	Mindestdicke d in mm über Putzträger (Rüppertschraffiert, Streckmaßstab, nach entsprechender Schema-Skizze (s. Veranschaulichung von Putz) ± 5																																																													
m^{-1}	Mörtelgruppe P II oder P IVc nach DIN 18 550 Teil 2	Mörtelgruppe P IVa oder P IVb nach DIN 18 550 Teil 2																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>F 30</th><th>F 60</th><th>F 90</th><th>F 120</th><th>F 180</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 90</td><td>15</td><td>25</td><td>45</td><td>45</td><td>65</td></tr> <tr> <td>90 bis 119</td><td>15</td><td>25</td><td>45</td><td>55</td><td>65</td></tr> <tr> <td>120 bis 179</td><td>15</td><td>25</td><td>45</td><td>55</td><td>65</td></tr> <tr> <td>180 bis 300</td><td>15</td><td>25</td><td>55</td><td>55</td><td>65</td></tr> </tbody> </table>		F 30	F 60	F 90	F 120	F 180	< 90	15	25	45	45	65	90 bis 119	15	25	45	55	65	120 bis 179	15	25	45	55	65	180 bis 300	15	25	55	55	65	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>F 30</th><th>F 60</th><th>F 90</th><th>F 120</th><th>F 180</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 90</td><td>10</td><td>10</td><td>35</td><td>35</td><td>45</td></tr> <tr> <td>90 bis 119</td><td>10</td><td>20</td><td>35</td><td>45</td><td>60</td></tr> <tr> <td>120 bis 179</td><td>10</td><td>20</td><td>45</td><td>45</td><td>60</td></tr> <tr> <td>180 bis 300</td><td>10</td><td>20</td><td>45</td><td>60</td><td>60</td></tr> </tbody> </table>		F 30	F 60	F 90	F 120	F 180	< 90	10	10	35	35	45	90 bis 119	10	20	35	45	60	120 bis 179	10	20	45	45	60	180 bis 300	10	20	45	60	60
	F 30	F 60	F 90	F 120	F 180																																																									
< 90	15	25	45	45	65																																																									
90 bis 119	15	25	45	55	65																																																									
120 bis 179	15	25	45	55	65																																																									
180 bis 300	15	25	55	55	65																																																									
	F 30	F 60	F 90	F 120	F 180																																																									
< 90	10	10	35	35	45																																																									
90 bis 119	10	20	35	45	60																																																									
120 bis 179	10	20	45	45	60																																																									
180 bis 300	10	20	45	60	60																																																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>F 30</th><th>F 60</th><th>F 90</th><th>F 120</th><th>F 180</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 90</td><td>10</td><td>10</td><td>35</td><td>35</td><td>45</td></tr> <tr> <td>90 bis 119</td><td>10</td><td>20</td><td>35</td><td>45</td><td>60</td></tr> <tr> <td>120 bis 179</td><td>10</td><td>20</td><td>45</td><td>45</td><td>60</td></tr> <tr> <td>180 bis 300</td><td>10</td><td>20</td><td>45</td><td>60</td><td>60</td></tr> </tbody> </table>		F 30	F 60	F 90	F 120	F 180	< 90	10	10	35	35	45	90 bis 119	10	20	35	45	60	120 bis 179	10	20	45	45	60	180 bis 300	10	20	45	60	60	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>F 30</th><th>F 60</th><th>F 90</th><th>F 120</th><th>F 180</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 90</td><td>10</td><td>10</td><td>35</td><td>35</td><td>45</td></tr> <tr> <td>90 bis 119</td><td>10</td><td>20</td><td>35</td><td>45</td><td>60</td></tr> <tr> <td>120 bis 179</td><td>10</td><td>20</td><td>45</td><td>45</td><td>60</td></tr> <tr> <td>180 bis 300</td><td>10</td><td>20</td><td>45</td><td>60</td><td>60</td></tr> </tbody> </table>		F 30	F 60	F 90	F 120	F 180	< 90	10	10	35	35	45	90 bis 119	10	20	35	45	60	120 bis 179	10	20	45	45	60	180 bis 300	10	20	45	60	60
	F 30	F 60	F 90	F 120	F 180																																																									
< 90	10	10	35	35	45																																																									
90 bis 119	10	20	35	45	60																																																									
120 bis 179	10	20	45	45	60																																																									
180 bis 300	10	20	45	60	60																																																									
	F 30	F 60	F 90	F 120	F 180																																																									
< 90	10	10	35	35	45																																																									
90 bis 119	10	20	35	45	60																																																									
120 bis 179	10	20	45	45	60																																																									
180 bis 300	10	20	45	60	60																																																									

1) Die Benennungen lauten jeweils F 30-A, F 60-A, F 90-A, F 120-A und F 180-A.

2) Der in Abschnitt 3.1.6.5 geforderte 5 mm dicke Vermiculite- bzw. Perlite-Oberputz darf durch einen Putz nach DIN 18 550 Teil 2 ersetzt werden.

DK 699.81 : 691.001.33 : 614.841.332 DEUTSCHE NORM März 1994

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile

Die Normen der Reihe DIN 4102 haben im Laufe ihrer mehr als 60jährigen Geschichte eine ständige Weiterentwicklung und Aufgliederung erfahren. Einen Überblick auf dem Stand vom Mai 1991 vermittelt das Beiblatt 1 zu DIN 4102. Es ist beabsichtigt, dieses Beiblatt zu überarbeiten und in Kürze neu herauszugeben.

Eine aktuelle Aufstellung aller Teile der Normen der Reihe DIN 4102 enthält der Abschnitt „Zitierte Normen und andere Unterlagen“ auf Seite 144.

Die in dieser Norm genannten Beton- und Baustoffe wurden mit den bisher geltenden (national) genormten Bezeichnungen, Benennungen und Kennbuchstaben und -zahlen – z. B. S 37 – in dieser Norm aufgeführt. Wegen anderer (zukünftig geltender) Bezeichnungen siehe Erläuterungen, Aufzählung Seite 149.

Maße in mm

Fortsetzung Seite 2 bis 149

Normenausschuss Bauteile (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Anmerkungen der Normen durch Deutscher Verlag der Technik, 10773 Berlin
0334

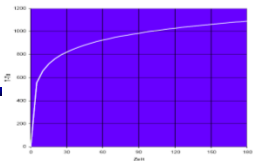
DIN 4102 Teil 4 März 1994 Preisgegr. 34,-
Seite 46 0004

www.bft-cognos.de

Inhaltsübersicht Restnorm DIN 4102-4

Abschnitt	Bauprodukte	Inhalt
		Vorwort
		Einleitung
1		Anwendungsbereiche, Grundlagen
2		Normative Verweise
3		Begriffe
4	Baustoffe	Baustoffe
5	Bauteile	Beton, Leichtbeton
6		Porenbeton
7		Stahl
8		Verbund
9		Holz
10		Mauerwerk
11	Ausbau	Trockenbau
12	Sonderbau	Sonderbauteile
		Literatur

www.bft-cognos.de



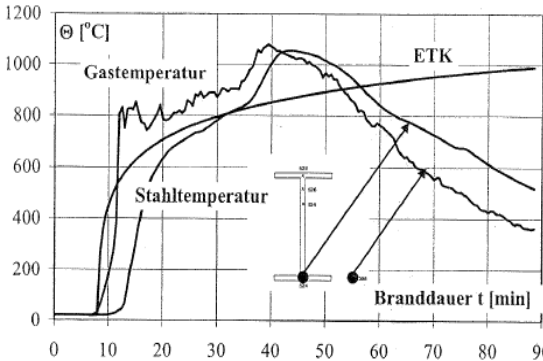
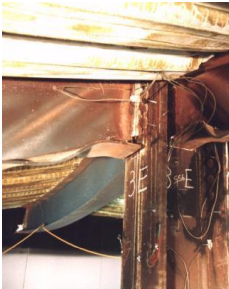
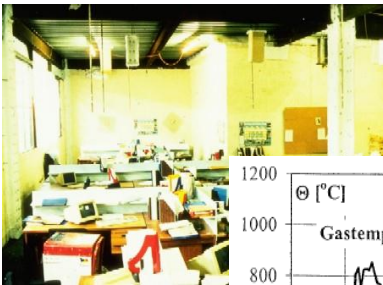
Übersicht der Eurocodes-Normenreihe



