

Solaranlagen über dem Nebel als Beitrag für die Winterstromversorgung

**Potential, Wirtschaftlichkeit, Ökologie
über dem Nebel gelegener PV-Anlagen**

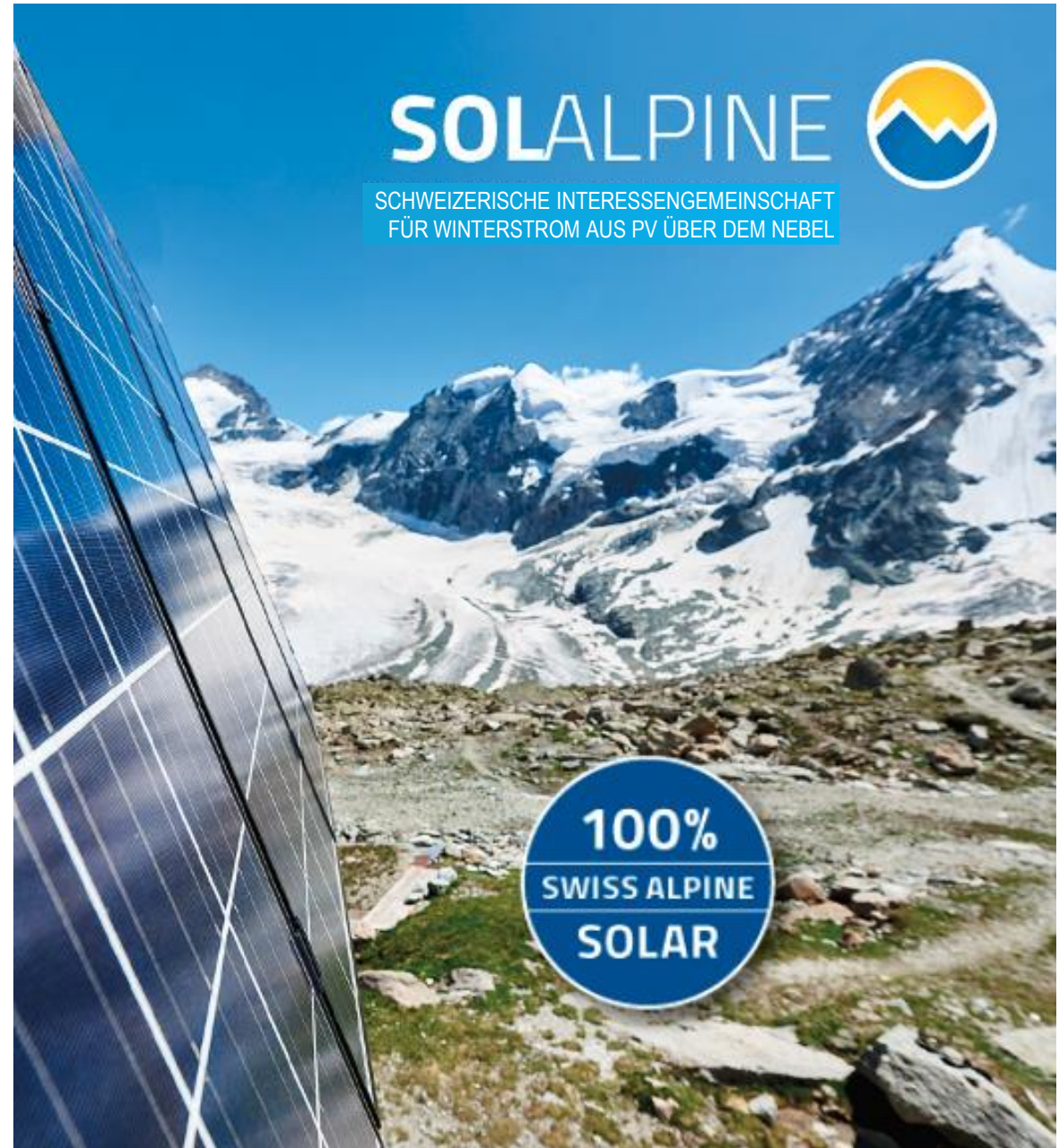
Energie-Talk Thurgau

1.4.2026, Thurgauerhof, Weinfelden

Ruedi Kriesi, Dr. sc. techn.

Interessengemeinschaft Solalpine, Präsident

Meierhofrain 42, 8820 Wädenswil, info@solalpine.ch



WER WIR SIND

Wir sind vier engagierte, gut vernetzte und unabhängige Persönlichkeiten mit viel Erfahrung in unterschiedlichen Disziplinen.

Wir teilen die Überzeugung, dass Solarstrom über dem Nebel zur Sicherung der Stromversorgung in der Schweiz im Winter notwendig ist und wirtschaftlich erfolgreich etabliert werden kann.



Ruedi Kriesi, Präsident
Dr. sc. techn.
früher Minergie, Zehnder Group



Renato Tami, Vizepräsident
Rechtsanwalt und Notar
früher Direktor ECom



Urs Simeon, Vorstandsmitglied
Partner / Bereichsleiter
Fanzun AG, Chur / Zürich



Mevina Feuerstein, Vorstandsmitglied
Senior Consultant
Amstein+Walthert

Die IG Solalpine ist eine Lobbyorganisation zw. Behörden und EVUs

Aufgaben der IG Solalpine

- **Interessenvertretung:** Zur Verbesserung der rechtlichen Rahmenbedingungen, z.B. zur Agri-PV
- **Standortevaluationen:** Für maximalen, wirtschaftlichen Winterstrom, z.B. Klosters Madrisa, Agri-PV-Forschungsanlagen und -Potential
- **Spezialfragen:** Klären CO₂-Bilanz, Zusatznutzen, Unterstützung Richtplanungen, Erfahrungsaustausch zu Bau und Betrieb erster Anlagen
- **Soundingboard:** Info und Diskussion mit national wichtigen Stakeholdern zu politisch relevanten Themen
- **Vertragsvorlagen:** Zu Beziehungen Gemeinde/Grundstückeigentümer/EVU

