TNC Advanced Energy Concepts

UNIVERSITÄT BERN
CDE CENTRE FOR DEVELOPMENT AND ENVIRONMENT
CAS Nachhaltige Entwicklung

Die Bedeutung der Photovoltaik bei der Schweizer Energiewende

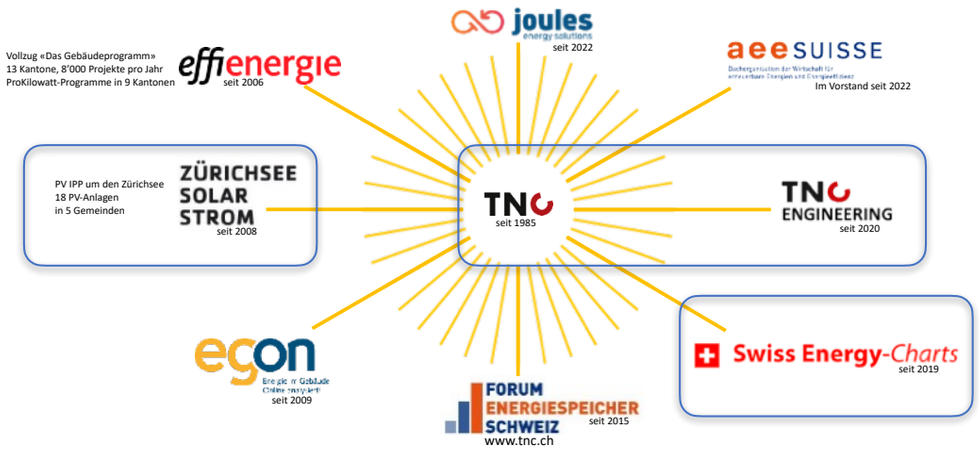
Thomas Nordmann | Geschäftsführer & Gründer | TNC Consulting AG

14/11/2023

1

Unternehmen TNC

Seit 1985 entwickelt und realisiert die TNC erfolgreich PV Engineering Projekte und Produkte



2

2

Solarstrom und Gebäudeeffizienz

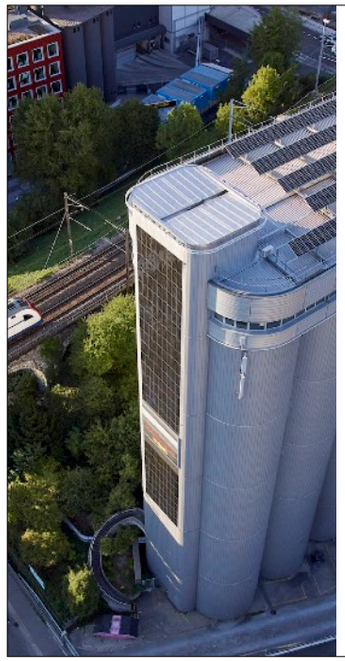
Europäischer Solarpreis 1997

Das sind seit über 38 Jahren unsere Themen

- ✓ 1989 Weltweit erste Photovoltaikanlage auf einer Autobahn-Schallschutzwand (BFE P&D)
- ✓ 1996 Konzeption der weltweit ersten Solarstrombörse für ewz, Elektrizitätswerk der Stadt Zürich
- ✓ Weltweit erster Einsatz der PV Bifacial-Technologie 1997 (zweiseitige Solarzellen) als Schallschutzwand entlang Strasse und Schiene
- ✓ Prozessentwicklung und Umsetzung Investitionsprogramm Energie 2000
  Erstes nationales Gebäude-Sanierungsprogramm EnergieSchweiz 1997/1999
- ✓ Schweizer Experte beim IEA PVPS Projekt Task 13 «Performance and Reliability of Photovoltaic Systems»
- ✓ Vollzug «Das Gebäudeprogramm» ab 2017 für 13 Kantone
- ✓ Projektträger von mehreren ProKilowatt-Programmen in 9 Kantonen
- ✓ Sprecher der Wirtschaft und Mitglied des Kernteams FESS • Forum Energiespeicher Schweiz
- ✓ Vorstand www.aeesuisse.ch

www.tnc.ch 3

3



Agenda

1. Angst vor der Energiezukunft? Die zweifache Energiewende ➜ ohne Atom und ohne CO_2?
2. Wie funktioniert die Photovoltaik technisch?
   Aus Sonne und Tageslicht wird nutzbarer Wechselstrom.
3. Wie ist die Entwicklung der Photovoltaik in der Schweiz verlaufen? Was sind die Vorgaben von Bundesrat und Parlament für die zukünftige Photovoltaik bei der Energiewende?
4. Was sind die Herausforderungen der Energiewende? Wie geht die Einbettung in die Schweizer Stromlandschaft. ➜ TNC Projekt „Swiss Energy-Charts“
5. Wie schaffen wir den Ausgleich im Netz zwischen Tag und Nacht und saisonal Sommer/Winter?
6. TNC 25 MW PV alpin Projekt «Samedan»
7. Was sind wichtige Instrumente der PV für die Energiewende?

www.tnc.ch 4

4

1. Angst vor der Energiezukunft?

Die zweifache Energiewende -> ohne Atom und CO_2?

Was kann man aus der Geschichte lernen?
Man muss die Vergangenheit verstehen, um die Zukunft zu gestalten!

+30 Jahre?

2022/23 — 2050

Angst vor der Energiezukunft?

Rückblick
Die Anfänge der Solarenergie-Forschung in der Schweiz 1975.
Wahrscheinlich war ich erster vollamtlicher Sonnenenergie Forscher der Schweiz…

vor 48 Jahren

1975

Kollektorprüfung auf dem Atom Forschungs-reaktor «Diorit» im EIR Würenlingen, AG

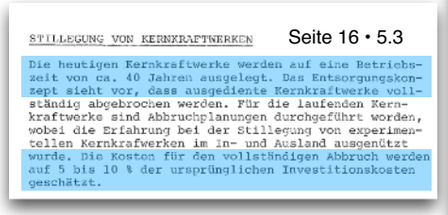
Voigtländer Vito BL mit Selen-Belichtungsmesser…

PV Markt 0%

Angst vor der Energiezukunft?

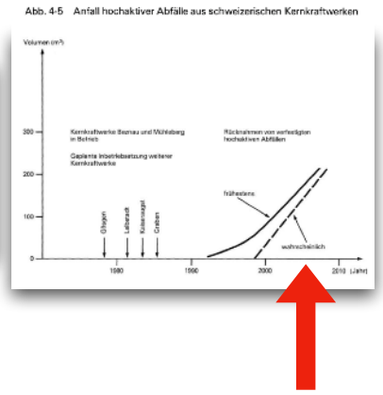
Rückblick 1987 Der NAGRA Masterplan für die Entsorgung der Nuklearen Abfälle

1987 vor 45 JAHREN



STILLEGUNG VON KERNKRAFTWERKEN Seite 16 • 5.3

Die heutigen Kernkraftwerke werden auf eine Betriebszeit von ca. 40 Jahren ausgelegt. Das Entsorgungskonzept sieht vor, dass ausgediente Kernkraftwerke vollständig abgebrochen werden. Für die laufenden Kernkraftwerke sind Abbruchplanungen durchgeführt worden, wobei die Erfahrung bei der Stillegung von experimentellen Kernkrafwerken im In- und Ausland ausgenützt wurde. Die Kosten für den vollständigen Abbruch werden auf 5 bis 10 % der ursprünglichen Investitionskosten geschätzt.



