



Der (un)berechenbare Mehrwert der Ingenieurmethoden im Brandschutz

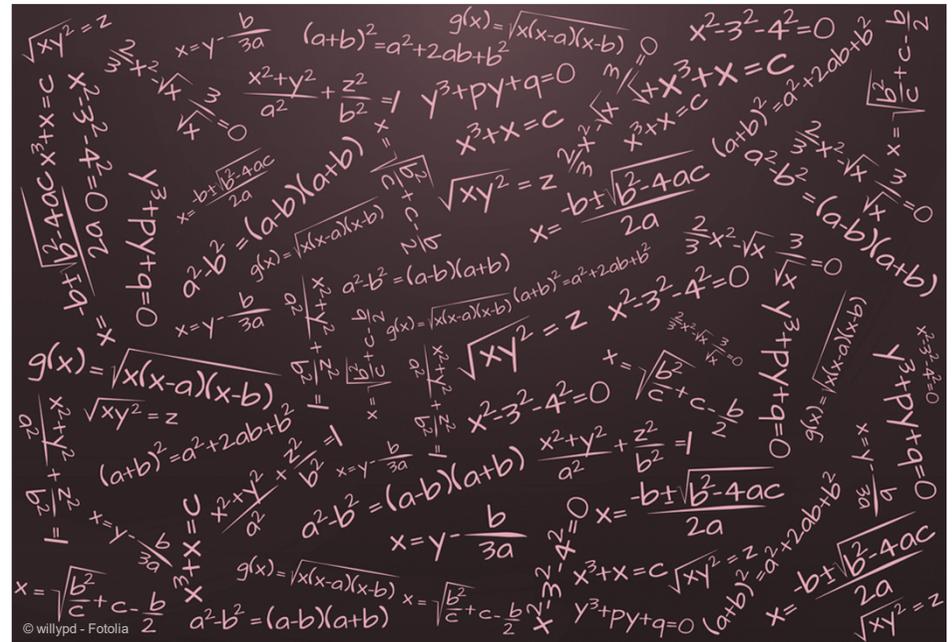
René Wölfli

Dipl.-Ing. TU/SIA

Eidg. dipl. Brandschutzexperte VKF

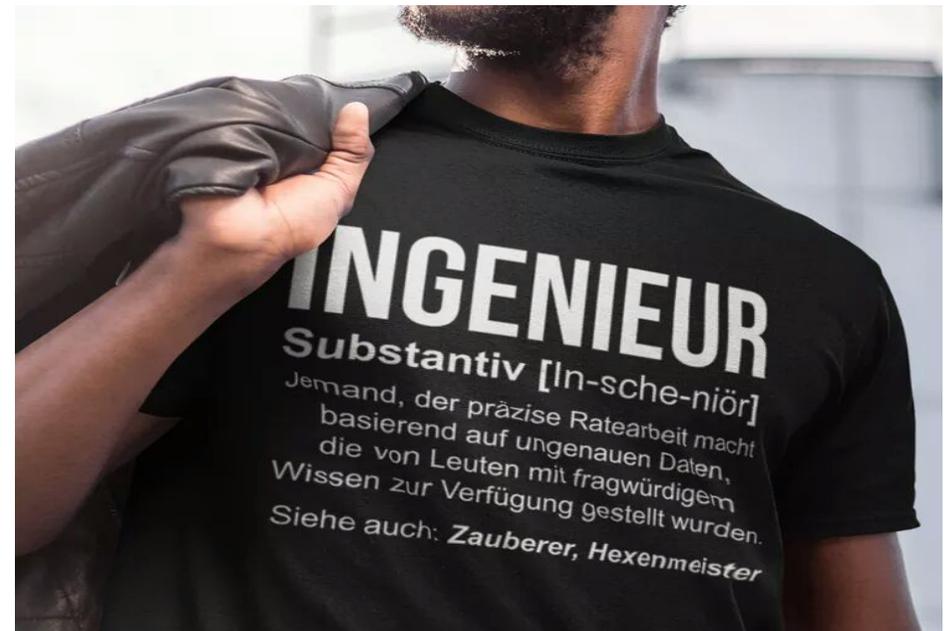


Der ~~(un)~~berechenbare Mehrwert der Ingenieurmethoden im Brandschutz

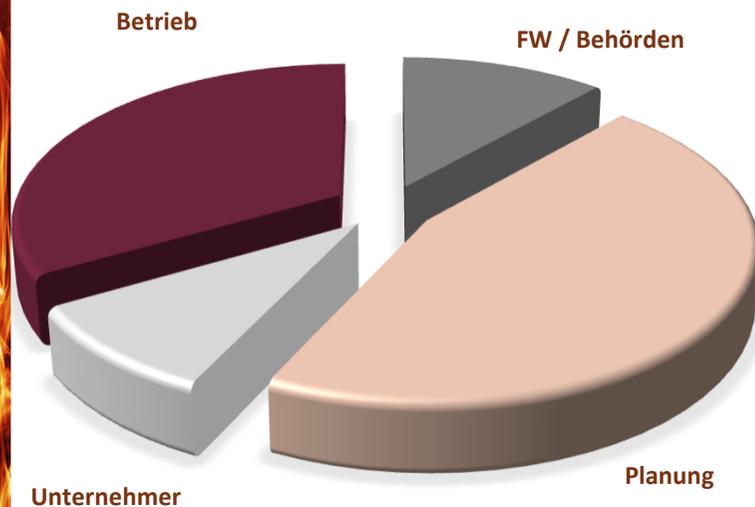




Der (un)berechenbare Mehrwert der Ingenieurmethoden im Brandschutz



Der (un)berechenbare Mehrwert der Ingenieurmethoden im Brandschutz



Welchen **Mehrwert für den Bau und Betrieb von Gebäuden** bieten die Ingenieurmethoden in der Praxis?

Welche Ingenieurmethoden kommen im Brandschutz zur Anwendung?



Der (un)berechenbare Mehrwert der Ingenieurmethoden im Brandschutz





Der (un)berechenbare Mehrwert der Ingenieurmethoden im Brandschutz



Welche grundsätzlichen Überlegungen sind für den Einsatz der Ingenieurmethoden im Brandschutz notwendig?

Welche gesetzlichen Vorgaben und Anforderungen gelten für den Einsatz der Ingenieurmethoden im Brandschutz?



Rechte und Pflichten



© Can Stock Photo Inc. / okanakdeniz

Das Wissens-Forum 2016

16.09.2016 | 7

Rechte und Pflichten



Art. 10

Standardkonzepte

In Standardkonzepten der Brandschutzvorschriften werden die Schutzziele mit vorgeschriebenen Massnahmen erreicht.

a Bauliches Konzept:

die Schutzziele werden durch bauliche Brandschutzmassnahmen erreicht. Nutzungsbezogen können zusätzlich technische Brandschutzmassnahmen erforderlich sein;

b Löschanlagenkonzept:

bei einem Löschanlagenkonzept werden zu den baulichen Brandschutzmassnahmen VKF-anerkannte, stationäre Löschanlagen berücksichtigt.

Art. 11

Abweichungen von Standardkonzepten

1 Im Rahmen von Standardkonzepten können anstelle vorgeschriebener Brandschutzmassnahmen alternative Brandschutzmassnahmen als Einzellösungen treten, soweit für das Einzelobjekt die Schutzziele gleichwertig erreicht werden. Über die Gleichwertigkeit entscheidet die Brandschutzbehörde.

2 Weicht die Brandgefahr im Einzelfall so vom Standardkonzept der Brandschutzvorschriften ab, dass vorgeschriebene Anforderungen als ungenügend oder als unverhältnismässig erscheinen, sind die zu treffenden Massnahmen angemessen zu erweitern oder zu reduzieren.

