

# Publizierbarer Bericht

Gilt für das Programm „Muster- und Leuchtturmprojekte Photovoltaik“

## A) Projektdaten

Allgemeines zum Projekt	
<b>Projekttitle:</b>	Muster- und Leuchtturmprojekte Photovoltaik - wissenschaftl. Begleitung - Indach PV + PV Gründach Eibenhof
<b>Standort:</b>	3242 Texingtal, Fischbach 6
<b>Umsetzungszeitraum:</b>	22.11.2021 bis 30.11.2025
<b>Projektphase:</b>	Monitoringbericht - Vegetationsmonitoring
<b>Fördernehmer:in:</b>	GRÜNSTATTGRAU, Forschungs- und Innovations GmbH
<b>Klimafonds-Nr.:</b>	C147198
<b>Kontaktperson Name, Tel., E-Mail:</b>	DI Dr. Irene Zluwa, +43 650 634 9631, Irene.zluwa@gruenstattgrau.at
<b>Projekt-Umsetzungspartner (inkl. Bundesland):</b>	Steinbauer Development GmbH, 1040 Wien
<b>Projektwebseite:</b>	<a href="#">Leuchtturmprojekt Eibenhof Texingtal - GRÜNSTATTGRAU</a>
<b>Schlagwörter:</b>	Vegetationsmonitoring, PV-Gründach
<b>Erstellt am:</b>	27.11.2025

## B) Projektbeschreibung

### 1 Kurzzusammenfassung

Unterstützt vom Klima- und Energiefonds wurde auf dem Dach eines Stallgebäudes am Demostandort „Eibenhof“ in Texing die Kombination unterschiedlicher Photovoltaik- und Begrünungssysteme untersucht. Ziel war es, die gegenseitigen Einflüsse von PV-Anlagen und Dachbegrünung zu analysieren – insbesondere hinsichtlich Wasserverfügbarkeit (Feuchtigkeitsverteilung im Substrat), Vegetationsentwicklung der Zielvegetation und der durch Wind oder Tiere eingebrachte Fremdbewuchs.

Im Monitoring konnten folgende Beobachtungen im Praxistest festgehalten werden:

- Auf einem PV-Gründach ist insgesamt weniger Wasser für die Pflanzen verfügbar als auf einem Gründach ohne Photovoltaik. Dies spiegelt sich auch in dem höheren Abfluss wider, der auf dem PV-Gründach gemessen wurde (vgl. Jahanfar et al, 2019).
- Die kumulierte Bodenfeuchte ist auf einem PV-Gründach insgesamt geringer als auf den Dachflächen mit PV-Modulen, wobei sich die Trocken- und Feuchte-Dynamiken auch innerhalb eines PV-Gründaches unterscheiden: In den von den Photovoltaik-Modulen überdeckten Bereichen sättigt sich das Substrat langsamer, während es bei Sonneneinstrahlung allerdings weniger schnell austrocknet. In den frei bewitterten Bereichen auf dem Gründach und zwischen den PV-Modulen wird das Substrat schneller feucht, trocknet aber auch schneller wieder aus (vgl. Pereanda-Moren und Korjenic, 2017). Die Neigung des (Flach-)Daches spielt ebenfalls eine Rolle: Im Gefälle weiter unten liegende Bereiche sind auch unter den Modulen feuchter als oben am Dachfirst.
- Die Wasserverfügbarkeit unter den Modulen spiegelt sich auch in Pflanzenwachstum und Deckungsgrad: unter den Modulen beider Versuchsfelder wurde eine geringere Deckung festgestellt als zwischen den Modulreihen.
- Für die Artenvielfalt und den Deckungsgrad ist die Art und Zusammensetzung des Dachsubstrates von größerer Bedeutung als eine Belegung mit Photovoltaik-Modulen: Im Substrat auf Ziegelbasis mit geringerer Wasserkapazität und niedrigerem organischen Anteil wurden deutlich weniger Arten vorgefunden als in der Substratmischung mit höherer Wasserkapazität und höherem organischen Anteil. Das Ziegelsplittsubstrat zeigte auch eine weitaus geringere Überdeckung mit Pflanzen aufgrund des geringeren Pflanzenwachstums (vgl. Nagase und Dunnett, 2011). Umgekehrt wurden dafür aber in diesem Substrat keine höheren Pflanzenarten vorgefunden, die die Photovoltaik verschatten können.

## 2 Hintergrund und Zielsetzung

Auf dem Dach eines Schafstalles in 3242 Texingtal, Fischbach 6 wurden im Zuge des vom Klima und Energiefonds geförderten Muster- und Leuchtturmprojektes Photovoltaik + PV Gründach Eibenhof verschiedene PV und Begrünungssysteme umgesetzt.

Es handelt sich um:

- A) **Semitransparente Glas-Glas Module auf einem Schrägdach** mit dazwischenliegenden Fertig-Gründachmodulen der Fa. Sam Grooving mit und ohne Bewässerung. Das Gründach-System besteht aus Trägerelementen aus Kunststoff, welche mit Perlit gefüllt, mit einem Vlies ummantelt und danach bepflanzt werden. Die Fixierung am Schrägdach erfolgt mittels Klettband.
- B) **Ein Photovoltaiksystem von Bauder auf dem Flachdach** ([BauderSOLAR F / F XL | Photovoltaik-System für das Flachdach](#))
- Mit der Dachhaut verklebt
  - 18° Neigung
- C) **Ein Photovoltaik-Gründachsystem BauderSOLAR Extensiv Photovoltaikgründach industrial** ([Photovoltaik Systeme | BauderSOLAR Extensiv Photovoltaikgründach industrial](#)) auf dem Flachdach mit
- Faserschutzmatte (600 g)
  - 4 cm Festkörperdrainage
  - Filtervlies (max. 125 g)
  - 10 cm Substrataufbau (Substrattyp RE-leicht von Dachgrün: [Dachgruen Pflanzsubstrat-RE-M.pdf](#))
  - Unterkante der PV 43 cm ober dem Dachsubstrat, OK 68 cm über dem Dachsubstrat, Ausrichtung der PV im Portrait-Format (15° Neigung)  
3 Reihen (Abstand zwischen den PV-Modulreihen: 120 cm)
  - Module auflastgehalten durch das Substrat (durchdringungsfrei)
- D) **Ein Photovoltaik-Gründachsystem von Optigrün auf dem Flachdach** ([Solargründach FKD mit extensiver Begrünung | Optigrün](#)) mit
- Faserschutzmatte (600 g)
  - 2,5 cm Festkörperdrainage
  - Filtervlies (105 g/m<sup>2</sup>)

- 10 cm Substrataufbau mit Substrat mit verschiedenen Schüttstoffen wie Blähschiefer, Blähton, Lava, Bims, Ziegelsplitt, Porlith und Grünschnittkompost (Substrattyp E-leicht) [Extensiv-Mehrschichtsubstrat E-leicht | Optigrün](#)
- Unterkante der PV 38 cm ober dem Dachsubstrat, OK 80 cm über dem Dachsubstrat, Ausrichtung der PV im Landscape-Format (25° Neigung)  
6 Reihen (Abstand zwischen den PV-Modulreihen: 56 cm)
- Flächengröße: 47,74 m<sup>2</sup>

#### E) Ein Photovoltaik-Gründachsystem von Optigrün auf dem Flachdach

- Faserschutzmatte (600 g)
- 2,5 cm Festkörperdrainage
- Filtervlies (105 g/m<sup>2</sup>)
- 10 cm Substrataufbau mit Substrat mit verschiedenen Schüttstoffen wie Blähschiefer, Blähton, Lava, Bims, Ziegelsplitt, Porlith und Grünschnittkompost (Substrattyp E-leicht) ) [Extensiv-Mehrschichtsubstrat E-leicht | Optigrün](#)
- Flächengröße: 53,63 m<sup>2</sup>

#### **Zielsetzung:**

**In vorliegendem Forschungsbericht werden sowohl die Auswirkungen der Begrünung auf die PV (Verschattung der Paneele durch die Pflanzen) als auch die Auswirkungen der PV auf die Begrünung (Wasserverfügbarkeit unter den PV-Paneele und Schattenwirkung der PV Paneele) dokumentiert.**

**Konkret werden folgende Fragestellungen bearbeitet:**

- **Feuchtigkeitsverteilung im Granulat (mind. 3 Messstellen: unter PV Modul, am Ende des PV Moduls wo der Wassereintrag stattfindet und an einer Stelle wo keine PV-Module installiert sind).**
- **Erfassung und Beurteilung der Entwicklung und Zusammensetzung der für die Begrünung vorgesehenen Pflanzen.**
- **Erfassung und Beurteilung des durch zusätzlichen Sameneintrag (Anemochorie, Zoochorie, etc.) entstehenden, unvorhergesehenen Pflanzenbewuchses und der damit verbundenen Beeinträchtigungen des PV Ertrags**

## 3 Ergebnisse des vegetationstechnischen Monitorings

Die in Kapitel 2 beschriebenen Fragestellungen sowie deren Methodik werden in diesem Kapitel beschrieben und die Erkenntnisse im Fazit zusammengefasst

### 3.1 Feuchtigkeitsverteilung im Granulat

Der Feuchtegehalt im Substrat wurde mit dem Sensortyp smt10m von truebner ([truebner](#), 2025) an vier Stellen in Volumsprozent (Vol.%) gemessen.