Photovoltaik auf Schallschutzwänden

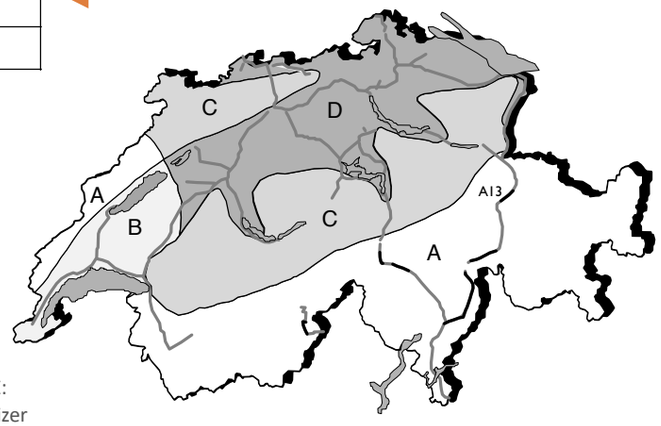
Sonntagszeitung vom 4. Oktober 1987!

1987 vor 35 JAHREN

CH Sonneneinstrahlung in 4 Quadranten

Sonnen Einstrahlung	< 1‘200 kWh/m²	>1‘200 kWh/m²
< 36% Winter	D	B
> 36% Winter	C	A

1987 vor 35 JAHREN



Quelle: TNC Projekt Studie für BFE: PV Schallschutz Anlagen im Schweizer Verkehrsnetz. Publiziert 8.9.1988 !

A13 bei Chur

1989 Welterste PV-Schallschutz-Anlage bei Domat/Ems

1989

vor 34 Jahren

A13 bei Chur

1989 - 2023 Welterste PV-Schallschutz-Anlage bei Domat/Ems

89 kW PV-Schallschutz-Anlage bei Zumikon

In Betrieb seit 2015 ø 90’000 kWh/a ➜ 600’000 Elektro-Auto km/a ➜ ca. 40 Auto mit 15’000 km/a

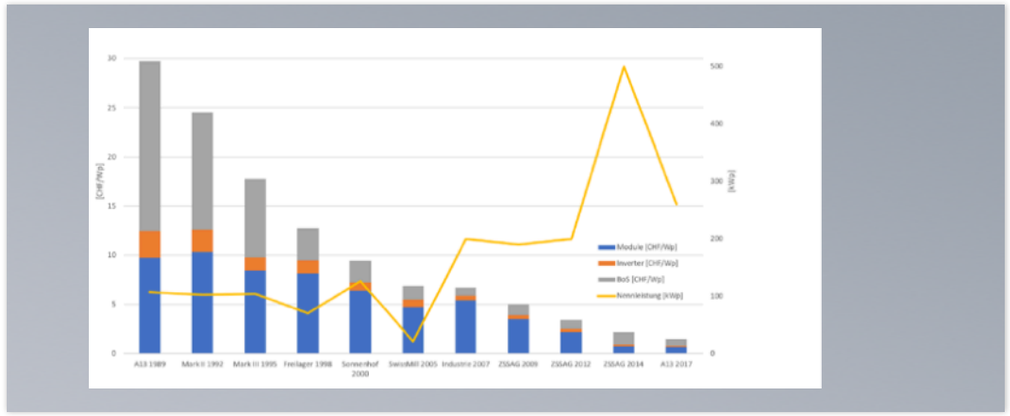
In Zusammenarbeit mit dem Kanton Zürich und der Gemeinde Zumikon konnten an ca. 300m der Lärmschutzwand Leugrueb an der Forch in Zumikon 89 kWp Photovoltaik installiert werden.

ZÜRICHSEE SOLAR STROM

ZSSAG PV IPP um den Zürichsee 18 PV-Anlagen in 5 Gemeinden
www.zssag.ch

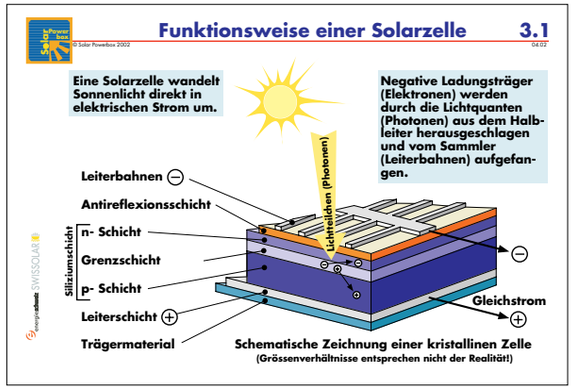
PV Systempreise 1989 - 2023

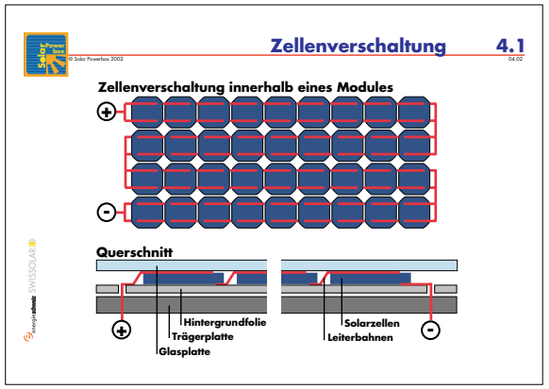
TNC Ökonomische Lernkurve bei der Photovoltaik 1989 - 2017



2. Wie funktioniert die Photovoltaik technisch?

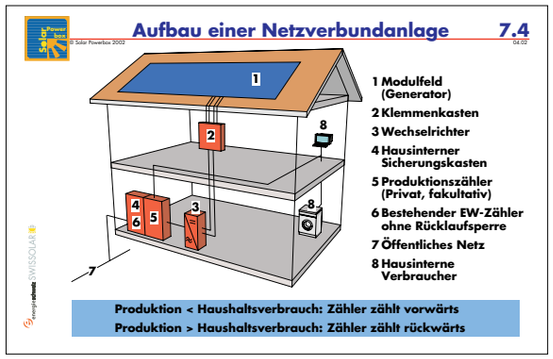
Aus Sonne und Tageslicht wird nutzbarer Wechselstrom: 1. Zelle und Modul

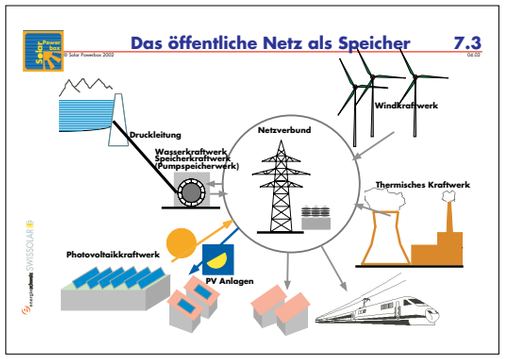




Wie funktioniert die Photovoltaik technisch II?

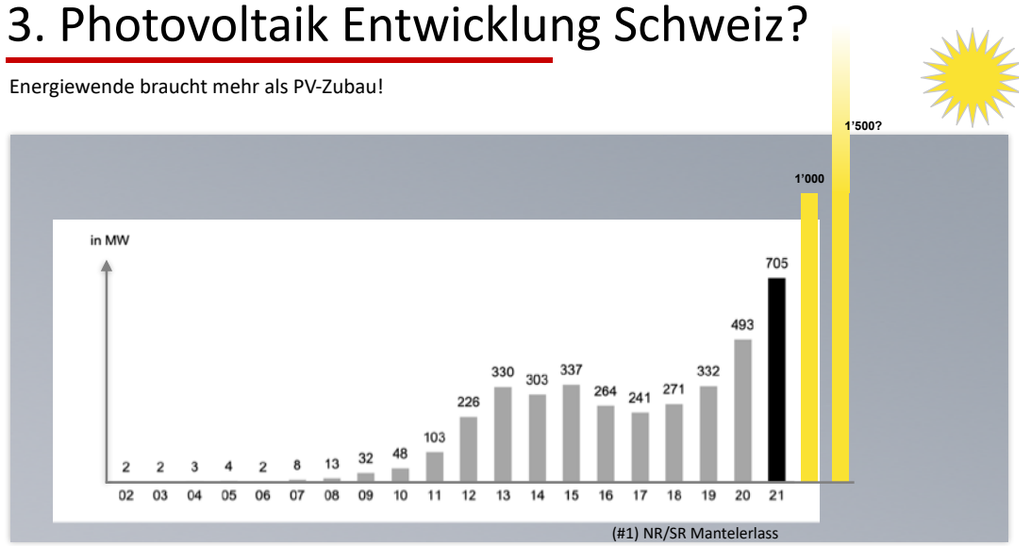
Aus Sonne und Tageslicht wird nutzbarer Wechselstrom: 2. PV Anlage und Netzverbund