Rechte und Pflichten



Art. 10 Standardkonzepte

In Standardkonzepten der Brandschutzvorschriften werden die Schutzziele mit vorgeschriebenen Massnahmen erreicht.

a Bauliches Konzept:

die Schutzziele werden durch bauliche Brandschutzmassnahmen erreicht. Nutzungsbezogen können zusätzlich technische Brandschutzmassnahmen erforderlich sein;

b Löschanlagenkonzept:

bei einem Löschanlagenkonzept werden zu den baulichen Brandschutzmassnahmen VKF-anerkannte, stationäre Löschanlagen berücksichtigt.

- 1 Im Rahmen von Standardkonzepten können anstelle vorgeschriebener Brandschutzmassnahmen alternative Brandschutzmassnahmen als Einzellösungen treten, soweit für das Einzelobjekt die Schutzziele gleichwertig erreicht werden. Über die Gleichwertigkeit entscheidet die Brandschutzbehörde.
- 2 Weicht die Brandgefahr im Einzelfall so vom Standardkonzept der Brandschutzvorschriften ab, dass vorgeschriebene Anforderungen als ungenügend oder als unverhältnismässig erscheinen, sind die zu treffenden Massnahmen angemessen zu erweitern oder zu reduzieren.

Rechte und Pflichten



Art. 11

Abweichungen von
Standardkonzepten

- 1 Im Rahmen von Standardkonzepten können anstelle vorgeschriebener Brandschutzmassnahmen alternative Brandschutzmassnahmen als Einzellösungen treten, soweit für das Einzelobjekt die Schutzziele gleichwertig erreicht werden. Über die Gleichwertigkeit entscheidet die Brandschutzbehörde.
- 2 Weicht die Brandgefahr im Einzelfall so vom Standardkonzept der Brandschutzvorschriften ab, dass vorgeschriebene Anforderungen als ungenügend oder als unverhältnismässig erscheinen, sind die zu treffenden Massnahmen angemessen zu erweitern oder zu reduzieren.

Art. 12

Nachweisverfahren

- 1 Die Anwendung von Nachweisverfahren im Brandschutz zur Beurteilung von Brandgefahr, Brandrisiko oder zur Nachweisführung konzeptioneller Ansätze ist bei der Erfüllung der Schutzziele der Brandschutznorm und bei einer ganzheitlichen Betrachtungsweise zulässig.
- 2 Die Brandschutzbehörde prüft die brandschutzrelevanten Konzepte und Nachweise auf Vollständigkeit, Nachvollziehbarkeit und Plausibilität.

Rechte und Pflichten



Inhaltsverzeichnis

1	Geltungsbereich	4
2	Grundsätze	4
3	Prozess	4
3.1	Allgemeines	4
3.2	Tätigkeiten nach Phasen	4
3.2.1	Phase Vorstudien	4
3.2.2	Phase Projektierung (siehe Anhang)	5
3.2.3	Phase Ausschreibung	5
3.2.4	Phase Realisierung	5
3.2.5	Phase Bewirtschaftung	6
4	Formale Anforderungen	6
4.1	Berichtform	6
4.2	Verbindlichkeit	6
5	Inhaltliche Anforderungen (siehe Anhang)	6
6	Anforderungen Fachpersonen	6
7	Anforderungen an bestimmte Nachweisarten	7
7.1	Entrauchungsnachweis	7
7.2	Wamrauchversuche	7
7.3	Realbrandversuche	7
7.4	Tragwerksnachweis	7
7.5	Evakuierungsnachweis	7
8	Aufgaben und Verantwortung Brandschutzbehörde	7
8.1	Formelle Prüfung	7
8.2	Materielle Prüfung (siehe Anhang)	8
9	Weitere Bestimmungen	8
10	Inkrafttreten	8
	Anhang	9

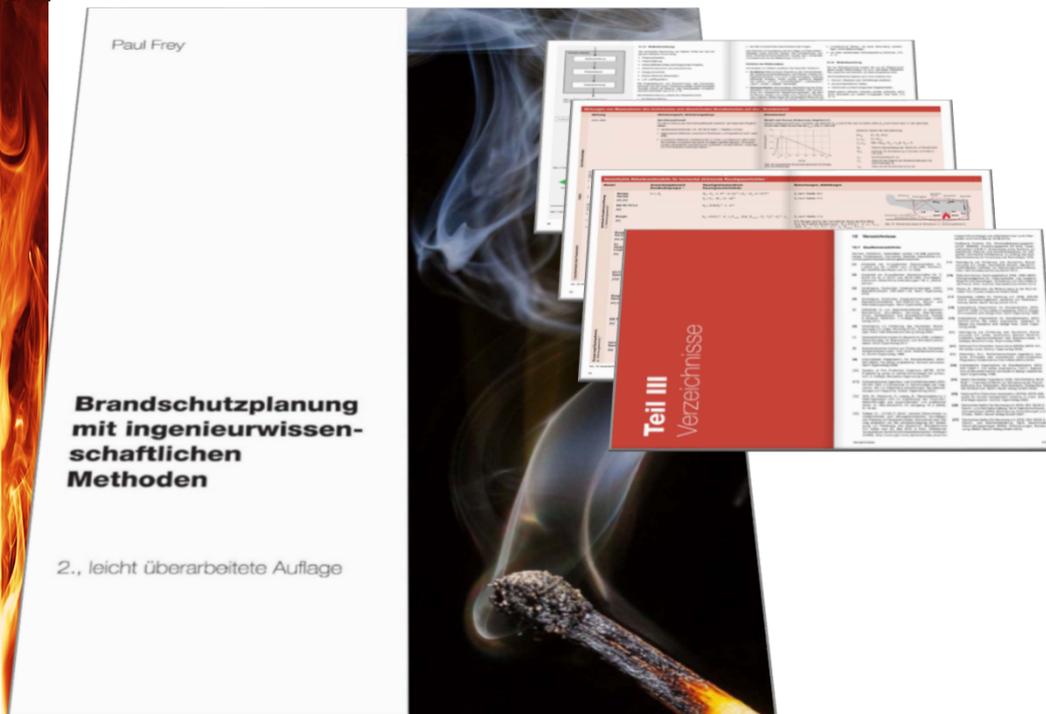
Wann?

Wie?

Wer?

Was?

WIE genau? Zwei Einstiegshilfen ...



<https://www.bgv.ch/praevention/brandschutz-inspektorat/ingenieurmethoden/>

<http://www.vfdb.de/download/Leitfaden2013.pdf>

Das Wissens-Forum 2016

16.09.2016 | 12

Warum die ganzen Regelungen?

*Ein Computer rechnet immer richtig.
Bei falschen Eingaben dann halt «richtig falsch».*

Trash In = Trash out

- Welche Nutzung und Gegebenheiten sind relevant?
- Welche Gefahren bestehen? Was kann passieren?
- Welches Schutzziel (-niveau) muss erreicht werden?
- Mit welchen Massnahmen kann man dieses erreichen?
- Welche Bemessungsszenarien ergeben sich daraus?
- Welche Nachweisführung ist geeignet?
- Welche Berechnungsparameter müssen gewählt werden?



