

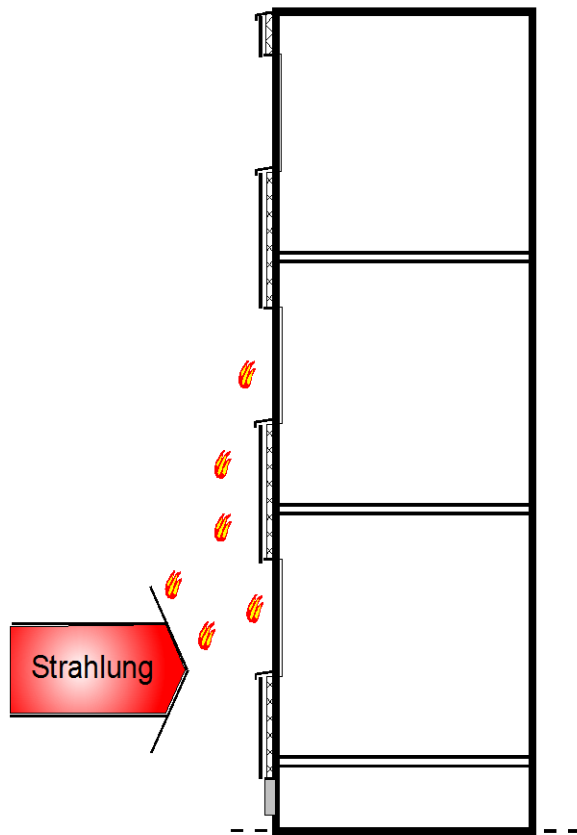


Brandausbreitung über die Fassaden (Schutzziele)

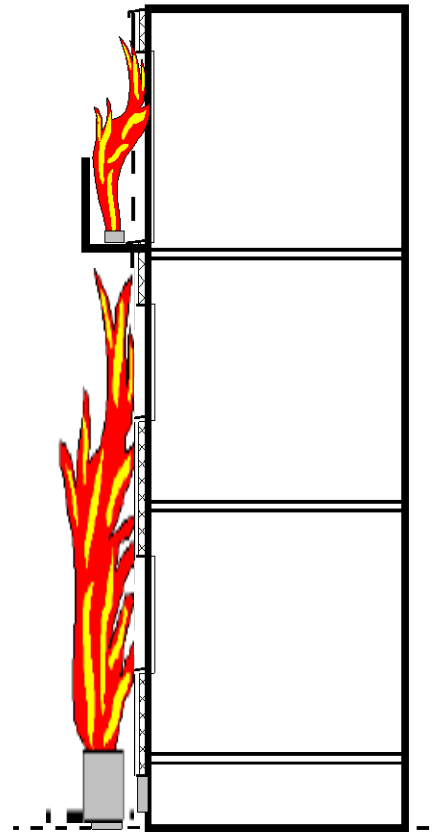
**Brand des „Grenfell tower“ - Hochhauses
am 15. Juni 2017 in London**

Ingolf Kotthoff

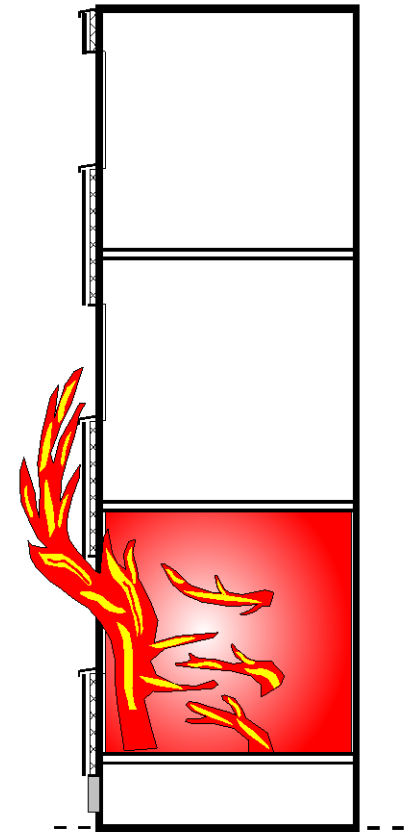
Brandszenarien an der Gebäudeaußenwand



**Brand eines
benachbarten
Gebäudes**



**Brand „außerhalb“ eines
Gebäudes
(Balkone, Terrassen, Flachdächer,
Geländeanschluss etc.)**



**Brand „innerhalb“
eines Gebäudes
(Raumbrand)**

Bemessungsbrand: Brandbeanspruchung von „außen“

Sockelbereich eines Gebäudes, Terrassen etc.



Müllsammelbehälter aus Kunststoff 1100 l

65 kg PE, DIN 4102-2, Schmelzpunkt 120 – 130 °C
Füllung: Papier bis zu 70 kg, Kunststoff bis zu 60 kg
Gesamtmasse 120 – 130 kg

⇒ Energieabgabe eines Containers im Vollbrand
(Spitzenwert) in Abhängigkeit von der Füllung
bis zu 4 MW

Besonderheiten:

- *meist Brandentstehung durch menschliches Fehlverhalten (Fahrlässigkeit, Vandalismus, gezielte Brandstiftung)*
- brandlastgesteuerter Brand, d.h. zeitliche Brandentwicklung nur abhängig vom Brandgut
- zeitnahe Beaufschlagung der Fassade
- **Brandeintritt über Fenster in das Erdgeschoss des Gebäudes bei einem Brand am Sockel spätestens nach 15 – 20 Minuten auch ohne Beteiligung einer brennbaren Außenwandbekleidung (z.B. WDVS)**

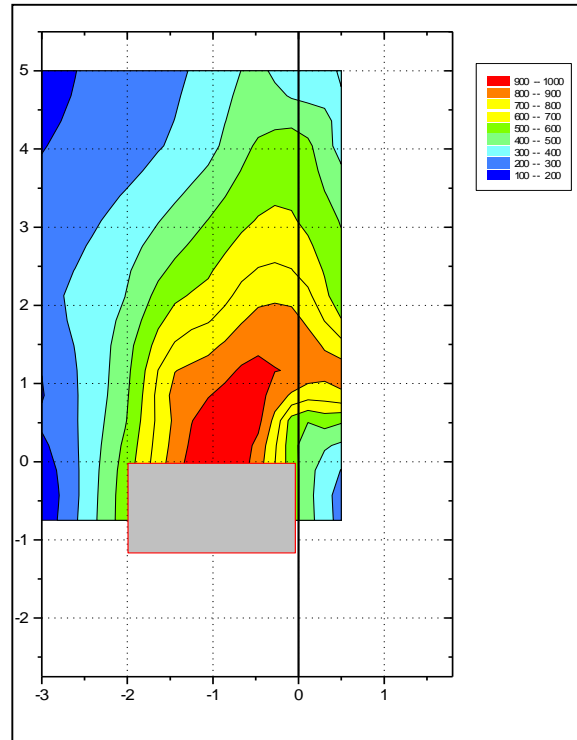
Brandcharakteristik

- Beginn der Brandbeaufschlagung: 3. – 7. min
- Vollbranddauer: 10 – 15 min
- durchschnittliche Flammenhöhen: 4 – 5 m
- maximale Flammenhöhen: bis zu 7 m
- maximale Energiefreisetzung: 1,5 – 1,5 MW
- **Müllcontainer aktuell: 2,5 – 4 MW**

Der „statistische“ Bemessungsansatz repräsentiert kleinere Lagerungen bei Umzügen, die Müllbereitstellung in üblichen Größenordnungen (mehrere Mülltonnen oder maximal einen Müllsammelcontainer, 1100 l) einschließlich kleinerer Sperrmüllbereitstellungen oder abgestellte Standardkraftfahrzeuge.

Bemessungsbrand:

Raumbrand an der Fassade mit Flammenaustritt



bauliche Gegebenheiten:

- Brandraum: Grundfläche 20 m², Höhe 2,4 m
- Flammenaustrittsöffnung:
Fenster, Fläche 2,5 m² (2 x 1,5 m, 1/8 RF)

Brandlast:

- Büro- oder Wohneinrichtung
(Gebäude „normaler“ Art und Nutzung)
- Brandlastdichte 500 – 750 MJ/m² (33 – 40 kg HGW)
- mittlere Brandausbreitungsgeschwindigkeit
- Energiefreisetzung der Brandlast in der Vollbrandphase 5 – 6 MW

Brandcharakteristik:

- Beginn der Brandbeaufschlagung: 12 – 13 min (flash-over)
- Vollbranddauer: 10 – 15 min (Flammenaustritt)
- durchschnittliche Flammenlänge: ca. **3 m**
- maximale Flammenlänge: **4 – 6 m** (Nachverbrennungen)
- Energieabgabe vor der Fassade: **1,5 – 2,0 MW** (gesamt 5 - 6 MW)

Besonderheiten:

