



Brachliegende Potenziale bei der inländischen erneuerbaren Stromproduktion

Dr. Nadja Germann
23. November 2023

Kurz-CV Nadja Germann

Überblick Stromproduktion Schweiz

Von «kaum Regen» bis «volle Speicher»

Langfristig steigender Stromverbrauch – wieviel sind 40 TWh?

Aktuelle Ausbauprojekte

Ausbaupotenziale: Wasserkraft, Photovoltaik, Windkraft, Biomasse, Geothermie

Und wenn vorübergehend nichts mehr geht? – Gastvortrag Dr. Lukas Küng, Präsident OSTRAL

Aktuelle Funktionen

- **Bereichsleiterin Weiterbildung Energie und Mitglied der Geschäftsleitung** beim Verband Schweizerischer Elektrizitätsversorgungsunternehmen **VSE**
- **Vorstandsmitglied** Verband der Elektrizitätsunternehmen der italienischen Schweiz **ESI** elettricità svizzera italiana
- **Vizepräsidentin** Stiftung Alpines Energieforschungcenter **AlpEnForCe**
- **Vorstandsmitglied** Swiss Association for Energy Economics **SAEE**

Früher

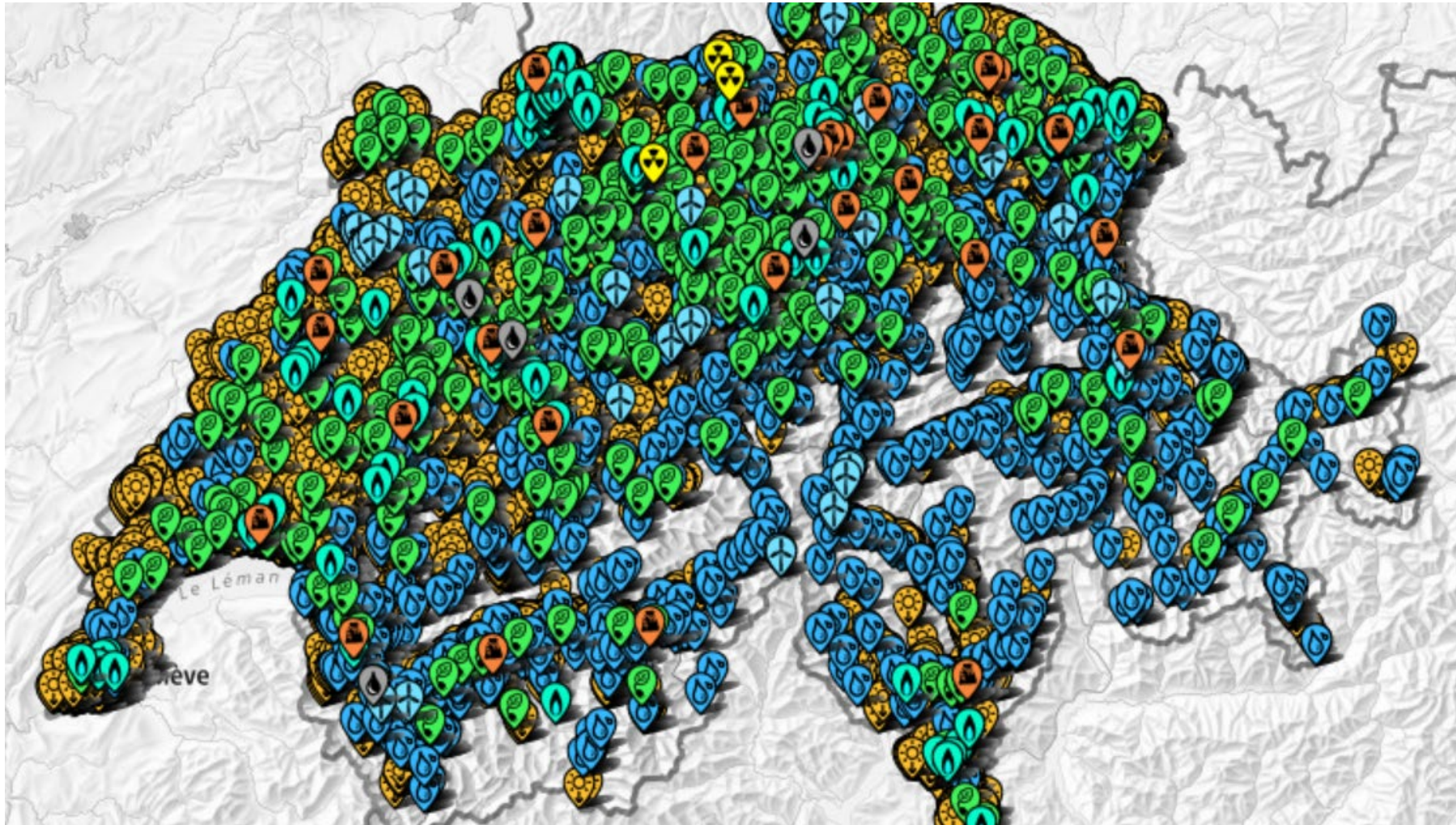
- UNILU, UNISG, Stadtverwaltung St.Gallen, Kantonale Verwaltung Tessin

