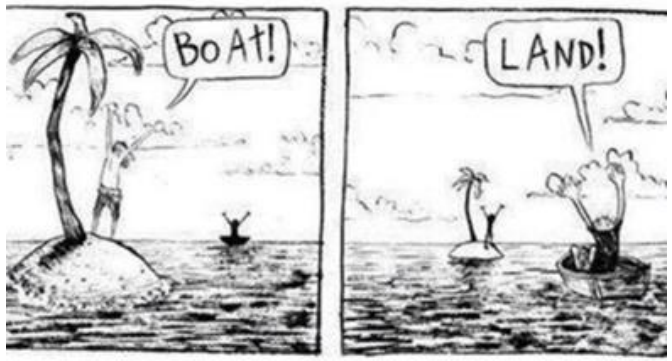
Feinde oder Tanzpartner

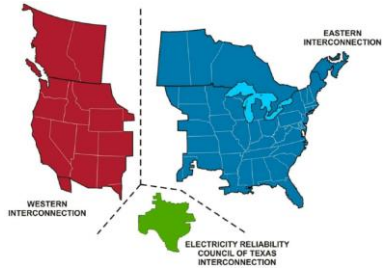
Technologie und Politik in der Energiewende

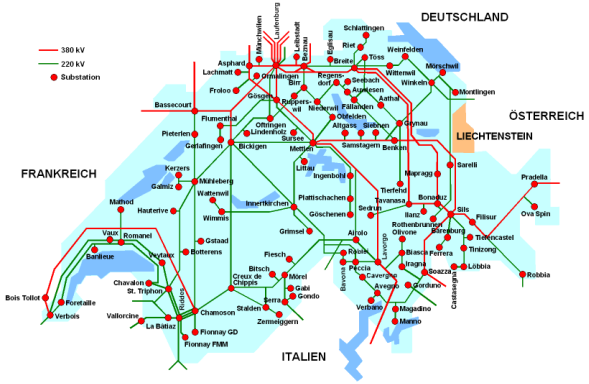
Prof. Mark O'Malley
Chefwissenschaftler der Energy Systems Integration Group, Vorsitzender der Research Agenda Group, Global Power System Transformation Consortium, Professor für Elektrotechnik, UCD.

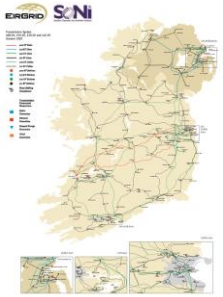
Netzforum, Luzern, Schweiz, 30. August 2022

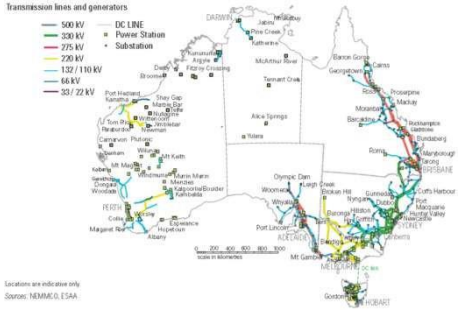
Wir alle haben unsere eigene Sichtweise – dies ist meine





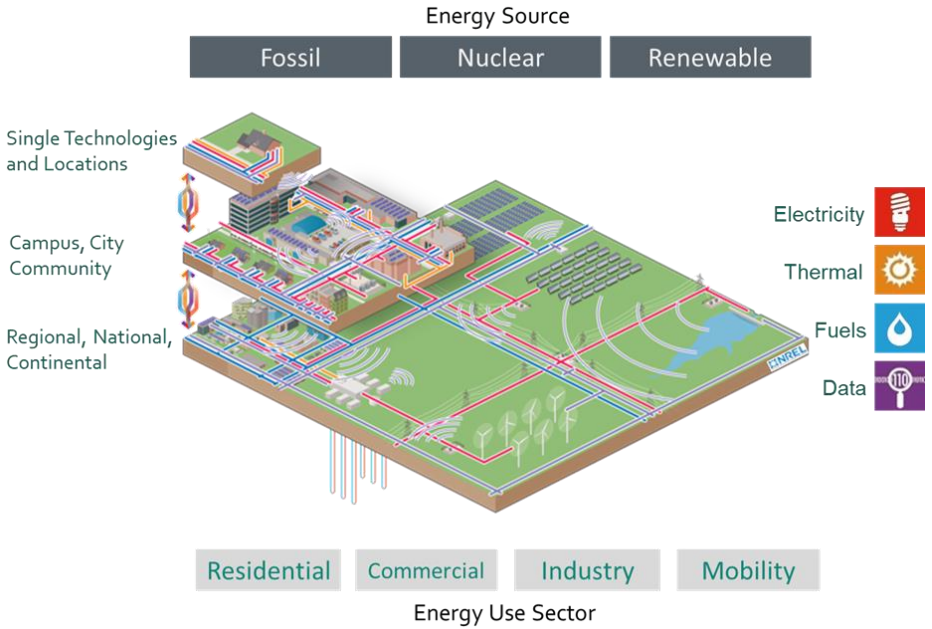


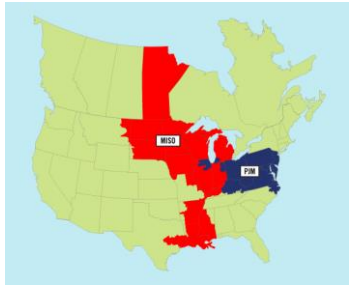


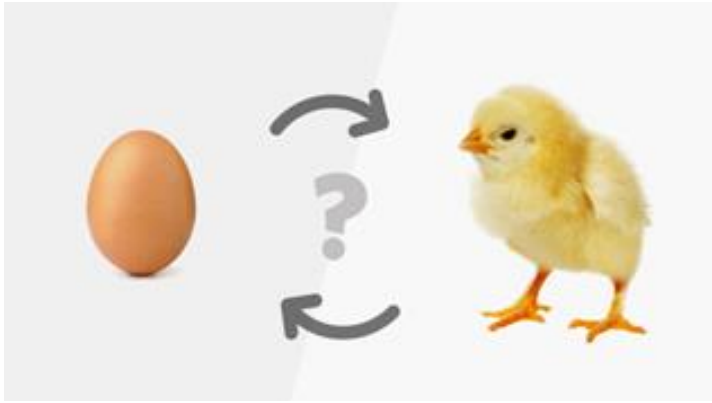


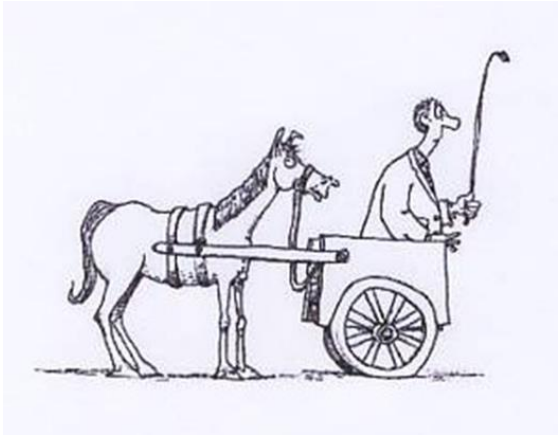
Die Energiewende

- Aufrechterhalten des Gleichgewichts zwischen Angebot und Nachfrage, zuverlässig und kosteneffizient an allen Standorten und zu allen Zeiten
- Viel mehr als nur Strom
- Nichts individuell Neues, aber alles dazwischen ist neu
- Eine enorme Herausforderung – nicht nur technisch, sondern auch politisch
- Wir müssen das Huhn-Ei-Problem lösen und vermeiden, das Pferd beim Schwanz aufzuzäumen.
- MISO und die Schweiz sind «zentral» für die Entwicklungen.

