

FeuerTRUTZ
Brandschutzkongress 2013
20.-21. Februar 2013, Nürnberg



Brandschutzkonzepte im europäischen Vergleich

Dipl.-Ing. Karl Wallasch CEng

Brandschutzkonzepte im europäischen Vergleich

1. Fire Safety Engineering – Ingenieurmethoden des Brandschutzes
2. Stand der Ingenieurmethoden in Europa
3. Brandschutz in England und Wales
4. Das Brandschutzkonzept für ExCeL und Neo Bankside
5. Ausblick

1. Ingenieurmethoden des Brandschutzes

- Definition (ISO/TR 13387-1:1999):

- *„The application of engineering principles, rules and expert judgement based on a scientific appreciation of the fire phenomena, of the effects of fire, and of the reaction and behaviour of people ...“ (3.11 ISO/TR)*

- Anwendung von ingenieurmäßigen Prinzipien, Regeln und Beurteilung durch Sachverständige auf der Grundlage von wissenschaftlichen Erkenntnissen des Phänomens Feuer, der Ursache und Auswirkungen von Bränden sowie der Reaktion und dem Verhalten von Personen ...



1. Ingenieurmethoden des Brandschutzes

- Oder auch:

- „Ingenieurmethoden des Brandschutzes sind eine andere Herangehensweise um eine ausreichende brandschutztechnische Auslegung eines Gebäudes nachzuweisen zum Beispiel dort wo es zu Abweichungen von (gewohnten) deskriptiven Schutzzielvorgaben kommt.“



**Airport of the Future:
Heathrow, Terminal 2**

1. Ingenieurmethoden des Brandschutzes

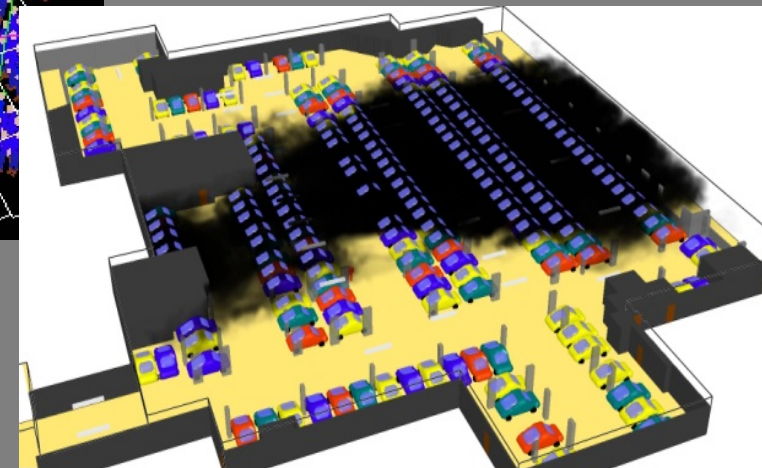
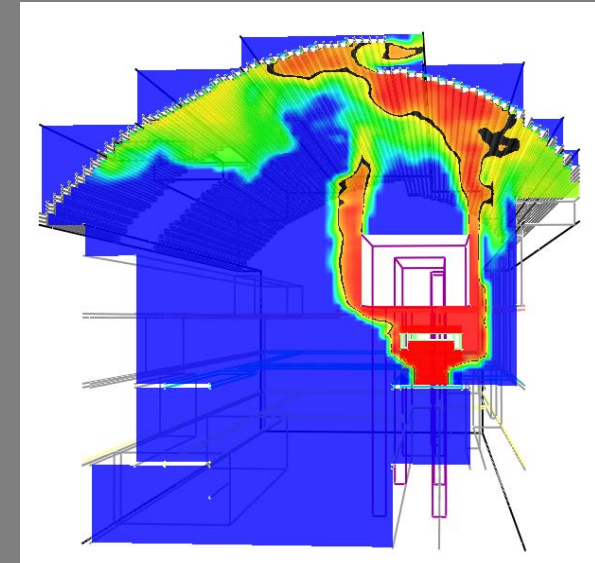
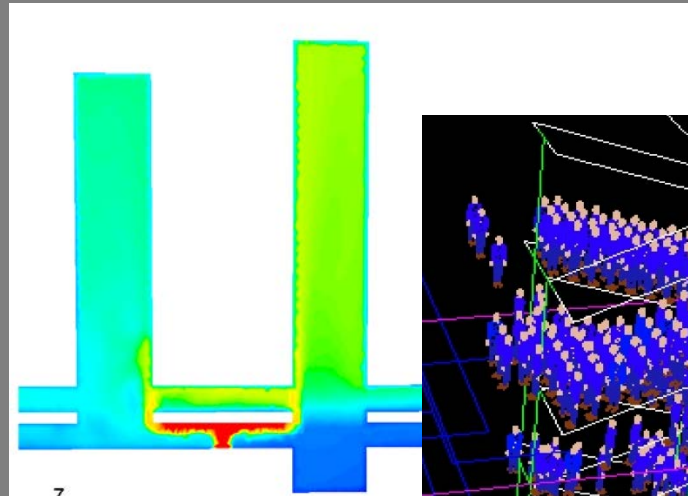
Warum sollte man Ingenieurmethoden anwenden?

- Modernes Bauen wird immer komplexer – starre Befolgung von deskriptiven Richtlinien kann hinderlich sein
- Architektonische Planungsfreiheit
- Berücksichtigung innovativer Architektur
- Einbindung von neuen Technologien, Entwicklungen, Bauprodukten etc.
- Detaillierte Aussagen zum Sicherheitsniveaus eines Gebäudes – damit besseres Verständnis von Nutzungsgrenzen
- Effizientes und kostengünstiges Bauen
- Nachhaltiges Bauen
- ...

1. Ingenieurmethoden des Brandschutzes

- Handformeln
- Evakuierungssimulationen
- Heisse Bemessung
- Zonenmodelle
- Feldmodelle
- CFD Simulationen
- Finite Elemente
- Etc.

$$T_{e,d} = q_{f,d} * K_b * W_f$$



- Am Anfang und Ende: Immer Ingenieurverstand!

2. Stand der Ingenieurmethoden in Europa

Ingenieurmethoden des Brandschutzes (Fire Safety Engineering)

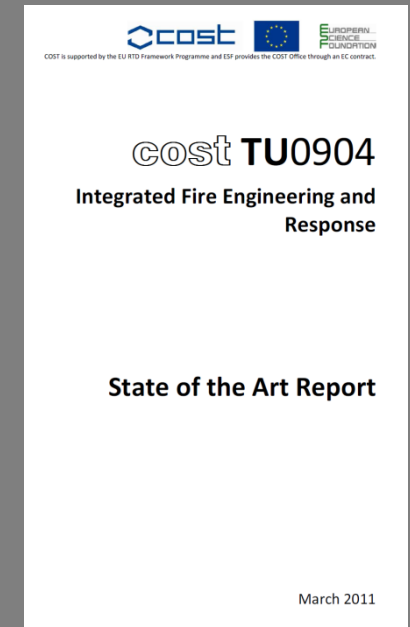
- Keine einheitliche gesetzliche Grundlage zur Anwendung von Ingenieurmethoden
- Grosse Unterschiede hinsichtlich der Anerkennung von Ingenieurmethoden in Europa
- Beispiel: Länder / Zeitpunkt Annerkennung des Gesetzgebers:

■ Island:	1975
■ England/Wales:	1985
■ Schweden/Belgien:	1994
■ Norwegen/Finnland:	1997
■ Deutschland/Schweiz:	2002
■ Dänemark/Frankreich:	2004
■ Schottland:	2005
■ Spanien:	2006
■ Italien:	2007



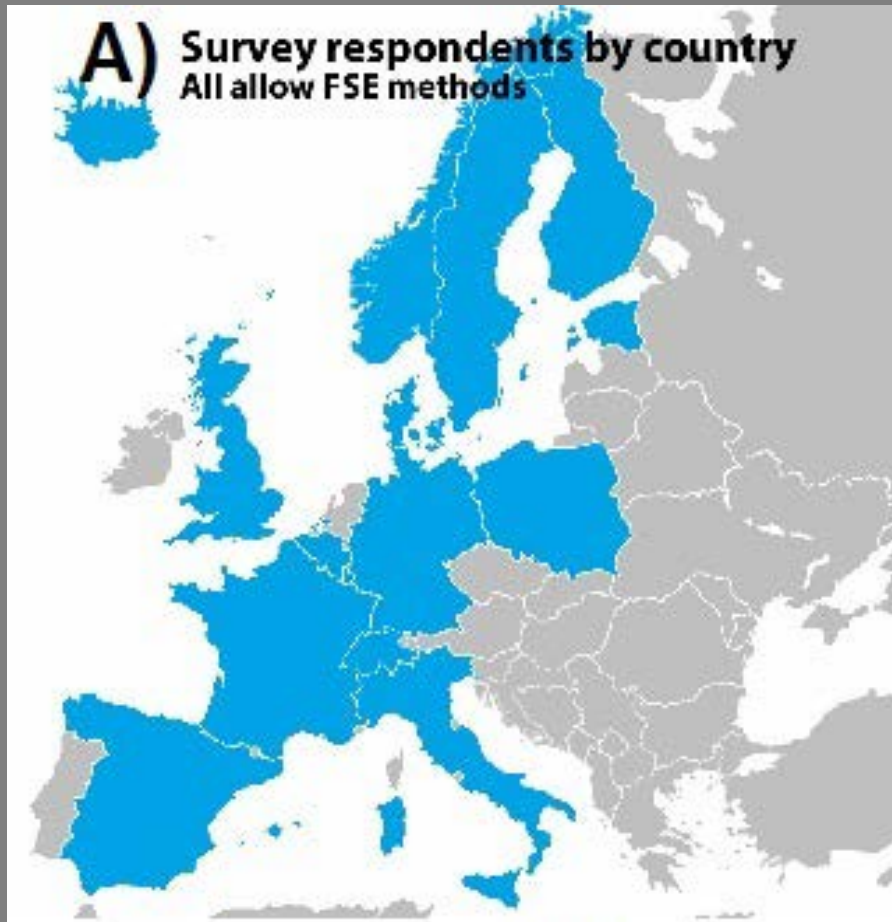
2. Stand der Ingenieurmethoden in Europa

- COST TU904 „Integrated Fire Engineering and Response – State of the Art Report“, March 2011
- „Status of fire safety engineering in Europe“, M. Strömgren, Sweden, September 2012
- www.firesafetyengineering.blogspot.co.uk
Blog by M. Strömgren
- Wallasch: „Questionnaire“ mit Hilfe eines European Networks (2012)



2. Stand der Ingenieurmethoden in Europa

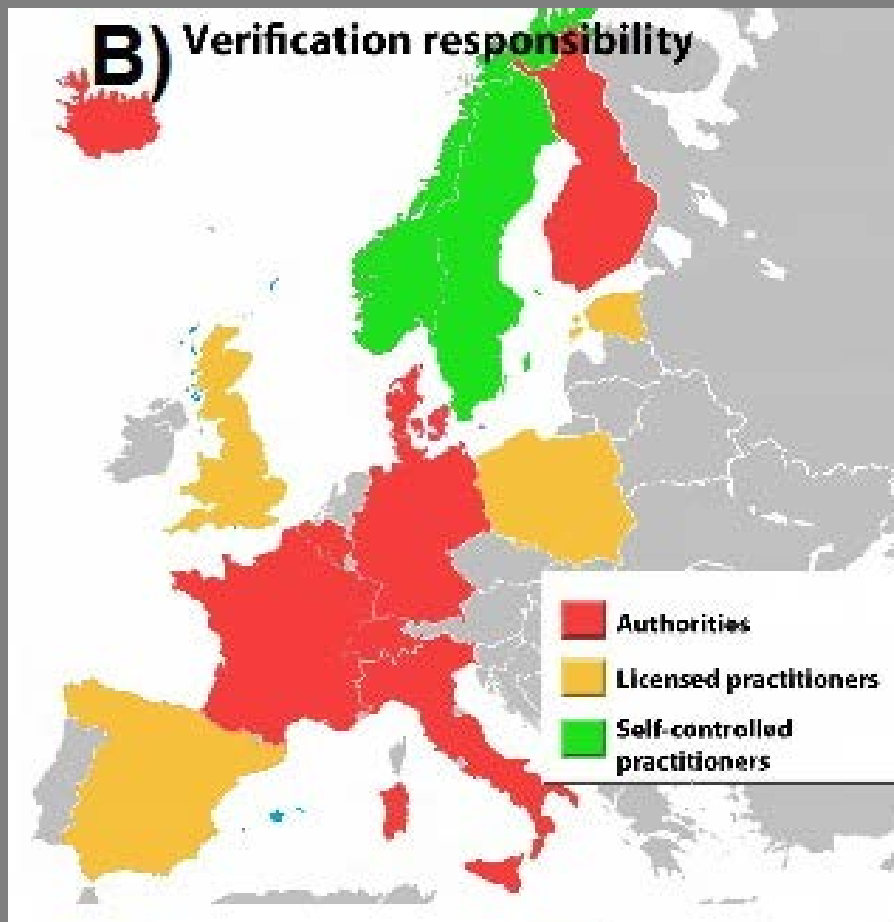
Teilnehmer an der Umfrage durch SP Fire Technology



Michael Strömgren
(SP Fire Technology, Schweden)

2. Stand der Ingenieurmethoden in Europa

Wer prüft Brandschutzkonzepte die auf IdM beruhen?



B)	■	Baubehörden
	■	Amtlich zugelassene Ingenieure
	■	Ingenieure

Michael Strömgren
(SP Fire Technology, Schweden)

2. Stand der Ingenieurmethoden in Europa

Ausbildungsgrad



- C)**
- Keine oder andere Ausbildung
 - Brandschutz (baulicher oder anlagentechnischer BS)
 - Brandschutzplaner mit Ausbildung in Ingenieurmethoden

Michael Strömgren
(SP Fire Technology, Schweden)

2. Stand der Ingenieurmethoden in Europa

Qualifikation/Zertifizierung von Fachplanern?

