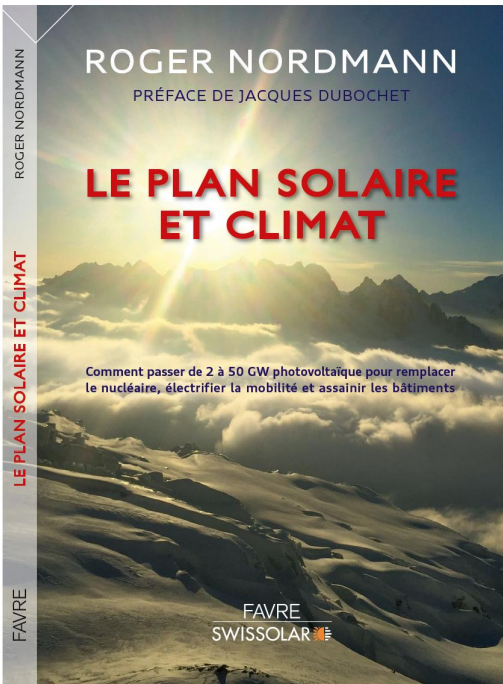




Tag der Region – Wege in eine klimaneutrale Zukunft
Rapperswil-Jona, 25.10.2021

Sonne für den Klimaschutz, ein Solarplan für die Schweiz

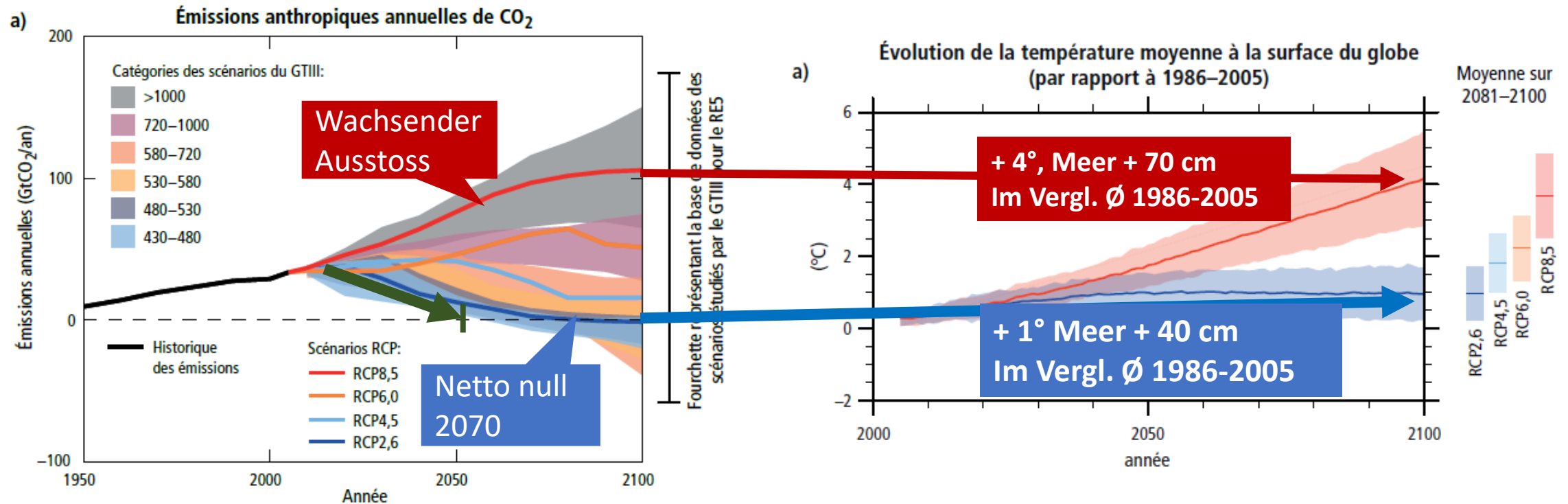
Roger Nordmann, CH-Nationalrat
Mitglied UREK-N, Präsident SP-Fraktion

Inhaltsverzeichnis

- 1. Die Klimaerwärmung**
- 2. Die Handlungsfelder**
- 3. Der Strombedarf für die Dekarbonisierung**
- 4. Der Strombedarf und die Stromerzeugung**
- 5. Photovoltaik ist die realistischere Variante**
- 6. Die Variabilität der Photovoltaik und der Netz**
- 7. Modellierung auf Monatsbasis, 50 GW PV**
- 8. Die Winterversorgung: die Möglichkeiten**
- 9. Fazit**

1. Die Klimaerwärmung

Weltweit schon erfolgt: +1°, + 20 cm Meeresspiegel im Vergleich zur vorindustriellen Zeit



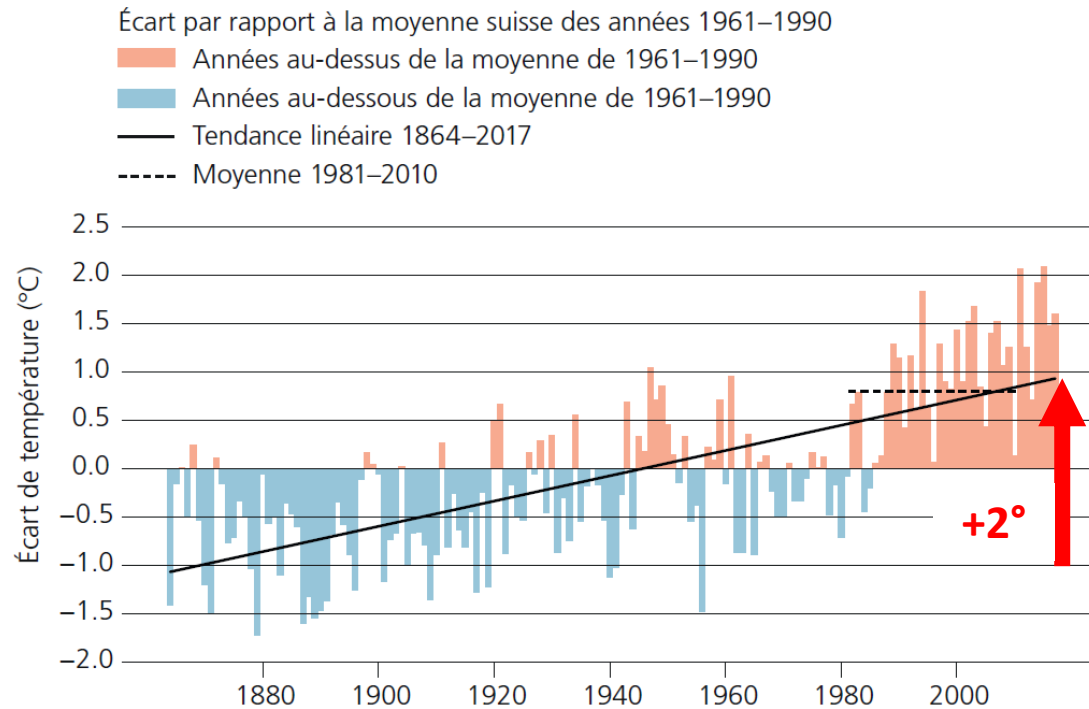
Source: Changements climatiques 2014, Rapport de synthèse , résumé pour les décideurs, p. 9 et 11: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

Um die Erwärmung auf 1,5° zu begrenzen (d. h. ab jetzt nur noch +0,5°):
Emissionen bis 2050 auf Netto null senken

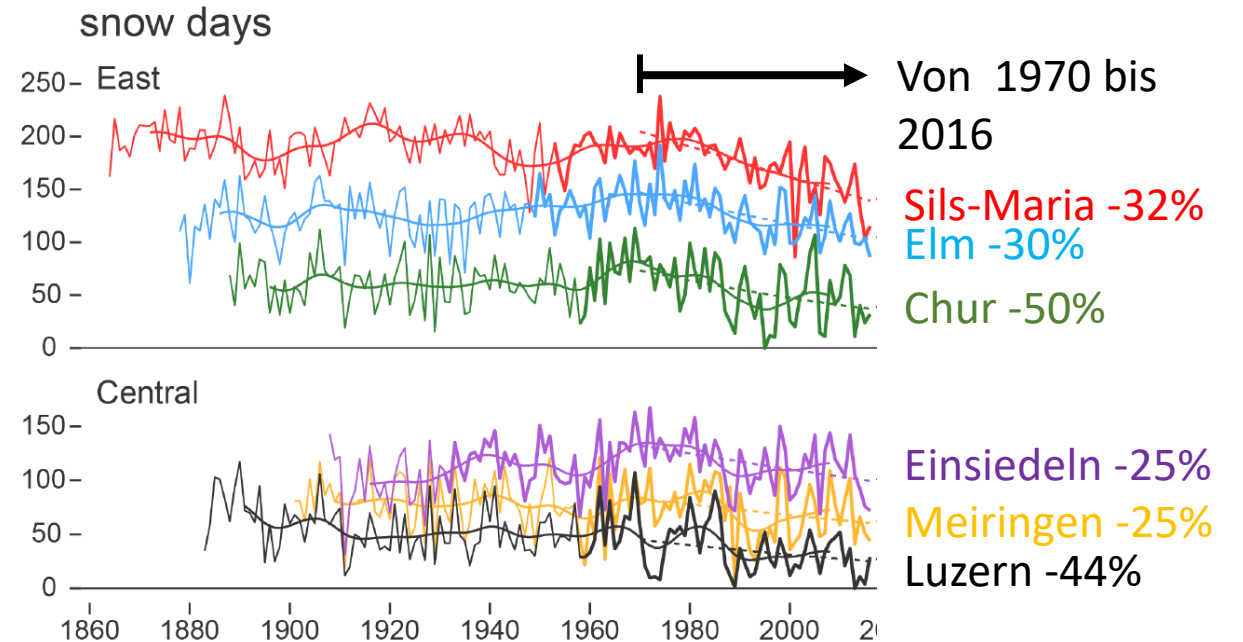
Quelle: Global warming 1,5°, 2018, <https://www.ipcc.ch/report/sr15/>

Bisherige Erwärmung in der Schweiz

Mittlere Jahrestemperatur in der Schweiz 1864-2017



Tage mit Schneedeckung



In der Schweiz
2085

Unterschied zu
heute

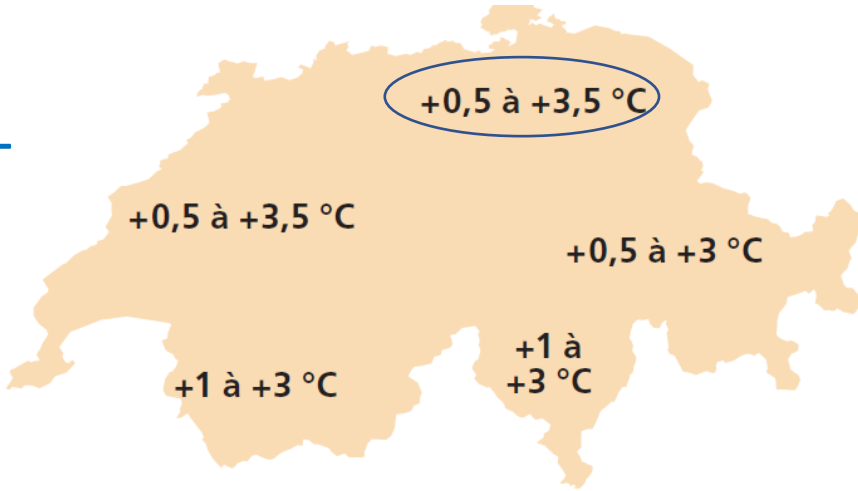
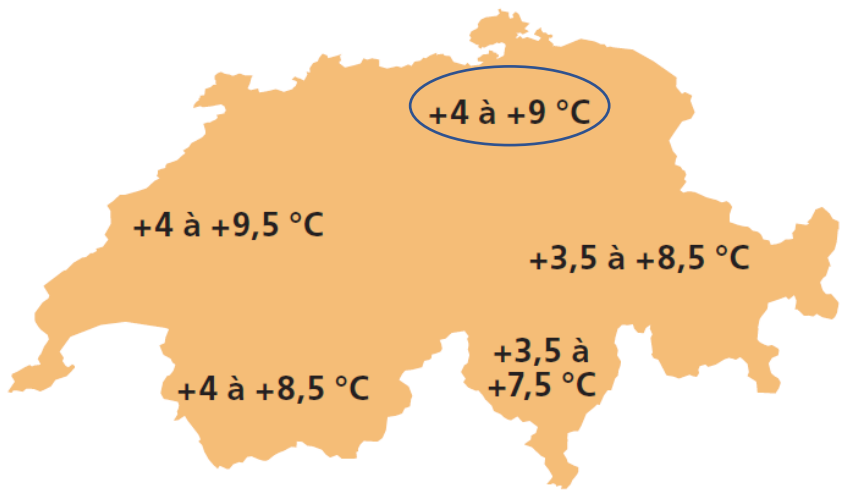
Ohne
Mass-
nahmen

