

Dachexplosion in Würzburg

Beispiel für PC-unterstützte Schadenauswertung zur Risikoanalyse - „schadenprisma“ 4/93

Dipl.-Ing. (FH) Josef Mayr

Häufig spielt das Dach eine „Hauptrolle“ im Brandgeschehen. So erlangten spektakuläre Schäden wie z. B. die Dachexplosionen 1981 in Brunsbüttel und 1984 in Wyk auf Föhr eine traurige Berühmtheit. Welche Gefahren von einem thermisch beanspruchten Dach ausgehen können, sollte sich auch am 01. 11. 1992 in Höchberg bei Würzburg drastisch zeigen. Hier erlitten 7 Feuerwehrmänner und ein Zivilist bei einem zunächst als Routinebrand beginnenden Schadenfeuer durch zwei kurz hintereinander erfolgende Explosionen zum Teil erhebliche Verletzungen. Verursacht wurden die Explosionen durch Pyrolysegase, die aus der thermisch beanspruchten und sich zersetzenden Dachkonstruktion entstanden und sich über Hohlräume verteilten.

Schadenursache:

Die Ermittlungen zur Schadenursache sind noch nicht abgeschlossen. Deshalb sind keine Angaben hierzu möglich.

Schadenverlauf:

Mehrere Freiwillige Feuerwehren und die Berufsfeuerwehr Würzburg rückten gegen 20.45 Uhr zur Brandbekämpfung aus. Es brannte in einem gemischt genutzten Industriegebäude im 1. OG einer Computerfirma. Das Schadenfeuer entwickelte sich zunächst in einem örtlich begrenzten Bereich (Technik/Lager). Mobiliar, Geräte und Papier boten ihm dabei ausreichend Nahrung.

Ob bzw. welchen Feuerwiderstand die untergehängte Decke aus nicht-brennbaren Platten hatte, ließ sich nicht mehr feststellen. Nach dem Durchdringen der untergehängten Decke wurden die Trapezblechprofile einschließlich dem Dachaufbau erheblich thermisch beansprucht. Eine in diesem Bereich angeordnete Lichtkuppelabdeckung aus Kunststoff schmolz und wirkte ab diesem Zeitpunkt als Rauch- und Wärmeabzug.

Durch die Hitzeeinwirkung begann eine thermische Zersetzung des Dach-

aufbaus (Crackprozeß). Als erstes schmolzen die an der Unterseite vorhandenen Bitumenanteile (Kleber, Bitumenschicht der Dampfsperre) und liefen in die Tiefsicken, anschließend folgten die Aluminiumkaschierung und Wärmedämmung aus Polystyrol. Da die Tiefsicken den Flammen besonders ausgesetzt waren, wurde dort der thermische Zersetzungsprozeß beschleunigt. Der obere Dachabschluß aus einem ca. 1 cm dicken „Abdichtungspaket“ leistete den Flammen jedoch relativ lange Widerstand, da er erst nach der Zersetzung der Polystyrol-Wärmedämmung thermisch beansprucht wurde und zudem noch vollständig beküest war.

Durch die relativ lange standhaltende Abdichtung konnten die gasförmigen, brennbaren Zersetzungsprodukte in den Tiefsicken nicht nach oben entweichen. Mit zunehmender Erhitzung entwickelten sich immer mehr brennbare Pyrolyseprodukte und der Druck baute sich weiter auf.

Die brennbaren Gase verteilten sich in den Tiefsicken in beide Hallenlängsrichtungen. Anfangs war das Gasgemisch durch fehlenden Sauerstoff noch nicht zündfähig. Es gelangte dann durch verschiedene Öffnungen, wie z. B. den Längs- und Querstößen der Trapezbleche, Bohrlöchern oder Lichtkuppelan-schlüssen in den Deckenhohlraum der untergehängten Decke bzw. in den Brandraum. An diesen Stellen konnte zum Teil auch der Luftsauerstoff zutreten, so daß sich das Gemisch entzündete und zur Brandausbreitung beitrug.

Ein Teil der brennbaren Gase erreichte ohne zu zünden die Trennwand zum nördlichen angrenzenden Abschnitt (Medizinische Geräte). Sie verteilten sich hier sowohl in den Tiefsicken als auch im Deckenhohlraumbereich zwischen untergehängter Decke und Trapezblechen. Durch Sauerstoffzufuhr wurde das Gasgemisch schließlich zündfähig. Zudem waren ausreichende Zündquellen vorhanden. Es kam zur ersten Explosion, bei der sich nach Aussage von Zeugen das Dach angehoben hat. Eine Feuerschutztür in der Trennwand wurde dabei herausgerissen.

