

Brandverhalten bei Fassadenbegrünungen

Neue Erkenntnisse zum Brandverhalten von Fassadenbegrünungen

Einleitung

Wie schon im Brandschutzkatalog 2017 beschrieben, beschäftigt sich die MA 39 seit mittlerweile 4 Jahren europaweit federführend mit dem Brandverhalten von Fassadenbegrünungen in großmaßstäblichen Versuchen, durchgeführt in Anlehnung an die ÖNORM B 3800-5.

Konnte 2017 erst über einen Großbrandversuch an Efeu berichtet werden, so hat sich mittlerweile die Prüferfahrung mit Fassadenbegrünungen erweitert. Über diese Erweiterungen und die daraus gezogenen neuen Erkenntnisse soll in diesem Artikel berichtet werden.

Kleinbrandversuche

Zunächst wurde im bereits berichteten Großbrandversuch festgestellt, inwiefern sich der als „worst-case“ angenommene Efeu während eines Fassadenbrandes verhält. Parallel dazu wurde im Rahmen zweier Bakkalaureatsarbeiten an der Universität für Bodenkultur in Wien eine Vielzahl von Pflanzen und Pflanzenteilen kleinmaßstäblichen Versuchen in Muffelöfen unterzogen, um deren Entflammbarkeit zu prüfen [1] [2]. Die aktuellsten Versuche umfassen wiederum Großbrandversuche mit Pflanzen, die sich in den Kleinversuchen als besonders kritisch oder unkritisch verhalten haben, um nachzuweisen, ob die Ergebnisse auch auf den Großmaßstab übertragbar sind.

Im Rahmen von kleiner dimensionierten Versuchen in einem Muffelofen an der Universität für Bodenkultur haben über 15 Kletterpflanzenarten und Blühpflanzen sowie tropische Innenraumpflanzen ihren Weg ins Feuer gefunden. Betrachtet wurde jeweils die vitale Pflanze und ihre Teile (Blatt, Stiel/ Stamm) sowie die nicht mehr vitale, trockene Pflanze (siehe folgende Abbildungen aus [2])



Abbildung 1: Einbringen von Pflanzenteilen in den Muffelofen [2]
Abbildung 2: Mitbrand von Pflanzenteilen im Muffelofen [2]

Im Muffelofen wurden zunächst konstant 850 °C gehalten und in der zweiten Versuchsreihe mehrere Temperaturebenen zwischen 500 °C bis 700 °C gefahren (dies in Anlehnung an die aus einer Vielzahl von Versuchen bekannte Temperaturentwicklung beim Großbrandversuch).

Die kleinräumigen Versuche mit weiteren Kletterpflanzenarten betrachten die drei Teilbereiche Rauchentwicklung, Verglühen und Entflammbarkeit. Dabei wurde deutlich, dass nicht verallgemeinert werden kann. Unterschiedliche Kletterpflanzenarten haben ein durchwegs unterschiedliches Brandverhalten. So entflammen beispielsweise vitale Blätter diverser Unterarten von Aristolochia, Clematis, Fallopia, Humulus, Jasminum, Lonicera, Parthenocissus, Rosa und Wisteria nicht, während Lonicera henryi ein Hedera helix ähnliches Verhalten an den Tag legt. Trockene, nicht vitale Pflanzenteile der meisten Arten entflammen. Das durchwegs unterschiedliche Verhalten der Pflanzen muss allerdings in Zusammenhang mit deren Holzgewicht, Habitus und Blattmasse sowie Einsatzgebiet auf jeweiligen Rankhilfen betrachtet werden. Als mittlere Entzündungstemperatur der verholzten Triebe wurden ca. 570 °C gemessen, als Entzündungstemperatur der Blattmasse ca. 650 °C. Auch bei diesen Versuchen wurde festgestellt, dass Pflanzen mit einem hohen Anteil an ätherischen Ölen brennbarer sind als andere.

Bei den Untersuchungen hat sich somit herausgestellt, dass jede Pflanze entflammbare Teile besitzt. Es gibt also keine Kletterpflanze, die vollkommen unbrennbar ist. Andererseits war bei den untersuchten Pflanzen allerdings auch keine dabei, bei der alle Pflanzenteile entflammen. Es gibt zudem keinerlei Anzeichen dafür, dass Pflanzen mit einem ähnlichen Wuchsverhalten oder auch Pflanzen derselben Gattung ein ähnliches Brandverhalten aufzeigen.

