

Optimierte Ansätze für die Schweizer Winterstromproduktion: Lösungen und Ansätze



Roberto M. Borsotti, Michi Lehning

TNC Consulting AG, WSL / SLF and EPFL



1



Was wissen wir zu Alpiner PV?



- In den Bergen gibt es viel **(Winter-)Sonne**
- **Schnee** reflektiert diese Strahlung und das Gelände leitet sie auf PV Module
- Auswirkungen auf Natur noch nicht wissenschaftlich bestätigt



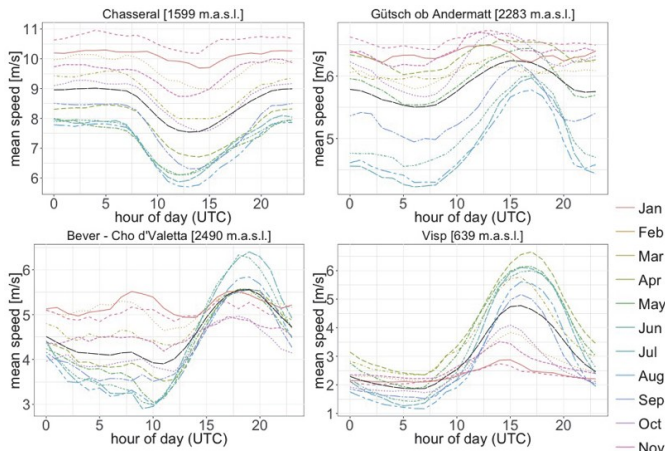
2

M
2
Michi Lehning



Was wissen wir (nicht) über den Wind der Berge

M
3



Laseier Wind Schwendetal (AI)



9/1/2025



- Verschiedene Standorte erzeugen ganz verschiedene Windtagesprofile
- Kann man Aussagen treffen, wo man ideale Windkraftstandorte erwarten kann?

EPFL

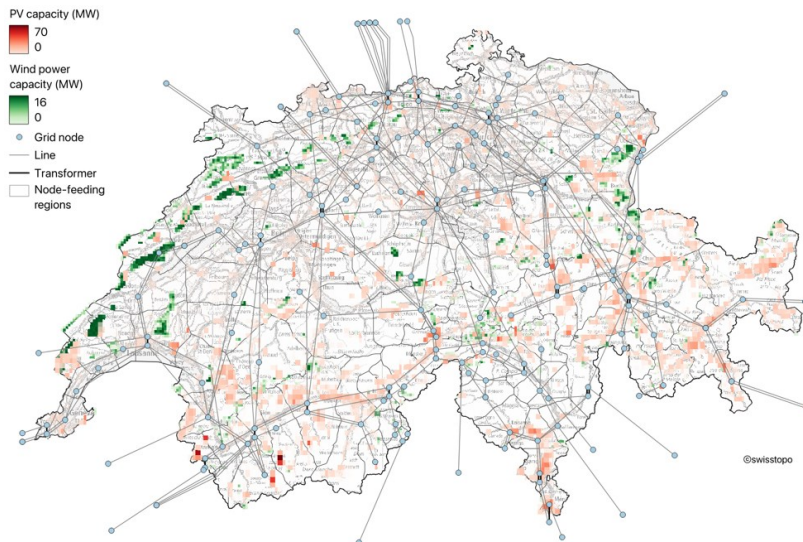
Kruyt, B., M. Lehning, and A. Kahl. *Applied Energy* 192 (April 15, 2017): 1–11.

3



Optimierte Standorte um die Winterlücke klein zu halten (45 TWh Geamterzeugung – Projektion 2050 Wetter 2018)

M



EPFL

sweet swiss energy research
for the energy transition
EDGE

4



Was steht im Weg?

- Wirtschaftlichkeit kann verbessert werden
 - standortspezifische Optimierung
 - mehr Anlagen = Lerneffekte
 - gezielte Subventionen

TNO



EPFL

5

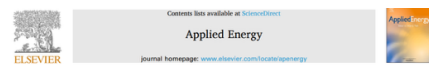
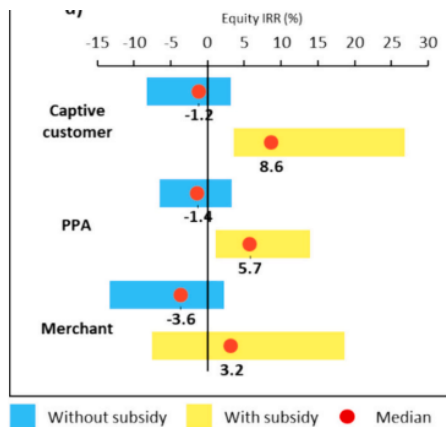


