



# Aussenwandbekleidungssysteme Hochhäuser

## Grundlagendokument

---

### Das Wichtigste in Kürze

Das vorliegende Grundlagendokument gibt als erstes einen Überblick über die heutigen gesetzlichen Grundlagen in Bezug auf Aussenwandkonstruktionen. In den Ziffern 3 und 4 werden mögliche Brandszenarien sowie der physikalische Vorgang bei der Brandausbreitung an einer Fassade beschrieben. Weiter wird das Risiko von herabfallenden Teilen diskutiert und zum Schluss auf die Intervention der Feuerwehr eingegangen.

Das Dokument soll helfen, den Vorgang und die verschiedenen Risiken eines Brandes an einer Fassade besser zu verstehen und die von der VKF auf dieser Basis publizierten Schutzziele für Aussenwandbekleidungssysteme an Hochhäusern nachvollziehen zu können.

Verabschiedet durch die Technische Kommission Brandschutz, 12. September 2023

---

Version: 1-0, 12. September 2023

Zuständigkeit: Fachkommission Bautechnik FBT

---



## Inhalt

1	Ausgangslage .....	3
2	Gesetzliche Grundlagen .....	3
2.1	Allgemeine Anforderungen .....	3
2.2	Gebäude mittlerer Höhe .....	4
2.3	Hochhäuser .....	4
3	Brandszenarien .....	5
4	Brandausbreitung.....	6
4.1	Erkenntnisse aus realen Bränden und Brandversuchen .....	6
4.2	Brandausbreitung bei einem Aussenwandbekleidungssystem RF1.....	7
4.2.1	Brandverlauf mit geschlossenen Fenstern .....	7
4.2.2	Brandverlauf mit offenen Fenstern .....	8
5	Herabfallende Fassadenteile im Brandfall.....	8
6	Intervention der Feuerwehr.....	9
7	Literaturverzeichnis.....	10

## Abkürzungen

Abkürzung	Erklärung	Abkürzung	Erklärung
Abs.	Absatz	VKF-BSN	VKF-Brandschutznorm
(cr)	kritisches Brandverhalten	VKF-BSR	VKF-Brandschutzrichtlinie
RF	Brandverhaltensgruppe	VKF-BSV	VKF-Brandschutzvorschriften
TKB	Technische Kommission Brandschutz der VKF		

## Änderungskontrolle

Version	Datum	Autor	Bemerkungen/Änderungen
1-0	12.09.2023	M. Donzé / R. Wiederkehr	1. Publikation



## 1 Ausgangslage

PV-Anlagen und Gebäudebegrünungen rücken insbesondere im urbanen Ballungsraum immer mehr in den Fokus der Architektur. Neben den Hausdächern werden diese aus brennbaren Baustoffen/Materialien bestehenden Systeme zukünftig vermehrt an Fassaden verbaut, mit dem Ziel einer Anwendung auch an Hochhausfassaden.

Die heutigen VKF-Brandschutzvorschriften 2015 sind sehr stark massnahmenorientiert. In der VKF-BSN 1-15 sind zwar die grundlegenden Schutzziele definiert, für die einzelnen Massnahmen fehlen die Schutzziele aber beinahe vollständig. So auch für die Aussenwandkonstruktion bei Hochhäusern. Gemäss VKF-BSR 14-15 Ziffer 3.1.2 müssen Aussenwand und Aussenwandbekleidungs-systeme von Hochhäusern aus Baustoffen der RF1 bestehen. Das detaillierte Schutzziel dieser Massnahme ist nicht bekannt.

Eine Arbeitsgruppe hat im Rahmen eines TKB-Projektes die Schutzziele von Aussenwandbekleidungs-systemen an Hochhäusern erarbeitet und daraus die Rahmenbedingungen für die Anwendung von Nachweisverfahren bei PV-Anlagen oder anderen Systemen an Hochhäusern abgeleitet. Die Ergebnisse sollen kurzfristig für laufende Projekte zur Verfügung stehen und mittelfristig in das Projekt BSV 2026 einfließen.

Das vorliegende Grundlegendokument gibt einen generellen Überblick (Kurzfassung) über die gesetzlichen und brandschutztechnischen Grundlagen, damit die formulierten Schutzziele nachvollzogen werden können.

