



# Energiewende läuft!?

Webinar SSES, Dienstag, 16. Mai 2023. 19.00-20.30 Uhr

Moderation; Carole Klopfenstein, GL SSES, Bern/Muri

Referent

Dr. Ruedi Meier, Ökonom/Raumplaner-ETH-Z

Präsident energie-wende-ja

Bürglenstrasse 35, 3006 Bern

[ruedimeier@bluewin.ch](mailto:ruedimeier@bluewin.ch)

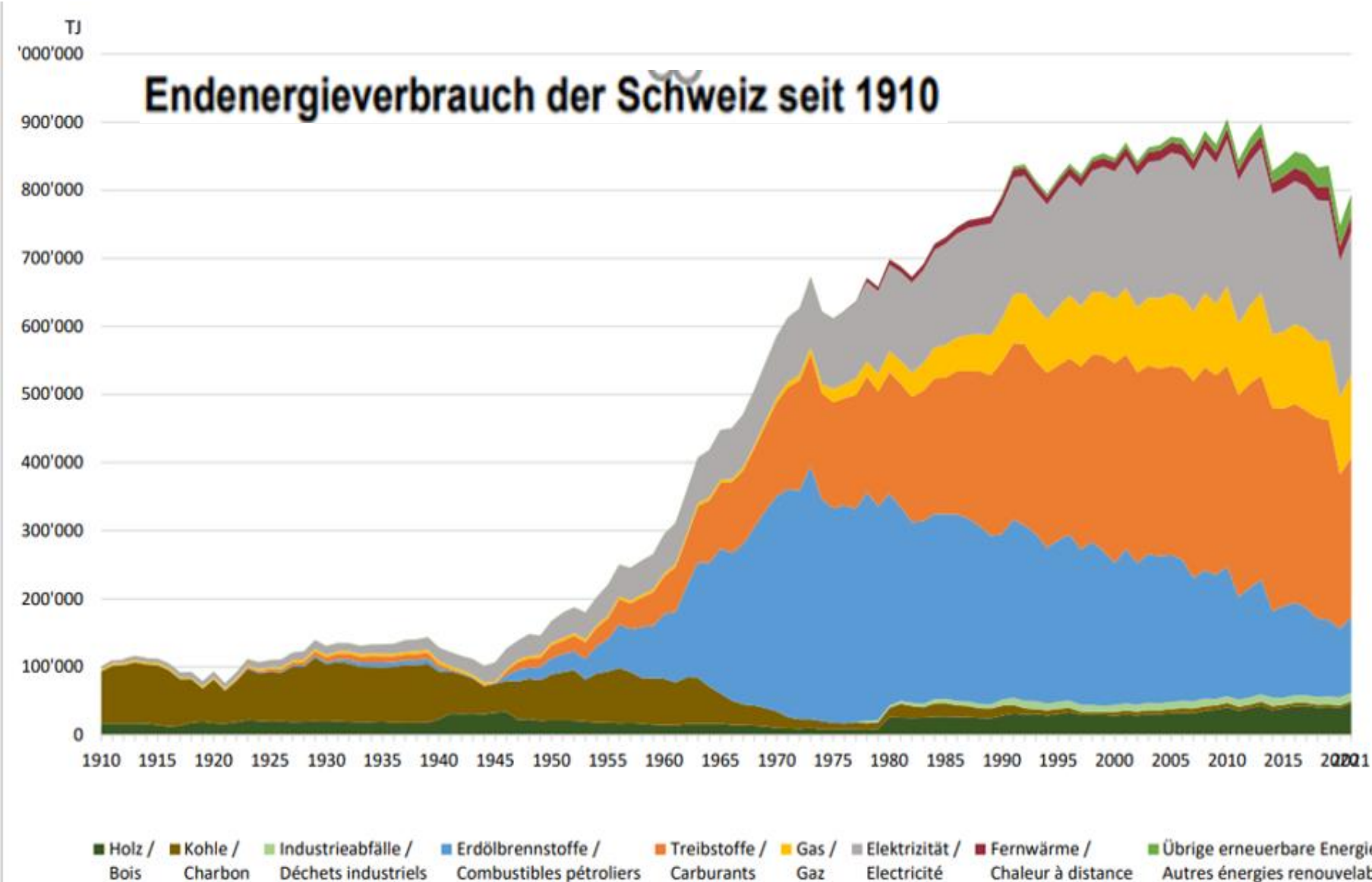
[www.energie-wende.ja](http://www.energie-wende.ja) [www.ruedimeier.ch](http://www.ruedimeier.ch)

# Agenda

1. Ziele/Perspektiven der Energiewende:
  1. Gesamtenergieverbrauch 1910-2021
  2. Energieperspektiven 2050+, Reduktion Treibhausgase nach Sektoren bis 2050.
  3. Geplante Winterstromlücke muss nicht sein.
  4. Versorgungsplan Schweiz 2035, 2045/50
2. Zubau Erneuerbare Energien
  1. Neue Zielsetzungen Ständerat, Nationalrat: Revision Energie-, Stromversorgungsgesetz – Mantelerlass
  2. Potentiale Erneuerbare Energien: Sonne, Wind Biomasse, Wasser vorhanden
  3. Dynamik Zubau
3. Wärmepumpen, eMobilität
4. Förderung – Investitionssicherheit
5. Netzausbau – Intelligente Netze
6. Nutzen Klimagesetz, öffentliche Investitionen (Kosten)
7. Energiekostenreduktion von 2-5 Milliarden Franken pro Jahr:
8. Fazit: ***Gewinn - ausser für Fossile – für Alle!***

# CH-Energiewende: Ausstieg AKW 22TWh /70 % fossile Energien: 120 TWh.

2021: 800 TJ = **220 TWh**. Strom: **36 TWh Wasser** + **22 TWh AKW** + **6 TWh Strom erneuerbar** + **120 TWh fossil** + **36 TWh Holz+Abfälle+Fernwärme**



**Energiegesetz erfüllt!**

**Reicht nicht!**

**Effizienz**

**Substitution**

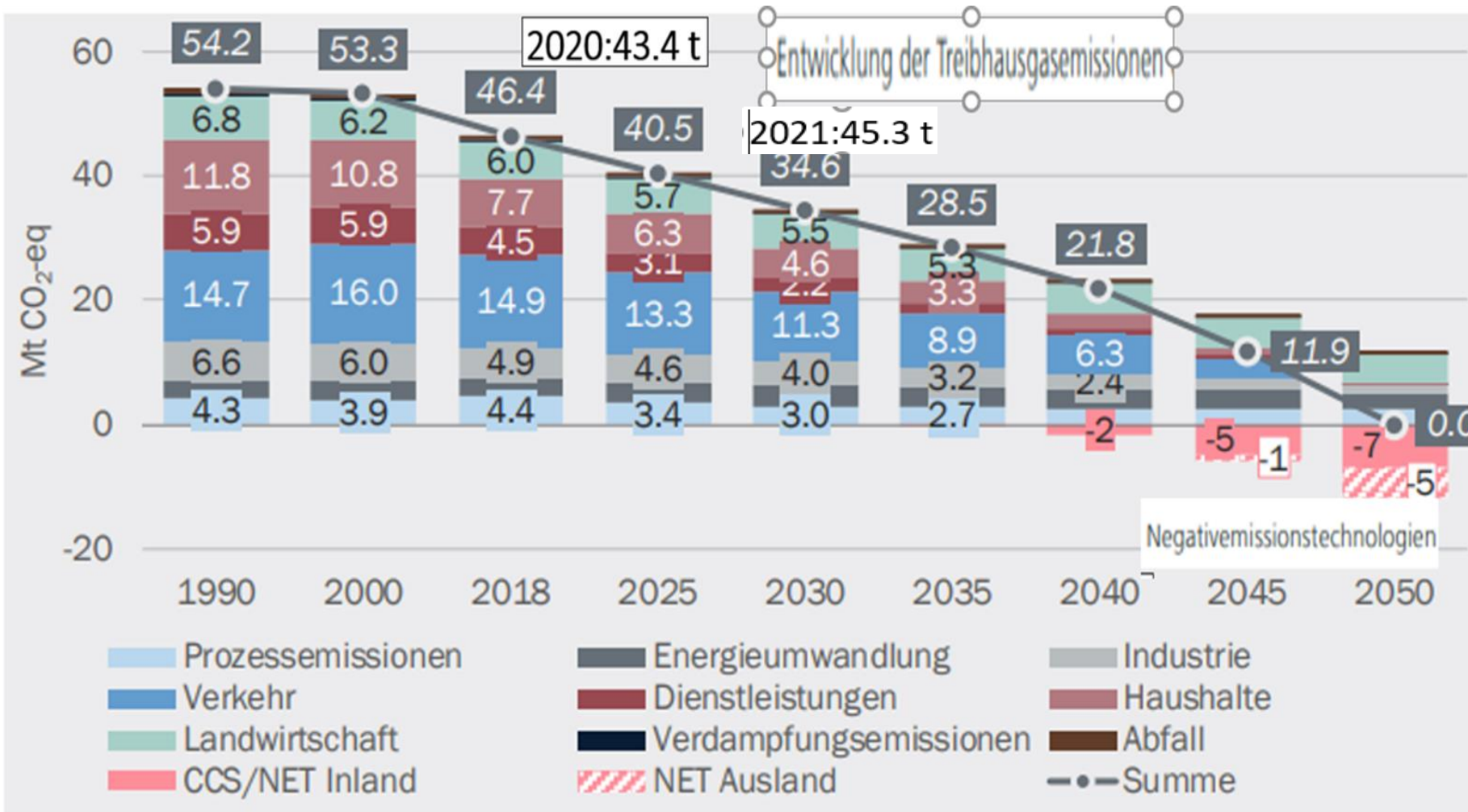
**22 TWh AKW**

**120 TWh Fossil**

**Graue Energie, Flugverkehr**  
**120 TWh:**

**Keine Chance im Inland.**

# Ziele: Energieperspektiven2050+: Reduktion THG nach Sektoren



Ziele gemäss Pariser Abkommen?