Ausbildung

Dr. rer. publ. et lic. oec. HSG

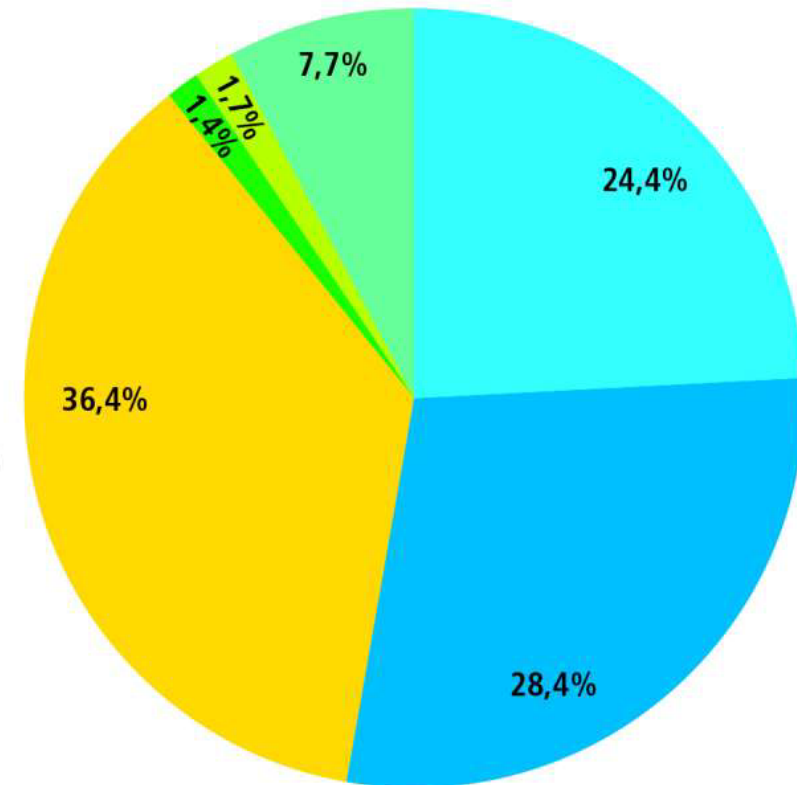
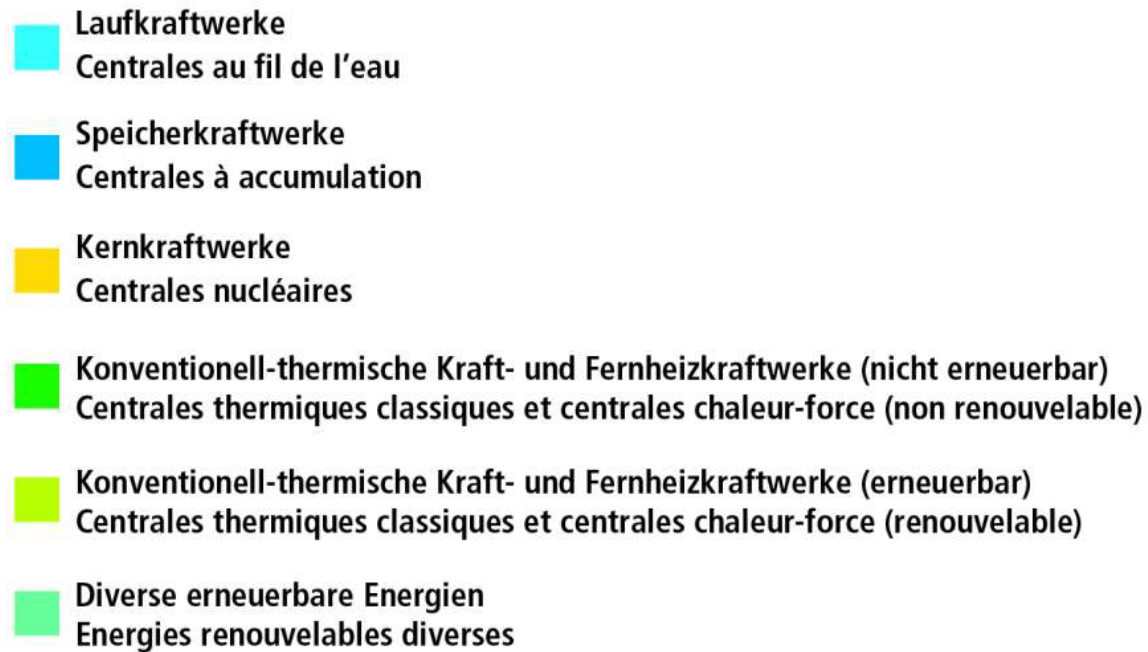



Über 100'000 Produktionsanlagen für Strom in der Schweiz:



<https://energeiaplus.com/2021/04/08/wo-wird-in-der-schweiz-strom-produziert-die-neue-interaktive-geodaten-karte-zeigt/>

Fig. 1 Stromproduktion 2022 nach Kraftwerkskategorien
Production d'électricité en 2022 par catégories de centrales



 BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2022 (Fig. 1)
OFEN, Statistique suisse de l'électricité 2022 (fig. 1)

2022 war südlich der Alpen das trockenste Jahr seit Beginn der meteorologischen Messungen im Jahr 1864.



Luzzone,
Mai 2022

Foto: Luzzone, Mai 2022, <https://www.fugainfamiglia.ch/post/la-diga-del-luzzone>



Ist das die
Zukunft der
Wasserkraft?

Foto: Nadja Germann, Verzasca, Dezember 2021



Luzzone,
Herbst 2022

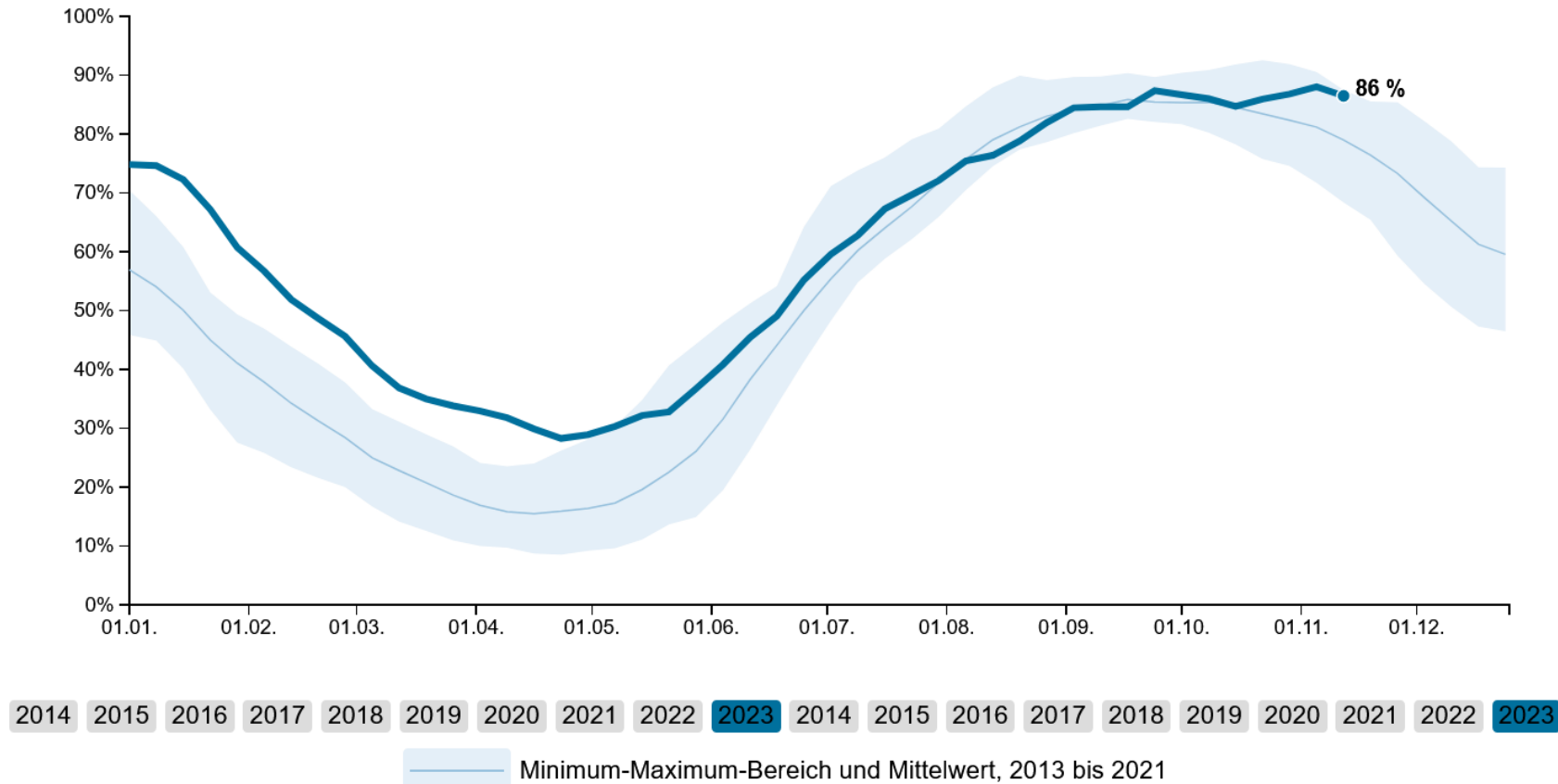
Foto: Nadja Germann, Luzzone, Herbst 2022