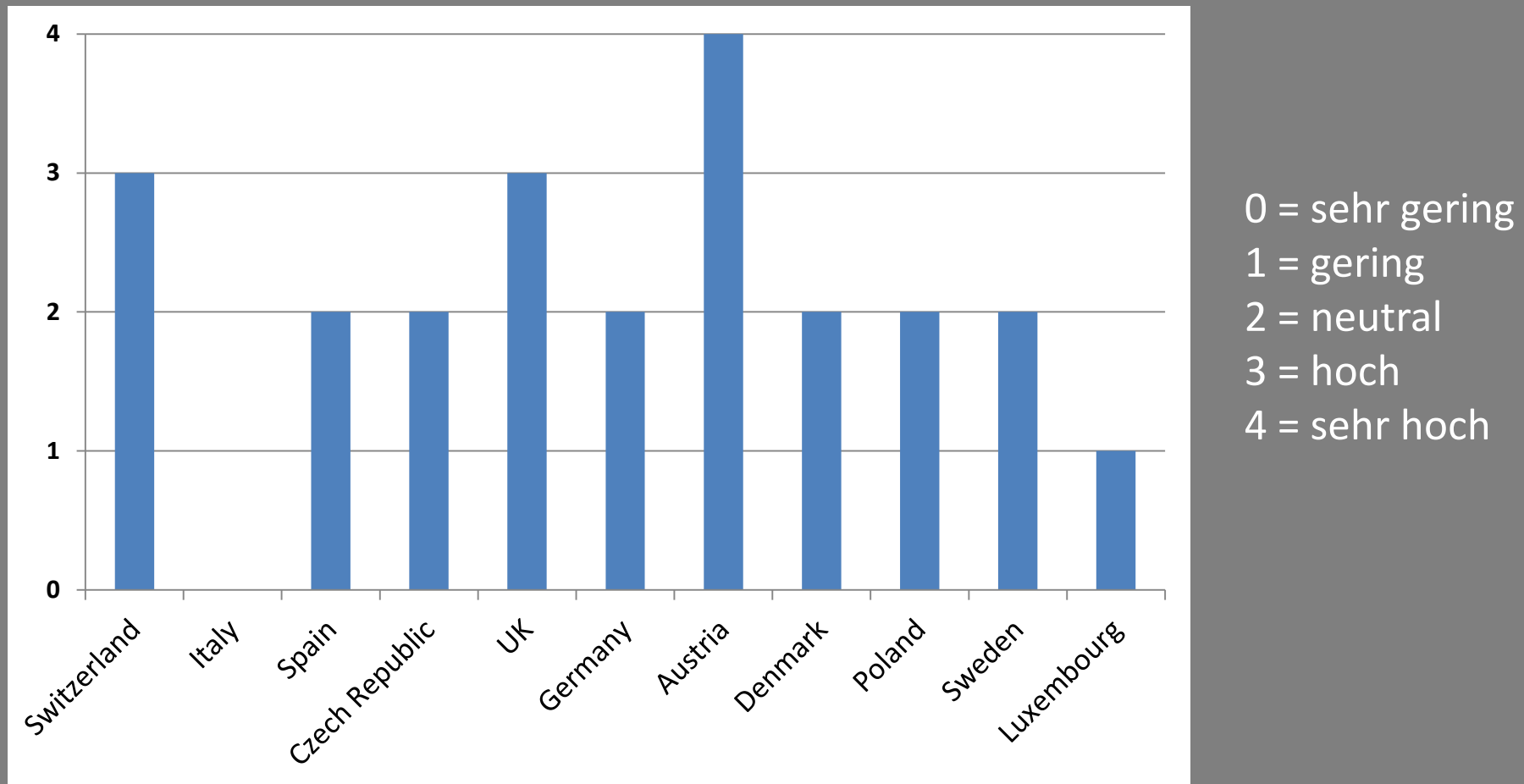


- C)**
- Qualifizierung
 - Keine Qualifizierung

Michael Strömgren
(SP Fire Technology, Schweden)

2. Stand der Ingenieurmethoden in Europa

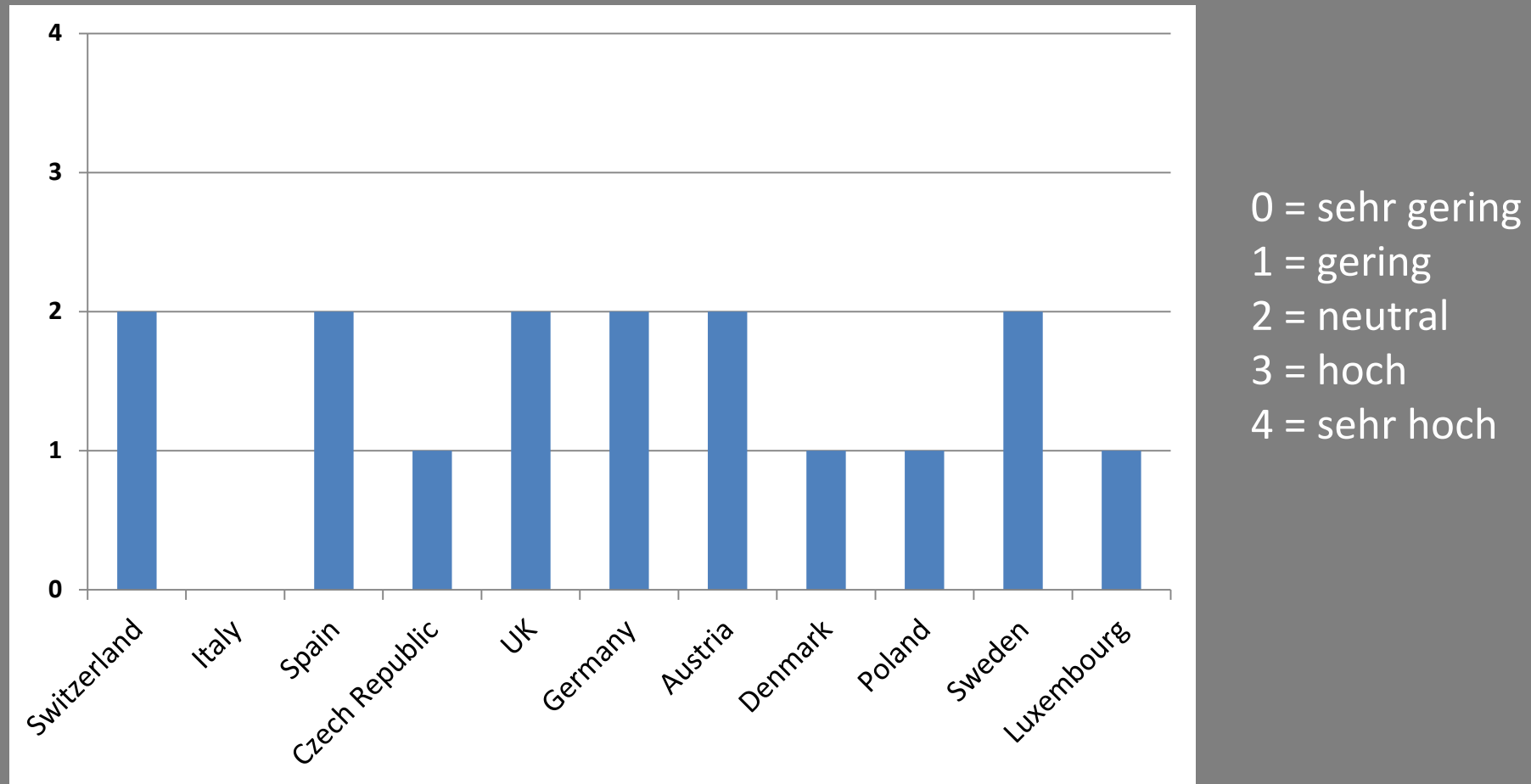
Wie verbreitet sind Handrechnungen?



Auszug Questionnaire Wallasch

2. Stand der Ingenieurmethoden in Europa

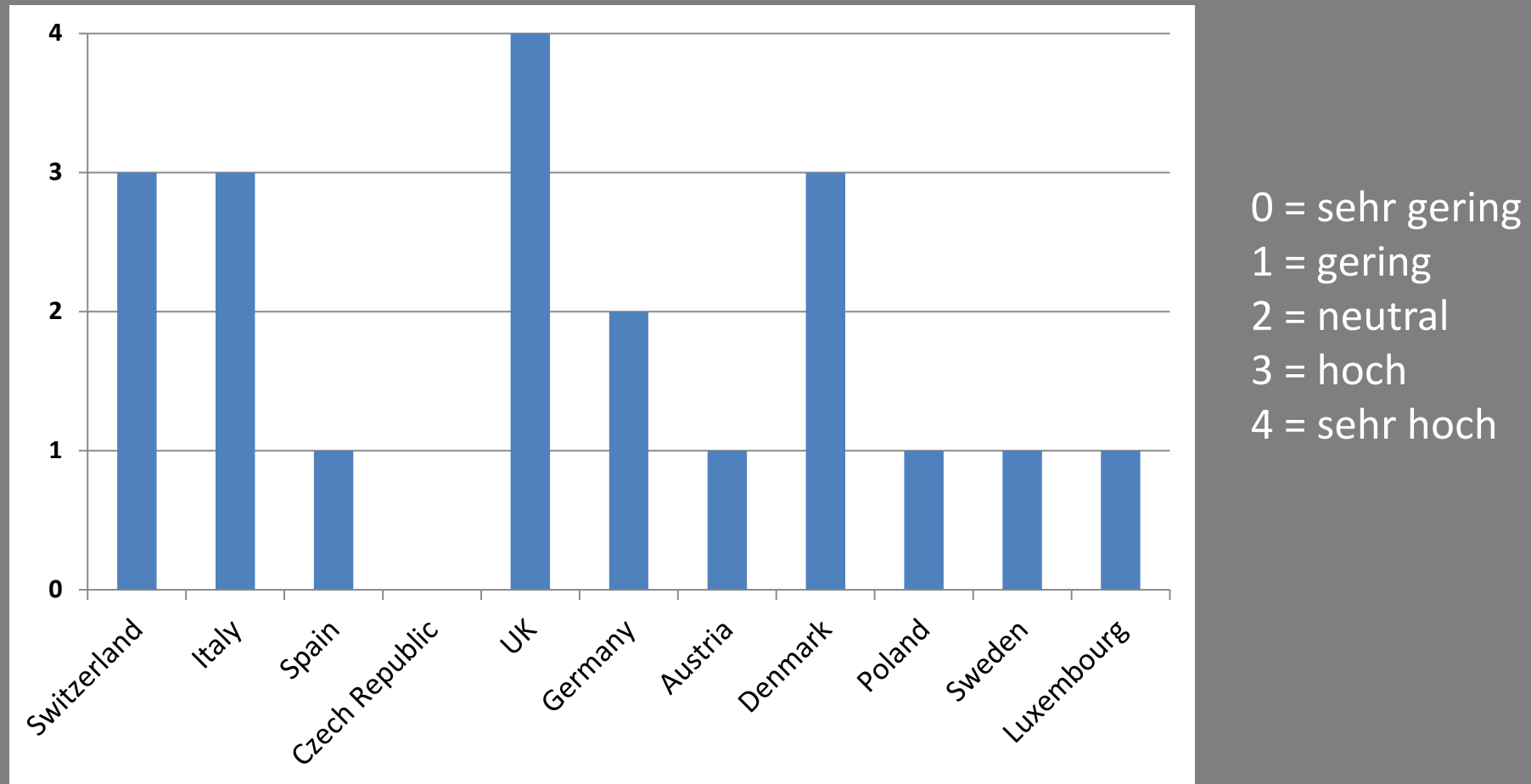
Wie verbreitet sind Zonenmodelle?



Auszug Questionnaire Wallasch

2. Stand der Ingenieurmethoden in Europa

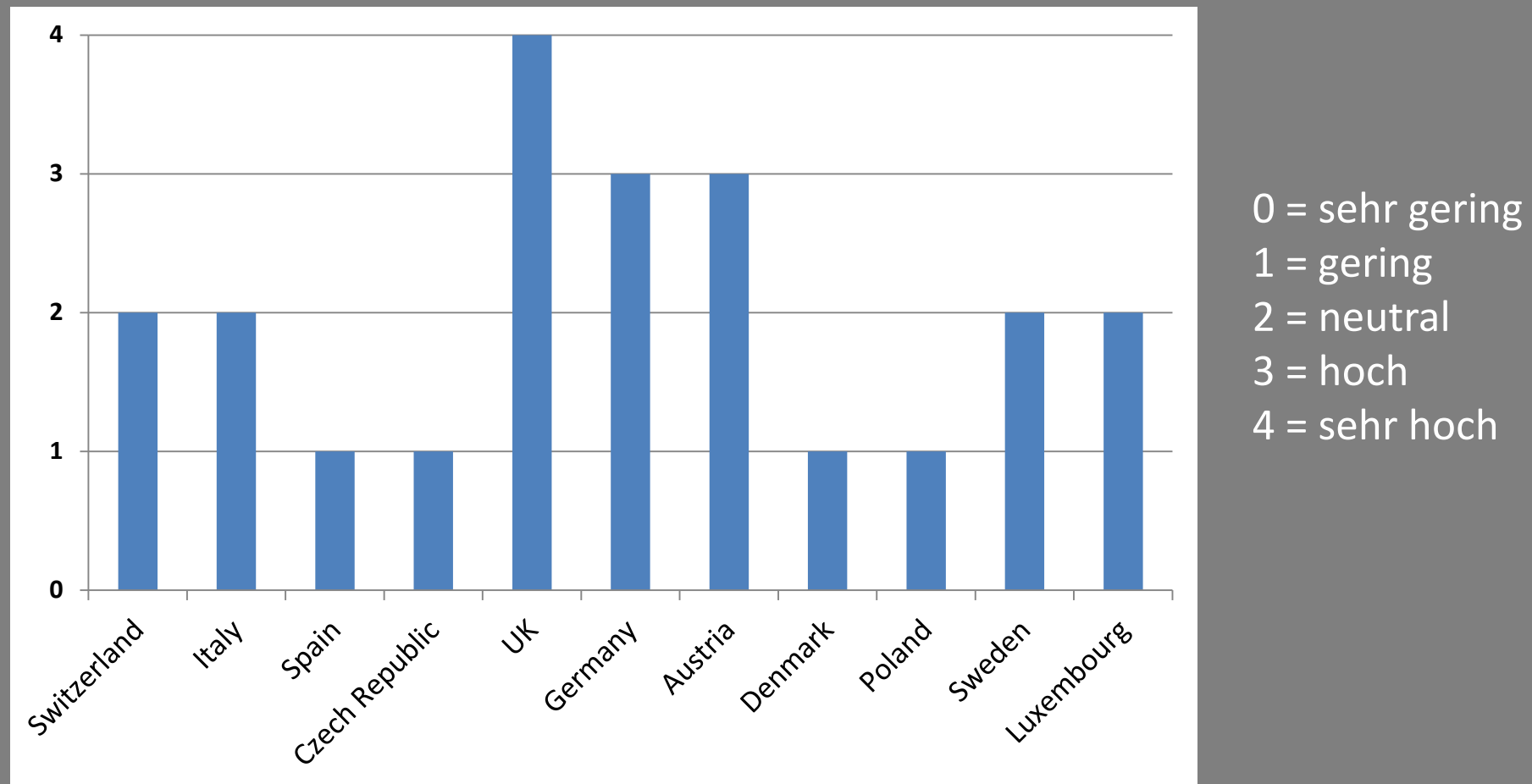
Wie verbreitet sind Feldmodelle (CFD Simulationen)?



