


zhaw Life Sciences and Facility Management
Institute of Natural Resource Sciences

Alpine Solarkraftwerke: Hype oder Lösung der Energieprobleme?

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

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

Foto: <https://www.pitztal.com/>



zhaw Life Sciences and Facility Management
Institute of Natural Resource Sciences

Netto-Null bis 2035

- CO₂-Emissionen bleiben praktisch «für immer» (> 1'000 Jahre) in der Atmosphäre und bewirken während hunderten Jahren eine Erwärmung.
- ➡ Die heutige Erwärmung wird durch die Summe aller CO₂-Emissionen seit 1900 verursacht.
Das globale Budget beträgt 300 Gt CO₂ ab 2020, damit die globale Erwärmung von 1.5 °C mit einer Wahrscheinlichkeit von 83% nicht überschritten wird.
- Die Schweiz umfasst 1.1 Promille der Weltbevölkerung und hat somit ab 2020 ein Restbudget von 330 Mega-Tonnen (Mt) CO₂
- Beim aktuellen Ausstoss von ca. 37 Mega-Tonnen pro Jahr wäre dieses Budget 2028 aufgebraucht. Bei linearer Abnahme bleibt Zeit für **Netto-Null in der Schweiz bis 2035**

Weitere Infos, siehe z.B. Rohrer, J. (2022). Das Schweizer Klimaziel unter der Lupe: Genügt Netto-Null bis 2050? <https://doi.org/10.21256/zhaw-2434>