Eurocode	Für Raumtemperatur	Für den Brandfall
EC 0: Grundlagen der Tragwerksplanung	EN 1990	
EC 1: Einwirkungen auf Tragwerke	EN 1991-1-1	EN 1991-1-2
EC 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken	EN 1992-1-1	EN 1992-1-2
EC 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten	EN 1993-1-1	EN 1993-1-2
EC 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton	EN 1994-1-1	EN 1994-1-2
EC 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten	EN 1995-1-1	EN 1995-1-2
EC 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten	EN 1996-1-1	EN 1996-1-2
EC 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik	EN 1997	-
EC 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben	EN 1998	-
EC 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken	EN 1999-1-1	EN 1999-1-2

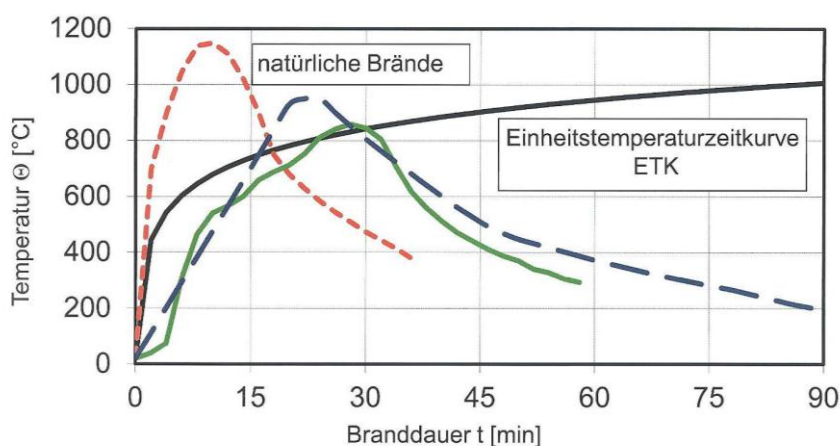
www.bft-cognos.de

GD 1994 und Cardington Fire Test 1996



www.bft-cognos.de

Vergleich Naturbrand/ ETK



- Naturbrandkurve abhängig von Brandlast, Ventilation, brandschutztechnischer Infrastruktur etc.
- Verbessertes und realistischeres Abbild eines Brandereignisses

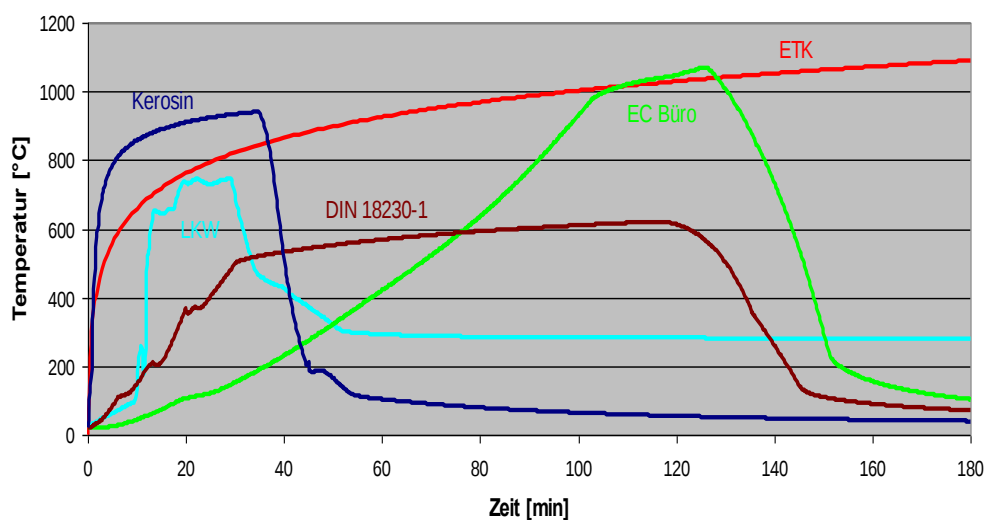
www.bft-cognos.de

8

Kurven für die DIN



Temperaturzeitkurven



www.bft-cognos.de

9

Genehmigungsverfahren - § 3 BauO NRW



- (1) **Bauliche Anlagen** sowie andere Anlagen und Einrichtungen im Sinne von § 1 Abs. 1 Satz 2 sind so anzuordnen, **zu errichten, zu ändern und instand zu halten**, dass die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere **Leben, Gesundheit** oder die natürlichen Lebensgrundlagen **nicht gefährdet werden**.
- (2) **Bauprodukte dürfen nur verwendet werden**, wenn bei ihrer Verwendung die baulichen Anlagen bei ordnungsgemäßer Instandhaltung während einer dem Zweck entsprechenden angemessenen Zeitdauer die **Anforderungen** dieses Gesetzes oder aufgrund dieses Gesetzes **erfüllen und gebrauchstauglich sind**.
- (3) Die von der obersten Bauaufsichtsbehörde durch öffentliche Bekanntmachung als Technische Baubestimmungen eingeführten technischen Regeln sind zu beachten. Bei der Bekanntmachung kann hinsichtlich ihres Inhalts auf die Fundstelle verwiesen werden. **Von Technischen Baubestimmungen kann abgewichen werden, wenn mit einer anderen Lösung im gleichen Maße die allgemeinen Anforderungen des Absatzes 1 erfüllt werden;** § 17 Abs. 3 und § 21 bleiben unberührt
- (4) **Für** den Abbruch baulicher Anlagen sowie anderer Anlagen, Einrichtungen im Sinne § 1 Abs.1 Satz 2 und für **die Änderung ihrer Benutzung** gelten Absätze 1 und 3 sinngemäß.

www.bft-cognos.de

10

DiBt Mitteilung – Auszug

Dezember 2011



Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz

Erläuterungen zur Anwendung der Eurocodes vor ihrer Bekanntmachung als Technische Baubestimmungen^{*)}

2.2 Brandeinwirkungen

2.2.1 Folgender Teil liegt zur Anwendung vor:

- DIN EN 1991-1-2:2003-09 - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen - Brandeinwirkungen auf Tragwerke - und Berichtigung 1:2009-09
- oder konsolidierte Fassung von DIN EN 1991-1-2,
- DIN EN 1991-1-2/NA⁵ - Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke

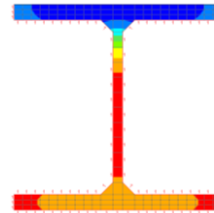
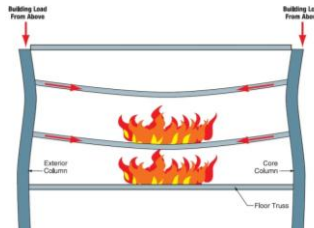
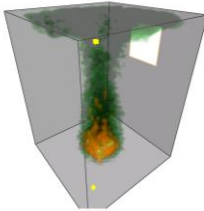
Zu DIN EN 1991-1-2 NA

Naturbrandmodelle nach Abschnitt 3.3 von DIN 1991-1-2 sind von der Anwendung ausgenommen.

www.bft-cognos.de

11

Step 1: Brandsimulation und Thermische Analyse



DIN EN 1991-1-2 Eurocode 1: Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke

Teil 1 - 2: Einwirkungen auf Tragwerke - Einwirkungen im Brandfall

www.bft-cognos.de

11

DIN EN 1991-1-2 (EC 1)



DEUTSCHE NORM

Dezember 2010

DIN EN 1991-1-2

DIN

0. Vorwort

1. Allgemeines

2. Verfahren zur Tragwerksbemessung im Brandfall

3. Thermische Einwirkungen für die Temperaturberechnung

4. Mechanische Einwirkungen für die Tragfähigkeitsberechnung

Anhänge (informativ):

Anhang A Parametrische Temperaturzeitkurve

Anhang B Thermische Einwirkungen auf außenliegende Bauteile – vereinfachtes Berechnungsverfahren

