



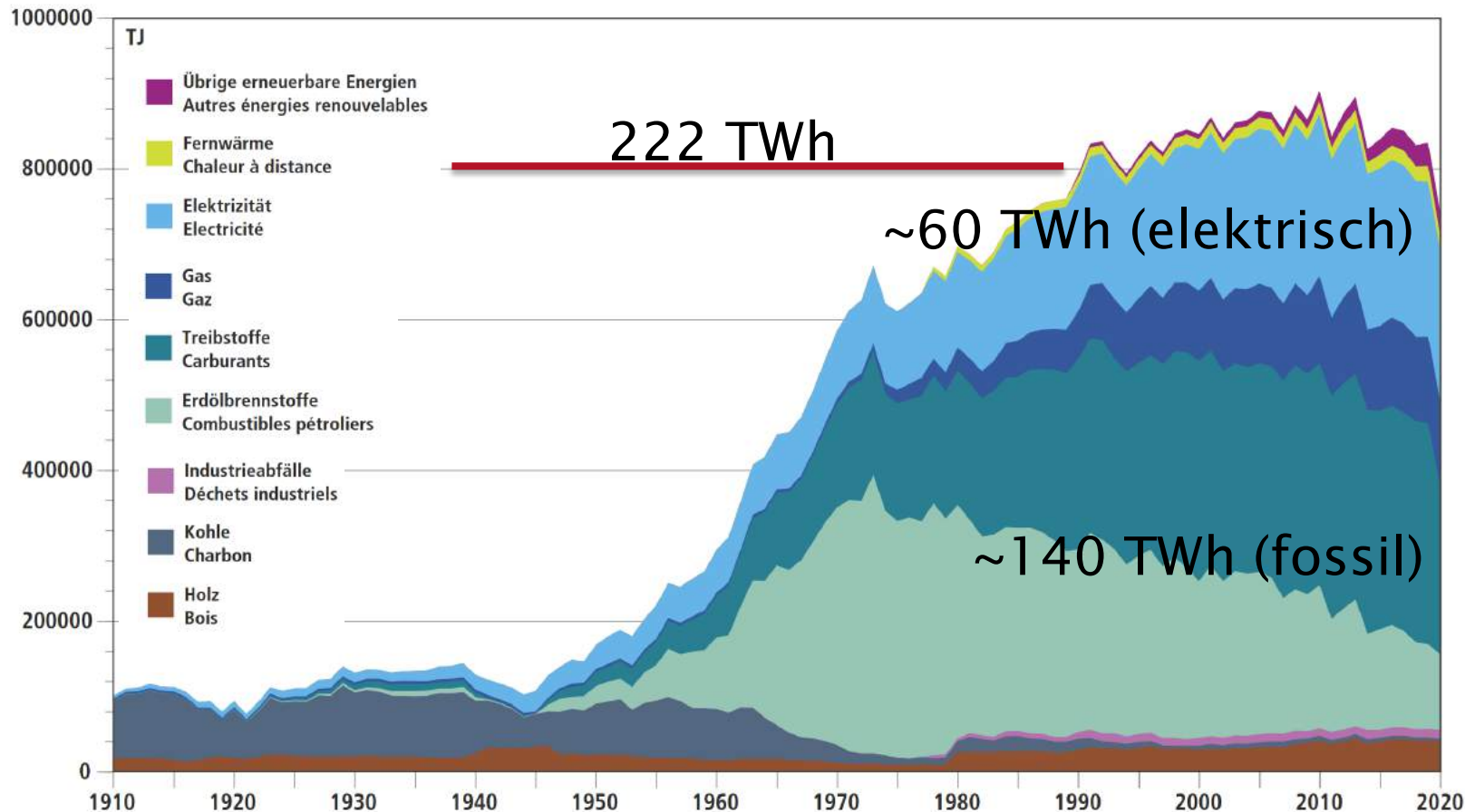
Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Die Nutzung von Winterstrom in der Schweiz

forum energie zürich, Prof. Dr. Christof Bucher, 1.2.2022

► Technik & Informatik, Energie- und Mobilitätsforschung, PV-Labor

Endenergieverbrauch der Schweiz



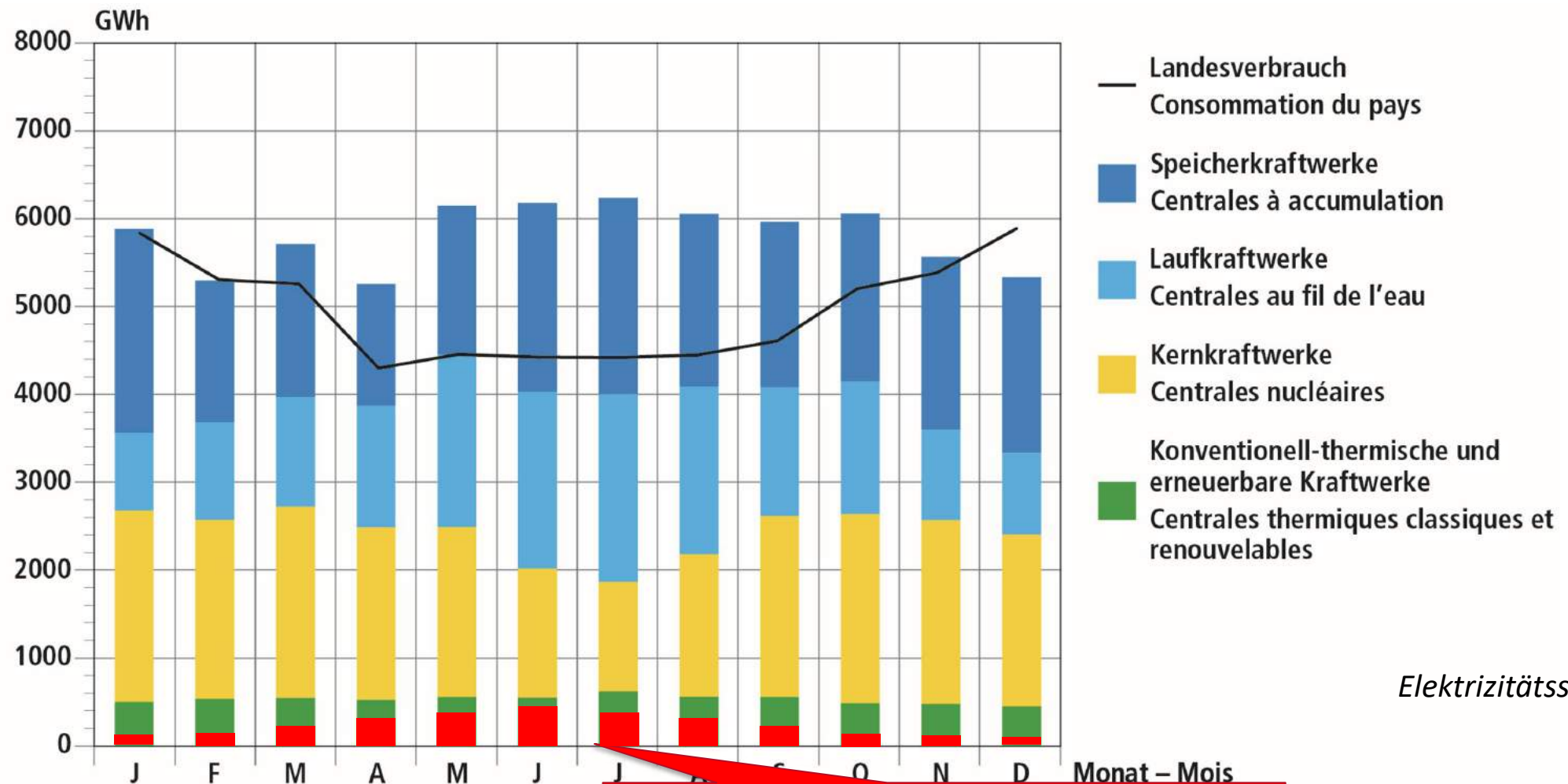
Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2020