ZHAW Wädenswil – IUNR - Forschungsgruppe Erneuerbare Energien

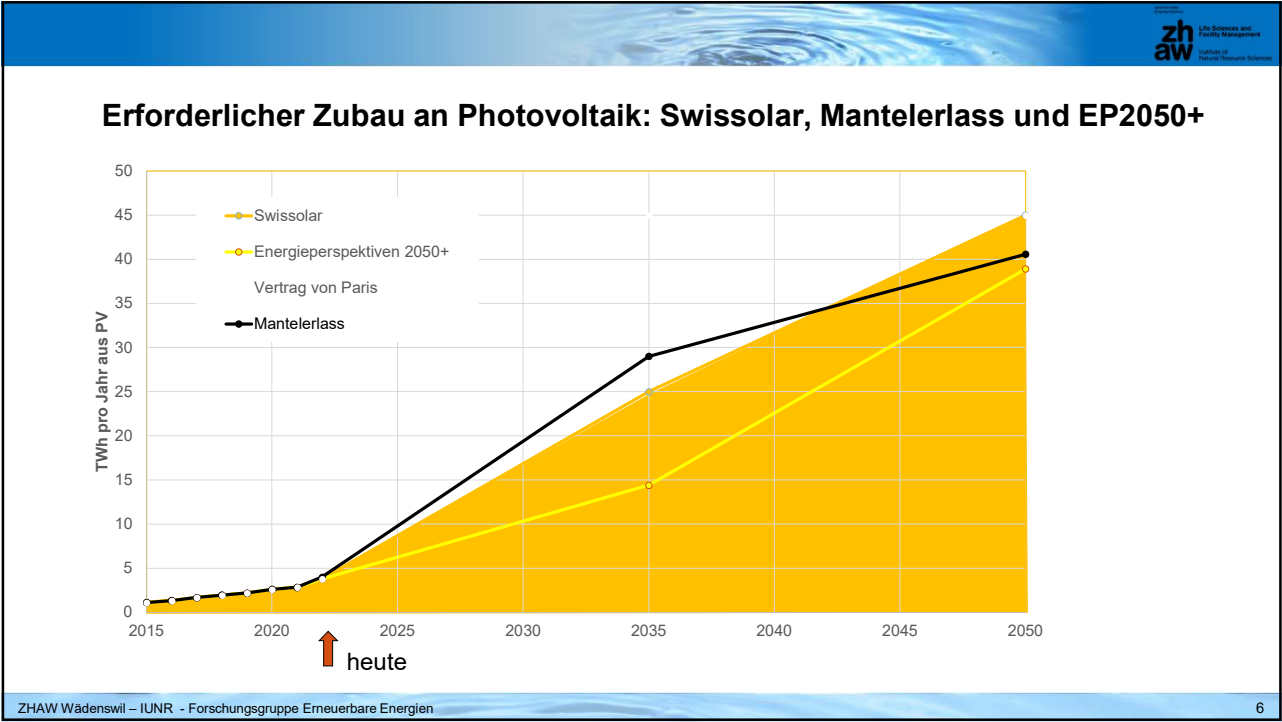
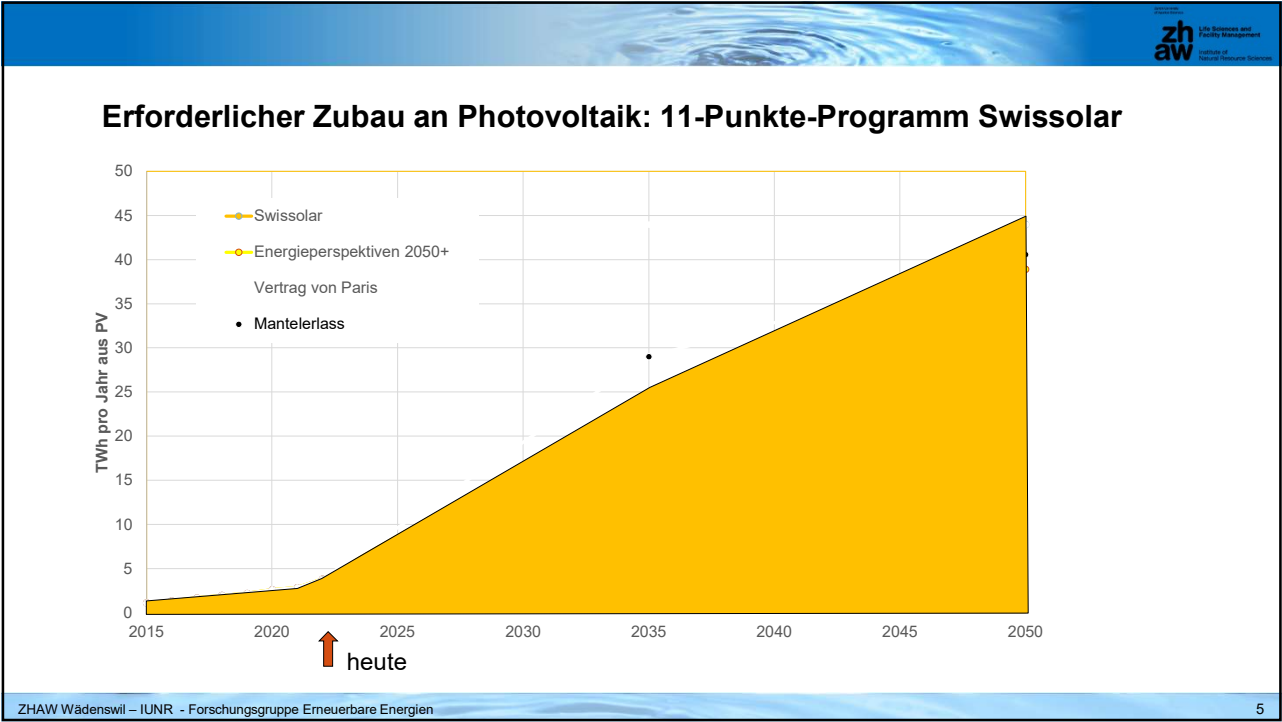
2

