



Kernkraftwerke und deren Bedeutung für die Schweizer Stromversorgung

Dr. Jonas Savelsberg
Energy Science Center
jsavelsberg@ethz.ch

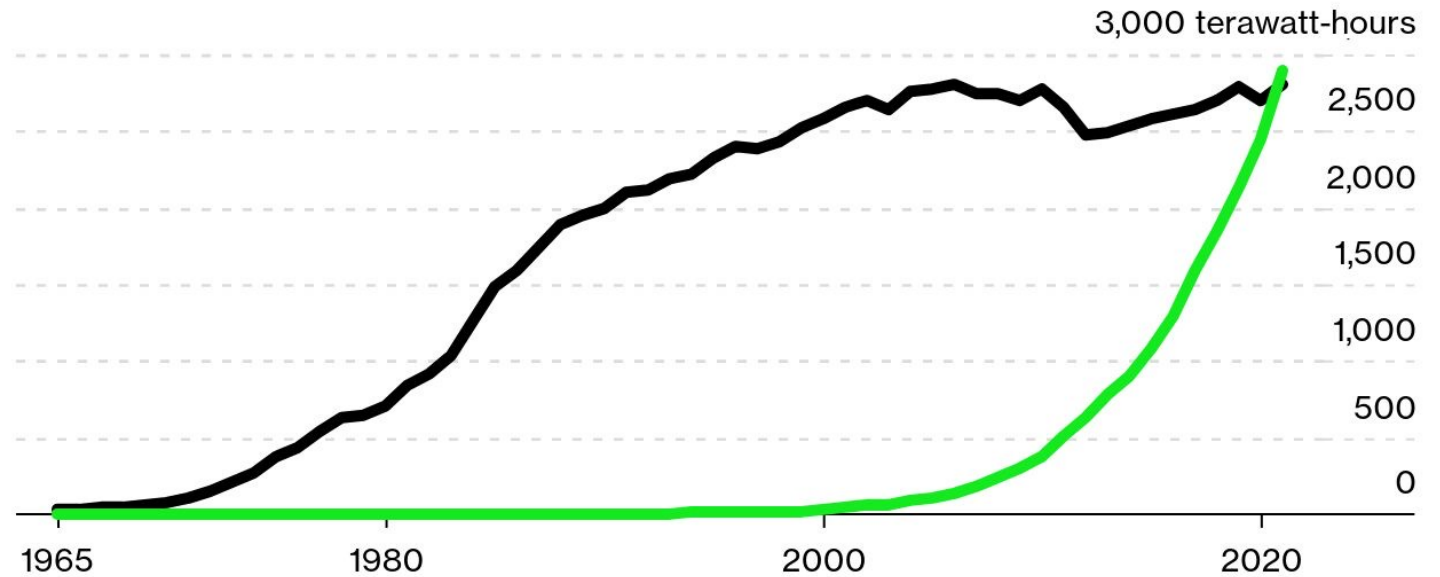
Photo by [Markus Spiske](#) on [Unsplash](#)

Wind und Solar zeigen seit 2000 global ein rapides Wachstum.

Jagged Lines and Smooth Curves

Global power generation from nuclear and wind + solar

▀ Nuclear ▀ Wind + solar

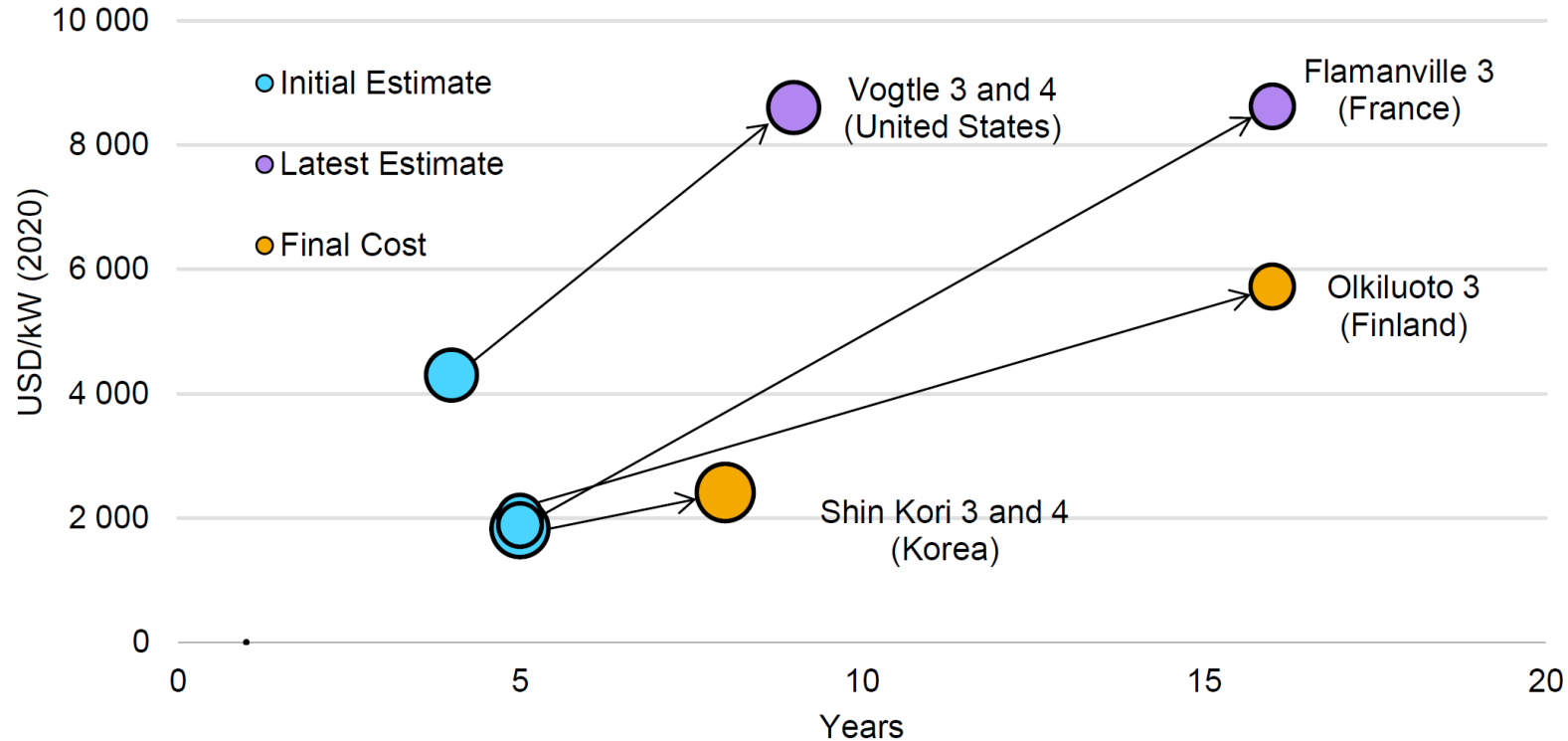


Source: BP Statistical Review of World Energy 2022

Bloomberg Green

Kosten und Bauzeiten aktueller Projekte liegen meist signifikant über initialen Schätzungen.

