

# Herausforderungen einer CO<sub>2</sub>-neutralen Energieversorgung

Doina Radulescu

Swiss Governance Forum «Quo vadis Energieversorgung?»

*u<sup>b</sup>*

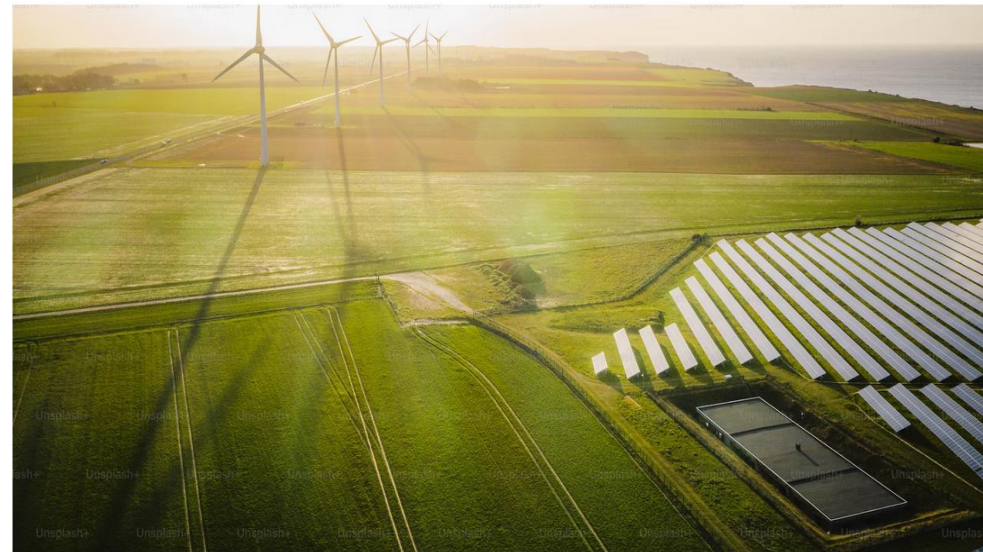
# Klima- und Energiestrategie der Schweiz 2050

## Langfristige Klimastrategie

- Bis 2030 Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 Stand halbieren
- Bis 2050 – unter dem Strich kein Ausstoss von Treibhausgasemissionen

## Energiestrategie 2050

- Verbot neuer Kernkraftwerke
- Senkung Energieverbrauch
- Ausbau erneuerbarer Energien
- Versorgungssicherheit