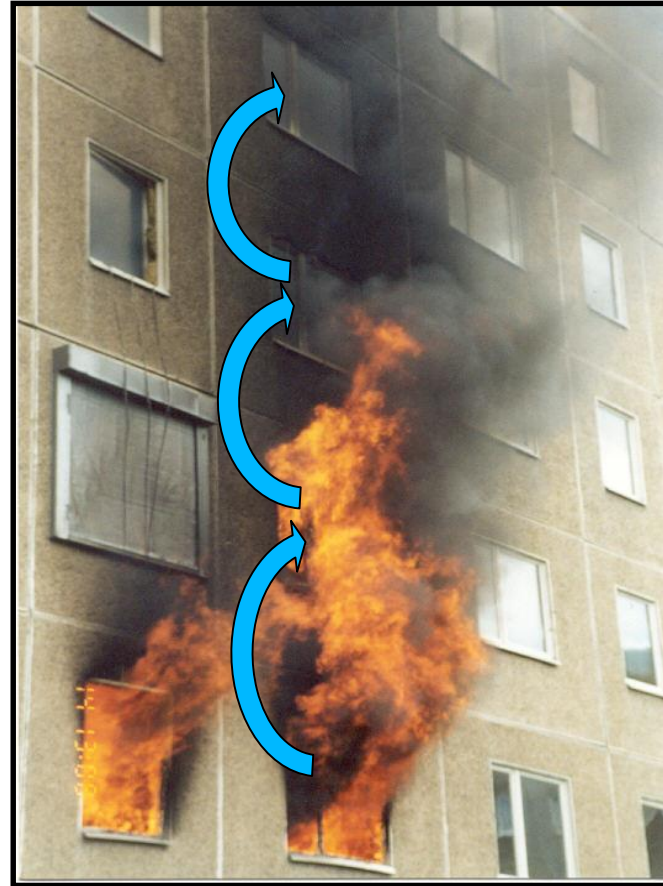
- **verzögerte** Brandbeanspruchung der Fassade erst **nach dem** flash-over
- meist ventilationsgesteuerter Brand (< 1/8 GF)
- **Flammensprung von Etage zu Etage über Fenster nach 15 – 25 Minuten auch an massiver, nichtbrennbarer Wand ohne Bekleidung**

Flammensprung von Etage zu Etage

nichtbrennbare Außenwand ohne Fassadenbekleidung (kein WDVS)



12. Minute
„flash-over“ 1.Etage



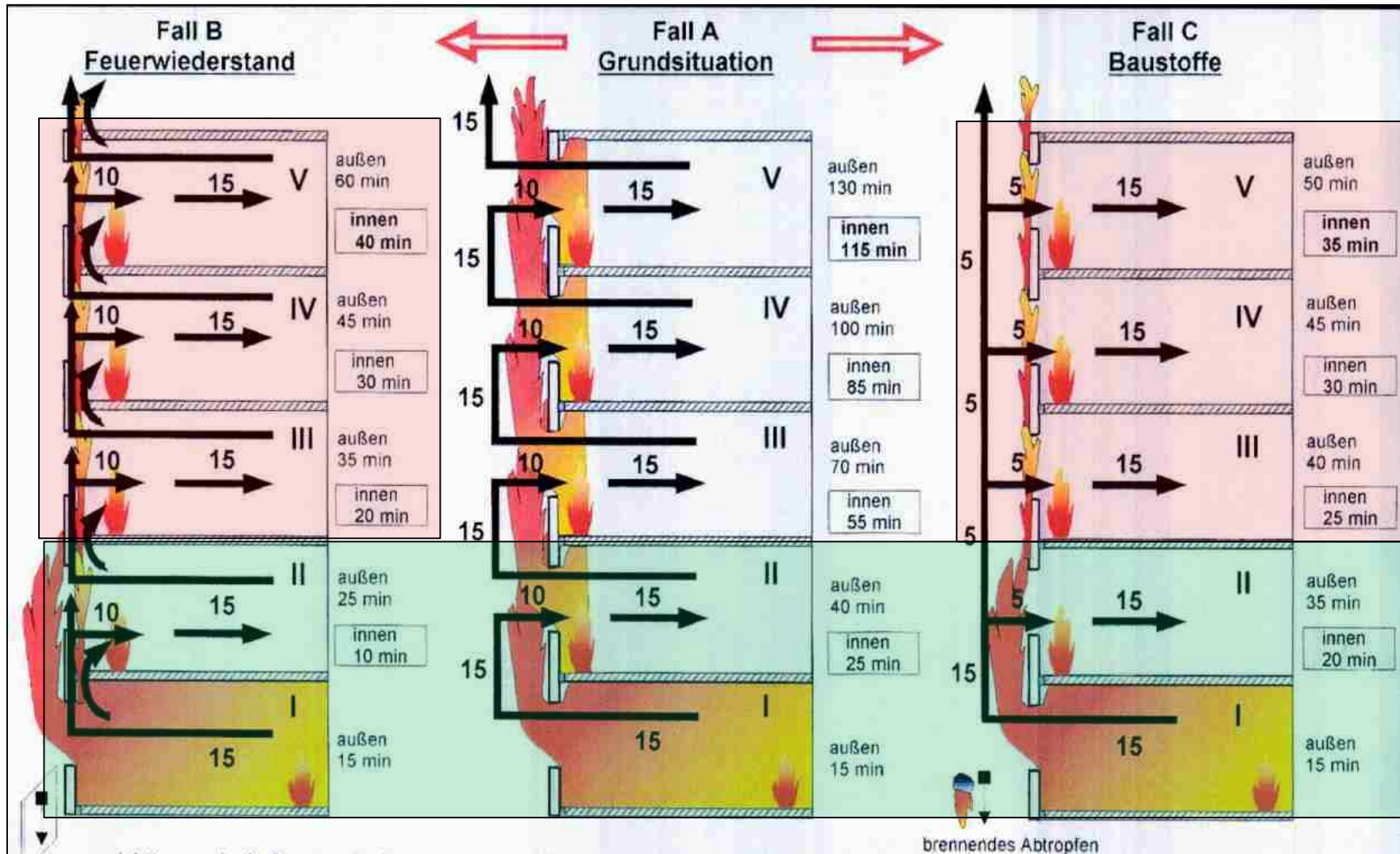
20. Minute
„flash-over“ 2. Etage



25. Minute

Der Flammenüberschlag von Etage zu Etage erfolgt auch bei vollständig nichtbrennbarer Außenwand über die Fensteröffnungen und schreitet ohne Löschangriff der Feuerwehr kontinuierlich, aber relativ langsam (eine Etage in 10 – 15 Minuten), nach oben fort!

Brandausbreitung an Außenwänden – geschossweiser Brandüberschlag



massive, nichtbrennbare Außenwand mit Fenstern

Außenwand mit Fenstern und zusätzlicher Außenwandbekleidung (VHF, WDVS etc.) normalentflammbar, schwerentflammbar, nichtbrennbar

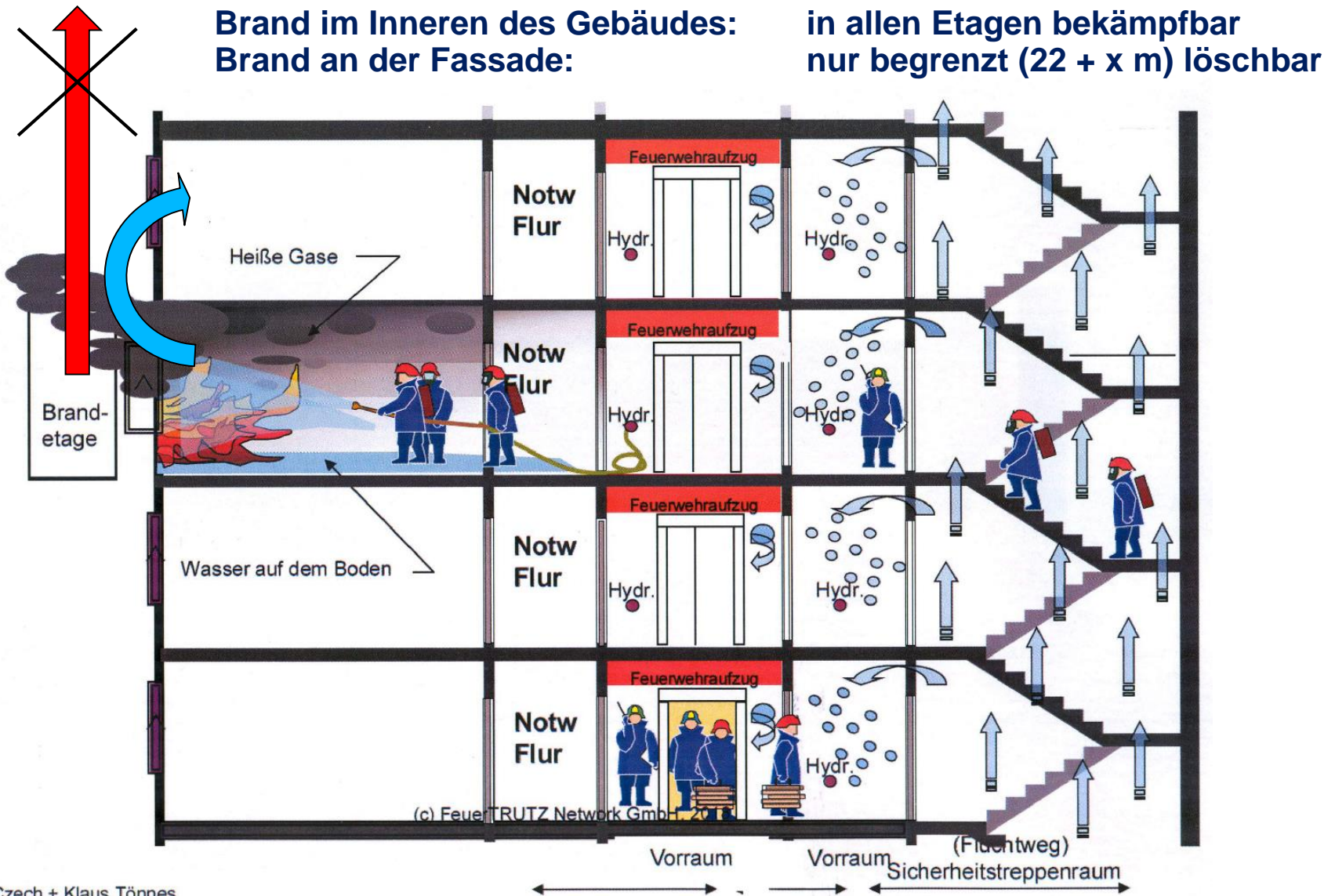
Verhinderung der Brandübertragung an der Fassade bei übereinander liegenden Außenwandöffnungen