- Im Gründach ohne PV (Sens\_GD)
- Am Scheitelpunkt des Daches unter der 1. PV-Reihe (Sens\_uPV1)
- Zwischen den Modulreihen 3 und 4 weiter unten im Gefälle des Daches (Sens\_zPV3\_4)
- Unter der Modulreihe 4 (Sens\_uPV4)

Die Positionierung der Sensoren ist in Abbildung 1 verzeichnet.



Abbildung 1: Positionierung der Feuchtesensoren (Foto und Grafik: Gerold Steinbauer)

In Abbildung 2 sind die Niederschlagsereignisse im Sommer 2025 dargestellt.

Um Aussagen zur Wasserverfügbarkeit für Pflanzen unter den PV-Modulen treffen zu können werden die aufgezeichneten Werte der Bodenfeuchtesensoren zunächst kumuliert (vgl. Abbildung 3), und in weiterer Folge detailliert nach einem Regenereignis (Abbildung 5) und einer Trockenperiode (Abbildung 6) dargestellt.

Tagessummen der Niederschläge von Mai bis September 2025

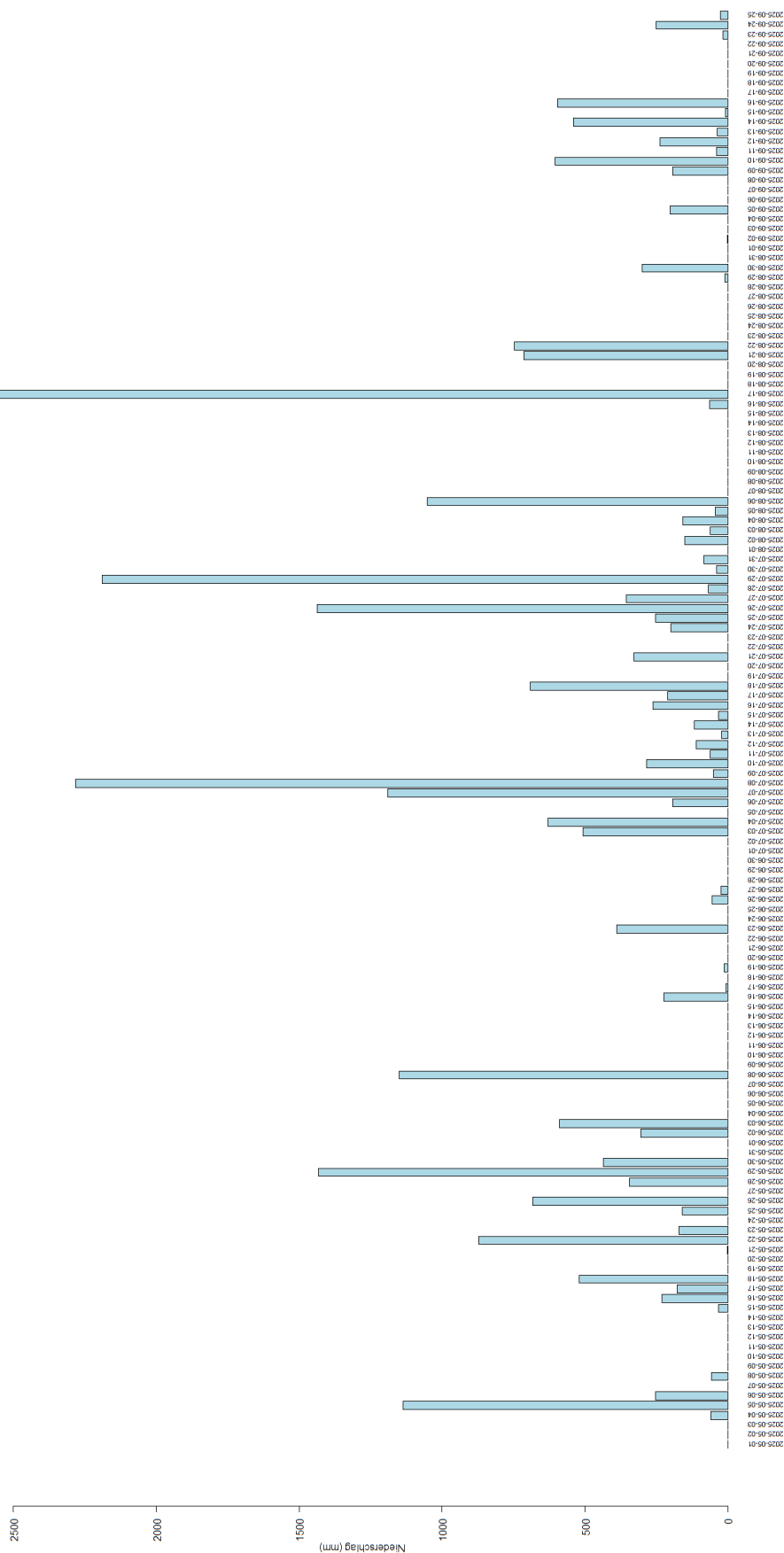


Abbildung 2: Tagessummen der Niederschläge von Mai bis September 2025.

## Vergleich der gemittelten Bodenfeuchtwerte im Substrat von 05 2025 bis 09 2025:

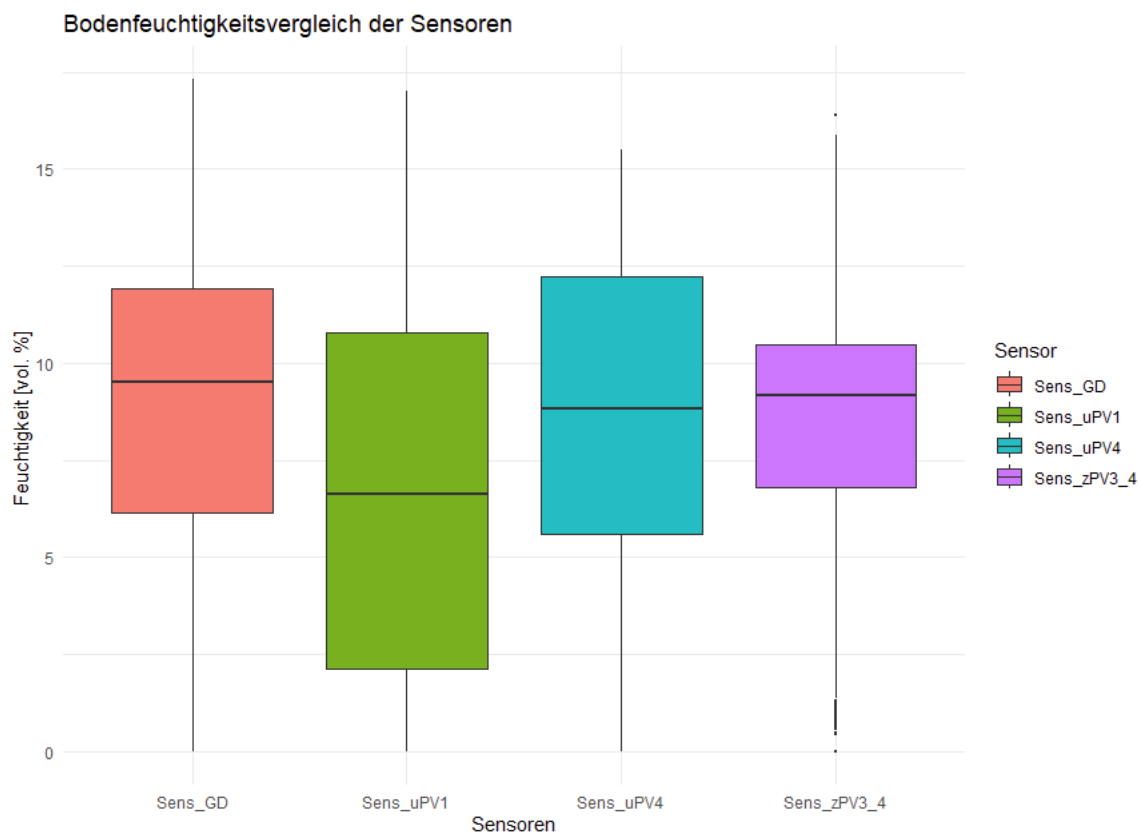


Abbildung 3: Boxplotdiagramm der Bodenfeuchte (in Vol.%) im Jahr 2025 (Grafik: GRÜNSTATTGRAU)

