

# Alpine Photovoltaik

## Ist der Solarexpress ein Bummler geworden?

*Jürg Rohrer Prof. for Ecological Engineering  
Leiter Forschungsgruppe Erneuerbare Energien*

IUNR Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen  
ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

Nein zu PV-Anlage in Surses

## Grosse Solaranlagen in den Alpen haben es schwer

Eine Analyse von Matthias Heim

Dienstag, 30.01.2024, 09:55 Uhr

Startseite > News > 10 vor 10

### Förderprogramm «Solarexpress» stockt – mögliche Gründe

Grosse alpine Solaranlagen sind teuer und die Wirtschaftlichkeit fraglich. Von den bisher 50 Projekten im Rahmen des Förderprogramms «Solarexpress» hat bisher nur «SedrunSolar» den ersten Spatenstich getätigt. Sind Investoren zu wenig mutig?

UT 16.08.2024 · 5 Min

Einsprache gegen Grengiols Solar

## Solarexpress wird ausgebremst – jetzt soll ihn der Bund retten

Umweltverbände wollen den grössten Solarpark der Alpen verhindern. Nun läuft ihm die Zeit davon. Der Bund prüft daher, die Finanzierung der Solaranlagen zu verlängern.



Cyrill Pinto

Publiziert: 04.07.2024, 19:17

Sonnenstrom im Winter

## Rendite-Schatten über dem ambitionierten Solarexpress

Die grosse Euphorie ist verflogen – noch rund 20 Projekte sind im Rennen. Fragt sich noch, ob die Solaranlagen dereinst rentieren werden.

Matthias Heim

Dienstag, 16.04.2024, 14:24 Uhr

## Bedarf an PV-Strom in der Schweiz gemäss Stromgesetz

Verbindliches Ziel im Stromgesetz: 35 TWh/a nEE bis 2035 (29 TWh/a aus PV)

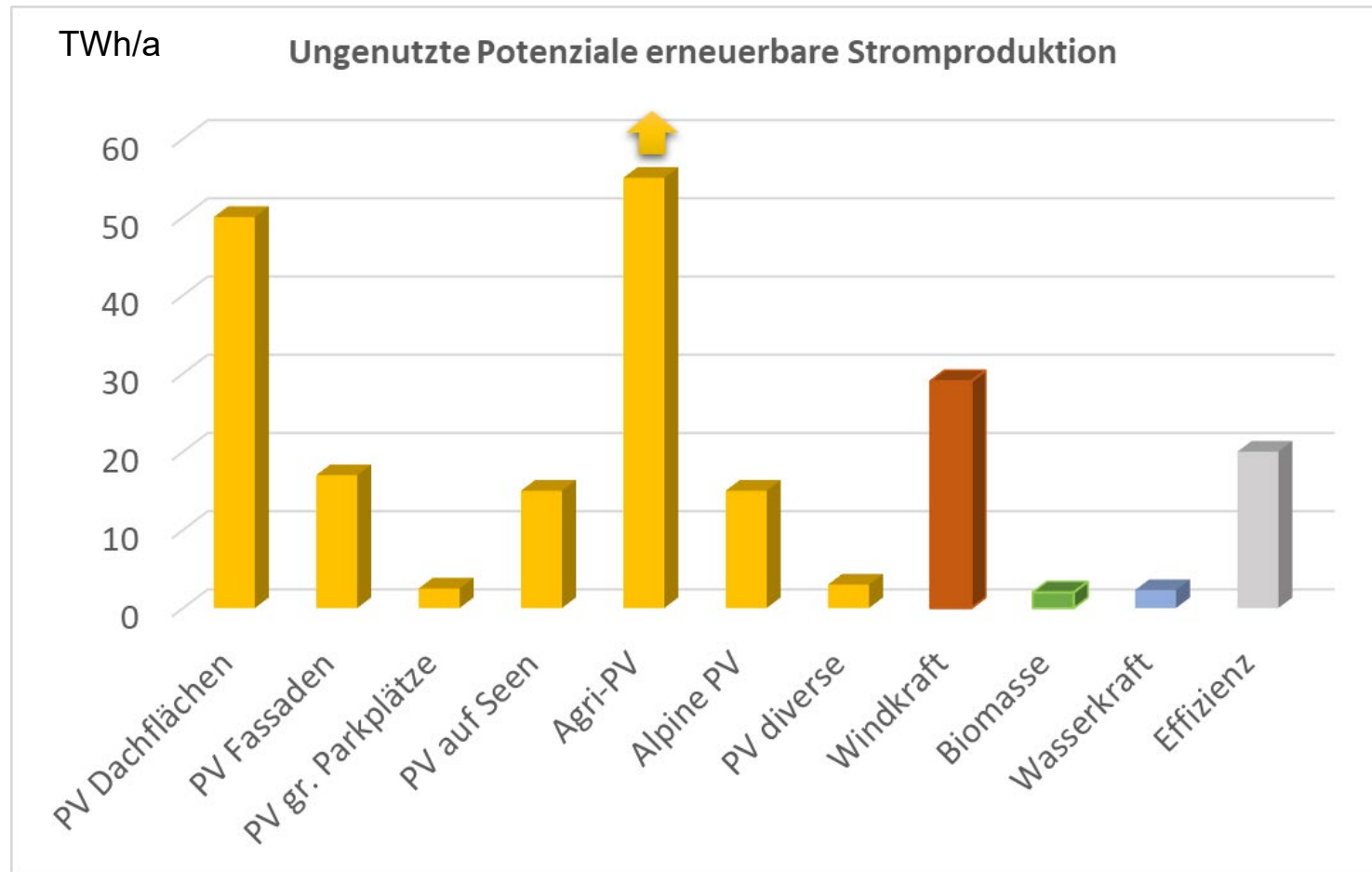
PV-Ausbau Stand Ende 2023: Jahresertrag ca. 5 TWh/a