Auszug Questionnaire Wallasch

2. Stand der Ingenieurmethoden in Europa

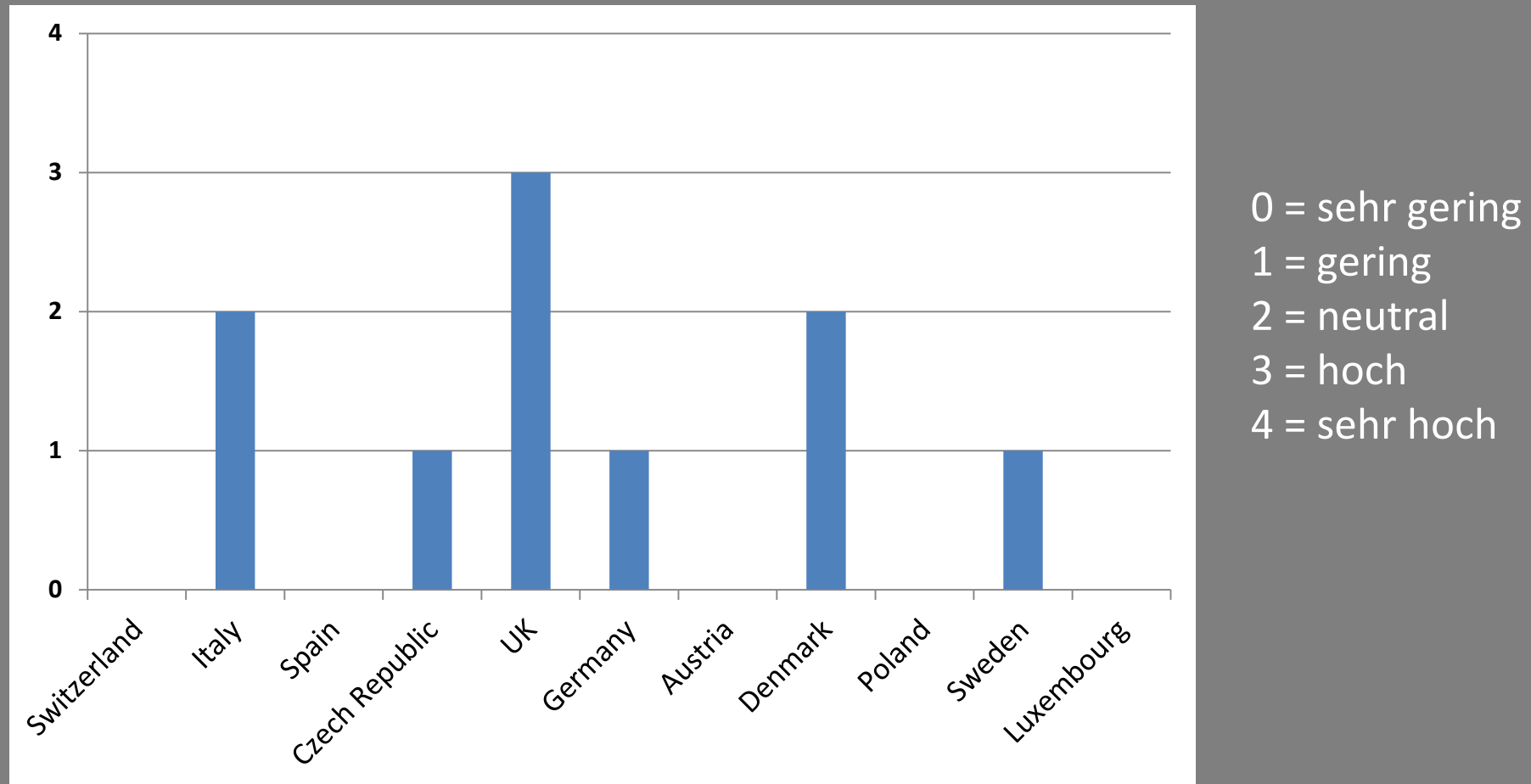
Wie verbreitet sind Anwendungen von Structural Fire Engineering?



Auszug Questionnaire Wallasch

2. Stand der Ingenieurmethoden in Europa

Wie verbreitet sind Anwendungen von Evakuierungssimulationen?



Auszug Questionnaire Wallasch

2. Stand der Ingenieurmethoden in Europa

Zusammenfassung

- Ingenieurmethoden des Brandschutz sind unterschiedlich stark in den einzelnen Ländern positioniert.
- Unterschiede im Grad der Anerkennung durch den Gesetzgeber.
- Unterschiede in der Ausbildung von Brandschutzfachplanern mit Schwerpunkt „Ingenieurmethoden“.
- Questionnaire Wallasch:
 - Geringe Anzahl von Teilnehmern
 - Teilnehmer: Spezialisten auf dem Gebiet Ingenieurmethoden
 - Hier: Auswertung von Tendenzen

2. Stand der Ingenieurmethoden in Europa

Zusammenfassung

- Unterschiedliche Schwerpunkte:
 - Handrechnungen haben im Allgemeinen einen größeren Verbreitungsgrad als komplexere Simulationen z.B. CFD-Simulationen.
 - Zonen- oder CFD-Modelle verbreitet – weniger Handrechenverfahren.
 - Zonen- und CFD-Simulationen stärker verbreitet als Evakuierungssimulationen.
 - Anwendung von Structural Fire Engineering ist durchweg mit „gering“ bis „neutral“ bewertet.
- In den meisten europäischen Ländern ist ein Nachholbedarf erkennbar
- Ingenieurmethoden des Brandschutzes sind in Europa (und Deutschland) bei weitem noch nicht so anerkannt und angewendet wie es international häufig bereits üblich ist!

2. Stand der Ingenieurmethoden in Europa

Danksagung

Markus Cosmann (Ramboll, Dänemark)

Prof. Dr. Mario Fontana (ETH Zürich, Schweiz)

Felipe Herrera and Javier Unanua (Arup Fire, Spanien)

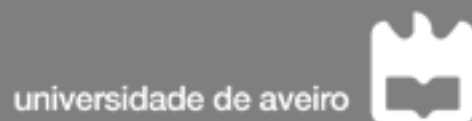
Marek Pokorny (CTU Prag, Tschechische Republik)

Boris Stock und Gregor Jäger (BFT Cognos, Deutschland)

Michael Strömgren (SP Fire Technology, Schweden)

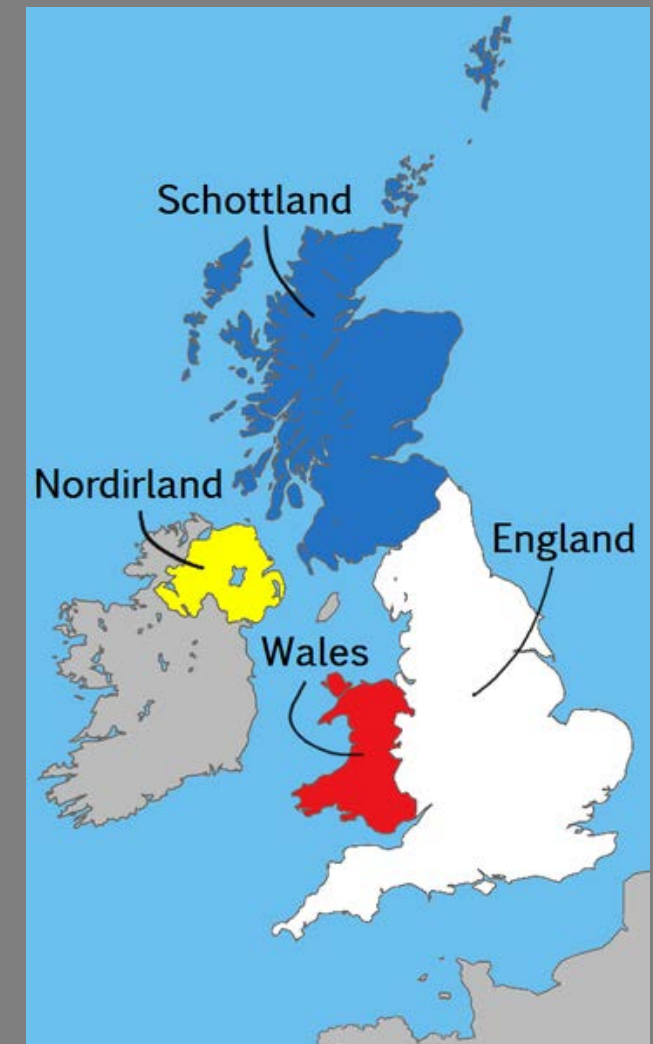
Gabriele Vigne (JVVA Fire, Spanien)

Prof. Paulo Vila Real (Universidade de Aveiro, Portugal)



3. Brandschutz in England und Wales

- Vereinigtes Königreich (England, Schottland, Wales und Nordirland)
- Großbritannien (England, Schottland und Wales)
- Baurecht = Länderrecht
(ähnlich wie Situation in Deutschland
mit 16 Bundesländern)
- Fokus heute: England und Wales



3. Brandschutz in England und Wales

Bauvorschrift (England / Wales)

- Oberste Bauvorschrift: Building Regulations (2010)
- Definition von allgemeinen (qualitativen) Schutzzielen
- Vergleichbar mit § 14 „Brandschutz“ der MBO:
 - „Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.“



England



Wales

3. Brandschutz in England und Wales

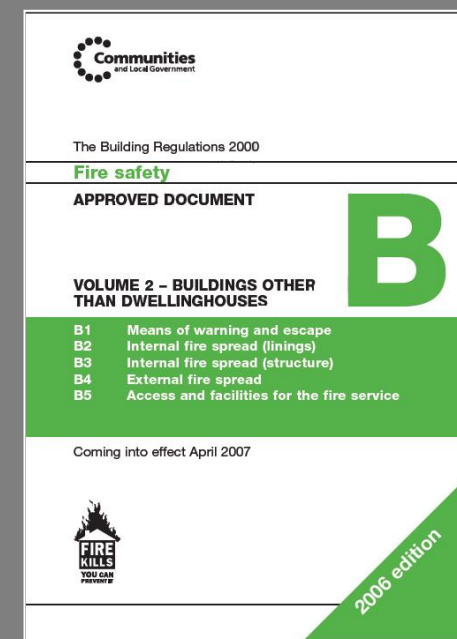
Drei-Stufen-System



3. Brandschutz in England und Wales

Stufe 1: Deskriptive Bemessung

- Approved Document B – Fire Safety (Edition 2006)
- Allgemeine Richtlinien zur brandschutztechnischen Bemessung
- 7 Gebäudeklassifikationen
- Behandlung von Standardfällen
- Einfache & schnelle Anwendung
- Keine Interaktion zwischen baulichem, anlagentechnischem und betrieblichem Brandschutz

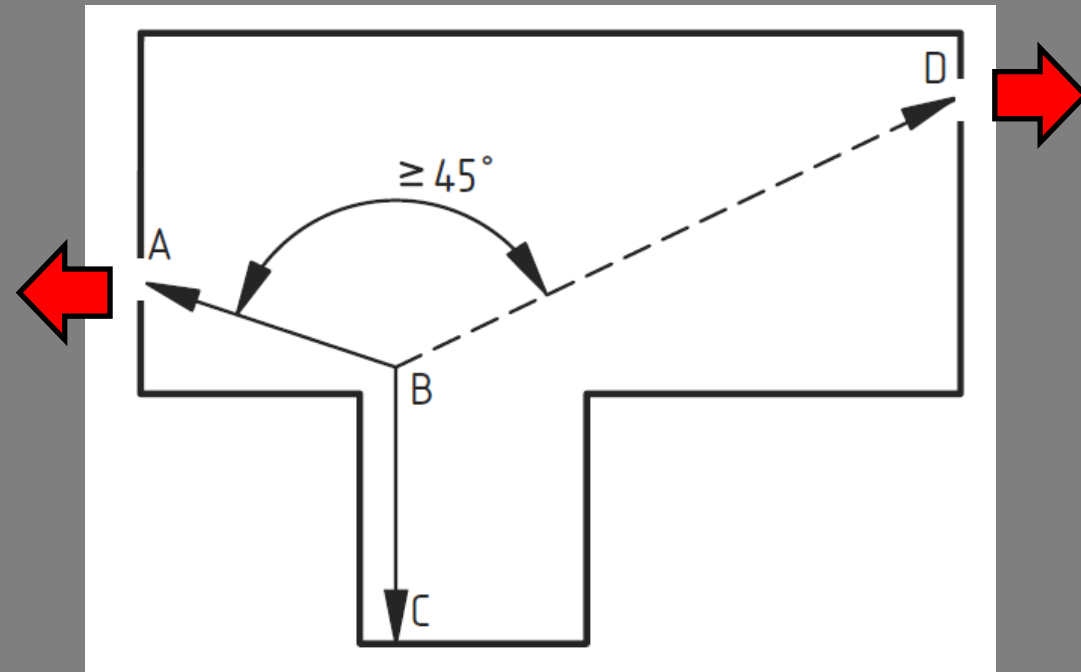


AD-B (2006)

3. Brandschutz in England und Wales

Stufe 1: Praxisbeispiel - Bürogebäude

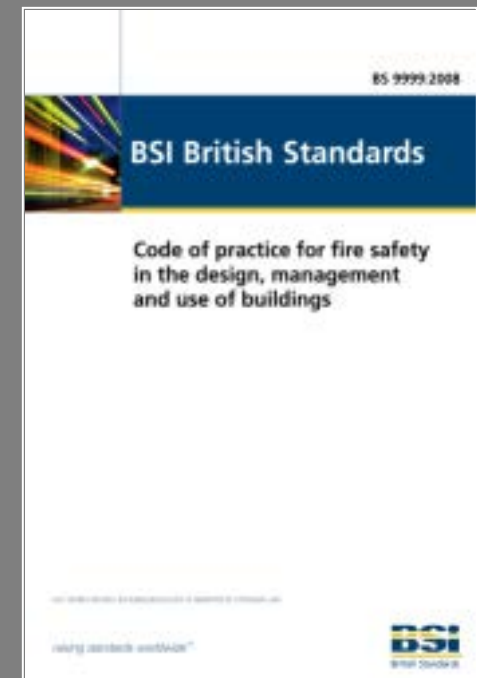
- Fluchtweglängen:
 - 18m Stichflur (C-B)
 - 45m (C-B-A)
- Manuelle Brandalarmierung
- Brandmeldeanlage (BMA) ?
- Automatische Löschanlage ?