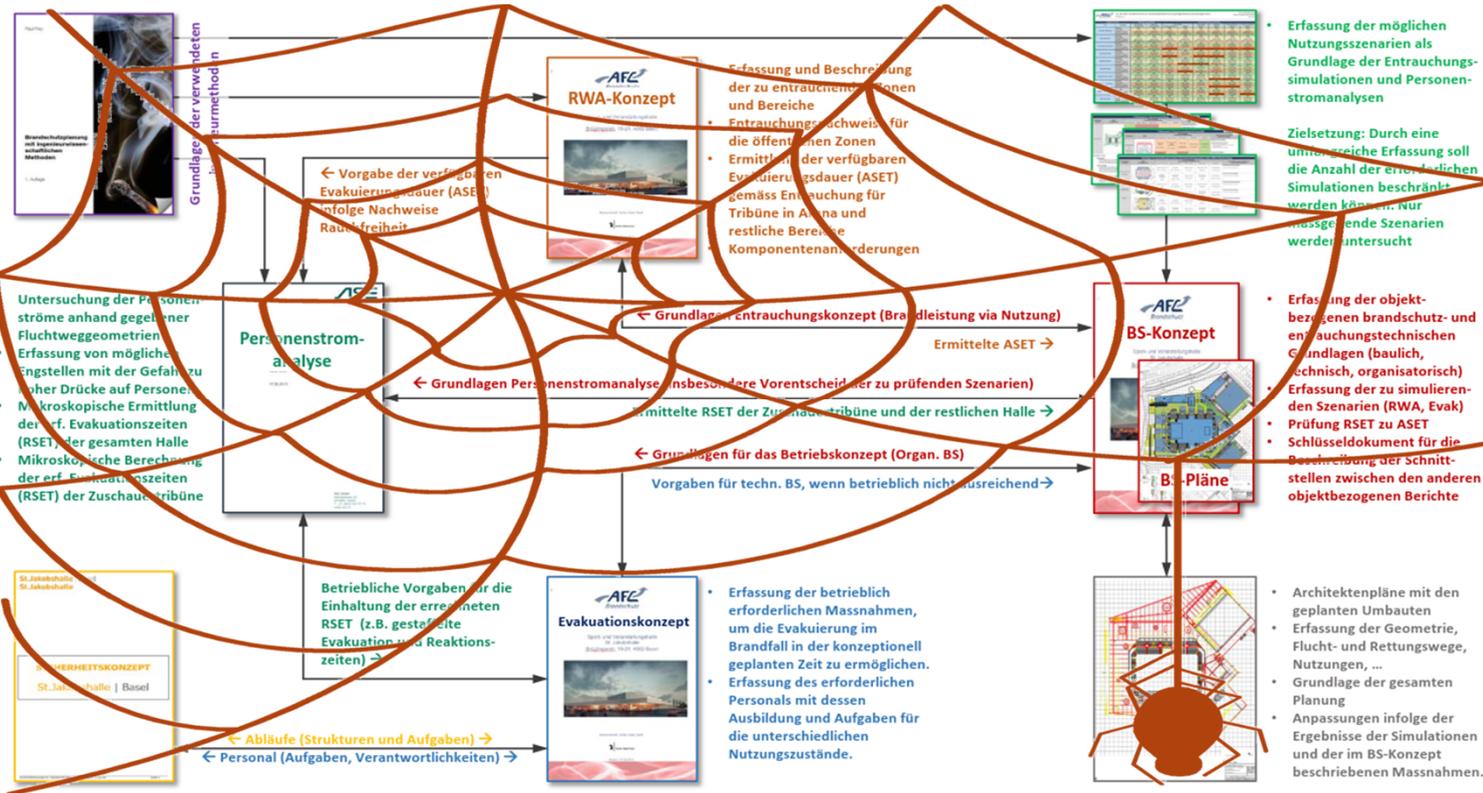
St. Jakobshalle in Basel



Hürde #1: Grundlagen



Hürde #2: Gesamtkonzept, Vernetzung



Hürde #3: Wahl der Methode

Nicht jeder Deckel passt auf's Töpfchen.

- **Unterschiedliche Eignung der Berechnungsmethoden**
 - Geometrie
 - Vernetzung
 - Gewünschte (aussagekräftige) Ergebnisse
- **Verifizierung der Simulationssoftware**
 - Überprüfung der Komponenten,
 - Funktionale Verifizierung,
 - Qualitative Verifizierung und
 - Quantitative Verifizierung

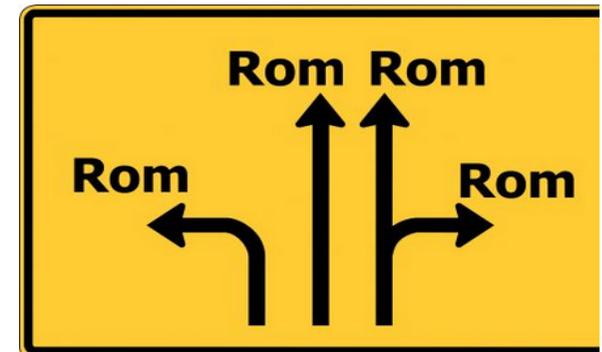
The screenshot displays a multi-page website. The top section is for 'FDS-SMV' (Fire Dynamics Simulator and Smokeview) with a 'View on GitHub' button. Below is an 'ANSYS' banner for 'RELEASE 13.0' and 'ANSYS CFX Industry Solutions'. The next part is a 'CD-adapco' navigation bar with links for Home, Products, Industries, Services, Events, Support, and Company. Below that is a 'STAR-CCM+' banner. The main content area is titled 'RIMEA e.V. | Richtlinie für Mikroskopische Entfluchtungs-Analysen' and features a green box with the text: 'Ziel des RIMEA Vereins ist es eine Richtlinie für simulationsgestützte Entfluchtungsanalysen zu erstellen und weiterzuentwickeln.' A navigation bar below includes Home, RIMEA-Projekt, Fachbeiträge, Verein, Förderer, and RIMEA Award. The main content area is divided into a table of contents for 'Richtlinie für Mikroskopische Entfluchtungsanalysen' (listing sections 1-5) and 'Anhang 2: Vorläufige Anleitung zur Validierung / Verifizierung von Simulationsprogrammen' (listing tests 1-8). A sidebar on the right shows 'Aktuelles' with news items like 'RIMEA-Award 2017 (best)' and 'RIMEA-Award 2016'.

Hürde #4: Lösungsansatz und -weg

Es gibt bei den Ingenieurmethoden im Brandschutz nicht DEN EINEN alleinig richtigen Lösungsansatz.

- **Herangehensweise**
- **Schutzzielniveau**
- **Nicht immer eindeutig festlegbare Berechnungsparameter**

→ **Interpretationsspielräume**



Hürde #5: Interpretationsspielräume

2 Ingenieure (Brandschützer) = 3 Meinungen

- Interpretationsspielräume
 - bei den Berechnungsparametern

http://www.abc-gefahren.de/dateien/ausbildung/elh/3_gsg_grenzwerte_gase.pdf
Relative Dichten von Gasen bzw. Dämpfen bezogen auf Luft sowie wichtige Grenzwerte

Stoffname (Chem. Formel)	Aggr.	Ex. Vol. %	UEG	G	AGW (ppm)	ERG-G-1 Wert (ppm)	ERG-G-2 Wert (ppm)	ERG-L-1 Wert (ppm)	ERG-L-2 Wert (ppm)	ETW-1 (ppm)	ETW-2 (ppm)	Rel. Gase-dichte	Erk. KW
Expositionsdauer	-	-	-	-	-	1 h	4 h	4 h	4 h	16 h	16 h	-	-
Aceton (C ₂ H ₅ CO)	B	X	2,5	-	500	500	-	200	1600	500	-	2,00	*
Acetylen (C ₂ H ₂)	B	X	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,90	
Acrolein (C ₂ H ₃ CHO)	R	X	2,8	-	0,05	0,50	0,03	0,1	0,1	0,1	2,30		
Acrylnitril (CH ₂ CHCN)	B	X	3	H	-	170	35	-	-	0,48	1,7	1,80	
Ammoniak (NH ₃)	R	X	15,4	-	20	20	150	25	110	110	160	0,60	*
Anilin (C ₆ H ₅ NH ₂)	B/R	0	-	H	2	-	-	2	3	3	12	1,20	*
Arsenwasserstoff (AsH ₃)	B	0	-	-	0,005	-	-	-	0,04	0,04	0,17	2,70	
Benzol (Normalis.)	B	X	1,1	H	-	-	-	-	-	-	-	2,90	
Benzol (C ₆ H ₆)	B	X	1,2	H	-	170	150	18	400	20	-	2,70	*
Blausäure (HCN)	B	X	0,4	H	0	10	10	10	10	10	10	0,90	*