(Szenario RCP 8,5. +5°
weltweit im Vergleich zu
vorindustrieller Zeit)

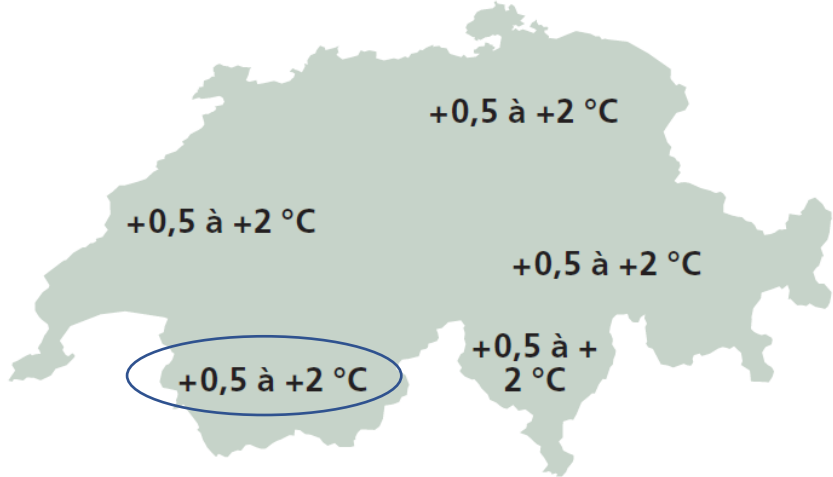
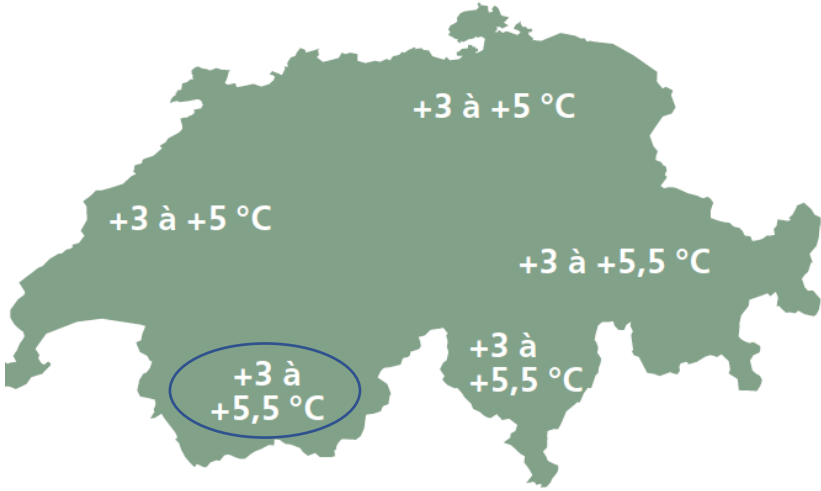
Mit Mass-
nahmen

(Szenario RCP 2,6 = +2°
weltweit im Vergleich zu
vorindustrieller Zeit)

Wärmster Tag des Jahres



Wintertemperatur



Niederschlag
(Mittelwert CH)

Winter: + 15%
(+2% bis + 24%)
Sommer: -21%
(-39% bis +2%)

Winter: + 6%
(-3% bis + 19%)
Sommer: - 4%
(-15% bis +9%)

Quelle: NCCS (éd.) 2018 : CH2018 - scénarios climatiques pour la Suisse. National Centre for Climate Services, Zurich, P 16,
<https://www.nccs.admin.ch/nccs/fr/home/changement-climatique-et-impacts/scenarios-climatiques-suisse/commander-la-brochure-ch2018.html>
Et p. 209 et s. du rapport technique <https://www.nccs.admin.ch/nccs/fr/home/changement-climatique-et-impacts/scenarios-climatiques-suisse/rapport-technique.html>

Die Klimaerwärmung ist überall eine existenzielle Bedrohung

- + 5° und Erhöhung des Meeresspiegel: Hunderte Millionen Menschen müssen ihre Heimat verlassen
- Fast alle Menschen betroffen, auch in der Schweiz (z B. heisse Städte, Verschwinden der Gletscher, Dürre)
- Tendenziell: Ärmere Menschen stärker betroffen
- Klimaerwärmung auch für die Biodiversität dramatisch (Sehr schnelle Zerstörung oder Veränderung der Umwelt: Zu schnell für die Anpassung von Lebewesen)

Die Menschheit muss sich zusammenreissen!

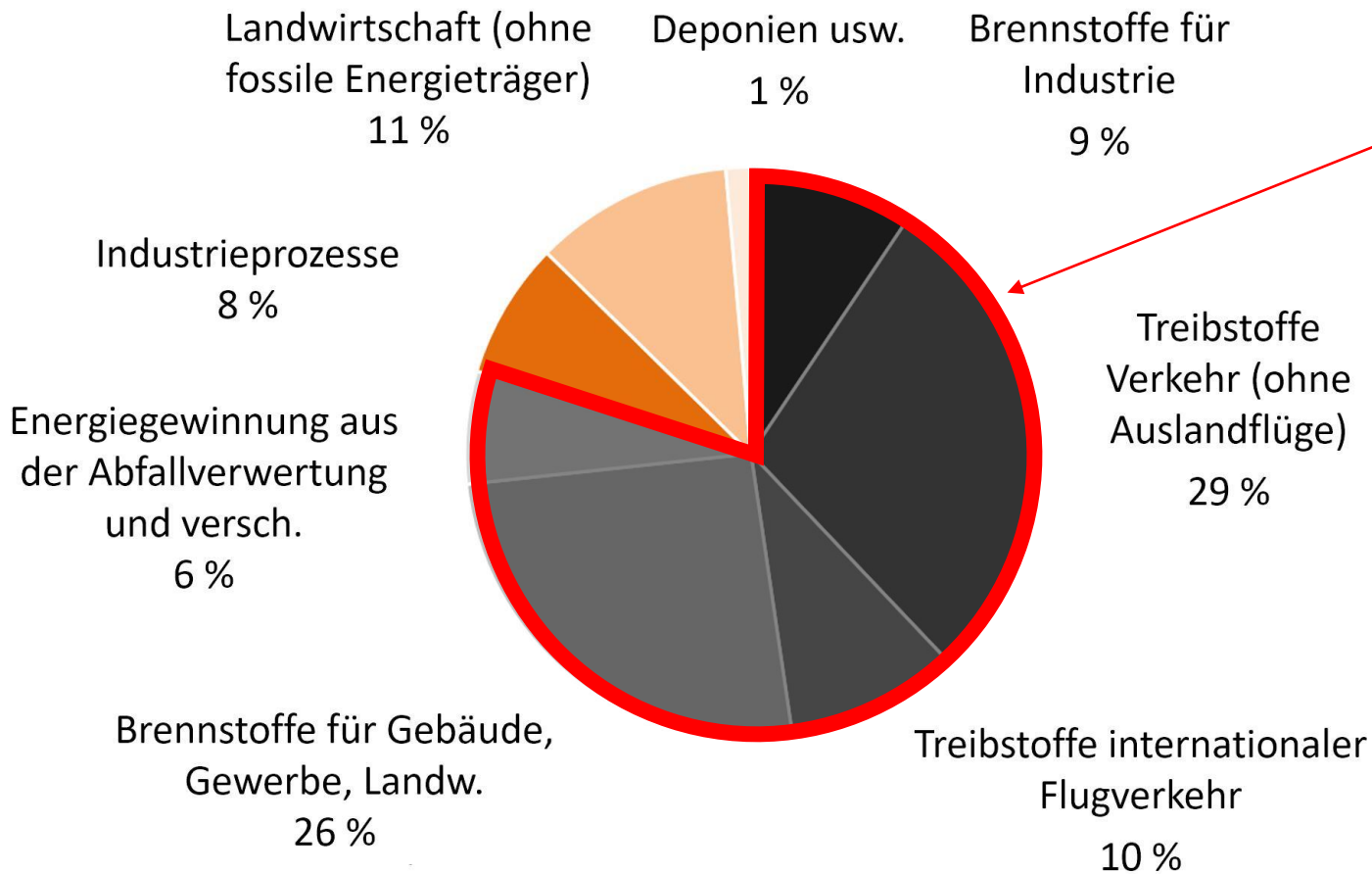
Der Kollaps ist noch vermeidbar, aber es ist fünf vor zwölf

Sowohl global wie national handeln

Beide Ebene hängen zusammen

Die Massnahmen zur Erreichung des Ziels 1.5° sind eng verknüpft mit den globalen Zielen für nachhaltige Entwicklung der UNO (SDG).

2. Klima: Die Handlungsfelder



- **Die Verbrennung fossiler Energien verursacht 80% der Treibhausgase in der Schweiz**
- It's the energy, stupid!
- Weltweit: > 60% der Energie
- Achtung: Der «swiss way of life» verursacht CO₂-Emissionen im Ausland:
- **1.5 bis 2 x so viel wie die inländischen Emissionen**

Siehe: Die langfristige Klimastrategie der Schweiz, vom Bundesrat beschlossen

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/documentation/communique/anzeige-nsb-unter-medienmitteilungen.msg-id-82140.html>

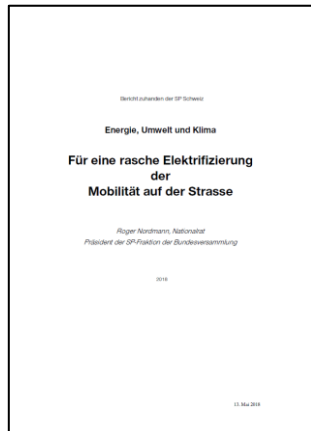
3. Der Strombedarf für die Dekarbonisierung

Verkehrssystem elektrifizieren

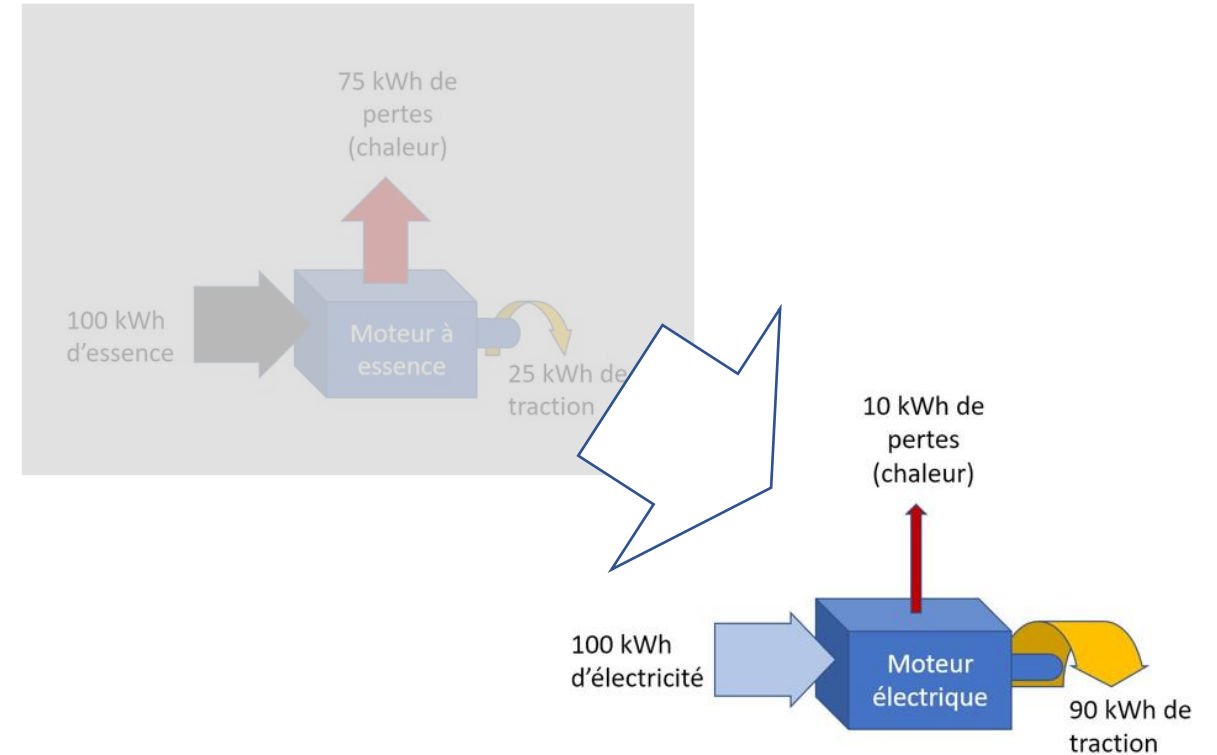
60 TWh Diesel und Benzin

→ Batterie → **17 TWh_{el}**
zusätzlich

Mit Wasserstoff → + 50 à 60 TWh_{el}



<https://rogernordmann.ch/energie-umwelt-und-klima-fur-eine-rasche-elektrifizierung-der-mobilitat-auf-der-strasse-bericht/>





Images: Galeuchet, Independent.co.uk, Siemens

Auch bei optimaler Entwicklung des öffentlichen Verkehrs und des Langsamverkehrs wird der motorisierte Individualverkehr nicht verschwinden.