Nach den Muffelofenversuchen wurden die Pflanzen nach ihrem Brandverhalten eingeteilt. Es wurden brennbarere und weniger brennbare Pflanzenpaare ermittelt, die nachfolgenden Großbrandversuchen ausgesetzt wurden, um zu ermitteln, ob sich das differierende Brandverhalten im Muffelofen auch beim Fassadenbrand beobachten lässt.

Großbrandversuche

Aus den Muffelofenversuchen kristallisierten sich für die weiteren Großbrandversuche zwei Pflanzenpaare als Versuchsobjekte heraus: Akebia und Parthenocissus als Vertreter jener Pflanzen, deren Blätter im Muffelofen nicht entflammen und im zweiten Versuch die „brennbareren“ Arten Wisteria und Hydrangea.

Dementsprechend wurden im ersten Versuch die weniger brennbaren Pflanzen einem Großbrandversuch gemäß ÖNORM B 3800-5 [3] zugeführt. Dazu wurden am Prüftag vitale Pflanzen direkt aus Trögen entnommen und an einem Rankgerüst (Aluminium/Edelstahl) mittels metallischem Bindedraht an die Edelstahlseile der Rankhilfe montiert. Die Triebdichte entsprach lt. ExpertInnen der Universität für Bodenkultur jener von in der Realität auftretenden Grünfassaden bei Verwendung von Kletterhilfen.

In dieser Form wurde eine Prüfstandsfläche von etwa 3 m Höhe x 1,5 m Breite am langen Flügel und 1,5 m Breite am kurzen Flügel belegt. Die Kletterpflanzen wurden auch unmittelbar zur Brandkammer geführt, eine unbelegte Fläche war weder direkt über noch direkt seitlich neben der Brandkammer gegeben. Ebenso war die Innenecke des Prüfstands belegt (siehe auch die folgende Bilddokumentation des Versuches, ab jetzt alle Bilder MA 39).

Brandverhalten bei Fassadenbegrünungen



Abbildung 3: Montage der Rankhilfe am Prüfstand
Abbildung 4: Montage der Pflanzen



Abbildung 5: Fassadenbegrünung zu Beginn der Prüfung
Abbildung 6: Durchzündungseffekt nach 9 Minuten und 5 Sekunden Versuchsdauer



Abbildung 7: Fassadenbegrünung zum Ende der Prüfung
Abbildung 8: Fassadenbegrünung nach der Prüfung

Als Brandlast wurde eine Holzkrippe verwendet, die aus gehobelten Fichtenholzstäben (jeweils 4 cm breit, 4 cm hoch und 50 cm lang) besteht. Aus 72 Stäben mit einem Gesamtgewicht von 25 kg +/- 1 kg wurde die Holzkrippe hergestellt, indem die Stäbe kreuzweise vernagelt werden. So entsteht eine Holzkrippe mit einer Grundfläche von 0,5 m x 0,5 m und einer Höhe von 0,48 m (entspricht etwa 350-400 kW). Die Holzkrippe wird auf eine allseits offene Metallunterkonstruktion mit einer Grundfläche von 0,5 m² in die Brandkammer gestellt (Höhe 0,25 m). Der seitliche Abstand der Holzkrippe zu den Wänden der Brandkammer beträgt 0,25 m. Die Vorderseite der Krippe schließt bündig mit der Vorderseite des Prüfstandes im unbedeckten Zustand ab.

Die Zündung der Holzkrippe wird mittels Isopropanol ausgelöst. Dazu werden unmittelbar vor Versuchsbeginn zwei Blechwannen in die unterste Lage der Holzstäbe (jeweils in den zweiten äußeren Zwischenraum) eingeschoben und mit jeweils 200 ml Isopropanol befüllt. Die Entzündung des Isopropanols erfolgt mit einer offenen Flamme. Zwei Minuten nach Zündung wird ein Lüfter, der sich hinter der Holzkrippe befindet, eingeschaltet und ein zusätzlicher Luftstrom (Volumenstrom 400 m³/h) durch eine runde Öffnung (Durchmesser 0,3 m) generiert.