- Total THG-Emissionen ab 2020 - ca. 700 Mio. t.
- Budget 1.5°C-Ziel, ca. 400 Mio. t

**Absenkpfad!**



**Klimagesetz,  
18. Juni 23.**

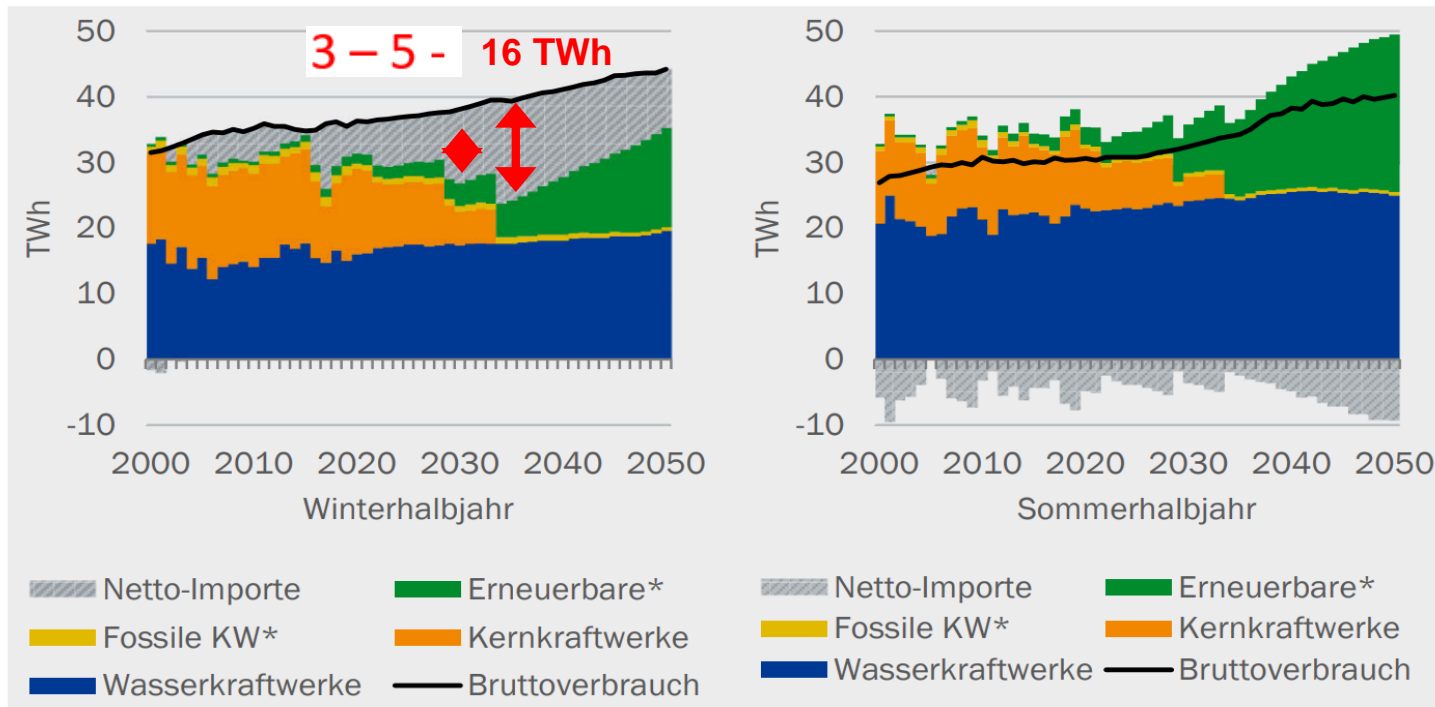
**JA!**

# Planung alt: Ausstieg AKW 2035 i.O, aber hohe Stromimporte *Putin Schock!*

Zu wenig Zubau Erneuerbare Energien  
Energiewende erst ab 2035 3 – 5 -

Abbildung 7: Winter-/Sommerbilanz

Entwicklung der Bruttostromerzeugung im Winter- und Sommerhalbjahr im Szenario ZERO Basis  
(Strategievariante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050»), in TWh



\* gekoppelt und ungekoppelt

© Prognos AG/TEP Energy GmbH/INFRAS AG 2020

**Gefährdete Versorgungssicherheit:  
Schadenskosten > 100 Mrd. CHF**

Hohe Gas-, Kohlestromimporte schwierig:

- Mehr Eigenverbrauch Ausland
- Teuer
- Unökologisch (Kohle, Gas)
- Kein EU-Rahmenabkommen



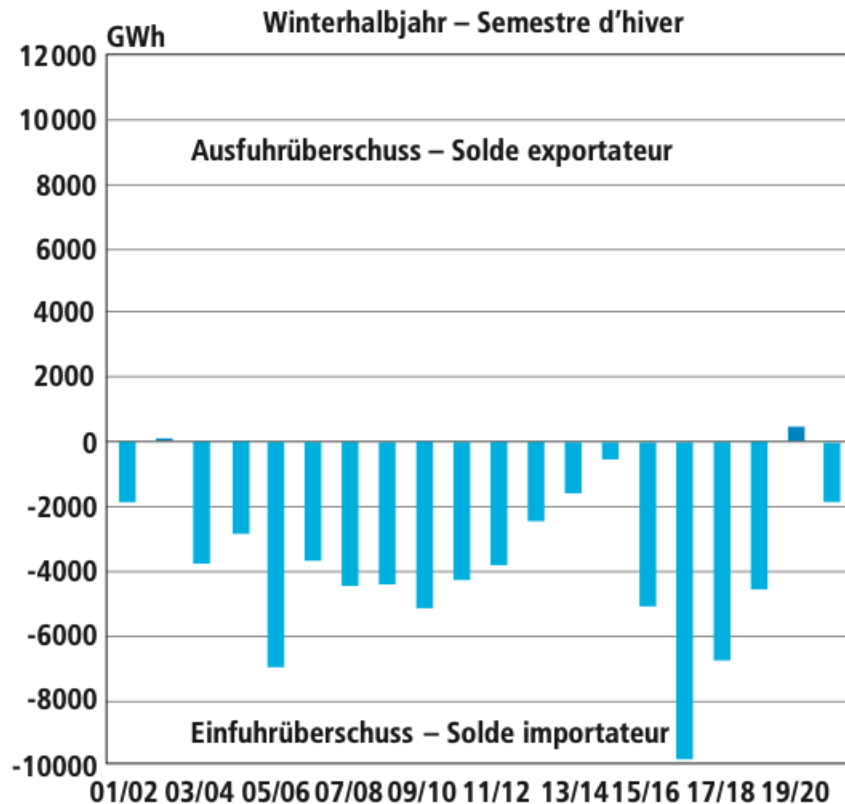
**Neue Zielsetzungen nötig!**

- Mehr Energieeffizienz: WP, eMobile
- Forcierter Zubau erneuerbare Energien.
- Mit hohem Anteil Winterhalbjahr
  - PV Winter, bis ca. 50%
  - Wind, ca. 66%
  - Biomasse, bis 100%.
  - **Wasserkraft Speicher, 100%**
  - **Wärmespeicher**
  - **Power-to-X**

# Winterloch?: Entwicklung Import – Export effektiv beachten

➡ Laufendes Monitoring ➡ Neue Szenarien

**Fig. 19** Ausfuhr- und Einfuhrüberschuss  
Solde exportateur et importateur




BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2021 (Fig. 19)  
OFEN, Statistique suisse de l'électricité 2021 (fig. 19)  
10.03.2023

**Tab. 27** Bedeutung der Einfuhr-/Ausfuhr-Saldi im Winterhalbjahr  
Importance des soldes importateurs et exportateurs en hiver