Aus der Klimaperspektive muss eine Lösung für die Sanierung des verbleibenden Individualverkehrs gefunden werden.

Die Elektrifizierung kann grosse Fortschritte bringen, auch bezüglich Lärm und Luft.

Die nur unter 2 Voraussetzungen:

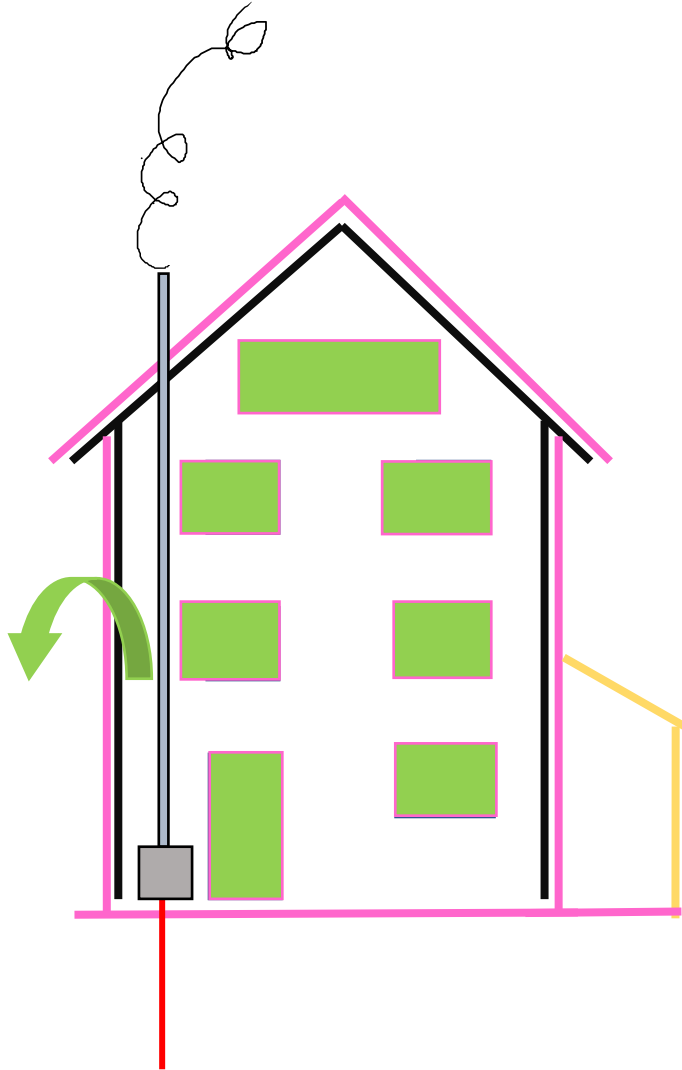
- Verkehrsaufkommen nicht mehr wachsen lassen
- Erneuerbaren Strom verwenden.

Agrotreibstoffe: Katastrophale Umweltbilanz der Kulturen und Einsatz in den ineffizienten Ottomotoren

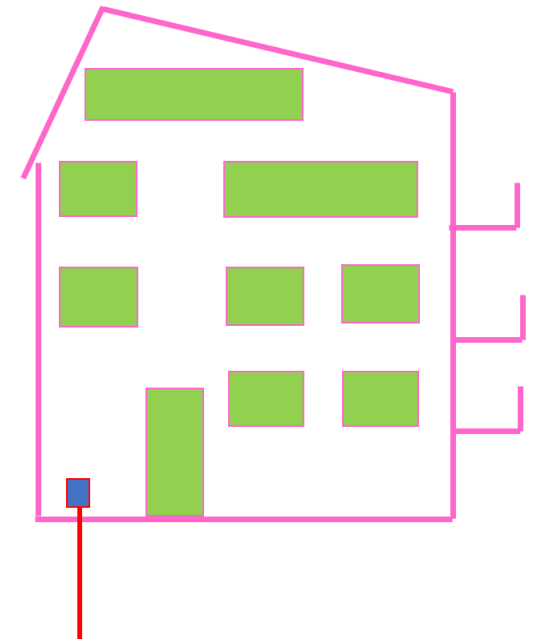
Aber eben: 17 TWh Stromverbrauch für die volle Elektrifizierung

Die Gebäudesanierung

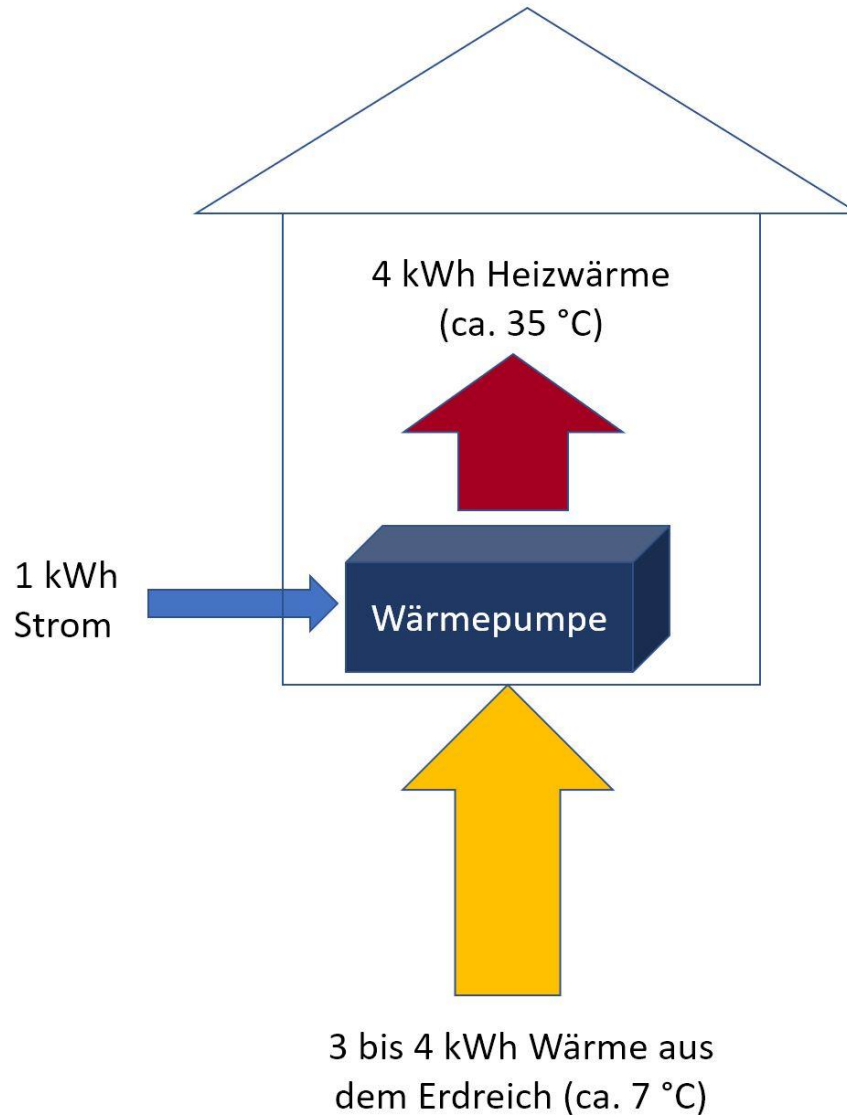
- Wärmedämmung
- Effiziente erneuerbare Heizung
- Effiziente Gebäudetechnik (Lüftung, Pumpen, Licht, Geräte, etc)
- Passive Solararchitektur
- Verdichten



Bei schlechter
Bauqualität:
Hochleistungs-
ersatzbauten



Die Wirksamkeit der Wärmepumpe



Fortschritte von 2007 bis 2017

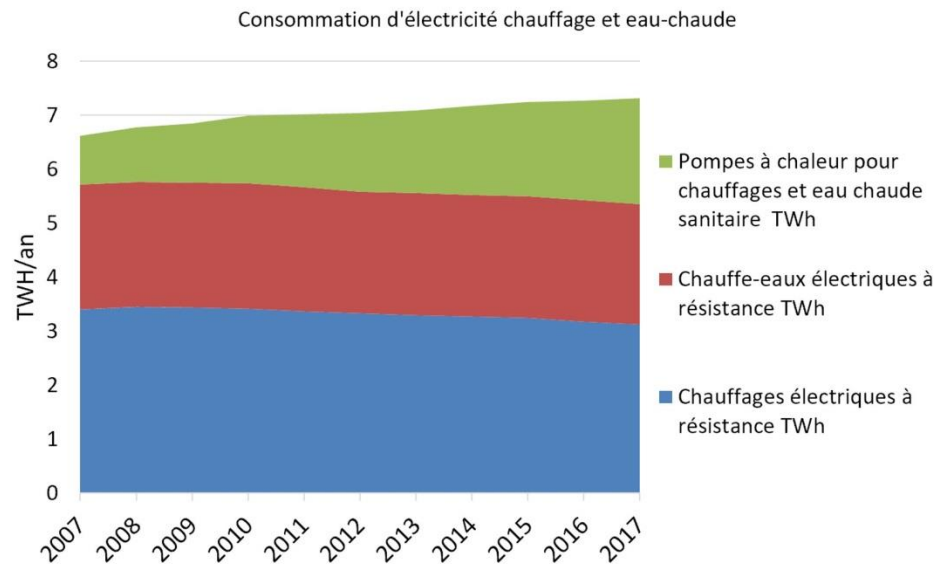
Fossile Heizung und WW : 71 runter auf 57 TWh (-14 TWh)
= -19 %

CO₂ -21 % (Referenzfläche + 8%)

Erneuerbare Wärme:

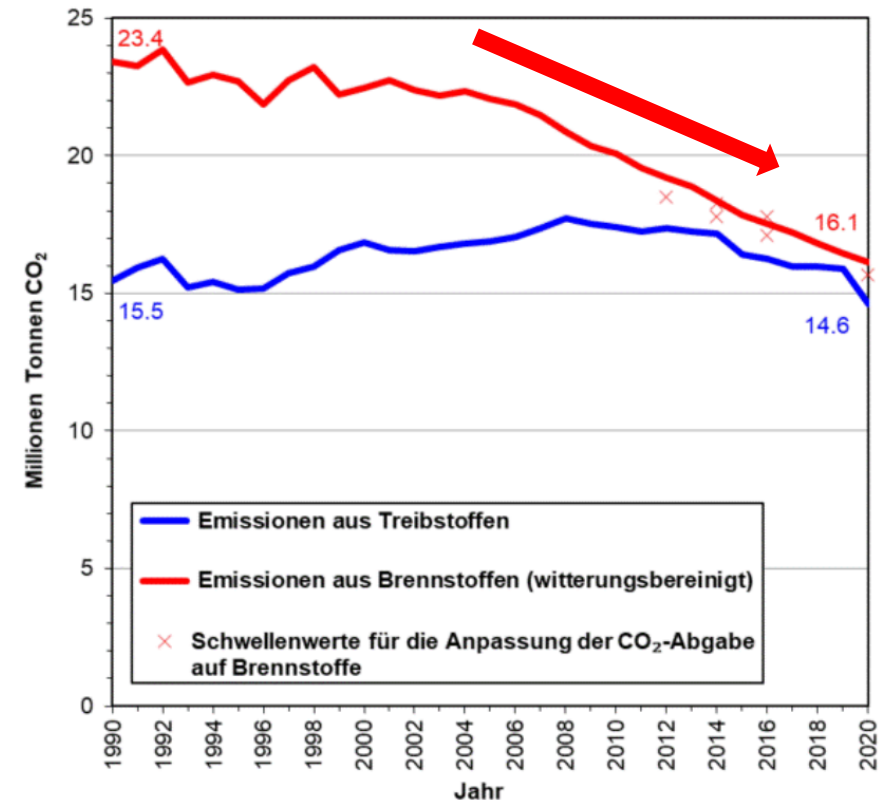
11 à 16,7 TWh + 5,7 (v. a. Wärmepumpen, **Solarwärme 0,25 à 0,75 TWh**)

Strom der Wärmepumpe + 1 TWh_{el}



Rest

Effizienz: Dämmung und Gebäudetechnik.