Die Trennwand zum nördlichen Abschnitt bestand aus 24 cm dickem Kalksandsteinmauerwerk, das bis Unterkante Stahlträger geführt war. Der Stahlträger bildete das Auflager für die Trapezblechprofile, die ohne Unterbrechung über den Träger liefen. Die unteren Sickenöffnungen im Trägeranschlußbereich waren mit Mineralfaser verschlossen. Ob die Tiefsicken (obere Sickenöffnungen) ebenfalls eine Abschottung aus Mineralfaser hatten, ist nicht bekannt.

Die durchlaufenden Trapezblechprofile ermöglichten es den brennbaren Gasen auch, in den angrenzenden Abschnitt einzudringen. Zudem hatte die erste Explosion durch das gehobene Dach und die herausgerissene Tür das Eindringen von weiteren Brandgasen ermöglicht. Es dauerte nur kurze Zeit, bis auch hier eine explosive Gas-mischung vorlag und eine Zündquelle die zweite Explosion auslöste.

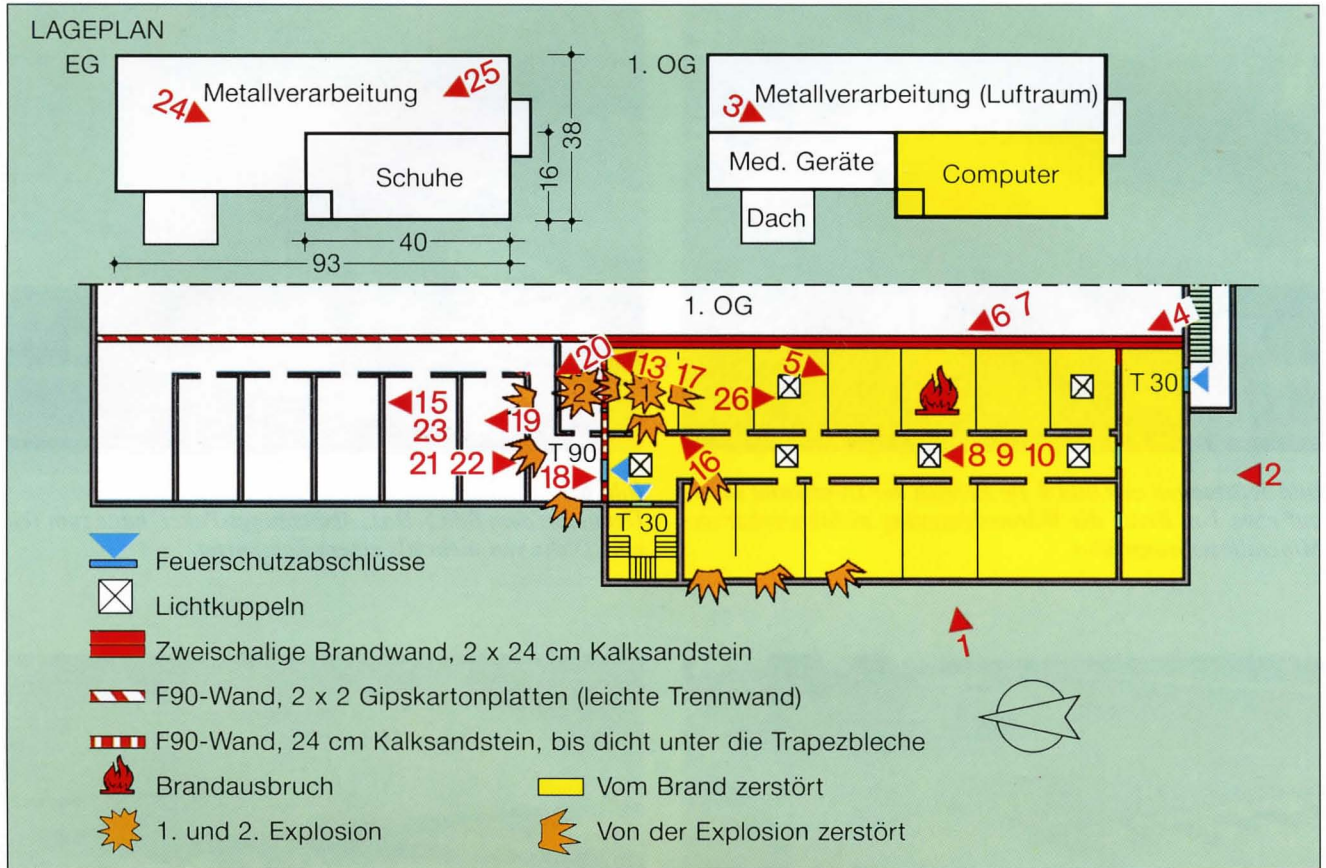
Durch beide Explosionen wurde ein erheblicher Schaden angerichtet. Eine Person, die sich gerade auf dem Dach befand, wurde so heftig nach oben und auf die Seite geschleudert, daß sie schwere Verletzungen und einen mehrfachen Stauchbruch erlitt. Erhebliches Glück im Unglück hatte ein Feuerwehrmann, der gerade mit schwerem Atemschutz einen Innenangriff über den Treppenraum starten wollte. Er wurde im 1. OG über das Treppengeländer nach unten geschleudert, landete aber im EG glücklicherweise auf größeren Grünpflanzen. Außerdem erlitten 6 weitere Feuerwehrmänner durch die Explosion Verletzungen.

