

# Saubere Energie im Verkehr: woher kommt sie?

Dr. Rudolf Rechsteiner

Präsentation VCS Webinar

29. August 2022

# Rudolf Rechsteiner



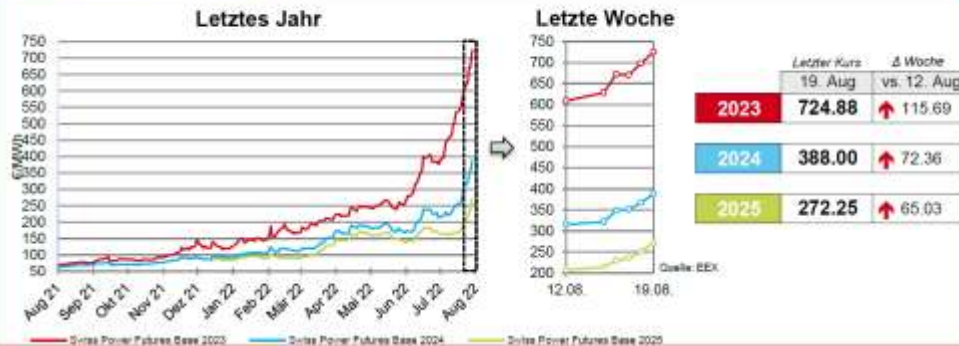
- Ökonom (Dr. rer. pol.)
- Nationalrat, Mitglied Umwelt- und Energiekommission 1995-2010  
(Gesetzgebung: Einspeisevergütungen, CO2-Gesetz, Marktöffnung im Stromsektor, Effizienzmassnahmen)
- Buchautor: «Umweltschutz per Portemonnaie» 1990, «Grün gewinnt» 2003, «100% erneuerbar» 2012, «Energiewende im Wartesaal» 2021
- Präsident und Vorstand Adev-Gruppe (Liestal) für dezentrale Energieversorgung 1988-2010
- Co-Autor Energiegesetz Basel-Stadt 1998 und 2016 (1. Platz WWF Rating der Kantone, Klimaschutz)
- Dozent ETH Zürich, Uni Basel, Uni Bern, Fachhochschule Ostschweiz
- Verwaltungsrat Industrielle Werke Basel (seit 2010)
- Präsident Stiftung Ethos (Genf, seit 2018)
- Publikationen <http://www.rechsteiner-basel.ch/Aktuell>

# Übersicht

- **Energiekrise: was passiert gerade und wieso?**
- Disruption – was heisst das?
- Potenziale & Lösungen
- Lösungen für den Verkehr
- Atomenergie?

# Atemberaubender Preisanstieg Erdgas & Strom

## Strompreise CH (€/MWh)



## Strom Terminhandel

- 70 Rp/kWh Terminmarkt 2023
- 35 Rp/kWh Terminmarkt 2024
- 25 Rp/kWh Terminmarkt 2025

**Fünf- bis zehnmal höher als bisher (2010-2020)**

## Gaspreise (€/MWh)

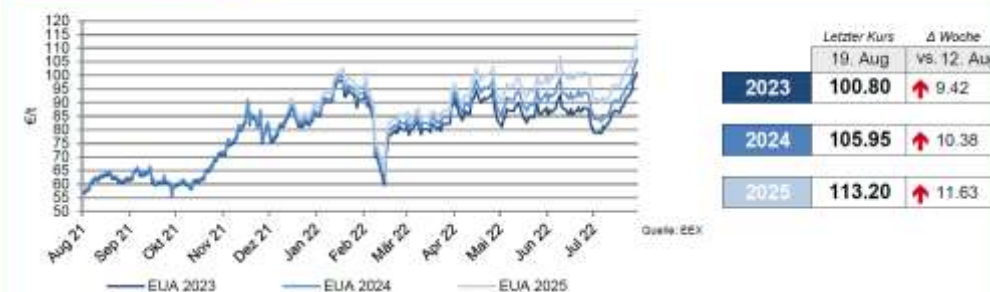


## Gas Terminhandel

- 22 Rp/kWh 2023
- 11 Rp/kWh 2024
- 7 Rp/kWh 2025

**4 bis 10mal höher als bisher**

## Emissionszertifikate (€/t)



## CO2-Emissionszertifikate

- 75-100 €/Tonne stabil
- Derzeit erhöht wegen vermehrter Nachfrage nach Kohlestrom

# Aktuelle Energiekrise ist Quittung mit sechs Ursachen

- 1. Importstrategie seit 1950**
- 2. Klimaerhitzung und erste Konsequenzen**
- 3. Putins Angriffskrieg**
- 4. Isolationismus der Schweiz – Aussenpolitik als Rosinenpicken**
- 5. Affenliebe zur Atomenergie – Risiken systematisch ignoriert**
- 6. Neoliberales Laissez-faire, Obstruktion gegen erneuerbare Energien durch Bundesrat und Rechtsparteien FDP & SVP**

# 1 - Importstrategie seit 1950

## 1. Importstrategie seit 1950

- Riskante **Abhängigkeit: Öl, Gas, Kohle, Uran 100% aus dem Ausland**
- Jahrzehntelange **Blockierung der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz**
- **Öl-, Gas- und Atomlobby in SVP, FDP, CVP, Hauseigentümer-, Gewerbeverband verhindern erneuerbare Energien, wo immer es geht.**

## 2. Klimaerhitzung mit unmittelbaren Konsequenzen

- weniger Regen, fehlendes Kühlwasser für AKWs, Sperrung Rheinschifffahrt

## 3. Putins Angriffskrieg

- Energie als Waffe: Erdgas-, Erdöl-, Kohle-Lieferrückgang, gegenseitige Boykotte (Nordstream 2)

## 4. Bundesrat: Abbruch der Verhandlungen mit der EU für einen Rahmenvertrag

- Schweiz erklärt sich selber zum «Drittstaat» wie Grossbritannien
- Verlust von Gleichstellung und Solidarität mit EU-Mitgliedern Strom, Forschung, Marktzugang usw.

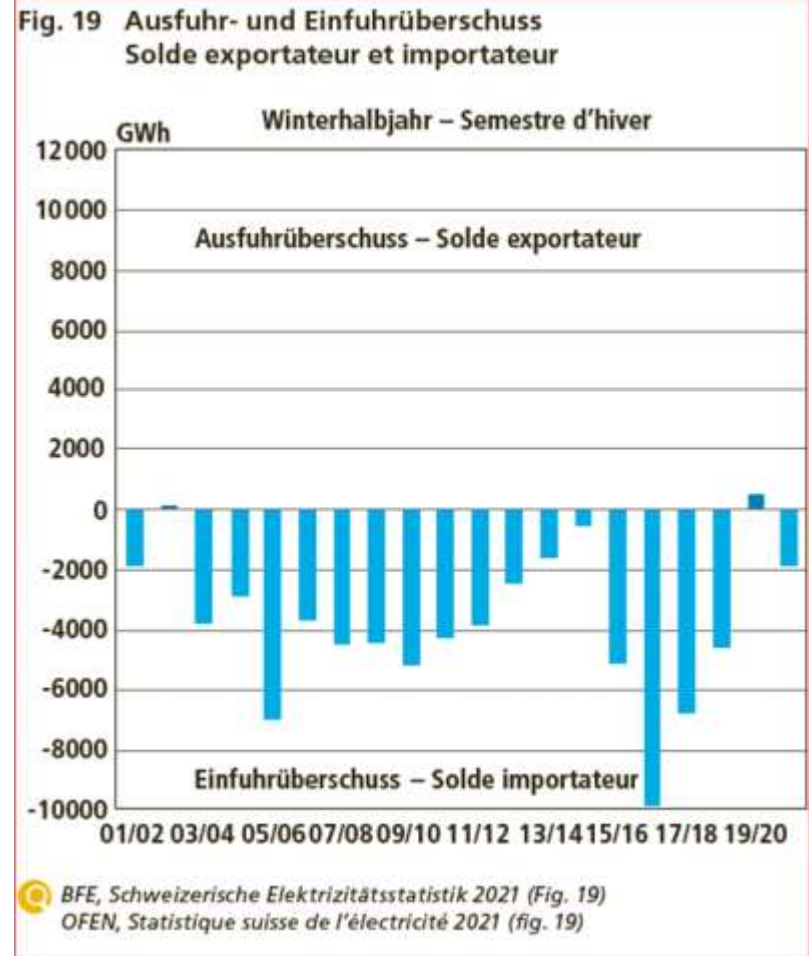
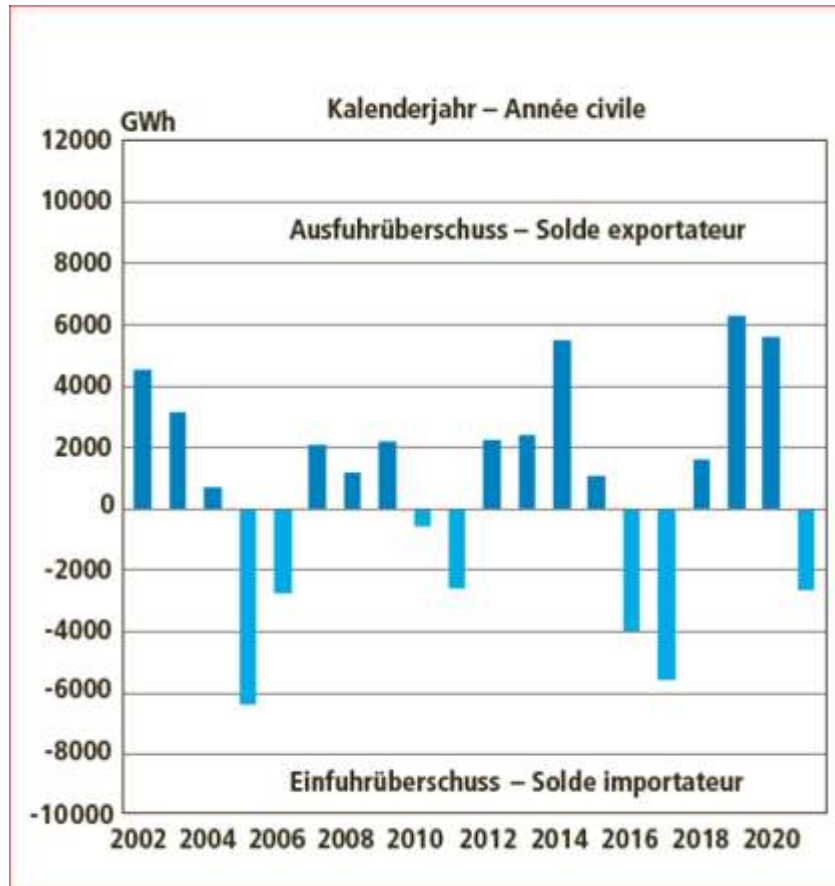
## 5. Überschätzte Sicherheit der AKWs & fehlende Ersatzplanung (Ausnahme D)

- Stillstände, Korrosion, Alterung, steigende Risiken bei bestehenden Anlagen
- Kostenexplosion, verzögerte Inbetriebnahme neuer Anlagen

## 6. Neoliberales Laissez-faire & starke Lobbys: «der Markt soll es richten»:

- Versorgungssicherheit erfordert Kraftwerke, Netze, Speicher & klare Verantwortlichkeiten
- Dysfunktionales Bundesamt für Energie: Verweigerung Investitionssicherheit & Bewilligungen
- Verhinderung des Ausbaus durch Anti-Windkraft-Lobby, Netz-Engpässe Nordsee-CH
- Verlust der Marktführerschaft an China: Solarzellen, Batterien, E-Autos? Windkraft? Chips?

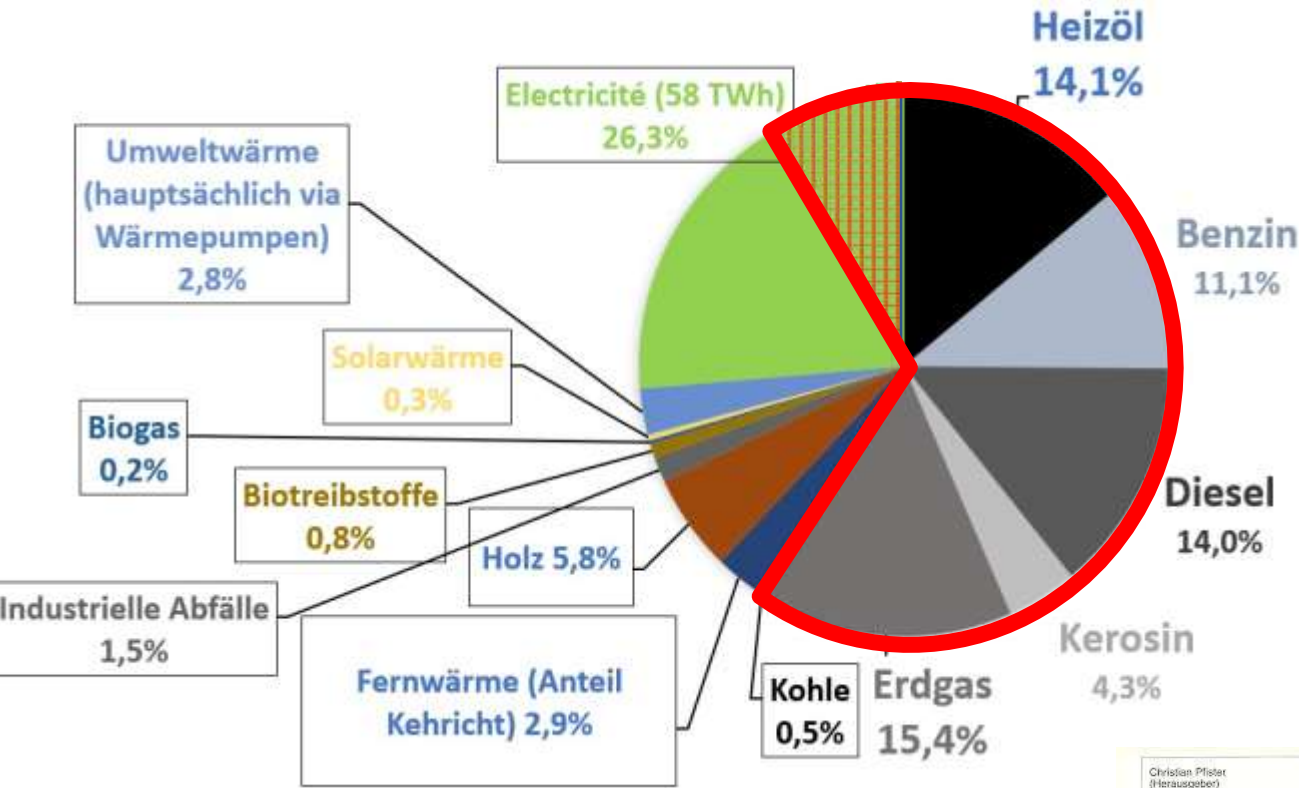
# Strom: Im Jahresmittel ausgeglichene Bilanz – im Winterhalbjahr wachsende Importe





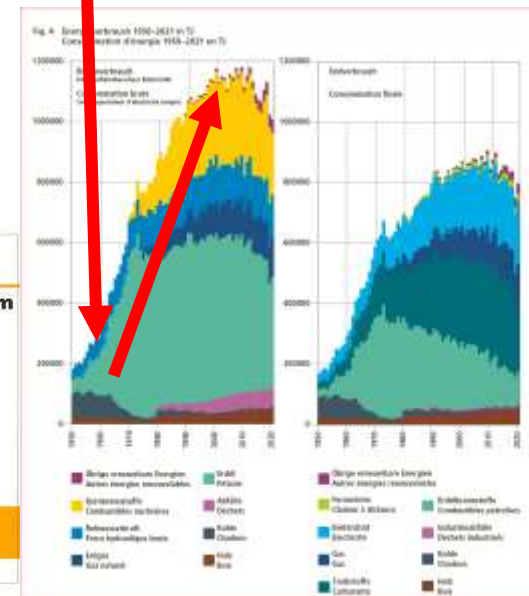
# 70% nichterneuerbare Energie = 70% Importe

Quelle: Gesamtenergiestat. Schweiz 2021



≈ 70% importiert  
2022: wahrscheinlich  
15 mrd Franken!

Importstrategie seit  
1950





# 2 – Klimaerhitzung und die Folgen

## 1. Importstrategie seit 1950

- Riskante Abhängigkeit: Öl, Gas, Kohle, Uran 100% aus dem Ausland
- Jahrzehntelange Blockierung der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz
- Öl-, Gas- und Atomlobby extrem stark verankert in SVP, FDP, CVP, Hauseigentümer-, Gewerbeverband

## 2. Klimaerhitzung mit unmittelbaren Konsequenzen

- weniger Regen, fehlendes Kühlwasser für AKWs, Sperrung Rheinschifffahrt

## 3. Putins Angriffskrieg

- Energie als Waffe: Erdgas-, Erdöl-, Kohle-Lieferrückgang, gegenseitige Boykotte (Nordstream 2)

## 4. Bundesrat: Abbruch der Verhandlungen mit der EU für einen Rahmenvertrag

- Schweiz erklärt sich selber zum «Drittstaat» wie Grossbritannien
- Verlust von Gleichstellung und Solidarität mit EU-Mitgliedern Strom, Forschung, Marktzugang usw.