Hydrologisches Winterhalbjahr Hiver hydrologique	Ausfuhr (–) physikalisch Exportations (–) physique	Einfuhr (+) physikalisch Importations (+) physique	Saldo (–) Saldo (+) Solde exportateur (–) Solde importateur (+)	Nettoerzeugung Production nette	Saldo (–)/(+) in % der Nettoerzeugung Solde exportateur (–) et solde importateur (+) en % de la production nette
	GWh				
2011/2012	–17 547	21 338	+ 3 791	30 955	+ 12,2
2012/2013	–16 638	19 077	+ 2 439	32 373	+ 7,5
2013/2014	–17 293	18 863	+ 1 570	32 457	+ 4,8
2014/2015	–18 463	18 988	+ 525	33 583	+ 1,6
2015/2016	–18 119	23 166	+ 5 047	28 904	+ 17,5
2016/2017	–12 098	21 852	+ 9 754	24 751	+ 39,4
2017/2018	–16 815	23 533	+ 6 718	27 782	+ 24,2
2018/2019	–15 812	20 365	+ 4 553	29 279	+ 15,6
2019/2020	–18 195	17 726	– 469	33 257	– 1,4
2020/2021	–15 924	17 739	+ 1 815	31 824	+ 5,7

BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2021 (Tab. 27)  
OFEN, Statistique suisse de l'électricité 2021 (tabl. 27)



**Versorgungsplan Schweiz:** 220 TWh = 36 Wasser + **22 AKW** + **120 Fossil** + 6 EE + 36 TWh (Wärme/Strom,Bio, FW)  

**22** + **/+4** = **30-40 TWh Strom**

**Wasserkraft: Speicher/Runder Tisch:**

+ 2 TWh/a

**Photovoltaik: Alle Kategorien**

+ 35 TWh/a

**Windkraft**

+ 6 TWh/a

**Biomasse**

+ 2 TWh/a

**Total Zubau bis 2035 bzw. bis 2050: 100% dekarbonisiert**

+ 45 TWh/a

+52 – 62 TWh/a

***Davon Winterstrom***

***+ 20 TWh***

**Kein Winterstromdefizit: Lücke gefüllt**

**Mehr Effizienz: Gebäude, Industrie, Mobilität etc.**

- 5 - 10 TWh

**Notstromaggregate (ca. 1000 MW)**

+ 1-3 TWh

**Kein Ausbau Gas. Übergang Power to X: Inland (- Faktor 4) + Import**

+ 5 - max. 10 TWh

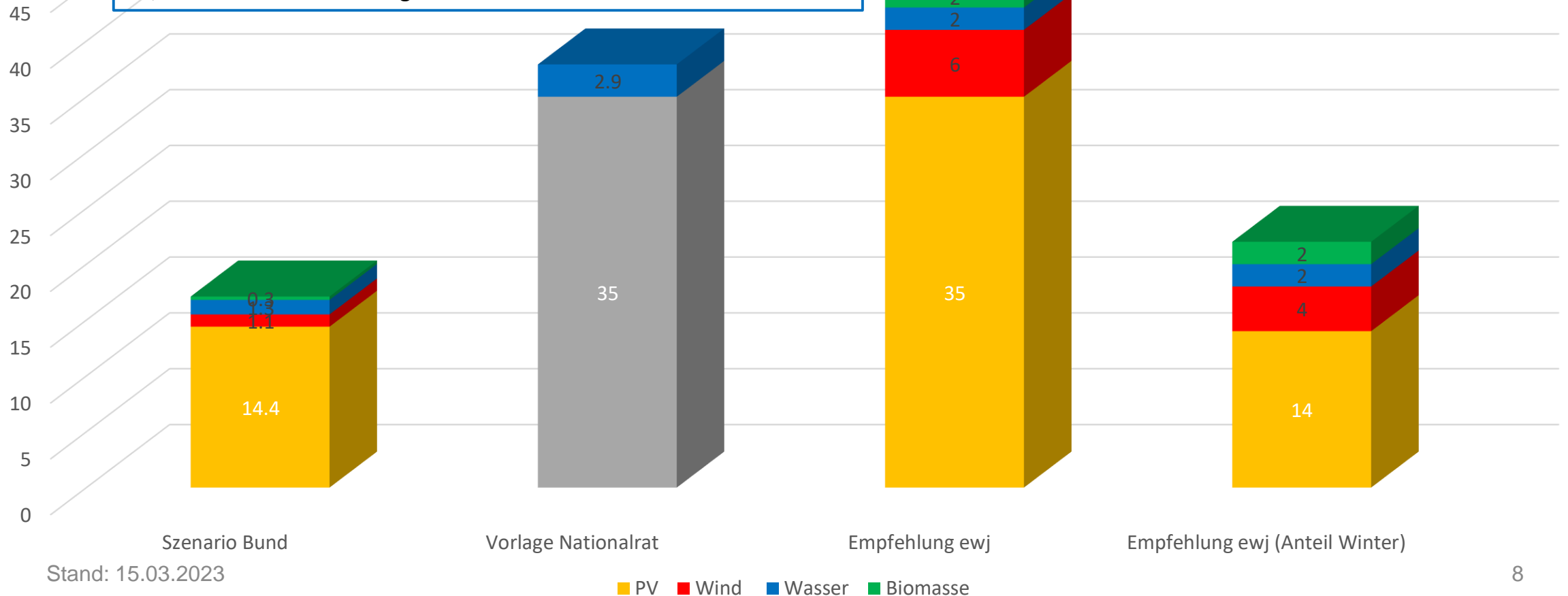
**Importe Strom? Austausch?: Stromabkommen**

+5-10 TWh

# Zusätzliche Stromproduktion *35/2.9 – 45 TWh* bis 2035

Zuwachs nach Erzeugungsart (TWh/a)

Werte Vorlage Nationalrat: nur Wasser sep. ausgewiesen  
PV, Wind und Biomasse in grauem Balken