Importabhängigkeit
Schweiz: ca. 140 TWh
(60%)

Trivia:

- ▶ Rückgang 2020:
minus 10%
(Löwenanteil fossile
Treibstoffe: -20%,
davon Flugtreibstoffe
-60%)

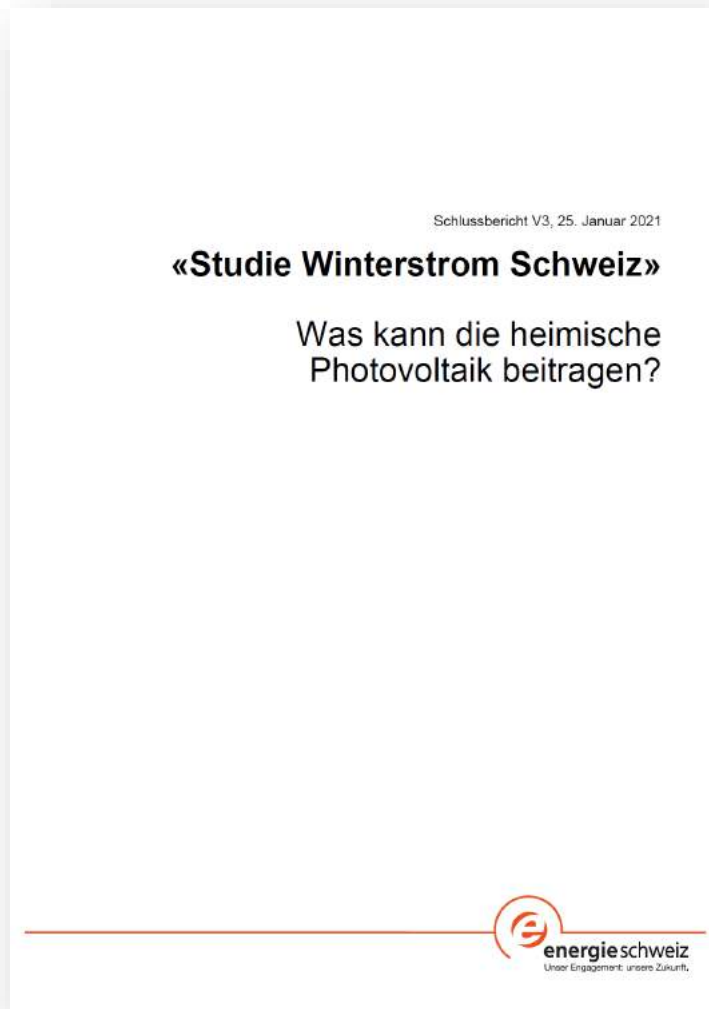
Landesverbrauch und Landesproduktion



Elektrizitätsstatistik
2020

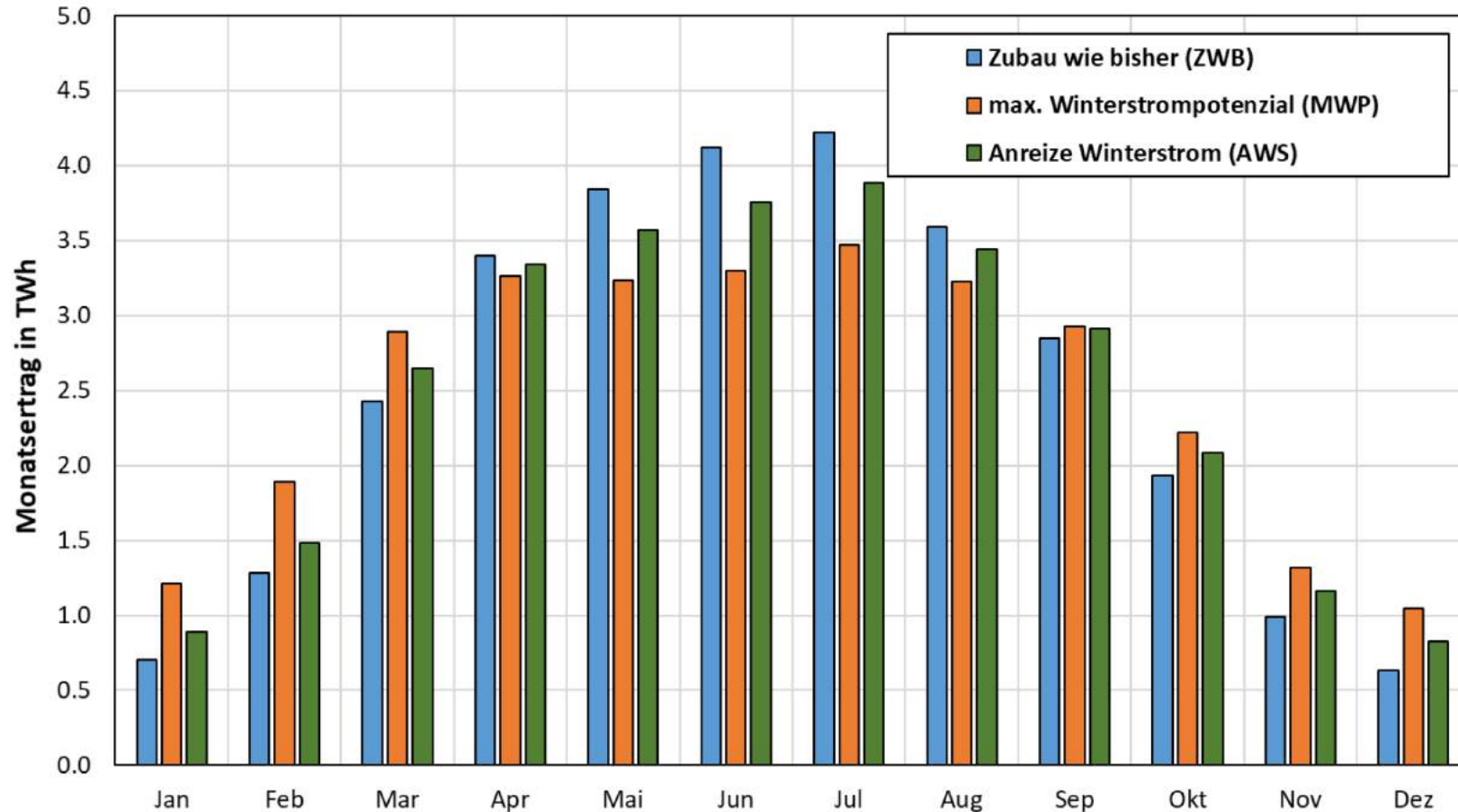
PV 2020. Energiestatistik:
ca. Faktor 4 daneben.

Winterstromstudie



- ▶ Erstellt im Jahr 2019/2021 von Basler & Hofmann
- ▶ Methodik
 - ▶ Potenziale von Sonnendach.ch / Sonnenfassade.ch
 - ▶ Clusterbildung nach Gemeinde, Ausrichtung, Neigung
 - ▶ Modellierung der PV-Anlagen
 - ▶ Erstellung Schneemodell mit Albedo-Messungen (Satellitendaten, Meteoschweiz)
 - ▶ Kalibrierung der Modelle mit Messungen von KEV-Anlagen

30 TWh Solarstrom in der Schweiz



30 TWh Solarstrom

- ▶ ZWB: 30.9 GWp
- ▶ MWP: 30.6 GWp
- ▶ AWS: 38.7 GWp

Bei 30 TWh ist die Wahl der Flächen eingeschränkt → Anreize Winterstrom nur begrenzt wirksam.