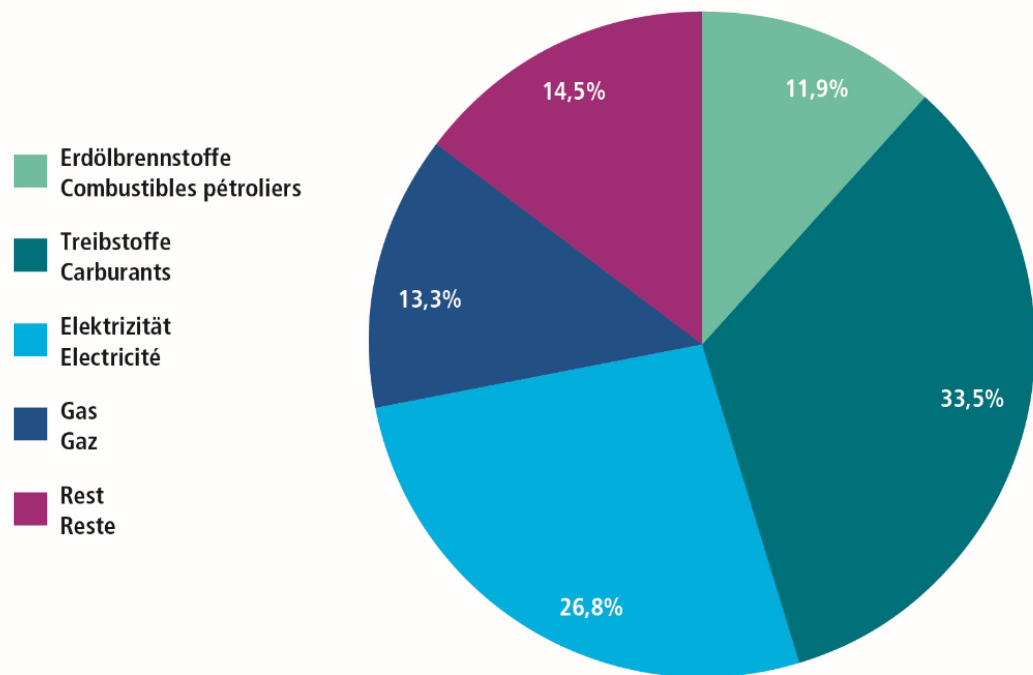
# $u^b$ Inhalt

- Energiemix heute und in der Zukunft
- Strom als zentraler Energieträger
- Versorgungssicherheit
- Herausforderungen erneuerbarer Energien
- Kosten
- Fazit