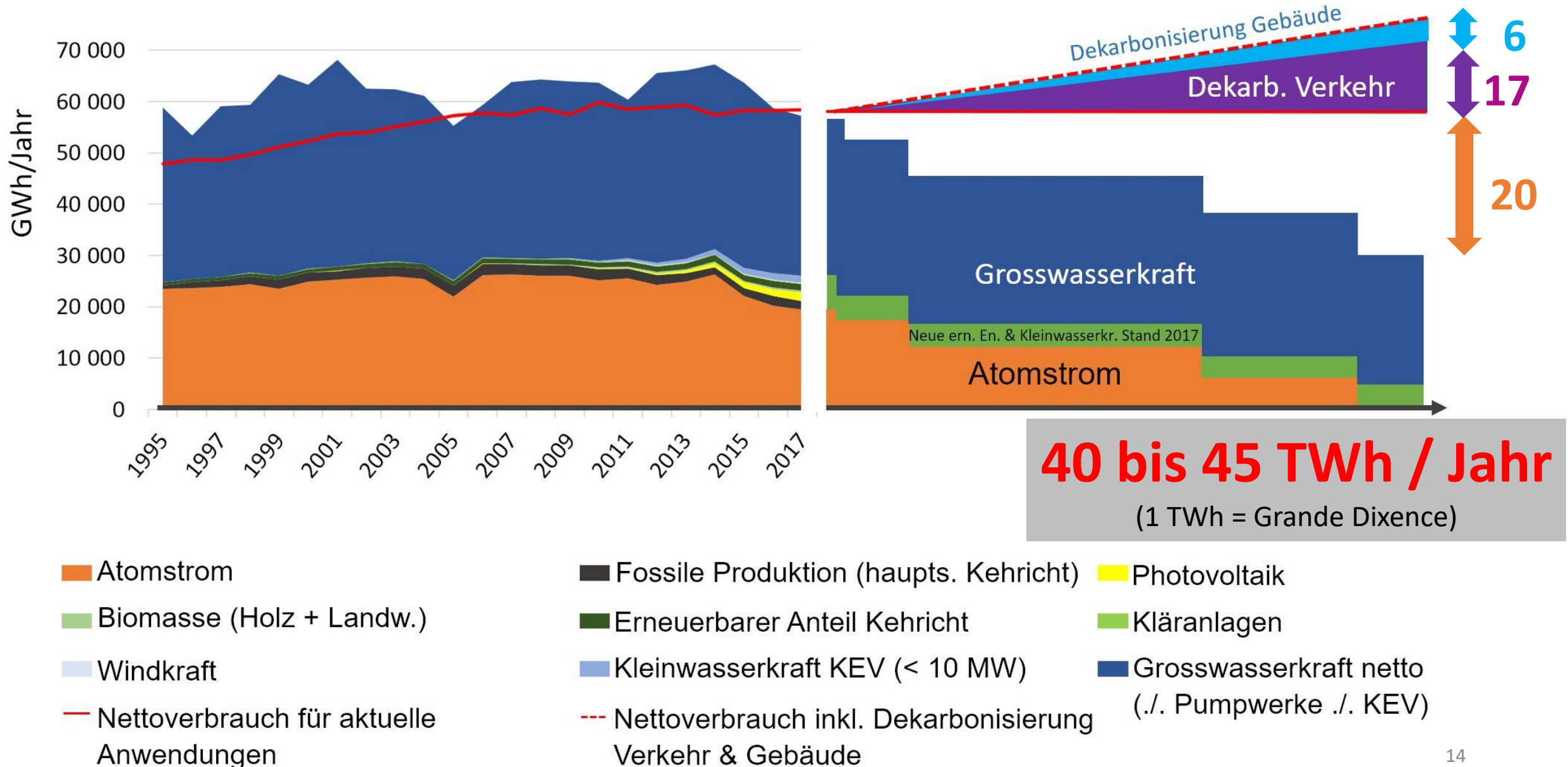
In 30 Jahren den Gebäudepark dekarbonisieren:

3 bis 4 mal schneller sanieren

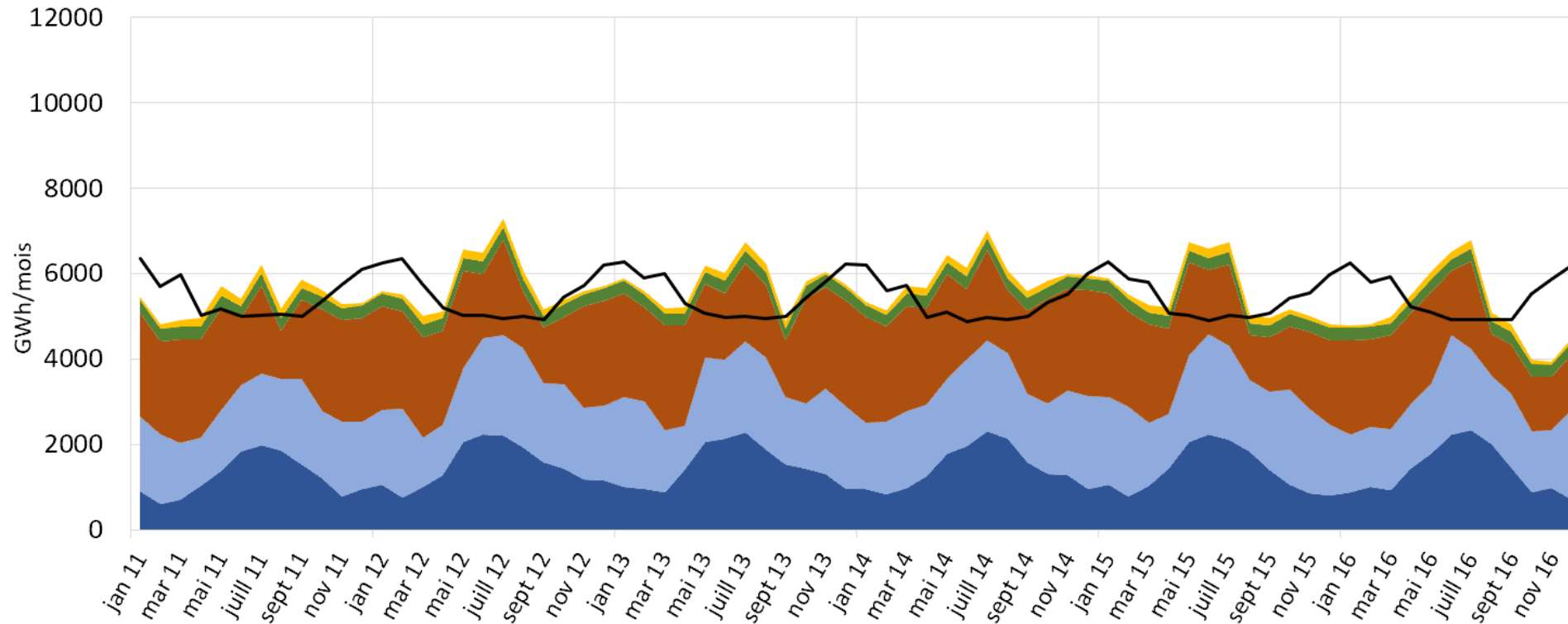
Strombedarf der Wärmepumpe einberechnen:

6 TWh zusätzliche Elektrizität
(vorwiegend im Winter)

4 Der Strombedarf und die Stromerzeugung



Die monatliche Verteilung des Strombedarfs

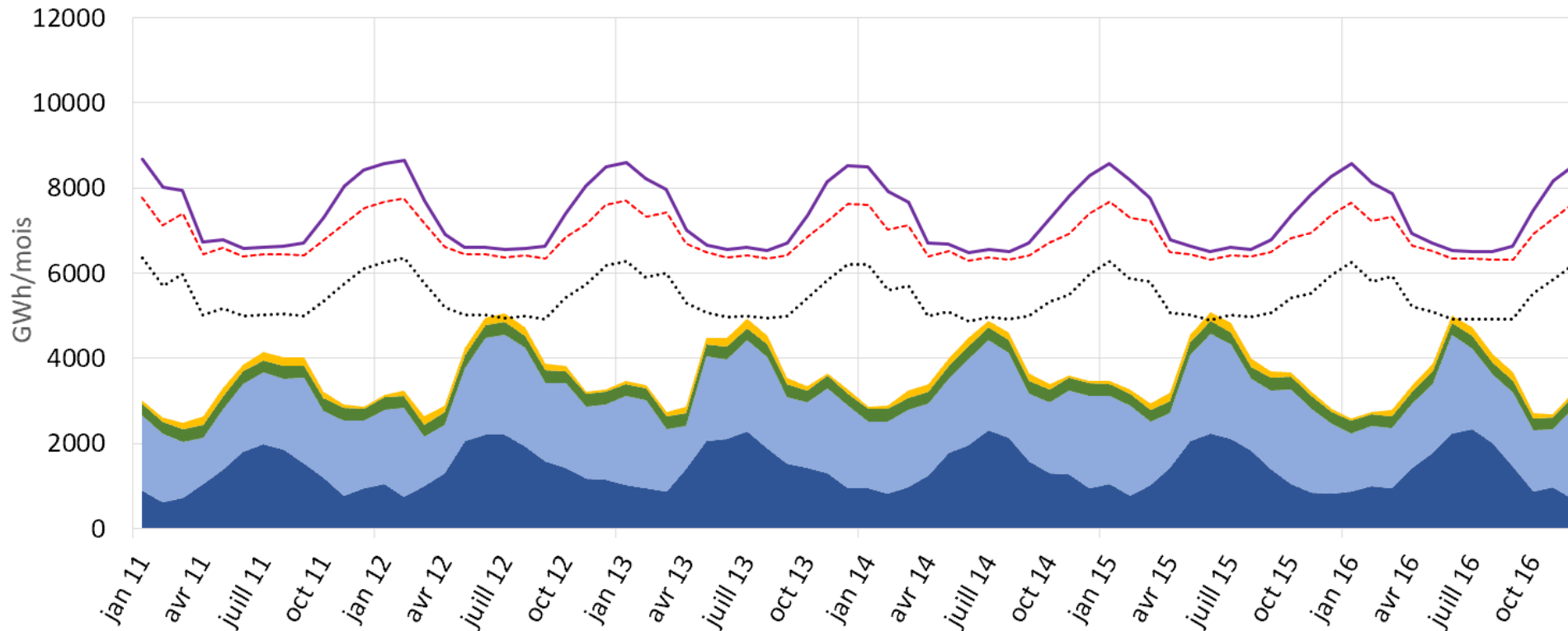


- Photovoltaikproduktion, zurückgerechnet auf Basis des Anlageparks von Ende 2017
- Biomasse/Windkraft/Kehricht inkl. fossiler Anteil (Schätzung 2017, ganzjährig konstant)
- Atomstrom effektiv
- Speicherwasserkraft effektiv
- Fließwasserkraft effektiv
- + Strom für Dekarbonisierung Heizungen und Warmwasser
- + Strom für Ersatz von Diesel und Benzin (100% = 17 TWh/J)
- Aktueller Verbrauch, inkl. Verluste und Hochpumpen

40 bis 45 TWh / Jahr

(1 TWh = Grande Dixence)

Die monatliche Verteilung des Strombedarfs

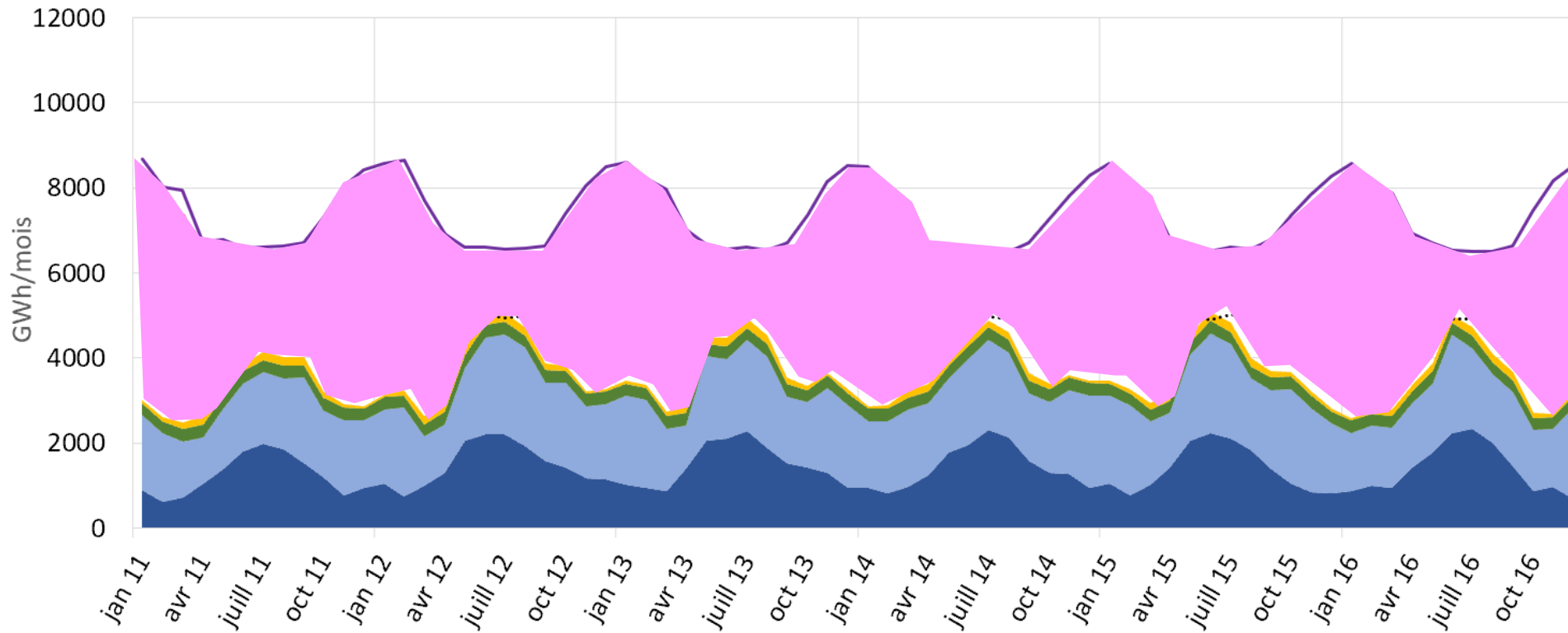


- Photovoltaikproduktion, zurückgerechnet auf Basis des Anlageparks von Ende 2017
- Biomasse/Windkraft/Kehricht inkl. fossiler Anteil (Schätzung 2017, ganzjährig konstant)
- Atomstrom effektiv
- Speicherwasserkraft effektiv
- Fließwasserkraft effektiv
- + Strom für Dekarbonisierung Heizungen und Warmwasser
- + Strom für Ersatz von Diesel und Benzin (100% = 17 TWh/J)
- Aktueller Verbrauch, inkl. Verluste und Hochpumpen

