

Publizierbarer Endbericht

Gilt für das Programm „Muster- und Leuchtturmprojekte Photovoltaik“

A) Projektdaten

Allgemeines zum Projekt	
Projekttitle:	Muster- und Leuchtturmprojekt Photovoltaik + PV Gründach Eibenhof
Programm:	Muster- und Leuchtturmprojekte Photovoltaik
Projektdauer:	19.9.2021 bis 30.09.2023
KoordinatorIn/ ProjekteintreicherIn	Steinbauer Development GmbH
Kontaktperson Name:	Ing. Gerold Steinbauer
Kontaktperson Adresse:	Favoritenstr. 50, 1040 Wien
Kontaktperson Telefon:	+43 1 5058011
Kontaktperson E-Mail:	Gerold.steinbauer@steinbauer.co.at
Projekt- und Kooperationspartner (inkl. Bundesland):	GrünstattGrau GmbH, 1040 Wien Act4Energy, 7551 Stegersbach
Adresse:	3242 Texingtal, Fischbach 6
Projektwebseite:	keine
Schlagwörter:	InDach Photovoltaik mit Standardmodulen, Photovoltaik Gründach, Begrünung Steildach
Projektgesamtkosten:	234.002.- €
Fördersumme:	128.701 €
Leistung:	40 kW _p
Klimafonds-Nr.:	C197731
Erstellt am:	10.07.2024

B) Projektübersicht

1 Kurzzusammenfassung

- Errichtung einer InDach Photovoltaik auf einem 23° Schrägdach mit lichtdurchlässigen Standardphotovoltaik Elementen samt Entwicklung der notwendigen Abdichtungsmaßnahmen zwischen den Elementen bzw. der angrenzenden Dachflächen, Gesamtleistung ca. 22 kWp
- Testung neuer Begrünungsverfahren für Schrägdächer samt Ermittlung positiver Einflüsse
- Vergleich von unterschiedlichen Photovoltaik Gründächern zu Photovoltaik auf unbegrüntem Dächern, Gesamtleistung ca. 18 kWp
- Vergleich des Niederschlagswasserabflusses bzw. der Abflussverzögerung von Gründächern mit und ohne Photovoltaik
- Speicherung der produzierten Energie mit ca. 48kWh zur Nutzung am eigenen Betrieb (z.B. Auch von Elektro Hoflader, Wasserversorgung, E-Ladestation, etc.)
- Einspeisung der Überschuss Energie in regionale EEG

2 Hintergrund und Zielsetzung

Bei der Errichtung eines neuen Schafstalles samt Futtermittelager und Geräteeinstellung soll nicht nur besonderes Augenmerk auf das Tierwohl gelegt werden, sondern auch auf eine allfällige Nachnutzung als Mehrzweckhalle. Die neu herzustellenden Dachflächen, bestehend aus einem Schrägdach mit 23° Gefälle, ca. 10 x 26 m abgewinkelte Fläche, sowie einem „Flachdach“ mit 4° Gefälle, ebenfalls ca. 10 x 26 m, sollten genutzt bzw. wie auch die Wandelemente möglich lichtdurchlässig werden. Die Dachflächen orientieren sich mit ca. 124° nach Südosten.

Glas-Glas Photovoltaik Elemente sind lichtdurchlässig und kosten ca. 30 % von sogenannten Indach-Photovoltaik Elementen. Diese sind jedoch nicht als Feuchtigkeitsabdichtung in einer Dachkonstruktion vorgesehen. Daher ist einer der Zielsetzungen des Projektes die Entwicklung bzw. Testung unterschiedlicher Systeme zur Abdichtung der Photovoltaik Elemente untereinander und zu angrenzenden Feuchtigkeitsisolierungen.

Weiters ist die Dachneigung mit knapp 23° so steil, dass extensive Dachbegrünungen nur mehr mit Schubsicherungsmaßnahmen möglich sind. Am Markt werden aber neue Systeme entwickelt, die Schubsicherungen inkludiert haben. Die Testung auf Stabilität und Langlebigkeit ist eine weitere Zielsetzung.

Im Zuge dieser Untersuchung sollen auch die Vorteile von Steildachbegrünung im Hinblick auf sommerliche Hitzereduktion in den Räumen darunter analysiert werden.

Am Flachdach (mit 4° eher an der oberen Grenze) soll der Unterschied sowohl des Ertrages der Photovoltaik (unterschiedliche Aufständersystem, sowie mit und ohne extensiver Begrünung, darunter), der Temperatur in den einzelnen Schichten sowie Niederschlagswasser Rückhaltung untersucht werden.

3 Projektinhalt

Der bereits gebraucht gekaufte und ca. 1974 am Standort 3242 Texingtal, Fischbach 6 errichtete Schafstall (reine Hofkonstruktion) musste aufgrund entstehender Baufähigkeit erneuert werden. Dieser Holzstadel war in einem ehemaligen Steinbruch errichtet, entlang der steilen rückwärtigen Böschung entstand immer wieder Steinschlag.

Im Jahr 2018 wurde daher bei der Gemeinde Texingtal die Neuerrichtung dieses Stalles eingereicht und genehmigt. Im Zuge des Neubaus sollte die Böschung, welche teilweise aus Felsen bestand, ins Projekt einbezogen und damit abgesichert werden. In der ursprünglichen Einreichung war ein einfaches Pultdach vorgesehen.

Aufgrund einiger maßgeblicher Umstände (z.B. Corona) verzögerte sich der Baubeginn, eine Fristverlängerung wurde von der Gemeinde Texingtal genehmigt.

Im Sommer 2021 wurden in Zusammenarbeit mit GrünstattGrau, Act4Energy sowie mit dem Unternehmen ATPBecker Überlegungen angestellt, wie das Gebäude, insbesondere die Dachkonstruktion sowie der Dachaufbau für Forschungsfragen bzw. als Leuchtturmprojekt genutzt werden kann. Daraus entwickelten sich die Zielsetzungen lt. Pkt 1.

Nachdem alle Kosten (insbesondere die Mehrkosten der Dachkonstruktion) bis Anfang September 2021 ermittelt und die Finanzierbarkeit geprüft war, konnten wir am 17.9.2021 das Projekt einreichen.