Malvaglia,
August 2023

Foto: Nadja Germann, Lago di Malvaglia, August 2023

Füllungsgrad der Speicherseen in der Schweiz



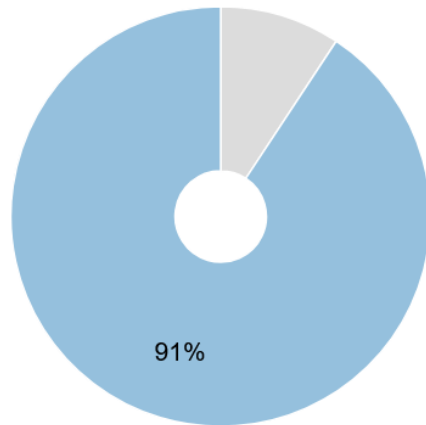
2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023

Minimum-Maximum-Bereich und Mittelwert, 2013 bis 2021

Quelle: https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/AP_FuellungsgradSpeicherseen/?lang=de;
Stand: 13.11.23

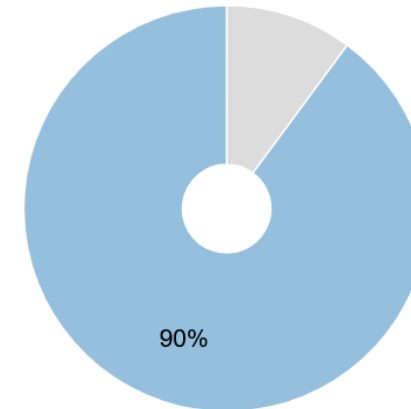
Herbst 2023: hoher Füllungsgrad in allen Regionen