## 5. Überschätzte Sicherheit der AKWs & fehlende Ersatzplanung (Ausnahme D)

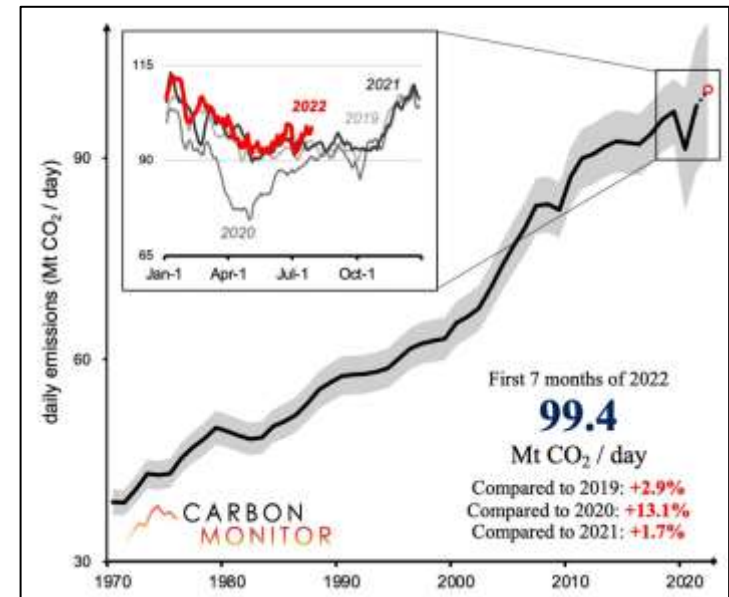
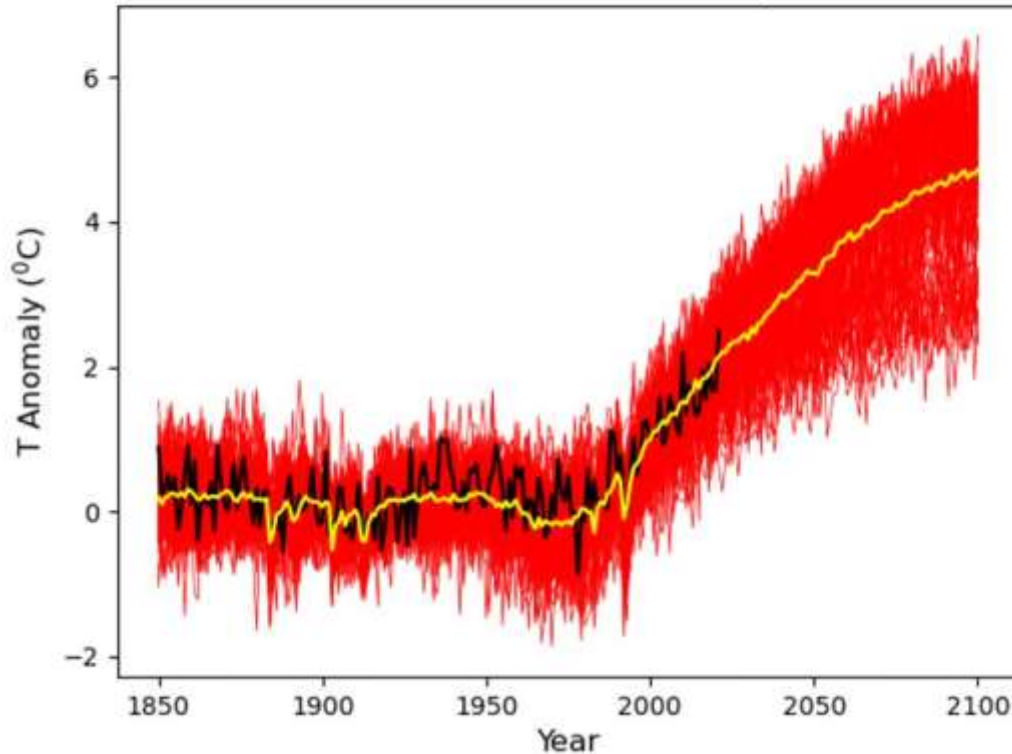
- Stillstände, Korrosion, Alterung, steigende Risiken bei bestehenden Anlagen
- Kostenexplosion, verzögerte Inbetriebnahme neuer Anlagen

## 6. Neoliberales Laissez-faire & starke Lobbys: «der Markt soll es richten»:

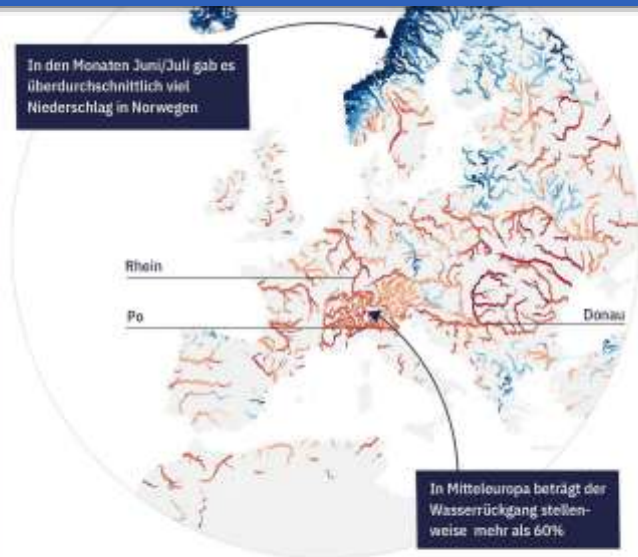
- Versorgungssicherheit erfordert Kraftwerke, Netze, Speicher & klare Verantwortlichkeiten
- Dysfunktionales Bundesamt für Energie: Verweigerung Investitionssicherheit & Bewilligungen
- Verhinderung des Ausbaus durch Anti-Windkraft-Lobby, Netz-Engpässe Nordsee-CH
- Verlust der Marktführerschaft an China: Solarzellen, Batterien, E-Autos? Windkraft? Chips?

# Die Klimakatastrophe nimmt ihren Lauf: 2022 ist erst der Anfang

EUROPE: Summer Mean Temperature



# Hitze, Dürre, Trockenheit weltweit: Ernteauffälle, Hunger, Brände, Wasser- & Strommangel



Quelle: Dominic Royé, Universität Santiago de Compostela, GLOFAS, Copernicus





# Versteppung, Austrocknung, fehlender Nachwuchs Wald: weniger Biomasse

(Bilder Deutschland)



# 3 - Putins Angriffskrieg

## 1. Importstrategie seit 1950

- Riskante Abhängigkeit: Öl, Gas, Kohle, Uran 100% aus dem Ausland
- Jahrzehntelange Blockierung der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz
- Öl-, Gas- und Atomlobby extrem stark verankert in SVP, FDP, CVP, Hauseigentümer-, Gewerbeverband

## 2. Klimaerhitzung mit unmittelbaren Konsequenzen

- weniger Regen, fehlendes Kühlwasser für AKWs, Sperrung Rheinschifffahrt

## 3. Putins Angriffskrieg

- **Energie als Waffe: Erdgas-, Erdöl-, Kohle-Lieferrückgang, gegenseitige Boykotte (Nordstream 2)**
- **Atomkraftwerke als Angriffsziel**

## 4. Bundesrat: Abbruch der Verhandlungen mit der EU für einen Rahmenvertrag

- Schweiz erklärt sich selber zum «Drittstaat» wie Grossbritannien
- Verlust von Gleichstellung und Solidarität mit EU-Mitgliedern Strom, Forschung, Marktzugang usw.

## 5. Überschätzte Sicherheit der AKWs & fehlende Ersatzplanung (Ausnahme D)

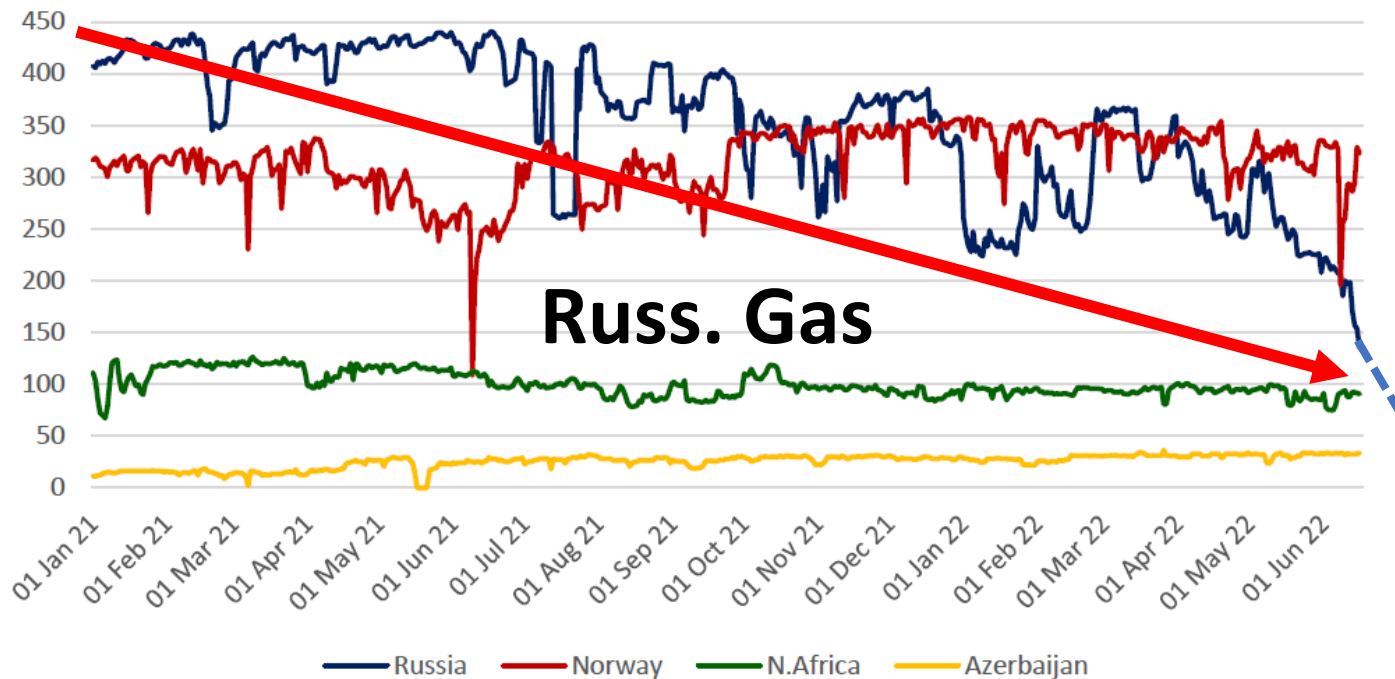
- Stillstände, Korrosion, Alterung, steigende Risiken bei bestehenden Anlagen
- Kostenexplosion, verzögerte Inbetriebnahme neuer Anlagen

## 6. Neoliberales Laissez-faire & starke Lobbys: «der Markt soll es richten»:

- Versorgungssicherheit erfordert Kraftwerke, Netze, Speicher & klare Verantwortlichkeiten
- Dysfunktionales Bundesamt für Energie: Verweigerung Investitionssicherheit & Bewilligungen
- Verhinderung des Ausbaus durch Anti-Windkraft-Lobby, Netz-Engpässe Nordsee-CH
- Verlust der Marktführerschaft an China: Solarzellen, Batterien, E-Autos? Windkraft? Chips?

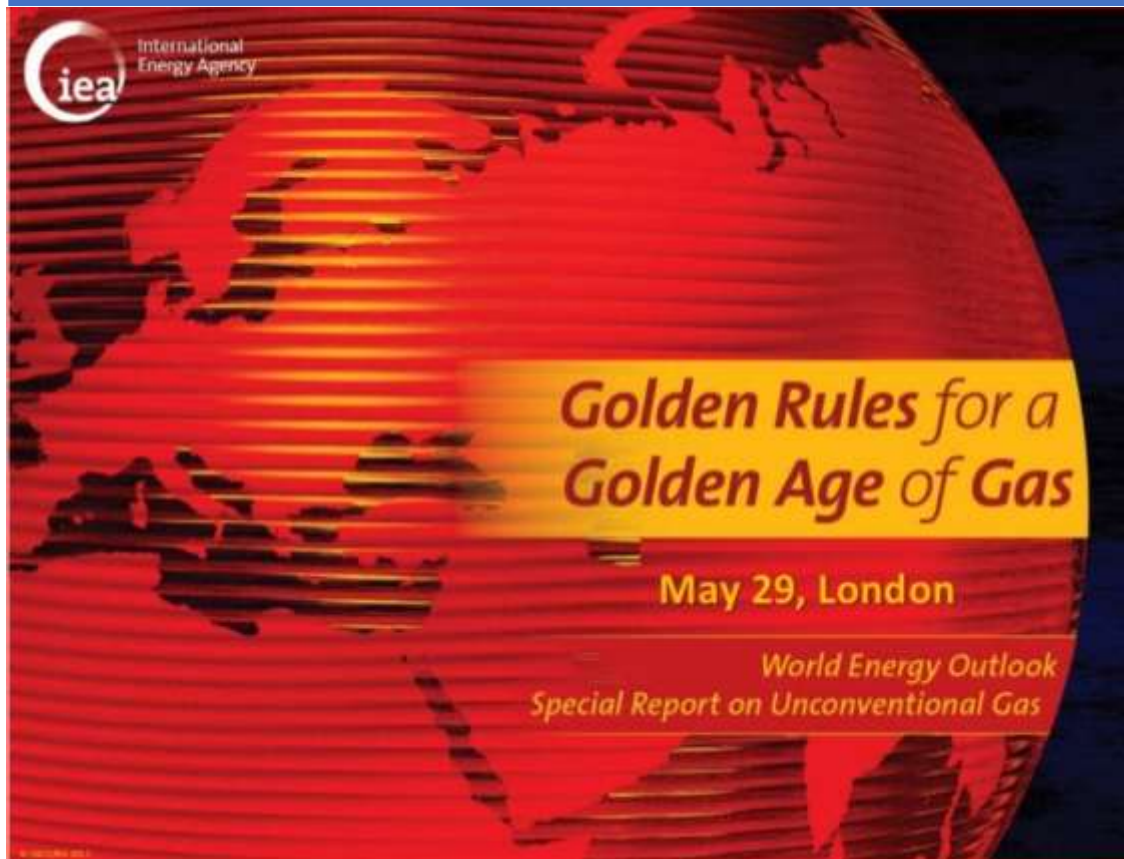
# Energie als Waffe: Erdgasexporte

Figure 3: European daily pipeline gas imports by source (mmcm/d)



Mike Fulwood, Dr Anouk Honoré, Jack Sharples: REPower-EU and the Short-Term Outlook for the European Gas Market, OIES, July 2022, OXFORD ENERGY COMMENT

# Die Internationale Energieagentur (IEA): "Goldenes Zeitalter des Erdgas"



IEA irrlichert seit 50 Jahren für mehr fossile Energie, für mehr Kernkraft und für teure no-Go's (zB. Kohle & Erdgas mit carbon capture & storage: teure, nutzlose und unausgeorene Technik im Vergleich mit Erneuerbaren).

**Publikation 2012**



# Atomkraftwerke werden zu Atomzeitbomben, Teil der russischen Kriegsführung



Eisernes  
Schweigekartell der  
Schweizer Armee:

AKWs als militärisches  
Risiko

“Europe faced the prospect of a radiation disaster on Thursday when a Russian-occupied nuclear plant was disconnected from Ukraine's power grid, President Volodymyr Zelensky has said. It was only due to back-up electricity kicking in that the Zaporizhzhia nuclear power plant was able to operate safely.”

25.8.2022 Guardian



# Sechs Ursachen - erklärt

## 1. Importstrategie seit 1950

- Riskante Abhängigkeit: Öl, Gas, Kohle, Uran 100% aus dem Ausland
- Jahrzehntelange Blockierung der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz
- Öl-, Gas- und Atomlobby extrem stark verankert in SVP, FDP, CVP, Hauseigentümer-, Gewerbeverband

## 2. Klimaerhitzung mit unmittelbaren Konsequenzen

- weniger Regen, fehlendes Kühlwasser für AKWs, Sperrung Rheinschifffahrt

## 3. Putins Angriffskrieg

- Energie als Waffe: Erdgas-, Erdöl-, Kohle-Lieferrückgang, gegenseitige Boykotte (Nordstream 2)

## 4. Bundesrat: Abbruch der Verhandlungen mit der EU für einen Rahmenvertrag

- Schweiz erklärt sich selber zum «Drittstaat» wie Grossbritannien
- Verlust von Gleichstellung und Solidarität mit EU-Mitgliedern Strom, Forschung, Marktzugang usw.
- Keine Energieverträge, keine sicheren Lieferungen aus Kraftwerken in der EU in CH-Besitz

## 5. Überschätzte Sicherheit der AKWs & fehlende Ersatzplanung (Ausnahme D)

- Stillstände, Korrosion, Alterung, steigende Risiken bei bestehenden Anlagen
- Kostenexplosion, verzögerte Inbetriebnahme neuer Anlagen

## 6. Neoliberales Laissez-faire & starke Lobbys: «der Markt soll es richten»:

- Versorgungssicherheit erfordert Kraftwerke, Netze, Speicher & klare Verantwortlichkeiten
- Dysfunktionales Bundesamt für Energie: Verweigerung Investitionssicherheit & Bewilligungen
- Verhinderung des Ausbaus durch Anti-Windkraft-Lobby, Netz-Engpässe Nordsee-CH
- Verlust der Marktführerschaft an China: Solarzellen, Batterien, E-Autos? Windkraft? Chips?

# 26. Mai 2021: Verhandlungen mit EU abgebrochen – kein Plan B, Stillstand



## **Bern schlägt die Türe zu – die schroffe Absage an die EU war im Bundesrat umstritten**

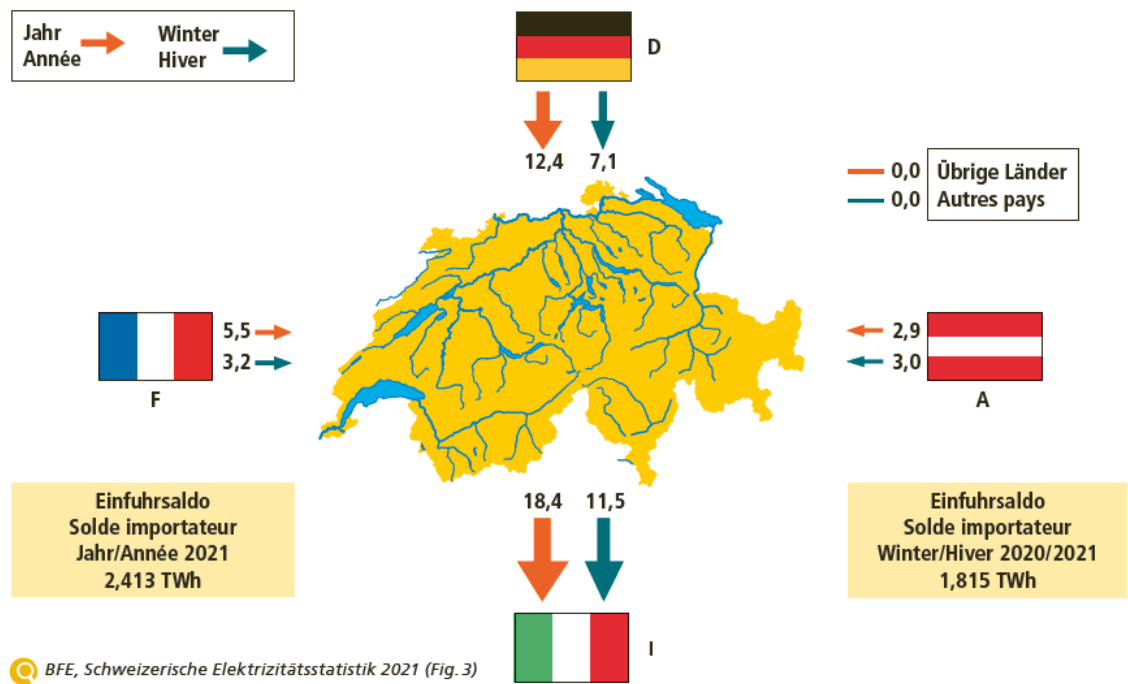
Die Landesregierung bricht die Verhandlungen mit der EU über den Rahmenvertrag ab. Als Zeichen des guten Willens will sie nun die Kohäsionsmilliarde freigeben – die Erfolgchancen dieses Vorhabens sind ungewiss.

