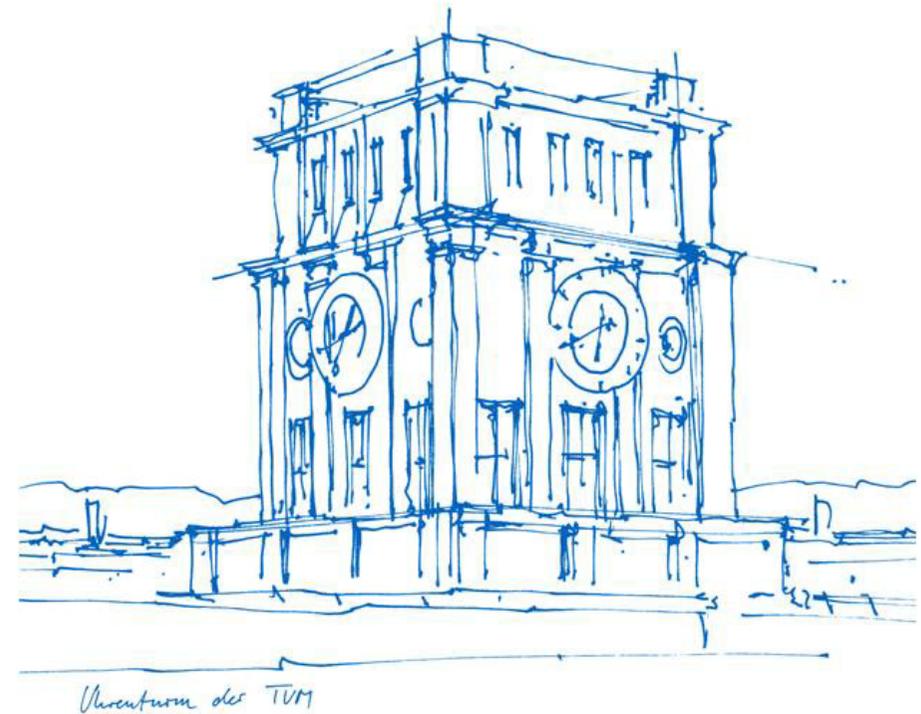


Begrünte Fassaden aus brandschutztechnischer Sicht

Julia Noder (M.Sc. Bauingenieurwesen)

Düsseldorf, 21. November 2019



Themen

1

Potenziale und Risiken

2

Fassadentypen

3

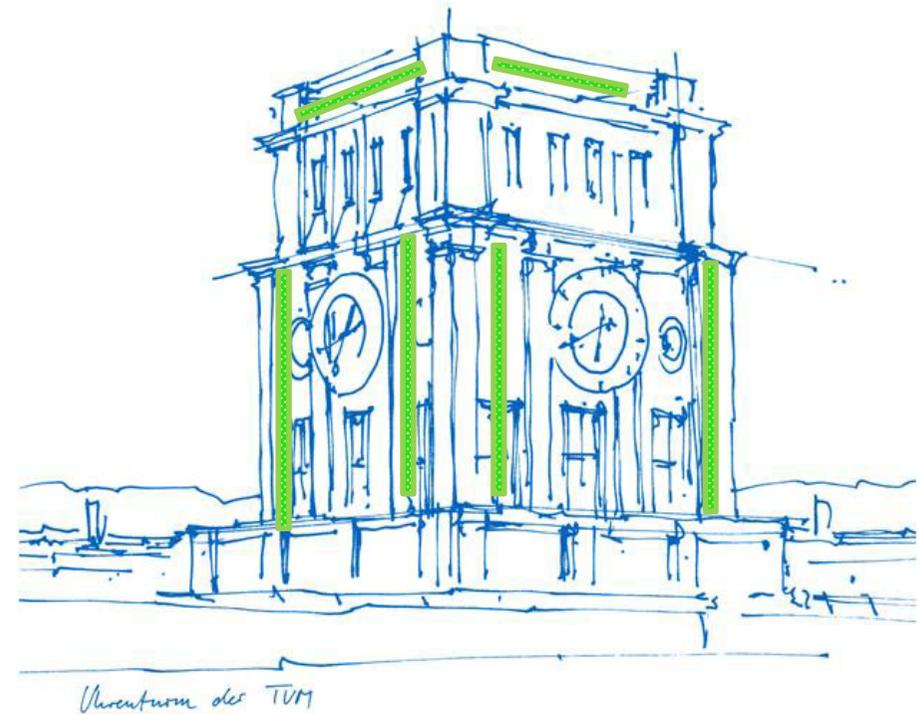
Bauordnungsrechtliche Anforderungen

4

Stand der Forschung und TUM Brandversuche

5

Brandschutztechnische Lösungen



1 Potenziale

Was haben alle Potenziale der Gebäudebegrünung gemeinsam?