Wie in Abbildung 3 ersichtlich, wurden im Jahr 2025 im Gründach ohne Photovoltaik (Sens\_GD) die durchschnittlich höchste Bodenfeuchtigkeit gemessen. Im oberen Bereich des Flachdaches (mit 4° Neigung) unter der ersten PV-Modulreihe (Sens\_uPV1) wurden durchschnittlich die niedrigsten Bodenfeuchtwerte gemessen. Knapp unter den Werten des Gründaches ohne PV liegen die Bodenfeuchtwerte weiter unten am Dach (in Gefällerrichtung). Dabei ist die mittlere Bodenfeuchtigkeit unter der PV (Sens\_uPV4) nicht signifikant geringer als zwischen den PV-Modulreihen (Sens\_zPV3\_4).

## Vergleich der Bodenfeuchtwerte im Substrat während einer Trockenperiode mit einem Regenereignis:

Im Zeitraum vom 04.06.25 bis 11.06.25 fand nur ein Regenereignis am 08.06. zu diesem Zeitpunkt war das Substrat auf dem reinen Gründach (Sens\_GD) und zwischen den PV-Flächen (Sens\_zPV3\_4) bereits deutlich trockener (unter 6 Vol.%) als in den Flächen die von der PV überdacht (und somit beschattet) sind (Sens\_UPV1 und Sens\_UPV4), die etwa 8 Vol.% Wasser aufweisen. Bei dem kurzen Regenereignis erhöht sich die Bodenfeuchte auf den frei bewitterten Flächen sehr schnell auf über 14 Vol% während die beiden von der PV überdachten Flächen weniger schnell mit Wasser versorgt werden. Auch hier sieht man, dass das Gefälle am Dach eine Rolle spielt, da der im Gefälle höherliegende Bereich (Sens\_uPV1) nur auf knapp über 8 Vol% Bodenfeuchte ansteigt, während Sens\_uPV4 über 12 Vol.% erreicht.

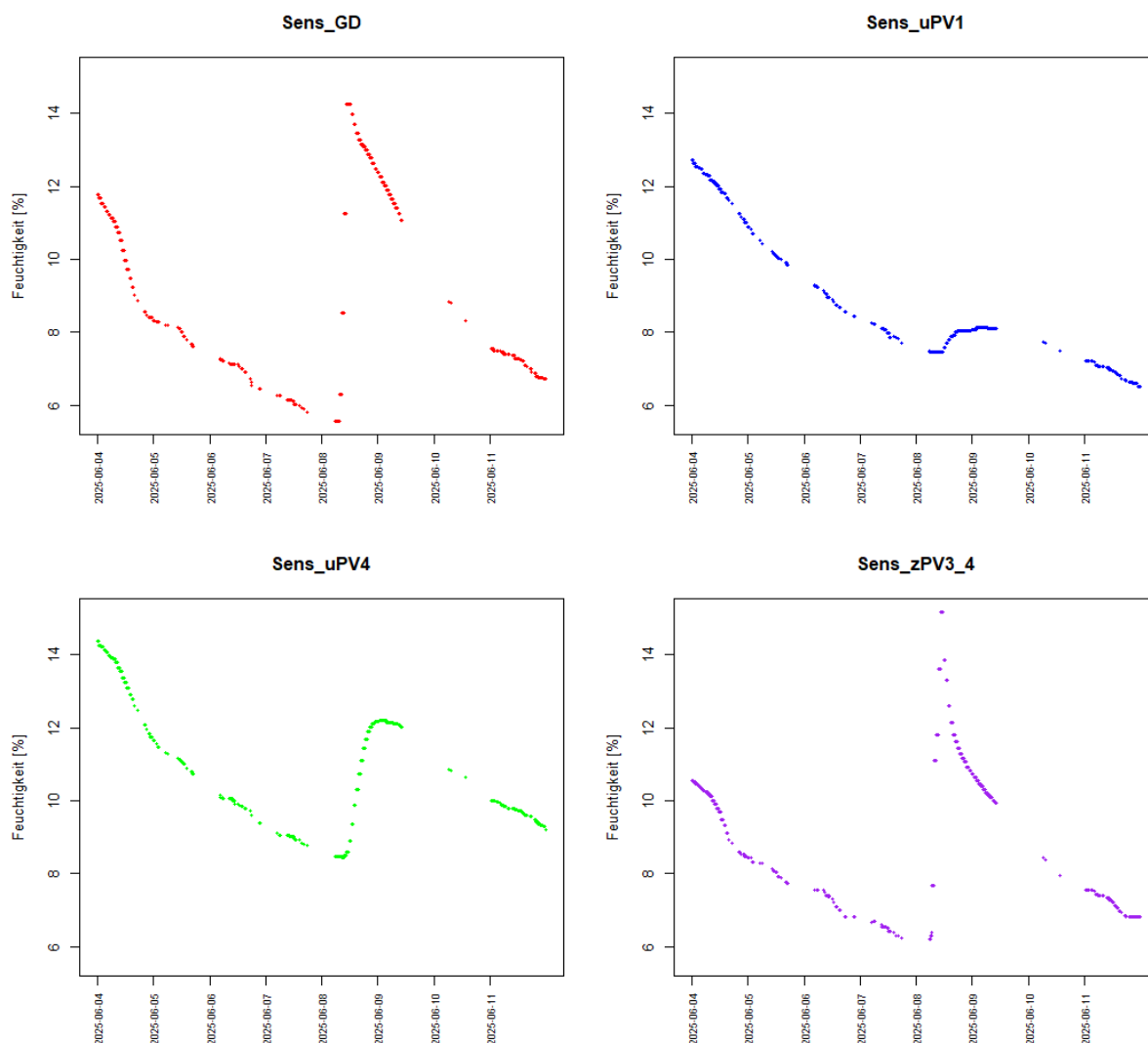


Abbildung 4: Bodenfeuchte in Vol.% auf den Versuchsflächen im Zeitraum von 04.06.2025 bis 11.06.2025

### Vergleich der Bodenfeuchtwerte im Substrat während einer Regenperiode:

Im Zeitraum von 30.07.2025 bis 03.08.2025 gab es nach einer hohen Substratvorsättigung kaum Niederschlag. In Abbildung 4: Bodenfeuchte in Vol.% von 29.07.2025 bis 06.08.2025 (Grafik: GRÜNSTATTGRAU) ist gut zu erkennen, dass der direkte Einfluss der Sonnenstrahlen das Substrat schneller und stärker austrocknet als unter der PV. In den Diagrammen der Sensoren am Gründach ohne PV (Sens\_GD) und zwischen den PV-Modulen (Sens\_zPV3\_4) sinkt die Bodenfeuchte am 02.08. fast auf 8 Vol.%, während unter der Beschattung der PV-Module (Sens\_PV1 und Sens\_PV4) die Bodenfeuchte bei 10 bzw. 11 Vol.% bleibt), bevor ein neues Regenereignis einsetzt. In den folgenden Tagen sieht man, dass bei einem Niederschlagsereignis die beiden nicht überschirmten Messpunkte (Sens\_GD und Sens\_zPV3\_4) viel schneller mit Wasser versorgt werden, während sich das Substrat unter der PV (Sens\_PV1 und Sens\_PV4) erst allmählich mit Wasser sättigt. Am letzten im Diagramm dargestellten Tag (06.08.2025 1:00) liegen die Bodenfeuchtwerte im Mittel bei folgenden Werten: Sens\_GD: 13,65 Vol. %; Sens\_PV1: 13,23 Vol. %; Sens\_uPV4: 14,8 Vol. %, Sens\_zPV3\_4: 11,34 Vol. %.