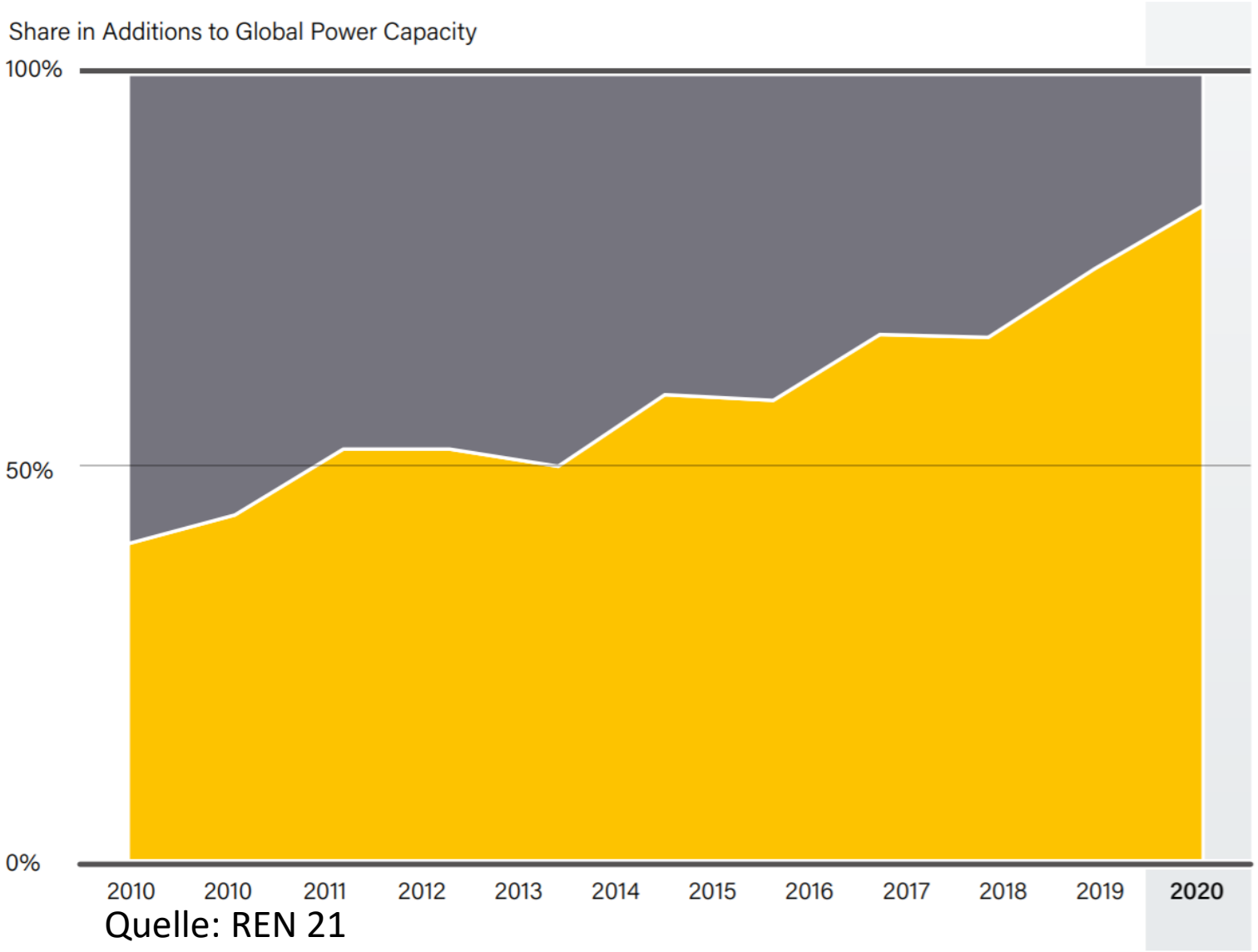








Der Trend ist dramatisch und eindeutig – auf dem Weg zu 100%

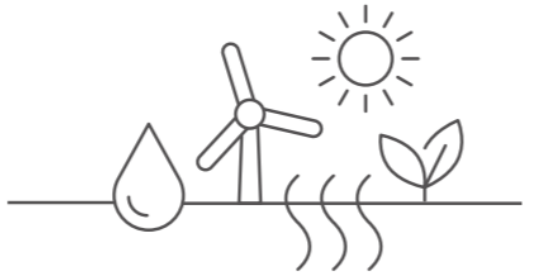


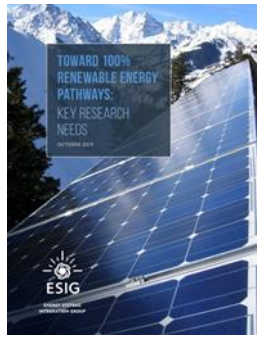
Quelle: REN 21

83% renewables in net additions

Non-renewable share

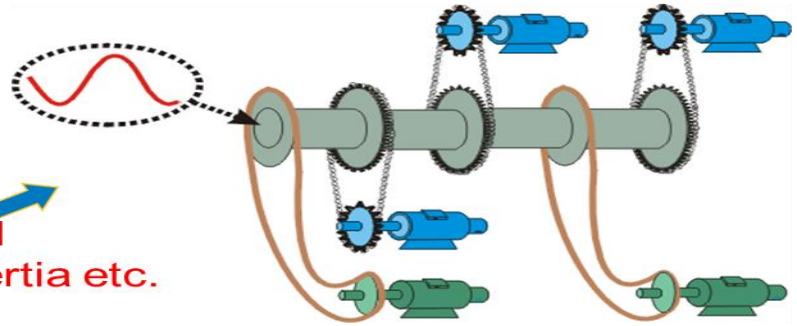
Renewable share



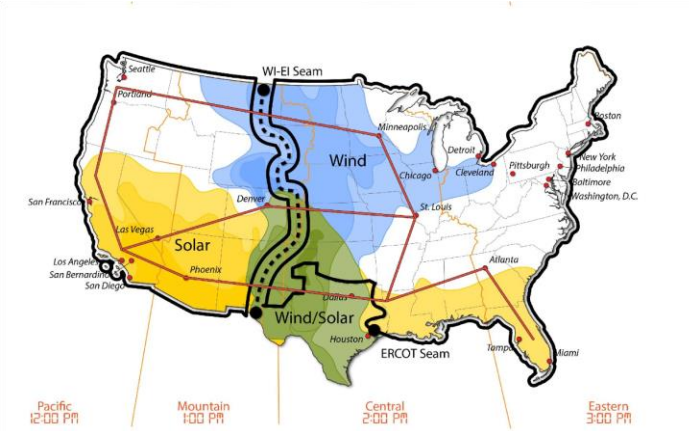


https://www.esig.energy/esig-releases-toward-100-renewable-energy-pathways-key-research-needs-report/