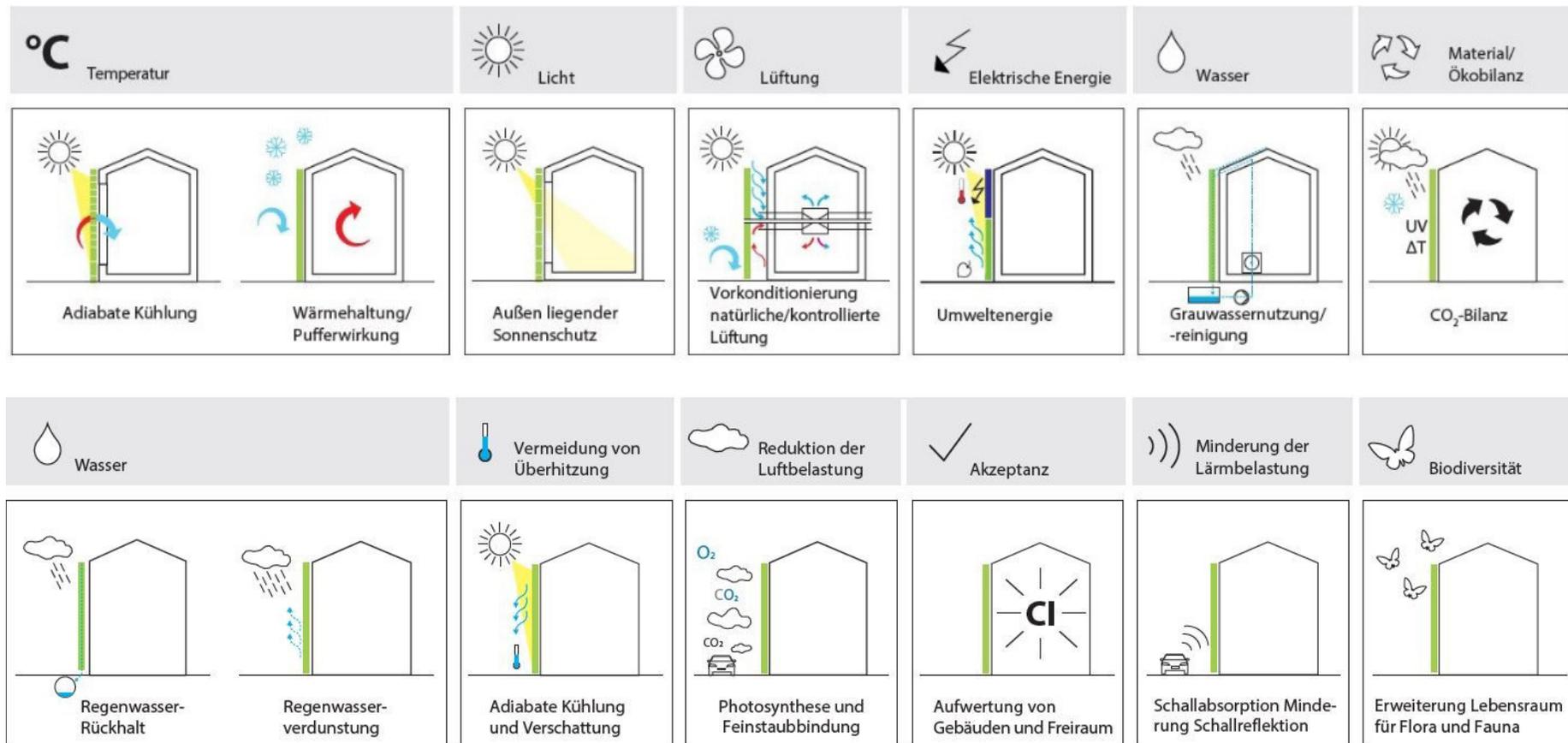


Abb. 1 und 2: Darstellung der Wirkungen sowie Einsparungen durch Fassadenbegrünung aus (Dissertation Nicole Pfoser 2016)

1 Potenziale

Was haben alle Potenziale der Gebäudebegrünung gemeinsam



Abb. 3: Entwurf Hochhaus „Arabella 26“ von Architektin Aika Schluchtmann aus (Dürr 2017)



Abb. 4: Fassadenbegrünung der Fa. Vertiko nach GLT Belke/Vertiko 2019, verändert)



Abb. 5 Fassadenbegrünung der Fa. Visioverdis

-> sie fördern unser Wohlbefinden!

1

Risiken brennbarer Außenwandbekleidung



Abbildung 6: Efeu aus (gartenjournal.net „Efeu retten“ 2019).

1

Risiken: Statistische Auswertung 2008 - 2014

54 Brandfälle an Fassadenbegrünungen seit 2008

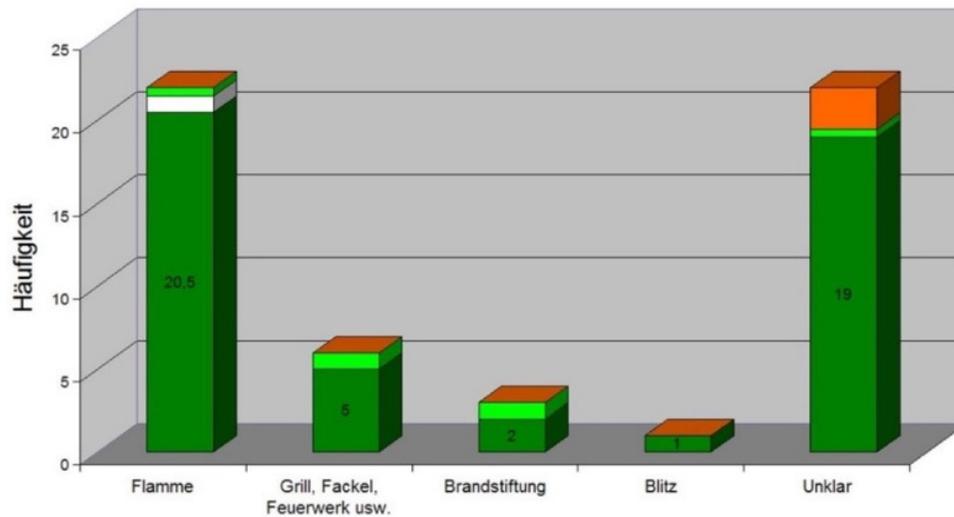


Abbildung 7: Ursachen für reale Brandereignisse (Brandwein 2014)

Brandhäufigkeit von Kletterpflanzen nach Art/Typ

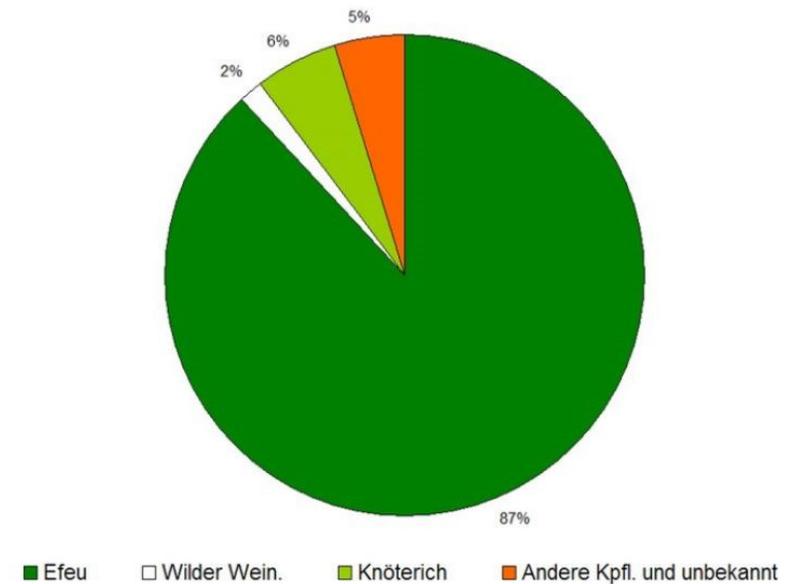


Abbildung 8: Statistische Auswertung (Brandwein 2014)

2

Fassadenbegrünung: Wo?