3. Photovoltaik Entwicklung Schweiz?

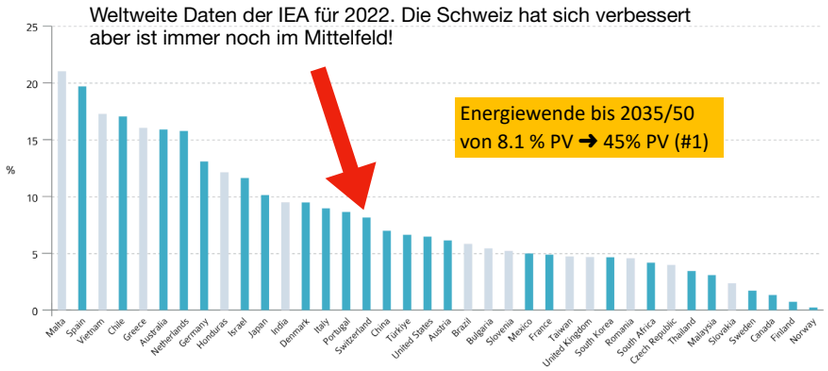
Energiewende braucht mehr als PV-Zubau!



% Photovoltaik Marktanteil

Solarstrom Anteil in % Nationalen Strombedarf Daten IEA 2022

FIGURE 7.1: PV CONTRIBUTION TO ELECTRICITY DEMAND 2022



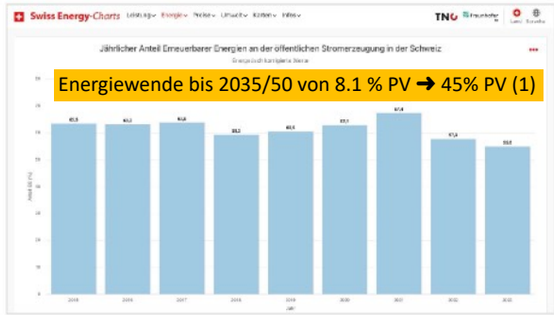
www.tnc.ch (#1) NR & SR Mantelerlass 17

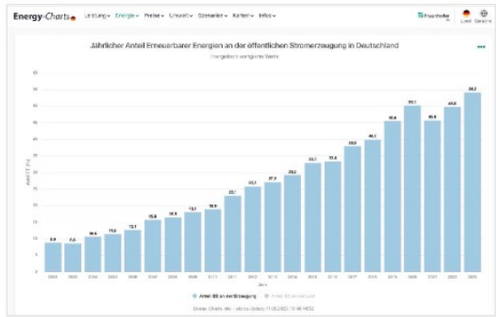
17

Erfolgreiche Energiewende?

von 61.5% auf 57.9% erneuerbarer Strom

von 8.9% auf 54.2% erneuerbarer Strom





(1) NR & SR Mantelerlass www.tnc.ch 18

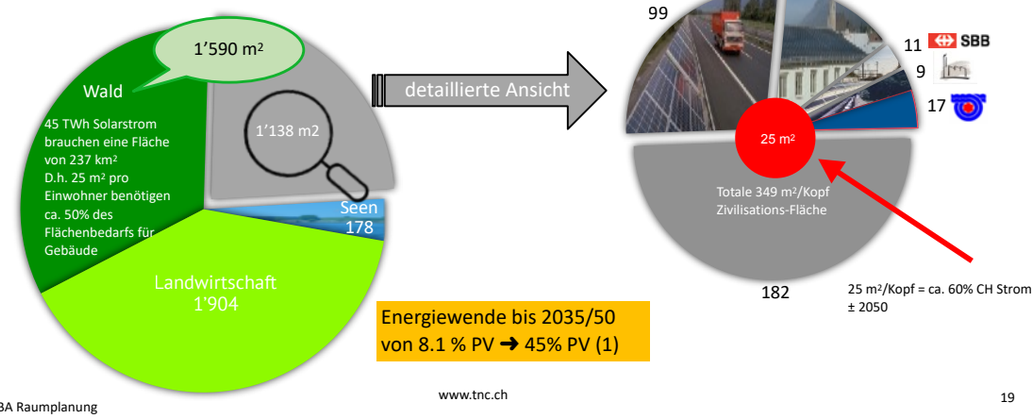
18

Erfolgreiche Energiewende mit PV?

8 Mio. Einwohner

Verfügbares Land in der Schweiz: 5'161 m²/Kopf

Landwirtschaft Wald Rest Seen



Quelle: BA Raumplanung

www.tnc.ch 19

19

Swiss Energy-Charts

4. Was ist Swiss Energy-Charts?

- ✓ Swiss Energy-Charts ist eine im Internet live vorgehaltene, interaktive Datenbank.
- ✓ Energieversorgungs-Sicherheit braucht ein Cockpit!
- ✓ Im Internet können Sie Ihre Abfrage selber festlegen und verändern.
- ✓ Sie erhalten sofort eine Antwort als grafische Darstellung zu Ihrer Fragestellung auf dem Bildschirm.
- ✓ Sie können die Darstellungen als PDF exportieren / ausdrucken oder als CSV in Excel übernehmen.
- ✓ Die Daten werden laufend aktualisiert und sind immer so genau, wie uns die Quellen es ermöglichen.
- ✓ Die Benützung ist kostenlos und ohne Login 24h an 365 Tagen möglich.
- ✓ Die Webseite www.energy-charts.ch ist in den Sprachen D / F / I / E verfügbar.

www.tnc.ch 20

20

Swiss Energy-Charts

Datenorganisation Swiss Energy-Charts

1. EU Strombörse Leipzig/Entso-E: eex

Kernenergie (die 4 KKW)
Stromimport und Stromexport Schweiz
EEX bzw. EPEX:
Börsenstrom und CO_2 Preise
Daten 1 Stunden-Werte
mit +5 Stunden Verzug
Datenbestand ab 2015

2. Pronovo
(im Auftrag vom BFE)

Alle erneuerbaren Energien
inkl. Wasserkraft (HKN)
Daten ø15-Min-Werte
mit 4 bis 6 Wochen Verzug
Datenbestand ab 1. 1. 2021

TNC Fraunhofer ISE
Swiss Energy-Charts
Energy Science Center ETH zürich

Data Export:
- ✓ Bildschirm und Export als:
- ✓ Print
- ✓ PDF
- ✓ JPG
- ✓ CSV > EXCEL
- ✓ ...

3. Bund

BFE Stauseen 1x Woche
BAFU Umwelt Daten 1- 4x/
Jahr

4. Novagrid
(seit 2023)

bis 1.6GW PV 2x 24h!

... Wind
... Wasser

Mit Unterstützung von energieschweiz

www.tnc.ch

21

21

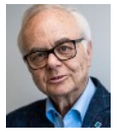
Swiss Energy-Charts Leistung Energie Klima Preise Karte Infos

Wer steht hinter Swiss Energy-Charts?

Swiss Energy-Charts

Fraunhofer ISE

Prof. Bruno Burger


Thomas Nordmann

Stefanie Fehling

TNC

Link

Dr. Wieland Hintz

Leonhard Probst

Dr. Christian Schaffner

Samuel Renggli

Dr. Marius Schwarz

Jörg Hofstetter

Benjamin Bürgi

Benjamin Groetzner

energieschweiz Fraunhofer ISE Energy Science Center ETH zürich

Blogger: «CO_2 Netto -Null bis 2050»

pronovo Solar-Log

22

Swiss Energy-Charts

PV Stromproduktion? Export und Preis?