Anhang C Lokale Brände

Anhang D Erweiterte Brandmodelle

Anhang E Brandlastdichten

Anhang F Äquivalente Branddauer

Anhang G Konfigurationsfaktor

www.bft-cognos.de

12

Anwendung DIN EN 1991-1-2 und NA 2010-12

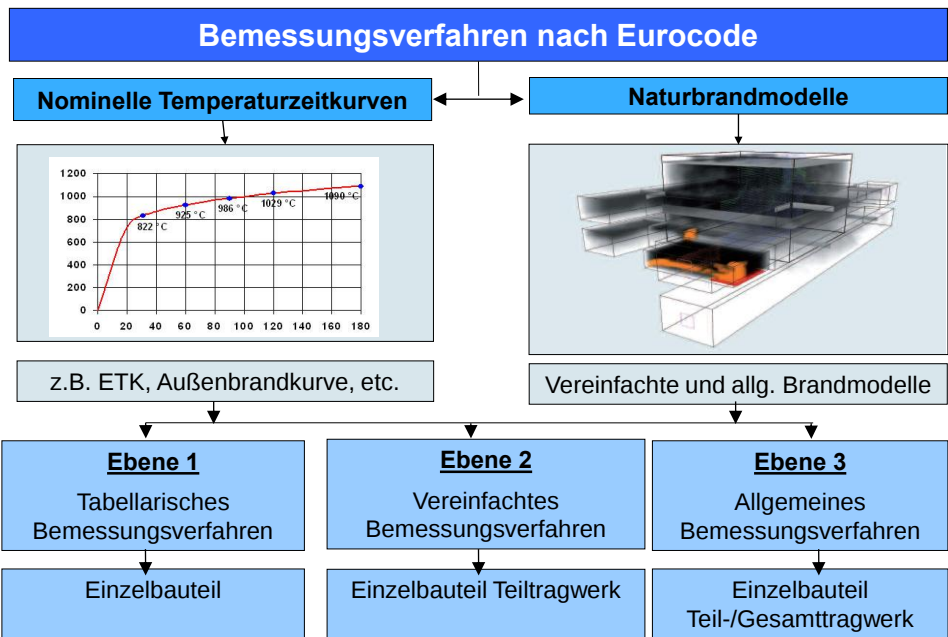


DIN EN 1991-1-2	Nationaler Anhang (NA)
Anhang A: Parametrische Temperaturzeitkurven	Anwendung des Anhangs AA : Vereinfachtes Naturbrandmodell für vollentwickelte Raumbrände
Anhang B: Thermische Einwirkungen auf außenliegende Bauteile	+ ohne Zwangsbelüftung (Abschnitt B.4.2) Flammenhöhe nur nach Gl. B7 Emissivität der Flamme immer $\epsilon_f=1,0$
Anhang C: Lokale Brände	+ Anwendung nur für lokal konzentrierte Brände mit $RHR > 250 \text{ kW/m}^2$
Anhang D: Erweiterte Brandmodelle	+ Anhang CC : Prüfung und Validierung von Rechenprogrammen für Brandschutznachweise mittels allgemeiner Rechenverfahren
Anhang E: Brandlastdichten	Anwendung des Anhangs BB : Eingangsdaten für die Anwendung von Naturbrandmodellen
Anhang F: Äquivalente Branddauer	Anwendung der DIN 18230-1
Anhang G: Konfigurationsfaktor	Anwendung zugelassen

www.bft-cognos.de

13

Nachweisverfahren nach Eurocode



www.bft-cognos.de

14

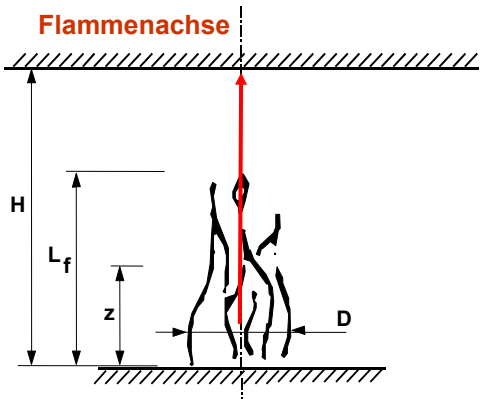
Anhang C Lokale Brände



Anhang C von EN 1991-1-2:

- Flamme erreicht die Decke nicht ($L_f < H$)
- oder Brand im Freien

$$\theta_{(z)} = 20 + 0,25 Q_c^{2/3} (z-z_0)^{-5/3} \leq 900^\circ\text{C}$$



Die Flammenlänge L_f eines lokalen Brandes beträgt:

$$L_f = -1,02 D + 0,0148 Q^{2/5}$$

mit:

D = Durchmesser

Q = RHR

$Q_c = 0,8 \times Q$

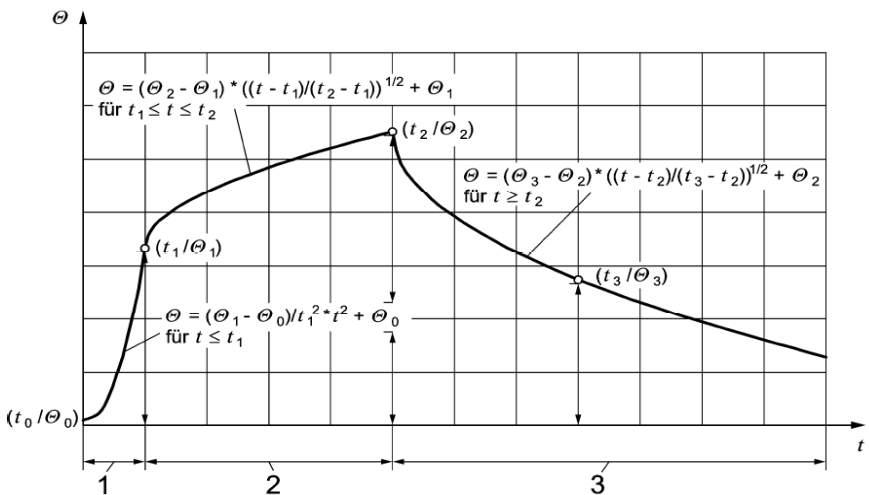
www.bft-cognos.de

15

Vereinfachtes Naturbrandmodell Anhang AA zum NA EC 1-1-2 (Anhang A)



