

## **Thema: Instandhaltung von Gebäudebegrünungen und Ausführungstechniken von PV-Gründächern**

### **Einleitung:**

Das Gebäudemanagement der Stadt Aachen unterhält einige extensive Dachbegrünungen am eigenen Gebäudebestand, Tendenz steigend. Bislang wurden diese Flächen durch die jeweiligen Objektbetreuenden Architekt\*innen im Bedarfsfall gepflegt/rückgeschnitten.

Wegen der daraus resultierenden unterschiedlichen Begrünungsqualitäten und da immer mehr anspruchsvollere PV-Gründächer und zukünftig gar Fassadenbegrünungen umgesetzt werden, halten wir es nun für notwendig, die Instandhaltung der Gebäudebegrünungen zentral, regelmäßig und durch geschultes Fachpersonal durchführen zu lassen.

Derzeit ist in Überlegung, die Ausführung der Arbeiten an externe Garten-/Landschaftsbauunternehmen zu vergeben („Durchführung“), während intern eine zentrale Stelle/Person beim Aachener Stadtbetrieb geschaffen wird, die für die Vergabe und Überwachung der Gebäudebegrünungs-Instandhaltung zuständig sein wird („zuständige Stelle“). Die zuständige Stelle würde von uns beauftragt, da die „Verantwortung“ und damit die monetäre Verpflichtung für die Gebäudebegrünungen, bei uns – beim Gebäudemanagement der Stadt Aachen - liegt.

**Bei der Etablierung regelhafter Unterhaltspflegen von Gebäudegrün wie oben beschrieben, ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten und Herausforderungen – insbesondere im Hinblick auf die Verortung in der betriebsinternen Organisationsstruktur. Wie ist die Pflege von Gebäudegrün bei Ihnen im Haus geregelt?** (vgl. A „Fragen zur Instandhaltung von Gebäudebegrünungen“)

Weiterführend ergeben sich bei unserem Planungsteam für **PV-Gründächer ausführungstechnische und instandhalterische Detailfragen**, worüber wir – falls Erfahrungen vorhanden - ebenfalls einen Erfahrungs- und Wissensaustausch anregen möchten. (vgl. B „Detailfragen zu PV-Gründächern“)

## Zusammenfassung der Ergebnisse bzw. Antworten:

### **A Fragen zur Instandhaltung von Gebäudebegrünungen**

- Während die überwiegende Mehrheit bereits extensive Gründächer (10 von 12) und PV-/Gründachkombinationen (10 von 12) unterhält, sind intensive Gründächer (2 von 12) sowie Fassadenbegrünungen kaum vertreten (3 von 12).
- 2 von 12 haben noch keine Gebäudebegrünungen umgesetzt. Allerdings geben auch 2 von 12 an, intensivere Gebäudebegrünungsformen wie Fassadenbegrünungen und PV-/Gründächer künftig vermehrt umsetzen zu wollen.
- 5 von 10 pflegen ihre Gebäudebegrünungen regelhaft, weitere 2 von 10 pflegen individuell nach Bedarf/unregelmäßig. 3 von 10 führen keine Pflegen an Gebäudebegrünungen durch.
- Empfohlene Pflegeintervalle: Extensive Gründächer werden vorwiegend 1-2x pro Jahr gepflegt. Intensive Gründächer werden 4x pro Jahr gepflegt. PV-Gründächer werden 2x pro Jahr gepflegt, Fassadenbegrünungen werden je nach Begrünungs Bedarfsgerecht gepflegt, wobei wandgebundene Begrünungen ein Pflegeintervall von 4x jährlich benötigen.
- Die wichtigsten Maßnahmen bei der Pflege von Dachbegrünungen sind Mähen/Entfernen von Aufwuchs und Sämlingen (4-5 von 5). Wenige geben an, zusätzlich zu bewässern (1 von 5), zu düngen (2 von 5), Herbstlaub zu entfernen (2 von 5), Substrat zu ergänzen (1 von 5) sowie Entwässerungseinrichtungen zu säubern (2 von 5).
- Die wichtigsten Pflegemaßnahmen bei Fassadenbegrünungen sind Rückschnitt, Wässern/Wartung Wässerungssystem und Düngen (2 von 2). Es werden darüber hinaus die Erneuerung von Pflanzen und die Kontrolle der Rankhilfen benannt (1 von 1).
- Es wird angeführt, dass regelmäßige Inspektionen (insb. bei PV-/Gründächern) wichtig sind (3 von 5), um Pflegebedarfe zu ermitteln.
- Verantwortliche Verwaltungsstellen für die Instandhaltung von Gebäudebegrünungen (Budgets) sind in der Regel (7 von 9) die Gebäudemanagements, bei wenigen (2 von 9) die Grünflächenmanagements.
- Operativ zuständige Stellen (Vergabe/Durchführung, Überwachung, ..) sind wohl bei den Gebäudemanagements gelagert (5 von 9), als auch bei Grünflächenmanagements (4 von 9).
- 7 von 9 lassen die Instandhaltung durch externe Firmen durchführen, während 2 von 9 diese teilweise mit eigenem Personal durchführen.
- Als Herausforderungen bei der Pflege von Dächern werden am häufigsten benannt: Ungeeigneter Zugang zum Dach, Fehlende oder Ungenügende Sicherheitseinrichtungen auf dem Dach (vgl. DGUV Information 201-056). Aber auch fehlende