- 1. Reduzierung der Brandentwicklung im Brandraum**
flächendeckende Löschanlagen (z.B. Sprinklerung)
- 2. Ableitung der austretenden Flammen von der Fassade**
rückgesetzte, „pyramidale“ Geschossausbildung; auskragende, feuerwiderstandsfähige Bauteile (> 1 m); Schürzen, Simse
- 3. brandsichere Ausbildung von Wänden und Öffnungsverschlüssen in allen Geschossen**
keine Öffnungen, automatisch gesteuerter feuerwiderstandsfähiger Verschluss aller Außenwandöffnungen, partieller Sprinklerschutz
- 4. Rechtzeitiger Löschangriff der Feuerwehr**
Brandfrüherkennung, kurze Alarmierungszeiten

Schlussfolgerung:

Das Baurecht toleriert den geschossweisen Brandüberschlag von einer Etage in die darüber liegende, da sonst keine Belichtung und Belüftung von Aufenthaltsräumen (§ 47 MBO) möglich wäre!

Brandbekämpfung und Schutzziel am Hochhaus



Brandschutzziel an der Fassade

§ 28 „Außenwände“ MBO:

Außenwände und Außenwandbauteile wie Brüstungen und Schürzen sind so auszubilden, dass eine Brandausbreitung auf und in diesen Bauteilen ausreichend lange begrenzt ist.

Die Brandausbreitung an der Außenwand darf vor dem Löschangriff der Feuerwehr eine Ausdehnung von mehr als zwei Geschossen im Gebäude nicht überschreiten. Dabei wird eine zu gewährleistende „Schutzzeit“ von der Brandentstehung bis zum Beginn wirksamer Löscharbeiten von maximal 25 Minuten angesetzt.

Zusätzlich ist eine Gefährdung der Rettungskräfte durch großflächig abstürzende, brennende oder nichtbrennende Fassadenteile bzw. durch brennendes Abtropfen auszuschließen.

Die Brandausbreitung in das Dach ist zu behindern.

Außenwandbekleidungen (Forderungsniveau in Deutschland)

- **Gebäude geringer Höhe (7 m): normalentflammbar:** brennbar, kontinuierlich fortschreitend
Brandausbreitung: maximal drei Geschosse im Gebäude und an der Fassade
- **Gebäude mittlerer Höhe (22 m): schwerentflammbar:** brennbar, aber nicht wesentlich über den Primärbrandbereich hinaus, „begrenzt“
Brandausbreitung: maximal zwei Geschosse im Gebäude und eine hinnehmbare Brandschädigung im 3. Geschoss an der Fassade [nicht im Gebäude], siehe auch Tolerierung des Einbaus normalentflammbarer Solaranlagen über zwei Etagen)
- **Hochhäuser > 22 m: nichtbrennbar!** kein signifikanter Beitrag zum Brand, sehr geringe Brandausbreitung, zwingend „Kamineffekte“ bei VHF beachten!
Brandausbreitung: maximal zwei Geschosse im Gebäude **und** an der Fassade, **nicht darüber hinaus**



British Building Regulation Guidance—Approved document B (ADB)

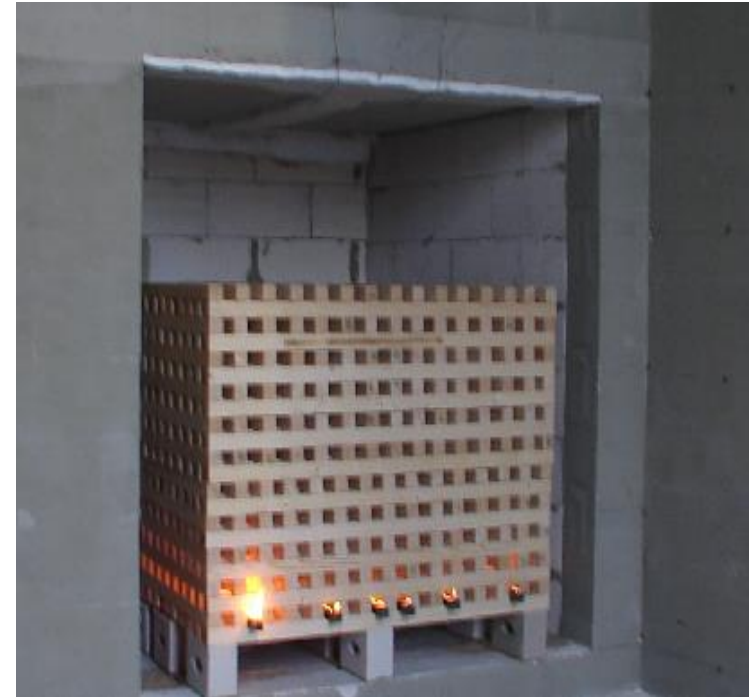
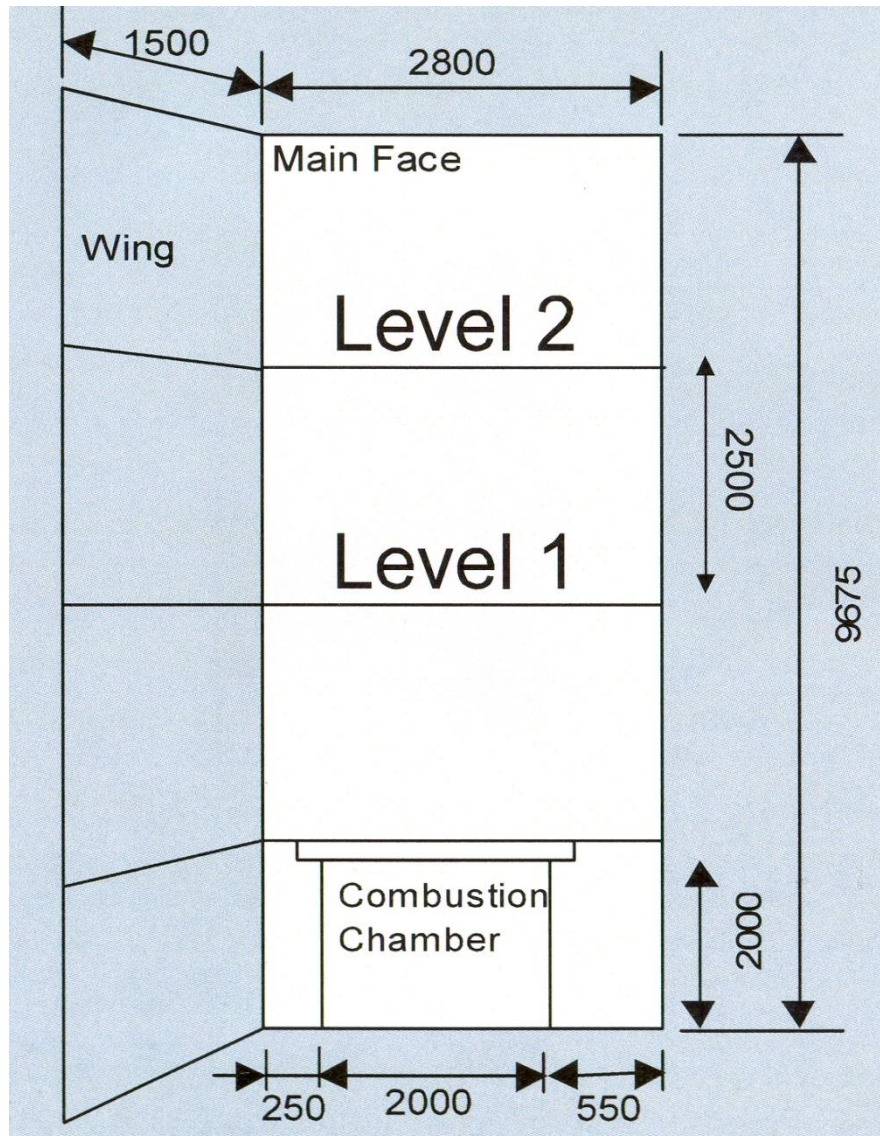
Zusammenfassende Wertung nach ADB (volume 2, section 12) für Gebäude mit einer Höhe von mehr als 18 m:

1. Äußere Oberflächen nach Diagramm 40 ADB, d.h.
 - class 0 (BS) oder **B-s3,d2 nach EN 13501-1**
 - profilierte oder ebene äußeren Stahlschichten in einer minimalen Dicke von 0,5 mm mit einer organischen Beschichtung von maximal 0,2 mm Dicke
2. Alle Dämm- und Füllmaterialien A2-s3,d2 oder besser
3. Alle Vorgaben für Hohlraumunterbrechungen oder Brandsperren (in jedem Geschoss) müssen umgesetzt werden

oder

- es muss ein Systemtest nach BS 8414 erfolgen.
- Leistungsbeschreibung nach BR 135 „Fire performance of external thermal insulation for walls of multi-storey buildings“
- **„Freiprüfen“ brennbarer Dämmstoffe auch an Hochhäusern möglich!**

British Standard BS 8414 – 1



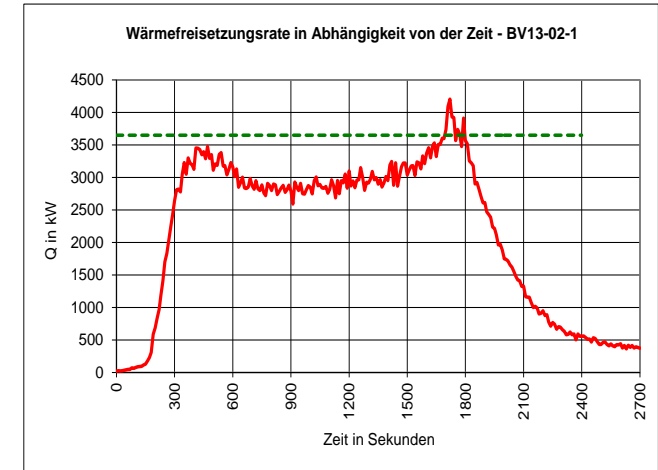
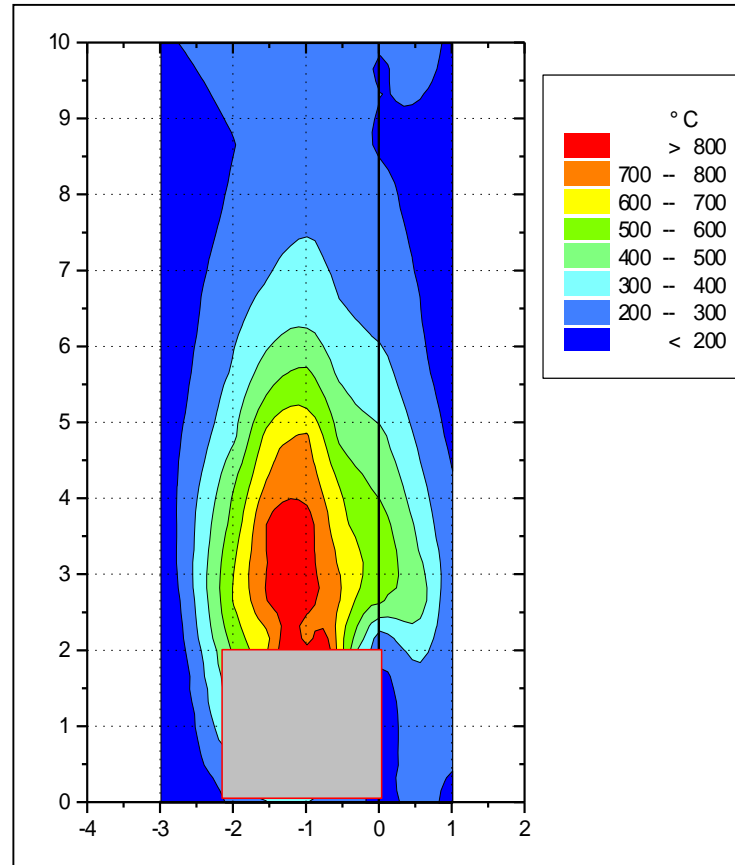
Versuchsstand:

- Eckanordnung. Breite 2,8 RW + 1,5 m EW (4,3 m)
- Höhe ca. 9,6 m (vier Etagen: 1 x 2,0 m + 3 x 2,5 m)
- Öffnung 2 x 2 m, Tiefe der Brandkammer 1,5 m

Brandlast:

- 400 kg Holz in Krippenform (+ ca. 2,5 l Isoprop.)
- Holzkrippe: 1,5 x 1,0 m Grundfläche, Höhe 1,2 m
- Stäbe 50 x 50 mm
- in Kammer 2 x 2 x 1,5 m direkt hinter der Fassade

British Standard BS 8414 – 1



Energiefreisetzung:

- im Mittel: 3,5 MW über 30 min
- maximal: 4,3 MW 29. Minute

Thermische Beanspruchung der Fassade:

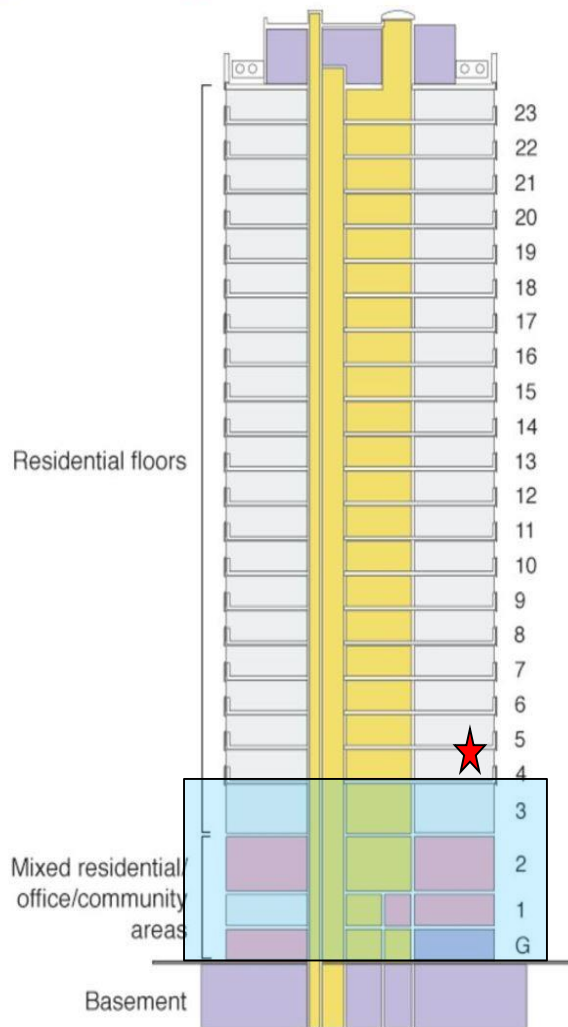
- Flammenaustritt: nach 4 Minuten
- Flammenhöhe: durchschnittlich 2,5 – 3,5 m (max. 4 m)
- Flammenaustrittsdauer ca. 30 Minuten
- Maximaltemperaturen vor der Fassade bis 2 m Höhe > 800 °C
- Temperaturen bis 500 °C bis ca. 4,2 m Höhe

Fazit:

- Brandlast eines 20 m² Wohnraums auf 4 m²
- Brandbeanspruchung ca. doppelt so hoch wie Bemessungsbrand (1,5 – 2 MW)
- angewendet für high rise buildings (H > 18 m)

Angaben zur Bauweise

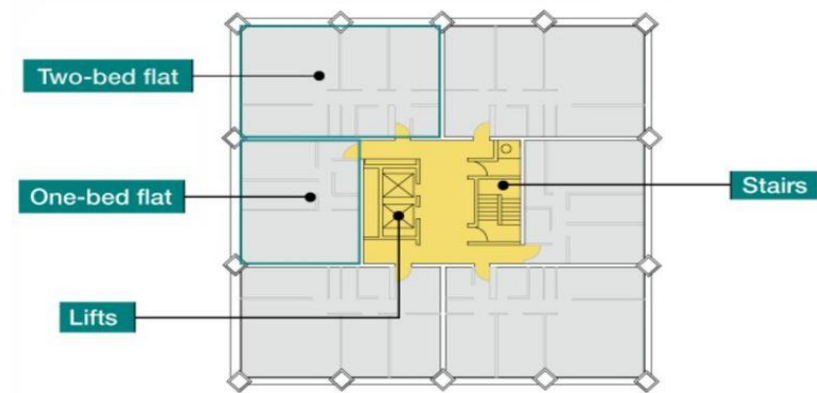
■ Stairs and lifts
 ■ Community areas
 ■ Residential
 ■ Other