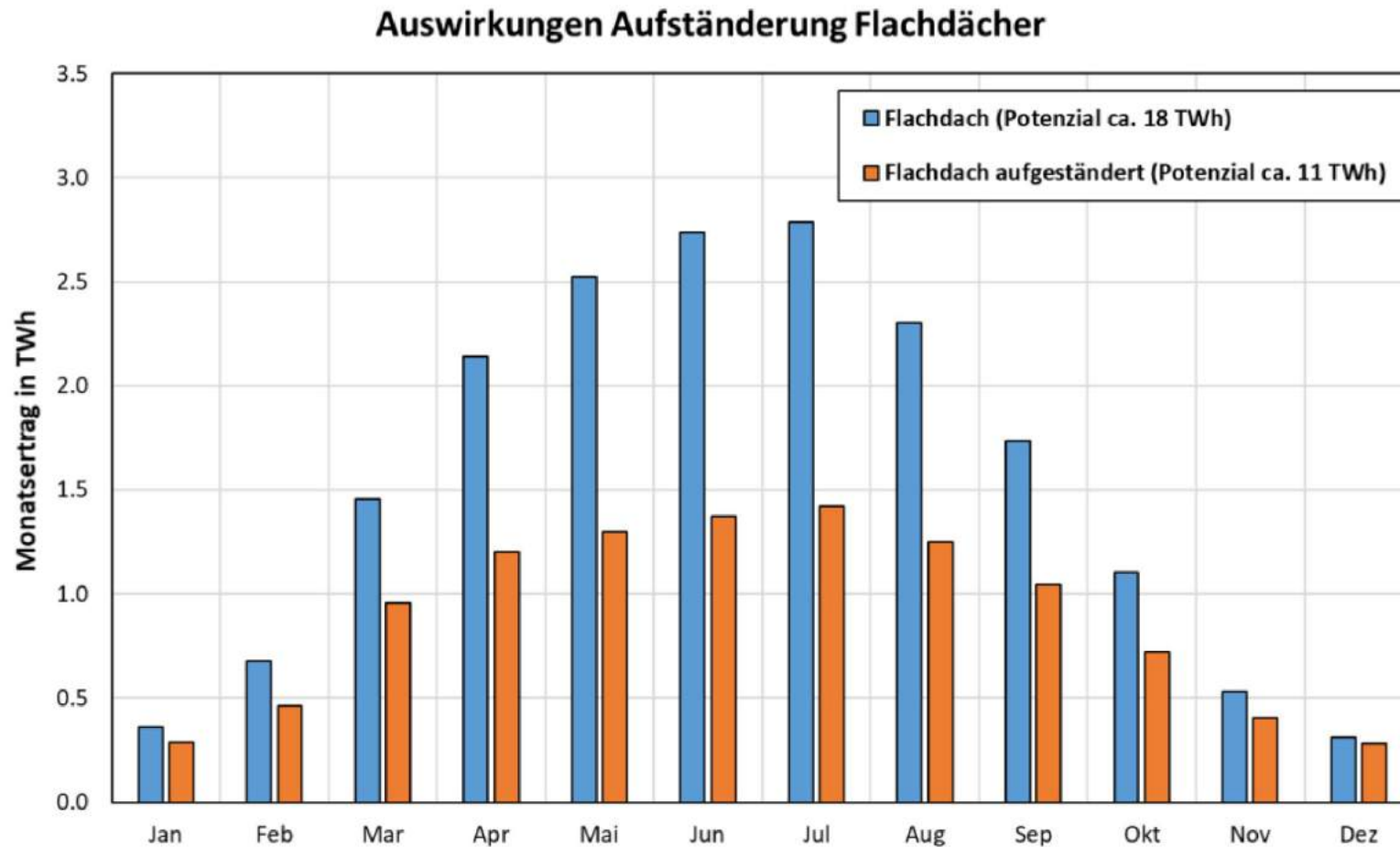
Studie Winterstrom Schweiz, EnergieSchweiz

Resultate Winterstromstudie

Hauptszenario	Jahres- produktion	Produktion Winterhalbjahr	Produktion Jan/Feb/Dez	Installierte Leistung	spez. Ertrag Winterhalbjahr	spez. Ertrag Jan/Feb/Dez	Kosten
	TWh	TWh	TWh	GWp	kWh/kWp	kWh/kWp	Mrd. CHF
Zubau wie bisher (ZWB)	30	8.0	2.6	30.9	257.8	84.8	38.4
Maximales Winterstrompotenzial (MWP)	30	10.6	4.1	38.7	273.1	107.1	53.3
Anreize Winterstrom (AWS)	30	9.1	3.2	30.6	296.9	104.3	40.8

- ▶ 1/4 bis 1/3 der Produktion liegt im Winterhalbjahr.
- ▶ Winterstromoptimierung ist kein Game-Changer.

Aufständerung der PV-Module auf Flachdächern

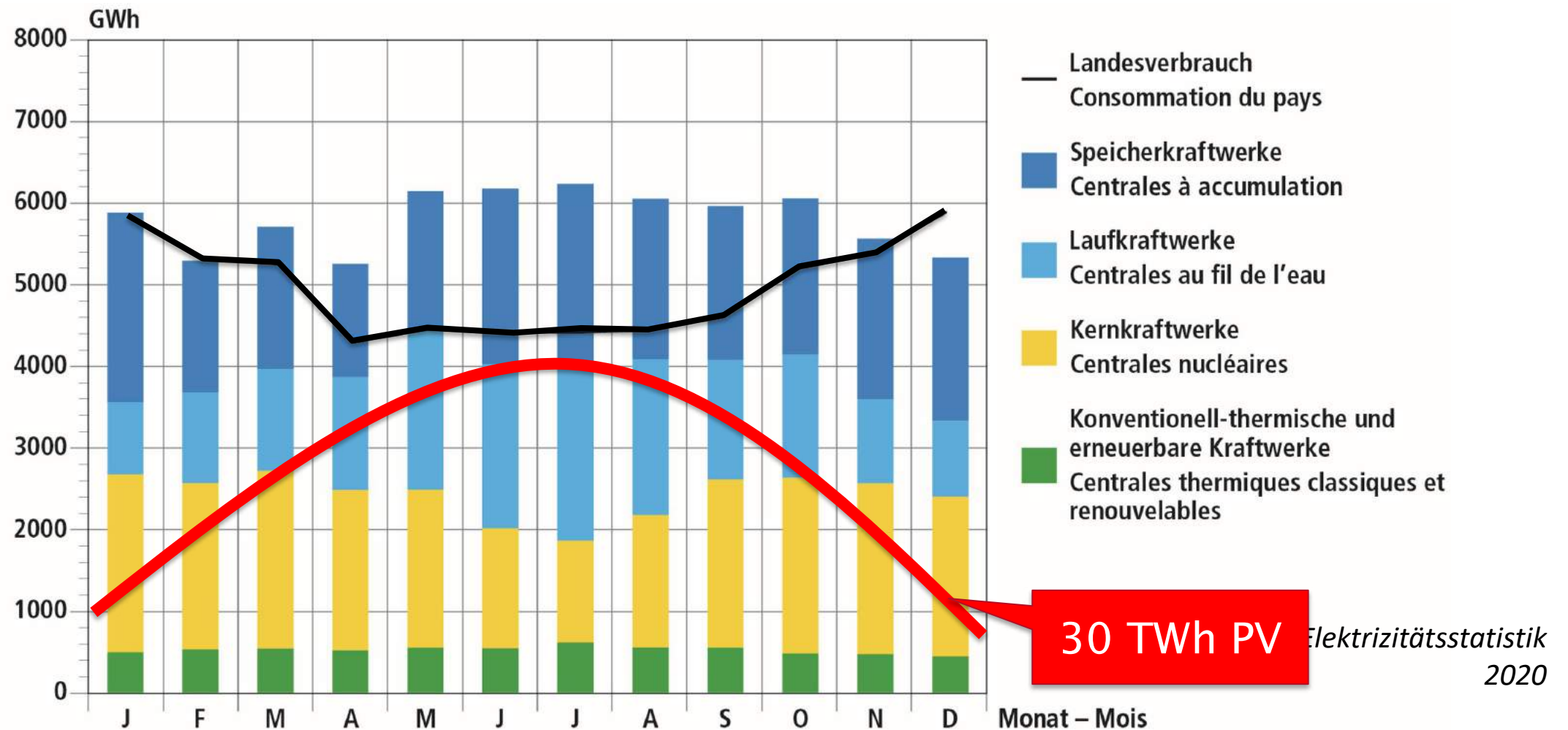


Südaufständerung

- ▶ Höherer Winterertrag
- ▶ Deutlich höherer Dezemberertrag
- ▶ Aber: Doppelter Flächenbedarf