## 2 Gesetzliche Grundlagen

Nachfolgend werden die heutigen Anforderungen der VKF-BSV 2015 in Bezug auf die Aussenwand und die Aussenwandbekleidung bei Gebäuden mittlerer Höhe und Hochhäusern beschrieben.

### 2.1 Allgemeine Anforderungen

Die folgenden Anforderungen gelten für alle Gebäudehöhen:

*Fensterrahmen und flächenmässig nicht relevante Bauteile (Anschlussfugen, Dichtungen, Isolierstege, Randstreifen usw.), welche konstruktiv zwingend notwendig sind, müssen mindestens aus Baustoffen der RF3 (cr) bestehen. Sie dürfen unabhängig der Vorgaben an die Materialisierung eingesetzt werden. (VKF-BSR 14-15 Ziffer 2 Abs. 7)*

*Fassadenbahnen, Perimeterdämmungen gegenüber Erdreich und Sockeldämmungen bis 1.0 m über fertigem Terrain dürfen aus Baustoffen der RF3 (cr) bestehen. Sockeldämmungen aus Baustoffen RF3 (cr) sind auf Balkonen und Terrassen im Spritzwasserbereich zulässig (max. Höhe ab Schutz- oder Nuttschicht 0.25 m). (VKF-BSR 14-15 Ziffer 3.2.8 Fussnote [3])*



## 2.2 Gebäude mittlerer Höhe

Für Aussenwandbekleidungs-systeme an Gebäuden mittlerer Höhe wurde in der letzten Überarbeitung der Brandschutzvorschriften das Schutzziel definiert:

*Brennbare Aussenwandbekleidungen und / oder Wärmedämmungen sind konstruktiv so zu unterteilen, dass sich ein Brand an der Aussenwand vor dem Löschan-griff durch die Feuerwehr um nicht mehr als zwei Geschosse oberhalb des Brandgeschosses ausbreiten kann. (VKF-BSR 14-15 Ziffer 3.1.1 Abs. 2)*

Daraus wurden sowohl Massnahmen für die Zugänglichkeit der Feuerwehr im Allgemeinen als auch spezifische Massnahmen für hinterlüftete Fassadensysteme abgeleitet:

*Werden für Aussenwandbekleidungen und / oder Wärmedämmungen brennbare Bauprodukte verwendet, muss die Zugänglichkeit für die Feuerwehr für den Löscheinsatz (z. B. Druckleitungen, mobiler Wasserwerfer) an die jeweiligen Fassadenflächen gewährleistet sein. (VKF-BSR 14-15 Ziffer 3.1.1 Abs. 1)*

*Hinterlüftete Fassaden an Gebäuden mittlerer Höhe müssen mit einer von der VKF anerkannten oder gleichwertigen Konstruktion ausgeführt werden, wenn die Aussenwandbekleidungen und / oder im Hinterlüftungsbereich Dämmstoffe bzw. flächige Schichten aus brennbaren Baustoffen bestehen. (VKF-BSR 14-15 Ziffer 3.2.3 Abs. 1)*

Für die detaillierte Ausführung einer hinterlüfteten Fassade sind weitere Anforderungen an das Brandverhalten der Befestigungen, der linearen Unterkonstruktionen sowie an die Bekleidungen und Wärmedämmschichten in der VKF-BSR 14-15 Ziffer 3.2.3 und 3.2.8 definiert.

Damit sind bei Gebäuden mittlerer Höhe sowohl das Schutzziel wie auch die Massnahmen bekannt. Es existieren normierte Prüfverfahren, auf welchen bereits für Holzfassaden und Wärmedämmverbundsysteme von den Verbänden ein Stand der Technik Papier erarbeitet wurde. Es besteht zudem die Möglichkeit, für produktspezifische Systeme einen Eintrag im VKF-Brandschutzregister (Untergruppe 162) zu erlangen.