- ✓ Direkt auf die Außenwandkonstruktion
- ✓ Auf eine bestehende (brennbare oder nicht brennbare) Außenwandbekleidung



Abb. 9: Fa. Sempergreen

2

Arten der Fassadenbegrünung: Was?

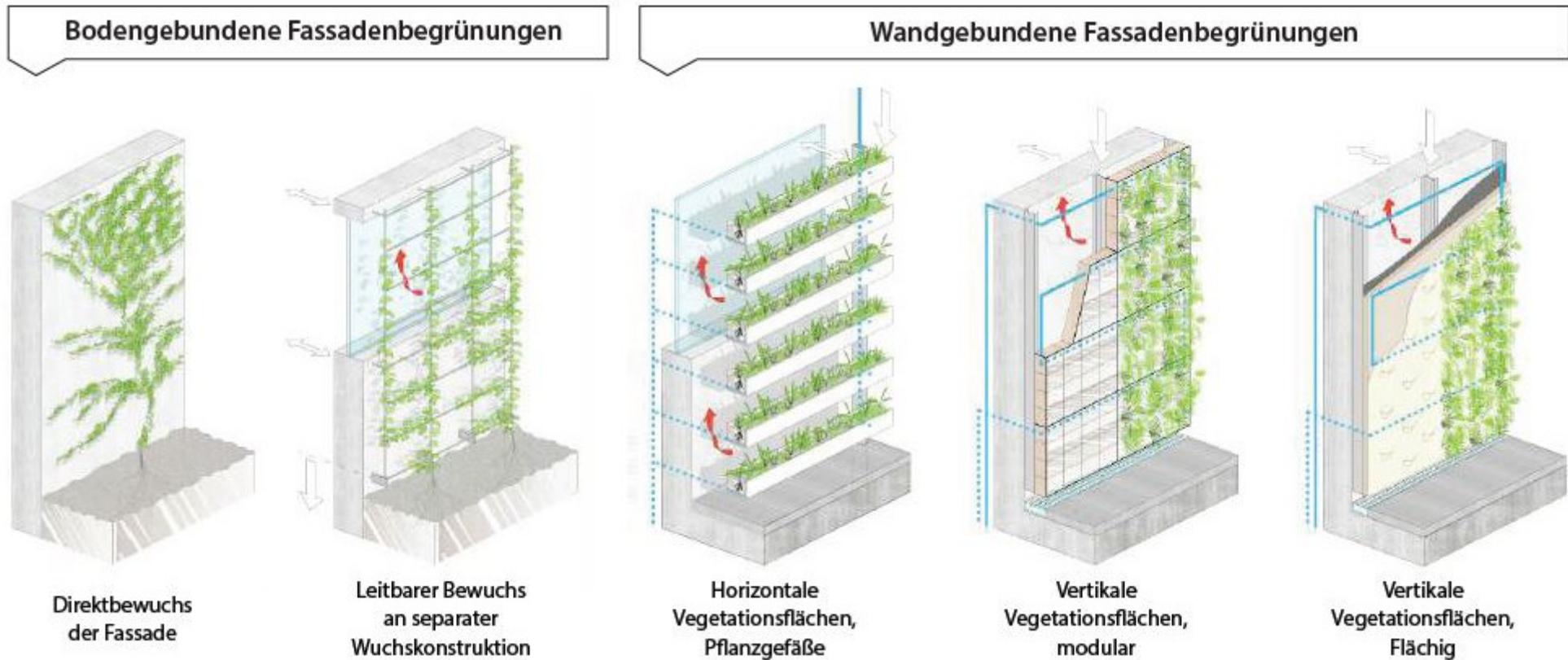


Abb. 12: Arten der Fassadenbegrünung (Dissertation Nicole Pfoser 2016)

2 Außenwandbekleidung: Warum?

Definition:

Es handelt sich um eine **Bekleidung** der Gebäudehülle, die zur Verbesserung der **bauphysikalischen Eigenschaften** (Witterungsschutz und Wärmedämmung) und aus **gestalterischen Gründen**, auf eine tragende oder nichttragende Außenwand aufgebracht wird. (Baulexikon 2019)

Eine **Fassade** kann entweder in das Tragwerk des Gebäudes **integriert** sein oder durch **Hilfskonstruktion** an tragenden oder nichttragenden Bauteilen angeschlossen sein.

2

Fassadentypen: Welche?

Wärmedämmverbundsystem

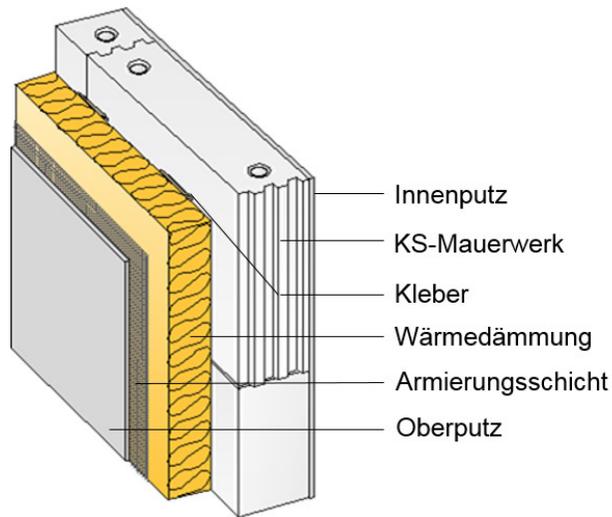


Abb. 10: WDVS (Grafik: Bundesverband Kalksteinindustrie e.V.)