→ Südaufständerung ist Flächenverschwendung.
(gilt nicht für sehr schneereiche Regionen)

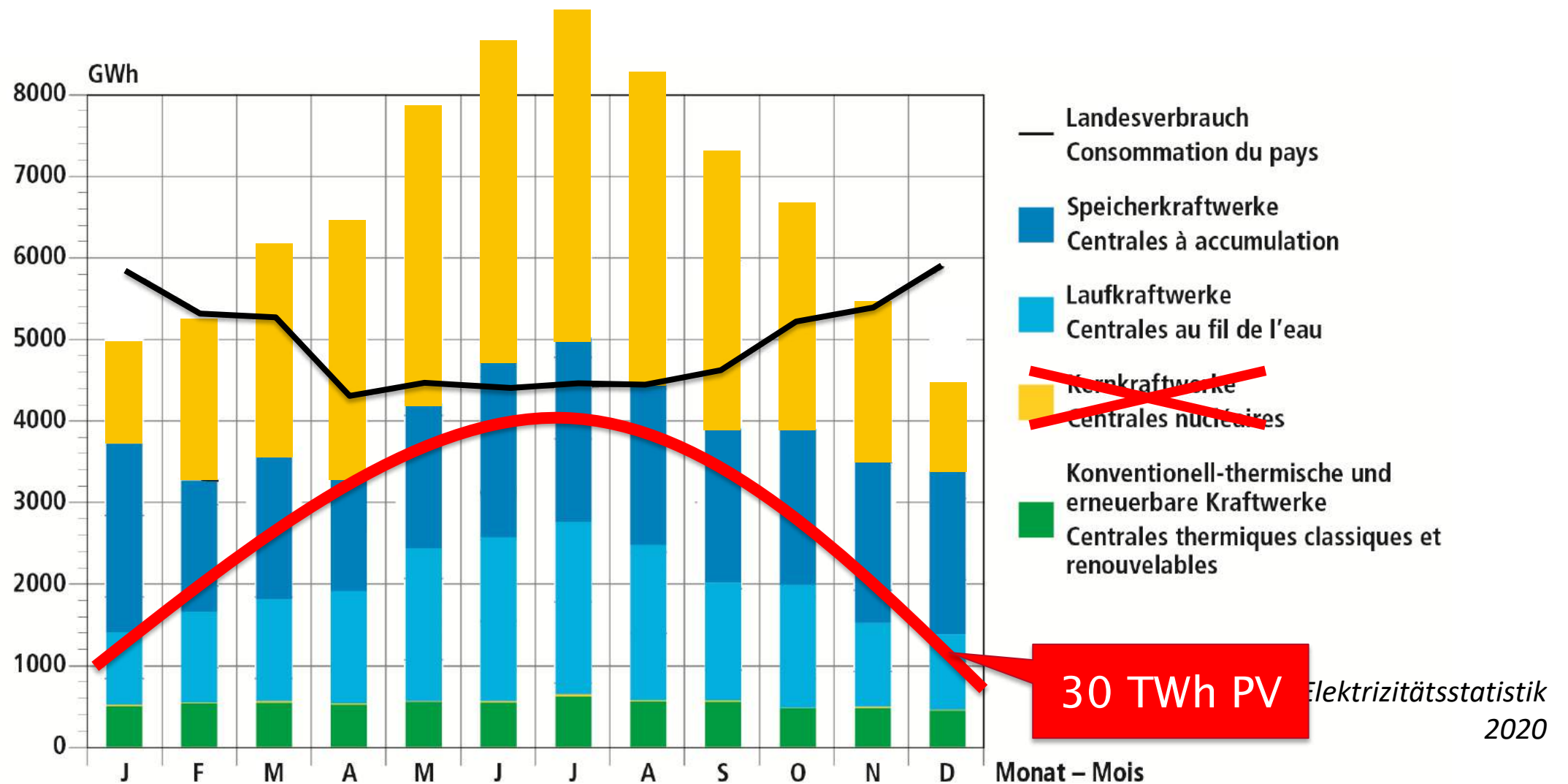
Landesverbrauch und Landesproduktion + 30 TWh Solar



30 TWh PV

Elektrizitätsstatistik
2020

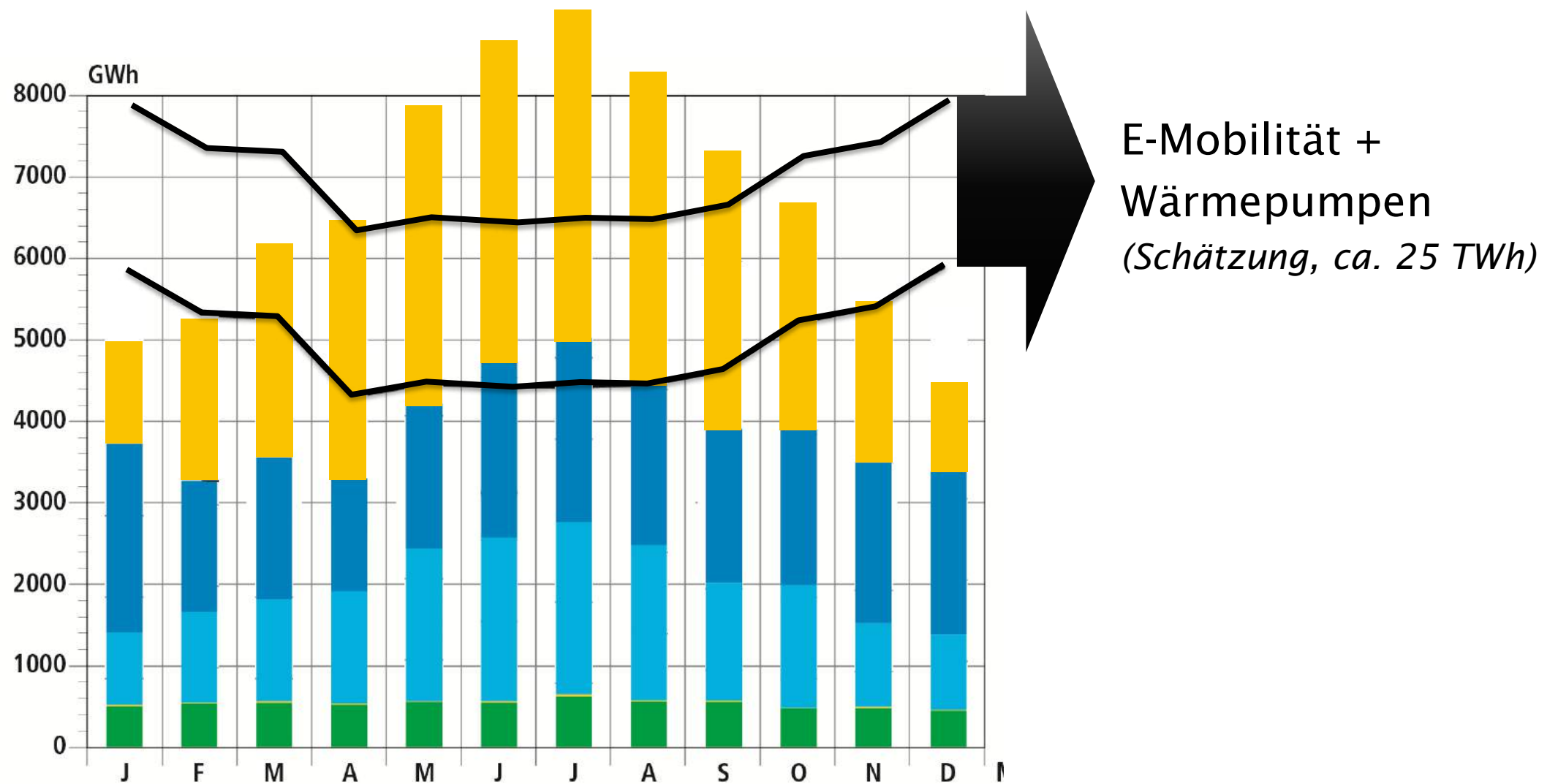
Verbrauch + Produktion – AKW + 30 TWh Solar



