



Energiegründach mit vertikal installierter PV in der Praxis



ZHAW, SoE, IEF, Winterthur, Dr. Markus Klenk
Zürich Universities of Applied Sciences and Arts

Schweizer PV Tagung, 21.03.2023, Bern

Motivation: Zielkonflikt PV und Dachbegrünung

- Dichte PV-Belegung von Flachdächern: wenig Raum für echte Dachbegrünung
- Bewuchs herausfordernd \Rightarrow Mäharbeiten notwendig und schwierig, Beschädigung, Kosten
- Vertikale PV-Installation bekannter Ansatz für Agri-PV. Auch auf Dächern sinnvoll?



Bildausschnitt: Muntwyler et. al. Nat. PV Tagung 2019



Agro PV am Beispiel Next2Sun *

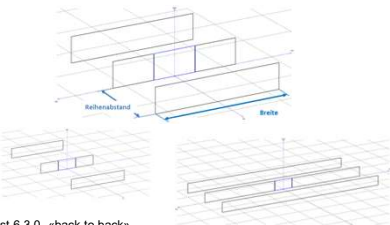
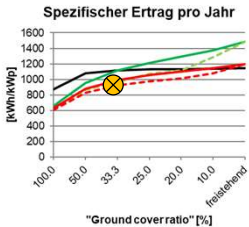
Flache PV-Modulmontage: Bis zu welcher Bedeckung (GCR) hat man noch ein Gründach?

Vertikal montierte PV-Module: Egal welche GCR – Dachfläche kann zu praktisch 100% begrünt sein!

Vertikal montierte PV-Module: Bekannt, dass starke Abhängigkeit insbesondere von Reihenabstand besteht

Umsetzung Alterszentrum Wiesengrund (2016)

- Vertikal bifazial kann über 130% spez. Ertrag im Vergleich zu monofazial Süd 37° liefern
- Aber nur für freistehende Module und bei hoher Albedo! Ansonsten ... und bei Gründach ...



2016 - PVsyst 6.3.0 «back to back»



STADTWERK
WINTERTHUR

solarspar

- Was kommt tatsächlich raus und kann man das zuverlässig simulieren?
- Gewählte Flächenbedeckung **GCR** von **33%**
- Sehr grosse Resonanz: «Woher bekommt man die UK's, Module, geeignetes Substrat und Saatgut, und, und ...?»

Zurich Universities of Applied Sciences and Arts

⇒ Nachfolgeprojekt **Mattenbach**

3

Energiegründach Mattenbachstrasse



Projektleitung



Schubiger Immobilien AG

Forschungspartner



Unterstützt durch



BFE P&D- Projekt SI/502213-01

«Entwicklung und vergleichender Test eines Gesamtpakets für bifaziale PV-Systeme auf Gründächern»

Partner



ZOLLINGER ARCHITEKTEN
Winterthur



Angepasst an Gründach: Unterkonstruktion, Substrat, Saatgut, ...

Wichtige «Nicht-PV» Aspekte: Biodiversität, Regenwasserretention, ...

Zurich Universities of Applied Sciences and Arts

4



Portrait Süd monofazial



Butterfly monofazial





48-Zeller



Vertikal Bifazial



72-Zeller



Butterfly bifazial

Zürich Universities of Applied Sciences and Arts



Zürich University of Applied Sciences

zhaw School of Engineering

- **Gründach, Wartung und Komponenten erfüllen alle Erwartungen → Dieser Vortrag aber PV-Eigenschaften im Fokus**
- Ästhetik wichtiges Planungsmerkmal – PV an Gebäude angepasst
- Längsachse Dach 28° zu Süd/Nord verdreht. **Eher S/N als O/W**
- Installierte Leistung: 90 kWp (HJT; Zellen/Module: Hevel)
- Bifazial: 113 pcs. à 390 Wp 72 Zellen; 148 pcs. à 255 Wp 48 Zellen
- **GCR Vertikal ~ 50%**
- Monofazial: 34 Stück à 330 Wp ; 60Zellen
- Je 15° Kippwinkel für Butterfly und Portrait Süd

5

Orts- und zeitaufgelöste Vergleiche



Spezifischer Ertrag
Februar 2022 - Januar 2023

Ertrag bestes Modul
Mittelwert ganzes Feld
Ertrag schlechtestes Modul

Einfluss von Einstrahlungsbedingungen, Substrathelligkeit, Vergleich Aufständertypen, ...



Zürich Universities of Applied Sciences and Arts



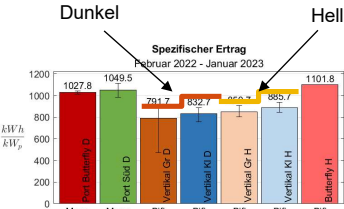
Zürich University of Applied Sciences
zhaw School of Engineering

3

Messdaten - Um „Vertikal Bifazial“ einschätzen zu können!