Swiss Energy-Charts Darstellung

1. PV Produktion ab 2020 - 2023

2. Export und Preis

Link zu Swiss Energy-Charts
Price-Spot Market

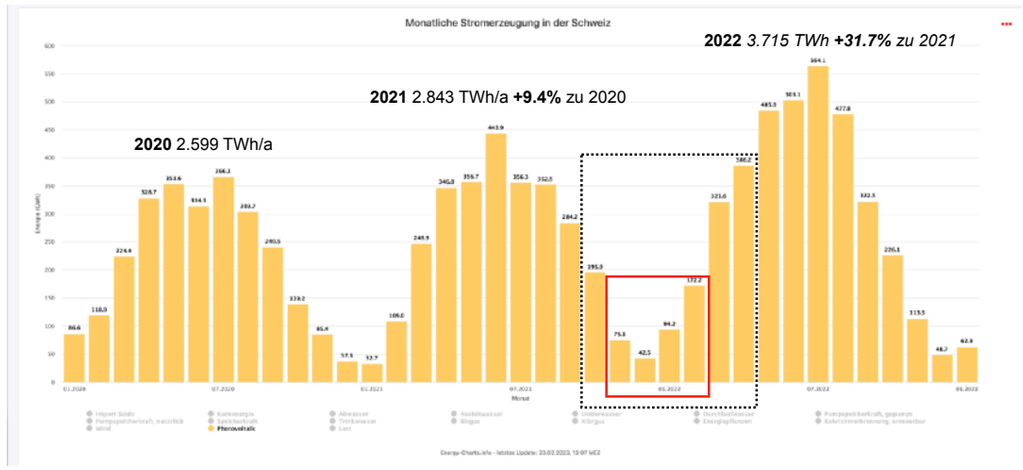
www.tnc.ch

23

23

Swiss Energy-Charts Leistung Energie Klima Preise Karte Infos

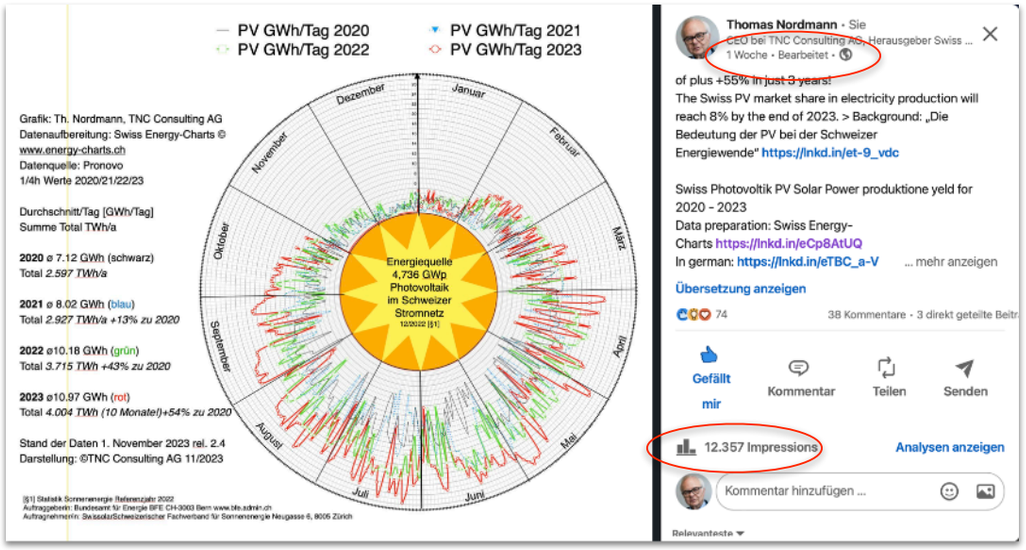
Wie schaffen wir den Ausgleich im Netz Tag / Nacht & saisonal Sommer/Winter?



24

5. Ausgleich saisonal von Sommer in den Winter?

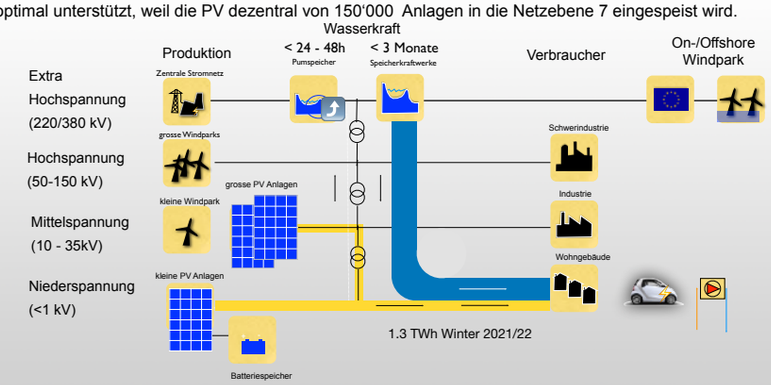
Daten von Swiss Energy-Charts in Linkedin



Swiss Energy-Charts Leistung Energie Klima Preise Karte Infos

Photovoltaik-Speicher-System im Schweizer Stromnetz-Universum

- Solarstrom muss nicht in die Speicherseen gepumpt werden, sondern wird direkt und ohne Verluste am Tag zu den Strom-Verbrauchern geliefert.
- Das nicht benötigte Speicher-Wasser bleibt im Stausee und kann in der Nacht oder bei zu wenig PV genutzt werden! Das ohne Speicherverlust und über Monate!
- Unser Stromnetz wird optimal unterstützt, weil die PV dezentral von 150'000 Anlagen in die Netzebene 7 eingespeist wird.

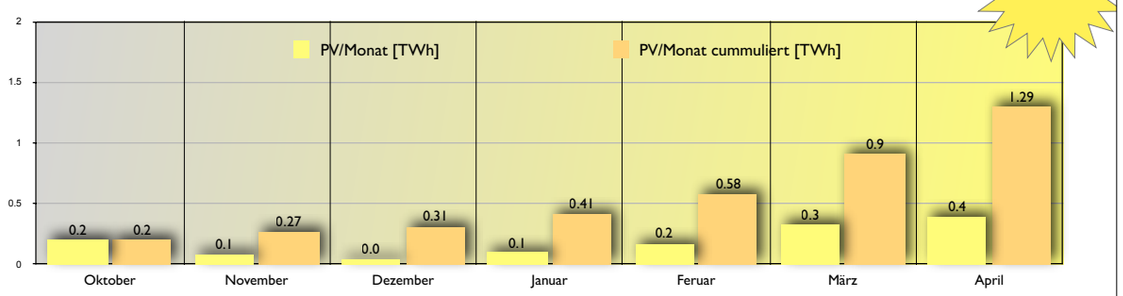


Der Beitrag der PV im hydrologischen Jahr 2021/22 erreichte bereits 1.3 TWh!
Das im Vergleich zu den neu vorgeschlagenen 0.4 TWh als Bundesreserve.

Swiss Energy-Charts Leistung Energie Klima Preise Karte Infos

Was bewirken 3.6 GW Photovoltaik quantitav bei den Speicherkraftwerken im Stromnetz?