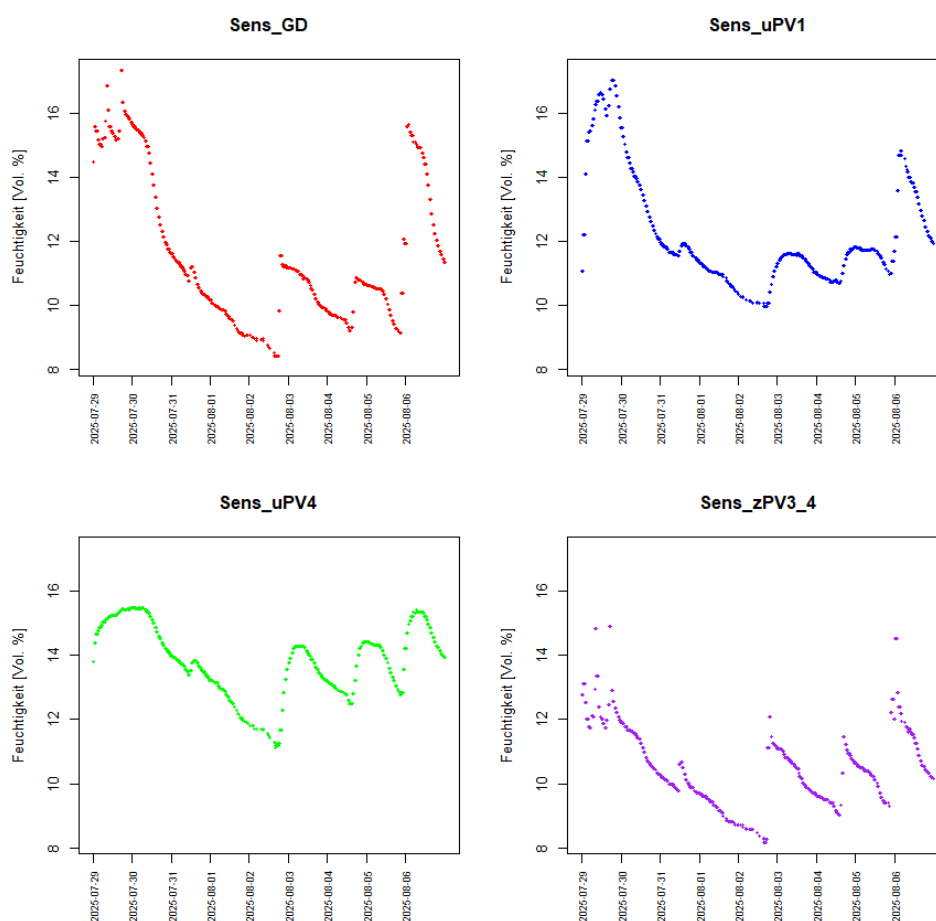


Abbildung 5: Bodenfeuchte in Vol.% von 29.07.2025 bis 06.08.2025 (Grafik: GRÜNSTATTGRAU)

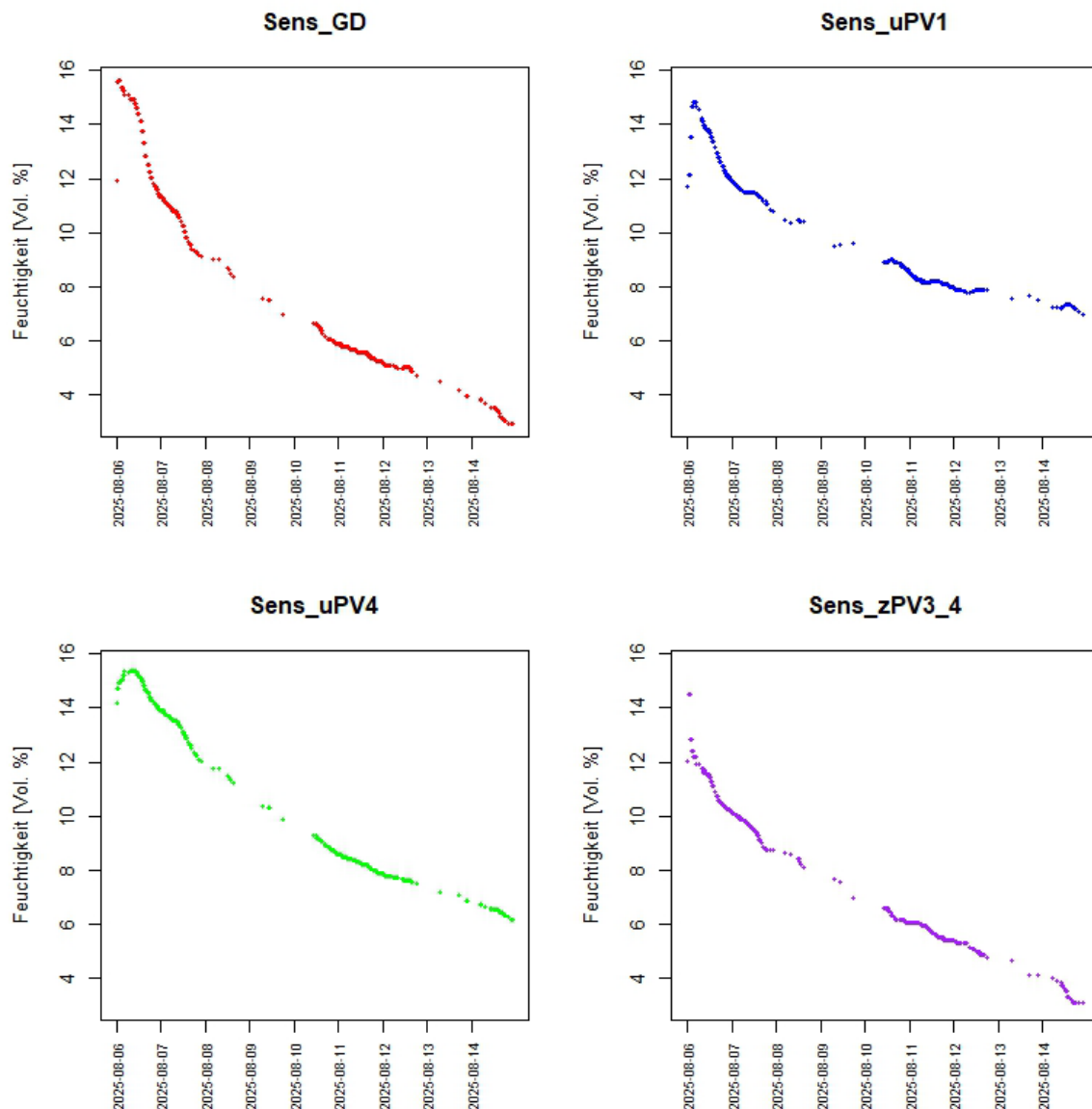


Abbildung 6: Feuchtigkeit in Vol. % in den Versuchsflächen während einer Trockenperiode (von 06.08.2025 bis 14.08.2025) Grafik: Pfattner, GRÜNSTATTGRAU.

In der darauf folgenden Trockenperiode von 06. 08. 2025 bis 14.08.2025 (vgl. Abbildung 5) sieht man erneut, dass die stärker von Sonnenstrahlung betroffenen Flächen (Sens\_GD und Sens\_zPV3\_4) viel schneller austrocknen als die von der PV überdachten Flächen und am Ende der Trockenperiode (14.8.2025) bereits bei 1 Vol. % Wassergehalt im Substrat sind, während die Flächen im Schatten der PV (uPV1 und UPV4) beide noch bei über 6 Vol. % liegen.