Vorgehängte hinterlüftete Fassade

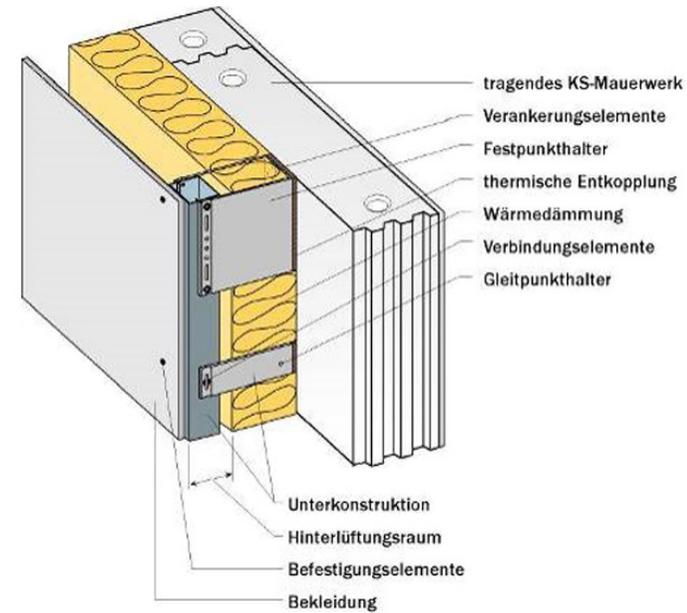


Abb. 11: VHF (Grafik: Bundesverband Kalksteinindustrie e.V.)

2

Vielfältigkeit der Begrünungssysteme

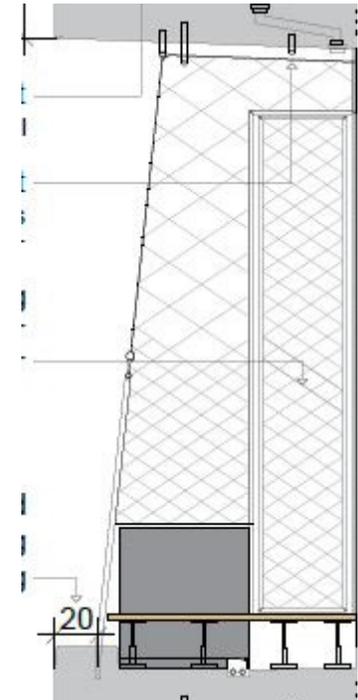
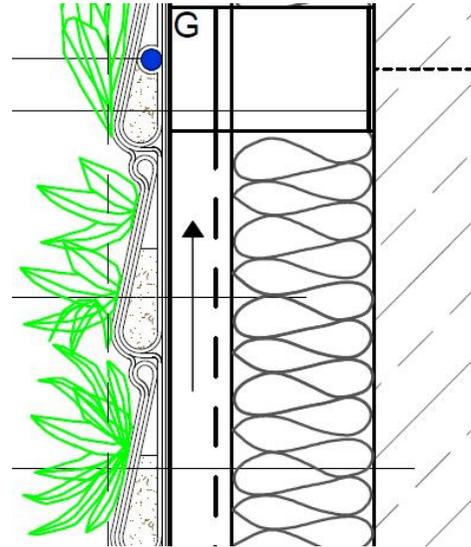
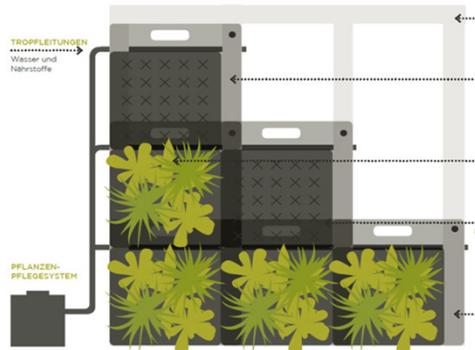


Abb. 13 bis 20: Prüfzeugnisse, private Kommunikation

2

Prüfzeugnisse der Begrünungssysteme

A: vernachlässigbarer Beitrag zum Brand

B: sehr begrenzter Beitrag zum Brand, **keine Brandausbreitung** aus dem Primärbrandbereich

C: begrenzte Energiefreisetzung, Entzündbarkeit, **sehr begrenzte Brandausbreitung**

3

Brandschutzrechtliche Aspekte: Musterbauordnung

Gebäudeklasse	Höhe	Außenwandbekleidung	Baustoffklasse
1 - 3	Bis 7 m	normalentflammbar	B2
4 - 5	7 – 22 m	schwerentflammbar	B1
Hochhaus	Ab 22 m	nichtbrennbar	A1 / A2

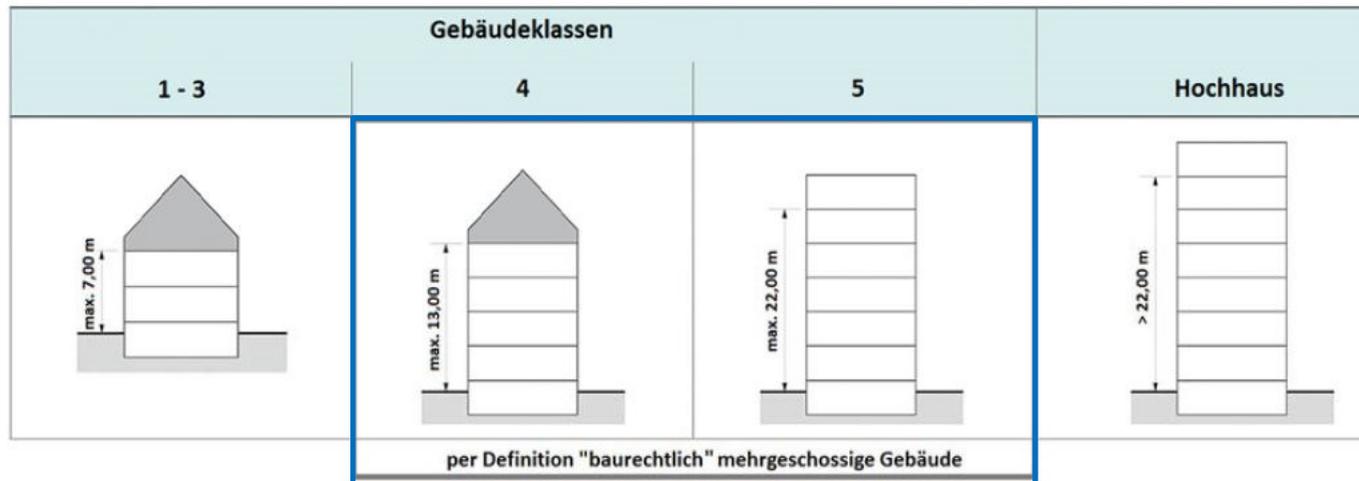


Abb. 21: Definition der Gebäudeklasse anhand der Höhe der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses gemäß § 2 der Musterbauordnung (Michael Merk 2015)