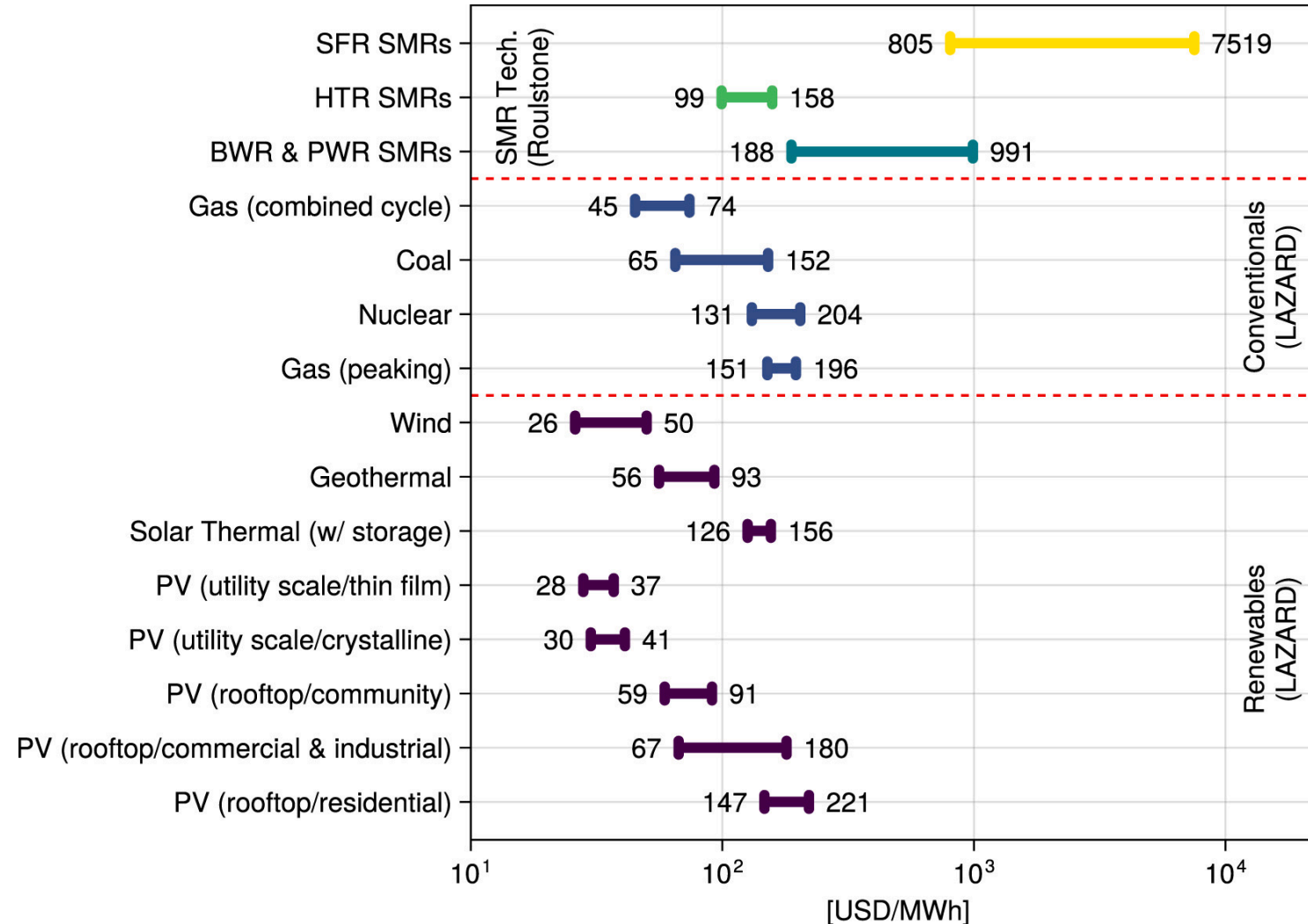
Overnight cost and construction times for selected recent nuclear projects



IEA. All rights reserved.

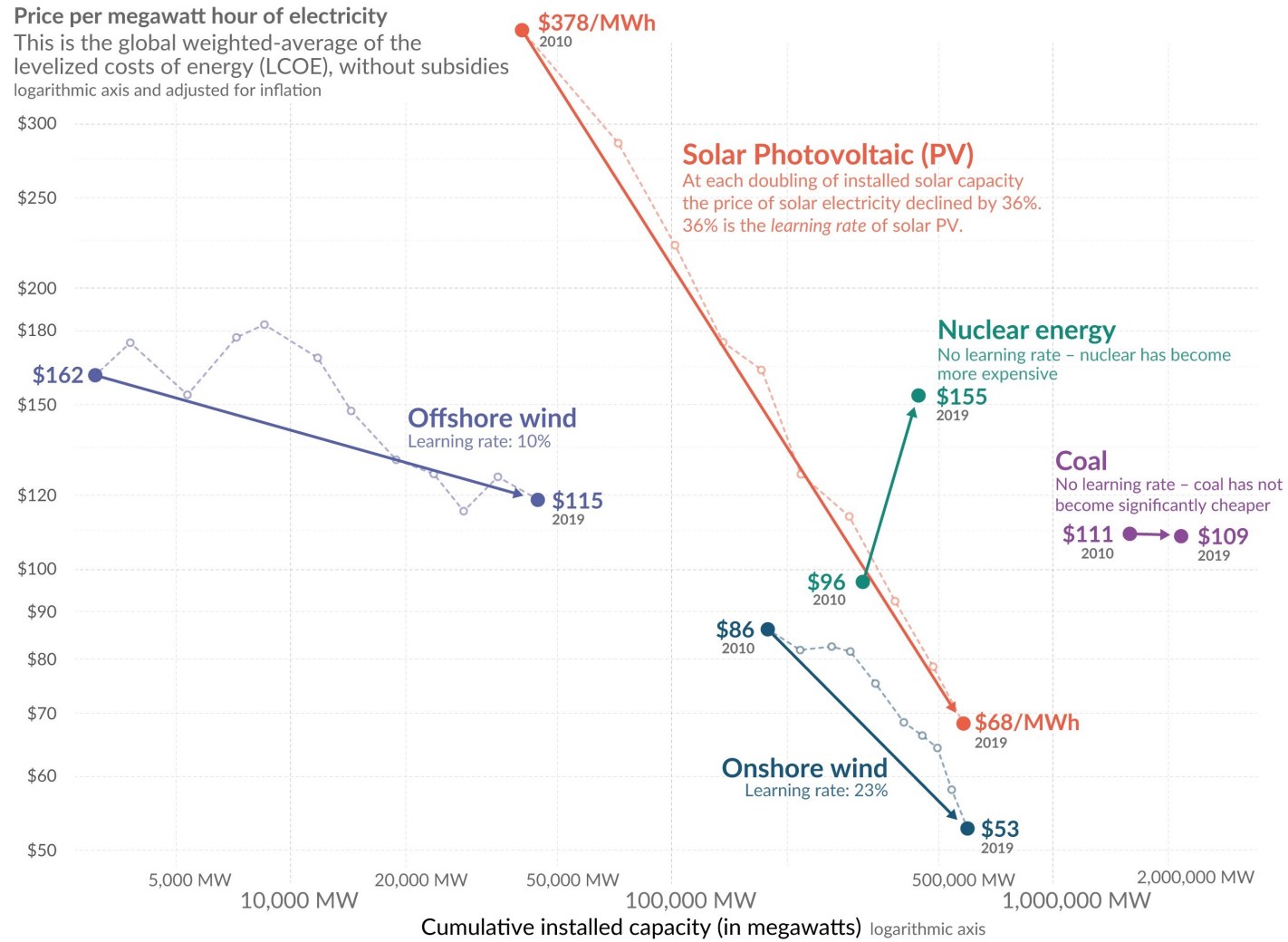
Source: Nuclear Energy Agency (2020), [Unlocking Reductions in the Construction Costs of Nuclear](#).

Auch SMRs haben bisher sehr hohe Kosten.



