

Photovoltaik und Versorgungssicherheit
Aktuelle Forschungsarbeit «Firm PV Power Switzerland»

Analyse der optimalen Konfiguration zwischen Photovoltaikzubau und Batteriespeichern unter Einbezug der Wasserkraft für eine Versorgung 24 h x 365 Tage im Jahr.

Kostengünstigstes Szenario 2050
(Gestehungskosten < 10 Rp./kWh):

- 40 GW Photovoltaik mit 15 % Abregelung
- 15 GWh Batterien
- 10 % Nettoimporte (Winter)
- +10% Wasserkraftproduktion und -Speicherung (+1 TWh saisonal)
- Erhöhung der Pumpspeicherleistung
- etwas Import von E-Kraftstoffen.

BFE-Projekt «FPPS – Firm PV Power Switzerland», MeteoSwiss AG, Clean Power Research, State University of New York (2022), Schweizerische Eidgenossenschaft. Siehe auch: <https://www.bafn.ch/photovoltaik-und-versorgungssicherheit/>

SFG-Tagung 2022 "Grüne Stadt der Zukunft", 22. Juni 2022, S. Oberholzer, Bundesamt für Energie BFE

5

Photovoltaik auf Dächern
13. Mai 1982: erste Netzeinspeisung in Europa mit TISO

TISO-10 (Ticino Solar): 10.6 kWp / ARCO-Solar-Module: 37 W, h = 10% / 28.5 Franken pro installiertes Watt. (Quelle: SUPSI)

SFG-Tagung 2022 "Grüne Stadt der Zukunft", 22. Juni 2022, S. Oberholzer, Bundesamt für Energie BFE

6

Grosses Photovoltaik-Potential auf Schweizer Gebäuden

50 TWh/a auf Dächern
nur Dächer mit einer Grösse von mindestens 10 m² und einer mindestens "guten" jährlichen Sonneneinstrahlung berücksichtigt. PV-Belegung von 70%.

17 TWh/a an Fassaden
Mindestens 20 m² Fassade mit mittlerer bis guter Sonneneinstrahlung. Mindestabstand zu geschützten Ortsbildern in der Schweiz.

zusammen 67 TWh

zum Vergleich: Gesamt-Energieverbrauch heute: 207 TWh

www.sonnendach.ch

SFG-Tagung 2022 "Grüne Stadt der Zukunft", 22. Juni 2022, S. Oberholzer, Bundesamt für Energie BFE

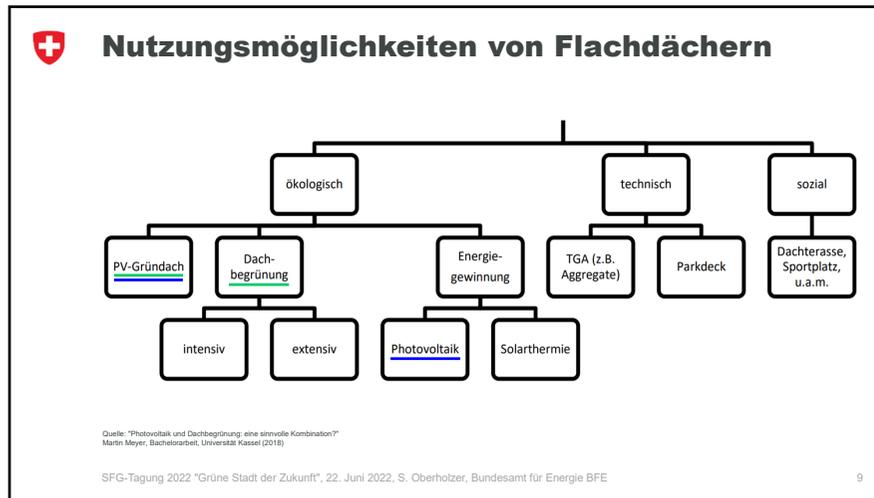
7

Schweizer Spezialität: Photovoltaik-Gebäudeintegration (BIPV)

<https://www.bipv.ch/>
<https://www.spa.ch/research-tasks-enabling-framework-for-the-development-of-bipv/>
<https://www.energieschweiz.ch/gebaeude-integration-architektur/>

SFG-Tagung 2022 "Grüne Stadt der Zukunft", 22. Juni 2022, S. Oberholzer, Bundesamt für Energie BFE

8



9

Dachbegrünung...