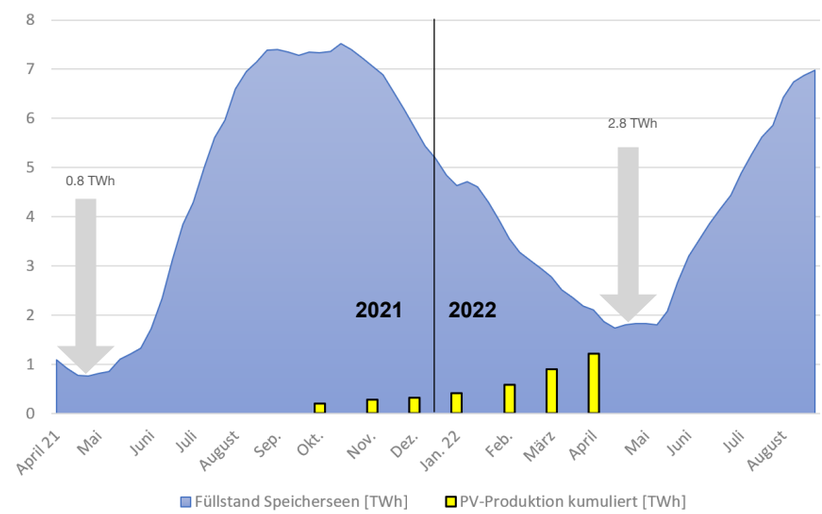
- Die **indirekte Wirkung von PV** beginnt mit der Entleerung der Wasserkraftwerke im **Oktober** und wirkt bis im **April** mit dem Beginn der Schneeschmelze.
- Die ***gesamte,*** im Winter produzierte Schweizer PV (Lokal verbraucht oder eingespeist) **reduziert den zusätzlichen Stromverbrauch** und damit die Entleerung der Stauseen.



https://www.energy-charts.info/charts/energy/chart.htm?l=de&c=CH&chartColumnSorting=default&interval=month&month=-1&legendItems=0000000000000010&source=pronovo&stacking=stacked_absolute&partsum=1

Swiss Energy-Charts Leistung Energie Klima Preise Karte Infos

Der beste Strom-Speicher ist derjenige, den wir schon haben und der im Januar schon halb leer ist! Es sind unsere vorhandenen Stauseen.

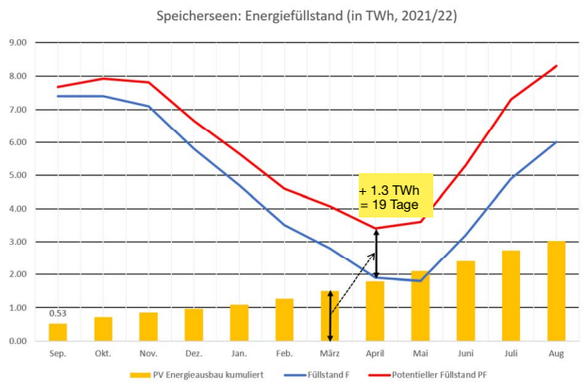


Stauseen?

Swiss Energy-Charts Leistung Energie Klima Preise Karte Infos

“Möglicher Füllstand” mit zusätzlichen +3 GW (22/23)
= Total 6.6 GW Photovoltaik im Schweizer Netz

PV Plan Winter 2023/24

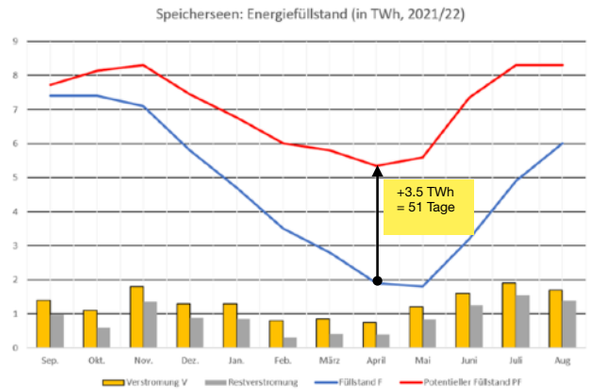


- Hydrologisches Jahr Sep. 2021 - Aug. 2022
  Änderung Füllstand der Speicherseen
  mit weiteren +3 GW PV Zubau?
  ➜ Das ist in 2 - 3 Jahren realistisch.
- Übrige Parameter des Systems unverändert.
- Im April min. +1 TWh höherer Füllstand und Gesamtfüllstand von über 3 TWh der Speicherseen.
- Entspricht dem Stromverbrauch von 19 Tagen.
- Dieser Füllstand ist “potentiell”, weil eine Schlechtwetterperiode diesen Speicher anbraucht und der Füllstand verringert wird - was ja der Sinn einer Speicherung ist!

Swiss Energy-Charts Leistung Energie Klima Preise Karte Infos

“Potentieller Füllstand” mit +3 GW Photovoltaik und vier weiteren schnell umsetzbare Massnahmen

PV Plan+ Winter 2023/24



Weitere Entlastung der Speicherseen durch vier zusätzliche Massnahmen:

- **15 % des PV-Zubaus ab 2021 von 3 GW finden in den Alpen statt.**
- **Einsparung von 0,5 TWh Strom über das Jahr.**
- **Zusätzliche Einsparung von 0,5 TWh Strom im Winter. (Elektrospeicher > WP)**
- **Stromexport im Winter um -1 TWh reduzieren.**
  Im Winter 21/22 wurden ca. 12.9 TWh exportiert

Swiss Energy-Charts Leistung Energie Klima Preise Karte Infos

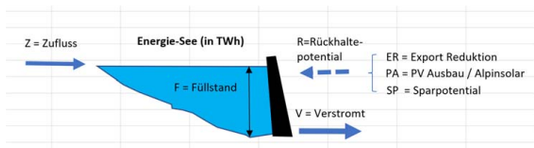
Das Dreamteam Wasserkraft und Solarstrom für die Energiewende
Ein dynamisches Modell zum Einsatz der bestehender Speicherseen gekoppelt mit dem PV-Ausbau zur Überwindung der Winterstromlücke in der Schweiz.
Autoren: Thomas Nordmann, Jörg Hofstetter

Das Speichersee-Modell

QR-Code

YouTube CH

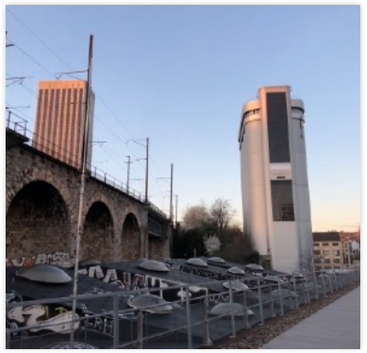
Kurzes, 7 min. Erklärvideo dazu



Was bewirken 4.7 GW / 50 GW Photovoltaik im Stromnetz 2023 / 2050?

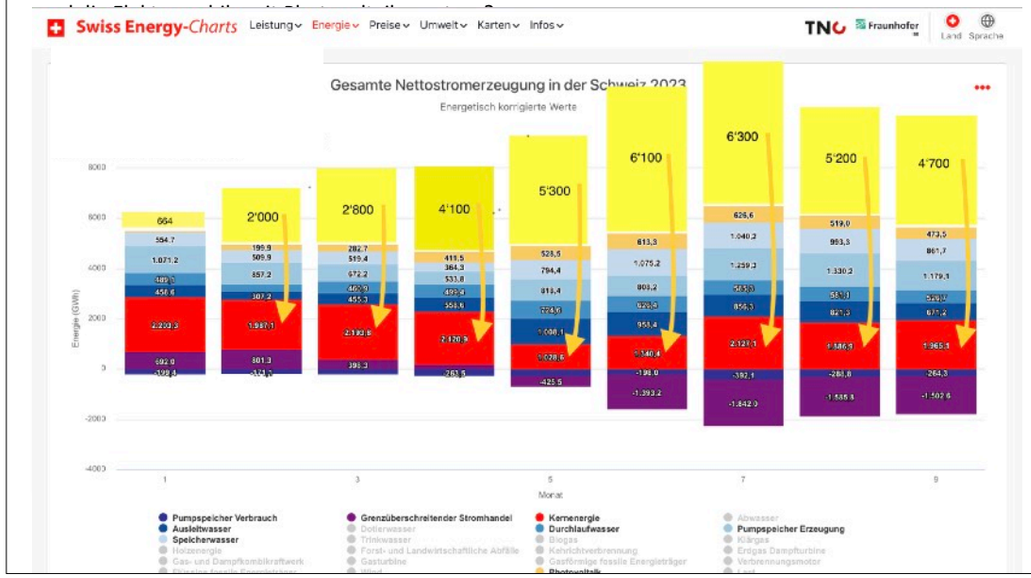
Wie ersetzen wir die Kernenergie und zusätzlichen Stromverbrauch für Wärmepumpen & Eektro Mobilität

1. Die Schweiz hat 2023 eine PV Leistung 4.7 GW
2. Der effektive PV Zubau in 2023 wird +1.3 GW sein. (2022 = 1 GW)
3. Die erwartete PV Leistung für 2050 ca. 50 GW (Faktor 10x)
4. Das ist auch die PV Vorgabe von Bundesrat & Parlament im Mantelerlass.
5. Der PV Ertrag 2050 GWh wird auch x 10 mehr sein als 2023
6. Die Auswertung 2023 und 2050 ist gestützt auf die effektiven 1/4 h HKN Messwerte von 2023 aus Swiss Energy-charts.