Erforderlicher Zubau pro Jahr 2.2 TWh/a (29 – 5) TWh / 11 Jahre

Zubau PV im Jahr 2023 ca. 1.5 TWh Jahresertrag

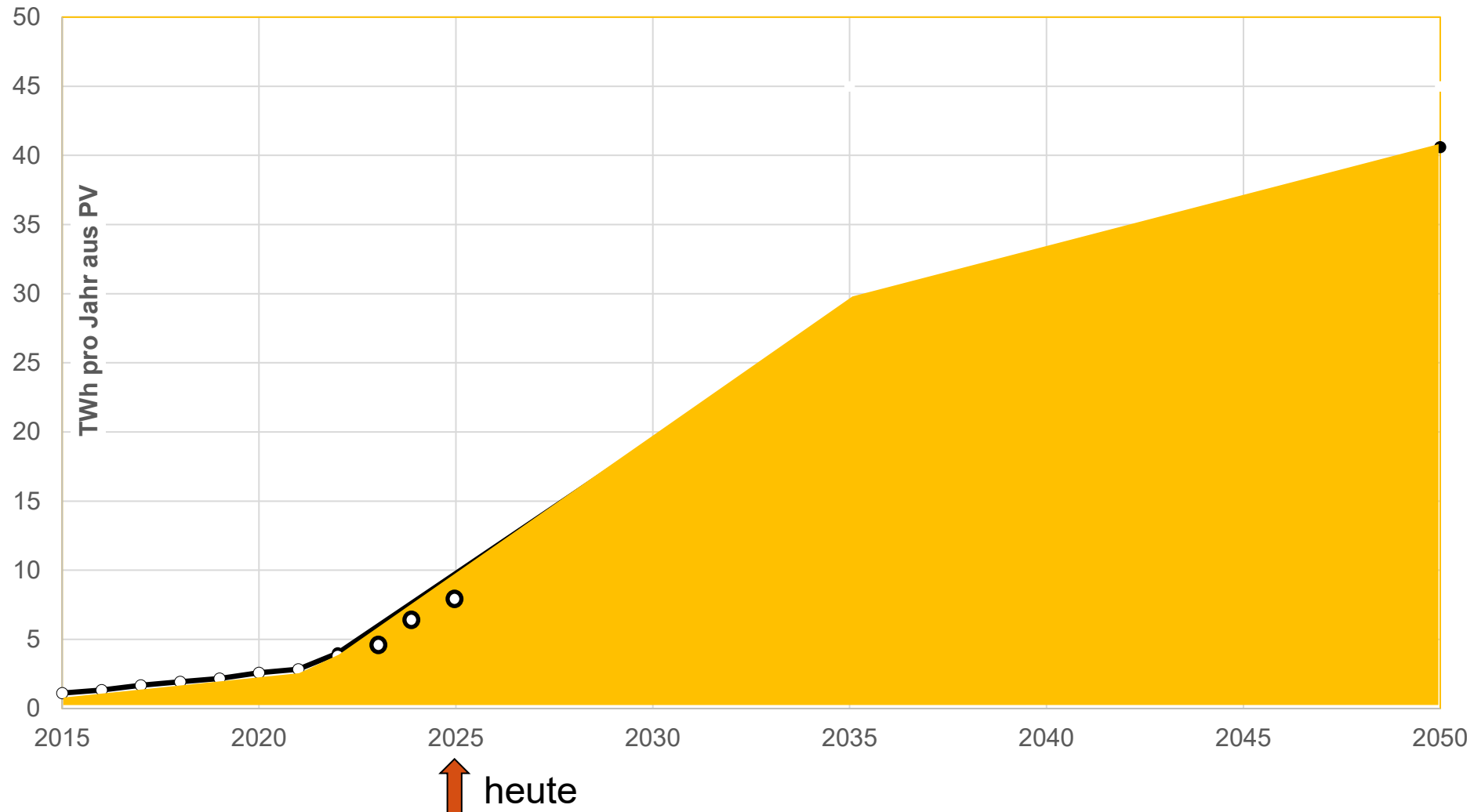
- Die Ziele des **Stromgesetzes** erfordern eine **Beschleunigung des PV-Zubaus um 45%** gegenüber dem Rekordjahr 2023!
- «Zuerst die Dächer mit PV füllen, bevor PV-Anlagen auf Freiflächen gebaut werden» → Ist die notwendige Beschleunigung des PV-Zubaus auf Dachflächen alleine realistisch? – Wohl kaum (low hanging fruits sind irgendwann geerntet, Strompreise tiefer, mögliche Mangellage vergessen, usw.)