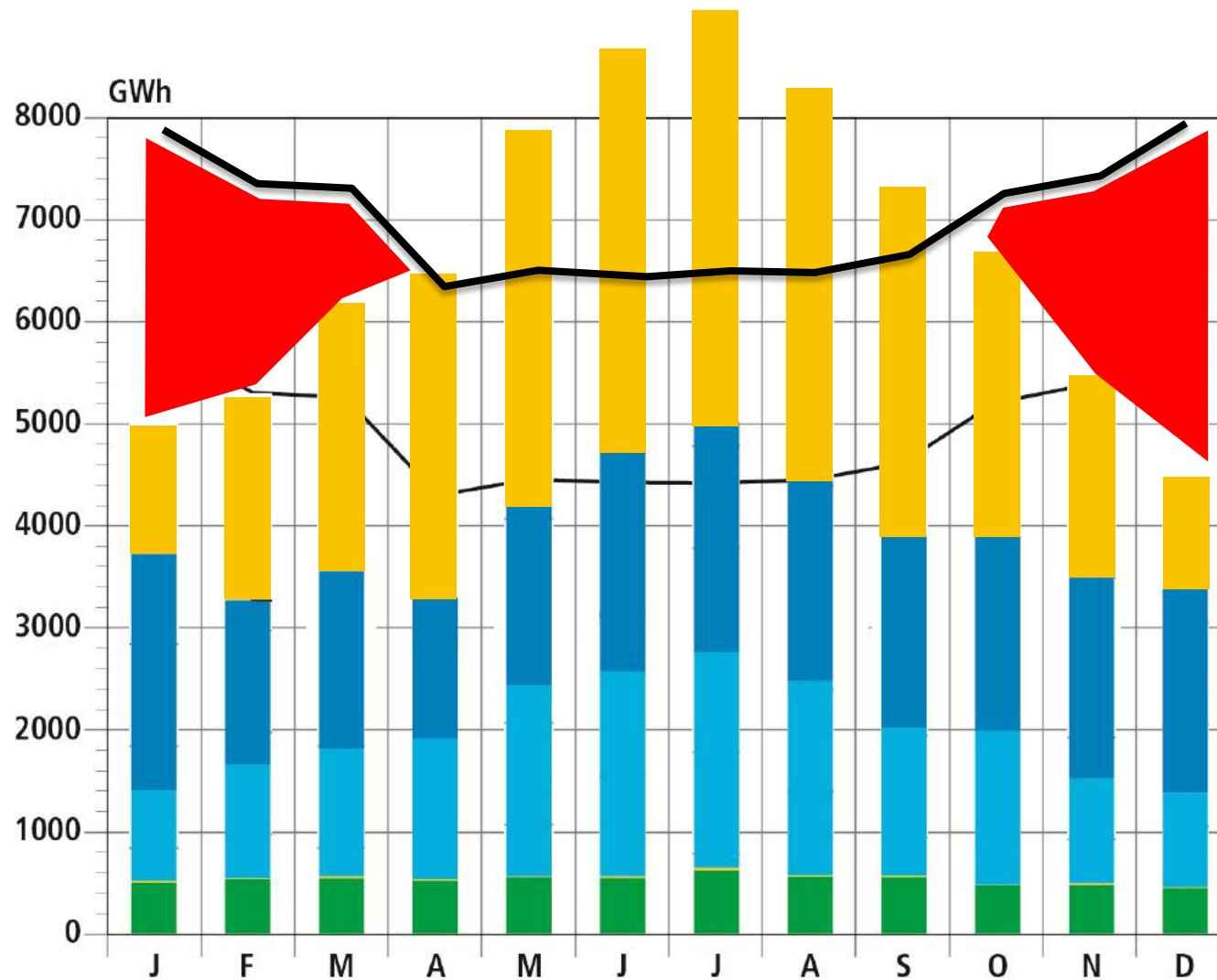
30 TWh PV

Elektrizitätsstatistik
2020

Verbrauch + Decarb. + Produktion - AKW + 30 TWh Solar



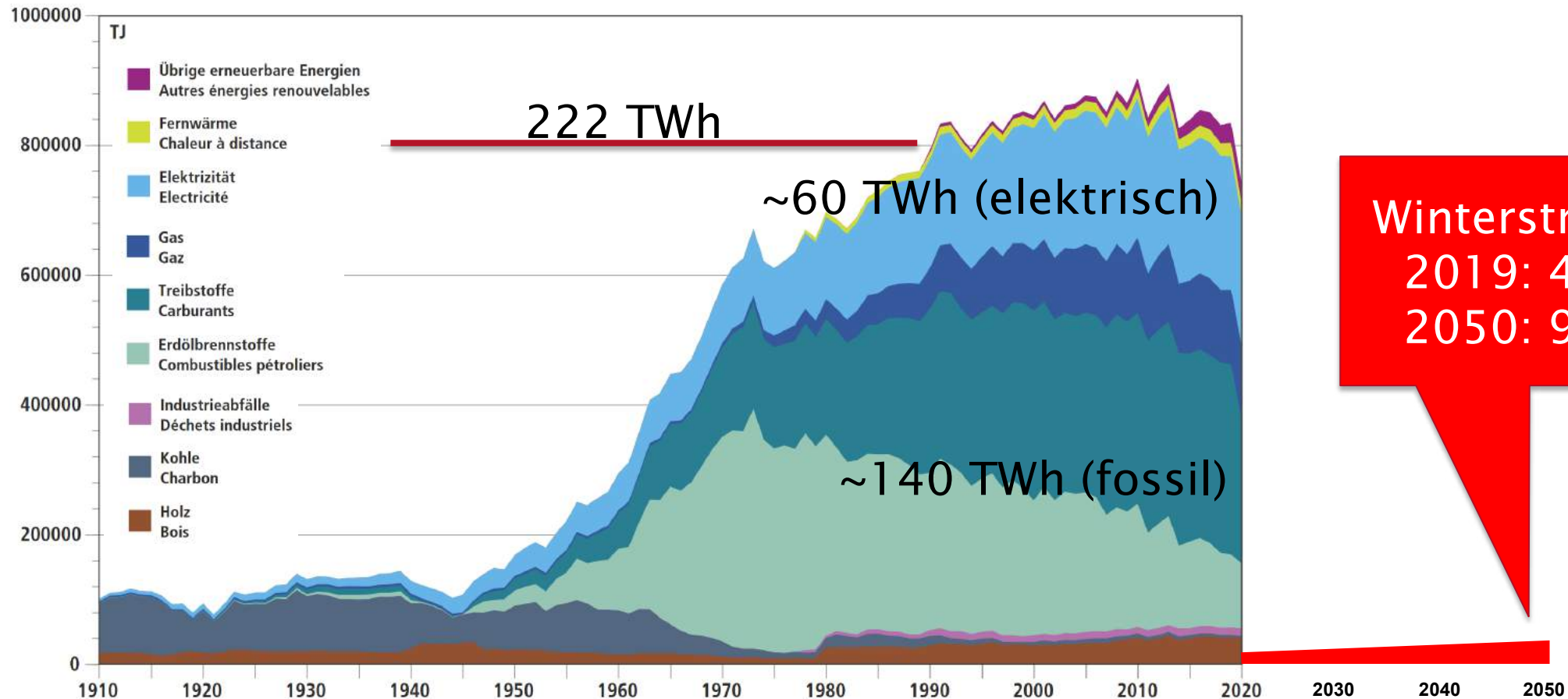
Winterstromlücke



Winterstromlücke

Schätzung nach
Energieperspektiven
2050+: 9 TWh

Endenergieverbrauch und Winterstromlücke