40 bis 45 TWh / Jahr

(1 TWh = Grande Dixence)

Die monatliche Verteilung des Strombedarfs

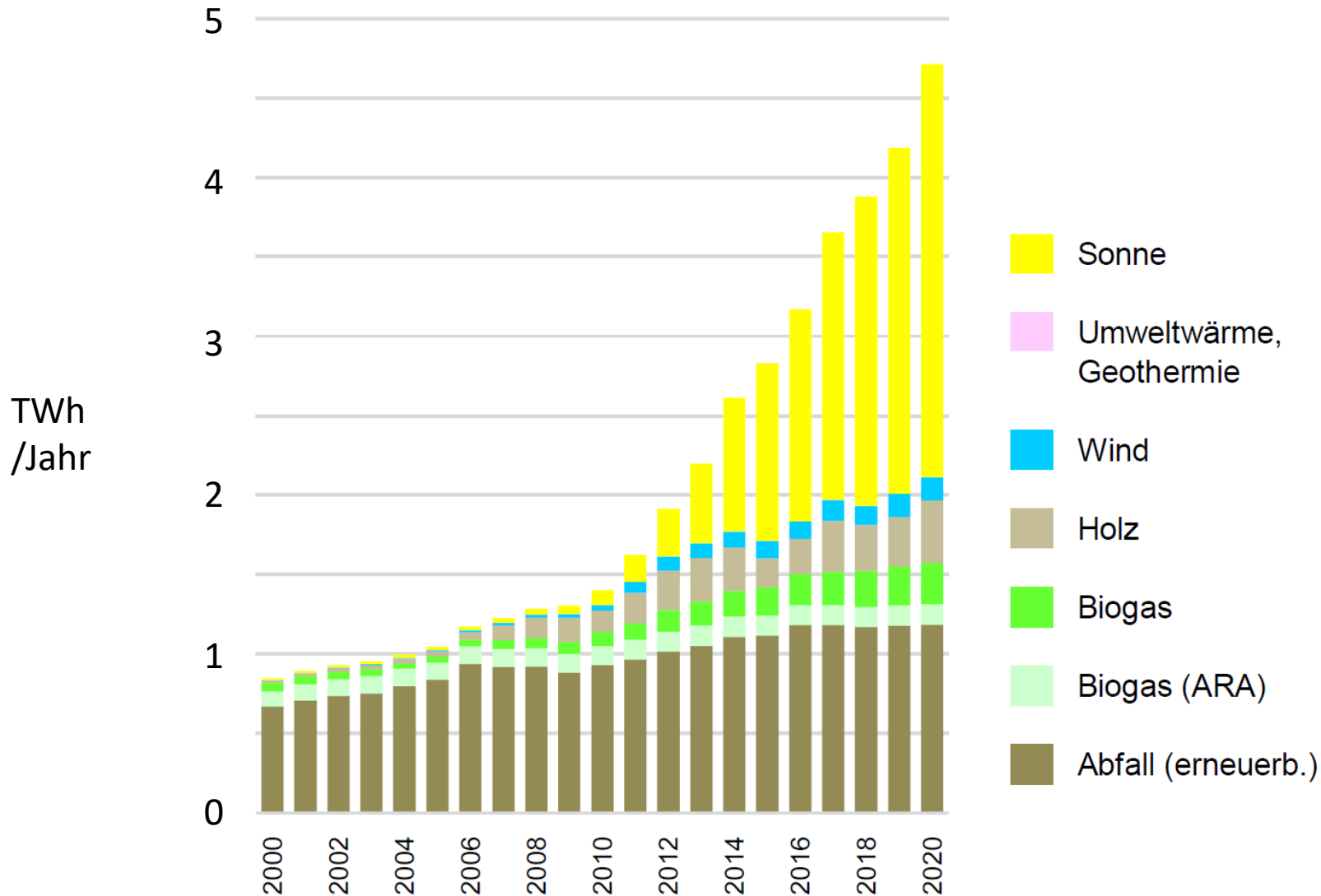


- Photovoltaikproduktion, zurückgerechnet auf Basis des Anlageparks von Ende 2017
- Biomasse/Windkraft/Kehricht inkl. fossiler Anteil (Schätzung 2017, ganzjährig konstant)
- Atomstrom effektiv
- Speicherwasserkraft effektiv
- Fliesswasserkraft effektiv
- + Strom für Dekarbonisierung Heizungen und Warmwasser
- + Strom für Ersatz von Diesel und Benzin (100% = 17 TWh/J)
- Aktueller Verbrauch, inkl. Verluste und Hochpumpen

40 bis 45 TWh / Jahr

(1 TWh = Grande Dixence)

5 Photovoltaik ist die realistischere Variante...



Lage 2020:
3 GW liefern 2,6 TWh (4,2% des
Bruttoverbrauches)

Wirtschaftliches Potential: 118 TWh*

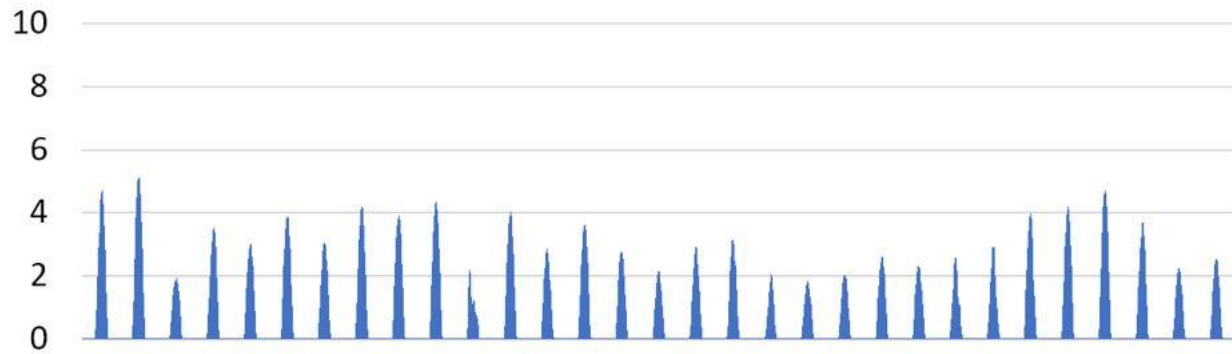
Unser Vorschlag
**Photovoltaik vom
3 auf 50 GW bis
2050 skalieren.
(x 17)**

* <https://www.swissolar.ch/services/medien/news/detail/n-n/schweizer-pv-potenzial-basierend-auf-jedem-einzelen-gebäude/>

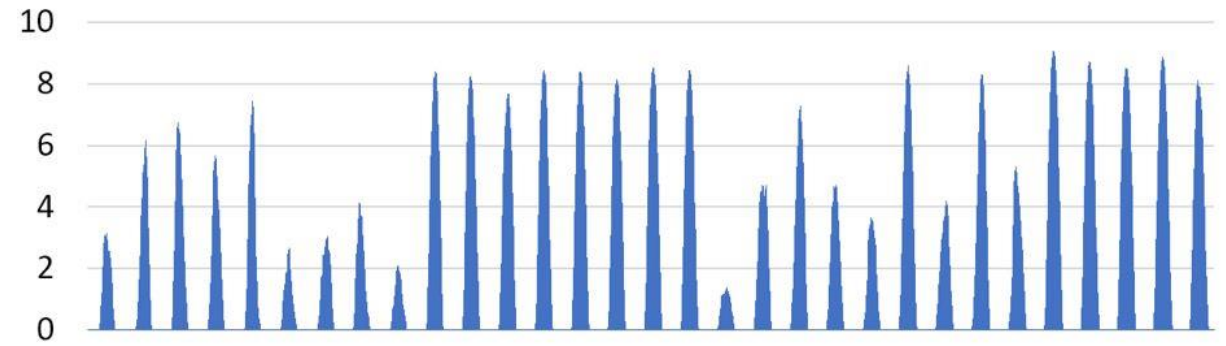
6 Die Variabilität der Photovoltaik und der Netz

Das effektive Produktionsprofil einer KEV-Stichprobe 53,2 MWp

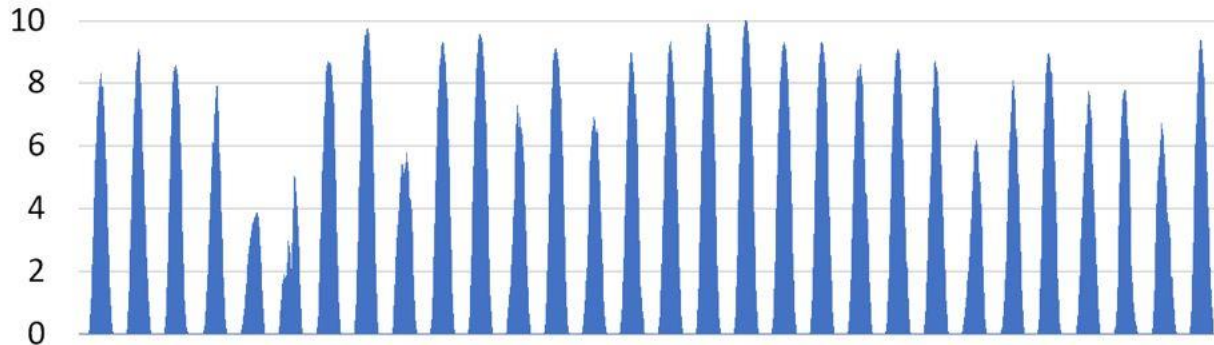
31 Tage im Dezember 2016 (MWh/15 min)



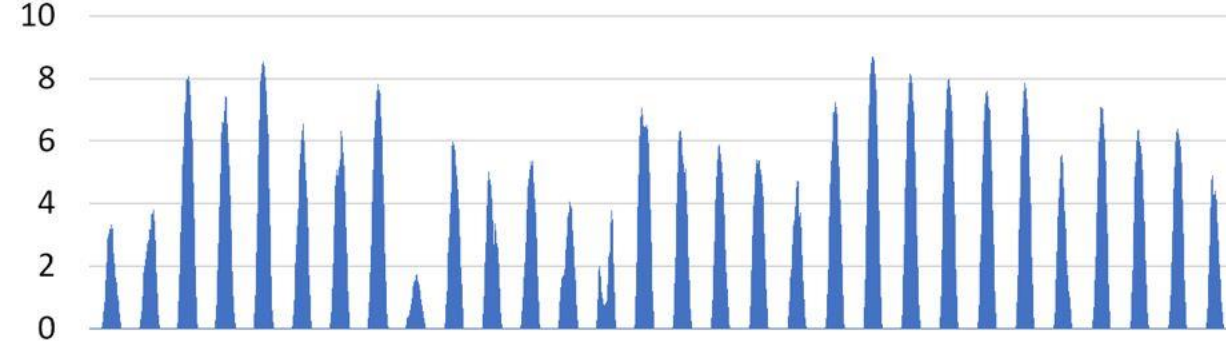
31 Tage im März 2017 (MWh/15 min)