Source: Studio E Architects

BBC

Typical residential floor in Grenfell Tower

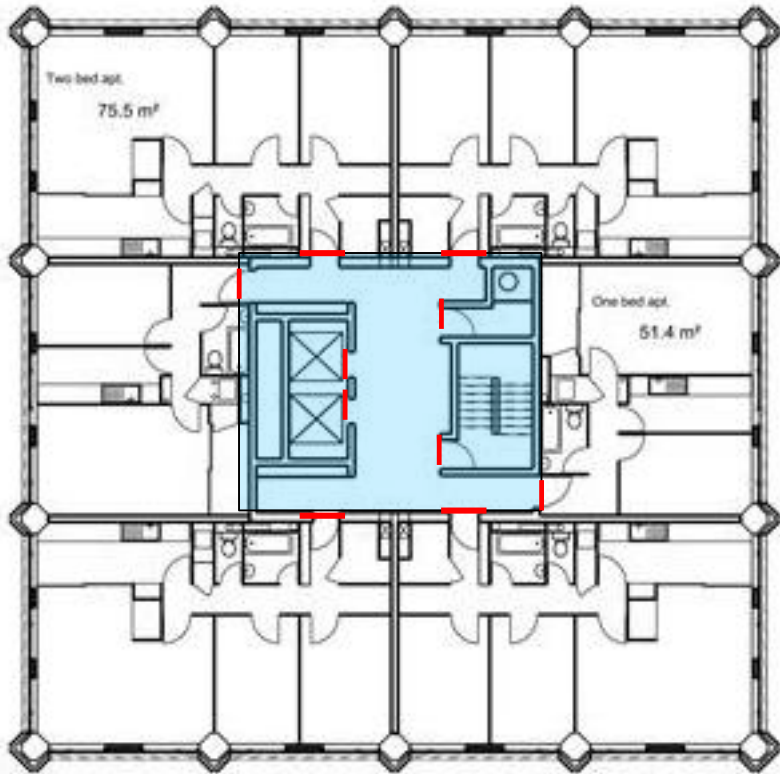


Source: Studio E Architects

BBC

- Errichtung 1972 – 1974 als Teil des „Lancaster West Estate“ sozialer Wohnungsbau („Brennpunkt“)
- Hochhaus mit 24 Stockwerken, Höhe 67 m
- 4 Etagen am Geländesockel „Mischnutzung“ (Geschäfte, Büros etc.)
- 20 Etagen mit 129 Wohnungen (400 – 600 Personen, anwesend ca. 300)
- quadratischer Grundriss, Breite 24,5 m, 6 Wohnungen pro Etage
- Massivbau, Stahlbetonskelettbauweise mit Stahlbetonkern, feuerbeständig
- Wohnungen in „Zellbauweise“
- außenliegende Stahlbetonstützen zur Lastabtragung aus Decken und Fassade
- nichttragende Außenwände
- **ein** innenliegender Treppenraum, 2 Lifts

Brandschutz „Rahmenbedingungen“ in Gebäudeinneren



- Trennung des Kerns von den angrenzenden Wohnungen durch massive Stahlbetonwände mit Feuerwiderstand
- Wohnungen in „Zellbauweise“, Wände mit Feuerwiderstand (massiv oder Trockenbau)
- Wohnungszugang durch Türen mit Feuerwiderstand (EI30), selbstschließend
- 6 Wohnungen je Etage (4 „two bed app.“ und 2 „one bed app.“), minimal 240 Bewohner, real mehr
- ein innenliegender Treppenraum im „Kern“, Grundfläche 9 m² mit Tür, zugänglich über „Flur“ (mechanische Entrauchung), keine weitere Schleuse, keine Überdruckanlage, mangelhafte Beleuchtung
- 2 Aufzüge im gemeinsamen Schacht, kein „Feuerwehraufzug“ für Gerät nicht nutzbar
- Installationsschacht im „Kern“ mit Hauptleitung für Gasversorgung, trockene Steigleitung mit Wandhydranten, Einspeisung im EG von außen (67 m)
- **keine** Sprinklerung
- keine wirksame Alarmanlage

Brandschutztechnisches Sicherheitskonzept Grenfell tower

Wait for the Fire Brigade to arrive. Do not re-enter the building

IF YOU ARE SAFELY WITHIN YOUR FLAT & THERE IS A FIRE ELSEWHERE IN THE BLOCK

You should initially be safe to stay in your flat keeping the doors and windows closed.

On arrival the Fire Brigade will make an assessment and will assist with evacuation if required.

If you wish to evacuate, leave closing the door behind you and exit the building.

Das Brandschutzkonzept beruht im Grenfell tower auf einem innenliegenden Treppenraum und angrenzenden „gekapselten“ Nutzungseinheiten in denen die Bewohner bis zu ihrer Rettung sicher sind, da ansonsten durch die Selbstrettung die Löscharbeiten behindert würden. Der Rat der Feuerwehren lautet daher „bleib in der Wohnung“ („Verweilprinzip“)

Zitat:

[Feuerwehrleute] brauchen keine Hunderte von Menschen, die die Treppe herunterkommen, wenn sie versuchen, das Feuer zu bekämpfen", sagte der Brandschutz-Experte der BBC.

Diesem Ansatz liegt allerdings zugrunde, dass das Feuer in der Ursprungsetage (plus maximal eine Etage) bleibt und die Brandausbreitung, auch an der Fassade auch auf diesen Bereich begrenzt ist.

Fassadengestaltung

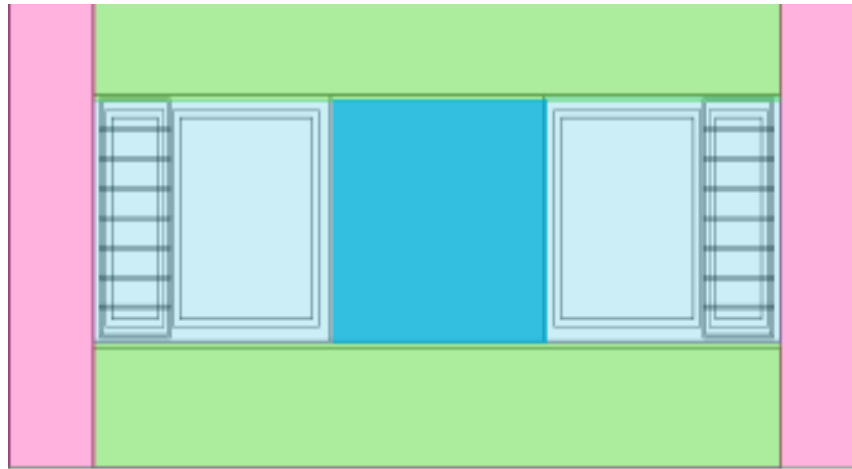


- nichttragende Außenwände; massive, nichtbrennbare Betonbrüstungen und Schürzen (als vorgefertigte Teile)
- Ausfachungen zwischen den Fenstern mit brennbarer Dämmung (PU) mit nichtbrennbarer Abdeckung (außen Glas, 6 mm, innen 12 mm GKB)
- klassische „Lochfassade“ mit übereinander liegenden, bedingt öffnbaren Fenstern
- Feuerüberschlagsweg (Oberkante eines Fensters bis zur Unterkante des darüber liegenden) ca. **1,3 m** (Schürze ca. 0,1 m, Geschossdecke ca. 0,2 m, Brüstung ca. 1,0 m)
- zweifach verglaste Fenster
- vertikale Strukturierung der Fassaden durch außenliegende massive Stahlbetonstützen, die allerdings ebenfalls mit einer Fassadenbekleidung versehen wurden

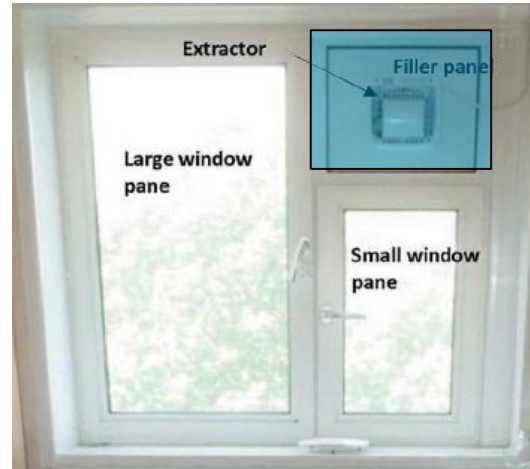
Sanierung

- 2012 Entwicklung eines Sanierungsplans für das bestehende Gebäude
Umsetzung 2015 - 2016
- Zielvorgaben:
 - Fassadensanierung mit doppelverglasten Fenstern
 - Wärmedämmung an der Fassade
 - Wechsel auf Gas als Heizquelle (soweit bekannt auch zum Kochen)
Absorptionswärmepumpe auf dem Dach, Gasetagenheizungen, Hauptleitung im Kern neben dem Treppenraum in separatem Schacht
- *Bewohner des Grenfell Towers organisierten sich im Vorfeld in der „Grenfell Action Group“ und machten im Zuge der Sanierung auf Brandschutzmängel aufmerksam*
- ***Nach Aussagen des Verwalters / Eigentümers wurde das Hochhaus im Jahr 2016 nach Abschluss der Sanierung durch die **Londoner Feuerwehr und das Kensington und Chelsea London Borough Council** als Gebäude „mittlerer Brandgefahr“, d.h. als „normales Brandrisiko“ eingestuft. Alle erforderlichen Gebäudeüberwachungen, die Brandschutz-, Gesundheits- und Sicherheitsstandards" wurden angeblich überprüft und erfüllt.***