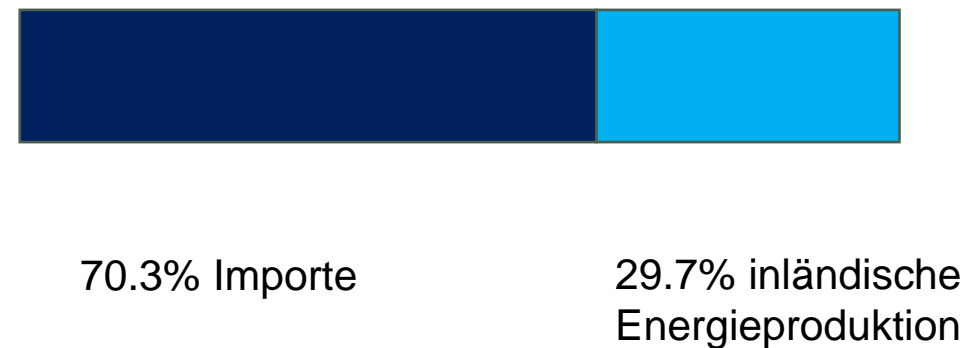
# Energiemix heute und in der Zukunft

# Energiemix der Schweiz 2022

## Endenergieverbrauch

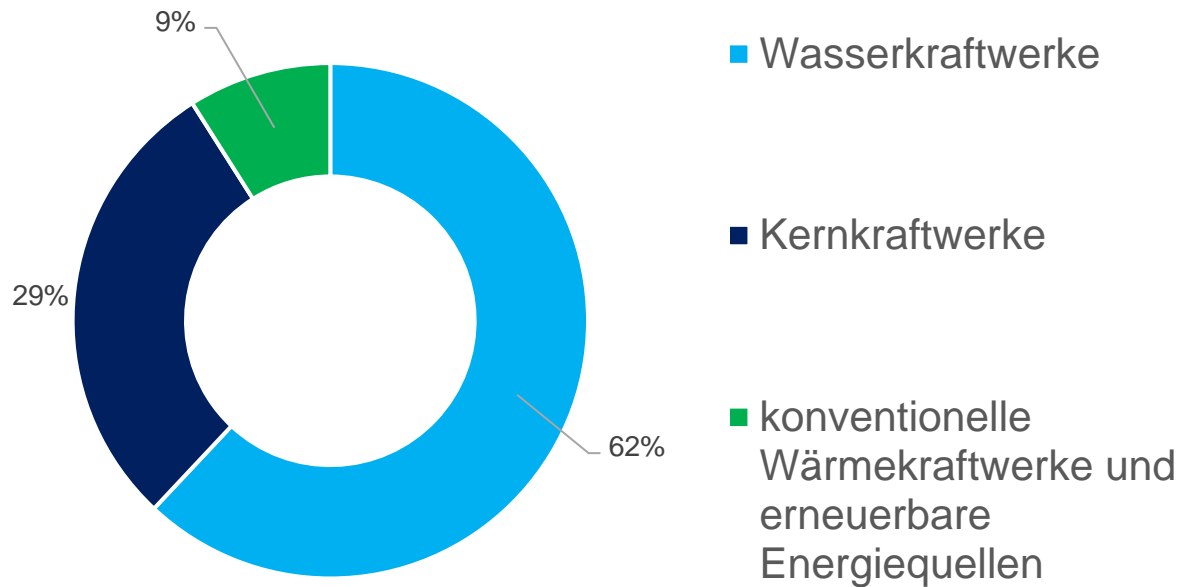


## Herkunft



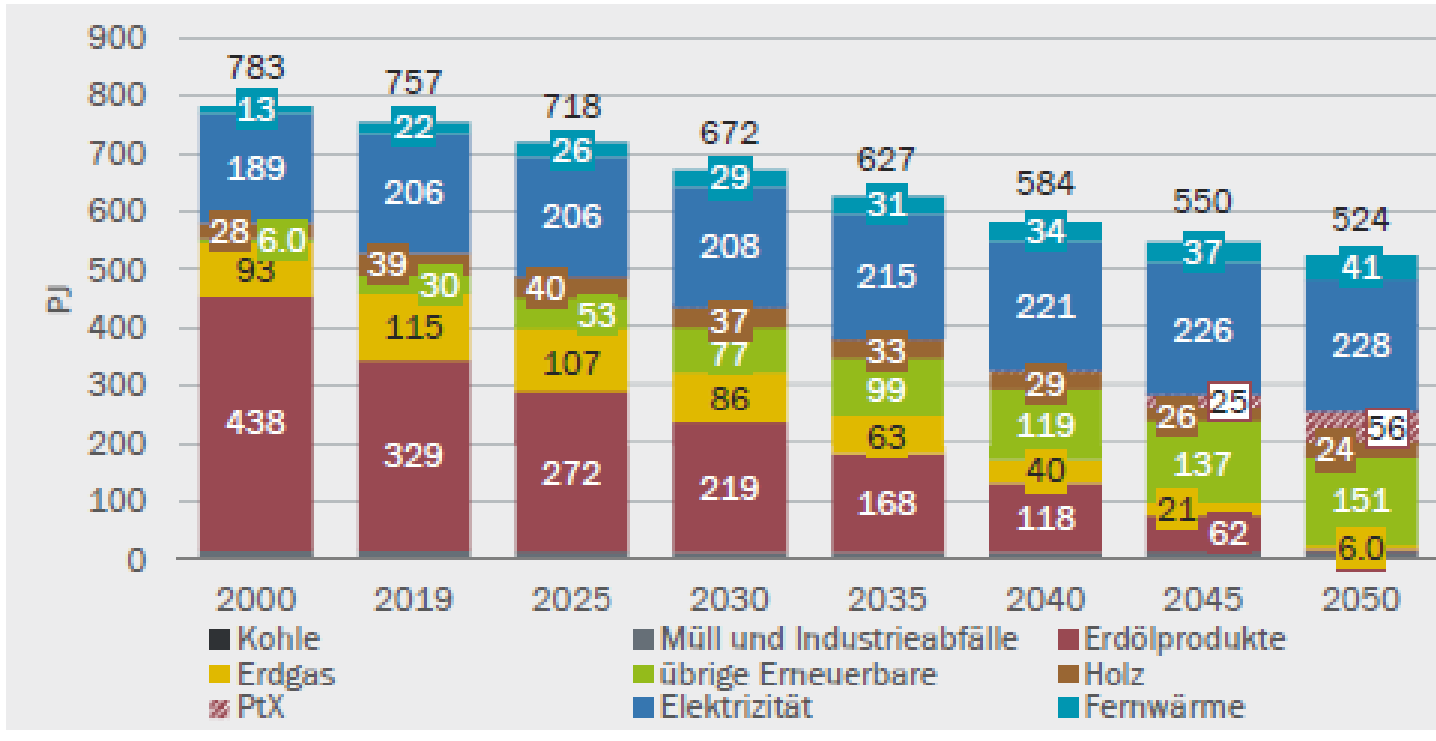
Quelle: BFE, Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2022

# Stromproduktion der Schweiz 2022



Quelle: BFE, Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2022

# Entwicklung Endenergieverbrauch nach Energieträgern im Hinblick auf Netto Null Ziel



Endenergieverbrauch 2050:  
sinkt um 30% gegenüber 2019

Steigerung Energieeffizienz

Anteil Elektrizität am gesamten  
Energieverbrauch: 43%

Anteil Importe sinkt von 70%  
auf 25%

übrige Erneuerbare: Biogas/Biomethan, Biotreibstoffe, Solarwärme, Umweltwärme und Abwärme

© Prognos AG/TEP Energy GmbH/INFRAS AG 2020

Quelle: BFE(2021): Energieperspektiven 2050+

# Strom wird zentraler Energieträger



# Zielbild klimaneutrale Schweiz bis 2050



Quelle: BFE (2022), Energieperspektiven 2050 +

Grafik: Dina Tschumi, Konsortium Prognos AG, TEP Energy GmbH, Infrac AG, Ecoplan AG