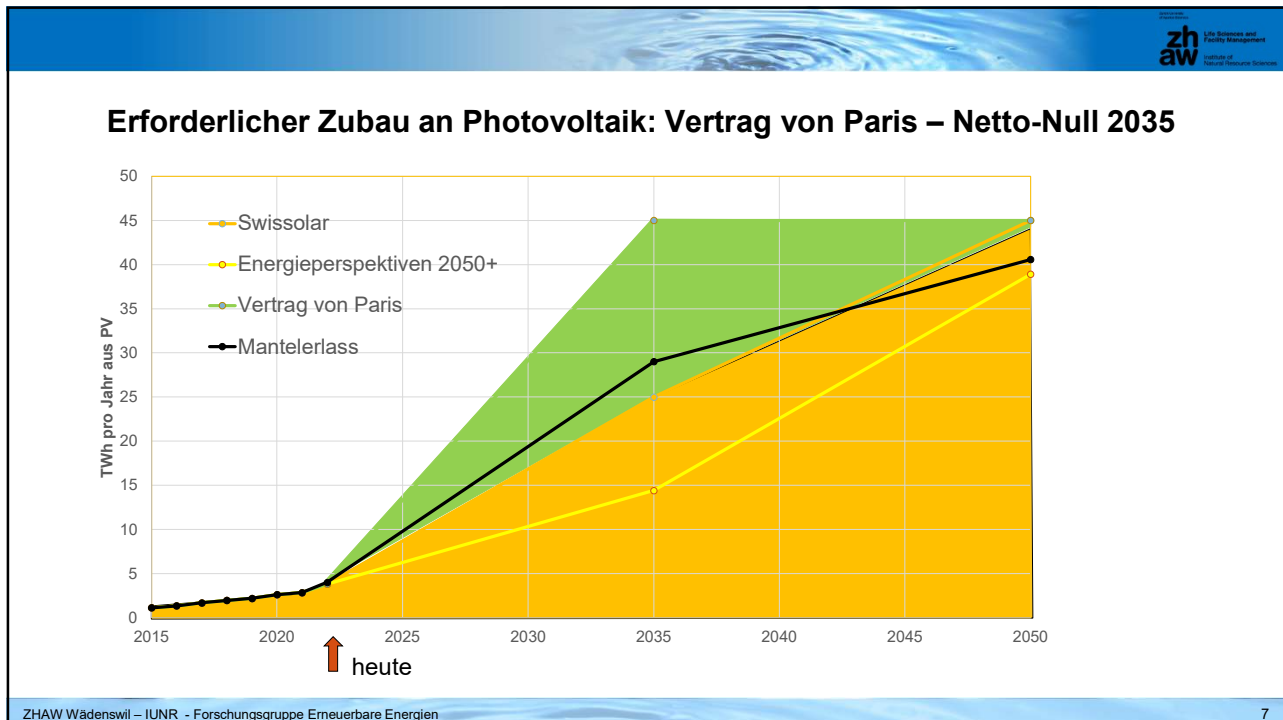
Es ist nicht entscheidend *wann*
wir Netto-Null Treibhausgas-
emissionen erreichen, sondern
wie viele Treibhausgase wir bis
dahin noch ausstossen.

Bei linearer Abnahme der Emissionen ab 2023
muss die Schweiz Netto-Null bis 2035 erreichen.



Bedarf an PV-Strom in der Schweiz





zhaw Life Sciences and Facility Management
Institute of Natural Resource Sciences

Bedarf an PV-Strom in der Schweiz

Gemäss Mantelerlass Energie:	35 TWh/a nEE bis 2035 (29 TWh/a aus PV)
Netto-Null bis 2035:	45 TWh/a aus PV
PV Ausbau Stand Ende 2022:	Jahresertrag ca. 4.4 TWh/a
Erforderlicher Zubau pro Jahr	3.4 TWh/a: (45 – 4.4) TWh / 12 Jahre
Zubau PV im Jahr 2022	ca. 1 TWh Jahresertrag

Für den Vertrag von Paris ist eine Beschleunigung des *durchschnittlichen*, jährlichen PV-Zubaus **um Faktor 3.5** erforderlich!