3. Brandschutz in England und Wales

Stufe 2: Deskriptive Bemessung mit Ansätzen einer schutzzielorientierten Auslegung

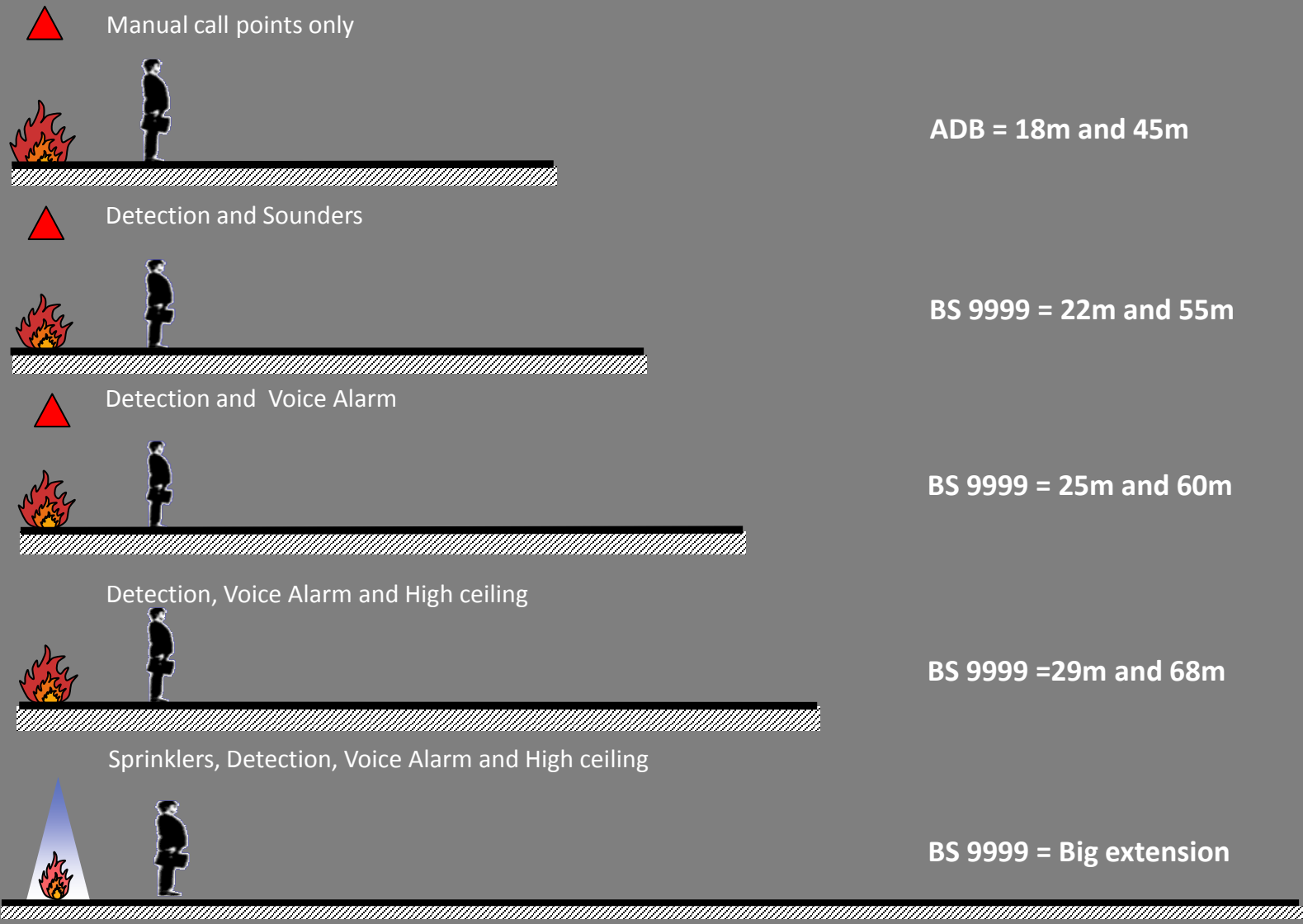
- BS 9999 (2008)
- Allgemeine Richtlinien zur brandschutztechnischen Bemessung
- 20 Gebäudeklassifikationen
- Behandlung von „komplexeren“ Standardfällen
- Zeitintensivere Anwendung, jedoch ohne langwierige (komplexe) Berechnungen
- Interaktion zwischen baulichem, anlagentechnischem und betrieblichem Brandschutz
- Keine Ausschöpfung aller Reserven



BS 9999: 2008

3. Brandschutz in England und Wales

Stufe 2: Praxisbeispiel - Bürogebäude



ADB = 18m and 45m

BS 9999 = 22m and 55m

BS 9999 = 25m and 60m

BS 9999 =29m and 68m

BS 9999 = Big extension

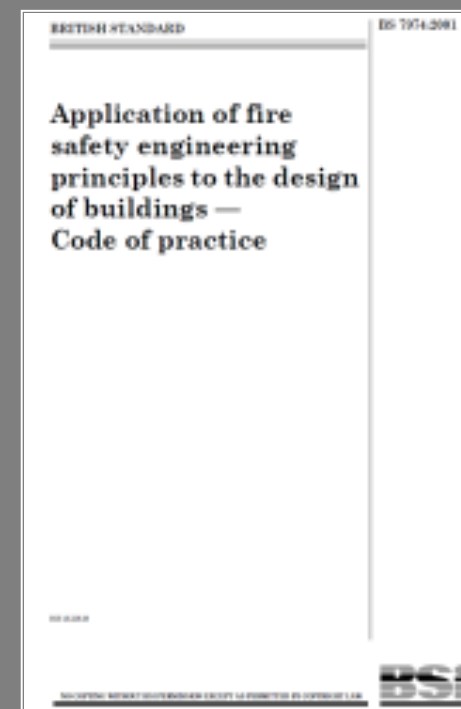


BS 9999: 2008

3. Brandschutz in England und Wales

Stufe 3: Schutzzielorientierte Auslegung (performance-based design)

- Ingenieurmethoden des Brandschutzes
- BS 7974, ISO 13387, CIBSE Guide E, u.a.
- Anwendung bei Teilaspekten oder Gesamtbessung eines Gebäudes
- Komplexere Nachweise evtl. notwendig (z.B. Simulationen und Berechnungen)
- Interaktion zwischen baulichem, anlagentechnischem und betrieblichem Brandschutz
- Ausschöpfung von Reserven ohne das Sicherheitsniveau zu senken



BS 7974: 2002

3. Brandschutz in England und Wales

Verträglichkeit der Stufe 3 mit Stufe 1 & 2

- Anerkennung des Gesetzgebers
- Verwendung von Ingenieurmethoden des Brandschutzes:
 - „Ingenieurmethoden des Brandschutzes können als alternative Herangehensweise verwendet werden. In einigen Fällen könnte es die einzigste Nachweismethode sein, um die gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen, wie beispielsweise bei großen und komplexen Gebäuden und in Gebäuden mit einer Mischnutzung, z. B. Flughäfen. Ingenieurmethoden des Brandschutzes können auch geeignet sein, um Probleme hinsichtlich der Planung eines Gebäudes zu lösen, welches ansonsten die Anforderungen dieser gesetzlichen Richtlinie erfüllt.“ (AD-B, 0.30 Fire Safety Engineering)



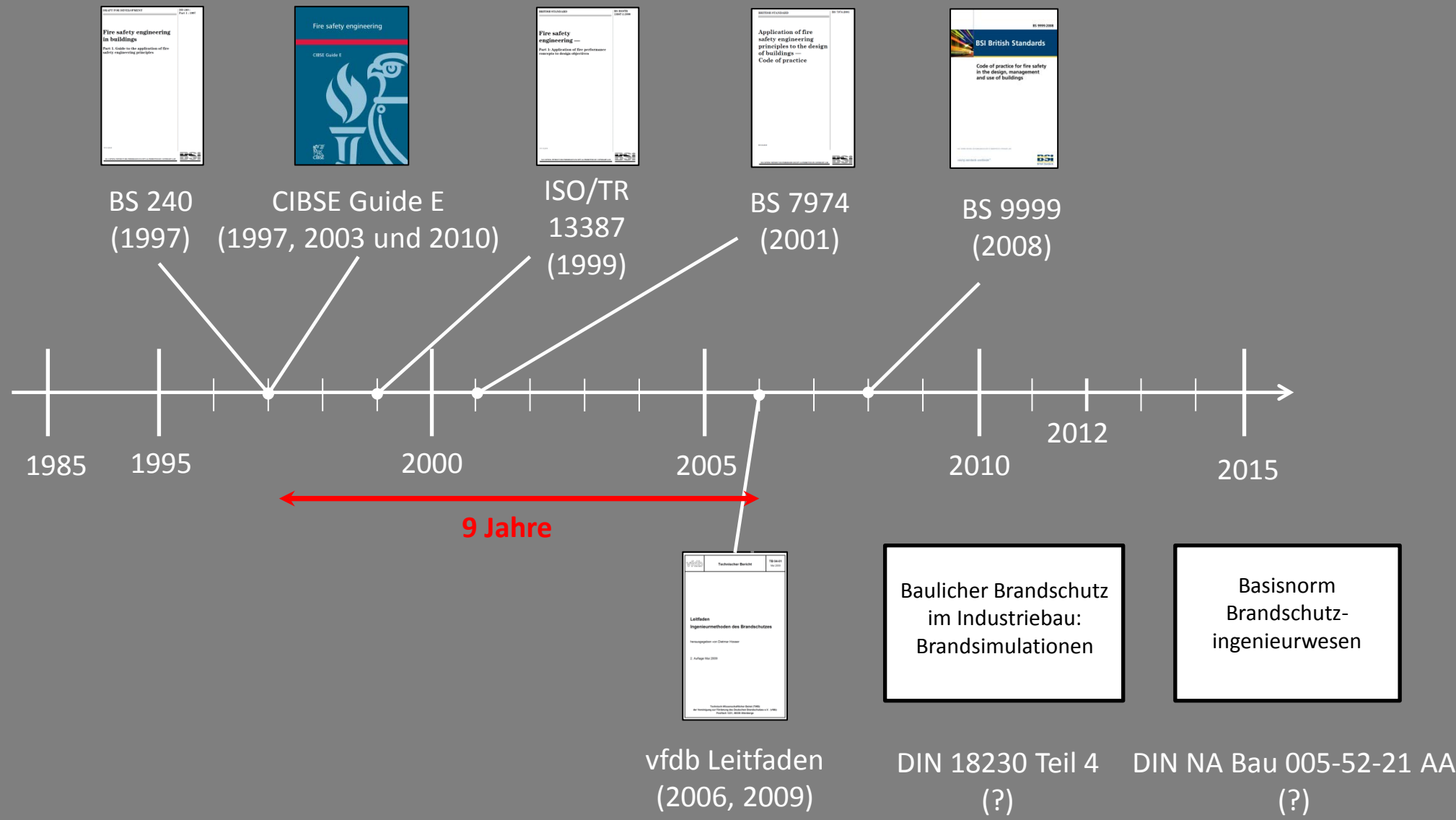
3. Brandschutz in England und Wales

Stand der Ingenieurmethoden

- Ingenieurmethoden des Brandschutzes bekannt seit den 1980-er Jahren
- Gesetzgeber erlaubt Verwendung seit 1985
- Ingenieurmäßige Prinzipien zur Beurteilung der Einhaltung von Schutzzielen
- Verwendet bei Teilaspekten einer Planung bis hin zur Gesamtbeurteilung eines Gebäudes
- Weit verbreitete Anwendung
- Detaillierte Prüfung von Baubehörden und Feuerwehr erforderlich

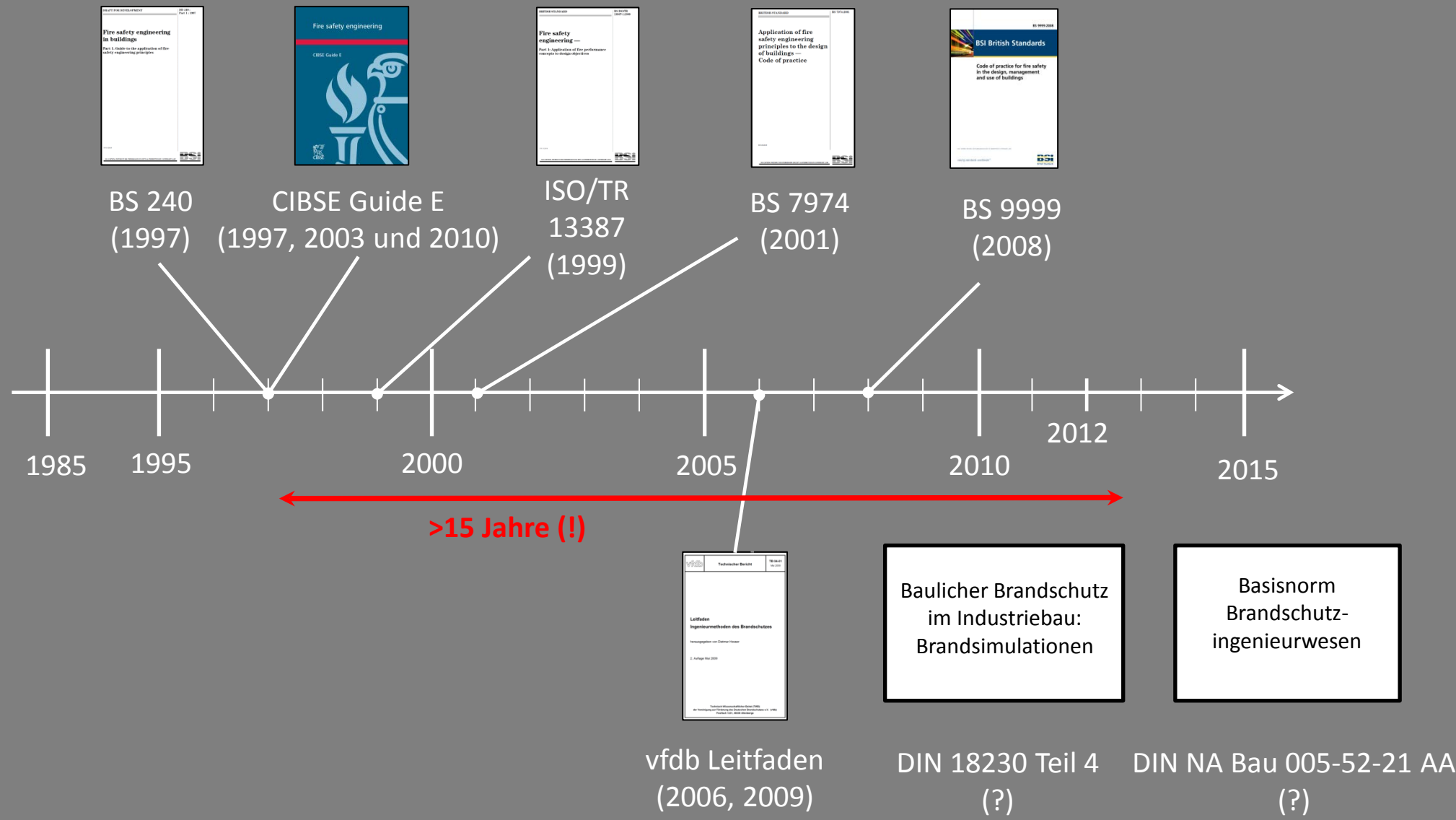
3. Brandschutz in England und Wales

Vergleich England/Wales mit Deutschland



3. Brandschutz in England und Wales

Vergleich England/Wales mit Deutschland



Und wie sieht das nun in der Praxis aus?

