

Kurs Frühjahr 2024

«Energiewende mit Versorgungssicherheit und Klimabeitrag»

Kurs 5: Zubau Erneuerbare Energien – Energieeffizienz

Dr. Ruedi Meier
Präsident energie-wende-ja
Dr. oec.publ./Raumplaner ETH-Z
Bürglenstrasse 35, 3006 Bern

Stand: 11. April 2024

Feedbacks an:

ruedimeier@bluewin.ch

Mehr Infos: www.energie-wende-ja.com www.ruedimeier.ch



Mitwirkung Redaktion:

Mark Wyler

Dr. oec. HSG

Welleitenstrasse 23, 5023 Biberstein

ÜBERSICHT – INHALT: Energiewende mit Versorgungssicherheit und Klimabeitrag

Kurs 1: Überblick zum Thema «Energiewende mit Versorgungssicherheit und Klimabeitrag»:

Ausmass und Auswirkungen Klimakrise, Meccano der Energiewende, Pariser Abkommen, Schweiz Energieverbrauch, Treibhausgasemissionen, Klimaziele Schweiz, Versorgungssicherheit im Winter.

Kurs 2: Gebäude - Quartiere – Siedlungen: Fakten CH-Gebäudepark: Bestand, Wachstum, Wertschöpfung, Energieverbrauch, CO₂-Emissionen. Heizungsersatz. Effizienz-, Produktions-Potentiale. Leitbilder: Energie-Hub, Plusenergie-Gebäude-Areale, MuKE, GEAK, Minergie, SNBS, . Konkretes Nutzerverhalten. Graue Energie, Digitalisierung. Wirtschaftlichkeit von Energiemassnahmen: EnergetischWirtschaftlichInvestieren - EnWI. Vorgehen, Erfolge für einen CO₂-freien CH-Gebäudepark. Fazit: Leitbild Energie-Hub, Plusenergie-Gebäude- Areale definieren, umsetzen.

Kurs 3: Mobilität, Flugverkehr: Strategische Grundlagen: Verkehrsperspektiven Bund 2019: 4 Szenarien – Ziel Nachhaltigkeit Probleme Worst Case Szenarien – Nachhaltige Lösungen: Nutzen für Gesellschaft, Umwelt. Gesamtenergieverbrauch, Anteil Verkehr (2022). Aktionsfelder: Dekarbonisierung, Effizienz dank finanzieller Anreize, Flächeneffizienter Verkehr fördern, Verkehr vermeiden, Infrastrukturausbau als ultimo ratio, Flugverkehr, Politische Akzeptanz schaffen, Laufende Gesetzesrevisionen nutzen.

Kurs 4: Wirtschaft/Internationale Entwicklungen, Politik.

4.1: Fakten CH-Wirtschaft-Klima. Potentiale Energie-, CO₂-Minderungen. Stand der Umsetzung. Massnahmen EnAW, Act. F&E im Bereich Energie/Klima. Rolle Wasserstoff/Methan. Innovationspolitik. Neue gesetzliche Grundlagen CO₂-Gesetz, Klimagesetz.

4.2 Internationale Perspektiven. Stand Umsetzung Pariser Abkommen: Prävention, Anpassungen. Finanzierungen, Ausgleichsfonds.

Kurs 5: Zubau Erneuerbare Energien: Stand CH-Energieversorgung, Energieperspektiven, Potentiale Wasserkraft, Sonne, Wind, Biomasse. Stand Ausbau, Entwicklungsdynamik. Rolle, Zukunft AKW in der Schweiz? Förderung: Förderansätze, Fördermittel. Speicher, Netze, Power-to-X. Axpo Rechner «PowerSwitcher».

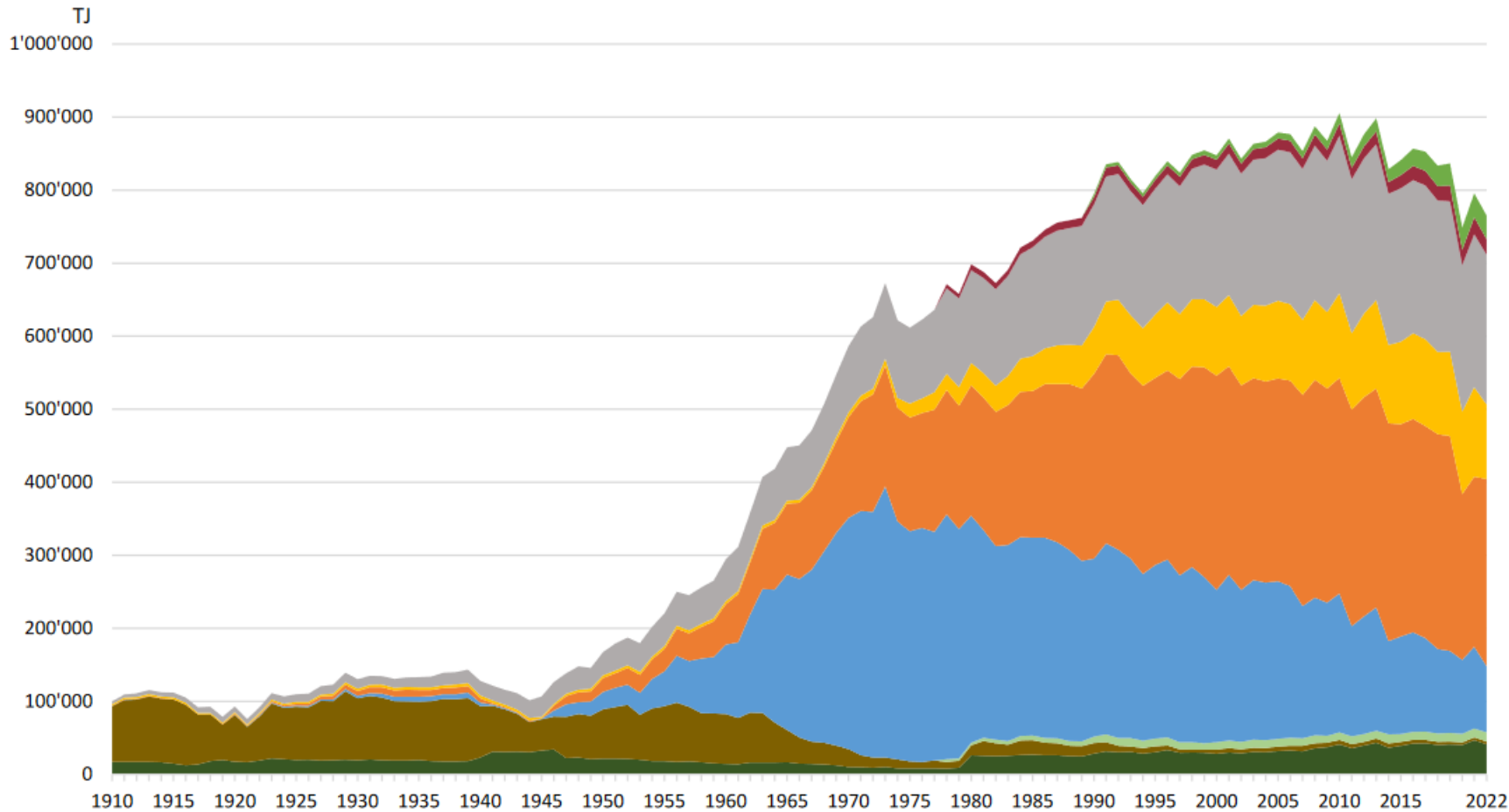
Inhalt

1. Energiewende: Gesamtenergieverbrauch 1910-2021. CH-Versorgungsplan. Stand Erneuerbare Energien. Zubau Strom.
2. CH-Wasserkraft: Wasserkraftanlagen bestehend. Neu: Runder Tisch 15 Projekte, weitere Projekte.
3. Zubau Fotovoltaik: Potential. Disruptiver Zubau. Flächenbedarf. Winterstromlücke/Power-to-X. Förderung. Solaroffensive. Solarpflicht.
4. CH-Windenergie: 30 TWh Potential Hoher Winterstromanteil. Windenergie/Nachbarländer/Schweiz. Ökobewertungen. Windexpress.
5. Biomasse: Potentiale
6. Netzzuschlag - Fördermittel. Verteilung Fördermittel. Offene Fragen.
7. Speicher. Arten, Funktionen. Kostenentwicklung.
8. Netze. Anforderungen, Arten der Netze. Netzmanagement: Intelligenz statt Kupfer.
9. Axpo Power-Switcher: Szenarien „Erneuerbar“ «Landschaft/AKW». Beurteilung.
10. Fazit

Entwicklung Energieverbrauch 1910-2022

Endverbrauch Total 2022: 765 PJ = 213 TWh.

57 TWh Strom (26 TWh Wasser + **21 TWh AKW** + 10 TWh Div. Strom) + **126 TWh fossil** + 30 TWh Holz, Abfälle, Fernwärme, etc.



Holz / Bois Kohle / Charbon Industrieabfälle / Déchets industriels Erdölbrennstoffe / Combustibles pétroliers Treibstoffe / Carburants Gas / Gaz Elektrizität / Electricité Fernwärme / Chaleur à distance Übrige erneuerbare Energien / Autres énergies renouvelables

Energiegesetz erfüllt!

Effizienz alleine reicht nicht!

Effizienz ⇒



Substitution:

- 21 TWh AKW
- 126 TWh Fossil



**53 TWh
Strom**

+ Lösung für graue Energie und Flugverkehr (120 TWh) im Ausland realisieren

Sinkende Gesamtenergienachfrage: Frohe Botschaft. Absoluter und pro Kopf-Verbrauch sinken trotz Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum

3.1.1 Endenergieverbrauch pro Person und Jahr

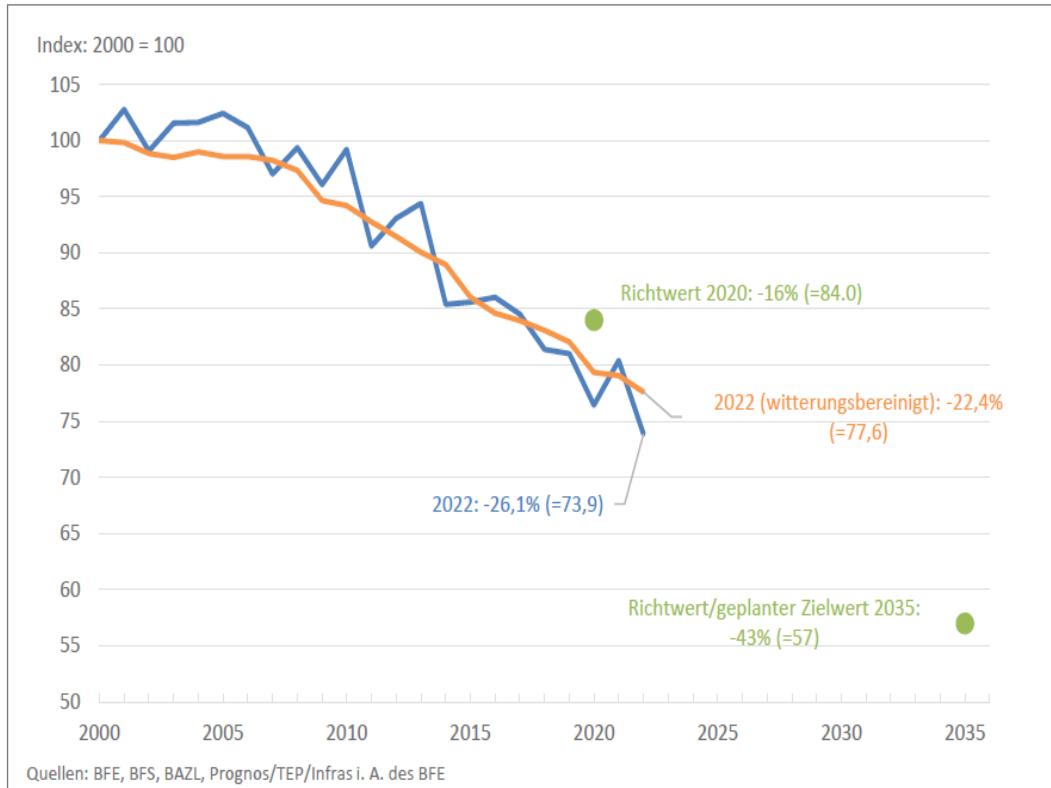


Abbildung 3: Entwicklung des Endenergieverbrauchs⁶ pro Kopf seit 2000 (indexiert)

Der Energiebereich hat sich vom Wirtschaftswachstum abgekoppelt:

- Der Endenergieverbrauch pro Kopf hat seit 2000 abgenommen, wie die Grafik zeigt.
- Der absolute Endenergieverbrauch hat 2000-2022 um 9,8% abgenommen, während die Bevölkerung in diesem Zeitraum um 22,2% zugenommen hat.
- Der mittlere Rückgang betrug in den letzten 10 Jahren rund 1,6 Prozent pro Jahr.

Bis 2035 soll der Endenergieverbrauchs pro Kopf gegenüber dem Jahr 2000 um 43 Prozent abnehmen. Die Abbildung links zeigt, dass Effizienzsteigerung gemäss gesetzlichen Vorgaben auf Kurs ist.

Analyse Endenergieverbrauchsrückgang für die Zeit von 2000 bis 2022:

- **Verbrauchstreibend** wirkten **Mengeneffekte**; dazu werden alle «reinen» Wachstumseffekte gezählt wie die erhöhte Wirtschaftsleistung (exkl. Struktureffekte), Bevölkerung, Energiebezugsflächen und Motorfahrzeugbestand.
- **Verbrauchsmindernde Effekte: Politische Massnahmen** und der **technologische Fortschritt**.
Zusätzlich wirkten **Substitutionseffekte**, welche durch den Wechsel zwischen Energieträgern entstehen. Dazu gehören der Ersatz von **Heizöl mit Erdgas** und zunehmend mit **Fernwärme, Umgebungswärme (Nutzung mit Wärmepumpen)** und Holz sowie die Substitution von **Benzin mit Diesel** und der Anstieg der **eMobilität**.

Versorgungsplan CH 2022: 213 TWh = 26 Wasser + 21 AKW + 126 Fossil + 10 DivS + 9 ÜEE + 21 DivE ★

Strombedarf für Abschaltung AKW und Dekarbonisierung: 21 + 32* = 53 TWh

- **Annahme:** Gesamtenergienachfrage konstant (Wachstum durch Effizienz)
- **Ersetzen:** 21 TWh AKW (1:1) = 21 TWh Strom. 126 TWh Fossil (4:1) = 32 TWh Strom: **Total 53 TWh**
- Energie-Effizienz noch weiter steigern !

Möglicher Zubau TWh p.a. (abrufbar nach rollender Bedarfsprognose)	2024 - 2035	2024 - 2050
Wasserkraft: Runder Tisch (+13 Stausee-Erhöhungen, neu Trift, Gorner)	2	3
Photovoltaik: Alle Kategorien (Fläche total 150-250 km ²)	35	40 - 45
Windkraft: Anzahl Total 300-600 Windrädli	3	6
Biomasse ⇒ Methan	2	4
Power to X: Inlandproduktion (Sommerüberschuss ⇒ Winterlücke)	3	8
Total möglicher Zubau an erneuerbaren Energien	45 Manko = 9	61 – 66 Reserve=8-13

Energiewende mit Erneuerbaren Energien und Versorgungssicherheit ist machbar!

★ DivS = Strom aus Import, Thermische Kraftwerke, PV, Biomasse, Wind
 ÜEE = Energie aus Umweltwärme, Sonnenkollektoren, BioQuellen
 DivE = Energie aus Holz + Abfällen + Fernwärme

* Faktor 4: Effizienzvorteil der Elektromotoren in E-Autos und Wärmepumpen

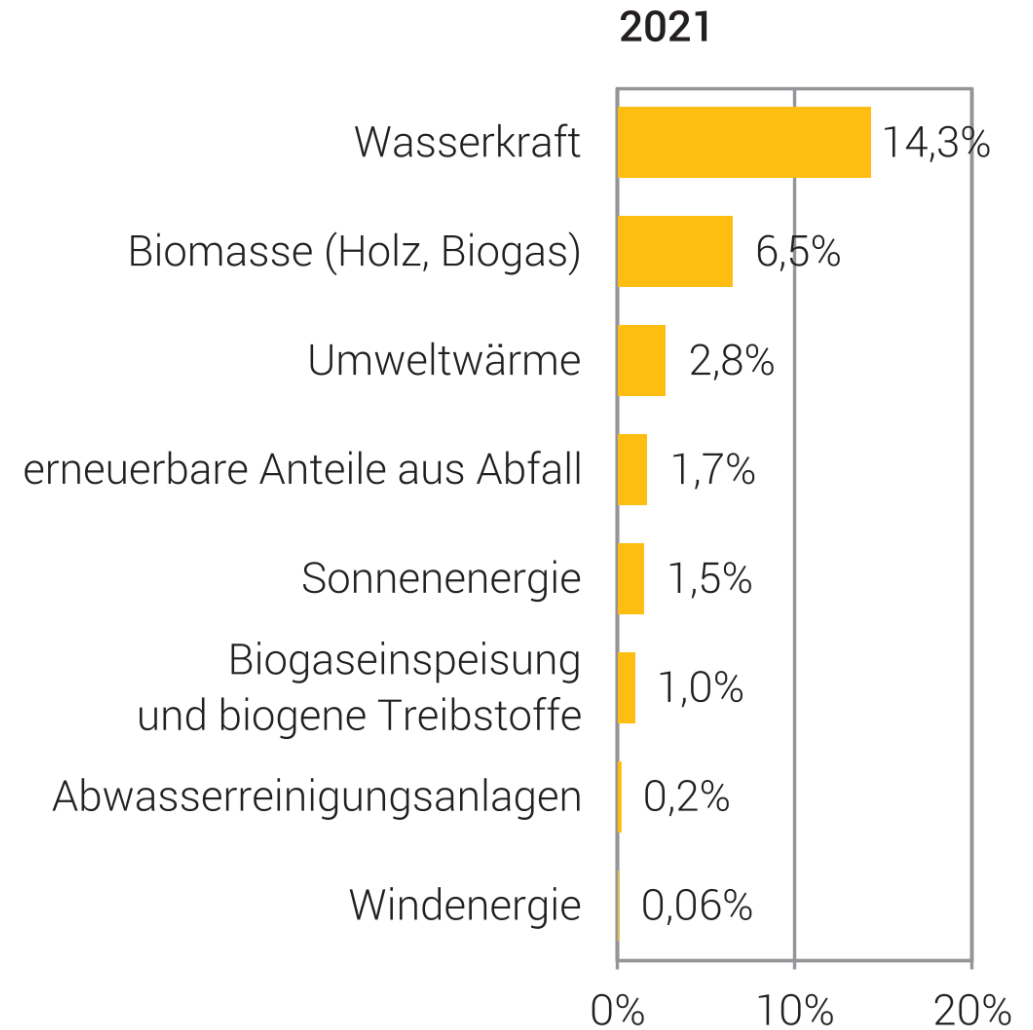
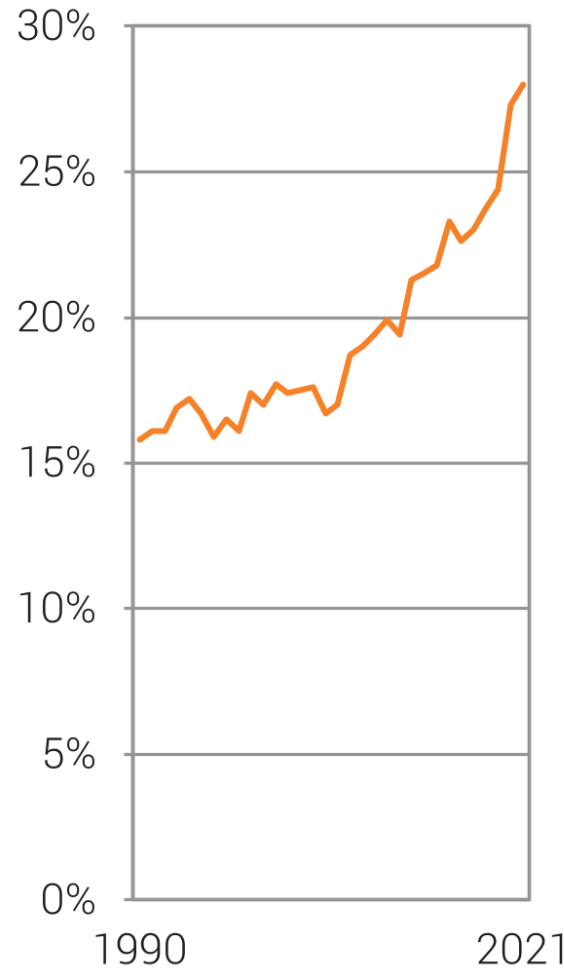
Ausgangslage: Erneuerbare Energien CH

Heute ca. 30%



100 Prozent!

Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch

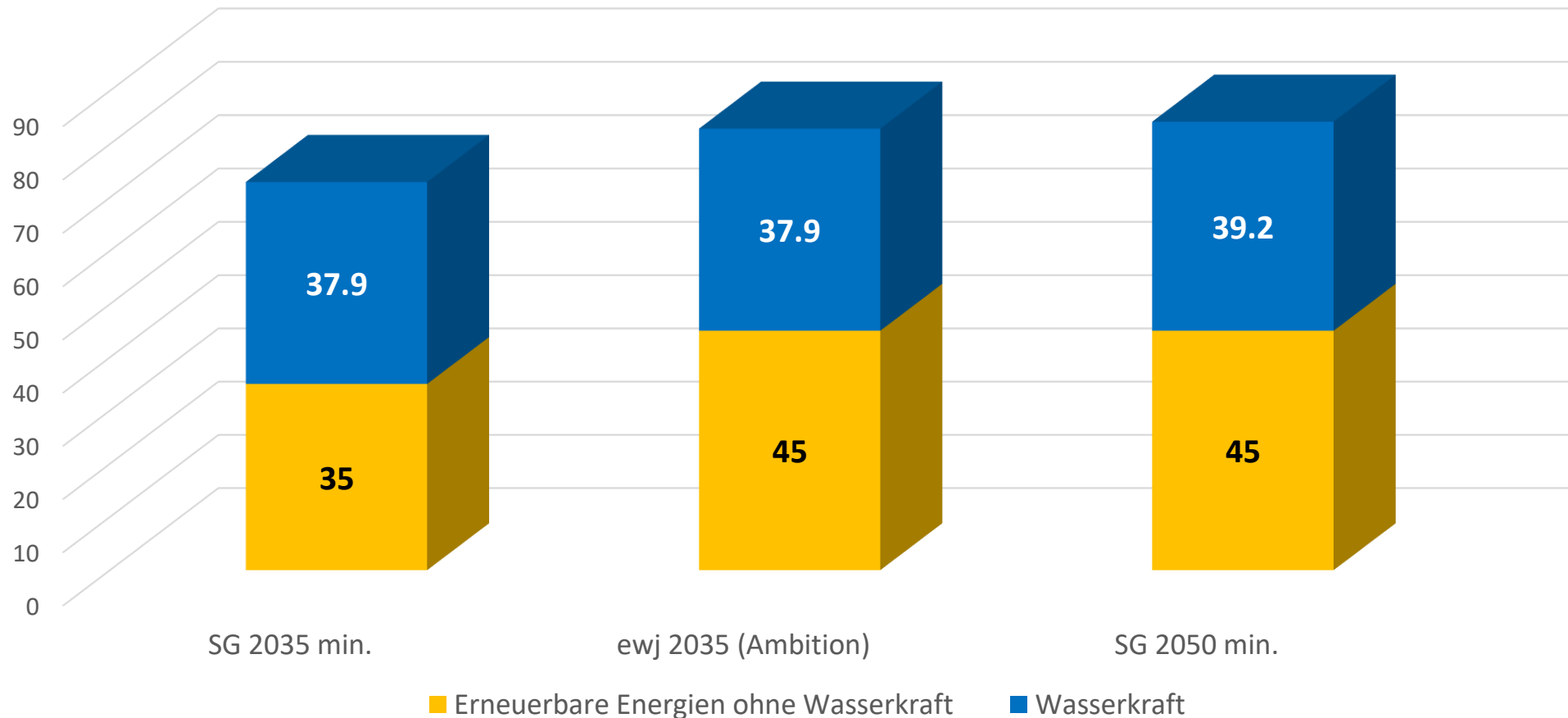


Quelle: BFE – Statistik der erneuerbaren Energien

© BFS 2022

Stromproduktion aus Erneuerbaren bis 2035 bzw. 2050 gemäss Stromgesetz (SG): Mindestanforderungen (min.) bzw. Ambition energie-wende-ja