Graubünden

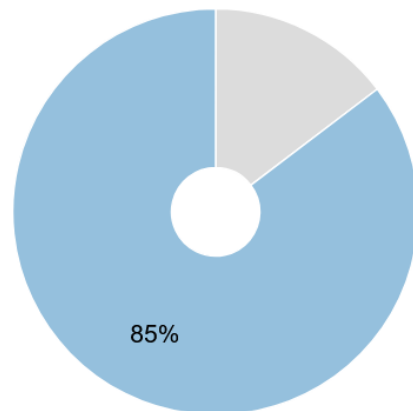


vom Maximum: 1'995 GWh
Wallis

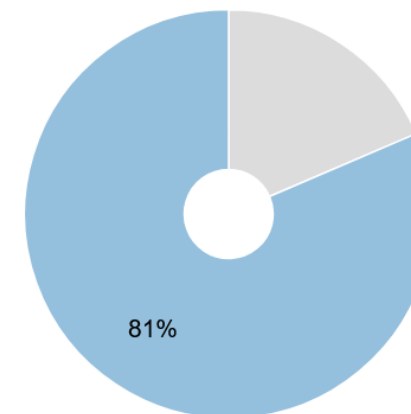
Tessin



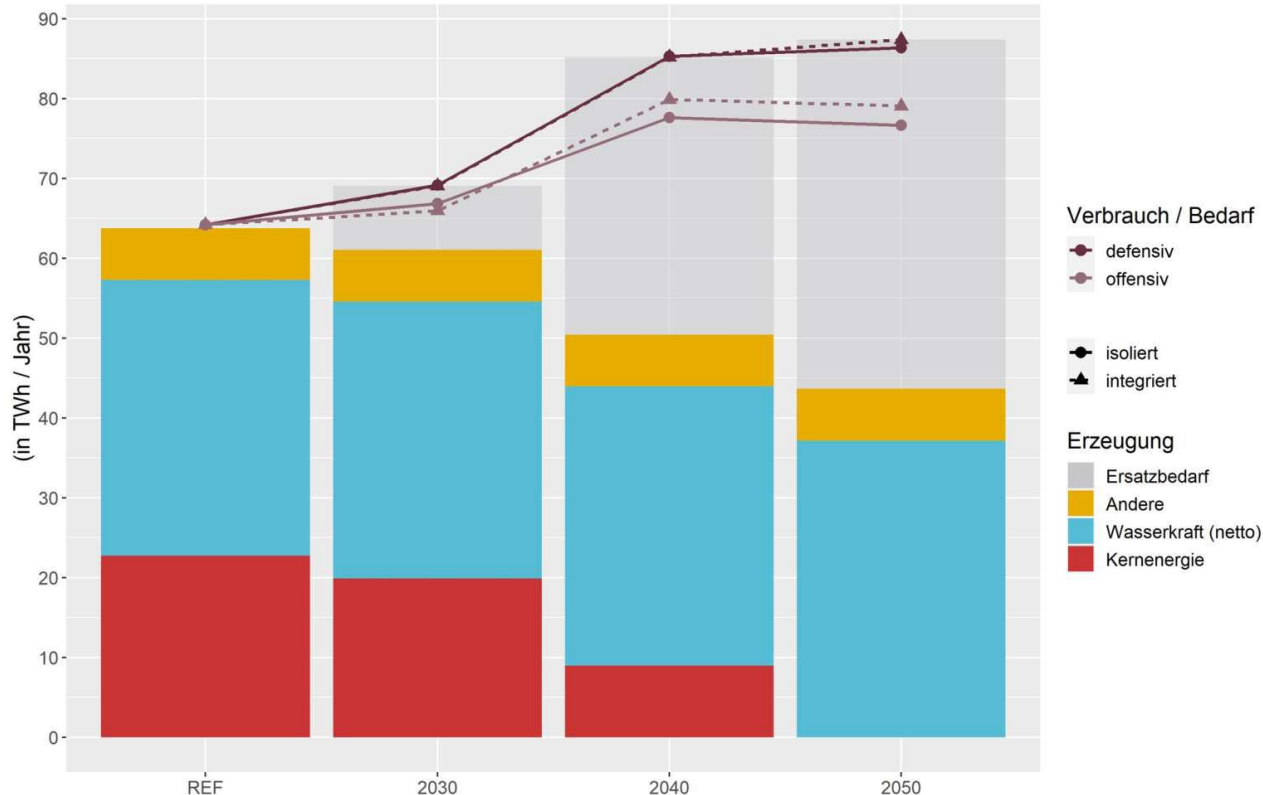
vom Maximum: 1'245 GWh
Übrige Schweiz



vom Maximum: 4'070 GWh



vom Maximum: 1'600 GWh



- **Zunehmende Elektrifizierung, weniger CO2:** Ersatz von fossilen Energieträgern für Mobilität, Heizung/Kühlung und Industrie führt zu höherem Elektrizitätsbedarf (heute: 62 TWh; 2050, geschätzt: 80-90 TWh) (**Stichwort: Energiestrategie 2050**)
 - **Gleichzeitig:** sukzessive **Stilllegung** der schweizerischen **Kernkraftwerke**
- **Bis 2050** müssen **rund 40 TWh Produktion** zugebaut werden, um den steigenden Strombedarf in der Schweiz decken zu können!

Bundesgesetz über eine sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien (Mantelerlass) (zur Umsetzung der Energiestrategie 2050)

Einige der wichtigsten Neuerungen:

- **Ausbauziele generell:** Die **erneuerbaren Energien ohne Wasserkraft** sollen 35 TWh bis 2035 und 45 TWh bis 2050 (2022: 4.9 TWh*) liefern. Die **Wasserkraft** soll ihre Produktion auf 37,9 TWh im 2035 und auf 39,2 TWh im 2050 (2022: 37.2 TWh**) steigern.
- **Ausbauziele Winterstromproduktion aus erneuerbaren Energien:** Sie soll bis 2040 um **6 TWh** ausgebaut werden, wovon **2 TWh sicher abrufbar aus Speicherwasserkraft** sein müssen. Entsprechende Projekte werden im Gesetz explizit aufgeführt (siehe auch runder Tisch Wasserkraft).
- **Verbesserung Bewilligungsfähigkeit:** Anlagen ausserhalb der Bauzone erhalten bessere Rahmenbedingungen. So steigen die Chancen, dass z.B. Photovoltaik- oder Biomasseanlagen im Landwirtschaftsgebiet überhaupt bewilligt werden können.

Zusätzliche 40 TWh
aus Erneuerbaren
bis 2050

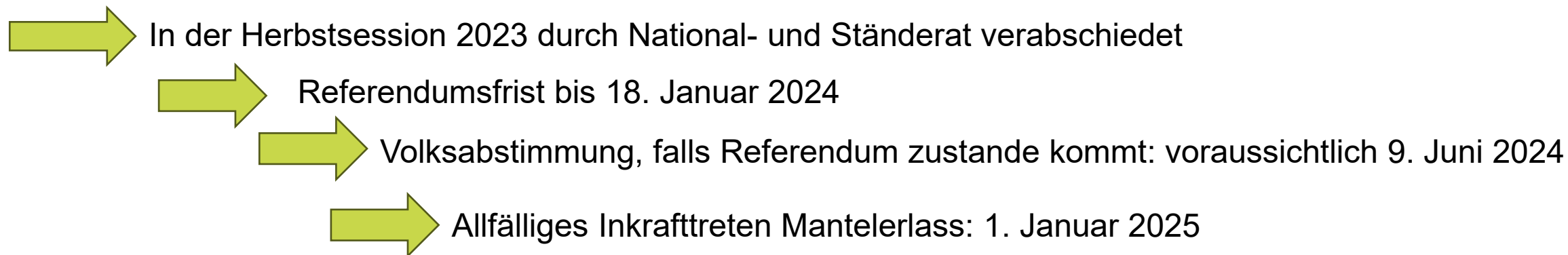
Zusätzliche 6 TWh
aus Wasserkraft,
davon 2 für den
Winter!

Bundesgesetz über eine sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien (Mantelerlass)

- **Nationales Interesse für Grossanlagen:** Für Produktionsanlagen ab einer bestimmten Grösse gilt nationales Interesse. Ihre Realisierung geht Interessen von kantonaler, regionaler und lokaler Bedeutung vor.
- **Ausweitung Förderinstrumente:** Damit der Ausbau der erneuerbaren Energien vorankommt, werden die Förderinstrumente um eine gleitende Marktprämie ausgeweitet.
- **Energieverbrauchsreduktion:** Der Energieverbrauch pro Person und Jahr soll bis 2035 um 13% und bis 2050 um 5% gegenüber 2000 gesenkt werden. Zudem soll der Stromverbrauch für die Versorgungssicherheit im Winter mithilfe von neuen Effizienzinstrumenten um 2 TWh reduziert werden.

Bundesgesetz über eine sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien (Mantelerlass)

- **Lokale Elektrizitätsgemeinschaften (LEG):** Diese können neu gebildet werden. Sie können das Gebiet einer Gemeinde umfassen und gestatten einen Abschlag auf den Netznutzungstarif von bis zu 60 Prozent.
- **Restwassermenge senken:** Die Betreiber von Wasserkraftanlagen dürfen die Restwassermenge senken, wenn ein Strommangel droht.
- **Solarpflicht:** für Neubauten mit mehr als 300 Quadratmetern anrechenbarer Dach- und Fassadenfläche.