## Vergleich Abfluss Gründach vs. PV-Gründach

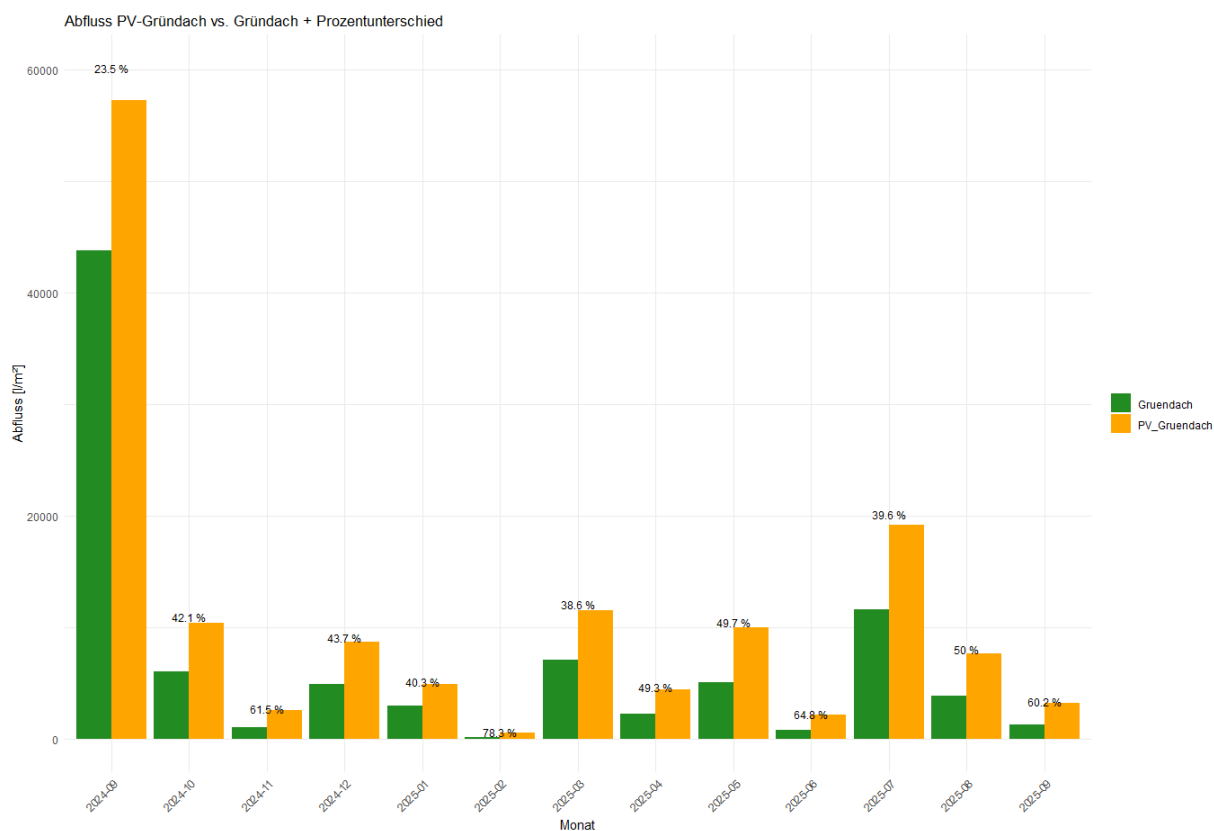


Abbildung 7: Abbildung 8: Abfluss auf dem Gründach (grün) im Vergleich zum PV-Gründach (orange) im Zeitraum von 09/24 bis 09/25. Die Prozentwerte geben an um wieviel Prozent mehr Abfluss auf dem PV-Gründach im Vergleich zum Gründach gemessen wurde.

Beim Vergleich des Abflusses (siehe Abbildung 5 des Niederschlagswassers zwischen Gründach und PV-Gründach (im Zeitraum September 2024 bis August 2025) zeigt sich im Mittel ein etwa 35% höherer Abfluss beim PV-Gründach (11610 l/m<sup>3</sup> im Vergleich zum Gründach ohne PV-Belegung (7439l/ m<sup>3</sup>). Der höhere Abfluss des PV-Gründaches stimmt mit den Beobachtungen aus Abbildung 3 überein und zeigt, dass auf dem PV-Gründach insgesamt weniger Wasser im Substrat aufgenommen werden kann. Dies erklärt sich durch den schnelleren Abfluss bei Regenereignissen, da das Niederschlagswasser lediglich von der Modulunterkante in das darunter befindliche Substrat geleitet wird und von dort erst langsam in das Substrat unter den Modulen geleitet wird, während auf der nicht überschirmten Gründachfläche das Wasser vollflächig vom Substrat aufgenommen werden kann (vgl. Abbildung 5).

FAZIT:

- **Über den Messzeitraum weisen die Flächen, die nicht mit PV-überdacht sind einen höheren durchschnittlichen Bodenfeuchtwert auf. Dies zeigt sich auch im Abflussverhalten: Das Gründach kann 35% mehr Wasser aufnehmen als das PV-Gründach. Diese Erkenntnisse deckt sich auch mit dem Ergebnissen von Jahafar et al. (2019), wo ein 27 – 30 % höherer Abfluss bei PV-Gründächern im Vergleich zu einem Gründach ohne PV gemessen wurde.**
- **Das Gefälle des Daches spielt bei der Wasserversorgung eine Rolle, da das Substrat im Gefälleverlauf mit mehr Wasser versorgt wird.**
- **Unter der PV trocknet das Substrat nicht so schnell aus, wie auf den frei umwitterten Flächen. Diese Dynamik, die auch in der Literatur beschrieben wird (vgl. Penaranda-Moren, 2017), wird durch die Vor-Ort Messungen am Standort Texing bestätigt.**

### 3.2 Erfassung und Beurteilung der Entwicklung und Zusammensetzung der für die Begrünung vorgesehenen Pflanzen

Zur Beobachtung der Vegetationsflächen befinden sich 3 begrünte Flächen am Flachdach und 2 Flächen am Schrägdach:

- Eine Dachbegrünung ohne Photovoltaik (GD) mit Optigrün Substrat
- Eine Dachbegrünung mit Photovoltaik (PV-Gründachsystem von Optigrün) mit Optigrün Extensiv-Substrat (GD-PV\_a)
- Eine Dachbegrünung mit Photovoltaik (PV-Gründachsystem von Bauder) mit einem Extensivsubstrat von Dachgrün (GD-PV\_b)
- Ein Begrünungssystem der Firma Sam Groofing zwischen den PV-Modulen am Schrägdach mit Bewässerung (SD\_mb).
- Dasselbe Begrünungssystem (Fa. Sam Groofing) ohne Bewässerung (SD\_ob).

Auf den Dachflächen wurden bis zum Zeitpunkt der detaillierten Vegetationserhebung am 20.08.2025 lediglich ein Pflegedurchgang (2024) durchgeführt.



Abbildung 8: Verortung der Versuchsflächen zur Betrachtung der Vegetationsentwicklung (Foto: Gerold Steinbauer, bearbeitet von Irene Zluwa)

## Fotodokumentation der Pflanzenentwicklung auf dem Flachdach



Abbildung 9: Vegetation ein Jahr nach Fertigstellung der Begrünung am 07.09.2024 (Drohnenfoto: Gerold Steinbauer)



Abbildung 10: Vegetation in den Versuchsflächen GD-PV\_b, GD-PV\_a und GD (von links nach rechts) am 07.10.2024 (Drohnenfoto: Gerold Steinbauer)



Abbildung 11: Vegetation in den Versuchsflächen GD-PV\_b, GD-PV\_a und GD (von links nach rechts) am 31.12.2024, ganz links: PV ohne Begrünung (Drohnenfoto: Gerold Steinbauer)



Abbildung 12: Vegetation in den Versuchsflächen GD-PV\_b, GD-PV\_a und GD (von links nach rechts) am 20.08.2025, ganz links: PV ohne Begrünung (Drohnenfoto: Gerold Steinbauer)

## Beschreibung von Vegetationsentwicklung und Deckungsgrad in den Versuchsflächen

2024 ist ein Jahr nach Fertigstellung der Begrünung in allen drei Versuchsflächen noch eine lückige Deckung zu verzeichnen. Die Flächen wurden daher noch einmal nachbegrünt.

### Deckungsgrad am Gründach ohne PV am 20.08.2025 (GD)

Der Deckungsgrad auf dem Gründach ohne PV wie auch auf den Flächen zwischen den PV-Modulen beträgt 100%.