# Dramatische Folgen für Energiesektor

- **Verlust der Gleichbehandlung im Strombinnenmarkt**
- **Verlust Marktzugang**
- **Verlust Liefersicherheit**
  - Kraftwerke in der EU in CH-Besitz
  - Speicher in der EU in CH-Besitz
  - Exportbeschränkungen jederzeit möglich

# Schweiz war Stromdrehscheibe – Isolationistische Politik trifft die Elektrizitätswirtschaft

Fig. 3 Einfuhr-/Ausfuhrsaldo 2021 (in TWh), physikalische Werte  
Solde importateur/exportateur 2021 (en TWh), valeurs physiques



Früher Strom aus  
Frankreich &  
Reexport nach Italien

Heute

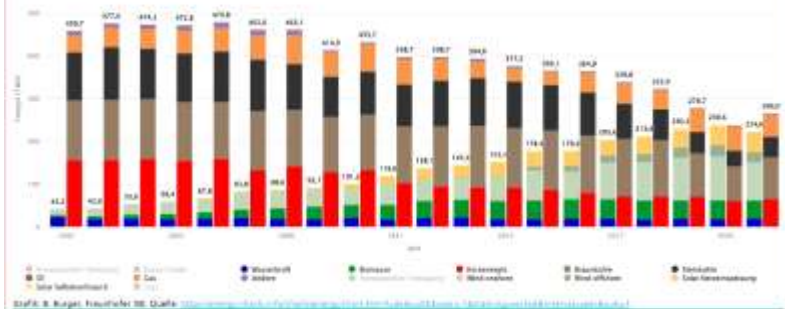
- Viel Strom aus Deutschland
- Netzengpässe
- EU erweitert Hochspannungsnetze rund um Schweiz herum

**Strombezüge im Winterhalbjahr stark gefährdet**

# Wer sind die Partner der Zukunft?

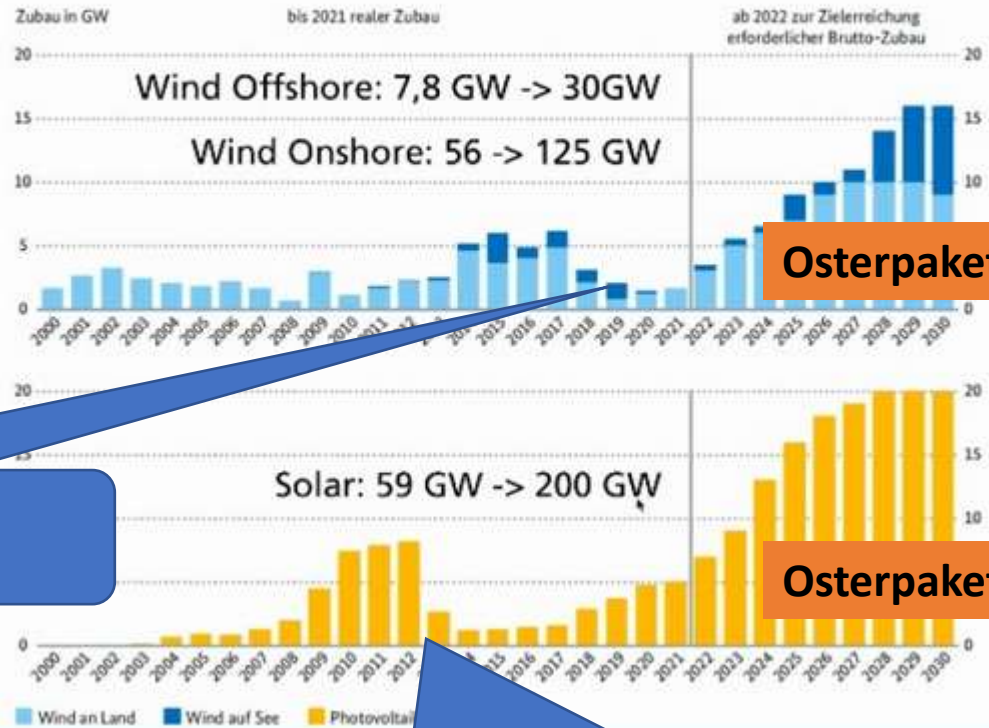
Deutschland: Ausbau EE trotz jahrzehntelanger Obstruktion von CDU & FDP

Nettostromerzeugung aus erneuerbaren und nicht erneuerbaren Quellen  
Jahr 2002 - 2021



50% erneuerbarer Strom

## Jährlicher Zubau an installierter Leistung Planung der Bundesregierung bis 2030



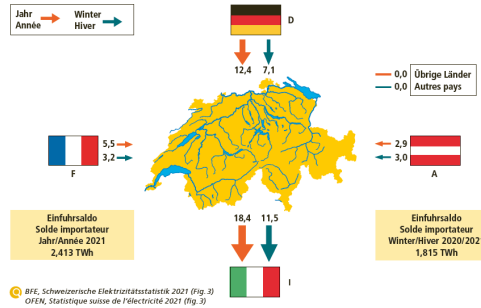
2017-2021: «Altmeier-Knick»  
CDU reduziert Ausbau Windkraft

2011/12/13: CDU&FDP ruinieren deutsche Solarindustrie,  
Solarindustrie wandert nach China  
Ausstieg aus dem Atomausstieg



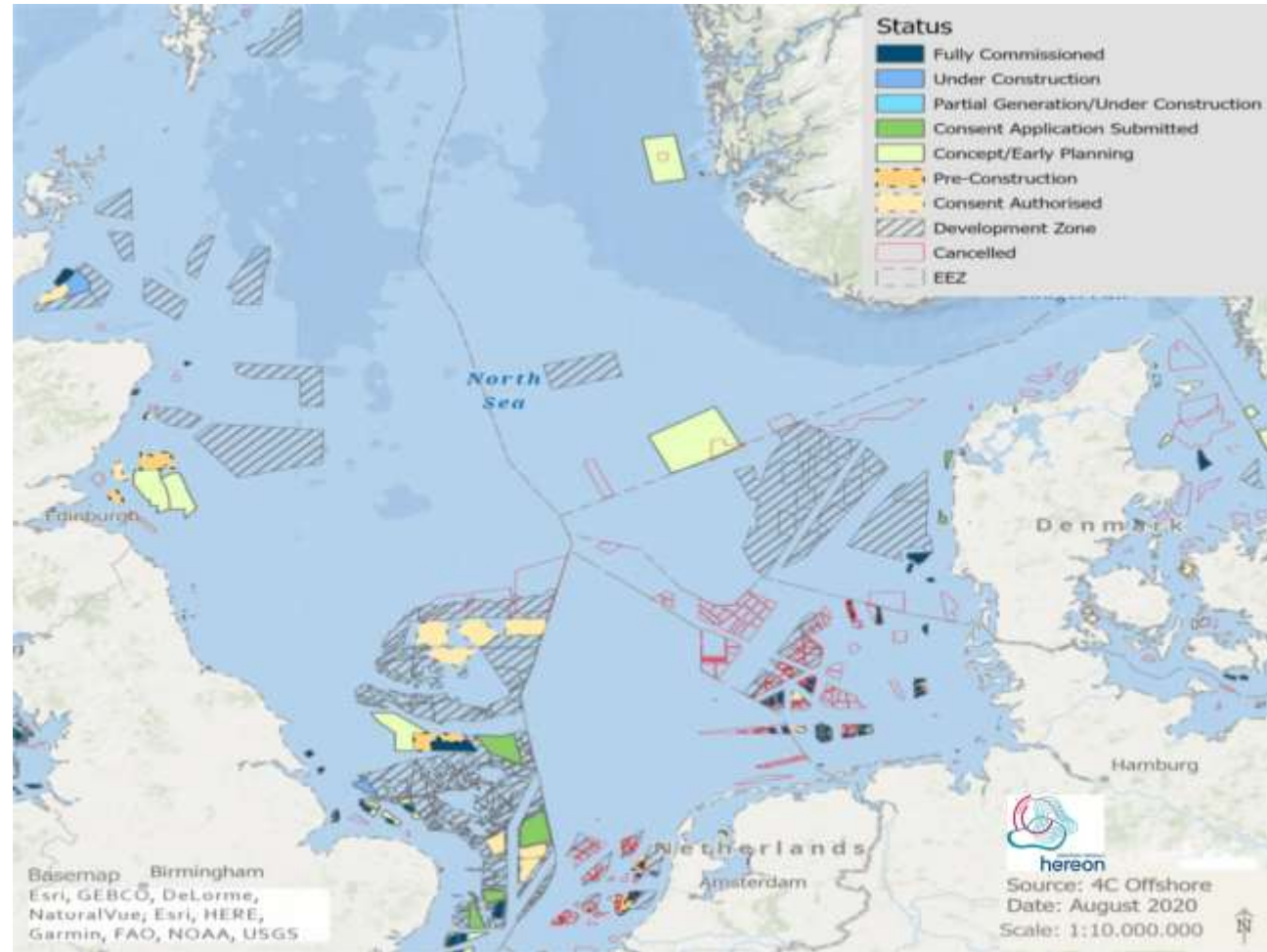
# Strom-Lieferungen drehen von Westen nach Norden

Fig. 3 Einfuhr-/Ausfuhrsaldo 2021 (in TWh), physikalische Werte  
Solde importateur/exportateur 2021 (en TWh), valeurs physiques



In Nord-, Ostsee & Atlantik entsteht  
Zusatzproduktion: 250  
«Gösgen» (500 GW neue  
Windkraft)

Atomstromverträge mit  
Frankreich wurden nicht  
verlängert



**Ausbau der Windkraft führt ab 2025 zu hohen Stromüberschüssen der EU:  
Ideales Pendant im Winterhalbjahr für die Schweiz**



# Sechs Ursachen - erklärt

## 1. Importstrategie seit 1950

- Riskante Abhängigkeit: Öl, Gas, Kohle, Uran 100% aus dem Ausland
- Jahrzehntelange Blockierung der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz
- Öl-, Gas- und Atomlobby extrem stark verankert in SVP, FDP, CVP, Hauseigentümer-, Gewerbeverband

## 2. Klimaerhitzung mit unmittelbaren Konsequenzen

- weniger Regen, fehlendes Kühlwasser für AKWs, Sperrung Rheinschifffahrt

## 3. Putins Angriffskrieg

- Energie als Waffe: Erdgas-, Erdöl-, Kohle-Lieferrückgang, gegenseitige Boykotte (Nordstream 2)

## 4. Bundesrat: Abbruch der Verhandlungen mit der EU für einen Rahmenvertrag

- Schweiz erklärt sich selber zum «Drittstaat» wie Grossbritannien
- Verlust von Gleichstellung und Solidarität mit EU-Mitgliedern Strom, Forschung, Marktzugang usw.

## 5. **Überschätzte Sicherheit der AKWs & fehlende Ersatzplanung (Ausnahme D)**

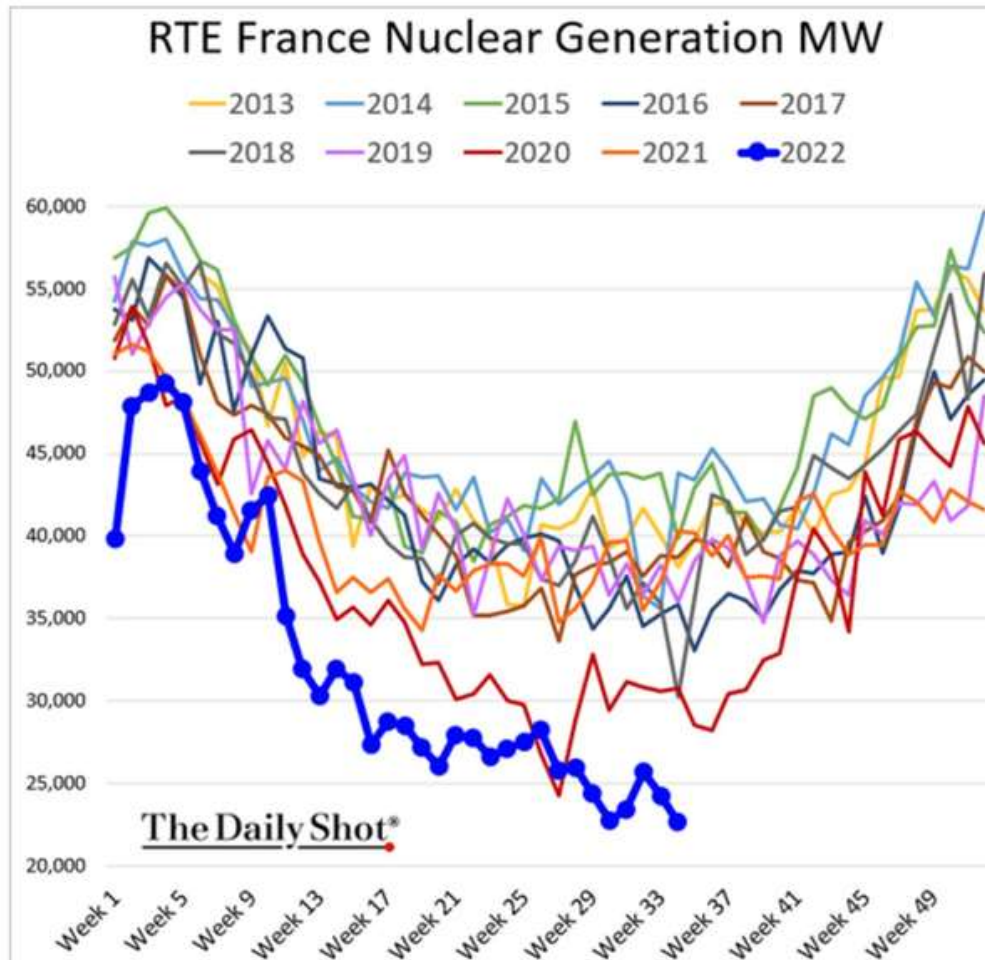
- **Stillstände, Korrosion, Alterung, steigende Risiken bei bestehenden Anlagen**
- **Kostenexplosion, verzögerte Inbetriebnahme neuer Anlagen**

## 6. Neoliberales Laissez-faire & starke Lobbys: «der Markt soll es richten»:

- Versorgungssicherheit erfordert Kraftwerke, Netze, Speicher & klare Verantwortlichkeiten
- Dysfunktionales Bundesamt für Energie: Verweigerung Investitionssicherheit & Bewilligungen
- Verhinderung des Ausbaus durch Anti-Windkraft-Lobby, Netz-Engpässe Nordsee-CH
- Verlust der Marktführerschaft an China: Solarzellen, Batterien, E-Autos? Windkraft? Chips?