Klimaverbesserung in Städten (Evapotranspiration)
Wasserretention
Gebäudekühlung
Biodiversität
Lebensdauererhöhung von Flachdächern

Bildquelle: Emmanuel Bernort (<https://www.flickr.com/photos/epn/1256666450/>)

Hitzeinseln in Zürich,
22. Juni 2017, 06:00, 2 m über Boden
(Quelle: Empa / ETH Zürich / Gianluca Mussetti)

SFG-Tagung 2022 "Grüne Stadt der Zukunft", 22. Juni 2022, S. Oberholzer, Bundesamt für Energie BFE

10

Dachbegrünung mit Photovoltaik

Herausforderungen:

- **Beschattung:**
 - Minderertrag
 - Modulstress («Hotspots»)
- **Unterhalt:**
 - Mehrkosten: 8 bis 25% (Basler&Hofmann 2015)
 - Risiko der Modulbeschädigung
 - Handarbeit
- **geringere Flächenausnutzung**
- **spezielle Aufständigung**
- **Spezialprodukte**

Chancen:

- **Nutzung des grossen Potentials von Flachdächern** (12.6 TWh/a*): Pflicht für Begrünung von Flachdächern
- **Mehrertrag dank Verdunstungskühlung?** (PV-Module mit typischem thermischen Koeffizient von -0.3% bis -0.5% / °C)
- **alle Vorteile von Gründächern**

Fazit «am besten kein Gründach unter Modulen?»
→ Potential für Pilotprojekte

* D. Anderegg, S. Stöbel, J. Rohrer «Das Schweizer Solarstrompotential auf Dächern» (2021)
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1256666450>

SFG-Tagung 2022 "Grüne Stadt der Zukunft", 22. Juni 2022, S. Oberholzer, Bundesamt für Energie BFE

11

Pioniere in Winterthur

zhaw solarspar Zinco u. a.

Flache Aufständigung (78 kW, seit 2014)

Ertrag: ~95 kWh/m² (50%)

Trennung zwischen Gründach und Photovoltaik:
+ einfachere Unterkonstruktion
- Wartung, Schnee, nur Teilbegrünung

Vertikale Aufständigung (9 kW, seit 2017)

Ertrag: ~90 bis 130 kWh/m² (50-70%)

Bifaziale Module
+ 100% Gründach, gute Begehrbarkeit, besser bei Schnee, breiteres Produktionsprofil (O-W), Albedoeffekt, Wartung (Mährobotter), Hagel
- Windlast, Teilbeschattung, (Spezialmodule)

Detaillierte Informationen: T. Baumann, D. Schär, F. Carigiet, A. Dreisibner, F. Baumgartner, «Performance Analysis of PV Green Roof Systems», EUPVSEC (2016)
<http://dx.doi.org/10.4236/eupvsec.2016.51014>

Detaillierte Informationen: T. Baumann, F. Carigiet, R. Knecht, M. Klenk, A. Dreisibner, H. Nusbaumer, F.P. Baumgartner, «Performance Analysis of Vertically Mounted Bifacial PV-Modules on Green Roof Systems», EUPVSEC (2018)
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1256666450>

SFG-Tagung 2022 "Grüne Stadt der Zukunft", 22. Juni 2022, S. Oberholzer, Bundesamt für Energie BFE