**2 von 11**

Instandhaltungskonzepte, fehlende personelle/monetäre Ressourcen, Aufarbeitung von Instandhaltungsrückständen sowie Vergabeprobleme mit der Vergabestelle über die Stückelung der Aufträge.

- Bei PV-/Gründächer werden zusätzliche Herausforderungen bei der Pflege des Gründaches benannt: Unklare Zuständigkeiten zwischen technischen und hochbaulichen Abteilungen, Beschattung der Module und zusätzliche/erschwerende Pflegebedingungen, wie die (gebückte) Handarbeit unter den Modulen (vgl. Münchener Untersuchung zu Pflegearbeiten unter Solarpaneelen), unerwünschter Aufwuchs durch Samenflug, höhere Pflegeintervalle und Sicherstellung vier Augenprinzip zur schnellen Hilfe bei Unfällen mit elektrischen Leitungen.
- Bei der Pflege von Fassadenbegrünung wird allgemein festgestellt, dass diese wegen der Unterschiedlichkeit schwer kalkulierbar sind (Intervalle, Geld- und Personalaufwand). Besondere Herausforderungen bei der Pflege von Fassadenbegrünungen werden benannt: Zugänglichkeit der Fläche, Frostschutz der Bewässerungen, Einwachsen von nicht begrünbaren Bauteilen

## **B Detailfragen zu PV-Gründächern**

- Es sind keine Schädigungsprozesse an Basiselemente zur Ballastierung von PV-Elementen bekannt (10 von 10), wobei die Verwendung von langlebigen Materialien empfohlen wird, wie Metallunterkonstruktionen oder Betonfertigteile.
- Nur 1 von 10 hat Erfahrung mit ballastierten PV-Modulen in Kombination mit leichten Vegetationsmatten; wendet diese Bauart sogar grundsätzlich im Neubau an.
- Die Mehrheit (6 von 10) prüfen Schraubverbindungen im Rahmen einer regelmäßigen Wartung, während 4 von 10 keine systematische Prüfung durchführen/ oder die Schraubverbindungen dabei nur Stichprobenartig prüfen.
- Reinigungen von PV-Modulen führen nicht alle, jedoch die Mehrheit (6 von 9) durch – regelmäßig oder bedarfsgerecht – durch die Wartungspartner, durch eigene Mitarbeitende, durch das technische Gebäudemanagement oder durch Sonderaufträge an externe Firmen. 3 von 9 geben an keine Reinigungen durchzuführen, da diese nicht nötig sei bei Einhaltung von Bodenabständen und dem Selbstreinigungseffekt ab 10° Neigung.
- Kabelführungen bei PV-Gründächer sind immer geschützt zu verlegen (8 von 8), bevorzugt an der UK, direkt unter den Modulen wegen des Grünschnitts. Ein nicht-rostender Kabelschutz aus Edelstahl ist empfehlenswert. Die Verlegung von Kabeln im Substrat ist umstritten, ist aber potenziell möglich bei entsprechendem Leitungsschutz, und wenn Kabel nicht dauerhaft im Wasser stehen (3 von 4).
- Es gibt im AMEV keine Erfahrungswerte zu flachgeneigten PV-Gründächern (10 von 10)

## Auswertung der Antworten:

Insgesamt gingen zwölf auswertbare Antworten ein. Darunter waren drei Bundesverwaltungen, drei Länder und sechs Städte.

