

Projektentwicklung im Bereich erneuerbare Energien

Märkte und Rahmenbedingungen I / Übung

Dr. Rudolf Rechsteiner

Biographische Angaben Rudolf Rechsteiner

- **Ökonom, Studien in Basel und Genf, Doktorat 1986**
- **Präsident und Vorstand der Adev-Gruppe (1988-2010), Energiegenossenschaft mit Wind-, Solar- und Wasserkraft**
- **Verwaltungsrat (Aufsichtsorgan) Industrielle Werke Basel 1996-2025, Netzbetreiberin von Basel-Stadt**
- **Mitglied Nationalrat, Umwelt- und Energiekommission 1995-2010**
- **Mitglied Kantonsrat Basel-Stadt 1988-1999, 2012-2017**
- **Präsident Stiftung Ethos (seit 2018)**
- **Aktuelle Publikationen: <https://www.rechsteiner-basel.ch/publikationen>**
- **Lehrmittel <https://www.rechsteiner-basel.ch/lehrmittel>**
- **rechsteiner@re-solution.ch**

Übersicht

1. Programm

- 2. Wachstum der neuen erneuerbaren Energien weltweit**
 - 3. Treiber der Transition: Kosten, Dezentralisierung, Marktöffnung**
 - 4. Bedeutung des Begriffs Disruption**
 - 5. Einfluss der Energie- und Klimapolitik:**
 - 6. EU-Emissionshandel, Auktionen (contracts for difference), gleitende Marktprämie, Power Purchase Agreements (PPA),**
 - 7. Zentrale Herausforderungen von 100% erneuerbaren Energien**
 - 8. Eigenverbrauch, erweiterter Eigenverbrauch,**
- Gruppenarbeit: Entwicklung eines PV-Projekts (Dachanlage)**
- Diskussion der Projekte und Diskussion**

Projektentwicklung im Bereich erneuerbare Energien

14 Lektionen à 90 Minuten – 7 halbtägige Blockkurse –
mit integrierten Übungen

Programm 2026

24.9., 8.10., 22.10., 5.11., 19.11., 3.12., 17.12.

Blockkurs jeweils jeden 2. Donnerstag 14.15h - 17.45 h AA Andreas Appenzeller RR Rudolf Rechsteiner		
24.9.2026	Märkte und Rahmenbedingungen I (Einführung) Energiewirtschaftliche Trends (CH/ EU/ Welt): welche Risiken und Chancen entstehen durch die Disruption im Energiesektor und speziell für Projekte mit erneuerbaren Energien? - Globaler Vormarsch der erneuerbaren Energien - Treiber der Transition: Kosten, Dezentralisierung, Marktöffnung - Bedeutung von Speichern, Sektorkopplung - Einfluss der Energie- und Klimapolitik: EU-Emissionshandel Auktionen (<i>contracts for difference</i>), <i>gleitende Marktprämie</i> Eigenverbrauch, erweiterter Eigenverbrauch, Power Purchase Agreements (PPA), Gruppenübung: Berechnung der Wirtschaftlichkeit einer PV Anlage mit Eigenverbrauch	RR
08.10.2026	Projektmanagement I: Projektentwicklung Kleinwasserkraftwerk Theorieteil: Projektablauf, Grundlagen Gesetze für Wasserkraftwerk-Entwicklungen sowie Grundlage der Wirtschaftlichkeitsberechnungen. Grundlagen und Technik Wasserkraft anhand von Beispielen, Risiken, Beispiele aus dem Betrieb von Kleinwasserkraftwerken. Gruppenübung: Entwicklung eines realen Kleinwasserkraftwerkprojekts mit Abschätzung Investitionen, Betriebskosten, Wirtschaftlichkeit und Fazit daraus. Präsentation/Diskussion.	AA
22.10.2026	Projektmanagement II: Projektentwicklung Windparkprojekt Theorieteil: Projektablauf, Grundlagen Gesetze für Windkraft-Entwicklungen Grundlagen und Technik Windkraftwerke anhand von realisierten Beispielen, Wirtschaftlichkeit, Risiken, Beispiele aus dem Betrieb von Windkraftanlagen. Gruppenübung: Entwicklung eines realen Windkraftprojekts mit Abschätzung Investitionen, Betriebskosten, Wirtschaftlichkeit und Fazit daraus. Präsentation/Diskussion.	AA
5.11.2026	Märkte und Rahmenbedingungen II Wirtschaftliche und politische Einflussfaktoren - Der klimapolitische Handlungsbedarf - Primärenergie versus Nutzenergie - Preisbildung am Strommarkt; Merit order - Entwicklung des gesetzlichen Umfelds, Rahmenbedingungen Schweiz & EU Gruppenübung: neue Geschäftsmodelle für PV, mit Absicherung und Integration; Rolle von Investoren, Verteilnetzbetreibern und Konsumentinnen und Konsumenten. Präsentation/Diskussion	RR

19.11.2026	Märkte und Rahmenbedingungen III Versorgungssicherheit und erneuerbare Energien: - Versorgungssicherheit bei fluktuierender Produktion - wie schützt man sich vor sinkenden Preisen? - Rolle von Swissgrid, Elcom, strategische Reserven - Einfluss der Politik, regulative Risiken, Chancen der Schweiz - Rolle Und Entwicklung des EU-Emissionshandelssystems Gruppenübung: Wie können sich unterschiedliche Investoren am besten positionieren: Geschäftsmodelle, Bedarf, Handlungsfelder? Erarbeitung einer Präsentation und Diskussion	RR
3.12.2026	Projektmanagement III: Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV Arealnetz sowie vZEV und LEG ab 2026) sowie Sektorkopplung (Power-to-Heat und Power-to-Vehicle, V2X) Theorieteil: Grundlagen, Technik, Vertragswesen, Projektablauf, Wirtschaftlichkeit und Risiken <u>anhand realisierten Beispielen</u> . Gruppenübung: Entwicklung eines realen ZEV mit Batterieoption sowie den neuen Möglichkeiten vZEV und LEG mit Abschätzung Investitionen, Betriebskosten, Wirtschaftlichkeit und Fazit daraus. Präsentation/Diskussion.	AA
17.12.2026	Märkte und Rahmenbedingungen IV Risikomanagement und Länder-Assessments: Worauf ist zu achten, damit man kein Geld verliert? Gesetzliche Rahmenbedingungen, Ressourcen, Finanzierung, Sicherheiten Gruppenübung: Investmentstrategie in einem Drittland	RR

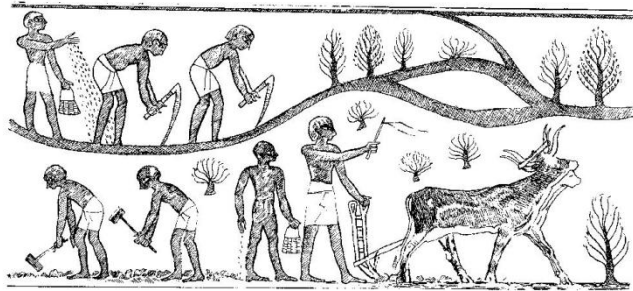
Übersicht

1. Programm
 2. **Wachstum der neuen erneuerbaren Energien weltweit**
 3. Treiber der Transition: Kosten, Dezentralisierung, Marktöffnung
 4. Bedeutung des Begriffs Disruption
 5. Einfluss der Energie- und Klimapolitik:
 6. EU-Emissionshandel, Auktionen (contracts for difference), gleitende Marktprämie, Power Purchase Agreements (PPA),
 7. Zentrale Herausforderungen von 100% erneuerbaren Energien
 8. Eigenverbrauch, erweiterter Eigenverbrauch,
- Gruppenarbeit: Entwicklung eines PV-Projekts (Dachanlage)**
- Diskussion der Projekte und Diskussion**

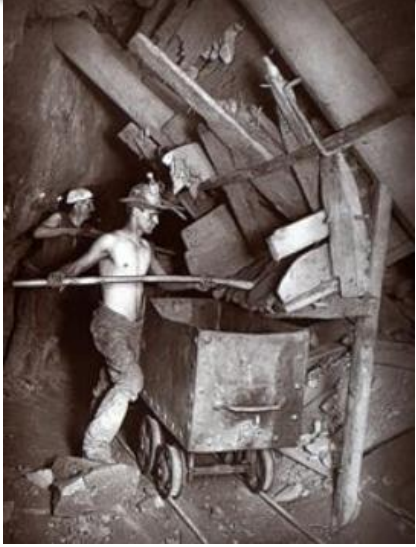
Energiegewinnung definiert Lebensweise



Nahrung
Heizung
Verkehr



Mineralische Energiegewinnung – extraktive Industrien



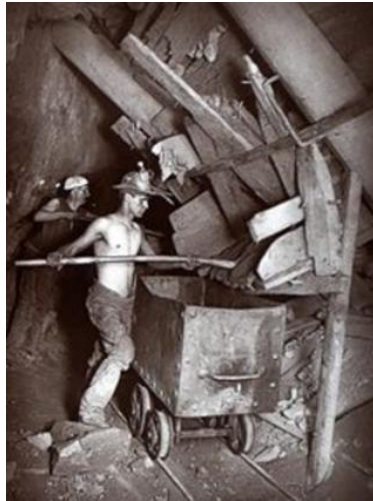
Drei Energiewelten – biogen – extraktiv – erneuerbar

Biologisches Zeitalter
Vor 1750



Jagen verbrauchen /
Säen – ernten
speichern
verbrauchen/düngen
**Logik des Kultivierens
und Düngens (Kreislauf)**

Extraktives Zeitalter
ab 1750



Ausbuddeln,
raffinieren, lagern
verbrennen/spalten
verteilen / emittieren
**Logik der Extraktion
und der Emissionen**

Solares Zeitalter
ab ca. 2000



Investieren
gewinnen/speichern
verteilen,
recyclen
**Logik der Massenproduktion
mit Landnutzung & Recycling**

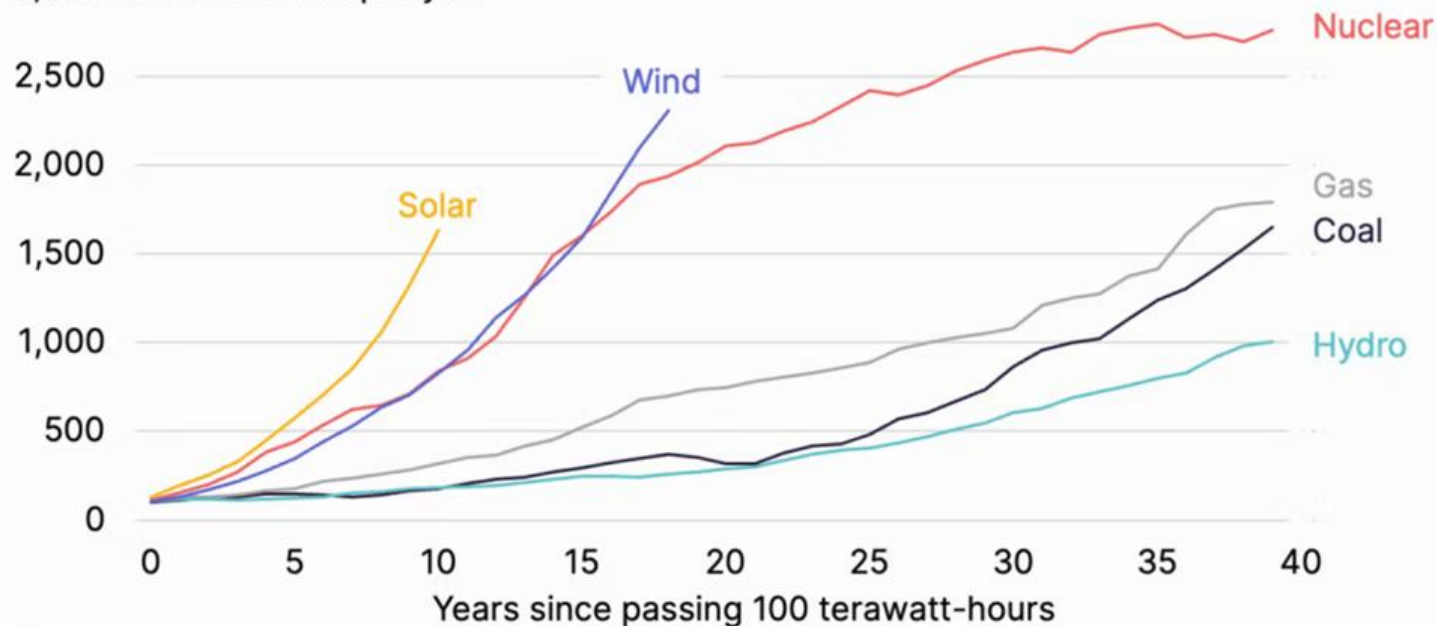
Solarenergie: historisch einmalige Geschwindigkeit der Markteroberung

The fastest electrons in history

Wind and solar are growing faster than any other generation source in absolute terms

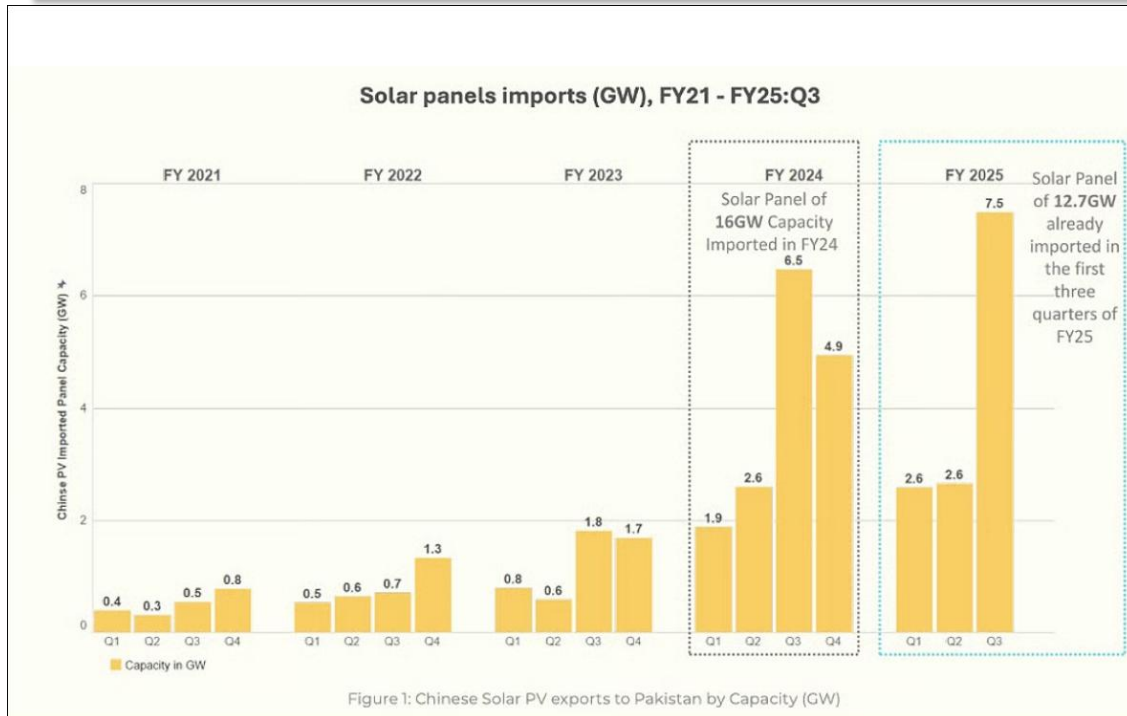
Annual generation after exceeding 100 terawatt-hours in a year

3,000 terawatt-hours per year

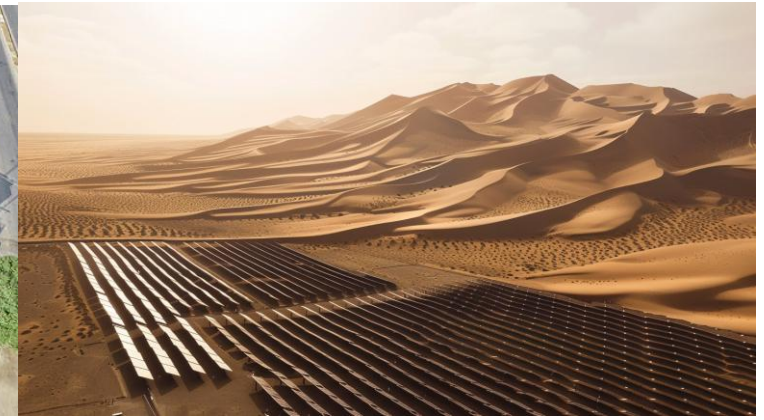


Source:
Ember

Beispiel Pakistan: Elektrifizierung «von unten» als Reaktion auf hohe Preise



- Kein staatliches Programm, nur Zollsenkung (2022)
- Gaskrise (2022) Regelmässige Blackouts
- Vertrautheit mit Minigrids (Diesel!)
- Unternehmerisches Denken:
 - low to middle income country
 - Basiswissen vorhanden, Lehrmodule auf Youtube
- PV billiger als Netzbezug, viel billiger als Dieselstrom
- Parallele Entwicklung in der ganzen Welt, wo Vorschriften und Monopole dies zulassen.

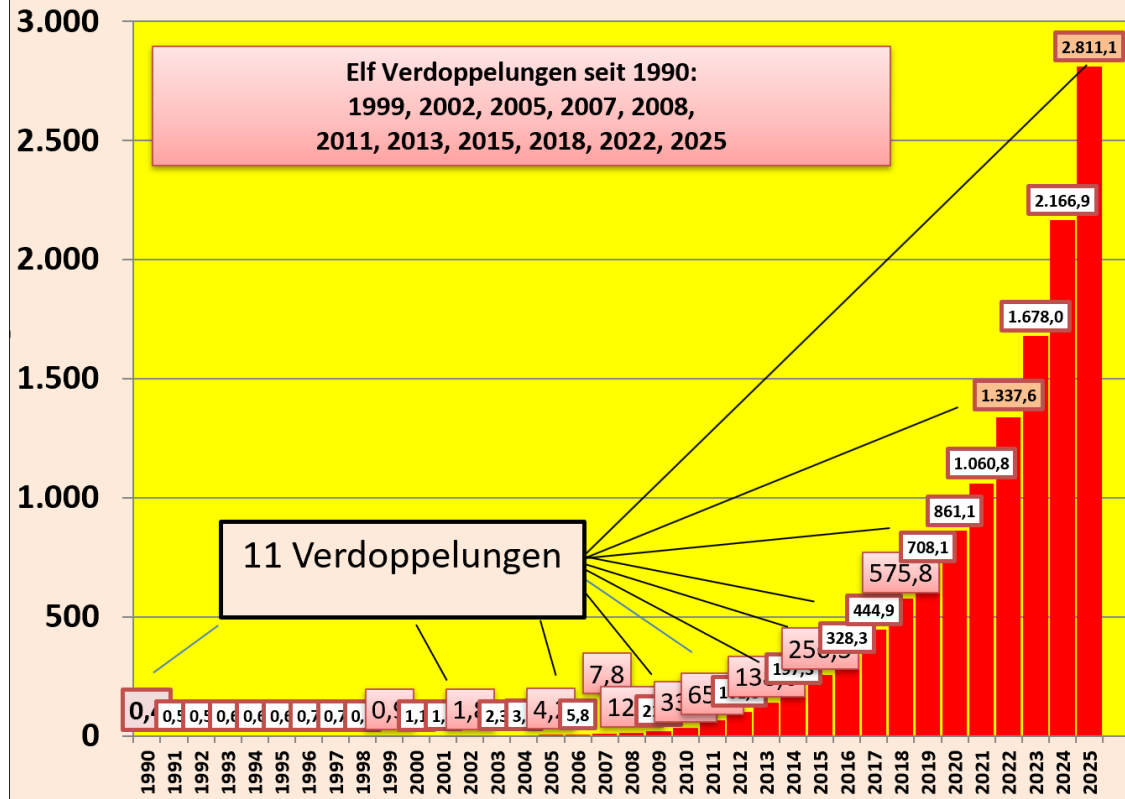


Sonne + Wind: Exponentieller Verlauf

Solar- und Windstrom haben sich seit 1990 zehnmals verdoppelt; aktuell (2024) decken sie 20 % des Weltverbrauchs. Wir brauchen noch 2½ Verdoppelungen bis zu 100% sauberem Strom (Wasserkraft ca. 14%). Das kann theoretisch bis 2035 erreicht sein. Konsument:innen werden zu Erzeuger:innen (teilweise). Stromerzeugung wird dezentralisiert. Mögliche Hürden: Netze, Speicher, Lobbies

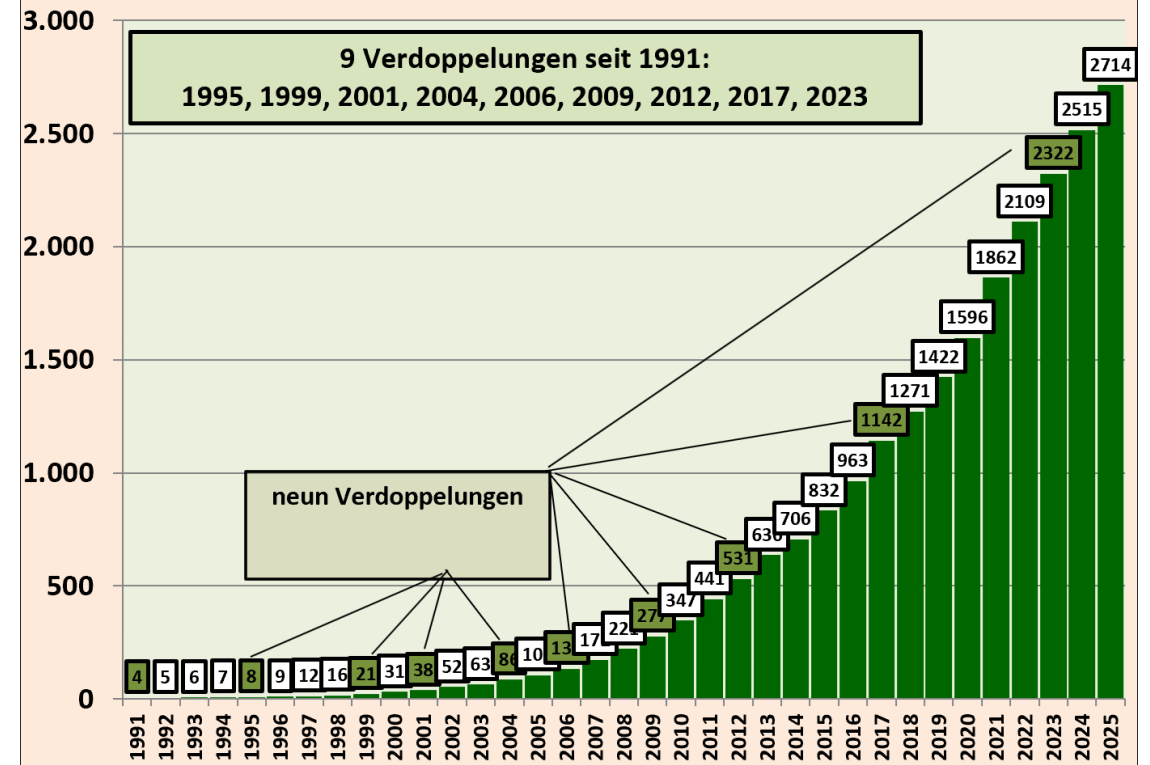
Solarenergie weltweit TWh

(Daten: Energy Institute London World Statistical Review)