Klosters-Madrisa, evaluiert von Solalpine, in Teilbetrieb



- 11 MWp, 15 ha
- Keine geschützte Landschaft, kein Wildschutzgebiet
- Nahe bestehender Infrastruktur und Netz
- Doppelnutzung mit Viehsommerung
- Eigentümer: Repower, EKZ, Gemeinde Klosters

1. Wozu PV über dem Nebel?

Mit gesamtem Dachpotential von 50 GWp würde Jahresbilanz stimmen, aber im Winter fehlen 15 TWh. PV über dem Nebel kann die Lücke schliessen

Hintergrund:

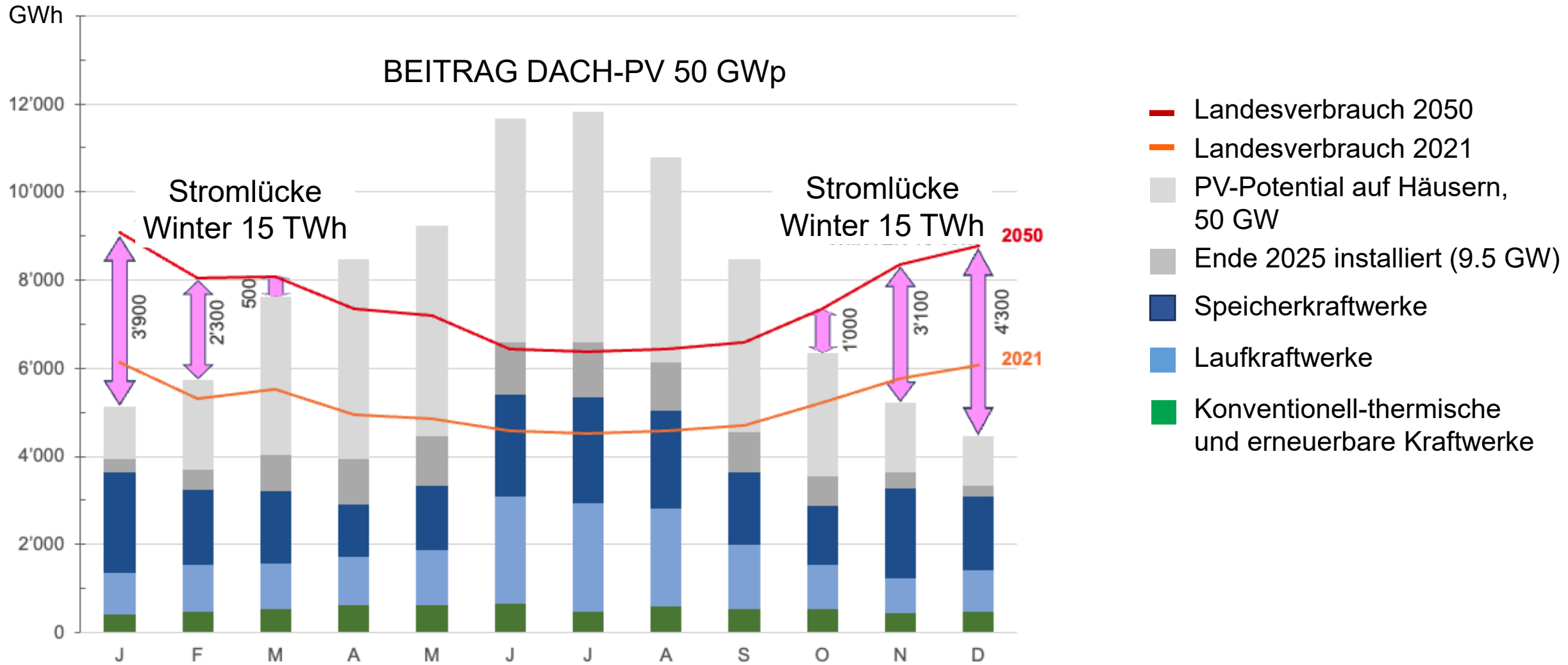
- Der Stromverbrauch der Schweiz dürfte bis 2050 durch Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen und IT/KI von heute 60 auf ca. 90 TWh pro Jahr steigen.¹⁾
- PV auf Bauten haben ein Leistungspotential von maximal etwa 50 GWp²⁾. Damit würde im Jahresmittel der Stromverbrauch auch nach Entfall der Kernkraftwerke etwa gedeckt, aber im Winter bliebe eine Lücke von etwa 15 TWh³⁾, d.h. von 50% des heutigen Winterverbrauchs.
- Winteroptimierte PV über dem Nebel könnte die Lücke schliessen, zusammen mit der bestehenden Wasserkraft, auch wenn auf den Bauten nicht das ganze Potential genutzt würde.
- Winteroptimierte PV heisst gegen die Wintersonne gerichtete Module, d.h. steil geneigt gegen Süden. Über dem Nebel erzeugen sie so je nach Höhenlage 2 bis 3mal mehr Winterstrom als im Mittelland.