### **A Fragen zur Instandhaltung von Gebäudebegrünungen**

#### Frage 1: Sind Ihre Gebäude begrünt?

##### Antworten:

- a. Extensiv begrünte Dächer: 10x ja
- b. Intensiv begrünte Dächer: 2x ja, 10x nein
- c. PV-Gründächer: 10x ja, 1x es liegen erste Planungen vor, 1x nein
- d. Fassadenbegrünungen: 3x ja, 8x nein, 1x gerade im Aufbau

- 2 Antworten werden im Fortfolgenden nicht weiter ausgewertet, da keine Gebäudebegrünungen im Bestand vorhanden sind.

#### Frage 2: Pflegen, warten und/oder inspizieren Sie Ihre Gebäudebegrünungen *regelmäßig*?

##### Antworten:

- 5x ja
- 3x nein
- 2x nein, nur im Einzel-/Bedarfsfall

#### Frage 3: Wenn ja, was sind Ihre Maßnahmen zur Instandhaltung der Grünflächen?

- Berücksichtigung der Antworten bei regelmäßigen Instandhaltungen (vgl. Frage zuvor). In grau: Antworten von Verwaltungen, die nicht regelmäßig Pflegen, sondern im Bedarfsfall.

##### Antworten:

###### a. Extensiv begrünte Dächer:

- „1 x jährlicher Pflegegang mit **Entfernung von Sämlingen** und Aufwuchs“,
- „extensive Dächer werden kaum bis gar nicht regelmäßig geschnitten; manchmal werden extensive Dächer z.B. durch Gras-Samenflug zu intensiven Dächern, dann werden die Dächer je nach Bedarf o. Wetter 1-2 / Jahr geschnitten bzw. gemäht“
- „Dachwartung durch Grünpfleger“
- „1.Gehölze, sonstigen Fremdbewuchs, Laub und Unrat entfernen, 2 Arbeitsgänge im Mai/Juni und Oktober/November, 2.Substrat für extensive Dachbegrünung ergänzen, 1 Arbeitsgang im Mai/Juni (nur bei Bedarf), 3.Düngen mit NPK-Langzeitdünger, 1 Arbeitsgang im April/Mai (5 g Stickstoff / m<sup>2</sup> ? nur bei Bedarf), 4. Bewässern, bei Bedarf ? 10 l / m<sup>2</sup> je Arbeitsgang, 5.Aufwuchs, Laub und Unrat vom Randstreifen entfernen, 2 Arbeitsgänge im Mai/Juni und Oktober/November, 6.Sicherheitsrinnen säubern, 2 Arbeitsgänge im Mai/Juni und Oktober/November, 7.Kontrollschächte und Dachabläufe säubern, 2 Arbeitsgänge im Mai/Juni und Oktober/November“
- „Regelmäßige Inspektionen und Instandhaltungsmaßnahmen (Schneide- und Pflückarbeiten)“
- „Wartung/Inspektion und Pflege 1-2x pro Jahr. Im wesentlichen flächiger Rückschnitt und Freihaltung Kies-/Entwässerungs-/Technikflächen, Düngung sowie das Ziehen von Holzsämlingen. Wartungsarbeiten wie Säuberung von Entwässerungseinrichtungen. In wenigen Fällen Laubentfernung im Herbst/Winter“

4 von 11

- „Bei den HVE (Hausverwaltende Einheit): die Hausmeister beurteilen welche Maßnahmen notwendig sind/werden. ÖPP-Projekte (Externer Errichter+Betreiber): allgemein gilt, dass der ÖPP-Partner die Planung und Pflege der Dachbegrünung übernimmt und entscheidet, welche Maßnahmen er ergreift. Ziel ist es, dass die extensive Dachbegrünung funktionsfähig ist.“

b. Intensiv begrünte Dächer:

- „i.d.R. 4 x jährlich, je nach Ausführung: Wässern, Rückschnitt, Instandhaltungspflege“,
- „die Dächer werden je nach Bedarf o. Wetter 1-2 / Jahr geschnitten bzw. gemäht“
- „1 Projekt: Wartung/Inspektion und Pflege 4x Jahr (Fertigstellungs- und Entwicklungspflege 5x im Jahr) Kontrolle automatische Bewässerung, Rückschnitt und Pflege, Nachpflanzungen, Düngung“

c. PV-Gründächer:

- „i.d.R. 2 x -jährlicher Pflegegang mit Entfernung von Sämlingen und Aufwuchs“
- „in einzelnen Fällen ist das Pflanzenwachstum intensiv begrünter Dachflächen zu stark und muss 2x / Jahr zurückgeschnitten werden“
- „Dachwartung durch Grünpfleger“
- „Vergabe aller Leistungen“
- „Im Zuge der PV-Wartungen sollte zukünftig die saisonale Wachstumsentwicklung beobachtet, und bei Bedarf die Grünpflege eingeleitet werden“
- „Einhaltung der Planungsvorgaben der verantwortlichen Verwaltungsstellen (Baureferat-Gartenbau und Fachdienst für Arbeitssicherheit). Regelmäßige Inspektionen und Instandhaltungsmaßnahmen (Schneide- und Pflückarbeiten).“
- „Wartung/Inspektion und Pflege 2-3x Jahr. Im wesentlichen flächiger Rückschnitt (tw. Handarbeit) und Freihaltung Kies-/Entwässerungs-/Technikflächen sowie das Ziehen von Holzsämlingen.“
- „Bei den HVE (Hausverwaltende Einheit): die Hausmeister beurteilen welche Maßnahmen notwendig sind/werden. ÖPP-Projekte (Externer Errichter+Betreiber): allgemein gilt, dass der ÖPP-Partner die Planung und Pflege der PV-Gründächer übernimmt und entscheidet, welche Maßnahmen er ergreift. Ziel ist, dass sowohl die extensive Dachbegrünung als auch die PV-Anlage funktionsfähig sind und die PV-Anlage den maximalen Ertrag erwirtschaften kann.“

d. Fassadenbegrünungen:

- „je nach Art der Begrünung. Erdgebunden: jährliche Überprüfung ob Rückschnitt notwendig. Fassadengebunden: i.d.R 4 x jährlich, Rückschnitt, zusätzlich wässern, düngen, Erneuerung der Bepflanzung“
- „Je nach Begrünungsart. 1 Beispiel (dachgebundene Begrünung): Wartung und Pflege 4x pro Jahr (Fertigstellungs- und Entwicklungspflege 5x im Jahr), Kontrolle automatische Bewässerung, Rückschnitt, Aufleitungshilfe, Düngung, Kontrolle Rankhilfen“
- „Bei den HVE (Hausverwaltende Einheit): die Hausmeister beurteilen welche Maßnahmen notwendig sind/werden. ÖPP-Projekte (Externer Errichter+Betreiber): allgemein gilt, dass der ÖPP-Partner die Planung und Pflege der Fassadenbegrünung übernimmt und entscheidet, welche Maßnahmen er ergreift. Ziel ist es, dass die Fassadenbegrünung funktionsfähig ist.“

**Frage 4: Welche Stelle ist bei Ihnen innerhalb der Verwaltung verantwortlich für die Instandhaltung des Gebäudegrüns? (i.d.R. Verwaltungsstelle mit dem Budget für die Unterhaltspflege)**

**Antworten:**

- 7 x Gebäudemanagement
- 1 x Grünflächenmanagement
- 1 x Gebäudemanagement & Grünflächenmanagement

**Frage 5: Welche Stelle innerhalb Ihrer Organisationsstruktur ist operativ zuständig für die Instandhaltung des Gebäudegrüns? Welche Aufgaben werden dort konkret wahrgenommen?**

**Antworten:**

- 5 x Gebäudemanagement
- 4 x Grünflächenmanagement

**Frage 6: Vergeben Sie die Durchführung Instandhaltungsleistungen (insb. Pflege und Wartung) an externe Firmen oder planen/haben Sie eigene Mitarbeitende?**

**Antworten:**

7x Externe Vergabe der Pflegeleistung

2x Externe Vergabe der Pflegeleistungen und zusätzlich eigene Mitarbeitende

**Frage 7: Welche Herausforderungen begegnen Ihnen bei der Pflege des Gebäudegrüns? (fachlich, organisatorisch, vergabetechnisch-/rechtlich, kostenmäßig, Arbeitsschutz-/Sicherheitstechnisch, ...)**