Windkraft weltweit TWh

(Daten: Energy Institute London World Statistical Review)

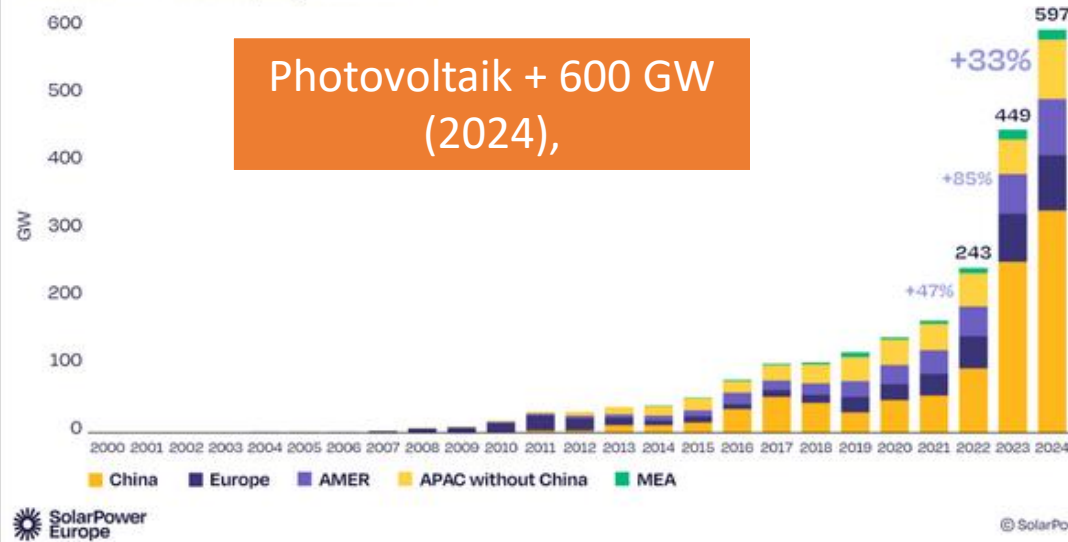


Explosives Wachstum: Sonne & Wind ersetzen alle 3 Tage «1 Gösgen»

alle 3 Tage kommen 8 TWh Jahresproduktion dazu, das sind +8 Milliarden Kilowattstunden/a
(erwartete Laufzeit der Anlagen: PV 30-40 Jahre, Wind 20-30 Jahre)

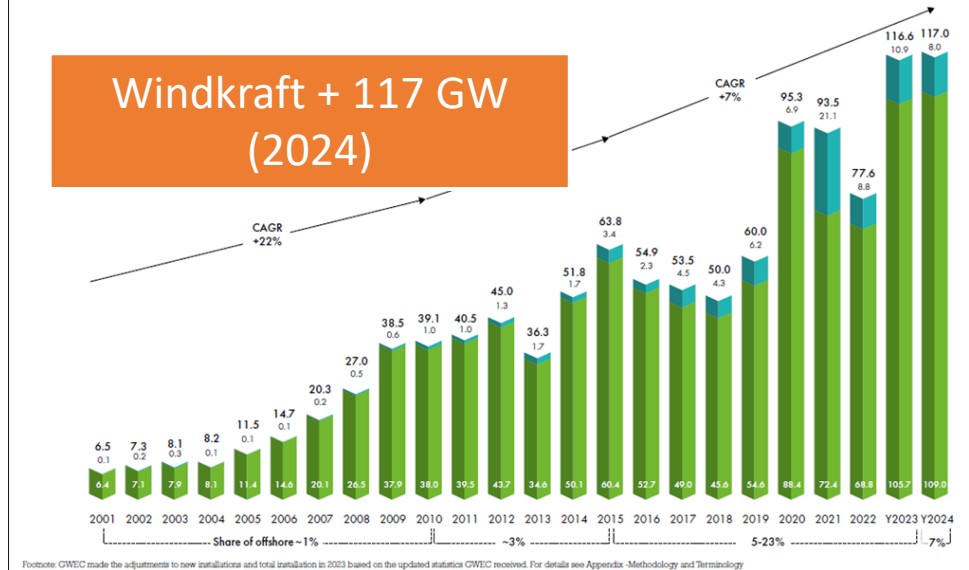
Record 597 GW of global solar capacity added in 2024; slower but steady 33% annual growth

Annual solar PV installed capacity 2000-2024



Historic development of new installations (GW)

Windkraft + 117 GW (2024)



2024 weltweites Wachstum

PV +600 GW

Wind +117 GW

Total +717 GW

Erbringt +963 TWh (Hochrechnung*)

entspricht 120 Gösgen (Jahreserzeugung 8 TWh)

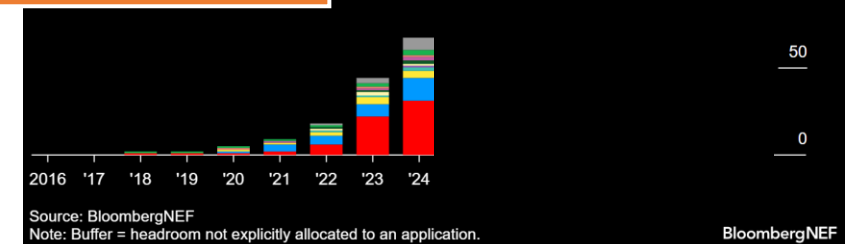
Datenquellen:
Solar Power Europe
GWEC Global Wind Energy Council
BNEF Bloomberg New Energy Finance

Schwergewichte:
China, Europa, Indien

Global gross energy storage additions by market

China US Germany Other Europe India Italy UK Australia Japan
Rest of the World Buffer

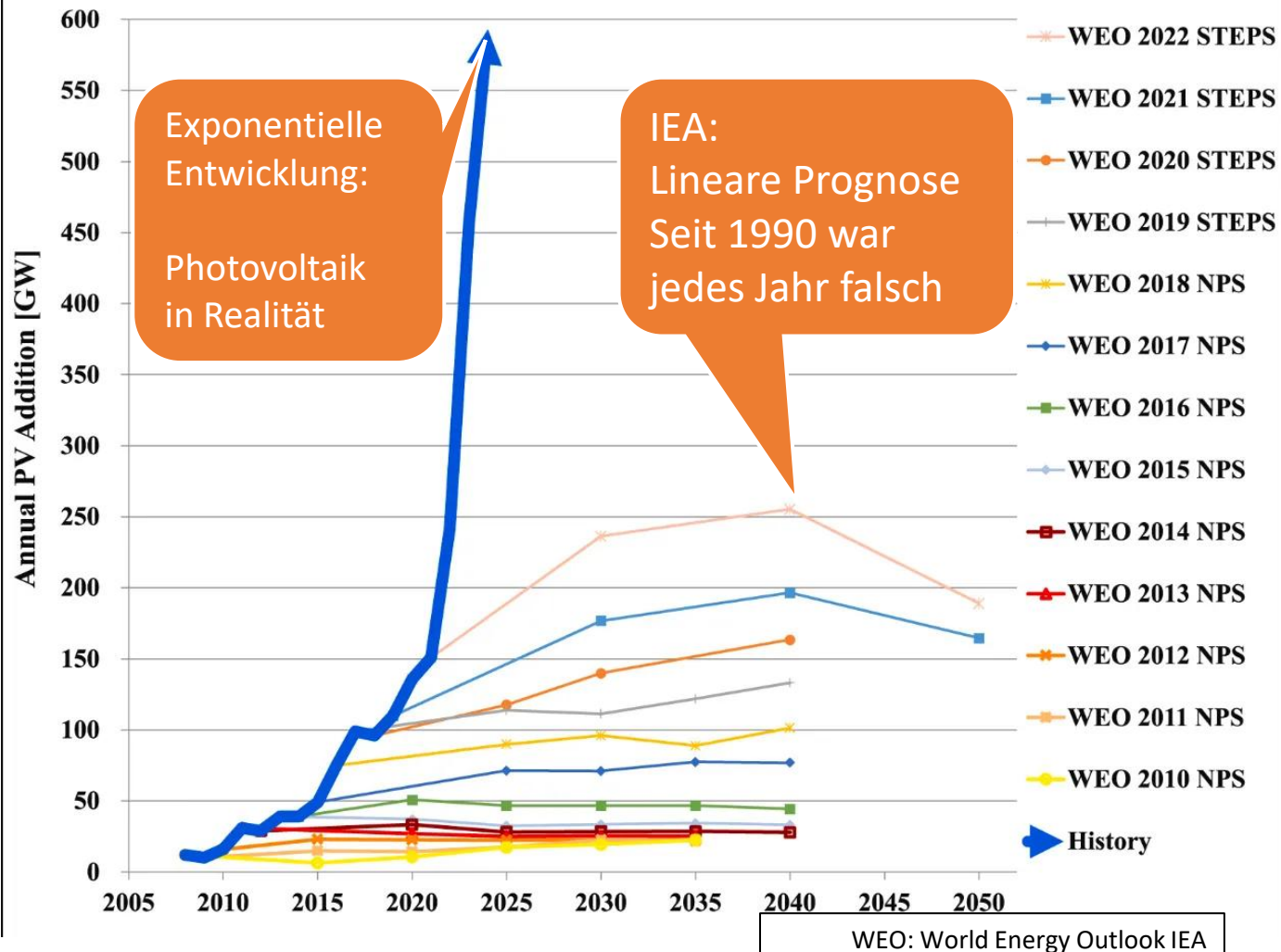
Batterien + 80 GW



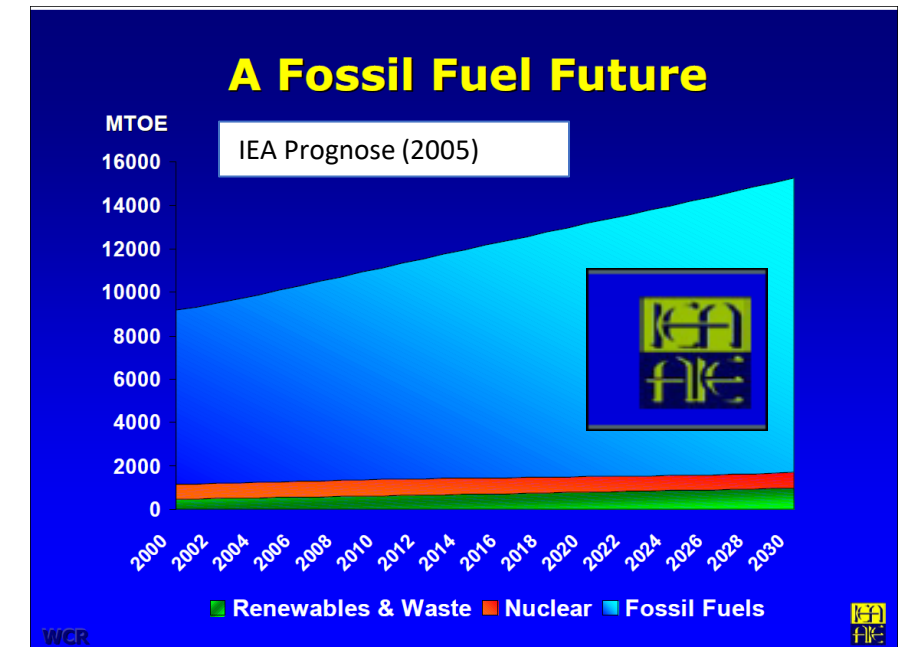
*Kapazitätsfaktoren im Welt-Durchschnitt
basierend auf [EI Statistical Review of World Energy](#)

Internationale Energieagentur IEA in Paris (100% aus Steuergeld finanziert)

Exponentielles Wachstum wird offiziell nicht eingestanden - Folge: Desorientierung, Planungslücken, fehlende Netze, fehlende Speicher, Fetisch Atomenergie



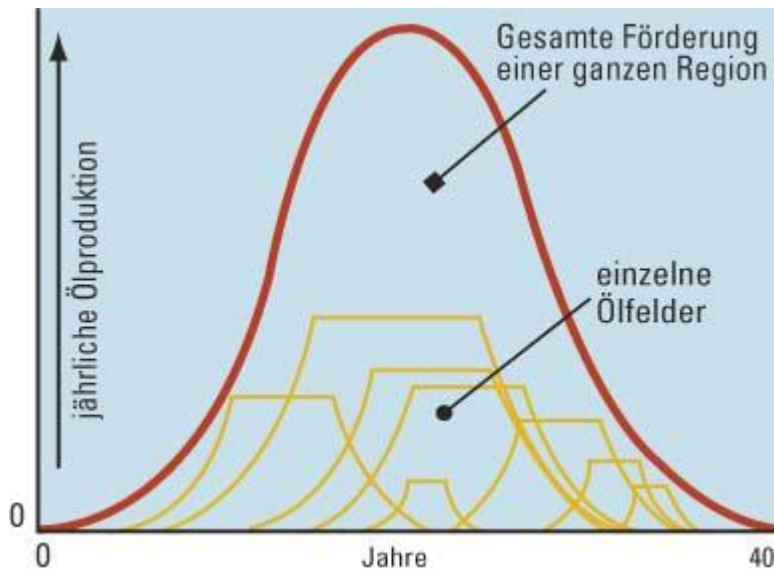
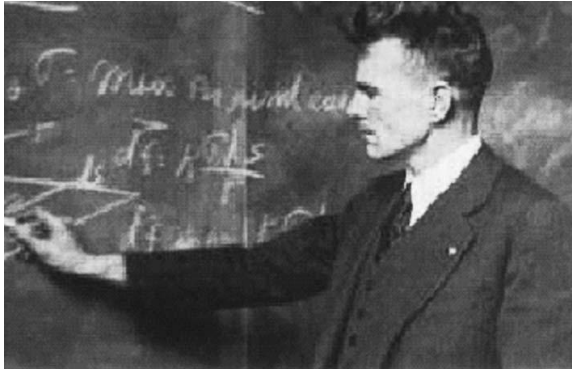
Fatih Birol, Chef Internationale Energie-Agentur:
Täuschung als Programm



Fossil-nukleare Propaganda seit Gründung (1974)

Risiken der extraktiven Wirtschaft

M. King Hubbert und die Hubbert-Kurve

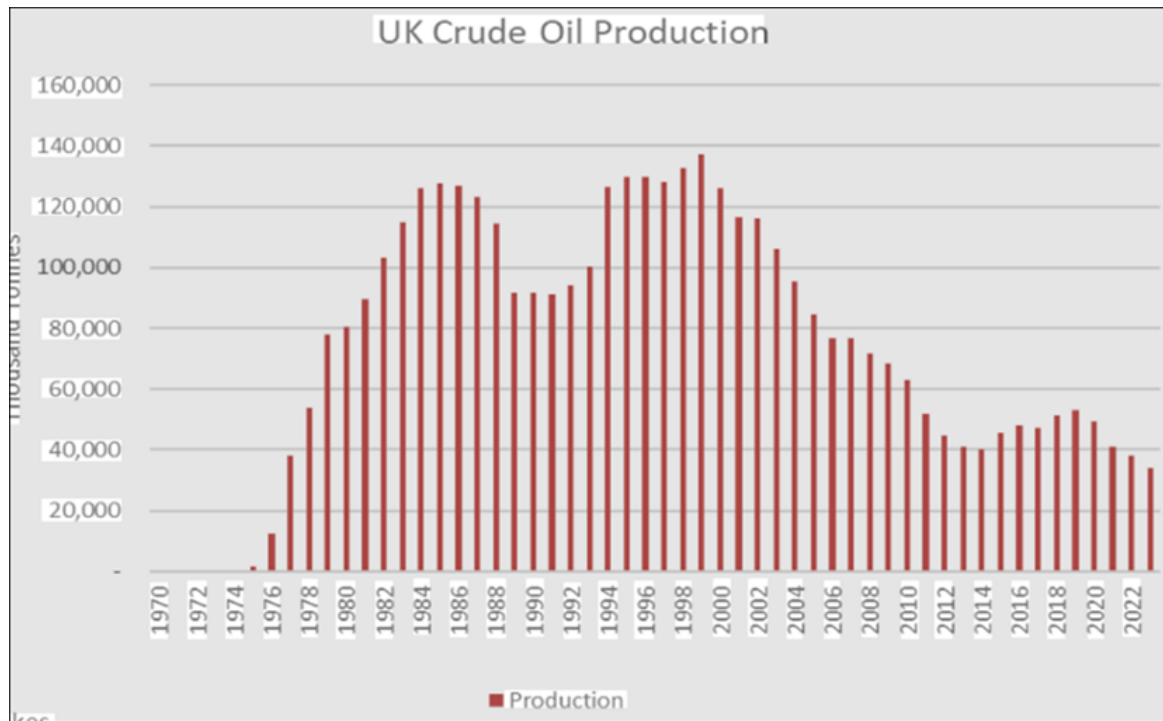


Nachteile der fossilen und nuklearen Techniken

- Erschöpfung der Ressource
- Unterbrüche der Lieferketten
- Steigerung der Transportkosten durch immer längere Zubringerstrecken
- Emissionen: CO₂, Radioaktivität
- Abfälle, fehlende Kreislaufwirtschaft
- Hoher Materialumsatz
- Fehlende Haftung für Umwelt- und Menschen Schaden
- Steigende Förderkosten

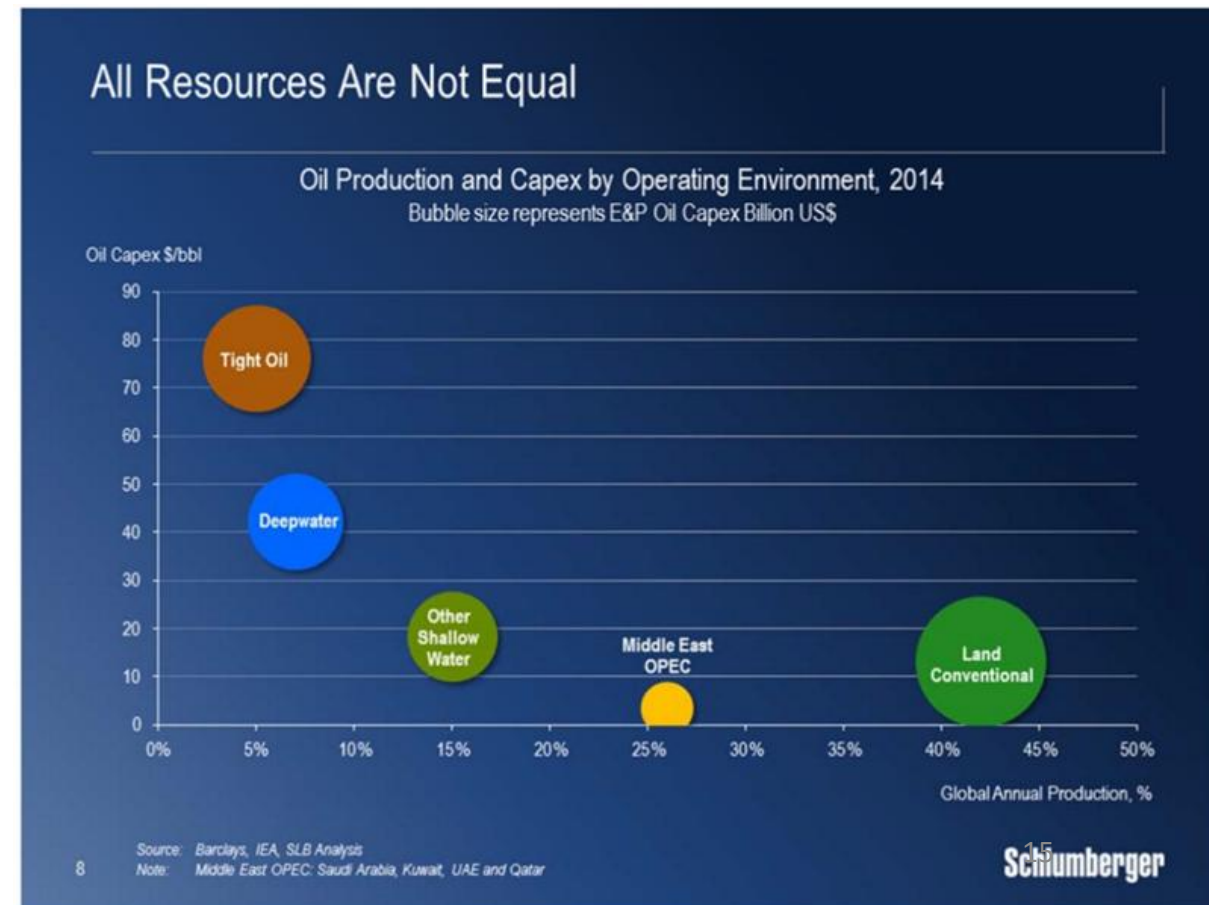
Wo liegt das Problem?

Erschöpfung konventioneller Reserven



Grossbritannien: Ölförderung 1971-2023

Steigende Förderkosten, hohe Erschöpfungsraten von Schieferöl



Die neue Ölwelt

US Dieselpreis seit 2005



Was ist neu?