# Ungenutztes Potential zur erneuerbaren Stromproduktion und Stromeffizienz in der Schweiz



Datenquellen: BFE, EnergieZukunftSchweiz, eigene Berechnungen

## Erforderlicher Zubau an Photovoltaik: Stromgesetz (9.6.24)



## Photovoltaik auf Dachflächen: «Zuerst die Dächer mit PV-Anlagen füllen»?

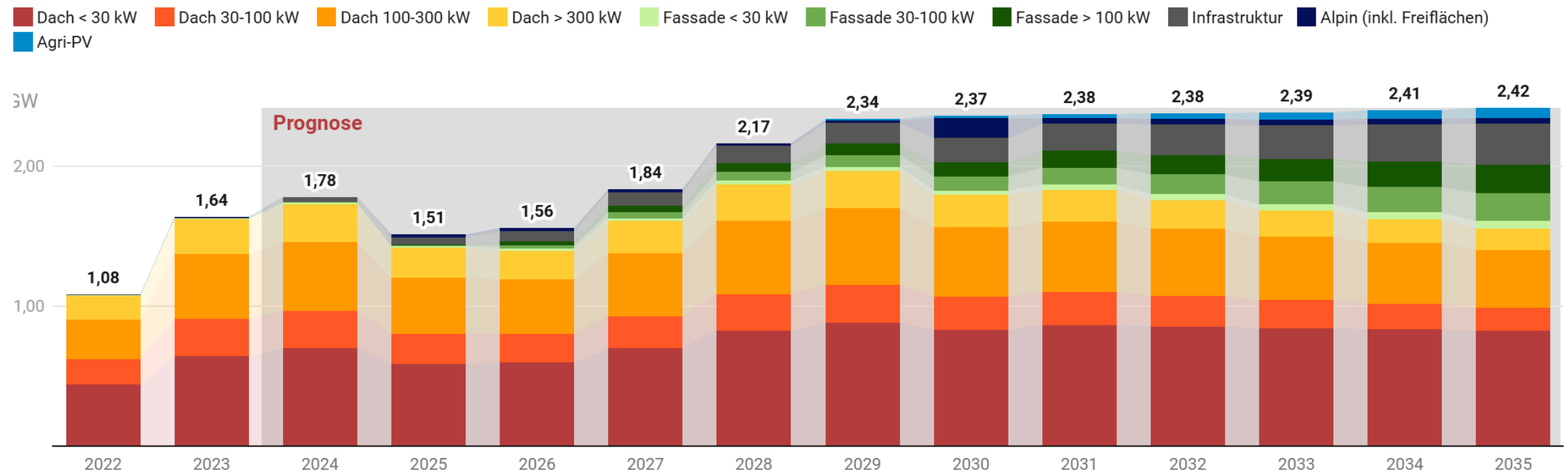
- **Grosse Potenziale**  
ca. 55 TWh/a, falls mehr als 95 % aller Gebäude eine PV-Anlage hätten
- **Geringer Ausschöpfungsgrad der Potenziale**
  - aktuell in der Schweiz ca. 12 %
  - bestehende PV-Dachanlagen nutzen durchschnittlich nur 49% des Potenzials auf dem Dach. Gründe: Freiwilligkeit, Anreize für Eigenverbrauch, Fixierung auf zu rasches Payback, usw.
- **Politischer Wille für Obligatorium auf bestehenden Bauten fehlt**
  - Zu langsamer Ausbau der PV-Produktion -> PV auf Freiflächen erforderlich

