

# Aktueller Überblick zu Brandschutz PV- Fassaden

Samuel Summermatter



# Plan-E

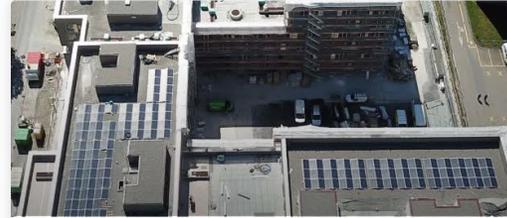


**Samuel Summermatter**  
Co-Geschäftsleitung und  
Experte Photovoltaik Engineering

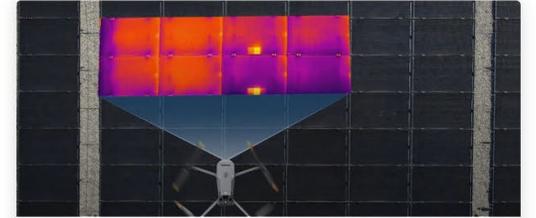
samuel.summermatter@plan-e.ch



**PV-Anlagen planen**



**Integrale Energieplanung**



**Betrieb von Energiesystemen**



**Innovationen**



**Expertisen**



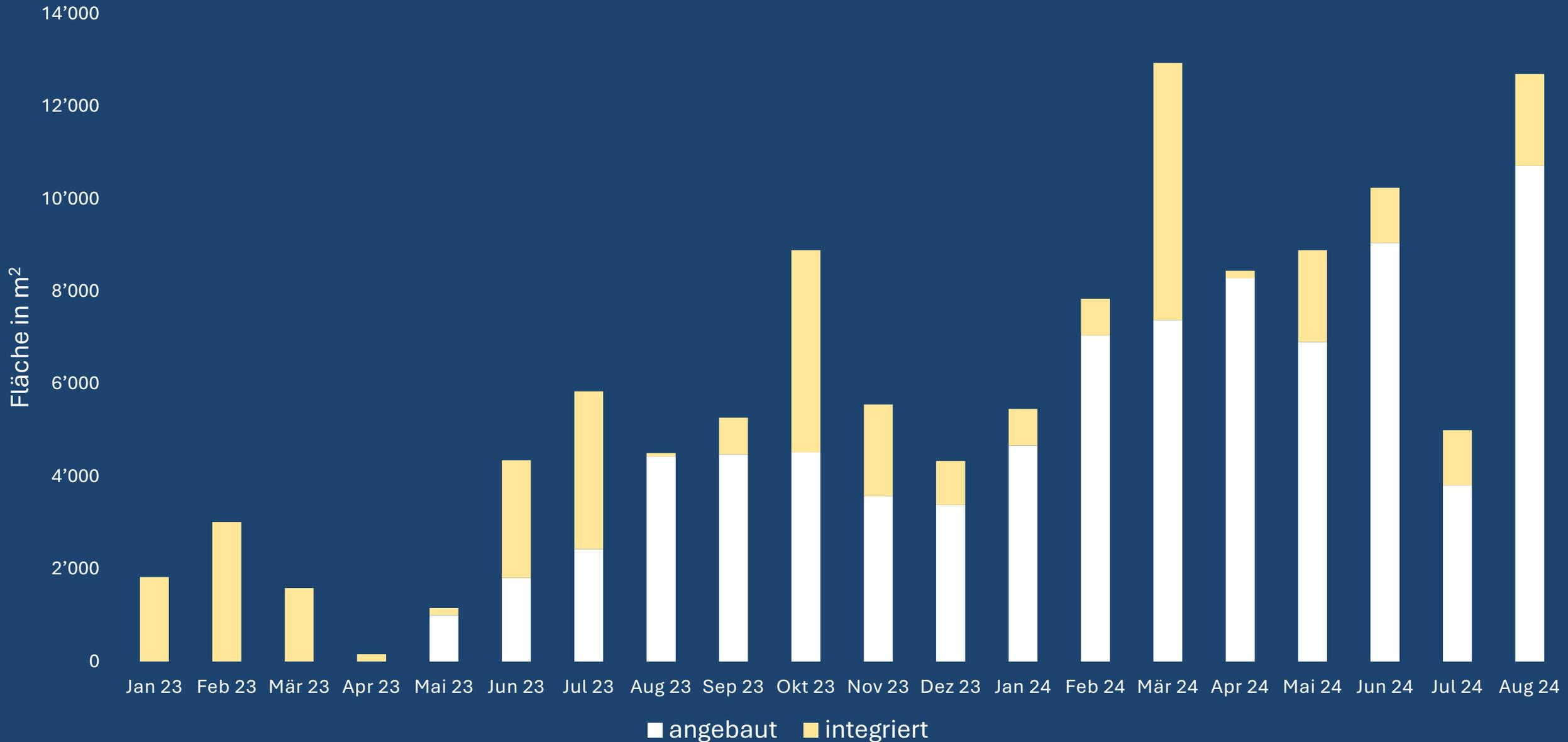
**Infrastruktur**

Elektroingenieure | Energieingenieure | Baustatiker (Fassadentechnik) | Architektin | Studenten