Lago di Luzzone
N. Germann, 2019

Zum Vergleich:

- **Stromverbrauch Stadt St.Gallen** pro Jahr, rund 0.5 TWh
- **Speicherkraftwerk Lago di Luzzone:**
 - Reservoirkapazität: 108 Mio. m³
 - Stromproduktionsmenge (mehrstufig): rund 835 GWh pro Jahr
 - reicht für ca. 165'000 Haushalte
- **Speicherkraftwerk Gübsensee:**
 - Reservoirkapazität: 1.5 Mio. m³
 - Stromproduktionsmenge: rund 30 GWh pro Jahr
 - reicht für ca. 6'620 Haushalte

Damit wir 40 TWh zusätzliche Stromproduktion pro Jahr erhalten, benötigen wir zum Beispiel:



40 Pumpspeicherkraftwerke wie Hongrin-Genfersee



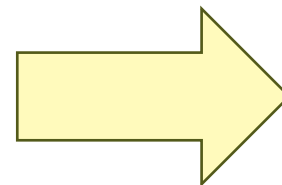
Rund 90'000 PV-Anlagen wie HSG-Dach



Rund 2'500 Windkraftwerke wie San Gottardo



5 Kernkraftwerke wie Gösgen

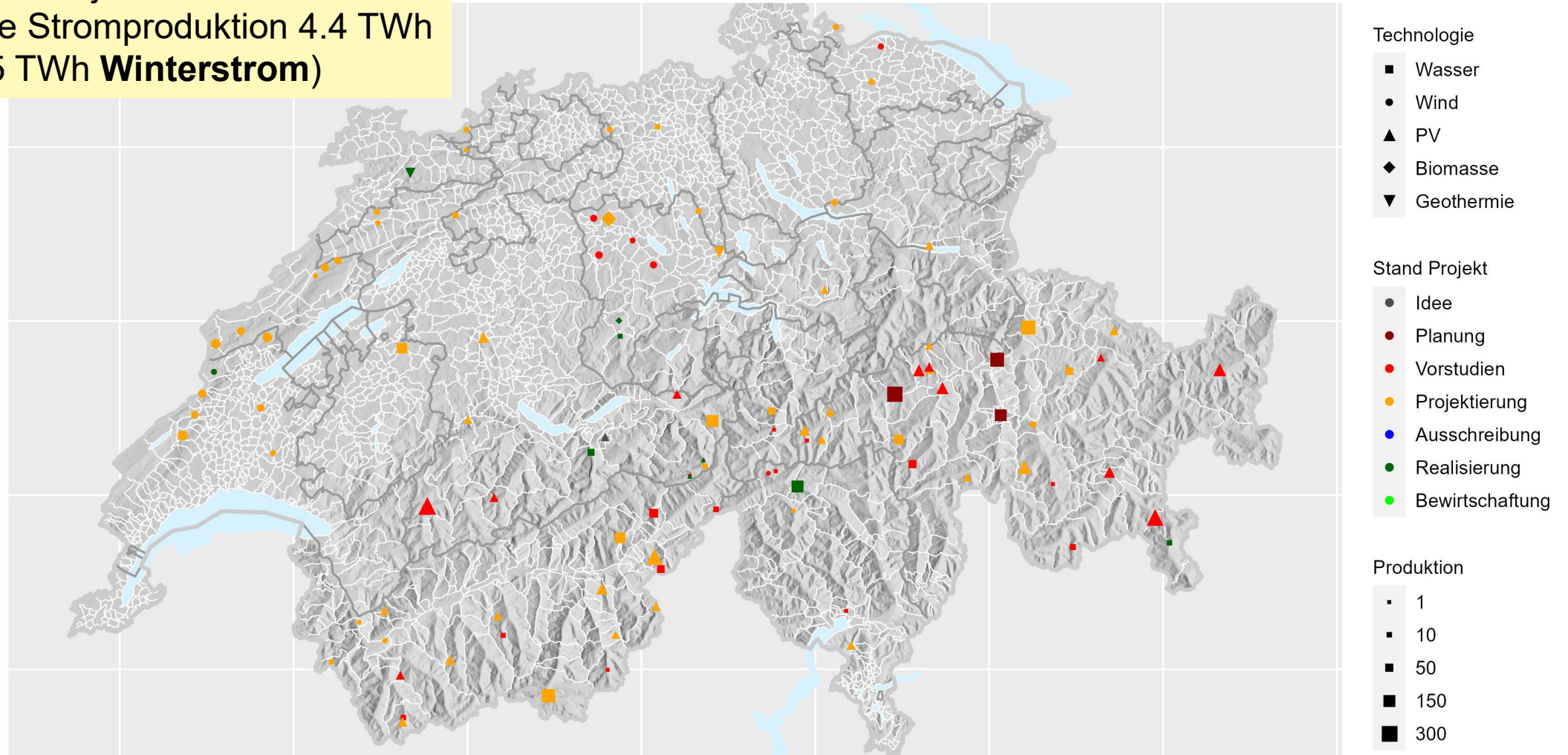


- Der Neubau von Kernkraftwerken ist zurzeit nicht erlaubt.
- Windkraftwerke benötigen vom Zeitpunkt ihrer Planung, bis sie ans Netz gehen, durchschnittlich 20 Jahre.
- Die durchschnittliche Nutzungsdauer einer PV-Anlage beträgt 20-30 Jahre.

Was nun?

107 Ausbauprojekte ("Grossprojekte") sind angedacht oder bereits in Realisierung

Würden alle Projekte realisiert:
Zusätzliche Stromproduktion 4.4 TWh
(davon 3.5 TWh **Winterstrom**)



Am "Runden Tisch Wasserkraft" wurden 15 Speicherwasserkraftprojekte definiert, die per Gesetz prioritär behandelt werden sollen (Mantelerlass)

Fast alle gemeinsam für mehr Winterstrom aus Wasserkraft!

Ausgewählte Wasserkraftprojekte

Die Arbeitsgruppe hat eine Liste von 33 Speicherwasserkraftprojekten anhand von gewichteten Biodiversitäts- und Landschaftskriterien (Biotopschutz, Artenschutz, Landschaft- und Heimatschutz, Lebensraumfunktionen der Gewässer) und gewichteten energiewirtschaftlichen Kriterien (steuerbare Winterproduktion, Winteraufproduktion, Sommerproduktion, Wirtschaftlichkeit) bewertet. Weitere Projekte wurden wegen voraussichtlicher Nichterfüllung rechtlicher und vertraglicher Grundlagen nicht vertieft bewertet.

Daraus resultierten für jedes Projekt zwei Bewertungen, eine Biodiversitäts- und Landschaftsbewertung und eine energiewirtschaftliche Bewertung. Es wurden verschiedene Varianten diskutiert, wie die beiden Bewertungen in eine Gesamtbewertung übergeführt werden können. Die Variante, die Projekte identifiziert, deren Biodiversitäts- und Landschaftseingriff pro zusätzliche GWh Speicher am geringsten ist, wurde als sinnvollste Variante erachtet. Sie bildet die Vorgaben des Mandats⁹ am besten ab.