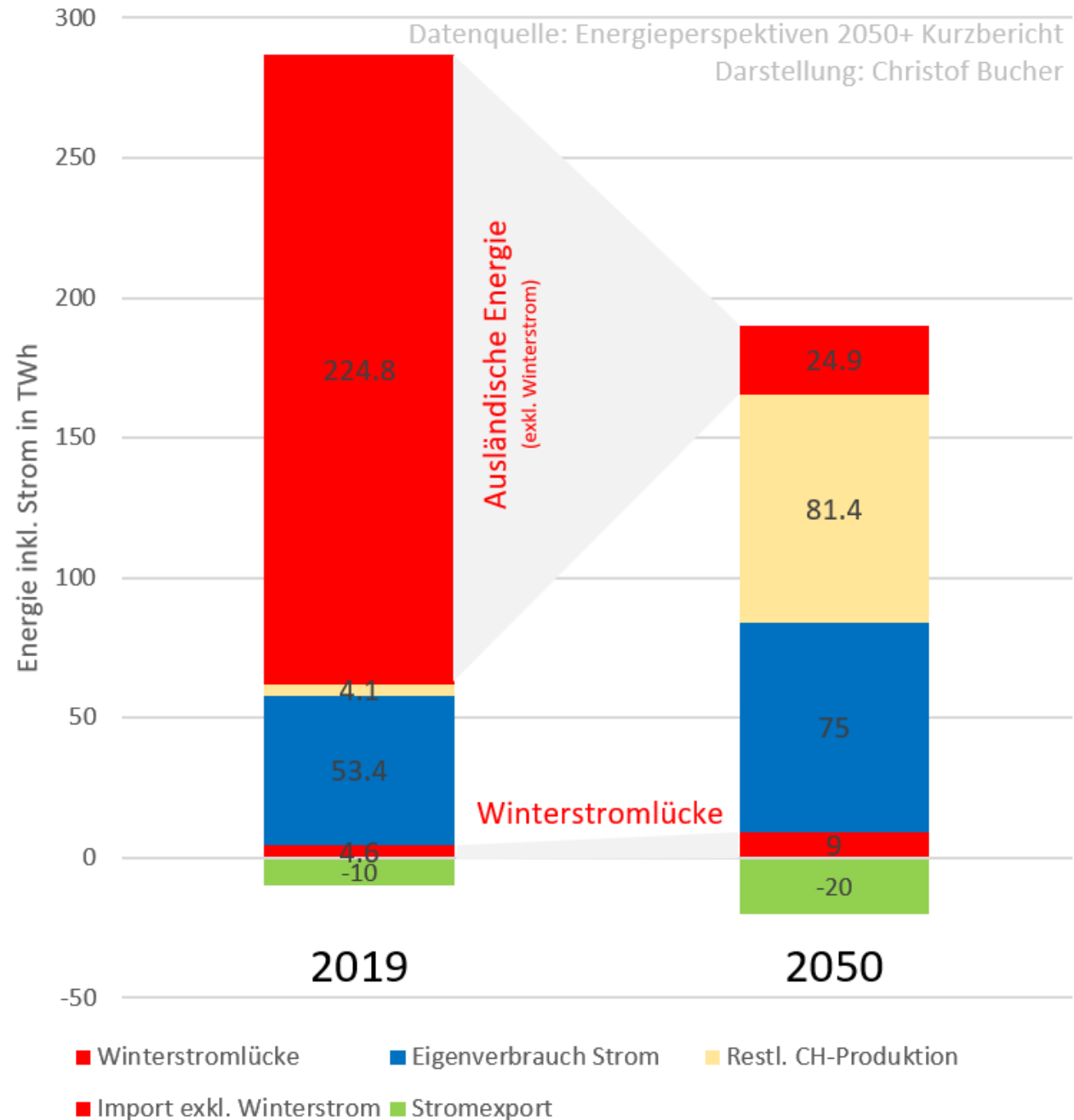


Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2020

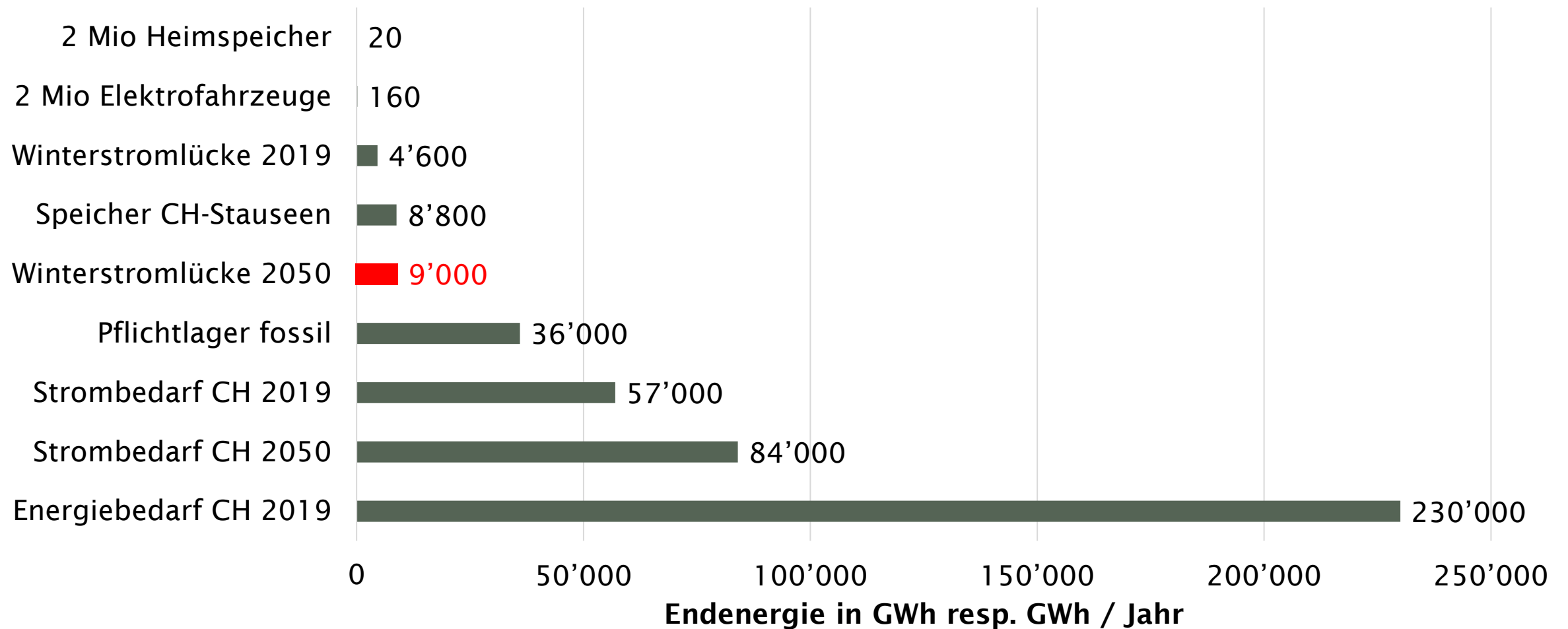
Winterstromlücke

- ▶ Energieperspektiven 2050+
- ▶ >30 TWh Solarstrom
- ▶ Winterstromlücke 2019: 4.6 TWh
- ▶ Winterstromlücke 2050: 9.0 TWh