Steigerwald et al. 2023

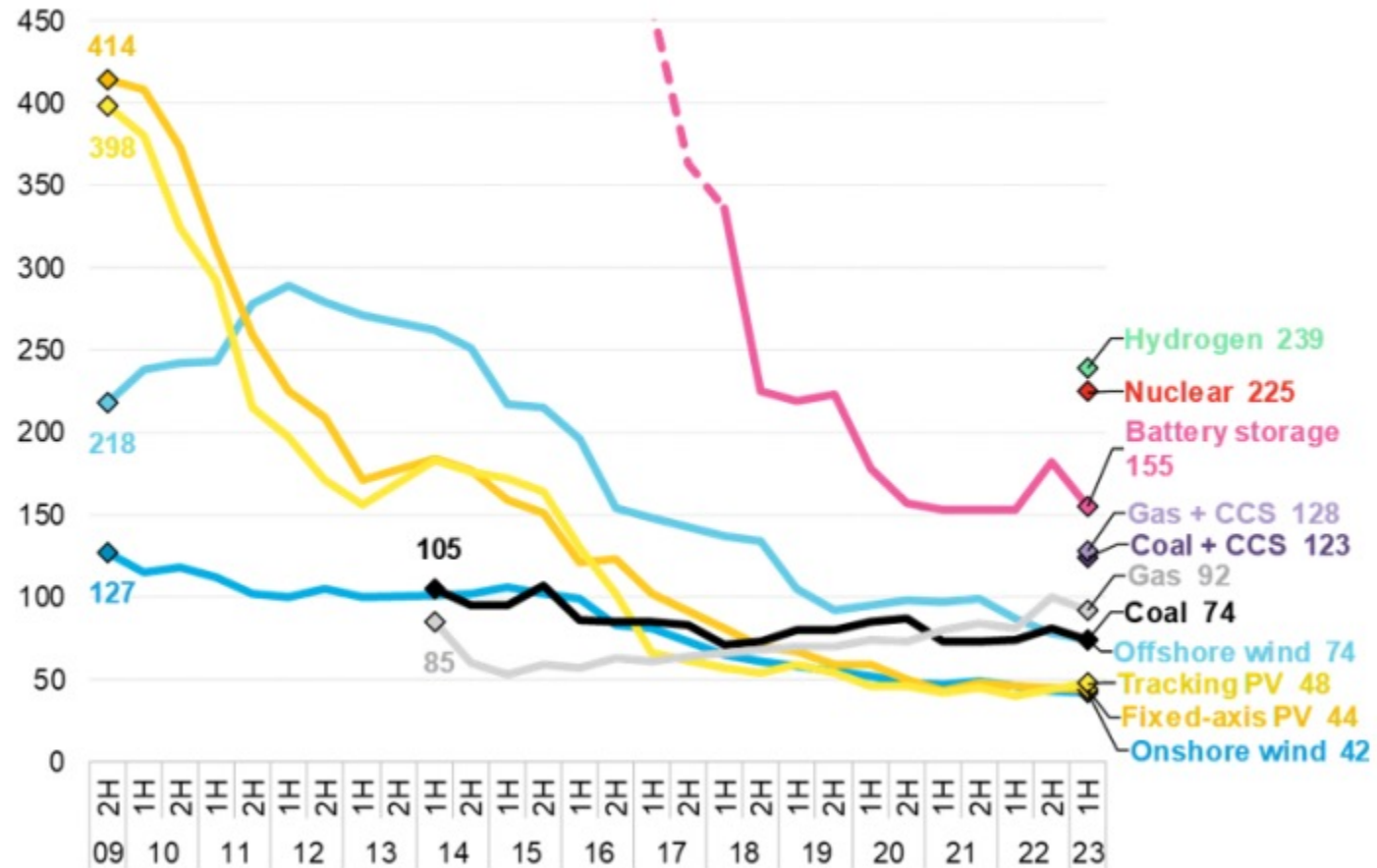
Wir beobachten hohe Lernraten für Wind und Solar.



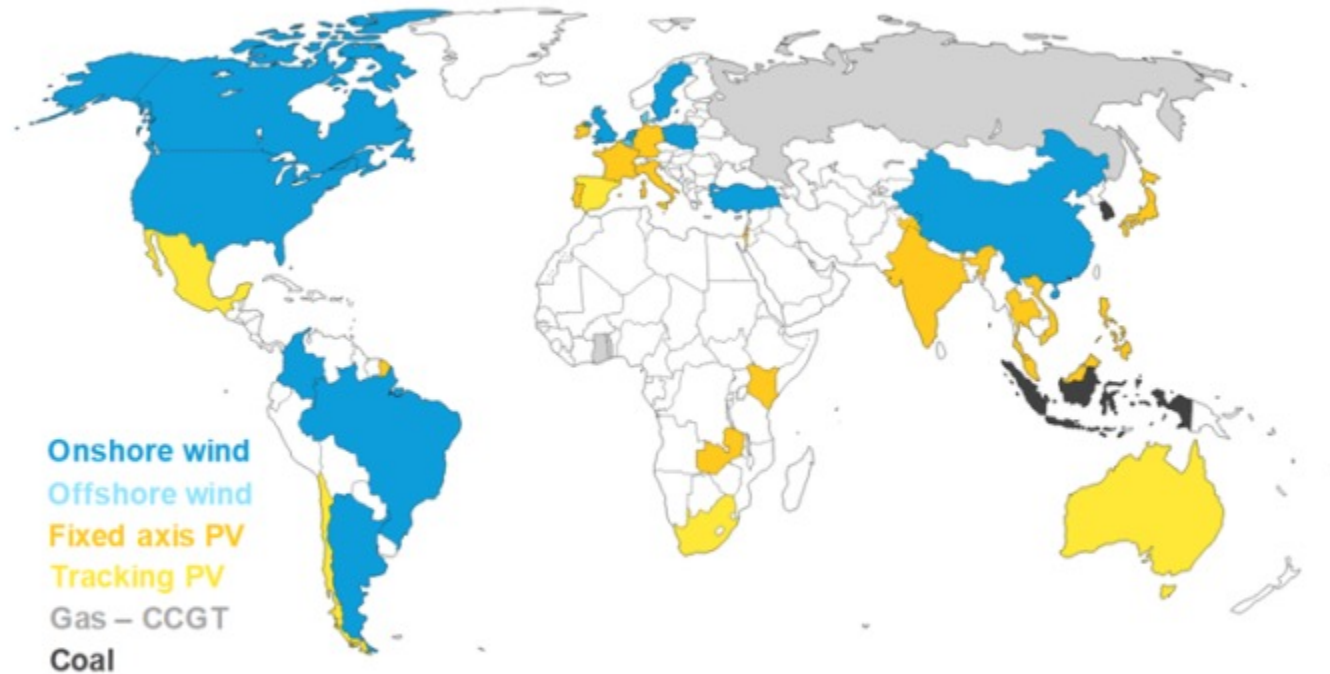
Auch für Batteriespeicher zeigen sich ähnliche Entwicklungen.

Figure 1: Global levelized cost of electricity benchmarks, 2009-2023

\$/MWh (real 2022)