In beiden Explosionsbereichen wurden mehrere Leichtbauwände sowie die untergehängten Decken zerstört, eingedrückt oder verschoben. Ein Waschbecken landete nach einer Flugweite von über 100 Metern auf der Straße. Auch die Fenster flogen zum Teil nach draußen. Insgesamt wurde im 1. OG die Halle an der Süd-West-Seite (Computer) vollständig und die Halle an der Nord-West-Seite im Anschlußbereich erheblich zerstört. Im EG traten umfangreiche Löschwasserschäden auf. Die östliche Hallenlängsseite erlitt nur geringe Schäden.

Dipl.-Ing. (FH) Josef Mayr,
Bayerische Versicherungskammer,
München

Tabellarische Schadenübersicht:

	Detail/Bereich	Kurzbeschreibung	
Gebäude/ Komplexgröße	Länge / Breite / Fläche Höhe / Anz. Geschoße	93 m / 38 m / 3500 m ² 9 m / 2 bzw. 1	
	Sonstiges	Halle in Querrichtung etwa mittig geteilt, versetzt angeordnete Abschnitte, an Nord-Westseite schließt Verwaltungsgebäude an, jedoch für Brandschaden ohne Bedeutung	
Größe Brandausbruchsbereich	Länge / Breite / Fläche Höhe / welch. Gesch.	40 m / 16 m / 640 m ² 4,50 m, Gesamthöhe 9 m / 2. Geschoß	
Raumaufteilung und Nutzung	Östliche Hallenhälfte	In voller Höhe eingeschößig Im nördlichen Hallenbereich Vergrößerung auf gesamte Hallenbreite durch eingezogene Zwischendecke, dort Halle zweigeschoßig. Nutzung: Metallverarbeitung	
	Westliche Hallenhälfte	Zweigeschoßig In Längsrichtung etwa mittig geteilt Nutzung: EG, südliche Hälfte: Schuh- und Textilverkauf EG, nördliche Hälfte: Metallverarbeitung, siehe oben 1. OG, südliche Hälfte: Computerverkauf 1. OG, nördliche Hälfte: Medizinische Apparate	
Tragwerk	Vertikal	An beiden Außenseiten und in Gebäudemitte (Längsrichtung): Stahlstützen ungeschützt	
	Horizontal	Östliche Hallenlängsseite: keine Geschoßdecken Westliche Hallenlängsseite: Stahlbetondecken auf ungeschütztem Stahltragwerk	
	Dach	Stahlträger (ungeschützt) in Gebäudequerrichtung	
Fassade:		Ausfachung der Stahlstützen mit Wandbauplatten aus Porenbeton, Belichtung durch Fensterbänder	
Abschnittstrennung	Metallverarbeit., Schuh- bzw. Computerverkauf	Geschoßhöhe, zweischalige Brandwand aus 2 x 24 cm Kalksandsteinmauerwerk. Nicht über Dach sondern nur bis dicht unter die Trapezbleche geführte. Im Dachbereich 1 m breiter Streifen aus Mineralfaser.	
	Metallverarb. Medizinische Geräte	EG: Horizontale Trennung durch Stahlbetondecke 1. OG: Leichte Trennwand aus Metallständerwerk und je zwei Lagen Gipskartonplatten (F 90?) Dach wie oben.	
	Schuhverkauf Computerverkauf	Horizontale Trennung durch Stahlbetondecke auf Stahltragwerk (ungeschützt)	
	Computerverkauf Medizinische Geräte	Kalksandsteinmauerwerk 24 cm bis Unterkante Stahlträger. Trapezbleche über Stahlträger geführt. Sicken zwischen Stahlträger und Trapezblechen mit Mineralfaser ausgestopft. Türe T 90.	