Die mit dieser Methode ausgewählten 15 Speicherwasserkraftprojekte gemäss Entwurf StromVG (in alphabetischer Reihenfolge mit der Angabe der voraussichtlichen zusätzlichen steuerbaren Winterproduktion), deren Realisierung aufsummiert zu 2,023 TWh zusätzlicher steuerbaren Winterproduktion führt, sind die folgenden:

- Chummensee, VS, 165 GWh
- Curnera-Naips, GR, 99 GWh
- Gomer⁹, VS, 650 GWh
- Gougna, VS, 120 GWh
- Griessee, VS, 46 GWh
- Grimsalsee, BE, 240 GWh
- Lac d'Emosson, VS, 58 GWh
- Lac des Toutles, VS, 53 GWh
- Lago del Sambuco, TI, 46 GWh
- Lai da Marmorera, GR, 55 GWh
- Mattmarksee, VS, 65 GWh
- Oberaarsee, BE, 65 GWh
- Oberaletsch klein, VS, 50 GWh
- Reusskaskade, UR, 96 GWh
- Trift, BE, 215 GWh

Mit der Nennung dieser Projekte werden weder die projektspezifischen ordentlichen Bewilligungsverfahren präjudiziert noch werden die projektspezifischen Verbandsbeschwerderechte tangiert. Die Kompetenzen der zuständigen Behörden werden nicht beschnitten.

Diese Liste hat indikativen Charakter und ist nicht abschliessend. Der Runde Tisch schlägt vor, dass zu den oben erwähnten Projekten vertiefte energiewirtschaftliche und ökologische Abklärungen vorgenommen und Verhandlungen zwischen den Umweltverbänden, den Betreibern und Kantonen aufgenommen werden.

Sollte eine vom UVEK vorgenommene Evaluation dieser Arbeiten ergeben, dass gewisse Projekte entgegen der jetzigen Annahmen nicht realisiert werden können, trifft sich der Runde Tisch erneut, um die Frage der Notwendigkeit zusätzlicher Wasserkraftprojekte zu beurteilen und allenfalls weitere Projekte zu empfehlen. Dabei kann er sich an dem in Abschnitt 1 dieses Anhangs beschriebenen Vorgehen orientieren.

Für den Schweizerischen Fischereiverband
Präsident Roberto Zanetti

Bern, den 13. Dezember 2021

Für das Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
Bundesrätin Simonetta Sommaruga

Bern, den 13. Dezember 2021

Für den Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE
Präsident Michael Wüder

Bern, den 13. Dezember 2021

Für die Bau-, Planungs- und Umweltdirektorenkonferenz
Präsident Stephan Altiger

Bern, den 13. Dezember 2021

Für den Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband
Präsident Albert Rösti

Bern, den 13. Dezember 2021

Für die Konferenz Kantonalen Energiedirektoren
Präsident Mario Cavigelli

Bern, den 13. Dezember 2021

Für den Schweizer Verband Der Kleinwasserkraft Swiss Small Hydro
Präsident Benjamin Roduit

Bern, den 13. Dezember 2021

Für die Regierungskonferenz der Gebirgskantone
Präsident Roberto Schmidt

Bern, den 13. Dezember 2021

Für die Swisspower AG
Verwaltungsratspräsident Hans-Kaspar Scherrer

Bern, den 13. Dezember 2021

Für Pro Natura
Präsidentin Ursula Schneider Schüttel

Bern, den 13. Dezember 2021

Für die Axpo Group
CEO Christoph Brand

Bern, den 13. Dezember 2021

Für den WWF
CEO WWF Schweiz Thomas Vellacott

Bern, den 13. Dezember 2021

Mitdiskutiert, aber nicht unterschrieben hat die Stiftung Landschaftsschutz

Von Projekten in der Vorstudie, z.B.



Staumauererhöhungen Laj da Curnera



Staumauererhöhungen Laj da Curnera und Laj da Nalps: 1 GWh

Bis zu Projekten in Realisierung, z.B.

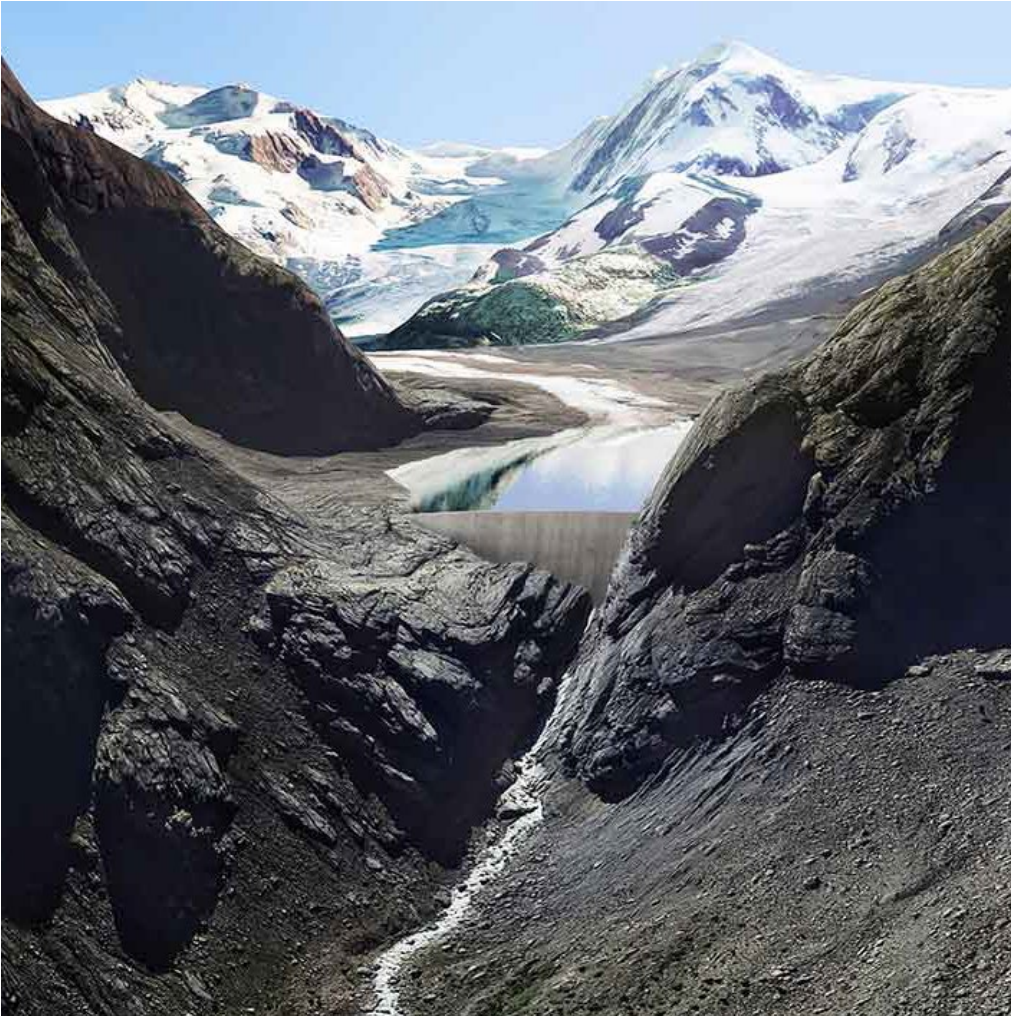


Wasserkraftwerk Soubach: 30.6 GWh



Neue Kraftwerkszentrale Ritom: 150 GWh

Quellen: <https://www.bkw.ch/de/energie/energieproduktion/wasserkraft/wasserkraftwerk-soubach/>;
<https://www.felstechnik.ch/felssplitter/untertag/grossauftrag-ueber-vier-jahre-bau-des-wasserkraftwerks-soubach/>;
<https://ritomsa.ch/la-futura-centrale/>; <https://www.axpo.com/ch/de/ueber-uns/magazin.detail.html/magazin/erneuerbare-energien/Winterreserve-hinter-hohen-Mauern.html>