¹⁾ VSE-Medienmitteilung 9.1.2025

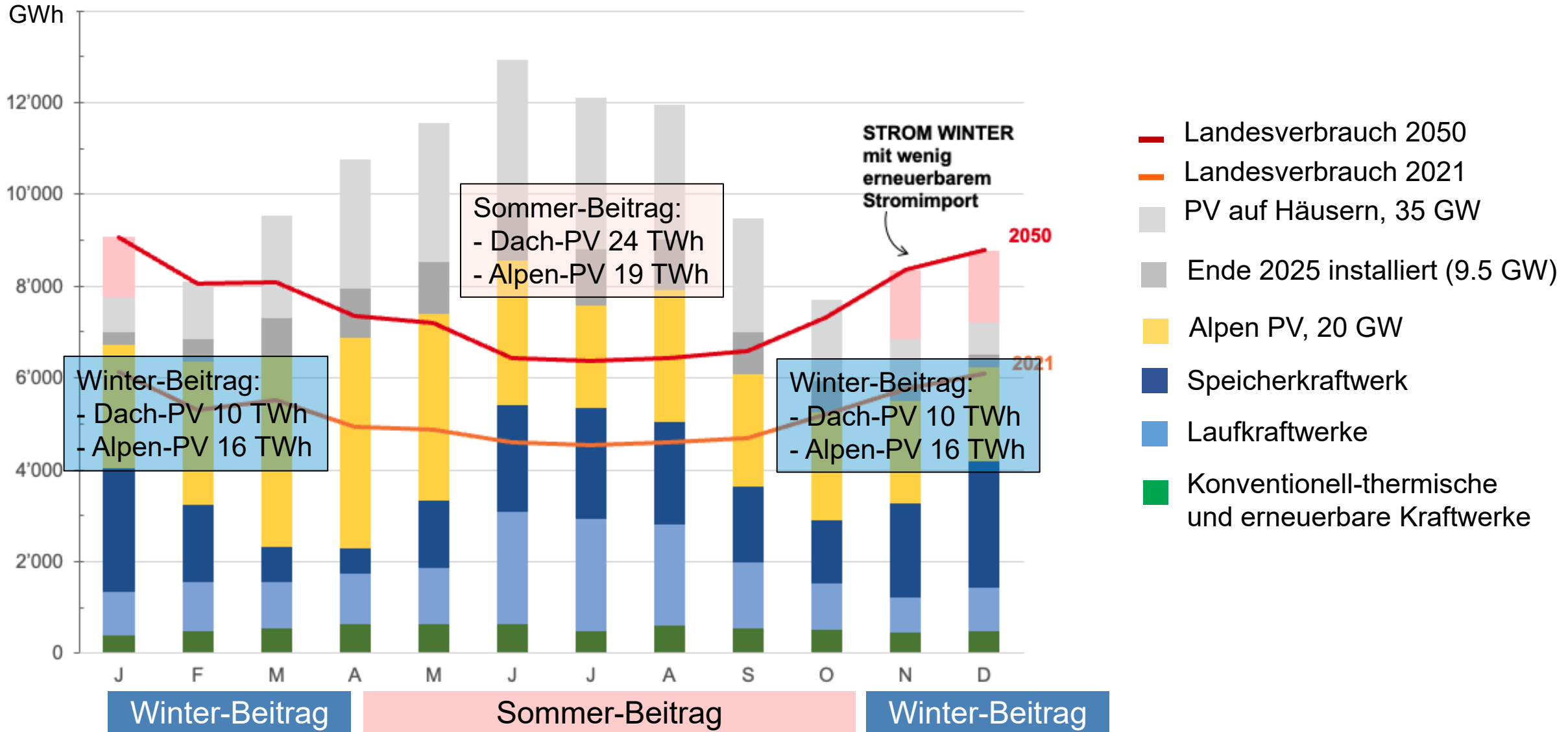
²⁾ Photovoltaikpotential auf Dachflächen in der Schweiz, ZHAW, 5.7.22, D. Anderegg, S. Strebler, J. Rohrer

³⁾ VSE, Energiezukunft 2050, Update 2025, Szenario Stromgesetz (integriert)

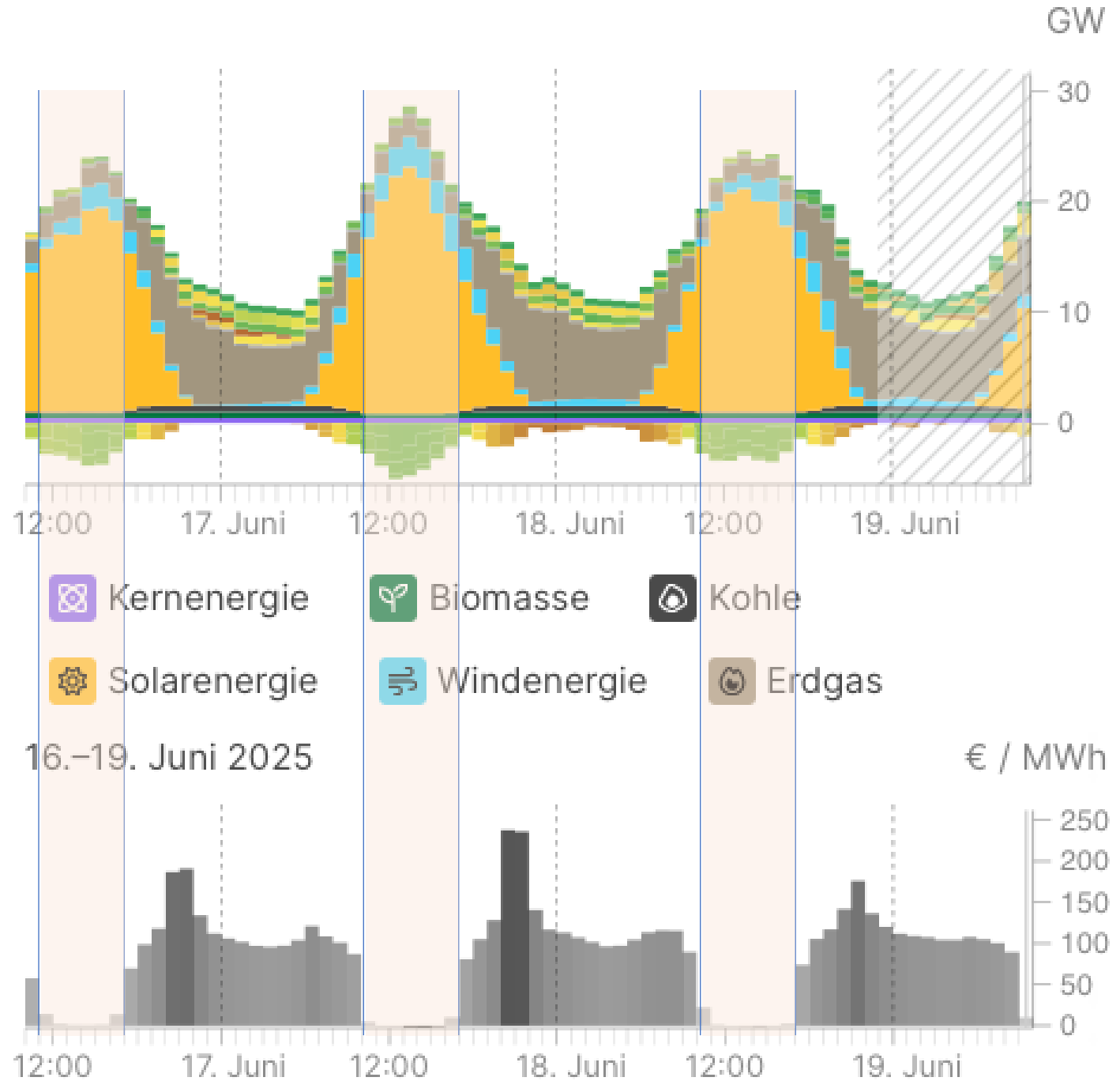
Wozu PV über dem Nebel? Auch mit gesamtem Dachpotential von 50 GWp fehlen im Winter 15 TWh. Die Jahresbilanz würde stimmen - aber leider macht's der Monat aus !