ERPG (Emergency Response Planning Guidelines)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Cyanwasserstoff>

MAK	DFG/Schweiz: 1,9 mg·m ⁻³ bzw. 2,1 mg·m ⁻³ (10)
Toxikologische Daten	<ul style="list-style-type: none"> • 1,471 mg·kg⁻¹ (TD₀₁, Mensch, oral)⁽⁹⁾ • 0,056 mg·kg⁻¹ (TD₀₁, Mensch, i.v.)⁽⁹⁾ • 3030 ppm nach 1 min (LC₅₀, Mensch, inh.)⁽¹⁰⁾ • 270 ppm nach 6-8 min (LC₅₀, Mensch, inh.)⁽¹⁰⁾ • 181 ppm nach 10 min (LC₅₀, Mensch, inh.)⁽¹⁰⁾ • 135 ppm nach 30 min (LC₅₀, Mensch, inh.)⁽¹⁰⁾

10...Department of Health: Hydrogen Cyanide. Version 1.2 vom 4. Februar 2004.

<http://www.enius.de/schadstoffe/blausaure.html>

Grenzwert, Richtwerte, MAK-Wert: 11 mg/m³; 10 ml/m³ (ppm)
Einstufungen: MAK-Spitzenwert: 22 mg/m³; 20 ppm
 ERPG-2-Wert: 11 mg/m³
 ERPG-3-Wert: 28 mg/m³
 IDLH-Wert: 56 mg/m³
 VCI-Störfallbeurteilungswert: 39 mg/m³
 LC₅₀-Wert Mensch, inhalativ: 400 mg/m³ x 2 min
 Geruchsschwellenwert: 0,58 ppm
 WGK 3: stark wassergefährdend



Zusammenfassung HCN Grenzwerte

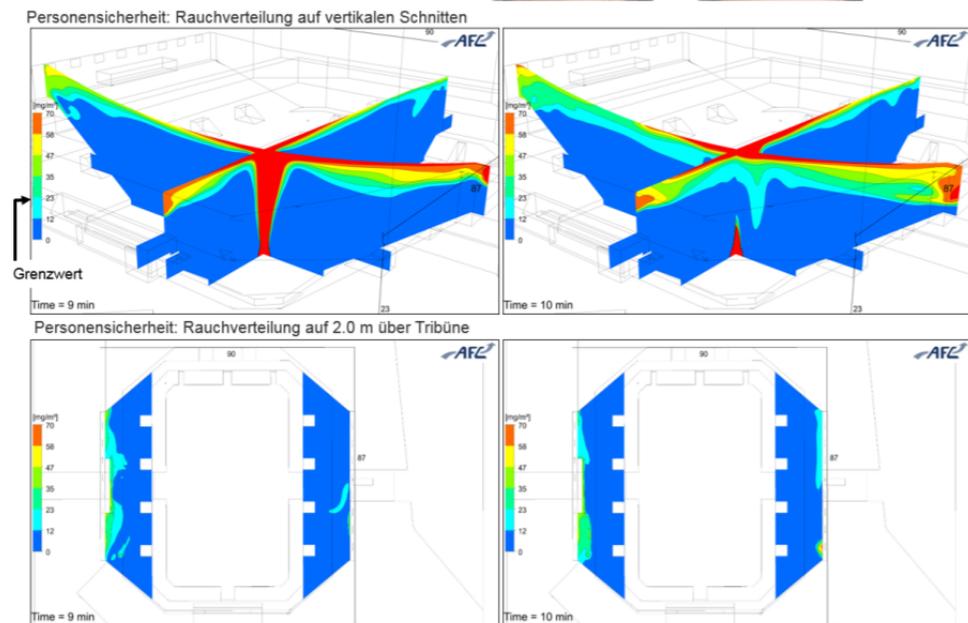
10ppm während 1-8 Stunden
 135ppm während 30min
 181ppm während 10min

Hürde #5: Interpretationsspielräume

2 Ingenieure (Brandschützer) = 3 Meinungen

- **Interpretationsspielräume**

- bei den Berechnungsparametern
- bei den Ergebnissen





Hürde #5: Interpretationsspielräume

2 Ingenieure (Brandschützer) = 3 Meinungen

- **Interpretationsspielräume**

- bei den Berechnungsparametern
- bei den Ergebnissen
- bei den Schutzzielen



Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
Association des établissements cantonaux d'assurance incendie
Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio

FAQ-Nummer: 27-001

Brandschutzvorschriften VKF, Ausgabe 2015

Brandschutzrichtlinie 27-15 / Nachweisverfahren im Brandschutz

Ziffer, Absatz: [3.2.2. Absätze 3 und 4, Anhang](#)

Thema: Planungsziele und Leistungskriterien für Entrauchungsnachweise

Beschlussdatum: 24.08.2016

Frage:

Ausgangslage

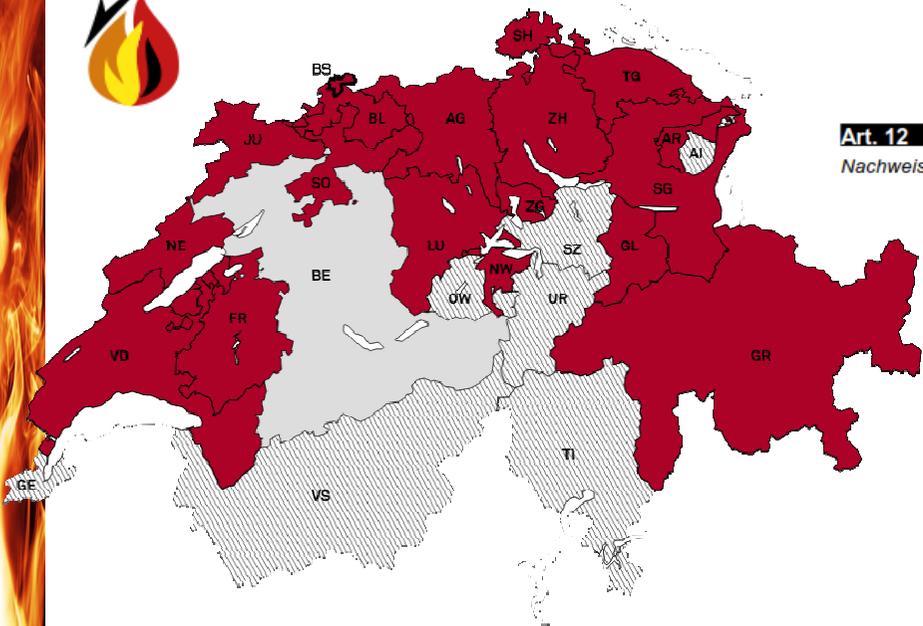
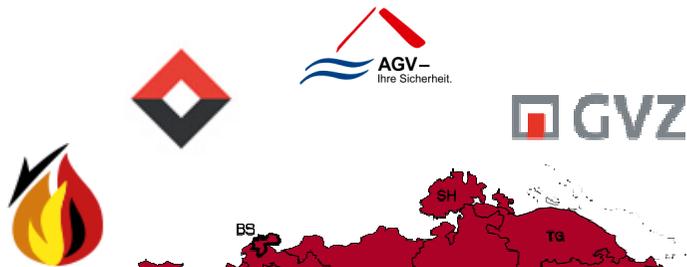
Im Anhang zu Schutzziel, Planungsziel, Leistungskriterien steht:

Nachstehende Tabelle enthält typische Planungsziele und ihre Leistungskriterien (Soll-Werte) bei mittleren bis längeren Aufenthaltsdauern (5 bis 30 Minuten). Diese Ausführungen stellen eine erste Orientierung dar, von denen in Abstimmung mit der Brandschutzbehörde abgewichen werden kann. *Die Werte sind im Zusammenhang mit einem Mischbrandgut zu verstehen* und müssen gleichzeitig erfüllt sein.