# Potenziäle Sonne, Wind

## → 2x Stromkonsum 2022

**Solar ca. 127 – 137 TWh, Wind 30 TWh. Und: Wasser 2 TWh (Winter), Biomasse 30 TWh**



### 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

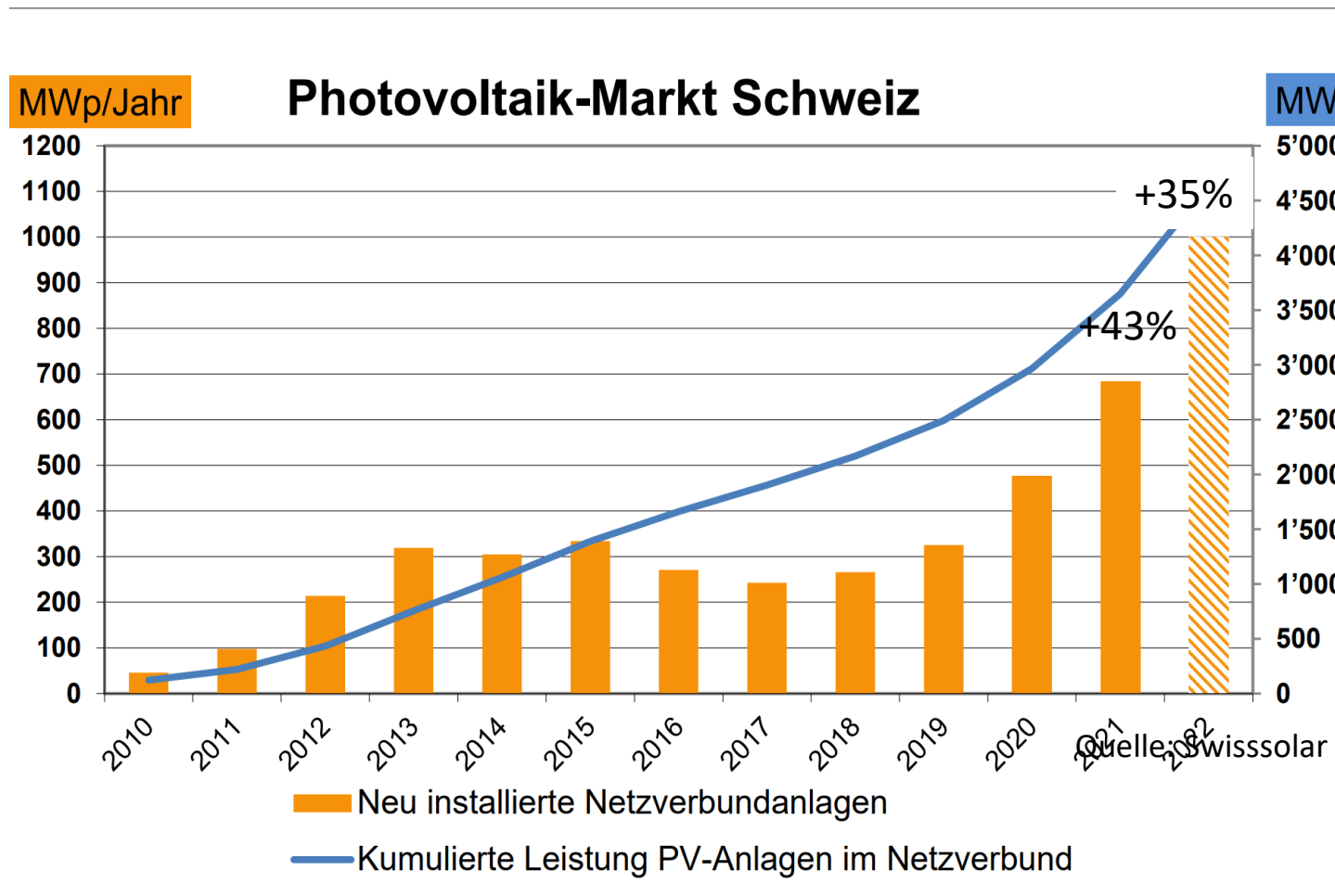
**58 TWh Stromverbrauch CH 2021**

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

### Windenergiepotential Kantone, Schweiz

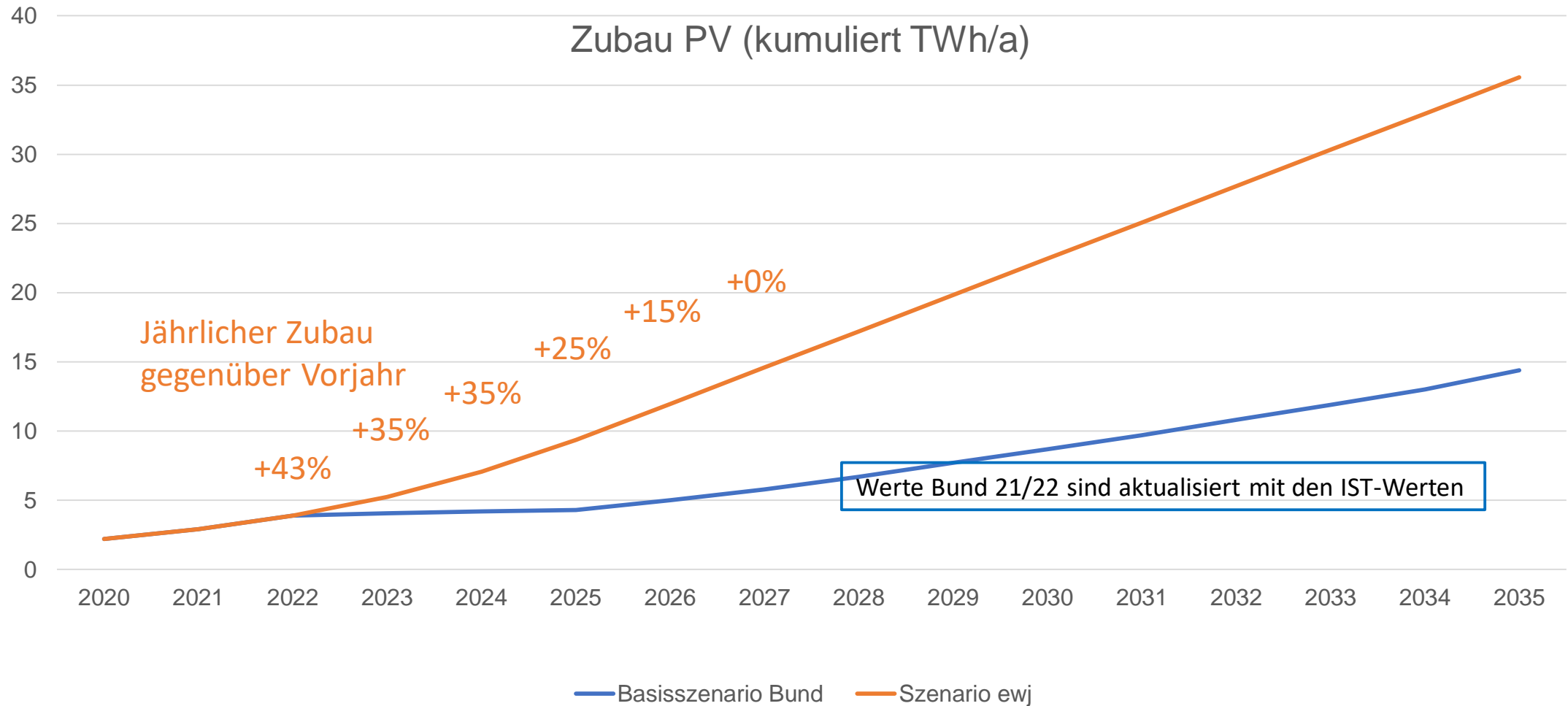
Basel-Stadt	0 (keine WEA platziert)
Bern	7'030
Freiburg	1'803
Wallis	632
Waadt	5'929
Zug	189
Zürich	883
<b>Summe Schweiz</b>	<b>29'456 (= 29.5 TWh/a)</b>

# Photovoltaik Schweiz – Neue Dynamik



- Wachstum 2021 gegenüber 2020 um +43%
  - 2022: Zubau ca. 1000 MW oder Produktion von ca. 1 TWh: + 35%
  - Kumulierter Ertrag PV: **ca. 3,6 TWh/a (6%)**
  - Zielerreichung 2035?: **35 TWh/a**
- Zubau ab 2027**  
**→ linear 2'500 MWp/a**