20 GWp Alpen-PV und 35 GWp Dach-PV lassen nur noch minimale Lücke von 4 TWh. Sommerüberschuss bleibt gross.



Niedriger Wert Sommerstrom bei hohem PV-Anteil am Bsp. der Niederlande



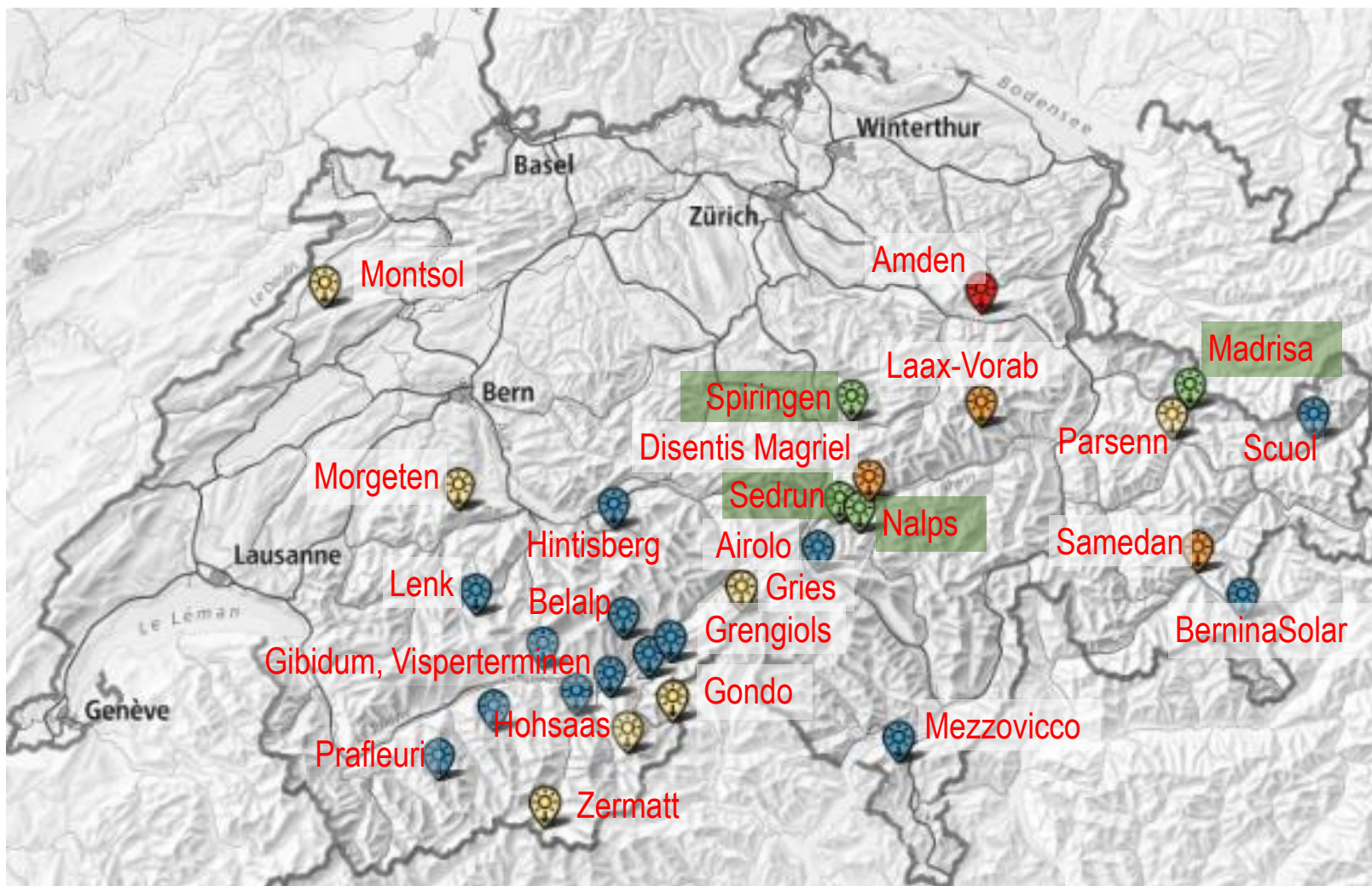
Mit Leistung PV > Mittagsbedarf sorgen Batterien zu akzeptablen Kosten für Tagesausgleich

Preis Grossbatterie:	100 Fr./kWh
(Preis Batterie 250kWh aktuell 150 Fr./kWh)	
Jahreskosten, 5%/20a:	7.50 Fr./kWh/a
Bei jährlich 200-maliger Nutzung:	3.75 Rp./kWh

In Realität eher um 2 Rp/kWh, weil

- nur die Hälfte bis maximal 2/3 der Solarproduktion benötigt Speicher
- ein Teil des Speicherbedarfs übernehmen E-Autos durch gezieltes Laden

Öffentlich aufgelegte und bewilligte Projekte, Stand 5.9.25



- öffentlich aufgelegt
- erstinstanzlich bewilligt
- rechtskräftig bewilligt
- In Bau

- Total
- 29 Projekte
 - 0.65 TWh Produktion, wovon 42% im Winter, 32% des Ziels des Solarexpress
 - Durchschnittliche Höhe 2130m

Mit Solarexpress erreichte Ziele

- Erstmals wurden Freiflächenanlagen in der Schweiz möglich und dank Planungserleichterungen und hohen Subventionen rasch umsetzbar;
- Es wurde und wird viel Erfahrung gesammelt zu Technik, Kosten, Baupraxis, Betriebsverhalten, Zusatznutzen, wie für Alpwirtschaft, Biodiversität, Tourismus;
- Die landschaftliche Veränderung ist oft klein:
- Es besteht eine Anschlussgesetzgebung auf Basis des Stromgesetzes. Mit Richtplanung sind Grossanlagen weiterhin möglich;
- Erkenntnis, dass **interessanteste Standorte knapp über dem Nebel um 1000 m.ü.M.** liegen.