Ab 1.10.2021 vergaben wir den ersten Auftrag im Zuge des Leuchtturmprojektes an Hofer Holzbau für die Verstärkungen der Dachkonstruktion, die auch bis Ende des Jahres errichtet wurde (Foto 01+03).

Im Dezember 2021 erfolgte die zweilagige, wurzelfeste Abdichtung des Flachdaches (Foto 04). Im Februar 2022 wurden die Standard Photovoltaik Elemente am Schrägdach auf die von Fa. Hofer vorbereitete Tragkonstruktion aus Holz aufgesetzt und fixiert (Foto 05-09), nachdem die nicht mit Photovoltaik versehenen Flächen mit einer selbstklebenden Bitumenbahn abgedichtet wurde. Im Spätfrühjahr 2023 wurden die nicht begrüneten Flächen sowohl am Schräg-

auch am Flachdach mit einer beschieferten, UV beständigen Bitumenbahn nochmals beklebt.

Die Anordnung der Photovoltaik am Schrägdach erfolgte in vertikalen Bändern (Module werden hochkant aneinandergereiht), wobei immer zwei Bänder nebeneinander angeordnet werden und dann ein ca. 1 m breiter Dachbereich für Wartungs- und Kontrollzwecke normal abgedichtet wird. Es wurden sieben Doppelbänder mit jeweils 2x5 PV-Elementen übereinander angeordnet. Zum Einsatz kamen Solarwatt Glas-Glasmodule Vision 60M mit einer max. Leistung von 315Wp pro Element, dies ergibt eine rechnerische Maximalleistung von ca. 22kWp (Foto 02 unten).

Die Sparren der Dachkonstruktion wurden auf exakte Breite der Module (ca. 101 cm) verlegt, die Fixierung der Module erfolgt mittels Metallklammern direkt in die Sparren (Foto 03+06).

Die Abdichtung der Module untereinander erfolgte nicht wie ursprünglich geplant mit einer neuen Abdichtungstechnik namens „Triton“ (hat sich in Versuchen als nicht ausreichend stabil herausgestellt), sondern mit einem Abdichtungsband „Compri-butylalu-e 1,5 mm“ der Fa. Compriband (Foto 32). Diese sehr gut klebenden Abdichtungsbänder, die mit einer Alufolie oberseitig kaschiert sind, wurden unter anderem bei den Hochhausbauten in Dubai verwendet. Diese sind sehr gut hitzeverträglich und haben bis zum nächsten Winter die PV-Elemente gut abgedichtet. Im Winter 2022/2023 gab es einige Tage Schnee, welcher ca. eine Woche am Dach gelegen ist und offensichtlich (möglicherweise beim Abtauen) einigen Schneedruck (oder -schub) erzeugt hat. Diesem Druck, insbesondere zwischen den beiden PV-Bändern, haben die Compri-Bänder nicht standgehalten. Eine andere Variante von Abdichtungsbändern, Produktname Leadox, die gewebeverstärkt sind, wurden im Juli 2024 getestet (Foto10). Ob diese besser gegen den Schneedruck standhalten, kann erst nach dem nächsten Winter definiert werden.

Die PV-Elemente am Schrägdach wurden im Sommer 2022 mit einem Wechselrichter „Symo 20.0-3-M“ der Fa. Fronius in Betrieb genommen und über den bestehenden Datenmanager der Fa SMA sowie mittels Gebäudeserver der Fa. Loxone (teilweise Bestand, teilweise erweitert) ins bestehende System eingebunden.

Auf zwei der als Wartungsgänge vorgesehenen Flächen wurde ein neues Begrünungssystem für Steildächer der Fa. Sam Groofing zu Testzwecken aufgebracht (Foto 17+18). Das System besteht aus maschinell gefertigten Trägerelementen aus Kunststoff, welche mit Perlit gefüllt, mit einem Vlies ummantelt und danach bepflanzt werden. Die Fixierung am Schrägdach erfolgt mittels Klettband. Da der Hersteller angibt, dass diese Begrünungsform nur mit Zusatzbewässerung funktioniert, wurde eine Reihe mit einer Micro Tröpfchenbewässerung versehen, die andere soll zu Versuchszwecken ohne Bewässerung auskommen.

Um die Reduktion der sommerlichen Hitze nachzuweisen, wurden 1Wire Temperatursensoren unter der Dachkonstruktion (um den Einfluss der Umgebung zu verhindern, wurden diese mittels Styropor Platten an der Unterseite der Holzschalung fixiert), über der Feuchtigkeitsabdichtung (also unter der Begrünung) und an der Oberfläche der Begrünung angebracht. Als Referenz wurden Sensoren auch einem unbegrüntem Streifen auf der Feuchtigkeitsisolierung und unter der Holzschalung angebracht. Die Messung und Aufzeichnung erfolgt in 10 Min-Intervallen über das Loxone System.

Am Flachdach finden verschiedene Systeme nebeneinander Platz. Von Süd nach Nord wurden folgende Aufbauten ausgeführt:

- BauderSOLAR Flachdach Photovoltaikdach (Foto 15)
Bei diesem System werden Photovoltaik Elemente über spezielle Kunststofffüße, die mittels Bitumenelementen auf die bestehende Bitumenisolierung mittels Gasflamme geklebt werden (somit durchdringungsfrei), befestigt. Die Photovoltaik Elemente sind nur 10-20 cm über der Feuchtigkeitsabdichtung, daher ist eine Begrünung nicht möglich. Das System ist eigentlich nur für Dachneigungen $\leq 2\%$ geeignet, unser 4% „Flachdach“ dient auch hier als Versuchsobjekt, ob es zu Abrutschungen insbesondere bei Hitze kommt. Aufgrund der sehr dichten Anordnung konnten so auf ca. 75 m² 24 Photovoltaik-elemente (315Wp pro Element) angebracht werden.
- BauderSOLAR Extensiv Photovoltaikgründach industrial (Foto 11 + 16)
Bei diesem System kann aufgrund der erhöhten Aufständigung der Photovoltaik-elemente (mind. 30 cm) auch eine extensive Dachbegrünung hergestellt werden. Beim System Bauder werden die Photovoltaik Elemente hochkant angebracht. Die Aluminiumkonstruktion zur Aufständigung ist ausschließlich Auflast gehalten (keine Durchdringung der Feuchtigkeitsisolierung), d.h. über die Unterkonstruktion wird eine 40 mm Drainplatte verlegt, darüber kommt ein Filtervlies (max 150g/m²) sowie ca. 10 cm Extensivsubstrat. Um eine einfache Wartung des Gründaches und eine ausreichende Feuchtigkeit der Begrünung zu ermöglichen, werden die Photovoltaik Elemente in weiterem Abstand aufgebaut. So konnten auf ca. 75 m² 15 Elemente (315Wp pro Element) verwendet werden.
- Optigrün Solargründach FKD (Foto 12 +13)
Wie auch beim vorgenannten System, handelt es sich hier um ein durchdringungsfreies, auflastbeschwertes Aufständigungssystem für Photovoltaik-elemente, bestehend aus einer Aluminiumkonstruktion, die eine extensive Dachbegrünung darunter erlaubt. Die Neigung der Solarmodule wurde mit 20° gewählt, die Elemente wurden quer montiert. Der Aufbau besteht aus 25mm FKD Drain- und Wasserspeicherplatten aus Kunststoff, darüber wurde ein Filtervlies verlegt und zuletzt kamen ca.