# Szenario Zubau PV bis 2035

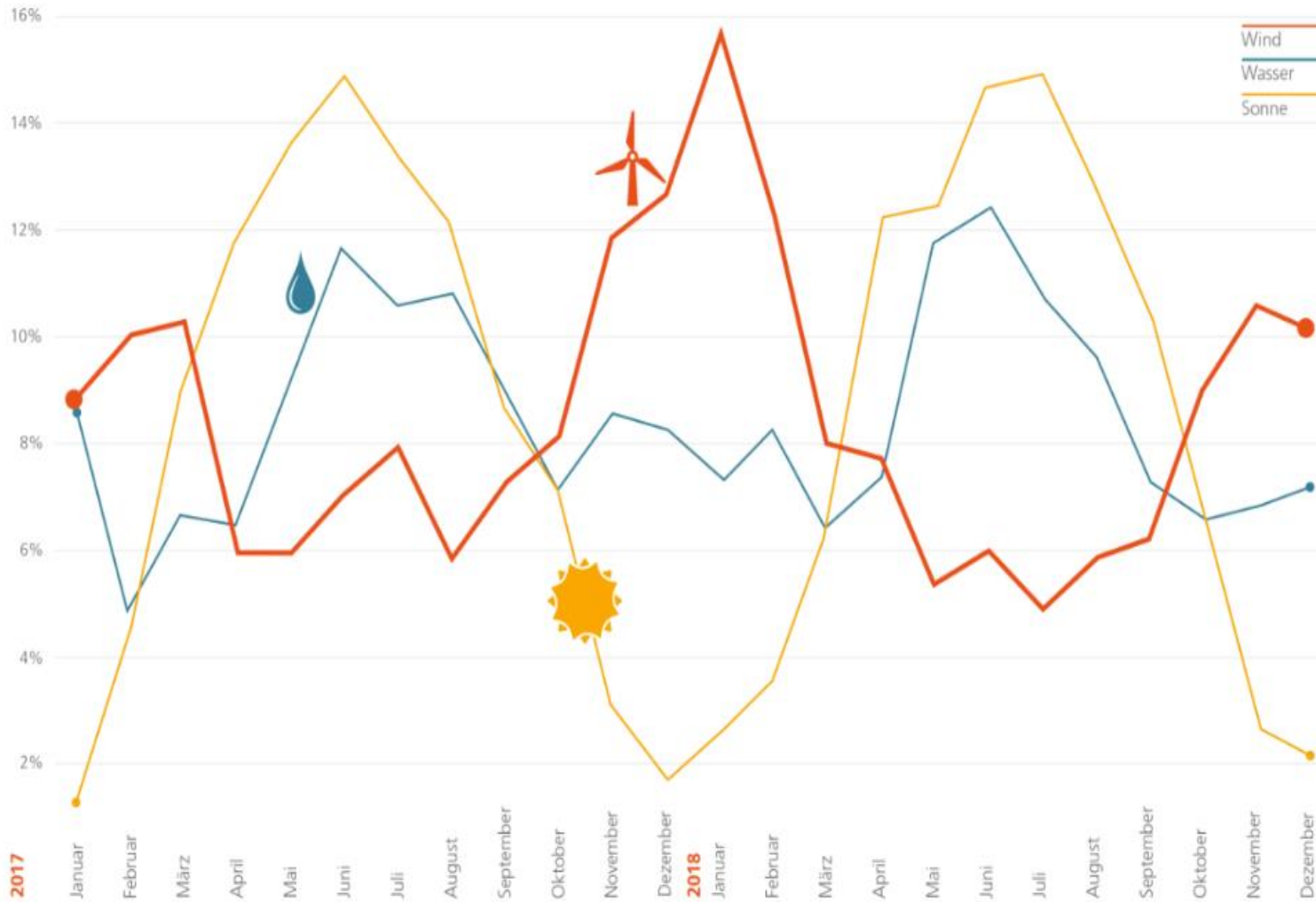


Zubau PV: +35 TWh/a bis 2035  155 km<sup>2</sup> 1/3 Winterstrom

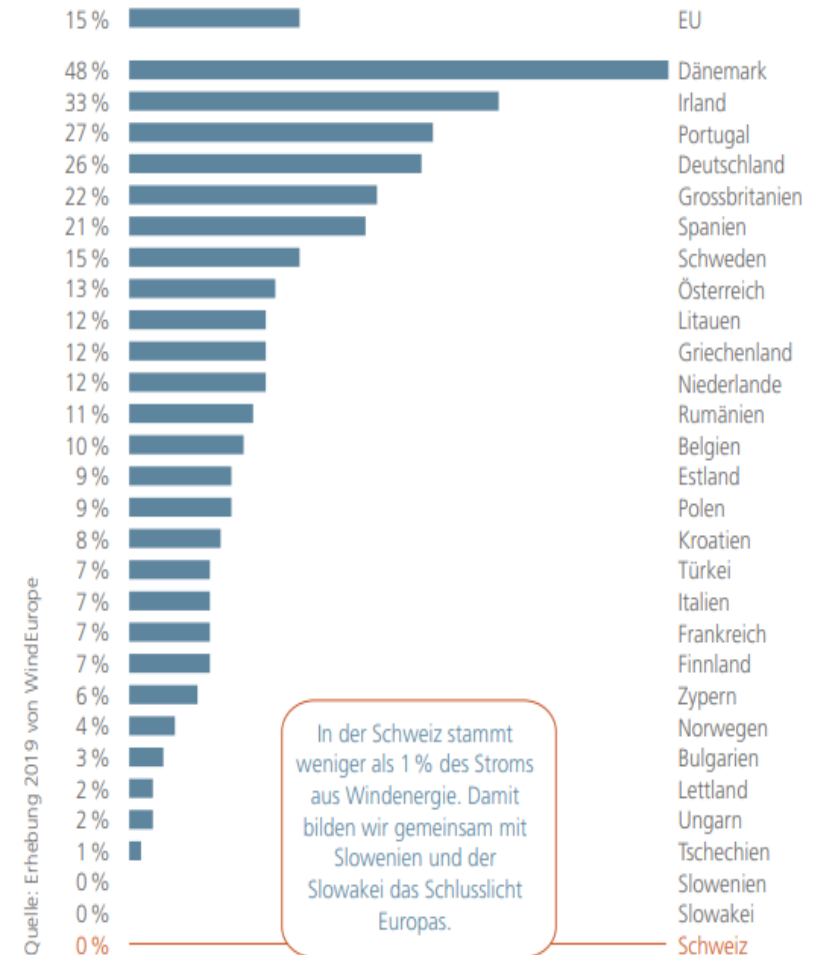
<b>Zubaumodell ohne Batterien</b>	Fläche km <sup>2</sup>	Produktion Sommer TWh	Produktion Winter TWh	Produktion Jahr 2035 TWh/a	Investition PV bis 2035 Mio. CHF	Subvention bis 2035 Mio. CHF	Investition Batterie bis 2035 Mio. CHF	Ertrag-Aufwand 2035; ohne Subv. 3% Zins, 1% B&U Mio. CHF	Ertrag-Aufwand 2035; mit Subv. 3% Zins, 1% B&U Mio. CHF
Kategorie									
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
<b>Total</b>	<b>155.4</b>	<b>22.9</b>	<b>12.1</b>	<b>35.0</b>	<b>47'186</b>	<b>7'078</b>	<b>0</b>	<b>520</b>	<b>933</b>

# Windanlagen: 2/3 Winterstrom – Europa 15% - CH=0,2%

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



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



# Windanlagen Zubau 6 TWh: Anzahl Anlagen? Regionale Verteilung der Anlagen?

3 SÄULEN:  
3x2 TWh/Jahr



## Annahmen Modelrechnung: 2000 Volllast-Stunden

Anzahl Anlagen: 6 TWh

- | Assumption      | Number of Plants |
|-----------------|------------------|
| • 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   |           |
| • Anlagen Mittelland: pro Anlage | 7-8 GWh   |
| • Anlagen Jurahöhen: pro Anlage  | 10-11 GWh |
| • Nennleistung pro Anlage:       | 5-6 MW    |

**Mischrechnung für 6 TWh:  
Max. 600-700 Anlagen**

# **UREK-S: «Bundesgesetz über die Beschleunigung der Bewilligungsverfahren für Windenergieanlagen»**

## **Ausbau Windenergie mit Einbezug Gemeinden**

Weit fortgeschrittene Windenergie-Projekte rasch Umsetzen

Gemeinde: Zustimmung Nutzungsplanung.

Ausnahme: Kt. Neuenburg mit Kompetenz Nutzungsplanung Kanton.

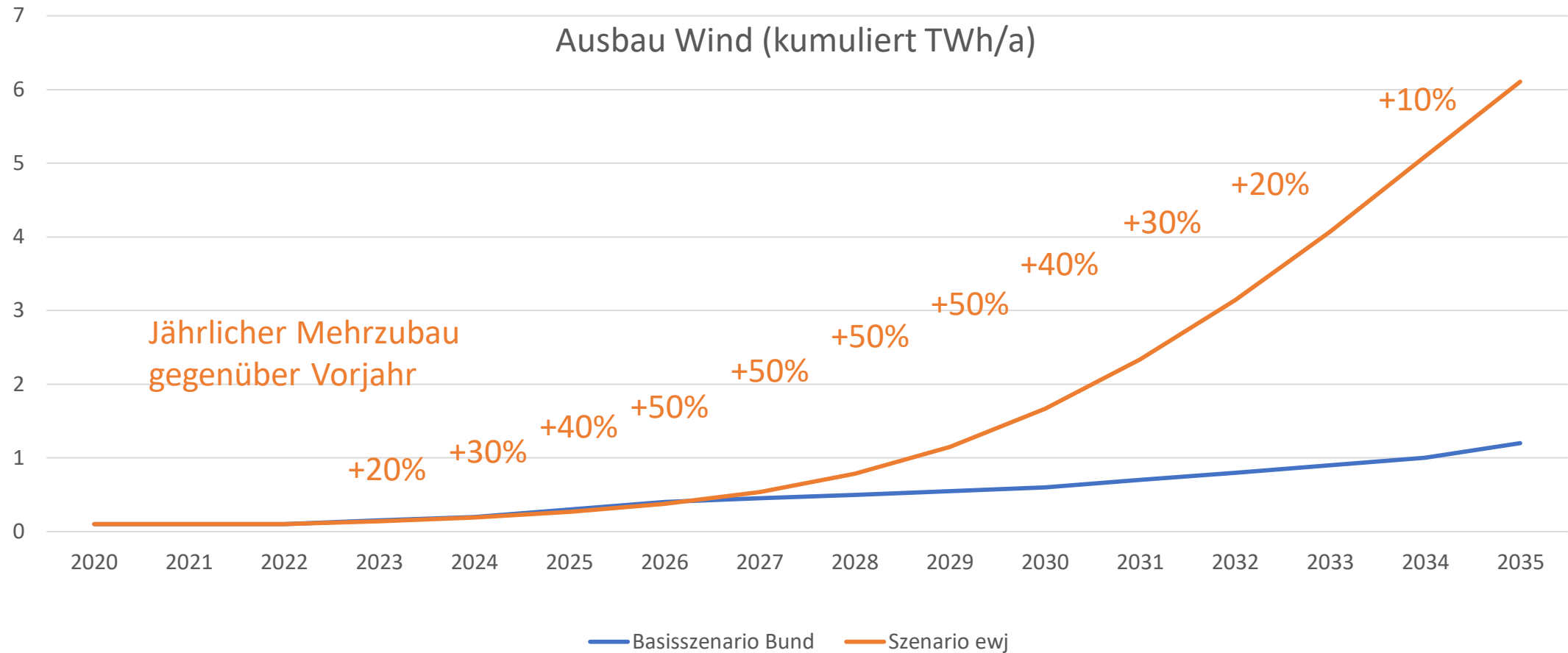
**Rechtsmittel gegen Entscheide eingeschränkt:** Nur am obersten kantonale Gericht anfechten