	Treppenträume	Zwei Treppenträume. Trennwände zum Gebäude Kalksandstein 24 cm. Bis dicht unter Stahlträger/Trapezbleche geführt. Sicken mit Mineralfaser ausgestopft. Türen T 30.	
Sonstige Wände	Zwischen Räumen, zu Sozialräum., zum Flur	Leichtbauwände aus Metallständerwerk und je eine Lage Gipskartonplatten. Wände bis dicht unter Stahlträger/Trapezbleche geführt. Sicken mit Mineralfaser ausgestopft.	
Dach	Flächentragwerk	Stahltrapezblechprofile in Gebäudelängsrichtung mit versetzten Querstößen	
	Wärmedämmung	Polystyrol 10 cm	
	Abdichtung	Bitumen-Dachabdichtungsbahnen, mehrlagig, Dicke ca. 1 cm	
	Schutzschicht	Vollständige Bekiesung, Höhe 5 cm	
	RWA	Keine automatische RWA. Nur Lichtkuppeln mit Kunststoffabdeckung (ausschmelzbare RA)	
Unterdecke	Metallverarbeitung	Keine Unterdecke	
	Andere Abschnitte	Unterhängte Decke ohne Dämmung (Metallabhängiger nichtbrennbare Platten). Höhe Deckenhohlraum ca. 40 cm	
Boden	Metallverarbeitung	Industriestrich	
	Andere Abschnitte	Schwimmender Estrich mit PVC-Fußbodenbelag	
Schaden	Schadenursache	Ermittlungen dauern an.	
	Brandentstehung	Raum im Computerverkauf	
	Beschädigte Bereiche	Computerverkauf:	Vollständig zerstört durch Feuer und Explosion
		Medizinische Geräte:	Umfangreich zerstört durch Explosion und Löschwasser
		Schuhverkauf:	Löschwasserschäden
		Metallverarbeitung:	Sehr geringe Schäden (Brandwand)
Besonderheiten	Dachexplosion! 8 Personen verletzt. Bitumen-Abdichtungsbahnen + Wärmedämmung (Polystyrol) schmelzen unter starker thermischer Belastung, fließen in Tiefsicken und werden thermisch zersetzt. (Crackprozeß) Die Pyrolysegase verteilen sich in den Tiefsicken und geraten über Öffnungen (Bohrungen, Stöße) in den Deckenhohlraum zwischen unterhängter Decke und Trapezblechen. Es folgen zwei Explosionen.		



Fotodokumentation



*Bild 1:
Ansicht von Westen*



*Bild 2:
Ansicht von Süden*



*Bild 3:
Dach der schadenbetroffenen Halle (Computer) von Süden aus gesehen. Der freie Streifen (mit Abdichtung ohne Bekiesung) zeigt die Trennung zwischen der Metallverarbeitung und dem Computerverkauf.
Trennung durch zweischalige Wand aus Kalksandsteinmauerwerk, bis dicht unter die Dachhaut geführt.*



*Bild 4:
Dach oberhalb des Brandausbruchbereiches von Nord-Ost aus gesehen.*



Bild 5: Situation aus Bild 4. Im Bereich der Trennwand wurde auf etwa 1 m Breite die Wärmedämmung nichtbrennbar aus Mineralfaser ausgeführt.



Bild 6: Detail aus dem Bild 5. Das „Abdichtungs-Paket“ hatte zum Teil eine Dicke von mehr als einem Zentimeter.



Bild 7: Dachaufbau und fortschreitender Zersetzungsprozeß. Links in Richtung Dachrand keine größere thermische Beanspruchung. Rechts in Richtung Brandausbruchsbereich große Hitze einwirkung. Die Polystyrol-Hartschaumplatten wurden aufgelöst, die Abdichtung blieb bestehen.