**Antworten:**

a. **Extensiv begrünte Dächer:**

- „Arbeitsschutz/Sicherheitstechnische Anforderungen Einsatz von z. B. Freischneidern schwierig bzw. nicht möglich“
- „Fehlende Sicherheitseinrichtungen auf Dächern erfordern ggf. besondere Sicherheitsvorkehrungen bei der Dachwartung. Unsere Vergabe macht Theater bei der Zuordnung der Arbeiten und würde am liebsten jede Tätigkeit einzeln ausschreiben, damit wir möglichst viele Verträge betreuen müssen. (Offiziell: auch kleinere Unternehmen sollen eine Chance haben“
- ggf. arbeitsschutz-/sicherheitstechnisch: zum Teil ungeeignete Dachzugänge, Sekuranten (zum Teil ungeprüft) statt Attika oder Geländer
- „Geeigneter Zugang zum Dach (z. B. Treppe) muss gewährleistet sein. Notwendige Geräte zur Pflege müssen auf das Dach transportiert werden. Unvorhersehbares Pflanzenwachstum (z. B. Unkraut) durch Samenflug. Nach den Vorgaben der DGUV Information 201-056 ist auf jedem Gründach (ob mit oder ohne PV-Anlage) eine Kollektivsicherung anhand eines Geländers mit einer Höhe von mindestens 100 cm über dem Substrat erforderlich.“
- „Aufarbeitung des Instandhaltungsrückstandes der letzten Jahre ohne regelmäßige Pflegen; z.B. fortgeschrittene Gehölzaufwüchse oder "Brachflächen", in vielen Fällen nicht Arbeitsschutzkonformer Dachzugang sowie Sicherungsmöglichkeiten auf dem Dach, angemessenes Instandhaltungskonzept mit Verteilung der Verantwortlichkeiten sowie entsprechende Personalressourcen & monetäre Ressourcen nicht vorhanden“

b. **Intensiv begrünte Dächer:**

6 von 11

- c. PV-Gründächer:
- „Arbeitsschutz/ Sicherheitstechnische Anforderung“
  - „Arbeitsschutz/ Sicherheitstechnische Anforderung Einsatz von Gerätschaften schwierig bzw. nicht möglich“
  - „sh. Oben, Streitpunkt kann sein, dass TGM- und IGM-Leistungen nicht zusammen ausgeschrieben werden sollen, sondern möglichst getrennt (sh. oben)“
  - „Wenn Leistungen erforderlich sind, werden sie finanziert (Bund)“
  - „Ggf. organisatorisch; teils unklare Zuständigkeiten zwischen GBD und TGM\_(Techn. Gebäudemanagement)“
  - „Die Beschattung der Module, die Wartungsgänge zur Reinigung und Überprüfung der Module, die Einhaltung der Abstände zur Attika in Kombination mit einer persönlichen Schutzausrüstung“
  - „Einhaltung der notwendigen Absturzsicherungen, der elektrischen Leitungsanlage und der hohen Gleichspannungswerte, stets Ausführung nur unter Vieraugen, damit schnelle Hilfe bei Bedarf gewährt wird.“
  - „Geeigneter Zugang zum Dach (z. B. Treppe) muss gewährleistet sein. Notwendige Geräte zur Pflege müssen auf das Dach transportiert werden. Unvorhersehbares Pflanzenwachstum (z. B. Unkraut) durch Samenflug. Geeignete PV-Unterkonstruktion (Abstand OK Substrat zu UK Modul mind. 40 cm, um bückende Freischneidarbeiten unter den Modulen zu vermeiden). Inspektionsintervall muss entsprechend berücksichtigt werden. Nach den Vorgaben der DGUV Information 201-056 ist auf jedem Gründach (ob mit oder ohne PV-Anlage) eine Kollektivsicherung anhand eines Geländers mit einer Höhe von mindestens 100 cm über dem Substrat erforderlich.“
  - „Fachlich:
    - a) allgemeinAbstand/Höhenlage:

PV-Module müssen so geplant/angeordnet sein, dass eine einfache Pflege der Dachbegrünung möglich ist, und die Verschattung der PV-Module durch die Begrünung verhindert wird.  
Die PV-Module sollte in Butterfly-Ausrichtung gebaut sein, um die Zugänglichkeit unterhalb der PV-Module zu erleichtern.
    - b) Maßnahmen PV-Gründach:
      - 1) 2 bis 4 Pflegegänge/Jahr; Kontrolle auf Hinterwurzelung;
      - 2) Überprüfung Entwässerungseinrichtungen (und dass diese nicht von PV-Aufständigung überdeckt ist);
      - 3) Entfernen unerwünschter Fremdbewuchs, Mähen und Abtragen Mähgut; hochwachsende Pflanzen manuell mit geeignetem Gerät entfernen (keinen Fadenmäher verwenden, da die Stromkabel verletzt werden könnten und die PV-Module verschmutzen);
      - 4) Begrünung im Traufbereich der Module niedrig halten (ggf. Kiesstreifen und kleinwüchsige Pflanzen);
      - 5) Sichtprüfung der Standfestigkeit der Modulaufständigung;
      - 6) Befestigung der Leitungen, Kabel;
    - c) Wartung PV-Anlage:
      - 1) Prüfung der Kabel und Anschlüsse, Prüfung Wechselrichter, elektrotechnische Wartung;
      - 2) PV-Anlage innerhalb Blitzschutzeinrichtung;
- Organisatorisch:
- 1) Die Organisation der Pflege von PV-Gründächern sollte in einer Hand sein, so dass sowohl Begrünung als auch PV-Anlage optimal funktionsfähig gehalten werden kann.
  - 2) Zur Durchführung der Wartung und Pflege sind Wartungswege und Absturzsicherungen vorzusehen. Es ist auf einen ausreichenden Abstand zum Dachrand und einen Abstand der Modulreihen untereinander (je nach Ausrichtung mindestens 50 bis 80 cm) zu achten.