**Weiterzug Bundesgericht:** Nur zur Klärung grundsätzliche Rechtsfragen.

Gesetz gilt bis zu 600 MW Leistung  *1.2 TWh von 6 TWh*



# Szenario Ausbau Wind, Vorlaufzeit grösser als PV



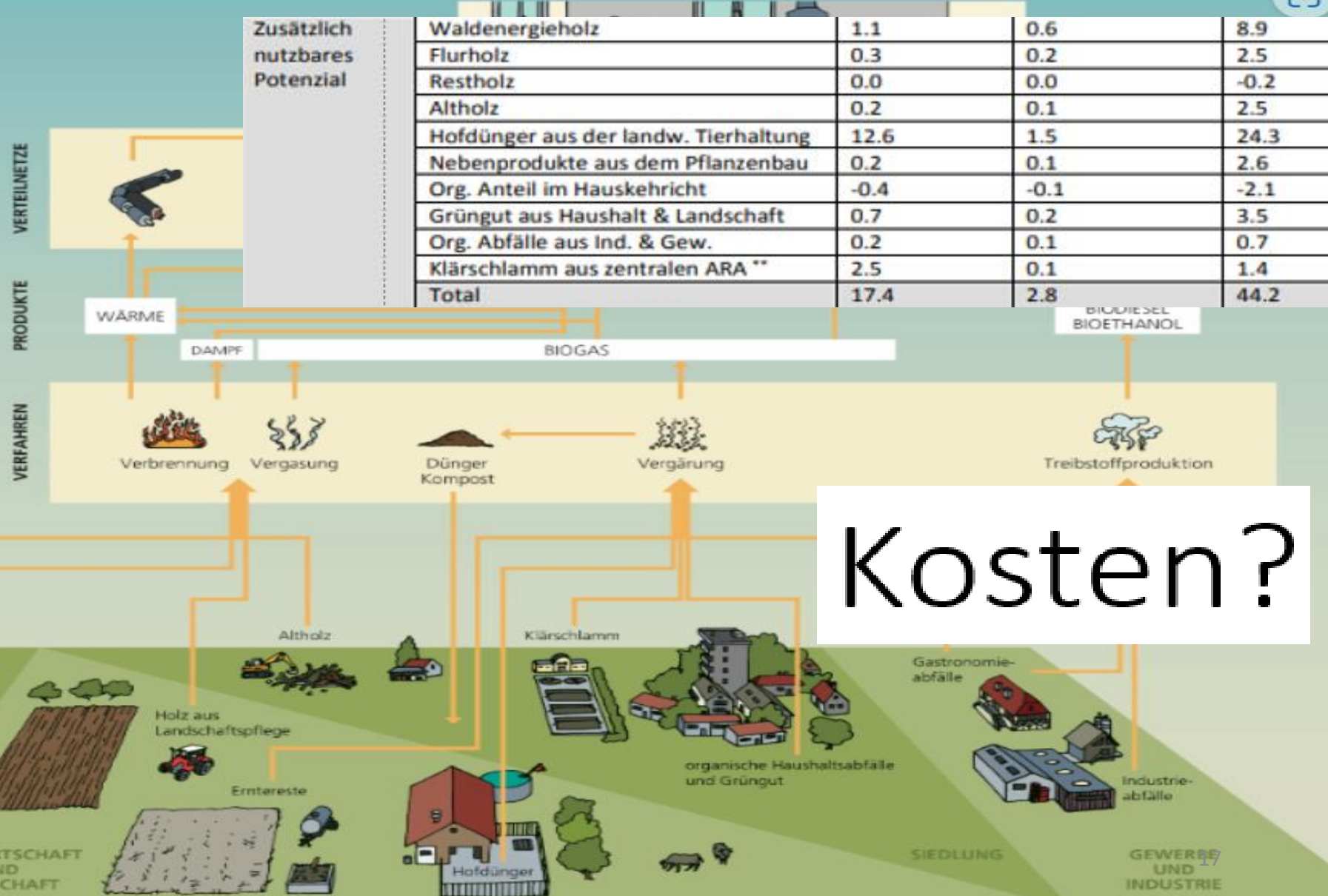
Biomasse: Alleskönner Rüstabfall Haushalte, Hofdünger Landwirte, ungenutztes Holz:  
Wertvolle Energie: Strom, Wärme, Treibstoff. Erneuerbar, einheimisch, CO<sub>2</sub>-neutral.

Potenziale:



10 TWh

Kosten?



„Runder Tisch“

Wasserkraft/Speicher:

15 Projekte: Plus 2 TWh

Im Prinzip i.O.

*Kosten-/Nutzen-Analysen!  
Vergleich mit Fotovoltaik,  
Windenergie etc.*

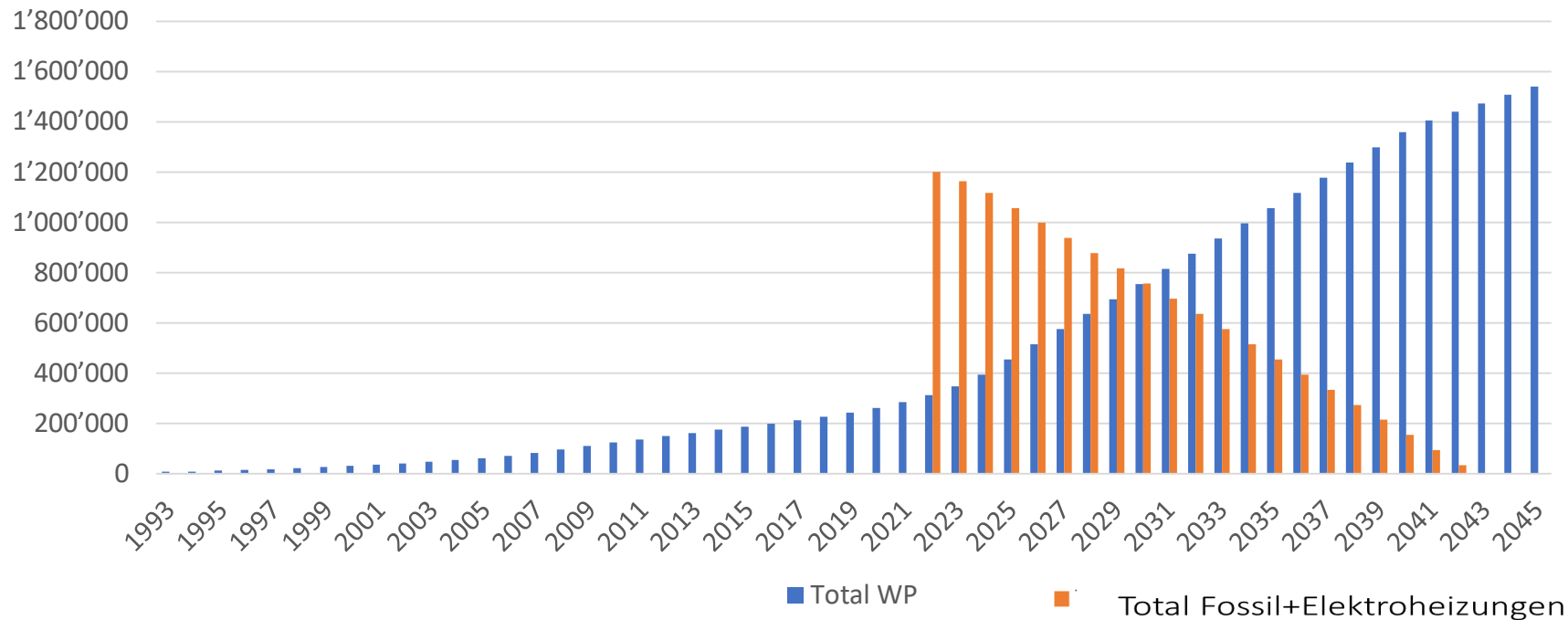
weitere Projekte?

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
Grimseesee,	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	
Turtmann-gletscher	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
Allalingsletscher	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-Rothbrunnen-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	-	

# Wachstumspfad Wärmepumpen bis 2045:

**Ersatz** fossile Heizungen: 900'000 + **Ersatz** El-Heizungen 130'000 ➡ Strom 400'00 WP

Ersatz Fossile Heizungen durch WP



## Annahmen:

- 30% Wachstum bis 2025, Konstanz ab 2026  
0% Zuwachs
- 1/3 neu installierten WP: Ersatz für bestehende alte WP und für Neubauten (In Darstellung abgezogen).
- Fossile Heizungen werden proportional durch WP abgelöst

Quelle: Fachverein Wärmepumpen Schweiz (FWS)

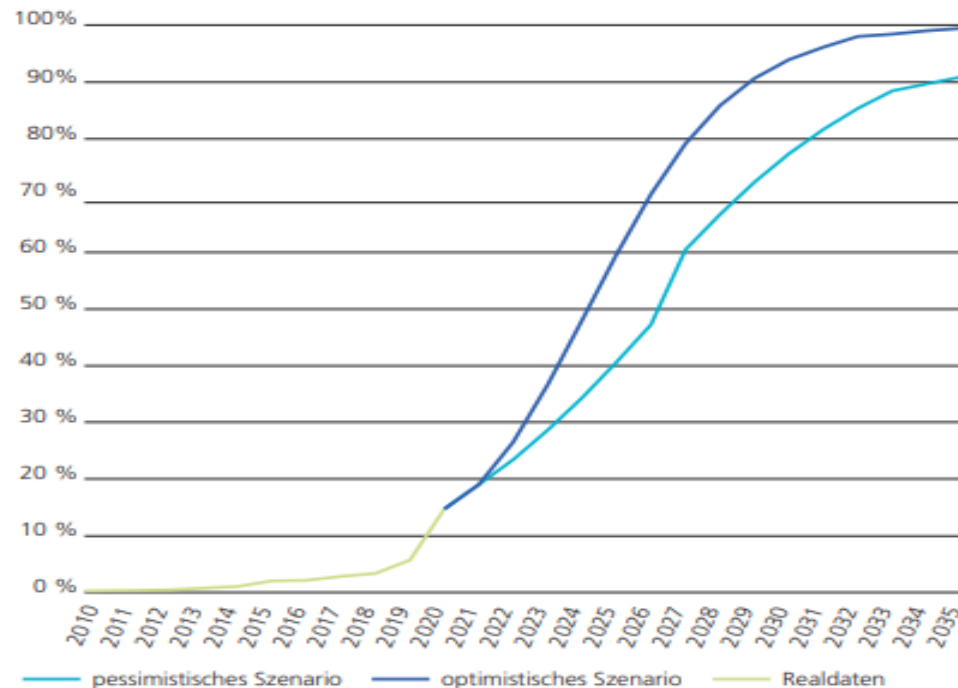
# eMobile: exponentielles Wachstum – Strom + 9 TWh