# Versorgungssicherheit

# $u^b$ Versorgungssicherheit

- «...wenn jederzeit die gewünschte Menge Strom mit der erforderlichen Qualität und zu angemessenen Preisen im gesamten Stromnetz erhältlich ist»

Erfordert Zusammenspiel von:



# Herausforderungen

# $u^b$ Herausforderungen

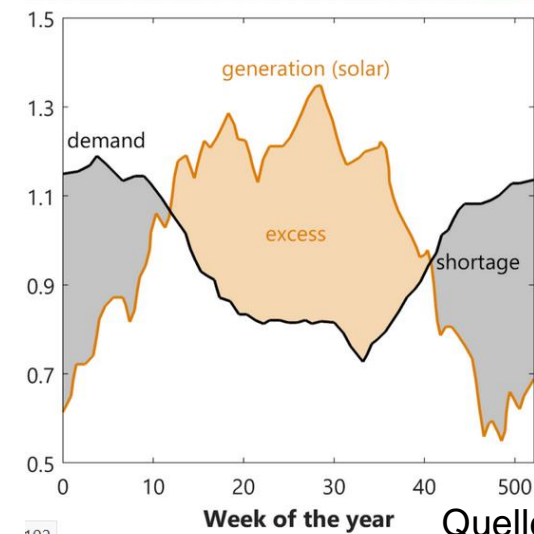
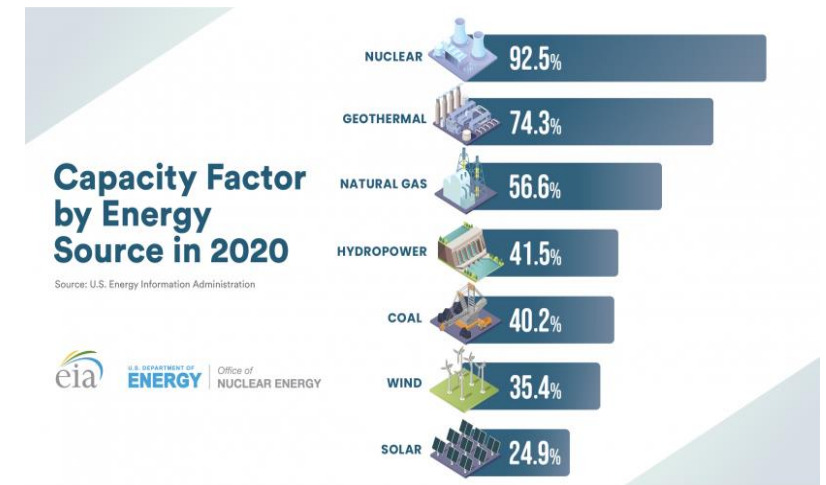
- Steigender Strombedarf und sukzessive Stilllegung AKW - Produktionslücke. 40% des aktuellen Winterstroms entfallen
- Ausbau PV bis 2030: 2000 MW pro Jahr
- Ausbau erneuerbarer Energien können Verteilnetz überlasten
- Steigender Importbedarf?

# $u^b$ Herausforderungen Solarenergie

- Thomas Edison (1920): *“I'd put my money on the sun and solar energy. What a source of power! I hope we don't have to wait until oil and coal run out before we tackle that”*

## **ABER:**

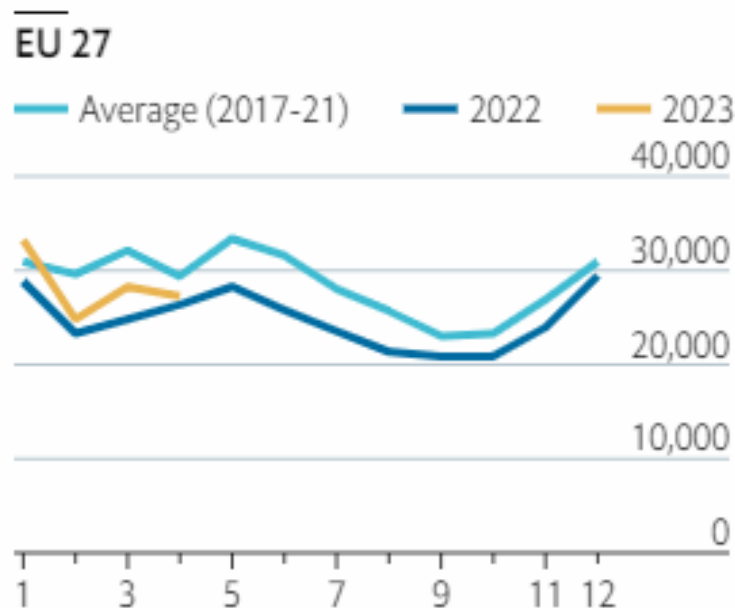
- Niedrige Kapazitätsfaktoren
- Fluktuation der Stromproduktion. Wetterabhängig  
Können nicht rund um die Uhr Stromversorgung gewährleisten  
Benötigen backup Kapazitäten
- Mehr Stunden mit negativen Strompreisen