3

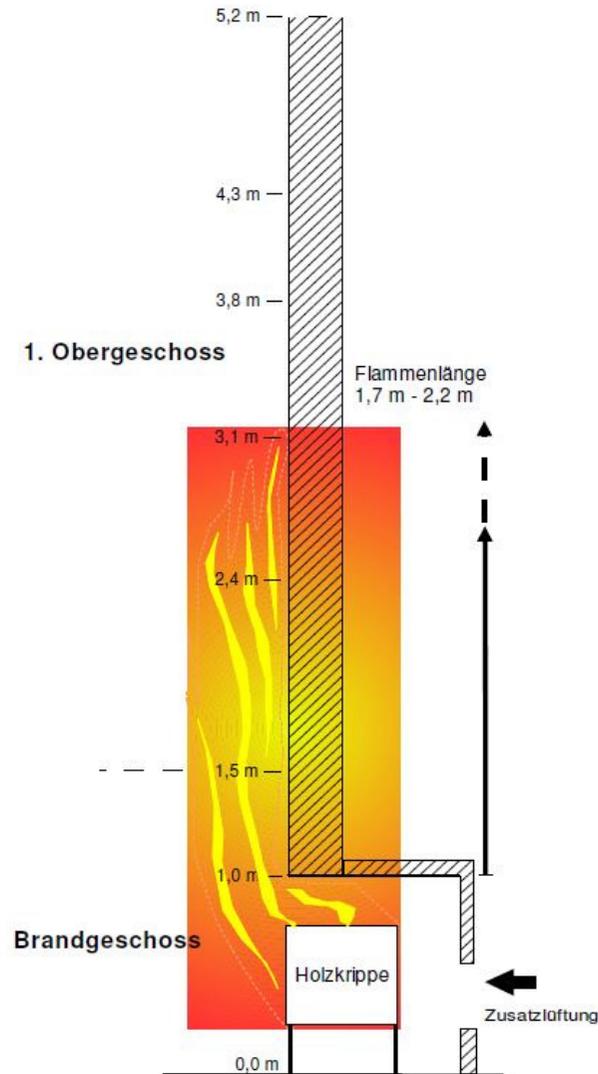
Rechtliche Anforderungen: Außenwandbekleidungen

Schwerentflammbarkeit:

- ✓ Für Baustoffe gilt Bestehen der **Brandschachtprüfung** nach DIN 4102-16 oder **SBI-Test** nach EN 13823
- ✓ **Pflanze ≠ Baustoff**
- ✓ Ermittlung des Brandverhaltens einer Außenwandbekleidung: **Prüfnorm** DIN 4102-20: 2017

3

Prüfprinzip des Brandversuchs nach DIN 4102-20



Kriterien:

- ✓ keine selbstständige **Brandausbreitung** außerhalb des Primärbrandbereiches
- ✓ kein **Herabfallen** brennender Teile
- ✓ keine **Gefährdung** von Personen und Rettungskräften

Abb. 29: Normentwurf 4102-20, 2010

3 Vergleich mit Dachbegrünungen (z. B. ZinCo)

- ✓ **Gründächer = Harte Bedachung**, gemäß DIN 4102-4
- ✓ Unabhängig von der Dachneigung gelten als widerstandsfähig gegen Flugfeuer und strahlende Wärme
- ✓ Feuerbeständigkeit mittels Brandprüfungen im Freien und Laborprüfungen nach DIN 4102-7, 1988
- ✓ Aufwendigen Test nach DIN EN 1187 bestanden, BROOF(t3), 2011



Abb. 22 bis 23: Fa. ZinCo (Prüfzeugnisse, private Kommunikation)

4

Stand der Forschung

- 2015: Ein Großbrandversuch (Efeu), Magistratsabteilung 39 Wien
- 2016: Brandversuche im Muffelofen (20 Kletterpflanzen), BOKU Wien
- 2017: Brand- und Rauchentwicklung mittels Muffelofen (7 Kletterpflanzen), BOKU Wien
- 2018: Drei Brandversuche (Klettergurke und Wilder Wein, Blauregen und Kletterhortensie), MA 39 Wien
- 2019: Vier Brandversuche (Blauregen; Kriechspindel; Wilder Wein; Kiwi, Stauden und Kräuter), TUM
- 2020: Brandversuche der Prüfstelle MPFA Leipzig (Begrünung des Hochhauses „Arabella 26“)
- 2020: Brandversuche im Muffelofen (Stauden und Kräuter), BOKU Wien
- 2020: Großbrandversuch mit einer Netzbegrünung, Magistratsabteilung 39 Wien

4

Bisherige Erkenntnisse chronologisch

- 2015 - Versuch 1: „worst-case“ Efeu begründet durch vertikale Brandausbreitung (MA 39 Wien)
- 2016/2017 - Versuche im Muffelofen: jede Pflanze besitzt entflammbare Teile (BOKU Wien)
- 2018 - Versuche 2, 3, 4: vertikale Brandweiterleitung in Abh. vom Abstand zum Fenstersturz (MA 39 Wien)
- Pflanzenmontage ab einer Höhe von 1,0 m und von 0,6 m über dem Sturz

Empfehlung MA 39:



Abb. 24: Brandschutzmaßnahmen (Werner, Pommer et al.2018)

4

TUM Prüfungen in Anlehnung an DIN 4102-20:2017

1. FA_BV_Kriechspindel
2. FA_BV_Blauregen
3. FA_BV_Wilder Wein
4. FA_BV_Kiwi, Stauden und Kräuter

4 Prüfstand und Prüfkörper



Abb. 25 bis 28: Vorbereitungsmaßnahmen

4

Bewertungskriterien

Musterbauordnung

- ✓ Rettung von Menschen und Tieren, wirksame Löscharbeiten
- ✓ Brandausbreitung ausreichend lang begrenzen

Prüfnorm DIN 4102-20

- ✓ Zeitpunkt der Entflammung des Prüfkörpers
- ✓ Temperaturmessung und visuelle Beobachtung: Brandausbreitung
- ✓ Zeitpunkt und Menge: brennendes Abfallen
- ✓ Weiterbrennen abgefallener Teile von mehr als 20 Sek.
- ✓ Ausmaß und Dauer von Glimm- und Schwelprozessen
- ✓ Ausmaß der Schädigung: verbrannter und verkohlter Bereich