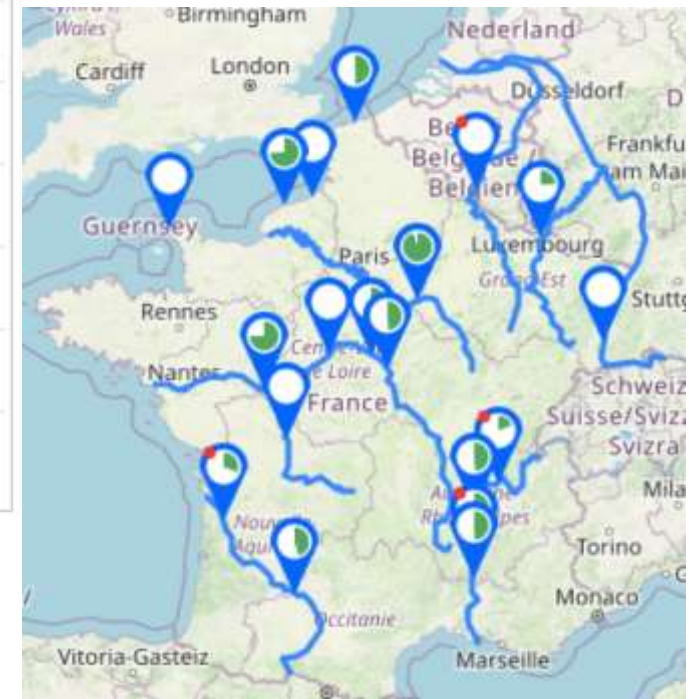
# Veralteter Atompark ist gigantisches Klumpenrisiko:

31 von 56 französischen AKWs stehen still



**Atomabhängigkeit verursacht enorme Risiken:**

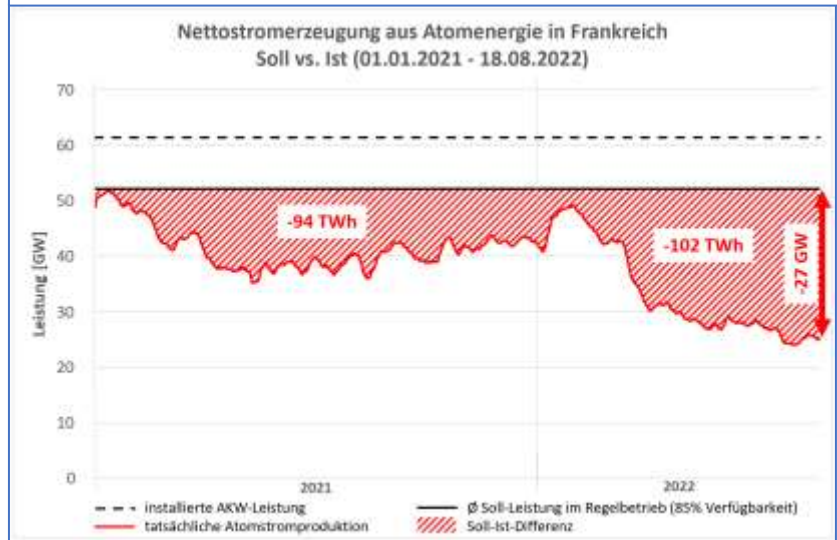
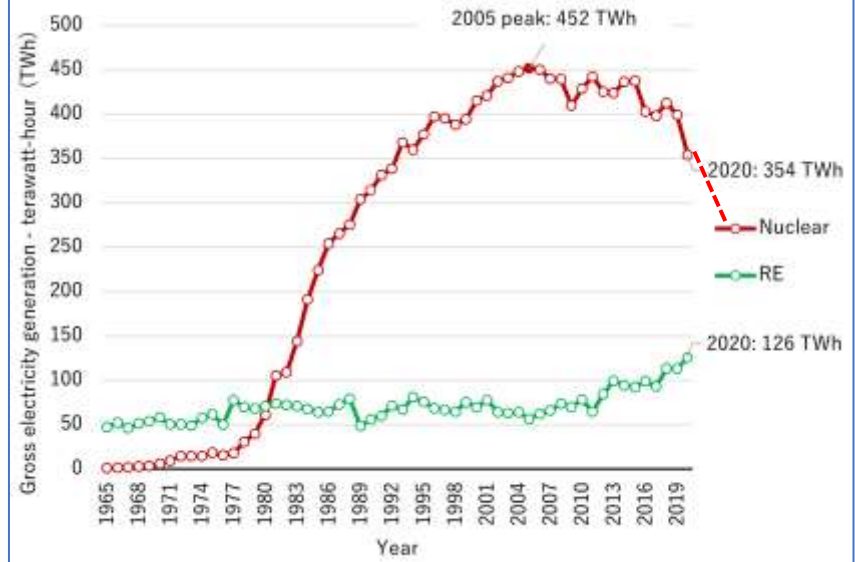
- **Fehlender Strom**
- **Eskalierende Kosten**
- **Erneuerbaren Energien werden von EDF blockiert**
- **Fehlende Sicherheit**



**Lieferungen aus Frankreich im Winterhalbjahr stark eingeschränkt**

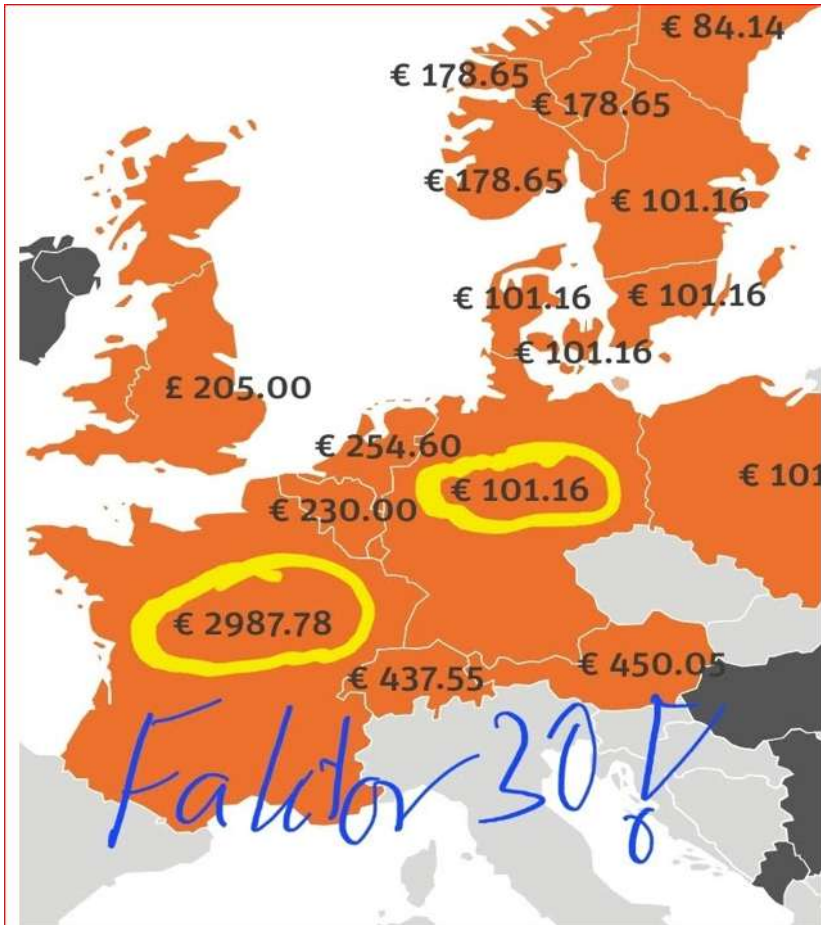
# AKW-Krise ist Hauptursache der Engpässe

(2022: 280 statt 400 TWh, Ausfall entspricht doppeltem Jahresverbrauch der Schweiz)



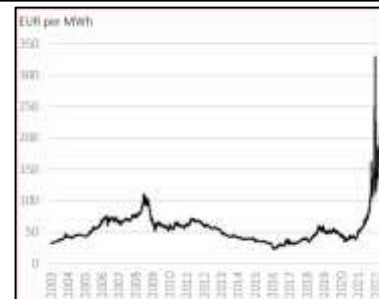
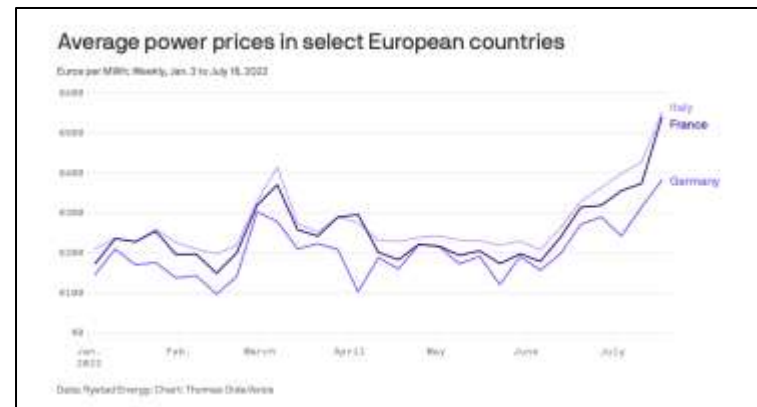
# Explodierende Strompreise: lagen schon im April bei 3 €/kWh in Frankreich

Preise unterschiedlich hoch



- Festhalten an Atomenergie führt zu Untätigkeit in F:
  - zu wenig Investitionen
  - Winter-Blackout?
  - F mit signifikant höheren Preisen als D
- Hohe Gewinne mit Stromexporten nach Frankreich

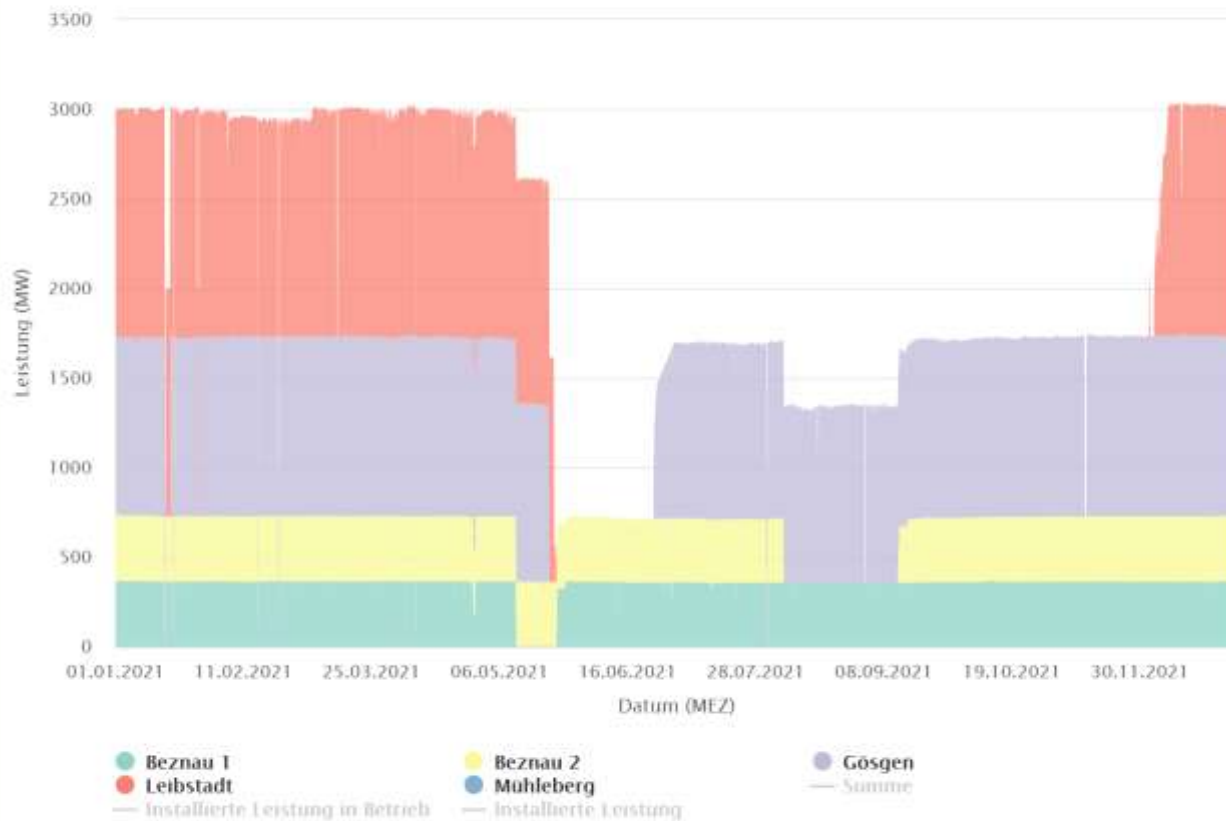
## Mittlere Strompreise in D,F,I



Kombination aus  
Erdgasausfall und  
Atomausfall schafft  
einmalige Preissituation

# Ungeplante Unterbrüche auch in CH-Atomkraftwerken: Leibstadt stand 5 Monate still (2021), führte zu sehr teuren Zukäufen

Nettostromerzeugung aus Kernenergie in der Schweiz 2021



Energy-Charts.info - letztes Update: 03.06.2022, 16:07 MESZ

**Statt endlich die erneuerbaren Energien auszubauen herrscht blindes Vertrauen in die alten Atomkraftwerke.**

**Dies belastet die Energiezukunft der Schweiz und verursacht 2022 hohe Mehrkosten**



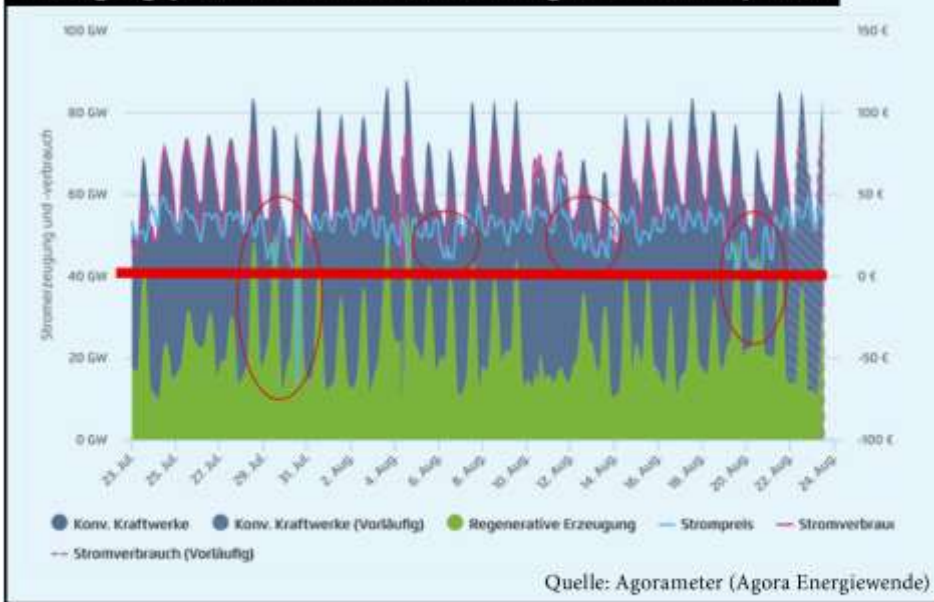
# Neoliberale Marktgläubigkeit und Verhinderungspolitik haben zu Unterinvestitionen geführt

1. **Importstrategie seit 1950: Öl, Gas, Kohle, Uran**
  - Jahrzehntelange Blockierung der erneuerbaren Energien durch Kohle-, Öl- und Atomlobby
2. **Klimaerhitzung in voller Fahrt**
  - weniger Regen, fehlendes Kühlwasser für AKWs, Sperrung Rheinschifffahrt
3. **Putins Krieg**
  - Energie als Waffe: Erdgas-, Erdöl-, Kohle-Lieferrückgang, gegenseitige Boykotte (Nordstream 2)
4. **Bundesrat: Abbruch der EU-Verhandlungen Rahmenvertrag**
  - Schweiz erklärt sich neu zum «Drittstaat» wie Grossbritannien
  - Folge: Verlust von Gleichstellung und Solidarität mit EU-Mitgliedern Strom, Forschung, Marktzugang
5. **Überschätzte Sicherheit der AKWs & fehlende Ersatzplanung (Ausnahme D)**
  - Stillstände, Korrosion, Alterung, steigende Risiken bei bestehenden Anlagen
  - Kostenexplosion, verzögerte Inbetriebnahme neuer Anlagen
6. **Neoliberales Nichtstun und Verhinderungspolitik der Parteien**
  - «der Markt soll es richten»: **gegen Planung, gegen Investitionen, gegen «grüne Subventionen»**
  - **Bundesrat und Bundesamt für Energie blockieren Photovoltaik ab 2012 bis heute**
  - **CH/EU: Verlust der Marktführerschaft an China: Solarzellen, Batterien (> 90%), Autos? Windkraft?**
  - **Fehlender Speicheraufbau: Batterien, Wasserstoff, Biomethan im Inland – Konzeptlosigkeit im BFE**
  - **D: Verhinderung des Netzausbaus** durch Anti-Windkraft-Lobby + CSU verursacht Engpass in Süddeutschland und beschädigt die Versorgungssicherheit in der Schweiz

# Preisbildung bei Erneuerbaren wird von den Verantwortlichen bisher nicht verstanden:

Fehlende Investitionssicherheit führt zu drohender Prekarisierung der Elektrizitätswirtschaft

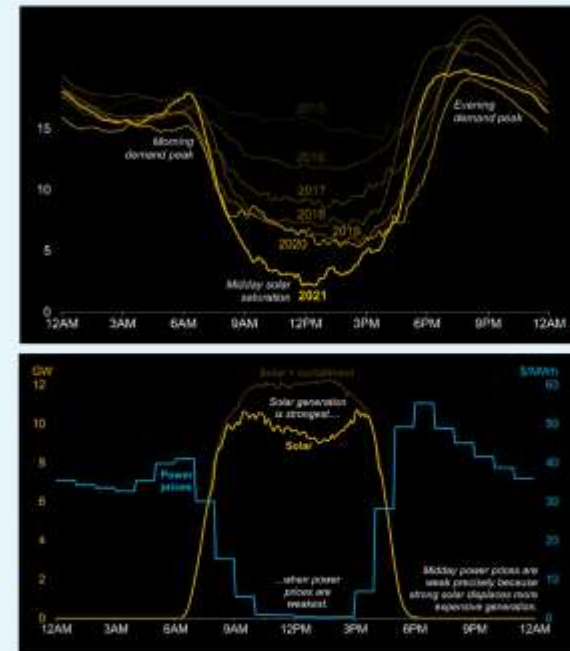
## Erzeugungprofil der erneuerbaren Energien und Strompreise



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.

**Witterung senkt Strompreise:  
Sonne & Wind gleichzeitig =  
Null-Preise**

## Entenkurve (Lastprofil und Preisprofil in Kalifornien)



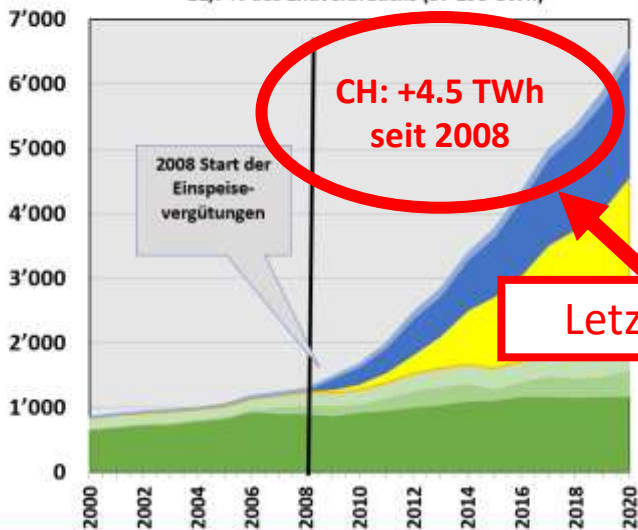
Grafiken: California Independent System Operator (CAISO)

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 vervielfacht (2021).