Für die Einhaltung des Planungsziels „raucharme Schicht“ sind in der Tabelle die folgenden Leistungskriterien genannt:

- Höhe der raucharmen Schicht $d \geq 2.5 \text{ m}$
- Gastemperatur in der raucharmen Schicht $T_{\text{raucharm}} \leq 50^\circ\text{C}$
- Extinktionskoeffizient $K \leq 0.20/\text{m}$

Hürde #5: Interpretationsspielräume



Art. 11 Abweichungen von Standardkonzepten

- 1 Im Rahmen von Standardkonzepten können anstelle vorgeschriebener Brandschutzmassnahmen alternative Brandschutzmassnahmen als Einzelösungen taken, soweit für das Einzelobjekt die Schutzziele gleichwertig erreicht werden. **Über die Gleichwertigkeit entscheidet die Brandschutzbehörde.**
- 2 Weicht die Brandgefahr im Einzelfall ab vom Standardkonzept der Brandschutzvorschriften ab, dass vorgeschriebene Anforderungen als ungenügend oder als unverhältnismässig erscheinen, sind die zu treffenden Massnahmen angemessen zu erweitern oder zu reduzieren.

Art. 12 Nachweisverfahren

- 1 Die Anwendung von Nachweisverfahren im Brandfall zur Beurteilung von Brandgefahr, Brandrisiko oder zur Nachweisführung konzeptioneller Ansätze ist bei der Erfüllung der Schutzziele der Brandschutznorm und bei einer ganzheitlichen Betrachtungsweise zulässig.
- 2 Die Brandschutzbehörde prüft die brandschutzrelevanten Konzepte und Nachweise auf Vollständigkeit, Nachvollziehbarkeit und Plausibilität.

Hürde #5: Interpretationsspielräume

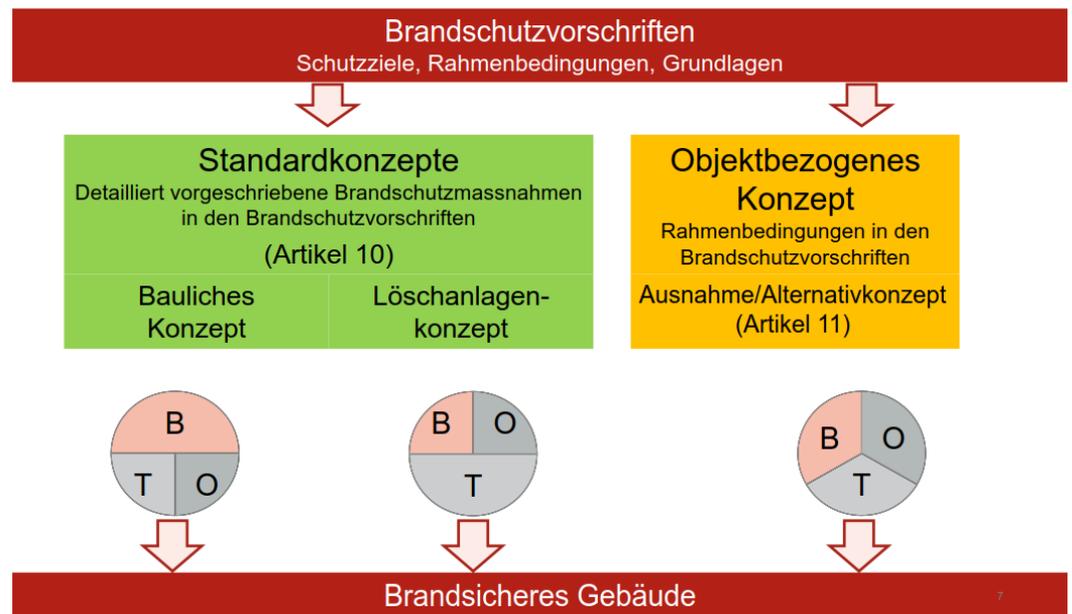
Folie eines Vortrags des Herrn Thomas Keller
 «Stellenwert des Technischen Brandschutzes»
 der GVZ Infoveranstaltung «Technischer Brandschutz – Von Detektion bis Feuerwehreinsatz» am 26.04.2016



Ausnahmekonzept



BSV 2015 – STANDARDKONZEPT UND ABWEICHUNGEN





Ingenieurmethoden als Ausnahme?

- **Baulicher Brandschutz...**
... ist baulicher Brandschutz; ist baulicher Brandschutz
- **Die planerische Umsetzung benötigt ...**
... mehr Fachwissen; ... mehr Zeit; ... mehr Aufwand
- **Die technische Umsetzung benötigt ...**
... technische Vernetzung; ... mehr Koordination; ... komplexere Abnahmen
- **Die Wartung und der Betrieb sind ...**
... über viele Jahre hinweg aufwendig, zeitraubend und kostenintensiv





Ingenieurmethoden als **Ausnahme?**

KEEP IT
SIMPLE



© CanStock / ChristianChan



Ingenieurmethoden als **Chance!**

KEEP IT
SIMPLE



© CanStock / ChristianChan

Ingenieurmethoden als Chance



«Wenn man als Ingenieur in eine Konstruktion Intelligenz und Wissen hineinsteckt und diese damit wesentlich vereinfacht und verbessert, befindet man sich nicht auf dem Holzweg.»

Hermann Blumer
dipl. Bauingenieur ETH/SIA
Holzbauvisionär
Appenzeller

Ingenieurmethoden als Chance





Ingenieurmethoden als Chance

- **Feuerwiderstands-, Tragwerknachweis**
... von Tragkonstruktionen (Stahl, Holz, Stahlbeton / Neubau, Bestand ...)
- **Entfluchtungs-, Evakuierungsnachweise**
... auf Basis von Personenstromanalysen (Prüfung Bestand, Optimierung, ...)
- **Entrauchungsnachweise**
... mittels Entrauchungssimulationen (Berechnungen, Versuche, ...)



Feuerwiderstandsnachweis



Aufgabe: Feuerwiderstandsnachweis VSG-Innenfassade

- Aatriumbau Typ B
- Hochhaus (!)
- Doppelschutz mit zusätzlicher MRWA
- Anforderungen Innenfassade EI30
- Geplante Ausführung mit VSG
- Nachweis gewünscht, dass VSG ausreichend

In Bauten und Anlagen mit beliebiger Nutzung bis zur Hochhausgrenze
Atrium überdacht

Atriumbreite/ Atriumhöhe	Bauliche Massnahmen		Technische Massnahmen
	Umfassungswände des Atriums	Übereck-Brandabschnittsbildung (!)	
Breite < 0,4 der Atriumhöhe	- Wände EI 60 (nbb) - Verglasungen fest EI 30 (nbb)	keine zusätzlichen Anforderungen	RWA (R)
	- Wände EI 30 (nbb) - Verglasungen fest E 30 (nbb)	keine zusätzlichen Anforderungen	RWA (R), Schnellansprechende Sprinkleranlage als Vollschutz
Breite ≥ 0,4 der Atriumhöhe	Variante a) - Wände EI 30 (nbb) - Verglasungen fest EI 30 (nbb)	keine zusätzlichen Anforderungen	RWA (R)
	Variante b) - Brüstung oder Kragplatte EI 60 (nbb) ≥ 0,9 m hoch bzw. breit - Verglasungen fest E 30 (nbb) (R) - Wände EI 30 (nbb) (R)	2,0 m fest EI 30 (nbb)	
Breite ≥ 0,8 der Atriumhöhe, jedoch min. 5,0 m	Variante a) - Wände EI 30 (nbb) - Verglasungen fest E 30 (nbb)	2,0 m fest EI 30 (nbb)	RWA (R)
	Variante b) - Brüstung oder Kragplatte EI 60 (nbb) ≥ 0,9 m hoch bzw. breit - Wände und Verglasungen nicht brennbar (R), Fenster offenbar	keine zusätzlichen Anforderungen	
	nicht brennbar, Fenster offenbar	keine zusätzlichen Anforderungen	RWA (R), Schnellansprechende Sprinkleranlage als Vollschutz