Zusatznutzen: Statt Nutzungskonkurrenz - PV über dem Nebel kann Viehsömmerung fördern

- Die alpwirtschaftlich genutzte Fläche ist seit 1910 um 30% auf noch 4700 km² gesunken.
- **Der volkswirtschaftliche Nutzen der Alpen-PV ist 100-mal so gross wie mit traditioneller Alpwirtschaft.**
- 10 Prozent des üblichen Baurechtszinses zugunsten der Viehsömmerung verdoppeln deren Einnahmen.
- Geld wird dringend benötigt für
 - Sanierung Alphütten
 - Wasserversorgung der Alp
 - Bau Viehunterstände
- Erste Anlagen zeigen, dass das Vieh deren Schutz sucht gegen Sonne und Regen



Käsen, Alp oberhalb Studen, SZ, 2023

Foto R. Kriesi

Statt negativen ökologischen Auswirkungen - Viehsömmerung, also auch PV über dem Nebel, fördern Biodiversität

Urner Institut Kulturen der Alpen:

Die Verbuschung der Alpweiden bedeutet einen massiven Verlust an Biodiversität und eine Veränderung der Landschaft.

**Mit passenden Baurechtsverträgen
fördert die Alpen-PV die Biodiversität!**

Grünerlenhang: Wird die Nutzung reduziert oder ganz aufgegeben, verbuscht altes Kulturland wie hier im Urserntal (UR).

Schweizer Bauer, 26.9.2013



Anlagen Madrisa und Sedrun

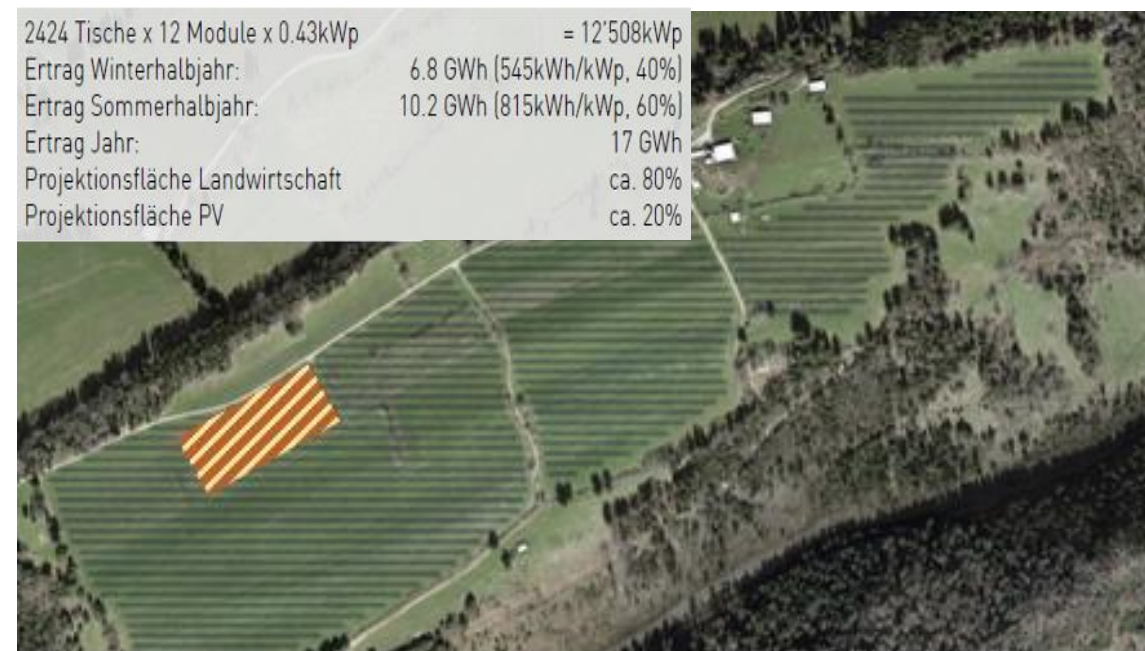
– aus Distanz kaum von Wald unterscheidbar



Günstigster Strom von Standorten auf 1000m

Wichtigstes Resultat des Solarexpress: Die wirtschaftlich interessantesten Standorte liegen knapp über dem Nebel, d.h. in landwirtschaftlichen Bergzonen I bis IV

Anlagen-typ	Investition	Amortisation	Zins Baurecht, Unterhalt	Produktion, kWh/kWp		Kosten, Rp./kWh***	
				Fr./kWp	Fr./kWp/a	Rp./kWh**	Jahr
Dach	1800.- ⁴⁾	117.- 25a/5%	1	1000	270	13	47
Alpen	4000.- ⁵⁾	214.- 35a*/5%	3	1600	700	16	36
Vor-alpen	1800.- ⁶⁾	96.- 35a*/5%	4	1330	520	11	28



Darstellung: Fanzun

* Dominanter Kostenanteil der Unterkonstruktion amortisiert über 60 Jahre

** Bezogen auf Jahresertrag, für nur Winterstrom prop. erhöht

*** **Vor Subventionen**

⁴⁾ Solar-ratgeber.ch, Photovoltaikpreise, 10-30kWp, mittlerer Preis, ohne Speicher, ohne MWST, Dez. 25

⁵⁾ alpine-pv.ch, costs, Durchschnitt 21 Anlagen

⁶⁾ Soundingboard Solalpine 20.11.25, Angaben IWB

Nachteile durch Zeitdruck des Solarexpress

- Ungenügende Information der Gemeindestimmbürger fördern ablehnende Haltungen
- ca. 1/3 der Gemeinden hat Projekte abgelehnt. Zustimmung 28% (Gstaad) - 96% (Anniviers).
Mangelnde Akzeptanz löst neue Kernkraftwerkdiskussion aus, was Erneuerbare bremst;
- Konzentration auf zu grosse Höhen. Bisher zu teuer wegen Schneehöhe und Logistik.
- Hohe Kosten durch schlecht abgeklärte technische Risiken.
- Viele geplante Anlagen werden voraussichtlich nicht gebaut werden.