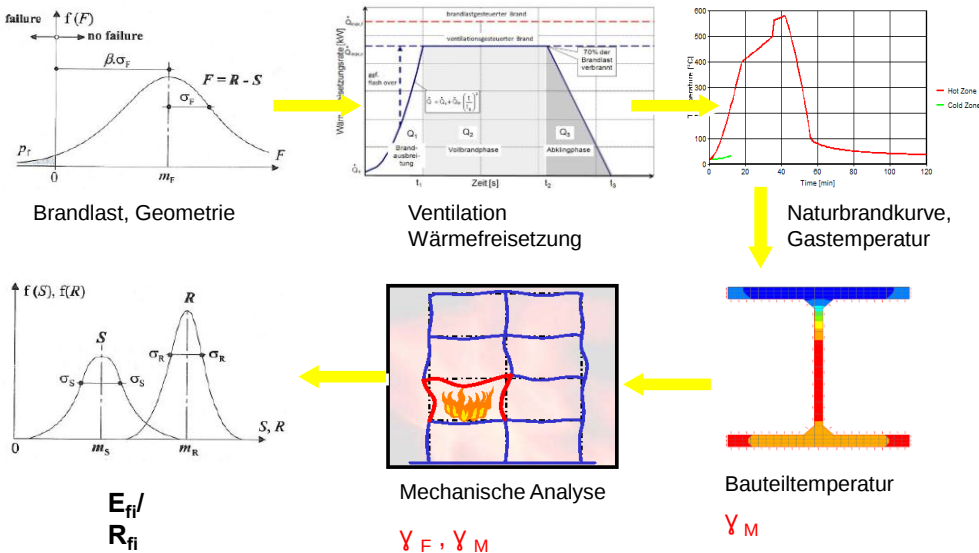
parametrische Zeitkurven



www.bft-cognos.de

16

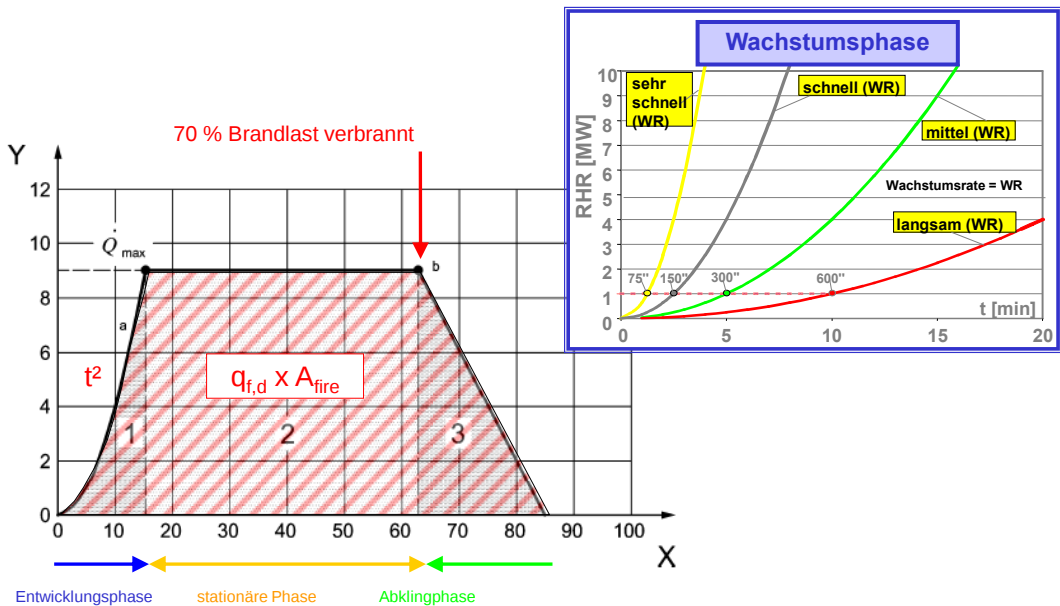
Sicherheitskonzept und Eingangsdaten für Naturbrandmodelle BFT Cognos
Anhang BB zum NA EC 1-1-2 (Ersetzt Anhang E)



www.bft-cognos.de

17

Zeitverlauf Energiefreisetzungsrate BFT Cognos



$q_{f,d} = q_{f,i} \times m \times \gamma_{fi,d}$

www.bft-cognos.de

18

Software für die Thermische Analyse



Programm	Beschreibung
CCFM/Vents	Zonenmodell für mehrere Räume mit Ventilation
CFAST	Zonenmodell für Brandabschnitte
FDS	CFD- Programm speziell für brandabhängige Strömungen
FISCO-3L	Feldmodell für einen Raum um die Interaktion von Sprinklerung und Brandgasen mit Fremd- oder natürlicher Belüftung zu untersuchen
Fluent	Universelle CFD-Software
MRFC	Zonenmodell für mehrere Räume mit Rauchausbreitung und thermischen Auswirkungen auf Tragwerke
NAT	Zonenmodell für einen Brandabschnitt mit Fokus auf das Verhalten des Tragwerks
OZone	Zonenmodell für einen Brandabschnitt mit Fokus auf das Verhalten des Tragwerkes

www.bft-cognos.de

23

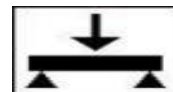
Nachweisverfahren nach Eurocodes



- Temperaturebene $\theta_{cr} \geq \theta_{max}$



- Tragfähigkeitsebene $R_{fi,d} \geq E_{fi,d}$



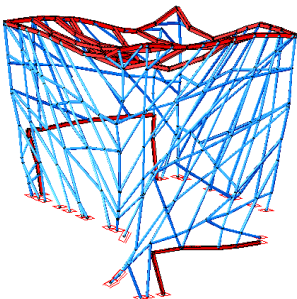
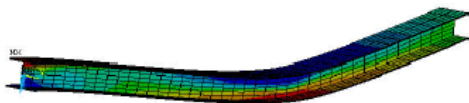
- Zeitebene $t_{fi,d} \geq t_{fi,requ}$



www.bft-cognos.de

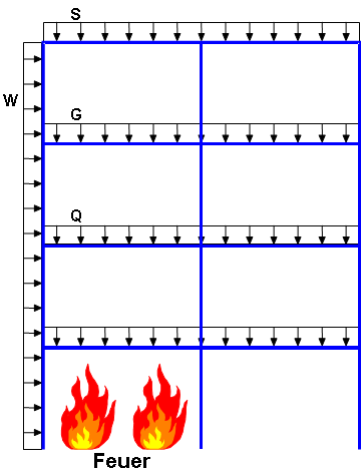
25

Step 2: Mechanische Analyse



DIN EN 1993-1-2 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-2: Allgemeine Regeln-Tragwerksbemessung für den Brandfall

Grundlagen der Bemessung und Einwirkungen auf Tragwerke



DIN 1991

Einwirkungen für thermische Analyse
⇒ **Thermische Einwirkung**
FEUER

Einwirkungen für statische Berechnungen
⇒ **Mechanische Einwirkungen**
Eigengewicht G
Verkehrslast Q
Schneelast S
Windlast W

DIN 1990

Mechanische Einwirkungen – Kombination nach Eurocode EN1990



$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + (\Psi_{1,1} \text{ or } \Psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- $G_{k,j}$: charakteristische Werte für ständige Last
- $Q_{k,1}$: charakteristischer Wert der führenden veränderlichen Last
- $Q_{k,i}$: charakteristische Werte der begleitenden veränderlichen Lasten
- $\Psi_{1,1}$: Kombinationsfaktor für führende veränderliche Last
- $\Psi_{2,i}$: Kombinationsfaktor der begleitenden veränderlichen Lasten
- Lastausnutzungsgrad: $\eta_{fi,t}$

Kombinationsfaktor ψ für Gebäude



Einwirkung	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Nutzlasten im Hochbau (siehe EN 1991-1.1)			
Kategorie A : Wohngebäude	0,7	0,5	0,3
Kategorie B : Bürogebäude	0,7	0,5	0,3
Kategorie C : Versammlungsbereiche	0,7	0,7	0,6
Kategorie D : Verkaufsflächen	0,7	0,7	0,6
Kategorie E : Lagerflächen	1,0	0,9	0,8
Kategorie F : Fahrzeugverkehr, Fahrzeuggewicht $\leq 30\text{kN}$	0,7	0,7	0,6
Kategorie G : Fahrzeugverkehr, $30\text{ kN} < \text{Fahrzeuggewicht} \leq 160\text{kN}$	0,7	0,5	0,3
Kategorie H : Dächer	0	0	0
Schneelasten (siehe EN1991-1.3)			
Finnland, Island, Norwegen, Schweden	0,70	0,50	0,20
Für Orte in CEN-Mitgliederstaaten mit einer Höhe $H > 1000\text{ m ü. NN}$	0,70	0,50	0,20
Für Orte in CEN-Mitgliederstaaten mit einer Höhe $H \leq 1000\text{ m ü. NN}$	0,50	0,20	0
Windlasten im Hochbau (siehe EN1991-1.4)	0,6	0,2	0
Temperaturanwendungen (ohne Brand) im Hochbau (siehe EN1991-1-5)	0,6	0,5	0

- Ständige Lasten werden mit 1,0 angesetzt
- Veränderliche Lasten werden mit 0,5 bzw. 0,3 ($i > 1$) für Kategorie A und B angesetzt
- Schnee kann in unseren Regionen ($< 1.000\text{ m ü. NN}$) vernachlässigt werden
- Wind als führende veränderliche Last wird mit Faktor 0,2 angesetzt

Vereinfachte Regeln nach EC 1



$$E_{fi,d,t} = E_{fi,d} = \eta_{fi} * E_d$$

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,l}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,l} Q_{k,l}}$$

Reduktionsfaktor, abhängig vom Verhältnis des Hauptwertes der veränderlichen Einwirkungen zur ständigen Einwirkung

Vereinfacht darf für den Reduktionsfaktor

$$\eta_{fi} = 0,8$$

angenommen werden.

www.bft-cognos.de

DIN EN 1993-1-2 (EC 3)



DEUTSCHE NORM		Dezember 2010
	DIN EN 1993-1-2	DIN

0. Vorwort

1. Allgemeines
2. Grundlagen der Bemessung
3. Materialeigenschaften
4. Tragwerksbemessung für den Brandfall

Anhänge (normativ):

- Anhang A** Verfestigung von Kohlenstoff unter erhöhter Temperatur
- Anhang B** Wärmeübertragung auf außenliegende Stahlbauteile