Ziele für die Nettoproduktion 2035 / 2050 nach Erzeugungsart (TWh/a)

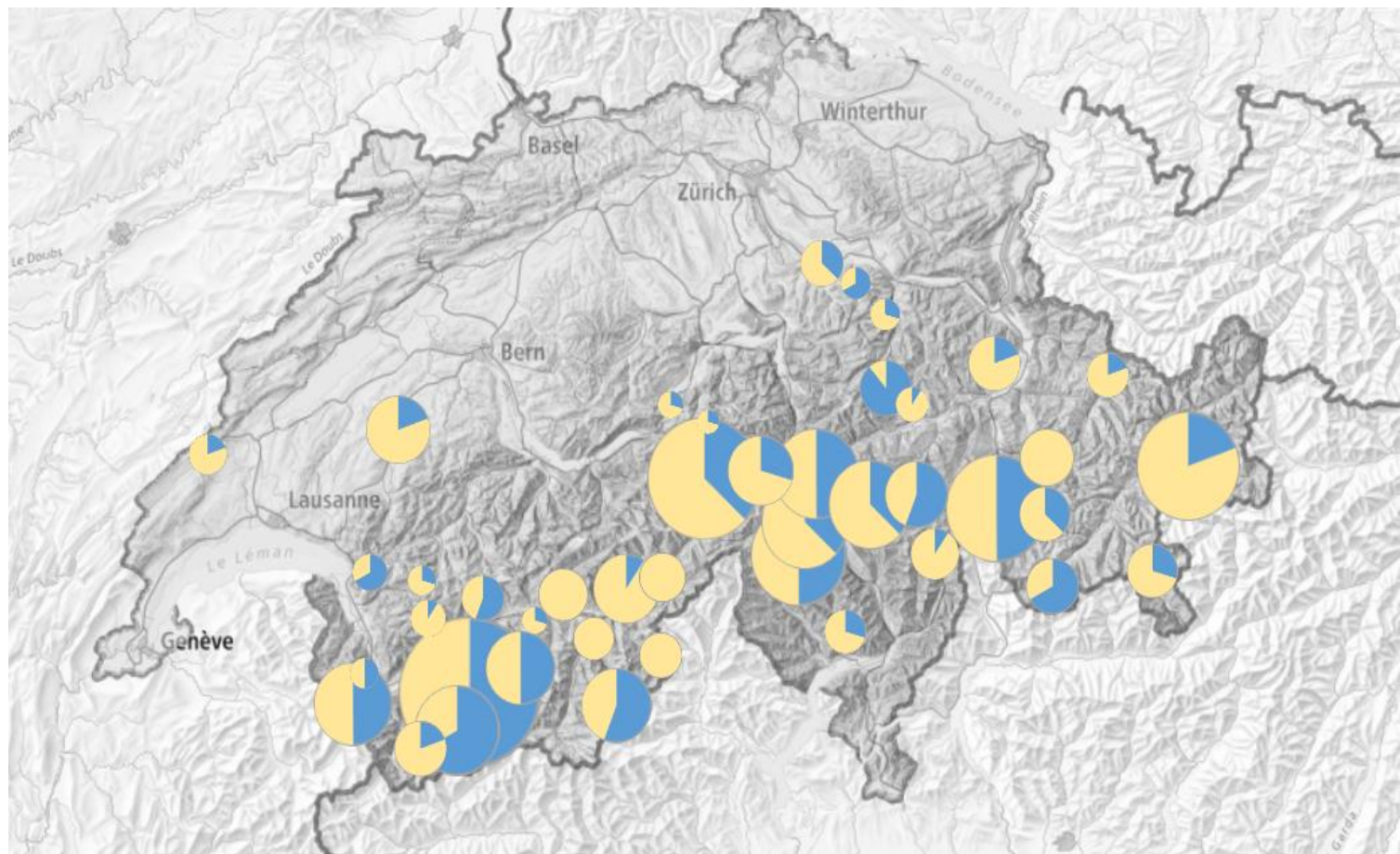
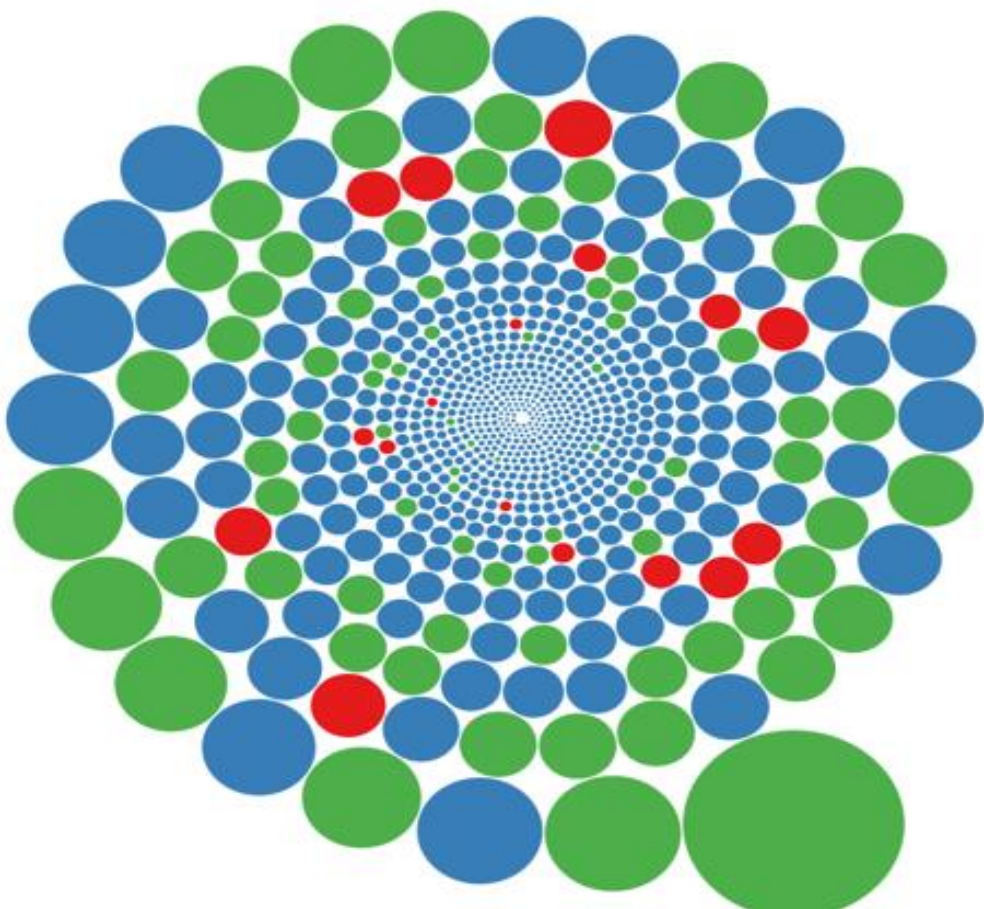


CH-Wasserkraft: 58 % Strom. 693 Anlagen > 300 kW Leistung

Energieproduktion Total 2022: 37'260 GWh (21: 37'172 GWh). **Zentrale Speicherseen: 8.86 TWh**
= ¼ CH-Stromproduktion Wasserkraft bzw. 14 % Stromverbrauch CH ⇒ ca. **50 Tage Stromverbrauch**

Grafik links: Kreis = 1 Wasserkraftanlage, Grösse = jährlichen Stromproduktion.

Grafik rechts: blau= Speicherbarer Anteil je Anlage



● Laufkraftwerk ● Speicherkraftwerk ● Pumpspeicherkraftwerk

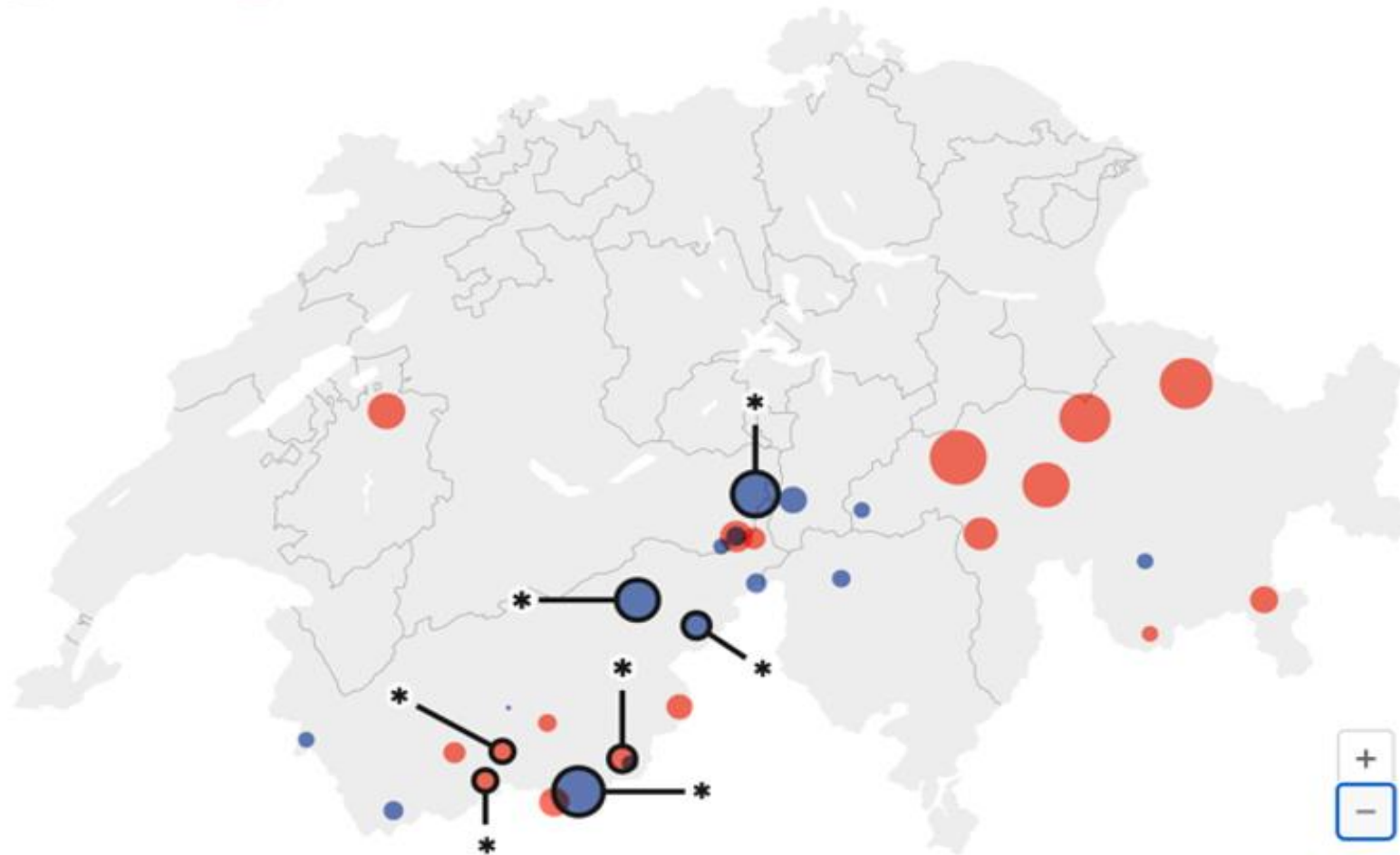
Zubau Wasserkraft 2022:

12 Projekte.
Plus 97 GWh.

Weitere
Planungen:
Runder Tisch
15 Projekte:
2 TWh/Winter.

Weitere Projekte?

* neue Stau- und Speicherseen
Kreisgröße: Jährliche Stromproduktion*
Rentabilität: ↘ tief, → mittel, ↗ hoch
■ auf der 15er-Liste ■ 17 weitere Projekte



***jährliche Stromproduktion:**
zusätzliche Produktion von Strom über das ganze Jahr
Detailangaben Winter- beziehungsweise Sommerproduktion:
Oft muss im Sommer weniger produziert werden, damit im Winter mehr Strom zur Verfügung steht.
Schwall-Sunk-Ausleitkraftwerke gleichen die Schwankungen der Flusspegel aus, die durch die Stromproduktion entstehen. Sie führen zugleich zu längeren Restwasserstrecken.

Grafik: Andrea Klaiber und Anne Seeger | Text: Catherine Duttweiler • Quelle: Beobachter • Erstellt mit [Datawrapper](#)

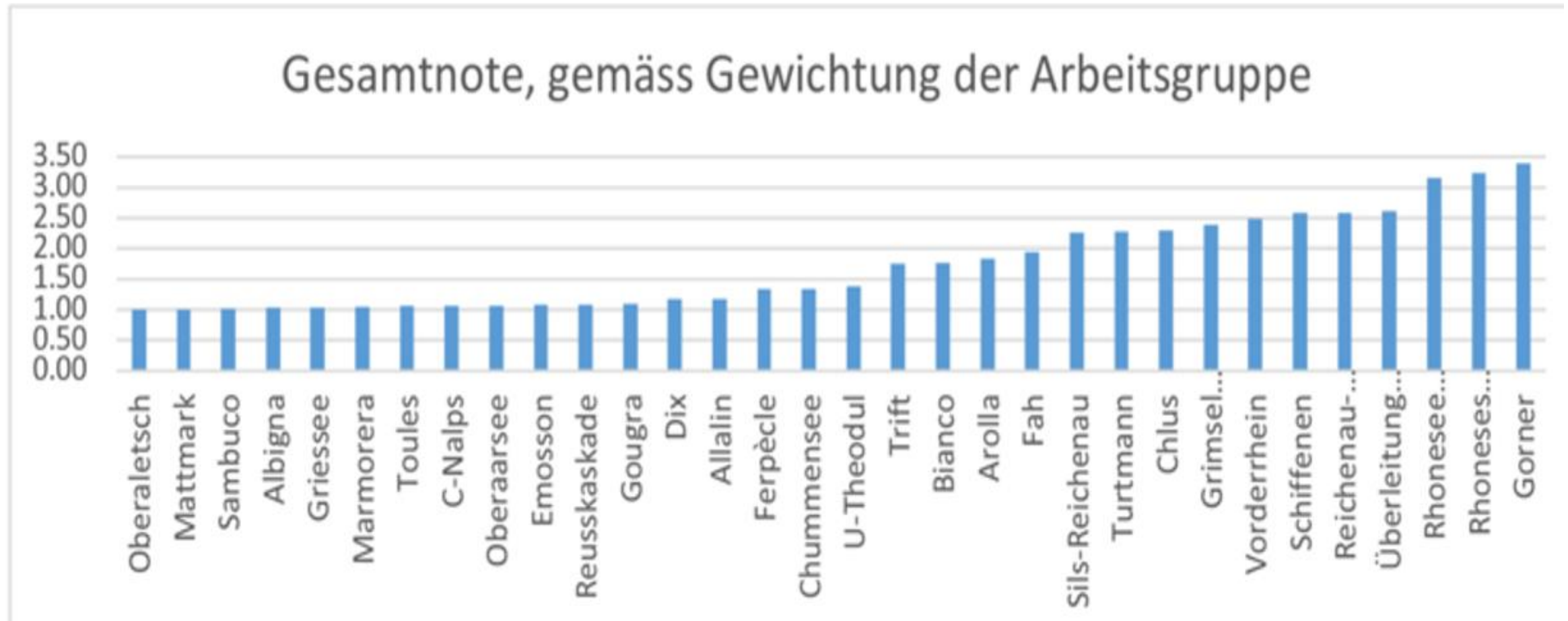
Exkurs: 15 Projekte „Runder Tisch“

Weitere
Projekte

Projekt	Kanton	Winterproduktion	Energie	Umwelt	Eingriff	15Projekte
Lac des Dix	VS	250	2.3	1.2	4.7	
Gorner	VS	650	4.4	3.4	5.2	x
Trift	BE	215	2.5	1.7	8.1	x
Chummensee	VS	165	2.5	1.3	8.1	x
Gougra	VS	120	2.3	1.1	9.1	x
Grimsensee,	BE	240	2.2	2.4	10.0	x
Curnera-Nalps	GR	99	1.7	1.1	10.8	x
Reusskaskade	UR	96	1.7	1.1	11.2	x
Rhonesee-Grimsel (Basis)	VS/BE	240	3.0	3.1	13.1	
Rhonesee-Grimsel (Gletsch)	VS	240	2.2	3.2	13.5	
Mattmarksee	VS	65	1.6	1.0	15.5	x
Oberaarsee	BE	65	1.9	1.1	16.5	x
Ferpècle	VS	80	1.7	1.3	16.7	
Turtmangletscher	VS	123	1.8	2.3	18.5	
Lac d'Emosson	VS	57.5	1.8	1.1	18.7	x
Lai da Marmorera	GR	55	1.8	1.0	18.9	x
Oberaletsch Speicher	VS	50	2.2	1.0	20.0	x
Lac des Toules	VS	53	2.1	1.1	20.1	x
Haut Glacier d'Arolla	VS	90	2.2	1.8	20.3	
Lago del Sambuco	TI	45.8	1.8	1.0	22.1	x
Griessee	VS	46	2.1	1.0	22.6	x
Allalingletscher	VS	50	2.1	1.2	23.5	
Lago da l'Albignia	GR	36.3	1.8	1.0	28.2	
EES+ / Fah	VS	40	1.8	1.9	48.7	
Reichenau-Mastrils	GR	52.8	1.7	2.6	49.0	
Sils-Rothenbrunnen-Reichenau	GR	43.2	1.7	2.3	52.4	
Überleitung Lugnez	GR	42.5	1.9	2.6	61.5	
Lago Bianco	GR	28	1.8	1.8	62.8	
Vorderrhein	GR	35	1.7	2.5	70.9	
Chlus	GR	8	1.9	2.3	287.3	
Schiffenen Murten	FR	4	2.0	2.6	645.9	
Untertheodulgletscher	VS	0	1.7	1.4	-	

15 Projekte „Runder Tisch“ – Weitere – Bewertung? – Restwasser?

Fachliches Ergebnis der Arbeitsgruppe



Potenzielle Sonne, Wind: 157 – 167 TWh



2.5 x Stromkonsum 2022

Solar ca. 127 – 137 TWh.

Quelle: Prof. Bucher, HFB



Photovoltaik-Anlagen und ihr Potenzial in der Schweiz

Dächer 50 TWh pro Jahr

Fassaden 17 TWh pro Jahr

Infrastruktur 9-11 TWh pro Jahr

Alpin 41 TWh pro Jahr

Agri-PV 10-18 TWh pro Jahr

58 TWh Stromverbrauch CH 2021

Verkürzte Darstellung aus „Photovoltaik-Potenziale der Schweiz“ Eine Einordnung von Prof. Dr. Christof Bucher (Berni Fachhochschule)

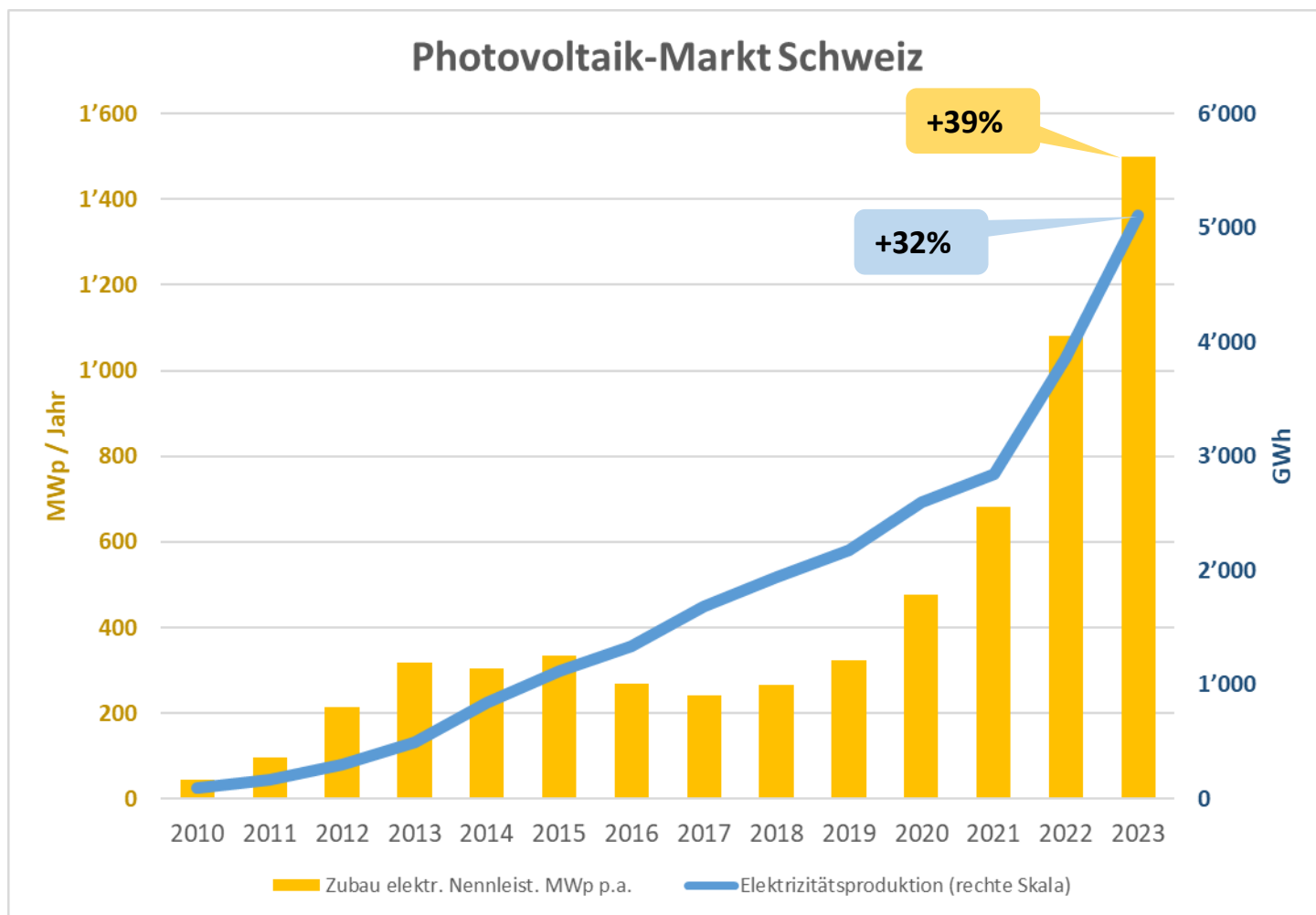
Windenergiepotential 30 TWh

Kantone, Summe Schweiz. Quelle: BFE

Basel-Stadt	0 (keine WEA platziert)
Bern	7'030
Freiburg	1'803
Wallis	632
Waadt	5'929
Zug	189
Zürich	883
Summe Schweiz	29'456 (= 29.5 TWh/a)

Photovoltaik Markt Schweiz: 2010 - 2023

➔ Disruptive Entwicklung!