Nach ca. 3 Minuten und 9 Minuten Versuchsdauer war eine Durchzündung über die gesamte Höhe der Grünfassade erkennbar (Strohfeuereffekt). Es konnte somit unter den gewählten Prüfbedingungen eine mehrfach auftretende kurzzeitige (jeweils etwa 2 Sekunden andauernd) Brandweiterleitung entlang der Grünfassade nach oben hin während des Brandversuches beobachtet werden. Eine horizontale Brandausbreitung war nicht erkennbar. Es sind keine großen Teile (> 0,4 m² oder > 5 kg) abgefallen. Aufgrund der beobachteten Brandweiterleitung ist das Ergebnis als negativ hinsichtlich der Kriterien der ÖNORM B 3800-5 zu beurteilen.

Die Rankhilfe zeigt zwar während der Prüfung thermische Verformungen (Erschlaffen der Edelstahlseile im Brandkammersturz-bereich), ein Abfallen der Rankhilfe oder eine erhöhte Brandweiterleitung aufgrund der Rankhilfe war nicht beobachtbar.

Nachdem also festgestellt wurde, dass selbst bei jenen Pflanzen, die im Muffelofen ein konservatives Brandverhalten zeigten, im Großbrandversuch der Durchzündungseffekt zu beobachten war, war klar, dass es brandschutztechnisch nicht sinnvoll ist, bei den „brennbareren“ Pflanzen den gleichen Prüfaufbau wieder zu testen. Auf Basis der Temperaturmessungen bei den vorigen Versuchen und den Versuchen im Muffelofen wurde daher entschieden, dass die Pflanzenmontage am Rankgerüst erst ab einer Höhe von 1,0 m über Sturz und mit einem seitlichen Abstand in der Innenecke von 50 cm erfolgte. Sieht man sich die Temperaturentwicklung 10 cm vor der Fassade in unterschiedlichen Höhen bei Fassadenbrandversuchen nach ÖNORM B 3800-5 an, so erkennt man, dass in einer Höhe von 1,0 m über Sturz Maximaltemperaturen von etwa 350°-400°C gemessen werden. Die Erwartungshaltung war daher, dass die Temperatur dort nicht mehr ausreicht, um den Durchzündungseffekt der Fassadenbegrünung auszulösen.

Dies bestätigte sich auch, wie in folgender Bilddokumentation auch ersichtlich:

Fortsetzung auf Seite 44

Brandverhalten bei Fassadenbegrünungen

Fortsetzung von Seite 43



Abbildung 9: Fassadenbegrünung unmittelbar beim Start des Versuches

Abbildung 10: Probekörper nach ca. 5 Minuten Versuchsdauer



Abbildung 11: Fassadenbegrünung während des Versuches (Versuchsdauer 12 Minuten – Maximum des Krippenbrandes)

Abbildung 12: Fassadenbegrünung nach der Prüfung

Es konnte unter den gewählten Prüfbedingungen keine optische Brandweiterleitung entlang der Grünfassade nach oben hin während des Brandversuches beobachtet werden. Eine horizontale Brandausbreitung war ebenso nicht erkennbar. Es sind keine großen Teile ($> 0,4 \text{ m}^2$ oder $> 5 \text{ kg}$) abgefallen.

Die Rankhilfe zeigt zwar während der Prüfung thermische Verformungen (Erschlaffen der Edelstahlseile im Brandkammersturzberreich), ein Abfallen der Rankhilfe oder eine erhöhte Brandweiterleitung aufgrund der Rankhilfe war nicht beobachtbar. Aufgrund der beobachteten Brandweiterleitung ist das Ergebnis als positiv hinsichtlich der Kriterien der ÖNORM B 3800-5 zu beurteilen.

Nachdem nun also erstmals ein Großbrandversuch durchgeführt wurde, der die Anforderungen der ÖNORM B 3800-5 positiv erfüllte, wurde für den nächsten Aufbau der vertikale Abstand der Pflanzen oberhalb der Brandkammer auf $0,6 \text{ m}$ verringert, um zu sehen, ob auch dieser Abstand ausreicht, um eine Brandweiter-

leitung durch die Pflanzen zu verhindern. Aus den Temperaturmessungen der vorigen Versuche konnte angenommen werden, dass die Maximaltemperatur in dieser Höhe während der Fassadenprüfung bei ca. $470 \text{ }^\circ\text{C}$ bis $550 \text{ }^\circ\text{C}$ liegt, also gewissermaßen nahe der Entzündungsgrenztemperatur der Blätter.