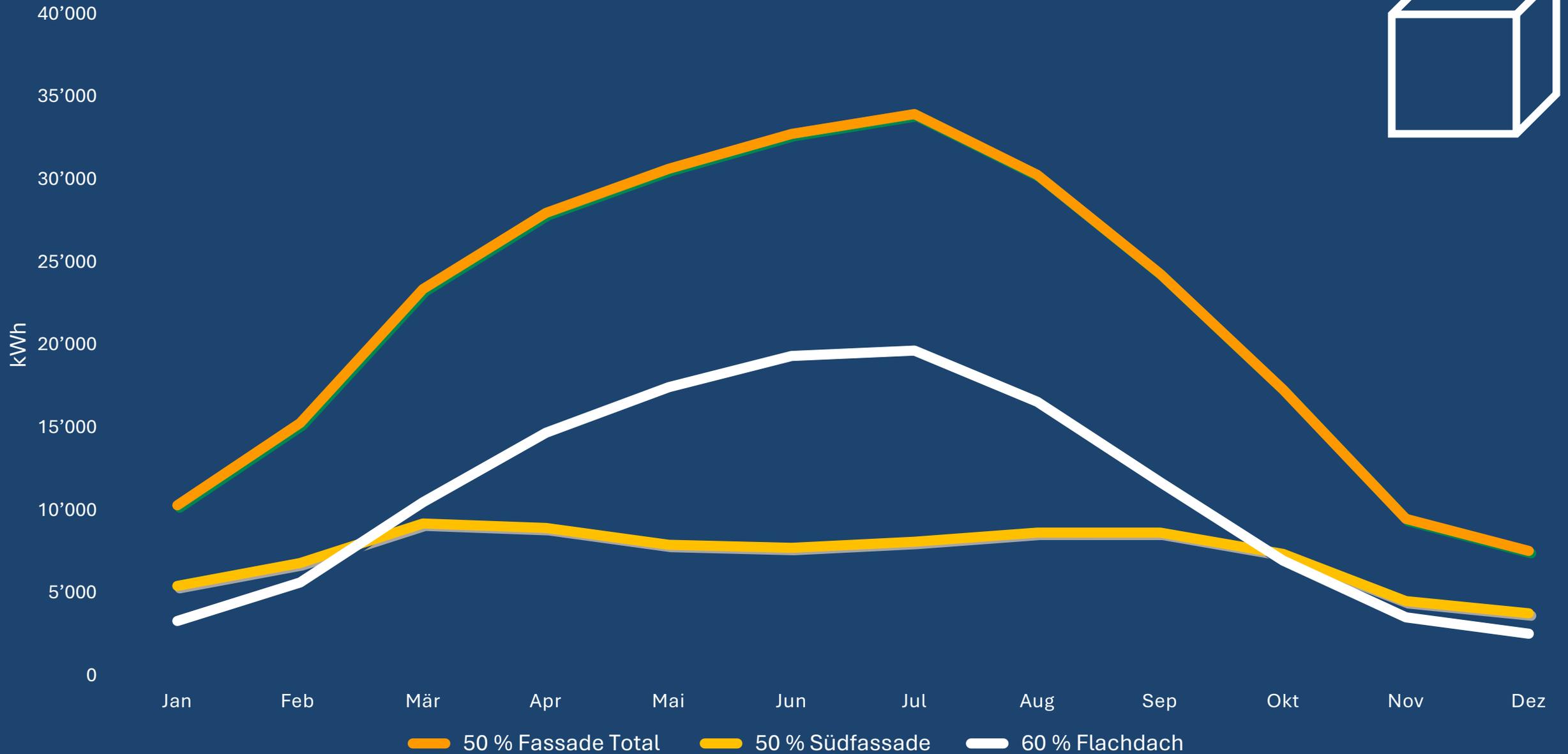
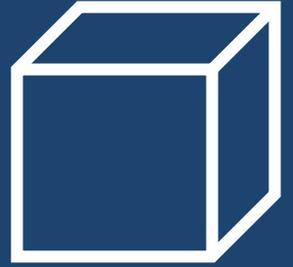


- Einleitung
- Anforderungen aus Brandschutzvorschriften
- Brandschutz in der PV- Fassade nach Übergangsdokument
- Aktueller Stand Arbeitsgruppe Stand der Technik Papier PV- Fassaden

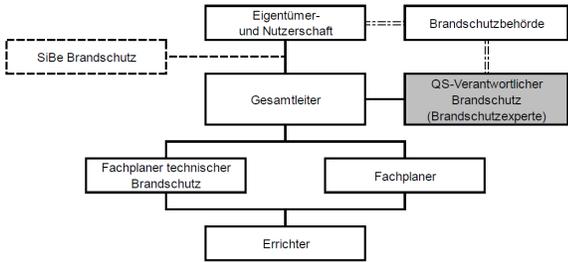
# Anmeldungen für Neigungswinkelbonus >75° bei Pronovo



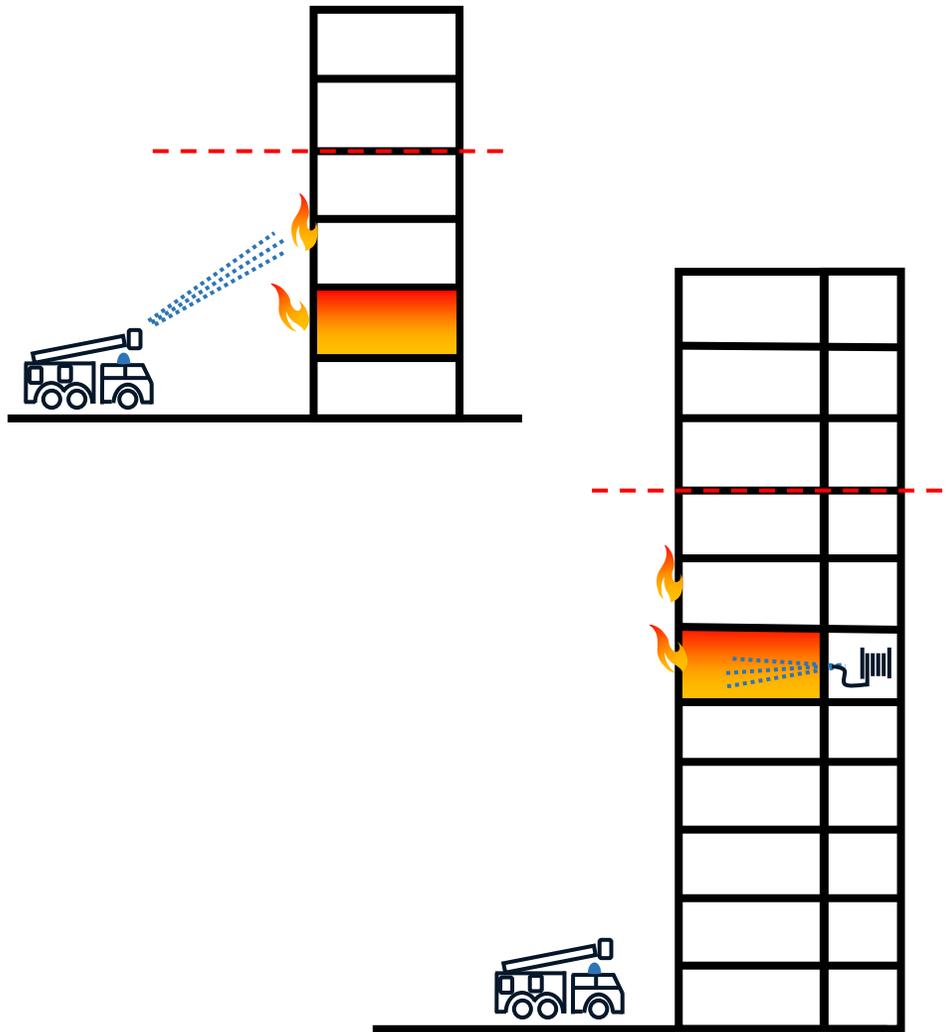
# Ertrag der Gebäudeflächen mit je 1'000 m<sup>2</sup>