Bruttoenergieverbrauch Schweiz



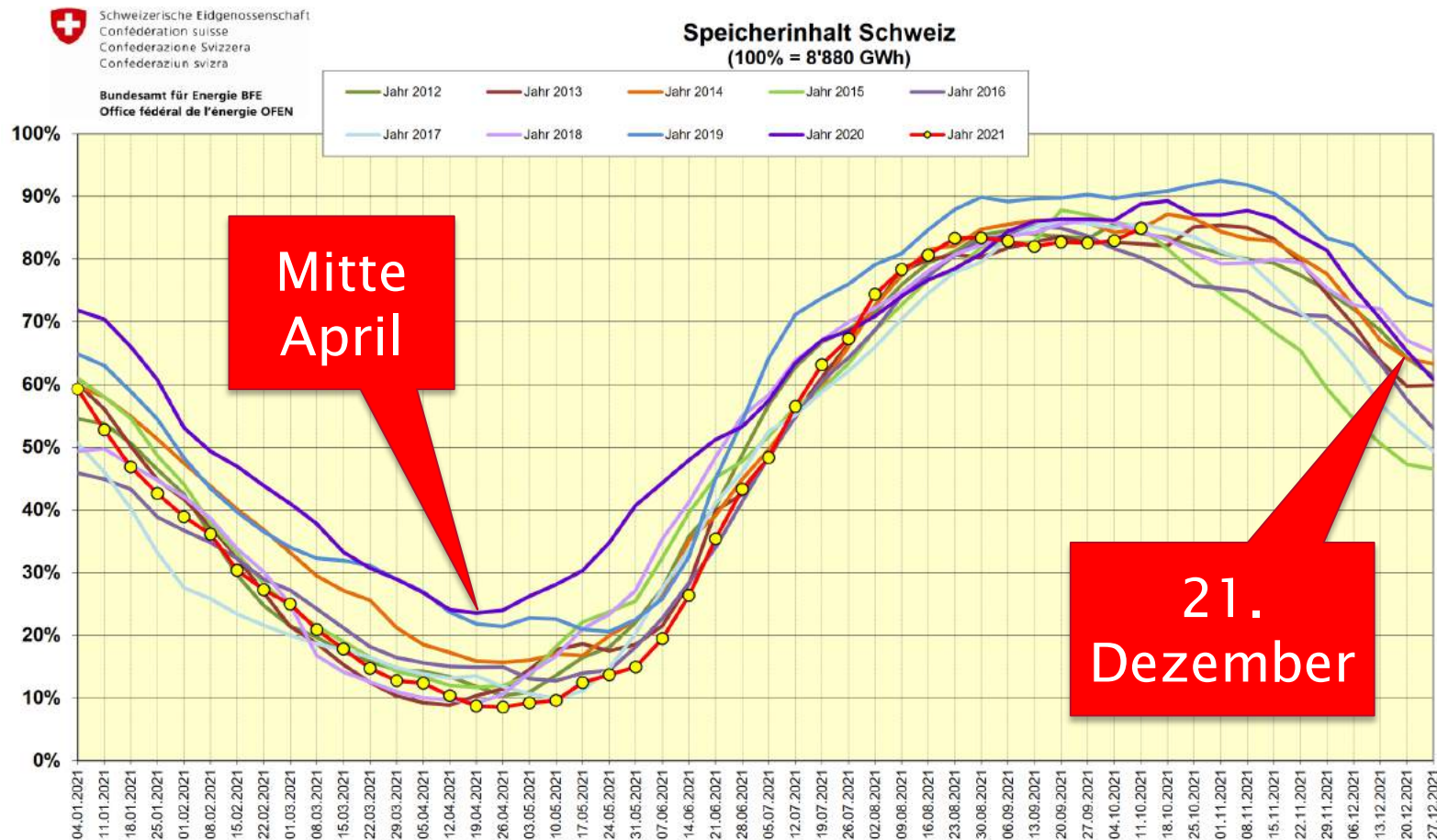
Energiebedarf und Speicherkapazitäten der Schweiz



Die Winterstromlücke ist ein Problem.

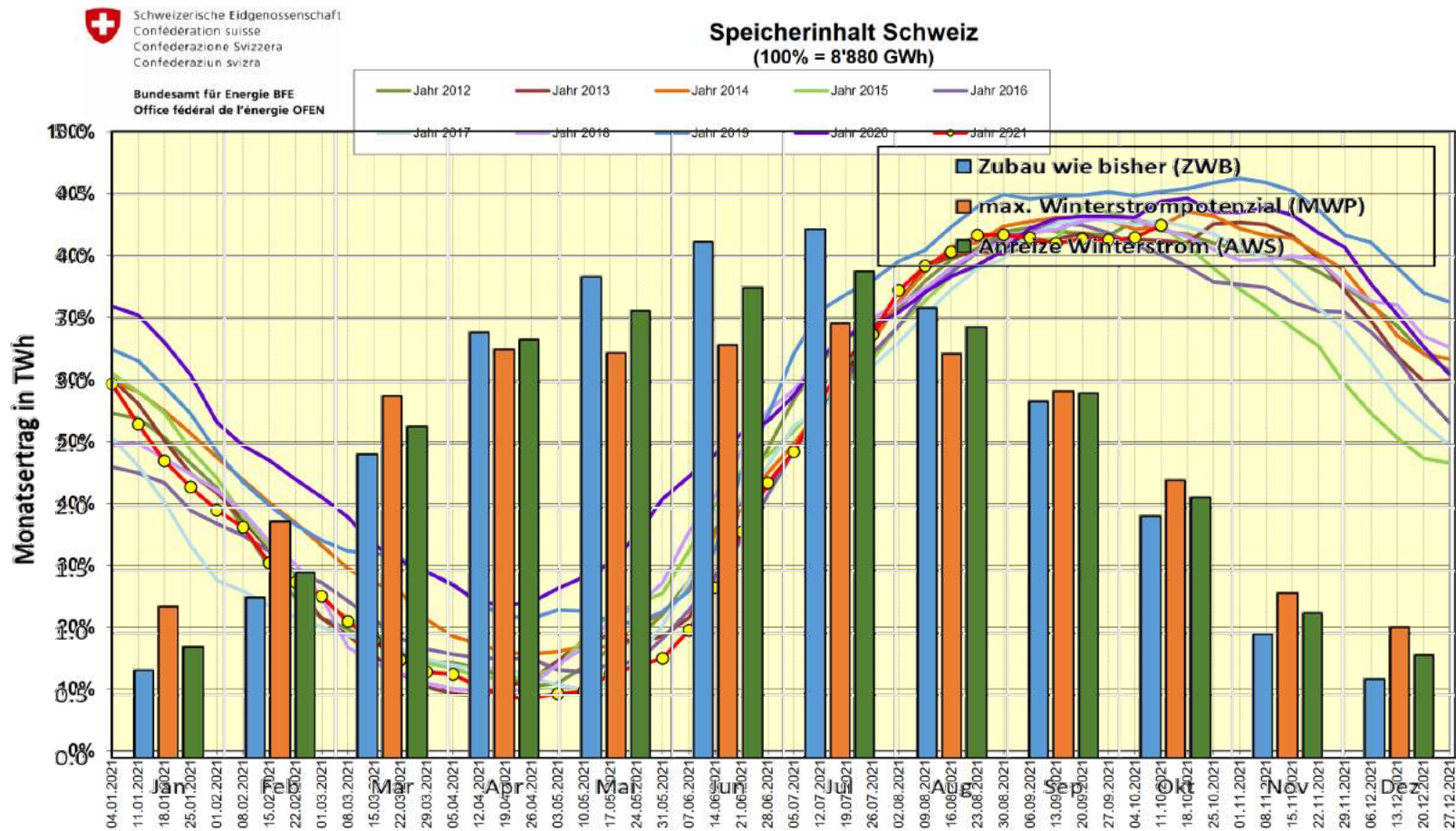
Aber ein relativ kleines.