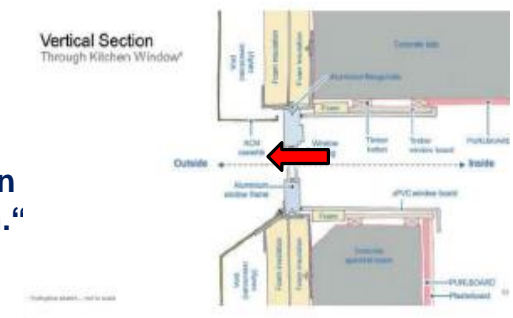
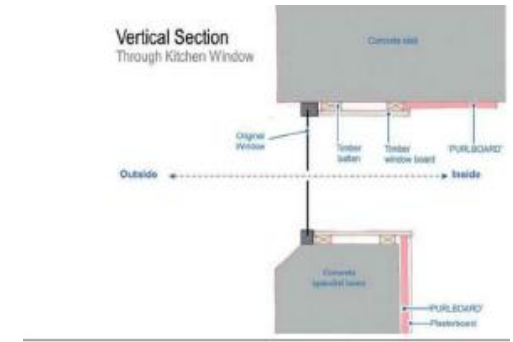
Außenwandbekleidung am Grenfell tower – Sanierungsentwurf 2012



Ansicht



„Fillerpaneel“ (25 mm XPS)



Vertikalschnitt, vorgesetzte Fenster

Zitat:

„Die gewählte Strategie besteht darin, das Gebäude in eine dicke Schicht aus Isolierung zu hüllen diese dann mit einer Bekleidung vor Witterungseinflüssen und physischen Schäden zu schützen.“

Spandrel Wall Panel (Green)

Element (Outside to Inside)	Conductivity W/(m.K)	Thickness mm
Zink Cladding (New Rain Screen)	160.0	3
Ventilated Cavity	n/a	50
Insulation (New, Celotex FR5000)	0.021	150
Cast Concrete (Existing)	1.400	250
Insulation (Existing)	0.035	10
Plasterboard (Existing)	0.160	12
Total		475
U-value (W/m2.K)		0.1248

Table 2-2 Spandrel Wall Panel Build-up

Column (Pink)

Element (Outside to Inside)	Conductivity W/(m.K)	Thickness mm
Zink Cladding (New Rain Screen)	160.0	3
Ventilated Cavity	n/a	50
Insulation (New, Celotex FR5000)	0.021	100
Cast Concrete (Existing)	1.400	100
Insulation (Existing)	0.035	10
Plasterboard (Existing)	0.160	12
Total		275
U-value (W/m2.K)		0.1810

Table 2-3 Column Build-up

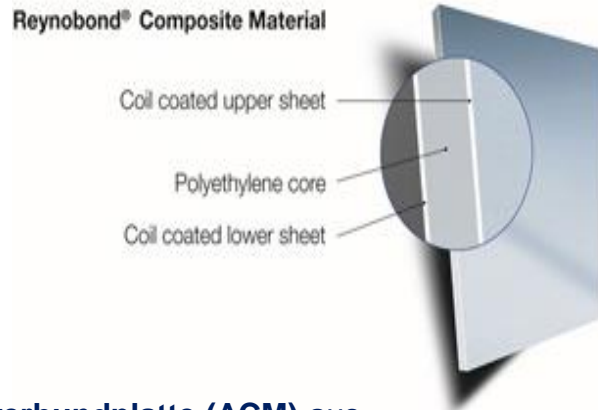
Glazing Infill Panel (Blue)

Element (Outside to Inside)	Conductivity W/(m.K)	Thickness mm
Glass	1.1	6
Insulation (New, Celotex FR5000)	0.021	100
Insulation (New, Celotex FR5000)	0.021	25
Plasterboard	0.160	12
Total		143
U-value (W/m2.K)		0.16

Table 2-4 Glazing Infill Panel Build-up

Verwendete Materialien für die Fassadenbekleidung 2016

Bekleidungsplatten



Kernverbundplatte (ACM) aus

Grundsätzlich drei Typen:

A Kern aus Polyethylen (PE) ohne Flammenschutzmittel

B Kern aus PE mit Flammenschutzmittel (FR)

C Kern aus Aluminiumhydroxid und

beidseitigen Deckschichten (Sandwich) aus Al-Blech (0,5 mm)

thermoplastische Materialien (PE 130 – 145 °C, Al ca. 700 °C)

am Markt verfügbar:

- Dicken: 3 – 6 mm

- Brandschutzqualitäten nach EN 13501-1:

Kern C: A2-s1, d0, „nichtbrennbar“

Kern B: B-s1, d0, „schwerentflammbar“

Kern A: E „normalentflammbar“

verwendete Platte: „Reynobond® Architecture PE“

Dicke 3 mm, **normalentflammbar!**

Dämmung

PIR/PU-Hartschaumdämmung

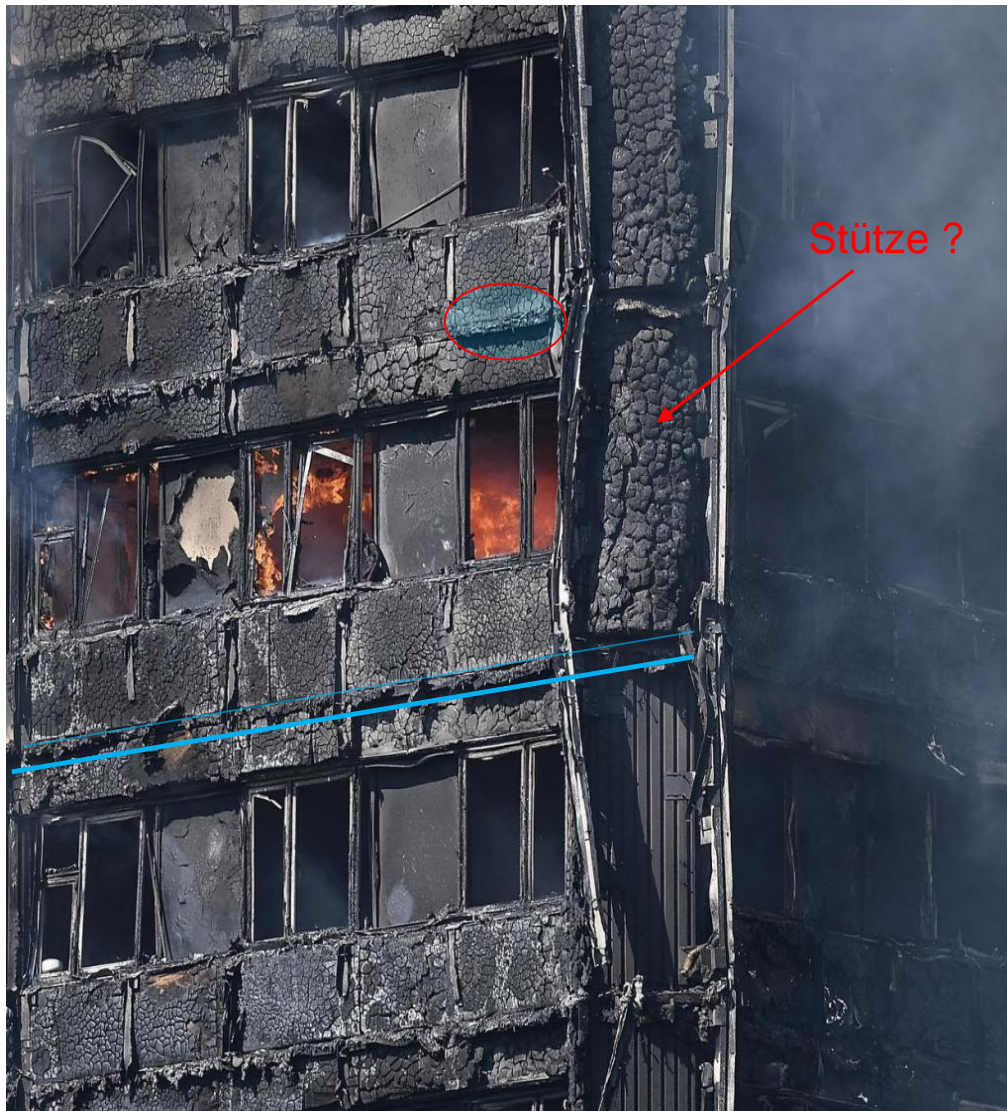
- „Bandware“ beidseits mit Aluminiumfolie kaschiert
- duroplastisch, formbeständig, verkohlend
- Hersteller Celotex, Produktname RS5000
- nach Aussagen des Herstellers geprüft nach BS 8414 **(allerdings nur mit einer nichtbrennbaren Bekleidung!!)**
- nach Herstellerangaben erfüllt die Dämmung die Anforderungen nach BR 135 und ist **damit** als Dämmung für vorgehängte hinterlüftete Fassadenbekleidungen an Hochhäusern mit mehr als 18 m Höhe geeignet
- Dämmdicke: 50 – 150 mm (am Grenfell tower 100 und 150 mm)
- Brandverhalten;
BS 476 Class 0 (keine Brandausbreitung)
Brandverhaltensklasse E nach EN 13501-1, **„normalentflammbar“**

Nach neueren Erkenntnissen wurde auch Phenol-Hartschaum (PF, schwerentflammbar) an ca. 30 % der Flächen eingesetzt der über ein vergleichbares Brandverhalten verfügt.

Sowohl die Dämmung als auch die Bekleidungsplatten erfüllten nur die Anforderungen an die niedrigste Brandverhaltensklasse nach EN 13501-1.

In Deutschland an der Fassade nur einsetzbar bei Gebäuden der GK 1 – 3 die kein Sonderbau sind.