10 cm Extensivsubstrat auf Lavabasis. Bei diesem System konnten auf ca. 75 m² 18 Photovoltaikmodule (315Wp pro Element) montiert werden.

- Optigrün Dachbegrünung Leichtdach (Foto 14)
In diesem Bereich wurde ein reines extensives Gründach hergestellt, der Aufbau erfolgte wie beim Optigrün Solargründach, d.h. es wurde keine Photovoltaik montiert.

In den beiden Optigrün Bereichen wird der Niederschlagswasserabfluss separat mittels Kippelementen (Foto 19+20), welche zusätzlich auf Waagen montiert sind, gemessen. Dazu mussten auch die beiden Bereiche nachträglich abflusstechnisch getrennt werden. Bei dieser Trennung sind offensichtlich in der Bauphase Fehler passiert, da die ersten Messwerte einen über 10-fachen Wasserabfluss beim Photovoltaik Bereich ergeben haben. Daher wurde im Frühjahr 2024 der Bereich nochmals freigelegt, zusätzlich abgedichtet und die Dichtheit im Juli 2024 geprüft. Ob nun eine wesentliche Veränderung beim Wasserabfluss stattfindet, kann erst bei den nächsten Regenereignissen geprüft werden.

In allen vier Bereichen am Flachdach werden Temperaturmessungen ähnlich wie am Schrägdach mittels 1Wire Sensoren durchgeführt: Ein Sensor befindet sich unter der Dachkonstruktion (mittels Styroporplatte an der Dachunterkante gehalten), einer auf der Feuchtigkeitsisolierung (bzw. beim Dach ohne Begrünung, somit an der Oberfläche), einer an der Oberfläche der Begrünung und der letzte, sofern Photovoltaik vorhanden, an der Unterseite der Paneele. Die Aufzeichnung erfolgt in 10 Minuten Intervallen und wird am Loxone Server sowie mittels InfluxDB in der Cloud und lokal gespeichert.

Weiters wurde ein Wechselrichter für diesen Bereich angeschafft, der aufgrund der drei verschiedenen Eingänge die Leistung der drei unterschiedlichen Bereiche messen kann. Da seitens der NÖ Netze trotz Anmeldung Mitte 2022 noch immer keine weitere Einspeisungsmöglichkeit freigegeben wurde, konnten diese Messungen noch nicht starten. Nach mehrfacher Rücksprache mit NÖ Netze sollte diese aber bis Ende September 2024 erfolgen und wir können die Messungen danach starten. Hier ist insbesondere der Unterschied von begrünten und unbegrünten Photovoltaikdächern interessant, der derzeit nur mittels Temperaturmessungen nachgewiesen werden kann. Die Photovoltaikanlage inkl. Wechselrichter und der gesamten Verkabelung bis zum Einspeisungspunkt an der Gebäudekannte wurde bis Sept 2023 fertiggestellt.

Um die erneuerbare Energie aus den zusätzlichen PV-Modulen sinnvoll zu nutzen, wurde erstens der vorhandene Energiespeicher um 24 kWh auf 48kWh erweitert und zweitens wurde die Gründung der EEG Texingtal vorangetrieben, die von Gerold Steinbauer als Finanzvorstand mit drei anderen Vorstandsmitgliedern gemanagt wird.

4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Es gibt Millionen Quadratmeter Dachflächen von ungedämmten Wirtschaftsgebäuden in Österreich, die nur der Fernhaltung von Niederschlägen der darunter liegenden Hallenflächen dienen. Daher ist es sinnvoll, diese Schutzfunktion einerseits mit einer Energiegewinnung zu kombinieren und gleichzeitig bei der Verwendung von Glas-Glas PV-Modulen eine Belichtung der Hallenflächen zu ermöglichen.

PV-Module, die von sich aus eine Feuchtigkeitsisolierung integriert haben, sind für höhere Beanspruchungen (z.B. Wohngebäude) entwickelt worden und damit entsprechend teuer.

Die beim Schrägdach gewählte Lösung, bei der die Tragkonstruktion des Daches auf die Breite der Standard Glas-Glas PV-Module angepasst wurde, ermöglicht die Verwendung der vorgenannten günstigen Standardmodule, sofern die Abdichtung zwischen den Modulen gelingt.

Abdichtung der PV-Elemente:

Die zuerst favorisierte Lösung der Abdichtung mit flüssigem Kautschuk (Triton Abdichtung) hat sich aufgrund des Aufspritzverfahrens und der damit verbundenen möglichen Verunreinigung des PV-Elemente nicht bewährt.

Der zweite Versuch, mit „Compri-butylalu-e 1,5 mm“ der Fa. Compriband, hat sich zwar im Sommer bewährt und hat der auf den damals noch nicht angeschlossenen PV-Modulen entstandenen Hitze (bis zu 60°C) widerstanden. Da die Versuchsfläche auf 630 m Höhe gelegen ist, erfolgt trotz Klimaerwärmung zumindest einmal im Jahr ein nennenswerter Schneefall von mehr als 10 cm. Bei der nachfolgenden Schneeschmelze rutscht der Schnee auf dem 23° geneigten Dach entlang der PV-Elemente und auch an den Abdichtungsstreifen, die einerseits über die scharfkantigen Befestigungselemente, andererseits über den ca. 1 cm breiten Spalt der zwischen den PV-Elementen besteht, geklebt sind, ab. Dabei wird die Aluminiumschicht der Compriänder aufgerissen und das Abdichtungsband sinkt in den Spalt.