## 2.3 Hochhäuser

Für Hochhäuser sind in Bezug auf das Brandverhalten und die Brandabschnittsbildung in der Fassade folgende Massnahmen festgehalten:

*Aussenwand und Aussenwandbekleidungs-system von Hochhäusern müssen aus Baustoffen der RF1 bestehen. Ausgenommen sind Kunststoffdübel und punktuelle Rückverankerungen von Wärmedämmungen sowie die gemäss (VKF-BSR 14-15) Ziffer 2, Abs. 7 definierten flächenmässig nicht relevanten Bauteile. (VKF-BSR 14-15 Ziffer 3.1.3 Abs. 1)*



*Bei allen Gebäudehöhen (inkl. Hochhäuser) müssen punktuelle Befestigungen / Rückverankerungen von hinterlüfteten Fassaden, welche sich innerhalb der Wärmedämmung befinden, mindestens aus Baustoffen der RF3 (cr) bestehen. (VKF-BSR 14-15 Ziffer 3.2.3 Abs. 3)*

*In jedem Geschoss sind im Anschlussbereich der Geschossdecke an die Aussenwand Massnahmen zu treffen, damit eine Brandausdehnung eingeschränkt wird. Bei Konzepten mit Löschanlagenvollschutz sind keine Massnahmen erforderlich. (VKF-BSR 15-15 Ziffer 3.7.13 Abs. 1)*

Im Anhang der VKF-BSR 15-15 werden als bauliche Massnahme im Anschlussbereich eine Brüstung (EI 30, H  $\geq$  0.9 m), eine Auskragung (EI 30, B  $\geq$  1.5 m) oder eine Auskragung mit Brüstung (EI 30, H  $\geq$  0.9 m wenn B < 1.5 m) vorgeschlagen.

Grundsätzlich sind die Anforderungen an Hochhaus-Fassaden in den heutigen Brandschutzvorschriften vor allem über die VKF-BSR 14-15 geregelt. Das heisst, die Brandverhaltensgruppe der einzelnen Schichten definiert die zu verwendenden Baustoffe/Materialien. Es gibt weder Anforderungen an die Fassadenkonstruktionen als Gesamtsystem noch eine klare Aussage bezüglich des effektiven Schutzzieles.

### **3 Brandszenarien**

Grundsätzlich kann eine Fassade durch folgende vier Brandszenarien beansprucht werden:

1. Brandübertrag von einem benachbarten Gebäude;
2. Brand ausserhalb des Gebäudes an einer Fassade, z.B. Brand eines Autos, Müll-Containers oder auf einem Balkon;
3. Brand durch Aktivierung in oder an der Fassade, z.B. Leuchtreklame oder PV-Anlage;
4. Brand innerhalb des Gebäudes in einem an die Aussenwand grenzenden Raum mit mindestens einer Öffnung in der Aussenwand.

Die Eintretenswahrscheinlichkeit der einzelnen Szenarien kann heute nur abgeschätzt werden. Für eine verlässliche Aussage fehlen Schadensdaten und Erfahrung. Das Schadensausmass für die Fassade ist bei einem Brand aus einem Raum mit geöffneten oder zerstörten Fenstern am grössten. Das vierte Szenario ergibt somit die höchste thermische Belastung für die Fassade und wird deshalb als Grundlage verwendet und in den weiteren Ziffern ausführlich beschrieben.



## 4 Brandausbreitung

Der fachliche Inhalt dieses Kapitels stammt aus [1] und wurde entsprechend an die vorliegende Aufgabenstellung angepasst. Die Brandausbreitung ist ein physikalischer Vorgang und somit unabhängig davon, ob sich der Raum in einem Gebäude geringer Höhe, mittlerer Höhe oder in einem Hochhaus befindet. Die thermische Beanspruchung der Fassade wird hinsichtlich Dauer und Intensität vergleichbar sein.

### 4.1 Erkenntnisse aus realen Bränden und Brandversuchen

Die Punkte beziehen sich auf das vierte Brandszenario mit einem Brand innerhalb des Gebäudes in einem an die Aussenwand grenzenden Raum mit mindestens einer Öffnung (Fenster oder Balkontür). Es sind nur die wichtigsten Erkenntnisse aus verschiedenen Brandversuchen und realen Bränden aufgeführt.