30 Tage im Juni 2017 (MWh/15 min)

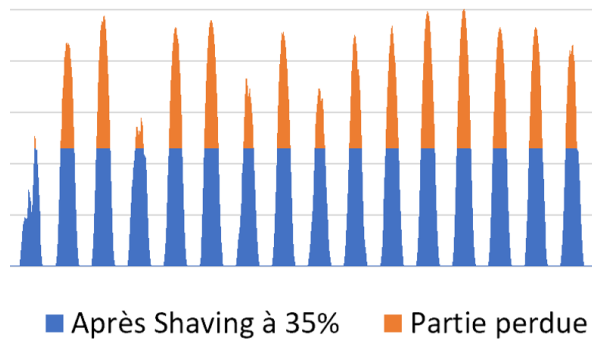


30 Tage im September 2017 (MWh/15 min)

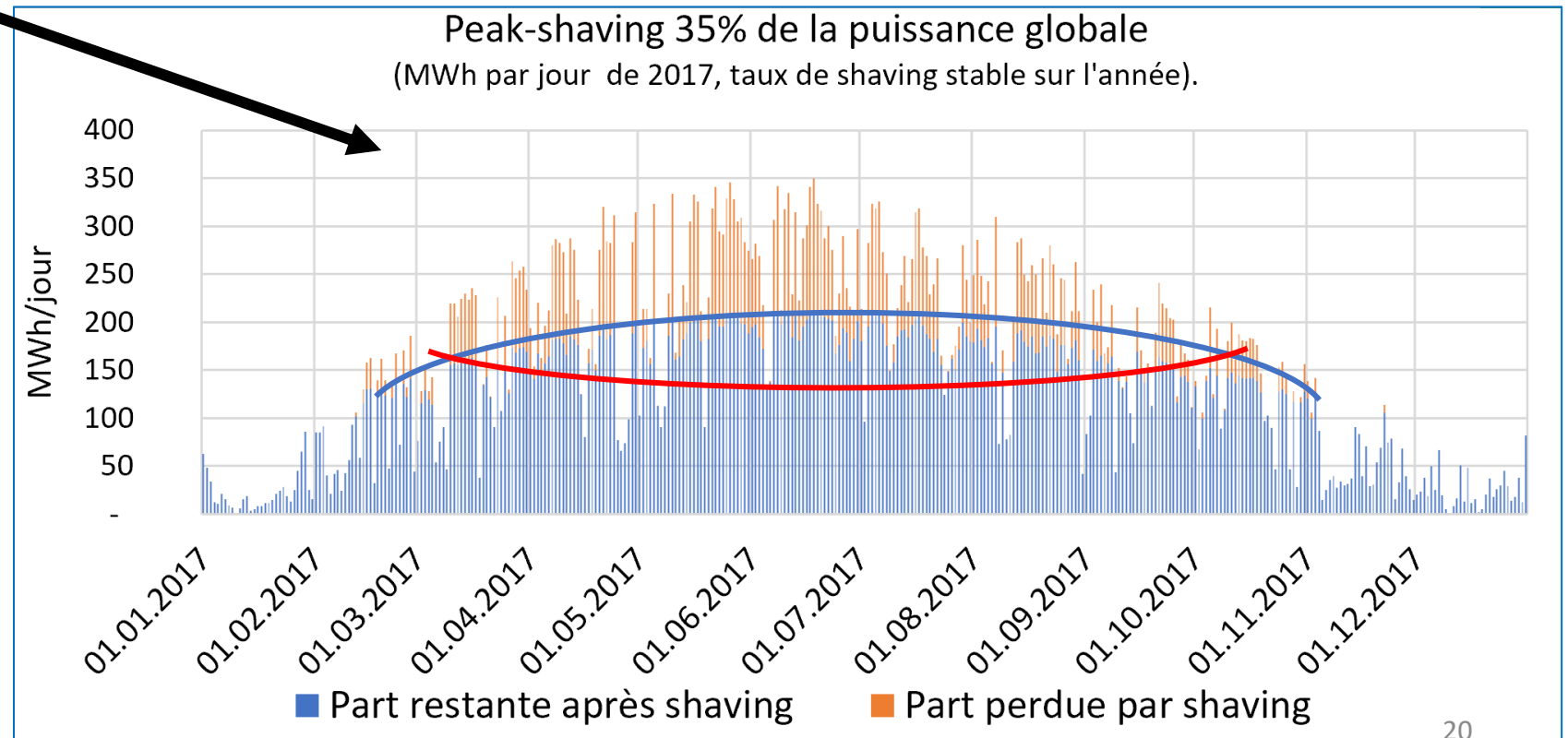


Zuviel Strom im Sommer?

Zuerst Speicher füllen. Falls keine vorhandene Kapazität mehr: Gar kein Problem dank dem Peak Shaving
(=temporäre Begrenzung der Einspeisung: sie wird **real time** dem Bezug angepasst)



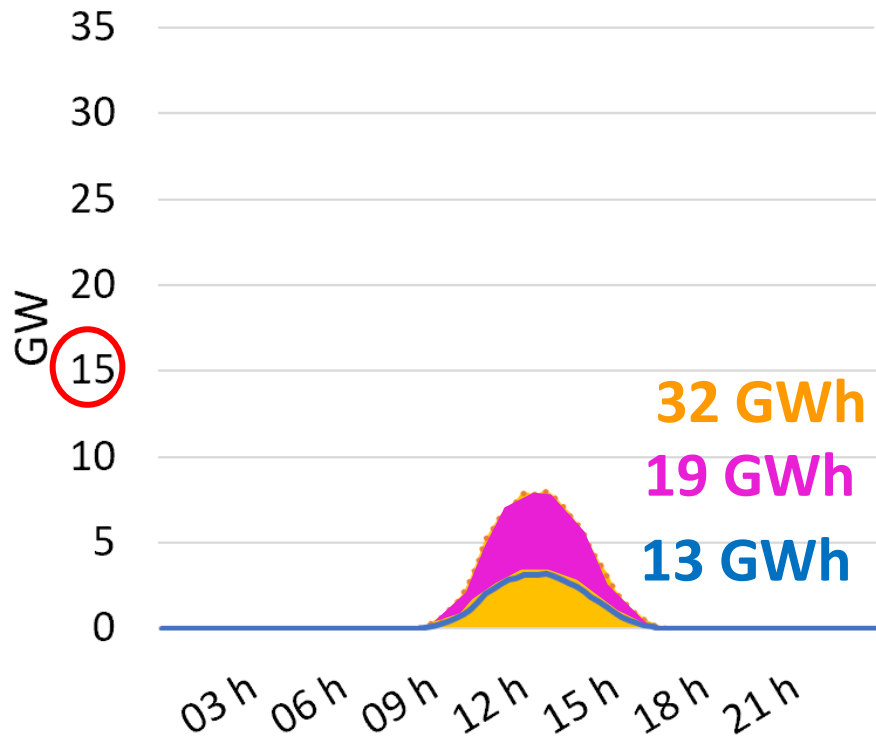
**Peak-shaving bei
35% der
Nennleistung =
20% Produktions-
verzicht
(wenn Strom wenig
bis nichts Wert ist)**



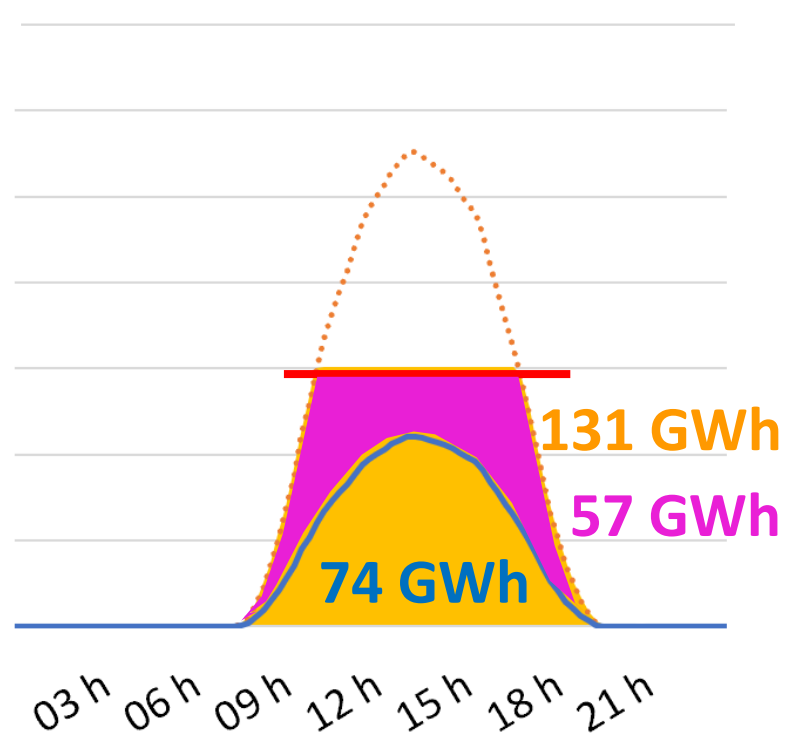
Dank dem Peak-shaving viel mehr Solarstrom im Winter

Installierte PV-Leistung = **50 GW = 25x plus** qu'en 2018

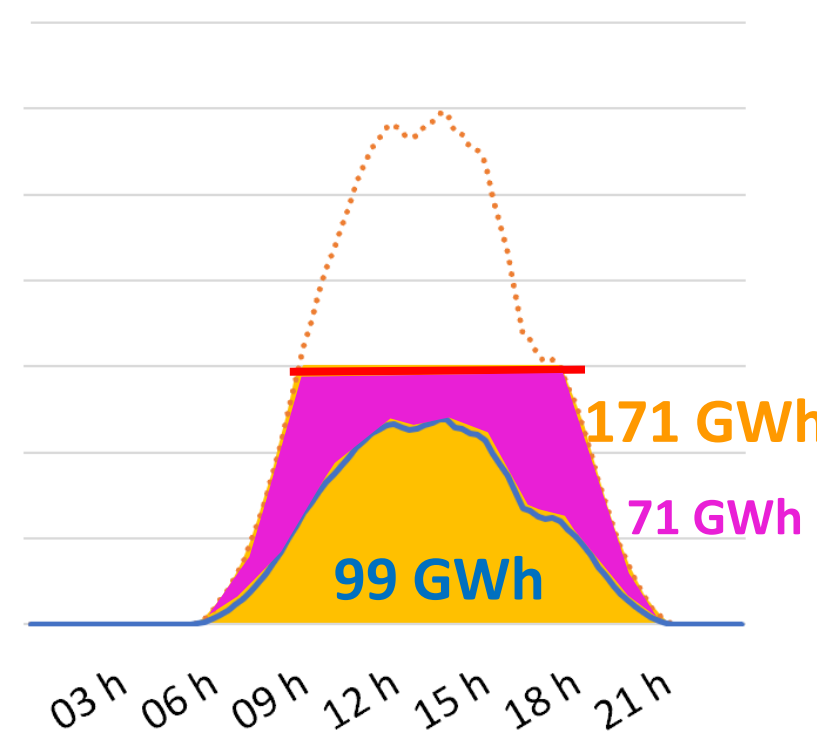
21. Dezember 2017



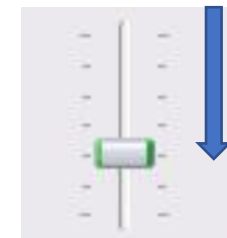
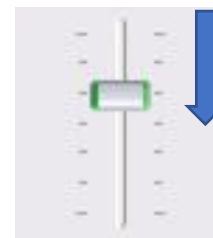
23. September 2017