# Anforderungen aus Brandschutzvorschriften

Schutzziele	Materialisierung	Brandverhalten	Qualitätssicherung																																																																																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="3">Gebäude geringer Höhe</th> <th colspan="3">Gebäude mittlerer Höhe</th> <th colspan="3">Hochhäuser</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="3">Klassifiziertes System</th> <th colspan="3">Klassifiziertes System</th> <th colspan="3">Klassifiziertes System</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Außenwand-bekleidung</th> <th>Wärmedämmschicht, Zwischenschicht [3]</th> <th>Lichtbänder</th> <th>Außenwand-bekleidung</th> <th>Wärmedämmschicht, Zwischenschicht [3]</th> <th>Lichtbänder</th> <th>Außenwand-bekleidung</th> <th>Wärmedämmschicht, Zwischenschicht [3]</th> <th>Lichtbänder</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Beherbergungsbetriebe [a]</td> <td>Bauliches Konzept</td> <td>cr</td> <td></td> <td></td> <td>cr [2]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Löschanlagenkonzept</td> <td>cr</td> <td></td> <td></td> <td>cr</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Übrige Nutzungen</td> <td>Bauliches Konzept</td> <td>cr [1]</td> <td>cr</td> <td>cr</td> <td>cr [1] [2]</td> <td>cr [2]</td> <td>cr</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Löschanlagenkonzept</td> <td>cr [1]</td> <td>cr</td> <td>cr</td> <td>cr [1]</td> <td>cr</td> <td>cr</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Legend:   <span style="color: blue;">■</span> RF1   <span style="color: orange;">■</span> RF2   <span style="color: yellow;">■</span> RF3   cr = Baustoffe mit „kritischem Verhalten“ sind anwendbar</p>			Gebäude geringer Höhe			Gebäude mittlerer Höhe			Hochhäuser					Klassifiziertes System			Klassifiziertes System			Klassifiziertes System					Außenwand-bekleidung	Wärmedämmschicht, Zwischenschicht [3]	Lichtbänder	Außenwand-bekleidung	Wärmedämmschicht, Zwischenschicht [3]	Lichtbänder	Außenwand-bekleidung	Wärmedämmschicht, Zwischenschicht [3]	Lichtbänder	Beherbergungsbetriebe [a]	Bauliches Konzept	cr			cr [2]						Löschanlagenkonzept	cr			cr						Übrige Nutzungen	Bauliches Konzept	cr [1]	cr	cr	cr [1] [2]	cr [2]	cr				Löschanlagenkonzept	cr [1]	cr	cr	cr [1]	cr	cr				<table border="1"> <tbody> <tr> <td><b>RF1</b></td> <td>Kein Brandbeitrag</td> </tr> <tr> <td><b>RF2</b></td> <td>Geringer Brandbeitrag</td> </tr> <tr> <td><b>RF2 (cr)</b></td> <td>Geringer Brandbeitrag mit kritischem Verhalten</td> </tr> <tr> <td><b>RF3</b></td> <td>Zulässiger Brandbeitrag</td> </tr> <tr> <td><b>RF3 (cr)</b></td> <td>Zulässiger Brandbeitrag mit kritischem Verhalten</td> </tr> <tr> <td><b>RF4</b></td> <td>Unzulässiger Brandbeitrag</td> </tr> <tr> <td><b>RF4 (cr)</b></td> <td>Unzulässiger Brandbeitrag mit kritischem Verhalten</td> </tr> </tbody> </table> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;"> <b>Anwendungsbeschränkung</b> </div>	<b>RF1</b>	Kein Brandbeitrag	<b>RF2</b>	Geringer Brandbeitrag	<b>RF2 (cr)</b>	Geringer Brandbeitrag mit kritischem Verhalten	<b>RF3</b>	Zulässiger Brandbeitrag	<b>RF3 (cr)</b>	Zulässiger Brandbeitrag mit kritischem Verhalten	<b>RF4</b>	Unzulässiger Brandbeitrag	<b>RF4 (cr)</b>	Unzulässiger Brandbeitrag mit kritischem Verhalten	 <p>Legende:   <span style="border-bottom: 1px solid black; width: 20px; display: inline-block;"></span> Mögliche vertragliche und fachliche Unterstellung sowie Kommunikationsbeziehung   <span style="border-bottom: 1px dashed black; width: 20px; display: inline-block;"></span> Kommunikationsbeziehung</p> 
		Gebäude geringer Höhe			Gebäude mittlerer Höhe			Hochhäuser																																																																																				
		Klassifiziertes System			Klassifiziertes System			Klassifiziertes System																																																																																				
		Außenwand-bekleidung	Wärmedämmschicht, Zwischenschicht [3]	Lichtbänder	Außenwand-bekleidung	Wärmedämmschicht, Zwischenschicht [3]	Lichtbänder	Außenwand-bekleidung	Wärmedämmschicht, Zwischenschicht [3]	Lichtbänder																																																																																		
Beherbergungsbetriebe [a]	Bauliches Konzept	cr			cr [2]																																																																																							
	Löschanlagenkonzept	cr			cr																																																																																							
Übrige Nutzungen	Bauliches Konzept	cr [1]	cr	cr	cr [1] [2]	cr [2]	cr																																																																																					
	Löschanlagenkonzept	cr [1]	cr	cr	cr [1]	cr	cr																																																																																					
<b>RF1</b>	Kein Brandbeitrag																																																																																											
<b>RF2</b>	Geringer Brandbeitrag																																																																																											
<b>RF2 (cr)</b>	Geringer Brandbeitrag mit kritischem Verhalten																																																																																											
<b>RF3</b>	Zulässiger Brandbeitrag																																																																																											
<b>RF3 (cr)</b>	Zulässiger Brandbeitrag mit kritischem Verhalten																																																																																											
<b>RF4</b>	Unzulässiger Brandbeitrag																																																																																											
<b>RF4 (cr)</b>	Unzulässiger Brandbeitrag mit kritischem Verhalten																																																																																											
<p>Nach Gebäudehöhen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hochhäuser</li> <li>- mittlerer Höhe</li> <li>- geringer Höhe</li> </ul>	<p>Anforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Systeme</li> <li>- Aussenwandbekleidung</li> <li>- Wärmedämmschicht, Zwischenschicht</li> </ul>	<p>Klassifizierung von Baustoffen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- RF 1</li> <li>- RF 2 (cr)</li> <li>- RF 3 (cr)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Qualitäts-sicherungsstufen</li> <li>- Nachweise</li> <li>- Anerkennungen</li> <li>- Prüfungen</li> </ul>																																																																																									