Anderegg, D & Rohrer, J; Photovoltaik Potenzial auf Dachflächen in der Schweiz, ZHAW, 2022 <https://doi.org/10.21256/zhaw-2425>

# Der Vorschlag von Swissolar: Zubau

## Zusätzlich installierte Leistung

In Gigawatt (GW)



Swissolar ®

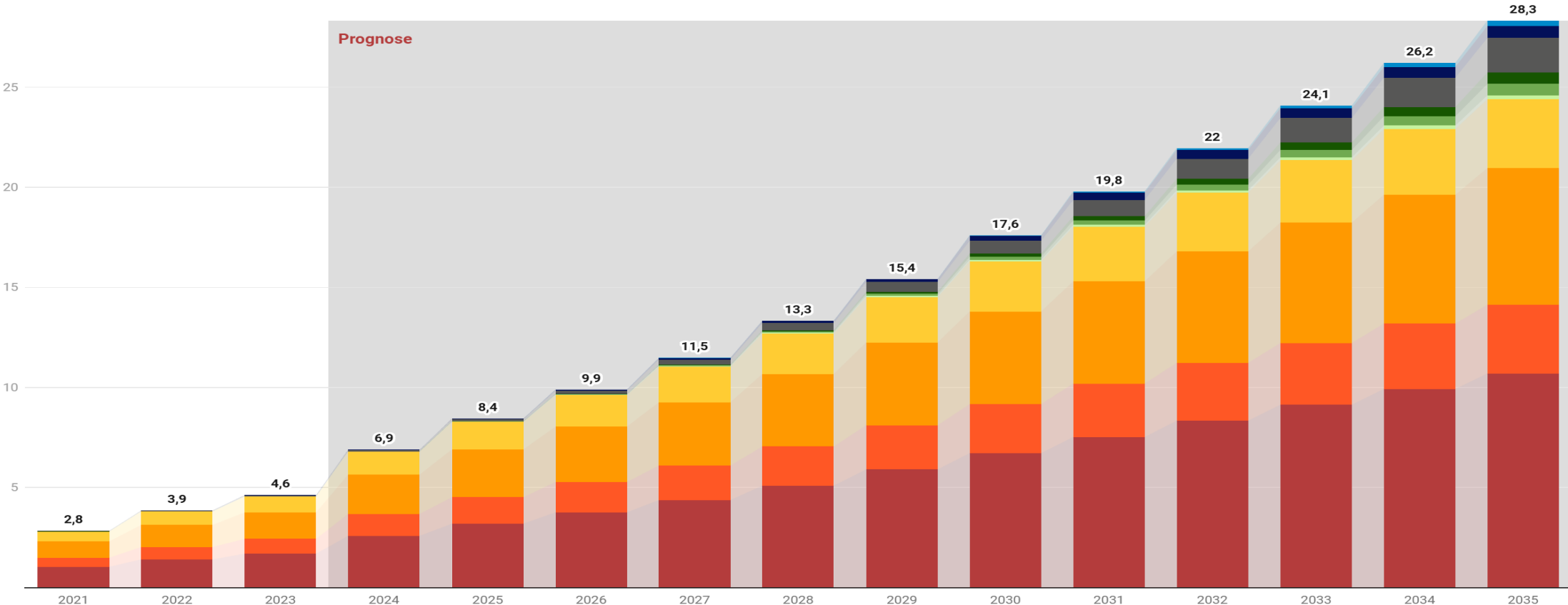
Quelle: Basierend auf EnergieSchweiz, BFE: Statistik Sonnenenergie. Zusätzliche Berechnungen durch Swissolar, gestützt auf Interviews mit Fachleuten • [Daten herunterladen](#) • [Grafik herunterladen](#) • Erstellt mit [Datawrapper](#)