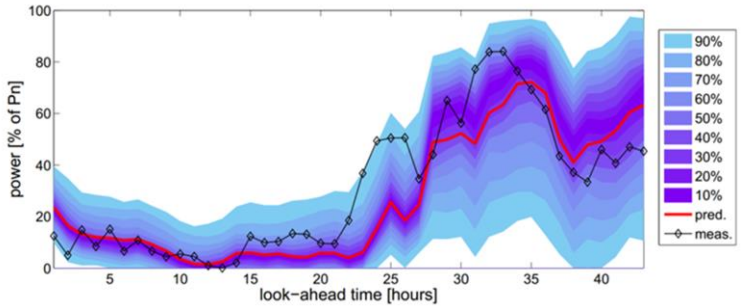
Die physikalischen Merkmale variabler erneuerbarer Energiequellen



- Umrichterbasierte Ressourcen (Inverter Based Resources, IBR) – Leistungselektronik als Ersatz für Synchronmaschinen
- Räumlich verstreut – verteilt
- Variabel und etwas schwer vorhersehbar – Unsicherheit

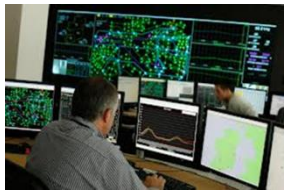


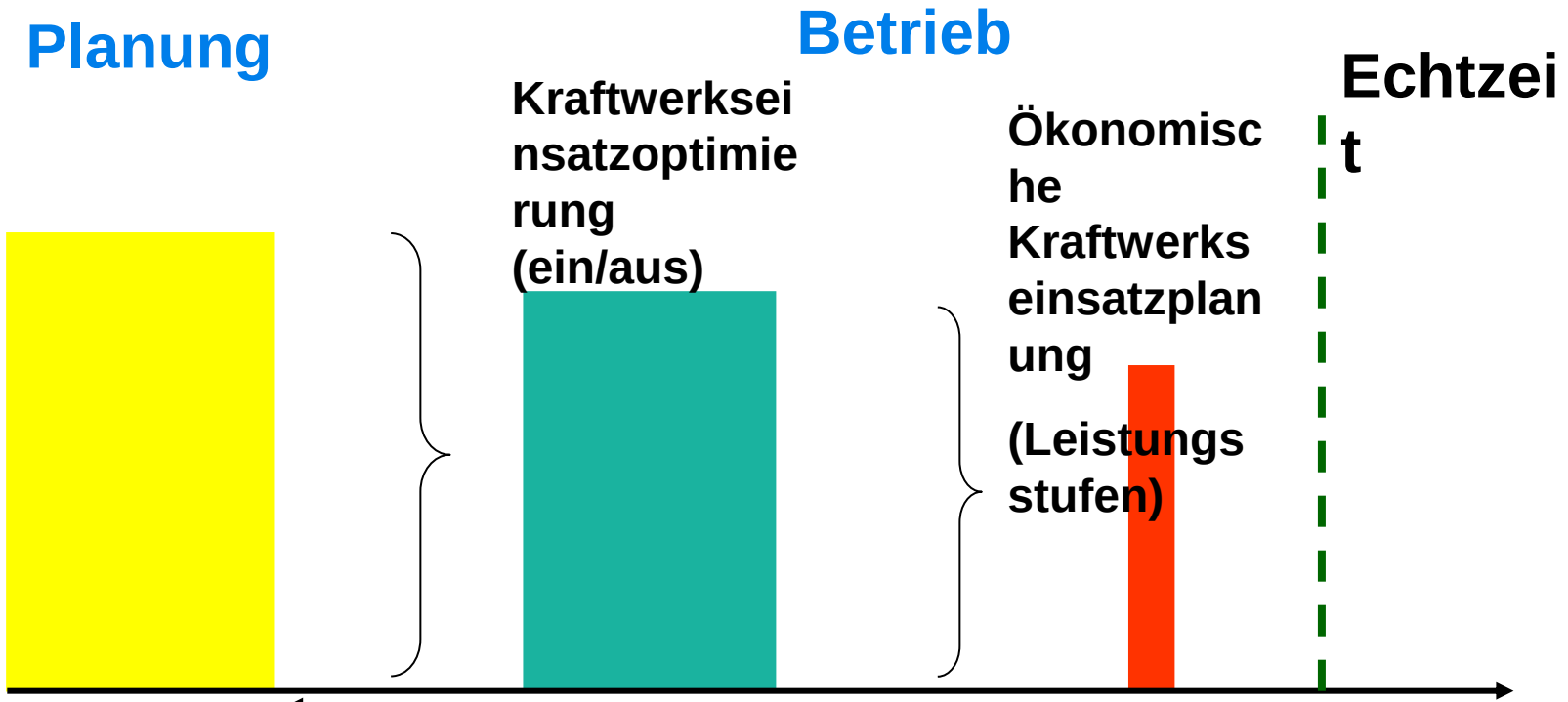
NARIS, National Renewable Energy Laboratory



Pinson, P., Madsen, H., Nielsen, H., Papaefthymiou, G. und Klöckl, B, «From Probabilistic Forecasts to Statistical Scenarios of Short-term Wind Power Production», Wind Energy, Band 12, Ausgabe 1, Januar 2009.

Verschiedene Interessengruppen und Zeitrahmen





Bestimmende Gleichungen

Maxwell

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{q_{enc}}{\varepsilon_0}$$

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0$$

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} + \mu_0 i_{enc}$$

The Laws of Thermodynamics

0. Two bodies in thermal equilibrium are at same T
1. Energy can never be created or destroyed.

$$\Delta E = q + w$$

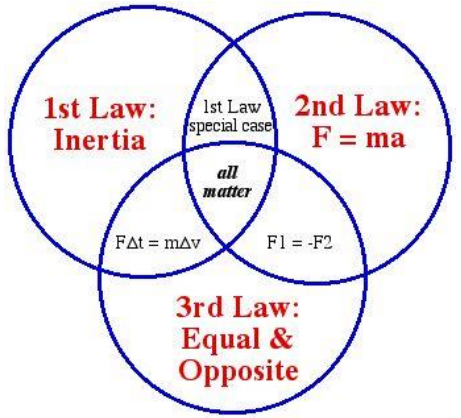
2. The total entropy of the UNIVERSE (= system plus surroundings) MUST INCREASE in every spontaneous process.

$$\Delta S_{TOTAL} = \Delta S_{system} + \Delta S_{surroundings} > 0$$

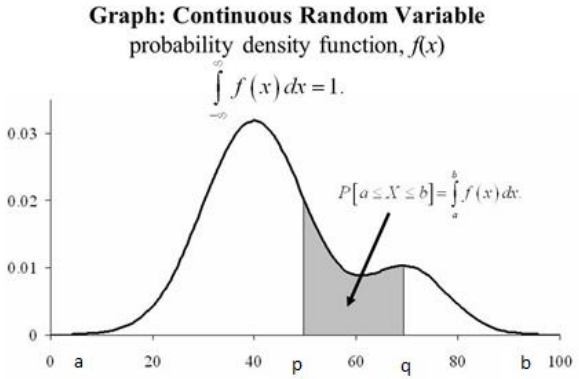
3. The entropy (S) of a pure, perfectly crystalline compound at T = 0 K is ZERO. (no disorder)