# Zusammenfassung Schutzziele ab 11m Gebäudehöhe



Brandschutzmassnahmen erforderlich  
Im Regelfall in jedem Geschoss

## mittlere Gebäudehöhe (bis 30m)

- Zugänglichkeit Fassade für Feuerwehr
- Brandausbreitung vor Löschangriff um nicht mehr als zwei Geschosse

## Hochhäuser (ab 30m)

- Keine Intervention von aussen
- Brandübertrag vor Löschangriff um nicht mehr als zwei Geschosse
- Selbstständige Brandausbreitung vertikal nur bis zum nächsten Geschoss

# Materialisierung und Brandverhalten (vereinfacht)

Gebäude	geringer Höhe		mittlerer Höhe		Hochhäuser	
	Aussenwand- bekleidung	Wärmedämm- schicht	Aussenwand- bekleidung	Wärmedämm- schicht	Aussenwand- bekleidung	Wärmedämm- schicht
<b>Aussenwand- bekleidungs- systeme</b>						
<b>Übrige Nutzung*</b>						
Bauliches Konzept	RF3 [cr]	RF3 [cr]	RF2 [cr]**	RF3 [cr]	RF1	RF1
Löschanlagen Konzept	RF3 [cr]	RF3 [cr]	RF3 [cr]	RF3 [cr]	RF1	RF1

## Bedachung:

- Oberste Schicht oder Abdichtung/ Unterdach nicht brennbar (RF1)

## Aussenwandbekleidung:

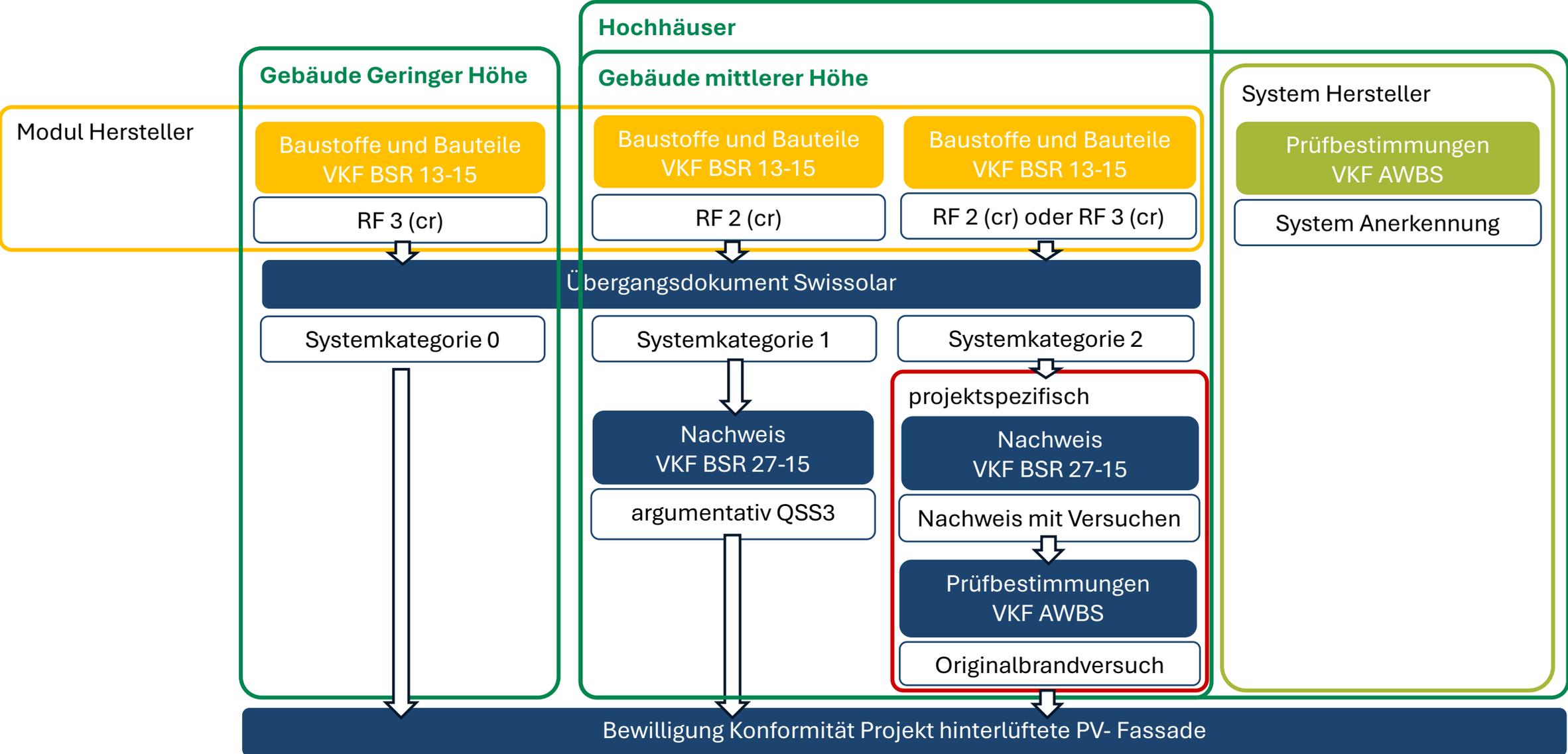
- Ab 11m RF2 [cr] (geringer Brandbeitrag)
- Ab 30m RF 1 (kein Brandbeitrag) (mit Solarmodulen nicht erreichbar)

➤ Gebäude mittlerer Höhe mit flächigen, brennbaren Schichten VKF Anerkennung nötig

\* Erhöhte Anforderungen Spitäler, Altersheime etc.