Diskutierbare Bewertung Freiflächen-PV durch axpo

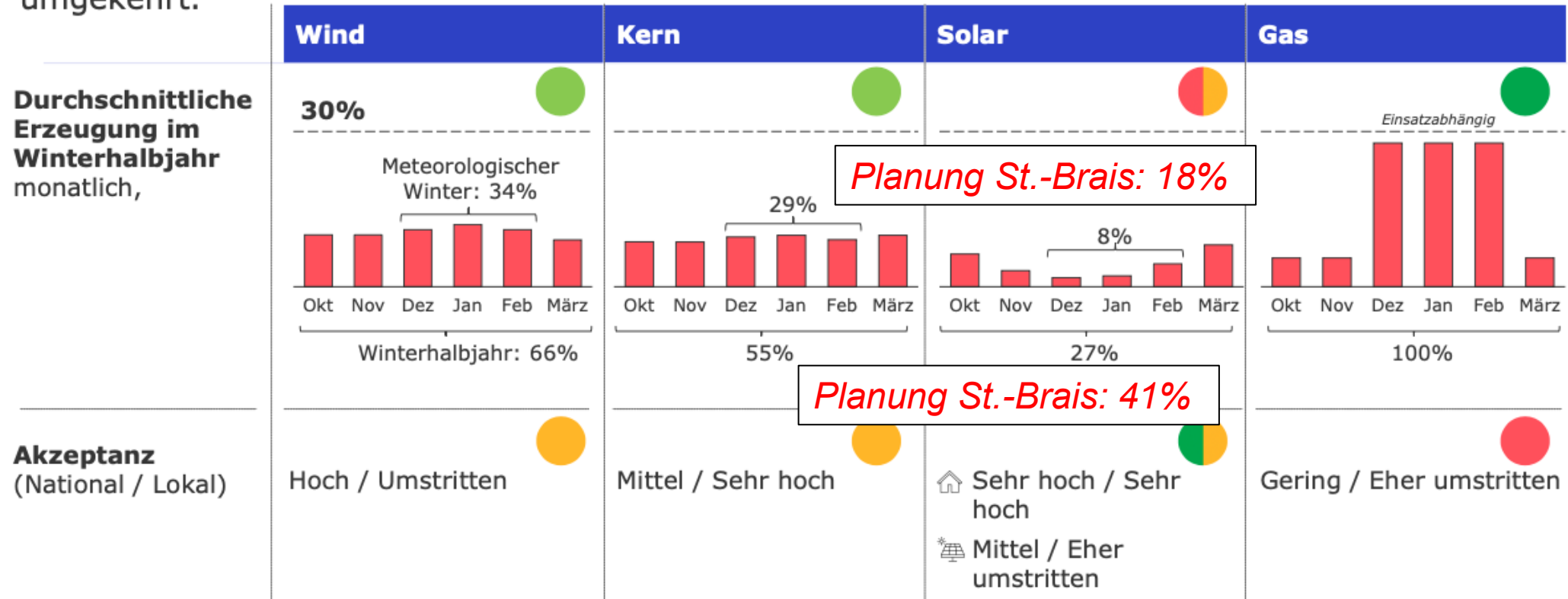
Wind, Kern, Solar und Gas können die Winterproduktion substanziell erhöhen; alle haben aber Vor- und Nachteile

	Wind	Kern	Solar		Gas
			Dach	Freiflächen	
Stromerzeugung im Winterhalbjahr	Beste in der Kategorie	Beste in der Kategorie	Schlechteste in der Kategorie		Beste in der Kategorie
Akzeptanz			Beste in der Kategorie		Schlechteste in der Kategorie
Regulatorischer Rahmen		Schlechteste in der Kategorie	Beste in der Kategorie		
Ausbaugeschwindigkeit		Schlechteste in der Kategorie	Beste in der Kategorie		
Förderbedarf	Beste in der Kategorie		Schlechteste in der Kategorie		Beste in der Kategorie
Netzintegration	Beste in der Kategorie	Beste in der Kategorie	Schlechteste in der Kategorie		Beste in der Kategorie
Inländischer Kostenanteil	Beste in der Kategorie		Beste in der Kategorie		Schlechteste in der Kategorie
Treibhausgasemissionen	Beste in der Kategorie	Beste in der Kategorie			Schlechteste in der Kategorie