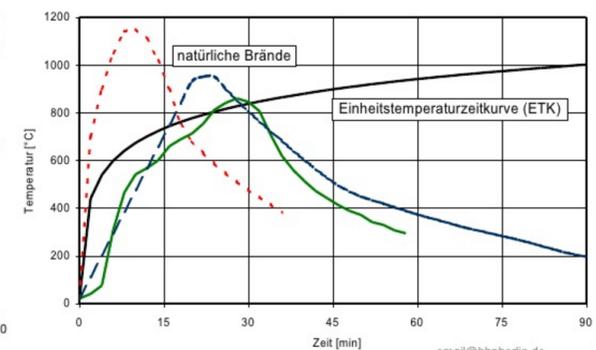
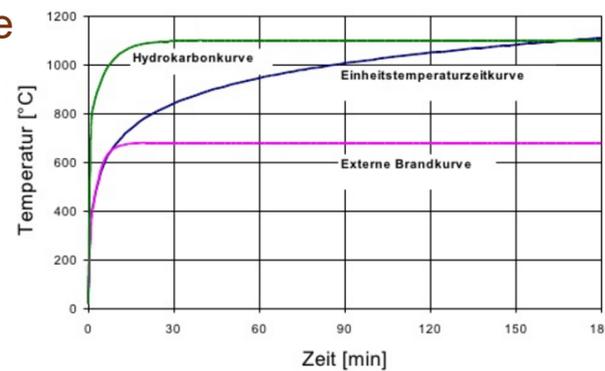


Tragwerksnachweis



Theorie: Temperatureinwirkung / Temperaturzeitkurven

- ETK / ISO-Normbrandkurve
- Hydrocarbonbrandkurve
- Aussenbrandkurve
- Real-, Naturbrandkurven



Dr. Chr. Klinzmann / Möglichkeiten der Simulation im Brandschutzingenieurwesen **hhp**berlin

Tragwerksnachweis



Theorie: Realbrandkurve statt ISO-Normbrandkurve

sia

SIA 261:2003 Bauwesen

EINGETRAGENE NORM DER SCHWEIZERISCHEN NORMENVEREINIGUNG SIV NORME ENREGISTRÉE DE L'ASSOCIATION SUISSE DE NORMALISATION

Ersetzt zusammen mit Norm SIA 261/1 die Ziffer 4 der Norm SIA 100, Ausgabe 1989

Actions sur les structures porteuses
Azioni sulle strutture portanti
Actions on Structures

Einwirkungen auf Tragwerke

Schweizer Norm
Norme suisse
Norma svizzera

SN

505 261

261

15.3 Thermische Einwirkung

- 15.3.1 Die Wärmefreisetzung bei Brand ist durch nominelle Temperaturzeitkurven (ISO-Normbrandkurve, externe Brandkurve und Hydrokarbon-Brandkurve) oder parameterabhängige Temperaturzeitkurven (Naturbrände) zu berücksichtigen. Die Norm SIA 261/1 enthält die notwendigen Verweisungen.
- 15.3.2 Ohne genauere Untersuchungen sind die charakteristischen Werte der ISO-Normbrandkurve zu entnehmen.
- 15.3.3 Wenn Brandversuche oder numerische Brandsimulationen vorliegen, darf die thermische Einwirkung in Absprache mit der Brandschutzbehörde angepasst werden. Insbesondere kann damit der Einfluss von Feuerlöschmassnahmen berücksichtigt werden.

Tragwerksnachweis

- 1 Vereinfachte und allgemeine Rechenverfahren gemäss Eurocode („Heisse Bemessung / Naturbrand-Bemessung“) benötigen die Freigabe eines qualifizierten Ingenieurs (dipl. Ing.).
- 2 Bei Nachweisführung unter Berücksichtigung eines Naturbrandszenarios muss das Sicherheitsniveau gleich demjenigen eines Nachweises nach Normbrand sein. Daher ist ein entsprechendes, anerkanntes Sicherheitskonzept für den konstruktiven Brandschutz zu verwenden.

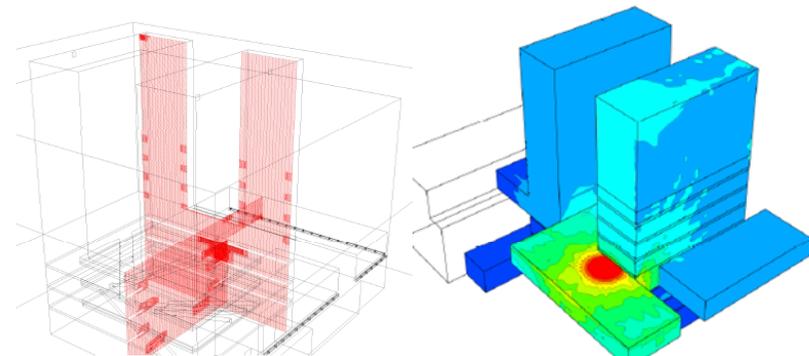
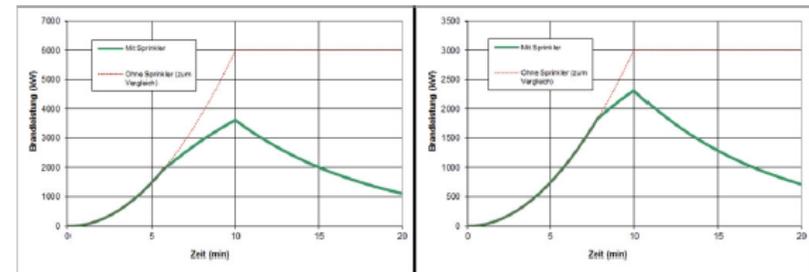


Feuerwiderstandsnachweis



Praxis: Feuerwiderstandsnachweis VSG-Innenfassade

- Ansatz realer Brandleistungskurven
- Numerische Simulationsrechnung des Brandverlaufs und der Hitzeausbreitung
- Nachweis des Feuerwiderstands der VSG-Verglasung anhand der ermittelten geringeren Temperatureinwirkungen

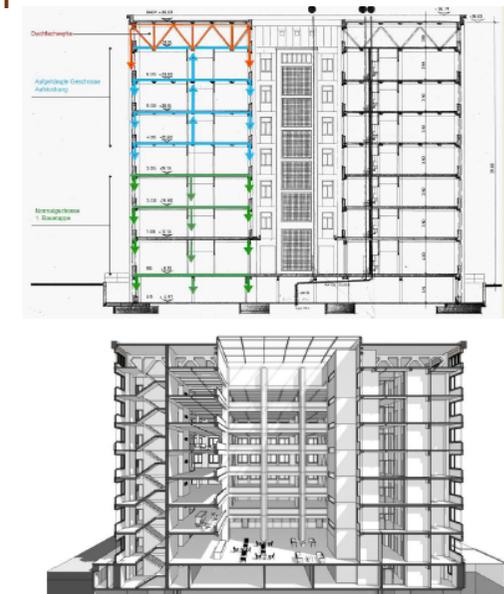
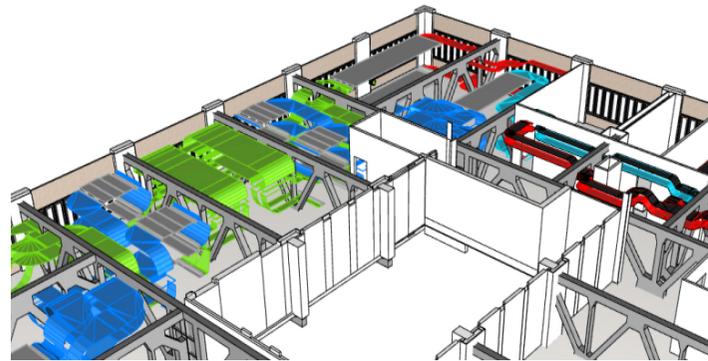
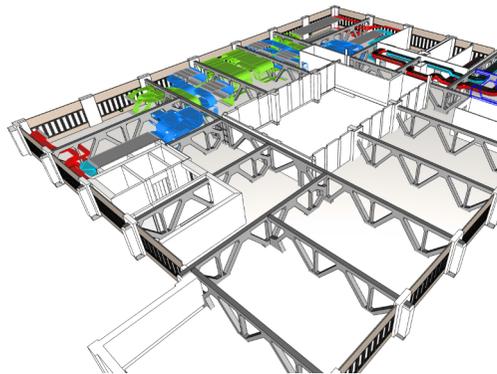