Konsument*en können handeln:

- Elektro-Autos
- Elektro-Lastwagen
- Elektrische Zweiräder
- Verzicht auf Transporte, Lokalisierung der Produktion

Übersicht

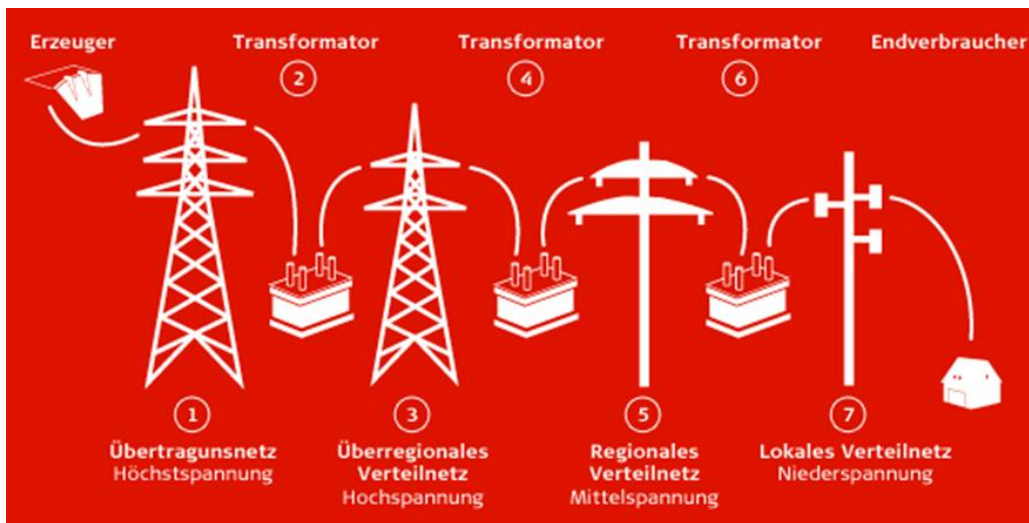
1. Programm
 2. Wachstum der neuen erneuerbaren Energien weltweit
 3. **Treiber der Transition: Kosten, Dezentralisierung, Marktöffnung**
 4. Bedeutung des Begriffs Disruption
 5. Einfluss der Energie- und Klimapolitik:
 6. EU-Emissionshandel, Auktionen (contracts for difference), gleitende Marktprämie, Power Purchase Agreements (PPA),
 7. Zentrale Herausforderungen von 100% erneuerbaren Energien
 8. Eigenverbrauch, erweiterter Eigenverbrauch,
- Gruppenarbeit: Entwicklung eines PV-Projekts (Dachanlage)**
- Diskussion der Projekte und Diskussion**

Liberalisierung des Stromsektors (Start 1990): Offene Netze und Wettbewerb statt Gebietsmonopole

Alte Welt: Gebietsmonopol

Anbieter kontrolliert Angebot und Netze -
Handel und Wettbewerb nur im Grosshandel

Netzbesitzer betreibt Kraftwerke, vertikale Integration

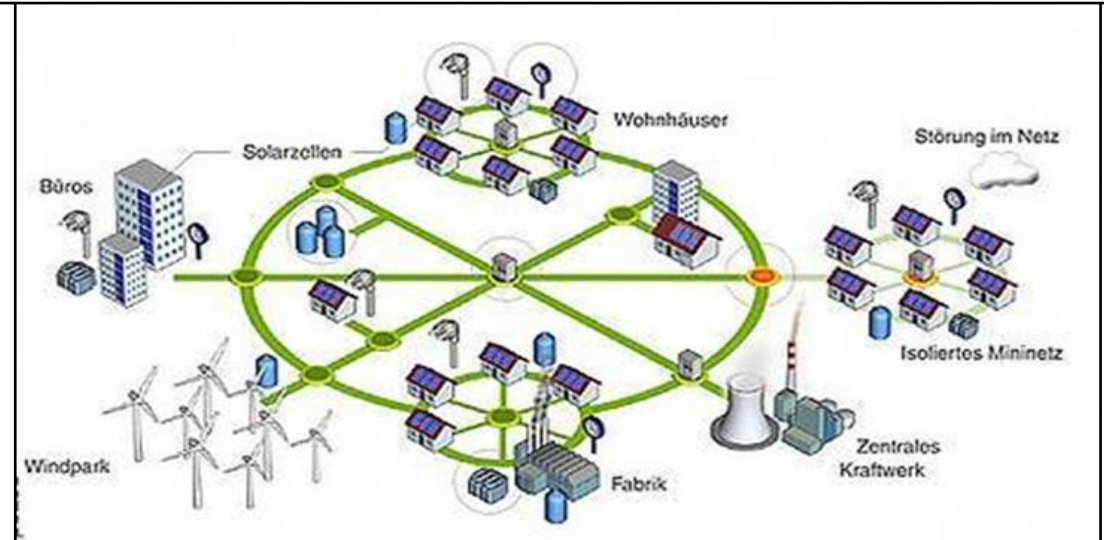


- Wenig Wettbewerb
- Kontrollierte Innovation (Fokus Nuklearenergie)
- zentralisierte Entscheide
- Konsument bleibt Konsument
- Kraftwerke laufen bis zum technischen Ende

Neue Welt: Wettbewerb

Handel auf offenen Netzen, dezentrale Eigenerzeugung mit Netzeinspeisung mit
Stromhandel, viele neue Kraftwerkstypen

Netz von Erzeugung getrennt: Swissgrid betreibt Hochspannungsnetz

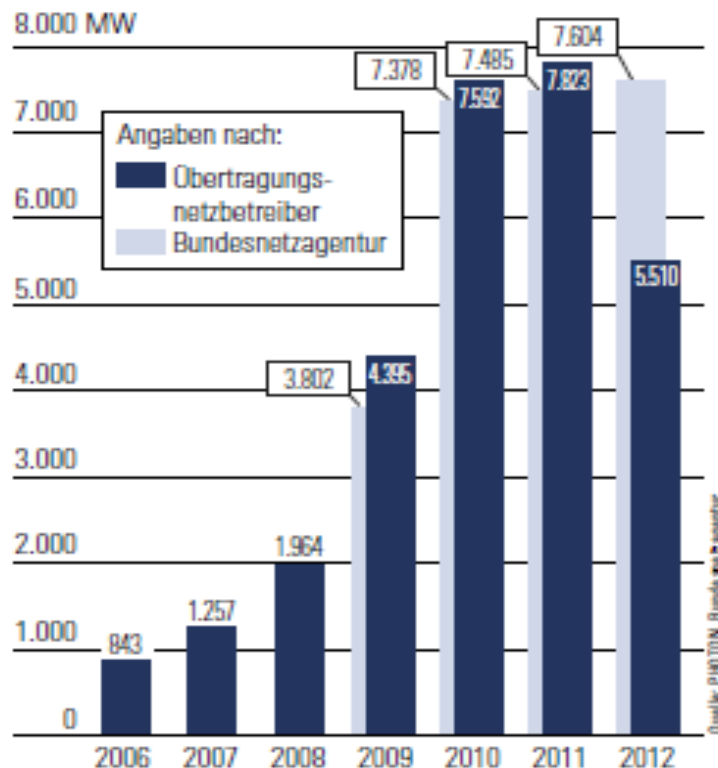


- Wettbewerb, Kostendruck
- Dezentrale, «disruptive» Innovation
- Dezentrale Entscheide
- Konsument produziert, speichert, konsumiert
- Kraftwerke laufen bis zum wirtschaftlichen Ende

Industrialisierung der Energiewende: rot-grüne Regierung 1998-2005

Deutscher Solarboom dank gesetzlichen Einspeisevergütungen, nicht wegen deutscher Sonne

7000 MW /2010-2012
war Initialzündung für PV



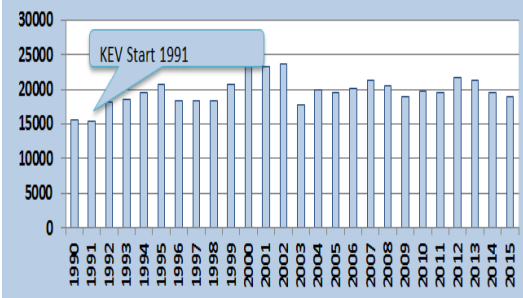
Investoren brauchten Sicherheit und Rendite!
Einspeisegesetz 1990, 2004 EEG

- Sichere Vergütung über 20 Jahre
 - Regulierte Eigenkapital -Rendite 7%
- Vorrang beim Netzzugang
- Günstige Refinanzierung (Kreditanstalt für Wiederaufbau)
- Deutsche Technologiebasis
 - Forschung & Entwicklung
- Erfolgsgeschichte wurde danach politisch von der Atomlobby abgewürgt (2010/2011 CDU, FDP)
 - Affenliebe zur Kernenergie, hoch irrationales Verhalten
- Ab 2010 von China erfolgreich kopiert
 - Deutschland später (2014): Umstellung auf Ausschreibungen
 - Neuer Boom: Eigenverbrauch, Ausbau Netze

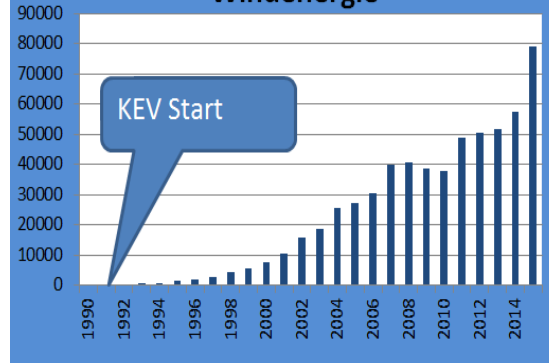
Deutschland: Erneuerbare von 3 % (1990) auf 62 % (2026) Anteil im Strommix

Entscheidend zu Beginn: KEV kostendeckende Vergütung für erneuerbare Energien

Wasserkraft



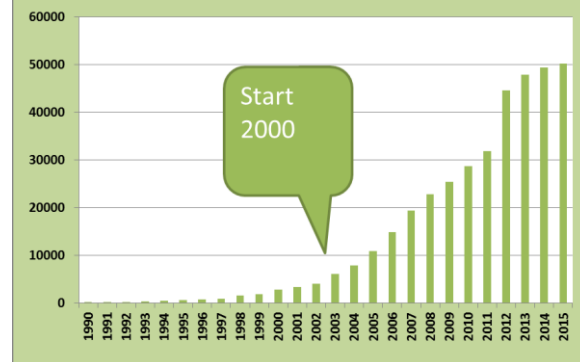
Windenergie



Photovoltaik



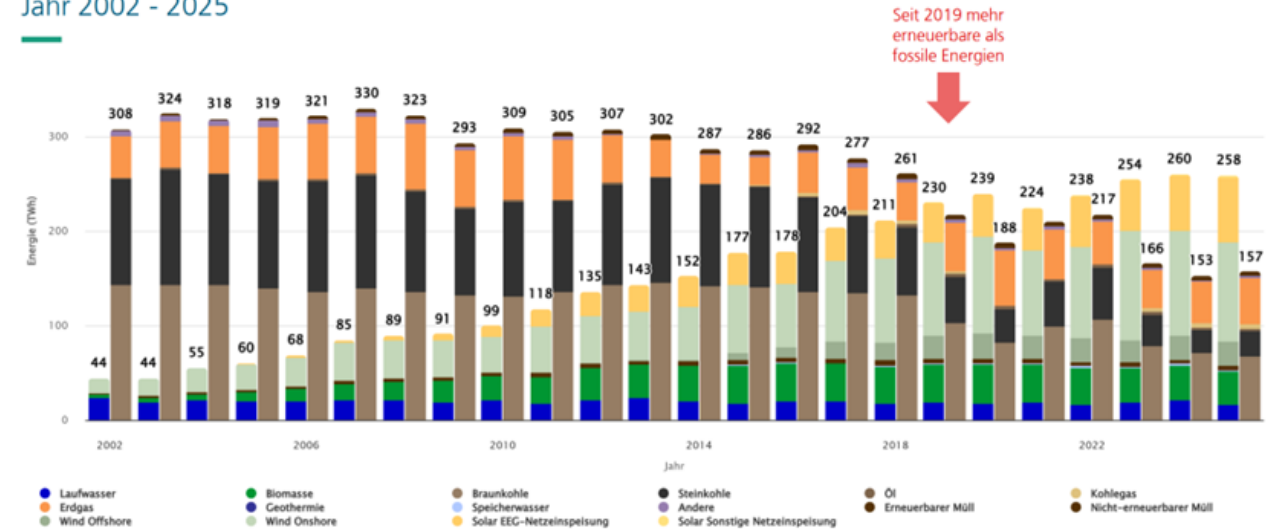
Biomasse und biogener Abfall



**Vergütungssicherheit bestimmt
Ausbautempo!**

Beispiel deutsche Stromerzeugung

Öffentliche Nettostromerzeugung aus erneuerbaren und fossilen Quellen Jahr 2002 - 2025



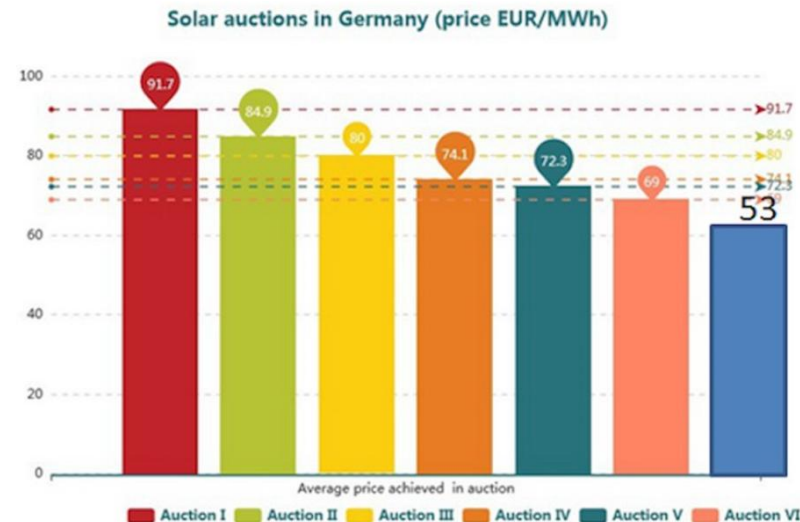
Energy-Charts.info; Datenquelle: ENTSO-E, AGEE-Stat, Destatis, Fraunhofer ISE, AG Energiebilanzen; Letztes Update: 28.08.2026, 09:41 MESZ

Quelle: https://www.energy-charts.info/charts/energy/chart.html?l=de&c=DE&chartColumnSorting=default&interval=year&year=-1&legendItems=4x07vnu&stacking=stacked_grouped

22

© Fraunhofer ISE

Wettbewerb senkt Preise: von 9 auf 5 Cents/kWh in zwei Jahren (2015/2016) dank Ausschreibungen



Von 9 Cents auf 5 Cents/kWh in zwei Jahren

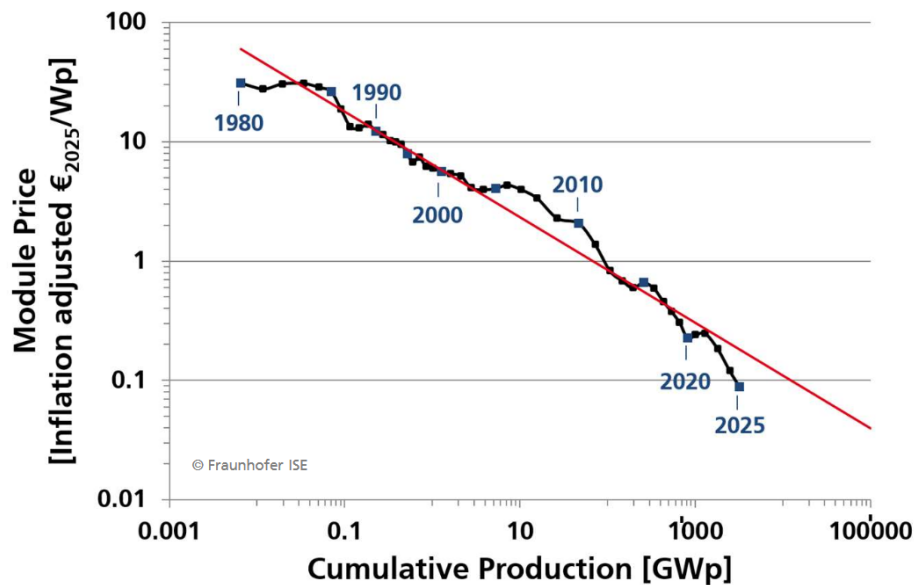
53 Euro / MWh =
5,3 Cents/kWh

Lernkurve der PV:

26% Preisrückgang bei jeder Verdoppelung der Leistung

Price Experience Curve

Includes all Commercially Available PV Technologies



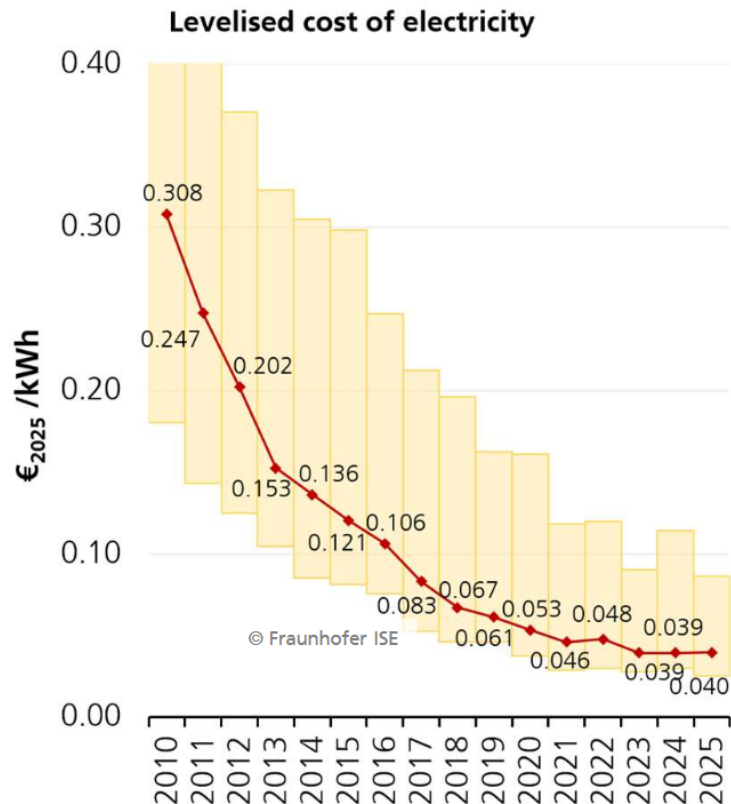
Data: from 1980 to 2010 estimation from different sources: Strategies Unlimited, Navigant Consulting, EUPD, pvXchange; from 2011 until 2021: IHS Markit; since 2022 ITRPV/VDMA: ISE; Graph: PSE Projects GmbH 2026.

Learning Rate:
Each time the cumulative PV module production doubled, the module price dropped about 26.6% over the past 45 years.

- **Forschung ab 1950er Jahre**
 - Zellen für Satelliten
- **Pilotprogramme (Deutschland)**
 - Tausend-Dächer-Programm 1990
 - Hunderttausend-Dächer-Programm 1999
- **Einspeisevergütung ab 2004**
 - **0,57 € (CH: 90 Rappen) pro kWh**
- **Ausschreibungen ab 2014 (D gleitende Marktprämie)**
 - Recht auf Eigenverbrauch (CH 2014)
 - Atomausstieg vollzogen (D 2023)
- **Gleitende Marktprämie / CfD**

Preiskurve PV (Levelized cost of energy LCOE)

2026: € 0,04 / kWh



Data: IRENA (2026), Renewable Power Generation Costs in 2025, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. Currency converted from USD to EUR. Date of data: July 2026
Currency converted from USD to EUR

- The global weighted average LCoE for 2025 for large PV systems is 0.040 €/kWh (= 40 €/MWh).
- The 5th percentile is a value associated with the location within the data where 5% of the data is below that value. For 2025, the 5th percentile is 0.025 €/kWh (= 25 €/MWh).
- The 95th percentile is the value where 5% of the data has a higher value. For 2025 the 95th percentile is 0.086 €/kWh (= 86 €/MWh).
- Over the past 15 years, electricity generation costs of utility-scale PV systems have fallen by an average of around 12.8% compared to the previous year.

Übersicht

1. Programm
 2. Wachstum der neuen erneuerbaren Energien weltweit
 3. Treiber der Transition: Kosten, Dezentralisierung, Marktöffnung
 4. **Bedeutung des Begriffs Disruption**
 5. Einfluss der Energie- und Klimapolitik:
 6. EU-Emissionshandel, Auktionen (contracts for difference), gleitende Marktprämie, Power Purchase Agreements (PPA),
 7. Zentrale Herausforderungen von 100% erneuerbaren Energien
 8. Eigenverbrauch, erweiterter Eigenverbrauch,
- Gruppenarbeit: Entwicklung eines PV-Projekts (Dachanlage)
- Diskussion der Projekte und Diskussion

Was ist Disruption?

"Eine disruptive Technologie (engl. disrupt – unterbrechen, zerreißen) ist eine Innovation, die eine bestehende Technologie, ein bestehendes Produkt oder eine bestehende Dienstleistung vollständig verdrängt" (Wikipedia).

- *Für die etablierten Anbieter unerwartet und*
- *für diese wegen des kleinen Kundensegmentes zuerst meist uninteressant.*
- *Disruptive Technologien sind etablierten Produkten anfangs unterlegen*
(Clayton M. Christensen)
- *Disruptive Technologien werden vone etablierten Anbietern oft bekämpft.*

Beispiele

VoIP-Technologie - Digitalkamera- Filmkamera/ Halbleiterelektronik – Bildröhren / Automobil – Pferdekutsche / Desktop-Publishing
- Druckvorstufe Papiermontage, Reprotechnik, Bleisatz / CAD - technisches Zeichnen/ Compact Disk - Vinyl-Schallplatten / DVD -
VHS-Videobänder / Flachbildschirme – Röhrenmonitore / Diesellokomotive und Elektrolokomotive - Dampflokomotive /
Smartphones mit Touchscreens - Handys mit Tastatur (Nokia) / Erneuerbare Energien - Kohlekraftwerk, Atomkraftwerk,
Gaskraftwerk / Elektroautos - Autos mit Verbrennungsmotoren

Aber: Disruption ist nichts neues, lediglich die Frequenzen
sind anders als früher



1900 New York 5th avenue

Aber: Disruption ist nichts neues, lediglich die Frequenzen
sind anders als früher

DISRUPTION



1900 New York 5th avenue



1913 New York 5th avenue



1913 New York 5th avenue

Disruptionen laufen sehr rasch

Disruptionen und Kosten



Beispiele für Disruption:

- Digitalkamera- Filmkamera/ Halbleiterelektronik – Bildröhren /
- Automobil – Pferdekutsche /
- Desktop-Publishing - Druckvorstufe Papiermontage, Reprotechnik, Bleisatz
- CAD - technisches Zeichnen
- Compact Disk - Vinyl-Schallplatten
- DVD - VHS-Videobänder
- Flachbildschirme – Röhrenmonitore
- Diesellokomotive und Elektrolokomotive - Dampflokomotive
- Smartphones mit Touchscreens - Handys mit Tastatur (Nokia)
- Erneuerbare Energien - Kohlekraftwerk, Atomkraftwerk, Gaskraftwerk /
- Elektroautos - Autos mit Verbrennungsmotoren
- VoIP-Technologie

«the iPhone is a niche product»

Olli-Pekka Kallasvuo, CEO Nokia - 2008



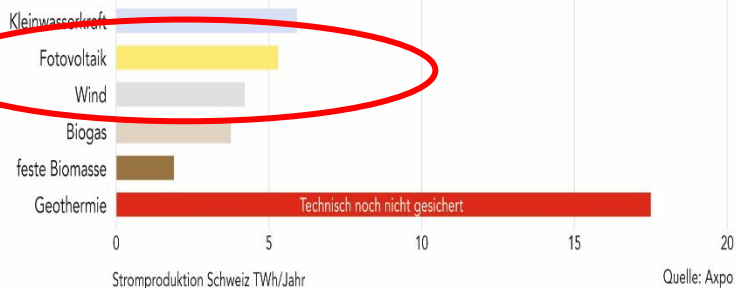
«Nokia-Moment»

Seit 5 Jahrzehnten werden erneuerbare Energien von Monopolisten schlecht gemacht

Die drei Vorsitzenden der Atomkonzerne (bis 2012):
Heinz Karrer, CEO Axpo bis 2014
Giovanni Leonardi, CEO Alpiq bis 2012 (früher Atel)
Kurt Rohrbach, CEO Bernische Kraftwerke bis 2013 (BKW)



Technisches Potenzial neue erneuerbare Energien in der Schweiz nach 2050
ohne Berücksichtigung der Kosten und der Raumplanung



Das Axpo-Märchen (Originalgrafik)

Das BKW-Märchen (Originalgrafik)

Technologien



- **Neue erneuerbare Energien**
noch nicht konkurrenzfähig,
fehlendes Potenzial
- **Neue Technologien**
wie Kernfusion, Brennstoffzellen,
H₂, Deep Heat Mining
kommerziell nicht bereit
- **Wasserkraft**
weitgehend ausgeschöpft

Schliessen der
Energielücke
Schweiz.