Projekt Gornerli, Visualisierung: Alpiq

- Gletscher schmelzen
- Es bilden sich freie Flächen
- Teilweise bilden sich bereits natürliche Seen
- Gletscherwasser fließt heute oft ungenutzt ab
- Mantelerlass: 15 Wasserkraftprojekte, die per Gesetz prioritär behandelt werden, davon **3** durch Gletscherschmelze:
 - Projekt **Gornerli**: 650 GWh
(neu geplantes Speicherseekraftwerk)
 - Projekt **Trift**: 215 GWh
(neu geplantes Speicherseekraftwerk)
 - Projekt **Oberaletsch klein**: 50 GWh
(Nutzung des natürlichen Sees, der durch das Schmelzen des Gletschers entstehen wird)

Die zusätzlichen 6TWh Wasserkraft, davon 2 für den Winter, können wir schaffen!



Erhöhung Grimselstaumauer

Foto: <https://www.grimselstrom.ch/ausbauvorhaben/zukunft/vergroesserung-grimselsee/>

Ausbaupotenzial Photovoltaik

“Sonnendach” und “Sonnenfassade” des Bundes geben Auskunft



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz
Bundesamt für Landestopografie swisstopo

D | F | I |

Potential auf Dächern und auf Hausfassaden: 67 TWh pro Jahr

www.sonnendach.ch
www.sonnenfassade.ch



Dach



Fassade

Wie viel **Strom** oder **Wärme** kann mein **Dach** produzieren?

Suchen Sie Ihre Adresse...



Projekt SolSarine Gstaad

Visualisierung: <https://impactgstaad.ch/de/solsarine>

- Zusätzliche Stromproduktion der 40 Projekte: **über 1 TWh pro Jahr**
- Benötigte Fläche, grob geschätzt:
1 Gwh benötigt ca. 10'000 m2 Fläche
1 TWh benötigt ca. 10 km2 Fläche

40 TWh benötigen ca. 40 km2 Fläche,
das entspricht der Fläche der Kantone
AI und AR zusammen

- *Zusätzlich zu diesen Grossprojekten:
unzählige kleinere PV-Anlagen auf
Häusern und Fassaden*

Alpine Photovoltaikanlagen haben viele Vorteile

Alpine PV für mehr
Winterstrom!



Projekt Grengiols Solar



Projekt Solar Alpin Disentis

- Alpine Photovoltaikanlagen können rund 40% mehr Energie produzieren als Anlagen z.B. im Mittelland.
- Nutzung der Reflexion des Sonnenlichts durch den Schnee
- Niedrige Temperaturen und wenige Nebeltage in alpinen Regionen
- Die Winterstromproduktion in den Alpenregionen ist höher als in der Zentralschweiz
- Mit dem *Mantelerlass* möchte der Bund alpine PV-Anlagen fördern

Quellen:

<https://www.grengiols-solar.ch/de>; <https://www.solaralpindisentis.ch/>; <https://solarine.ch/projekt/>
<https://www.ost.ch/de/forschung-und-dienstleistungen/technik/erneuerbare-energien-und-umwelttechnik/spf-institut-fuer-solartechnik/artikel/0616-alpine-photovoltaik>



Die zusätzlichen 40 TWh Strom können mit Photovoltaik produziert werden. Das erfordert grosse Anstrengungen von zahlreichen Seiten. Aber es ist machbar!

Solarkraftwerk Kronberg



Windpark Gütsch ob Andermatt

Quelle: <https://www.ew-ursern.ch/energie/windenergie/>

- Zurzeit: Weniger als 1% des Schweizer Stroms stammt aus Windkraft
- **28 Ausbauprojekte** sind angedacht oder in Planung
- Zusätzliche Stromproduktion der 28 Projekte: **über 1 TWh pro Jahr**
- Von der ersten Projektidee, bis eine Windkraftanlage in der Schweiz ans Netz geht, dauert es, hauptsächlich aufgrund zahlreicher Einsprachen, durchschnittlich **20 Jahre**



Visualisierung: Windparkprojekt Mollendruz

Quelle: <https://www.paysage-libre.ch/de/windenergie/visualisierungen/>

- Ein Ausbau der Windkraftwerke könnte einen Beitrag zur **Deckung der Winterstromlücke** leisten
- Windkraftprojekte sind in der Schweiz mit sehr viel “Gegenwind” konfrontiert
- **Jedes Windrad leistet einen Beitrag an die Umsetzung der Energiestrategie 2050.**

Ausbaupotenzial Biomasse

Biomasse ist vor allem für Heizwärme sehr beliebt

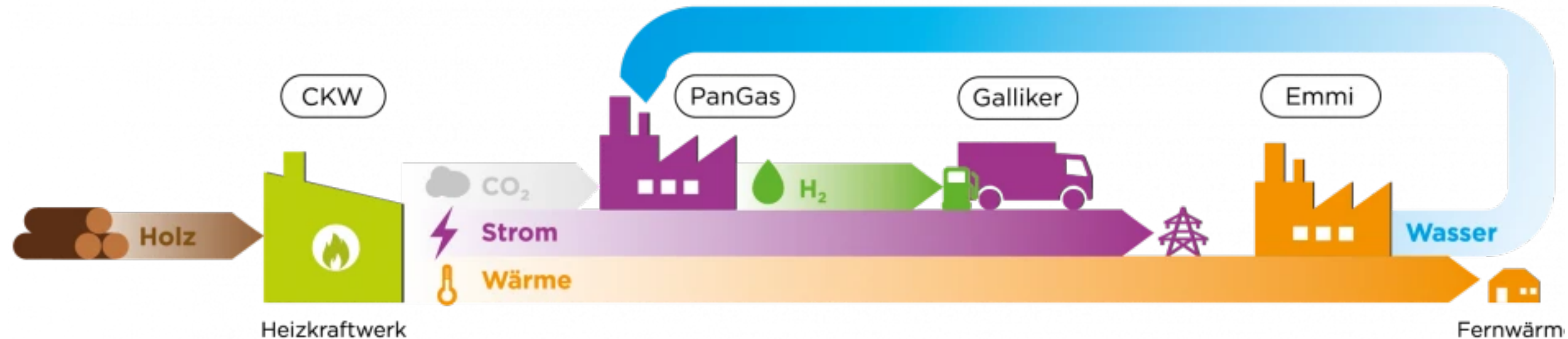


Biomassekraftwerk Otelfingen

Quelle: <https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/abfall-rohstoffe/abfaelle/abfallanlagen/biomassekraftwerke.html>