Quelle: Google Maps, TNC Consulting AG

R
5
Michi Lehning

sweet swiss energy research
for the energy transition
EDGE

Optimierung mit neusten wissenschaftlichen Tools verbessert auch Wirtschaftlichkeit



Harnessing solar power in the Alps: A study on the financial viability of mountain PV systems

Mak Dukan^{a,*}, David Gut^a, Anurag Gumber^{a,b}, Bjarne Steffen^a



EPFL

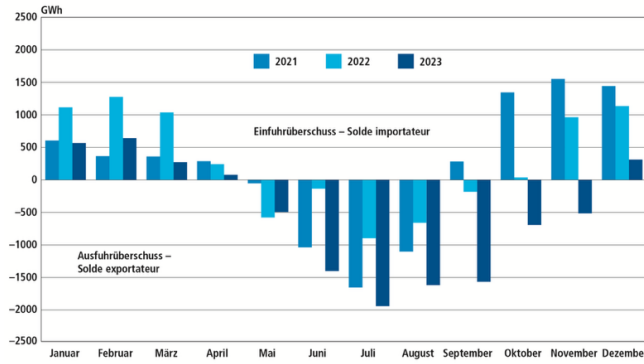
6



Die Winterlücke in der Schweizer Stromversorgung

R
7
Michi Lehning

Fig. 20 Einfuhr- und Ausfuhrüberschuss (Monatswerte)
Solde importateur/exportateur (chiffres mensuels)



© BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2023 (Fig. 20)
OFEN, Statistique suisse de l'électricité 2023 (Fig. 20)

- Schon jetzt muss im Winter Strom importiert werden
- Das wird in Zukunft noch mehr werden
- Winterstromproduktion soll gefördert werden, nicht Überproduktion



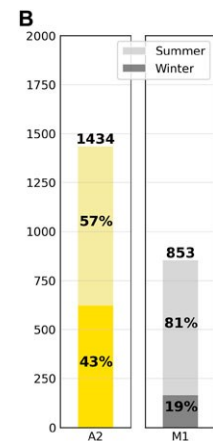
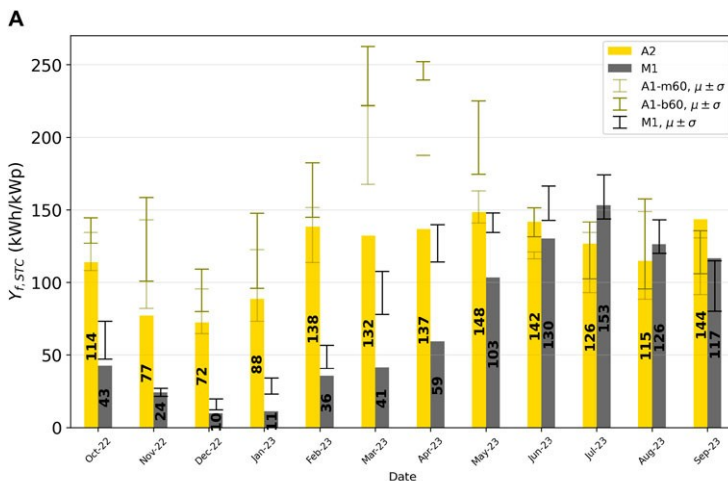
EPFL

sweet swiss energy research
for the energy transition
EDGE

7

Praxis: Produktion @ Muttsee

Vergleich der Produktion zwischen der Muttsee Anlage und einer Anlage im Mittelland



Frischholz et al., Frontiers, 2024



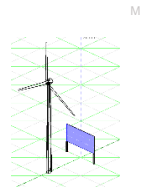
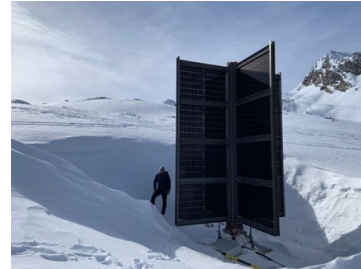
EPFL

A2 / M1 267% 319% 750% 797% 389% 320% 230% 144% 109% 83% 91% 123%

168%

8

Wind, Sonne und Schnee



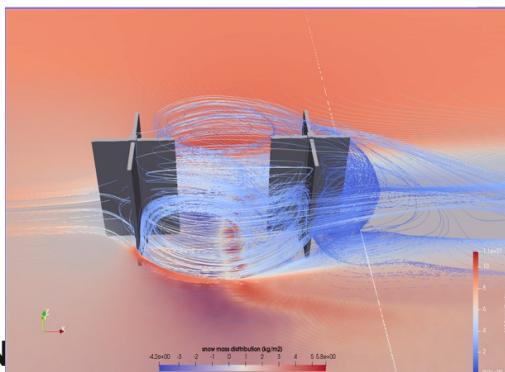
Schnee kann auch die Produktion vermindern