$u^b$

# Wasserkraft

- Stauseen können bis 9 TWh Strom speichern (25% des CH Verbrauchs im Winter)
- Vermehrt auftretende extreme Wetterereignisse, Dürreperioden und hohe Temperaturen stellen ein hohes Risiko dar

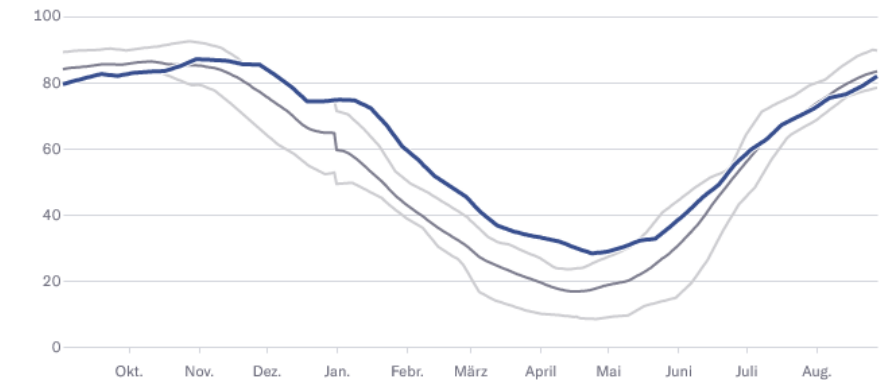


Monatliche Wasserkraftstromproduktion in Gwh

## So entwickelt sich der Füllstand der Schweizer Stauseen

Füllgrad der Speicherseen, in Prozent

— / — Minimum/Maximum<sup>1</sup> / — 5-Jahres-Mittelwert / — Füllstand



<sup>1</sup> Minimum/Maximum der letzten 5 Jahre.

Stand: 3. 9. 2023

Quelle: [BfE Energiedashboard](#)

NZZ / mpa., fsl.