Ignorierte Freiflächen-PV durch axpo

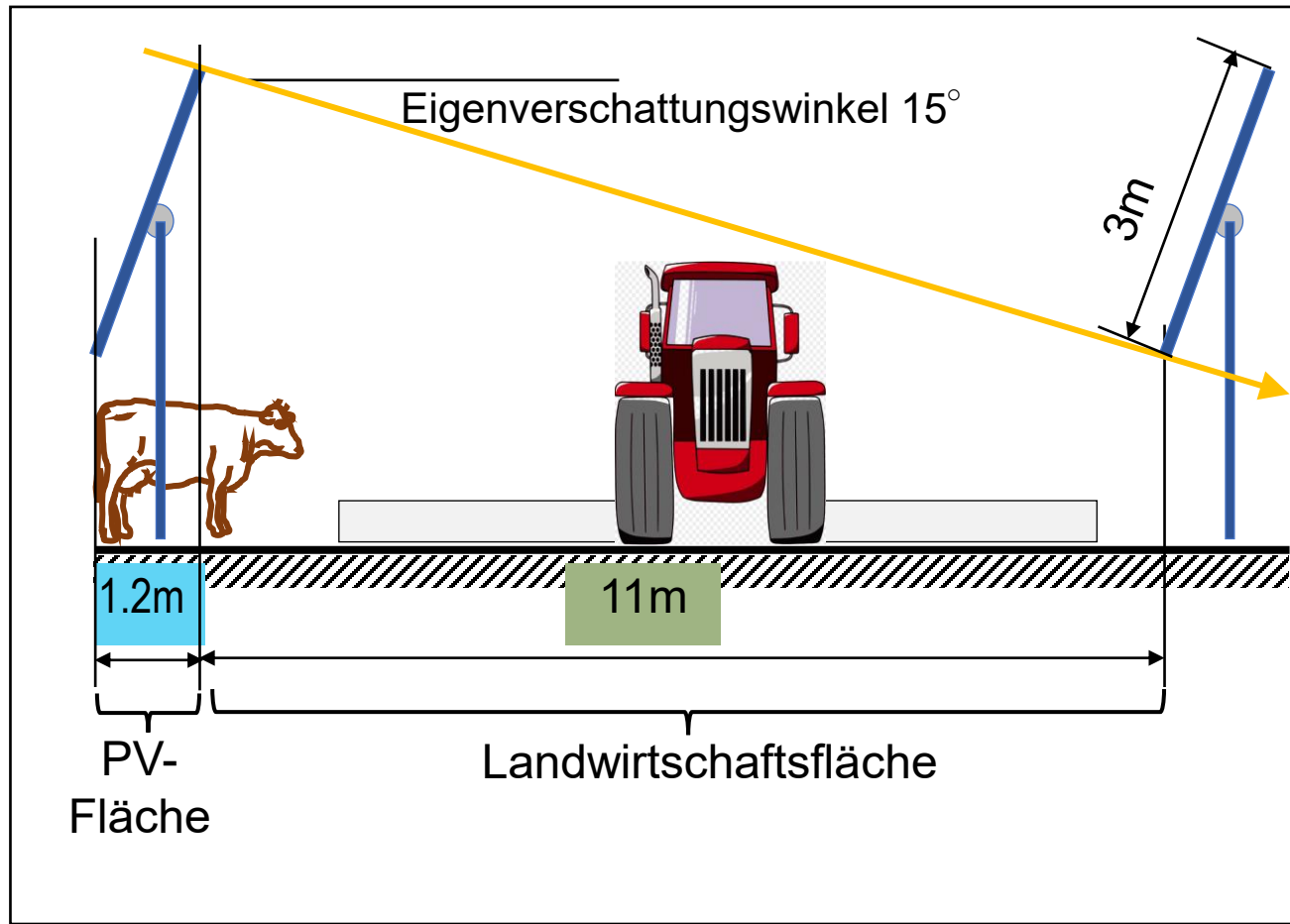
Beitrag zur Winterversorgung und gesellschaftliche Akzeptanz gehen nicht Hand in Hand.

Solar leistet den tiefsten Beitrag zum Winterstrom, ist dafür aber gesellschaftlich akzeptiert. Gas umgekehrt.

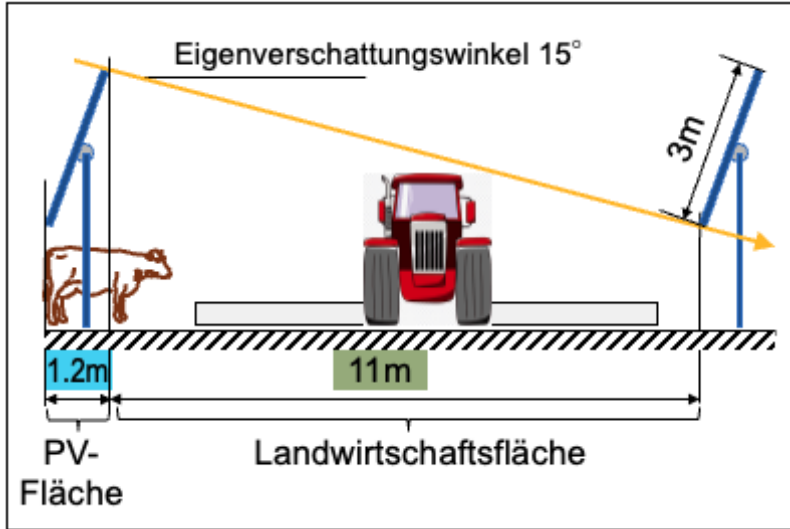


Winteroptimierte PV heisst Modulreihen in Ost-West-Richtung. Agri-PV kennt bisher **nur** Nord-Süd-Richtung