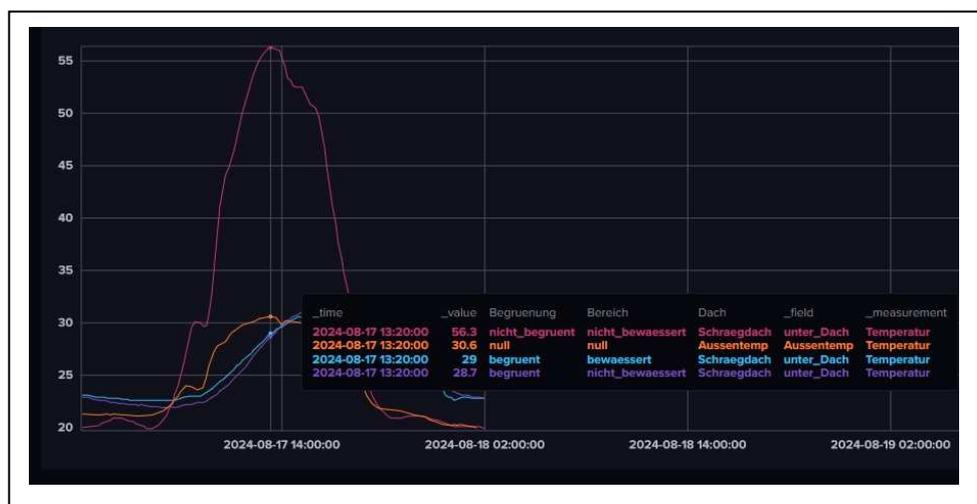
Daher wurde im Juli 2024 eine dritte Variante versucht. Hierbei handelt es sich um ein metallverstärktes Abdichtungsband ebenfalls aus Butylalu der Fa. Leadox (Foto 10). Aufgrund der Metallverstärkung erhoffen wir uns einen stärkeren Widerstand gegen den Schneeschub. Da wir dieses Band erst im Juli 2024 aufgebracht haben, müssen wir natürlich den nächsten Winter abwarten. Und natürlich sind die Kosten nicht mehr Bestandteil des Forschungsprojektes.

Extrem bewährt hat sich die Belichtung durch die Glas-Glas PV Module. Die Mehrzweckhalle wurde im letzten Winter wie geplant als Schafstall verwendet, die Gesundheit der Tiere wurde durch die Helligkeit stark gefördert (Foto 09).

Begrünungsversuch Schrägdach:

Die Begrünungsversuche der Fa. Sam Grooving haben sich bisher (Stand Mitte August 2024) auch bewährt. Die bewässerte Variante (die seit Juli 2024 automatisch max 1x wöchentlich mit 10 Minuten erfolgt) hat einen Deckungsgrad von praktisch 100 %. Die nicht-bewässerte Variante hat aufgrund der knapp 6-wöchigen Trockenheit mit max 20 mm Niederschlag während dieser Zeit einen Deckungsgrad von ca. 60 % und zeigt jetzt doch ziemliche Trockenschäden (Foto 26). Es muss aber festgehalten werden, dass die Fa Sam Grooving auf Schrägdächern eine Zusatzbewässerung dringend empfiehlt. Beide Begrünungsstreifen wurden im Frühjahr 2024 mit 6 Monats Osmocote (ca. 5 dag/m²) gedüngt.

Ohne den Ergebnissen von GrünstattGrau vorgreifen zu wollen, kann aber schon folgende Aussage getroffen werden: Extrem sind die Temperaturunterschiede sowohl oberhalb der Feuchtigkeits-



Begrünung also zwischen Begrünung und Feuchtigkeitsisolierung, beim unbegrüneten Schrägdach an der freiliegenden Feuchtigkeitsisolierung) sowie bei den Sensoren unter der Dachkonstruktion (Vollschalung ohne Wärmedämmung). Bei gemessenen Tageshöchsttemperaturen von 32°C steigt die Temperatur auf den Flächen ohne Begrünung auf 60°C, bei den begrüneten Bereichen auf max 28°C. Ein Begehen der mit eher hitzeempfindlichen Bitumen abgedichteten Schrägdächern mit 23° Neigung auf den unbegrüneten Bereichen war unmöglich, ohne die Isolierung komplett zu beschädigen. Die These, dass die Lebensdauer von begrüneten Dächern durch die Reduktion der thermischen Belastung (28°C statt 60°C) verdoppelt wird, kann nur nochmals bestätigt werden (Foto 25).

PV-Ertrag Schrägdach:

Durch die Ausrichtung (124° SO) und die Neigung der 70 PV-Module am Schrägdach (23°) samt eigenem Wechselrichter wurde die bestehende PV-Anlage auf einem anderen Gebäude mit SW-Orientierung (nicht Gegenstand der Förderung) ergänzt und die Leistung nicht nur erhöht, sondern auch um einige Stunden früher ermöglicht.

Durch das Wettervorhersage Tool von Loxone kann die mögliche Energie des laufenden Tages vorhergesagt werden und somit eine optimierte Batterieladung

erfolgen. D.h. über die Modbus TCP Steuerung des SMA-Batteriewechselrichter (Kommando durch Loxone Server) sollte es möglich sein, nicht die gesamte vorhandene Überschuss Energie zur Batterieladung bis zu deren Vollladung zu verwenden und danach erst ins Netz einzuspeisen. Sinnvoller wäre, über die Solarprognose von Loxone die Batterieladung über den gesamten Tagesbereich zu verteilen, Energie auch in den Vormittagsstunden der EEG Texingtal zur Verfügung zu stellen und somit die Leitung des Netzbetreibers zu entlasten oder über ein Signal des Netzbetreibers Energie nach Bedarf zur Verfügung zu stellen.

Leider haben weder der Netzbetreiber (NÖ Netze) noch die Service Line von SMA Interesse an dieser Optimierung gezeigt und uns keine entsprechenden Unterlagen zur Verfügung gestellt. Trotz mehrfacher Versuche gemeinsam mit ATB Becker bzw. Act4Energy war es bisher nicht möglich, den SMA-Batteriewechselrichter zu beeinflussen. Die entsprechende Konfiguration des Loxone Server wurde zwar durchgeführt, die Kommandos werden aber vom Wechselrichter nicht erkannt.