Beispiel 1: ExCeL - Exhibition Centre London

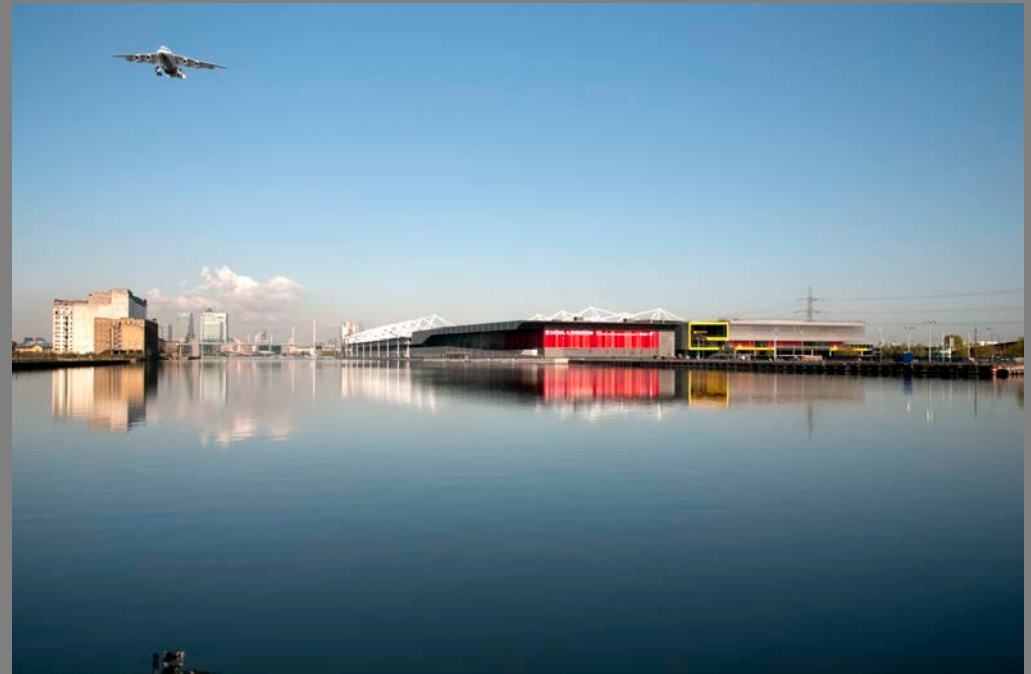


Beispiel 2: Neo Bankside Hochhäuser

4. Das Brandschutzkonzept für ExCeL

ExCeL – Exhibition Centre London

- Messe- und Ausstellungszentrum
- Erweiterungsbau (Phase 2)
- Nicholas Grimshaw Architects
- Planungsbeginn: Mai 2006
- Baubeginn: August 2008
- Fertigstellung: April 2010

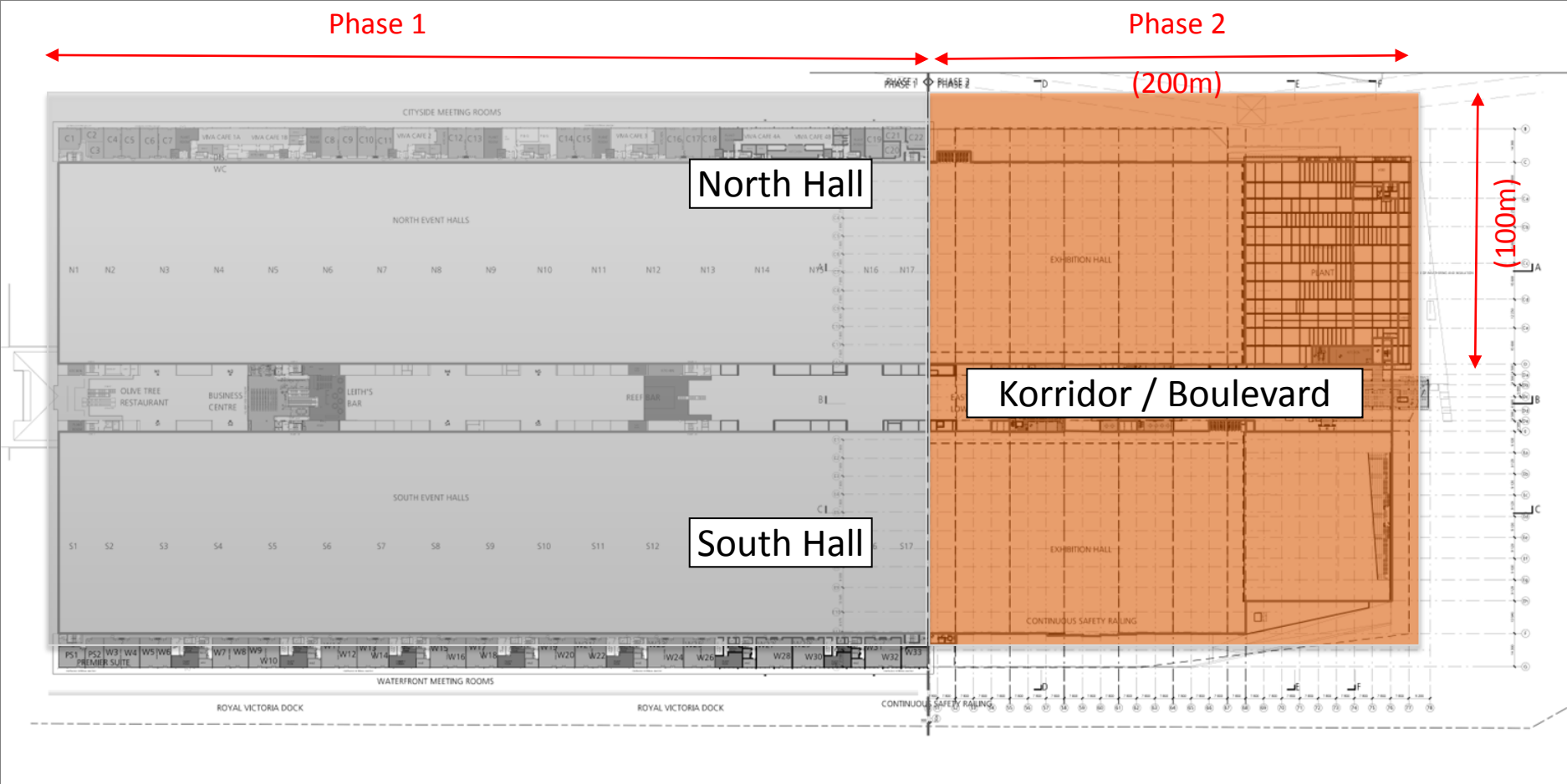


4. Das Brandschutzkonzept für ExCeL

- Ausstellungsfläche
 - Phase 1: 64.000 m²
 - Phase 2: 36.000 m²
- Zwei Messehalle (je 200m x 100m)
- Korridor (200m x 27m)
- Gebäudehöhe: 15 m
- Flexible Nutzungsmöglichkeit
(Messe, Ausstellung, Konzerte, Tagungen, etc.)



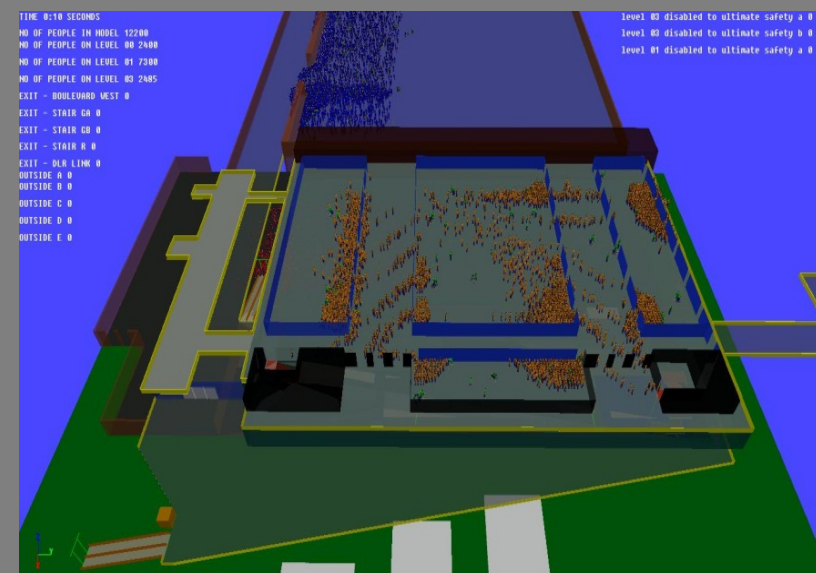
4. Das Brandschutzkonzept für ExCeL



4. Das Brandschutzkonzept für ExCeL

Evakuierungskonzept

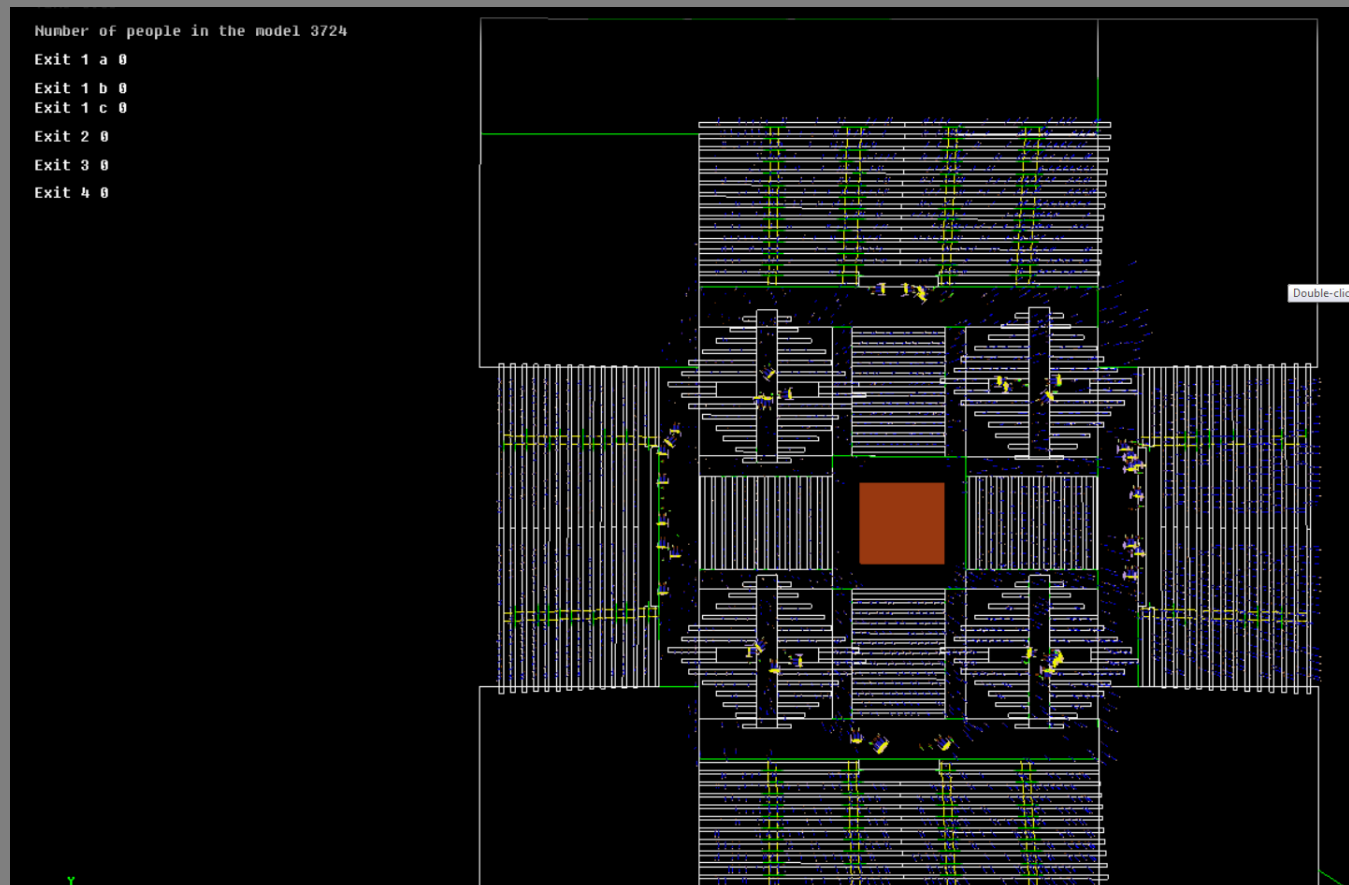
- Fluchtwegbreite (nach AD-B): 5mm/person
- Bei 30.000 Personen: 150m (!)
- Evakuierungssimulation
- Betrachtung verschiedener Räumungsszenarien
- Detaillierte Aussagen zu
 - dem Verhalten von Personen,
 - der Gebäudetechnik (Phasenweise Evakuierung, Sprachalarmierung etc.)
 - dem Gebäudemanagement