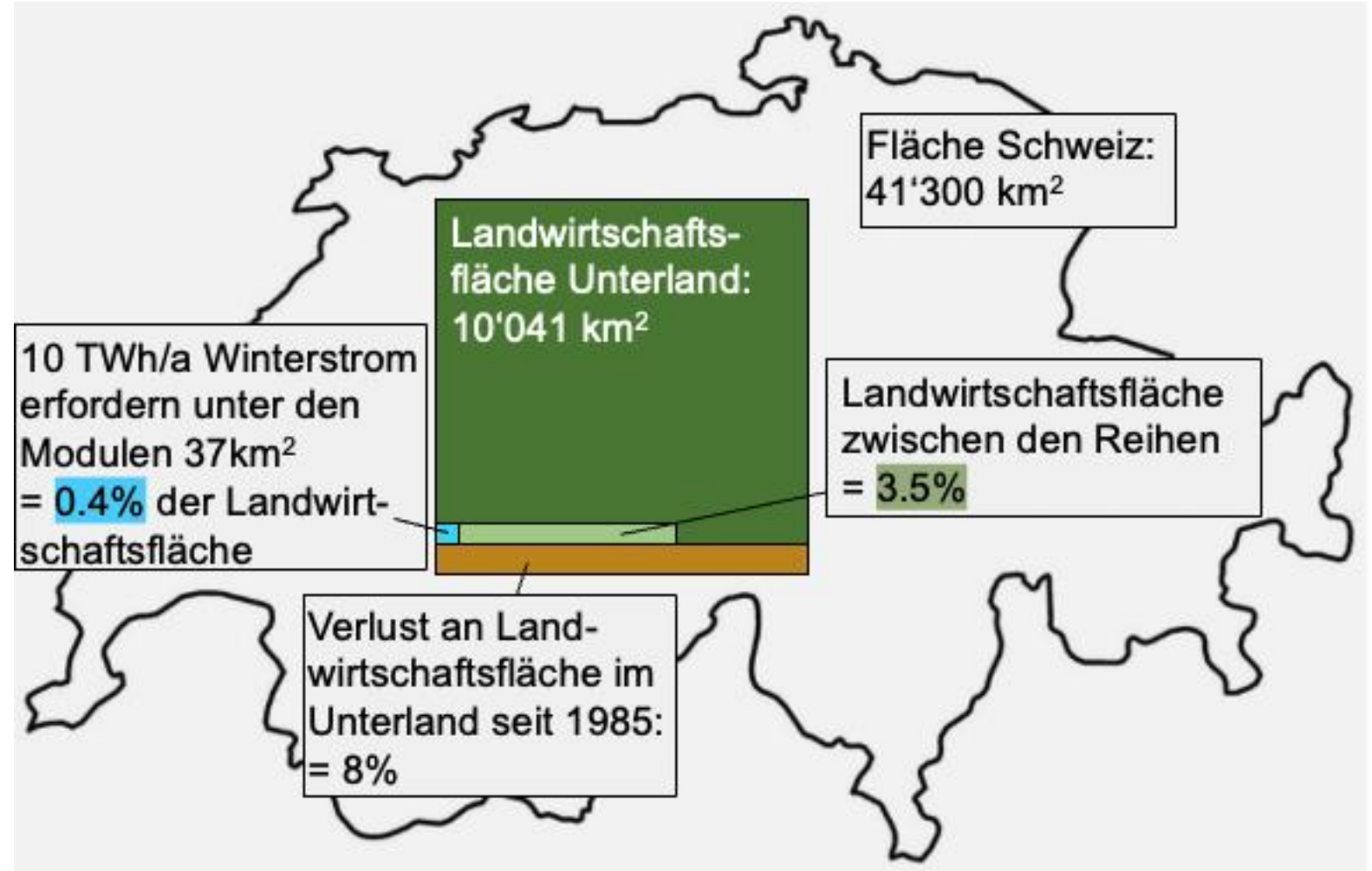
- Für Graswirtschaft dürften Ost-West-Modulreihen **keinen Nachteil** ergeben (Erfa ZHAW)
- Gesicherte Erfahrungen an verschiedenen Standorten und zu anderen Kulturpflanzen fehlen.



Winteroptimierte Agri-PV - kleiner Flächenbedarf für viel Strom



- 7) BFS, Landwirtschaftliche Nutzflächen ohne Sömmerungsgebiete
8) Antwort des BR 2.9.2020 auf Interpellation 20.3882, J-P. Grin



20 GWp, **0.4%** des Landwirtschaftslands liefern - 10 TWh Winterstrom, **33%** des aktuellen Winterbedarfs
- 24 TWh Jahresstrom, 40% des aktuellen Bedarfs

PV in der Landwirtschaftszone

– die regulatorischen Hindernisse

Art. 24ter Abs. 2 Raumplanungsgesetz: Solaranlagen nicht von nationalem Interesse (Inkrafttreten 1. Januar 2026)

²Solaranlagen, die sich innerhalb von landwirtschaftlichen Nutzflächen befinden, gelten als standortgebunden, wenn sie:

- a. neben der Stromproduktion die landwirtschaftlichen Interessen nicht beeinträchtigen und **Vorteile für die landwirtschaftliche Produktion** bewirken; oder ...

*Interpretation des Schweiz. Bauernverbands, in Positionspapier «Solaranlagen auf Kulturland» vom 9.1.25:
«Unter Vorteilen für die landwirtschaftliche Produktion» versteht man: Ertragssteigerung der Kultur, Qualitätssteigerung des Produkts, Schutz der Kultur vor Unwettern, Schutz der Kultur vor Schädlingen und Krankheiten, Staffelung der Ernte»*

Art. 16 Abs. 1 Bst. Bst. f und Abs. 5 Bst. a Landwirtschaftliche Begriffsverordnung

¹Nicht als landwirtschaftliche Nutzflächen gelten:

- f. **Flächen mit Solaranlagen.**

Anmerkung: Nach Art. 35 der Direktzahlungsverordnung haben landwirtschaftliche Nutzflächen Anspruch auf Direktzahlungen.

Traditionelle Agri-PV ausgerichtet auf Landwirtschaft

Bisher übliche Anlagen mit Ost-West-ausgerichteten Module in N/S-verlaufenden Reihen

AT: Max. 7% Flächenverlust; DE: max. 33% Ertragsverlust

Schweiz: **Vorteile** für Landwirtschaft



Anlage Eugendorf b. Salzburg, Bild: R. Kriesi



Bild: Insolight

Veränderung der Landschaft durch die Landwirtschaft



Die starke Veränderung der Landschaft durch den Hagelschutz wird akzeptiert, weil die Notwendigkeit verstanden wird, ähnlich den Lawinenverbauungen.

Die mindestens so bedrohliche Situation durch einen Strommangel wird breit ignoriert.

PV über dem Nebel – eine Chance für die Schweiz

1. Kantonale Richtplanung kann wichtige Grundlage für künftigen Ausbau sichern

- Von den 3 realistischen Möglichkeiten zur Deckung des künftigen Strombedarfs dürfte PV über dem Nebel bessere Akzeptanz erreichen als Wind- oder Kernenergie.
- Kurzfristig ist Import günstig, weil alte Kraftwerke genügen. Jede Form neuer wird teurer sein.
- Die anstehenden Richtplanungen sind eine zentrale Aufgabe zur Sicherung des Potentials.
- Das Potential für Winterstrom über Nebelgrenze im Landwirtschaftsgebiet ist sehr gross. Die Ausscheidung im Landwirtschaftsgebiet für kleinere Anlagen erfordert aber eine Umzonung.

2. Forschungsprojekte für winteroptimierte PV im Landwirtschaftsgebiet

- Die restriktive Schweizer Rechtsgrundlage für Agri-PV verbessern: PV muss «Vorteile für die landwirtschaftliche Produktion bringen». In Deutschland darf sie bis 33% Einbusse bewirken.
- Die Wirkung winteroptimierter Agri-PV ist unbekannt. Solalpine will mehrere Forschungsprojekte an geeigneten Standorten in den Kantonen ZH, GR, BE, SZ, LU auslösen.

Besten Dank!



Interessengemeinschaft Solalpine:
info@solalpine.ch