- zwei Optionen:
- Gaskraftwerke
 - Kernkraftwerke

1to1
energy

atel

Energiepotenzial: Dezimalstellen und Proportionen

00,00

Für die beiden Dezimalstellen
vor dem Komma benötigen wir
in der Schweiz und in Europa
neue grosse Kraftwerke.

Neue erneuerbare Energien
sind wichtig. Aber: Sie lösen das
Problem auf den beiden Dezimal-
stellen hinter dem Komma.

Das Alpiq-Märchen (Originalgrafik)



Das alles ist nicht einzigartig Weltweite Attacken der Atomlobby (immer von rechts)

**David Cameron (Tory): verbietet von onshore Windturbinen
2016-2024**

**Markus Söder CSU, Horst Seehofer: 10H-Regel stoppt
Windenergie in Bayern. Blockiert Netzausbau von Norden**



**Mariano Rajoy (PP):
Sonnen-Steuer für Spanien auf PV 2012-2018**

**Ebba Busch (Christdemokratin) stoppt 13 Offshore
Windfarmen in Schweden und setzt wegen Putin auf AKWs (!)
(Nov.24)**



**Donald Trump: Verbiendet offshore Wind,
zerstört Rechtsgrundlagen für
erneuerbare Energien (2025)**

**Albert Rösti: Volksentscheide sind ihm egal
Schulterschluss mit Atomlobby (2025)
war selber Präsident («Aves»)**



Festhalten am Alten: Es geht nicht um Strom, sondern um vermeintliche Erlösung (Ersatzreligion: «*too cheap to meter*»).

- Unentwegte Diffamierung der Erneuerbaren
- Missachtung der gesetzlichen EE-Ausbauziele
- Leugnung von Kosten & Risiko der Atomenergie
- Wechselnde Argumente
 - «fehlendes Potenzial der Erneuerbaren»
 - «Wetterabhängige Produktion»
 - «Potenzial für maximal 200 Windturbinen»
 - «Winterstromlücke»

Bundesrat Albert Rösli: «Es muss...»

«Es muss möglich sein, Leibstadt oder Gösgen mit einem neuen AKW zu ersetzen»

Der Umwelt-, Verkehrs- und Energieminister Albert Rösli wehrt sich gegen den Vorwurf der Grünen, er respektiere die Demokratie nicht. Im Gespräch mit Jannik Belser und David Vonplon erklärt er, wie er den Ausstieg aus den fossilen Energien vorantreiben will.

Herr Bundesrat Rösli, sind Sie der Donald Trump der Schweiz? Wo kommen Sie her?

Die grüne Parteichefin Lisa Mazurek sagt kürzlich in einer Rede, Ihre Klimapolitik sei so verheerend wie die von Donald Trump.

Diese Kritik ist nicht nachvollziehbar. Anfang Jahr hat der Bundesrat unter meiner Federführung vier Gesetze in Kraft gesetzt: das Klima- und Innovationsgesetz, das CO₂-Gesetz, das Stromgesetz und das Kraftstoffgesetz. Sie sind die Grundlage für den Ausstieg aus den fossilen Energien. Gerade beim Stromgesetz selbst habe ich mich in Anspruch genommen, dass ich wesentlich dazu beigetragen habe, dass Volk und Parlament die Vorlage gutgeheissen haben. Ich habe dafür gesagt, dass im Parlament ein Kompromiss gelang. Bei der Parteichefin der Grünen ging das offenbar verloren.

Man weiß Ihnen auch vor, Sie würden die demokratischen Institutionen zersetzen. Sie wie Trump mit den Doktrinen werden Sie mit Verordnungen das Parlament umgehen.

Diese Aussage stammt von Alice Thöni, der Fraktionschefin der Grünen. Sie spricht mit Unwissenheit und behauptet etwas, ich habe eine Verordnung zur praktischen Weiterführung erlassen, obwohl das Volk das Gesetz abgelehnt hatte. In Tat und Wahrheit ist das Parlament nach dem Volksentscheid stark unter Druck geraten und hat in der Folge ein neues Gesetz zur Regulierung der Wäpfe verabschiedet. Ich bin es diesem Gesetz auch eine Verordnung erlassen. Sollte ich mir meine Pflicht als Bundesrat erfüllen. Nichts davon ist unannehmlich. Die neuen Angriffe der Grünen sind Ausdruck einer gewissen Hilflosigkeit. Die Umweltverbände haben sich Einsprüche gegen die Weiterentwicklung zurückgezogen.

Vier dieser Einsprüche sind zurückgezogen worden, die anderen vier sind noch in der Bearbeitung. Ich bin es dem Parlament gegenüber.



Die Hoffnung, dass Trump eine Freundschaft mit der Schweiz eingeleitet hat, ist nicht realistisch.

und den Willen, zu kämpfen. Und in der Zeit gibt es auch Bewegung beim Ausbau der Wasserkraft. Die Gewässerunterhaltungsgesellschaft Agne Vies hat öffentlich bekanntgegeben, dass sie ihre Baggerarbeiten gegen die Talsperre zurückzieht, wenn das Verbot der Verbauung der Talsperre nicht besteht. Die Gleichzeitigkeit der Landeshauptstadt Schaffhausen in Aussicht gestellt, beim Gewässerschutz im Wäpfe in der Regelgruppe konstruktiv mitarbeiten. Ich habe beide Organisationen getroffen und sie motiviert, von ihrem Willen zurückzukommen. Wir können aber vorantreiben, wenn auch in kleinen Schritten.

Keine Absicht, keine Umweltverschmutzung und Verluste an Lebensqualität zu vermeiden – im Gegensatz zu den Umweltverbänden, die Einsprüche gegen die Wasserkraftwerke. Sie engagieren sich auch dafür, dass diese Kompromisse zustande kommen. Wie können Sie sicher sein, dass die Schweizerinnen und Schweizer das Wort haben?

Etwas anderes können sich die Umweltverbände gegenüber der Öffentlichkeit kaum leisten. Damit sie auch noch von der meinstimmigen Kommission des Bundesrats umgehrt werden. Wichtig ist, dass die Kommission von den Umweltverbänden klar einfordert, dass sie nur Realisierung dieser Kraftwerke Hand haben.

Was passiert, wenn der angestrebte Kompromiss scheitert? Dann wird es in sehr unheimlichen Verweirungen kommen. Der Bundesrat wird eine klare Darstellung von der Umweltverschmutzung werden, weil die Bundesräte angestanden, es könnte es einer Volksabstimmung. Endlich kann die auf zwei Arten: Entweder ist die Aufhebung des Verbots der Verbauung der Talsperre, was ich nicht unterstützen, da die Verbauung der Talsperre

in der Atomenergie wird befürchtet, dass die Möglichkeit, die erneuerbaren Energien auszubauen, nicht, wenn alle von einem Kernkraftwerk sprechen. Wir müssen ja nicht unsere ganze Politik auf die Kernenergie aus. Mit dem Gegenwärtigen haben wir uns schon eine zusätzliche Option offen. Das Stromgesetz und die darin enthaltenen Förderbeiträge für die Erneuerbaren gehen davon aus, dass es nicht, dass wir mit den erneuerbaren Energien die Versorgungssicherheit schliessen können. Nach so gerne sagt! Denn dann brauchen wir keine neuen Kernkraftwerke. Das zeigt auch, die Kernenergiepolitik, besonders den Ausbau der erneuerbaren Energien nicht. Im Gegensatz dazu setzen wir Druck auf, dass es endlich vorantreibt.

Die Bundesräte sagen aber klar, dass sie aufgrund der hohen finanziellen und politischen Risiken keine Absicht haben, das Bau eines neuen AKW nachzubauen. Wenn können Sie das Neubauprojekt, wenn überhaupt nicht passiert? Da bin ich mir nicht so sicher. Zuerst soll ich, dass es wenigstens vorliegt, hat sein wird, stehen sich die Bundesräte in der Verantwortung. Dazu sind ja keine Privatunternehmen, sie sind im Besitz der öffentlichen Hand. Und in der Verantwortung ist klar gestellt. Die Verantwortung für die Stromversorgung liegt bei der Branche. Das Band ist mit den Gemeinden und den Kantonen für die Rahmenbedingungen zuständig. Sollte sich herausstellen, dass für die Erneuerbaren, tatsächlich der Akzeptanz fehlt und ein weiterer Ausbau nicht möglich ist, müssen über eine Revision der Rahmenbedingungen nachgedacht werden, die auch die Kernenergie einschliessen. Dann bleibt aber genügend Zeit, die die gegenwärtige Situation

Maximale Missachtung gefällter Volksentscheide
2017 und 2024

Atom-Gerontokratie unterstützt von UVEK, Bundesrat, Ständerat... Priorität: Verhindern von Windkraft, AKW-Neubauverbot aufheben



Familie Aegerter, CHF 7.50 pro Unterschrift bezahlt
Tausende gefälschter Unterschriften



23. JANUAR 2025

Solarexpress gescheitert,
jetzt soll's Windenergie
richten:Axpo und VSE fordern
bis zu 3'000 Windturbinen

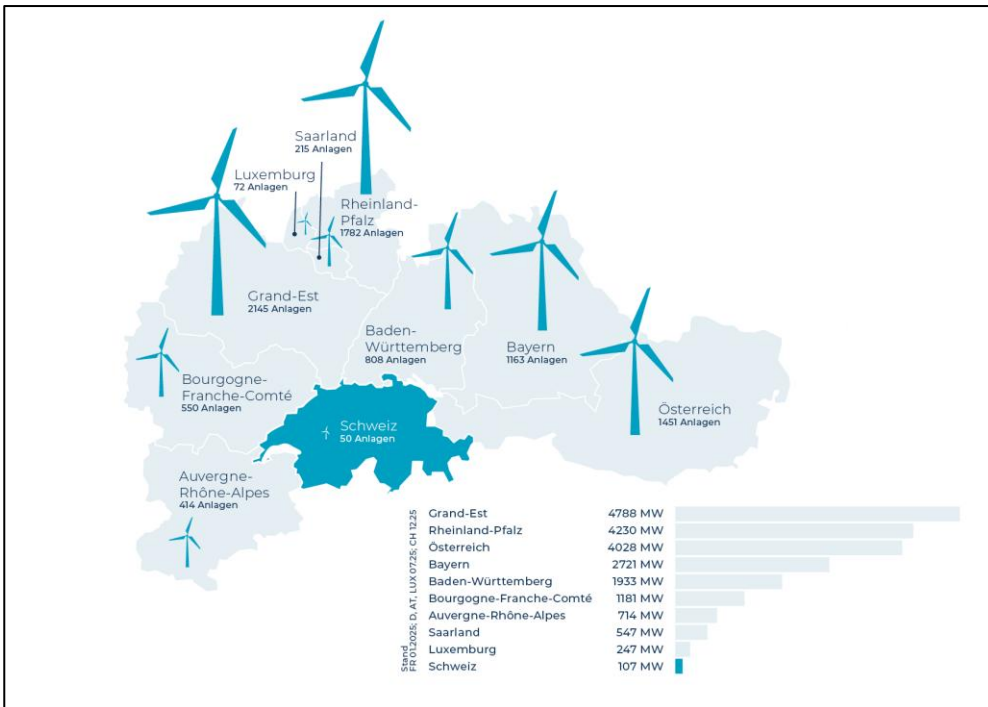


Freie Landschaft
Schweiz
Elias Vogt,
Präsident

- Freie Landschaft verhindert Windkraft systematisch
- Gilt als «Umweltorganisation»
 - Mit Verbandsbeschwerderecht
- erhält Spende von 520'000 CHF
- Albert Rösti & Bafu verhindern Offenlegung der Geldquellen
- Korruption & Sponsoring durch die Atomlobby

Quelle Le Temps 9.4.2025

Österreich hat 40 mal mehr Windkraft als CH



Locally bumpy but globally smooth

Countries will face setbacks and breakthroughs even as global growth continues steadily

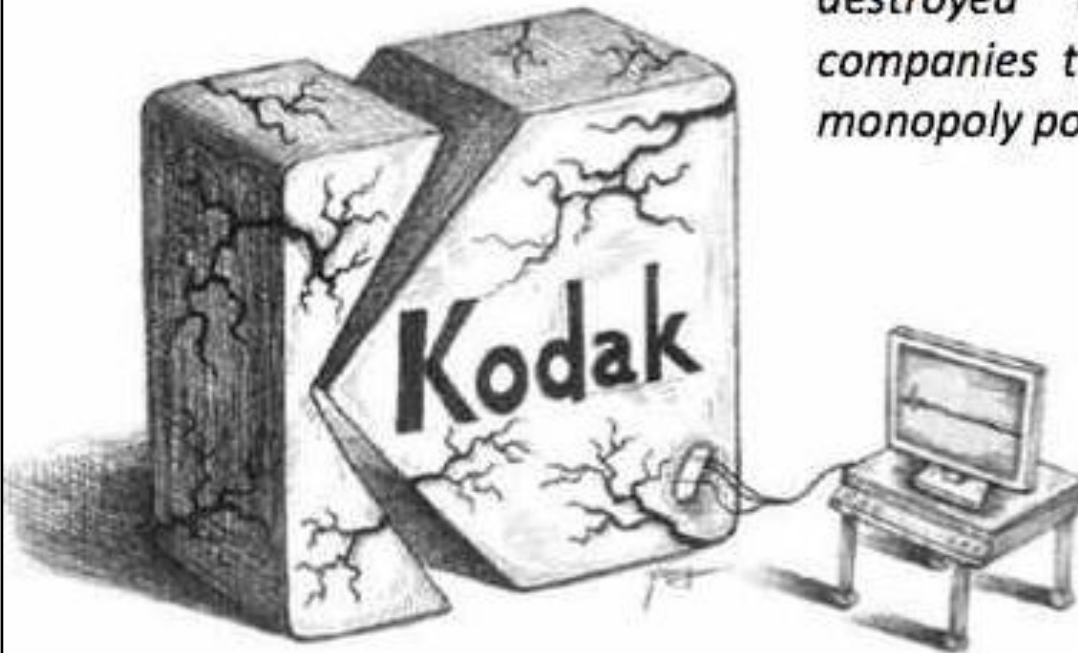


Lokal stop and go, global kontinuierlich

“Kreative Zerstörung” (Josef Schumpeter, Ökonom 1883-1950)

The gale of creative destruction

In capitalism, innovative entry by entrepreneurs was the force that sustained economic growth, even as it destroyed the value of established companies that enjoyed some degree of monopoly power – Joseph Schumpeter



Nokia Momente in der Autoindustrie



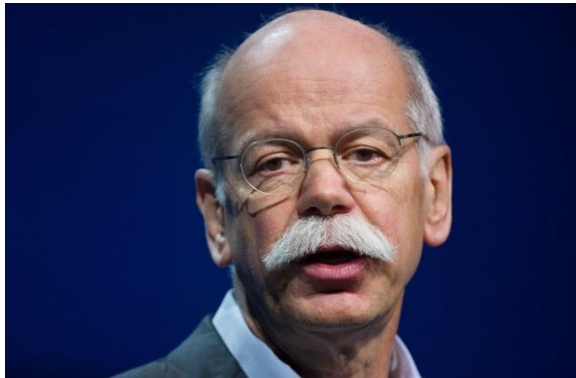
**Martin Winterkorn,
VW**

«Clean Diesel» Hauptverantwortlich für Dieselgate



Ferdinand Piëch, VW

" „Ein Elektroauto mit 300 Kilometern Reichweite wird es nicht geben.“



**Dieter Zetsche,
Daimler AG**

**„Wir brauchen in Deutschland keine Zwangsmaßnahmen“
– zur Verpflichtung auf Elektroautos bzw. Auflagen gegen
Verbrenner. DIE WELT**

Nokia Momente in der Autoindustrie



vs.



Car

ID4

SEAL

German Price

€46,335

€41,990

Gross Margin

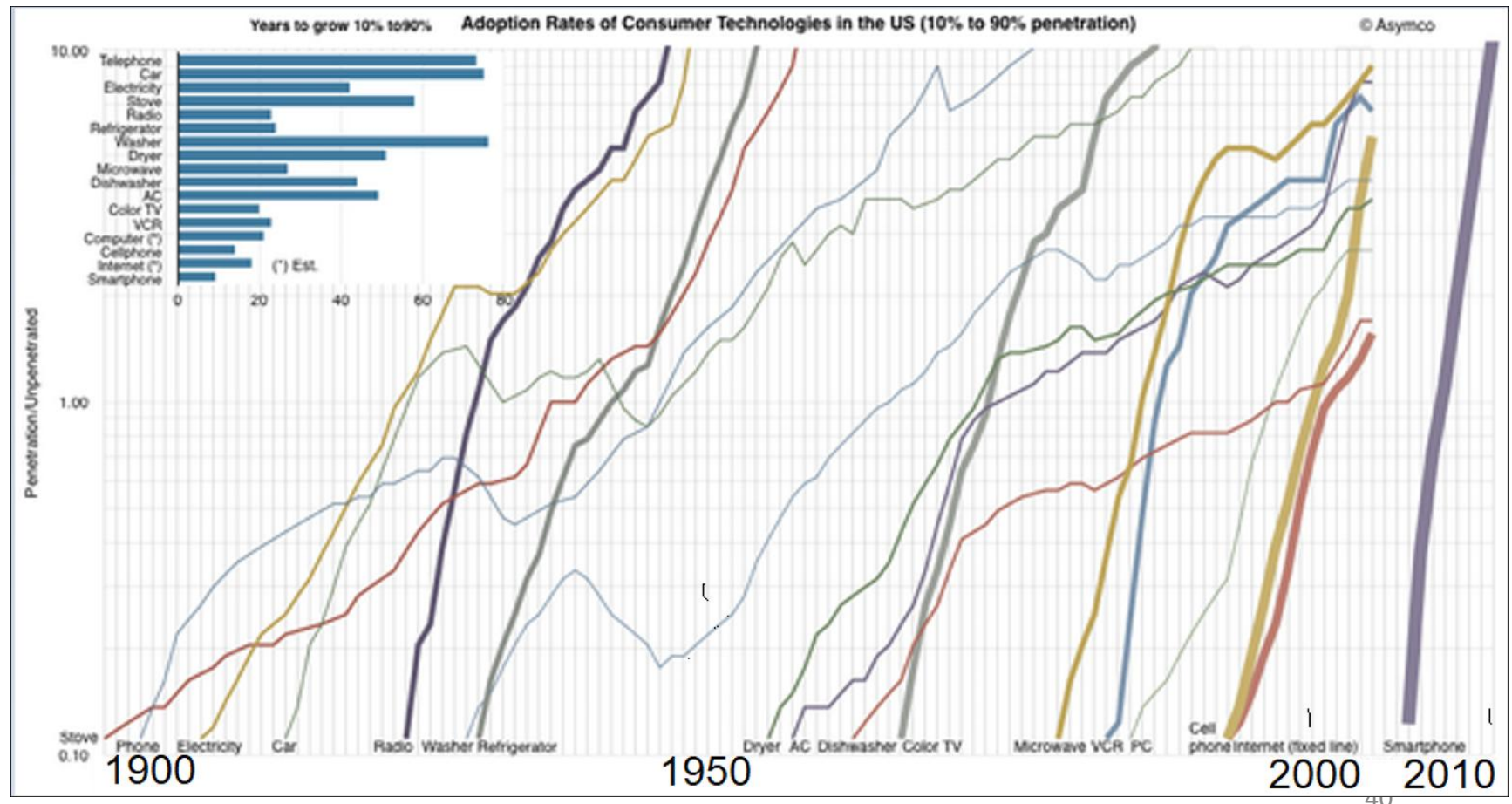
20%

50%

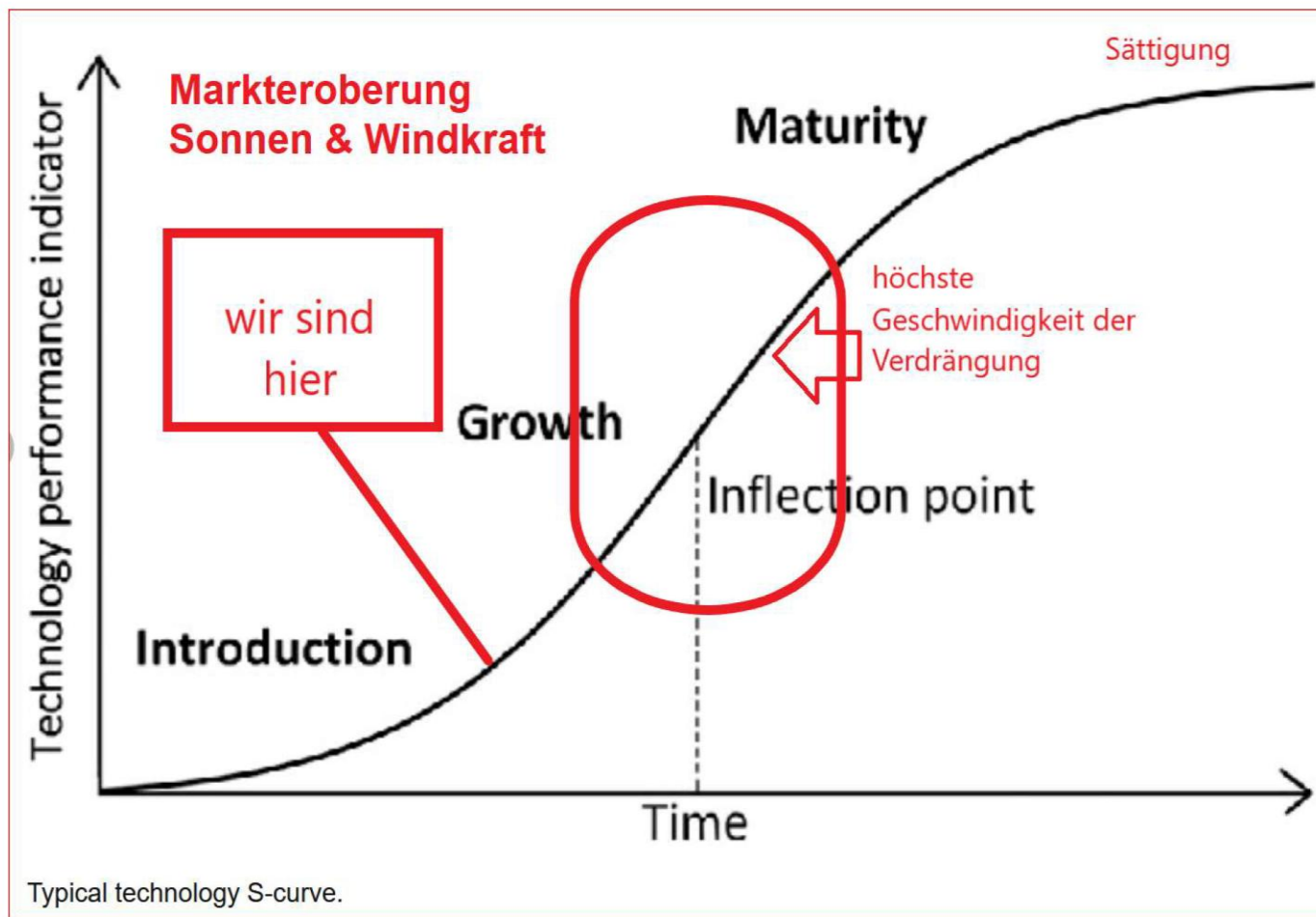
PV + Batterien folgen dem Verbreitungsmuster von Massenkongsumgütern (zB. Radio, Auto, TV, Handys usw.)