ZHAW Wädenswil – IUNR – Forschungsgruppe Erneuerbare Energien

8



Photovoltaik auf Dachflächen

- **Grosse Potenziale**
ca. 55 TWh/a, falls *mehr als 95 %* aller Gebäude eine PV-Anlage hätten
- **Geringer Ausschöpfungsgrad der Potenziale**
 - aktuell in CH ca. 7 %
 - bestehende PV-Dachanlagen nutzen Ø nur 49% des Potenzials auf dem Dach. Gründe: Freiwilligkeit, Anreize für Eigenverbrauch, Fixierung auf zu rasches Payback, nicht-monetäre Motivation selten.
- **Politischer Wille für Obligatorium auf bestehenden Bauten fehlt**
 - Zu langsamer Ausbau der PV-Produktion -> PV auf Freiflächen

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

Life Sciences and Facility Management
Institute of Natural Resource Sciences

Wie wäre eine Beschleunigung des Zubaus möglich?

- PV-Obligatorium für neue *und* bestehende Bauten (analog Luftschutzkeller) oder Ausbau-Vorgaben für Kantone oder Verteilnetzbetreiber
-> Planungssicherheit für PV-Branche
- Grossflächige PV-Anlagen zuerst ausbauen (grosse Dachflächen, Parkplätze, Freiflächen, usw.)
 - Agro-Photovoltaik
 - Freiflächen in den Alpen: 3 Mal mehr Winterstrom als im Mittelland pro Fläche

Nebeneffekte von PV auf Freiflächen:

- Kosten pro kWh eher geringer als auf Gebäuden
- Positiver Beitrag zur Biodiversität möglich