Korrelation Füllstand Speicher und Photovoltaik



- ▶ Leere Speicher: Mitte April
- ▶ Dunkelster Tag im Jahr (21. Dezember): Speicher recht gut gefüllt

Korrelation Füllstand Speicher und Photovoltaik



In den kritischen Monaten bzgl. Füllstand Stauseen ist die PV-Produktion nahe am Jahresmaximum.

Flächenbedarf und Flächenangebot

Quelle:
Ch. Bucher, Fachbuch
Photovoltaikanlagen,
November 2021

Top-Down

Durchschnittliche Einstrahlung auf die Schweiz

Landfläche 42 300 km²

Theoretischer PV-Ertrag Landfläche Schweiz

bei 20 % Modul- und 80 % Systemwirkungsgrad

Theoretischer PV-Ertrag Siedlungsfläche Schweiz

rund 3078 km² (1)

Theoretischer PV-Ertrag Strassen, Parkplätze

rund 799 km² (1)

Theoretischer PV-Ertrag Gebäudegrundflächen

rund 489 km² (1)

Bottom-Up

Theoretisches Potenzial: Summe aller in Sonnendach.ch und Sonnenfassade.ch erfassten Potenziale (2)

Technisches Potenzial: Theoretisches Potenzial ohne technisch ungeeignete Flächen (2)

Potenzial aller Dächer > 10 m² mit Einstrahlungen >1000 kWh/m²/a (3)

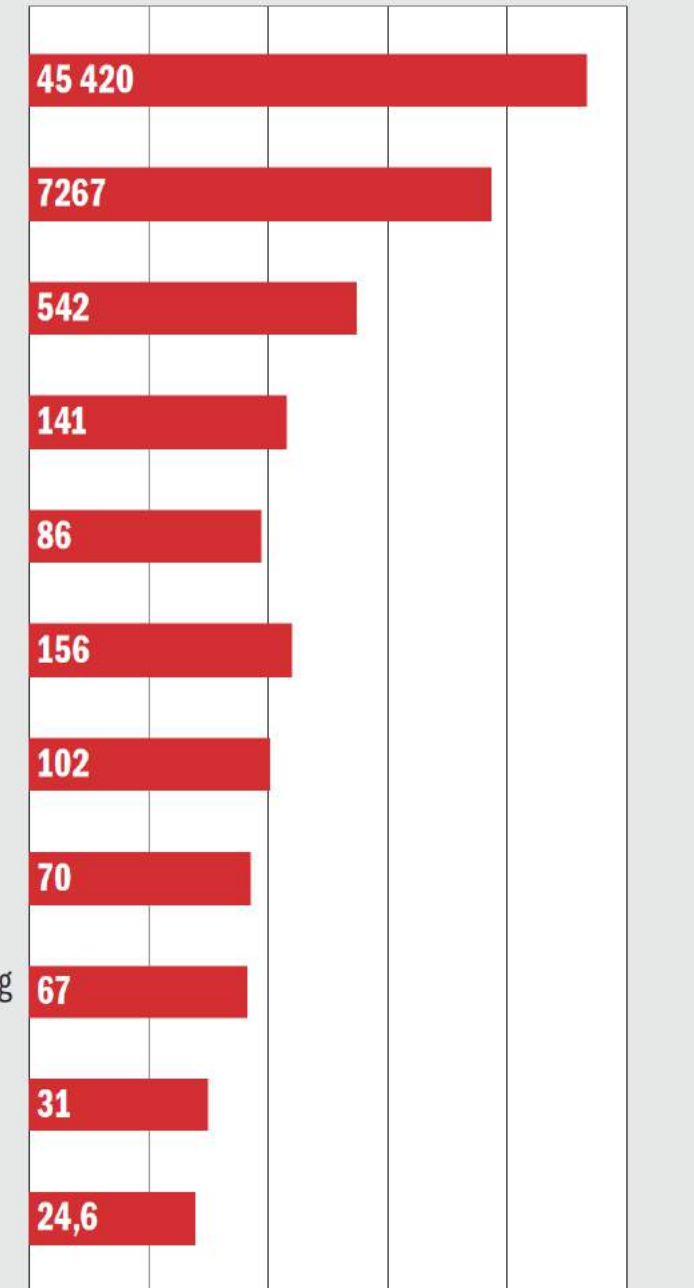
Ausschöpfbares Potenzial: kategoriebasierte Flächenbewertung mit detaillierten Abzügen für Randflächen, Dachaufbauten (2)

Kurzfristig nutzbares Potenzial: ohne bau- und bewilligungstechnisch kritische Objekte (pauschale Einschätzung) (2)

Potenzial Dächer: Nur Dachflächen, ohne Norddächer und kleine Dächer, Flachdächer 30° aufgeständert (4)

Jährliches Potenzial/jährliche Energie in TWh

1 10 100 1000 10 000 100 000



Flächenbedarf für 1 MWh Strom pro Jahr

- ▶ Solarstrom: 5 m²
- ▶ Strom aus H₂-Brennstoffzelle mit Solarstrom-Elektrolyse: 15 m²
- ▶ Rapsöl (ohne Strom): 750 m²
- ▶ Strom aus Rapsöl: 1500 m²

**Biotreibstoffe werden niemals
irgendwo auf der Welt
eine relevante Rolle spielen.**

Trivia: 2 MWh = 10'000 km im Elektroauto

Fazit: Notwendige Massnahmen zur energetischen Vollversorgung der Schweiz

- ▶ Umgehendes Moratorium für neue fossile Feuerungen (evtl. Ausnahme BHKW).
- ▶ Mehr Wärmeverbundnetze, im Winter beheizt mit erneuerbaren BHKW (Holz, Biomasse, evtl. künftig BHKW mit synthetischem Gas), im Sommer mit WP.
- ▶ Dekarbonisierung des Verkehrs.
- ▶ Viel Photovoltaik (40-50 GW). Keine Südaufständerung auf Flachdächern.
- ▶ Mehr PV an Infrastrukturflächen und an Südfassaden.
- ▶ Dezentrale Intelligente Lösungen zur Brechung der Produktionsspitzen von ca. 35 GW auf ca. 10-15 GW (z. B. Eigenverbrauchsoptimierung mit dynamischer Wirkleistungsreduktion).
- ▶ Eine neue Technologie zur Langzeitspeicherung von Solarstrom. Aus ca. 20 TWh Sommerstrom sollen ca. 10 TWh Winterstrom werden.

Schlusswort: Damit wird die Winterstromlücke kleiner

- ▶ Mehr Klimawandel: Mehr kühlen, weniger heizen.
- ▶ Mehr verdichtetes Bauen, besser gedämmte Gebäude.
- ▶ Mehr BHKW.
- ▶ Mehr saisonale Wärmespeicher (z. B. Regeneration / Überwärmung Erdreich).
- ▶ Mehr Wasserstoff.
- ▶ Mehr Windenergie.

Damit wird die Winterstromlücke grösser

- ▶ Mehr Wärmepumpen.
- ▶ Mehr Solarstrom.



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Christof Bucher