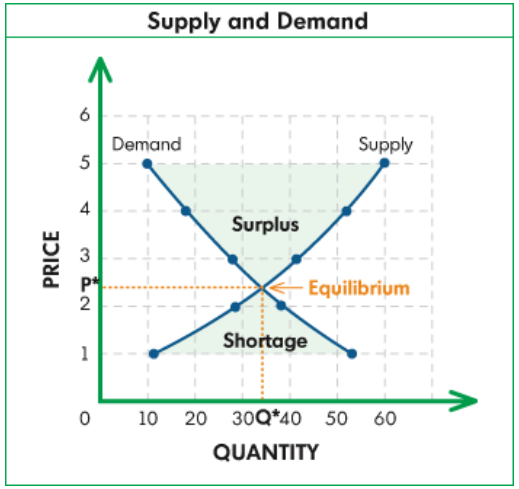
$$S_{T=0} = 0 \text{ (perfect xll)}$$

10 Nov 97 Entropy & Free Energy (Ch 20) - lect. 2 16

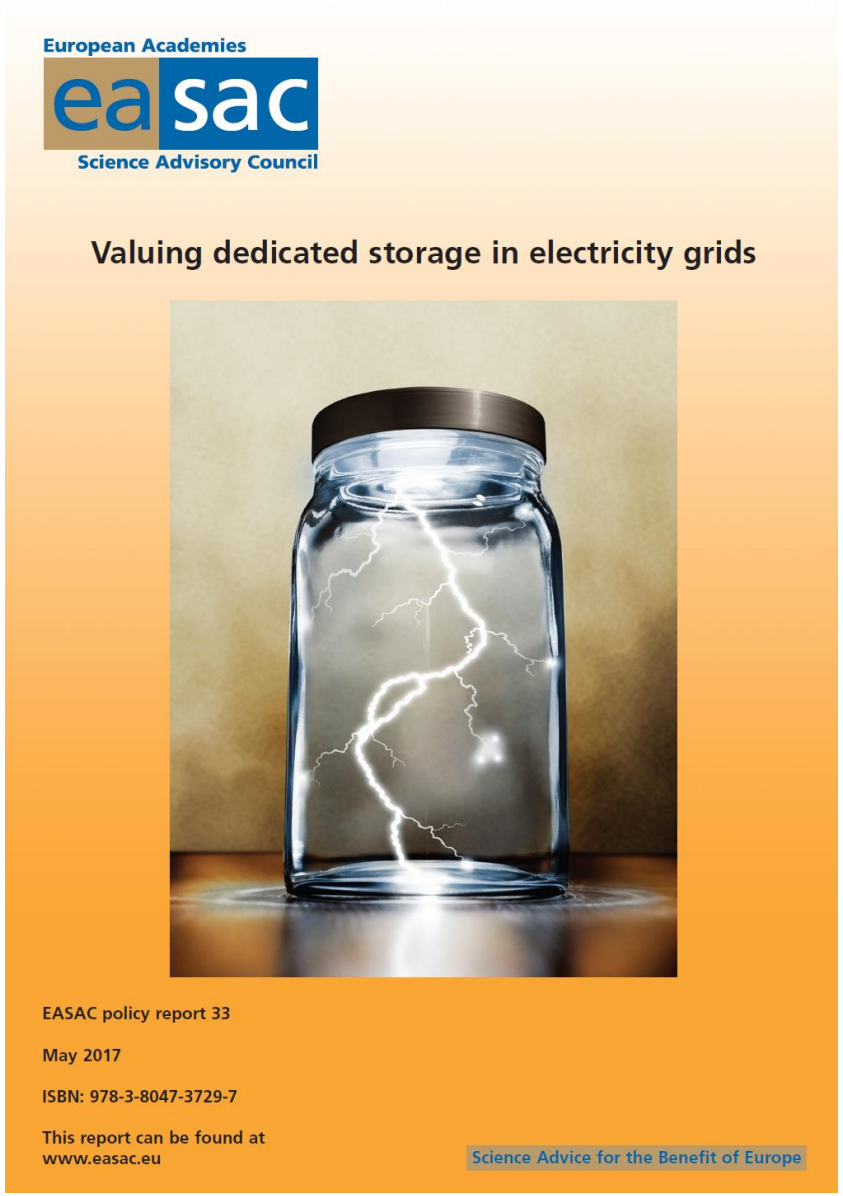


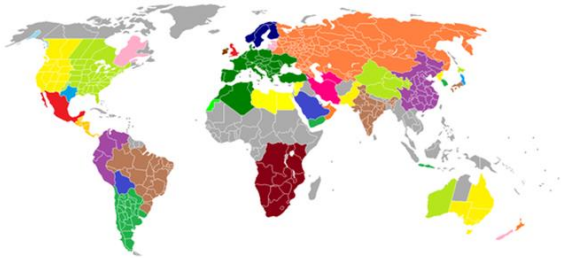
Newton's Laws

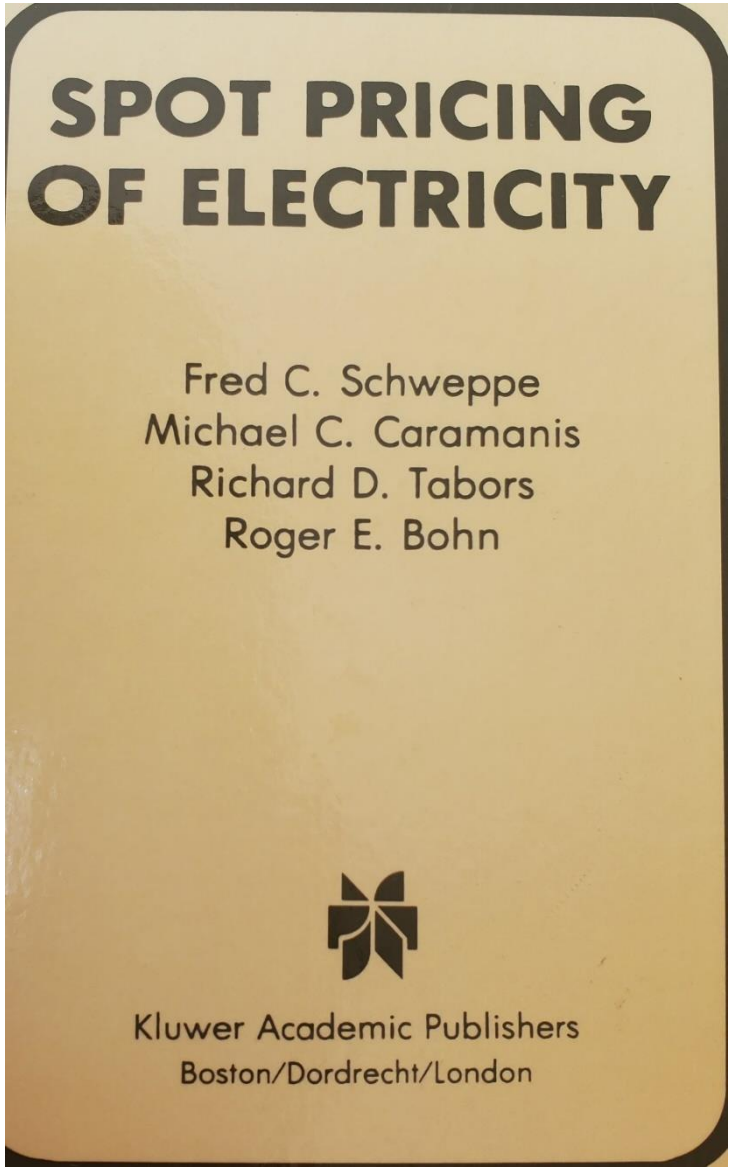




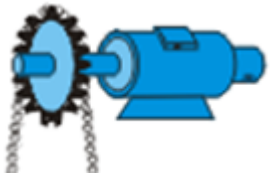
Strom ist anders, aber die Energiesysteme sind gleich