Deckungsgrad zwischen den Modulen der Versuchsfläche Optigrün (GD a) am 20.08.2025: der Deckungsgrad zwischen und vor den Modulreihen (Module im Landscape-Format) im System GD-a beträgt 100 %.

### Deckungsgrad unter den Modulen Optigrün System 20.08.2025:

Deckungsgrad unter den Modulen Optigrün System

Modulreihe	Deckungsgrad in %
Reihe 1	50
Reihe 2	60
Reihe 3	95
Reihe 4	70
Reihe 5	80
Reihe 6	70

Der mittlere Deckungsgrad unter den Modulen beträgt im Optigrün Systemaufbau 71%.

Deckungsgrad zwischen den Modulen Bauder System 20.08.2025: der Deckungsgrad zwischen den Modulen (Module im Portrait-Format) beträgt 60-70%, also deutlich weniger als im Optigrün System.

### Deckungsgrad unter den Modulen Bauder System 20.08.2025:

Deckungsgrad unter den Modulen Bauder System

Modulreihe	Deckungsgrad in %
Reihe 1	20
Reihe 2	60
Reihe 3	70

Der mittlere Deckungsgrad unter den Modulen ist mit 50% ebenfalls deutlich geringer als im Optigrün-System.

Bereits 2024 ist auf der Fläche PV-GD Opti ein leichtes Aufkommen von Fremdbewuchs erkennbar die hohen Pflanzen wurden im Sommer in einem Pflegegang entfernt. 2025 tritt erneut Fremdbewuchs auf. Hier sind besonders *Robinia pseudoakatia* (Robine) und *Melilotus sp.* (Steinklee) auffällig (s.Abbildung 12).

Die Vegetationszusammensetzung entspricht in beiden Flächen nur zum Teil der ausgebrachten Vegetation (Begrünung mittels Sedumsprossen), eine genaue Artenzusammensetzung wird in Kapitel 3.3 dargestellt.

### **Vergleich der Substrateigenschaften der Substrate Optigrün E-leicht und Dachgrün RE-M**

Es liegt die Vermutung nahe, dass der Unterschied in Deckungsgrad (und Artenzusammensetzung) durch das Substrat verursacht wird.

#### Produktdetails Optigrün-Substrat E-leicht (verwendet in den Optigrün-Systemaufbauten):

Vegetationstragschicht für extensive Dachbegrünungen in Mehrschichtbauweise und im Schrägdachbereich > 5° Dachneigung.

Anteil an organischer Substanz: < 65 g/l (vermutlich ca. 7,0 %)

Max Wasserkapazität: 44,3 %

#### Produktdetails Dachgrün-Substrat (verwendet im Bauder-Systemaufbau):

Mineralisches torffreies Schüttstoffgemisch mit geringen Anteilen an organischer Substanz für Extensivbegrünungen, Körnung 0-10

Anteil an Recycling-Ziegelsplitt: ca. 85 Vol. %

Anteil an organischer Substanz: 3,3 Masse %

Max. Wasserkapazität: 37,6 %

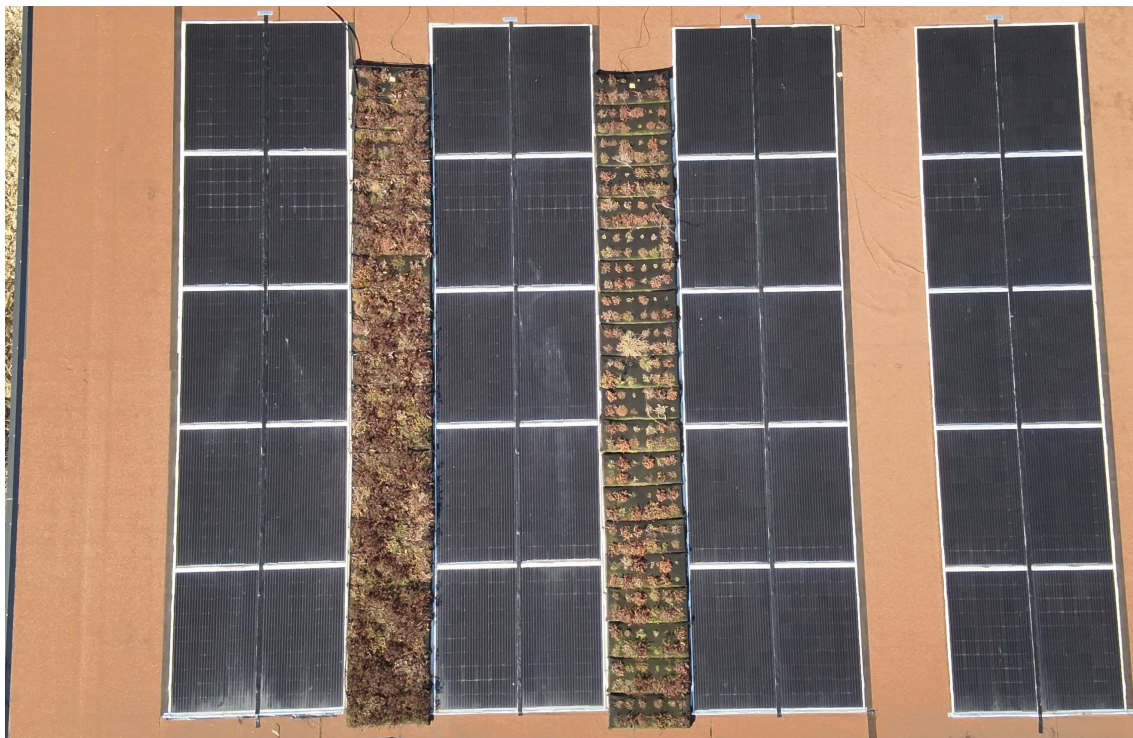
(Quelle: Prüfberichte zur Zertifizierung zum VfB Gründach-Gütesiegel, Veröffentlichung gestattet durch Produkthersteller)

**FAZIT: Das Ziegelsplitt-Substrat von Bauder (mit 85% Recycling-Anteil) hat eine viel geringere organische Substanz und eine geringere Wasserkapazität als das Substrat von Optigrün mit Schüttstoffen mit großem Porenvolumen und Kompost. Dies trägt zu einer geringeren Artenvielfalt und einem niedrigeren Deckungsgrad bei (vgl. Nagase und Dunnett, 2011).**

## **Fotodokumentation der Pflanzenentwicklung auf dem Schrägdach**



*Abbildung 13: Vegetationsentwicklung und Pflanzenüberdeckung der Pflanzmodule (links bewässert, rechts ohne Bewässerung) am 07.10.2024 (Drohnenfoto: Gerold Steinbauer)*



*Abbildung 14: Vegetationsentwicklung und Pflanzenüberdeckung der Pflanzmodule (links bewässert, rechts ohne Bewässerung) am 31.12.2024 (Drohnenfoto: Gerold Steinbauer)*



*Abbildung 15: Vegetationsentwicklung und Pflanzenüberdeckung der Pflanzmodule (links bewässert, rechts ohne Bewässerung) am 28.06.2024 (Drohnenfoto: Gerold Steinbauer)*

In der Fotodokumentation ist eindeutig zu erkennen, dass sich der Deckungsgrad in den bewässerten Pflanzmodulen (links) über den Zeitraum von einem Jahr nicht verändert hat und konstant bei 95% liegt. Die Bepflanzung besteht aus unterschiedlichen Sedum-Arten. Es ist kein Fremdbewuchs aufgekommen.

Anders verhält es sich in den Pflanzmodulen ohne Bewässerung. Der Anfangs gleiche Deckungsgrad hat bereits bei der ersten Aufnahme im Juli 2024 stark abgenommen und liegt bei etwa 50%. Bis Ende des Beobachtungszeitraumes hat sich der Deckungsgrad noch weiter – auf etwa 40% reduziert. Außerdem haben sich hier vereinzelt in den Lücken Fremdarten (Gräser) angesiedelt.