Was bewirken 4.7 GW / 50 GW Photovoltaik im Stromnetz 2023 & 2050?

Wie ersetzen wir die Kernenergie und zusätzlichen Stromverbrauch für Wärmepumpen & Eektro Mobilität

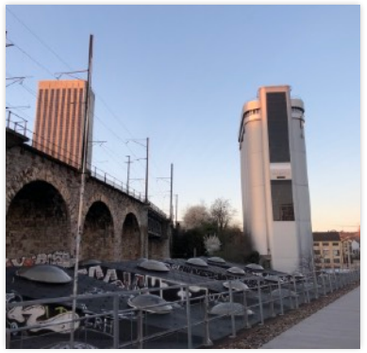


Strom- CH 2023

Was bewirken 4.7 GW / 50 GW Photovoltaik im Stromnetz 2023 / 2050?

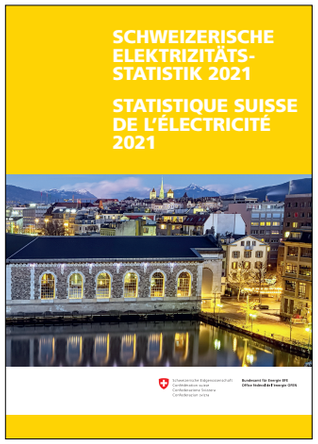
Wie ersetzen wir die Kernenergie und zusätzlichen Stromverbrauch für Wärmepumpen & Eektro Mobilität

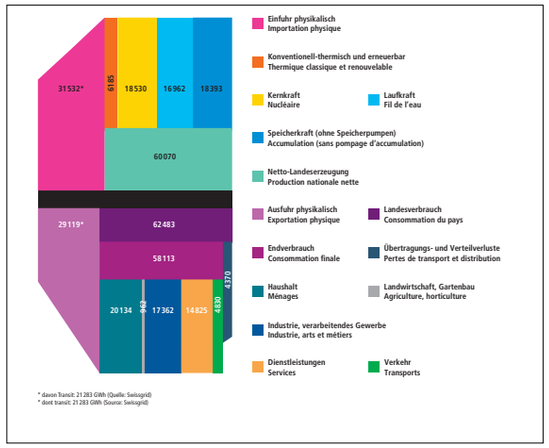
1. Die Schweiz hat 2023 eine PV Leistung 4.7 GW
2. Der effektive PV Zubau in 2023 wird +1.3 GW sein. (2022 = 1 GW)
3. Die erwartete PV Leistung für 2050 ca. 50 GW (Faktor 10x)
4. Das ist auch die PV Vorgabe von Bundesrat & Parlament im Mantelerlass.
5. Der PV Ertrag 2050 GWh wird auch x 10 mehr sein als 2023
6. Die Auswertung 2023 und 2050 ist gestützt auf die effektiven 1/4 h HKN Messwerte von 2023 aus Swiss Energy-charts.
7. Schlussfolgerung:
   A. Es funktioniert grosszügig ab Februar bis Oktober!
   B. Im November - Januar ist die Überbrücken mit Hilfe der 7.5 TWh aus den Speicherkraftwerken notwendig!
   C. Diese werden ab März dank PV weniger beansprucht.



Herausforderungen der Energiewende?

Seite 10 Fig. 7 Flussdiagramm der Elektrizität 2021 [GWh]

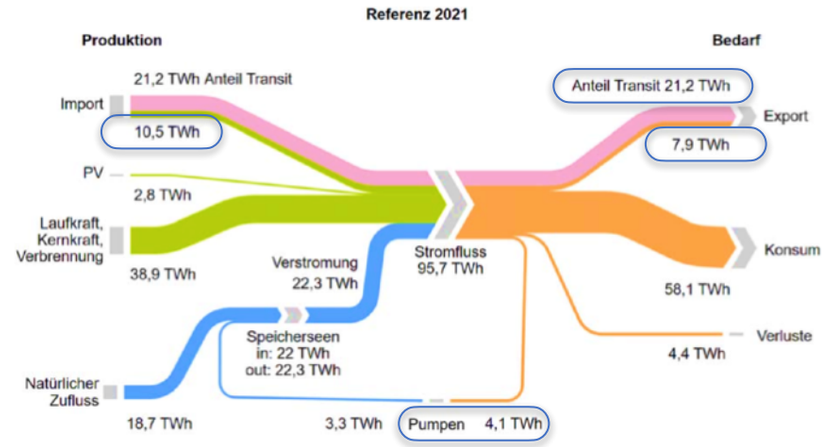




Schweizer Strom Import & Export 2021

PV, Wasserkraft, Laufkraft, Kernkraft und Verbrennung

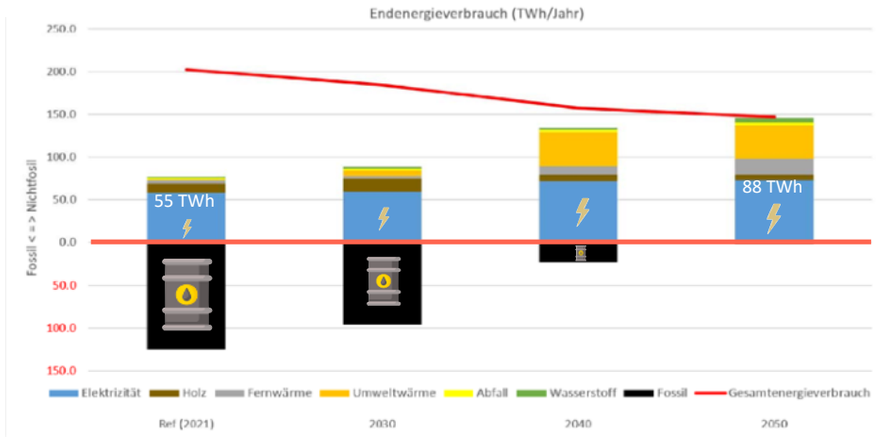
1. Netto Import 10.5 TWh
2. Netto Export -7.9 TWh
3. **Export Saldo - 2.6 TWH**
4. Speicherpumpen 4.1 TWh



Quelle: Switcher Axpo/Grossen

Energie- und Stromverbrauch

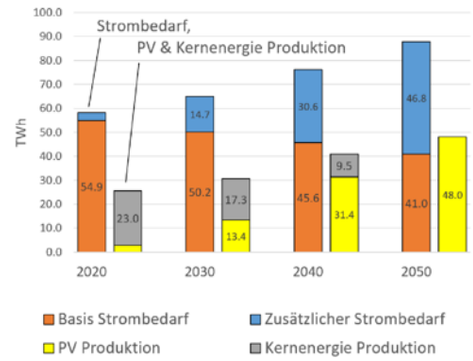
Entwicklung Endenergieverbrauch bis 2050, ohne Strom für Pumpspeicher, Verluste, und Batterieladungen