Marktdurchdringung von Massenkongsumgütern (USA)

- Jüngere S-Kurven brauchen 10-20 Jahre bis zur Sättigung
- Jüngere S-Kurven verlaufen steiler als ältere.
- Dezentrale Akteure



In Wirklichkeit geht es um eine S-Kurve: die neue Energiewirtschaft wächst analog zu Massenkonsumgütern



Potenziale sind extrem gross und dezentral zugänglich

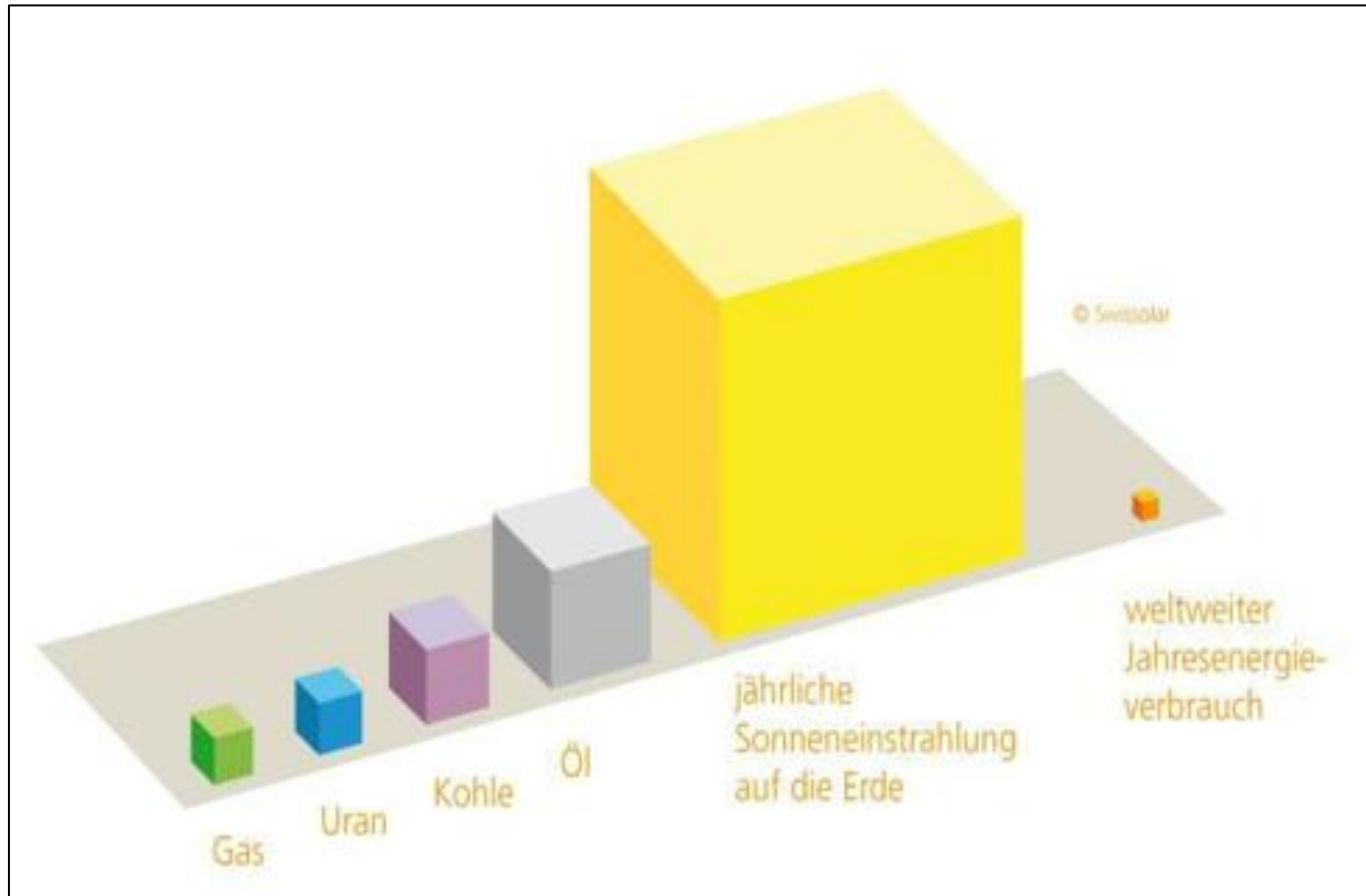
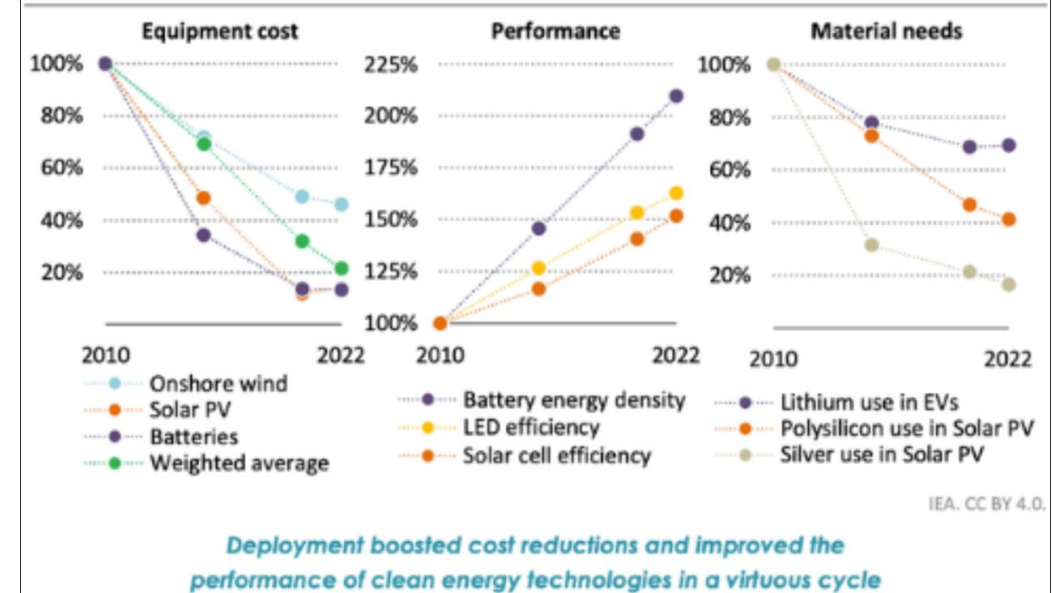


Figure 1.22 ▶ Equipment cost, performance and material needs per unit for selected clean energy technologies, 2010-2022

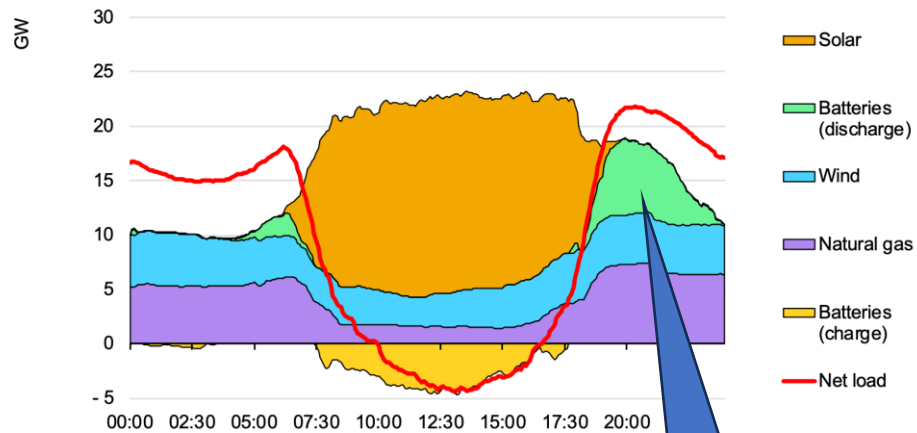


International Energy Agency (IEA): Net Zero Roadmap A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach 2023 Update

Der Folgeeffekt von billigem und sauberem Strom ist die Elektrifizierung von fast allem. CO₂-Emissionen ausserhalb des Stromsektors sinken: Industrie, Mobilität, Wärme

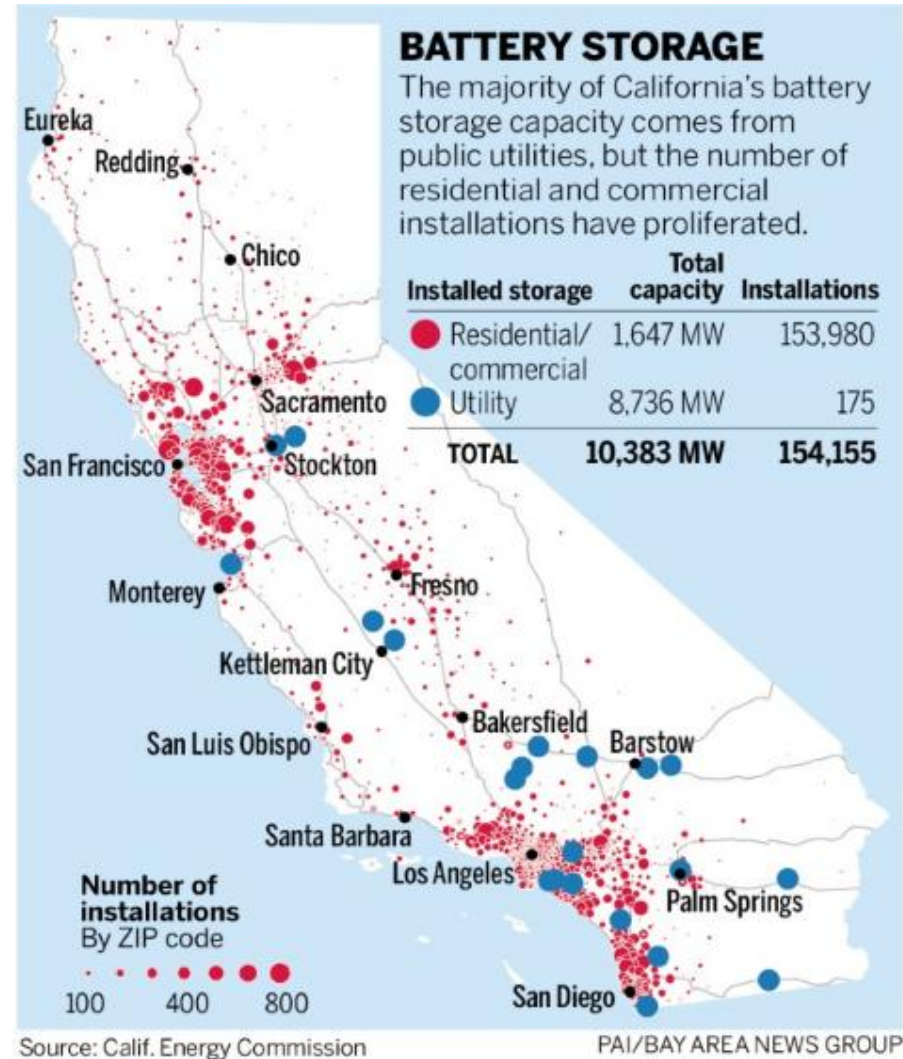
Marktteilnehmende reagieren: Investitionen in Speicher Batterien decken die Abendspitze

Generation profile in California (CAISO) for selected technologies, 30 April 2024



IEA. CC BY 4.0.

Grün:
Stromlieferung
aus Batterien



CALIFORNIA CHARGING UP

Since 2015, California has expanded its battery storage capacity from 55 megawatts to 10,383 megawatts. That is more grid battery storage than any place in the world except China.

Annual statewide growth of battery storage, 2015-2024

Year	Megawatts
2015	55
2016	151
2017	251
2018	758
2019	928
2020	1,474
2021	3,556
2022	6,578
2023	9,834
2024	10,383

Source: Calif. Energy Commission
JEFF DURHAM/BAY AREA NEWS GROUP

«Death spiral» der nichterneuerbare Energien

Ursachen

- Erschöpfung Ressourcen
 - ÖL, Gas, Uran, Kohle
 - Preisanstieg
- Längere Lieferketten und Transportkosten
 - LNG aus USA (Liquid natural gas)
 - sibirisches Öl statt Nordsee-Öl
- Sinkende Auslastung der Verteilnetze
 - Beispiel Gasnetze Schweiz, Ölpipelines
 - Gebührenanstieg für verbleibende Kundschaft
- Sinkende Auslastung Kraftwerke
 - Höhere Fixkosten, höhere Preise

Vorteile der Erneuerbaren

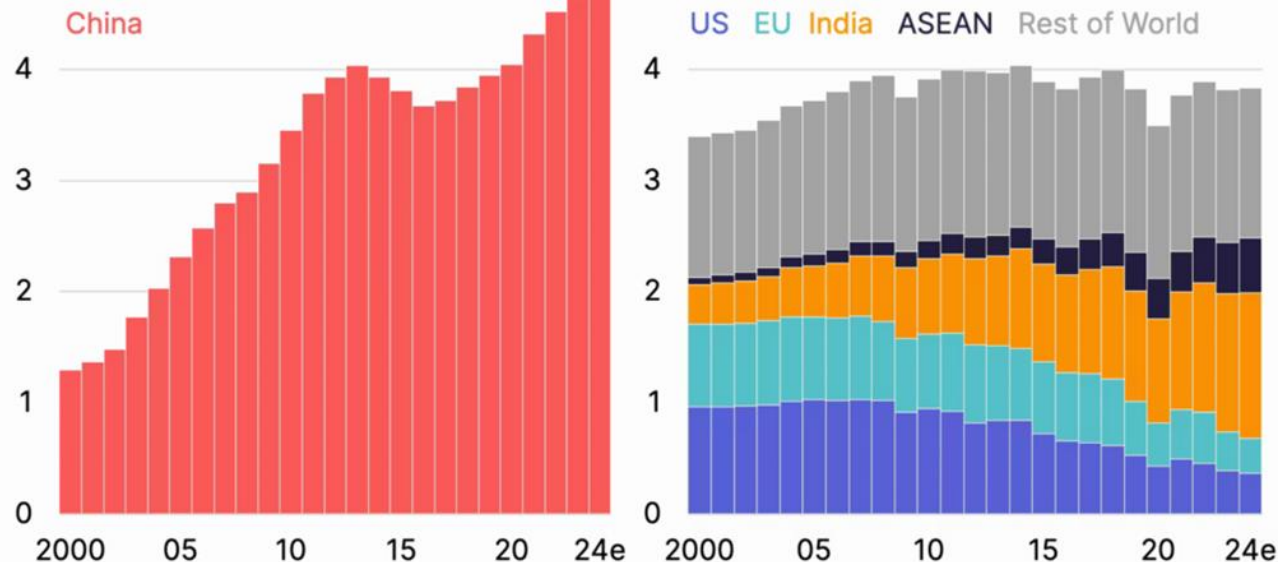
- Sinkende Kosten, Primärenergie kostenlos
- Dezentrale Verbreitungsmuster
 - Bottom up statt top down
 - KMUs erledigen «Revolution» unspektakulär
- Dezentrale Wertschöpfung
 - Strom vom Nachbarn, Arealnetze
 - Dezentrale Speicher
 - Neue Infrastrukturen: E-Bikes, E-Lastwagen, Batteriegetriebene Eisenbahnen, Wärmepumpen
- Weniger Umweltschaden
 - Luft, Lärm, CO₂
 - Keine Brennstoffe = keine Abfälle

Kohle verzeichnet Rekordverbrauch, rückläufig erst in den OECD-Ländern

8.771 billion tonnes

Global coal consumption hit an all-time high in 2024

5 billion tonnes per year



Source:
IEA

Gründe

- Monopole
- Lobbyismus, Arbeitsplätze, Gewerkschaftsmacht
- Kohle als Reservewährung, Backup
- Subventionen
- Keine offenen Märkte

Übersicht

1. Programm
 2. Wachstum der neuen erneuerbaren Energien weltweit
 3. Treiber der Transition: Kosten, Dezentralisierung, Marktöffnung
 4. Bedeutung des Begriffs Disruption
 5. Einfluss der Energie- und Klimapolitik: EU-Emissionshandel, Auktionen (contracts for difference), gleitende Marktprämie, Power Purchase Agreements (PPA),
 6. Zentrale Herausforderungen von 100% erneuerbaren Energien
 7. Eigenverbrauch, erweiterter Eigenverbrauch,
- Gruppenarbeit: Entwicklung eines PV-Projekts (Dachanlage)
Diskussion der Projekte und Diskussion

Neue EU-Ziele 2030: CO2-Reduktionen und steigender Anteil erneuerbare Energien

EU energy and climate targets (%)

	2020	2030	2050	Basis
Emissions	20	at least 40	at least 80	Below 1990 levels
Renewables	20	at least 27	tbc	Share of final energy demand
Energy efficiency	20	at least 27	tbc	Savings on projected business as usual demand
Est'd renewable electricity share	35	45	tbc	Share of final electricity demand

Emissions Neu: at least -55 %

Erneuerbare Energien : at least 32 %

Erneuerbarer Strom neu mindestens > 50% (2030)

Source: European Commission

Die neuen CO2-Reduktionsziele (minus 55%) und die angestrebte Erhöhung des Beitrags der erneuerbaren Energien (32% EE vom gesamten Energieverbrauchs) ergeben > 50% Anteil der Erneuerbaren am Stromverbrauch. Dies beeinflusst auch den CH-Strommarkt. Der Beitrag von Wind und Sonne dürfte sich bis 2030 von rund 500 auf 1000- 1500 TWh verdoppeln bzw. verdreifachen; die witterungsbedingte Volatilität der Produktion nimmt zu.

2018: Regulatoren greifen ein: CO2-Emissionshandel wird ernsthaft

Verabschiedung Marktstabilisierungsreserve (MSR) April 2018 in Brüssel

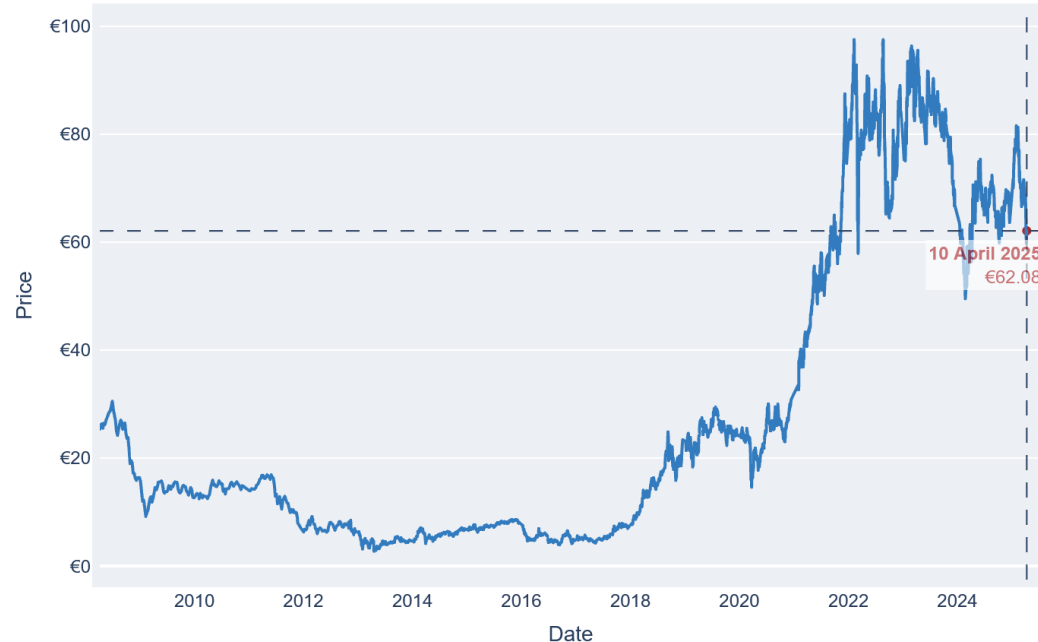
Last updated: Apr 2025

EUA Futures
10/04/2025

€62.08

Dec 25

[Source](#)



<https://sandbag.be/carbon-price-viewer/>

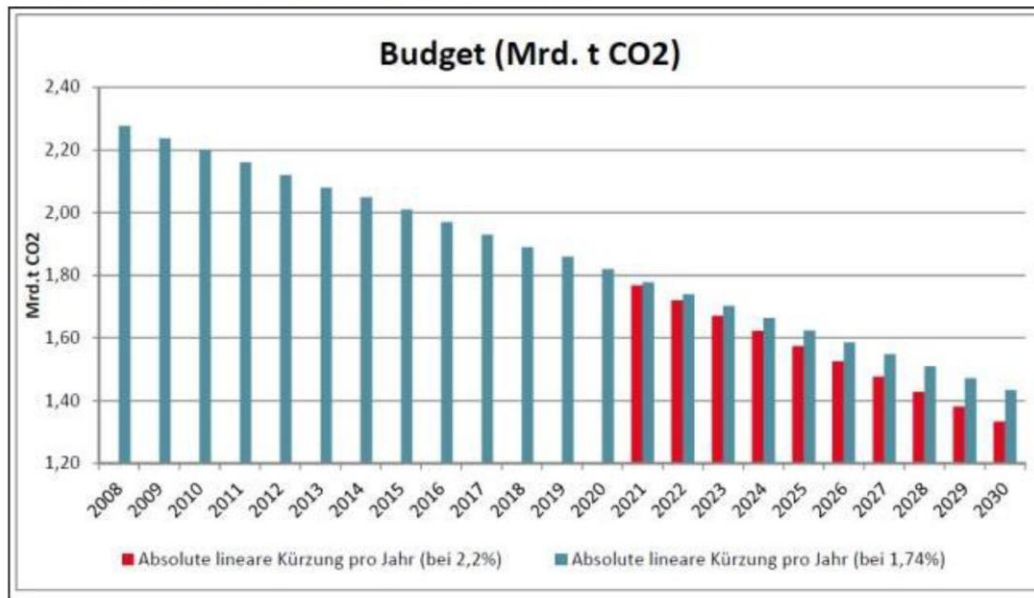


Massgeblich für diesen Erfolg war Greta Thunberg, Beginn Schulstreik am 20. August 2018

Die Einführung einer Marktstabilisierungsreserve für CO₂-Zertifikate hat die Stromerzeugung aus Kohle- und Gaskraftwerken verteuert. Der Abbau von überschüssigen Zertifikaten erfolgt doppelt so schnell wie ursprünglich geplant.