PV-Ertrag Flachdach:

Da die Einspeisungsleistung in Niederösterreich auf 30 kWp pro Objekt begrenzt ist (obwohl wir beim Anwesen 3242 Texingtal, Fischbach 6 insgesamt 4 Objekte haben und jedes einzelne theoretisch 30kWp einspeisen könnte), die mögliche Einspeisungsleistung bis zum nächsten Trafo mit 70 – 80 kWp berechnet wurde, haben wir bereits 2022 eine Verlegung eines der bisher ungenutzten Einspeisungspunkte zum Flachdach des Förderobjektes beantragt (die Leitung von Netze NÖ geht ca. 1,5m neben dem Forschungsobjekt vorbei). Dieser Antrag wurde ohne Angaben von Gründen abgelehnt. Wir haben nun im Frühjahr 2024 die Reaktivierung eines bestehenden Einspeisungspunktes beantragt und werden auf eigene Kosten eine Leitung zu diesem ca. 80 m entfernten Einspeisungspunktes beim Objekt Fischbach 6a herstellen.

Daher war es uns bisher nicht möglich, für die drei mit PV versehene Dachteile am Flachdach (Foto 28) ein Prüfprotokoll zu erstellen, da wir auch noch keine Zählpunktnummer habe, obwohl die Anlage bis zur Schnittstelle des Zählpunktes inkl. PV-Module, Wechselrichters und der gesamten Verkabelung seit Sept 2023 fertiggestellt ist.

Daher können auch noch nicht die Leistungsunterschiede der PV-Gründach Bereiche sowie des PV-Bereiches ohne Begrünung gemessen werden.

Allerdings konnten bisher bereits aufgrund der Temperaturmessungen deutliche Unterschiede an der PV-Unterseite festgestellt werden. Selbst nach mehreren



Wochen Trockenheit liegt die PV-Temperatur (allerdings ohne Energieproduktion, da der Wechselrichter noch nicht ans Netz angeschlossen ist) ohne Begrüpfung bei 55°C (Tageshöchsttemp. 32°C), bei den PV-Modulen, unter denen eine Begrüpfung vorhanden ist, bei max. 42°C. Nach nur geringen Niederschlagsereignissen (10mm/m²) steigt diese Temperaturdifferenz auf 20°C (thermisches Foto 27).

Auch die Temperaturen an der Oberseite der Feuchtigkeitsisolierung liegt bei 30°C Außentemperatur im Schatten der PV-Elemente, bei der Fläche ohne Begrüpfung bei ca. 40°C, bei den begrüntem Bereichen ohne Photovoltaik (ohne der Schattenwirkung der PV) bei ca. 34°C und bei den Bereichen des PV-Gründaches (im von PV beschatteten Bereich) bei ca. 22°C (unter der Begrüpfung auf der Feuchtigkeitsabdichtung). Alleine daraus ergibt sich ein wesentlicher Vorteil von PV-Gründächern, die aufgrund der Kombination von Gründachaufbau und dessen wärmeisolierender Wirkung sowie der Beschattung der PV-Elemente eine wesentlich geringere Hitzebelastung für die darunter liegenden Räume bewirkt (abgesehen von dem Mehrfachnutzen der Flächen durch Energieproduktion und Wasserrückhaltung).

Niederschlagsabfluss Flachdach – Unterschied PV-Gründach zu normalem Gründach:

Die seit Sept 2023 gemessenen Abflusswerte des Niederschlages beim PV-Gründach waren fast 10mal höher als die Werte der Gründach ohne PV. Diese Differenz wurde sowohl von Optigrün als auch von uns als gerichtl. Zertifizierte Sachverständige angezweifelt, daher wurde der Trennung zwischen den beiden Bereich im Frühjahr 2024 aufgegraben, nachisoliert und mittels Wasserprobe überprüft.

Leider waren seit dieser Überprüfung kaum Niederschläge zu verzeichnen, daher kann noch keine klare Aussage zu den Abfluss Differenzen getätigt werden. Auch hier sollte noch eine Periode (bis Sommer 2025) abgewartet werden.

C) Projektdetails

5 Technische Details des Projektes

Es wurde ein zweigeschoßigen Mehrzweck-Wirtschaftsgebäudes mit ca. 500 m² Grundfläche errichtet, welches in einen Hang, gleichzeitig auch als Hangsicherung, eingebaut wurde (Erdgeschoß ca. 350 m² Nutzfläche, Obergeschoß aufgrund des Hanges versetzt nach hinten angeordnet ca. 250 m²). Die handseitigen Mauern wurden aus Ortsbeton hergestellt, die Dachkonstruktion ist eine reine Holzkonstruktion aus Föhrenholz (Foto 01+03). Die Seitenwände im EG wurden für einen stärkeren Lichteinfall aus Plastikplanen (an den Schmalseiten fix, an der straßenseitigen Front als Vorhang wegschiebbar, bzw. in einem Bereich als elektrisches Rolltor) hergestellt. Die Rück- und Seitenfront im OG besteht aus einer Holzschalung mit Ausnahme eines elektrischen Rolltores mit einem Windschutznetz aus Kunststoff.

Das Dach entlang der Straßenfront ist ein Schrägdach mit 23° Neigung (Foto 03), der hintere Teil ist ein Flachdach mit 4° Neigung (Foto 04).

Sämtliche Dächer wurde mit Ausnahme der direkt in die Dachkonstruktion eingesetzten PV-Elemente am Schrägdach mittels Vollschalung und Bitumenisolierung abgedichtet (Bauder Produkte).

Die Isolierung am Schrägdach besteht ausschließlich aus einer selbstklebenden Unterbahn und darüber einer beschieferten UV-stabilen Bitumenbahn. Auf eine wurzelfeste Abdichtung wurde aufgrund der freiliegenden Dachunterseite und damit einfacher Erkennbarkeit allfälliger Wassereintritte verzichtet.

Das Flachdach wurde normgemäß dreilagig mit Bauder Wurzelschutzbahn abgedichtet (Foto 04), zusätzlich wurden eine beschieferte Bitumenbahn im Bereich der nichtbegrünter Flächen (nur PV) als UV-Schutz verwendet.