Tragwerksnachweis



Aufgabe: Tragwerksnachweis Stahlkonstruktion

- Tragende, jedoch ungeschützte Fachwerkkonstruktion aus Stahl
- Umfangreiche Haustechnikinstallationen durch Konstruktionen
- Brandschutzverkleidung insb. im Haustechnikbereich schwierig
- Tragwerksnachweis für ungeschützte Stahlkonstruktion



Tragwerksnachweis



Theorie: Aussergewöhnliche Bemessungssituation Brand

- Aktivierung Traglastreserven
- Lasteinwirkungen mit Reduktionsbeiwerte
- Weniger Aufdopplungen der Lasten
- Je nach Material: Anpassung der Tragwiderstände möglich

$$E_{fi,d,t} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{GA,j} \cdot G_{k,j} + A_d + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Einwirkungen	ψ_0 (selten)	ψ_1 (häufig)	ψ_2 (quasi-ständig)
Nützlaster in Gebäuden			
- Kategorie A Wohnflächen	0,7	0,5	0,3
- Kategorie B Büroflächen	0,7	0,5	0,3
- Kategorie C Versammlungsräume	0,7	0,7	0,6
- Kategorie D Verkaufsfächen	0,7	0,7	0,6
- Kategorie E Lagerflächen	1,0	0,9	0,8
Verkehrslaster in Gebäuden			
- Kategorie F Fahrzeuge unter 3,5 t	0,7	0,7	0,6
- Kategorie G Fahrzeuge von 3,5 bis 16 t	0,7	0,5	0,3
- Kategorie H Dächer	0	0	0
Schneelaster	1 - 60/h ¹⁾	1 - 250/h ¹⁾	1 - 1000/h ¹⁾
Windkräfte	0,6	0,5	0
Temperatureinwirkungen	0,6	0,5	0
Einwirkungen aus dem Baugrund			
- Erddruck	0,7	0,7	0,7
- Wasserdruck	0,7	0,7	0,7

¹⁾ Werte nicht negativ, Meereshöhe h in m.

Tragwerksnachweis



Praxis: Nachweis ohne BS-Verkleidung

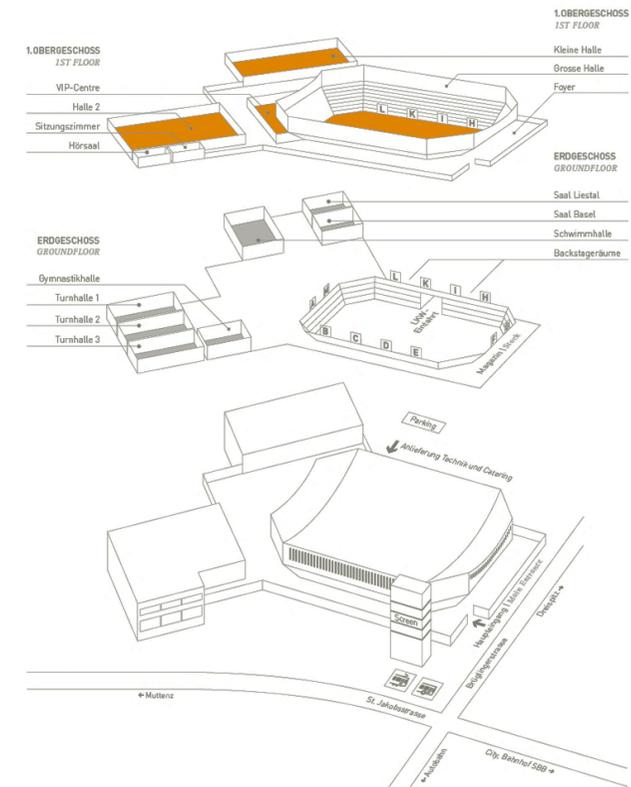
- Ermittlung der Resttragfähigkeit der Stahlkonstruktion für die aussergewöhnliche Bemessungssituation Brand.
- Berücksichtigung des Sprinklerschutzes bei Ermittlung der Temperaturzeitkurve (Realbrandkurve)
- Berücksichtigung kurzer Detektions- und Einsatzzeiten durch Brandmeldeüberwachung und Werkfeuerwehr
- Zusätzliche Teilredundanz durch engmaschige NRWA
- Verzicht auf zusätzliche Brandschutzverkleidung



Evakuierungsnachweis

Aufgabe: Flucht- und Rettungswege

- Umbau einer bestehenden Veranstaltungshalle
- Erhöhung Personenbelegung auf etwa 12'000 Gäste
- Neue Flucht- und Rettungswege geplant
- Je nach Event und Bereich wechselnde Personendichten und Personenströme
- **Prüfung** der geplanten Flucht- und Rettungswegsituation; **Optimierung**
- **Nachweis** der sicheren Evakuierung im Notfall.