3) Kabel und weitere zur Solaranlage gehörende Bauteile sind so zu montieren, dass z.B. Pflanzenschnitte problemlos möglich sind.

Arbeitsschutz/Sicherheitstechnik:

- 1) Arbeitsschutz bei Planung PV-Gründach gleich mitdenken.
- 2) Bei nachträglicher Montage einer PV-Anlage auf einem bestehenden Dach, müssen die PV-Module so angeordnet werden, dass man die Sicherheitssysteme noch ordnungsgemäß benutzen kann (keine Überdeckung durch PV-Elemente);“

d. Fassadenbegrünungen:

- „Arbeitsschutz/ Sicherheitstechnische Anforderung. Einwachsen in sensible Bereiche wie z. B. Lüftungsschächte, hinterlüftete Fassaden etc., bei fassadengebundener Begrünung: Bewässerung im Winter, Frostschutz“
- „Pflegebedarfe und damit Klärung von Personal/Budgets unklar, da je nach Begrünungsform sehr unterschiedlich ausfallend. Tw. Problem der Zugänglichkeit der Fassaden mit Hubbühnen“
- „Fachlich, organisatorisch, rechtlich, Arbeitsschutz / Sicherheitstechnisch :
  - 1) Die statischen Lasten von Bepflanzung und Rankhilfe bzw. Pflanzkassetten sind für die vorhandene Baukonstruktion zu prüfen; die Wuchshilfen, incl. Befestigung, sind bei großflächigen Begrünungen statisch zu bemessen;
  - 2) Wuchshilfen aus Metall oder Holz (Stäbe, Gitter) bzw. aus Draht- oder Kunstfaserseilen (parallel oder netzartig); Wuchshilfen dürfen nicht korrodieren und nicht pflanzenschädlich beschichtet sein, sollen sich in der Sonne nicht über 60 ° C aufheizen und müssen in Dimension und Spannkraft auf die jeweilige Pflanzenart abgestimmt sein; das Wuchsverhalten der Pflanze bestimmt den Mindestabstand der Wuchshilfe zur Gebäudewand;
  - 3) Ein Abstand zur Fassade ist je nach Bepflanzungsart und bei Pflanzkassetten einzuhalten. Verrottende Blätter können zu Verfärbungen des Wandmaterials führen, Dickenwachstum der Pflanzen muss einkalkuliert werden. Engstehender Bewuchs kann zu Schimmelbildung bei Holz führen;
  - 4) Fugenreiche Fassaden sind ungeeignet für lichtfliehende Pflanzen wie z.B. wilder Wein;
  - 5) Verholzung der Bepflanzung ist wegen Brandschutz zu unterbinden (entsprechender Schnitt, Pflege durch Fachleute);
  - 6) Je nach Höhe der Begrünung muss Zugang an der Fassade für Hubarbeitsbühne und Anleiterbarkeit gewährleistet sein. Die Arbeitssicherheit ist zu bedenken (sichere Pflege- und Wartungszugänglichkeit);
  - 7) Pflege der Begrünung ist zu gewährleisten, um mechanische Zerstörung durch Dickenwachstum und Einwachsen zu verhindern. Keine Fallleitungen und sonstigen Installationen begrünen; kein Einwachsen der Dachrinne und des Traufbereiches durch Schneiden der Pflanzung gewährleisten;
  - 8) Baugenehmigungspflicht überprüfen wegen Brandschutz/Brandlast, Statik;
  - 9) Bei Grenzberührung (Überhang, Platzbedarf, Wartung) rechtliche Klärung erforderlich
  - 10) Vandalismusfrage und Steighilfethematik überdenken; Giftigkeit der Pflanzen bei der Auswahl beachten;
  - 11) Wärmebrückenfreie Verankerungen ausführen;
  - 12) Ggf. Blitzschutz für Rankgerüste beachten
  - 13) Im öffentlichen Raum ist für Pflanzbeete zu berücksichtigen, dass ein winterlicher Salzeintrag verhindert werden soll oder entsprechend resistente Pflanzen einzusetzen sind.
  - 14) Fassadenbegrünungen sind fortwährend zu pflegen, damit sie langfristig ihre bioklimatische und gestalterische Funktion erfüllen können. Für die Pflege sind Betriebskosten in das Kostenbudget einzukalkulieren. Eine erdgeschossige Fassadenbegrünung vermeidet eine aufwändige Pflege unter zu Hilfenahme eines Hubsteigers und ist somit kostensparender.
  - 15) Eine Fassadenbegrünung kann gelingen, wenn die Zusammenarbeit der Beteiligten bei der Planung und Umsetzung funktioniert und die Schnittstellen gut definiert sind“