Als PV-Elemente wurden Solarwatt Glas-Glasmodule „Vision 60M“ verwendet, die 70 Elemente mit einer Nennleistung von 315 kWp/Stk des Schrägdaches wurden an einen Fronius Symo 20.0-3-M angeschlossen und in das interne Netz des Anwesens 3242 Texingtal, Fischbach 6 (bestehend aus vier Wohngebäude sowie einigen Wirtschaftsgebäuden) angeschlossen, und somit auch mit dem bestehenden Batteriespeicher (Batteriewechselrichter 3 Stk Sunny Island 8,0H, Batterie bestehend TESVOLT TS 25 Li-Ionen-Batterie 24 kWh) verbunden. Da die 2015 errichteten 24 kWh für den durchgehenden Bedarf des Anwesens nicht ausreichten, wurde im Zuge des Projektes der Speicher um weitere 24 kWh (selbes Fabrikat) erweitert.

Vorgenannte PV-Module wurden direkt an der tragenden Konstruktion befestigt und die Abdichtung zuerst mit „Compri-butylalu-e 1,5 mm“ der Fa. Compriband versucht. Wie bereits beschrieben, hat sich diese Abdichtung aufgrund des

Schneedruckes nicht bewährt und wurde 2024 gegen metallverstärkte Abdichtungsbänder ebenfalls aus Butyalu der Fa. Leadox ersetzt.

Die versuchsweise Dachbegrünung zwischen den PV-Modulen am Schrägdach wurde mit den neuen Begrünungssystem der Fa. Sam Groofing hergestellt (Foto 17+18).

Weiters wurde zur Wartung des Schrägdaches ein Seilsicherungssystem der Fa. Innotech montiert. Die Ankerpunkte wurden direkt in die Holzkonstruktion geschraubt, die Abdichtung dieser Durchdringungen wurden mit dem ursprünglich für die PV-Abdichtung vorgesehenen Triton System (Triton WP) eingedichtet (Foto 30+31).

Die 54 Module (ebenfalls Solarwatt Glas-Glasmodule „Vision 60M“ am Flachdach wurden in die vorgenannten drei Bereich aufgeteilt (Foto 28) und an einen SMA Sunny Tripower X 15-50 angeschlossen. Durch die drei Eingänge des Wechselrichters sollen die unterschiedlichen Energielieferungen der drei Bereich separat gemessen und aufgezeichnet werden. Da mit diesen Modulen die Einspeisungsleistung des vorhandenen Zählpunktes überschritten wird, wurde bereits 2022 ein separater Anschluss eingereicht, da die Leitungsberechnung die zusätzliche Einspeisung als möglich ermittelte. Warum die Einreichung bei Netze NÖ abgelehnt wurde, ist bis heute nicht bekannt, die 2024 durchgeführte Zählpunktreaktivierung dürfte nun positiv erledigt werden (sollte bis Ende August, Mitte Sept 2024 umgesetzt sein).

Die Befestigung der PV-Module erfolgte im Dachbereich ohne Begrünung mittels BauderSOLAR Flachdach Photovoltaikdach (Foto 15), in den begrünten Bereichen mittels BauderSOLAR Extensiv Photovoltaikgründach industrial sowie Optigrün Solargründach FKD (Foto12+13). Im Bereich ohne PV wurde das Gründach mit dem System Optigrün Dachbegrünung Leichtdach hergestellt.

Sämtliche Messungen und Aufzeichnungen erfolgen mittels Loxone Gebäudeserver, der grundsätzlich bereits vorhanden war, aber für die zusätzlichen Messungen erweitert werden musste. Temperaturen werden über 1-Wire Sensoren gemessen, Energiedaten von den jeweiligen Wechselrichtern über ModbusTCP.

Der Wasserabfluss wird mittels Kippelementen, die auf zusätzlichen Waageeinrichtungen am Dachrand montiert sind, gemessen (Foto19+20). Der natürliche Niederschlag wird ebenfalls mittels einem kleinen Kippelement sowie zur Kontrolle mittels Schauglas festgehalten. Auch diese Messwerte finden sich im Loxone System wieder und können sowohl lokal als auch übers Internet aktuell abgerufen werden.

Die Datenspeicherung (und Auswertung) erfolgt Loxone intern und extern über einen lokalen InfluxDb sowie über eine InfluxDb Cloud.

Die Kontrolle der PV sowie regelmäßige Zustandsfeststellung der Gründächer erfolgen mittels einer Drohne mit Wärmebildkamera, mit der in regelmäßigen

Abständen die Dachflächen befliegen und der Zustand aufgezeichnet und digital ausgewertet wird (Fotos 02,03,08,17,18,19-28) .

6 Kaufmännische Details des Projektes

Im Rahmen dieses Projektes wurden ausschließlich die Tragwerk-verstärkenden Teile, die PV samt Wechselrichter, die Dachbegrünungen sowie die notwendigen Erweiterungen des Batteriespeichers und des Gebäudeserver finanziert, die Grundkonstruktion wurde nicht über das Projekt abgerechnet.

Verstärkung der Konstruktion inkl. Planung	€ 78.909,28
Abdichtungsarbeiten inkl. Wurzelschutz	€ 38.090,38
Pv-Elemente samt Speichererweiterung	€ 92.711,22
Dachbegrünung	€ 12.940,81
Messtechnik	€ 16.034,25
Gesamt	€ 238.685,94

Trotz stark gestiegener Kosten konnten wir den ursprünglichen Finanzplan weitgehend einhalten, insbesondere auch durch viel (nicht abgerechnete) Eigenleistung. Die Dachbegrünung sowie die Montage der PV-Elemente erfolgte weitgehend durch uns selbst. Lediglich die fachlich notwendigen Arbeiten wurden von entsprechenden Professionisten durchgeführt.