Weitere

- ✓ Flamme an der Oberkante des Prüfkörpers (Normentwurf)
- ✓ Keine selbstständige Brandausbreitung außerhalb des Primärbrandherdes (Branddirektion)
- ✓ Kegelförmige Brandform ausgehend von dem Stützfeuer (Branddirektion)
- ✓ Wirksame Einschränkung der Brandweiterleitung (Branddirektion)
- ✓ Kein Herabfallen großer Teile: $> 0,4 \text{ m}^2$ oder $> 5 \text{ kg}$ (ÖNORM B 3800-5)

4 Versuch 1: FA_BV_Kriechspindel

Bezeichnung:	Kriechspindel (Euonymus fortunei 'Coloratus), immergrün
Hersteller:	Helix Pflanzen GmbH
Größe:	1,2 m x 3,5 m
Hinterlüftung:	keine
Temperatur:	847 °C
Entflammung:	ja (mehrmalige kurzzeitige Durchzündung; kegelförmige Brandform)
Besonderheit:	0,9 m breiter Streifen der Fassadenbegrünung im vitalen Zustand nach Versuchsende
Ergebnis:	positiv (oberhalb des Stützfeuers keine vertikale Brandausbreitung; keine horizontale Brandweiterleitung; kein Abfallen brennender Pflanzenteile)
Vergleich:	Mit dem Wiener Versuch 1 „Efeu“ verglichen



4 Versuch 1: FA_BV_Kriechspindel



Abb. 30 bis 35: Brandversuch FA_BV_Kriechspindel

4

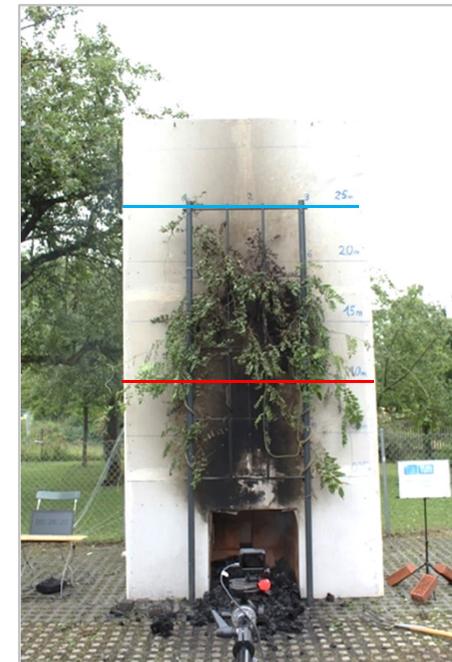
Versuch 2: FA_BV_Blauregen

Bezeichnung:	Blauregen (Wisteria, Sorte unbekannt), sommergrün
Hersteller:	Polygrün Fassadenbegrünung
Größe:	3,25 m hoch und max. 1,5 m breit
Hinterlüftung:	20 cm
Temperatur:	794 °C
Entflammung:	nein
Besonderheit:	keine Entflammung der Blätter beobachtet; kein Glimmern der Pflanzen erkennbar
Ergebnis:	positiv (keine vertikale oder horizontale Brandausbreitung; kein Abfallen brennender Pflanzenteile)
Vergleich:	Mit dem Wiener Versuch 3 und 4 „Blauregen und Kletterhortensie“ verglichen



4

Versuch 2: FA_BV_Blauregen



2,50 m über
Brandkammersturz

1,0 m über
Brandkammersturz

Abb. 36 bis 39: Brandversuch FA_BV_Blauregenl

4 Versuch 3: FA_BV_Wilder Wein

Bezeichnung:	Wilder Wein (<i>Parthenocissus tricuspidata</i>), sommergrün
Hersteller:	Fassadengrün e. K.
Größe:	ellipsenförmige Fläche bis zu einer Höhe von 2,50 m über dem Sturz
Hinterlüftung:	keine
Temperatur:	739 °C
Entflammung:	ja (kurzzeitige Durchzündung)
Besonderheit:	Entflammung der Begrünung durch den Einsatz einer brennenden Fackel
Ergebnis:	positiv* (vertikale Brandausbreitung nur innerhalb des Primärbrandherdes; keine horizontale Brandausbreitung; kein Abfallen brennender Pflanzenteile)
Vergleich:	Mit dem Wiener Versuch 2 „Klettergurke und Wilder Wein“ verglichen

* Für die Überprüfung des Ergebnisses werden weitere Untersuchung mit größerer Pflanzendichte empfohlen