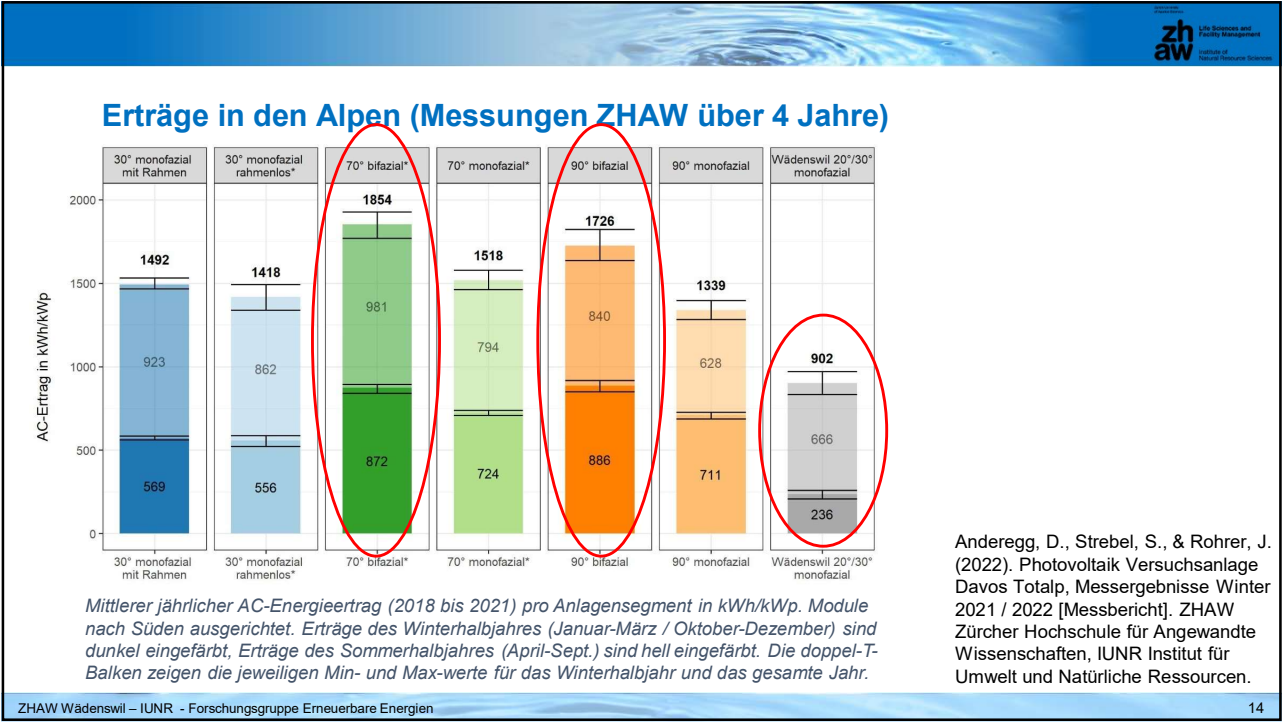
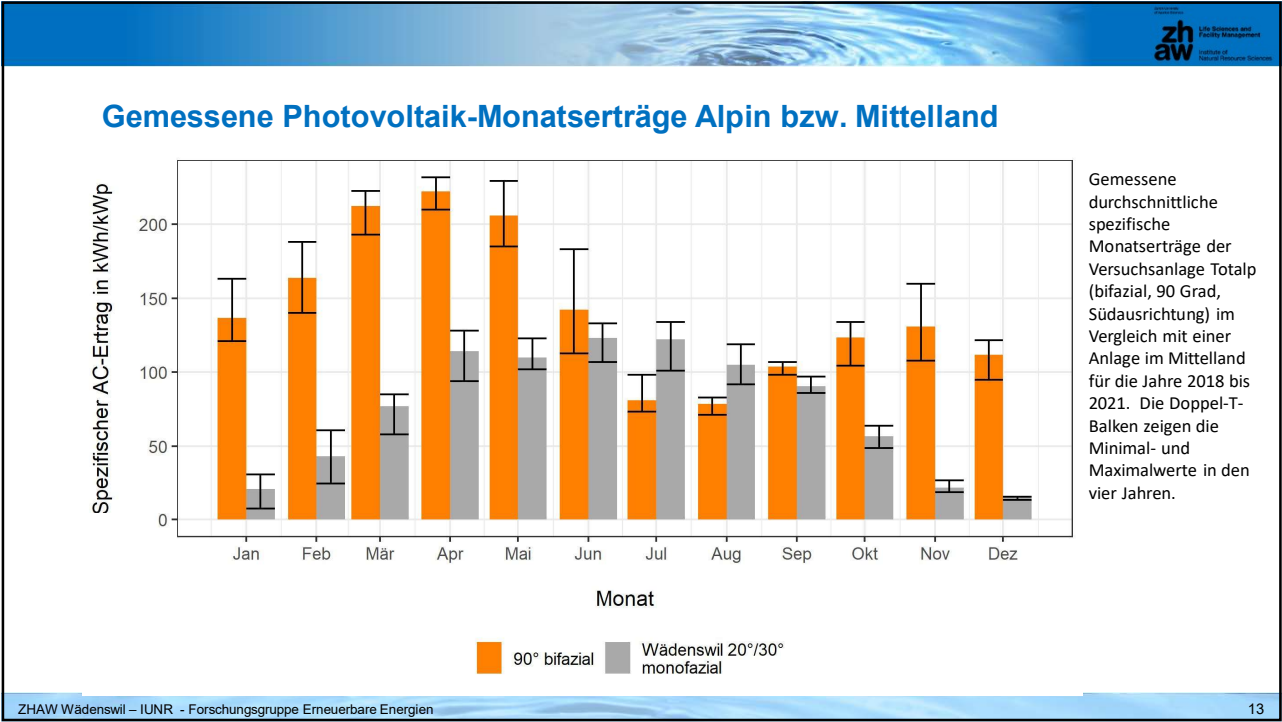
ZHAW Wädenswil – IUNR - Forschungsgruppe Erneuerbare Energien
10



Messergebnisse alpine PV-Versuchsanlage Davos-Totalp

Projektpartner: EKZ und SLF





Empfehlungen bezüglich Ertrag

Standorte

- Hang möglichst nach Süden ausgerichtet (SE bis SW)
- Möglichst tiefer Horizont in Richtung Süden (SE bis SW)
- Möglichst weit oben (m.ü.M.)