Evakuierungssoftware: STEPS

4. Das Brandschutzkonzept für ExCeL

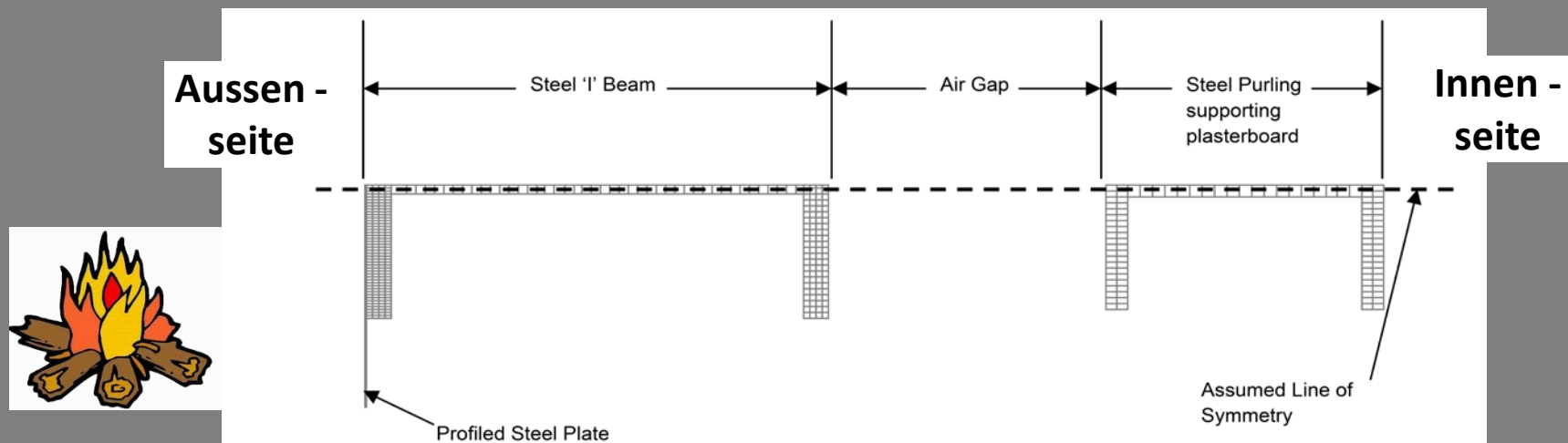
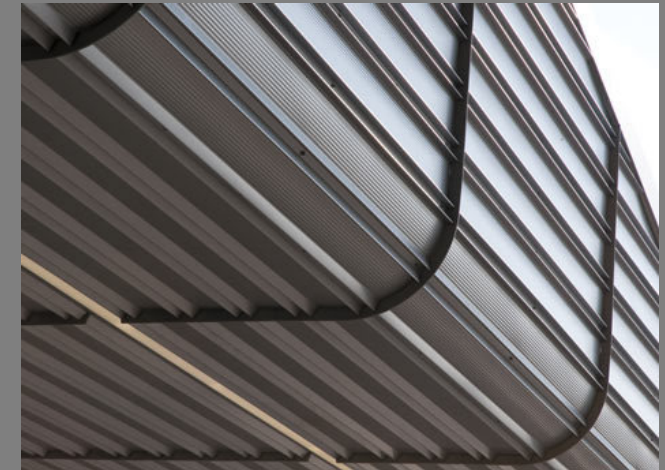
Evakuierungskonzept – Beispiel: Bestuhlung bei Boxkampf (Olympische Spiele 2012)



4. Das Brandschutzkonzept für ExCeL

Structural Fire Engineering (Heiße Bemessung)

- Feuerwiderstand: 30 Minuten
- Außenwände (Innenraum-Zufahrtsrampe) ohne Feuerwiderstand



Schnitt durch Wandelemente

4. Das Brandschutzkonzept für ExCeL

Structural Fire Engineering (Heiße Bemessung)

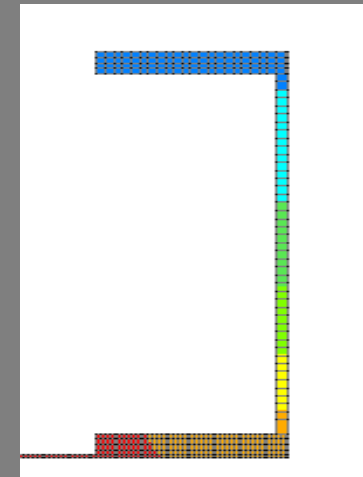
- Anwendung der Finite Elemente Methode:
 - Betrachtung des ausschlaggebenden Brandfalles
 - Geometrie des Wandelementes
 - Temperaturverlauf durch Wandelement

- Nachweis:

Maximale Temperatur (130°C)

<<

Versagenstemperatur des Bauteils (ca. 550°C)



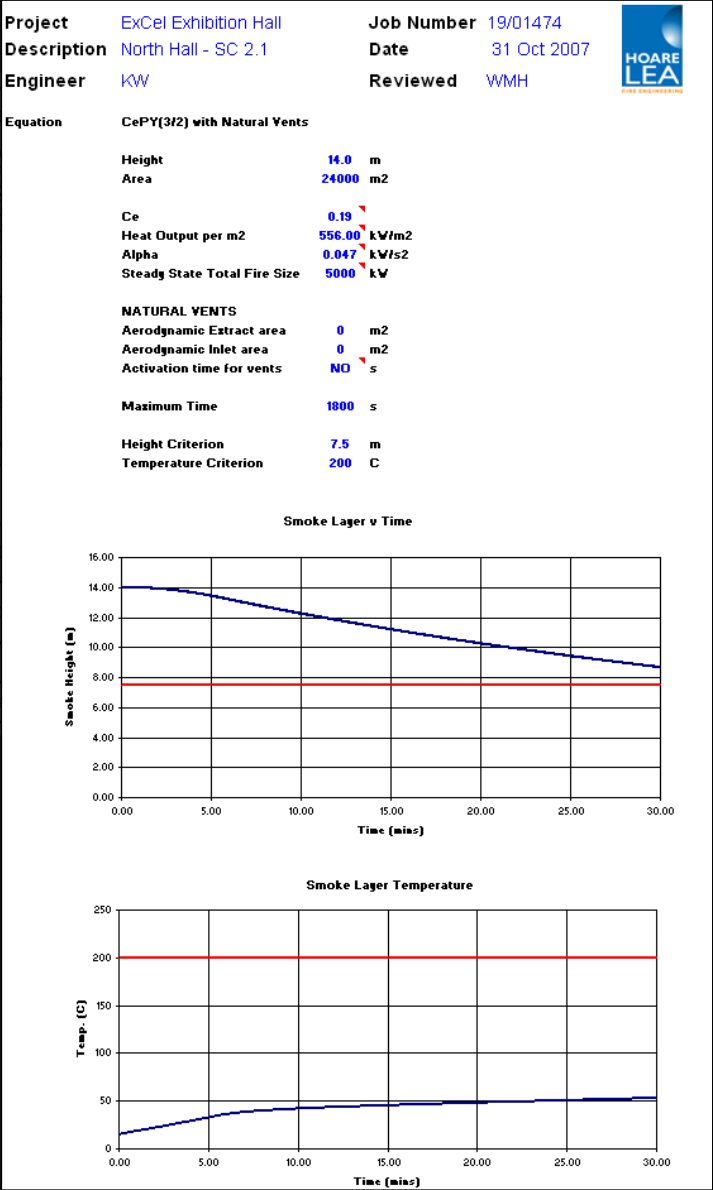
Finite Elemente Software: SAFIR

4. Das Brandschutzkonzept für ExCeL

Entrauchungskonzept

- Entrauchung der Hallen über natürliche Abluft
- Einfache Geometrie
- Zonenmodelle
- Brandszenarien (Brandort, -größe, etc.)

	Scenario 1			Scenario 2	
	SC 1.1	SC 1.2	SC 1.3	SC 2.1	SC 2.2
Area (m ²)	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000
Height (m)	14	14	14	14	14
Heat output per area (kW/m ²)	556	556	556	556	556
Total Heat output (kW)	5,000	7,500	10,000	5,000	7,500
Time of sprinkler activation (t _s) (seconds) [heat output at t _s]	315 [4.70 MW]	315 [4.70 MW]	315 [4.70 MW]	315 [4.70 MW]	315 [4.70 MW]
Time till smoke layer reaches 3.0m (minutes)	> 30	> 30	> 30	-	-
Time till smoke layer reaches 7.5m (minutes)	-	-	-	> 30	> 30
Time till temperature of smoke layer is 200°C (minutes)	> 30	> 30	> 30	> 30	> 30
Total evacuation time * (minutes)	25	25	25	25	25
Acceptable? (yes / no)	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes



Smoke Layer v Time

Time (min)	Smoke Height (m)
0.00	14.00
5.00	13.50
10.00	13.00
15.00	12.50
20.00	12.00
25.00	11.50
30.00	8.50

Smoke Layer Temperature

Time (min)	Temp. (C)
0.00	0
5.00	25
10.00	40
15.00	45
20.00	48
25.00	49
30.00	50

4. Das Brandschutzkonzept für ExCeL

Entrauchungskonzept

- Korridor (200m lang; 27m breit und 18m hoch) mit verschiedenen Ebenen, Öffnungen, Verkaufsfläche etc.
- Verhalten von Brandrauch – Beeinflussung der Raumgeometrie
- Fokus: Fluchtvorgang; aber auch Feuerwehrlöschangriff
- Anwendung von Zonen- und Feldmodellen (CFD Simulationen)



Ansichten: Spiral

4. Das Brandschutzkonzept für ExCeL

Entrauchungskonzept

- Natürliche Zuluft – natürliche Abluft
- Betrachtung von verschiedenen Brandszenarien (Korridor, Spiral)
- Variation der Brandlastgröße und Lage, Lüftungsbedingungen, etc.
- Keine Einschränkung während des Fluchtvorgangs und des Löschangriffs