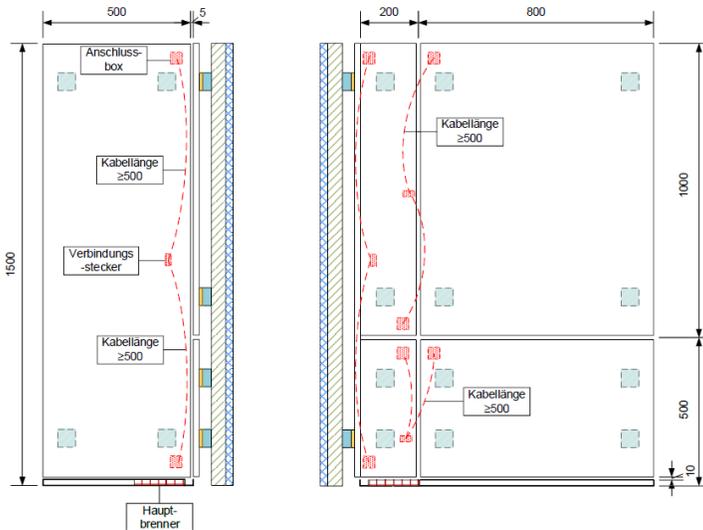
\*\* bei VKF anerkanntem System oder gleichwertiger Konstruktion RF3 [cr]

# Aktuelle Lösungswege PV- Fassaden



# Klassifizierung Brandverhalten von PV- Modulen

## VKF Anerkennungsgrundsätze nach EN 13501-1 für PV-Module



Hauptbestandteil ist Glas mit brennbaren Schichten und brennbaren Einzelkomponenten

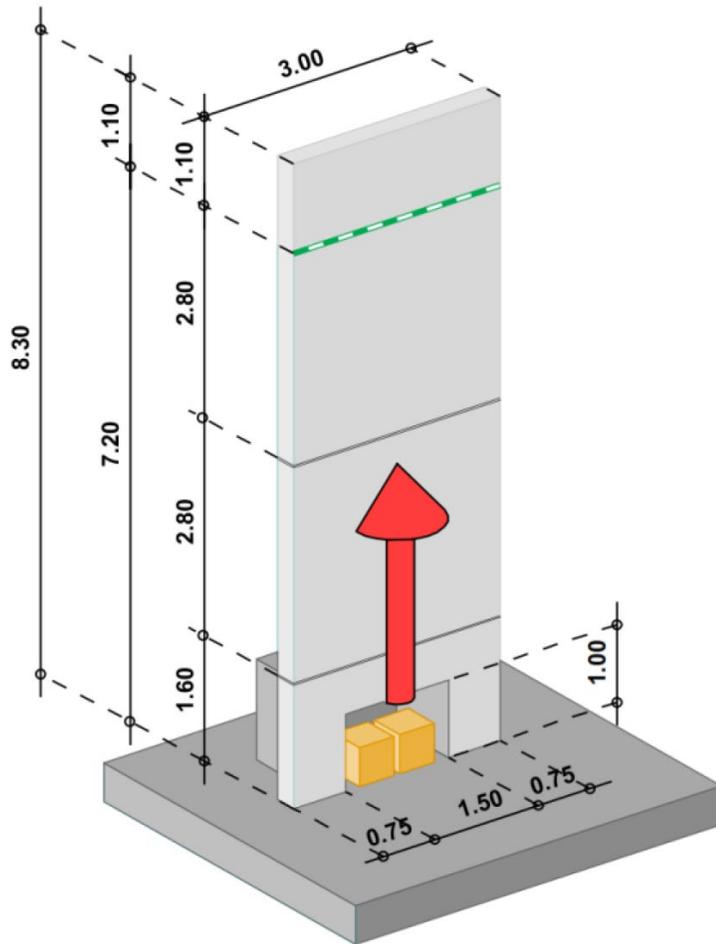
Einzelne Tests zeigen folgende Tendenzen:

- Rahmenloses, Glas-Glas Modul B-s3,d1 oder besser → RF2 (cr) 
- Gerahmtes, Glas-Folien Modul Regelfall → RF3 (cr) 

*SN EN IEC 61730-1/-2:  
Sicherheitsqualifikation - PV- Module  
beinhaltet Entflammbarkeitsprüfung  
angelehnt an EN ISO 11925-2.*

*Entspricht nicht automatisch RF3 (cr)*

# Originalbrandversuche



## Prüfbestimmung für Aussenwandbekleidungssysteme

- Nachweis des Brandverhaltens von Aussenwandbekleidungssystemen und Einhalten der Schutzziele
- Für Nachweise bei mittlerer Gebäudehöhe
- Für VKF- Anerkennung als klassifiziertes Aussenwandbekleidungssystem