**FAZIT: Bei Schrägdächern mit Begrünungsmodulen der Firma Sam Groofing ist (wie vom Hersteller empfohlen) eine Bewässerung vorzusehen, um eine lückenlose Deckung zu erzielen. Dies deckt sich auch mit den Empfehlungen der Önorm L1131 – Begrünung von Dächern und Decken (2010), in der nachzulesen ist, dass bei Schrägdächern eine Zusatzbewässerung notwendig sein kann.**

### 3.3 Erfassung und Beurteilung der durch zusätzlichen Sameneintrag (Anemochorie, Zoochorie, etc.) entstehenden unvorhergesehenen Pflanzenbewuchses und der damit verbundenen Beeinträchtigungen des PV-Ertrags

Wie im vorigen Kapitel bereits angesprochen wurden auf der Versuchsfläche 2 im Optigrün Systemaufbau ein höherer unvorhergesehener Pflanzenbewuchs mit Arten, die nicht der Zielvegetation (Sedum) entsprachen, festgestellt (Vgl. Abbildung 13 bis Abbildung 16.)

#### **Fotodokumentation zum Vergleich der PV- Gründächer im Optigrün und Bauder Systemaufbau:**



Abbildung 16: Bewuchs auf der Versuchsfläche 2 am 14.06.2024 (Foto: Gerold Steinbauer)



Abbildung 17: Überwuchs durch Pflanzen auf der Versuchsfläche 2 am 20.08.2025 Foto (GSG).



Abbildung 18: Bewuchs auf der Versuchsfläche 3 am 14.06.2024 (Foto: Gerold Steinbauer).



Abbildung 19: Überwuchs durch Pflanzen auf der Versuchsfläche 2 am 20.08.2025 (Foto GSG).

Die Fotodokumentation zeigt bereits im ersten Jahr (2024) ein Aufkommen von Arten, die nicht der ursprünglich ausgebrachten Vegetation entsprechen in beiden Flächen. (Der Bewuchs wurde nach dem Foto am 14.06. 24 entfernt).

Deutlich ist aber in den Bildern zu erkennen, dass nur Pflanzenarten in der Optigrün-Fläche über die Unterkante der PV-Module ragen und zu Ertragsminderungen führen könnten.

### **Erfassung der in den Versuchsflächen vorkommenden Arten:**

Am 20.08.2025 wurde eine detaillierte Artenerhebung auf den Dachflächen durchgeführt (vgl. Tabelle 1). Im Optigrün Systemaufbau wurden auf der Fläche ohne PV 15 unterschiedliche Pflanzenarten vorgefunden, davon 5 der aufgebrachten Sedum-Arten. Auf den Optigrün-Systemaufbau wurden unter sowie neben den PV-Modulen 18 bzw 19 Arten verzeichnet. Eine wesentlich geringere Artenanzahl wurde im Bauder Systemaufbau aufgezeichnet: Unter der PV wurden nur 6 Arten aufgenommen (davon 2 Arten der ursprünglich ausgebrachten Vegetation) und neben der PV 11 Arten (davon 4 Arten der ursprünglich ausgebrachten Vegetation). Die Mehrheit der Arten wird durch Windeintrag (*Anemochorie*) verbreitet, nur wenige Arten durch Tiere (*Zoochorie*).

Es scheint also, dass sich im feuchteren, nährstoffreicheren Optigrün-Substrat durch Wind verbreitete Arten besser etablieren können als im Bauder-Substrat mit geringerer Wasserkapazität und weniger organischer Substanz.

Möglicherweise wurden auch Pflanzensamen mit dem Kompost im Substrat auf die Dachfläche gebracht.

Tabelle 1: Aufnahme der in den Versuchsflächen vorkommenden Pflanzenarten, 20.08.2025, Texting aufgenommen von Mauß und Zluwa, für den Photovoltaik-Ertrag aufgrund der zu erwartenden Wuchshöhe kritische Pflanzen sind rot gekennzeichnet, Arten der ausgebrachten Vegetation sind grün hinterlegt.

Vorgefundene Pflanzenarten		Fläche Optigrün			Fläche Bauder		Verbreitungsart	
Pflanzenart	deutsche Bezeichnung	ohne PV	unter PV	neben PV	unter PV	neben PV	Anemochor	Zoochor
Acer sp	Ahorn			x			x	
Achillea millefolium agg.	Gewöhnliche Schafgarbe		x					x
Anthyllis vulneraria	Gewöhnlicher Wundklee			x			x	(x)
Artemisia vulgaris	Gewöhnlicher Beifuß	x	x				x	(x)
Buphthalmum salicifolium	Ochsenauge			x			x	
Campanula trachelium	Nesselblättrige Glockenblume	x					x	
Clematis vitalba	Gewöhnliche Waldrebe		x				x	
Daucus carota	Möhre		x				x	(x)
Epilobium parviflorum	Kleinblütiges Weidenröschen	x	x				x	
Erigeron sp.	Berufkraut	x	x	x	x	x	x	
Eupatorium cannabinum	Wasserdost			x			x	
Hieracium sp.	Habichtskraut	x					x	x
Hylotelephium telephium agg.	Purpur-Waldfetthenne		x	x				
Lactuca muralis	Gewöhnlicher Mauerlattich		x				x	
Medicago lupulina	Hopfen-Luzerne					x		x
Medicago sativa	Luzerne					x		x
Melilotus sp.	Steinklee			x			x	x
Mentha spicata agg.	Grüne Minze			x				x
Phedimus hybridus	Sibirische Fetthenne	x	x					
Phedimus spurius	Kaukasus-Asienfetthenne	x	x	x		x		
Picris hieracioides	Gewöhnliches Bitterkraut	x	x				x	
Poa compressa	Plattgedrücktes Rispengras	x	x	x		x	x	(x)
Robinia pseudoacacia	Gewöhnliche Robinie			x			x	
Salix caprea	Sal-Weide		x	x			x	
Scrophularia nodosa	Knotige Braunwurz	x					x	x
Sedum acre	Scharfer Mauerpfeffer	x	x	x		x		
Sedum album	Weißer Fetthenne	x	x	x	x	x		
Sedum rupestre agg.	Felsen-Fetthenne	x	x	x	x	x		
Setaria sp.	Borstenhirse	x		x	x	x	x	x
Silene noctiflora	Acker-Lichtnelke				x	x	x	
Sonchus oleraceus	Kohl-Gänsedistel					x	x	
Stellaria media agg.	Vogel-Sternmiere		x		x			x
Trifolium pratense	Rot-Klee	x	x				x	
Tussilago farfara	Huflattich			x			x	
Ulmus glabra	Berg-Ulme			x			x	
Urtica dioica	Große Brennnessel			x			x	x

### Auswirkungen des Pflanzenbewuchses auf den PV-Ertrag:

Die in der Fotodokumentation bereits beobachtete Verschattung der Module durch unvorhergesehenen Pflanzenbewuchs (vor allem durch *Robinia pseudoacacia* und *Melilotus sp.*) führte auch tatsächlich zu Einbußen beim Stromertrag. Im Bericht zum Energiemonitoring der Anlage (Act4Energy, 2025) wurden über das ganze Jahr in der Optigrün-PV Gründach Fläche geringere spezifische Erträge gemessen als in den Flächen von Bauder.

Besonders gut zeigten sich die Verluste durch einen Vergleich der Tageserträge bei ähnlicher Einstrahlung vor und nach dem Pflegegang am 20.08.2025.

Nach der Pflege konnte der Ertrag auf den nun nicht mehr verschatteten Versuchsfläche um rund 25% gesteigert werden. Es zeigt sich, dass fehlende

Pflege auf einem PV-Gründach zu erheblichen Einbußen im Stromertrag führen kann. (An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass das Dach absichtlich zu Versuchszwecken absichtlich nicht gepflegt wurde. Üblicherweise sind auf einem PV-Gründach 1-2 mal jährlich Pflegegänge vorgesehen.