# Der Vorschlag von Swissolar: Produktion

## Jährliche Solarstromproduktion

In Terawattstunden (TWh)

Dach < 30 kW Dach 30-100 kW Dach 100-300 kW Dach > 300 kW Fassade < 30 kW Fassade 30-100 kW Fassade > 100 kW Infrastruktur Alpin (inkl. Freiflächen) Agri-PV



Bis zur Solarstatistik 2023 wurden 30 % der installierten PV-Leistung für die Ertragsberechnung genutzt, ab 2024 sind es 50 %. Das führt zu einem deutlichen Sprung in der Ertragsprognose von 2023 auf 2024.

Swissolar ®

Quelle: Basierend auf EnergieSchweiz, BFE: Statistik Sonnenenergie. Zusätzliche Berechnungen durch Swissolar gestützt auf Interviews mit Fachleuten • [Daten herunterladen](#) • [Grafik herunterladen](#) • Erstellt mit [Datawrapper](#)



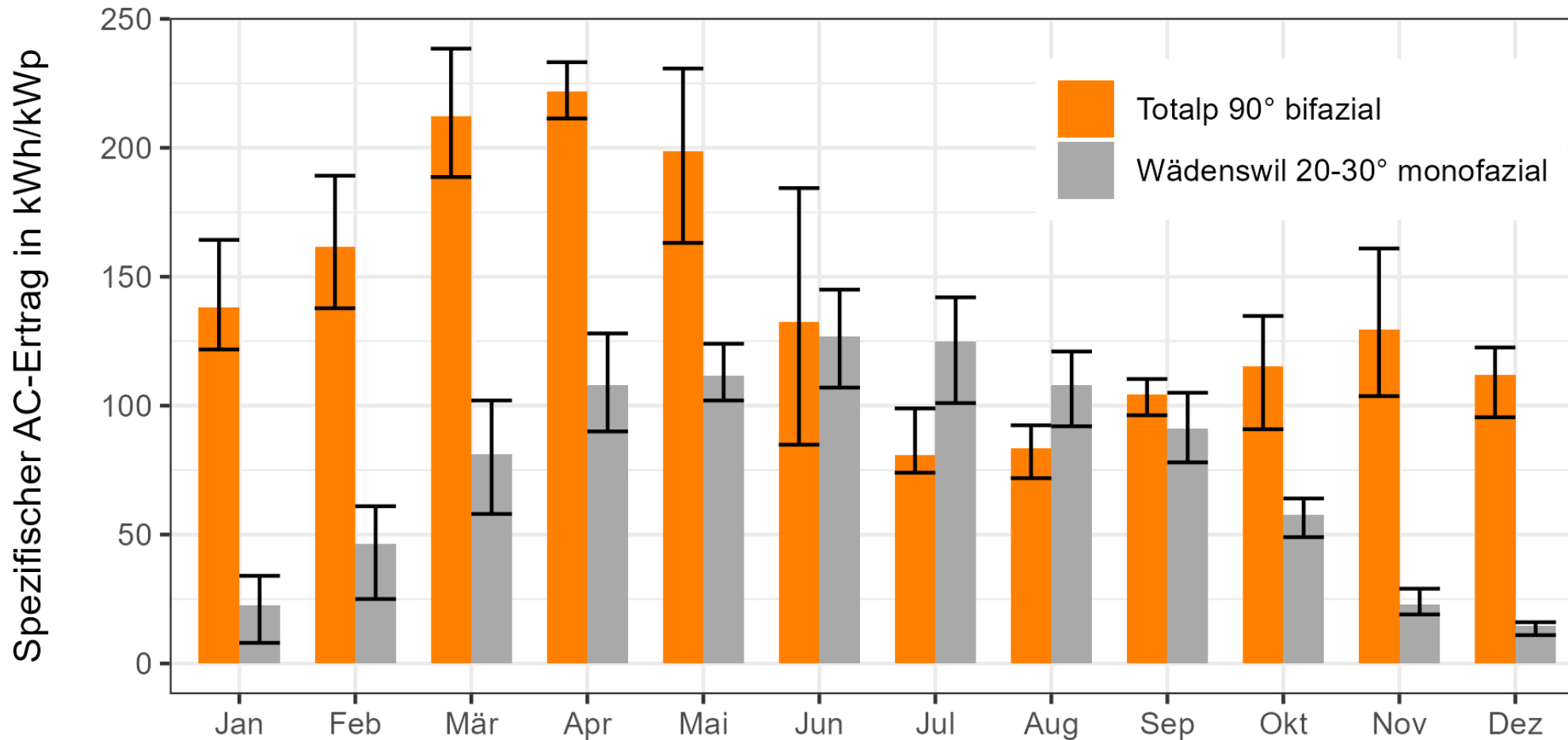
Prototyp System Inauen-Schätti AG in Schwanden