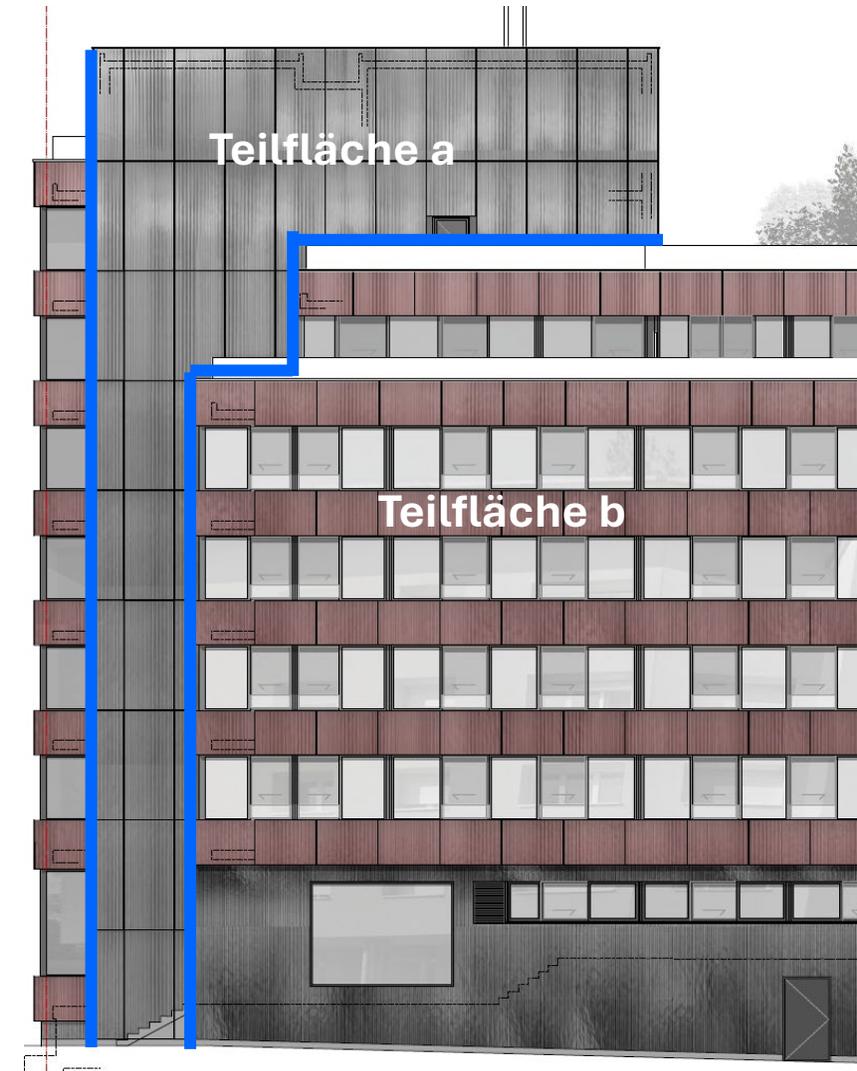
*Für Hochhäuser gibt es aktuell keine Prüfbestimmungen. Allenfalls nötige Versuche nur in Absprache mit Brandschutzbehörden möglich.*

# Brandschutz in der PV- Fassade – Übergangsdokument mit Systemkategorien

Systemkategorien zur Definition Nachweisverfahren:

- **Systemkategorie 0:**  
kein Nachweis erforderlich
- **Systemkategorie 1:**  
Nachweisverfahren mit argumentativen Nachweisen
- **Systemkategorie 2:**  
Nachweis mittels Brandversuchen

Fassade kann auch in unterschiedliche Systemkategorien aufgeteilt werden.



Quelle: Visualisierung Diener & Diener Architekten

# Anforderungen nach Gebäudehöhen

Gebäude	geringe Höhe (bis 11 m)	Mittlere Höhe (bis 30m)	Hochhäuser (bis 100 m)
Systemkategorie 0	0	0 <sup>1</sup>	
Systemkategorie 1		1 <sup>2</sup>	1 <sup>3</sup>
Systemkategorie 2		2 <sup>4</sup>	2 <sup>4</sup>
Brennbarkeitsklasse Modul	RF3 <sub>[cr]</sub>	RF2 <sub>[cr]</sub>	RF2 <sub>[cr]</sub>
Wandaufbau RF1 oder Dämmschutzschicht	Ja	Ja	Ja
Moduloptimierer oder -wechselrichter	Ja	Nein	Nein
Horizontale Brandschutzmassnahmen	Nein	Ja <sup>5</sup>	Ja
Qualitätssicherungsstufe	QSS1	QSS3 <sup>6</sup>	QSS3
Anforderungen zu Überwachung und Inspektionen	Empfohlen	Ja	ja

<sup>1</sup> mit VKF- anerkannter oder gleichwertiger Konstruktion

<sup>2</sup> mit Auflagen: geschossweise horizontale Brandschutzmassnahmen, Glas-Glas Modul 2x4mm oder 2x1.6mm gerahmt

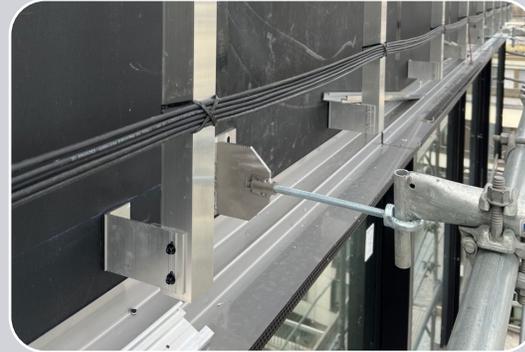
<sup>3</sup> mit Auflagen: nur für Gebäude mit Löschanlagenkonzept, Aussenwänden mit Feuerwiderstand oder Fassaden mit Fensterbänder  
geschossweise horizontale Brandschutzmassnahmen, Glas-Glas Modul 2x6mm oder 2x1.6mm gerahmt

<sup>4</sup> bei Abweichungen zu Auflagen oder Brandschutzvorschriften

<sup>5</sup> vereinfachte Bedingungen möglich: für Gebäude mit Löschanlagenkonzept oder Aussenwand mit Feuerwiderstand

<sup>6</sup> QSS2 in Abstimmung mit Behörden für einfache Anlagen möglich

# Projektierung nach Übergangsdokument ab 11m Gebäudehöhe



## Wandaufbau

- Aufbau aus Materialien RF1
- Leichtbauwand mit Dämmschutzschicht

## Modulklassierung

- Modulaufbau Glas-Glas
- Glasstärke
- Klassifizierung nach SN EN 13501-1, mindesten B-s3, d1