Nach 3 Minuten Versuchsdauer war wiederum Strohfueereffekt erkennbar, wobei die Brandweiterleitung nicht mehr bis zum oberen Ende der Begrünung reichte, sondern nur bis zur halben Höhe (siehe folgende Bilder).



Abbildung 13: Grünfassade vor der Fassadenbrandprüfung

Abbildung 14: Abstand von 60 cm oberhalb der Brandkammer



Abbildung 15: kurzzeitiger Durchzündungseffekt an der Grünfassade

Abbildung 16: Maximum des Holzrippenbrandes nach ca. 12 Minuten Versuchsdauer

Brandverhalten bei Fassadenbegrünungen



Abbildung 17: Fassadenbegrünung nach einer Versuchsdauer von 24 Minuten



Abbildung 18: Fassadenbegrünung zum Ende der Prüfung

Ergebniszusammenfassung

Im ersten Versuch mit den „weniger brennbaren“ Pflanzen zeigte sich ein ähnliches Bild wie beim 2015 durchgeführten Großbrandversuch mit Efeu. Es waren sowohl die Durchzündungsphänomene (zeitlich kürzer als bei Efeu) als auch die positiven Aspekte der nicht beobachtbaren horizontalen Brandausbreitung sowie der nicht beobachtbaren Sekundärbrandgefahr über abgefallene brennende Teile zu erkennen.

Gefolgert werden kann also, dass grundsätzlich jede Kletterpflanze in Brand gesetzt werden und zu einer vertikalen Brandweiterleitung beitragen kann – egal welches Verhalten sie in den Kleinbrandversuchen zeigte. Daher wurde der nächste Großbrandversuch dahingehend abgeändert, dass nicht nochmals der gleiche Aufbau mit den „brennbareren“ Pflanzen erfolgte, sondern die Pflanzenmontage am Rankgerüst erst ab einer Höhe von 1,0 m über Sturz und mit einem seitlichen Abstand in der Innenecke von 50 cm erfolgte.

Bei dieser Versuchsanordnung konnte keine Entzündung der Fassadenbegrünung festgestellt werden. Die untersten Blätter waren verfärbt und zum Teil war ein Glimmen der Holzanteile zu erkennen, eine vertikale oder horizontale Brandweiterleitung jedoch nicht. Es scheint also möglich zu sein, durch definierte Abstände von einem Stützfeuer, die Entzündung und die darauf folgende kurzzeitige vertikale Brandweiterleitung entlang der Fassadenbegrünung zu verhindern. Bei keinem der Brandversuche trug die Rankhilfe zu einem Brandgeschehen bei. Die Konstruktion verharrte unverändert am Prüfstand.

Fortsetzung auf Seite 46

Brandverhalten bei Fassadenbegrünungen

Fortsetzung von Seite 45

Im dritten Versuch wurde dieser Abstand zum simulierten Fenstersturz auf 60 cm verringert, um beobachten zu können, ob die dort auftretenden Temperaturen (ca. 500°C bis 550°C sind zu erwarten) ebenfalls nicht ausreichen, um eine Entflammung zu bewirken. Dies war nicht der Fall – es kam wieder zu einer Entzündung der Pflanzen, wobei der Durchzündungseffekt in seinem Ausmaß nach oben hin geringer war als bei den Versuchen zuvor.

Alle Versuche zusammengenommen kann also festgestellt werden, dass eine Entzündung der verholzten Triebe sowie der Blattmasse ab ca. 500 °C zu erwarten ist, sodass hinsichtlich der folgenden abschließenden Handlungsanleitung für das weitere Vorgehen immer zu bedenken ist, wie technisch sichergestellt werden kann, dass Fassadenbegrünungen im Realbrandfall nicht diesen Temperaturen ausgesetzt sind.