*Abb. 1: Ansicht der Versuchsanlage auf 2400 m.ü.M. in Davos von vorne. Alle Module sind gegen Süden ausgerichtet.*

Projektpartner: EKZ und SLF      <https://doi.org/10.21256/zhaw-19860>

# Gemessene Photovoltaik-Monatserträge **Alpin** bzw. Mittelland



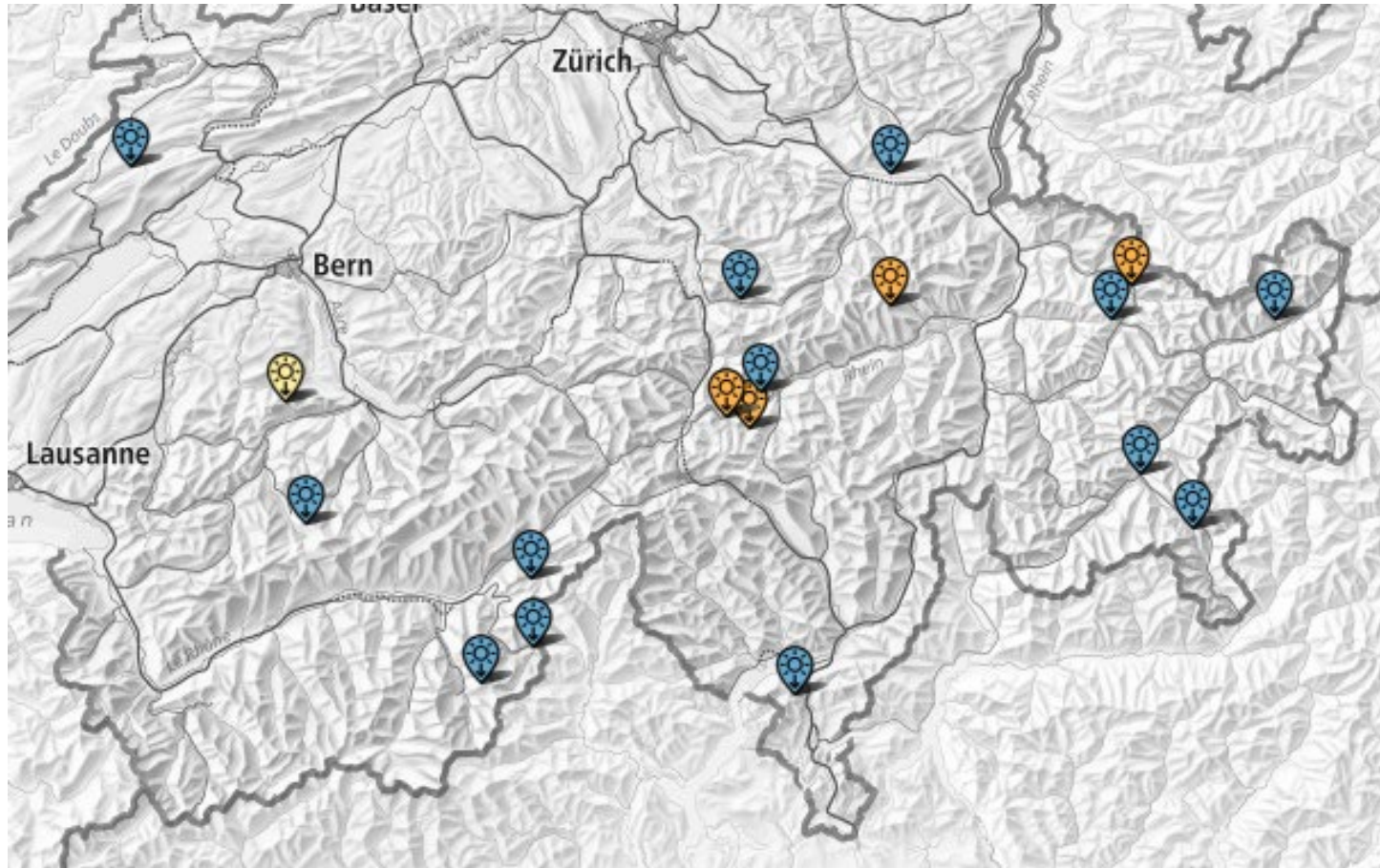
Gemessene durchschnittliche spezifische Monatserträge der Versuchsanlage Totalp (bifacial, 90 Grad, Südausrichtung) im Vergleich mit einer Anlage im Mittelland für die Jahre 2018 bis 2024. Die Doppel-T-Balken zeigen die Minimal- und Maximalwerte in den sieben Jahren.