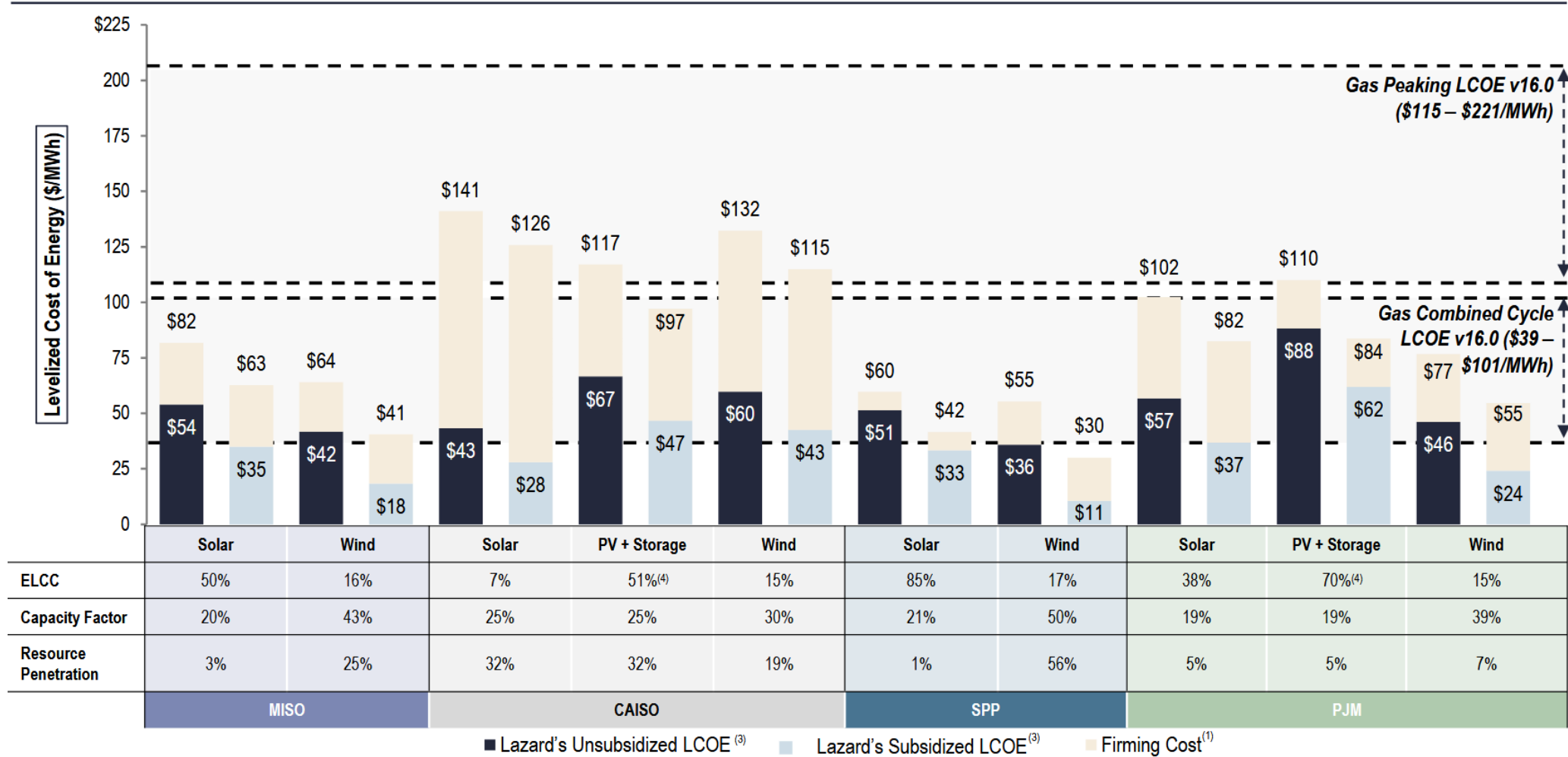


In vielen Regionen sind Wind und Solar daher bereits heute günstiger als neue Kohle- oder Gaskraftwerke.



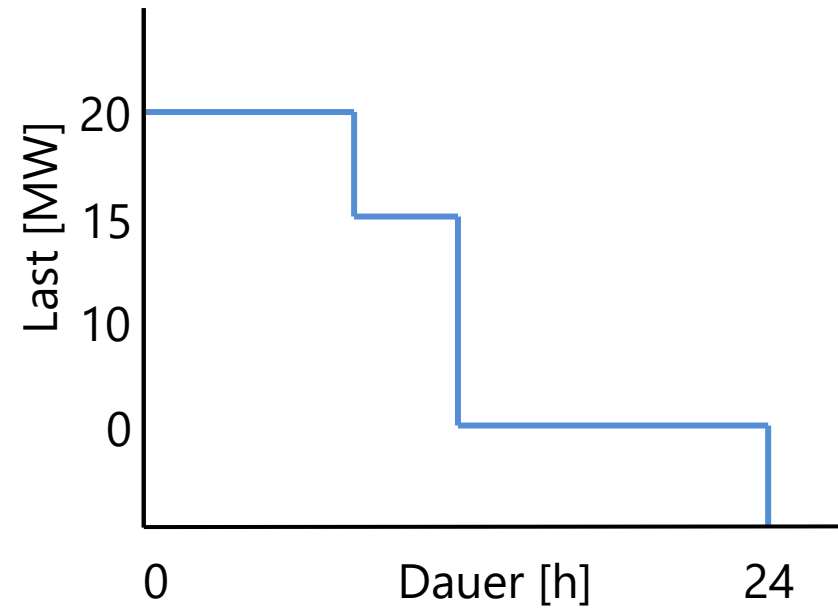
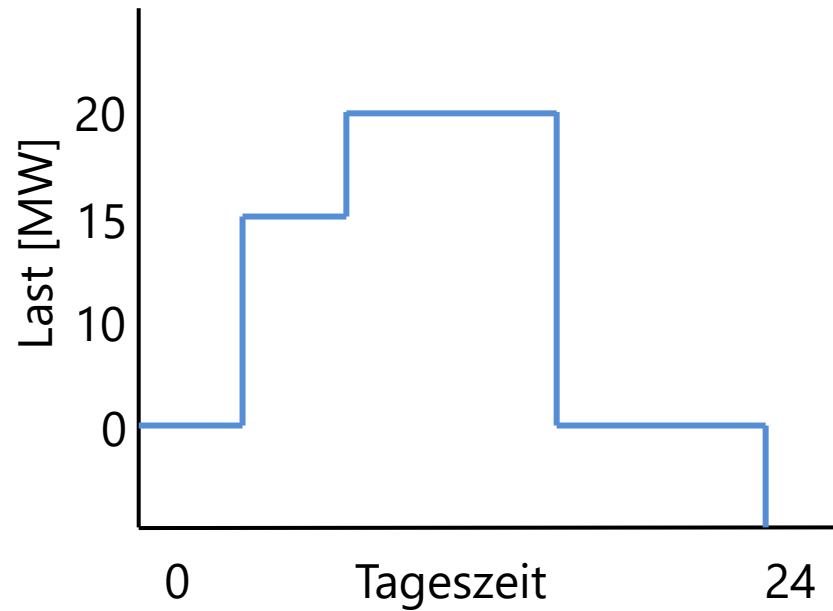
Auch levelized firming costs sind inzwischen niedrig.