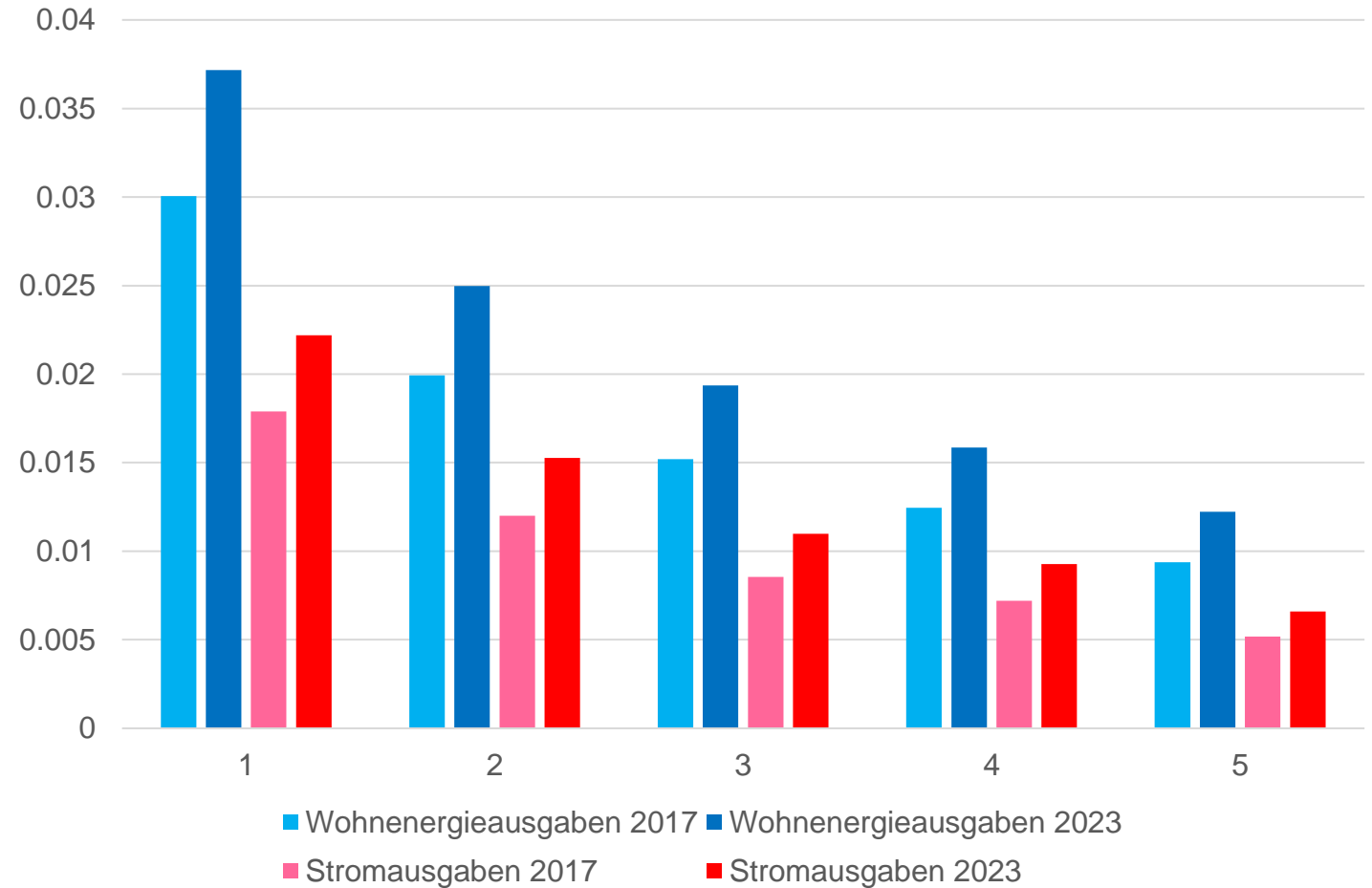
# Kosten



# $u^b$ Anteil Energieausgaben pro Einkommensquintil

2023 und 2024: Anstieg der  
Strompreise in der Grundversorgung  
um 27% resp. 18%

4 Personen Haushalt mit 4500 kWh  
Jahresverbrauch  
zahlt 1446 CHF (2022 : 954 CHF)



Quelle: eigene Berechnungen mit Hilfe von Daten der Haushaltsbudgeterhebung; ELCOM; LIK

# $u^b$ Kosten

- Umbau Energiesystem bis 2050 erfordert Investitionen in Infrastrukturen zur Energieproduktion, -umwandlung, -verteilung; Anlagen zur Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub>
- Umgebautes Energiesystem ist aufgrund der erhöhten Effizienz günstiger als der Status quo
- Weniger Ausgaben für Energieimporte
- Schätzungen unterschiedlicher Studien: Kosten von 380-600 CHF/Kopf und Jahr

# Fazit

*u*<sup>b</sup>

# Implikationen

- Konventionelle Kapazitäten nicht so schnell zurückfahren
- Integration der Schweiz im europäischen Strommarkt. Versorgungssicherheit  $\neq$  max. inländische Stromerzeugung mittels PV. Geographische Diversifizierung
- Ausbau saisonale Energiespeicher und Technologien
- Investitionen in F&E neuer Technologien
- Dynamische Verbrauchsteuerung um Stromspitzen auszugleichen
- Nicht nur Kosten monetär beziffern sondern auch Nutzen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

- Bundesamt für Umwelt (2021): Langfristige Klimastrategie der Schweiz
- Bundesamt für Energie (2022): Energieperspektiven 2050+
- Expertengruppe Versorgungssicherheit ETH (2023): Versorgungssicherheit in einer Netto-Null-Energiezukunft für die Schweiz
- Gabrielli et al. (2020): Seasonal energy storage for zero-emissions multi-energy systems via underground hydrogen storage, Renewable and Sustainable Energy Reviews
- VSE (2022): Energieversorgung der Schweiz bis 2050