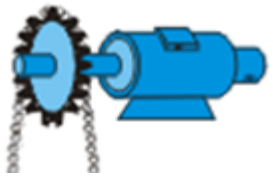


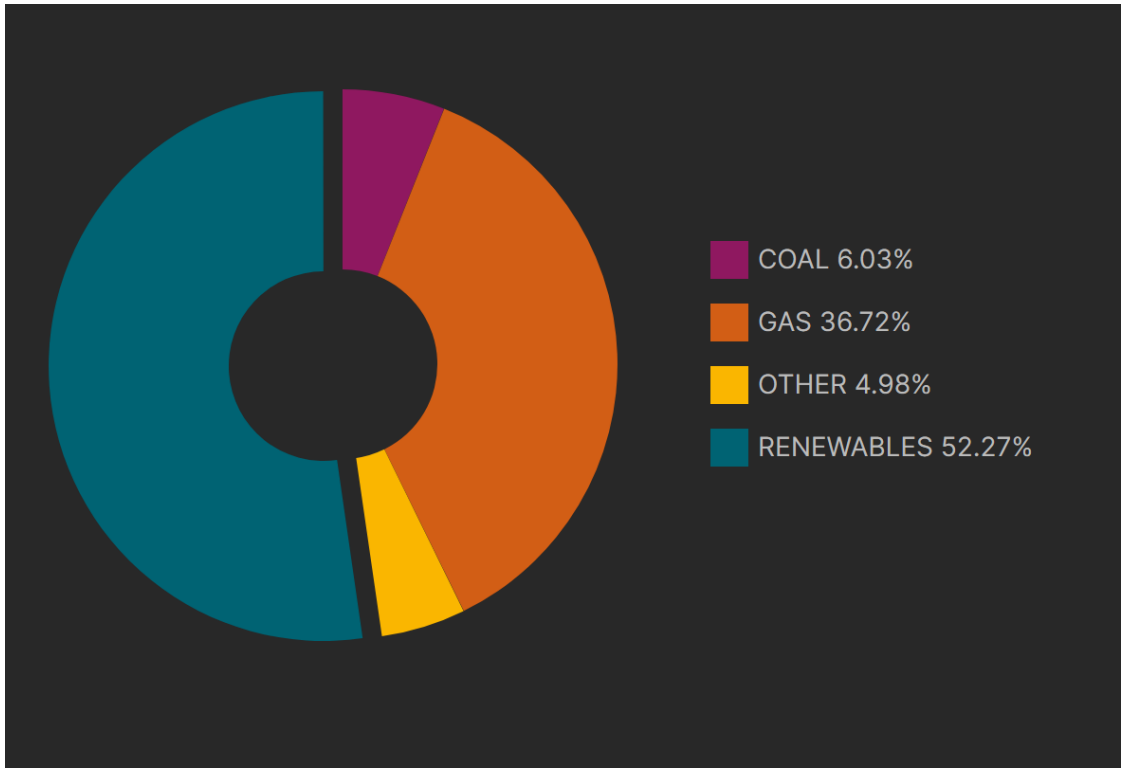




Die Energiewende ist eine Reise, aber kein neues Velo

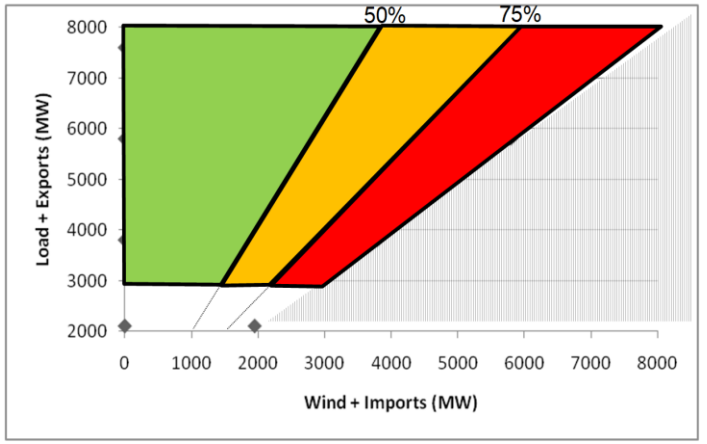




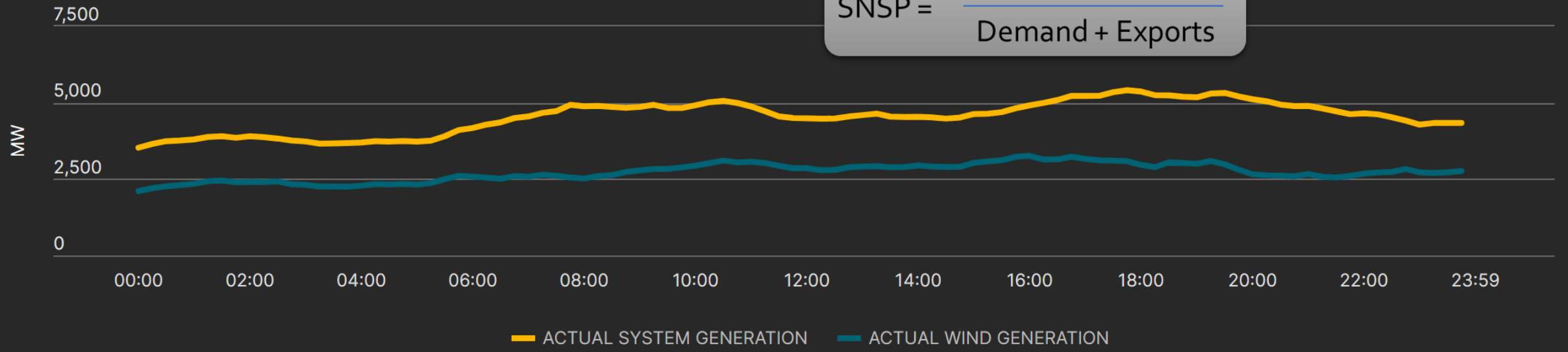


Irland, 10. Mai 2022

http://smartgriddashboard.eirgrid.com/



$$SNSP = \frac{\text{Wind + Imports}}{\text{Demand + Exports}}$$



Global Power System Transformation (G-PST) Consortium

Betreiber des Gründungssystems

ercot
AEMO
nationalgridESO
California ISO
EIRGRID GROUP
ENERGINET
GLOBAL PST CONSORTIUM
olade
CSIR
CSIRO
IEEE Advancing Technology for Humanity
DTU
VTT
EPRI ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE
Fraunhofer CINES
NREL Transforming ENERGY
ESIG
Imperial College London

Technische Institute des G-PST-Kernteams

Systembetreiber in Entwicklungsländern

Das Gegenteil von teilen und herrschen ist «vereinen und aufbauen».