## Anforderungen für den «Solarexpress»

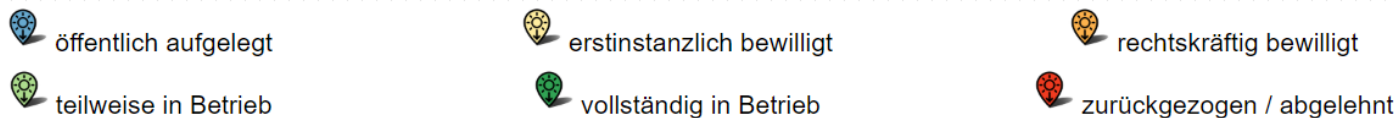
- Stromertrag in den 6 Wintermonaten  $\geq 500$  kWh/kWp
  - Jahresertrag  $\geq 10$  GWh
  - Einspeisung ins Netz **bis Ende 2025** von mind. 10% der geplanten Jahresproduktion oder mind. 10 GWh (\*)
  - Frist für die vollständige Inbetriebnahme der Anlagen Ende 2030
  - Begrenzung auf Anlagen mit insgesamt max. 2 TWh Jahresproduktion
- Ertrag wird in den ersten 3 Betriebsjahren gemessen, um die Einhaltung der oben genannten Grenzwerte zu überprüfen.

(\*) Frist bis Ende 2025 für die Einspeisung wird möglicherweise verlängert oder aufgeweicht. Vermutlich müssen Anlagen weiterhin bis Ende 2025 öffentlich aufgelegt sein, damit das verkürzte Verfahren angewendet werden kann.

Energiegesetz (EnG) Artikel 71a, in Kraft seit 1. Oktober 2022



- Ursprünglich ca. 60 Projekte in der ganzen Schweiz
- Ca. 20 bis 30 alpine Projekte sind noch «im Rennen», max. 1 TWh/a
- 18 Projekte haben Baugesuch eingereicht (440 GWh/a)
- 4 Projekte sind rechtskräftig bewilligt (71 GWh/a)



Quelle: [https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/EE\\_AlpineSolaranlagen/](https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/EE_AlpineSolaranlagen/)