Zubauraten wachsen exponentiell!

2020:	+ 475 MWp	+ 46%
2021:	+ 682 MWp	+ 43%
2022:	+ 1'081 MWp	+ 59%
2023:	+ 1'500 MWp	+ 39%

Total installierte Nennleistung

Stand Ende 2023: 6'237 MWp

Damit wird 2024 ca. 10% des Schweizer Jahresverbrauchs mit Solarstrom geliefert!

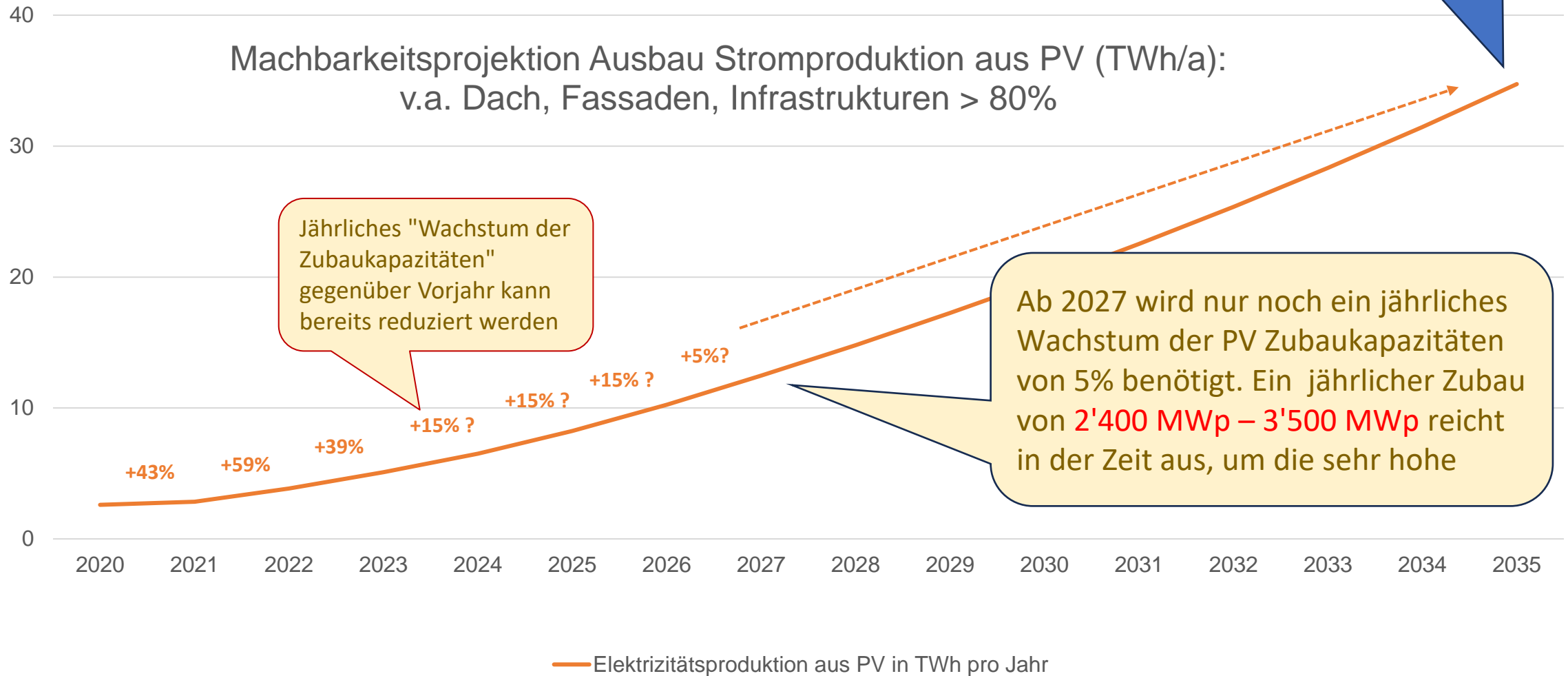
BFE, ElCom, SwissGrid gehen von zu tiefem Stand und zu geringem Wachstum aus.

Fehlplanung Gaskraftwerke !

Szenario erneuerbare Energie bis 2035

Ausreichende Stromproduktion aus PV ist machbar

2035 können
35 TWh erzeugt
werden



Variante Zubau PV +35 TWh/a bis 2035: Total ca. 155 km²

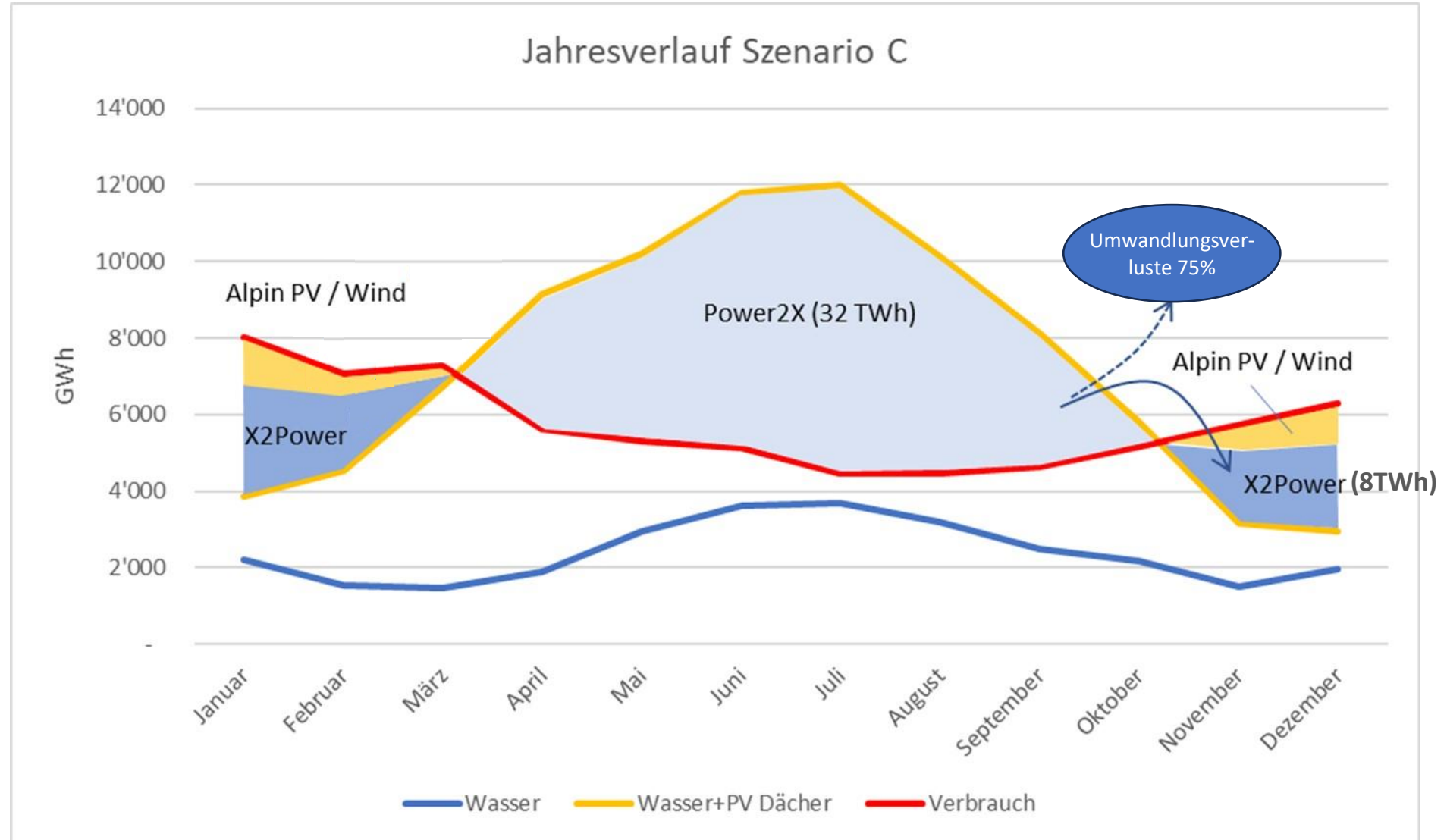
Zubaumodell für 35 TWh/a PV (Meier/Ott, Bern/Baden 2019)

Zubaumodell <u>ohne Batterien</u> Kategorie	Fläche km ²	Produktion Sommer TWh	Produktion Winter TWh	Produktion Jahr 2035 TWh/a	Investition PV bis 2035 Mio. CHF	Subvention bis 2035 Mio. CHF	Investition Batterie bis 2035 Mio. CHF	Ertrag-Aufwand 2035; ohne Subv. 3% Zins, 1% B&U Mio. CHF	Ertrag-Aufwand 2035; mit Subv. 3% Zins, 1% B&U Mio. CHF
EFH	25.9	3.7	1.5	5.2	10'132	1'520	0	-97	-8
MFH	42.8	6.2	2.4	8.6	11'407	1'711	0	151	251
Ind./Gewerbe	14.4	2.1	0.8	2.9	3'838	576	0	82	116
Dienstleistung	20.4	2.9	1.1	4.1	5'437	816	0	165	213
Landwirtschaft	7.2	1.0	0.4	1.4	1'919	288	0	15	32
Infrastr./Verkehr	5.0	0.7	0.3	1.0	1'777	267	0	-32	-17
LW & Freifl.	5.0	0.7	0.3	1.0	1'599	240	0	-22	-8
Freifl. Alpin	27.5	5.0	5.0	9.9	8'795	1'319	0	279	356
Fassaden-PV	7.1	0.6	0.4	1.0	2'283	343	0	-21	-1
Total	155.4	22.9	12.1	35.0	47'186	7'078	0	520	933

Winterdefizit vermeiden: Sommerüberschüsse verwerten

Quelle: [David Zogg](#), NWFH, Brugg/Windisch. Szenario C.

- Aus dem PV-Überschuss der Sommermonate wird mittels P2X Verfahren Gas erzeugt, welches in saisonalen Speichern für die Winterperiode bereitgestellt wird
- Im Winter wird daraus wieder Elektrizität erzeugt
- Die Umwandlungsverluste belaufen sich aktuell noch auf 75%.



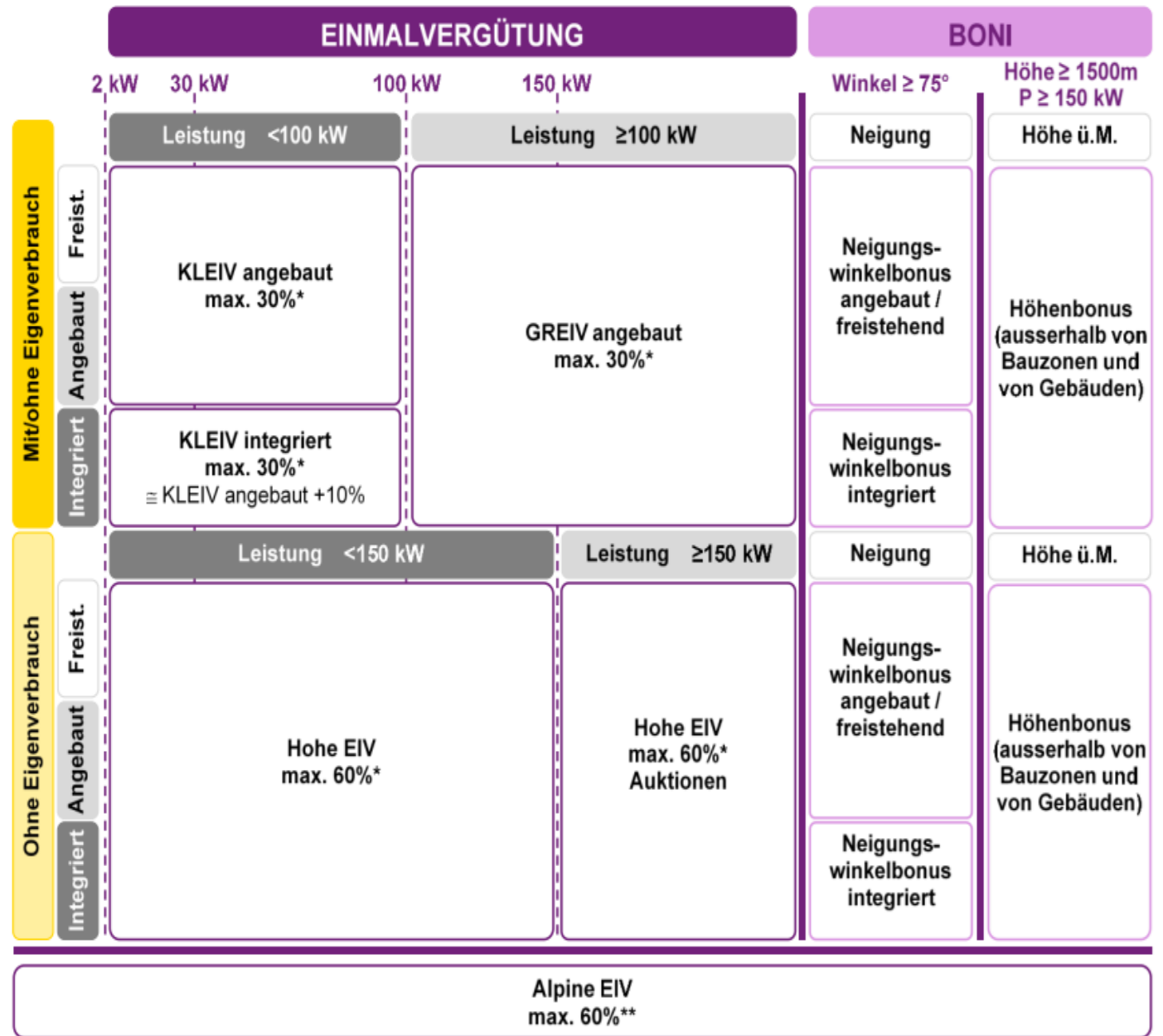
FÖRDERUNG

PHOTOVOLTAIKANLAGEN: EINMALVERGÜTUNG, BONI

Einmalvergütung (EIV):

Instrument Bundes
Förderung PV-Anlagen.
Leistung > 2 kW.

Boni: Erhöhung Betrag
Förderung.



* der Investitionskosten von Referenzanlagen

** der individuellen Investitionskosten

Pronovo: Förderagentur Bund. Beitrag? <https://pronovo.ch/de/services/tarifrechner/>

Basisdaten der Anlage

Leistung in kWp*	Datum Inbetriebnahme*	Art des Anlagenbaues*	Neigungswinkel ≥ 75 Grad	Höhenbonus ab 1500m	kein Eigenverbrauch
30.00	30.11.2023	Integriert	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Vergütungsdetails

Grundbeitrag	0.00
Leistungsbeitrag	13'500.00
Neigungswinkelbonus	7'500.00
Höhenbonus	0.00
Förderbeitrag (unverbindlich)	21'000.00 CHF

berechnen

Rendite?



Gelddruckmaschine!

Anlagekosten 30 kWp:

Kosten exkl. Förderbeitrag (21'000)

Steuerabzüge (SAZ) bis ca. 40 Prozent.

Investitionskosten bei 25% SAZ:

Annuität: 5 – 8 Prozent

Ertrag: 30'000 kWh x 0.20 CHF. **0.30 CHF?**

Gewinn bei 0.20 bzw. 0.30 CHF:

1'500 – 3'000 CHF/kWp:

18'000 - 51'750 CHF

900 - 4'140 CHF pro Jahr

6'000 CHF pro Jahr

5'100 - 1860 CHF pro Jahr

45'000 - 90'000 CHF

24'000 - 69'000 CHF

9'000 CHF

8'100 - 7'140 CHF

Solaroffensive Parlament 22/23

- Befristete Notfall-Sofortmassnahmen 4 Jahre
- Erleichterte Verfahren bis zu +2 TWh/Winter alpine PV
- Starke Förderung grosser alpiner PV (>10% Leistung Ende 25 in Betrieb)
 - Förderung Öl-/Gas-KW Birr (260 MW) / **illegal gemäss Bundesverwaltungsgericht**, WKK- und Notstromanlagen (1000 MW)
 - Finanzierung Rückhaltung Speicherreserve in März+ April
 - Pflicht Solarnutzung bei neuen Gebäuden >300 m² Grundfläche
- **Stand: ca. 100 Projekte**
- 3 Projekte Bewilligung eingereicht
- Einbezug lokale Bevölkerung zentral.

Exkurs: Solarpflicht bei Dachsanierungen ??? *Ausgang 2.4 Mio???*

30'000 Hausdächer pro Jahr saniert. Schätzungen Kurt Egger, a. NR Thurgau.

Ca. 5'000 Renovationen mit Installation Solarpanels

Ca. 5'000 Dächer ungeeignet

Solarpflicht Bestand bei Sanierungen:



20'000 – a 25 kWp im Durchschnitt - Solaranlagen zusätzlich.
Zusätzlich 500 Megawatt pro Jahr oder 0.5 TWh

in 10 Jahren bis 2035

Plus 5 TWh: 1/7 von 35 TWh

Solarpflicht i.O.

Dagobert Duck „Normalfall“



Es braucht alle Kategorien

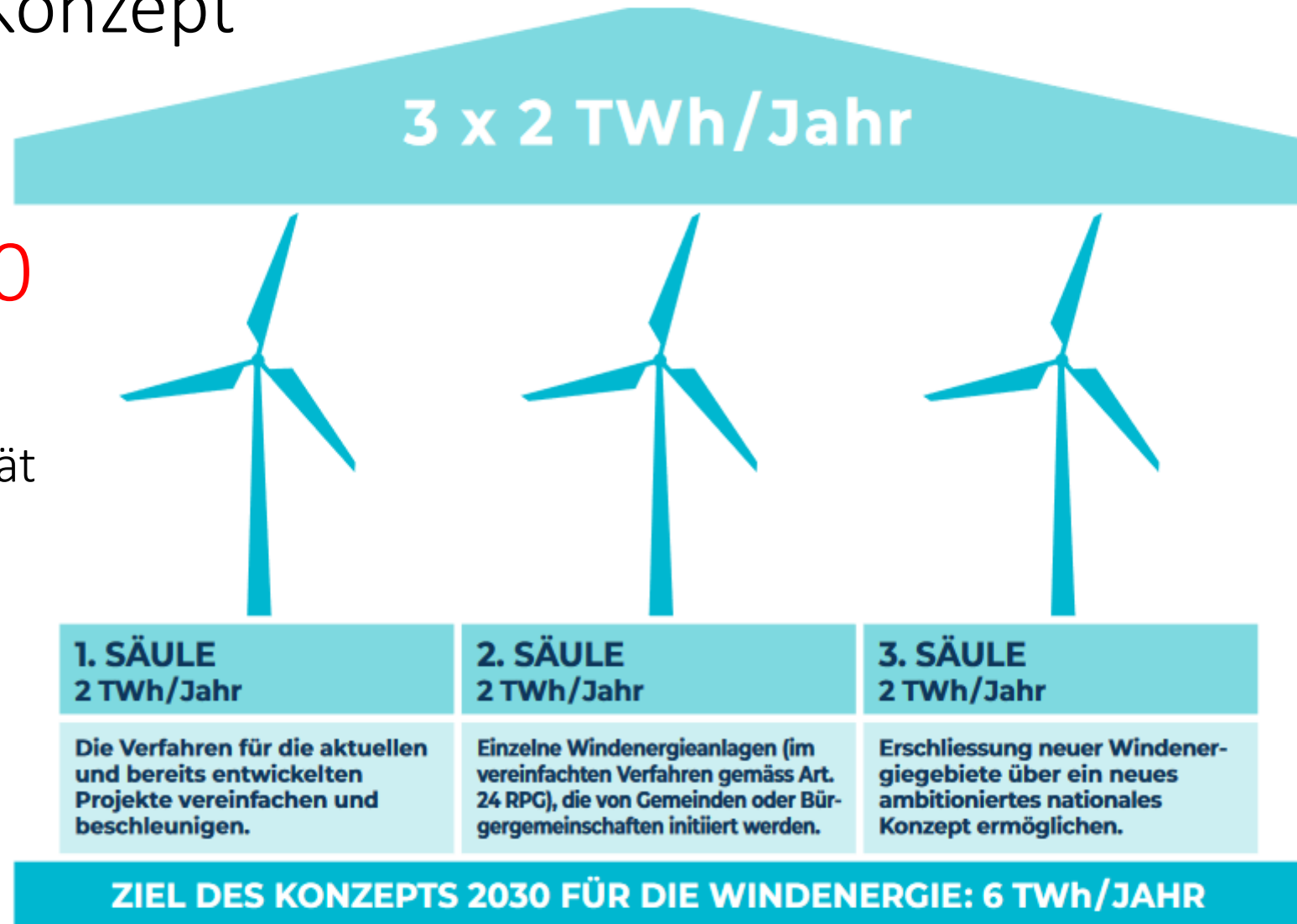
CH-Windenergie: ca. 30 TWh Suisse Eole: 3 Säulen Konzept

➔ **6 TWh bis 2030
ambitiös**

Hohe territoriale Komplementarität
der Winde:

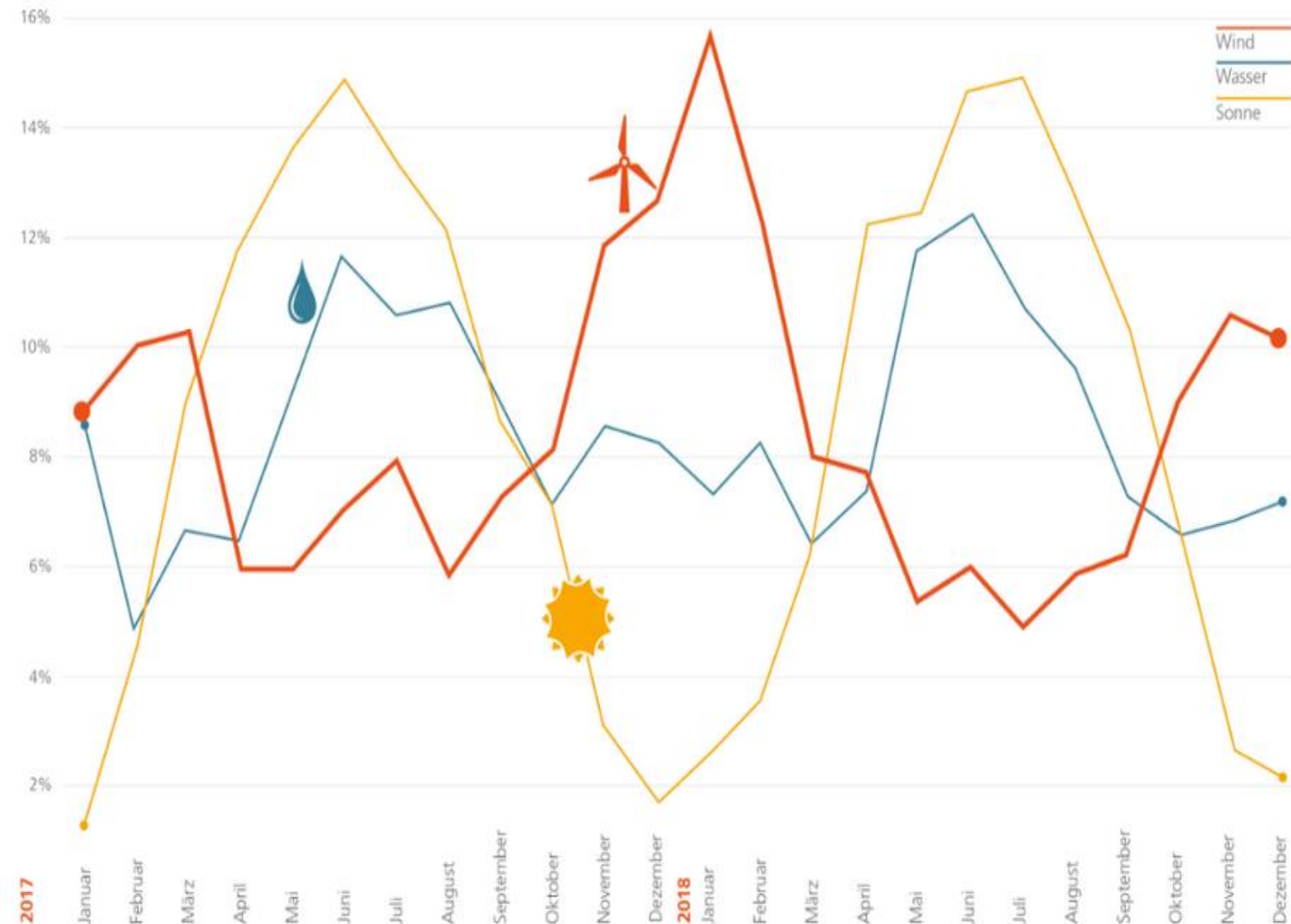
41 Windenergieanlagen Schweiz,
August 2022, zu 99% der Zeit
Windstrom.

➔ **Es bläst immer irgendwo!**

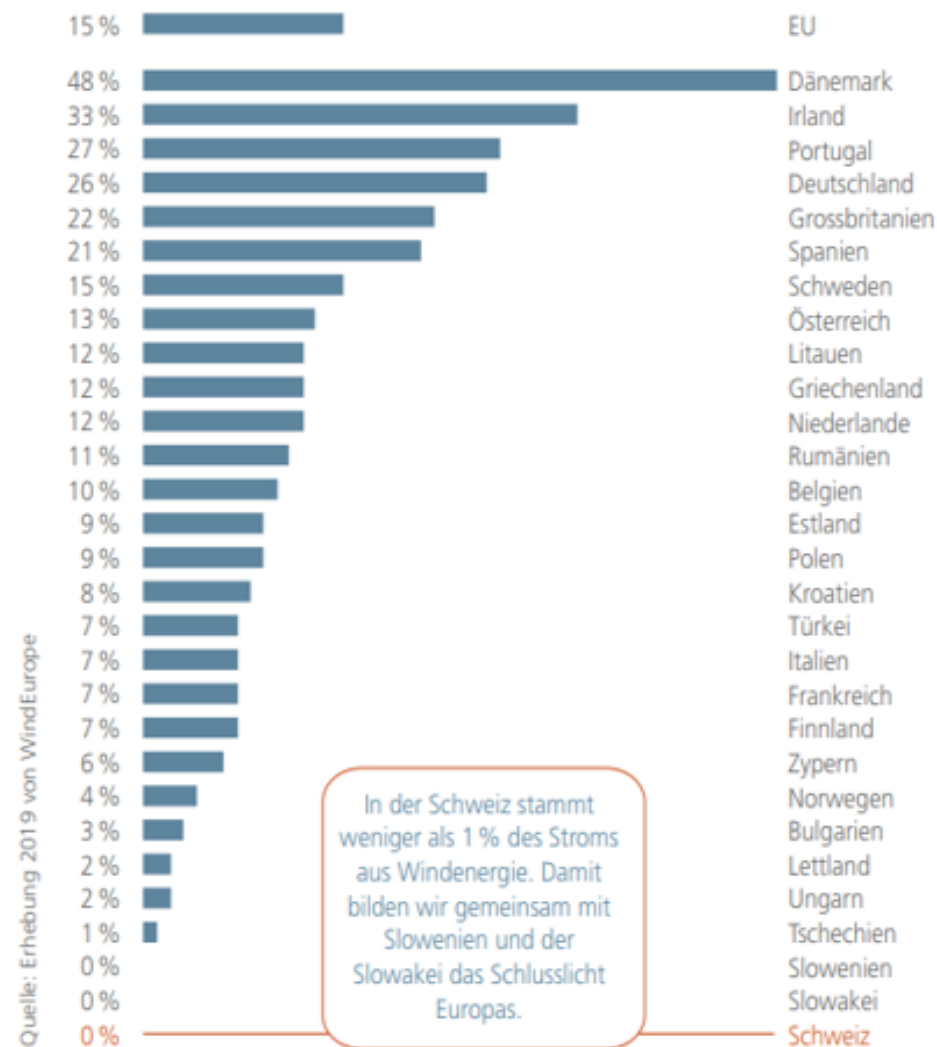


Windanlagen: 2/3 Winterstrom – Europa 15%

Stromproduktionsprofile Wasser-, Wind- und Solarkraft
Schweiz 2017–2018 (% der Jahresproduktion)



15 % Windstrom in Europa, 6 % weltweit –
Tendenz stark steigend



In der Schweiz stammt weniger als 1% des Stroms aus Windenergie. Damit bilden wir gemeinsam mit Slowenien und der Slowakei das Schlusslicht Europas.

Windenergie Nachbarländer

Wind **stoppt
nicht** an CH-Grenzen!
Nachbarregionen
> 7000 Anlagen
Schweiz: 47 (aktuell)

Zubau wie Ausland:
➡ Ziel erfüllt!

Quelle: SuisseEole



Windanlagen Zubau 6 TWh bis 2050: Anzahl und regionale Verteilung?

Annahmen Modellrechnung: 2000 Volllast-Stunden



Anzahl Anlagen

- 3 MW=6 GWh 1'000
- 6 MW=12 GWh 500
- 12 MW= 24 GWh 250
- 18 MW=36 GWh 166

Einschätzung Anlagenplanung gemäss SuisseEole:

- 1700 - 2000 Volllast-Stunden
- Nennleistung pro Anlage: 5-6 MW
- Anlagen Mittelland: pro Anlage 7-8 GWh
- Anlagen Jurahöhen: pro Anlage 10-11 GWh

Mischrechnung für

3 TWh → 300-350 Anlagen

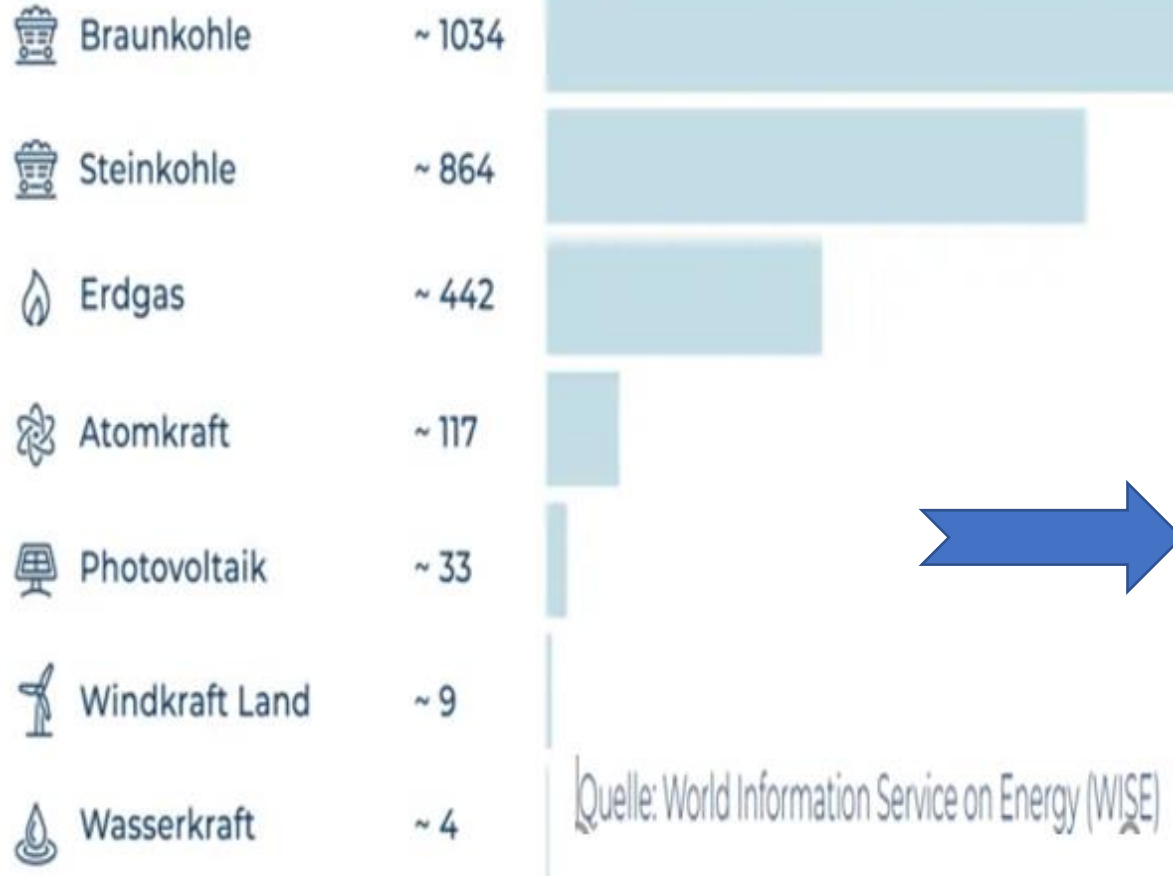
6 TWh → 600-700 Anlagen

Windenergieproduktion in Betrieb im Jahr 2030 (GWh / Jahr)

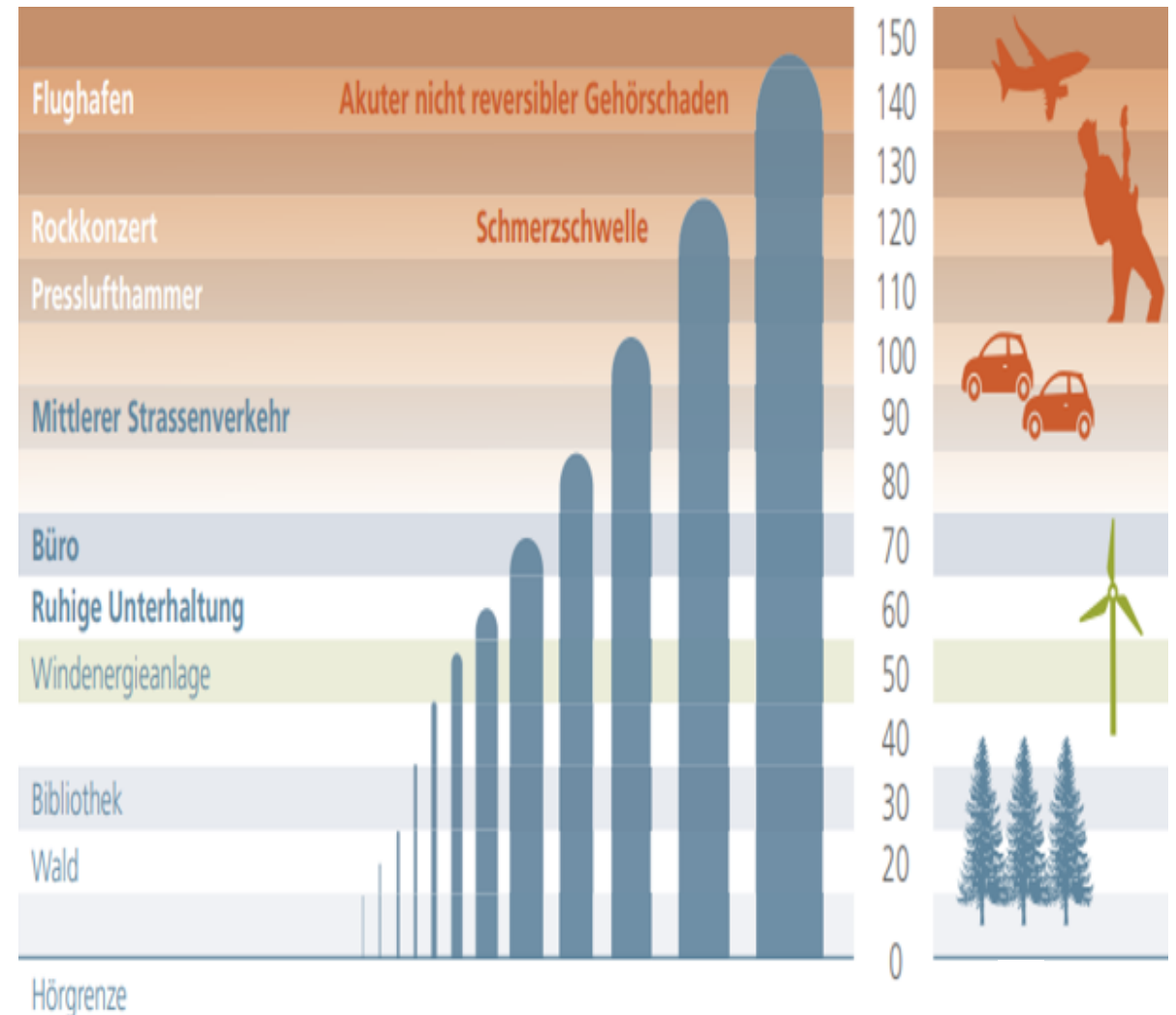
Windanlagen: Ökobewertung CO₂ – Lärm

Wie klimafreundlich ist welcher Strom?

CO₂-Emissionen in Gramm pro kWh

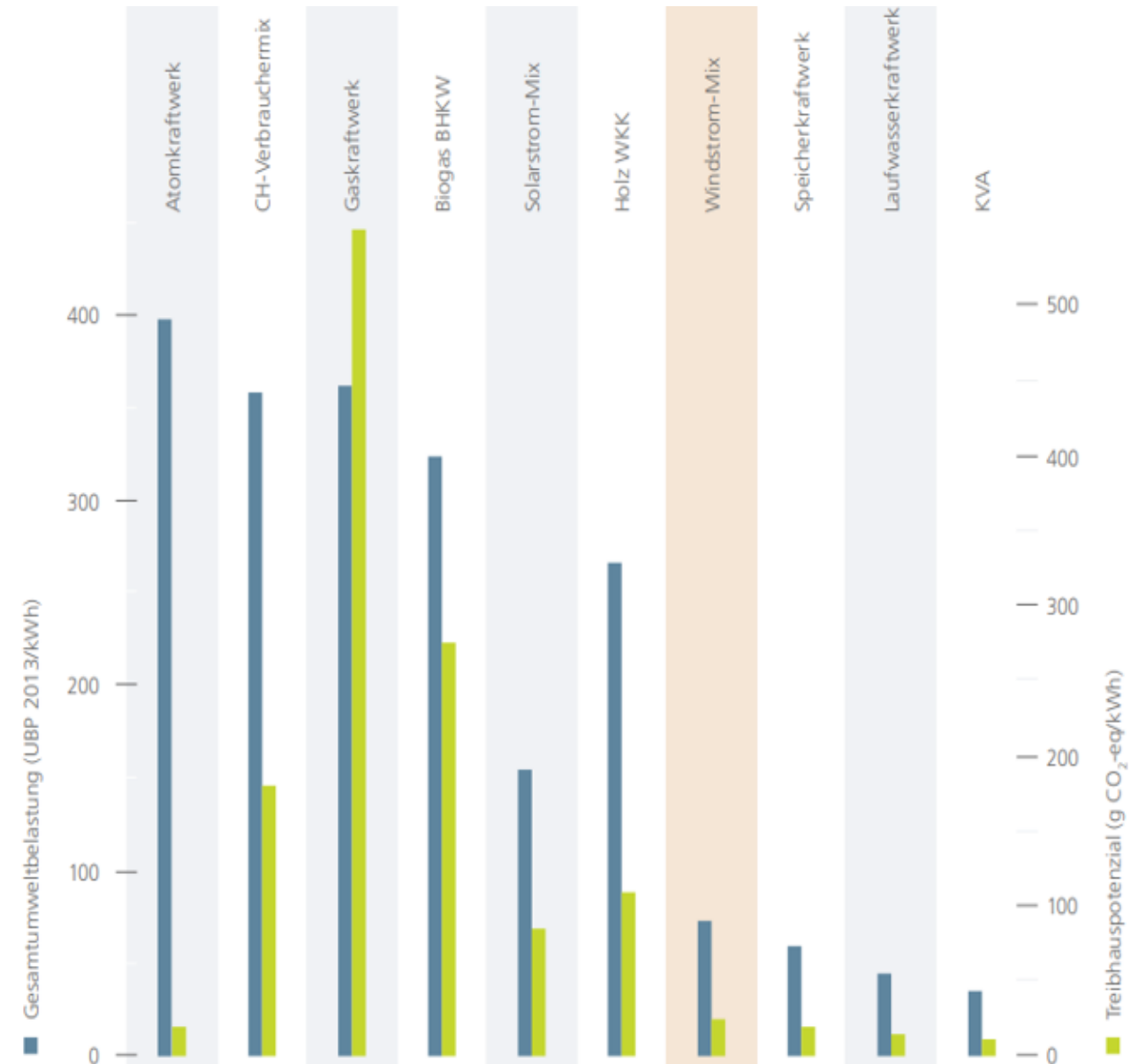


Streng geprüft und keineswegs laut



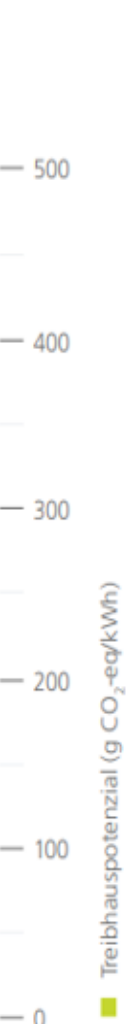
Ökobilanz **Total UBP** (Umweltbelastungspunkte)

Vögel?



Ökobilanz verschiedener Stromtypen
 Die Methode der Ökobilanz quantifiziert sämtliche Emissionen und Ressourcenverbräuche im Lebenszyklus der Stromerzeugungsanlagen. Eine Bewertung der Gesamtumweltbelastung berücksichtigt dabei ein breites Spektrum – von Treibhausgasen über radioaktive Abfälle, Belastung von Luft, Boden und Gewässern bis zu Problemstoffen. Die Umweltbelastung beim Windstrom ist hauptsächlich auf die Herstellung der Anlagen zurückzuführen.

Quelle: BFE / ZHAW, Ökobilanzierung von Schweizer Windenergie (März 2015), Aktualisierung Januar 2020



- 75% Brutvögel Klimawandel bedroht
- Windkraft beeinträchtigt Vögel / Fledermäuse kaum.
- „Wenn wir auf umweltfreundliche Windenergie setzen, kommt dies auch der Vogelwelt zugute» Felix Liechti, Vogelwarte Sempach. «Beobachter Natur». April 2014.
- Pro Windenergieanlage sterben jährlich keine Vögel (max. 20, ev. vergiftet durch Landwirtschaft).
- Peuchapatte: Weder tote Vögel bedrohter Arten noch tote Greifvögel.
- Haldenstein: Zugvögel bewegen sich weit oberhalb der Flügel.
- **Verkehr, Glasfassaden und Katzen:**
 - Pro Jahr sterben mehrere Millionen Vögel.
 - **Hauskatzen** fressen gegen zwei Millionen Vögel pro Jahr.