Die Marktdurchdringung der Steckerautos (PEV, in % der Neuzulassungen) befindet sich in einer Phase der exponentiellen Zunahme. Elektromobilität wird bei den Personenwagen zur Leitttechnologie werden und Verbrennungsfahrzeuge fast vollständig vom Markt verdrängen. Der Marktanteil von Steckerautos bei den Neuwagen wird

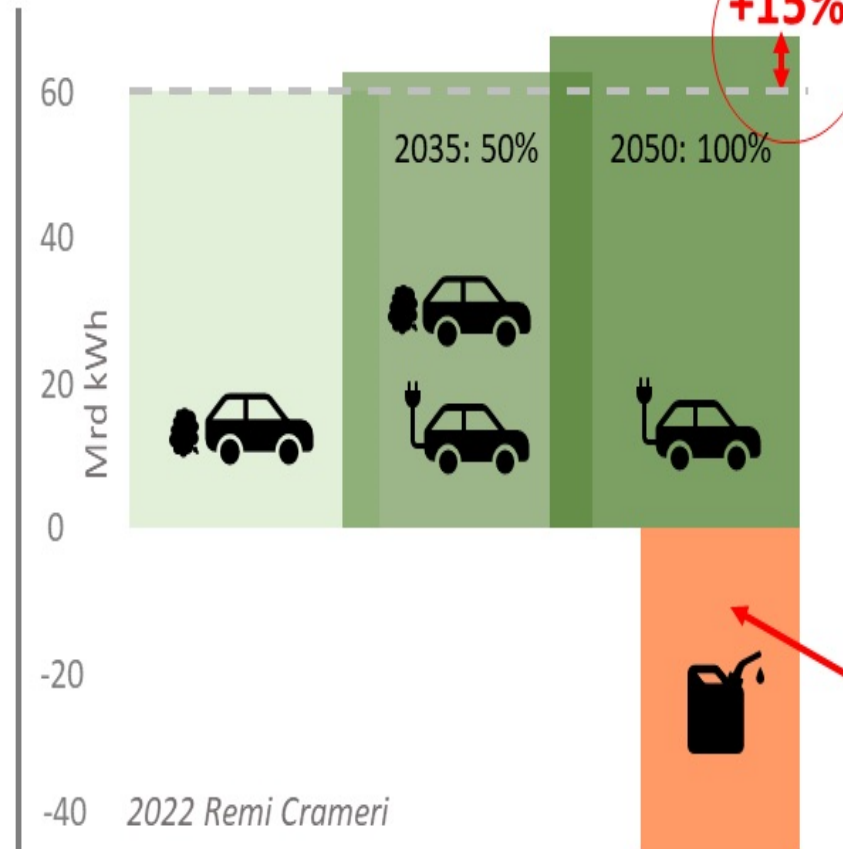
2025 zwischen 40% und 60%  
2030 zwischen 72% und 94%  
2035 zwischen 91% und 99%<sup>10</sup> liegen.

## Marktdurchdringung für Steckerfahrzeuge

Prognose bis 2035: Anteil Neuzulassungen (PEV) am Gesamtmarkt in der Schweiz



## Mehrverbrauch Strom Elektroautos Schweiz



Herleitung (Quelle: BFS, 2020)

Endverbrauch elektrische Energie Schweiz:  
60 Mrd kWh (=60 TWh)

Fahrleistung Personenwagen:

60 Mrd Kilometer

Ø Verbrauch Elektroauto: 15 kWh/100 km  
60 Mrd/100 \* 15 kWh = 9 Mrd kWh (9 TWh)

Energieeinsparung:

42 Mrd kWh (Bei Ø 7 L Benzin/100 km  
und 10 kWh Energie/L Benzin)

# Speicher: eMobile.

Quelle: Jürg Grossen, et al. 2022.

	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



# Notwendige Förderung Erneuerbare Energien



## Investitionssicherheit

Einnahmen 2022: Netzzuschlag 2.3 Rp./kWh: 1.4 Mrd. CHF

*Fonds 2022: 2,6 Mrd. Fr.*

Quelle: STAATSRÉCHNUNG 2022, BAND 1, S. 287 ff.

### Massive Umlagerung Ausgaben

- PV-Einspeisevergütung praktisch Null
- Wasser-, *Windkraft Plus!*

*Mehr Mittel Einmalvergütung*

### Neu Mantelerlass:

+ Marktprämien breit

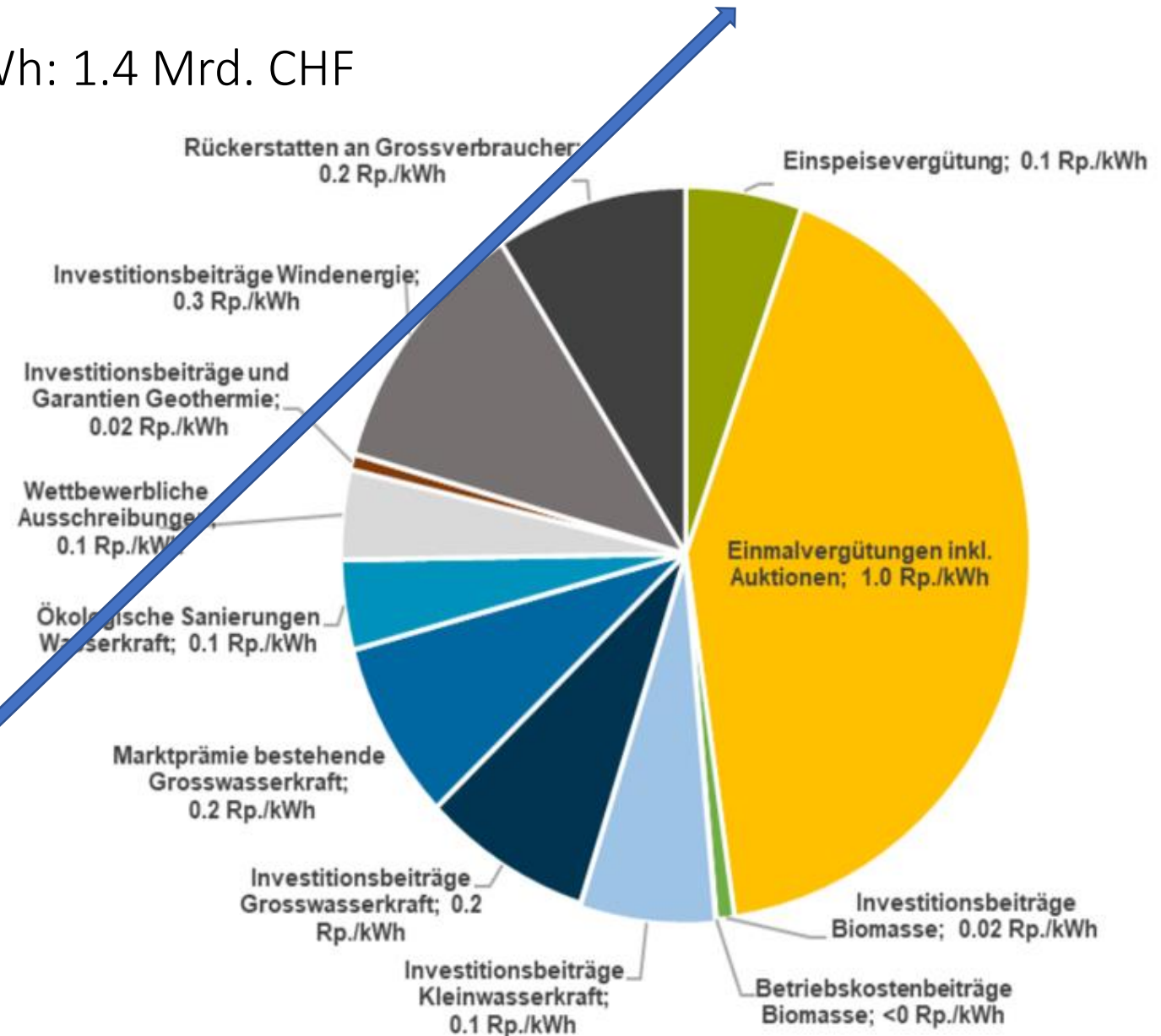
Netzzuschlag verlängert

Doppelte Verschuldung möglich

*Zukunft?:*

Energie-, Strompreise???