ESIG
NREL Transforming ENERGY
Imperial College London
IEEE Advancing Technology for Humanity
VTT

1. System Operator Research & Peer Learning
   Perform cutting edge applied research to create novel system operator solutions and globally disseminate and infuse new insights through peer learning
2. System Operator Technical Assistance
   Provide implementation support to scale established best practice engineering and operational solutions
3. Foundational Workforce Development
   Build the inclusive and diverse workforce of tomorrow through enhanced university curriculum and technical upskilling for utility and system operator staff
4. Localized Technology Adoption Support
   Adapt modern power system technologies to individual country contexts through testing programs and standards development activities
5. Open Data and Tools
   Support rigorous planning, operational analysis and enhanced real-time system monitoring through open data and tools

21. April 2021

https://globalpst.org/

https://globalpst.org/wp-content/uploads/042921G-PST-Research-Agenda-Master-Document-FINAL_updated.pdf

Auf institutioneller Ebene alles zusammenbringen, um das globale Energiesystem umzugestalten

Betriebliche und kommerzielle Mechanismen

swissgrid MISO

Definieren

Ziel: eine zuverlässige Versorgung zu den geringsten Kosten aufrechterhalten

Gleichgewicht zwischen Zuverlässigkeit und Kosten

Politische Ökonomie

Regierung, Politik, Marktergebnisse, Verbraucherinnen, Investoren etc.

Ziele müssen erreicht werden

Definieren

Liefern

Erbrachte Dienstleistungen zur Deckung des Bedarfs

Eigenschaften des Elektrizitätsnetzes

Elektrizitätsnetz

Zusammenschaltung mehrerer Teilsysteme und Geräte mit einem Markt

Physikalische Eigenschaften und Beschränkungen von Teilsystemen und Geräten

Neue Subsysteme und Geräte installiert und einige ältere ausgemustert

Investitions-entscheidungen

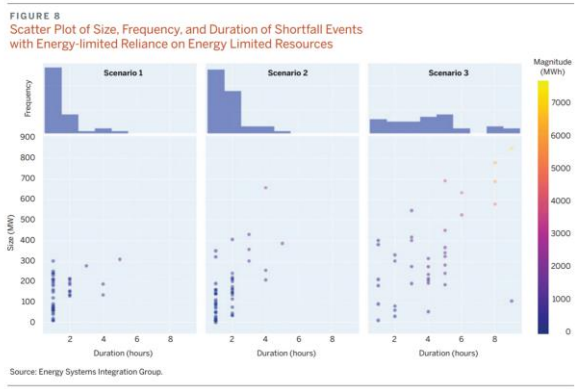
Szenarien, hohe IBR in Netzen mit Wind, Sonne, Kernkraft usw.

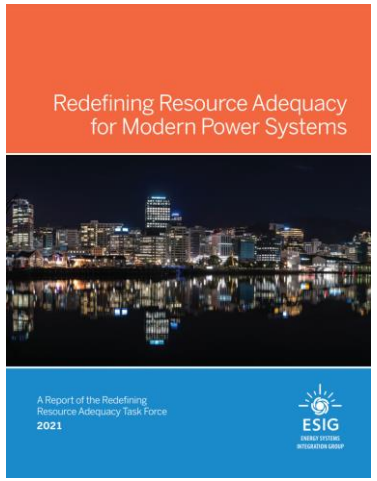
Hersteller, Unternehmerinnen, technologische Innovation etc.

Neue Teilsysteme/Geräte

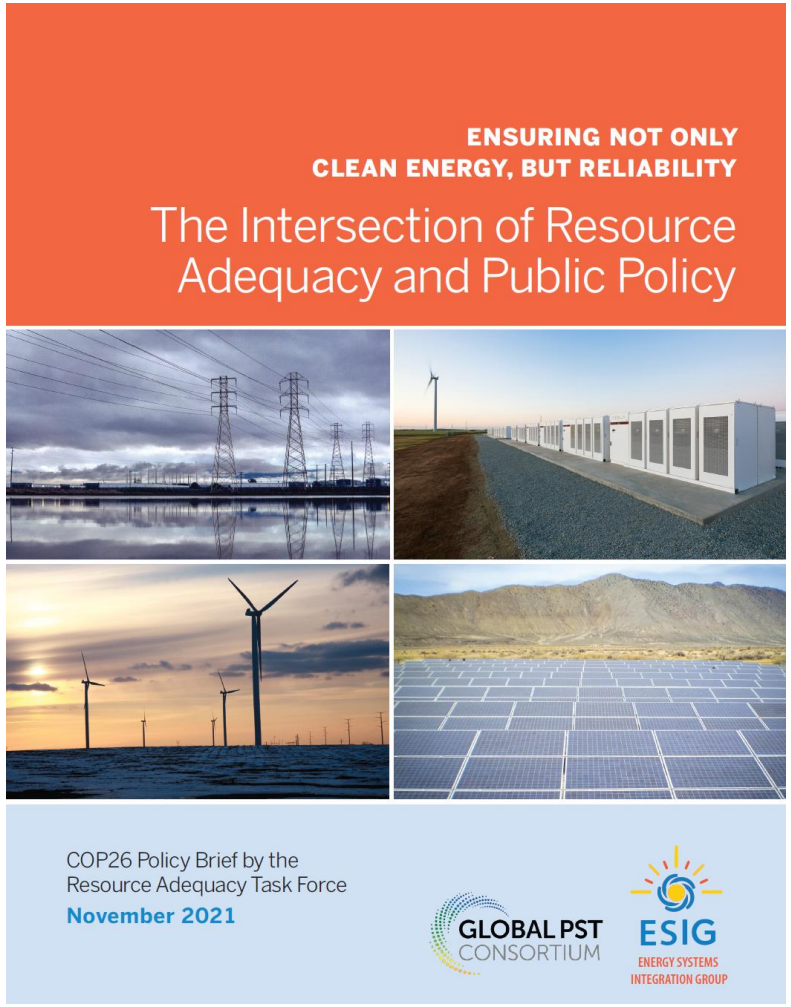
- Umrichterbasierte Ressourcen
- Verteilte Energieressourcen
- Wegbereiter, z. B. Digitalisierung