1. Ein Flammenaustritt durch eine Aussenwandöffnung auf die Fassade findet erst nach der Durchzündung des Raumes („flash-over“) mit dem Übergang zum Vollbrand statt. Teilweise unverbrannte Pyrolysegase treten aus dem Brandraum aus, mischen sich mit Frischluft (Sauerstoff) und verbrennen vor der Fassade. Vor der Durchzündung austretende Heissgase führen lediglich zu einer Erwärmung der Fassade.
2. Der Zeitpunkt des „flash-over“ und damit der Beginn des Vollbrandes ist wesentlich von der Art der Brandbelastung (mobile und/oder immobile Brandbelastung) sowie den Ventilationsbedingungen abhängig. Der „flash-over“ kann nur bei hinreichender Ventilation (offene Innentür oder Fenster) innert 7 bis 20 Minuten nach der Brandentstehung im Rauminnern eintreten. Bei grösserer Raumgeometrie verzögert sich dieser Zeitpunkt.
3. Die thermische Beanspruchung durch Flammen (Temperatur  $\geq 540^{\circ}\text{C}$ ) an der Fassade nach dem „flash-over“ dauert bei einem Raum mit mittlerer Brandbelastung (500 – 1000 MJ/m<sup>2</sup>) 10 bis 15 Minuten. Danach kommt es zum Rückgang der Brandintensität und aus dem Fenster treten keine Flammen mehr aus. Nach dieser Zeit ist die im Raum befindliche Brandlast weitgehend verbrannt (Gesamtbranddauer 20 bis 35 Minuten). Die Intensität der Brandbeanspruchung auf die Fassade hängt weitgehend von der Sauerstoffzufuhr ab (ventilationsgesteuerter Brand). Eine höhere Brandbelastung (mobil und/oder immobil) führt nicht zu einem intensiveren Brand oder einer höheren Flammenlänge, sondern zu einer längeren Branddauer.
4. Die Längen der sichtbaren Flammen vor der Fassade betragen in der Vollbrandphase zwischen 2 m und 4 m (gemessen vom Fenstersturz). Durchschnittlich stellt sich bei einem Flammenaustritt aus einem normalen Fenster eine Flammenlänge von 3 m ein. Kurzzeitig sind Flammenlängen bis zu 6 m möglich.
5. Eine Brandweiterleitung von der Brandetage in das darüber liegende Geschoss kann infolge der Flammenlänge bei übereinanderliegenden Aussenwandöffnungen in endlicher Zeit (15 – 20 Minuten) auch bei vollständiger nichtbrennbarer Aussenwand erfolgen, da der Feuerüberschlagsweg, das heisst die Entfernung bis zur nächsten Fensteröffnung, in der Regel nur 1.0 m bis 1.5 m beträgt.



6. Die bauliche Massnahme bei einem Hochhaus gemäss VKF-BSR 15-15 Anhang zu Ziffer 3.7.13 mit einer mindestens 0.9 m hohen Brüstung mit 30 Minuten Feuerwiderstand, wird eine Brandweiterleitung in das obenliegende Geschoss nicht verhindern, sondern höchstens verzögern.
7. Als vorbeugende Massnahmen zur Verhinderung des Flammensprungs von Etage zu Etage sind nur geeignet:
  - a. Feuerwiderstandsfähige Aussenwände ohne oder mit feuerwiderstandsfähigen Öffnungen;
  - b. Horizontale Auskragungen mit Feuerwiderstand zwischen allen Geschossen mit mindestens 1 m Tiefe;
  - c. Um mindestens 1 m zurückgesetzte, pyramidale Bebauung;
  - d. Vertikale Brüstungen mit Feuerwiderstand und mindestens 4 m Höhe (nur Fenster alle zwei Etagen);
  - e. Partieller Sprinklerschutz im Fassadenbereich oder Sprinklervollschutz im Gebäude.
8. Aus experimentellen Ergebnissen ist bekannt, dass sich die seitliche Ausbreitung des Brandes (links und rechts der Brandausbruchsstelle) langsamer vollzieht als in vertikaler Richtung (Faktor ca. 1:10). Für die weitere Betrachtung spielt deshalb die horizontale Brandausbreitung eine untergeordnete Rolle.