FAZIT:

- **Wenn eine Artenreiche (biodiversitätsfördernde) Dachbegrünung gewünscht ist, eignet sich das Substrat von Optigrün (Extensivsubstrat schwer) mit höherem Anteil an organischer Substanz und höherer Wasserkapazität besser.**
- **Pflege ist auf jedem Gründach wichtig, aber auf einem PV-Gründach unerlässlich, um Ertragsminderungen durch Verschattung der PV-Module durch wild aufgekommene Pflanzen zu verhindern. Auf einem PV-Gründach wäre es sinnvoll die Pflegegänge, anstatt einmal pro Jahr zweimal im Jahr durchzuführen.**

## 4 Wirtschaftliches Monitoring

Dieser Teil ist als Ergänzung zum Energiemonitoringbericht (und GRÜNSTATTGRAU, 2025) wie zum Tätigkeitenbericht (GRÜNSTATTGRAU und Act4Energy, 2024) zum Muster- und Leuchtturmprojekte Photovoltaik Indach PV + PV Gründach Eibenhof zu verstehen:

### Übersicht Wirtschaftlichkeit

Eigenverbrauch schräg	19.455,23 kWh	€ 0,30	€ 5.836,57
Lieferung EEG schräg:	2.346,24 kWh	€ 0,10	€ 238,39
Lieferung Netz schräg:	675,30 kWh	€ 0,08	€ 54,02
	22.476,77 kWh		€ 6.125,22
Eigenverbrauch flach	0 kWh	€ 0,30	€ 0
Lieferung BEG flach:	5.393,60 kWh	€ 0,16	€ 862,98
Lieferung Netz schräg:	14.060,80 kWh	€ 0,08	€ 1.124,86
	19.454,40 kWh		€ 1.987,84
Eigenabdeckung		46%	
<b>Ertrag pro Jahr</b>			<b>€ 8.113,06</b>
<b>Amortisierung:</b>			
Gesamtkosten	€	234.002,01	
Laufzeit		15 Jahre	
Zinsen		2%	
<b>Abschreibung pro Jahr</b>	€	<b>17.940,15</b>	
Kosten bei Förderung:			
Förderquote		55%	
Förderung	€	128.701,11	
Gesamtkosten abzügl. Förderung	€	105.300,90	
Laufzeit		15 Jahre	
Zinsen		2%	
Abschreibung pro Jahr	€	8.073,07	
Monitoring	€	0	
<b>Kosten pro Jahr</b>	€	<b>8.032,38</b>	

Abbildung 20: Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Anlage (Quelle: Act4Energy, 2025)

## 5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Auf einem PV-Gründach ist insgesamt weniger Wasser für die Pflanzen verfügbar als auf einem Gründach ohne Photovoltaik. Dies spiegelt sich auch in dem höheren Abfluss wider, der auf dem PV-Gründach gemessen wurde.

Die kumulierte Bodenfeuchte ist auf einem PV-Gründach insgesamt geringer, wobei sich die Trocken – und Feuchtedynamiken auch innerhalb eines PV-Gründaches unterscheiden: In den von den Photovoltaik-Modulen überdeckten Bereichen sättigt sich das Substrat langsamer, während es bei Sonnenstrahlung allerdings weniger schnell austrocknet. In den frei bewitterten Bereichen auf dem Gründach und zwischen den PV- Modulen wird das Substrat schneller feucht, trocknet aber auch schneller wieder aus (vgl. Pereanda-Moren und Korjenic, 201/). Die Neigung des (Flach-) Daches spielt ebenfalls eine Rolle: im Gefälle weiter unten liegende Bereiche sind auch unter den Modulen feuchter als oben am Dachfirst.

Die Wasserverfügbarkeit unter den Modulen spielt auch eine Rolle beim Deckungsgrad: unter den Modulen beider Versuchsfelder wurde eine geringere Deckung festgestellt als zwischen den Modulreihen.

Für die Artenvielfalt und Deckungsgrad ist allerdings die Art und Zusammensetzung des Dachsubstrates von größerer Bedeutung als eine Belegung mit Photovoltaik-Modulen: im Substrat auf Ziegelbasis mit geringer Wasserkapazität und niedrigem organischen Anteil wurden deutlich weniger Arten vorgefunden als in der Substratmischung mit höherer Wasserkapazität und höherem organischen Anteil. Das Ziegelsplittsubstrat zeigte auch eine weitaus geringere Überdeckung mit Pflanzen, durch das geringere Pflanzenwachstum (vgl. Nagase und Dunnett, 2011). Umgekehrt wurden dafür aber in diesem Substrat keine höheren Pflanzenarten vorgefunden, die die Photovoltaik verschatten können.

Der vorgefundene Fremdaufwuchs bestand hauptsächlich aus durch Wind verbreiteten Pflanzen, und nur wenig aus Arten, die von Tieren verbreitet wurden. Es konnte nicht festgestellt werden, ob auch schon Diasporen mit dem im Substrat verwendeten Kompost eingebracht wurden.

Grundsätzlich ist eine zweimal im Jahr durchgeführte Pflege auf einem PV-Gründach zu empfehlen, damit ertragsmindernde Beschattung durch unvorhergesehenen Pflanzenbewuchs verhindert wird.

Dass mehr Wasser zu einem besseren Pflanzenwachstum, und damit auch zu einem höheren Deckungsgrad führt, zeigt auch das Monitoring des Begrünungssystems auf dem Gründach: die bewässerte schnitt hier deutlich besser ab als die Variante ohne Bewässerung.

Es besteht noch Forschungsbedarf, ob auf stärker geneigten Flachdächern (im vorliegenden Fall 4 %)- an statt der im Versuchsaufbau (und der gängigen Praxis) verwendeten Festkörperdrainagen, eine nicht so stark drainende

Möglichkeit die Photovoltaik Elemente zu beschweren zu einer höheren Wasserverfügbarkeit für die Pflanzen führen würde. Diese Systeme gilt es allerdings erst zu entwickeln.

## 6 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

Die Kurzfassung dieses Berichtes wurde in leicht veränderter Form in der Ausgabe 04/2025 des BuGG Fachmagazins „Gebäudegrün“ veröffentlicht. Die Ergebnisse der experimentellen Forschungstätigkeiten werden auch auf der Projektseite von GRÜNSTATTTGRAU veröffentlicht ([Leuchtturmprojekt Eibenhof Texingtal - GRÜNSTATTTGRAU](#))

## 7 Literaturverzeichnis

**ACT4 Energy und GRÜNSTATTTGRAU, 2025:** Bericht zum PV-Monitoring Muster- und Leuchtturmprojekt Photovoltaik + PV Gründach Eibenhof, erstellt am 19.09.2025

**ASI. 2010:** ÖNORM L 1131 Gartengestaltung und Landschaftsbau, - Begrünung von Dächern und Decken auf Bauwerken. Wien: Austrian Standards Institute/ Österreichisches Normungsinstitut

**Dachgrün, 2025:** Produktdetails im Downloadbereich online unter: [Dachgruen\\_Pflanzsubstrat-RE-M.pdf](#) abgerufen am 15.10.2025

**Jahanfar, A.; Drake, J.; Sleep, B.; Margolis, L., 2019:** Evaluating the shading effect of photovoltaic panels on green roof discharge reduction and plant growth. *J. Hydrol.* **2019**

**GRÜNSTATTTGRAU und ACT4 Energy, 2024:** Publizierbarer Endbericht zum Muster- und Leuchtturmprojekt Photovoltaik + PV Gründach Eibenhof, erstellt am 10.07.2024

**Nagase,A und Dunnett,N., 2011:**The relationship between percentage of organic matter in substrate and plant growth in extensive green roofs, *Landscape and Urban Planning*, Volume 103, Issue 2,Pages 230-236, ISSN 0169-2046, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.07.012>.

**Penaranda -Moren,S. und Korjenic A., 2017:** Green buffer space influences on the temperature of photovoltaic modules: Multifunctional system: Building greening and photovoltaic. *Energy and Buildings*.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.04.051>

**Optigrün, 2025:** Produktdetails im Downloadbereich online unter: <https://www.optigruen.de/produkte/substrate/extensiv-mehrschichtsubstrat-e-schwer> abgerufen am 23.10.2025

**Truebner, 2025:** Produktdaten zum Sensor online unter: <https://www.truebner.de/de/smt100.php> abgerufen am 23.10.2025

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte sowie die barrierefreie Gestaltung der Projektbeschreibung, übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.

Die Fördernehmerin/der Fördernehmer erklärt mit Übermittlung der Projektbeschreibung ausdrücklich über die Rechte am bereitgestellten Bildmaterial frei zu verfügen und dem Klima- und Energiefonds das unentgeltliche, nicht exklusive, zeitlich und örtlich unbeschränkte sowie unwiderrufliche Recht einräumen zu können, das Bildmaterial auf jede bekannte und zukünftig bekanntwerdende Verwertungsart zu nutzen. Für den Fall einer Inanspruchnahme des Klima- und Energiefonds durch Dritte, die die Rechteinhaberschaft am Bildmaterial behaupten, verpflichtet sich die Fördernehmerin/der Fördernehmer den Klima- und Energiefonds vollumfänglich schad- und klaglos zu halten.