G-PST und Politik



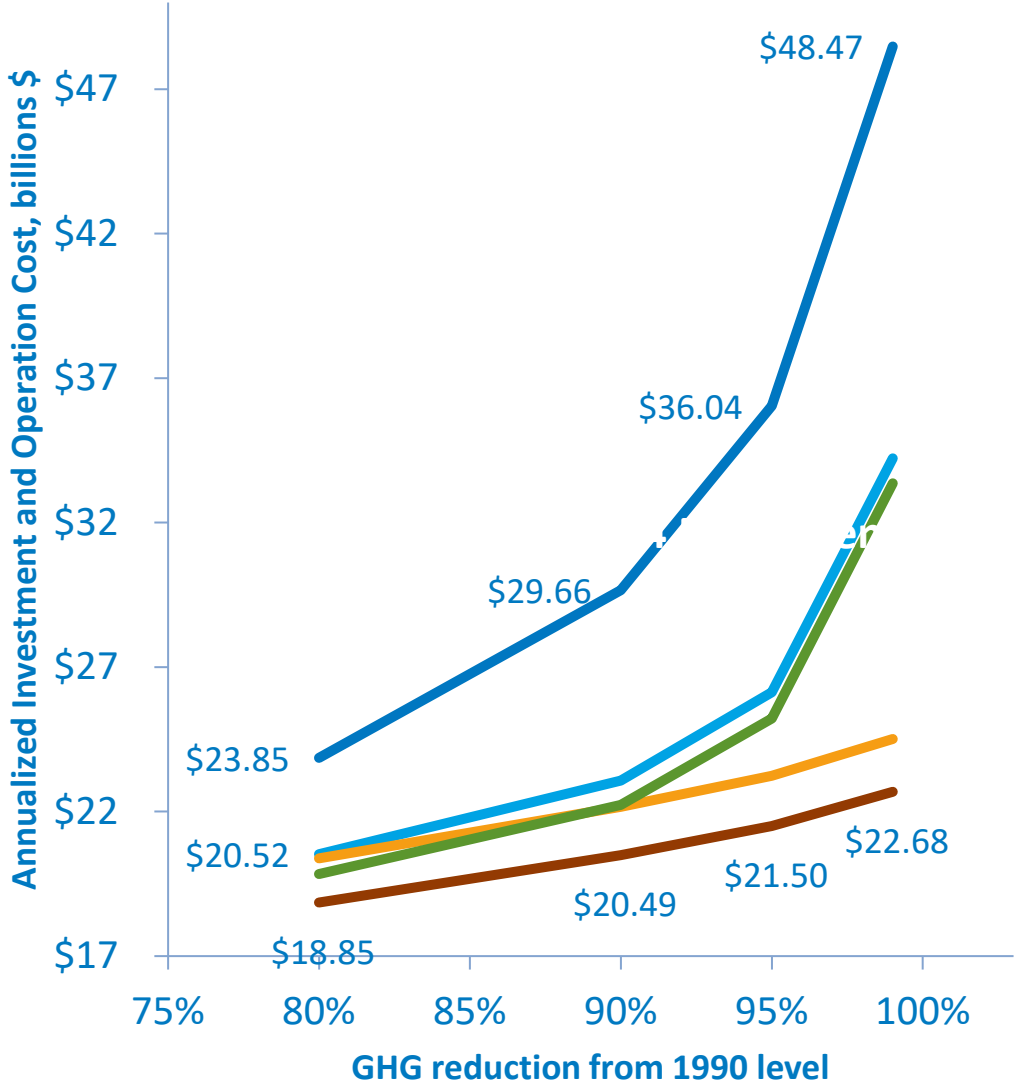


https://www.esig.energy/wp-content/uploads/2021/08/ESIG-Redefining-Resource-Adequacy-2021.pdf



https://globalpst.org/wp-content/uploads/ESIG-GPST-RA-policy-brief-2021.pdf

Auf dem Weg zu 100% im Nordosten Nordamerikas



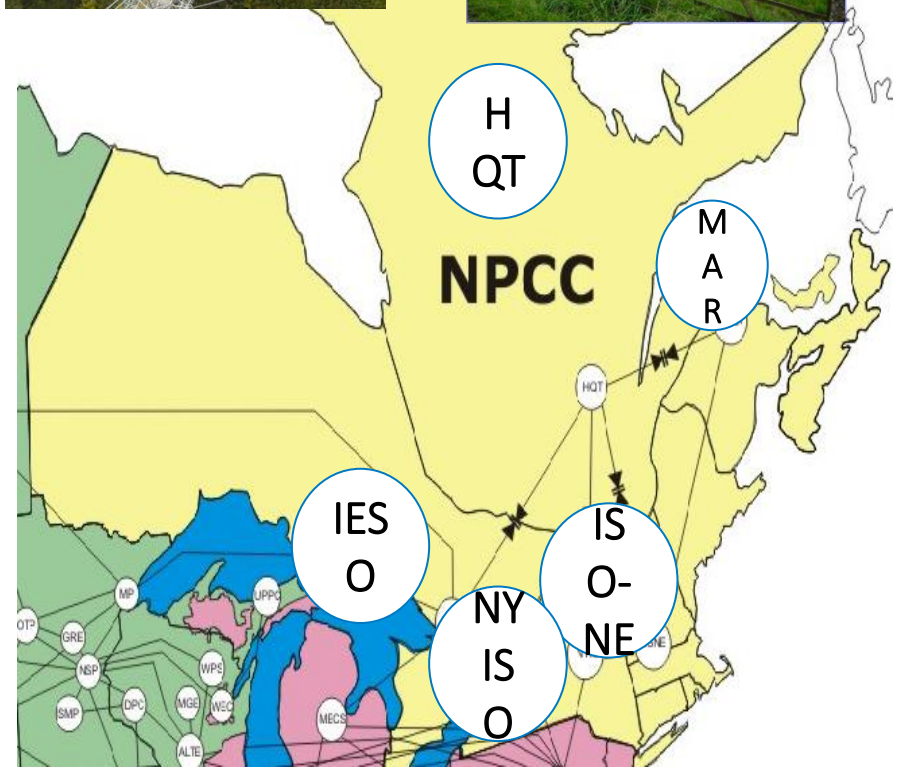
No trade

Current Trans. Cap.

Optimal Trans. Cap.

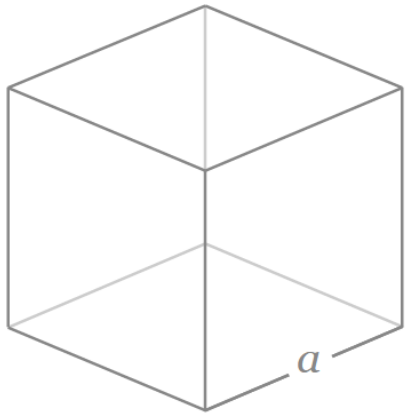
Current Trans. Cap. + Inst. Integration

Optimal Trans. Cap. + Inst. Integration



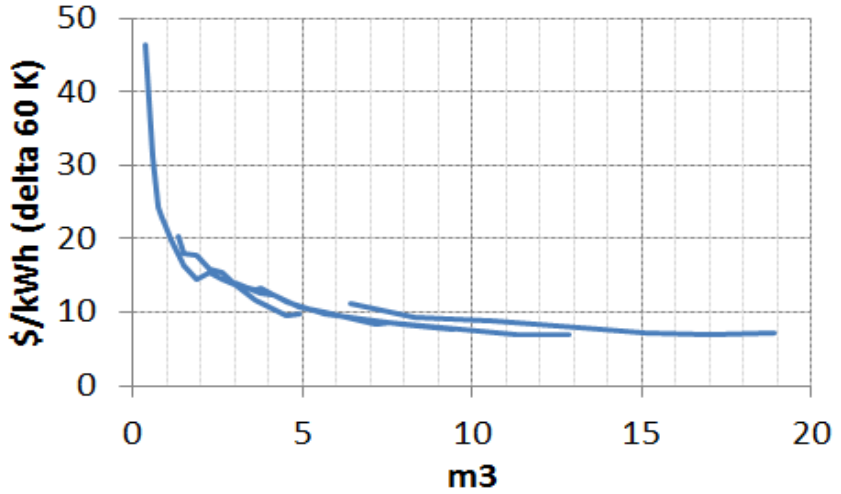
F. Bouffard, S. Debia, N. Dhaliwal, P. Pineau , «A Decarbonized Northeast Electricity Sector: The Value of Regional Integration, Northeast Electricity Modelling Project Scoping Study», IET & TISED, Montreal, Juni 2018.