## Wirtschaftlichkeit von alpinen Solaranlagen (Milchbüchleinrechnung)

|                                                          |                         |
|----------------------------------------------------------|-------------------------|
| Investitionskosten 3'000 bis 5'000 Fr./kWp ->            | 4'000 Fr./kWp           |
| Annahme Subventionierung 60%, 1'500 bis 2'000 Fr./kWp -> | 1'800 Fr./kWp           |
| Jahresertrag ca. 1'500 kWh/kWp, 25 Jahre Betrieb ->      | 4.8 Rp./kWh             |
| 5% Zins pro Jahr auf Kapital, ca.                        | + 3 Rp./kWh             |
| Unterhalt und Wartung 2 Rp./kWh                          | + 2 Rp./kWh             |
| Abgabe an Gemeinde oder GrundeigentümerIn                | + 0.5 Rp./kWh           |
| <b>Insgesamt Gestehungskosten</b>                        | <b>8 bis 12 Rp./kWh</b> |

Bsp. PVA mit 10 MWp, 15 GWh/a: Investition 40 Mio. Fr., Zinsen 450'000 pro Jahr, Unterhalt und Wartung Fr. 300'000 pro Jahr, Abgabe Fr. 75'000 pro Jahr

# Sind 8 bis 12 Rp/kWh für einheimischen Solarstrom vermarktbar? Hat Versorgungssicherheit einen Wert?

« Wir wissen nicht, ob sich das rechnet – es gibt keine Erfahrung bei alpinen Fotovoltaik-Anlagen. »

Christoph Brand  
Konzernchef des Energiekonzerns Axpo

« Es liegt in unserer Verantwortung, über die Kosten Rechenschaft abzulegen. »

Roland Leuenberger  
Chef des Bündner Energiekonzerns Repower

« Wir sehen die Investitionen auch als Beitrag zur Versorgungssicherheit in der Schweiz. »

Robert Itschner  
Konzernchef der Bernischen Kraftwerke AG (BKW)

<https://www.srf.ch/news/wirtschaft/sonnenstrom-im-winter-rendite-schatten-ueber-dem-ambitionierten-solarexpress>

## Vermarktung des Stroms aus alpinen PV-Anlagen

- Eigenverbrauch gibt i.d.R. die höchste Rendite (-> Seilbahnen, Skilifte)
- Lokale Energiegemeinschaften (LEG)
- VNB können den Strom an gebundene Kunden verkaufen
- (Virtuelle) Power Purchase Agreements (PPA) mit Firmen und Organisationen
- Strombörse

Oft werden die Gestehungskosten von alpinen Solaranlagen mit Preisen an der Börse verglichen (ohne HKN, Mixstrom, Regionalität, Beitrag zur Versorgungssicherheit).

Investitionssicherheit gibt nicht eine Einmalvergütung sondern eine minimale Einspeisevergütung, zum Beispiel mit Contract for Difference (CfD) wie im Ausland üblich. -> Investitionen der grossen CH-Energieversorger im Ausland

## Take Home Messages

- 1) Das PV-Potenzial auf den Gebäuden ist gross, wird aber trotz guter Wirtschaftlichkeit erst zu etwa 12% genutzt. Ohne Obligatorium kann wohl nur ein Bruchteil des Potenzials realisiert werden. PV auf Gebäuden sollte zur Erreichung der PV-Ausbauziele durch Agri-PV und alpine PV ergänzt werden.
- 2) Alpine PV können auch bei den aktuellen Förderbedingungen wirtschaftlich attraktiv sein. Die Vermarktung des Stroms erfordert aber Kreativität und Kundennähe.
- 3) Bei Grossanlagen wäre der Wechsel auf eine minimale Einspeisevergütung (z.B. Contract for Difference) anstelle der Einmalvergütung sehr sinnvoll.
- 4) Alpine PV-Anlagen werden mit grosser Wahrscheinlichkeit wieder populärer werden. (Windkraft wäre bez. Winterstrom eigentlich noch besser).

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Adresse für Rückfragen:

ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
IUNR Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen  
Jürg Rohrer, Prof. für Ecological Engineering  
Campus Grüental  
8820 Wädenswil

[Juerg.Rohrer@zhaw.ch](mailto:Juerg.Rohrer@zhaw.ch) Tel. 058 934 54 33  
[www.zhaw.ch/iunr/erneuerbareenergien/](http://www.zhaw.ch/iunr/erneuerbareenergien/)