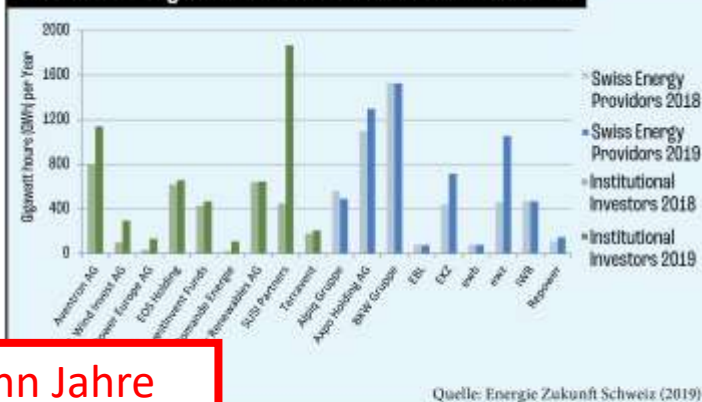
# CH-Strom-Unternehmen investierten in Erneuerbare im Ausland dreimal mehr als im Inland

2020: 6'525 GWh Strom aus dezentralen Anlagen mit Finanzierung aus dem Netzzuschlag  
9.3 % der Landeserzeugung (71'894 GWh)  
11,7 % des Endverbrauchs (57'198 GWh)



Letzte zehn Jahre

Schweizer Energie-Investments im benachbarten Ausland



Die Netzbetreiber haben etwa viermal mehr Kapital im benachbarten Ausland in neue Kapazitäten mit erneuerbaren Energien investiert als in der Schweiz. Schuld daran sind die schlechten Rahmenbedingungen der Schweizer Gesetzgebung.

Anteil vom Endverbrauch



Schweizer Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Europa



Investorinnen und Investoren stimmen mit den Füßen ab: Milliarden-Investitionen in neue Kraftwerke wurden im Ausland realisiert, wo feste Lieferpreise garantiert sind.

# Blockaden durch Regulierungsbehörden: Bewilligungsverfahren dauert 18 bis 23 Jahre für kleine Windparks

**Windpark St. Croix**  
**Projektstart 1999**  
**Baubeginn 2021**



Fotomontage

**Windpark Gotthard**  
**Projektstart 2002**  
**Baubeginn 2020**  
**Inbetriebnahme 2020**



Bild AET

## Windenergie: Demokratische Gemeinde- und Volksentscheide seit 2012

Investoren & Standortgemeinden sagen ja zur Windenergie.

Atomlobby + SVP gehen flächendeckend und gut organisiert gegen Erneuerbare Energien vor, insbesondere gegen Windenergie mit hoher Winterstrom-Produktion

Gemeinde/Kanton		Jahr	Ja-Anteile	Entscheid-Gremium
St. Croix	VD	2012	53%	Urnenabstimmung
Oberhof	AG	2013	56%	Referendum
Charrat	VS	2014	60%	Gemeindeversammlung
Saxon	VS	2014	40%	Gemeindeversammlung
Kanton Waadt	VD	2014	65%	Urnenabstimmung kantonales Wind-konzept (5 Standorte)
Kanton Neuenburg	NE	2014	65%	Urnenabstimmung - kantonale Planung Zustimmung auch in allen direkt betroffenen Gemeinden
Grenchenberg/Grenchen	SO	2014	100%	Gemeinderat ( einstimmig, 15 Mitgl.)
Saïcourt	BE	2015	59%	Gemeindeversammlung
Tramelan	BE	2015	60%	Urnenabstimmung
Sonvilier	BE	2015	75%	Gemeindeversammlung
Saïcourt	BE	2015	59%	Gemeindeversammlung
Charrat	VS	2016	66%	Neuaufgabe Charrat (2 Anlagen)
Troistorrent	VS	2016	49,8%	Referendum
Vallorbe	VD	2016	57,5%	Urnenabstimmung
Val de Travers	NE	2016	59%	Gemeindeversammlung
Le Chenit	VD	2016	63%	Gemeindeversammlung
Vallorbe	VD	2016	58%	Gemeindeversammlung
Charrat	VS	2016	66%	Gemeindeversammlung
Juriens	VD	2018	34 Ja, 13 nein	Gemeindeversammlung
Mont-la-Ville	VD	2018	35 Ja, 25 nein	Gemeindeversammlung
La Praz	VD	2018	11 Ja, 20 nein	Gemeindeversammlung
La Praz	VD	2018	47 Ja gegen 38 nein	Gemeindeversammlung
Kienberg	SO	2018	58%	Gemeindeversammlung
Lignerolles	VD	2018	91%	Gemeindeversammlung
L'Abergement	VD	2018	88%	Gemeindeversammlung
Mont-La-Ville	VD	2018	58%	Gemeindeversammlung
Ballaigues	VD	2018	22 Ja, 8 Nein	Gemeindeversammlung
L'Abergement	VD	2018	22 Ja, 2 Nein	Gemeindeversammlung
Lignerolle	VD	2018	20 Ja, 2 Nein	Gemeindeversammlung
Bilten	GL	2019	24 Ja, 30 Nein	Parlamentsentscheid Richtplan Bilten
Court	VD	2019	93 Ja, 222 Nein	Gemeindeversammlung
Sonvilier	BE	2020	281 Ja, 286 Nein	Urnenabstimmung
Kanton Thurgau	TG	2020	76 Ja, 38 Nein	Grossratsentscheid Richtplan Wind
Hitzkirch	LU	2020	60% Ja	Gemeindeentscheid



# Technologieverbot für Solarstromanlagen:

Gemeinderäte, Denkmalschutz, Atomlobby verhindern Dachanlagen systematisch



Beispiel Herznach Kanton AG

**Ein Beispiel unter  
Tausenden:**

**Ästhetik vor Klimaschutz**

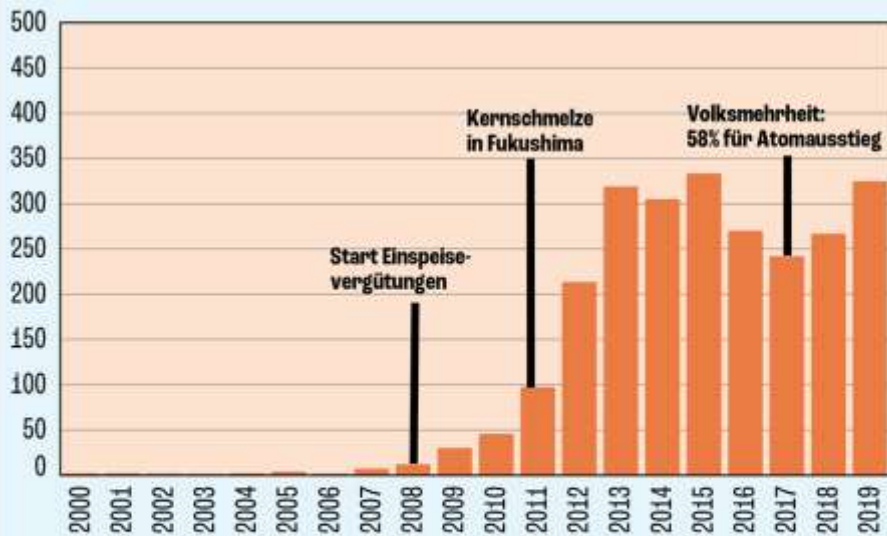
**Bauverbote auch für  
nicht historische Bauten:  
«Ortbildschutz»**

**Hartnäckiger Kleinkrieg  
vieler Gemeinden und  
Kantone gegen  
erneuerbare Energien**

10 Jahre Verweigerung von Vergütungen für Photovoltaik durch Bundesrat und Bundesamt für Energie

# Warteliste mit 50'000 baureifen Projekten (Höchststand 2017)

Jährlich neu installierte PV-Leistung in der Schweiz (MW)



Quelle: BFE Gesamtenergiestatistik

Der Ausbau der Photovoltaik stagnierte ab 2013. Während die Forschung einiges Geld erhielt, konnten neue Erkenntnisse mit Grossanlagen kaum umgesetzt werden. Auch die Einmalvergütungen blieben auf tiefem Niveau kontingentiert. Erst 2019 folgte ein Kurswechsel.

Entwicklung der Wartelisten

Bürokratische Hürden als Dauerzustand:  
15'000 bis 50'000 Projekte auf Warteliste blockiert – Tendenz sinkend



Quelle: Pronovo Jahresberichte und KEV-Cockpit

Wer ein Finanzierungsgesuch stellte, landete auf einer «Warteliste». Statt mehr Einmalvergütungen zu finanzieren, bildete der Netzzuschlagsfonds mehr als 1,2 Milliarden CHF Reserven.

- Finanzmittel aus Netzzuschlag nur mittels Tropfenzähler
- Zehnjährige Wartefristen waren normal.
- Einspeisevergütungen im Oktober 2019 für immer gestoppt
- Solarstrom kostete damals nur noch 9 Rp/kWh, war billigste Technik

Bei voller Kasse wurde Geld zurückgehalten

## Sommaruga erzwingt 2019 Freigabe der Mittel für Einmalvergütungen (inzwischen liegen Reserven noch immer >1,6 Mrd. CHF)

### Netzzuschlagsfonds: Ausgaben, Überschüsse, Reserven

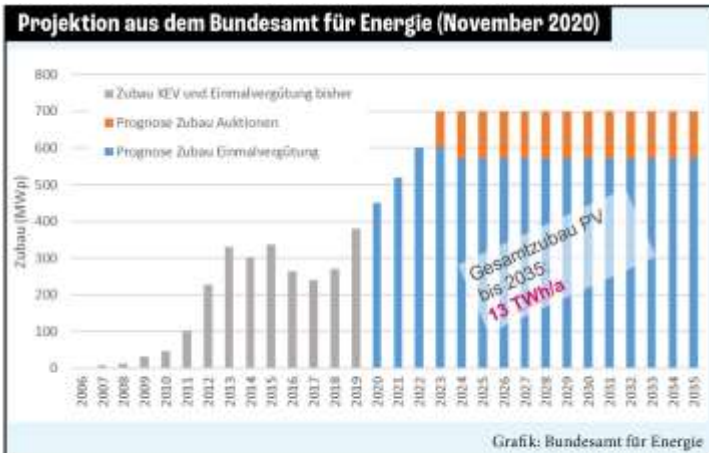
Angaben in Mio. CHF	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Wasserkraft im EVS	14	25	30	53	64	83	104	134	136	147	156
PV im EVS	10	13	20	40	58	82	132	138	148	164	157
Windenergie im EVS	1	2	5	6	7	7	9	11	12	12	18
Biomasse im EVS	21	29	37	63	81	97	94	128	141	154	145
Mehrkostenfinanzierung (vor 2008)	78	33	26	29	29	40	32	32	32	30	24
total wiederkehrende Rechtsansprüche	124	102	117	191	238	310	370	443	469	506	500
PV Einmalvergütung KLEIV	0	0	0	0	0	6	103	103	102	166	114
PV Einmalvergütung GREIV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	112
Investitionsbeiträge Kleinwasserkraft											1
Investitionsbeiträge Biomasse											
Investitionsbeiträge Grosswasserkraft											47
total Investitionsbeiträge für Neuanlagen	0	0	0	0	0	6	103	103	102	178	274
total Finanzierung Investitionen Neubauten	124	102	117	191	238	316	473	546	571	684	774
Überschuss/Defizit des Netzzuschlagsfonds	100	168	130	53	10	-38	75	92	192	375	274
Stand der Reserven	91	250	375	419	416	360	409	485	652	999	1220

Quelle: Stiftung KEV, Staatsrechnung/Pronovo Cockpit

Die Einmalvergütungen für PV-Anlagen wurden 2013 verabschiedet. Das Bundesamt für Energie plafonierte diese Leistung jahrelang bei 100 Millionen CHF, während die Reserven des Netzzuschlagsfonds auf über 1,2 Milliarden CHF anstiegen (Stand Ende 2019).



# Bundesamt für Energie postuliert im Jahr 2020 schon wieder einen Ausbaustopp-Wachstum für Solarstrom



Die bisherigen Verlautbarungen des BFE und des Bundesrates sehen bis 2035 eine Stagnation des Ausbaus bei 700 MW vor. Im Jahre 2021 dürfte der Zubau bereits über 600 MW betragen.

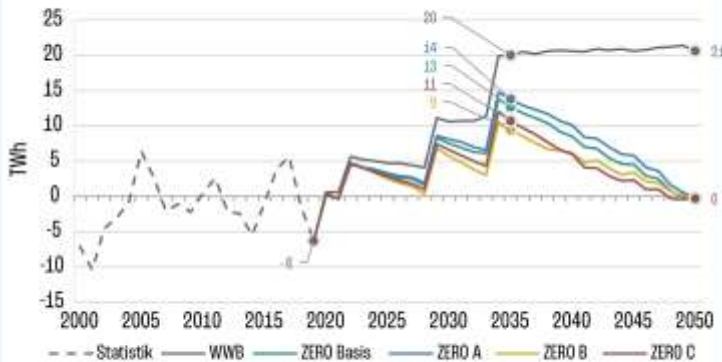


**BFE Chef Revaz:**

- Fokus auf Wasserkraft
- Verhält sich wie ein Lobbyist
- Probleme werden nicht gelöst
- Kostengünstigste Technik bleibt blockiert
- Blockierung Photovoltaik und alpine Anlagen

## Anstieg der Strom-Nettoimporte gemäss Energieperspektiven 2050+

### Varianten des Szenarios ZERO



Grafik: BFE: Abb. 8, Energieperspektiven 2050+, Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse. (Strategievariante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050») und des Szenarios WWB, in TWh

## BFE-Energieperspektiven 2050+

- **Diffamierung der Photovoltaik:**
  - «Kosten 10-15 Rp/kWh»
- **Szenarien mit Vervierfachung der Stromimporte bis 2035**
- **Erneuerbare Energien stagnieren auf minimalem Niveau bis 2035**
- **Maximal 700 MW neue PV- Installationen pro Jahr (Zubau 2021: 692 MW)**



# Übersicht

- Energiekrise: was passiert gerade und wieso?
- **Disruption – was heisst das?**
- Potenziale & Lösungen
- Lösungen für den Verkehr
- Atomenergie?

# Was heisst Disruption?

*(engl. disrupt – unterbrechen, zerreißen)*

***"Eine disruptive Technologie ist eine Innovation, die eine bestehende Technologie vollständig verdrängt«***

(Clayton M. Christensen)

- ***Disruptive Innovationen entstehen unerwartet und sind für etablierte Anbieter wegen des kleinen Marktsegmentes meist uninteressant.***
- ***Sie sind etablierten Produkten anfangs meist unterlegen***
  - ***Beispielsweise waren die Flash-Speicher den Festplatten in Bezug auf Kapazität, Zuverlässigkeit und Preis anfangs klar unterlegen. Weil Flash-Speicher jedoch klein sind und wenig Energie verbrauchen, wurden sie in neuen Anwendungen eingesetzt. Die Absatzzahlen stiegen, wodurch die Preise fielen und die Speicher besser wurden.***

- ***Die Welt steht vor massiven Veränderungen, wie um 1900...***



div. Folien:  
Dank an

© [Krispin Romang](#)

1900 New York 5th avenue

DISRUPTION



1900 New York 5th avenue

DISRUPTION



1913 New York 5th avenue



DISRUPTION



1913 New York 5th avenue

# Beispiele für Disruption

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

# Energiegewinnung definiert die Lebensweise





# Drei Energiewelten – biogen – extraktiv – biogen

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



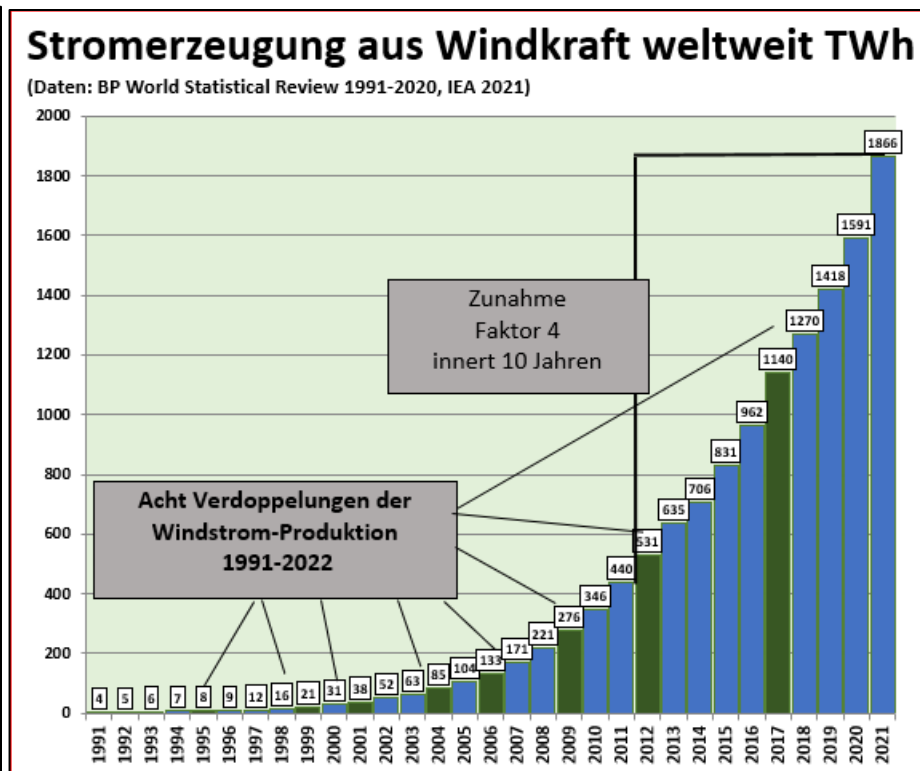
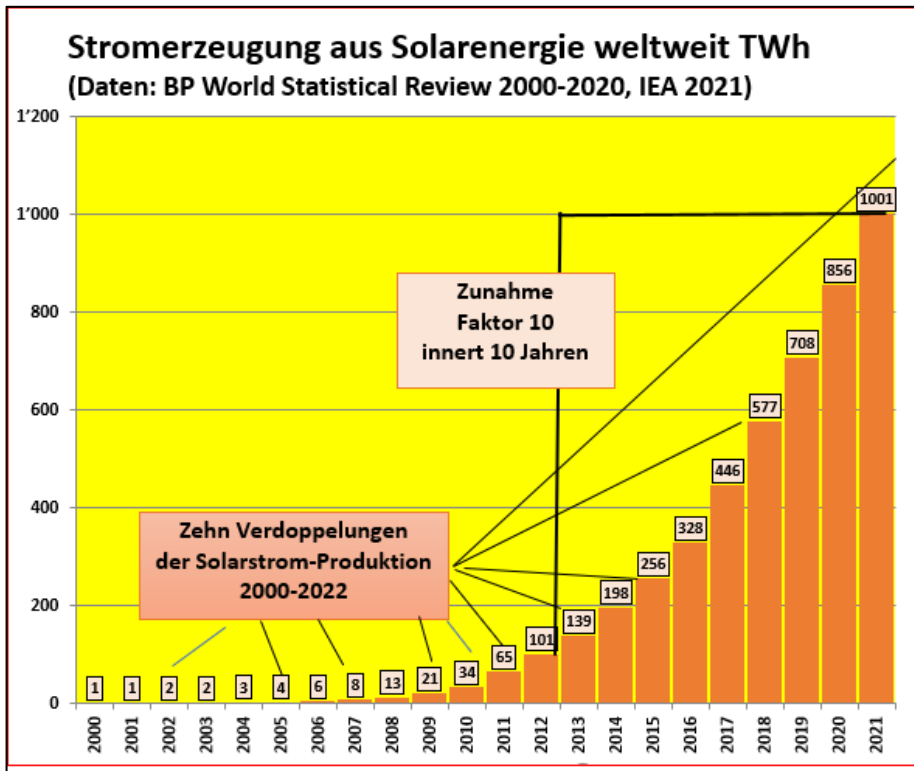
Investieren  
gewinnen/speichern  
verteilen,  
recyclen  
**Logik der Massenproduktion  
mit Landnutzung & Recycling**