#### **4.2 Brandausbreitung bei einem Aussenwandbekleidungssystem RF1**

Aus den in Ziffer 4.1 getroffenen Aussagen ergibt sich, dass eine «Lochfassade» mit übereinanderliegenden Öffnungen am kritischsten ist. Aus den Erkenntnissen lassen sich die im Folgenden beschriebenen Fälle mit geschlossenen und offenen Fenstern als Referenzszenario für den Brandverlauf an der Aussenwand ableiten. Die angegebenen Zeiten sind dabei als durchschnittliche Richtwerte zu verstehen. Bedingung ist eine hinreichende Ventilation. Erfahrungen aus realen Brandfällen belegen, dass sich die angesetzten Zeiten je länger der Brand dauert eher verkürzen. Ohne Eingriff der Feuerwehr und ohne automatische Löschanlage wiederholt sich die Brandweiterleitung in beiden Fällen von Geschoss zu Geschoss bis zum obersten Geschoss.

##### **4.2.1 Brandverlauf mit geschlossenen Fenstern**

Beim Fall mit geschlossenen Fenstern ist mit der Zerstörung der Glasfensterscheiben frühestens nach einer Branddauer von 7 bis 15 Minuten zu rechnen. Nach weiteren 10 Minuten werden die Glasflächen des darüber liegenden Fensters zerstört, sodass Flammen in den dahinter liegenden Raum im ersten Geschoss über dem Brandraum eindringen. Der Brand breitet sich somit über die Aussenwand (ab dem ersten Geschoss über dem Brandraum) von Etage zu Etage bei geschlossenen Fenstern mit einer Verzögerung von **rund 25 Minuten** aus.



#### 4.2.2 Brandverlauf mit offenen Fenstern

Bei offenen Fenstern treten nach einer Branddauer von 7 bis 15 Minuten die Flammen aus dem Fenster. Bereits nach weiteren 2 Minuten dringen die Flammen durch das offene Fenster in den Raum im ersten Geschoss über dem Brandraum ein. Der Brand breitet sich somit (ab dem ersten Geschoss über dem Brandraum) von Etage zu Etage bei offenstehenden Fenstern mit einer Verzögerung von **rund 17 Minuten** aus. Diese Brandsituation kann sich verschärfen, da bei Flammenlängen bis zu 6 m ein direkter Flammenübersprung in das zweite, darüber liegende Geschoss möglich ist.

### 5 Herabfallende Fassadenteile im Brandfall

Grossflächig herabfallende Teile stellen im Brandfall ein zu beachtendes Risiko dar. Flüchtende Personen oder die Feuerwehr können durch die Teile zu Schaden kommen. Das Risiko ist jedoch schwer zu quantifizieren, weil nur wenige Prüfnachweise bekannt sind und auch kaum Erfahrungsberichte von realen Bränden vorhanden sind. Das Herabfallen kann bei verschiedenen Fassadenkonstruktionen vorkommen. Nachfolgend werden vier relevante Fälle beschrieben:

- Verglasungen bersten im Brandfall bei einer gewissen Hitze. Durch den Überdruck im Brandraum fallen die Teile nach Aussen ab. Ab welcher Belastung das Bersten erfolgt, wie gross und welche Form die herabfallenden Teile haben ist je nach Verglasungsart, Grösse und Branddynamik sehr unterschiedlich.
- Fensterrahmen können aus brennbaren (Holz, Kunststoff) oder nichtbrennbaren Baustoffen (Leichtmetallen, Stahl) bzw. Kombinationen bestehen. Auch bei Fensterkonstruktionen aus nichtbrennbaren Materialien bestehen aus bauphysikalischen Gründen die Isolierstege aus brennbaren Kunststoffen. Bei einem Brand können diese Isolierstege schmelzen und die Verglasungen (unabhängig der Grösse und des Gewichtes) herunterfallen.
- Vorgehängte Fassadenelemente werden oft mittels Unterkonstruktion aus Aluminium befestigt. Aluminium hat gemäss [3] einen Schmelzpunkt von 660°C, verliert aber bereits bei wesentlich tieferen Temperaturen an Festigkeit. Durch ein Versagen der Unterkonstruktion können ganze Fassadenelemente (z.B. grossformatige Blechpaneelen) herabfallen.
- Vermehrt kommen auch geklebte Fassadenelemente zum Einsatz, wobei auf eine mechanische Sicherung oft verzichtet wird oder diese aus Aluminium hergestellt wird. Analog der Beurteilung der Aluminium-Unterkonstruktion ist auch hier bei einem Versagen der Verklebung ein Herabfallen grösserer Teile möglich.