Verschärfung des CO₂-Emissionshandels: ab 2021, Löschung überschüssiger Zertifikate

LINEARER KÜRZUNGSFAKTOR

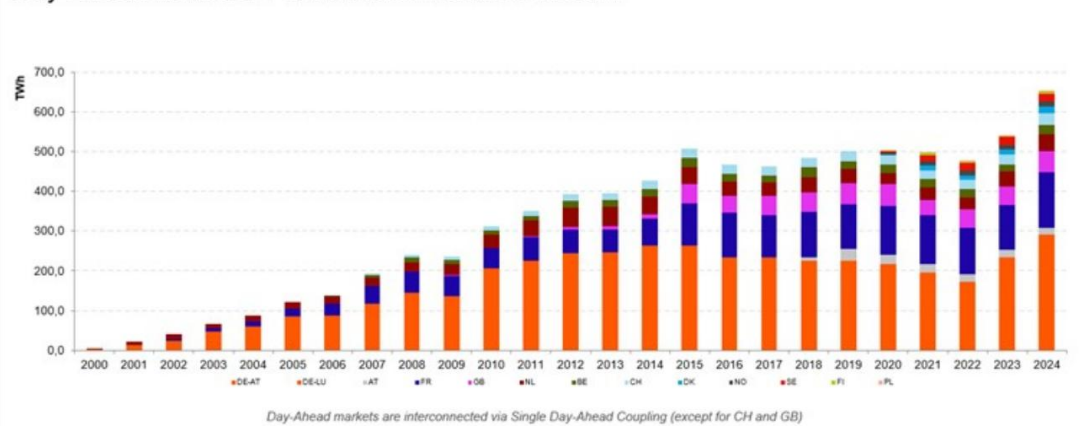


«Marktstabilisierungsreserve»:
überschüssige Zertifikate
werden vom Markt genommen
und gelöscht,
was die CO₂-Preise ansteigen
liess.

Markt-Öffnung führte zum Durchbruch des kurzfristigen Handels (Stromaustauschs an day-ahead und intra-day-Märkten)

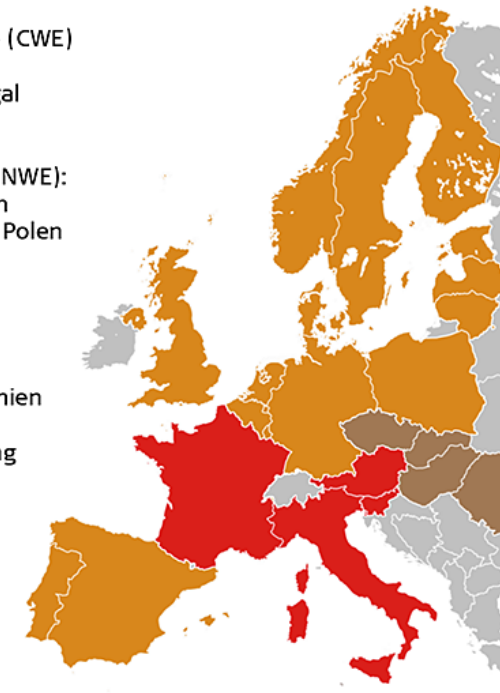
Zunahme des day ahead Handels
an der europäischen Strombörse EPEX

Day-Ahead markets: + 21% traded volumes in 2024



Market coupling:
Handel für Strom und Netzkapazitäten in einem

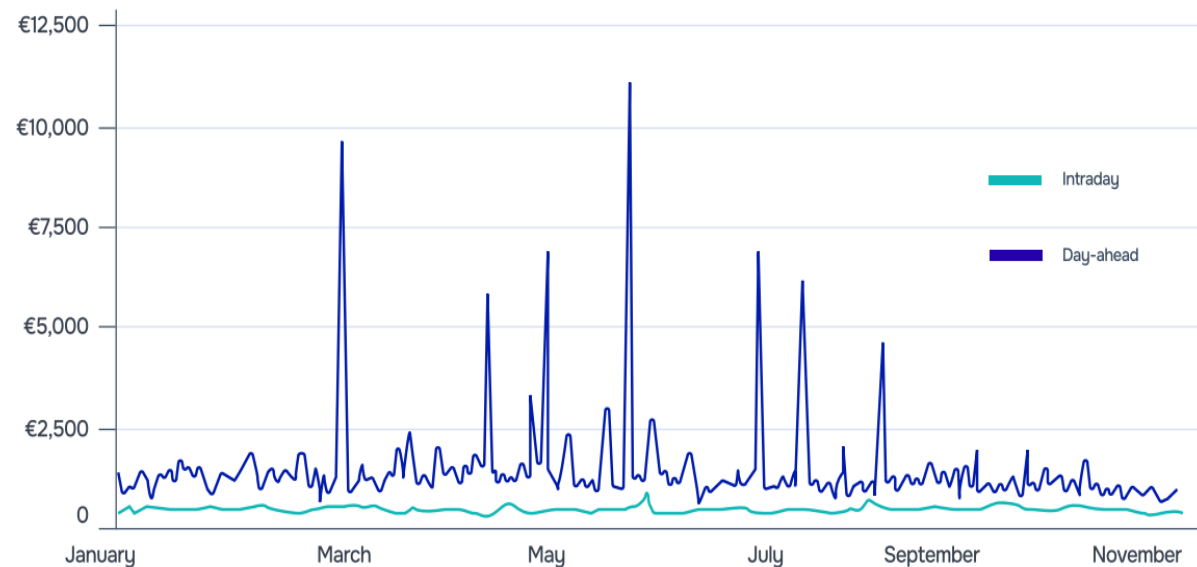
- 2006: Trilateral Market Coupling
- 2010: Market Coupling Central Western Europe (CWE)
- 2010: Market Coupling von Spanien und Portugal (South Western Europe SWE)
- 2014: Market Coupling North Western Europe (NWE): Kopplung von CWE mit Skandinavien, den baltischen Staaten, Grossbritannien und Polen
- 2014: Anschluss von Spanien und Portugal (Market Coupling von SWE mit NWE)
- 2014: 4M Market Coupling: Kopplung von Tschechien, Slowakei, Ungarn und Rumänien
- 2015: Market Coupling Italian Borders: Kopplung von Frankreich, Italien, Österreich und Slowenien



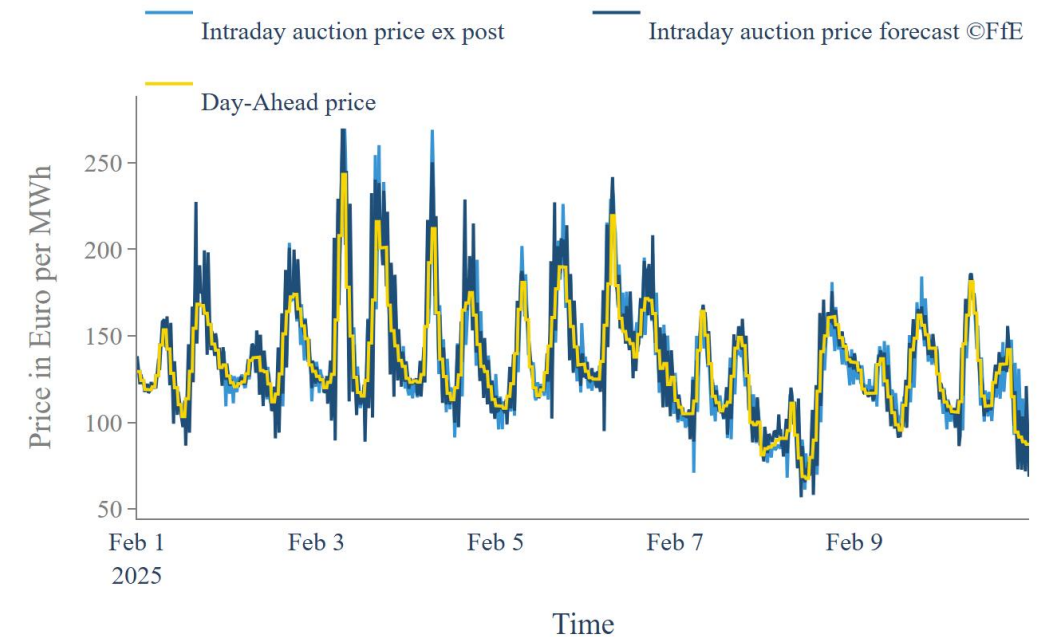
statt Langzeitverträge schnelle Deals, oft mehrmals hintereinander
Rechts: Market Coupling; Strom und Netzkapazität werden von TSOs (Transmission System Operators) gemeinsam vermarktet. (Grafik Swissgrid)

Handel an der Strombörse kennt mehrere Märkte: Flexibilität ist Trumpf & notwendige Ergänzung

INTRADAY VS. DAY-AHEAD PRICE COMPARISON (2023, GERMANY)



Forecast of the Intraday-Auction Price



Vorteile und Herausforderungen der erneuerbaren Energien

Low-cost renewables are changing the value of energy

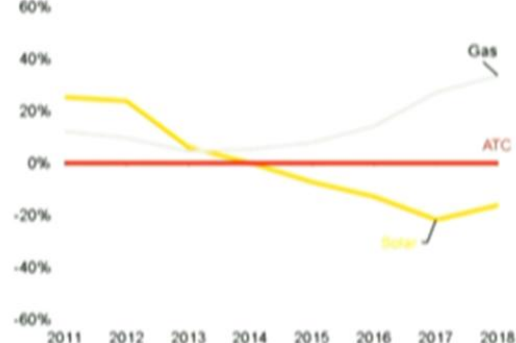
South Australia



Source: BloombergNEF

119 August 2, 2019

California



Source: BloombergNEF

BNEF Summit

BloombergNEF

- Unterschiedliche «capture rates»
- mittlere Erlöse unterscheiden sich stark nach Einspeise-Zeitpunkt:
- Gasstromerlös > Wind > Sonnenstrom-Erlös
- Wertigkeit von steuerbarer Leistung ist höher.

Herausforderungen

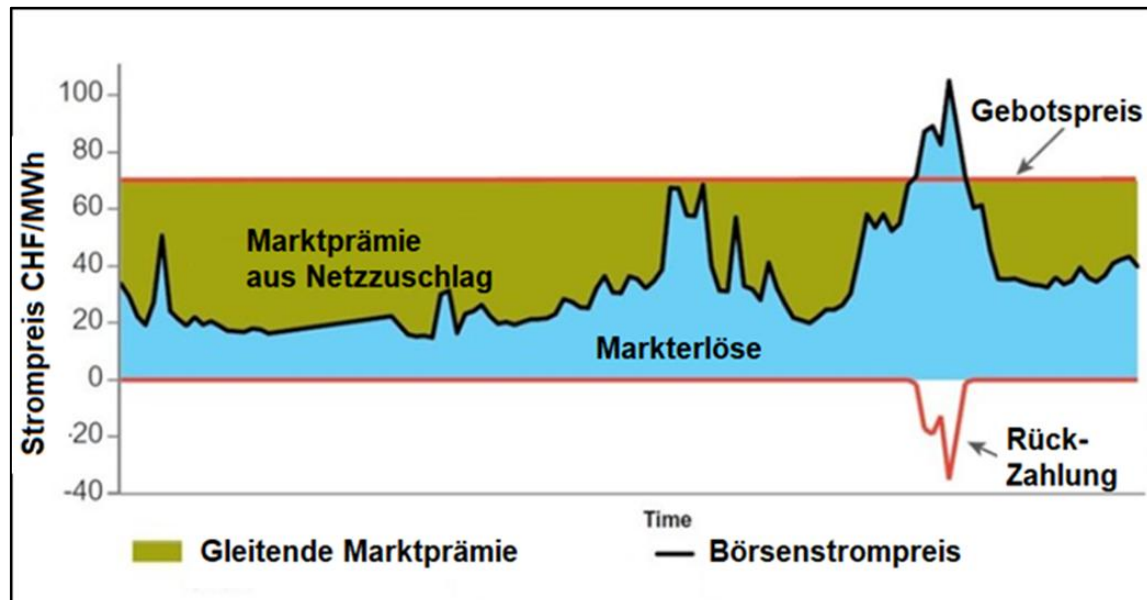
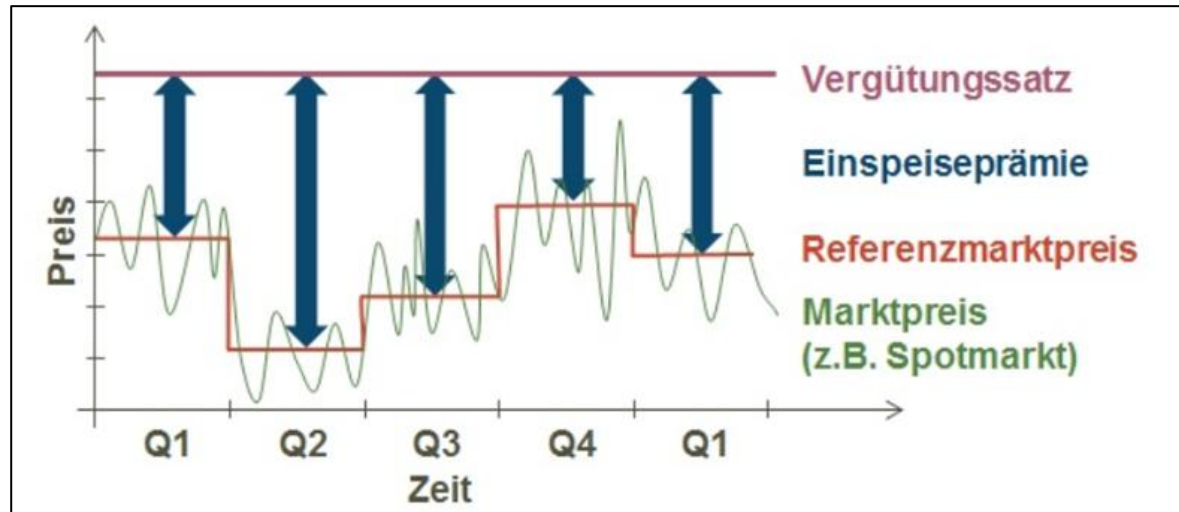
- Die meisten EE sind must-run-Techniken:
 - Wind, Sonne, Wasser
- Must-run = nicht auf Nachfrage abgestimmt. (Ausnahme: Biomasse, Speicherwasserkraft, Batterien)
- Sie treten meist zyklisch auf (Tageszeit, Witterung.
- Sie drücken mit steigendem Marktanteil die Strompreise periodisch gegen null.
- Sie sind standortgebunden und erfordern leistungsfähige Netze und Speicher.
- Sie lassen sich nur durch Wandlung länger speichern
 - Thermisch als Wärme (Boiler, Pufferspeicher, Salz)
 - Kinetisch (Wasser-bzw. Pumpspeicher, Schwungräder)
 - Chemisch (Batterien, Biomasse, Power to Gas)

Wie schafft man Rahmenbedingungen für mehr inländischen Strom aus erneuerbaren Energien?

Umweltpolitische Instrumente	geldwerter Vorteil für die Stromerzeugung	verbessert Wettbewerbsposition	schützt vor Billigstromimporten	Fördert Stromabsatz anstelle von CO2-Trägern
Emissionshandel	X	X		
auktionierte Abnahmepreise (gleitende Marktprämie)	X	X	X	
Eigenverbrauchsmöglichkeiten	X	X	X	
Power Purchase Agreements	0	0	0	
CO2-Abgabe	0	0	0	X
ZEV	X			
LEG	X			
Einspeisevergütung	X	X	X	

Preisabsicherung bleibt für Investitionen entscheidend:

«Gleitende Marktprämie» = Mindestpreis, dessen Höhe wird wettbewerblich in Auktionen ermittelt



- In CH seit 2023
- Gilt 20 Jahre, dann sind Kraftwerke im freien Markt
- Marktpreis + Marktprämie ergeben zusammen eine garantierte Gesamtvergütung (R_p/kWh).
- Wenn Marktpreis unter dem Vertragspreis liegt, zahlt der Netzzuschlagsfonds die Differenz.
- Liegt der Marktpreis höher als der auktionierte Vertragspreis, fließt der Überschuss an den Netzzuschlagsfonds zurück (z.B. während Ukraine-Kriegsbeginn).
- Marktprämie orientiert sich am Referenzmarktpreis (mengengewichteter STUNDEN-DAY-AHEAD-PREIS).
- Nur ein kleiner Teil der Stromproduktion wird am Spotmarkt gehandelt.
 - Viele Betreiber von Kraftwerken schließen langfristige Bezugsverträge ab. man spricht von Power Purchase Agreements (PPA)

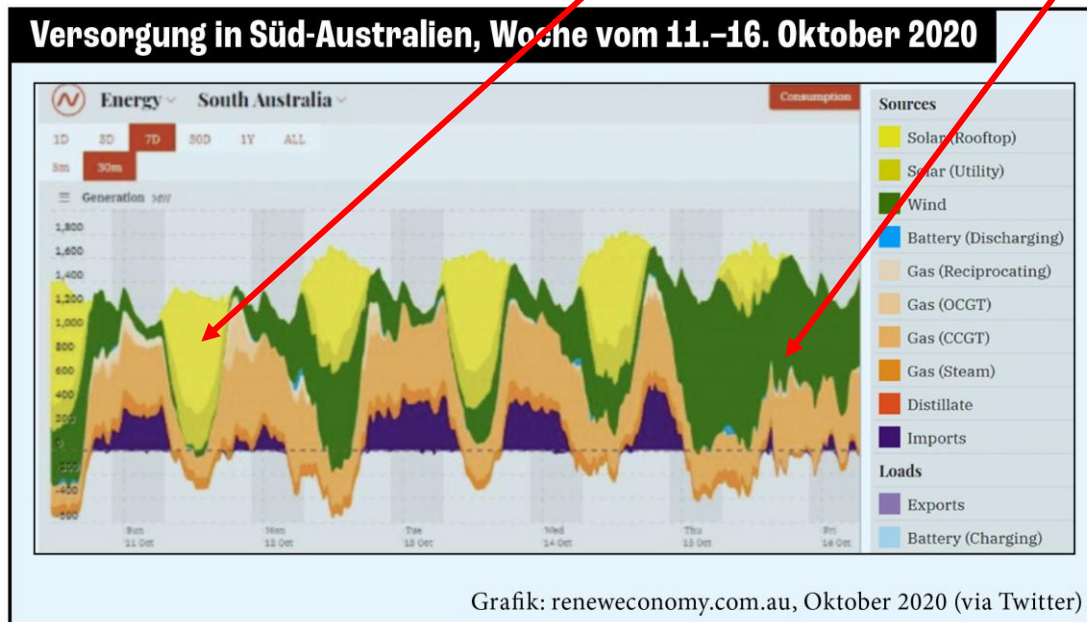
Übersicht

1. Programm
2. Wachstum der neuen erneuerbaren Energien weltweit
3. Treiber der Transition: Kosten, Dezentralisierung, Marktöffnung
4. Bedeutung des Begriffs Disruption
5. Einfluss der Energie- und Klimapolitik: EU-Emissionshandel, Auktionen (contracts for difference), gleitende Marktprämie, Power Purchase Agreements (PPA),
6. **Zentrale Herausforderungen von 100% erneuerbaren Energien**
7. Eigenverbrauch, erweiterter Eigenverbrauch,
Gruppenarbeit: Entwicklung eines PV-Projekts (Dachanlage)
Diskussion der Projekte und Diskussion

Herausforderung I: schwankende Erzeugungsleistung erfordert Flexibilität und Speicher

Beispiel Süd-Australien

Hoher Anteil an fluktuierender Produktion
phasenweise 100% aus Sonne oder aus Wind innert 1 Woche



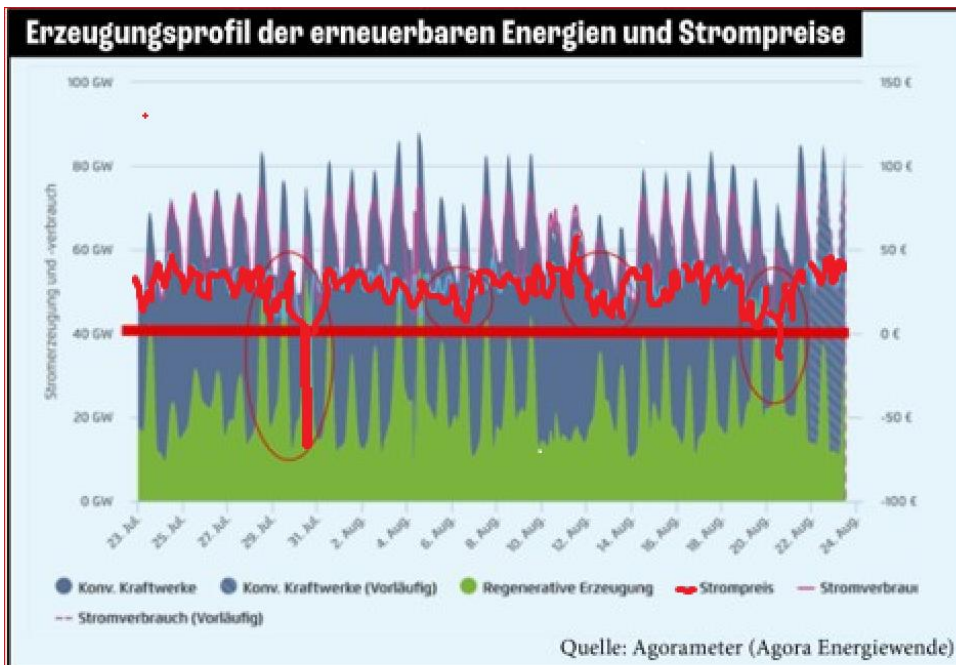
Starkes „Ramping“
= Hoher Flexibilitätsbedarf:
Lösungen:

- Mehr Batterien (inkl. Mobilität)
- Wärmespeicher
- Power to X
- Sektorkopplung

Im Bundesstaat Süd-Australien liefern Wind- und Solarstrom über 60 Prozent des durchschnittlichen Jahresverbrauchs; das Bild zeigt, wie innerhalb einer Oktoberwoche zwei unterschiedliche Stromquellen den Verbrauch vollständig deckten: am Sonntag 11. Oktober 2020 mit 100% Solarstrom, am Donnerstag 15. Oktober mit 100% Windstrom. Die Pufferung erfolgt mittels Erdgas, Import/Export und Batterien.