4

Versuch 3: FA_BV_Wilder Wein

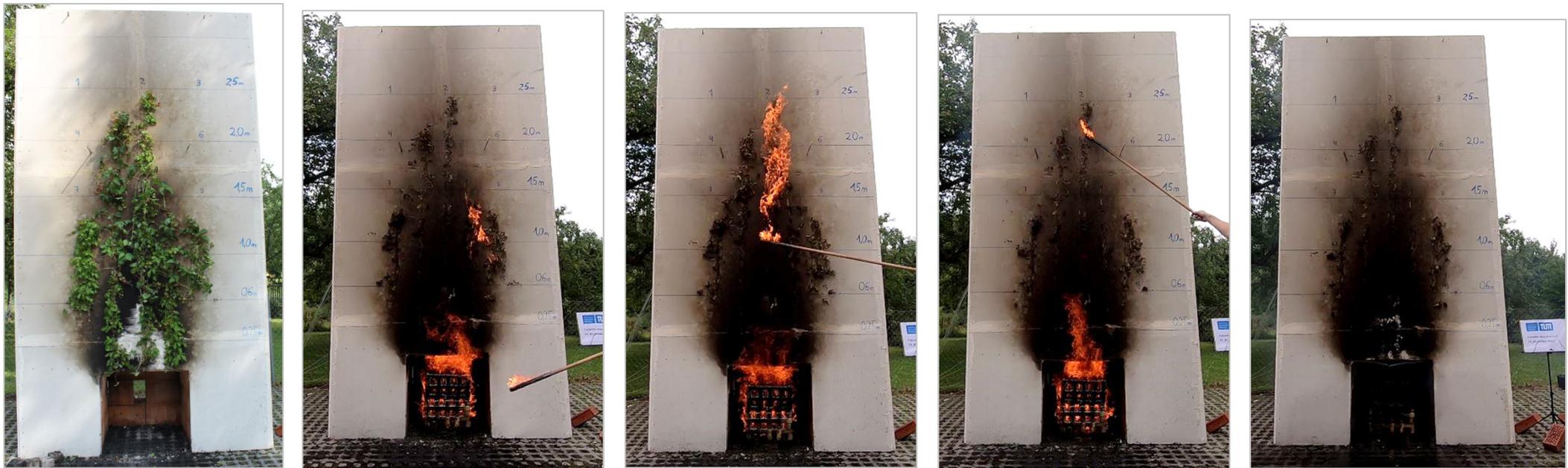


Abb. 40 bis 44: Brandversuch FA_BV_Wilder Wein

4

Versuch 4: FA_BV_Kiwi, Stauden und Kräuter

Bezeichnung:	Kiwi (<i>Actinidia arguta</i> Geneva), sommergrün Stauden und Kräuter (<i>Lonicera</i> , <i>Ilex Crenata</i> und <i>Euonymus fortunei</i>)
Hersteller:	Helix Pflanzen GmbH und Sempergreen
Größe:	10 Kiwi links und 36 Kräuter/Stauden rechts bis zu einer Höhe von 2,80 m über dem Sturz
Hinterlüftung:	keine
Temperatur:	817 °C
Entflammung:	ja
Besonderheit:	schwach entflammbare Kletterpflanze (gemäß Pichlhöfer 2016)
Ergebnis Kiwi:	positiv* (keine vertikale oder horizontale Brandausbreitung; Entflammung für nur 3 Sek.; kein Abfallen brennender Pflanzenteile)
Ergebnis Stauden und Kräuter:	positiv* (vertikale Brandausbreitung innerhalb des Primärbrandherdes; keine horizontale Brandausbreitung; kein Abfallen brennender Pflanzenteile)
Vergleich:	Mit dem BOKU Brandversuch im Muffelofen „Zier-Kiwi“ verglichen; für Stauden und Kräuter keine Vergleichsuntersuchung



* Für die Überprüfung des Ergebnisses werden weitere Untersuchungen mit größerer Pflanzendichte empfohlen

4

Versuch 4: FA_BV_Kiwi, Stauden und Kräuter

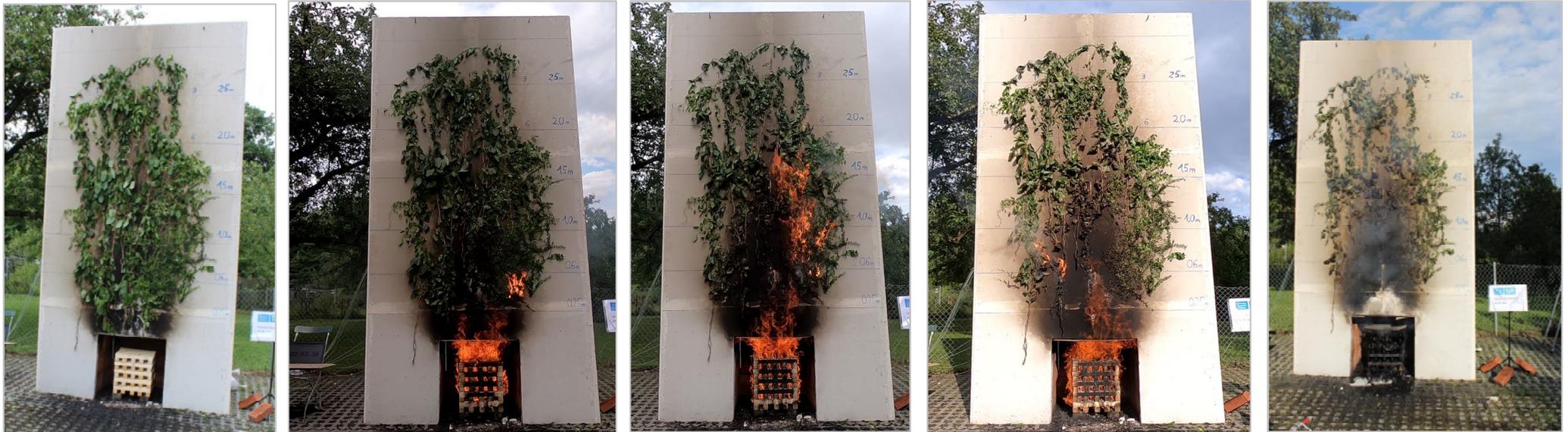


Abb. 45 bis 49: Brandversuch FA_BV_Kiwi, Stauden und Kräuter

5 Brandschutztechnische Empfehlungen für GK 4 und 5

Für Direktbegrünung eines EPS-basierten WDVS:

- ✓ Ordnungsgerechte Pflege der Begrünung (Durchführung der Wartung mit Hilfe einer Infrarotkamera)
- ✓ Verwendung schwerentflammbarer oder nichtbrennbarer Kletterhilfen
- ✓ Begrünung muss sich verhalten wie eine „schwerentflammbare“ Außenwandbekleidung
- ✓ Einhaltung brandschutztechnischer Anforderungen an das WDVS:

Anforderungen an EPS-basierte WDVS:

- ✓ Dämmstoffdicken zw. 100 mm und 300 mm Sturzschutz über den Fenstern oder gebäudeumlaufender Brandriegel in jedem zweiten Geschoss
- ✓ Dämmstoffdicken > 300 mm herstellenspezifische Sonderlösungen

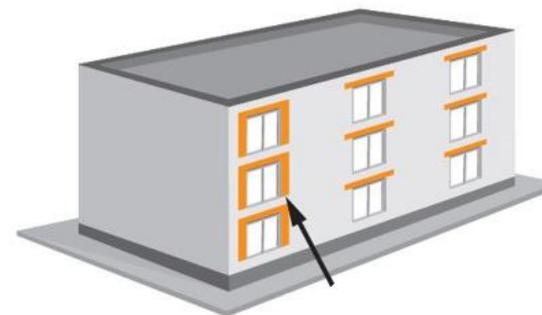
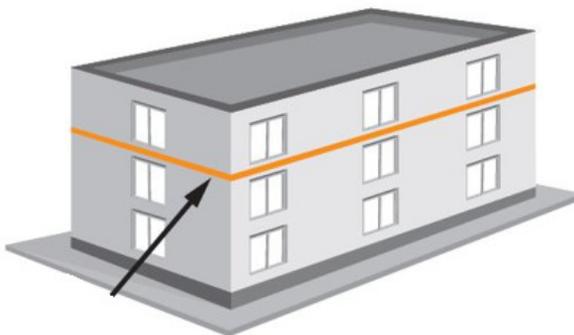