21. Juni 2017



Peak-shaving



Stromerzeugung in der Schweiz in Woche 41 2021

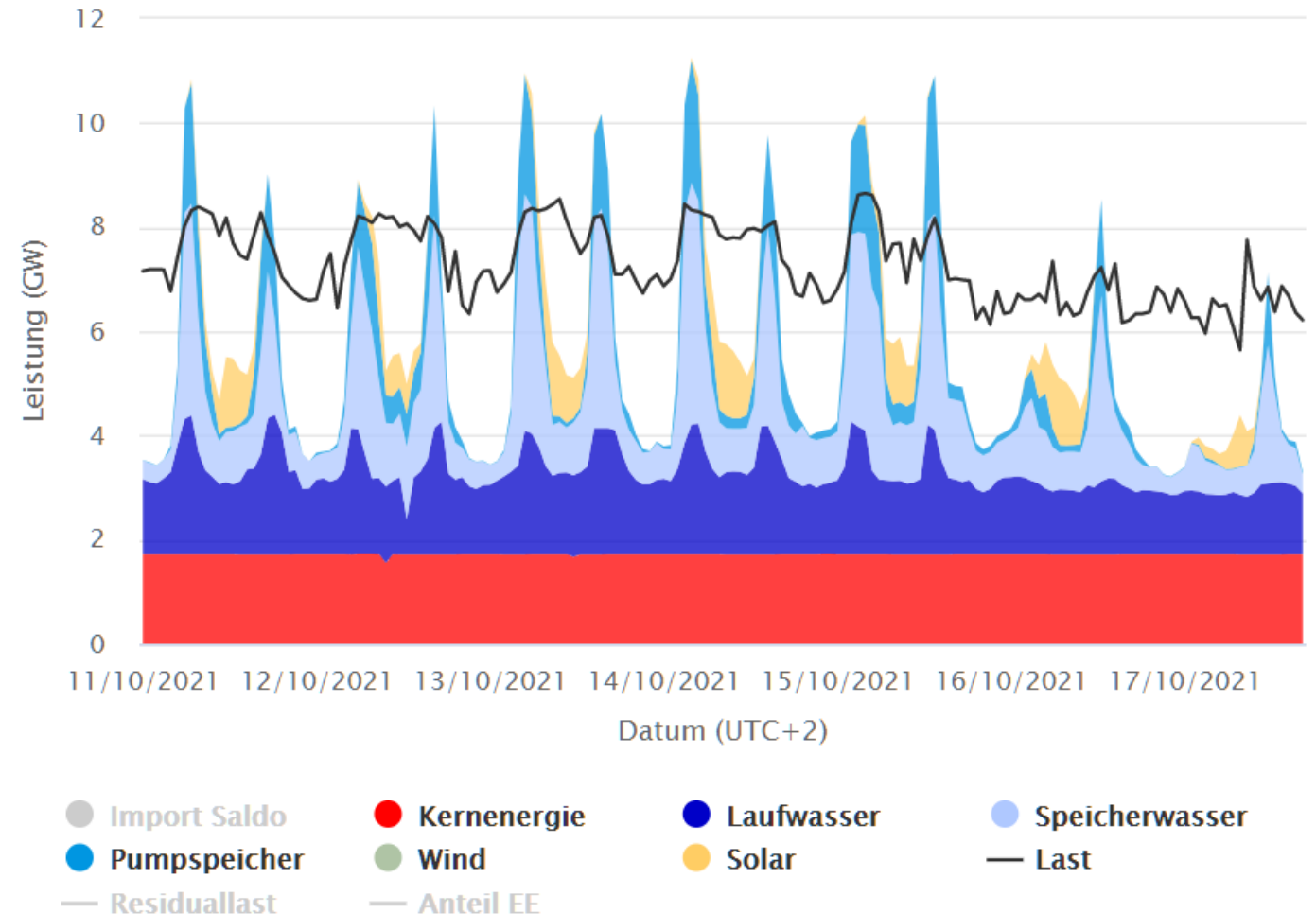
Dank der Wasserkraft hat die Schweiz eine enorme kurzfristige Flexibilität:

Sie kann sehr schnell die Leistung der Pumpen und Turbinen anpassen.

Also problemlos Strom für Stunden, Tage oder 1-2 Wochen speichern.

International ziemlich einmalig

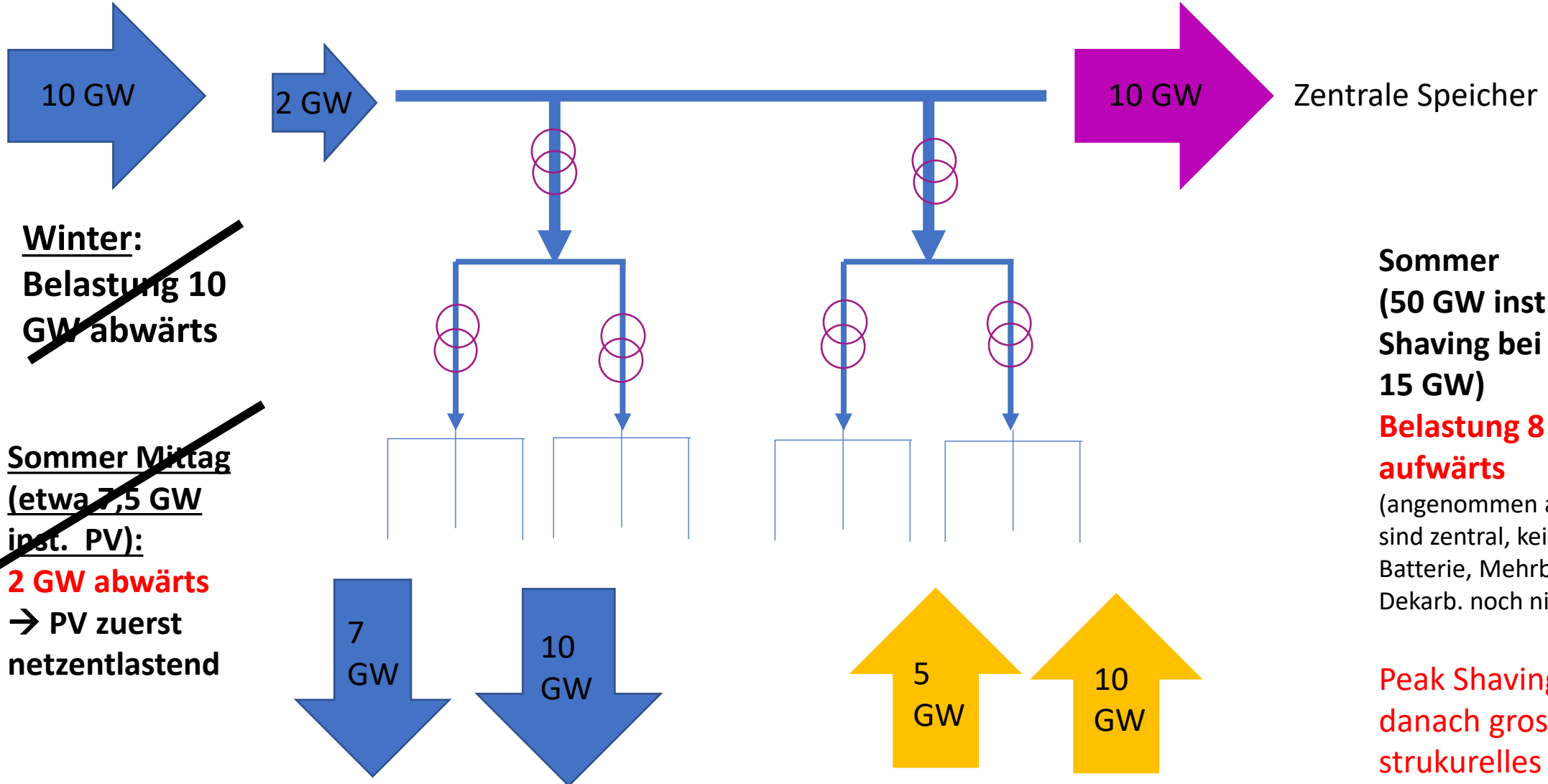
Kurzfristige Schwankungen = Pseudoproblem (im Gegensatz zu Saisonschwankungen)



Energy-charts.info - letztes Update: 24/10/2021, 00:27 UTC+2

Dank Peak-shaving: Kupfer nicht am Anschlag trotz 50 GW PV

Produktionszentralen



~~Winter:
Belastung 10
GW abwärts~~

~~Sommer Mittag
(etwa 7,5 GW
inst. PV):~~

2 GW abwärts
→ PV zuerst
netzentlastend

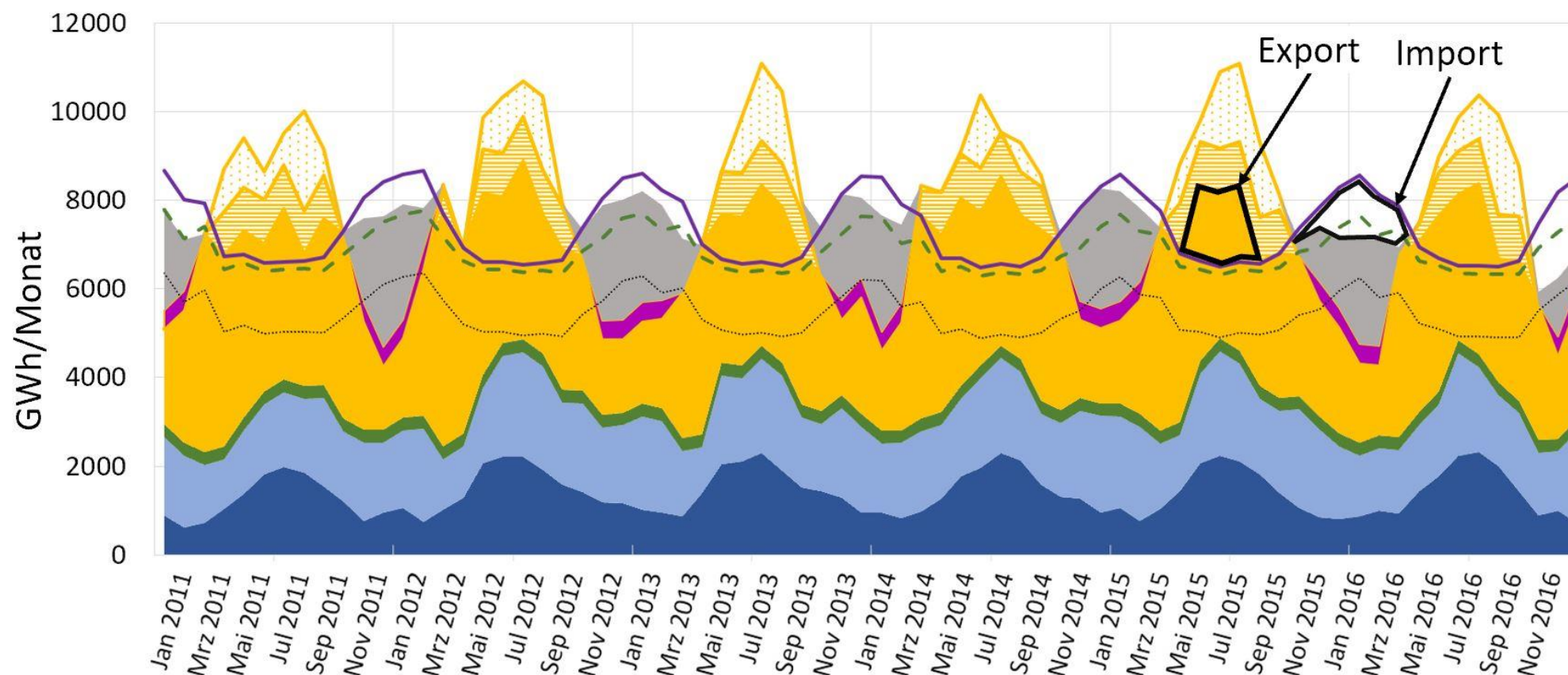
**Sommer
(50 GW inst. PV
Shaving bei 30%=
15 GW)**

**Belastung 8 GW
aufwärts**

(angenommen alle Speicher
sind zentral, keine (Auto-)
Batterie, Mehrbezug für die
Dekarb. noch nicht im Schema)

**Peak Shaving: Erst
danach grosses
strukturelles
Netzproblem!**

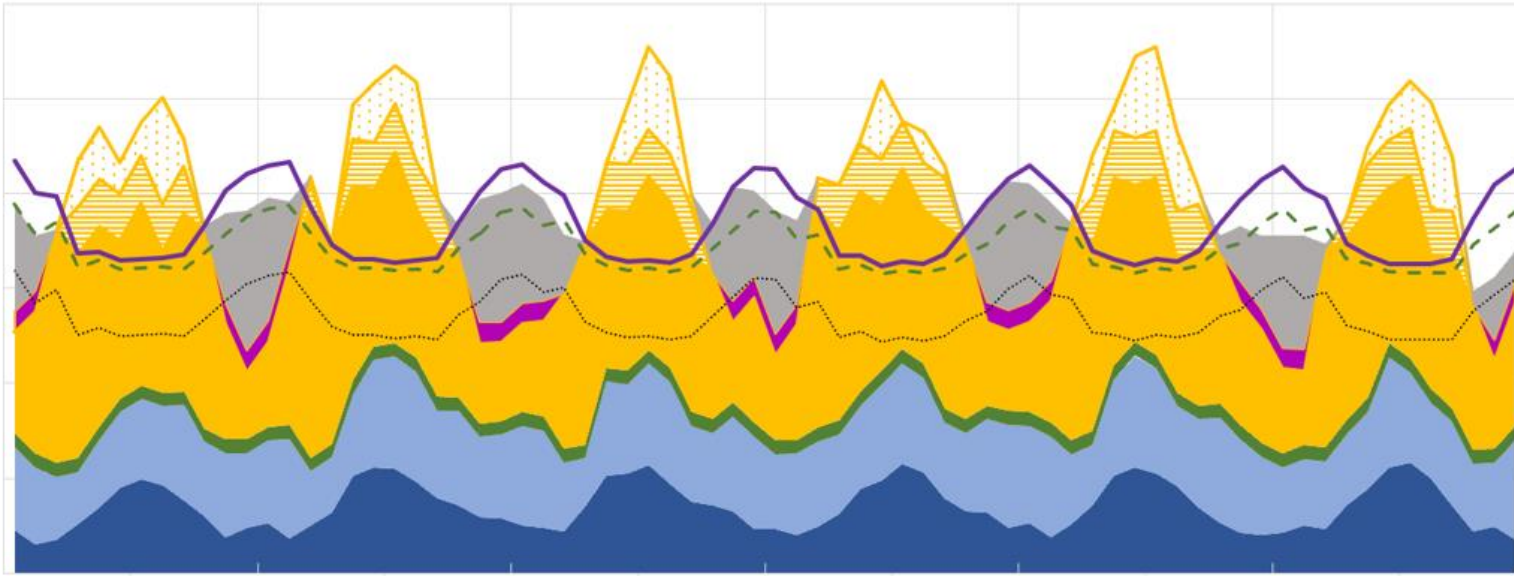
7 Modellierung Monatsbasis, 50 GW PV



Zus. Saisonspeicherung:
max 1 TWh
aufgenommen
pro
Sommermonat
(30%
Wirkungsgrad)