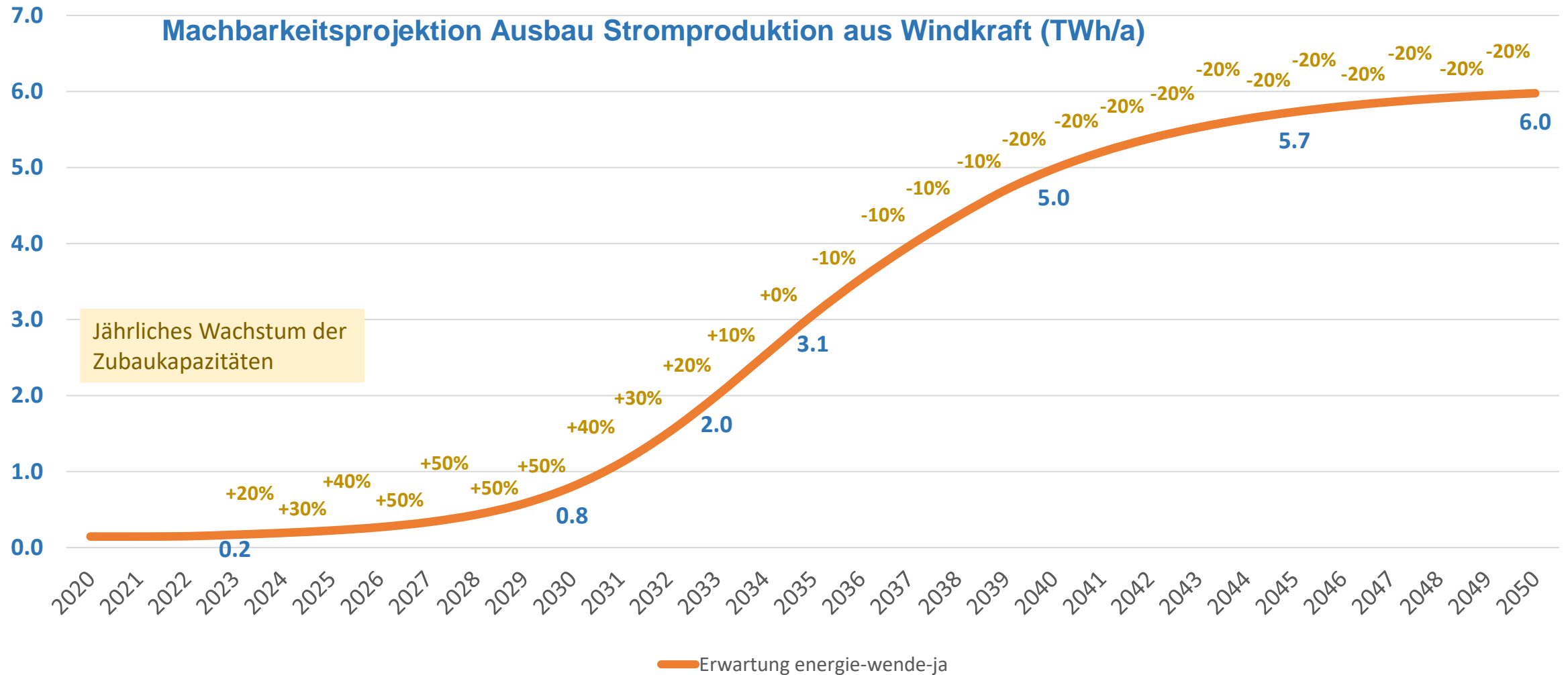
Windexpress: «Bundesgesetz über die Beschleunigung der Bewilligungsverfahren für Windenergieanlagen»

Ausbau Windenergie mit Einbezug Gemeinden

- Weit fortgeschrittene Windenergie-Projekte rasch Umsetzen
- Gemeinde: Zustimmung Nutzungsplanung.
 - Ausnahme: Kanton Neuenburg mit Kompetenz Nutzungsplanung Kanton.
- Rechtsmittel gegen Entscheide eingeschränkt: Nur am obersten kantonalen Gericht anfechtbar.
- Weiterzug ans Bundesgericht ist nur zur Klärung von Rechtsfragen grundsätzlicher Bedeutung zulässig.

• Gesetz gilt bis zu 600 MW Leistung → 1.2 TWh von 6 TWh

Ausbau Windkraftanlagen – Vorlaufzeit grösser als PV



Biomasse: Holz, Speisereste, Exkrementen von Tieren, Materialien Bioenergie

- [Wie wird Biogas hergestellt?](#)
- Herstellung in Kesseln, weder Licht noch Sauerstoff.
- Bakterien verwandeln in Methan.
- Brennbares Gas zu Strom.

- [Welchen Anteil nimmt Biomasse in der Schweiz ein?](#)
- Biomasse hinter Wasserkraft zweiter Platz.
- Großes Potential.

Siehe auch: https://www.infothek-biomasse.ch/images//311_2015_VSE_StromAusBiomasse.pdf

Biomasse: Alleskönner Rüstabfall Haushalte, Hofdünger Landwirten, ungenutztes Holz:

Wertvolle Energie: Strom, Wärme, Treibstoff. Erneuerbar, einheimisch, CO₂-neutral.

Anmerkung zur Grafik: Um das Thema Energie aus Biomasse auf eine verständliche Weise zu vermitteln, vereinfacht die Grafik die komplexen Sachverhalte stark. Die energetische Nutzung von Biomasse in Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) in der Schweiz wurde in dieser Grafik bewusst ausgeklammert, um den Komplexitätsgrad nicht zusätzlich zu erhöhen.

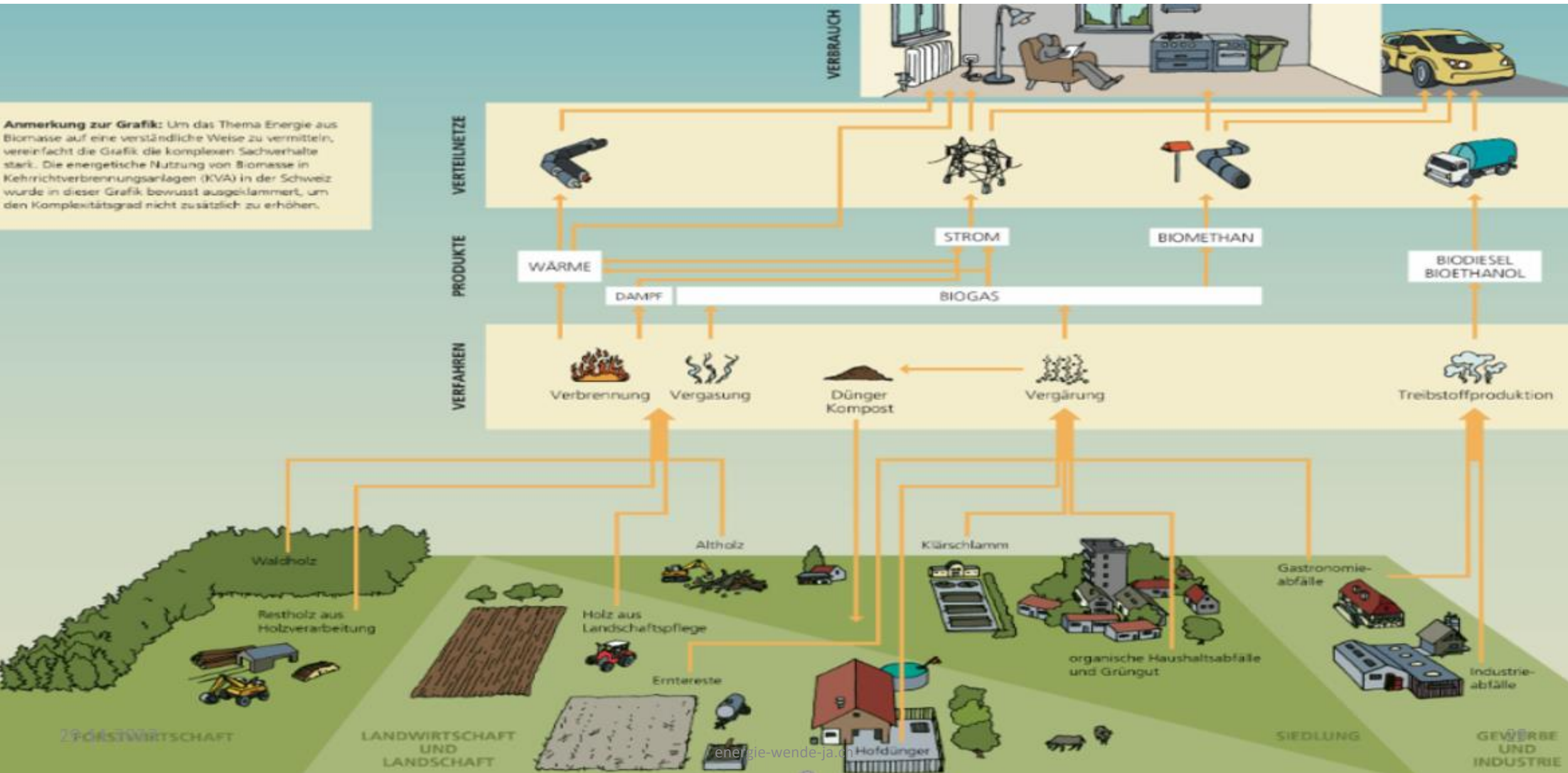


Tabelle 1: Biomassepotenziale der Schweiz für eine energetische Nutzung

	Biomasse	Frischsubstanz (Millionen Tonnen FS)	Trockensubstanz (Millionen Tonnen TS)	Primärenergieinhalt PJ
Theoretisches Potenzial	Waldenergieholz	13.5	7.3	107.5
	Flurholz	1.2	0.6	9.4
	Restholz	(2.5)*	(1.5)*	(24.0)*
	Altholz	(1.0)*	(0.8)*	(14.4)*
	Hofdünger aus der landw. Tierhaltung	24.2	3.1	48.8
	Nebenprodukte aus dem Pflanzenbau	2.8	0.8	14.9
	Org. Anteil im Hauskehricht	0.8	0.4	6.0
	Grüngut aus Haushalt & Landschaft	0.8	0.3	4.3
	Org. Abfälle aus Ind. & Gew.	2.2	1.0	13.6
	Klärschlamm aus zentralen ARA**	8.7	0.3	4.9
	Total	54.1	13.8	209.4
Nachhaltiges Potenzial	Waldenergieholz	3.3	1.8	26.1
	Flurholz	0.6	0.3	4.8
	Restholz	0.8	0.5	7.6
	Altholz	0.8	0.7	11.7
	Hofdünger aus der landw. Tierhaltung	14.0	1.7	26.9
	Nebenprodukte aus dem Pflanzenbau	0.2	0.1	2.6
	Org. Anteil im Hauskehricht	0.4	0.2	3.9
	Grüngut aus Haushalt & Landschaft	1.1	0.4	5.8
	Org. Abfälle aus Ind. & Gew.	0.7	0.2	2.7
	Klärschlamm aus zentralen ARA**	8.7	0.3	4.9
	Total	30.5	6.3	97.0
Bereits energetisch genutzt	Waldenergieholz	2.2	1.2	17.2
	Flurholz	0.3	0.1	2.3
	Restholz	0.7	0.5	7.8
	Altholz	0.6	0.5	9.2
	Hofdünger aus der landw. Tierhaltung	1.3	0.2	2.6
	Nebenprodukte aus dem Pflanzenbau	0	0	0.0
	Org. Anteil im Hauskehricht	0.8	0.4	6.0
	Grüngut aus Haushalt & Landschaft	0.4	0.2	2.2
	Org. Abfälle aus Ind. & Gew.	0.5	0.2	2.0
	Klärschlamm aus zentralen ARA **	6.2	0.2	3.4
	Total	13.1	3.4	52.8
Zusätzlich nutzbares Potenzial	Waldenergieholz	1.1	0.6	8.9
	Flurholz	0.3	0.2	2.5
	Restholz	0.0	0.0	-0.2
	Altholz	0.2	0.1	2.5
	Hofdünger aus der landw. Tierhaltung	12.6	1.5	24.3
	Nebenprodukte aus dem Pflanzenbau	0.2	0.1	2.6
	Org. Anteil im Hauskehricht	-0.4	-0.1	-2.1
	Grüngut aus Haushalt & Landschaft	0.7	0.2	3.5
	Org. Abfälle aus Ind. & Gew.	0.2	0.1	0.7
	Klärschlamm aus zentralen ARA **	2.5	0.1	1.4
	Total	17.4	2.8	44.2

Potenziale:

Quelle: WSL Berichte, Heft 57, 2017 ISSN 2296-3456

Frischsubstanz
Trockensubstanz
Primärenergie

 **30 TWh**

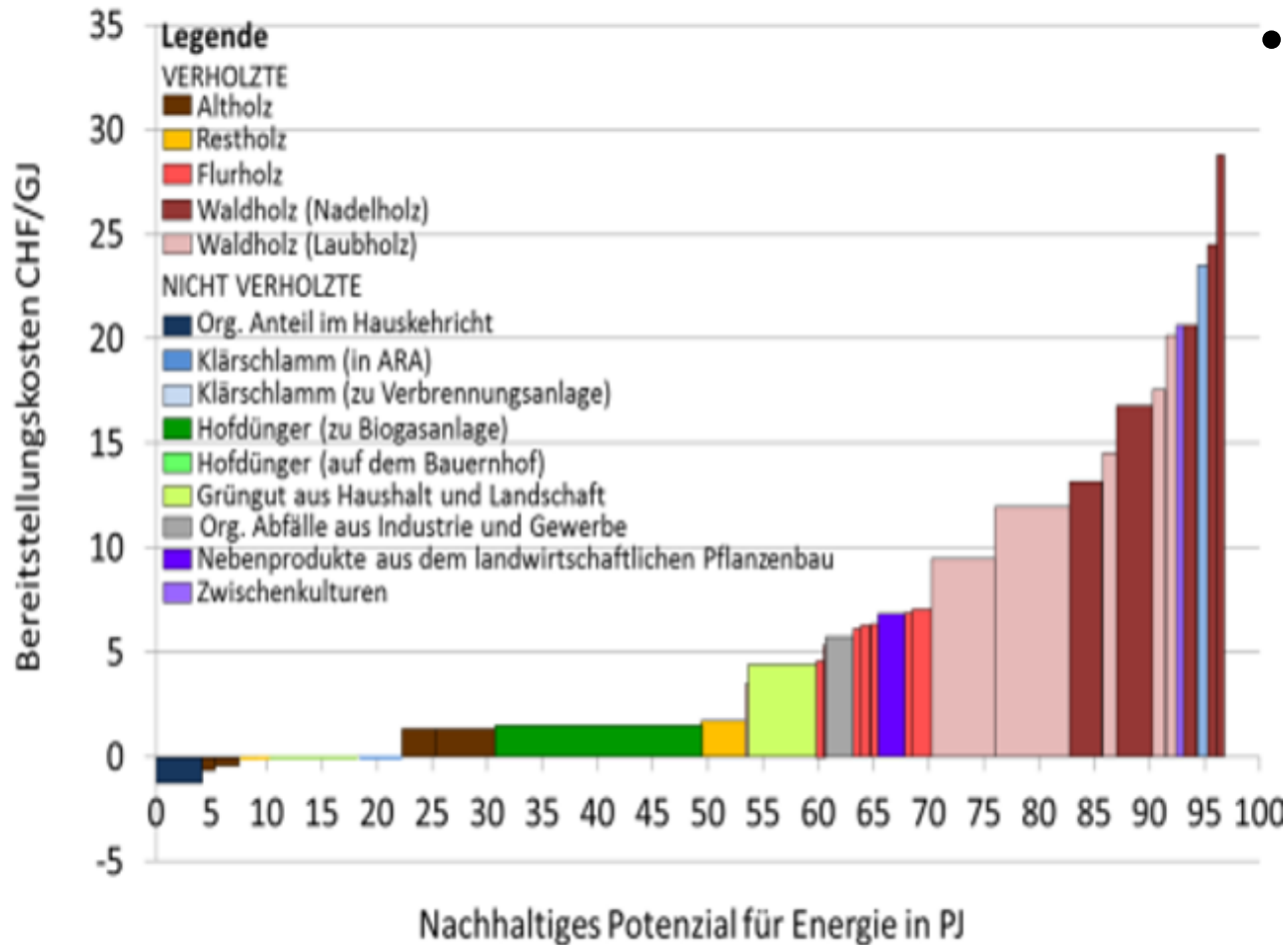
Bereits fast die Hälfte realisiert

Wärme, Strom,
Synfuel?

(*) Das Restholz und das Altholz haben ihren Ursprung im Waldholz und Flurholz. Um das gesamte theoretische Potenzial von verholzter Biomasse zu berechnen, kann deswegen das theoretische Potenzial von Restholz und Altholz nicht zum theoretische Potenzial von Waldenergieholz und Flurholz addiert werden, da es sonst doppelt gezählt würde. Mehr als das theoretischen Potenzial von Waldenergieholz und Flurholz kann nicht genutzt werden. energie-wende-ja.ch

(**) ARA: Abwasserreinigungsanlage

Vision SCCER Biosweet: Biomasse Potential - 100 Petajoule pro Jahr - ca. 30 TWh. Ressourcen im Inland verfügbar. **Wieviel Strom?**



• Biomasse- Energiepotenziale:

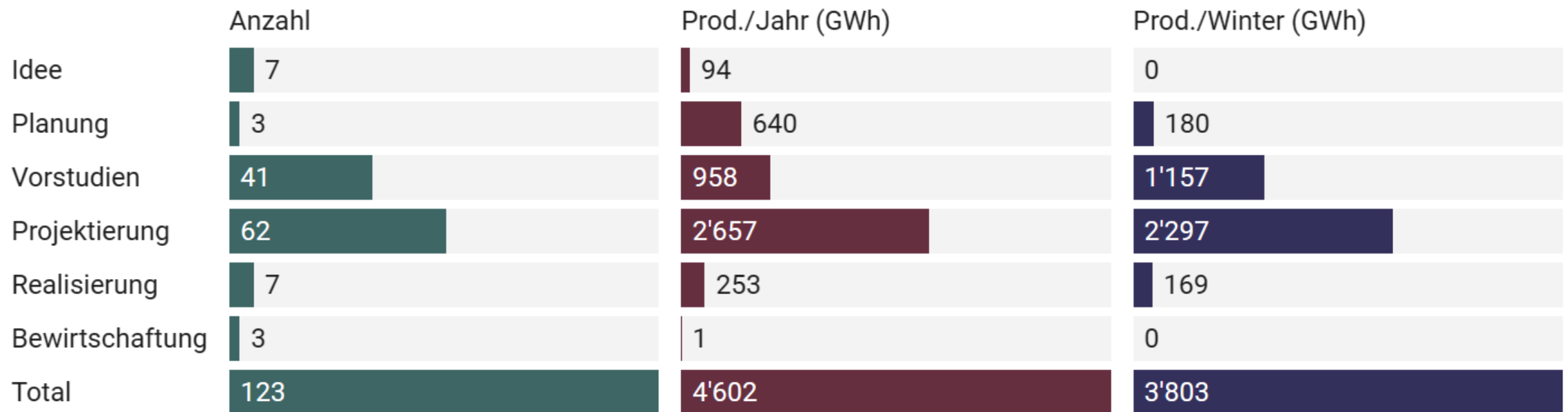
- Möglichst vollständig, effizient und umweltschonend nutzen.
- Bestgeeignete Technologien identifizieren, entwickeln, nutzen.
- Rahmenbedingungen schaffen.
- Gesamte Energieumwandlungskette in Betracht ziehen.

Relativ hohe Kosten!

Abbildung 5: Kosten der nachhaltigen Primärenergiepotenziale aller 10 Biomassen in Franken pro Gigajoule.

Erstes Monitoring neue Grossprojekte Stand April 2024 gemäss VSE. *Achtung: «kleine» PV-Anlagen sind nicht erfasst.*

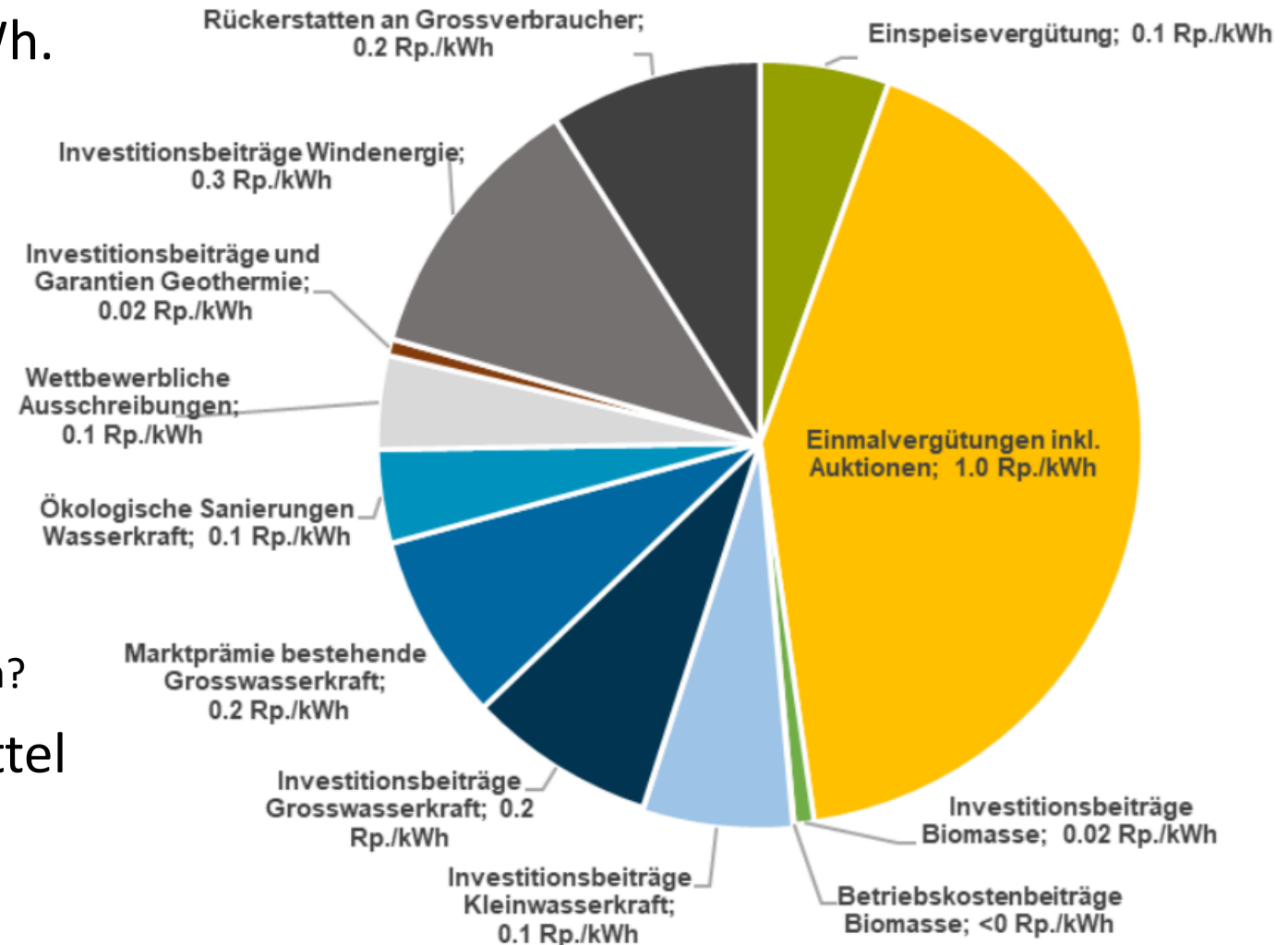
Projekte Erneuerbare Energien nach Projektstand



Grafik: VSE • Quelle: Öffentlich verfügbare Angaben von Betreibern, Medien und Behörden. Kein Anspruch auf Vollständigkeit. Zum jetzigen Zeitpunkt sind teilweise noch nicht alle Projektdetails bekannt bzw. verfügbar. • [Daten herunterladen](#) • [Grafik herunterladen](#) • Erstellt mit [Datawrapper](#)

Finanzierung Förderung (Stand 2023): Netzzuschlag – Verwendungsarten Netzzuschlagsfonds. Quelle: BFE.