## B Detailfragen zu PV-Gründächern

**Frage 1:** Wie verhalten sich die Basiselemente zur Ballastierung unter PV Elementen bei PV-Gründächern über einen längeren Zeitraum? (z.B. Beschädigung Kunststoff durch saures Milieu im Substrat). Und werden diese bei Pflegegängen kontrolliert?

Antworten:

- „bisher keine Beschädigung da Einsatz von Metallkonstruktionen“
- „Bisher liegen keine ausreichenden Erfahrungen vor. Auf Bestandsgründächern bevorzugen wir Fertigbetonteile als UK“
- 8x keine Erfahrung

**Frage 2:** Gibt es Erfahrungen mit einer Kombi aus ballastierten PV Modulen und Vegetationsmatten? Das System könnte eine leichtere Alternative sein, da bei ballastierten PV-Systemen nur mit etwa 25kg/m<sup>2</sup> gerechnet wird. (Im Vergleich 8cm Substrat liegt bei einem Gewicht 88-104kg/m<sup>2</sup>).

Antworten:

- 1x „Ja - wird grundsätzlich bei Neubau eingesetzt“
- 9x keine Erfahrung

**Frage 3:** Wie wird die Kontrolle von Schraubverbindungen an PV Modulen (z.B. auf Korrosion oder Lockerung) in den PV-Inspektionen bei Ihnen geregelt? Stichprobenhaft? Wie ausgeschrieben?

Antworten:

- „Keine systematische Prüfung“
- „Gemäß AMEV-Arbeitskarte PV“
- „TGM-Wartung“
- „BwDLZ, Fachbereich TGM (Techn. Geb.Mgmt.)“
- „Wenn überhaupt, nur Stichprobenhaft“
- „Sichtkontrollen der Module, Unterkonstruktion, Kabelanlage nach Festigkeitsprüfungen der mechanischen Verbindungen, sofern möglich. Schraubverbindungen, Kabelanlagen auf Isolationszustand mittels Messungen, Wahrnehmen von Korrosion, Verschmutzung. Wiederkehrende Prüfungen der PV-Anlagen nach DGUV, um den Personenschutz aufrecht zu erhalten (sofern vorhanden ebenso die Prüfung der Blitzschutzanlage).“
- „Durch turnusmäßige Prüfung eines unabhängigen Prüfinstituts (z. B. TÜVSÜD)“
- „PV-Anlagen müssen regelmäßig ( $\leq 4$  Jahre) mechanisch und elektrisch geprüft werden. Diese Prüfung wird bei uns einzeln beauftragt bzw. ist im Wartungsvertrag enthalten.“
- „wird nicht intervallabhängig kontrolliert, nur bei Auffälligkeiten“

**Frage 4:** Wer macht bei Ihnen die Reinigung der Module?

Antworten:

- „Keine systematische Reinigung da bei Einhaltung der Bodenabstände auch nicht notwendig“ (BW)
- „Wartungspartner nach Bedarf“
- „Gebäudemanagement TGM“

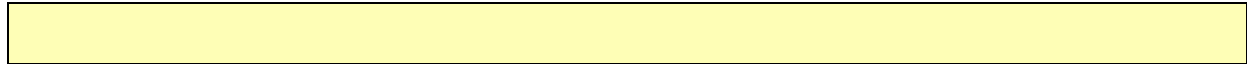
- „Momentan: BwDLZ, Fachbereich TGM (Techn. Geb.Mgmt.); bei stärkerer Zunahme von Anlagen (z.B bei Vorliegen einer PV-Pflichtverordnung) muss auch über Auftragsvergabe entschieden werden.“
- „Niemand“
- „Oft kommt die Aussage das dies nicht notwendig wird. Nach meinem Kenntnisstand werden die Module tatsächlich nicht gereinigt“
- „Bau- und Immobilienmanagement: Gebäudeunterhaltung beauftragt nach Bedarf, Ermittlung des Bedarfs bei Wartung der PV-Anlage“
- „PV-Module sind ab 10°-Neigung selbstreinigend (Regen, Schnee).“
- „Externe Firmen putzen nach Auftrag. Beauftragung erfolgt, wenn der Stromertrag massiv eingebrochen ist.“
- „Reinigungen werden bei Bedarf an Dienstleister vergeben“