Die drei ersten Fälle gelten in den heutigen VKF-BSV 2015 (bzw. auch älteren Vorschriftenversionen) als akzeptiertes Risiko und es sind keine weiteren Massnahmen notwendig. Für geklebte Aussenwandbekleidungssysteme ohne mechanische Sicherung muss gemäss VKF-BSR 14-15 Ziffer 3.2.1 Abs. 1 eine VKF- anerkannte oder gleichwertige Konstruktion vorliegen. Die Erfahrungen zeigen aber, dass das Risiko durch geklebte Systeme nicht wesentlich höher ist als bei den anderen drei Fällen, vorausgesetzt die herabfallenden Teile beschränken sich auf die vom Brand beanspruchte Fläche und es gibt keine Kettenreaktion auf die nicht beanspruchten Teile.

Die Feuerwehr ist ausreichend ausgebildet und kennt das Risiko von herabfallenden Teilen. Mit der entsprechenden Einsatztaktik kann sie das Risiko eines Personenschadens auf ein Minimum reduzieren.

## 6 Intervention der Feuerwehr

Im Dokument [2] hat die Feuerwehr Koordination Schweiz FKS im Grundsatz II die Schutzziele für die Intervention der Einsatzkräfte festgelegt. Diese bilden auch im Projekt BSV 2026 die Grundlage für die Erarbeitung der zukünftigen Brandschutzvorschriften. Massgebend sind:

- Mit der Erstintervention müssen bei zeitkritischen Ereignissen die Massnahmen zum Schutz von Menschen, Tieren, Umwelt und Sachwerten eingeleitet werden:
  - bis 15 Minuten in Gebieten mit geringen bis mittleren Risiken;
  - bis 10 Minuten in Gebieten mit mittleren bis hohen Risiken.
- Bei Ereignissen, in denen Rettungsgeräte (Autodrehleiter, Hubrettungsfahrzeug) benötigt werden, müssen diese innerhalb von 20 Minuten ab Alarmierung auf dem Schadenplatz eintreffen.
- Die vorgegebenen Schutzziele sind innerhalb eines Kalenderjahres in mindestens 80% der Einsätze einzuhalten.

Die Risikobeurteilung erfolgt durch die kantonalen und kommunalen Instanzen und nach Analyse der Gefährdungen sowie deren Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkung (Risikomatrix).

In Bezug auf Hochhäuser ist davon auszugehen, dass eine Alarmierung tendenziell rasch geschieht. Die meisten Bauten sind mit einer Brandmeldeanlage als Teilüberwachung infolge der Ansteuerung der RDA-Anlage bzw. mit einer BMA als Vollüberwachung und/oder einer Sprinkleranlage ausgerüstet. Zudem stehen Hochhäuser überwiegend im urbanen Ballungsraum, in welchem ein Brand durch Personen rasch entdeckt wird.

Für die Definition der Schutzziele ist jedoch zu berücksichtigen, dass eine Intervention der Feuerwehr an der Fassade von aussen bei Hochhäusern mit den Mitteln der Feuerwehr (Autodrehleiter, Hubrettungsfahrzeug) ab einer gewissen Höhe grundsätzlich nicht möglich ist.



## 7 Literaturverzeichnis

Brandschutzvorschriften 2015, Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen VKF,  
[www.bsvonline.ch](http://www.bsvonline.ch)

[1] Brandschutz bei Holzfassaden (Aussenwandverkleidungen), Grundsatzpapier für Rahmenbedingungen von Originalbrandversuchen, Arbeitsgruppe Brandschutz bei Holzfassaden, 27.03.2003

[2] Feuerwehr Konzeption 2030, Feuerwehr Koordination Schweiz FKS, Version 1.0, 06.05.2022

[3] Formeln und Tafeln, Mathematik – Physik, Orell Füssli Verlag AG, 10. Auflage, 2003