Konstruktive Brandschutzmassnahmen



Die Planung sah horizontal umlaufende Brandsperren in jeder Etage unterhalb der Fenster und Brandriegel um die Fenster vor. Ob diese Brandsperren nur in der Dämmebene angeordnet waren oder auch im Hinterlüftungsspalt ist nicht bekannt.

VHF mit Alu-Kernverbundplatte (PE) im Originalbrandversuch (DIN 4102-20)

Versuch 2002

- Alu-Kernverbundplatte mit PE-Kern, Dicke 6 mm, „normalentflammbar“, Klasse E
- Hinterlüftungsspalt 50 mm
- Alu-Unterkonstruktion, vertikale Profile
- Dämmung: Mineralwolle-Platten, zweilagig, 100 mm, nichtbrennbar, Schmelzpunkt > 1000 °C
- **etagenweise Brandsperren im Hinterlüftungsspalt**



Versuchsbeginn



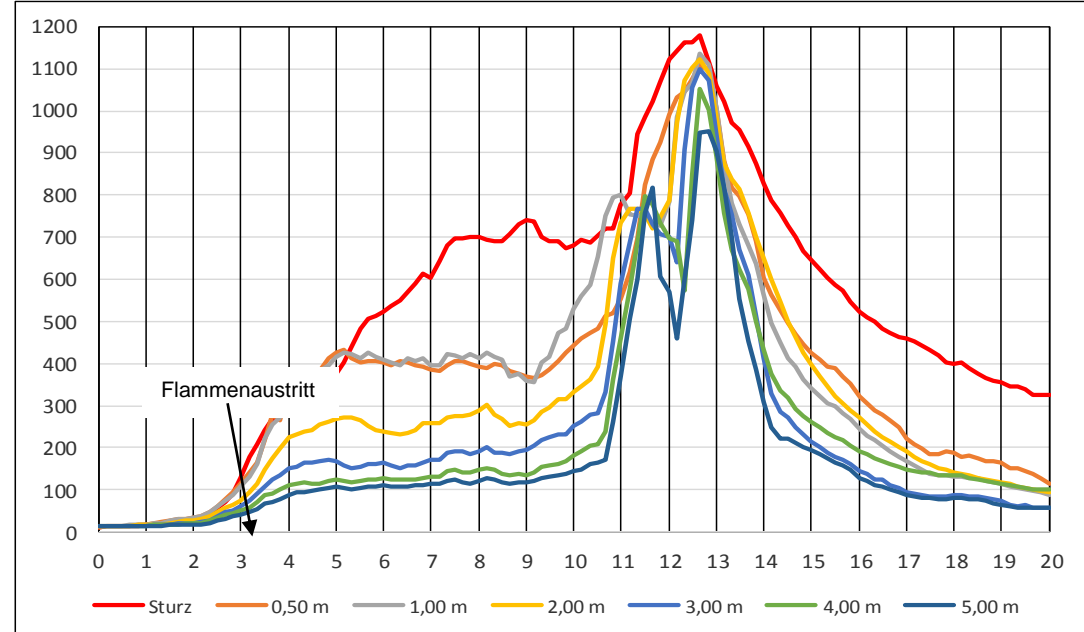
7. Prüfminute



9. -12. Prüfminute

VHF mit Alu-Kernverbundplatte (PE) im Originalbrandversuch (DIN 4102-20)

Versuchsergebnisse



Temperatur-Zeit- Verlauf 5 mm vor der Alu-Verbundplatte über die Höhe

- unmittelbare Entzündung bei Flammenaustritt aus dem Fenster eines sich im Vollbrand befindlichen Raums
- rasante Brandausbreitung in alle Richtungen, fortschreitender lokaler „Feuersturm“ als Flammenfront mit Temperaturen von 900 – 1200 °C für die Dauer von 3 – 5 Minuten
- hohe Intensität und brennendes Abtropfen kann zur flächigen Entzündung angrenzender brennbarer Materialien (z.B. Dämmung) führen

Schädigung nach dem Versuch

PU-Dämmung im Originalbrandversuch (DIN 4102-20)

„Baustellenversuch“

- PU/PIR-Dämmung nach EN 13165, unkaschiert, Blockware
- Rohdichte: ca. 32 kg/m³, Plattendicke 300 mm
- Brandverhalten: Brandverhaltensklasse **E** nach DIN EN 13501-1 **normalentflammbar**



Versuchsbeginn



30. Prüfminute



Schädigung

- lokale Entzündung bei Flammbeaufschlagung
- langsame Brandausbreitung, kein selbständiger Flächenbrand
- kontinuierlicher Beitrag zum Brandgeschehen (Energieabgabe), brennt in die Tiefe („Glühen“)
- Verkohlung und netzartige Risse im Flammenbereich

Brandentwicklung am Grenfell Tower (1)

- Brandentstehung. Defekter Kühlschrank in der Küche einer Wohnung im 4. OG (5. Etage)
- 0:54 Uhr: Brandmeldung:
- 1:00 Uhr: Eintreffen der Feuerwehr vor Ort, „entwickelter“ Brand, kein „flah-over“ (Flammenaustritt)
- 1:05 Uhr: wahrscheinlich Flammenaustritt vor die Fassade, Zeitpunkt Null
- 1:10 Uhr: Durchzündung an der Fassade, Beginn Fassadenbrand

Grenfell Tower: 14 June, 01:30 BST



25 Minuten
Gebäudeoberkante

02:10 BST



1:05
Bennen um 1. Ecke

02:34 BST



1:29
Erreichen nächster Ecke

Brandentwicklung am Grenfell Tower (2)



1:55
Brennen nach unten



2:18
2. Fassadenfläche brennt



2:39
2. Fassadenfläche

Brandentwicklung am Grenfell Tower (3)

04:20 BST



04:43 BST



05:16 BST



3:15

2. Fassadenfläche,
brennt nach unten,
3. Fassadenfläche erreicht

3:28

Gebäude innen und außen
umlaufend ausgebrannt

4:01

nur noch lokales Brennen an der Fassade

Die Löscharbeiten waren nach ca. 24 Stunden abgeschlossen.

Ingenieurbüro für Brandschutz und Fassaden Kotthoff

Beratung · Planung · Begutachtung · Schadensanalyse · Bauüberwachung

Dipl.-Ing. Ingolf Kotthoff · Torstraße 17, D-36457 Stadtlengsfeld · Tel. +49(0)36965 80532 · Mobil +49(0)172 202 68 30 · ikotthoff@aol.com · brandschutz-fuer-fassaden-kotthoff@gmx.de



Einflussfaktoren für den Fassadenbrand (1)

a. Brennende Alu-Verbundplatte mit PE-Kern



brennend, abtropfende
und abfallende Bekleidung



Brennen im Hinterlüftungsspalt

b. lokales Nachbrennen der PU-Dämmung nach Durchzug der Flammenfront



Einflussfaktoren für den Fassadenbrand (2)

c. lokaler geschossweiser Flammenüberschlag durch initiierte Raumbrände



d. Brandausbreitung im Gebäudeinnern

Dazu liegen keine belegbaren Aussagen vor. Eine solche Brandausbreitung ist allerdings im vorliegenden Fall definitiv nicht auszuschließen.

Diese 4 Faktoren, a – d, beschreiben die wesentlichen Brandeffekte die beim Brand des Grenfell tower aufgetreten sind. Die genannten Phänomene lösten sich teilweise gegenseitig aus, überlagerten sich und steigerten sich so zu einem wirklichen „brennenden Inferno“.

Löschmöglichkeiten

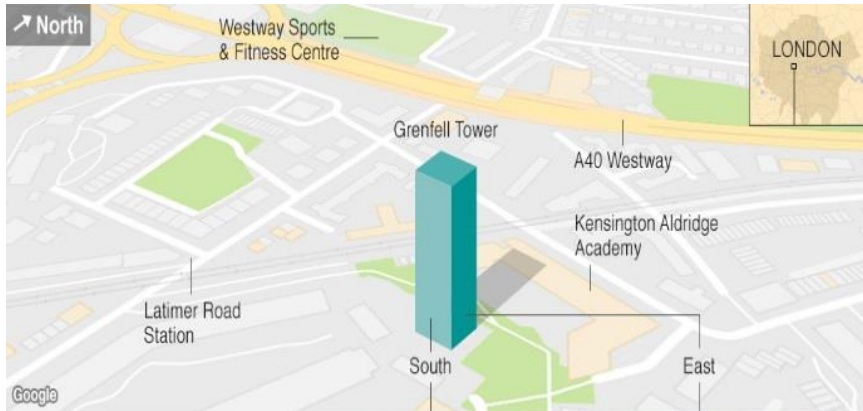


- 40 Feuerwehrfahrzeuge und mehr als 200 Feuerwehrleute waren im Einsatz
- oberhalb einer Höhe von ca. 10 – 12 Geschossen war kein Löschangriff der Feuerwehr von außen möglich
- lange Leiter (30 m) traf erst ca. 35 Minuten nach der Alarmierung am Gebäude ein
- ein Löschangriff innerhalb des Gebäudes ist in so vielen Etagen nicht zeitnah möglich