- Einnahmen Netzzuschlag: 2.3 Rp./kWh.
 - Bei 60 TWh: 1.38 Mrd. CHF
- Massive Neuverteilung ab 2021:
 - ESV runter. EV und Rückerstatt rauf.
 - Wieso Grosswasserkraft.
- Fonds Bestand 2022: 2,6 Mrd. Fr.
Quelle: STAATSRECHNUNG 2022, BAND 1, S. 287 ff.
- Einnahmen/Ausgaben 2024 ff.
 - Weitere Zusatzeinnahmen nötig?
 - Ab ca. 2025/26 bei tieferen Strommarktpreisen?
- Haushälterische Optimierung der Mittel
 - Simulationen: wieviel wird benötigt?
 - Transparenz: wieviel wurde eingesetzt?



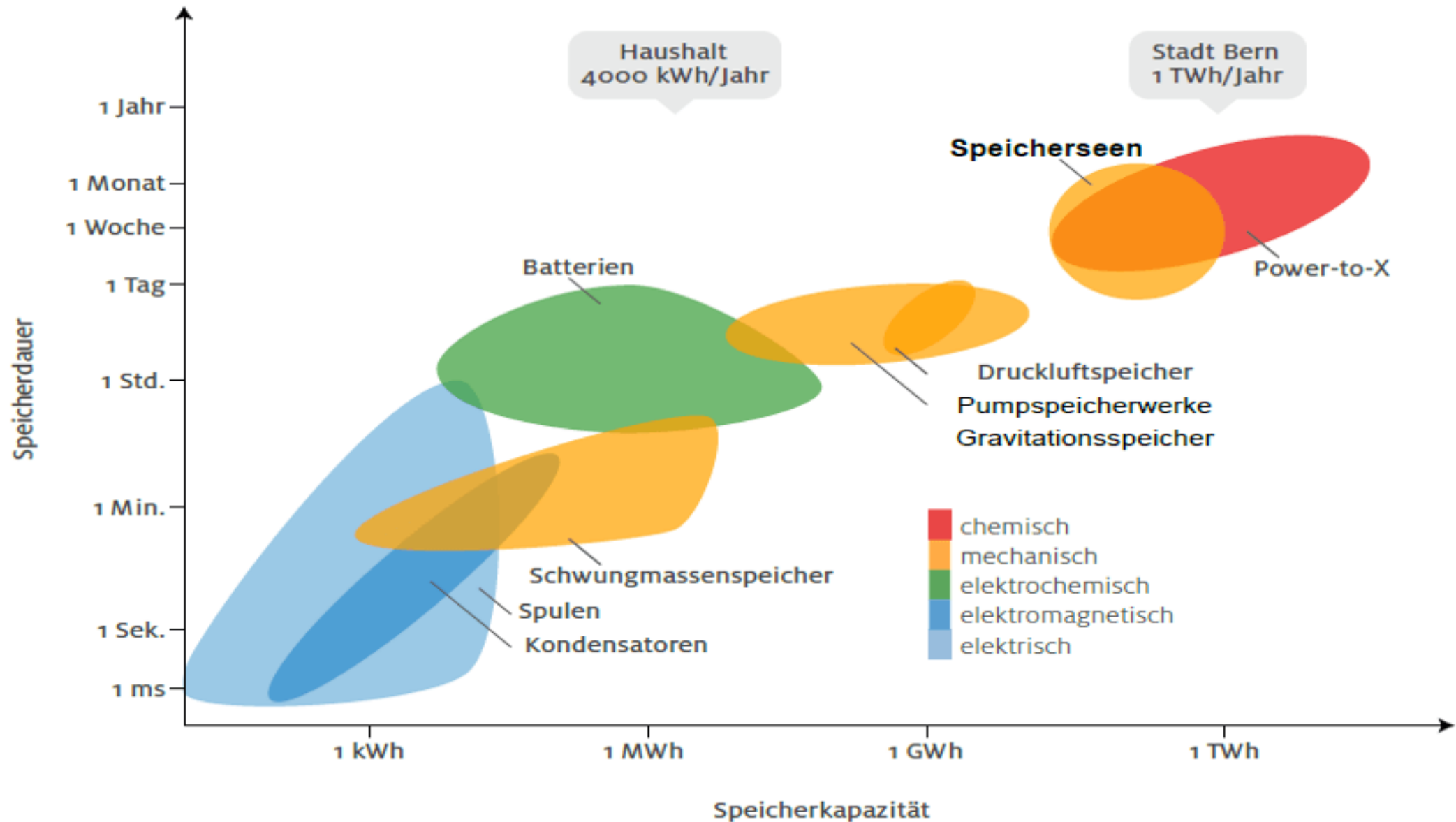
Speicher: ca. 9 TWh (+2 TWh geplant)



Energieunternehmen solln in ihren Stauseen eine gewisse Menge an Wasser zurückhalten, statt daraus Strom für den freien Markt zu produzieren. – Erich Westendarp

Speicher.

Quelle. Jürg Grossen, et al. 2022. <https://roadmap-grossen.ch/fokus-energiespeicher/>



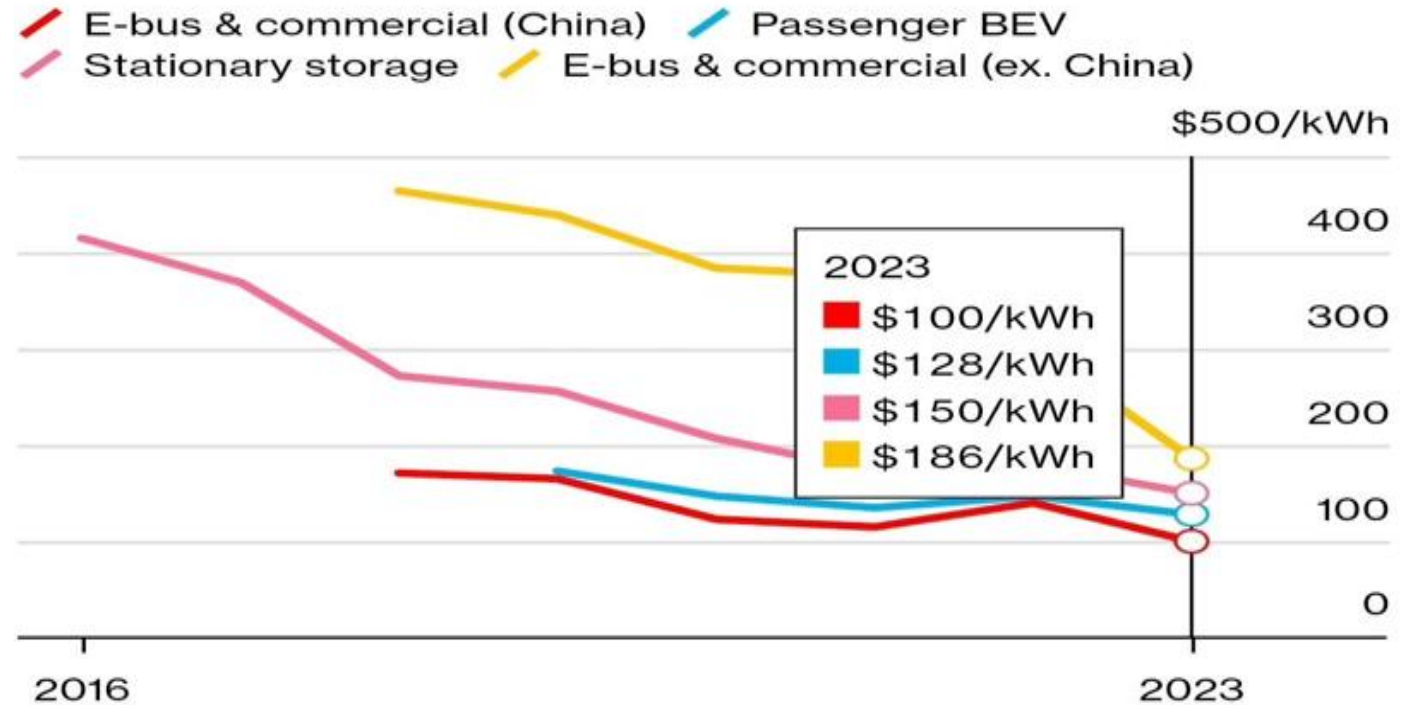
Akkupreise international

- Verschiedene Anwendungssektoren
- Preise fallen, gleichen sich an.
- Stationäre [#Batteriespeicher](#) liegen jetzt bei 150 USD je kWh Speicherkapazität.
- Die Preise für installierte, funktionstüchtige Batterien liegen um einen Faktor 5-7 höher.
- Rentabilität grosse Speicher?

Preise Schweiz?

Prices Converge Across Sectors

Historical average pack prices by sector



Source: BloombergNEF 2023 Lithium-Ion Battery Price Survey

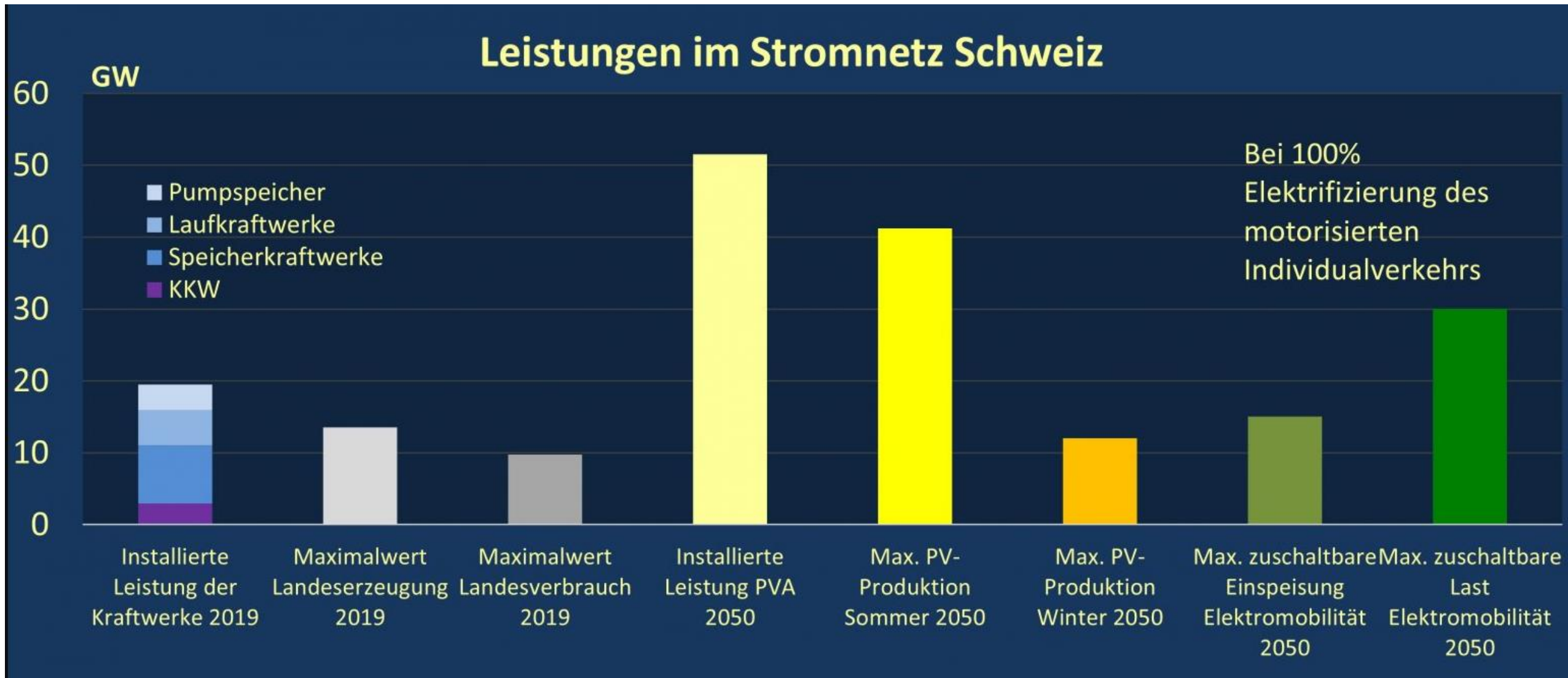
Note: Values are volume-weighted and in real 2023 dollars.

Speicher: eMobile. **Riesiges Potential** Quelle: Jürg Grossen, et al. 2022.

Siehe dazu auch: [Roadmap Grossen mit Erklärungen zu Speicherlösungen](#)

	Anzahl e-autos	Stromverbrauch pro Jahr (bei 13'500 km/a Fahrleistung je Auto)	Speicherkapazität
2021	70'223	0.2 TWh	mit Ø 28 kWh-Batterie = 2 GWh
2035	2.59 Mio.	6.9 TWh	mit Ø 44 kWh-Batterie = 114 GWh
2050	4.55 Mio.	12.3 TWh	mit Ø 60 kWh-Batterie = 268 GWh

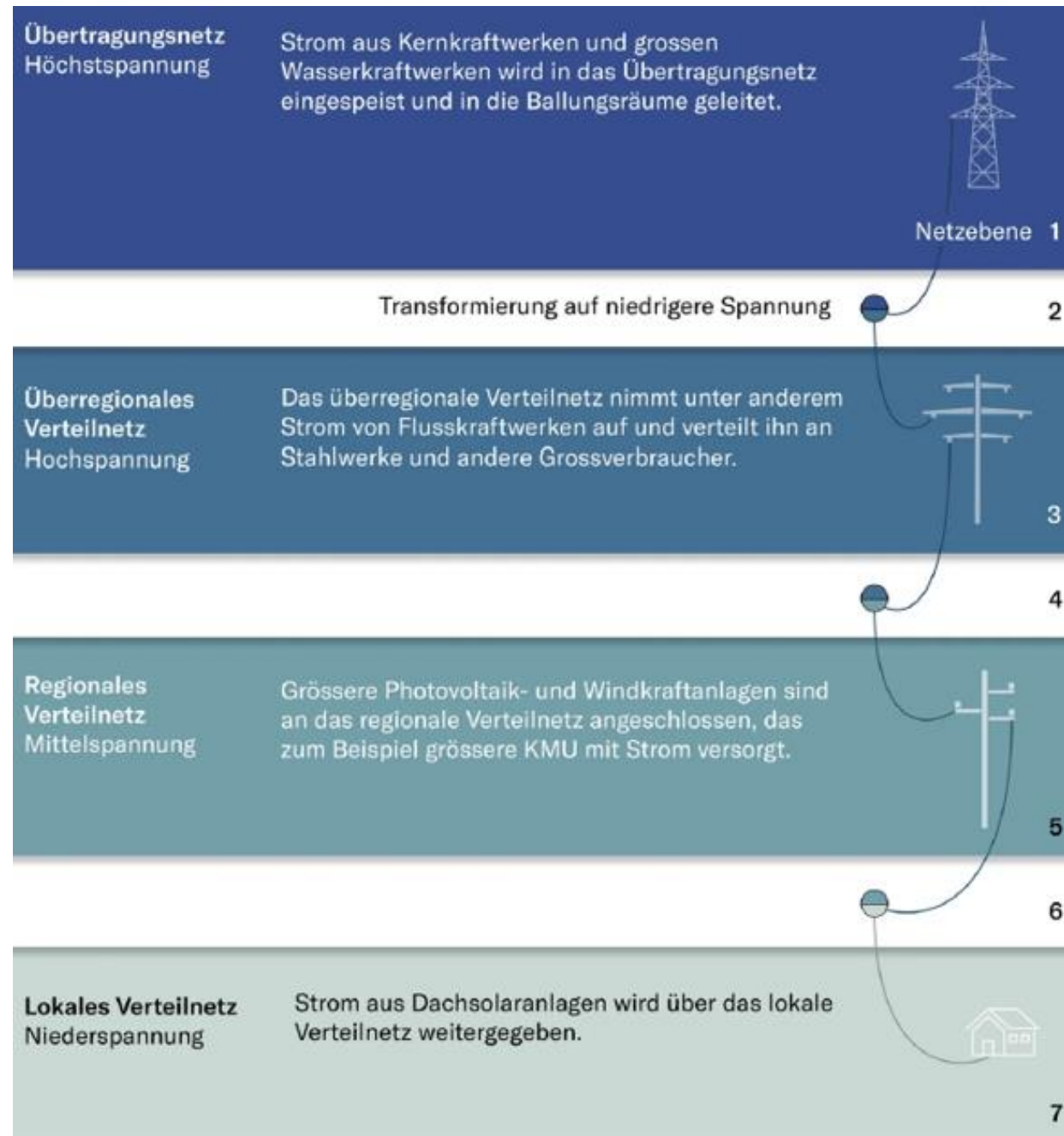
Leistungen im Stromnetz. Quelle: Jürg Grossen, et al. 2022.



CH-Stromnetz: Quelle Axpo

- 7 Netzebenen

- Unterschiedliche Funktionen



Netzausbau aufgrund Erneuerbarer Energien: **Plus 30 Mrd. Investitionen** Annuität 5%: 1.5 Mrd./a. 9io. Einwohner: 166 CHF pro Kopf -> **tragbar.....Einsparungen**

- **Verzögerte Energiewende:** Netzplanung Bundesamt für Energie, Swissgrid im **Verzug**.
 - Hochspannungsnetz?
 - Mittelspannung: Unklares Vorgehen Solarexpress: Prioritäten?
- **Datentransfer nötig für Echtzeiterfassung Steuerung:** Neuregelung mit Stromgesetz.
- **Verteilnetzbetreiber (VNB): Koordination Netzausbau?**
 - Neue Projektplanung - Organisation mit VNB, ElCom, Swissgrid.
- **Netzmanagement/Netzebene 7 zentral: Intelligenz statt Kupfer.**
 - **Smart Meter:** Homogene Kommunikation, Steuerung, Information, Kooperation: Label Smart Grid Ready
Lastmanagement schafft Netzstabilität, dämpft kurzfristige Spitzen.
 - **Batteriemanagement** lokal, regional, z.B. eMobilität.
 - **Power-to-Gas:** Dezentrale Produktion. Dezentral Wärme/Strom-Produktion mit WKK-Anlagen
- **Beschleunigung Netzbau: Vernehmlassung UVEK, November 2023.**
- **Finanzierung Netzausbau:**
 - Regelung als Gemeinschaftsaufgabe wie bisher.

Netzausbau: Massnahmen erhöhen bzw. vermindern Bau-Bedarf: **Intelligenz statt Kupfer!**

Quelle: Auswirkungen einer starken Elektrifizierung und eines massiven Ausbaus der Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien auf die Schweizer Stromverteilnetze, UVEK/BFE. November 2022.

Folgende Massnahmen vermindern Netzausbau:

- Kappen Spitze Einspeisung
- Netzorientiertes Verhalten
- Smarteres Netz – Einheitliche Regeln nötig

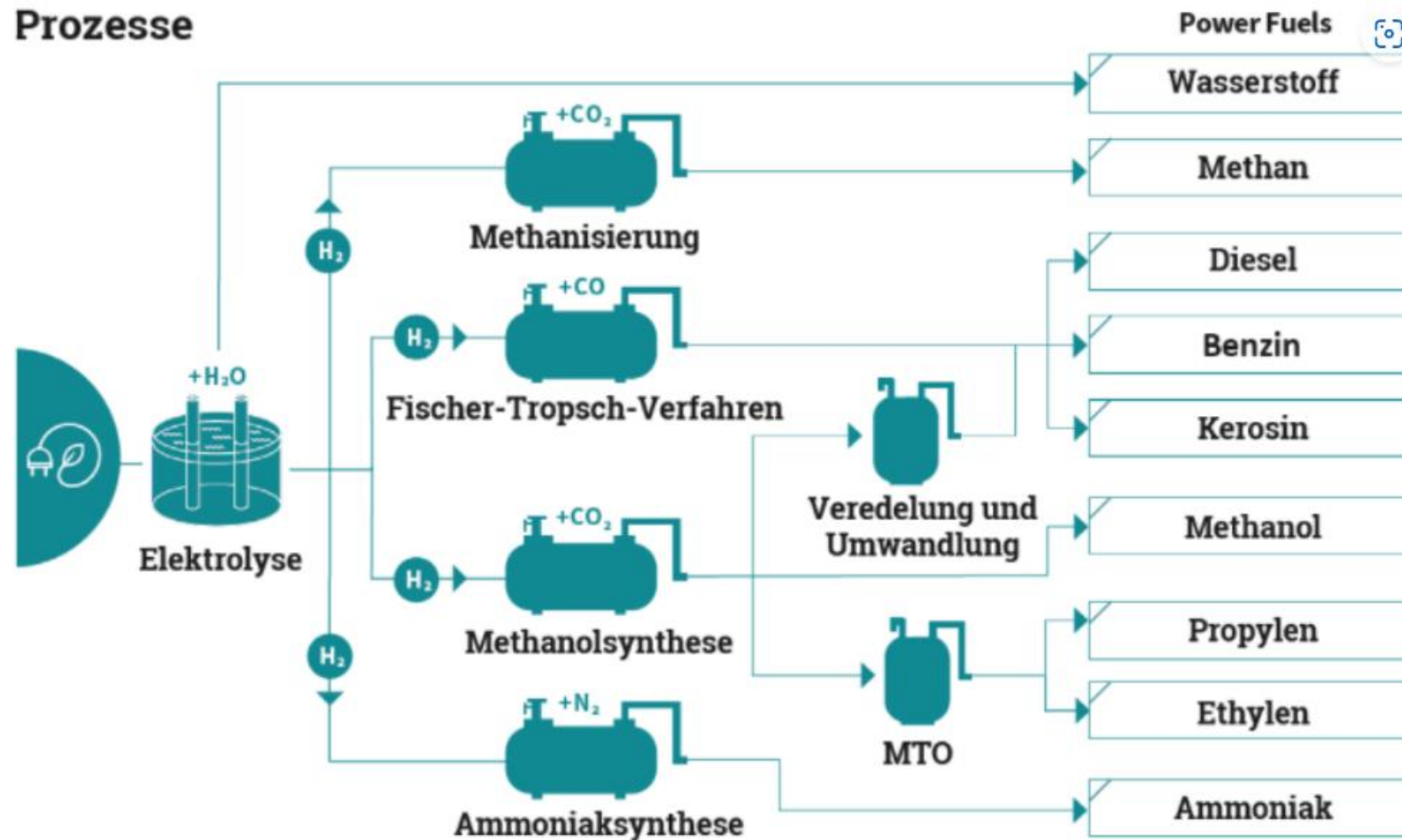
Massnahmen mit Mehrausbau Netze:

- Marktorientiertes Lastverhalten

Fazit: Massnahmen müssen langfristig eingesetzt/gesteuert werden, um Netzoptimierungen zu realisieren

Sensitivität	Bandbreite veränderter Ausbaubedarfe über alle Verteilnetzebenen im Vgl. zu ZERO Basis
ZERO 2050	+ 20 bis + 50 %
Spitzenkappung 85%	- 0 % bis - 10 %
Spitzenkappung 70%	- 0 % bis - 30 %
Verstärktes Heimladen	+0 % bis + 40%
Verstärktes öffentliches Laden	- 0 % bis - 30 %
Marktorientiertes Lastverhalten	+ 10 % bis + 100 %
Netzorientiertes Lastverhalten	- 0 % bis - 50 %
Kombination: verstärktes Heimladen und marktorientiertes Verhalten	+ 20 % bis + 200 %
Kombination: verstärktes Heimladen und netzorientiertes Verhalten	- 0 % bis - 50 %
Kombination: netzorientiertes Verhalten und Spitzenkappung 85%	- 15 % bis - 60 %
Kombination: netzorientiertes Verhalten und Spitzenkappung 70%	- 25 % bis - 60 %
«Smarteres Netz»	- 20 % bis - 60 %

Exkurs: Wasserstoff - Power-to-X



Prozesse Power-to-X (Quelle: Deutsche Energie-Agentur, 2019)

Wasserstoff Schweiz 2050

Bericht BFE 15.11.2023

- Kleiner Bedarf zur Zeit
- Bis 2035: Heimische Wasserstoffproduktion hochgefahren
- Akteure: Branche, Öffentliche Hand
- Wasserstoff, PtX-Derivate: Dekarbonisierung Industrie
- Nationale Wasserstoffstrategie 2050:
 - Publikation Sommer 2024
- Langfristig grössere P2X-Nachfrage: Importe
- Leitungen etc. heute planen, vorantreiben
- Schweiz Anbindung an europäisches Wasserstoffnetz

Offene Fragen:

- Skalierung, Entwicklung Kosten?
- Einsatz Speicher: Nutzung Verstromung in WWK-Anlagen, Nah-, Fernwärmenetze. Z.B. Szenario ewj, Grossen

Gemäss den Modellen der Energieperspektiven 2050+ belaufen sich die Mengen an Wasserstoff, die in der Schweiz produziert werden, im Jahr 2035 auf rund 1.1 TWh (3.8 PJ) und im Jahr 2050 auf 1.9 TWh (6.8 PJ).³³ Dazu wäre im Jahr 2050 eine Elektrolysekapazität von 1.5 Gigawatt nötig.