## horizontale Brandschutz-Massnahmen

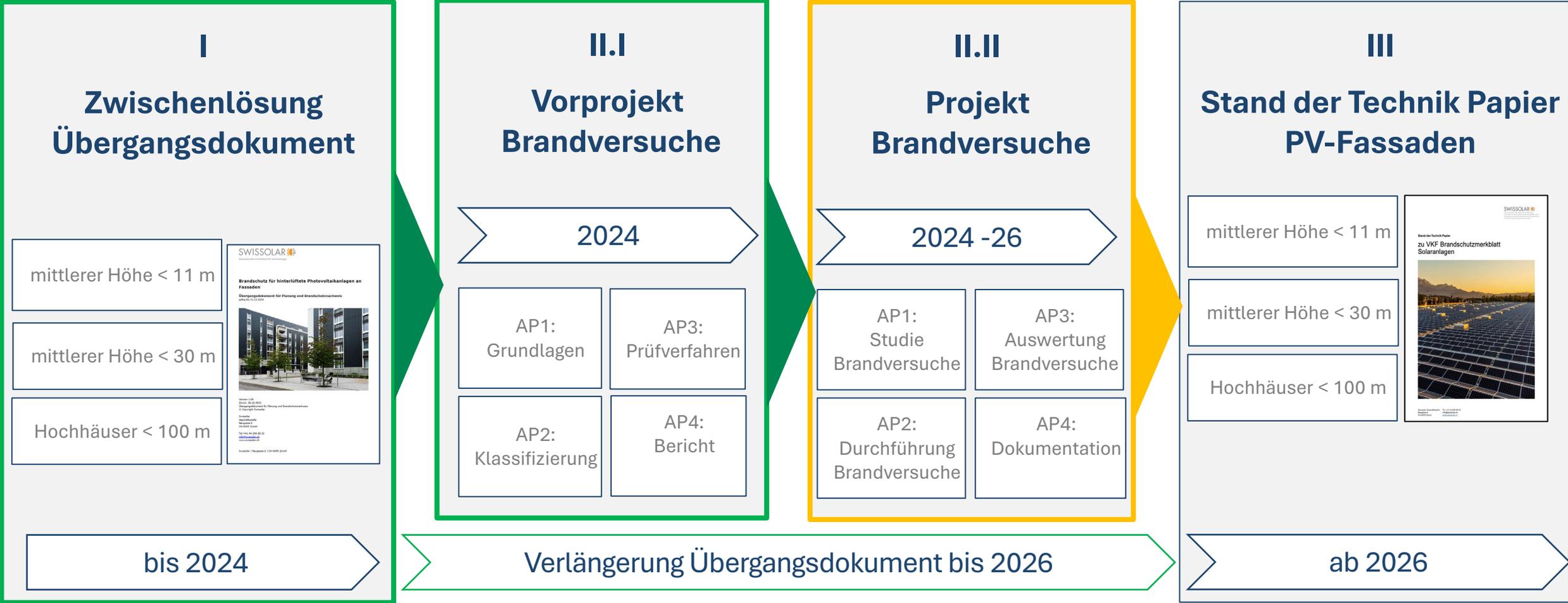
- Normalfall für jedes Geschoss
- Stahlblech (Inox) 1.5mm

## Technische Anforderungen

- Max. 3 Stränge frei verlegt
- Geschlossener Kabelkanal ab 3 Strängen
- Abschottung bei horizontaler Brandschutz-Massnahme
- Wechselrichter mit Lichtbogendetektor (empfohlen)
- Potausgleich / Blitzschutz

# Aktueller Stand Arbeitsgruppe Swissolar

## Der Weg zum Stand der Technik Papier für PV-Fassaden:



# Erkenntnisse aus dem Vorprojekt

## Gebäude geringer und mittlerer Höhe:



- Realisierung STP bis Ende 2024 zeitlich nicht möglich
- VKF anerkannte Prüfverfahren vorhanden, die allgemeingültige Aussagen für STP zulassen
- Weg zum STP im Grundsatz definiert (komplexer als erwartet)
- Produktklassifizierungsprozess ist definiert

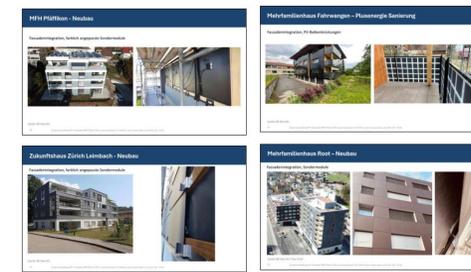
## Hochhaus:



- Kein VKF anerkanntes Prüfverfahren, das allgemeingültige Aussagen für STP zulässt
- Weg zum STP unklar, da keine Prüfung. Ggf. Ableitungen aus unseren Prüfungen möglich

# Ergebnisse aus dem Vorprojekt

- Zusammenstellung Gebaute PV-Anlagen an Fassade (CH)
- Zusammenstellung Brandversuche PV-Fassaden (CH)
- Zusammenstellung klassifizierte Module
- Analyse der Einflussfaktoren mit Einteilung in Prüfverfahren
- Entwurf Tabelle mit Brandschutzmassnahmen



| Projekt                      | Standort | Baujahr | Fläche | Modultyp       | Montageart      | Struktur     | Brandverhalten | Brandversuch | Brandklasse | Brandverhalten | Brandklasse |
|------------------------------|----------|---------|--------|----------------|-----------------|--------------|----------------|--------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|
| WU Pfaffen                   | Pfaffen  | 2018    | 1000   | Monocrystallin | Druckverklebung | Alu-Struktur | B1-s2, d0      | EN 13501-1   | B1-s2, d0   | B1-s2, d0      | B1-s2, d0   |
| Mehrfachhaus Fahrweg         | Fahrweg  | 2015    | 2000   | Monocrystallin | Druckverklebung | Alu-Struktur | B1-s2, d0      | EN 13501-1   | B1-s2, d0   | B1-s2, d0      | B1-s2, d0   |
| Zukunftshaus Zürich Länzbach | Länzbach | 2020    | 1500   | Monocrystallin | Druckverklebung | Alu-Struktur | B1-s2, d0      | EN 13501-1   | B1-s2, d0   | B1-s2, d0      | B1-s2, d0   |
| Mehrfachhaus Root            | Root     | 2018    | 1200   | Monocrystallin | Druckverklebung | Alu-Struktur | B1-s2, d0      | EN 13501-1   | B1-s2, d0   | B1-s2, d0      | B1-s2, d0   |