Quelle: VSE/Endenergie

Erfolgreiche Energiewende

Schweizer Energiewende mit ca. + 55% mehr Strombedarf bis 2050

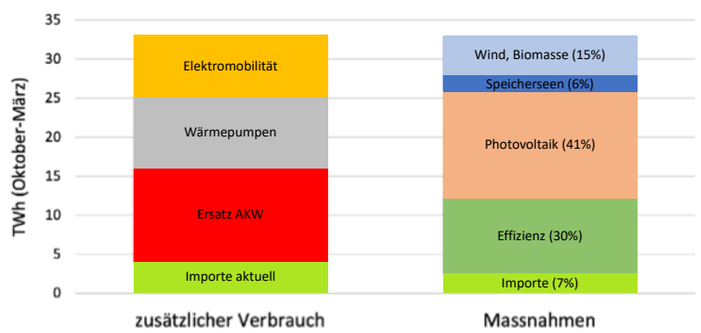


Strombedarf 2050 verschiedener Szenarien inklusiv Verluste in TWh	
VSE, Energieversorgung der Schweiz bis 2050, 2022 Szenario «defensiv-isoliert»	83 TWh
BfE, Energieperspektiven 2050+, 2020	76 TWh
Axpo Power Switcher, Szenario Nationalrat-Grossen	94 TWh
ETH Energy Science Center (ESC), Assessing the Feasibility of Scenarios for the Swiss Electricity System,2023 Nexus-e / Szenario Grossen	91 TWh
ETH Energy Science Center (ESC), Versorgungssicherheit in einer Netto-Null-Energiezukunft für die Schweiz, 2023	80-100 TWh

Quelle: Axpo/Grossen

Erfolgreiche Energiewende

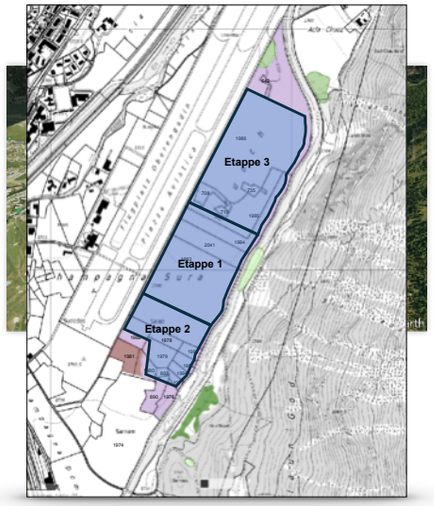
So erfüllen wir die Winterstromlücke (Szenario 2035/2050)



6. TNC Projekt „Multi-MW-Anlage Samedan

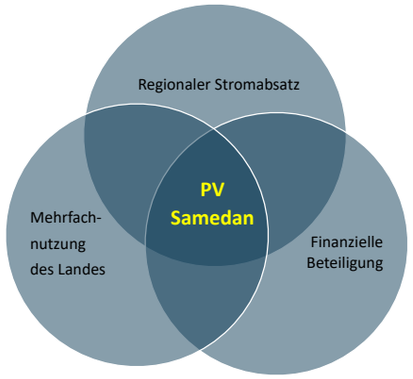
TNC entwickelt zusammen mit der Gemeinde:

- ✓ direkt neben der Piste des Flugplatzes
- ✓ eine grosse Solaranlage bauen,
- ✓ die vor allem Winterstrom produziert,
- ✓ die Nutzung für die Landwirtschaft weiterhin ermöglicht,
- ✓ das Landschaftsbild und den Tourismus nicht behindert,
- ✓ von den Grundeigentümern und Pächtern akzeptiert wird,
- ✓ von der Gemeinde Samedan,
- ✓ dem Kanton Graubünden und dem Bund bewilligt wird
- ✓ und somit finanziert und abgegolten werden kann.
- ✓ Die Anlage soll ab 2024/25 Strom produzieren.



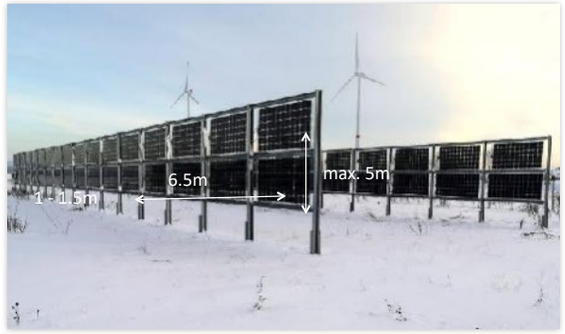
Projektabsicht – Winterstrom aber bei den Leuten

- Mehrfachnutzung des Landes
  - Landwirtschaft
  - Tourismus & Freizeit
  - Der Naturschutz ist sichergestellt
- Finanzielle Beteiligung
  - Direktinvestition der Bevölkerung möglich
  - Erfolgsbeteiligung über Aktien der Energia Samedan
  - Steuereinnahmen
  - Mitfinanzierter Netzausbau
- Regionaler Stromabsatz
  - Samedan und die umliegenden Dörfer
  - Tourismus, wie z.B. Bergbahne oder Hotelbetriebe
  - Mobilität, wie z.B. Elektrobusse oder RhB
  - Innovative lokale Pilotprojekte, wie z.B. aktive Stromnachfrageregelung
  - Erneuerbarer Strom aus der Region wird zunehmend zum Verkaufsargument



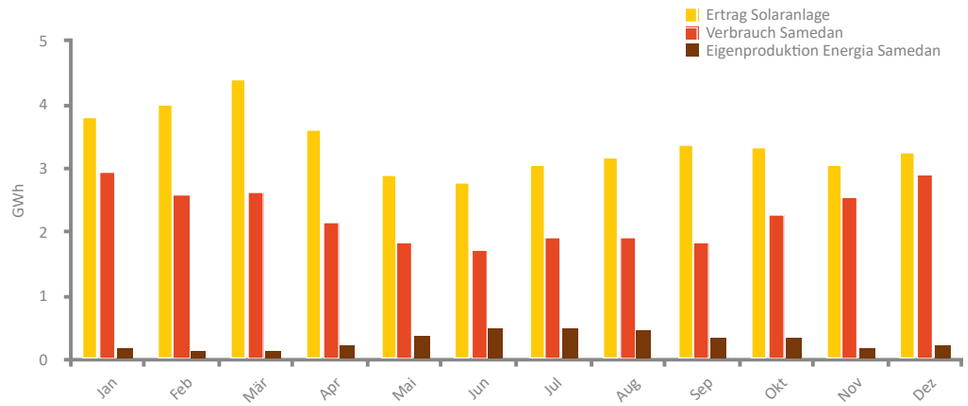
Dimensionen

90% der Fläche frei für anderweitige Nutzung incl. Landwirtschaft



Produktion

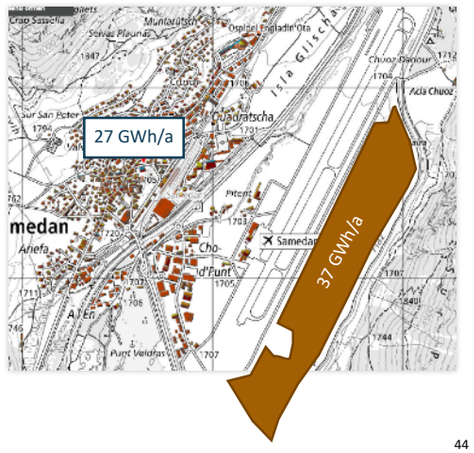
Die Gesamtanlage produziert bis zu 150% vom Samedaner Jahresstrombedarf 2021



Solarstrom für die Energiewende

Schneller realisierbares Solarstrompotential auf dem Feld ➜ Dach und Land?