# Extraktive Energiegewinnung: 1763 Dampfmaschine / 1859 Erdöl / 1954 Kernkraft





# Die neuen Disruptionen Solarstrom, Windkraft & Batterien



Der Zubau und damit das Zubau-Tempo haben sich seit 2000 jeweils innert zwei bis vier Jahren verdoppelt, bei der Photovoltaik bisher zehnmal und bei der Windenergie achtmal. Wir brauchen nun noch drei Verdoppelungen und dann ist die Stromerzeugung vollständig erneuerbar

# China will Siliziumproduktion bis 2025 versechsfachen

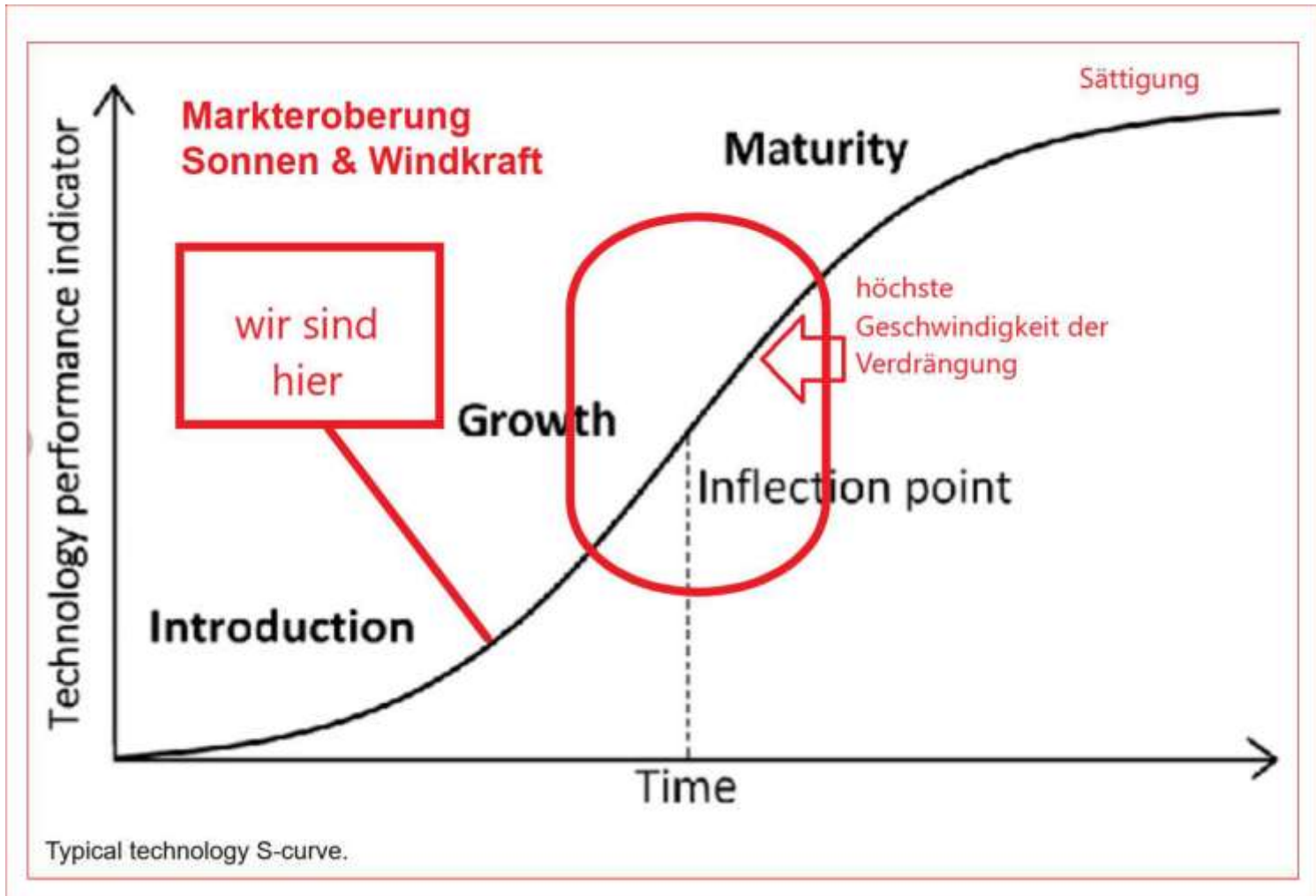
ReTHINK Polysilicon manufacturing forecast to 2030 - Video preview

POLYSILICON PRODUCTION CAPACITY (tons)		2021	H1 2022	H2 2022	H1 2023	H2 2023	H1 2024	H2 2024
OCI		30,000	30,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000
Wacker		84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000
REC Silicon		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	20,000
大全能源	Daqo New Energy	105,000	105,000	155,000	205,000	235,000	250,000	270,000
通威	Tongwei	180,000	230,000	255,000	280,000	350,000	400,000	450,000
新特能源	Xinte Energy (TBEA subsidiary)	66,000	100,000	150,000	200,000	250,000	300,000	400,000
保利协鑫	GCL-Poly	60,000	160,000	160,000	310,000	460,000	460,000	460,000
合盛硅业	Hoshine Silicon Industry					50,000	100,000	150,000
阿特斯	Canadian Solar							
东方希望	Eastern Hope	40,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
亚洲硅业	Asia Silicon	50,000	50,000	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000
新疆晶诺新能源	Xinjiang Jingnuo New Energy							300,000
宁夏宝丰	Baofeng Energy				50,000	150,000	250,000	300,000
江苏润阳	Jiangsu Runeng New Energy					50,000	100,000	100,000
上机数控	Wuxi Shangji Automation					50,000	75,000	100,000
宝丰集团	Baofeng Group							
青海丽豪	Qinghai Lihao			100,000	200,000	200,000	200,000	200,000
东方日月	Risen Energy							150,000
中来股份	Jolywood					10,000	100,000	100,000
俄文光伏	Xinyi Solar					60,000	60,000	200,000
其亚集团	Qiya Group							100,000
清电能源	Qingdian Energy Group					50,000	100,000	200,000
多晶硅	BY REGION	2021	H1 2022	H2 2022	H1 2023	H2 2023	H1 2024	H2 2024
	World	636,000	800,000	1,170,000	1,595,000	2,265,000	2,745,000	3,040,000
	China	520,000	764,000	1,049,000	1,474,000	2,144,000	2,624,000	2,700,000
	Western	116,000	116,000	121,000	121,000	121,000	121,000	139,000
	Capacity Utilization (established facilities)	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.86	0.84
	Capacity Utilization (1 quarters old)	0.92	0.87	0.82	0.76	0.79	0.64	0.57
	Capacity Utilization (overall)	0.96	0.92	0.89	0.86	0.83	0.82	0.76
	Output (tons)	610,560	405,393	523,502	688,081	936,005	1,126,603	1,468,574
	Output (GW)	205.0579	138.2416	180.3625	239.5407	322.4824	399.5048	524.9395
	97% capacity utilization rate according to the China Minmetals Corporation							
	Global Installations			2022		2023		2024
	Demand for Manufacturing (next year's installs)			207		259		303
	Demand for Manufacturing if low solar prices			259		303		350
				303		350		394
	Polysilicon Supply (GW)			318.6041		562.0231		924.4643
	Wang Bohua of the China Photovoltaic Industry Association says 365,000 tons made in China in H1 2022							
	123.6 GW of modules made in China H1 2022							
	Chinese demand could be as high as 121 GW this year							

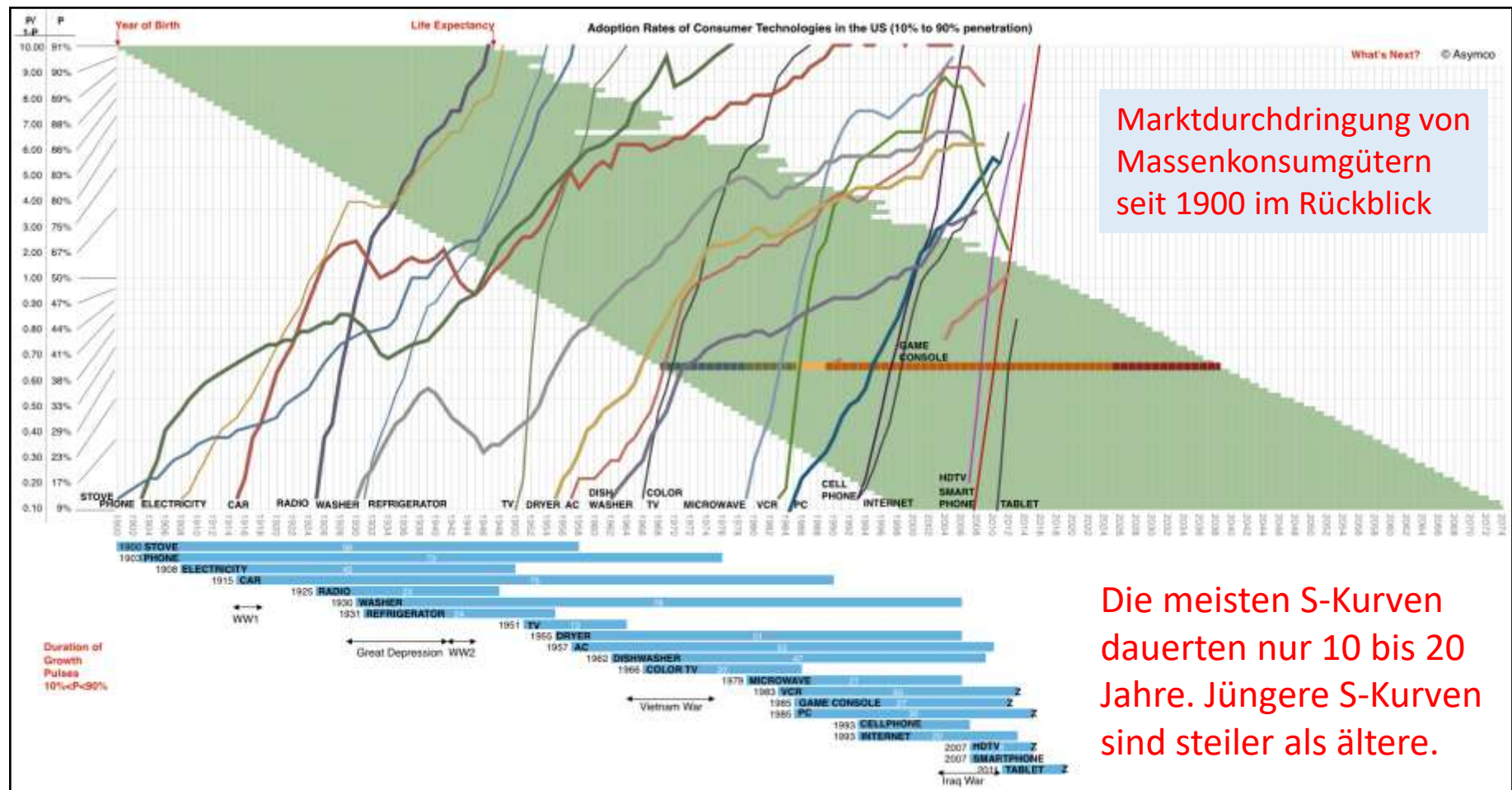
Ab 2025 genug Silizium, um jede Woche drei Atomkraftwerke mit Solarstrom zu ersetzen (Grösse «Gösgen»/1000 MW)

«PV-Tsunami» kann pro Jahr ca. 5% des aktuellen Weltstrombedarfs zusätzlich bereitstellen.

In Wirklichkeit ist die gezeigte «Exponentialkurve» eine «S-Kurve»  
**Die neue Energieversorgung folgt dem Verbreitungsmuster  
von industriellen Massenkonsumgütern**



Wir sollten uns die Energiewende (Marktdurchdringung) viel schneller denken: billig, schmerzlos, konsumentengetrieben, wie ein neues Handy  
 Staat bleibt aber wichtiger Enabler: Spielregeln, Netze, Standorte, Speichermanagement. Ohne gute Regulierung geht nichts.



Marktdurchdringung von Massenkongumgütern seit 1900 im Rückblick

Die meisten S-Kurven dauerten nur 10 bis 20 Jahre. Jüngere S-Kurven sind steiler als ältere.

# Übersicht

- Energiekrise von globaler Dimension: was passiert?
- Disruption – was ist gemeint?
- **Potenziale & Lösungen**
- Lösungen für den Verkehr
- Atomenergie?



# Sinkende Verbräuche seit 2010 (Schweiz/OECD)

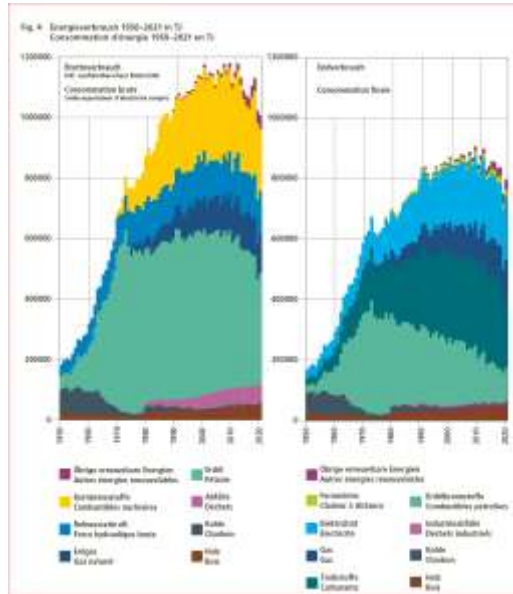
dank Reduktion thermischer Umwandlungsprozesse

2/3 vom Energieinhalt v. Uran & Kohle verpuffen



Bruttoverbrauch

Endverbrauch



3/4 des Energiegehalts von Benzin verpufft



Gesamtenergiestatistik CH

Nicht energetischer Verbrauch 0.8 PJ (Kunststoffe, Asphalt, u.a.)

Vorinvestitionen werden in der Schweiz gar nicht erst gemessen: Wieviel Erdöl verbraucht die Erdölgewinnung bis zur Landesgrenze?

**Bruttoenergie**  
1165 PJ: Kohle, Erdöl, Erdgas, Uran, Wasserkraft, Wind, Sonne, Erdwärme, Holz

**Endenergie** 861.8 PJ: Brennstoffe, Treibstoffe, Elektrizität, Gas, Wärme

Industrieprodukte, Mobilität, Automation, Kühlung Beleutete Flächen, PC-, Telefon- & Internet

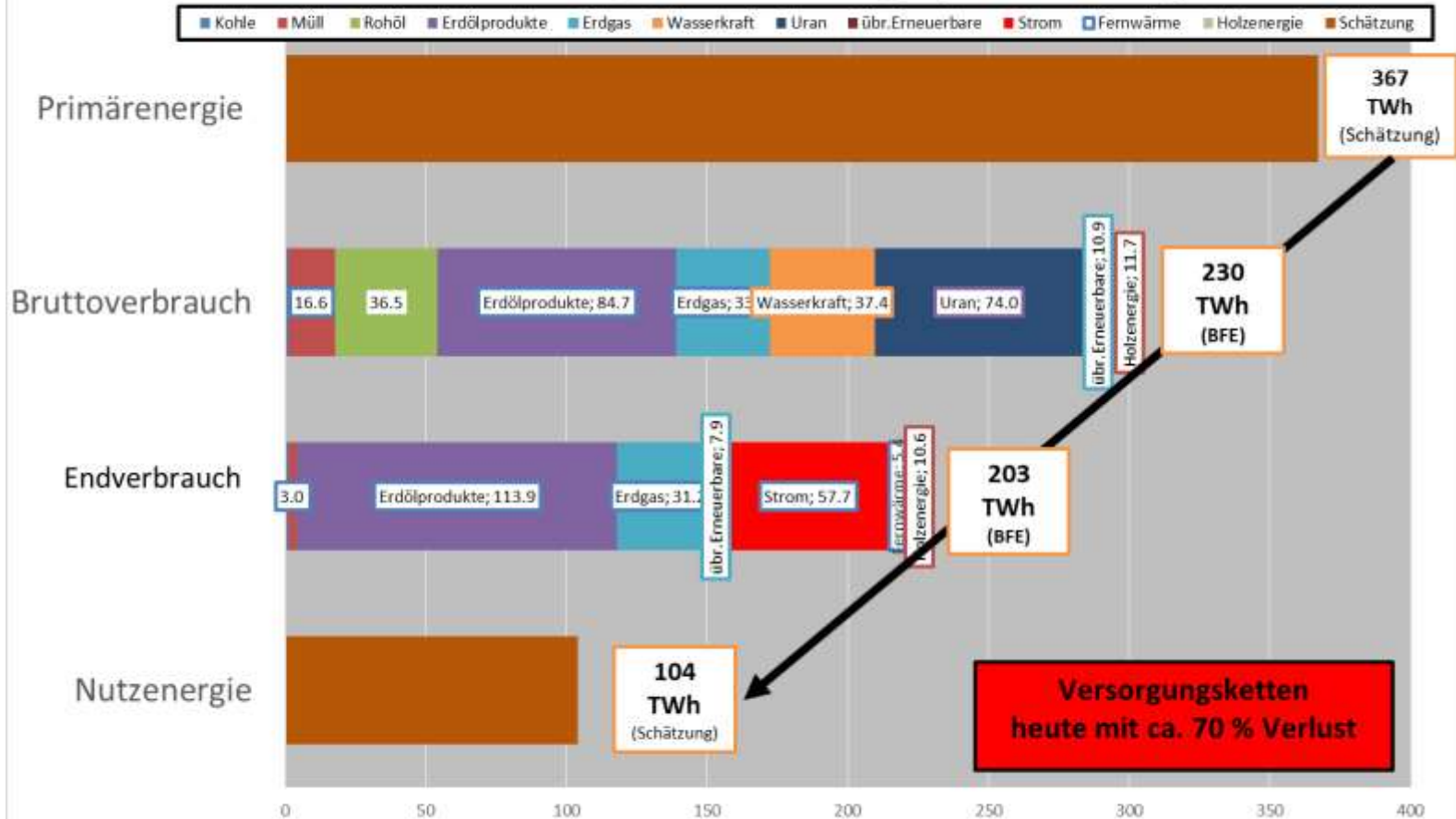
**Umwandlungs-verluste**  
295.2 PJ **25%**