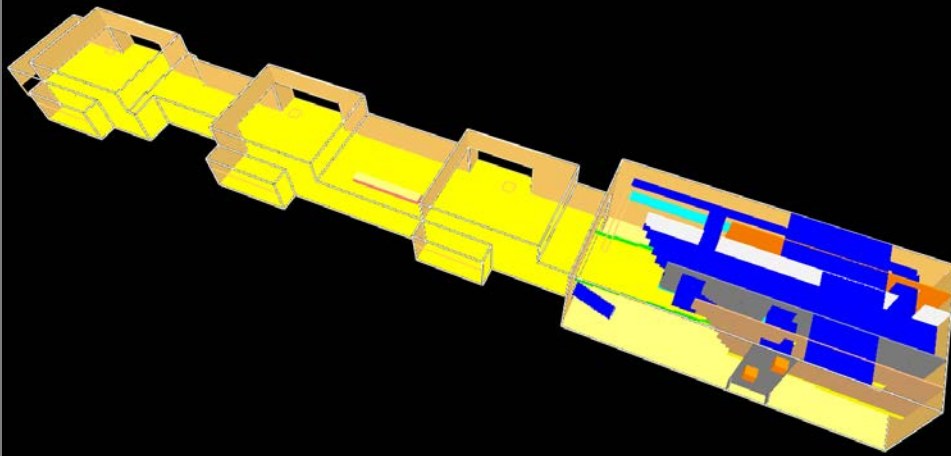
Abluftöffnung



Innenraum

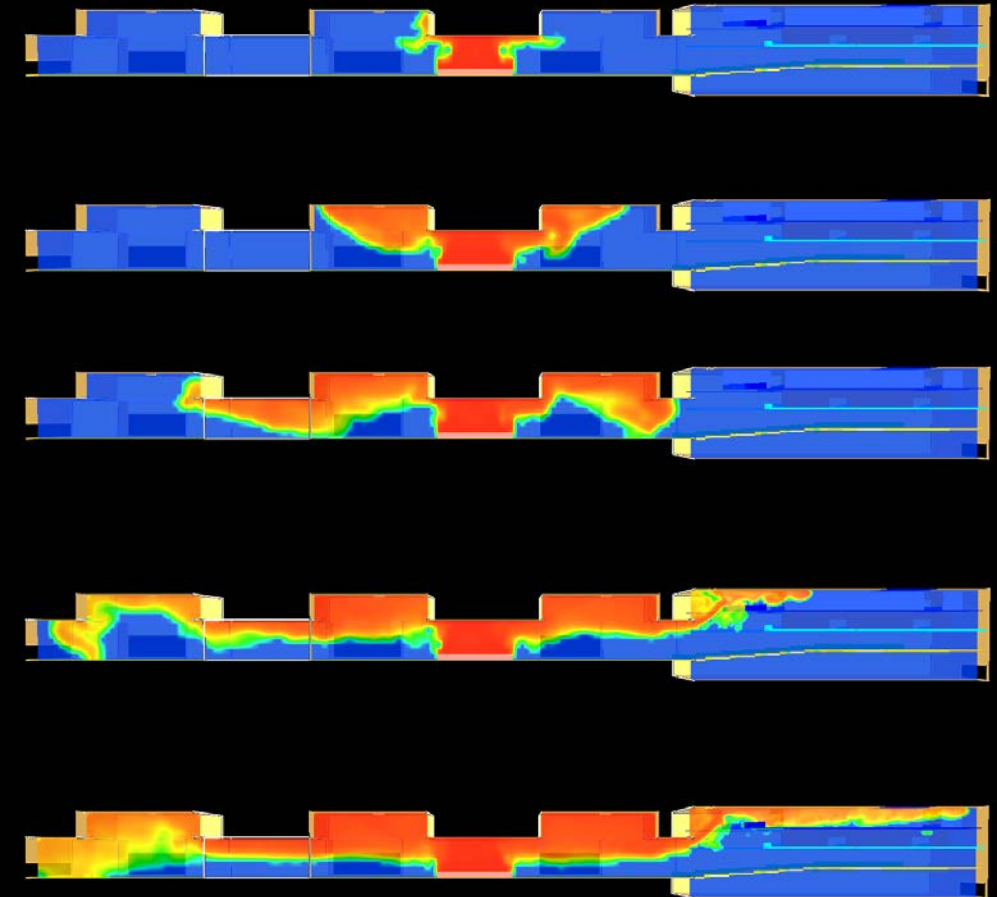
4. Das Brandschutzkonzept für ExCeL

Computational Fluid Dynamic (CFD) analysis



3D Geometrie mit FDS (Fire Dynamics Simulator) und Smokeview

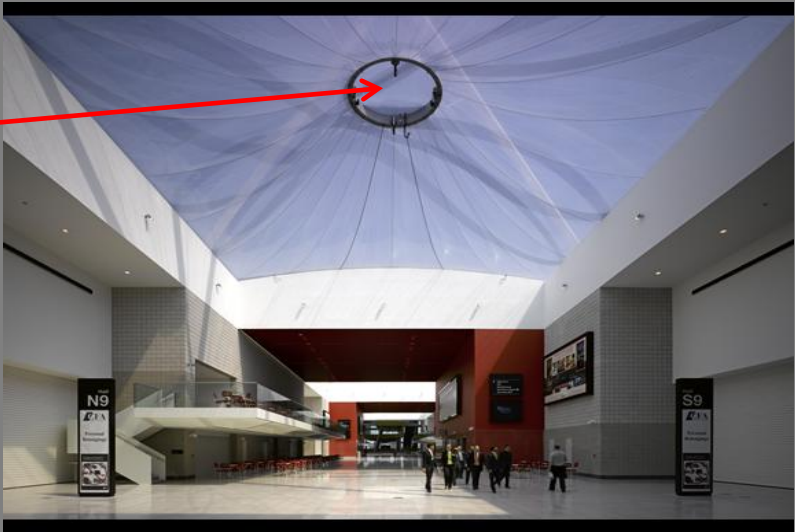
Fire in a hall CFD visibility results



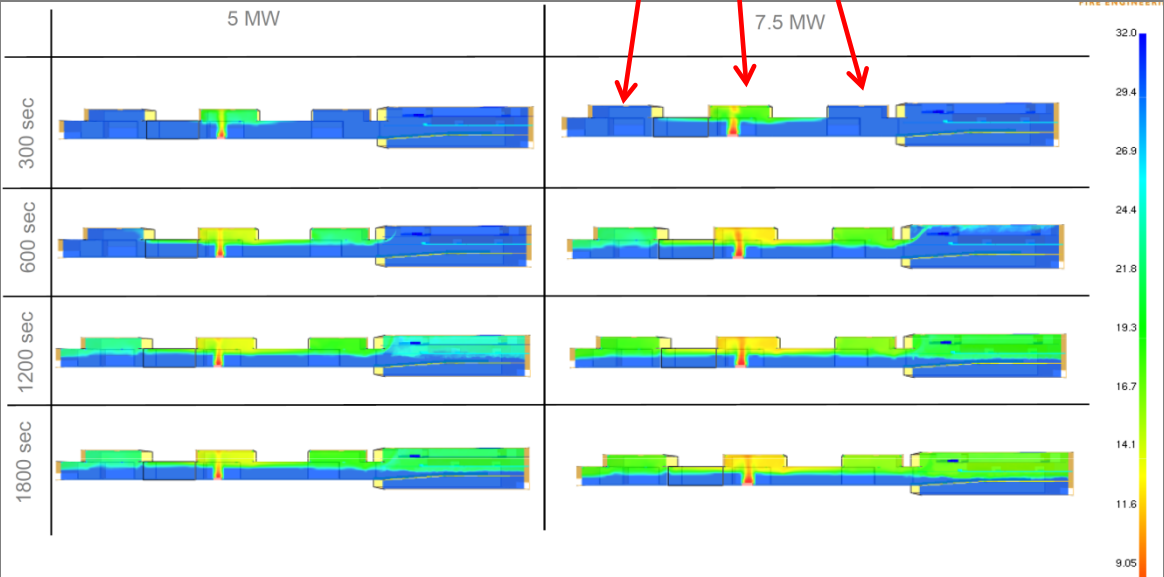
Ansicht: Veränderung der Sichtweiten

4. Das Brandschutzkonzept für ExCeL

Natürliche Abluft
(je 4m²)



Innenraum des Korridors



Brandherdlage: Korridor

4. Das Brandschutzkonzept für NEO Bankside



4. Das Brandschutzkonzept für NEO Bankside

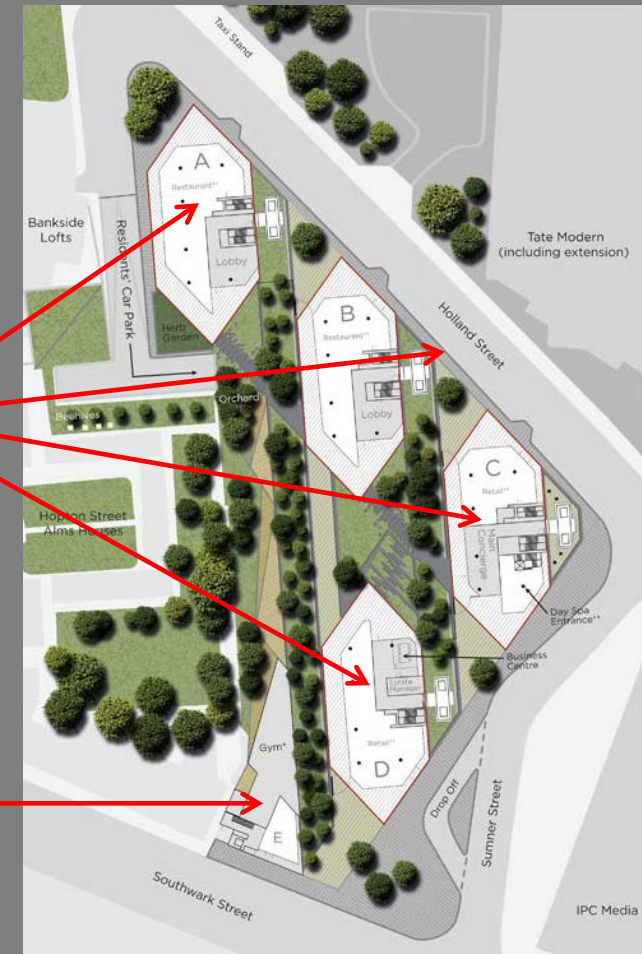


4. Das Brandschutzkonzept für NEO Bankside

- Büro- und Wohnungshochhäuser, Tiefgarage
- Rogers Stirk + Harbour Architects
- Southbank, London
- Planungsbeginn: 2007
- Fertigstellung: 2011

Wohnungs-
hochhaus

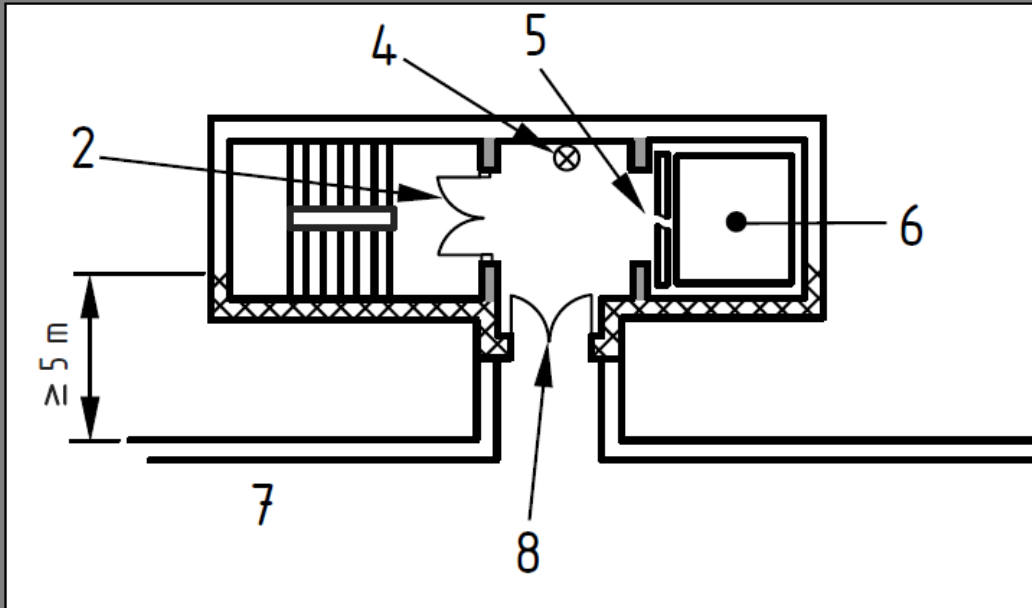
Büro-
hochhaus



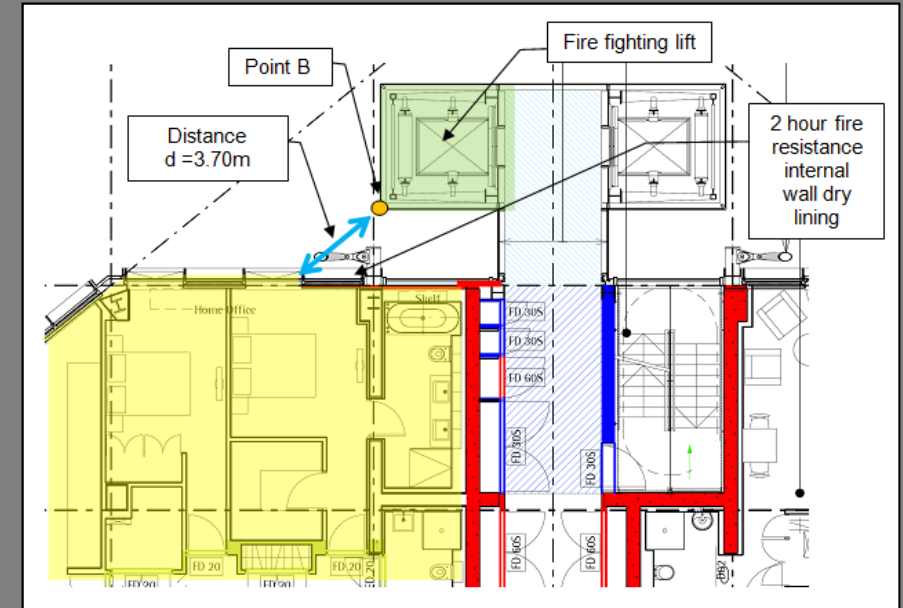
4. Das Brandschutzkonzept für NEO Bankside

Anwendung der Ingenieurmethoden

- Handrechnungen – Temperatúrausbreitung am Feuerwehraufzug



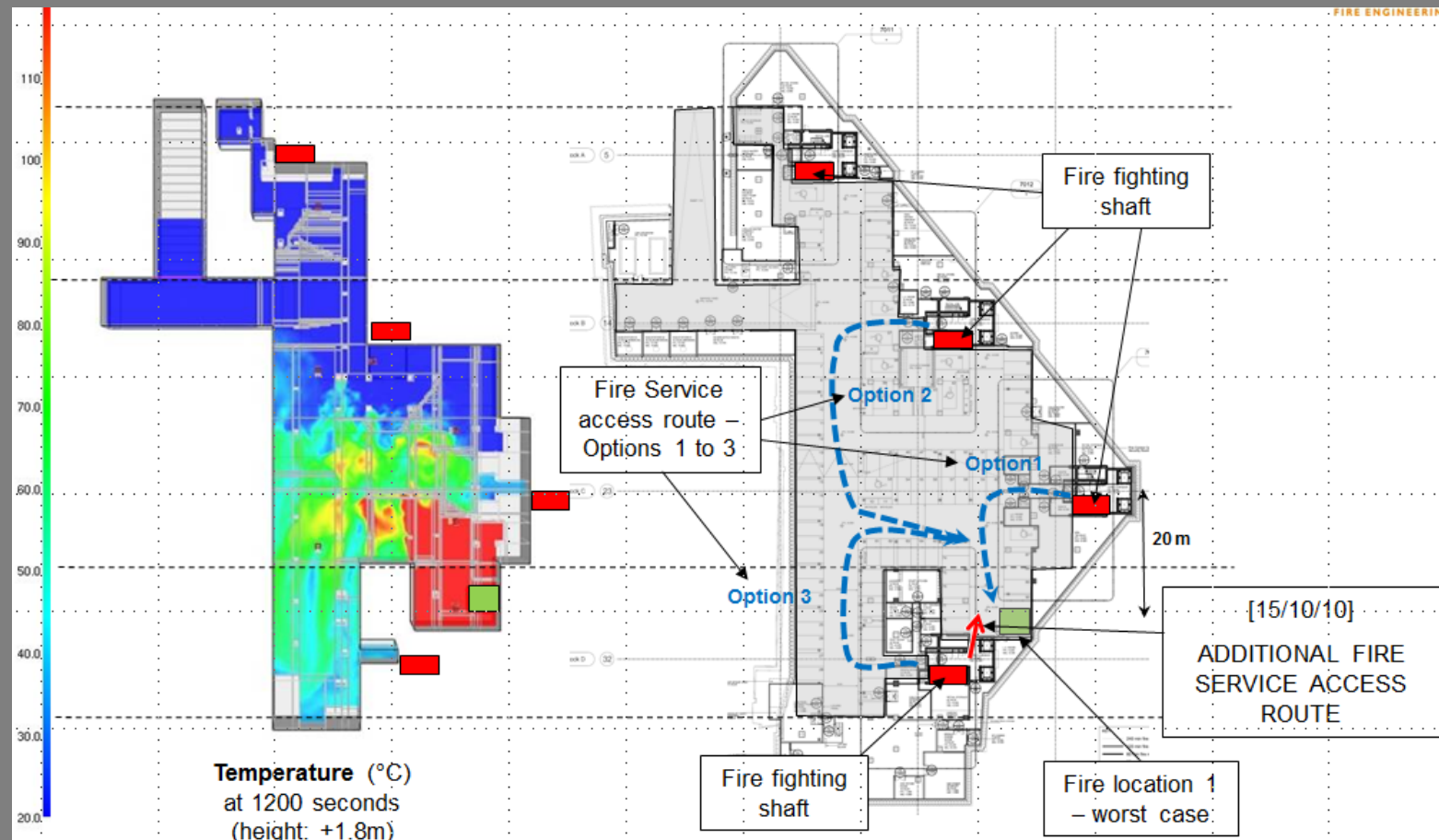
BS 9999 – Standardlösung für s.g. Fire-fighting shaft (120mins FW)