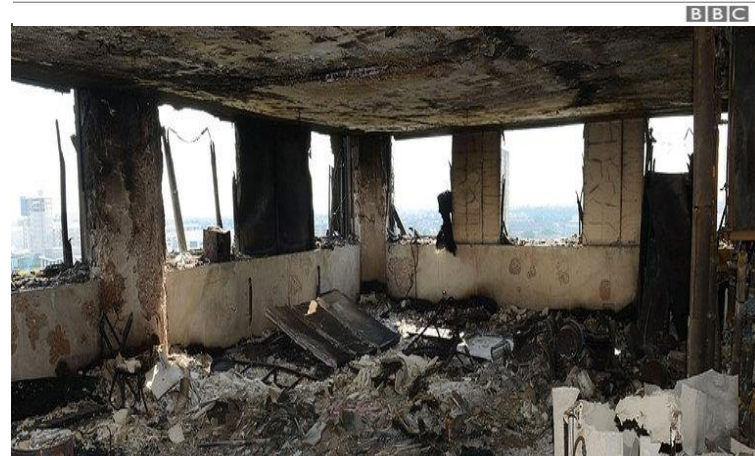
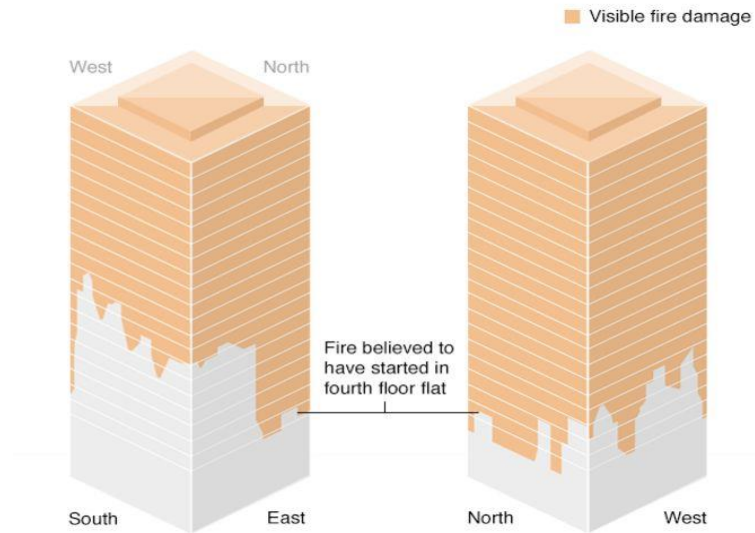
„Kühlen“ von außen - etagenweises Vorrücken - Ausbrennen lassen - Gebäude nur bedingt begehbar - keine Möglichkeit der Hilfeleistung



Schädigung

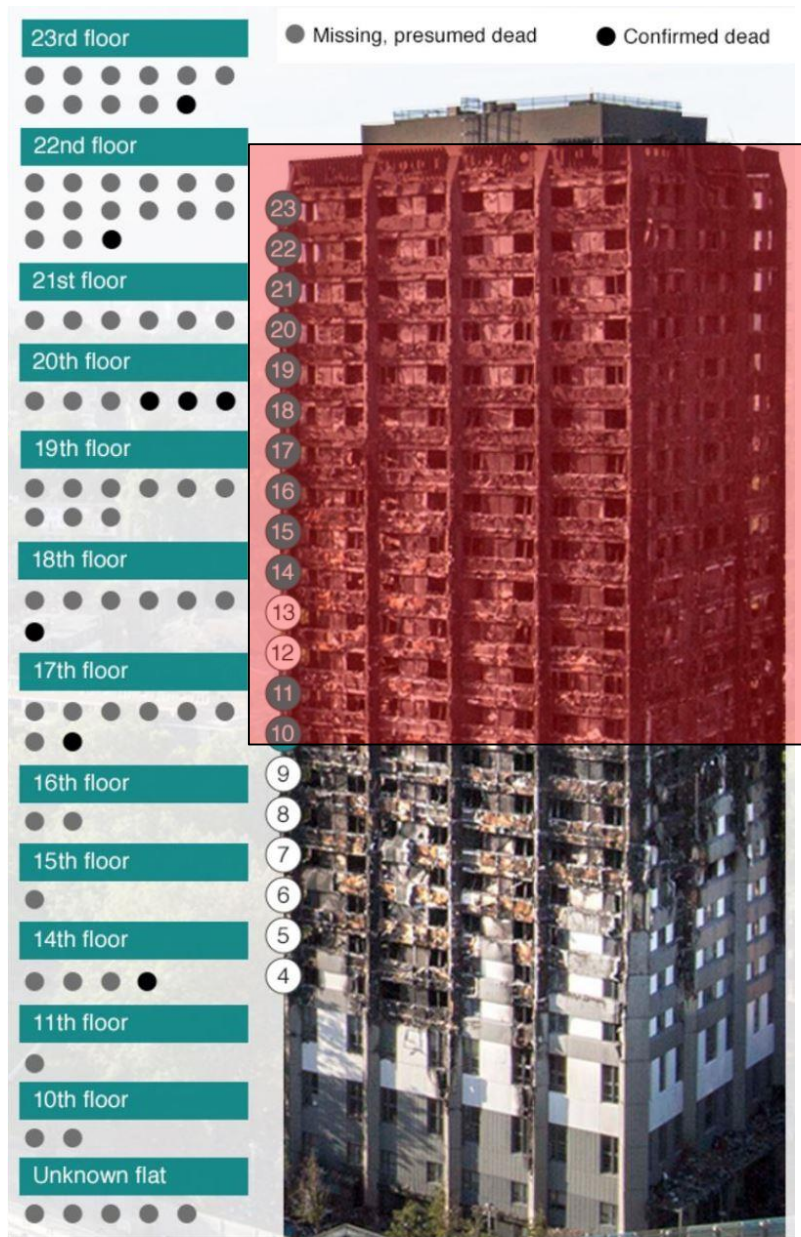


Fire damage at Grenfell Tower



Die Fassaden des Gebäudes sind oberhalb unterschiedlicher Höhen (5. – 14. Etage) bis zur Oberkante des Gebäudes weitgehend verbrannt. Lokal finden sich noch Reste unverbrannter PU-Dämmung (tiefere Schichten).

Verteilung der Todesopfer



- In den Bereichen in denen die Fassadenbekleidungen gebrannt haben, brannten, soweit erkennbar, die dahinter liegenden Wohnungen.
- Die obersten 12 Etagen die die Feuerwehr offenbar weder von innen und außen erreichen konnte sind völlig ausgebrannt = „**burnout**“.
- Die Überlebenschance der Bewohner in dieser „Todeszone“ war äußerst gering, wie auch der nebenstehenden Grafik der BBC zu entnehmen ist.
- Insgesamt starben direkt 71 Menschen, ein Teil durch Sprung, der Rest durch Rauchgasintoxikation und Inhalationsschlag. Trümmerschlag kann als Todesursache weitgehend ausgeschlossen werden da das Gebäude nicht kollabierte.

*BBC research has identified 77 dead / missing people and the floors they lived on. Police BBC

Schlussfolgerungen

Ein solcher Brand muss zwingend gründlich und unabhängig ausgewertet werden um eine Wiederholung künftig sicher zu verhindern.

Die physikalischen Gesetze des Brandes sind überall gleich und nicht verhandelbar!!

In einigen Ländern Europas (Deutschland, Schweiz, etc.) haben die anerkannten Regeln des Brandschutzes von **Hochhäusern** (Anwendung abgestimmter Komponenten)

- automatische Brandmeldeanlage in allen Etagen, in allen Nutzungseinheiten
- automatische Feuerlöschanlagen in allen Etagen (vollflächige Sprinklerung)
- hinreichende Tragfähigkeit der Baukonstruktion im Brandfall (Feuerwiderstand)
- hinreichende Kapselung (feuerwiderstandsfähige Trennung) der einzelnen Nutzungsbereiche zwischen den Etagen (Durchdringungen) und innerhalb einer Etage
- hinreichende Anzahl und Sicherheit der Rettungswege (Treppen und Flure)
- Zugänglichkeit für die Feuerwehr (Feuerwehraufzug)
- Löschwasserbereitstellung über etagenweise Hydranten
- **keine Verwendung brennbarer Baustoffe an den Fassaden vom Gelände an**
- Brandbarrieren im Hinterlüftungsspalt von ventilerten Fassadensystemen (VHF)

schon seit langem Eingang in die Baugesetzgebung gefunden, bisher leider noch nicht in allen. Ein einzelner Wohnraumbrand ist nicht verhinderbar, seine katastrophalen Auswirkungen auf mehr als 100 andere Wohnungen eines Gebäudes jedoch sehr wohl.

Bei konsequenter Anwendung der oben genannten Regeln kann ein solches Brandereignis ausgeschlossen werden.

Für Deutschland heißt das:

Neubauten: **konsequente** Umsetzung der MHHR

Bestand: komplette, fachgerechte Überprüfung (hinschauen reicht nicht, Festlegung von Regeln), „Reparieren“, Sanieren oder Abriss

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!“!



Ein „Berufspyromane“ beantwortet gern Ihre Fragen.

Ingenieurbüro für Brandschutz und Fassaden Kotthoff

Beratung · Planung · Begutachtung · Schadensanalyse · Bauüberwachung

Dipl.-Ing. Ingolf Kotthoff · Torstraße 17, D-36457 Stadtlengsfeld · Tel. +49 (0) 36965 80532 · Mobil +49 (0) 172 202 68 30 · ikotthoff@aol.com · brandschutz-fuer-fassaden-kotthoff@gmx.de