Bild 8: Detail aus Bild 7. Die Zersetzungprodukte verteilten sich in den Tiefsicken in Gebäudelängsrichtung.



Bild 9: Detail aus Bild 7.

Der Dachaufbau im thermisch nicht so beanspruchten Bereich.



Bild 10 und 11: Das brennbare Gasgemisch gelangte durch verschiedene Öffnungen wie z. B. den Längs- und Querstößen der Trapezbleche oder Bohrlöcher in den Deckenhohlraum zwischen untergehängter Decke und Trapezblechprofilen.



Bild 12: Ergänzung zu den Bildern 10 und 11. Auch über die Anschlüsse der Trapezbleche an den Lichtkuppeln konnten die Pyrolyse-gase in den Deckenhohl- bzw. Brandraum eindringen.



Bild 13: Unterhängte Decke aus nichtbrennbaren Platten und Trapezblechdach im nicht beschädigten Bereich. Im Hintergrund sind die Ausstopfungen der Sicken im Bereich von leichten Trennwänden (Halle mit medizinischen Geräten) zu sehen.



Bild 14: Das Gasgemisch verteilte sich sowohl in den Sicken als auch im Deckenhohlraum. Schließlich gelangte es zum dargestellten Explosionsbereich 1, erreichte eine zündfähige Konzentration und es kam zur ersten Explosion. An den Ablaufspuren ist deutlich zu sehen, daß auch flüssige Schmelzprodukte über die Tiefsicken bis hierher gelangen konnten.



Bild 15: Der Explosionsbereich 1 vor dem Ausräumen. Die Sanitär-Räume wurden vollständig zerstört. Ein Waschbecken flog über 100 m weit durch das entgegengesetzt angeordnete Fenster und landete auf der Straße.



Bild 16:
Situation aus Bild 15. Übersicht nach Entfernen der WC-Zwischenwände. Im Hintergrund die Trennwand zur angrenzenden Halle (Medizinische Geräte).



Bild 17:
Detail aus Bild 16. Diese Wand wurde bis dicht unter einen Stahlträger geführt. Die Trapezbleche liegen auf dem Stahlträger auf und laufen durch. Deutlich zu sehen ist die Sickenabdichtung an der Unterseite mit Mineralfaser.



Bild 18:
Der Explosionsbereich 2. Ansicht von der Trennwand in Richtung Norden. Die leichten Trennwände sowie die untergehängten Decken wurden in diesem Bereich zerstört bzw. eingedrückt.



Bild 19:
Explosionsbereich 2. Ansicht von Süden in Richtung Trennwand. Die Trennwand wurde durch die flüssigen Zersetzungsprodukte in den Tiefsicken überlaufen, was deutlich an den Laufspuren zu sehen ist.



Bild 20:
Explosionsbereich 2. Blick aus Norden zur Trennwand. Die Feuerschutztür wurde durch die Explosion aus der Wand herausgerissen. Deutlich zu sehen auch die untergehängte Decke mit dem zerstörten Deckenbereich.



Bild 21:
Detail aus Bild 20. Thermische Beanspruchung der Trapezblechunterseiten (Deckenhohlraumbereich).



Bild 22: Ausstopfungen aus loser Mineralfaser können die Ausbreitung von Gasen und flüssigen Zersetzungsprodukten nicht verhindern. Die Aufnahmen entstanden ca. 20 m nördlich von der Trennwand entfernt im Deckenhohlraum.



Bild 23: Ansicht von Norden. Der metallverarbeitende Betrieb. Im oberen Bereich leichte Trennwand (beidseitig doppelt beplankt) zur nördlichen Halle (Medizinische Geräte). Im Bereich der Plane wurde die leichte Trennwand zum Teil beschädigt, so daß hier Rauch eindringen konnte. Das Loch in der Trennwand (ein Feld davor) wurde durch die Feuerwehr gebrochen.



Bild 24: Detail aus Bild 23. Die Längstrennwand aus 2 x 24 cm Kalksandsteinmauerwerk war ebenfalls nicht über Dach geführt worden.



Bild 25: Die zerstörte Halle. Hinten links (Leiter) ist der Brand ausgebrochen. Deutlich ist die unterschiedliche Beanspruchung der Stahlträger zu sehen. (Anlauffarben bzw. Verrußung).



Bild 26: Ergänzung zu Bild 25.