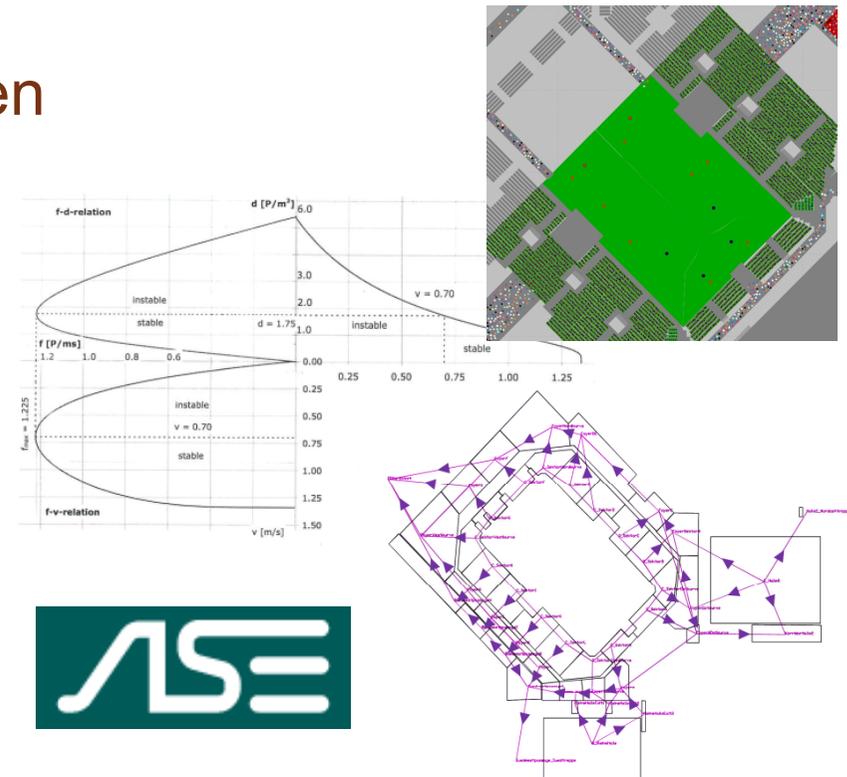


Evakuierungsnachweis



Theorie: Personenstromanalysen

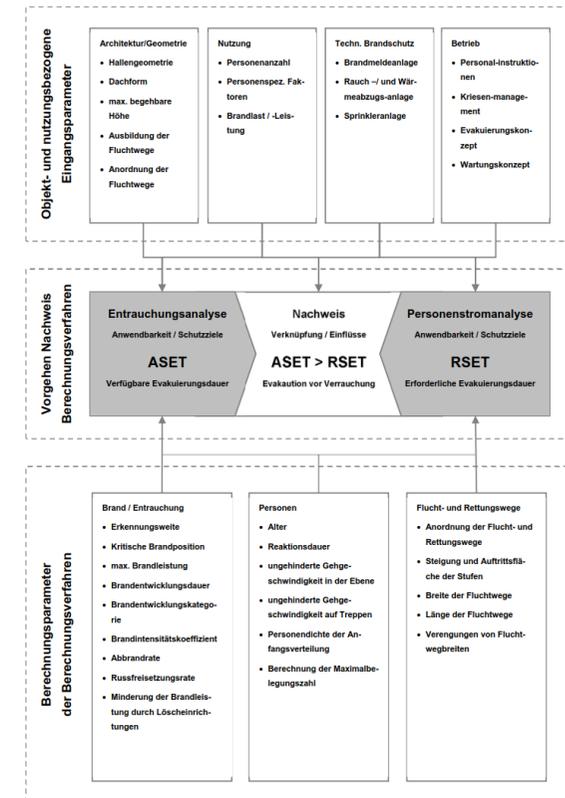
- Gesamtbetrachtung der gesamten Halle (makroskopisches Berechnungsmodell) für die Ermittlung der Problemstellen.
- Detaillierte Betrachtung von Teilbereichen (mikroskopisches Individualmodell) für Ermittlung der Evakuierungszeiten



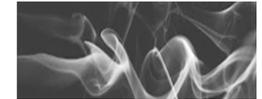
Evakuierungsnachweis

Praxis: Optimierung und Nachweis

- Verlagerungen der Engstellen
- Schaffung neuer Ausgänge
- Einrichtungen zur Personenstromlenkung
- Gestaffelte Evakuierung
- Abstimmung Sicherheitskonzept
- Evakuierungsnachweis im Zusammenspiel mit Entrauchungsnachweis



Entrauchungsnachweis



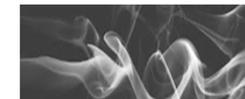
Aufgabe: Flexible Nutzungsmöglichkeiten

- Erweiterungsbau Landesmuseum
- Einschränkungen bei der Bespielung der Ausstellungsflächen im Altbau
- Bemessung der MRWA des Neubaus auf die gewünschte Brandbelastung und -leistung
- Entrauchungsnachweis



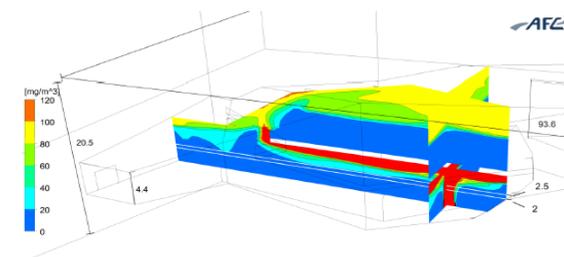
© Tageswoche

Entrauchungsnachweis



Praxis: CFD-Simulation und Warmrauchversuche

- Erfassung gewünschter Brandlasten auf Basis bisheriger und geplanter Ausstellungen.
- Führen des Entrauchungsnachweises mittels CFD-Simulationen auf Basis der objektbezogenen Brandleistungskurven
- Überprüfung der Simulationsergebnisse mithilfe von Warmrauchversuchen.



Time = 30 min



Ingenieurmethoden ... Was bleibt?

... ermöglichen
aussergewöhnliche
Architekturentwürfe.

... können/sollten die
BS-Massnahmen bei
Bestands- und
Neubauten senken.

... können/sollten die
Nutzung und den
Betrieb der Gebäude
erleichtern.



... setzen jedoch eine
umfassende und
detaillierte Planung
voraus

... sind immer in enger
Absprache mit den BS-
Behörden zu planen

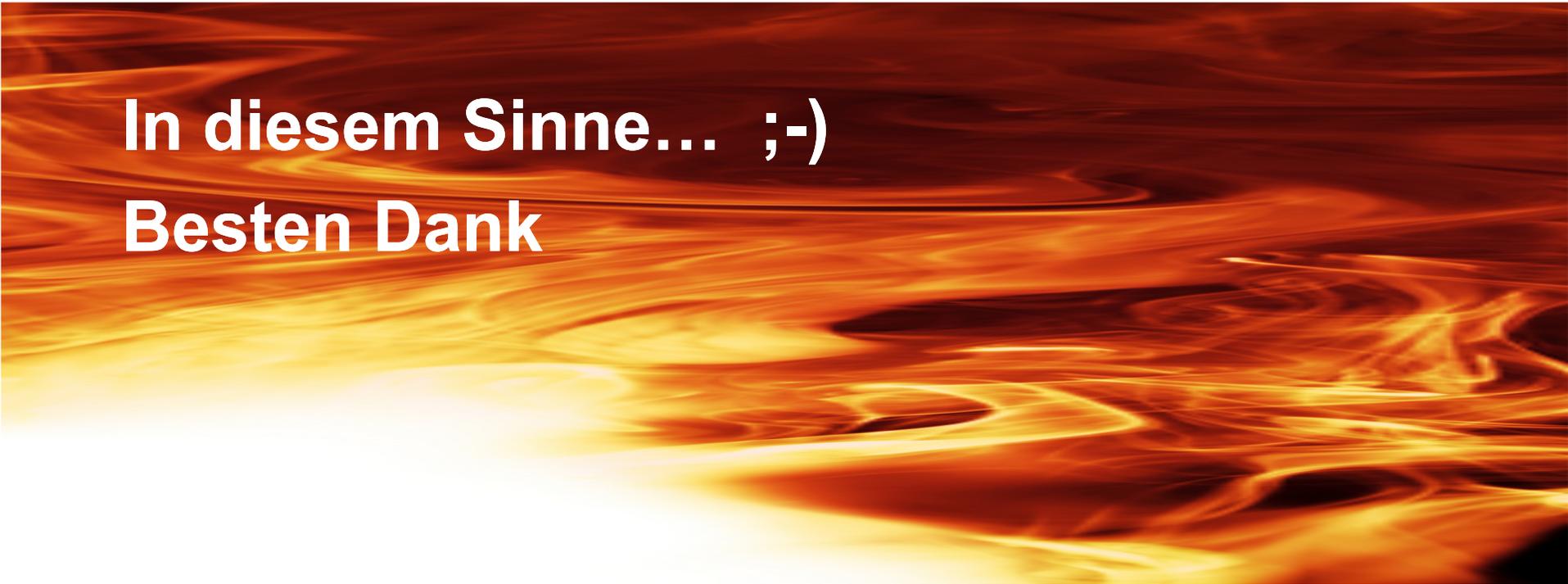
... dürfen **auch von
versierten Ingenieuren**
angewandt werden ;-)

Ingenieure ...

... aus Sicht meines Mathematik-Professors



<http://witze-ueber-witze.de/studentenwitze/17993.html>



In diesem Sinne... ;-)

Besten Dank

Wölfli, René

AFC Air Flow Consulting AG
Kohlenberg 7 / 4051 Basel
T +41 58 450 00 26
E rene.woelfli@afc.ch