| Projekt              | Standort | Baujahr | Fläche | Modultyp       | Montageart      | Struktur     | Brandverhalten | Brandversuch | Brandklasse | Brandverhalten | Brandklasse |
|----------------------|----------|---------|--------|----------------|-----------------|--------------|----------------|--------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|
| Mehrfachhaus Fahrweg | Fahrweg  | 2015    | 2000   | Monocrystallin | Druckverklebung | Alu-Struktur | B1-s2, d0      | EN 13501-1   | B1-s2, d0   | B1-s2, d0      | B1-s2, d0   |
| Mehrfachhaus Root    | Root     | 2018    | 1200   | Monocrystallin | Druckverklebung | Alu-Struktur | B1-s2, d0      | EN 13501-1   | B1-s2, d0   | B1-s2, d0      | B1-s2, d0   |
| Mehrfachhaus Fahrweg | Fahrweg  | 2015    | 2000   | Monocrystallin | Druckverklebung | Alu-Struktur | B1-s2, d0      | EN 13501-1   | B1-s2, d0   | B1-s2, d0      | B1-s2, d0   |
| Mehrfachhaus Root    | Root     | 2018    | 1200   | Monocrystallin | Druckverklebung | Alu-Struktur | B1-s2, d0      | EN 13501-1   | B1-s2, d0   | B1-s2, d0      | B1-s2, d0   |

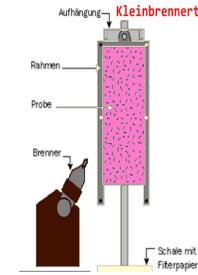
| Projekt              | Standort | Baujahr | Fläche | Modultyp       | Montageart      | Struktur     | Brandverhalten | Brandversuch | Brandklasse | Brandverhalten | Brandklasse |
|----------------------|----------|---------|--------|----------------|-----------------|--------------|----------------|--------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|
| Mehrfachhaus Fahrweg | Fahrweg  | 2015    | 2000   | Monocrystallin | Druckverklebung | Alu-Struktur | B1-s2, d0      | EN 13501-1   | B1-s2, d0   | B1-s2, d0      | B1-s2, d0   |
| Mehrfachhaus Root    | Root     | 2018    | 1200   | Monocrystallin | Druckverklebung | Alu-Struktur | B1-s2, d0      | EN 13501-1   | B1-s2, d0   | B1-s2, d0      | B1-s2, d0   |
| Mehrfachhaus Fahrweg | Fahrweg  | 2015    | 2000   | Monocrystallin | Druckverklebung | Alu-Struktur | B1-s2, d0      | EN 13501-1   | B1-s2, d0   | B1-s2, d0      | B1-s2, d0   |
| Mehrfachhaus Root    | Root     | 2018    | 1200   | Monocrystallin | Druckverklebung | Alu-Struktur | B1-s2, d0      | EN 13501-1   | B1-s2, d0   | B1-s2, d0      | B1-s2, d0   |

| Projekt              | Standort | Baujahr | Fläche | Modultyp       | Montageart      | Struktur     | Brandverhalten | Brandversuch | Brandklasse | Brandverhalten | Brandklasse |
|----------------------|----------|---------|--------|----------------|-----------------|--------------|----------------|--------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|
| Mehrfachhaus Fahrweg | Fahrweg  | 2015    | 2000   | Monocrystallin | Druckverklebung | Alu-Struktur | B1-s2, d0      | EN 13501-1   | B1-s2, d0   | B1-s2, d0      | B1-s2, d0   |
| Mehrfachhaus Root    | Root     | 2018    | 1200   | Monocrystallin | Druckverklebung | Alu-Struktur | B1-s2, d0      | EN 13501-1   | B1-s2, d0   | B1-s2, d0      | B1-s2, d0   |
| Mehrfachhaus Fahrweg | Fahrweg  | 2015    | 2000   | Monocrystallin | Druckverklebung | Alu-Struktur | B1-s2, d0      | EN 13501-1   | B1-s2, d0   | B1-s2, d0      | B1-s2, d0   |
| Mehrfachhaus Root    | Root     | 2018    | 1200   | Monocrystallin | Druckverklebung | Alu-Struktur | B1-s2, d0      | EN 13501-1   | B1-s2, d0   | B1-s2, d0      | B1-s2, d0   |

# Ausblick - Weiteres Vorgehen

## Einzelflammentests EN ISO 11925-2

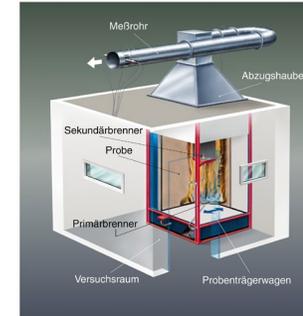
Einstufung einzelner Parameter wie Zwischenfolien, Backsheets, Farbtechnologien etc.



Quelle: schwer-entflammbar.com)

## SBI – Tests EN 13823

Baustoffklassifizierungen und Kategorisierung von PV- Modulen als Baustoffe



Quelle: tradekorea.com

## Kleinbrandversuche

Vorprüfung einzelner Konstruktionsparameter und Brandschutzmassnahmen für die Festlegung der Originalbrandversuche.



Quelle: Plan-E AG

## Originalbrandversuche

Ermitteln von allgemein gültigen Aussagen zur Festlegung der notwendigen Brandschutzmassnahmen nach Modulart, Montageart und weiteren Konstruktionsparameter.



Quelle: www.fraunhofer.de

## Stand der Technik Papier für hinterlüftete PV- Fassaden

Dokumentation allgemein anwendbarer Stand der Technik für die Realisierung von hinterlüfteten PV- Fassaden ohne objektspezifische Nachweisverfahren.



Wir bringen ihr PV- Projekt zum Erfolg!