Anlage

- Module nach Süden ausrichten (E-W bringt wesentlich geringeren Winterstromertrag)
- Bifaziale Module (ca. 20% Mehrertrag)
- Anstellwinkel 65 bis 90 Grad (evtl. Bonus > 75 ° beachten)

➤ Spez. Ertrag 1'350 bis 1'600 kWh/kWp, 40 bis 50 % Winterstromertrag

Optimierungsmöglichkeiten

- Treibhausgasemissionen beim Bau der Anlage durch Herstellung, Montage und Transport berechnen und transparent ausweisen
 - möglichst wenig Beton und Stahl, möglichst wenig Heli-Transporte
- Bedarf an Erschliessungsbauten minimieren (Strassen, Seilbahnen, Stromleitungen), Nähe zu bestehenden Infrastrukturen
- Einfluss auf die Biodiversität aktiv steuern
- Einbettung ins Landschaftsbild (Auflösung von geometrischen Formen)
- Wie kann die *Region* (nicht nur die Gemeinde) profitieren? Solarrappen? Heimfall?
- Trägerschaft (lokale Verankerung, Ausland-Anteil, usw.)
- Wer kauft den Strom: Einbindung in lokale Energieversorgungskonzepte

Effizienz + Erneuerbare anstatt fossile Kraftwerke für die Strom-Versorgungssicherheit der Schweiz

- Einsatz der fossilen Kraftwerke soll präventiv erfolgen -> Schonung der Speicherseen. Die Stromproduktion bei Mangellagen soll primär durch die Speicher-Kraftwerke erfolgen
 - Die grösste Bedrohung stellt ein gleichzeitiger Ausfall aller AKW in der Schweiz verbunden mit begrenzten Importmöglichkeiten dar (Voraussehbarkeit?).
 - Gasknappheit -> Defizit von 0.4 TWh Winterstrom (Vergleich: Einsparziel des Bundesrates im Winter 2022/23: 3.1 TWh Winterstrom)
- Es kommt jede Stromproduktion oder Sparmassnahmen zur Schonung der Speicherseen infrage.

Rohrer, J., Wild, M., Stocker, N., & Siegwart, M. (2023). Gibt es bessere Alternativen zu fossilen Kraftwerken für die Versorgungssicherheit der Schweiz mit Strom? Eine Analyse und Interpretation von diversen Studien zur Stromversorgungssicherheit <https://doi.org/10.21256/ZHAW-2529>

Take Home Messages

- 1) Um ihren fairen Beitrag im Kampf gegen die Klimaerhitzung zu leisten, muss die Schweiz 3.5 Mal rascher auf erneuerbare Energien umsteigen und Energie sparen als heute. Netto-Null bis 2035.
- 2) Ein rascher Ausbau der PV-Produktion bedingt den Bau von möglichst grossen PV-Anlagen.
- 3) Potenziale sind das Eine, deren Umsetzung das Andere: Das PV-Potenzial auf den Dächern ist gross, wird aber trotz guter Wirtschaftlichkeit erst zu 7 % genutzt. Ohne Obligatorium kann wohl nur ein Bruchteil des Potenzials realisiert werden.
- 4) Alpine PV-Anlagen liefern die Hälfte des Stromes im Winter zu ähnlichen Kosten wie PV auf Gebäuden. Zusatznutzen: Bedarf zur saisonalen Speicherung wird reduziert und Speicherkraftwerke geschont.

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
www.zhaw.ch/iunr/erneuerbareenergien/