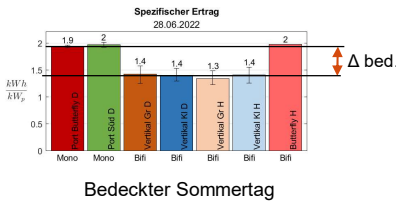
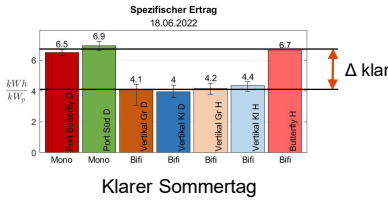
Einfluss Substrathelligkeit



- Insgesamt erstes Jahr: Vorteil «Hell»
- Vorteil «Hell» vor allem vor Einsetzen Bewuchs
- Noch zu früh für Aussage
- Wenn Unterschied dann gering
- Vermutung: Bewuchs wird völlig nivellieren
- Substrat: «Nicht-PV» Aspekte wichtig

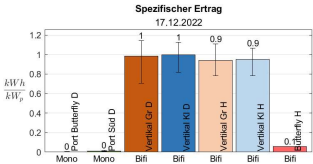
Zurich Universities of Applied Sciences and Arts

Spezifischer Ertrag Vertikal und Standard



- Je bedeckter, desto geringeres Δ (qual. bekannt)
- Allg.: Vergleich mit Simulationen (quantitativ)

Winter / Schnee



Wintertag mit Schneedecke

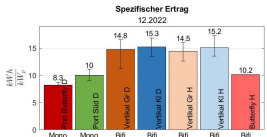
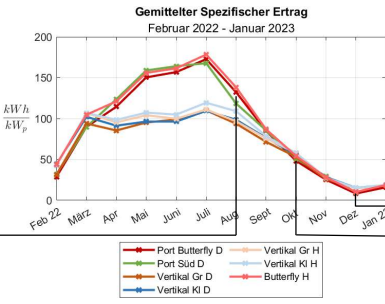
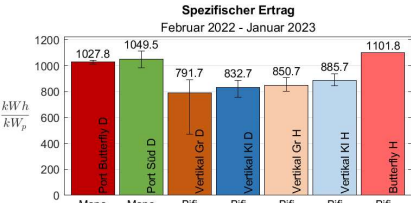
- Klar: Effekt Schneebedeckung



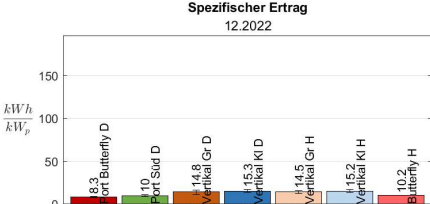
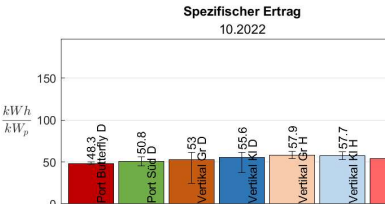
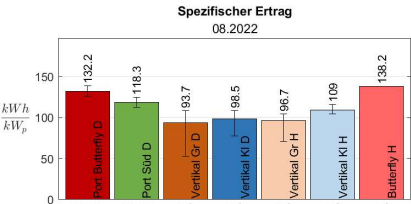
- Aber: Wieviel macht es aus?
- Eher standortbezogene Frage

7

Spezifische Erträge der Systemtypen saisonal



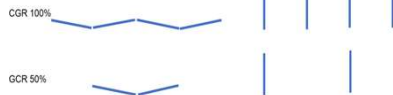
Dezember



Zurich Universities of Applied Sciences and Arts

8

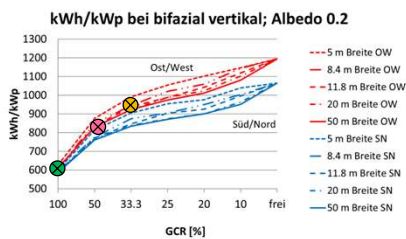
Fokus auf spezifischen Ertrag ?



Zürich University
of Applied Sciences

zhaw School of
Engineering

- «Flache» Montage: Wann ist ein Dach noch ein Gründach?
- Vertikal bifazial: 100% Gründach selbst bei 100% GCR



Zürich Universities of Applied Sciences and Arts

- Früher: (Modulanteil- an Gesamtkosten ↑) Optimierung spez. Ertrag wichtig
- Heute: Butterfly und GCR ↑; Fassadenelemente, «suboptimale» Dächer, ...
- Simulation erstaunlich gut: Wiesengrund (X) ; Mattenbach (X)
Vertikal bifazial (100% CGR und 100% Gründachnutzung) (X) mehr absoluter Ertrag als mit 50% GCR monofazial Butterfly (?)
- Ausblick (PV-Projektteil): **Messung** vs. Simulationstools, LCOE, Erfahrungen,...
- Ausblick auch: Projekt mit Gemeinde Landquart → enge Staffelung

9

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

Danksagung

Garten A777: Andreas Dreisiebner

ZHAW Team:

Roger Hiltbrand, Selina Pfyffer, Prof. Dr. Hartmut Nussbaumer, Dr. Stephan Brenneisen

Durch das BFE gefördertes P&D-Projekt

«Entwicklung und vergleichender Test eines Gesamtpakets für bifaziale PV-Systeme auf Gründächern» , SI/502213-01



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN

Zürich Universities of Applied Sciences and Arts

Zürich University
of Applied Sciences

zhaw School of
Engineering

10