Dadurch konnte auch die ursprüngliche Wirtschaftlichkeitsberechnung mit den ursprünglich kalkulierten, relativ niedrigen Energiepreise eingehalten werden:

Wirtschaftlichkeitsberechnung Mehrzweckhalle Eibenhof Photovoltaik:

Jahresleistung:	47800,00 kWh			gesamt
EVN AR Fischbach 6:	9197,00 kWh	€ 0,14	€	1.302,95
EVN AR Fischbach 17:	926,10 kWh	€ 0,26	€	238,39
EVN Fischbach 16	8500,00 kWh		€	2.188,01
	29176,90 kWh		€	3.729,35
Eigenabdeckung		80%	€	2.983,48
Solarverbrauch E Auto	5200,00 kWh	€ 0,20	€	1.040,00
Solarverbrauch E Lader	1820,00 kWh	€ 0,20	€	364,00
Überschuss	22156,90 kWh			
Überschussverwertung Energiegemeinschaft	16617,68 kWh	75%	€ 0,12	€ 1.994,12
EVN Einspeisung	5539,23 kWh	€ 0,05	€	292,53
Ertrag pro Jahr				€ 10.403,48

Amortisierung:

Gesamtkosten	€	234.002,01
Laufzeit		15 Jahre
Zinsen		2%
Abschreibung pro Jahr	€	17.940,15
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	€	1.980,00
Kosten pro Jahr	€	10.053,07

7 Monitoring

Wie bereits weiter oben beschrieben, werden sämtliche Werte in 10 bis 15 Minuten Intervallen gemessen. Daher kann eine exakte Monitoring Auswertung nur durch die involvierten Forschungseinrichtungen GrünstattGrau und Act4Energy erfolgen. Dazu ist es wichtig, nicht nur die bisher vorliegenden Werte zu verwenden, sondern ein weiteres Aufzeichnungsjahr abzuwarten.

Erste wichtige Erkenntnisse wurden bereits im Abschnitt B4-Erkenntnisse angeführt.

8 Arbeits- und Zeitplan

- 2018 Genehmigung der Gemeinde Texing zur Neuerrichtung einer Mehrzweckhalle
- 2020 Fristverlängerung für Genehmigung
- Sommer 2021: Überlegungen zur Verwendung der Halle als Leuchtturm und Musterprojekt
- 17.09.2021: Einreichung der Förderung
- Oktober 2021: Baubeginn der Mehrzweckhalle
- Dezember 2021: Abdichtungsarbeiten am Flachdach, Versuche zur Abdichtung der PV-Elemente am Schrägdach
- Februar 2022: Einbau der Photovoltaik am Schrägdach
- Frühjahr 2022: Abdichtung des Schrägdaches
- April 2022: Absturzsicherung Schrägdach
- Mai 2023: Montage der PV sowie der Gründächer am Flachdach von Optigrün
- Juli 2023: Aufbringung der Dachbegrünungselemente am Schrägdach
- August 2023: Montage der PV und Gründächer von Bauder samt Besprossung aller Gründächer und Fertigverkabelung mit Wechselrichter
- Frühjahr 2024: Neubesprossung der Begrünungen am Flachdach aufgrund der Trockenheit im Oktober 2023
- Vorauss. Sept. 2024: Anschluss der Flachdach PV Anlage an Netz NÖ

9 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

Bisher sind keine Publikationen erfolgt.

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.

Muster- und Leuchtturmprojekt Photovoltaik + PV Gründach Eibenhof



01: Ansicht Rohbau



02: Gesamtansicht April 2024 (vor Nachbegrünung)



03: Detail Schrägdach mit Aussparungen für PV



04: Abdichtung des Flachdaches

Muster- und Leuchtturmprojekt Photovoltaik + PV Gründach Eibenhof



05: Detail Montage PV am Schrägdach



06: Befestigung PV am Schrägdach



07: Installierte PV Module am Schrägdach



08: Seitenansicht des Schrägdaches nach PV Montage

Muster- und Leuchtturmprojekt Photovoltaik + PV Gründach Eibenhof



09: Innenansicht der Glas-Glas PV Module



10: Abdichtung der PV Module mit Leadox



11: Schema Aufständerung System Bauder



12: Installation PV Aufständerung System Optigrün

Muster- und Leuchtturmprojekt Photovoltaik + PV Gründach Eibenhof



13: Montage PV Module System Optigrün



14: Substrat System Optigrün



15: Montage PV Halterung Bauder ohne Gründach



16: PV Gründach Sytem Bauder nach Regenperiode Juni 2024

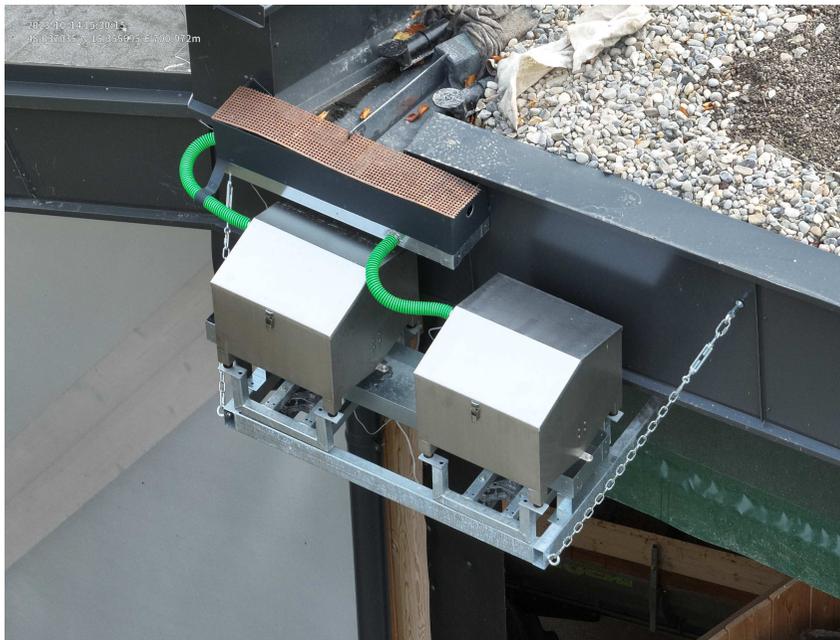
Muster- und Leuchtturmprojekt Photovoltaik + PV Gründach Eibenhof



17: Montage Gründach Sam Grooving am Schrägdach



18: Montage Gründach Sam Grooving am Schrägdach



19: Messtation für Niederschlagswasser



20: Messtation für Niederschlagswasser

Muster- und Leuchtturmprojekt Photovoltaik + PV Gründach Eibenhof



21: Bereich Optigrün mit und ohne PV Herbst 2023



22: Gesamtansicht Herbst 2023 (noch ohne Vegetation)