LCOE v16.0 Levelized Firming Cost (\$/MWh)⁽³⁾

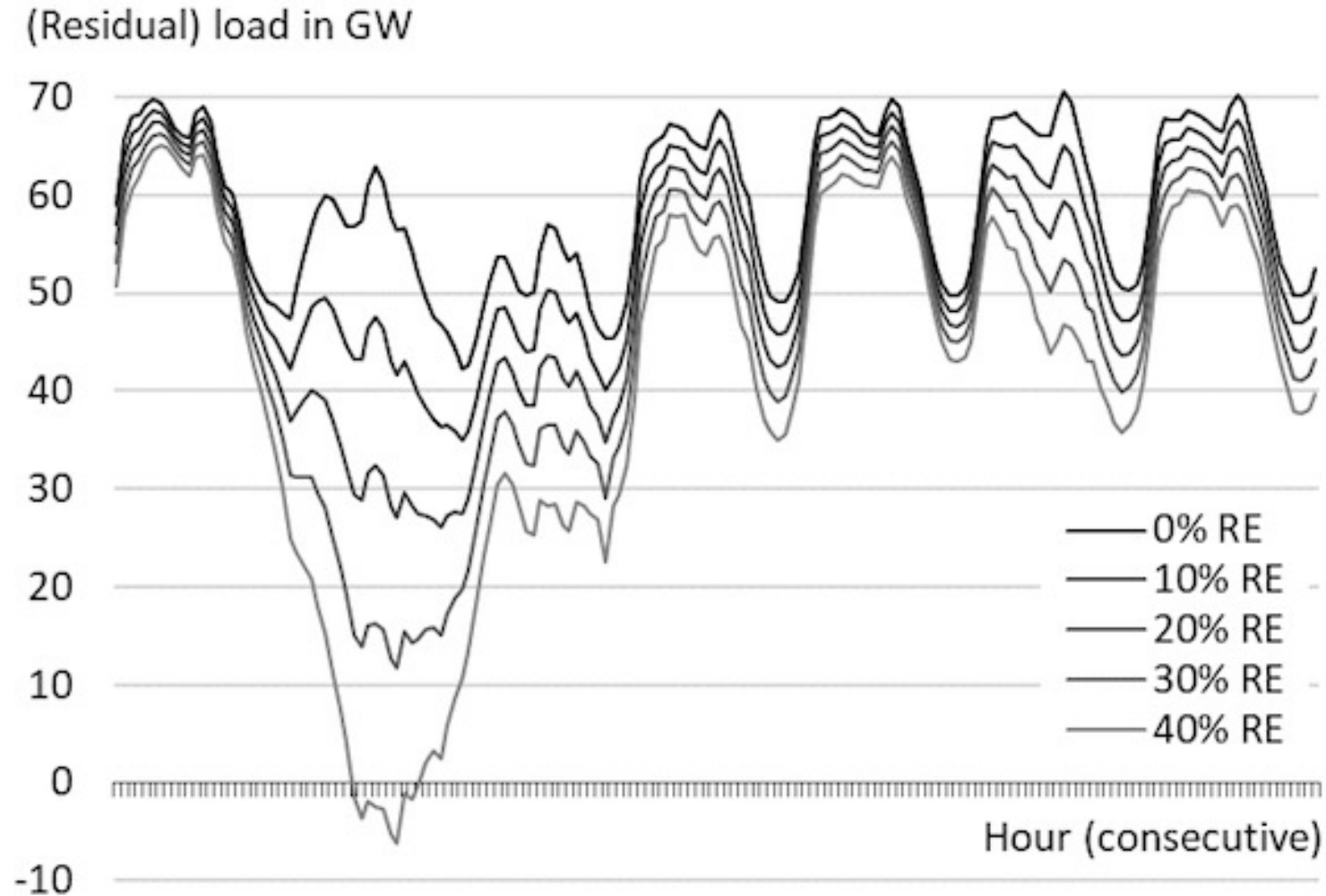


Die Theorie

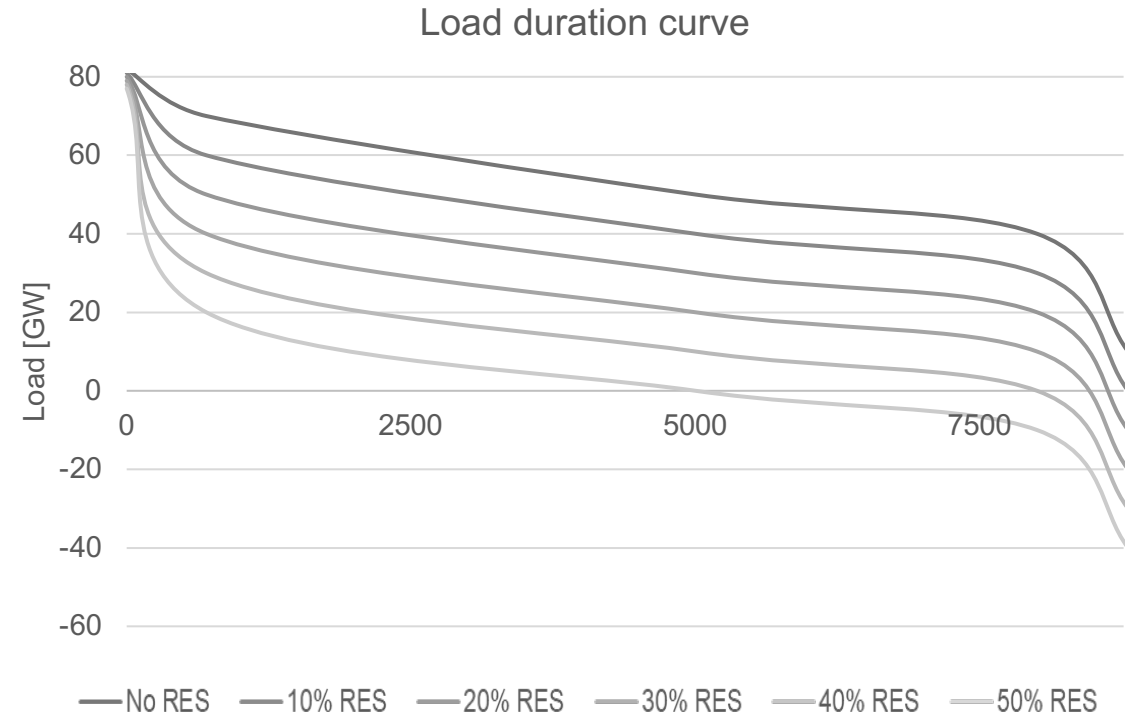
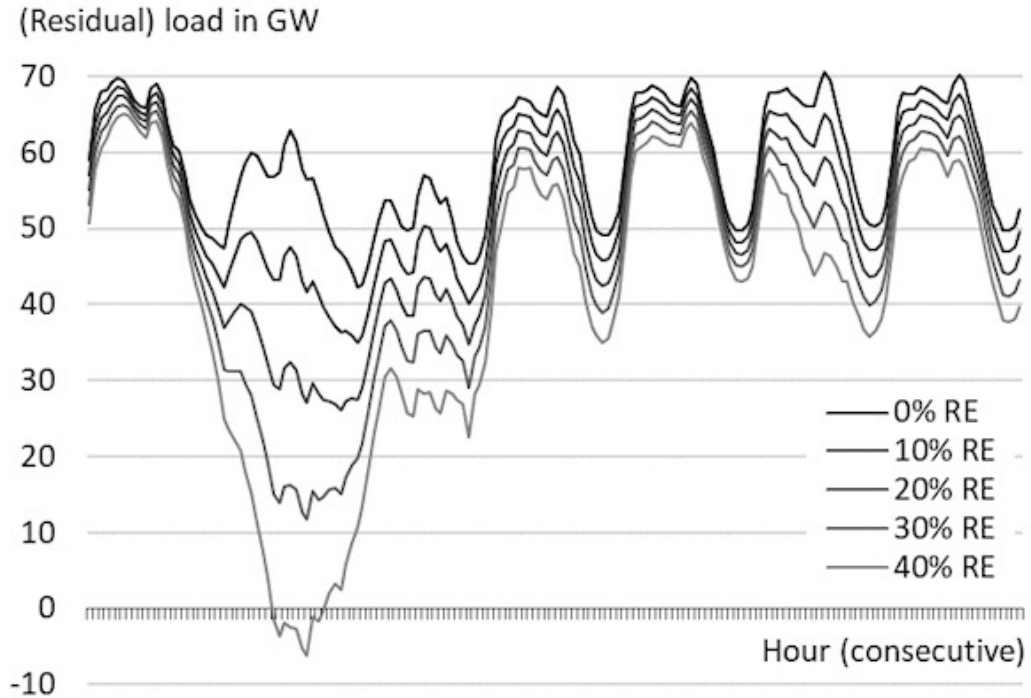
Von der Lastkurve zur Lastdauerkurve



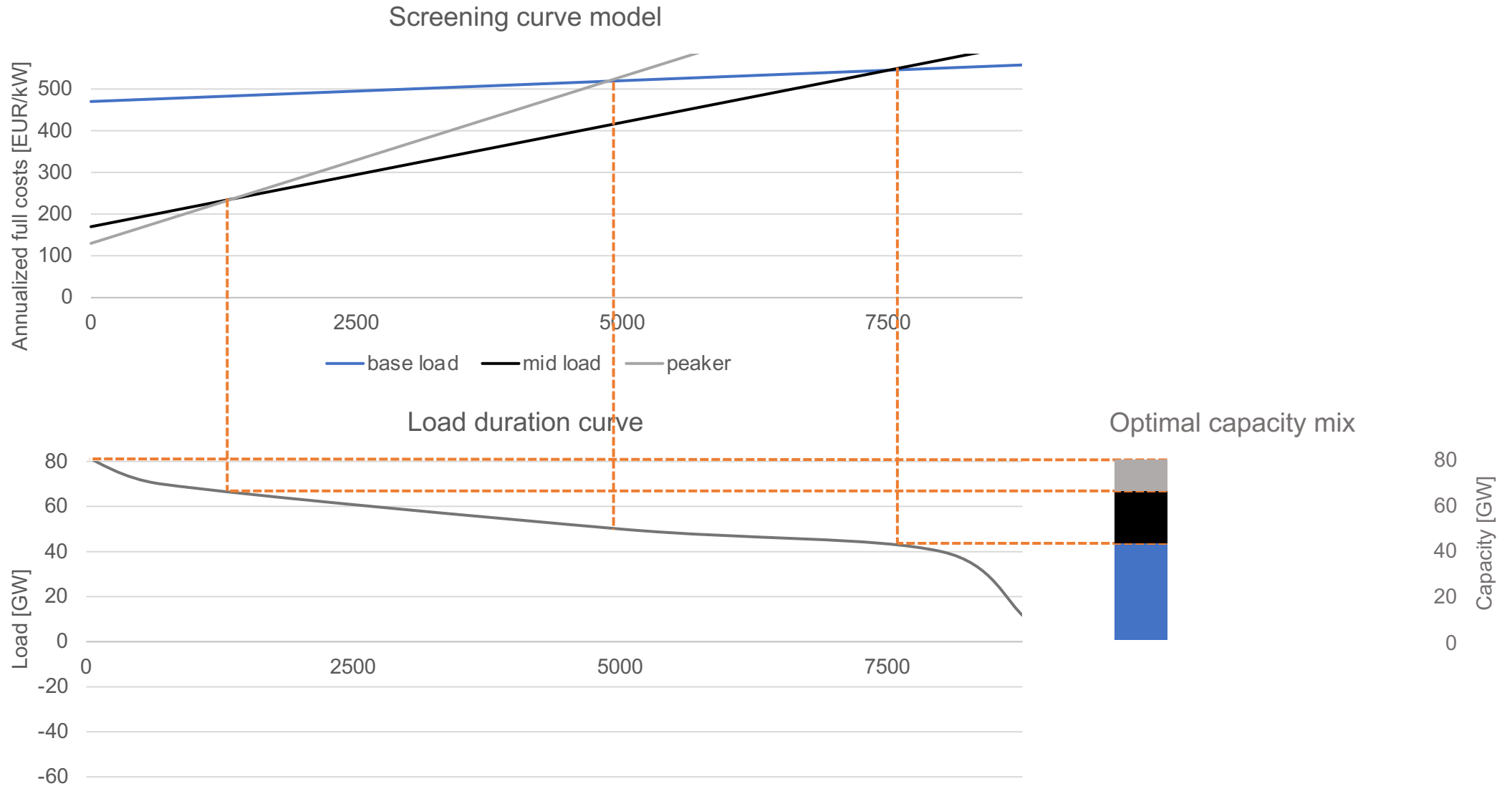
Residuallast nimmt mit zunehmenden Anteil Erneuerbarer ab.