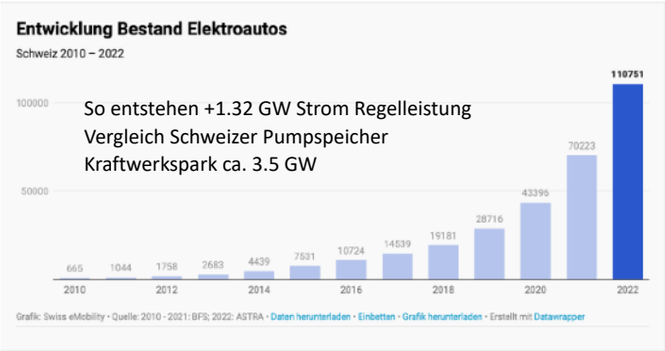
- ✓ Samedan Solarstrompotential auf allen Dächern von 27 GWh/a …
- ✓ …aber verteilt auf 559 Gebäude
- ✓ Dorfkern teils Denkmalgeschützt
- ✓ Bundesbeschluss verlangt Rückbaubarkeit von der Frei-Landanlage nach 30 Jahren

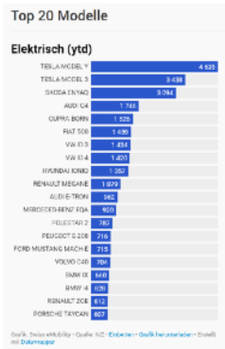


Quelle: https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/sonnendach/, Gebäude gem. BfS, UVEK Solarpotenzial Samedan, UVEK Elektrizitätsproduktionsanlagen, Fläche gezeichnet

Elektrische Mobilität und Energiewende?

CH 2022 > 110’000 Elektromobile! Zukünftig pro E-Mobil Lade -/+ Einspeiseleistung ≦ 12 kW

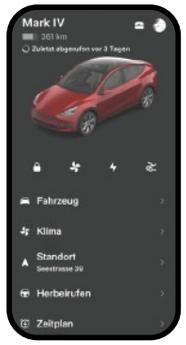




Auto-Batterie für Prosumern

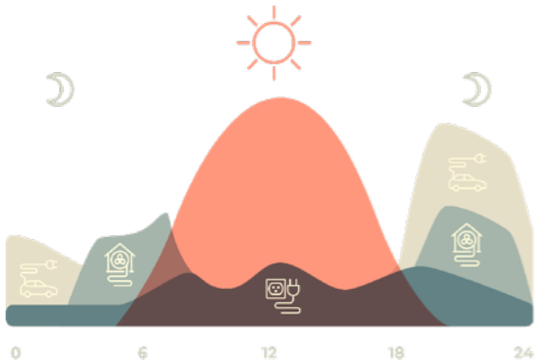
Zukünftiges Zusammenwirken zwischen (Auto-) Batterie-Speicherkapazität bei Prosumern im Home und Arbeitsplatz im Schweizer Stromnetz

- ✓ Zukünftig im Fahrzeug-App einstellen: Anteil der Batteriekapazität frei für Netznutzung
- ✓ Ab welchem Strom & Netz Verkaufspreis [Rp/kWh] freischalten?
- ✓ Reichweite 450 km/Ladung und ø 50 Tageskilometer sind 70 % für Stromnetz möglich
- ✓ Vor langen Reisen wird Netz-Reservation individuell auf 0 % gestellt
- ✓ Elektromobil-Lieferanten (Tesla, VW etc.) koordinieren zukünftig die verkauften Markeneigenen Stromspeicher als Schwarmspeicher für das Verbundnetz
- ✓ Damit wird die der Pumpspeicher Kapazitäten schnell ergänzt
- ✓ Für Tag/Nacht Ausgleich bei viel PV notwendig
- ✓ Zusätzlich sind die Speicher-Wasserkraftwerke zugunsten saisonaler Nutzung entlastet



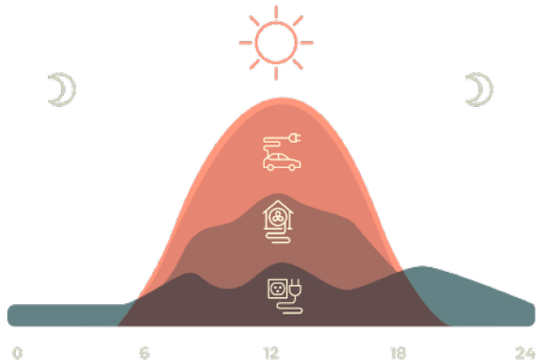
Eigenverbrauch: Herausforderung Tagesverlauf

Zeitgleichheit von Produktion und Verbrauch häufig nicht gegeben - sind Batteriespeicher die Lösung?



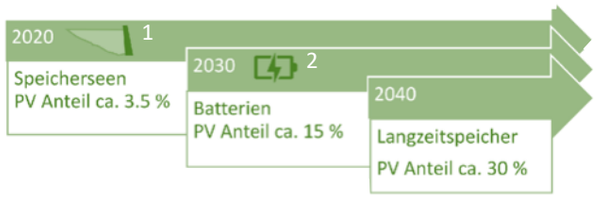
Eigenverbrauch: Herausforderung gemeistert

Optimiert und nachgeführt



Bedeutung der Energiespeicher

Was ist die zukünftige Bedeutung dieser zusätzlichen Elektromobil-Einspeiseleistung für die schweizerische Stromversorgungssicherheit?



12/2022 in der Schweiz > 110'000 Elektromobile!
Zukünftig pro E-Mobil Lade -/+ Einspeiseleistung ≦ 12 kW 3Ph/AC
So entstehen +1.32 GW primär/sekundär Strom-Regelleistung
Vergleich Schweizer Pumpspeicher Kraftwerkspark ca. 3.5 GW

Zusammenfassung (I)

1. Energieversorgungsstrategien: Ablösung Atomstrom und fossiler Energieträger > 0% CO^2
2. Stromverbrauch 2050 ca. 88 TWh, gleichzeitig Reduktion Gesamtenergieverbrauch mit Effizienz und Substitution von Benzin, Öl & Gas 200 TWh > 150 TWh
3. Winterstromlücke 2050: 33 TWh Photovoltaik (40%), Effizienz (30%), zusätzliche Wasserkraft (6%) übrigen EE Wind, Biomasse (15%). Import Saldo (7%) stabil.
4. **Erster Schritt 2020: Die Photovoltaik trägt Hauptlast bei den neuen erneuerbaren Energien.** Die PV Jahresproduktion wird von 4 TWh > 45 TWh (2050) ansteigen. (27x 1.5GWp/a)
5. PV-Flächenbedarf 45 TWh = 25 m2 pro Kopf. 1/2 der bestehenden Dachflächen.
6. PV Winter Solarstromproduktion 2021/22 Oktober – April 1.3 TWh. Entlastet Speicherkraftwerke. Mit dem weiteren PV Ausbau für Winter bis 6 – 7 TWh.

Zusammenfassung (II)

7. Mit dem Wegfall der Kernkraftwerke fehlt Bandenergie im Sommer und im Winter in der Nacht.
8. **Zweiter Schritt ca. 2030: Elektromobile als Kurzzeitspeicher.** Fehlende Strom kann durch die kurzzeitige Speicherung Tag ➜ Nacht verlagert werden. Das Parlament hat im Mantelerlass ökomische Grundlage gelegt, um bidirektionalen Betrieb der Elektromobile zu gewährleisten.
9. **Dritter Schritt ab 2040 zusätzliche saisonale Elektro- und -Wärmespeicher (4 TWh) FESS**
10. Heute noch Entwicklung/P&D, um optimalen Mix von Power-to-X und Saisonale Wärmespeicher Technologien zu finden. Wasserstoff wichtige Rolle, nicht exklusiv.
11. **Diese Entwicklung ist schneller, ökonomischer und sicherer zu bewerkstelligen als die neu entfachten Spekulation über die Notwendigkeit zusätzliche AKW`s!**