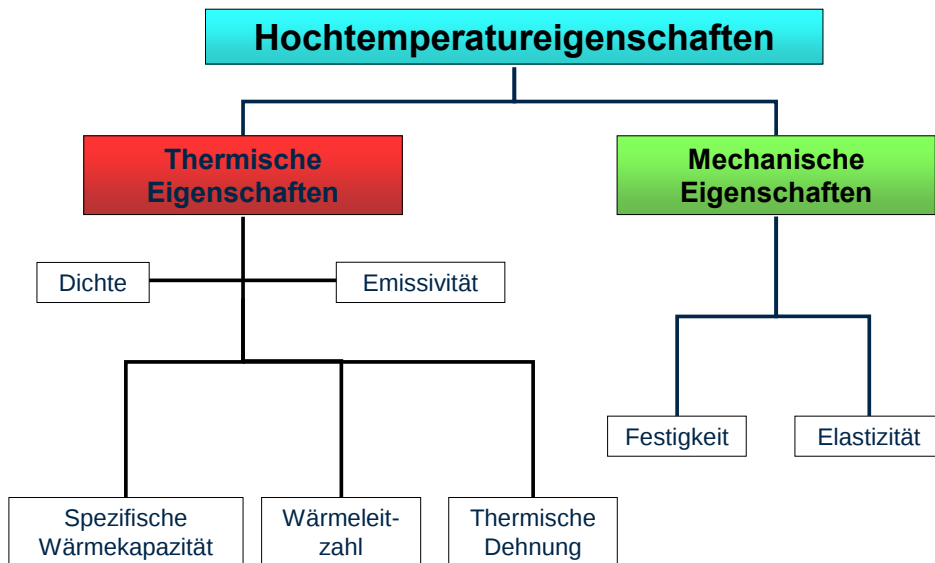
Anhänge (informativ):

- Anhang C** Nichtrostender Stahl
- Anhang D** Verbindungen
- Anhang E** Klasse 4 Querschnitte

www.bft-cognos.de

26

Thermo-mechanische Eigenschaften der Baustoffe



www.bft-cognos.de

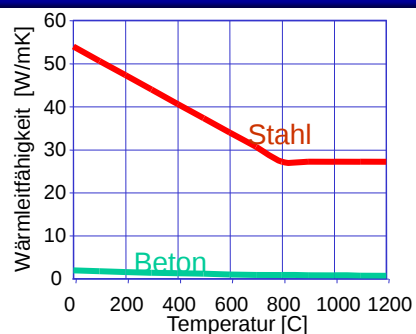
27

Thermo-mechanische Eigenschaften der Baustoffe



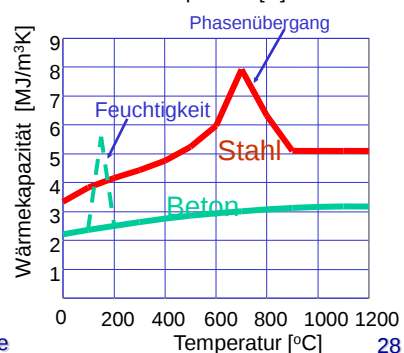
Wärmeleitfähigkeit

- Die Wärmeleitfähigkeit eines Stoffes gibt an, wie gut dieser thermische Energie weiterleiten kann.



Spezifische Wärmekapazität

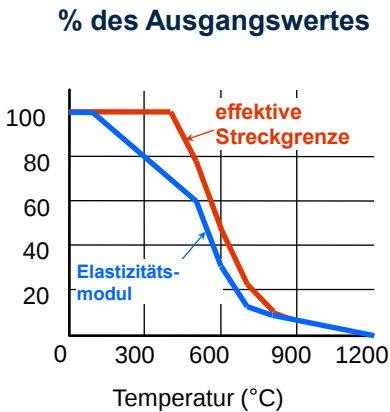
- Die spezifische Wärmekapazität gibt an, welche Wärmemenge einem Stoff pro Masseneinheit zugeführt werden muss, um seine Temperatur um 1K zu erhöhen.



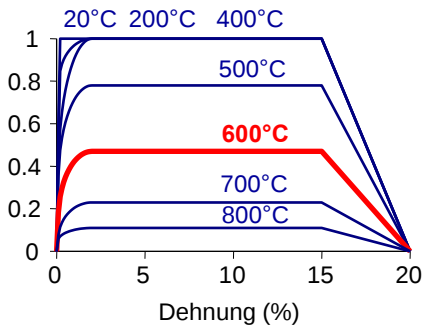
www.bft-cognos.de

28

Festigkeitswerte und Materialkennwerte



Normalisierte Spannungen



- Festigkeit bei 600°C nur noch 50 %
- Steifigkeit bei 600°C nur noch 30 %

- Streckgrenze bei 600°C über 50 % reduziert

Software zur Tragwerksbemessung im Brandfall

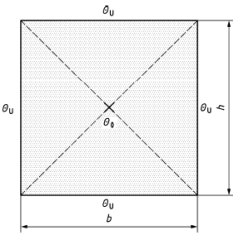


Programm	Beschreibung
SAFIR	Spezielle Brandbemessungssoftware (FEM), Analyse ebener und räumlicher Modelle
InfoCAD	Universelles Programm für die ebene und räumliche Stab- und Flächenstatik, Brandbemessung für Stabwerke (Stahl- und Stahlbeton)
Abaqus	Universelles Finite-Elemente-Modell
Marc Mentat	Universelles Finite-Elemente-Modell
SCIA	Berechnung von Stabwerken und Flächentragwerken, Brandbemessungsmodul
Vulcan	3D-Modell zur Berechnung von Rahmentragwerken aus Stahl (auch „heiße“ Bemessung)
Ansys	Universelles Finite-Elemente-Modell
Elefir/Potfire	Feuerwiderstand von einfachen Stahlbauteilen (Elefir) bzw. betongefüllten Hohlprofilen (Potfire)
Sofistik	Statische Bemessung/ Brandbemessung von Tragwerken

Anhang CC zum NA EC 1-1-2

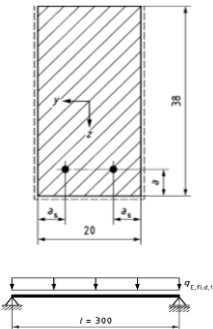


Beispiel 1



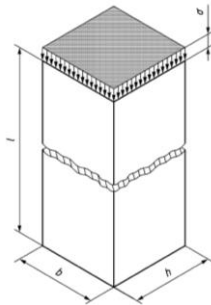
Quadratischer Querschnitt

Beispiel 2



Schwach Bewehrter Stahlbeton- Biegebalken (erforderliche Bewehrung für F90)

Beispiel 3

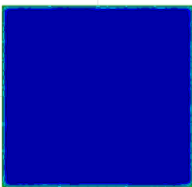


Eingespannte Stütze (Spannungs-Dehnungs-Linie, Grenztragfähigkeit)

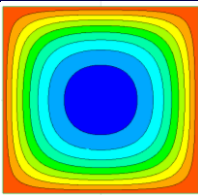
www.bft-cognos.de

32

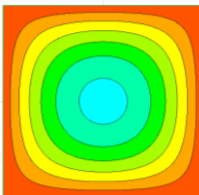
Ergebnisse mit Infograph:



0 min.
T = 0 ° C
(T = 0 ° C)



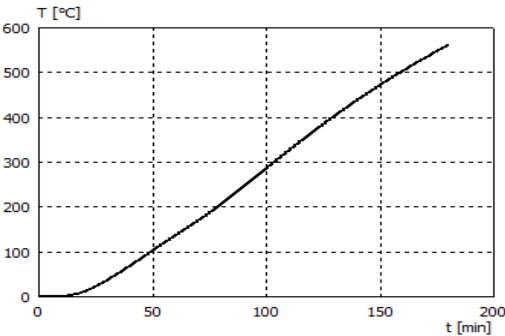
60 min.
T = 136,78 ° C
(T = 137,4 ° C)



120 min.
T = 366,3 ° C
(T = 361,1 ° C)



180 min.
T = 561,96 ° C
(T = 554,8 ° C)



www.bft-cognos.de

33

Beispiel: Büroaufstockung



www.bft-cognos.de

34

Beispiel: Büroaufstockung in Stahl ungeschützt



www.bft-cognos.de

35

Geometrie



Gebäude:

- Abmessungen 34 m x 30 m
- Lichte Höhe ca. 3,0 m
- Fläche ca. 900 m²

Riegel:

- Abmessungen 34 m x 10 m
- Lichte Höhe ca. 3,0 m
- Fläche ca. 350 m²

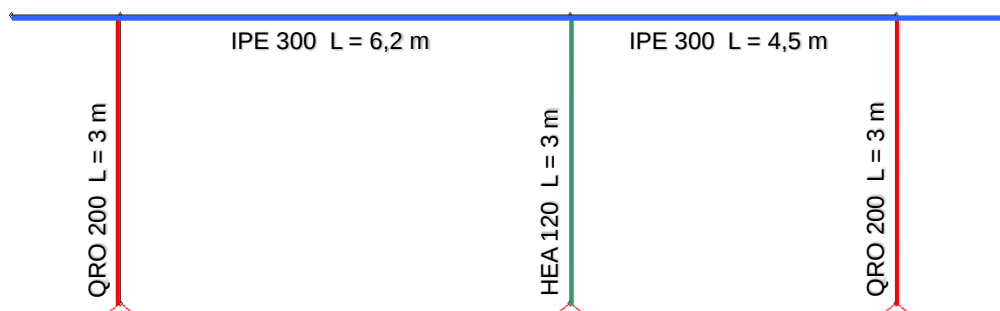
www.bft-cognos.de

36

Eingangsbedingung



- Aufstockung 2. OG auf Bestandsgebäude
- Nachweis der Feuerwiderstandsdauer F 90 für tragende Bauteile
- Naturbrandszenario nach DIN EN 1991-1-2 und NA 2012:12 CC
- „Heiße Bemessung“ R 90 des Rahmen



www.bft-cognos.de

37

Naturbrandszenario nach Anhang BB



Bemessungsbrandlast:

$q_{f,k} \times \gamma_{fi} \times m = 584 \text{ MJ/m}^2 \times 1,05 \times 0,7 = 429 \text{ MJ/m}^2$

Ermittlung der Brandlastdichte: $q_{f,d} = q_{f,k} \cdot m \cdot \gamma_{fi,q}$ in MJ/m²

Zeile	Nutzung	Brandlastdichte MJ/m ²		
		Mittelwert	Standardab- weichung	90 %-Quantil
		1	2	3
1	Wohngebäude	780	234	1 085
2	Bürogebäude	420	126	584
3	Krankenhaus (Zimmer)	230	69	320
4	Hotel (Zimmer)	310	93	431
5	Bibliothek, Bücherei	1 500	450	2 087
6	Schule (Klassenzimmer)	285	85,5	397
7	Verkaufsstätte, Einkaufszentrum	600	180	835
8	Versammlungsstätte (Theater, Kino)	300	90	417
9	Transport (öffentlicher Bereich)	100	30	139

www.bft-cognos.de

38

Naturbrandszenario Aufstockung



Bemessungswert RHR:

$RHR_f \times A_f \times \gamma_{Q,fi} = 0,25 \text{ MW/m}^2 \times 353 \text{ m}^2 \times 1,05 = 92,7 \text{ MW/m}^2$

Ermittlung der maximalen Energiefreisetzungsrate:

$\dot{Q}_{max,f,k} = RHR_f \cdot A_f$ in MW

$\dot{Q}_{max,d} = \dot{Q}_{max,k} \cdot \gamma_{fi,q}$

Zeile	Nutzung	Brandausbreitung	t_a s	RHR_f MW/m ²
		1	2	3
1	Wohngebäude	mittel	300	0,25
2	Bürogebäude	mittel	300	0,25
3	Krankenhaus (Zimmer)	mittel	300	0,25
4	Hotel (Zimmer)	mittel	300	0,25
5	Bibliothek, Bücherei	mittel	450	0,25 bis 0,50
6	Schule (Klassenzimmer)	mittel	300	0,15
7	Verkaufsstätte, Einkaufszentrum	schnell	150	0,25
8	Versammlungsstätte (Theater, Kino)	schnell	150	0,50
9	Transport (öffentlicher Bereich)	langsam	600	0,25

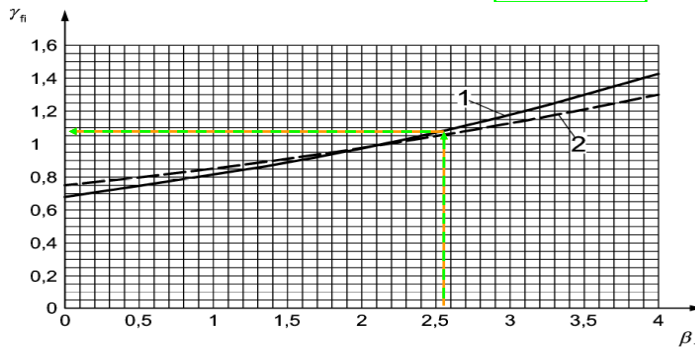
www.bft-cognos.de

39

Sicherheitskonzept



- jährliche Auftretenswahrscheinlichkeit $p_{fi} = p_1 \times p_2 \times p_3 = 2,32 \times 10^{-3}$
- zul. bedingte Versagenswahrscheinlichkeit $p_{f,fi} = p_f / p_{fi} = 5,61 \times 10^{-3}$
- Zuverlässigkeitsindex $\beta_{fi} = 2,54$
- Teilsicherheitsbeiwert Brandlastdichte $\gamma_{fi} = 1,05$
- Teilsicherheitsbeiwert Wärmefreisetzungsrate $\gamma_{Q,fi} = 1,05$

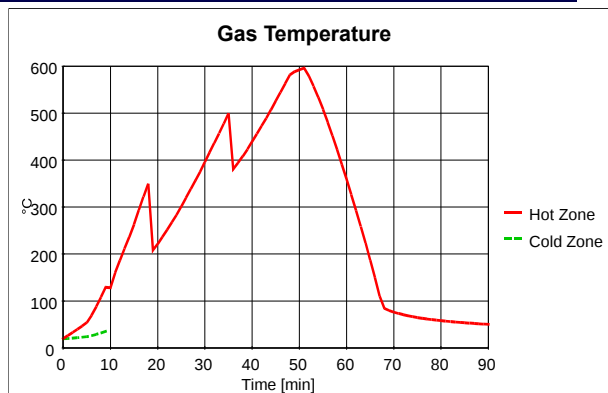
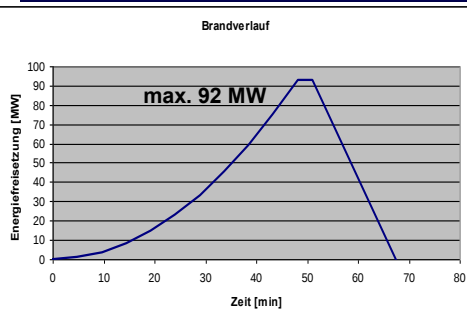


1 Brandlastdichte nach BB.3.2
2 Wärmefreisetzungsrate nach BB.4 und Brandlastdichte nach BB.3.3

www.bft-cognos.de

40

Berechnung der Raumtemperatur mit Zonenmodell OZone



- Berechnung der Energiefreisetzungskurve gem. Nationalem Anhang BB
- Temperatur der Heißgasschicht ca. 400°C nach 30 Min.
- Maximale Temperatur ca. 600°C nach 50 Min.
- Temperatur < 100°C nach 70 Min.

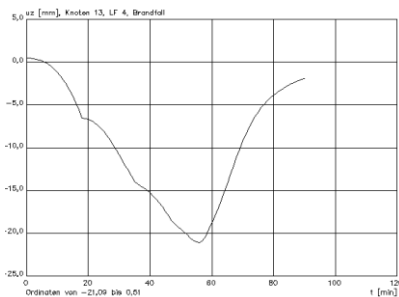
www.bft-cognos.de

41

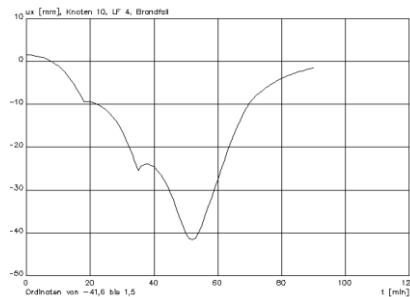
Verformung



max. Verformung des Trägers:
uz = ca. – 20,1 cm (nach oben)



max. Verformung der Stütze:
ux = ca. 40,1 mm



- Kein Versagen der Rahmenkonstruktion unter Brandbeanspruchung
- Nachweis der Standsicherheit im Brandfall erbracht
- Kein „Overmarching“ der Konstruktion erforderlich
- Kein(e) Brandschutzbekleidung/-anstrich erforderlich