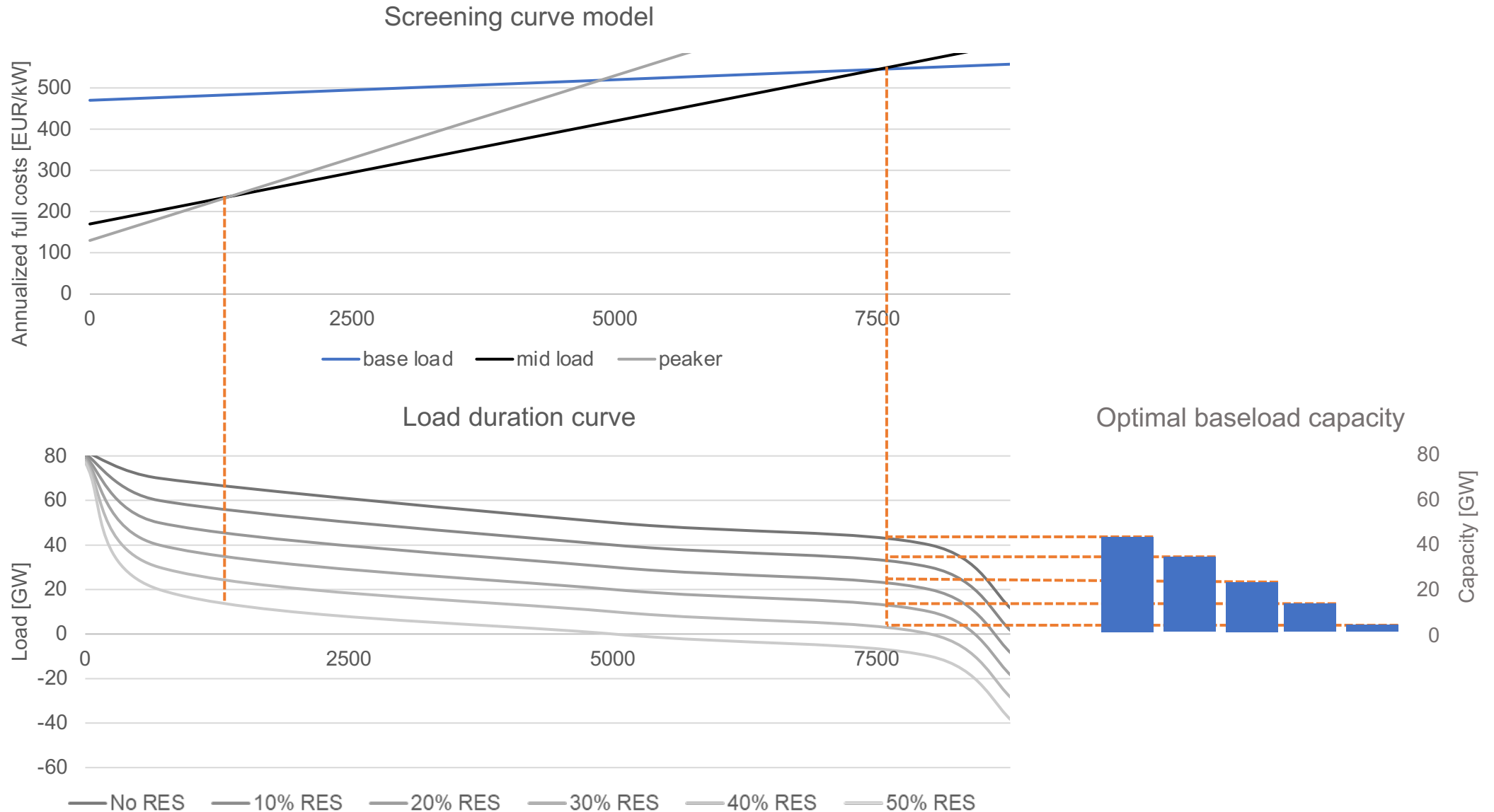
Von der Lastkurve zur Lastdauerkurve



Wie lässt sich der optimale Kapazitätsmix bestimmen?



Was passiert mit dem Grundlastbedarf?