**Verluste zur Nutzenergie-erzeugung**  
431.1 PJ **37%**

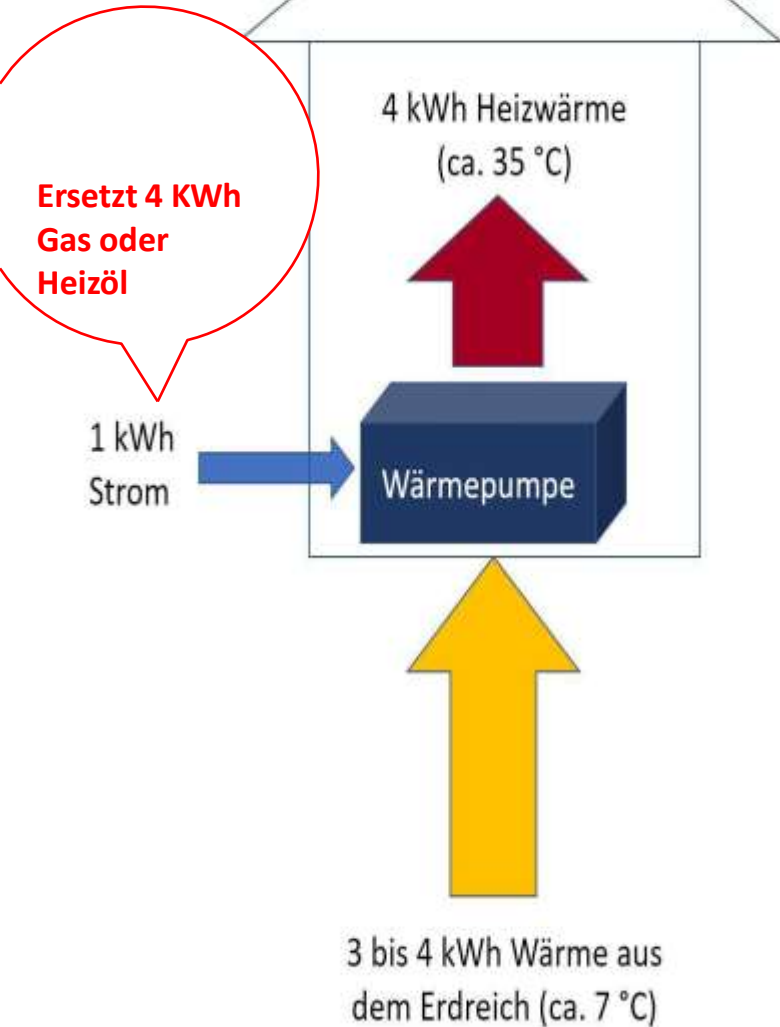
**Nutzenergie**  
430.7 PJ  
**36%**

# Enorme Umwandlungsverluste (70%) der nichterneuerbaren Versorgungsketten (Schätzung)

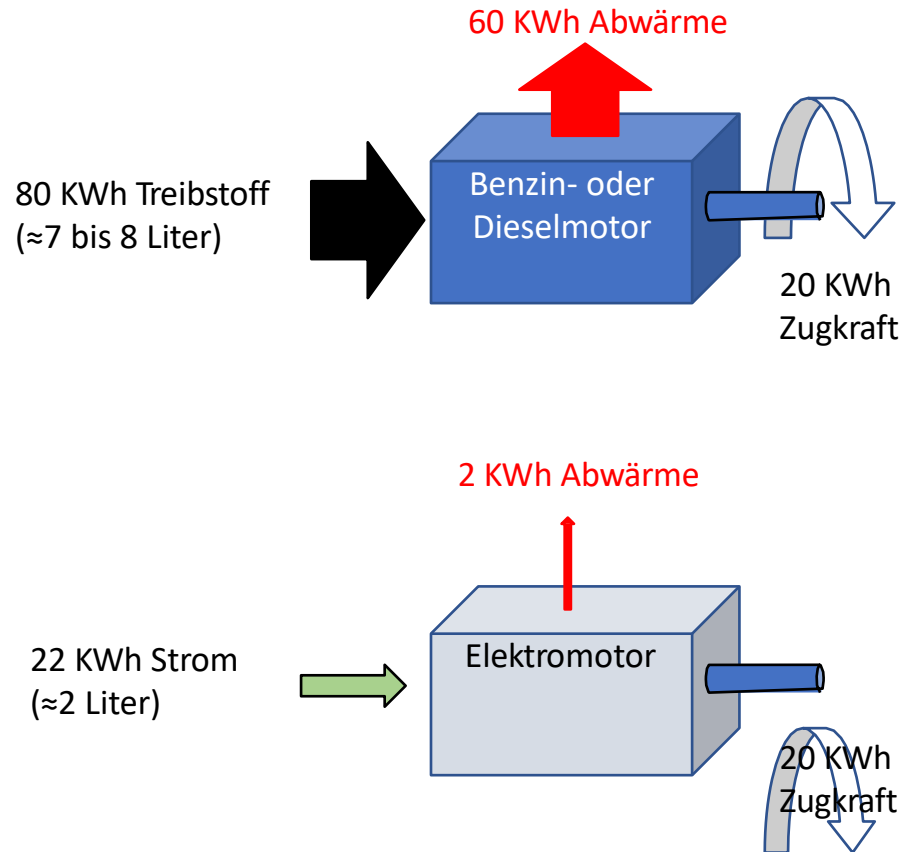
Von der Primärenergie zur Nutzenergie (Schweiz 2018)



## Heizung Gebäude



## 100 Km mit einem Auto.



# Elektrifizierung reduziert den bisherigen Verbrauch um den Faktor 3 bis 4!

100 Prozent erneuerbar ist mehr als die Umstellung des Stromsektors

Transformation in drei Sektoren

Sauberer Strom



Saubere Gebäude



Sauberer Verkehr

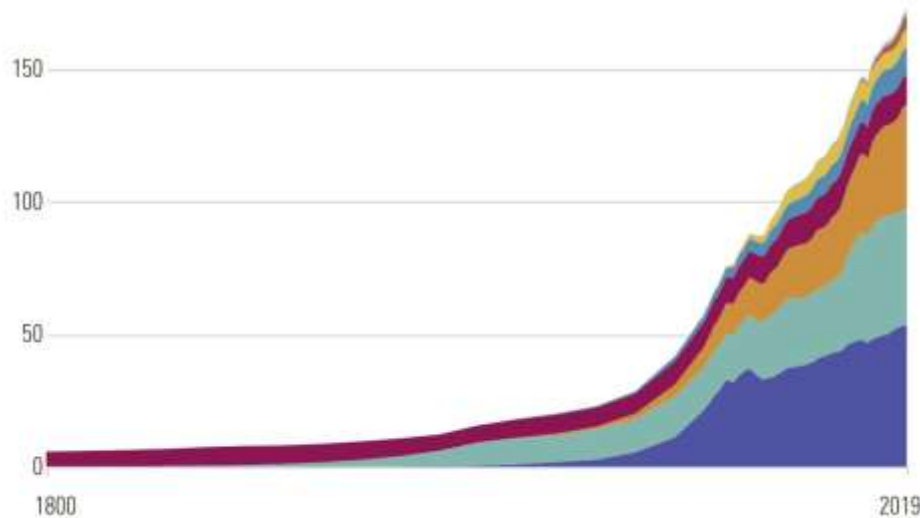


# Nicht vier Fünftel, sondern nur die Hälfte der Nutzenergie stammt aus nichterneuerbaren Energien

## Vier Fünftel der genutzten Energie sind Öl, Kohle und Gas

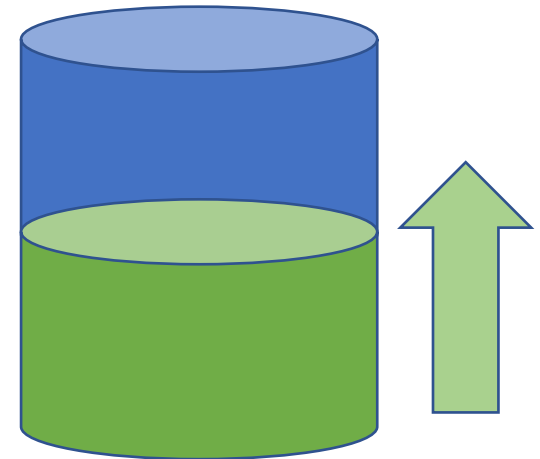
Welt-Energieverbrauch, in Petawattstunden

● Öl ● Kohle ● Gas ● Biomasse ● Wasser ● Kernenergie ● Wind ● Solar  
● Andere Erneuerbare ● Biokraftstoffe



QUELLE: OUR WORLD IN DATA

NZZ / cr.



### Richtige Betrachtung:

Fast die Hälfte der Nutzenergie stammt heute schon aus erneuerbaren Energien.

Jede zusätzliche Einheit an erneuerbaren Energien verdrängt vier Einheiten nichterneuerbare Energien

### Falsche Behauptung (zB. NZZ 27.8.2022)

Drei Viertel der nichterneuerbaren Energien wird gar nicht genutzt, sondern verschwindet als Energieverlust auf dem Weg zur Nutzung.



# Die aktuelle Energiekrise ist Ergebnis einer mutwilligen Verhinderungspolitik

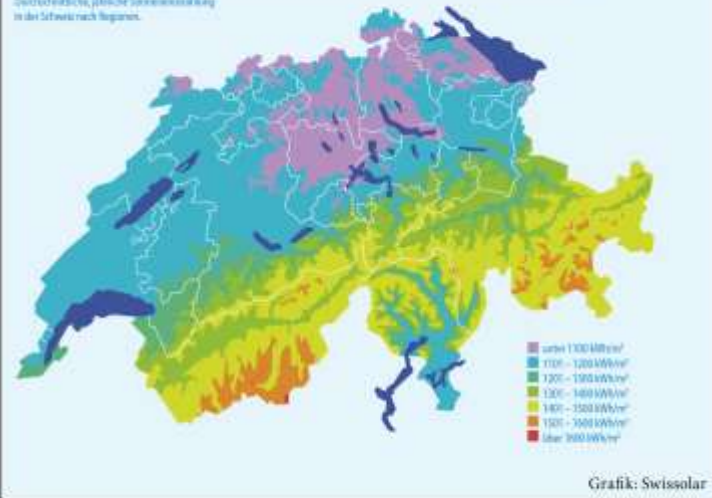
- **Verweigerung von Standort-Bewilligungen**
  - Solarpanels auf Dächern
  - Verbot von Freiflächenanlagen 2012-2022
  - Labyrinthische Verfahren mit 10-20 Jahren Verfahrensdauer
- **Verweigerung Finanzierung & Investitionssicherheit**
  - Mutwillige Beendigung der KEV durch das BFE (2019)
  - Verweigerung kostenorientierter Rückliefertarife
- **Verweigerung der Anerkennung der PV Systemrelevanz**
  - Als relevant gelten fälschlicherweise nur Erdgas, Wind & Wasserkraft sowie Ölkraftwerke
- **Verweigerung von Netzausbau und überteuerte Netzgebühren für Photovoltaik**

# Solarstrom kann den Schweizer Bedarf mehrfach decken

## Höhenlagen (I) mit höherer solarer Einstrahlung als Mittelland

### Solaratlas Schweiz: höchste Einstrahlung in alpinen Zonen

Durchschnittliche jährliche Sonneneinstrahlung in der Schweiz nach Regionen.



Die spezifisch höchsten Erträge gibt es in alpinen Zonen. Dort sind aber die Erstellungskosten und die Netzanschlusskosten oft am höchsten.

Einstrahlung im CH Gebirge gleich hoch wie in Spanien

Aber:

- Periphere Lage
- Teure Erschliessung
- Fehlende Finanzierungsinstrumente



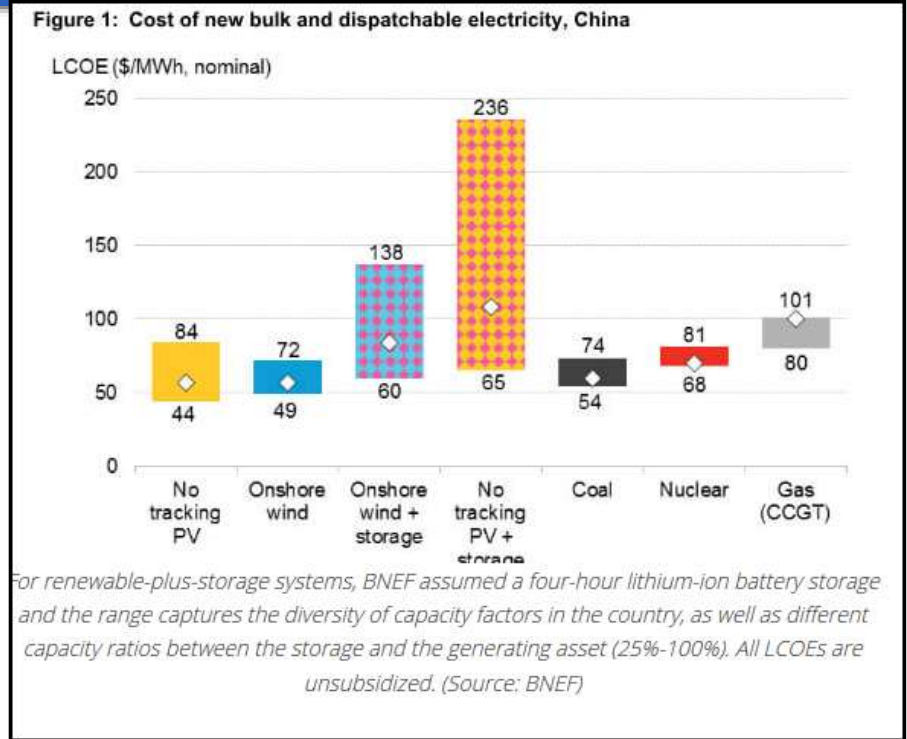
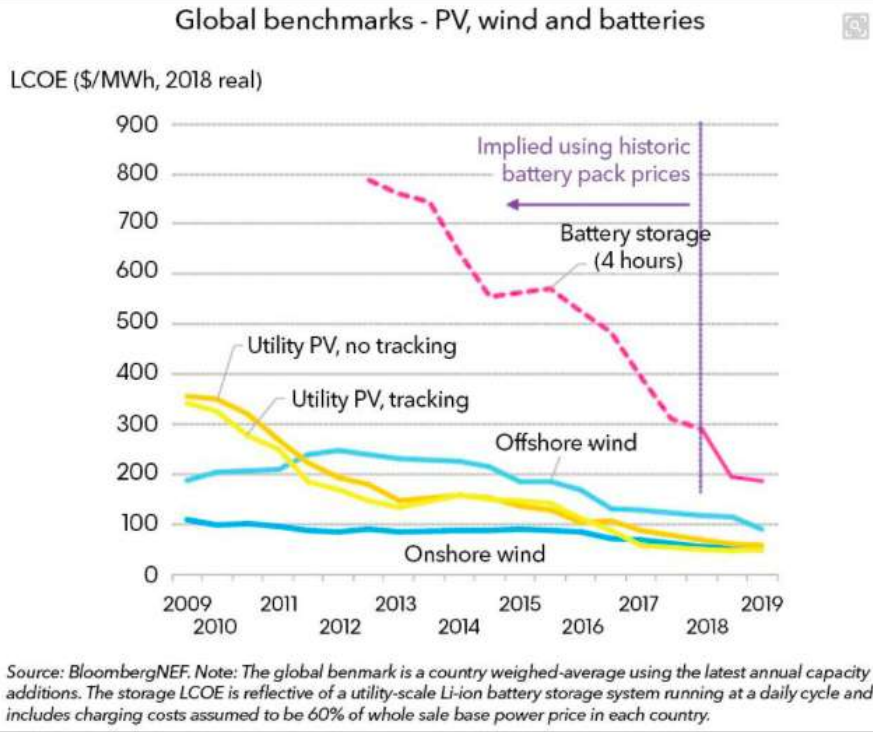
### Photovoltaik-Anlagen und ihr Potenzial in der Schweiz

Dächer	50 TWh pro Jahr
Fassaden	17 TWh pro Jahr
Infrastruktur	9-11 TWh pro Jahr
Alpin	41 TWh pro Jahr
Agri-PV	10-18 TWh pro Jahr
<b>58 TWh Stromverbrauch CH 2021</b>	

Verkürzte Darstellung aus „Photovoltaik-Potenziale der Schweiz“ Eine Einordnung von Prof. Dr. Christof Bucher (Bernser Fachhochschule)