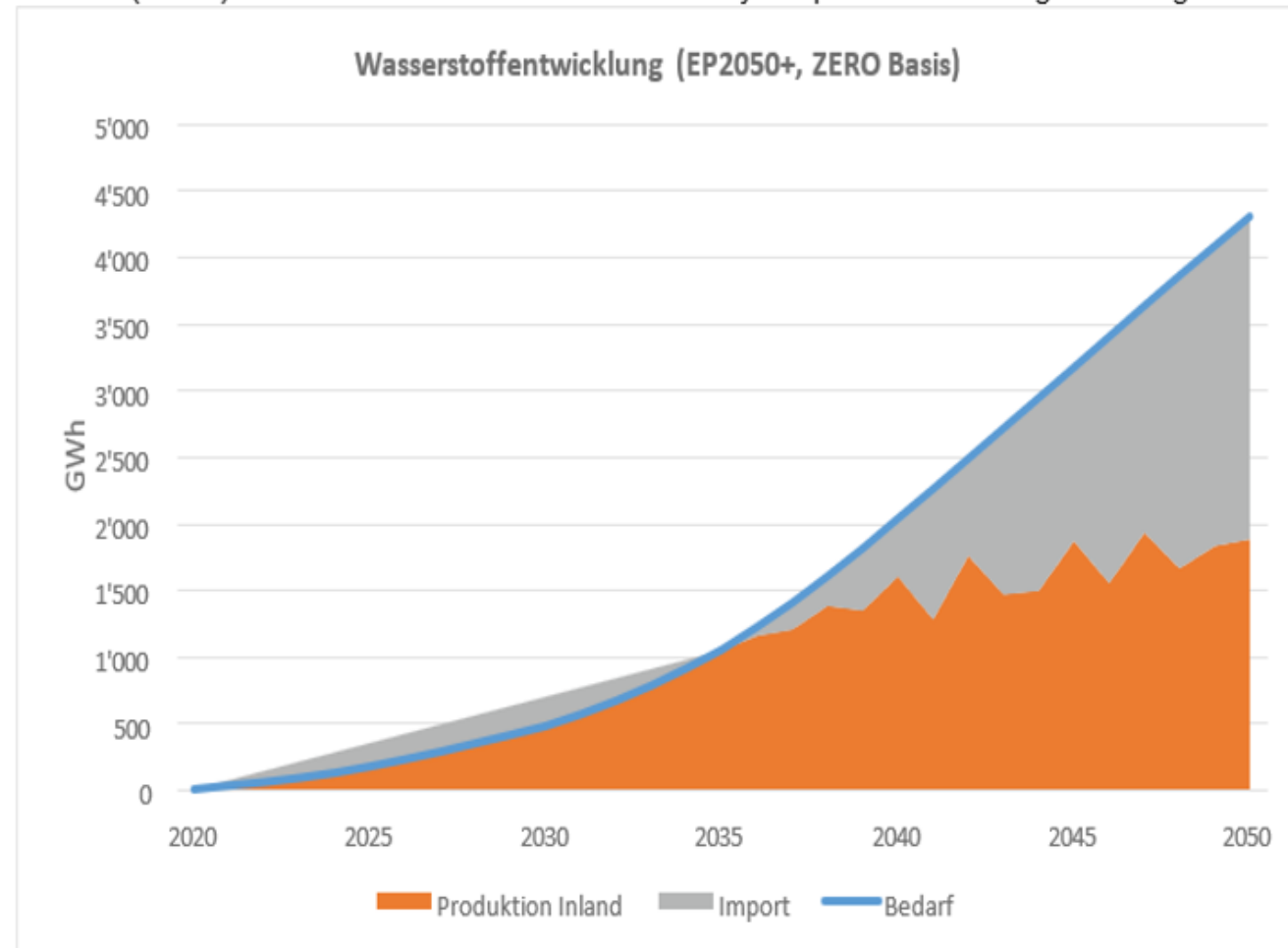


Abbildung 4: Entwicklung Wasserstoffproduktion und -verwendung in der Schweiz bis 2050, Szenario ZERO Basis der EP2050+ (Quelle: Prognos et al. 2020, eigene Darstellung).

Effizienzpotentiale nutzen - Massnahmen verstärken: Sofortmassnahmen

GERÄTE: EFFIZIENZPOTENTIALE (GEGENÜBER IST-ZUSTAND) Quelle: BFE, 2022

Haushalt

- Kühlen/Gefrieren: 20 bis 30 %
- Waschen/Abwaschen: 20 bis 30 %
- Beleuchtung: 50 bis 70 %
- Information/Kommunikation: 35 bis 70 %
- RW +WW

Energieperspektiven 2019-2035 (Zero-Basis)

				[TWh/a]
Beleuchtung total:	7.2 (2019)	→	5.0 TWh/a (2035)	-2.2
Klima/Lüftg./Haustechnik	7.5	→	6.9	-0.6
Antriebe, Prozesse	17.8	→	14.7	-3.1
IKT	3.9	→	3.9	0
	8.1	→	9.7	+1.6

(El.-Heizg./Boiler+WP)

Industrie und Dienstleistungen

- Beleuchtung: 40 bis 60 %
- Geräte/Motoren: 20 bis 30 %
- Prozesswärme: 30 bis 35%

Total Reduktion Haushalte

-4.3 TWh/a

Total Reduktion Ind/DL -0.7 TWh/a im Jahr 2030

Gebäude*

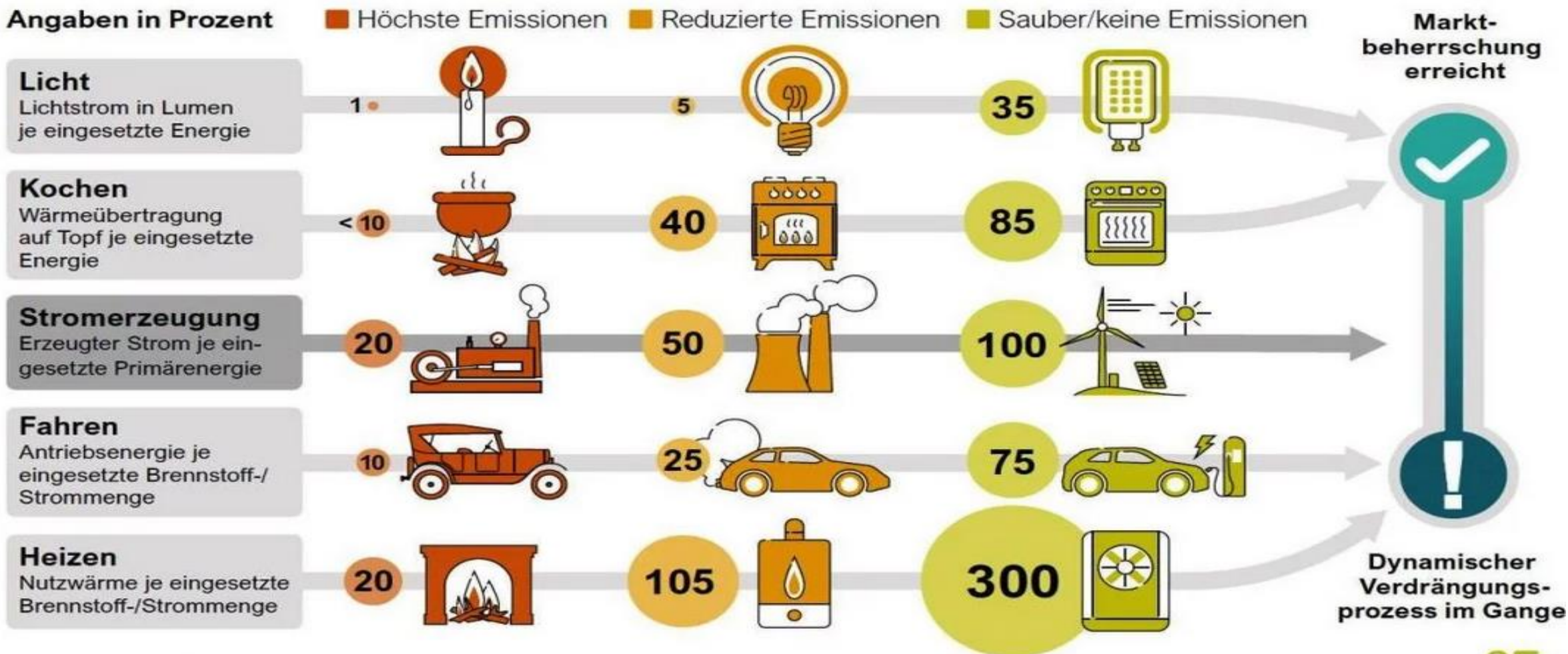
- Raumwärme: 50 bis 75 %; **Elektroheizungen** Verbrauch aktuell ca. 6 TWh – Reduktion (WP) um 4 TWh/a auf ca. **2 TWh/a**

Fazit:

- **Energieeffizienzverordnung BFE verschärfen, Stromgesetz mit Massnahmen Verteilnetzbetreiber (VNB) > 2 TWh umsetzen**
 - **Anspruchsvollere Standards**, nicht nur kurzfristig rentable Potentiale nutzen
 - **Förderprogramme deutlich aufstocken, breiter anlegen**, anspruchsvollere Förderziele (ES2050 reicht bei weitem nicht)
- **Wirtschaft:** Industrie/Gewerbe/ Dienstleistungen: Zielvereinbarungen mit anspruchsvolleren Zielen. Bisherige Ziel reichen nicht
- **Gebäudeprogramm aufstocken:** Konzentration auf Transformation zu erneuerbaren Heizsystemen, gezielt Sanieren und Effizienz steigern
- **Mobilität:** Standards verschärfen.

Widerstand ist zwecklos: Am Ende gewinnt immer die Effizienz

Effizienz senkt Kosten. Geringe Emissionen schonen die Gesundheit. Beide zusammen sind seit jeher Treiber der energietechnischen Entwicklung – und die entscheidenden Vorteile elektrischer Anwendungen. Diese setzen sich gerade weltweit und unaufhaltsam in weiteren Wirtschafts- und Lebensbereichen durch. Freuen Sie sich darauf.



Quelle: 3EPunkt / Durchschnittsangaben zu typischen Wandlungseffizienzen aus der Literatur. Gestaltung: A. Timmins

3E.

AKW- Laufdauer? AKW-Zubau? Wie weiter?

- AKW: Laufzeiten 40 Jahre ausgelegt. Leibstadt 2024 als letztes AKW vom Netz.
- Beznau 1: Ältestes AKW der Welt.
- ENSI: Sicherheit oberste Priorität. Teure Nachrüstungen vorgenommen.
Gewisse Nachrüstungen noch nicht vollzogen.
- Weitere Nachrüstungen: Unklarheit, Ungewiss.
- Subventionen? → Sicher nicht.
- Neue AKW? Keine Option auf Realisierung nächste 20 – 30 Jahre:
 - Verbot im Energiesgesetz.
 - Lange Planungs- und Baufristen.
 - Hohe, sehr hohe Kosten, kein Investor (EVU, Banken etc.).
 - Abhängigkeit ausländische Uranlieferungen. Bezug Russland?
 - Uran knapp, Preise steigen.
 - Abfallentsorgung seit 40 Jahren ungelöst.
 - Mehr Sicherheit, tiefere Kosten etc.?: Als Pilot ab 2030 abgesagt. Ev. in ferner Zukunft
- Wie weiter bestehende AKW?:
 - Zwingend Transparenz schaffen, Planung öffentlich:
 - Weitere Nachrüstungen?
 - Kosten Investitionen offen legen.
 - Risiken wie Erpressung, Cyberangriffe, Kriegsgefahren etc. einschätzen
 - Wann effektiv abschalten: Festlegen im Rahmen Gesamt-Strategie.

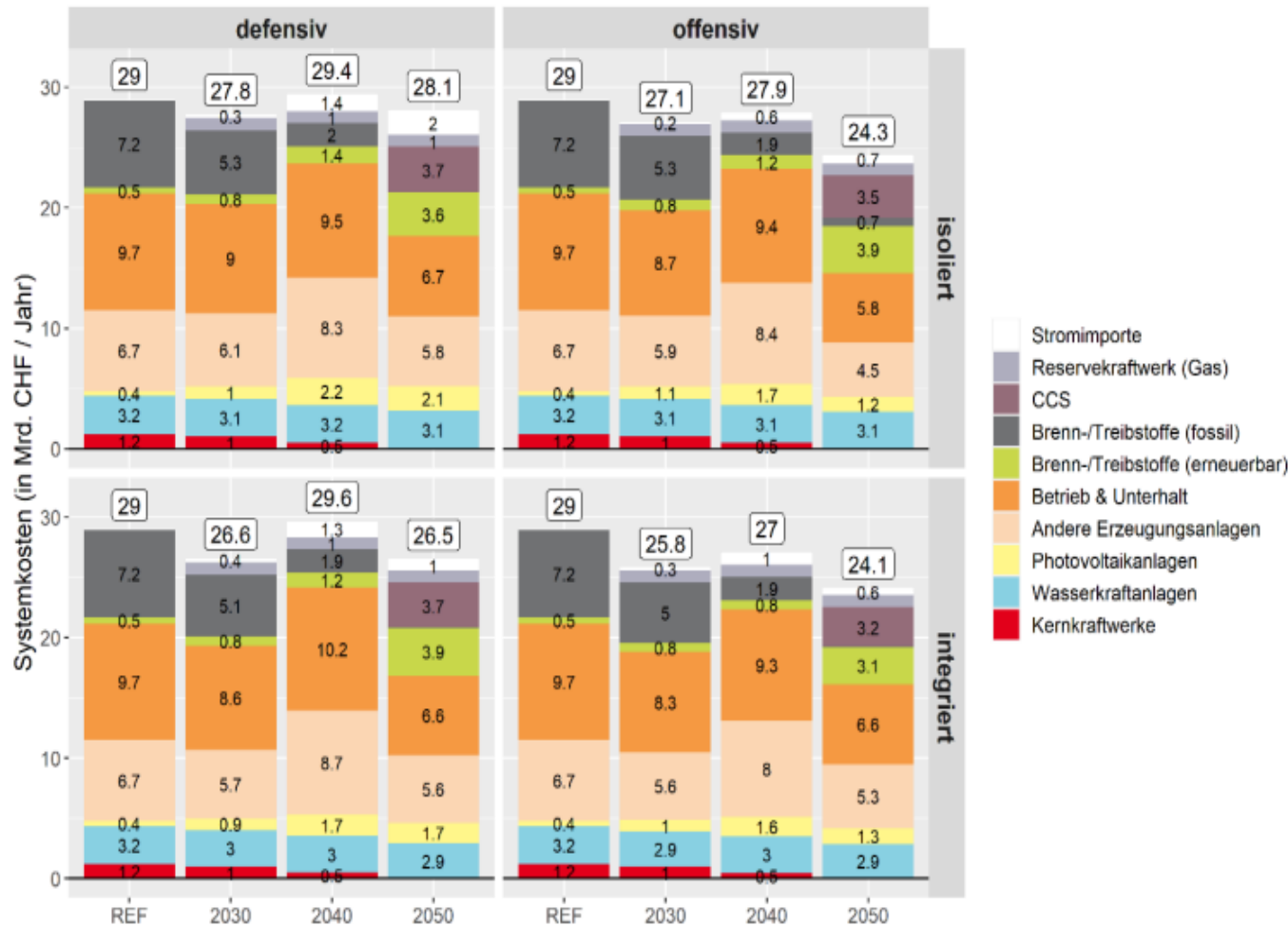
	40 Jahre	50 Jahre	60 Jahre
Beznau 1	2009	2019	2029
Beznau 2	2011	2021	2031
Gösgen	2019	2029	2039
Leibstadt	2024	2034	2044

Fazit: AKW-Planung: Teil Gesamtplanung Energieversorgung.

Systemkosten «Energiezukunft 2050» VSE/EMPA-Studie, 2022

Grafik: Spezifische Jahreskosten für Bau, Betrieb inländischer Energieinfrastruktur sowie Stromimporte:

Annualisierte Investitionskosten, fixe und variable Betriebs- und Unterhaltskosten, Brenn- und Treibstoffkosten inklusive Kosten für den Erwerb von CO₂-Emissionszertifikaten sowie Kosten für Stromimporte. Ohne Netzkosten tot. 30 Mrd., ca. 1.5 Mrd./a.



Systemkosten von aktuell ca. 29 Mia. CHF/Jahr nehmen in allen Szenarien trotz erhöhten Investitionsbedarfs langfristig spürbar ab.

Massgebliche Gründe:

- Stark reduzierte Energieimporte, v.a. fossile Brenn- und Treibstoffe bis 2050 vollständig substituiert.
- Deutliche Effizienzsteigerungen:
 - eMobilität
 - Wärmepumpen

Energiewende: Gewinn für Alle

Axpo-Stromrechner «Power Switcher»

- „Wertfreie Fakten“ gemäss Axpo: **Vorab Publikation mit NZZ-Schlagzeile** „Solarstrom vom Dach oder aus den Alpen ist **sündhaft** teuer – sogar neue Kernkraftwerke schneiden besser ab“. „Windenergie, selbst neue AKW sind günstiger als Photovoltaik – wenn man **alle Kosten** einbezieht.“ Christoph Eisenring, NZZ, 21.11.2023.
- Technologiemix? Ausmass? Kosten?
- **Energietrilemma**: Klimafreundlichkeit, Versorgungssicherheit, Bezahlbarkeit.
- **Hindernisse**: Aktuelle Rahmenbedingungen. Widerstand Teile Gesellschaft. Gesellschaftlicher/politischer Wille nötig.
 - „kein Weg ohne grundsätzliche Kompromisse aller Akteure“.
 - „komplett energieautarke Schweiz technisch, wirtschaftlich nicht machbar“
 - „Einseitig eine Technologie nicht zielführend, zu hohe Kosten, Risiken Versorgungssicherheit“
- „Ziele verlangen definierten Weg, nötige Instrumente“
- „kurze/mittlere, lange Frist unterscheiden.“
- „Sofortiger, rascher Ausbau Erneuerbare: einzig realistischer Weg“.

Axpo-Szenarien: «Erneuerbar» , «Landschaft/AKW»

- **Ziele:** klimafreundliche, gesicherte Stromversorgung, vertretbare Abhängigkeit Stromimporten.
- **«Erneuerbare»:** Weg CH-Energiestrategie 2050. Deutlicher Zubau erneuerbare Energien.
Ausgewogener Mix:
 - Primär bestehende Wasserkraft, stark ausgebaute Photovoltaik, Windkraft
 - kleinerem Umfang: Biomasse, Geothermie, steuerbare CO₂-arm betriebene Gaskraftwerke.
- **«Landschaft/AKW»:** Realität Verhinderung erneuerbare Energien: Einsprachen, Urne.
 - „Erhalt unberührte Landschaft, Förderung Biodiversität“
 - Nur „Option neue Kernkraftwerke“. „Kaum Eingriffe in Landschaft und Natur“. „Neue Kernkraftwerke; PV auf Dächern, bestehenden Infrastrukturen“.
- „Bau neuer CH-Kernkraftwerke gesetzlich verboten“: „**Szenario hypothetisch**“.
- **Axpo Zitat:** „Zudem werden die **hohen wirtschaftlichen und regulatorischen Kosten und Risiken für Investoren ausgeblendet**. Und selbst in diesem hypothetischen Fall ist ein erheblicher Ausbau erneuerbarer Energien, insbesondere Photovoltaik auf Dächern, notwendig. Denn ein **realistischer Neubau von Kernkraftwerken würde mehr als 20 Jahre dauern**, währenddessen die steigende Nachfrage nach Strom trotzdem gedeckt werden müsste.“

Wieso gleichwohl Sandkastenspiele?

Total Kosten Investor bis 2050 in Mrd. CHF: Axpo alte+neue AKW: 214. Axpo EE: 199. Helion: 223. ESC Nexus: 211 (ETH).