Aktuelle Studien zum Thema



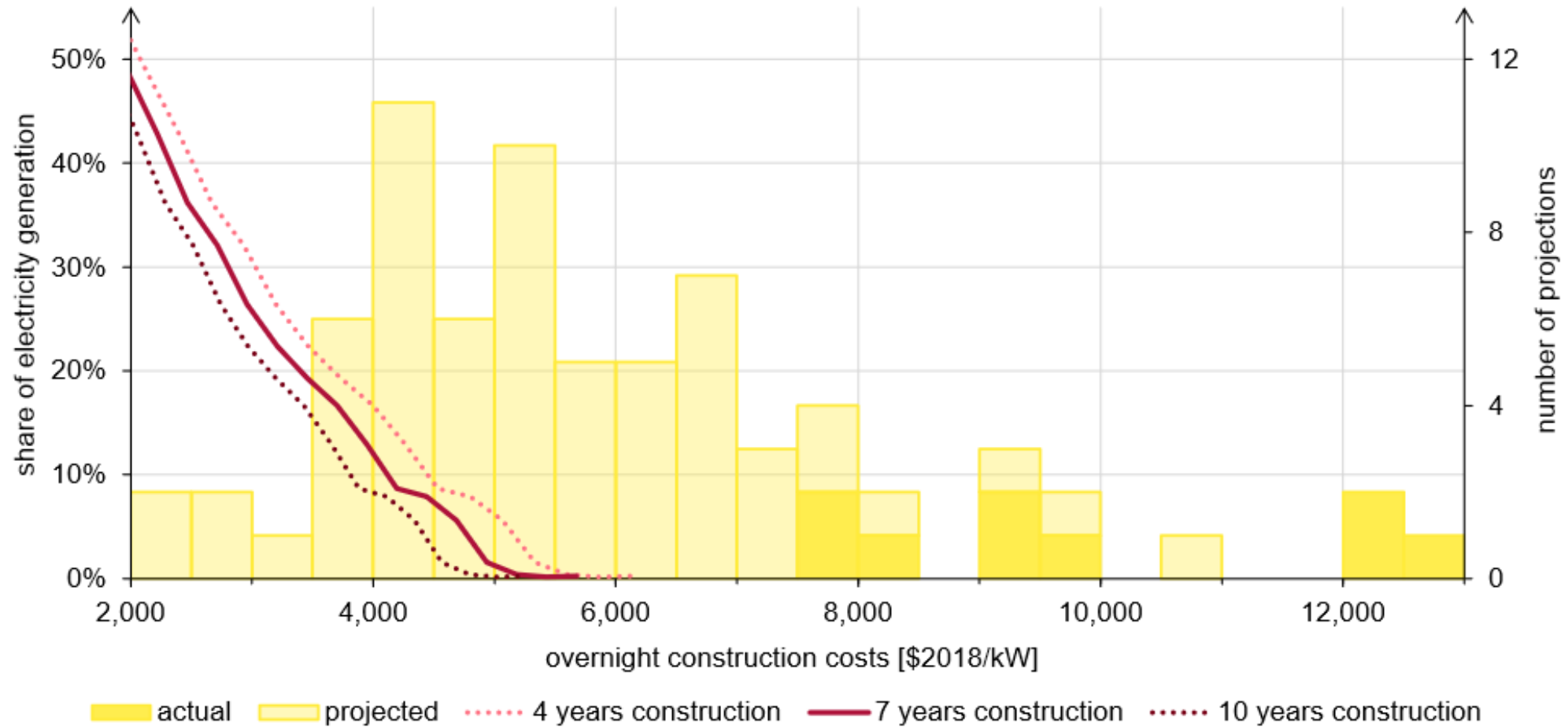
Energy
Science
Center

cepe

Centre for Energy Policy and Economics
Swiss Federal Institutes of Technology

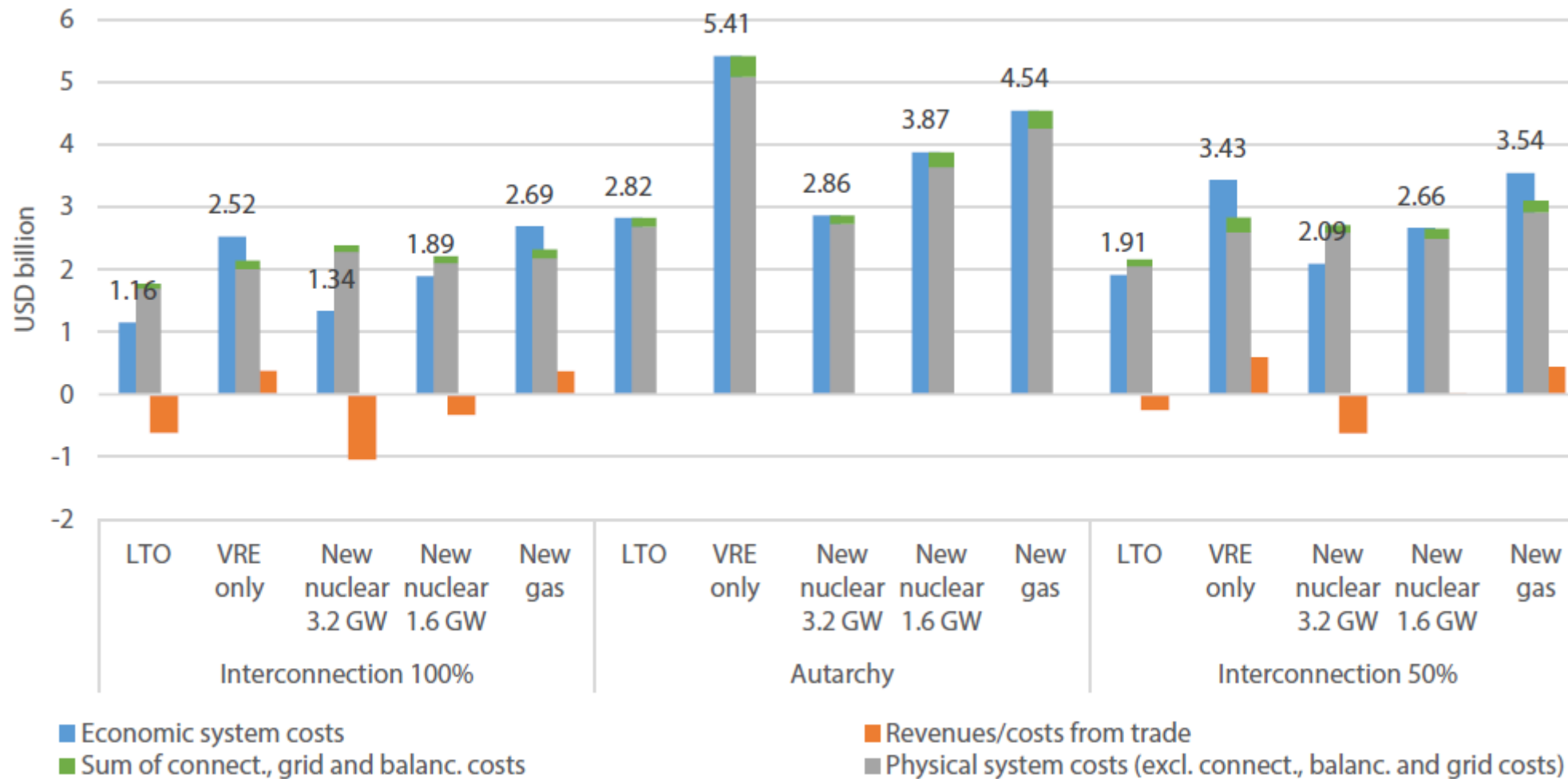
ETH zürich

Economics of nuclear power in decarbonized energy systems (Göke, Wimmer, von Hirschhausen 2023)



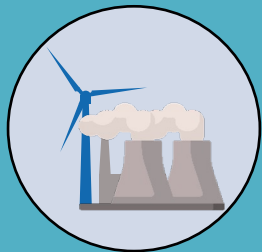
Göke et al. 2023

NEA 2023



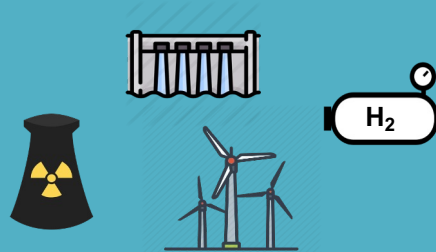
Nexus-e Plattform

Energiesystem Optimierungⁱ

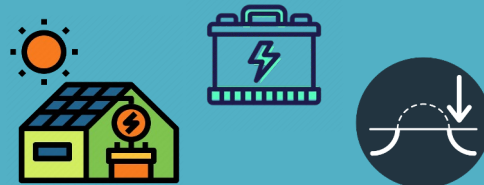


Stromsystem Optimierung

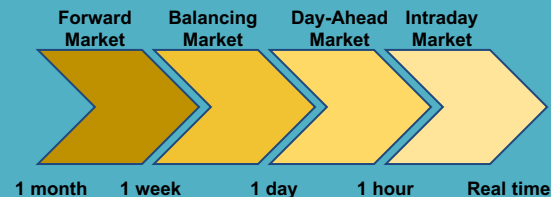
Zentrale Stromerzeuger und -speicher



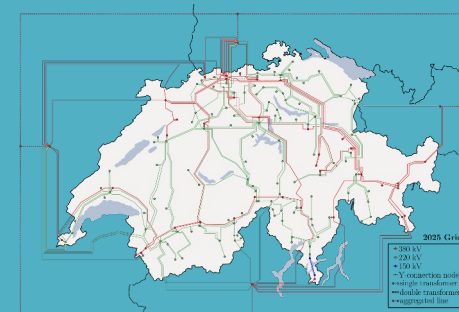
Dezentrale Stromerzeuger und -speicherⁱⁱ