Schadenerfassungsbogen - Dachexplosion Würzburg

Allgemeine Angaben		
Betriebsart	Detail	Ort
Industriegebäude	Lagerung und Produktion	Würzburg

Lfd. Nummer	PLZ	Land	Datum	Zeit
9924	8706	D	01.11.1992	20.45

Geb. Fläche	Anzahl UG	Anzahl VG	Anzahl DG	Gebäudehöhe	Baujahr
3.500	-	2	-	9	1970

Bemessung Industrieaurichtl.	BK	Fläche Brandabschnitt (m ²)
n	-	640

Schadensursache / Schadenssummen			
VK Nr.	VdS Nr.	Ursache Kurzinfo	Betriebsart Ursache
		noch nicht ermittelt. evtl. Brandstiftung	Computerverkauf

Schadenssummen	Gebäude	Betriebseinricht.	Betriebsunterbr.	Abbruch + Entsorg.
Tausend DM	1600			

Stichwörter	Dachexplosion Bitumen Dachabdichtung Polystyrol Wärmedämmung Trapezblech Sicken Dach Bekiesung Tragkonstruktion Stahl Unterdecke Brandwand Überdachführung Verletzte RWA
Kurzinfo	Bitumen-Dachabdichtung + Polystyrol schmelzen unter Hitzeeinwirkung. Gase verteilen sich in Tiefsicken und von dort in Deckenhohlraum. (Unterhängte Decke.) Sicken mit Mineralfaser abgeschottet wirkungslos. Zwei Explosionen mit 8 Verletzten. Gebäudekonstruktion: Stahlbau mit Stahlbetondecken, Stahlstützen und Stahlträgern ungesch.

Schadenumfang			
	Art	Beschädigungsgrad	Beschädigungsart
Brandentstehungs Ber.	2	1	4
Angrenzender Bereich	2	2	4

Tragwerk / Umfassungswand					
	Baustoff	Feuerwid.	Beanspruchung	Ausführung	Funktion
Tragw. Horiz.	5	0	1	1	1
Tragw. Vertik.	5	0	3	1	1
Umfass. Wand	2	0	3	1	1

Brandlast		
	Größe	Beteiligung am Brandgeschehen
Betriebliche Brandlast	2	1
Bauliche Brandlast	2	1

Räumliche Trennung				
Art der räumlichen Trennung	Abstand	Beanspruchung	Ausführung	Funktion
-	-	-	-	-

Bauliche Trennung				
Bauteil	Detail	Beanspruchung	Ausführung	Funktion
2	2	1	3	2
3	2	3	3	3

Leitungsdurchführung / Abschottung				
Bauart	Feuerw.	Beanspruchung	Ausführung	Funktion
-	-	-	-	-

Ummantelung / Installationsschacht, -kanal				
Bauart	Feuerw.	Beanspruchung	Ausführung	Funktion
-	-	-	-	-

Löschanlage							
Bauart	Umfang	Auslösung	Sprinkler ausgelöst	Wasser- schaden	Bean- spruchung	Aus- führung	Funktion
-	-	-	-	-	-	-	-

Brandmeldung / Verletzte / Tote			
BM durch	Aufschaltung / Meldung	Zeit bis Brandbek.	Verl. / Tote
3	1	2	5

Brandbekämpfung		
Einsatz Feuerlöscher	Beginn Brandbek. durch	Eingesetzte Personen
0	4	3

RWA-Anlage				
Bauart	Größe	Beanspruchung	Ausführung	Funktion
2	u	1	1	3

Organisation / Löschwasserversorgung / Löschwasserrückhaltung			
	Beanspruchung	Ausführung	Funktion
Organisatorischer Brandschutz	1	3	3
Löschwasserversorgung	2	1	1
Löschwasserrückhaltung/Umweltschutz	-	0	-

Brandgeschehen Dach						
Dachhaut	Tragw. Fläche	Dämmstoff	Besonderheit	Beanspr.	Ausführ.	Funktion
6	7	1	6	1	3	3

Brandgeschehen Fassade						
Fassade	Tragw. Fläche	Dämmstoff	Besonderheit	Beanspr.	Ausführ.	Funktion
-	-	-	-	-	-	-

Brandgeschehen Verkleidung / Hohlraum						
Verkl./Hohlr.	Tragw. Fläche	Dämmstoff	Besonderheit	Beanspr.	Ausführ.	Funktion
1	7	0	1	1	1	3