Lösungskonzept für Neo Bankside – Glas Elemente ohne Feuerwiderstand

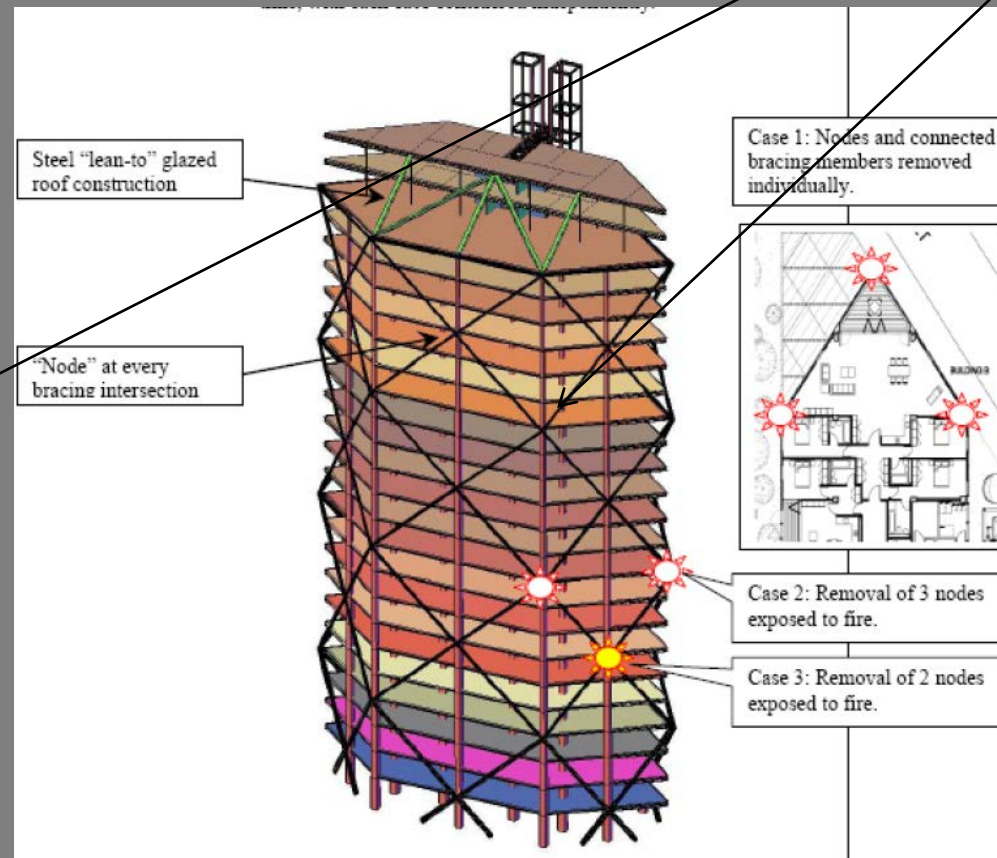
4. Das Brandschutzkonzept für NEO Bankside

- CFD Rauchgassimulation – Nachweis einer ausreichenden Be- und Entlüftung der Tiefgarage
- Wirkungsweise von Schubventilatoren
- Vermeidung von Löschwasseranlage in der Tiefgarage



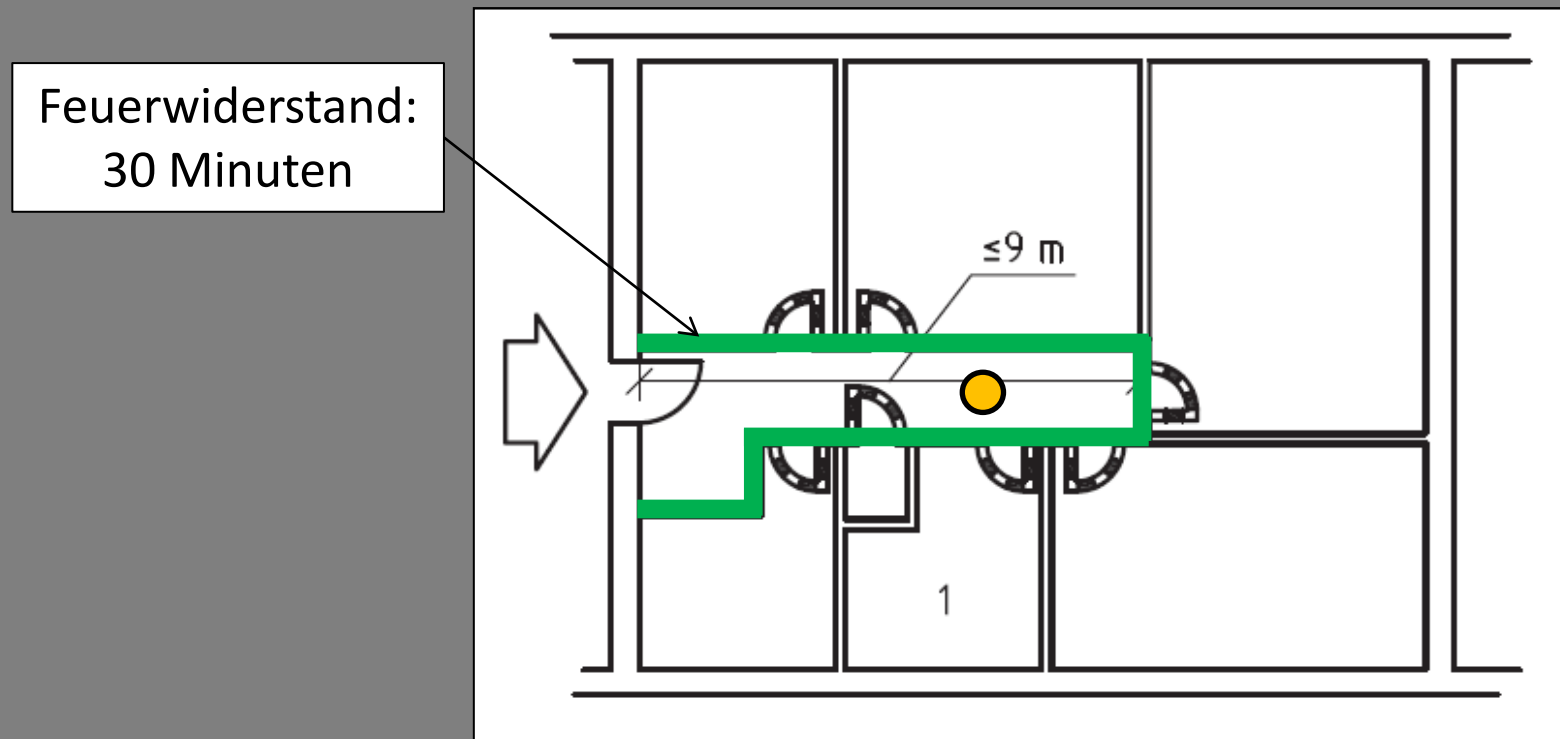
4. Das Brandschutzkonzept für NEO Bankside

- Structural Fire Engineering
- Außentragwerk aus sichtbarem Stahl – kein brandschutztechnischer Anstrich oder Verkleidung notwendig



4. Das Brandschutzkonzept für NEO Bankside

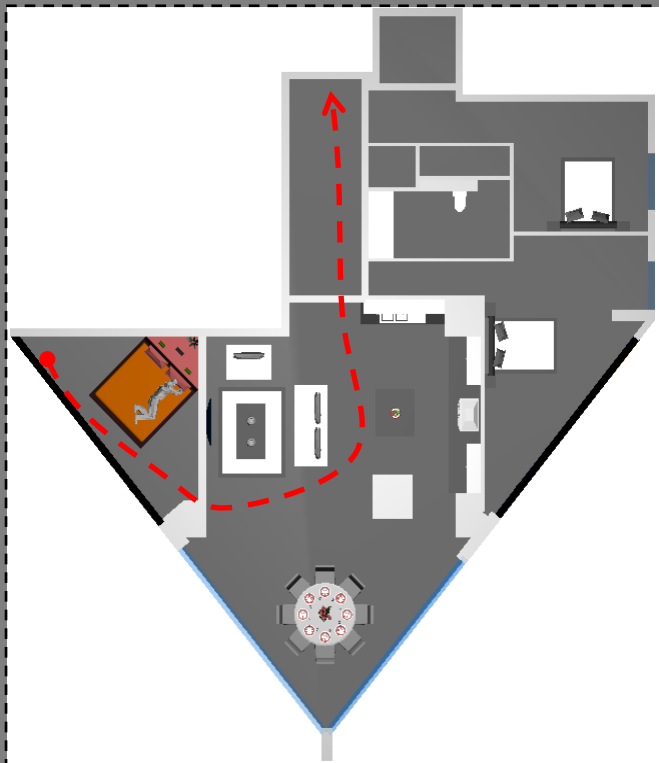
- Flexible Innenraumgestaltung von Apartments: Open-plan Apartments (offenes Wohnen)



AD-B (Stufe 1): Standardlösung für interne Apartment Layouts

4. Das Brandschutzkonzept für NEO Bankside

- Fluchtweg von Schlafzimmern durch Wohn- und Küchenzimmer
- Rauchmelder und Sprinklerlöschanlage in jedem Zimmer



Lösungskonzept für Neo Bankside –
(Offenes Wohnen)



FDS – 3D Model

4. Das Brandschutzkonzept für ExCeL und NEO Bankside

Vorteile durch Anwendung der Ing Methoden

- Große, komplexe Gebäude, die nicht dem „Standard“ entspricht
- Einhaltung von Schutzzielen erfolgreich nachgewiesen
- Berechnungen/Simulationen im Detail erläutert und nachvollziehbar
- Berücksichtigung verschiedener Einflüsse / Interaktionen (anlagentechnischer Brandschutz, Management, etc.)



NEO Bankside

4. Das Brandschutzkonzept für ExCeL und NEO Bankside

Vorteile durch Anwendung der Ingenieurmethoden

- Detailliertere Kenntnisse über das Gebäude:
 - Dauer von Entfluchtungszeiten,
 - Versagenswahrscheinlichkeit,
 - Bedingung während des Löschangriffs
 - Nutzungsmöglichkeiten (aber auch Grenzen) in Absprache mit dem Betreiber, etc.
- Ermöglichung von innovativer und kostengünstiger Architektur



ExCeL - London

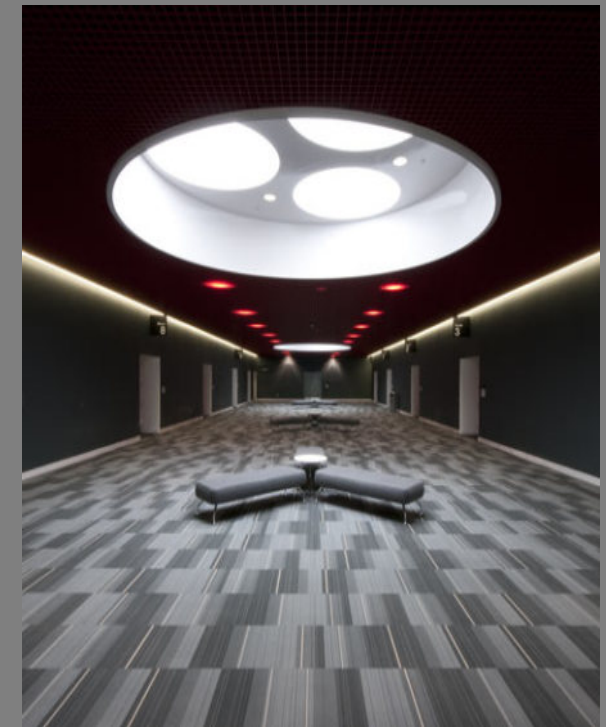
4. Das Brandschutzkonzept für ExCeL und NEO Bankside

- Prüfung durch Vertreter der Baubehörden (s.g. Approved Inspector) und Beamten der Feuerwehr London
- Enge Absprachen zu einem möglichst frühen Zeitpunkt
 - Festlegung von Schutzzielen
 - Vorgehensweise (Ingenieurmethoden)
 - Wahl der Software
 - Festlegung von Eingabeparametern
 - Absprachen vor, während und nach Simulationen
- Einbindung der „Fire Engineering Group“ (LFB)
- Diskussion auf Augenhöhe



5. Ausblick

- Ingenieurmethoden sind bereits seit Anfang der 1980er Jahre bekannt
- Keine europäische Regelung vorhanden
- Schwieriger und langer Weg bis zur Anerkennung und Gleichstellung durch den Gesetzgeber
- Ingenieurmethoden sind keine Abweichung vom Sicherheitsniveau
- Stetige Entwicklung der Ingenieurmethoden (durch wissenschaftliche Erkenntnisse und Stand der Technik)



ExCeL - London

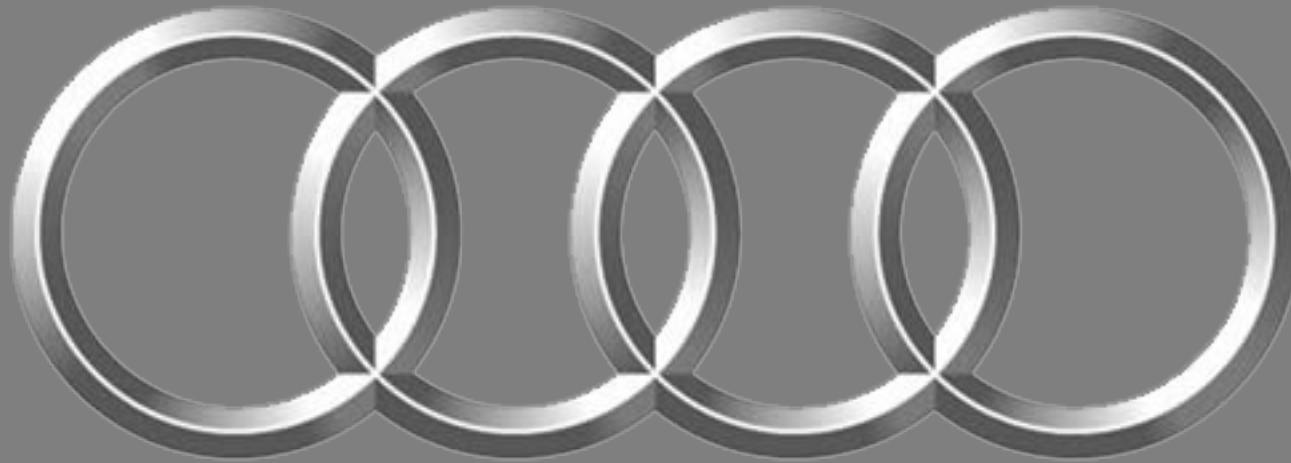
5. Ausblick

- Starre Befolgung von Richtlinien kann hinderlich sein
- Schutzzielorientierte Bemessung kann individuelle Belange und Rahmenbedingungen von Gebäuden im Detail berücksichtigen
- Wissen, Mut und Ausdauer sind erforderlich (pro-aktiv)
- Unumstritten: Ingenieurmethoden gehört die Zukunft!



NEO Bankside

5. Ausblick



„Vorsprung durch Technik“

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Thank you very much for your attention.



Hoare Lea
Dipl.-Ing. Karl Wallasch CEng
Fire Engineer

karlwallasch@hoarelea.com

www.hoarelea.com



www.f-sim.de