- Strombedarf aus Erdgas, um höhere Importe zu vermeiden
- Rückgewinnung Speicherstrom (Nov., Dez., Jan., Feb. im mehrjährigen Mittel)
- Peak Shaving, um höhere Exporte zu vermeiden
- Bezug durch zusätzliche saisonale Speicherung
- Einspeisung PV nach Peak Shaving (ohne Anteil zus. saisonale Speicherung)

- Biomasse, Windkraft und Kehricht inkl. fossiler Anteil (Schätzung 2017)
- Speicherwasserkraft effektiv
- Fließwasserkraft effektiv
- + Strom für Dekarbonisierung Heizungen und Warmwasser
- + Strom für Ersatz von Diesel und Benzin (100% = 17 TWh/J)
- Aktueller Verbrauch, inkl. Verluste und Pumpstrom



CO₂-Bilanz (Worst Case)

49 TWh PV «produzierbar»
-5 TWh Verlust durch Peak Shaving (11% übers Jahr)
=38 TWh PV sofort genutzt (gelb) und 6 zusätzliche
Saisonspeicherung (gestrichelt gelb)

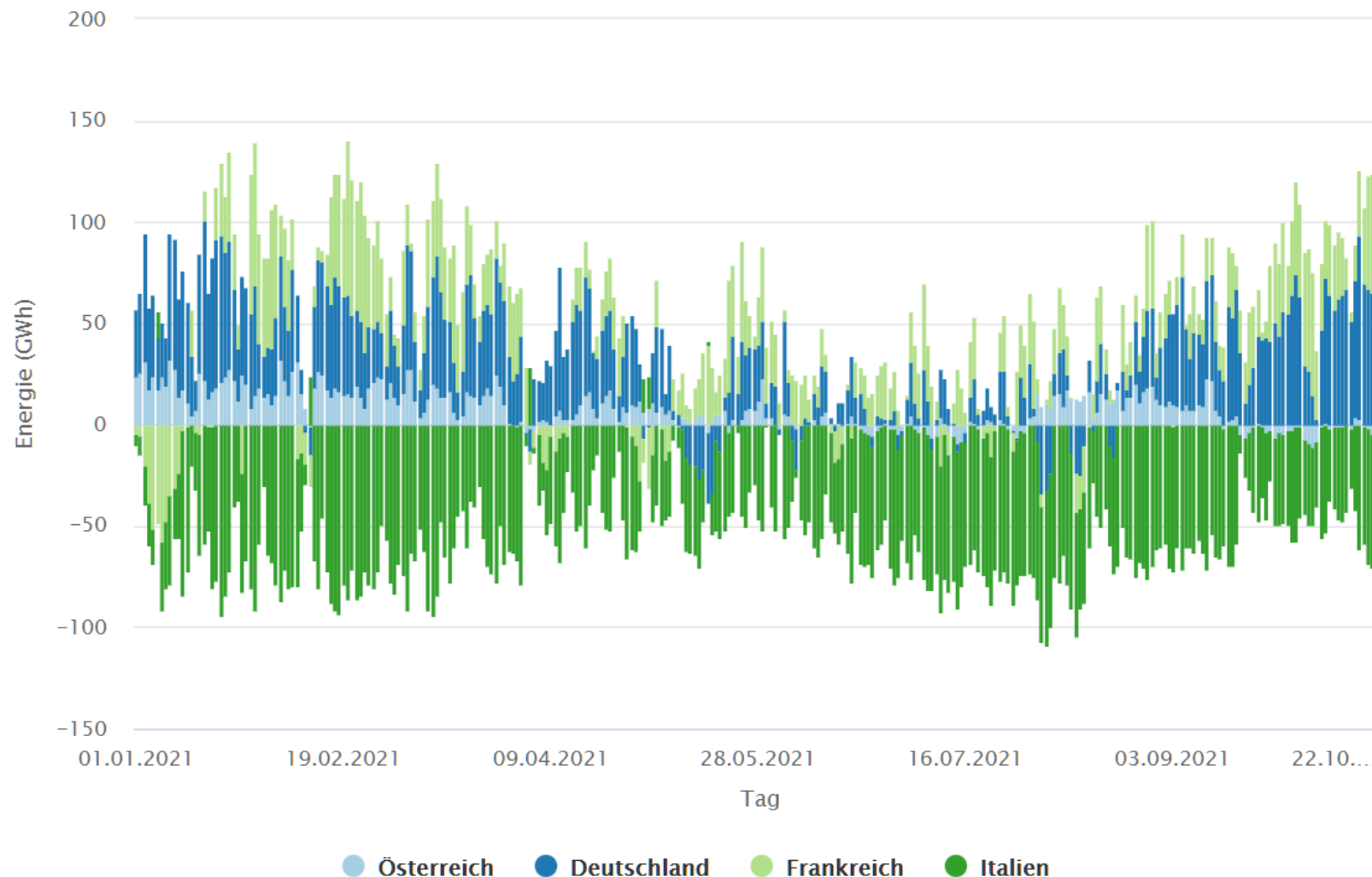
Wenn keine zusätzliche Speicherung oder EE (insb. Wind)

Worst case: 9 TWh fossiler Gasstrom (grau).
= 4,4 Millionen Tonnen CO₂

Millionen Tonnen CO ₂ / Jahr	Aktuell	Dekarbon. Mob. und Geb. 100%, mit 50 GW PV
Verkehr	16	0
Gebäude und WW	14.8	0
Strom aus fossilem Erdgas	0	4.4
Total	30.8	4.4
Absenkung Austoss CO ₂		-86%

8 Die Winterversorgung

Täglicher Stromimport und -export der Schweiz 2021



Zum Vergleich: die Schweiz verbraucht Brutto rund 180 GWh pro Tag.

Bei solchen Austauschmengen ist das ohne Stromabkommen mit der EU brenzlig.

Alternativen zum Worstcase «fossile Erzeugung von 9 TWh» oder zu Stromimporte

Einfache Saisonspeicherung

- Stauseen randvoll im September (+ 2 oder 3 TWh Erhöhung?)

Winterproduktion

- Wind (rund 60% in Winter)
- Holzkraftwerke mit Wärmenutzung

Reduktion Strombedarf Winter

- Saisonale Wärme Speicherung mit Jenni's mega «Thermosflache» und solarthermische Kollektoren
- Stromverbrauch im Winter sparen dank Regeneration der Erdsonden von Wärmepumpe
- Holzheizungen



Falls Gas (fossil oder erneuerbar): 3 Kategorie von Anlagen:

- Gaz und Dampfturbine «GuD» (typisch 400 MW, Elektr. Wirkung 60%, Abwärme nicht zu brauchen)
 - Einfache Gasturbine (typisch 50 MW, Wirk_{el} 37%, Abwärme teilweise nutzbar)
 - Blockheizkraftwerke («BHKW» = «WKK»): 1 bis 10 MW, typisch Wirk_{el} bei 44% und Wirk_{th} 4 bei 43%. Optimale Nutzung der Energie, wenn an Fernwärmenetz angeschlossen.
- Können alle mit fossilem oder mit erneuerbarem Methan angetrieben werden
Chemisch: Erdgaz $\approx$ Biogaz $\approx$ Syngaz (=mit Überschüssen an Strom erzeugtem Methan).
- Variante Wasserstoff: H_2 aus erneuerbarem Strom.
 - Versorgungssicherheit besser mit Speicher in der Schweiz (bei fast H_2 zwingend).

Gaz nicht des Teufels. Im Gegenteil, denn ohne Rückversicherung gegen Black-out gibt es ein Entgleisungsrisiko der Energiewende.

Aber es braucht klare Leitplanken:

- Nur als kleine Ergänzung zu einem ambitionierten Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion und der Dekarbonisierung von Gebäude und Mobilität
- Kein Rabatt auf CO₂-Preis bei fossilem gGaz. Anzahl Stunden im Jahr limitiert (z.B. max 2000): nur wenn EE fehlen und Wasserreserven bis Ende Winter nicht ausreichen
- Stärkung Biogazproduktion und «power to gaz», um allmählich den Fossilen Anteil auf null zu senken.
- **Ziel: Gas als Medium zur Saisonspeicherung**



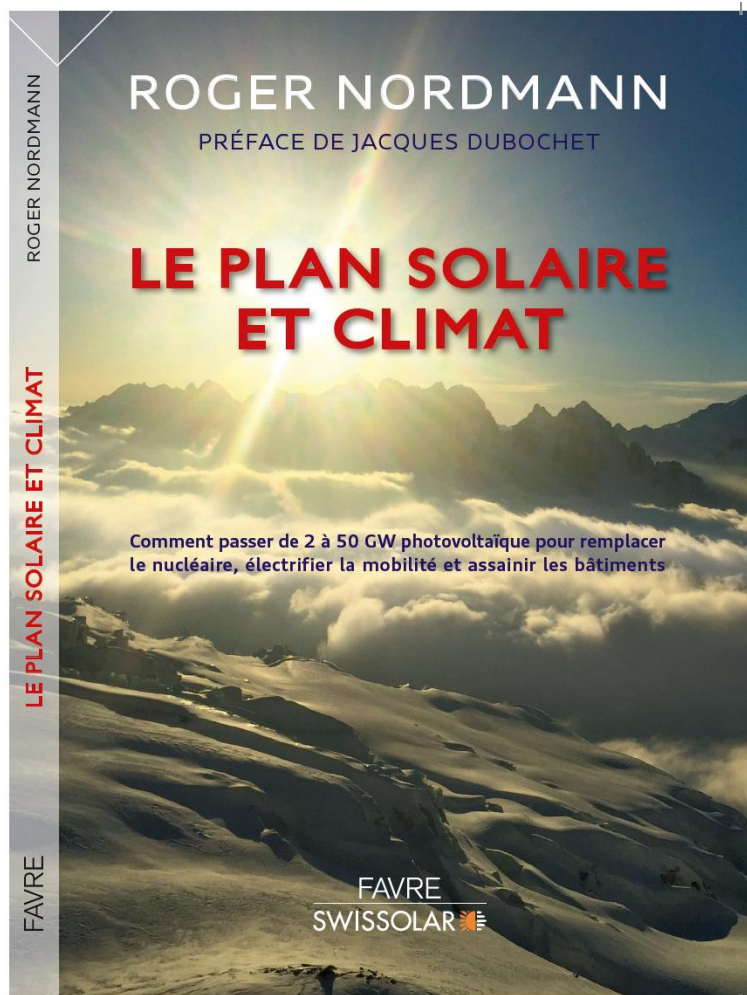
2 x 1 MW_{el} auf einem Dach in ZH
(als Notstromaggrat, photo Powerloop)

Am besten der «Versicherungsmodell» von Powerloop.ch:

- ein Paar Hunderte BHKW von 0,5 bis 10 MW, dezentral, bauverfahren einfach.
- gemeinschaftlich finanzierte Investition, dafür keine CO₂-Rabatt → letzte im «merit order»
- Volle Wärmenutzung
- Minutenschnell von null auf Volllleistung
- Swissgrid kann Startbefehl geben

7 Fazit

1. Möglichst viel PV jeweils den ganzen Dachteil decken:
 1. Das Land braucht viel Strom
 2. Je grösser, desto rationeller und kostengünstiger pro KW. Und auch schöner
 3. Lieber in 1 Paar m2 mehr PV als in Batterie investieren (im Schweizer Kontext wo die Stauseen als ökologische Batterien zur Verfügung stehen.).
 4. Denken, dass später eine Wärmepumpe und ein Elektroauto dazu kommen kann.
 5. Mehr Spass als Bora-Bora Reise mit Flugzeug und Anschaffung Schwerfälliges SUV
2. Parlament hat gerade Finanzierung EE verbessert, insbesondere PV ohne Eigenverbrauch
3. Ersatz CO2 Gesetz nach Schiffbruch 13 Juni (Dekarb. Gebäude, Verkehr, und Luftfahrt)
4. Bewilligungsverfahren Speicherwasserkraft und Wind straffen (Vorschlag S. Sommargua).
5. Erste Teiloffensive Power-to-gaz.



Merci pour l'attention

www.roger-nordmann.ch
www.swissolar.ch