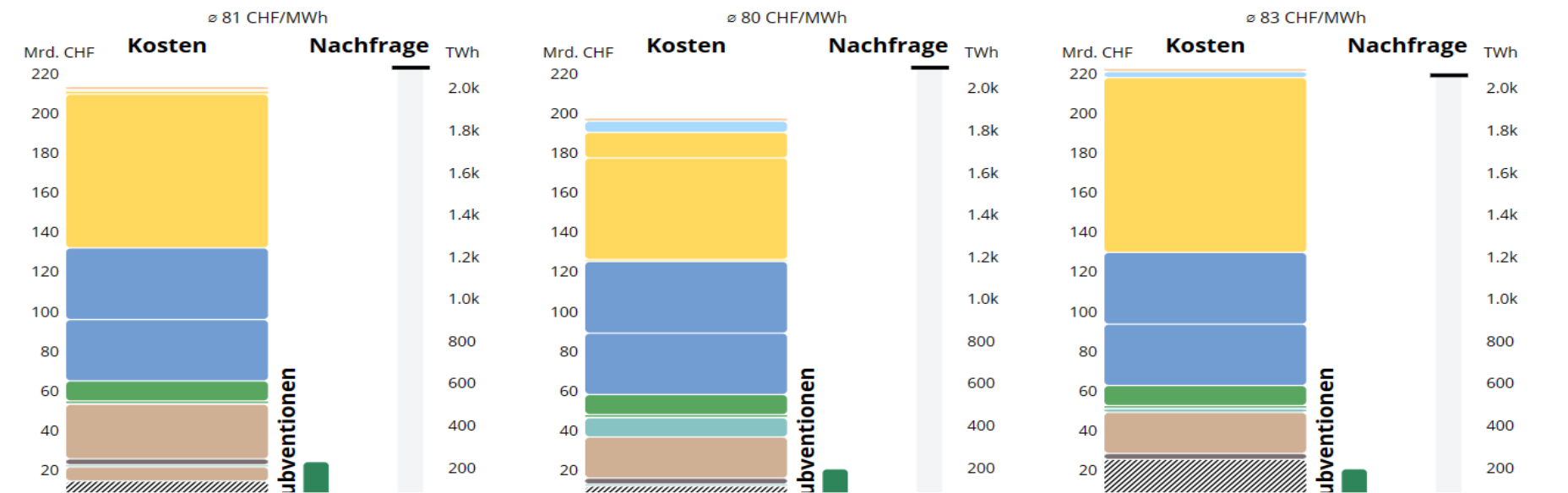
Inkl. „Sozial“: Axpo alte+neue AKW (Landschaft): 281. Axpo EE: 273. Helion: 302. ESC Nexus: 270.

Geothermie	1.69 Mrd. CHF
Wind onshore	0.70 Mrd. CHF
PV alpin	1.54 Mrd. CHF
PV Dachfläche	77.48 Mrd. CHF
PV Freifläche	0.00 Mrd. CHF
Bestand Hydro Speicher	36.12 Mrd. CHF
Bestand Laufwasser	30.92 Mrd. CHF
Biomasse	10.13 Mrd. CHF
CCS Biomasse	1.34 Mrd. CHF
CCS Fossil	0.27 Mrd. CHF
(Erneuerbares) Gas	0.00 Mrd. CHF
Bestand Kernenergie	27.54 Mrd. CHF
Bestand Fossil	3.00 Mrd. CHF
Reserve Erneuerbares Gas	1.05 Mrd. CHF
Steinkohle	0.00 Mrd. CHF
Neue Kernenergie	7.15 Mrd. CHF
Import	15.46 Mrd. CHF
Total:	214.40 Mrd. CHF
Subventionen	24.65 Mrd. CHF
Nachfrage	2,103.62 TWh

Vergleichen Sie Kosten von bis zu drei Szenarien. Es werden die Gesamtkosten bis 2050 gezeigt mit Technologie-Split. Da die Nachfrage unterschiedlich sein kann, werden zusätzlich durchschnittliche Kosten pro MWh gezeigt. Je nach Strompreis braucht es Subventionen.

Kosten: **Niedrig** Mittel Hoch | Strompreis: 80 CHF/MWh | Anzeigen: **Investor** Investor + Sozial

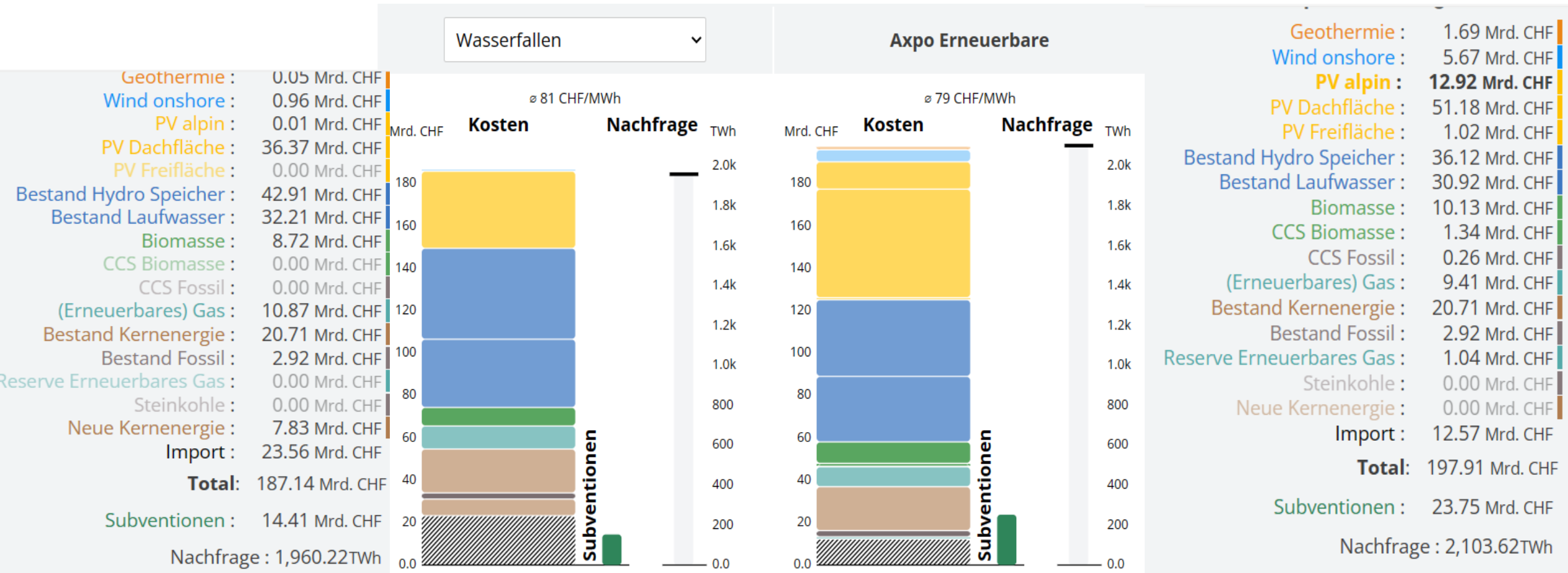
Szenario: Axpo Landschaft | **Axpo Erneuerbare** | Helion



<p>Erzeugung Wind PV Hydro</p> <p>sehr wenig wenig normal viel sehr viel</p>	<p>Temperatur</p> <p>sehr kalt kalt normal warm sehr warm</p>	<p>Gasverfügbarkeit EU</p> <p>60% 70% 80% 90% 100%</p>	<p>Verfügbarkeit KKW's FR</p> <p>20% 40% 60% 80% 100%</p>	<p>EU begrenzt CH-Importe</p> <p>0% 20% 40% 60% 80%</p>
<p>PV in 2050: 34.2 GW</p>	<p>Wind in 2050: 5.1 GW</p>	<p>Hydro in 2050: 12.5 GW</p>	<p>Biomasse in 2050: 0.8 GW</p>	<p>Nachfrage</p>
<p>Gas in 2050: 2.6 GW</p>	<p>Geothermie in 2050: 0.3 GW</p>	<p>Kernenergie in 2050: 0.0 GW</p>	<p>Fossil in 2050: 0.2 GW</p>	<p>Import</p>

AKW-Szenario Wasserfallen: ca. 10 Mrd. CHF «günstiger».
 Solarszenario eher teuer.

Unterschied marginal. **Volle Kosten:** kehrt Entscheid völlig.



Hohe Strompreise: Präferenz für AKW?

Fixe Kosten des Investments sind **110.07**

CHF/MWh. Wichtigste Inputs bei der Berechnung der Fixkosten:

Investment: 1020 EUR/kW
Volllaststunden: 950 hours

Variable Kosten des Investments sind

0.00 CHF/MWh. Wichtigste Inputs bei der

Berechnung der variablen Kosten:

CO2 price: 126 EUR/t-CO2

Weitere Einflussfaktoren sind Brennstoffpreise sowie Betriebs- und Managementkosten.

Soziale Kosten sind **91.26** CHF/MWh.

Wichtigste Inputs bei der Berechnung der sozialen Kosten:

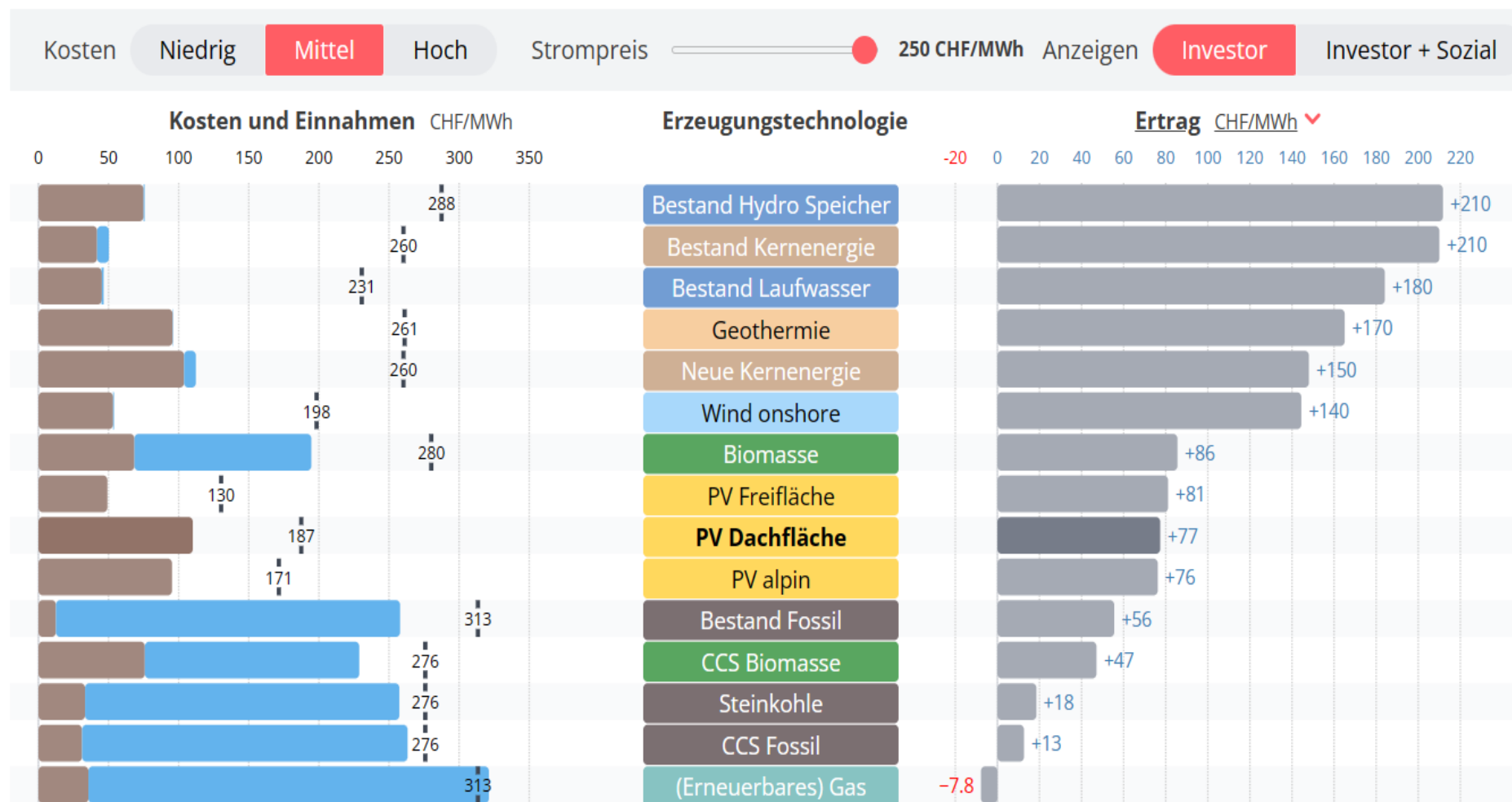
Umweltschaden durch CO2: 450 EUR/t-CO2

Weitere Umweltschäden und Ressourcenverbrauch: 9 EUR/MWh el

Weitere Kostenkomponenten sind Systemkosten wie Netzausbau.

Einnahmen für Szenario *Axpo Erneuerbare* sind im Jahresdurchschnitt **187** CHF/MWh (basierend auf dem eingestellten Strompreis von 250 CHF/MWh).

Pro Technologie gilt: Ergebnis = Einnahmen minus Kosten. Der Investor trägt fixe und variable Kosten, die Gesellschaft zusätzlich die sozialen Kosten. Die Einnahmen hängen vom durchschnittlichen Strompreis ab und davon, wann im Jahr der Strom produziert wird.



Tiefe Strompreise: Präferenz für PV?

Fixe Kosten des Investments sind **95.74** CHF/MWh. Wichtigste Inputs bei der Berechnung der Fixkosten:
Investment: 8344 EUR/kW
Volllaststunden: 7800 hours

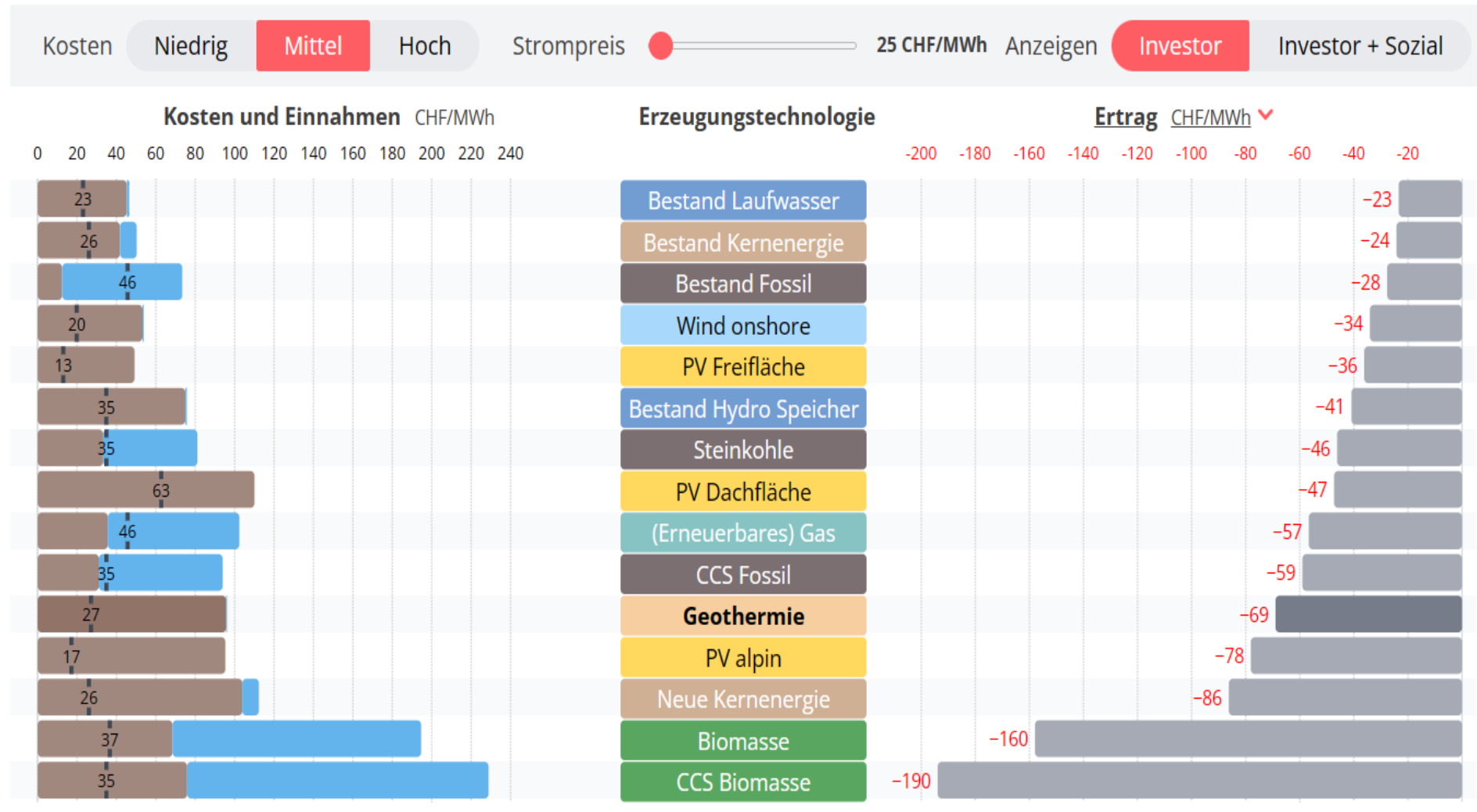
Variable Kosten des Investments sind **0.34** CHF/MWh. Wichtigste Inputs bei der Berechnung der variablen Kosten:
CO2 price: 126 EUR/t-CO2
 Weitere Einflussfaktoren sind Brennstoffpreise sowie Betriebs- und Managementkosten.

Soziale Kosten sind **20.14** CHF/MWh. Wichtigste Inputs bei der Berechnung der sozialen Kosten:
Umweltschaden durch CO2: 450 EUR/t-CO2
Weitere Umweltschäden und Ressourcenverbrauch: 2 EUR/MWh el

Weitere Kostenkomponenten sind Systemkosten wie Netzausbau.

Einnahmen für Szenario *Axpo Erneuerbare* sind im Jahresdurchschnitt **27** CHF/MWh (basierend auf dem eingestellten Strompreis von 25 CHF/MWh).

Pro Technologie gilt: Ergebnis = Einnahmen minus Kosten. Der Investor trägt fixe und variable Kosten, die Gesellschaft zusätzlich die sozialen Kosten. Die Einnahmen hängen vom durchschnittlichen Strompreis ab und davon, wann im Jahr der Strom produziert wird.




Beurteilung Axpo-Switcher

- Breite Darlegung Interdependenzen: Relativ einfache Bedienung. **Viele plausible Einsichten möglich.**
- Zurecht werden für Kernenergie „**hohe wirtschaftliche und regulatorische Kosten und Risiken für Investoren**“ moniert **aber „ausgeblendet“ Zitat.**
- Es wird festgestellt, dass ein „**realistischer Neubau von Kernkraftwerken mehr als 20 Jahre dauern würde**“, also bis 2050 für die Energiewende nicht bereit steht.
- Es wird ein klares Bekenntnis für den **raschen Ausbau der erneuerbaren Energien** abgelegt.
- Wieso werden gleichwohl **Sandkastenspiele mit propagandistischer Orchestrierung lanciert?**
- **Grosse Bedeutung Nachfrage:** Energieeffizienz bzw. Nutzungsgrad tief 37 bzw. hoch 68 MWh/per Capita.
 - Stromverbrauch konventionell (ohne WP, eMobile etc..) **von 55 TWh (2020) runter auf 40 TWh** bzw. **rauf auf 68 TWh** im Jahr 2050.
 - Kosteneinsparung **ca. 30 Mrd./a** bei rund 200 Mrd./a Gesamtkosten (15%).
 - Einflussfaktoren Bevölkerungs- Wirtschaftswachstum, Effizienzmassnahmen werden nicht offen gelegt.
- **Bewertungen Kosten PV (zu hoch), AKW (zu tief) einseitig.** Werden für Kernenergie die vollen Versicherungskosten und die Umweltbewertungspunkte (UBP) gemäss ZHAW/BFE, Folie 25 beachtet, so steigen die Kosten für bestehende und neue Kernenergieanlagen deutlich. Wettbewerbsfähige Preise für die PV und ein schlankes Netzmanagement senken die Kosten für PV deutlich.
- **Die von der NZZ-monierte „teure PV auf Dach und alpin“ sind falsch. Je nach Strompreishöhe schneidet die neue Kernenergie gemäss Axpo-Switcher falsch.**
- **Akzeptanz neue AKW in Bevölkerung gering, sehr gering. Realisierung neue Kernenergieanlagen bis 2050 unmöglich.**
- **Zusätzliche Netzkosten bedeutsam:** Explizite Diskussion fehlt. Welche Massnahmen etc.?
 - Einsparungen von bis 50 -100 Prozent gemäss BFE möglich mit Spitzen brechen. Lastmanagement etc..
- Keine Beachtung **Zusatznutzen:** Arbeitsplätze, Wertschöpfung in der Schweiz.
- Wieso werden Szenarien energie-wende-ja (siehe Folie 5 ff.) und **VSE/EMPA (47) Folie nicht einbezogen?**

Fazit

1. **Rascher Zubau** erneuerbare Energien vom Parlament **im Stromgesetz beschlossen**: Zielanpassung ↗
2. **Prioritäten**: Fotovoltaik klar im Vordergrund. Wind wichtig. Disruptive Entwicklung im Gang. Wasserkraftausbau bleibt bescheiden. P2X mit Speichern vielversprechend, Biomasse eher noch offen.
3. **Winter**: Je mehr Saisonale Speicher und Winterproduktion, desto unwahrscheinlicher die "Winterlücke"
4. **Solar- und Windexpress i.O.**, aber noch nicht gesichert wegen Verfahren.
5. **Umweltbelastungen innerhalb der Schweiz** können im Rahmen gehalten werden.
6. **Umweltbelastungen der Produktion für die Schweiz im Ausland** einbeziehen und beachten.
7. **Finanzierung** längerfristig offen: Reicht Verschuldung Netzzuschlag Mal 2? Kriterien? Mehr Transparenz und Sensitivitätsanalysen nötig.
8. **Speicher**: Bereits grosse Kapazitäten. Ausbau nötig mit **Wasser, Batterien, Power-to-X, Import-Export**.
9. **Netze**: Grosser **Nachholbedarf**. **Intelligente Netze** statt Kupfer. Verfahren **beschleunigen**. Je **konsumnah** die **Stromproduktion**, desto **geringer** die notwendigen **Investitionen** ins Netz.
10. **Axpo-Switcher**: Interessantes Tool – teilw. einseitige Beurteilungen, fehlende Aspekte. **AKW-Diskussion?**
11. **Energiewende**: Ein **Gewinn mit grossen Zusatznutzen**
 1. Hohe inländische **Versorgungssicherheit**
 2. Mehr **Komfort**, weniger Lärm etc.
 3. Beitrag **Klima**

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

- Besten Dank an Peter Stutz, Rolf Iten, Vorstand energie-wende-ja für Anregungen, Korrekturlesen.
- Feedbacks bitte an  ruedimeier@bluewin.ch

Weitere Unterlagen: www.energie-wende-ja.ch; www.ruedimeier.ch /EnWI-Tool

Spenden – Mitgliedschaft – Sponsoring energie-wende-ja

- Aktive Energie- Klimapolitik unterstützen mit **Spenden** an energie-wende-ja

- **Mitgliedschaft: 50.- Franken pro Jahr**

- **Sponsoring:**

Platin	10'000.-
Gold	5'000.-
Silber	3'000.-
Bronze	1'000.-

- **Ganz herzlichen Dank!** www.energie-wende-ja.ch