12

Vertikale Anlagen im alpinen Raum: Schnee – Gründach




vertikal bifaziale PV-Anlage in St. Moritz

vertikal bifaziale PV-Anlage auf Gründach in Flims

Detaillierte Informationen:
BFE-Projekt PV Alpin Vertikal: Schlussbericht <https://www.aramis.admin.ch/Default/DocumentId/65048>
https://www.research.ch/fileadmin/user_upload/Tagungen/SFG-Tagung_2022/12/12_16_3_Teamer_Schneewp.pdf

SFG-Tagung 2022 "Grüne Stadt der Zukunft", 22. Juni 2022, S. Oberholzer, Bundesamt für Energie BFE

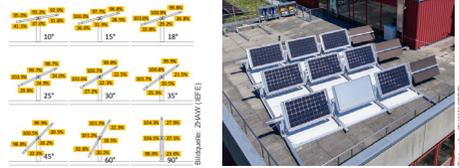
17

Vertikal bifazial: Ertragsoptimierung mit einachsiger Nachführung



BFE-Projekt: «PV EYE: PV-Anlagen auf Flachdächern mit den höchsten Energieerträgen pro Fläche»

Ziel:
Analyse zur PV-Ertragsoptimierung auf Flachdächern, um das Ertragspotential und/oder den wirtschaftlichen Nutzen zu optimieren.
Einsatz von einachsigen nachgeführten Systemen inkl. Reflektoren, Untersuchung von Randeffekten



→ Flächennutzung 100% mit 100% Jahresertrag? Wirtschaftlichkeit?

Detaillierte Informationen:
BFE-Forschungsprojekt (2021-2025) <https://www.aramis.admin.ch/extern/ProjektId/419456>

SFG-Tagung 2022 "Grüne Stadt der Zukunft", 22. Juni 2022, S. Oberholzer, Bundesamt für Energie BFE

18

Fazit

Photovoltaik auf Gründächern ist machbar und lohnt sich (grosses Potential).

Leitfaden von Swissolar und Partnern (Arbeitsgruppe) mit wichtigen Hinweisen und Empfehlungen.

Offene Fragen werden in Pilotprojekten geklärt.

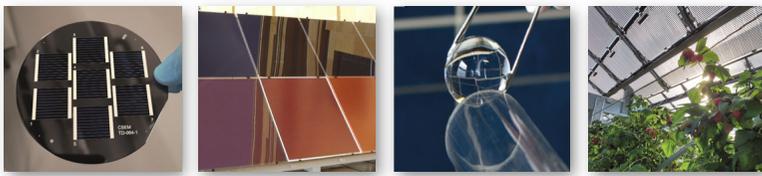


https://www.swissolar.ch/fileadmin/user_upload/Fachtexte/Photovoltaik_Leitfaden/Solarenergie_Dachbegrueunung_Webseite.pdf

SFG-Tagung 2022 "Grüne Stadt der Zukunft", 22. Juni 2022, S. Oberholzer, Bundesamt für Energie BFE

19

BFE-Forschungs- und Innovationsförderung im Bereich Photovoltaik



Zelltechnologie

Module und Gebäudeintegration

Systemtechnik: Wechselrichter, Netzintegration, Qualitätssicherung ...

Weitere Themen: Planung, Überwachung, LCA, Prognose, PV & Speicherung/Mobilität, Agri-PV

 Rund 34 laufende BFE-Projekte:
Übersicht auf <https://pv.energyresearch.ch/index.php?ID=1000>

SFG-Tagung 2022 "Grüne Stadt der Zukunft", 22. Juni 2022, S. Oberholzer, Bundesamt für Energie BFE

20

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun Svizra
Swiss Confederation

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN
Ufficio federale dell'energia UFE
Swiss Federal Office of Energy SFOE

Danke / Merci

Kontakt:
Dr. Stefan Oberholzer
Leiter BFE-Forschungsprogramm Photovoltaik
Bundesamt für Energie
CH-3003 Bern
stefan.oberholzer@bfe.admin.ch

SFG-Tagung 2022 "Grüne Stadt der Zukunft", 22. Juni 2022, S. Oberholzer, Bundesamt für Energie BFE

21