Simulationen nötig





Netzausbau? Plus 30 Mrd. CHF in ca. 30 Jahren



Intelligente Netze

Annuität 5%: 1.5 Mrd. pro Jahr. 9 Mio. Einwohner: 166 CHF/Kopf



tragbar

**Verzögerte Energiewende:** Netzplanung Bundesamt für Energie, Swissgrid im **Verzug**.

Hochspannungsnetz?

Unklares Vorgehen Solar-, Windexpress: Prioritäten?

**Netzmanagement/Netzebene 7:** Zahlreiche Funktionen.

**Lastmanagement, Speicher** schaffen Netzstabilität, dämpft Spitzen.

**Batteriemanagement** lokal, regional, z.B. eMobilität.

**Verteilnetzbetreiber (VNB): Koordination Netzausbau verbessern**

Neue Projektplanung, - Organisation mit VNB, ElCom, Swissgrid.

**Datentransfer:** 2008 Stromproduktionsanlagen > 30 kWp: Lastgangmessung mit Echtzeit-Viertelstundenwerte

KEINE Weitergabe an Swissgrid?

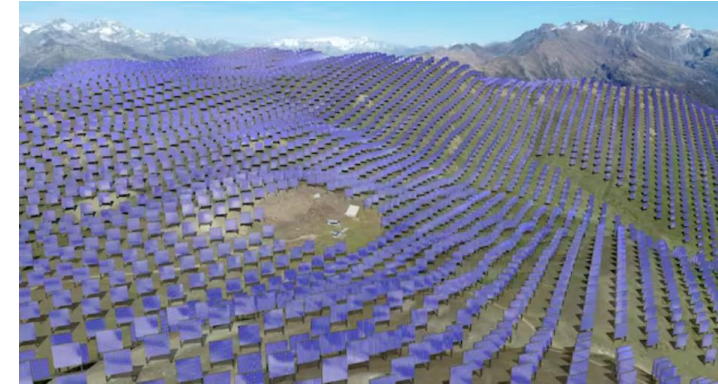
Netzstabilisierung/Bereitstellung Regelenergie blockiert

Spitzen bis zu 50% aus Verteilnetz

Pflicht VNB Echtzeitdaten an Swissgrid.

**Finanzierung Netzausbau:**

**Regelung als Gemeinschaftsaufgabe wie bisher.** Keine Neuordnung gemäss Nationalrat Mantelerlass



# Klimaschutzgesetz = Rahmengesetz

## Absenkipfad + 2x Fördermassnahmen

### Nutzen:

- Klare Rahmenbedingungen, Investitionssicherheit
- Nutzung CH-Forschung:  
Innovation, Wettbewerbsfähigkeit
- Effizienteres Energiesystem - Faktor 4:
  - Tiefere Kosten
- Überwälzung
  - tiefere Heizkosten, Geringere Bruttomieten
- Positive Verteileffekte

### Öffentliche Investitionen - «Kosten»

- Innovationen Wirtschaft : 200 Mio. CHF/a
- Effizienz/Erneuerbare Heizsysteme: 200 Mio. CHF/a

Total 400 Mio./a



50 CHF./Kopf

### Finanzierung:

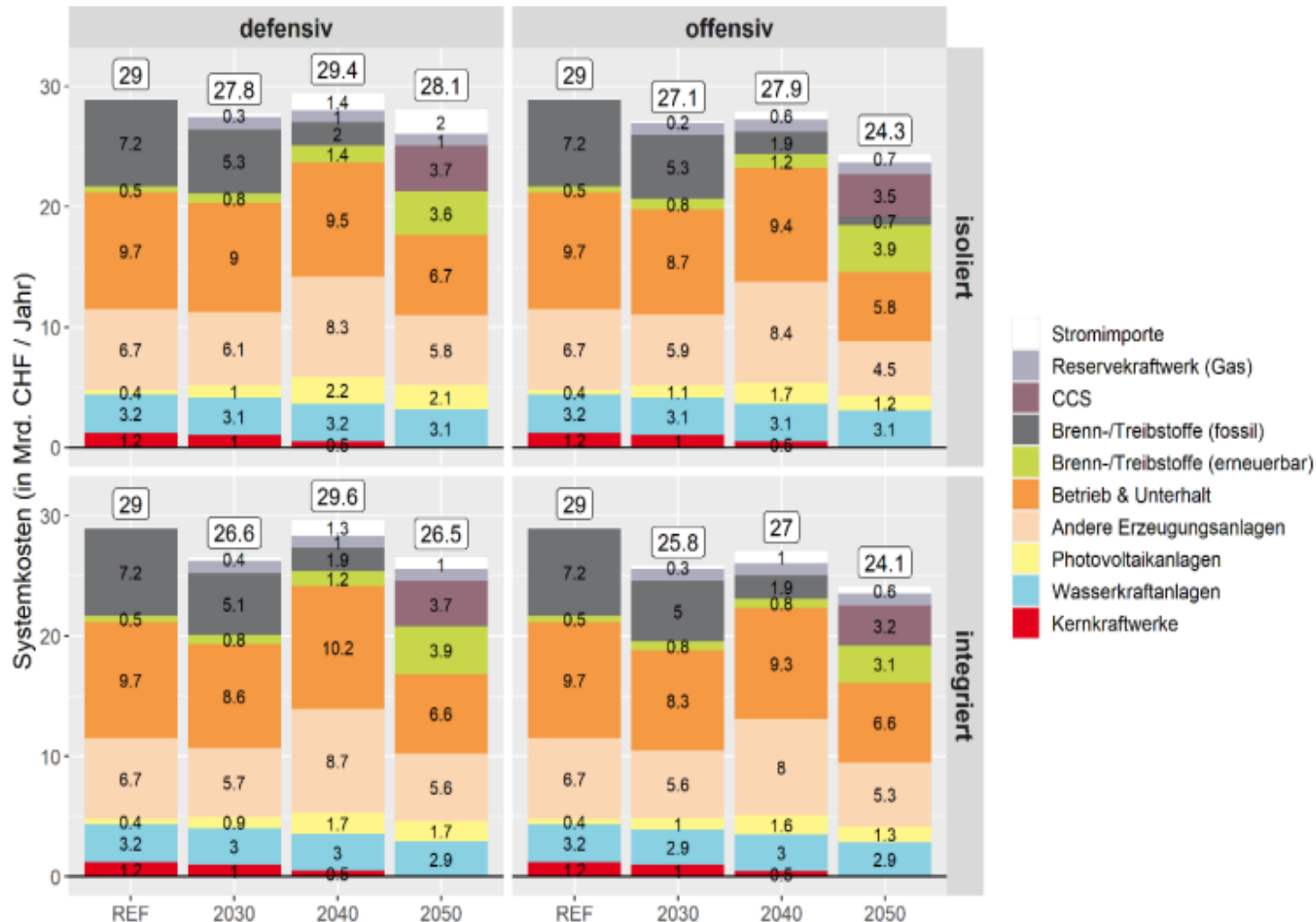
Progressive Einkommenssteuer Bund

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

29 Mia. CHF/Jahr

Spezifische Jahreskosten für Bau+Betrieb inländische 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.



29 Mia. CHF/Jahr

Systemkosten fossil/AKW

Szenarien 2-4 trotz höheren Investitionen

27 – 24 Mrd./a + 1.5 Mrd.Netze

**Minus 1-4 Mrd./a**




Falls dekarbonisiert ohne AKW

Gründe:

- Minus Energieimporte va. fossil, Uran.
- Effizienzsteigerungen:
  - eMobilität
  - Wärmepumpen
  - Etc.

**Energiewende Gewinn für Alle**

# Fazit

- Energiewende verschlafen  Handeln!  Wieviele Putin?
- Mehr Energieeffizienz und Zubau Erneuerbare Energien möglich und nötig.
- Ausbau auf Winterstromlücke mit Speicher – saisonal/kurzfristig - ausrichten.
- Verfahren vereinfachen und befristen: Solar- und Windexpress zweckmässiger Einstieg
- Mittel- Langfristperspektiven sichern 
  - Klimagesetz JA
  - Mantererlass: Revision Energiegesetz, Stromversorgung, Raumplanung.  
Ausgewogene Lösung möglich
  - CO2-Gesetz: Kostenwahrheit stärken

**Energiewende:** Marktdefizite beseitigen – Rahmenbedingungen schaffen Wirtschaftlichkeit vorhanden – mehr Effizienz realisieren

***Gewinn - ausser für Fossile – für Alle!***

Mehr Komfort, weniger Lärm, Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit, massiv höhere Versorgungssicherheit, Beitrag Klima.

«Als Bundesrat bin ich  
intelligenter geworden»

Besten Dank für die  
Aufmerksamkeit!



**Albert Rösti, Bundesrat**