www.bft-cognos.de

42

Stickability-Problem Raumabschluss



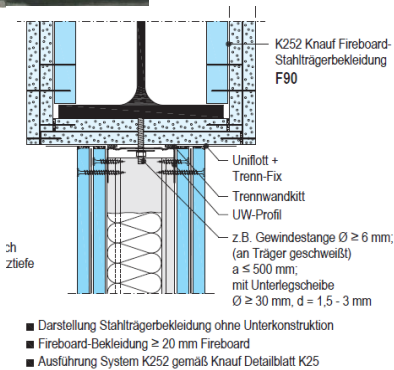
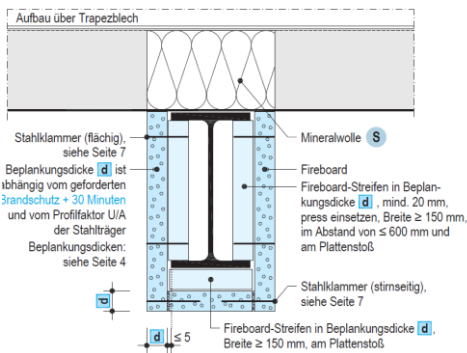
Stickability-Problem wird größer, aber kann quantifiziert werden



www.bft-cognos.de

43

Stickability-Problem



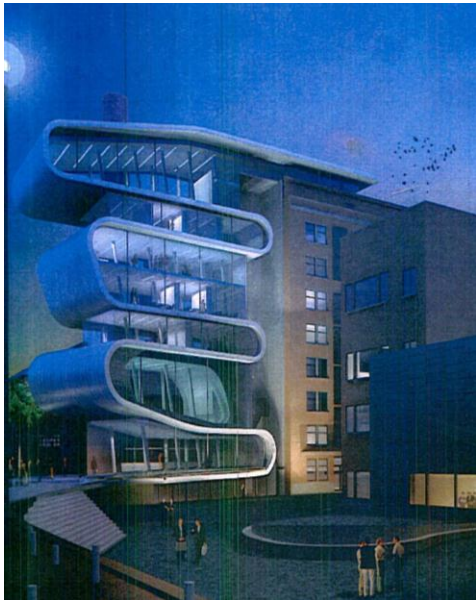
www.bft-cognos.de

Stickability-Problem Prüfzeugnis



www.bft-cognos.de

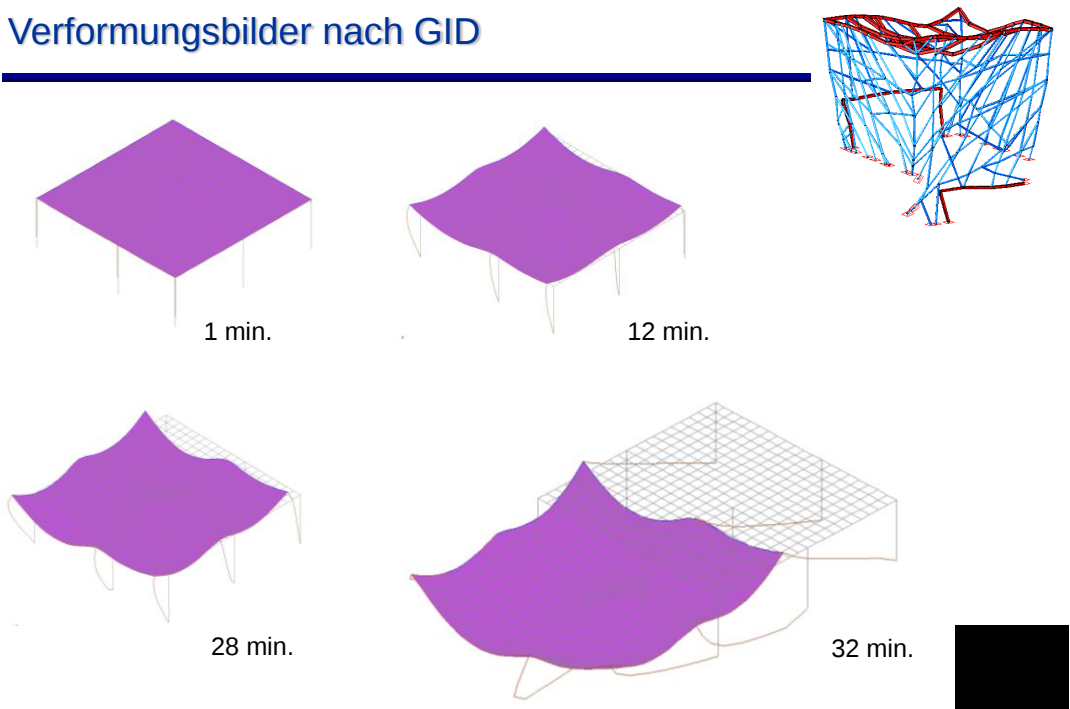
Potentiale Neubauten



www.bft-cognos.de

55

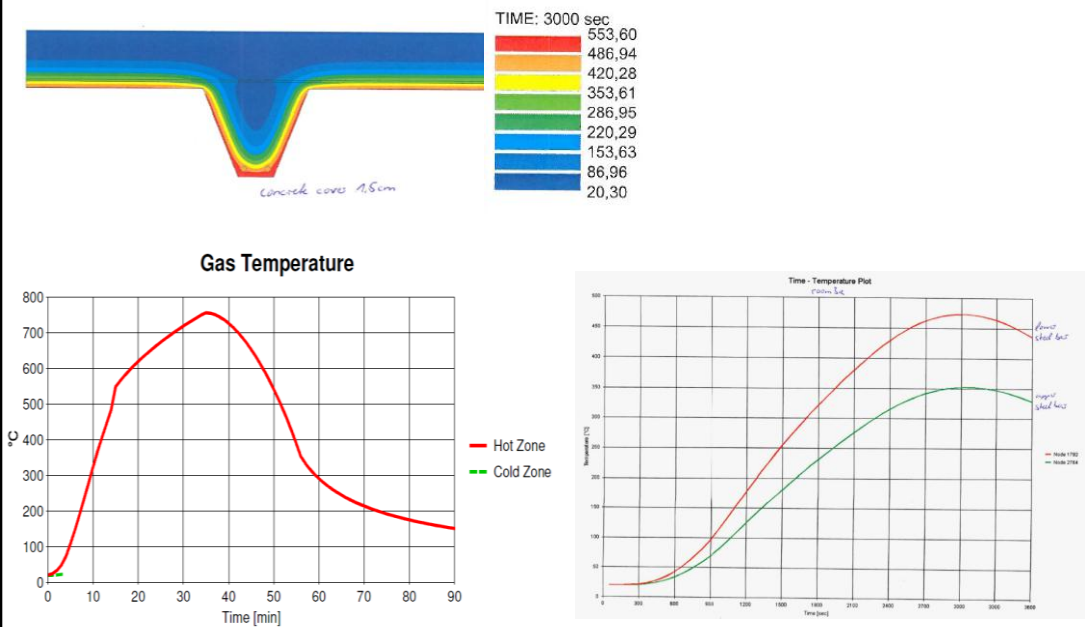
Verformungsbilder nach GID



www.bft-cognos.de

44

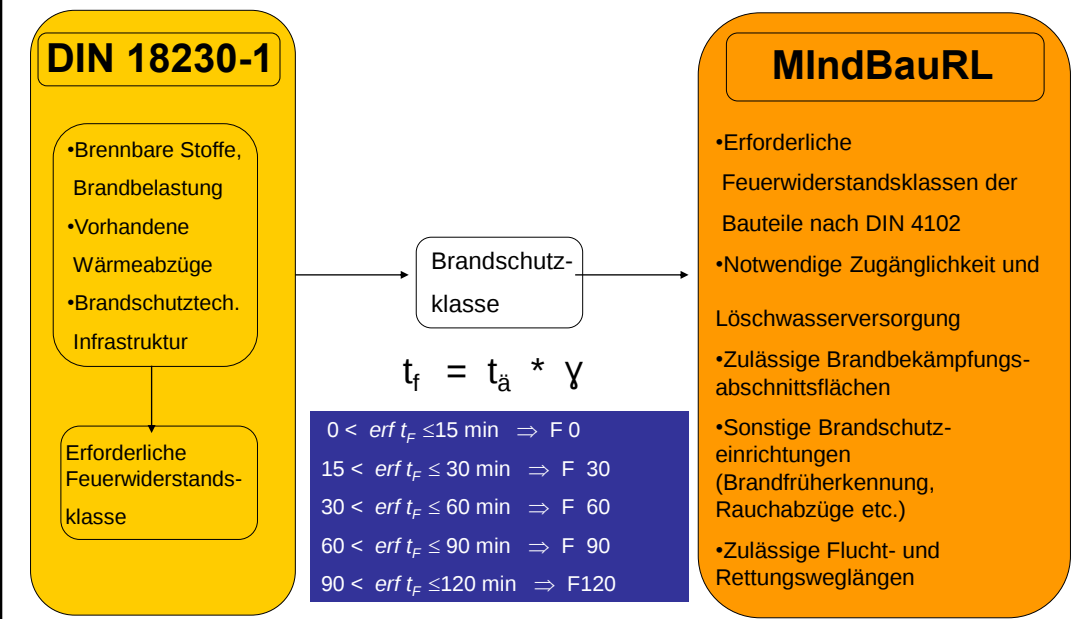
Potentiale im Bestand



www.bft-cognos.de

45

DIN 18230 und Industriebaurichtlinie (seit 30 Jahren)