Technik ist die Kunst der Annäherung – man sollte die Antwort kennen, bevor man die Analyse durchführt



$$V = a^3$$

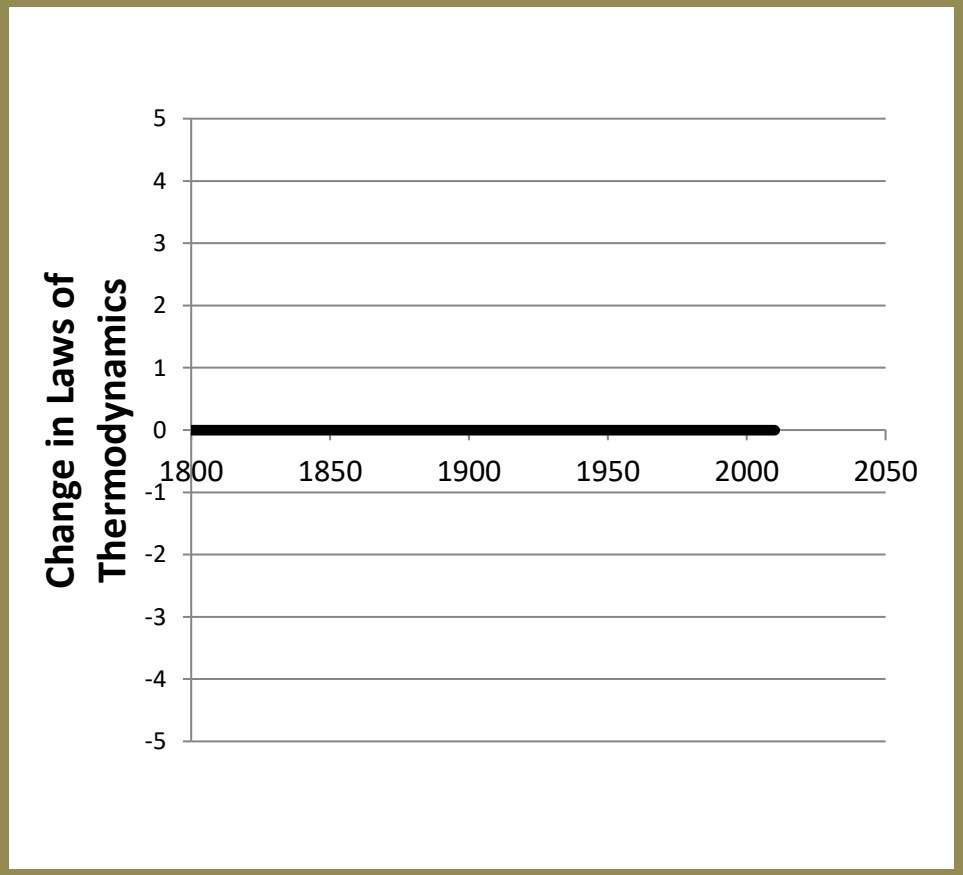
$$A = 6\,a^2$$



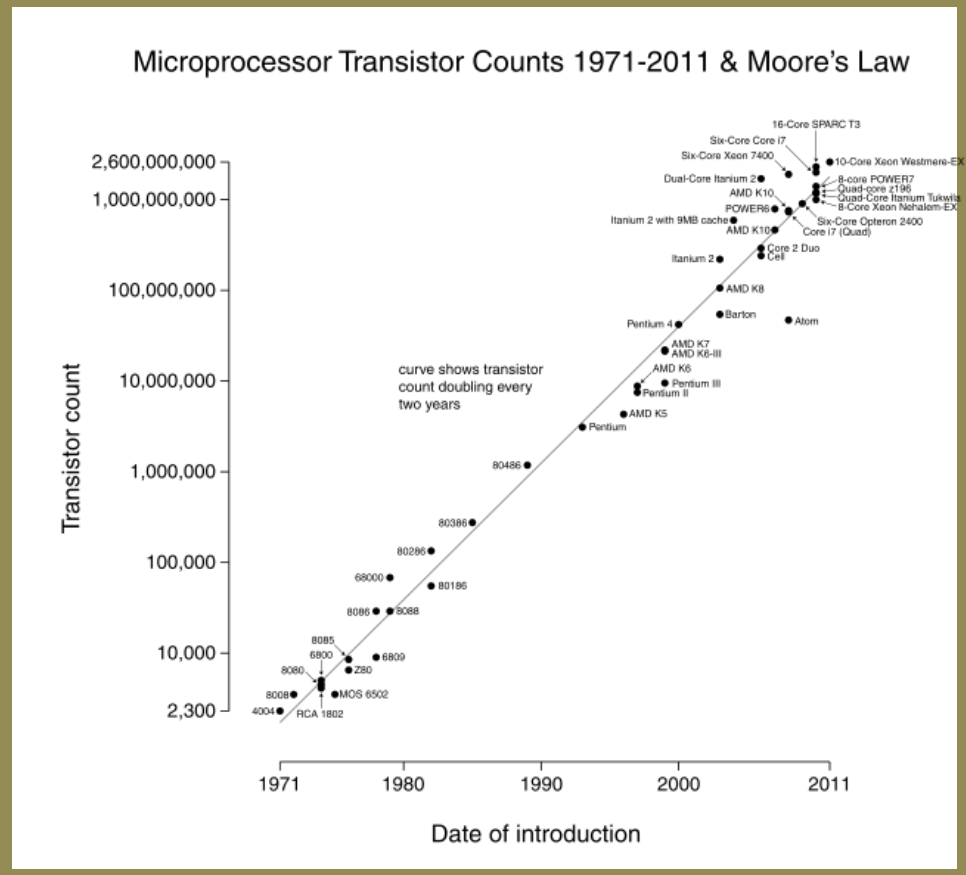
Quelle: JRC 2012 und Juha Kiviluoma

Bei einigen Gesetzen wissen wir Bescheid, bei anderen ist es noch zu früh

Energie-Evolution – Hauptsätze der Thermodynamik



Digitale Revolution – Mooresches Gesetz



Quelle: Ronan Doherty

Fazit

- Die Energiewende erfordert Disziplin.
- Die physikalischen Gesetze sind nicht flexibel.
- Die politischen Massnahmen müssen möglicherweise angepasst werden.
- Gute Ideen können ein schlechtes Ergebnis haben.
- Es braucht globale Tanzpartnerinnen und Tanzpartner.

Danksagungen und weiterführende Literatur

- Nicole Walser, Maurice Dierick

- Meine Studierenden und Kolleginnen und Kollegen

GLOBAL PST CONSORTIUM

https://globalpst.org/

ESIG
ENERGY SYSTEMS INTEGRATION GROUP

https://www.esig.energy/