### **Frage 5: Welche Erfahrungen gibt es mit der Kabelführung bei PV-Gründächern?**

**Gibt es gewisse Kabelkanäle, die besser/schlechter geeignet sind? Gibt es eine Verortung, die sich als besonders praktikabel erwiesen hat? Ist eine Verlegung der PV-Verkabelung in der Substratschicht möglich? Kann eine Verkabelung dauerhaft in Wasser stehen und wie werden sie gewartet? Speziell auf den (maschinellen) Pflegerückschnitt bezogen: gab es Erfahrungen, die gezeigt haben, wie die Kabelführung nicht ausgeführt werden sollten?**

### **Antworten:**

- „Kabelführung prinzipiell in Gitter- oder Blechkanälen. Verlegung im Erdreich oder Wasser wird generell nicht empfohlen, da dazu spezielle Erdkabel zu verwenden sind“
- „PV-Leitungen sollten nicht ungeschützt auf der Dachhaut bzw, Substratschicht aufliegen. Eine Möglichkeit wäre die Leitungsführung in Leerrohren welche an die Unterkonstruktion befestigt werden oder spezielle Leitungskanäle welche in die Unterkonstruktion integriert werden können. Aufgrund der Tatsache, dass die Dachbegrünung gepflegt bzw. zurückgeschnitten werden muss, ist eine Verortung der Solarkabel im unteren Bereich der Module (Unmittelbar unter den Modulen) empfehlenswert. Eine Kabelführung in Leerrohren oder Kabelkanälen ist aufgrund der äußerlichen Einflüsse (Witterung, UV-Einstrahlung) und Tierschäden (Maderbiss) ratsam.“
- „Keine Erfahrungen. Spezifizierte Vorgaben: Zum Schutz der Kabel und Leitungen ist ein Verlegesystem innerhalb der PV-Aufständerung vorzusehen. Werden Kabel und Leitungen im Bereich von Verkehrswegen verlegt, sind diese gegen Beschädigung (z.B. durch Leerrohre) zu schützen. Der Mindestabstand zwischen Oberkante Substrat und Unterkante PV-Modul beträgt 20 – 30 cm, abhängig von den ausgewählten Pflanzenarten.“
- „Kabelpritsche verzinkt bzw. Edelstahl haben wir schon verwendet. Wir haben noch keine Langzeiterfahrung“
- „Meistens liegen die Kabel in Kabelkanälen auf dem Substrat“
- „Feuerverzinkte Kabelkanäle mit entsprechendem Deckel sind sehr gut geeignet. Die DC-Kabel sollen, sofern sie nicht in den genannten Kabelkanälen geführt werden, an der Unterkonstruktion bzw. an der Unterseite der Module befestigt werden. Eine Verlegung in der Substratschicht ist möglich. Allerdings müssen die Leitungen in geeigneten Kanälen oder Rohren geführt werden. Eine Verkabelung sollte nicht dauerhaft in Wasser stehen. Geschützte Ausführung der Kabelführung ist zwingend notwendig.“
- „Die PV-Leitungen können in Leerrohr im Substrat verlegt werden, dürfen jedoch nicht dauerhaft im Wasser liegen.“
- „Offene Kabel-Gitterrinnen aus Edelstahl kommen bei unseren Projekten zum Einsatz. Zusätzlich werden die Stringleitungen im Schutzrohr verlegt. (UV-beständig, verbissfest). Stringleitungen dürfen im Substrat verlegt werden. Ein zusätzliches Schutzrohr empfiehlt sich hier. Bei maschinellen Rückschnitten, empfiehlt es sich metallene Leitungsführungen in Edelstahl auszuführen, da diese bei Beschädigung nicht rosten können.“
- 2x keine Erfahrung



**Frage 6:** Gibt es Erfahrungen mit PV-Gründächern auf flachgeneigten Dächern? Ist eine Kombination aus Schubsicherung und PV-Modulen möglich? (z.B. auf flachgeneigten Bitumendächern bis 10 Grad mit einer Überfirstverbindung der Module?). Haben Sie dazu Best-Practice-Beispiele?

Antworten:

- 10x keine Erfahrung