Herausforderung II: Marktwerttrisiko

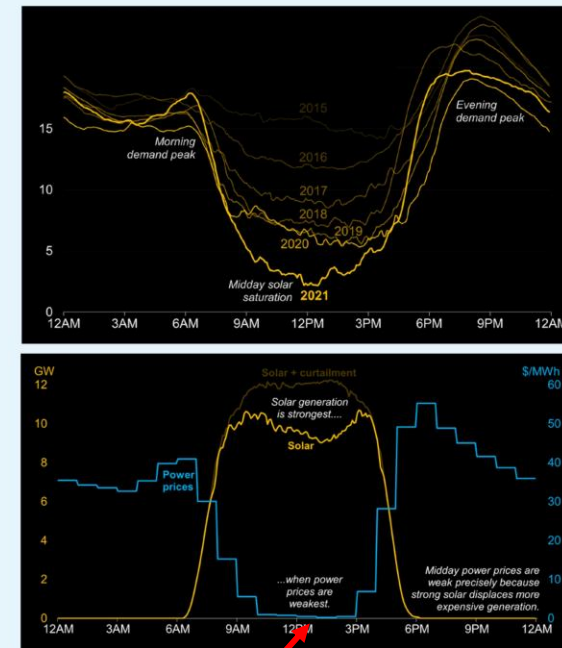
Bei Sonne oder starkem Wind sinken Preise gegen null



Wenn die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien hoch ist, sinken die Strompreise gegen null (siehe die rot eingekreiste, hellblaue Preiskurve während der markierten Zeitperioden). Die Preise werden negativ, wenn die konventionellen Kraftwerke nicht abgeregelt werden.

Witterungsbedingte Stromüberschüsse mit negativen Preisen bilden eine interessante neue Beschaffungsmöglichkeit für Speicher und flexible Verbräuche (zum Beispiel Trinkwasser-Pumpen)

Entenkurve (Lastprofil und Preisprofil in Kalifornien)



Grafiken: California Independent System Operator (CAISO)

Die «Entenkurve» (oben). Solarstromanlagen auf den Hausdächern senken die Nachfrage im Netz. Am Mittag sinkt die Last Jahr für Jahr stärker gegen null. Preiskurve (unten): Die Preise sinken bei Sonnenschein während Stunden auf null. Die Netzbetreiber bauen Batterien, um die Produktion tagsüber einzuspeichern und am Abend auszuliefern. Der Anteil der Photovoltaik in Kalifornien hat sich seit 2011 im Jahresdurchschnitt auf 26 Prozent verfünffach (2021).

Nullpreise von 9 bis 15 h (S-Australien)

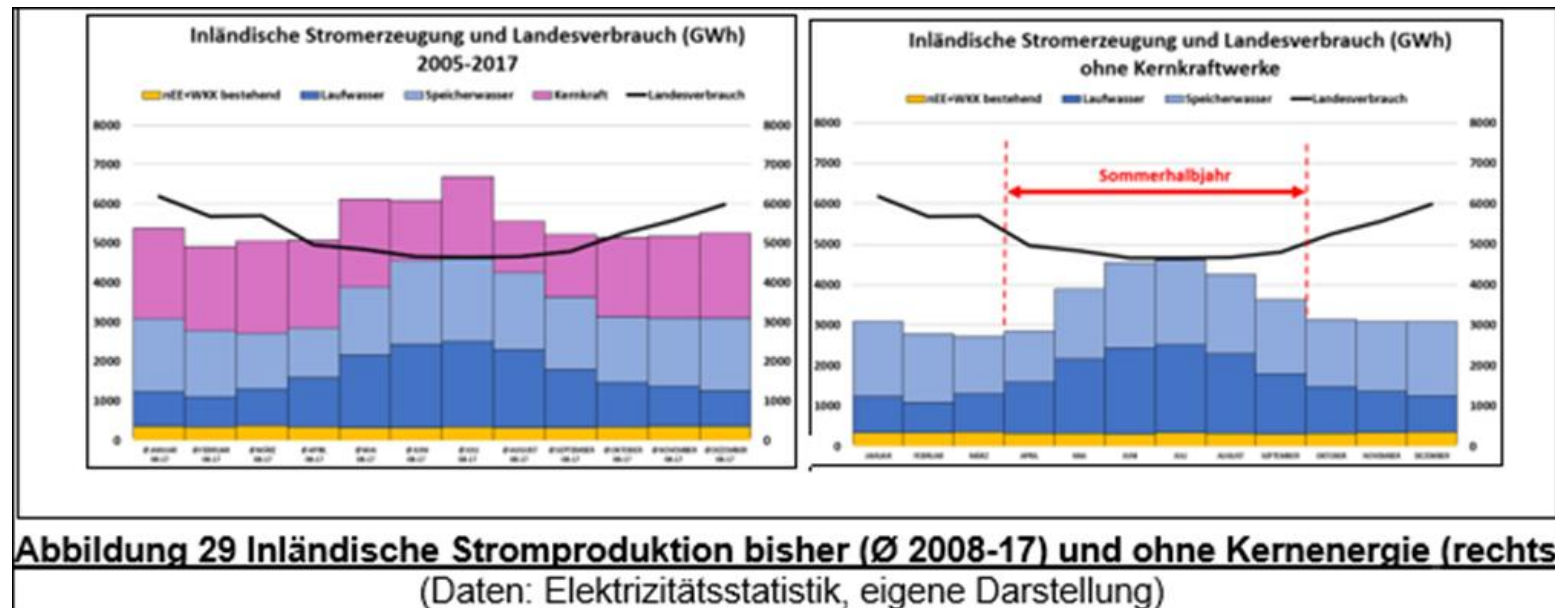
Herausforderung III

"Wir haben im Winterhalbjahr ein Problem"



«**Die Stauseen sind zu klein**, um die Lücke den ganzen Winter über abzudecken. **Wir haben einfach zu wenige Elektronen im Winter.**» (Jens Alder, Präsident Alpiq)

Schliessung von AKWs erhöht insb. Winterbedarf!



Drei zentrale Herausforderungen beim Aufbau einer 100% erneuerbaren Versorgung

- **Spannungshaltung in allen Netzen**
 - Hochspannung, Mittelspannung, Verteilnetze
- **Investitionssicherheit, wenn Preise gegen null tendieren**
- **Verfügbarkeit von Reserven (Backup Energie und Backup Leistung)**
 - intraday,
 - über mehrere Tage und
 - über unterschiedliche Jahreszeiten

Übersicht

1. Programm
 2. Wachstum der neuen erneuerbaren Energien weltweit
 3. Treiber der Transition: Kosten, Dezentralisierung, Marktöffnung
 4. Bedeutung des Begriffs Disruption
 5. Einfluss der Energie- und Klimapolitik: EU-Emissionshandel, Auktionen (contracts for difference), gleitende Marktprämie, Power Purchase Agreements (PPA),
 6. Zentrale Herausforderungen von 100% erneuerbaren Energien
 7. **Eigenverbrauch, erweiterter Eigenverbrauch,**
- Gruppenarbeit: Entwicklung eines PV-Projekts (Dachanlage)
- Diskussion der Projekte und Diskussion

Mindestens sechs unterschiedliche PV-Teilmärkte mit eigenen Spielregeln

- 1. Offgrid: zum Beispiel Camping, Grossanlagen von Minengesellschaften**
 - Eigenversorgung im Mittelpunkt, Speicher zwingend
- 2. Grossanlagen mit Netzanschluss**
 - Grosshandelspreise oder PPAs* bestimmen Rentabilität (*PPA Power purchase agreement)
- 3. Liegenschaften mit Netzanschluss: Rentabilität steigt mit Eigenverbrauch (Einsparung Netzegebühren),**
 - Einfamilienhäuser
 - Mehrfamilienhäuser: 1 Anlage, viele Verbraucher
 - ZEV-Lösungen: Arealnetze mit 1 Netzanschluss
 - Eigenverbrauchsgemeinschaften,
- **Lokale Elektrizitätsgemeinschaften (LEGs)**
 - Reduzierte Netzegebühr, lokaler Handel
 - Abnehmer bleiben am öffentlichen Netz (Netzebene 7)

Investor-Logik bei Grossanlagen (utility size): Grosshandelspreis

- **Ziel: Wettbewerbsfähigkeit mit Grosshandelspreis für Strom (Kohle/Gas/Kernkraft)**
- **Kostenreduktion**
 - Masse, rationeller Bauweise, günstigere Beschaffung
 - Zentrale Überwachung, gewappnet gegen Diebstahl
 - Nachführsysteme
 - Grosstechnische Netzanbindung
- **zentrale Speicher billiger als dezentrale Speicher**
- **Beliebt in Ländern mit noch wenig Know How (Betrieb, Unterhalt, Verkauf)**
- **Werden oft so lange gebaut bis Netz-Engpässe auftreten.**

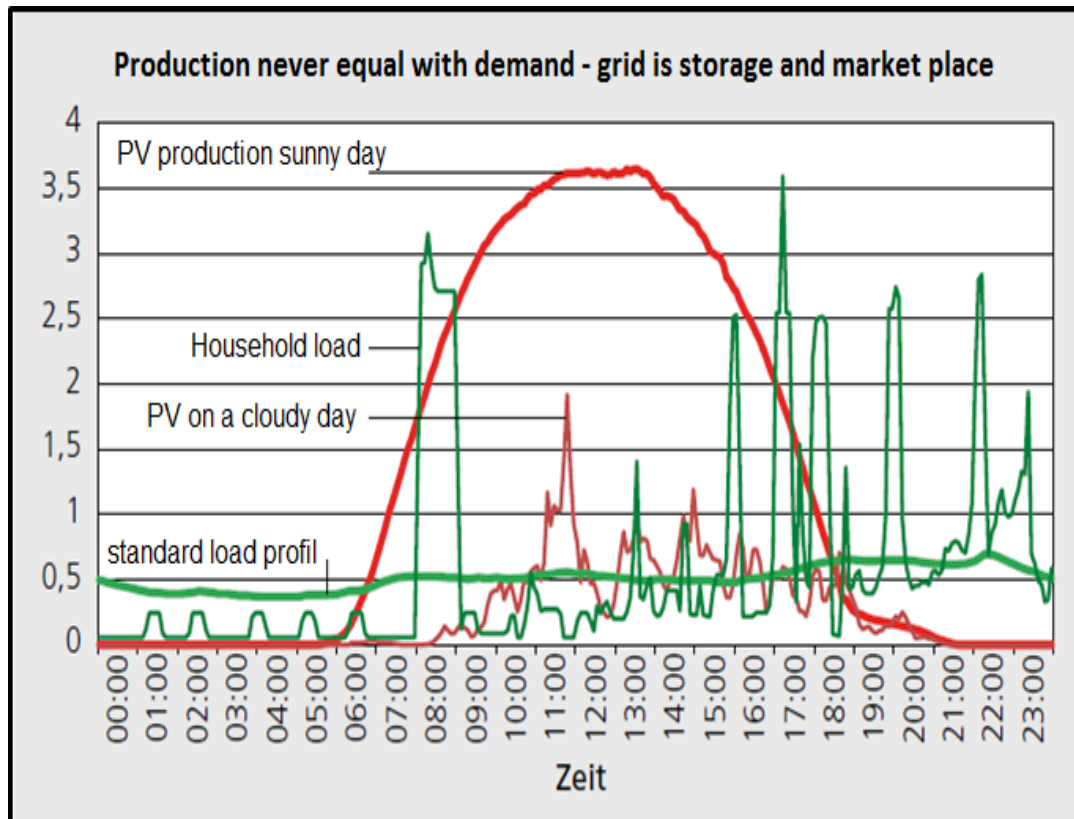


Vorteil Nachführung: 10 bis 35 % mehr Ertrag bei 5-10% höheren Investitionskosten



Solardächer: Solarstrom verkaufen (einspeisen), speichern oder direkt verbrauchen?

Produktion einer PV-Anlage und Lastgang (individuell und kollektiv)

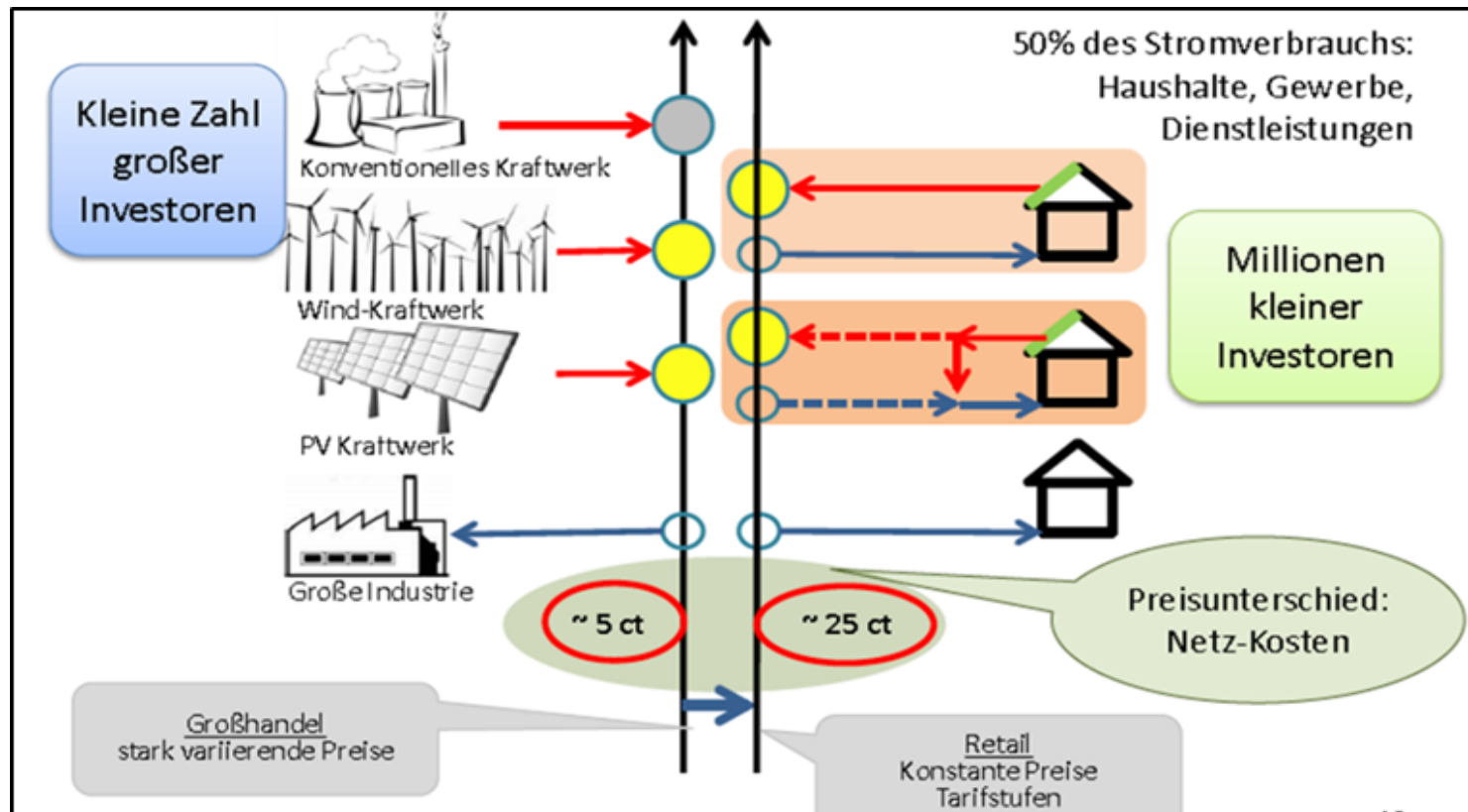


Eigenverbrauch: ein selbsttragender Markt!

- **Eigenverbrauch** bedeutet, dass selbst erzeugter Strom zeitgleich vor Ort genutzt wird und nicht ins Netz fließt.
- Eigenverbrauchsanteil kann durch Steuerung von Geräten und durch Speicher beeinflusst werden.
- Wegen der tiefen Energiepreise ist Netzeinspeisung oft wirtschaftlich wenig interessant.
- Der Zusammenschluss über grössere Areale zum Eigenverbrauch ist interessant, weil durch die Ungleichzeitigkeit der Last die Auslastung der Solaranlage gesteigert werden kann (Bild).
- Gesteuerte E-Mobile, Wärmepumpen, Batterien und Wärmespeicher können Flexibilität erhöhen - und die Rentabilität.

Veränderte Wirtschaftlichkeit im Markt mit Eigenverbrauch

Strom vom Solardach ist inzwischen billiger als Strom aus der Steckdose -
Einspeisung zum Grosshandelspreis ist für Dachanlagen uninteressant



Eigenverbrauch als Geschäftsmodell

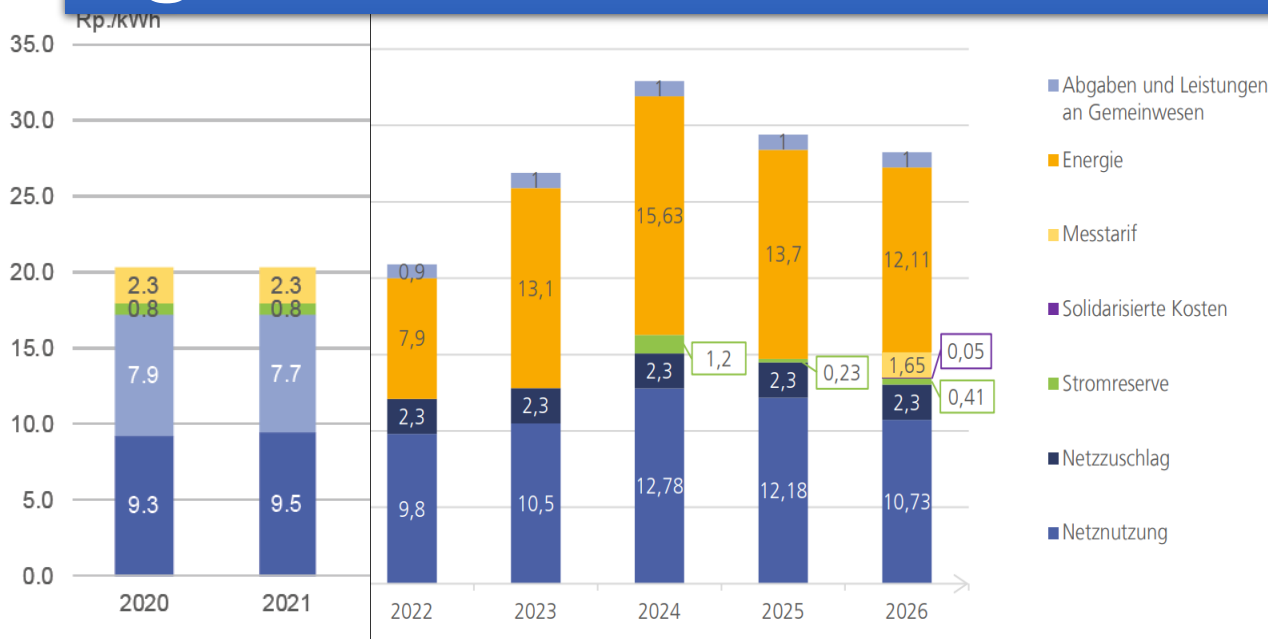
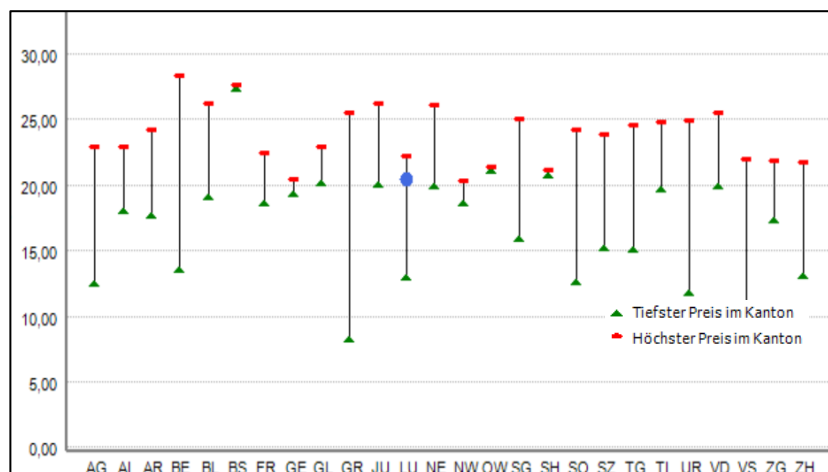


Abbildung 10: Kostenbestandteile des mittleren Gesamtstrompreises für das Konsumprofil H4 (exkl. MwSt.)