Strommarkt Optimierung



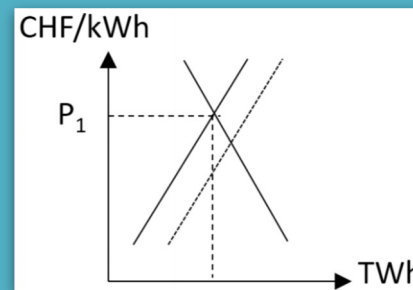
Analyse des Übertragungsnetzes



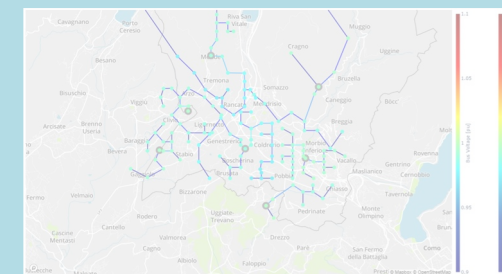
Lebenszyklusanalyseⁱ



Makroökonomische Analyse

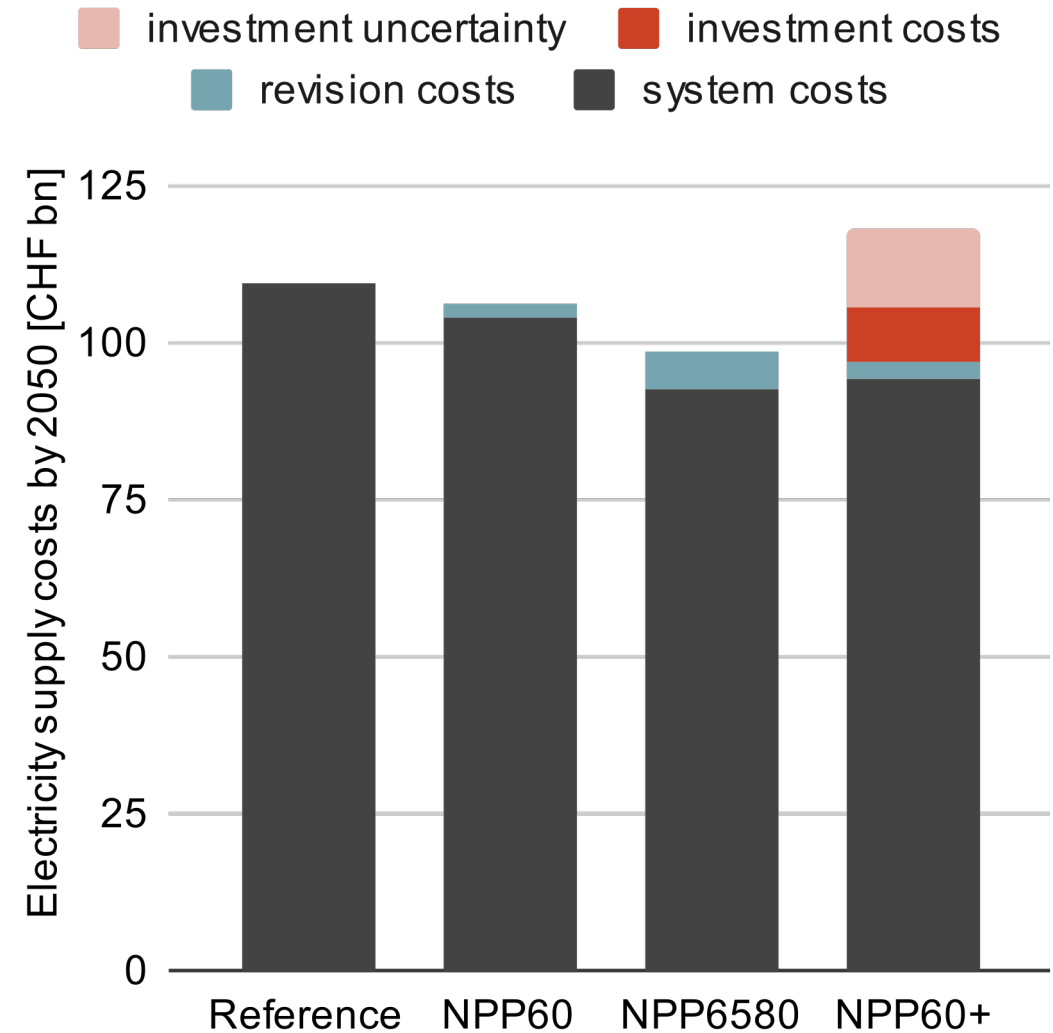


Analyse des Verteilnetzesⁱ



ETH Studie Kernenergie

- Studie im Auftrag von Economiesuisse
- **Kapazitätsfaktor** der Schweizer Kernkraftwerke **sinkt** mit steigendem Anteil Erneuerbarer.
- Kraftwerke müssen **flexibler** fahren.
- Laufzeitverlängerung kann Systemkosten senken.
- Neues Kraftwerk rechnet sich bei Investitionskosten unter **4500-5000 CHF/kW**.



Externe Kosten werden in der Systemkostenperspektive meist nicht berücksichtigt.

- Kosten für die **Endlagerung** nuklearer Abfälle.
- **Stilllegungskosten** alter Anlagen (Lordan-Perret et al., 2021; Lovins, 2022).
- **Unfallrisiko** sowie Verbreitung von Kernmaterial und radioaktive Verseuchung (Lévêque et al., 2021; Lovins, 2022).
- Unwägbarkeiten bei **Dauer** der Planung und des Baus nicht berücksichtigt.

Fazit

1. Das zukünftige Stromsystem wird durch Wind, PV und Flexibilität gekennzeichnet sein.
2. Grundlastkraftwerke verlieren mehr und mehr an Marktanteilen.
3. Neue Technologien müssen flexibel sein und niedrige Investitionskosten haben, damit sie einen Mehrwert für das Gesamtsystem darstellen.
4. Ob neue Kernkraftwerke Teil eines kosteneffizienten Stromsystems sein können, hängt maßgeblich von der Entwicklung der Investitionskosten ab.
5. Auch komplexe Studien bestätigen das „einfache Model“.

Jonas Savelsberg, PhD
jsavelsberg@ethz.ch



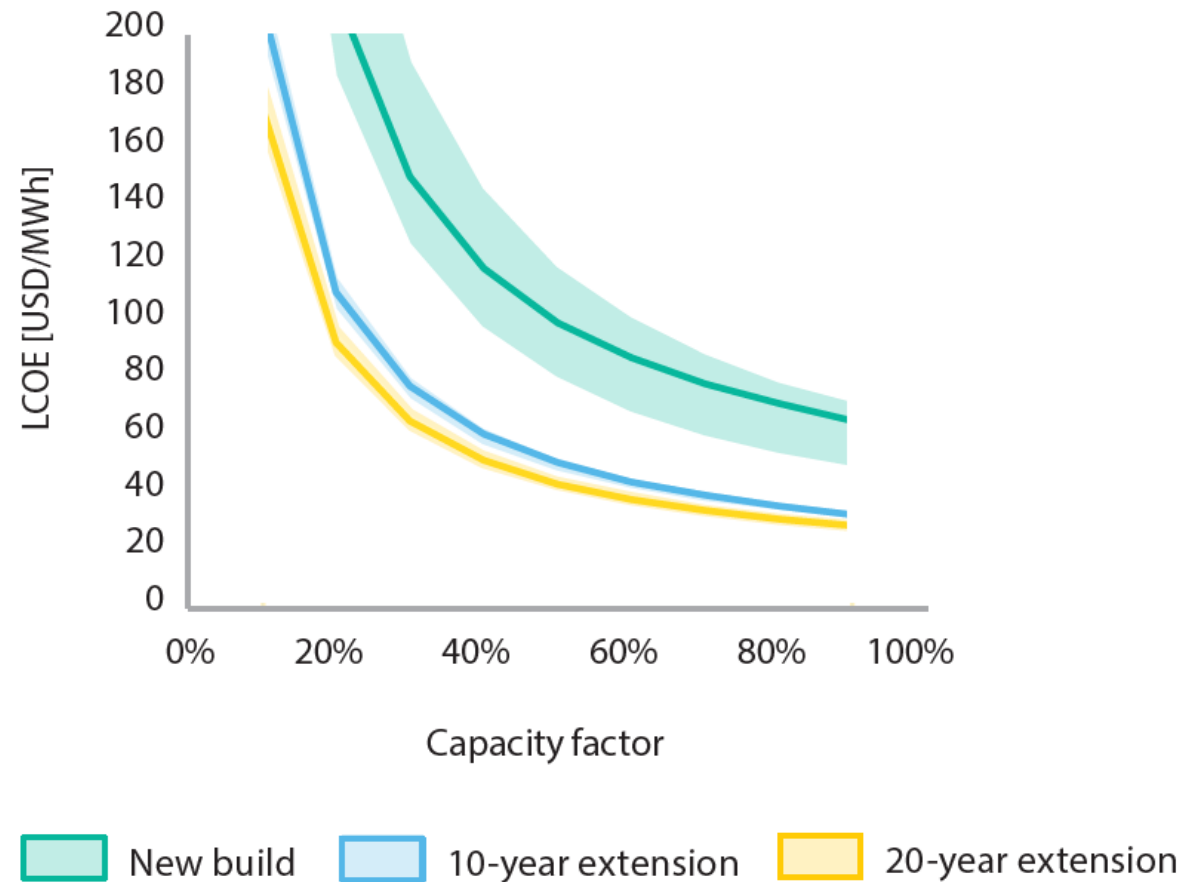
Energy
Science
Center

cepe

Centre for Energy Policy and Economics
Swiss Federal Institutes of Technology

ETH zürich

LCOE steigen mit sinkendem Kapazitätsfaktor.



Note: Values at 7% discount rate. Lines indicate median values, areas the 50% central region.