Abb. 50 und 51 aus Kotthoff 2014, geändert

5 Brandschutztechnische Empfehlungen für GK 4 und 5

Für Direktbegrünung von hinterlüfteten brennbaren Außenwandbekleidungen (z. B. Holzbekleidungen):

- ✓ Einhaltung brandschutztechnischer Anforderungen an vorgehängte hinterlüftete Fassaden
- ✓ Einhüllen der brennbaren Außenwandbekleidung mit einem nicht brennbaren Baustoff
- ✓ Verwendung nichtbrennbarer Kletterhilfen und Unterkonstruktionen
- ✓ Begrünung muss sich verhalten wie eine „schwerentflammbare“ Außenwandbekleidung
- ✓ Ordnungsgerechte Pflege und Wartung der Begrünung



Abb. 52: Passivhaus Freiburg, Jakob Trubschachten

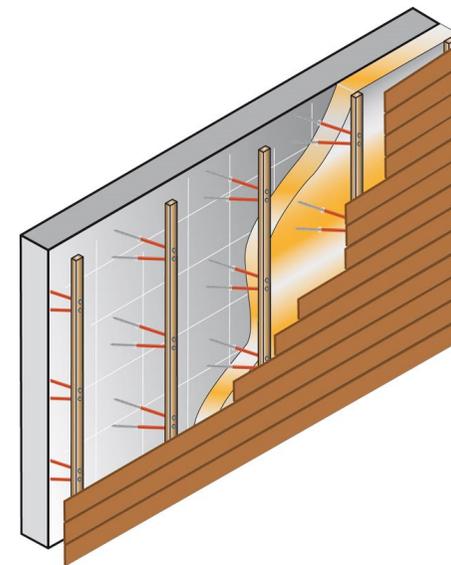


Abb. 53: hinterlüftete Holzfassade, Alfons Oebbeke 2009

5 Brandschutztechnische Empfehlungen für GK 4 und 5

Für Direktbegrünung von Beton, Mauerwerk, Glas, nicht brennbare Ständer- und Fachwerkbauweise:

- ✓ Verwendung schwerentflammbarer oder nichtbrennbarer Kletterhilfen und Unterkonstruktionen
- ✓ Ordnungsgerechte Pflege und Wartung der Begrünung
- ✓ Begrünung muss sich verhalten wie eine „schwerentflammbare“ Außenwandbekleidung



Abb. 54: Carl Stahl, Süssen

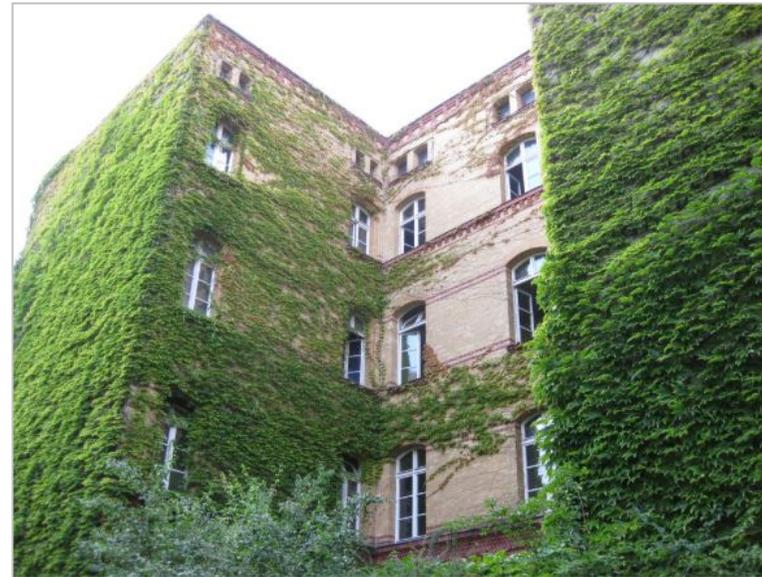


Abb. 55 Baunetz, Berlin

5 Brandschutztechnische Empfehlungen für GK 4 und 5

Wandgebundene hinterlüftete Begrünungssysteme:

- ✓ Ordnungsgerechte Pflege und Wartung der Begrünung
- ✓ Verwendung schwerentflammbarer bis nichtbrennbarer Vlies-Substrat-Systeme
- ✓ Begrünung muss sich verhalten wie eine „schwerentflammbare“ Außenwandbekleidung
- ✓ Einhaltung brandschutztechnischer Anforderungen an vorgehängte hinterlüftete Fassaden:



Abb. 56 Wohnhaus, Golglauer Straße Berlin

Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen:

- ✓ Anordnen von horizontalen Brandsperren im Hinterlüftungsspalt in jedem zweiten Geschoss
- ✓ Tiefe des Hinterlüftungsspalts beträgt 50 mm oder 150 mm, je nach Art der Unterkonstruktion
- ✓ Maximale Öffnungsgröße in den horizontalen Brandsperren darf 100 cm²/lfm Wand betragen
- ✓ Horizontalen Brandsperren müssen mindestens 30 Minuten lang formstabil bleiben
- ✓ Integration von Brandriegeln in die Laibungen von Fenstern und Türen unter bestimmten Kriterien
- ✓ Zusatz: Anbringung von Sensoren um ab einer Wandtemperatur von 60 °C Bewässerung auszulösen

5

Ausblick

Fachliteratur und Regelwerke:

- ✓ Leitfaden für Fassadebegrünung der Stadt Wien
- ✓ ÖNORM L1136 für vertikale Außenwandbegrünung
- ✓ Aufsatz der TU München in der BAUTECHNIK (Julia Noder und Thomas Engel 2020)

4

Videoaufzeichnung der Brandversuche



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!



Auf eine Grüne Zukunft !