- Eigenproduktion mit Eigenverbrauch spart neben den Energiekosten 9-12 Rappen pro kWh
 - 70% der Netzgebühr* = 8,5 Rp/kWh
 - 100% der Abgaben = 3,3 Rp/kWh
- Total Einsparung ca. 18 bis 25 Rp/kWh bei Eigenverbrauch
- Abhängig vom Verteilnetzbetreiber
- Abhängig von variablen Tarifteilen

* Verteilnetzbetreiber dürfen Grundpreise von max. 30% erheben, dazu neu fixe Messkosten

Profil H4 in der CH 2020 & (exkl. MwSt. Konzessionsabgabe) Quelle: ElCom (online)



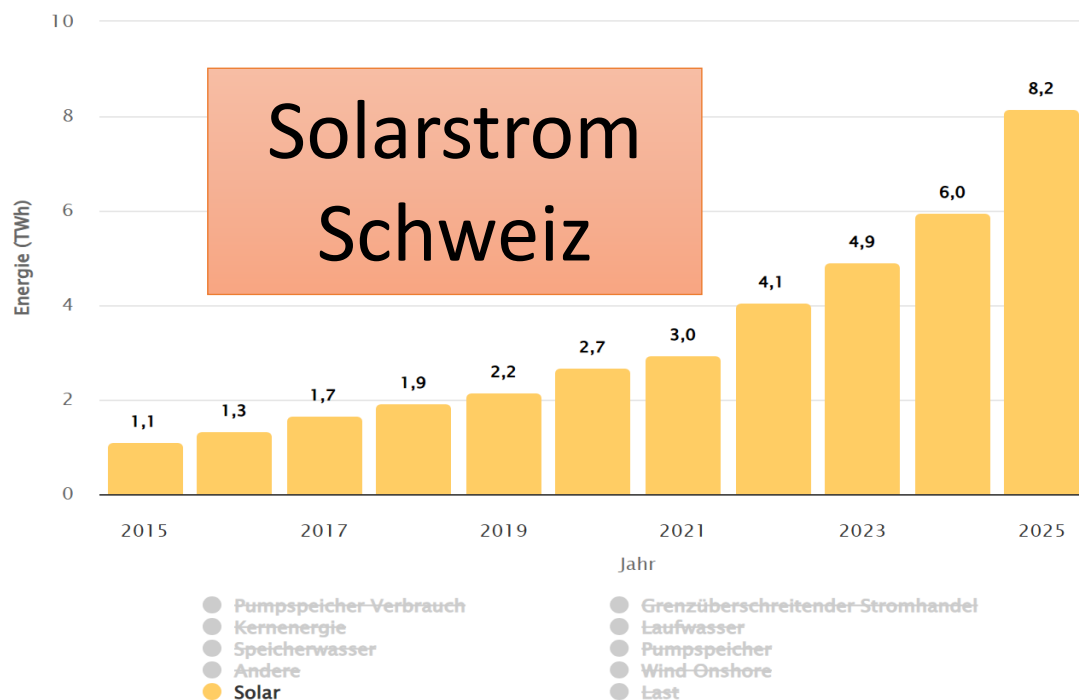
Haushaltprofil H4:

- 4 Personen-Haushalt
- Stromverbrauch 4'500 kWh/a
- 4.5 Zimmer-Wohnung ohne Elektroboiler

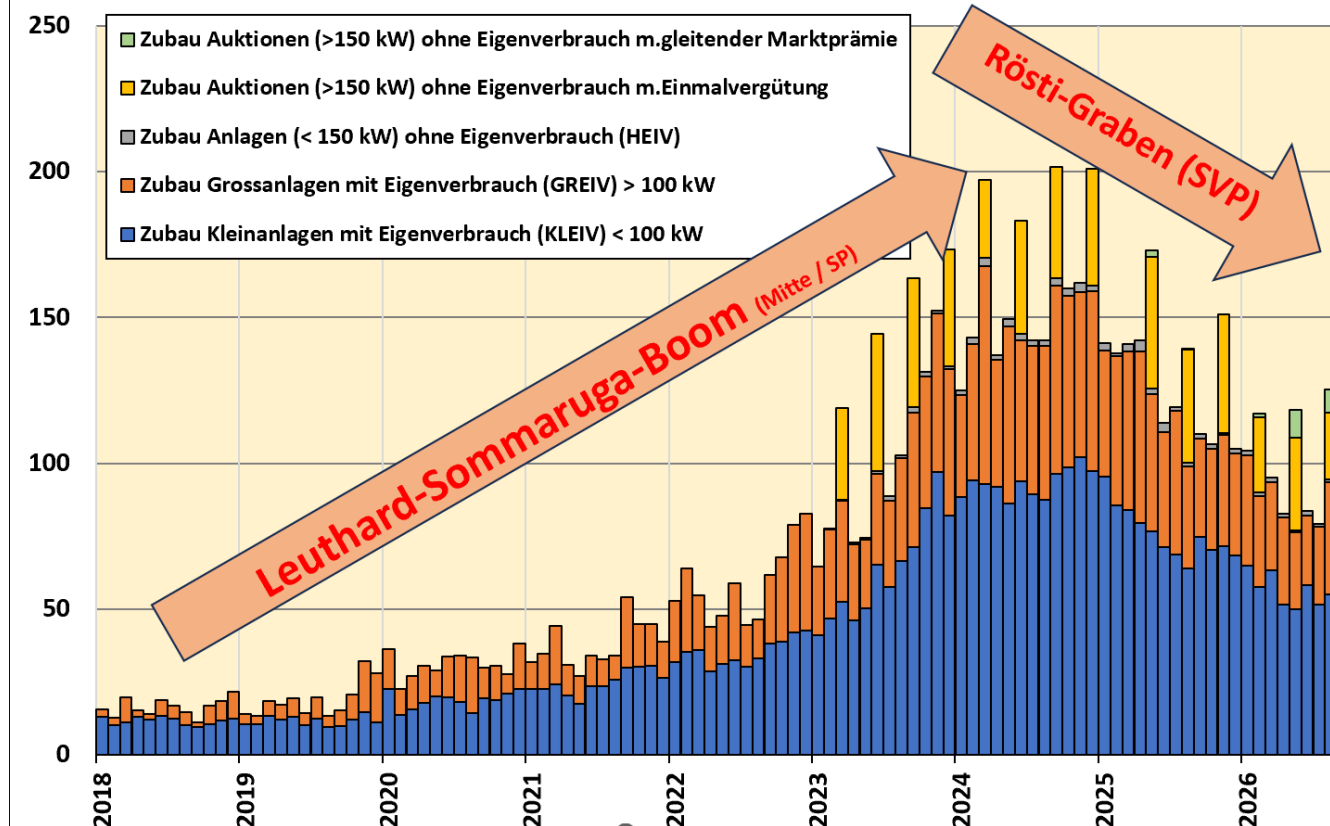
CH: Photovoltaik: 14 % vom Verbrauch (2025) 2030 22-28%, 2040 35-50%

Nettostromerzeugung in der Schweiz

Energetisch korrigierte Werte



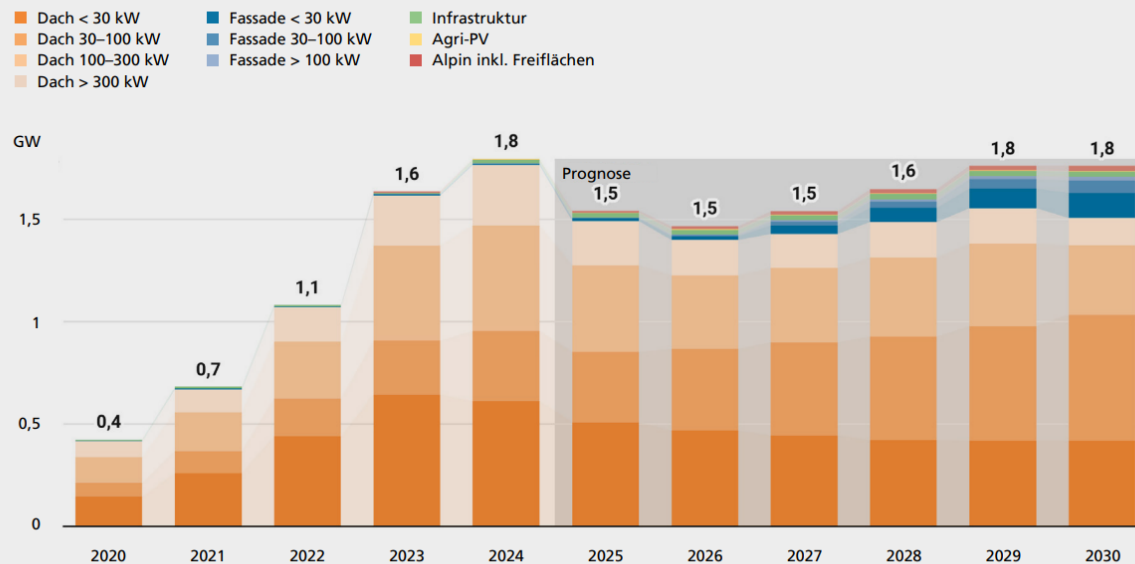
Installierte Leistung pro Monat (Megawatt) nach Grösse der Anlage und Art der Vergütung



Swiss Energy charts (TNC/Fraunhofer ISE)

In der Schweiz dominieren PV-Anlagen mit Eigenverbrauch

Zusätzlich installierte Leistung, Mittelszenario



© Swissolar
Quelle: Basierend auf EnergieSchweiz, BFE: Statistik Sonnenenergie. Zusätzliche Berechnungen durch Swissolar, gestützt auf Interviews mit Fachleuten

Warum Solardächer?

- Kürzeste Payback Zeiten
- Einfacher Zugang
 - Kurze Entscheidungswege
 - Meldeverfahren
- Rechtssicherheit beim Eigenverbrauch
- Geringes Marktrisiko
- Steigender Nutzen dank Speicher & Sektorkopplung
 - Batterien
 - Evs
 - Wärmepumpen

Mont Soleil (30 Jahre Messwerte / 1200 m ü.M.)

Mehr Winterstrom dank nebelfreiem Standort

PV-Anlage Mont Soleil



Bild: BKW

Die PV-Anlage auf dem Mont Soleil (560 kW) nahm im Februar 1992 als damals grösste Photovoltaikanlage Europas den Betrieb auf. Der Produktionsanteil im Winterhalbjahr beträgt 40 Prozent. Sie lieferte im 28. Betriebsjahr (2020) 685'000 kWh Elektrizität.

**Winteranteil
40% der
Produktion**

Solarexpress 2022 – mehr PV-Strom im Winter?



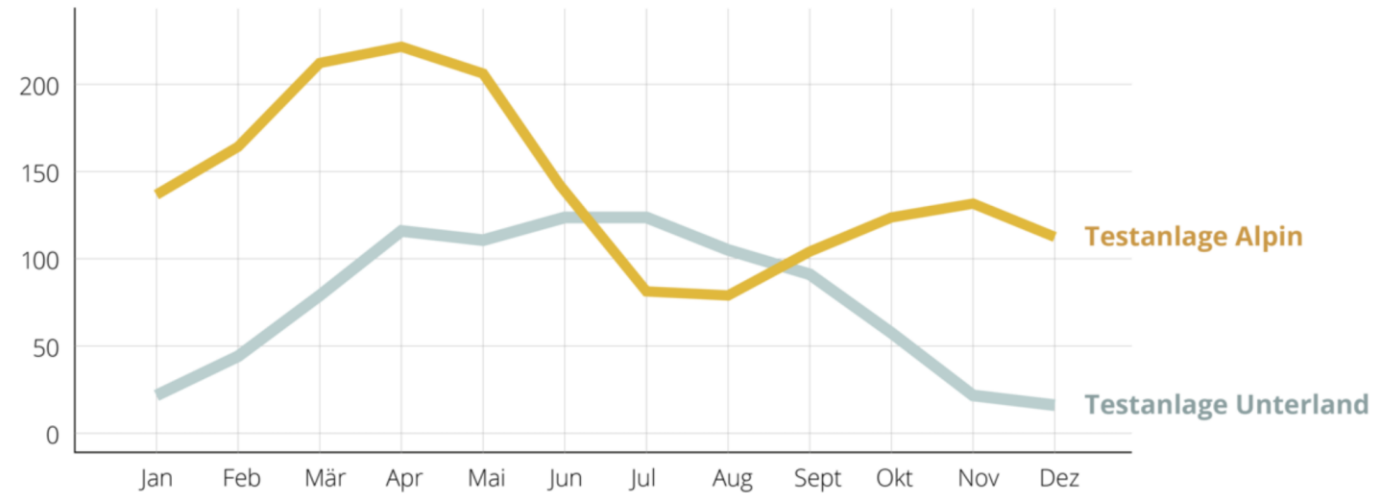
Ursprünglich geplant:
- 600 Gigawattstunden Strom
- 42 Prozent davon im Winter.

Strom für 200 000 Haushalte.
- Mit erneuerbaren Energien –
- speziell im Winter.

Aber:
- - fehlende Netzkapazitäten
- - Rechtsunsicherheiten Planung
- - Bewilligungshürden
- - hohe Kosten auf 2600 m

<https://grengiols-solar.cmsbox.ch/de>

Spezifischer AC-Ertrag/kWh/kWp



Alpine Lagen: Spitzenleistung im Winter und Frühjahr

In Ergänzung dazu:
Wasserspeicher
(16 Objekte, runder Tisch)



Power shift



<https://grengiols-solar.cmsbox.ch/de>

Bi-faziale Solarmodule: Spezielles Produktionsprofil!

10% Mehrertrag, wenig Flächenverbrauch, Leistung am Tagesrand!



Die Modulreihen stehen mit zehn Metern Abstand zueinander, um Verschattungen zu minimieren. Aus demselben Grund müssen auch die Module selbst seitlich etwas Abstand zum Montagesystem halten.

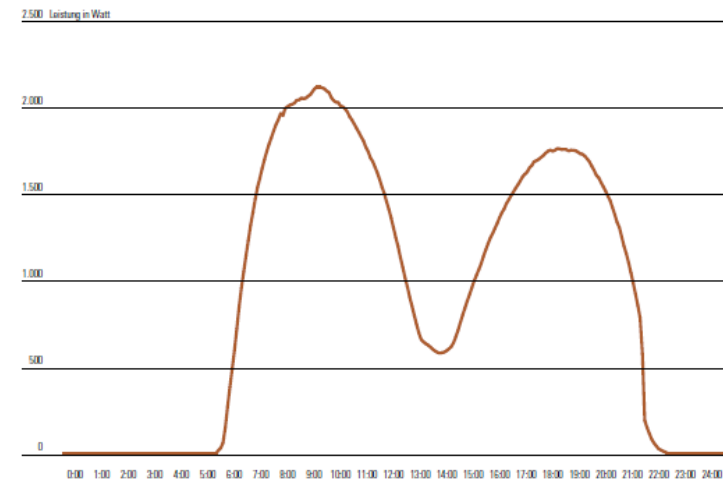


Vorteile bifazial/senkrecht:

- Kleiner Flächenverbrauch, wenig Versiegelung
- Evtl. Mehrertrag (110% v. Südausrichtung)
- Annäherung an Lastkurve morgens/abends
- Vermeidung crowding out Mittagsspitze

Quelle: Photon Juni 2017

Stromertrag bifacialer, senkrecht angeordneter Module im Tagesverlauf

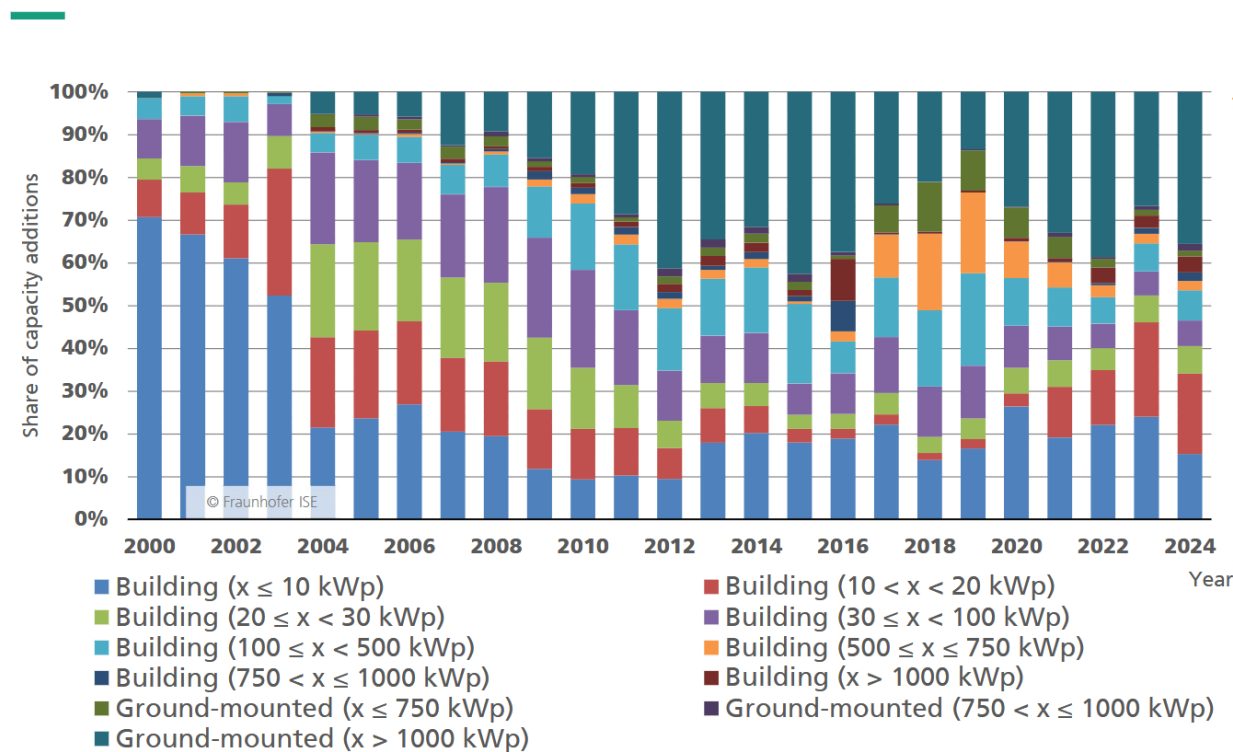


Dargestellt ist die Leistung eines Strings der Pilotanlage mit einer DC-Nennleistung von 2320 Watt. Die Leistung weist an einem schönen, wolkenfreien Sommertag im Tagesverlauf zwei Maxima auf: eines am Vormittag, eines am Nachmittag. Die Mittagsspitze fehlt.

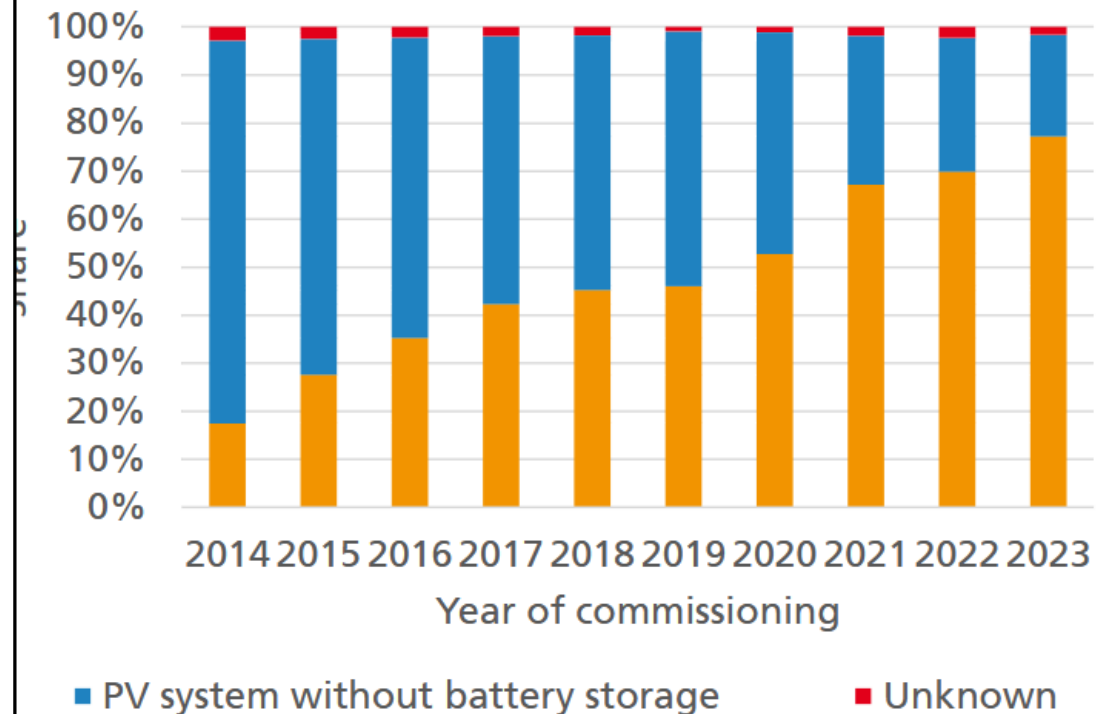
PV: Marktanteile Deutschland nach Anlagentyp, Batterien

Annually Installed PV System Capacity in Germany

Percentage of Annual Capacity by System Size



Share in Year of Commissioning



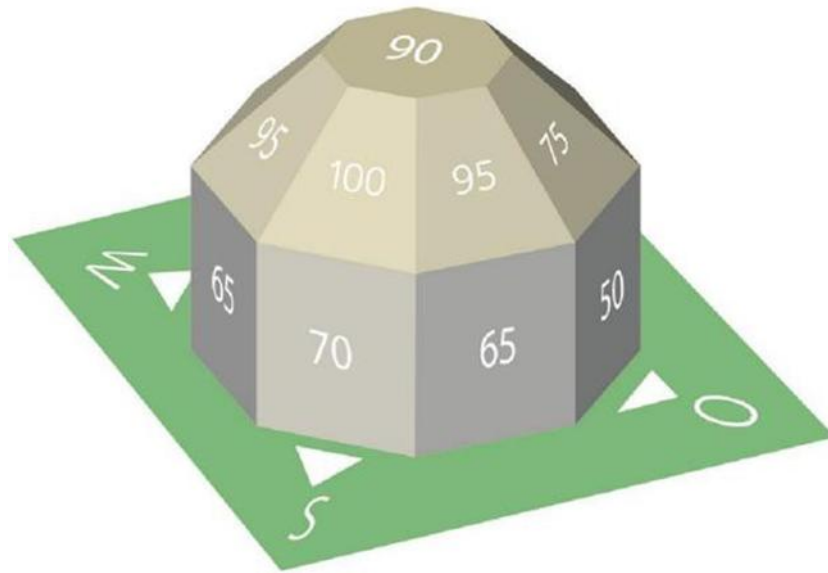
Übersicht

1. Programm
2. Wachstum der neuen erneuerbaren Energien weltweit
3. Treiber der Transition: Kosten, Dezentralisierung, Marktöffnung
4. Bedeutung des Begriffs Disruption
5. Einfluss der Energie- und Klimapolitik:
6. EU-Emissionshandel, Auktionen (contracts for difference), gleitende Marktprämie, Power Purchase Agreements (PPA),
7. Eigenverbrauch

Gruppenarbeit: Entwicklung eines PV-Projekts (Dachanlage)

Diskussion der Projekte und Diskussion

Je nach Ausrichtung unterschiedlicher Ertrag und unterschiedlicher Marktpreis



Jährliche Sonneneinstrahlung auf Dach und Fassadenflächen (in %) Quelle: Swissolar

Anlagekategorien: Angebaut



Scheune, Schrägdach Aufbau

Anlagekategorien: Angebaut



Messehalle, Flachdach Aufbau

Anlagekategorien: Integriert

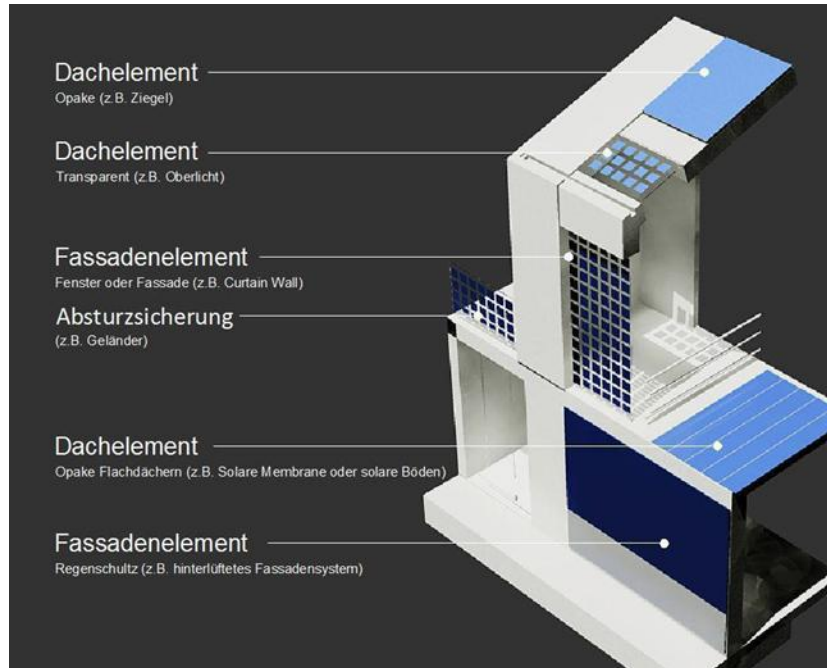


Schrägdach mit Montagesystem Dachintegriert (Ersatz Ziegel)

Dachintegration

Am 4. März 2014 hat das Bundesamt für Energie das Dokument
Richtlinie «Gebäudeintegrierte Photovoltaikanlagen»
zur Anwendung von Ziffer 2.3 des Anhangs 1.2 der
Energieverordnung (EnV)
publiziert.
Es zeigt auf, was als integriert und als angebaut gilt.
Weitere Details dazu auf www.bipv.ch

Immer mehr neue Anwendungen



Nutzung von Gewässern - Reduktion des Flächenverbrauchs, Wasserkühlung erhöht Wirkungsgrad, oft kombiniert mit Speicherung (Pumpspeicher oder Batterien)



Multi-use-sites PV/Storage