www.bft-cognos.de

48

Normenreihe DIN 18230

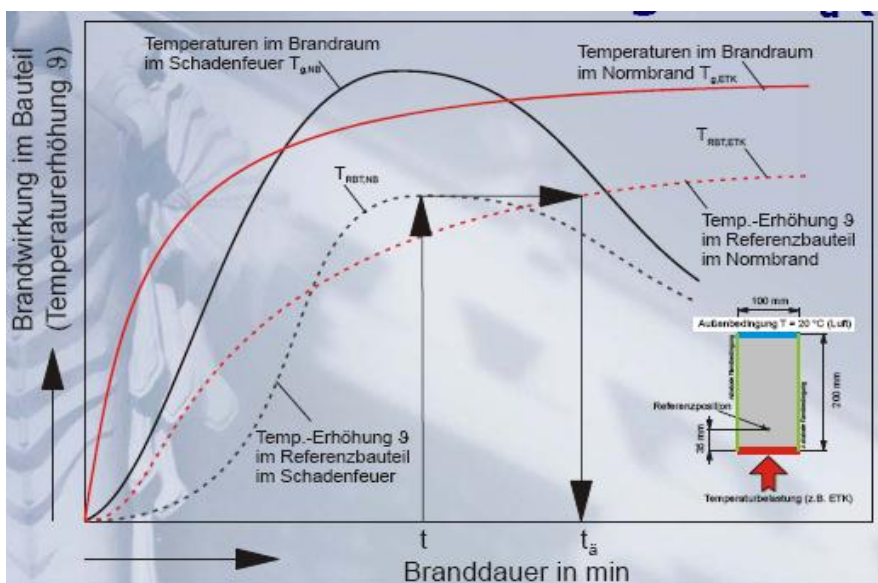


- DIN 18230 -1: Baulicher Brandschutz im Industriebau
Berechnung der äquivalenten Branddauer (Weißdruck 2010)
- DIN 18230 -2: Baulicher Brandschutz im Industriebau
Abbrandfaktor m
- DIN 18230 -3: Baulicher Brandschutz im Industriebau
Rechenwerte
- DIN 18230 4: Baulicher Brandschutz im Industriebau**
Ermittlung der äquivalenten Branddauer und des Wärmeabzuges durch Brandsimulation

www.bft-cognos.de

49

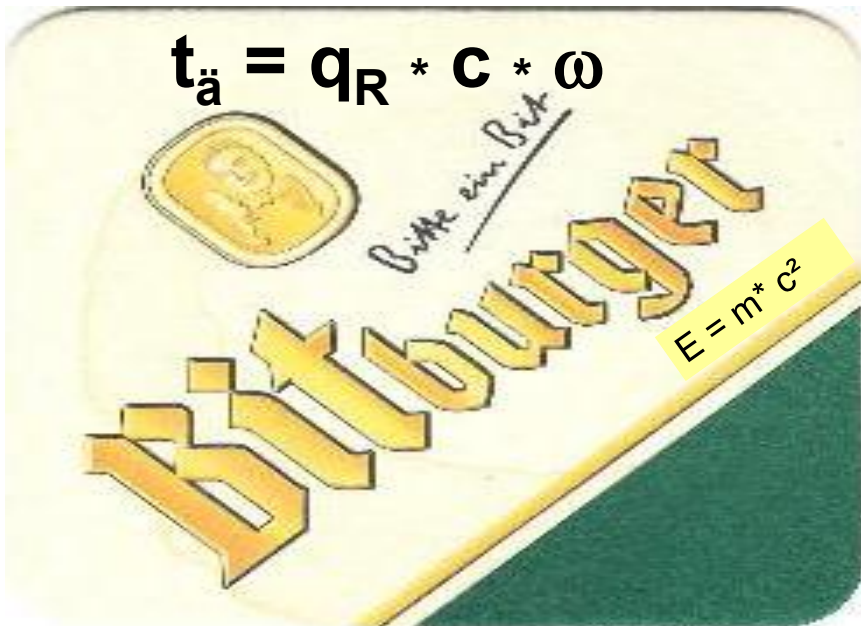
Was ist $t_{\text{ä}}$?



www.bft-cognos.de

50

Brandschutz auf dem Bierdeckel



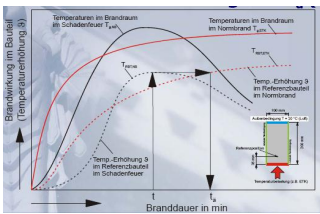
DIN 18230 - 4

Ermittlung der äquivalenten Branddauer und des Wärmeabzugs durch Brandsimulation

Anwendungsbereich über die DIN 18230-1 über Verfahren 7 hinaus

- komplexere Gebäudegeometrien/Öffnungsflächen
- Faktor $w > 0,5$ möglich
- Teilflächennachweise werden möglich
- sehr große Brandbekämpfungsabschnitte (BBA)
- lokale Brandwirkungen auf Bauteile

EC versus DIN 18230-4



Erhöhter rechnerischer Aufwand
Wirtschaftlichere (exaktere) Auslegung von Tragkonstruktionen
Bedarf an hochspezifischem Wissen und Erfahrung



Kriterien	Eurocode	DIN 18230-4
Flächen	bis 400 m²	Ab 400 bis 20.000 m²
Brandszenarien	ETK + Naturbrände	Naturbrände
Global/lokal		
Anwendungsbereich	Tragwerkbemessung mit äquivalenter Branddauer	Tragwerke und Abschottungssysteme
Akzeptanz	Muss noch in der Praxis ankommen	t _a seit 30 Jahren

www.bft-cognos.de

Ausblick: The final countdown



Advances in research on fire engineering of steel structures

It is over a decade since the UK's Cardington fire research programme began and eight years since the collapse of the US World Trade Center; two events that have shaped research on fire engineering of steel and composite structures. Successful performance of the Cardington steel structure in a fire has been eagerly taken up by many as a means of reducing the cost of fire protection, while the World Trade Center collapse brought to worldwide attention the danger of fire-induced total structural collapse. This paper summarises recent developments in UK steel structural fire-engineering research and identifies key issues for further work, including performance and integrity of fire-protection materials with regard to controlling progressive structural collapse and fire spread.

ICE launches guide to Structural Eurocodes

"The Structural Eurocodes represent the biggest change in structural design regulation that we have ever seen"
John Carpenter

The final countdown

The countdown to the Eurocodes changeover has begun. Jessica Rowson asks how prepared are you?

Leistungsorientierte Bemessung bringt Vorteile

Bemessung: Die brandschutztechnische Bemessung von tragenden Bauteilen bietet gegenüber der „traditionellen“ Bemessung erhebliche Vorteile. Am Beispiel des Tragwerks eines Parkhauses zeigt dieser Beitrag, wie die maßgeblichen Brandeinwirkungen rechnerisch bestimmt werden können. Dr.-Ing. Jochen Zehfuß

www.bft-cognos.de

Wo stehen wir international?



www.bft-cognos.de

57

Quo vadis Brandschutzingenieurwesen

Brandschutz wird internationaler (globaler)

Ein nächster Entwicklungsschub des FSE, MFSE steht bevor

Neue Normen versuchen, die Entwicklung zu fassen.

Kontrolle, aber auch Aufgeschlossenheit tut Not

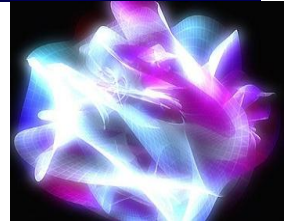
Der Staat darf sich seiner Aufgaben, internationaler Normung Rechnung zu tragen, nicht entziehen.



www.bft-cognos.de

58

Grüße aus Aachen



Georg Spennes

www.bft-cognos.de

60