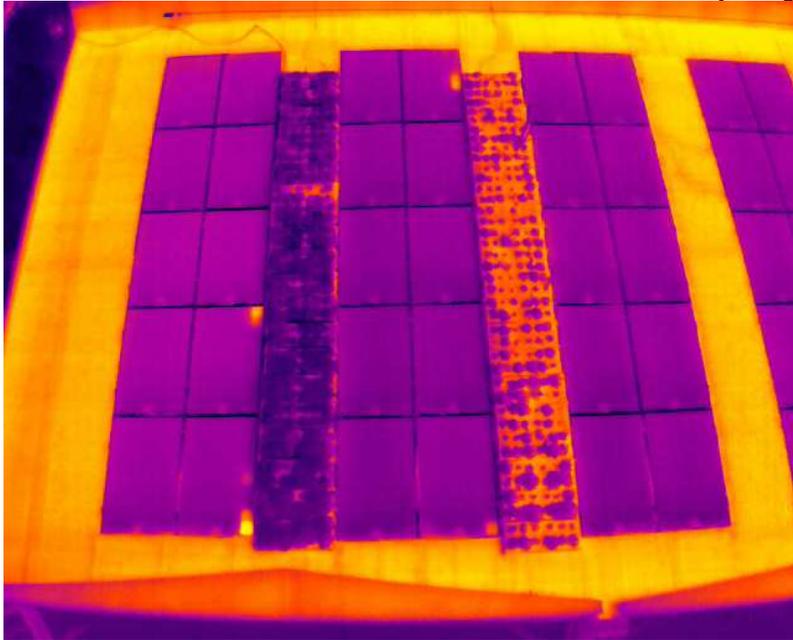


23: thermische Gesamtansicht Herbst 2023 (noch ohne Vegetation) bei Abendsonne



24: thermische Gesamtansicht Frühjahr 2024 (mit schwacher Vegetation) bei Vormittagssonne

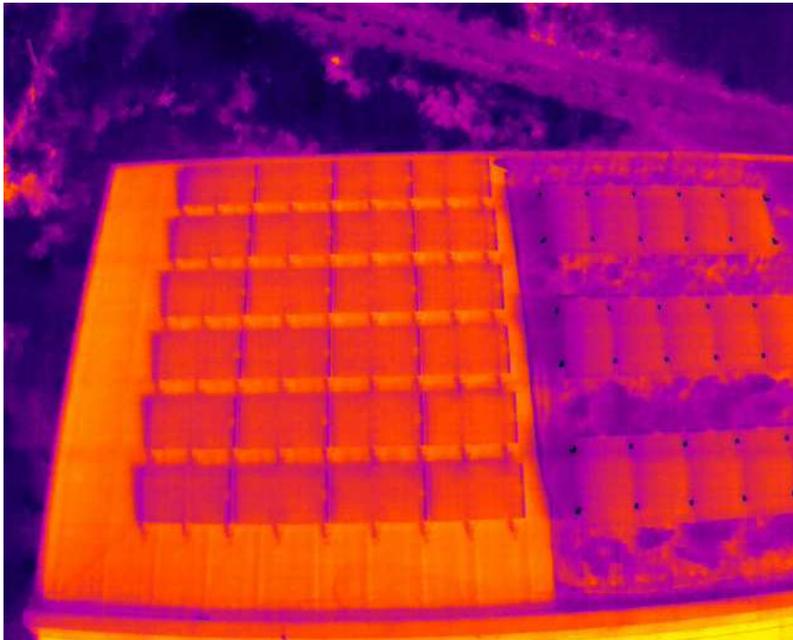
Muster- und Leuchtturmprojekt Photovoltaik + PV Gründach Eibenhof



25: thermische Ansicht des Schrägdaches mit bewässerter, unbewässerter und ohne Begrünung



26: Schrädach mit Sam Grooving Begrünung links bewässert, rechts unbewässert Juli 2024



27: PV Dach mit und ohne Begrünung



28: Ansicht Flachdach Juli 2024-starker Fremdaufwuchs durch Regenperiode

Muster- und Leuchtturmprojekt Photovoltaik + PV Gründach Eibenhof



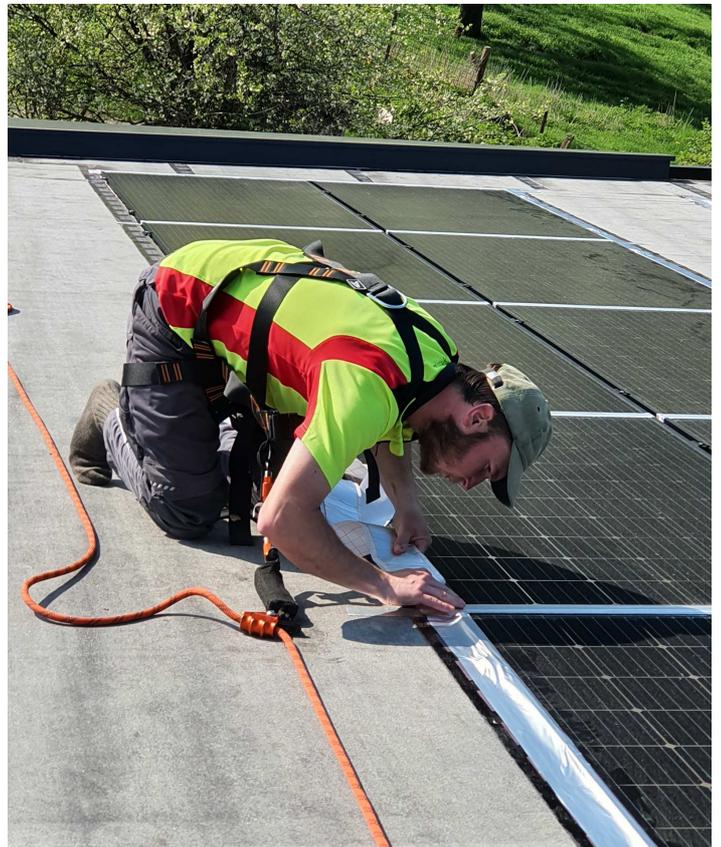
29: PV Montage Schrägdach von Innen



30: Halterungen für Absturzsicherung am Schrägdach mit Triton



31: Halterungen für Absturzsicherung am Schrägdach mit Triton



32: Montage der PV Abdichtung der Fa. Compriband