- Zurzeit: Rund 3% des Schweizer Stroms stammen aus Biomasse
- **3 grössere Ausbauprojekte** sind angedacht oder in Planung
- Zusätzliche Stromproduktion der 3 Projekte: **über 113 GWh pro Jahr**
- **Langfristiges Potenzial für Strom aus Biomasse: 4 TWh**
- Etwas anders sieht es beim **Endenergieverbrauch** aus: 230 TWh z.B. zum **Heizen**, vor allem aus KVA, Holzheizkraftwerken, Biogasanlagen und ARAs

Biomasse leistet einen wichtigen Beitrag in der Gesamtenergiebetrachtung, aber weniger für die reine Stromproduktion.



Projekt Energie-Ökosystem Dagmersellen, mit Heizkraftwerk

Quelle: <https://www.ckw.ch/ueber-ckw/unternehmen/unsere-kraftwerke/energie-oekosystem-dagmersellen>

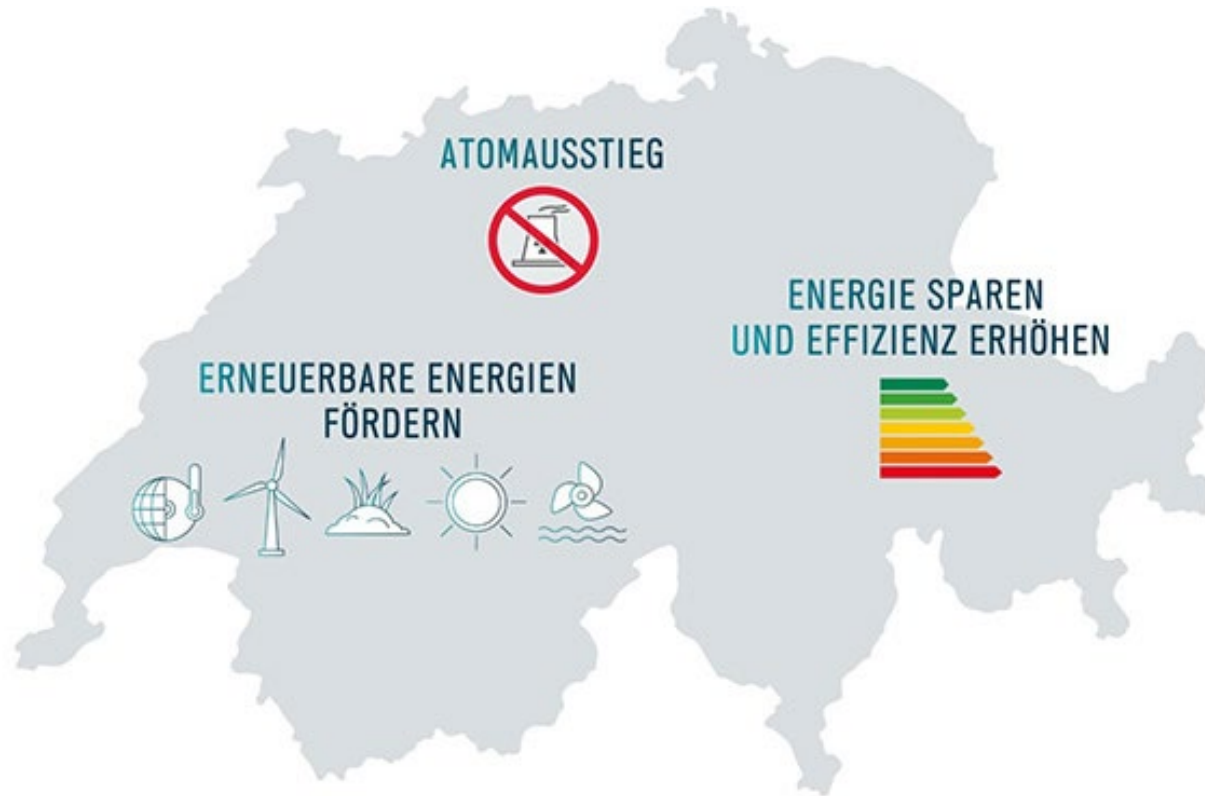


Ehemaliges Geothermieprojekt St.Gallen

Foto: sgsW/Stadt St.Gallen

- **Geothermie = Erdwärme**
- Tiefe, mitteltiefe und untiefe Geothermie dienen vor allem der **Wärmegewinnung** für Gebäudewärme und Industrieprozesse
- Das nutzbare Potenzial für **Heiz- und Prozesswärme** beträgt rund **17 TWh/Jahr**, bzw. Rund 25% des geschätzten Schweizer Wärmebedarfs im 2050
- Sehr **geringe Bedeutung** in der zukünftigen **Schweizer Stromproduktion**, aber **grosses Potenzial für Wärme und Kälte**

Zusammenfassendes Fazit: Das Potenzial ist vorhanden. Die Strombranche will bauen. – Aber sie muss auch dürfen!



Energiestrategie 2050

Quelle: <https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/uvek/abstimmungen/abstimmung-zum-energiegesetz.html>

- Es gibt **genügend Potenzial**, damit die Ziele der **Energiestrategie 2050**, bei steigender Elektrifizierung, erreicht werden können.
- Die **Technologien existieren**.
- **Zahlreiche Projekte** sind vorhanden, laufend entstehen weitere.
- Die **Energiebranche will bauen**.
- Es braucht **breiten Konsens** in der Schweiz, damit die Rahmenbedingungen zur Umsetzung geschaffen werden (Stichwort: **Mantelerlass** und die daraus folgenden Ausführungsbestimmungen).

Wir können es schaffen!



Und wenn vorübergehend nichts mehr geht? Gastvortrag OSTRAL



OSTRAL

OSTRAL - die Organisation für
Stromversorgung in ausserordentlichen
Lagen

Aktuelle Funktionen

- Geschäftsführer Primeo Netz AG
- Mitglied der Geschäftsleitung Primeo Energie
- Präsident OSTRAL

Ausbildung

Dr. sc. techn., dipl. El.-Ing. ETH



Danke für Ihr Interesse

Nadja.germann@strom.ch

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
Hintere Bahnhofstrasse 10, 5000 Aarau