Erkenntnisse

Aus den bei den Versuchen gewonnenen Erkenntnissen ergeben sich für künftige Anwendungen von Grünfassaden folgende richtungweisende Vorgaben:

- Bei Gebäuden bis zur Gebäudeklasse 3 sind keine Nachweise hinsichtlich der Brandweiterleitung bzw. spezielle Brandschutzmaßnahmen erforderlich.
- Bei höheren Gebäudeklassen sind nichtbrennbare Rankhilfen (z.B. aus Metall) einzusetzen; es können – je nach verwendeter Pflanzenart - zusätzliche Brandschutzmaßnahmen (z.B. geschoßweise Brandsperren) notwendig sein.
- Bei höheren Gebäudeklassen ist für das verwendete System (exkl. Pflanzen) ein positiver Prüfbericht nach ÖNORM B 3800-5 bzw. ein passender anderer Nachweis vorzulegen. Die Systeme sind dann entsprechend den positiv geprüften Details aufzubauen. Bei vorgehängten hinterlüfteten, fassadengebundenen Systemen kann das Schutzziel Brandweiterleitung beispielsweise durch die geschossweise Anordnung von auskragenden Brandschutzschotts erfüllt werden.
- Fassadenbegrünungen sind zu pflegen und in einem vitalen, funktionalen Zustand zu erhalten (Bauwerksbuch, eindeutige Regelung der Zuständigkeit für Pflege und Erhaltung der Begrünung). Erforderliche Pflegemaßnahmen sind bereits in der Planung zu berücksichtigen und gegebenenfalls im Bauwerksbuch festzuhalten.
- Das ursprüngliche Ziel eines Pflanzenkataloges mit „brennbaren“ und „weniger brennbaren“ Pflanzen kann in der geplanten Form nicht weiter verfolgt werden, da auch in den Kleinversuchen als „weniger brennbar“ eingestufte Pflanzen im Großbrandversuch zu einer Brandweiterleitung beitragen.
- Die kleinräumigen Versuche werden derzeit mit Stauden, Gräsern und Kleingehölzen für die Anwendung in fassadengebundenen Systemen erweitert. Ein weiterer Großbrandversuch mit Efeu und dem positiv geprüften vertikalen Abstand zur Brandkammer von 1,0 m ist in Planung.
- Fassadengebundene Begrünungssysteme unterscheiden sich in ihren strukturellen Materialien stark (z.B. Geotextilien, Mineralwollen, mineralische Substrate), zudem unterliegen sie durch die vorgehängte hinterlüftete Bauweise verstärkten

Brandschutzbestimmungen. Langfristig wird daher bei allen Gebäudeklassen das Brandverhalten der in den Systemen verwendeten Materialien (exkl. Pflanzen) nachzuweisen sein. All die berichteten Ergebnisse bilden nunmehr die Basis von Vorschlägen der MA 39 für die brandschutztechnische Betrachtung von Fassadenbegrünungen. Diese werden sich im neuen „Leitfaden für Fassadenbegrünungen“ der MA 22 (Umweltschutzabteilung der Stadt Wien) wiederfinden, dessen Veröffentlichung unmittelbar bevor steht.

Bei Interesse an den Leistungen der MA 39 im Bereich Brandschutz stehen Ihnen, werter LeserInnen, folgende Personen als Ansprechpartner zur Verfügung:

Dipl.-HTL-Ing. Kurt Danzinger, MSc

Referent Abteilung Brandschutz der MA 39
kurt.danzinger@wien.gv.at
T: +43 1 4000 39282

Ing. Stephan Pomper

Referent Abteilung Brandschutz der MA 39
stephan.pomper@wien.gv.at
T: +43 1 4000 39283

Dipl.-Ing. Dieter Werner, MSc

Leiter des Bauphysiklabors der MA 39
dieter.werner@wien.gv.at
T: +43 1 4000 39261

[1] Bühn, Sabrina, *Prüfung der Entflammbarkeit von Kletterpflanzen am Kriterium des Verhaltens lebender Pflanzenteile bei kritischen Temperaturen, Bakkalaureatsarbeit am Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau an der Universität für Bodenkultur, Wien, 2017*

[2] Pichlhöfer, Stefan, *Brandverhalten von Kletterpflanzen in Bezug auf Fassadenbegrünungen, Bakkalaureatsarbeit am Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau an der Universität für Bodenkultur, Wien, 2016*

[3] ÖNORM B 3800-5: *Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Teil 5: Brandverhalten von Fassaden - Anforderungen, Prüfungen und Beurteilungen, Austrian Standards Institute, Wien, 2013*



Dipl.-Ing. Dieter Werner
MSc, stv. Laborleiter des Bauphysiklabors

Magistratsabteilung 39,
Prüf-, Überwachungs- und
Zertifizierungsstelle der Stadt Wien

Rinnböckstraße 15/2, 1110 Wien
T: +43 1 79514 39281
E: dieter.werner@wien.gv.at