➡ Neue Design Lösungen sind gefragt



9

Neue Werkzeuge

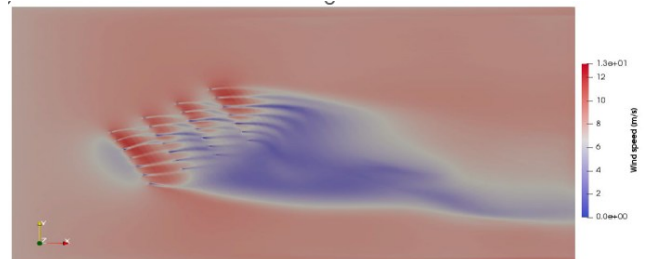


TN

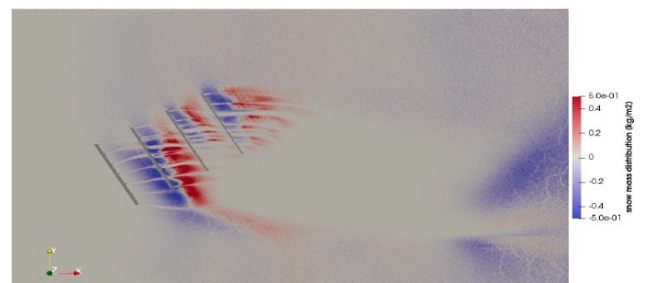


EPFL

Windlasten auf Alpiner PV



Berechnete Schneeablagerungen



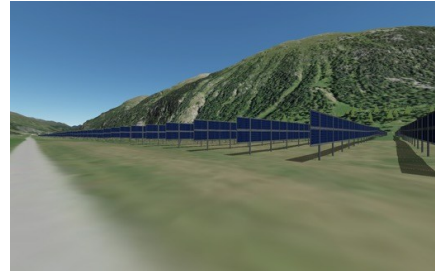
10



Was steht im Weg?

R
11
Michi Lehning

- Erfahrungen auf für Behörden national austauschen und auf wissenschaftliche & ökonomische Erkenntnisse zurückführen



Quelle: TNC Consulting AG

TNC



EPFL

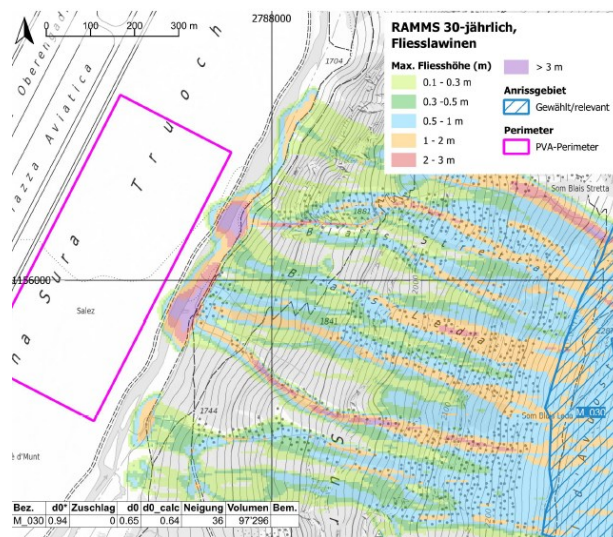
11

sweet swiss energy research
for the energy transition
EDGE



Beispiel Lawinengefahr

R
12
Michi Lehning



TNC



EPFL

12

sweet swiss energy research
for the energy transition
EDGE



Wie kommen wir am Besten vorwärts?

Hochalpines PV ist gut und wichtig, die Ergänzung mit Windkraftanlagen macht es noch besser!

- Es braucht gezielte Subventionen für Winterproduktion
- Es braucht sorgfältige Standortwahl UND angepasstes Design
- De-zentrale Lösungen mit lokaler Trägerschaft sind erstrebenswert und eröffnet wirtschaftliche Perspektiven
- Mehrfachnutzung auch regulatorisch ermöglichen
- Mehr Anlagen, damit es lukrativer & "normal" wird

TNO



EPFL



Diese Arbeiten wurde vom EDGE-Konsortium durchgeführt, das durch das SWEET-Programm des Bundesamts für Energie (BFE) gefördert wird.