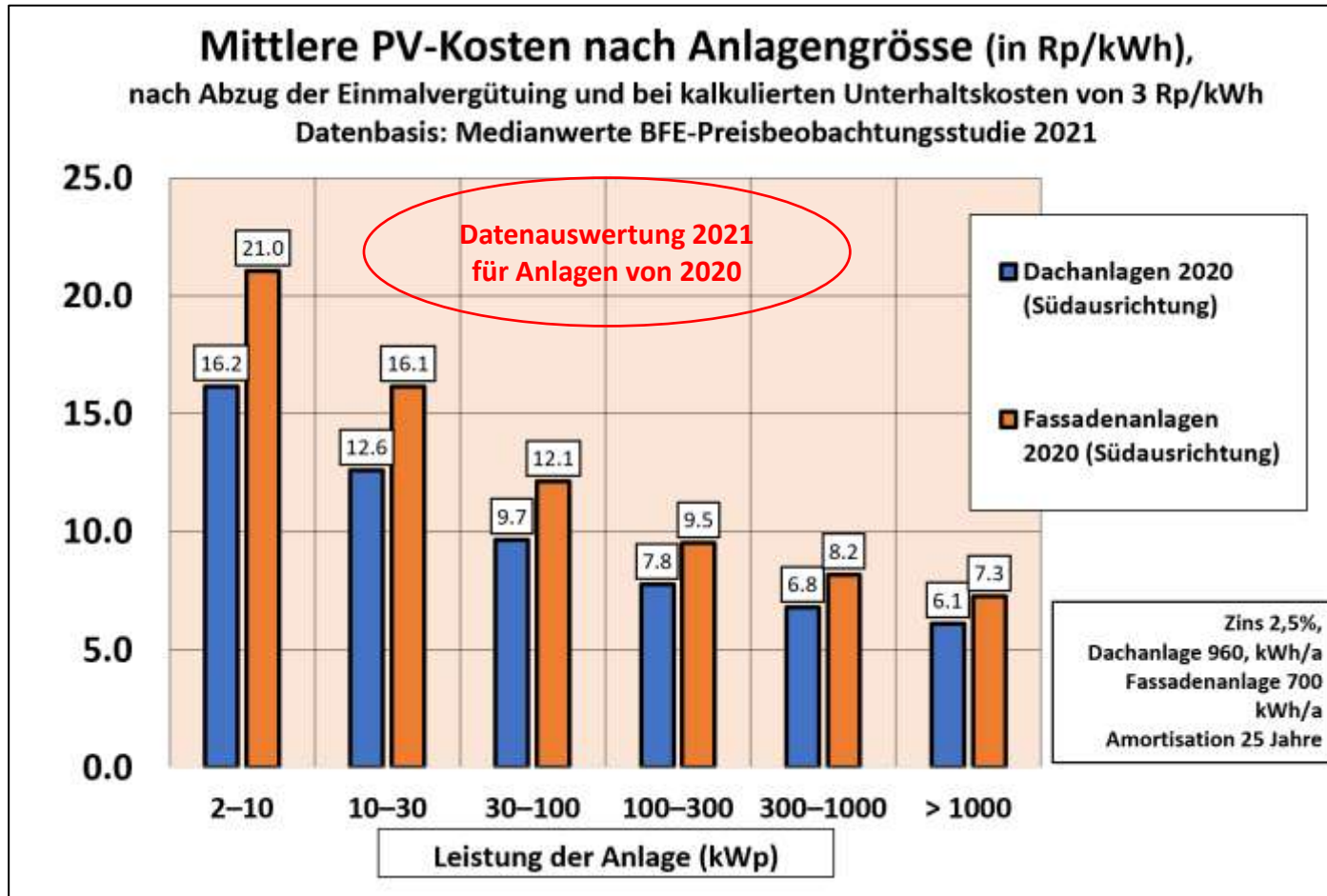
# Preisreduktionen von erneuerbaren Energien verursachen eine untypische Preissituation: ökologische Technologie ist billiger als herkömmliche

Am schnellsten sanken die Preise von Batterien, violette Linie Bild links (Daten BNEF)



Im Umweltschutz sind die Vermeidungstechniken meist teuer.  
Im Energiesektor ist die neue Technik billiger als die alte und spart Geld.  
 Trotzdem gibt es Widerstand der alten Anbieter (Atomlobby, fossile Lobbies)

# Beim Solarstrom gilt: Grössere Anlagen = billigere Anlagen



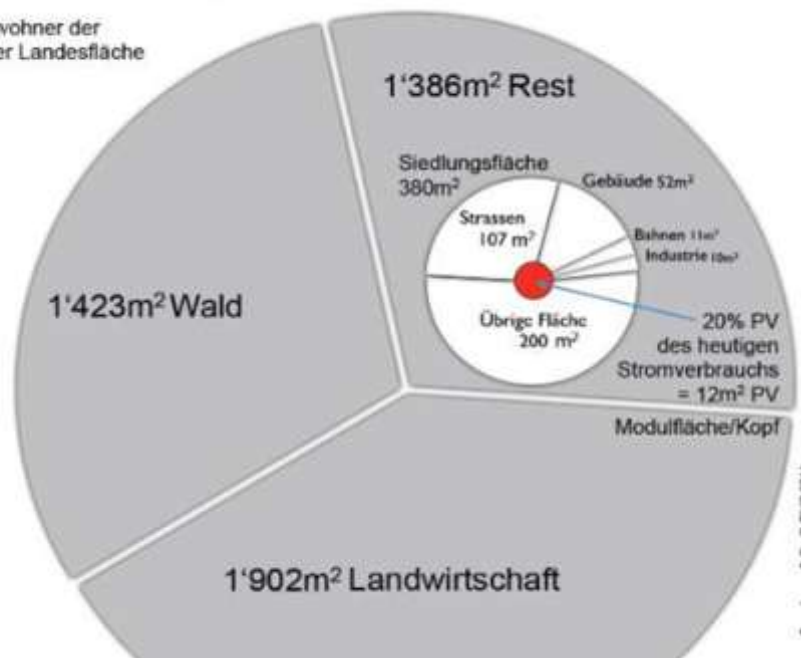
Aber bei Eigenverbrauch können auch kleine Anlagen rentabel werden.



# Flächenbedarf pro Einwohner

## „Frisst die Sonnenenergie Land?“

Anteil pro Einwohner der Schweiz an der Landesfläche  
4'712m<sup>2</sup>










Benötigte Fläche der Schweiz für 20% Solarstrom: 12 m<sup>2</sup>

Quelle: Zahlen vom Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Grafik TNC

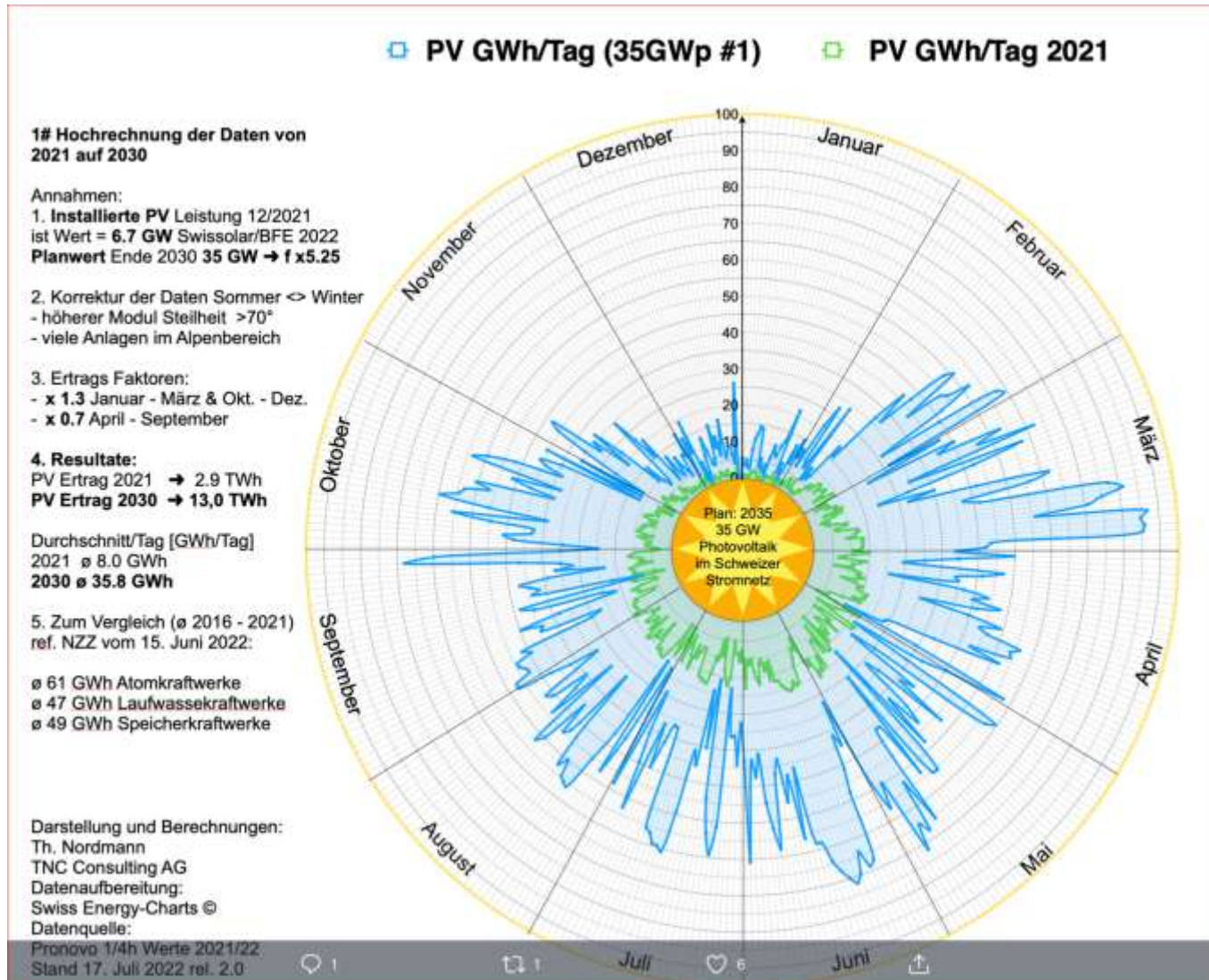
# Technische Potenziale für Solarstrom in der Schweiz

Quelle: Prof. Jürg Rohrer/pvlab bfh 2022

Typ der Anlage	Technisches Potenzial
 <p><b>Dächer</b> PV-Anlagen auf Dachflächen sind die wichtigste und meist günstigste Anlagenkategorie – heute wie vermutlich auch in Zukunft. Alle relevanten Zubauszenarien sehen Dachflächen als wichtigsten PV-Markt an.</p>	<p>Würden alle Dächer voll belegt, läge das Potenzial weit über 100 TWh/a. Realistische Studien gehen von ca. <b>50 TWh/a</b> aus [1], davon rund 25 % im Winterhalbjahr [2]. Deutlich geringere Potenziale nehmen andere, meist ältere Studien an [3], die z. T. nur Süddächer berücksichtigen.</p>
 <p><b>Fassaden</b> PV-Anlagen an Fassaden sind aus ästhetischen Gründen oft anspruchsvoller als PV-Anlagen auf Dächern. Nebst den Kosten dämpfen Hürden im Bewilligungsprozess die Zubaurate von PV-Anlagen an Fassaden.</p>	<p>Potenzialschätzungen für Fassadenanlagen sind mit grossen Unsicherheiten behaftet, da nicht die Flächen, sondern deren Eignung (technisch, ästhetisch) das Potenzial limitieren. Die umfangreichste Studie geht von <b>17 TWh/a</b> aus [1], davon dürften 40 %-50 % ins Winterhalbjahr fallen.</p>
 <p><b>Infrastruktur</b> Infrastruktur wird stark zweckgebunden betrieben und war deshalb bisher nicht im Fokus für PV-Anlagen. Von Lärmschutzwänden über Bahndämme bis zu Parkplätzen sind die Möglichkeiten aber sehr umfangreich.</p>	<p>Das Potenzial wird von EZS in [4] auf <b>9-11 TWh/a</b> geschätzt, ist teilweise aber schwer zu erschliessen. Diverse Flächen sind stark geneigt und weisen deshalb einen hohen Winterstromanteil auf. Das Potenzial von PV auf Infrastrukturbauten ist heute erst marginal ausgenützt.</p>
 <p><b>Alpin</b> Kontrovers und verlockend sind PV-Anlagen in den Bergen, oberhalb der typischen Nebelgrenze. So umstritten ihre Akzeptanz ist, so anerkannt ist ihr theoretischer Nutzen für die Winterstromversorgung (siehe nächste Seite).</p>	<p>Das Potenzial von «solarem Alpenstrom» wird in «Alpenstrom jetzt!» auf <b>41 TWh/a</b> geschätzt [5]. Diese Zahl ist mit Vorsicht zu geniessen, denn die Annahmen sind naturgemäss willkürlich (z. B. &lt; 500 m Abstand zu einer Strasse, nur Flächen &gt; 5000 m<sup>2</sup>, Standorte von 800 bis 2700 m ü. M.).</p>
 <p><b>Freifläche</b> Freiflächenanlagen werden auch von der PV-Branche nur dann seriös in Betracht gezogen, wenn sie nicht in Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion stehen.</p>	<p>Realistische Potenzialschätzungen sind wie bei den alpinen Anlagen schwierig zu erstellen. Das BFS weist für die Schweiz 14'525 km<sup>2</sup> Landwirtschaftsfläche aus, was vollbelegt rund 2000 TWh/a Strom produzieren könnte. 1 % davon würde in der Jahresbilanz die AKW der Schweiz ersetzen.</p>
 <p><b>Agri-PV</b> Die Kombination von PV und Landwirtschaft führt zu einer erhöhten Flächennutzung. Per Definition will Agri-PV Synergien nutzen, z. B. indem PV-Module als Witterungsschutz (Hagel, Regen, Sonne) eingesetzt werden.</p>	<p>Die ZHAW schätzt das Potenzial für Agri-PV auf <b>10-18 TWh/a</b> ein. Die zugrundeliegenden Annahmen werden als Prozentzahlen verschiedener Flächen geschätzt und müssen in der Praxis erhartet werden.</p>
 <p><b>Schwimmende PV-Anlagen</b> International werden schwimmende PV-Anlagen insb. auf künstlichen Wasserreservoirs in Äquatornähe gebaut, wo sie die Verdunstung reduzieren. Der Weltmarkt befindet sich in einem rasanten Wachstum.</p>	<p>Das Potenzial in der Schweiz dürfte eher anekdotischer Natur sein, da aus gesellschaftlichen Gründen nur ein Bruchteil der laut BFS 1422 km<sup>2</sup> stehenden Gewässer (vollbelegt rund 200 TWh/a) für die PV-Nutzung infrage kommt.</p>

# Photovoltaik bisher: Starkes Profil von Mitte Feb bis Mitte November

## Aber: Alpine Anlagen mit viel Winterstrom wurden bisher völlig ignoriert oder gar bekämpft





# Mont Soleil: 30 Jahre Messwerte 1200 m ü.M.

PV-Anlage Mont Soleil



Beispiel Mont Soleil  
Seit 1992 in Betrieb

**Winteranteil  
40% der  
Produktion**

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.



# Alpine Solarfelder, Beispiele Gondo & Grengiols (VS): 1,5-2% CH-Stromverbrauch, Winteranteil 50%



Grengiols solar:  
Heute Kuhweide, 700 Fussballfelder  
gross, auf 2000-2500 m



Gondo solar

# Winter-PV an Höhenlagen (II)

## Grosse Potenziale auch auf Infrastrukturen

Solaranlage auf dem Steinbruch Calinis (Felsberg GR)



Quelle: Rhienergie/Florin Jäger

Für dieses Projekt auf einem Steinbruch in Felsberg (GR) wurde der Richtplan geändert. Das Bundesgericht erlaubt ausserhalb von Bauzonen keine PV-Anlagen, auch nicht auf bestehenden Bauten und Anlagen. Viele wirtschaftliche Standorte können so nicht genutzt werden.

Photovoltaik an Lawinverbauungen



Quelle: Ruedi Lehmann/ ee-News

Solarmodule mit steiler Ausrichtung an Lawinverbauungen könnten sehr viel Winterstrom liefern. An hochalpinen Lagen führt dies zu erhöhten Installations- und Netzanschlusskosten.

- Stauseen, Mauern/Zäune/Leitplanken usw. entlang von Verkehrswegen,
- Lawinverbauungen,
- degradiertes Gelände
- steil/senkrecht/bifazial= ganzjährig schneefrei

Pilotanlage Lac des Toules (1800 m über Meer)



Quelle: Romande énergie, zVg

Die Pilotanlage mit 448 kW Leistung operiert mit bi-fazialen Zellen und liefert einen spezifischen Ertrag von mehr als 1800 kWh/kW.



### Vertikale bifaziale Solarzellen



Quelle: PV Magazine 2020

Vertikal gestellte bifaziale Solarmodule sind in Europa noch Neuland. Denkbar wäre eine solche Aufstellung auch auf «toten Flächen» entlang von Verkehrswegen (Eisenbahnstrecken, Strassen) oder als Zäune.

Bifaziale Solarzellen vertikal  
= Stromproduktion ohne  
Bodenversiegelung

Solarfarmen als Naturschutzgebiete

- Magerwiesen
- Rückzugsgebiet für Vögel und Kleinsäuger
- Deutsche Konzepte machen grosse Fortschritte

### Bifaziale Solarmodule als Zaun

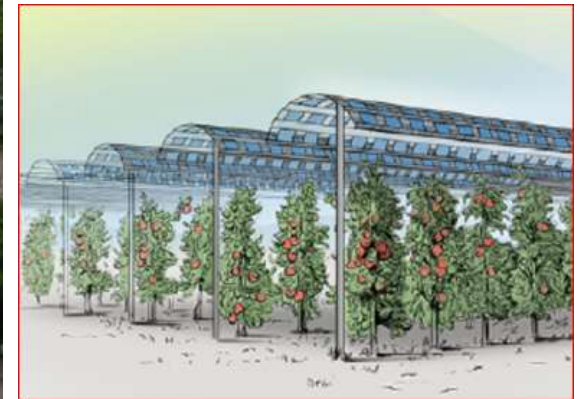


Möglichkeiten für vertikale bi-faziale Module entlang von Strassen, Bahngleisen oder Feldwegen (im Bild: Farm in Irland) gibt es reichlich.





# Mehr Optionen





# Solarfassaden mit variabler Farbgebung: Schweizer Hersteller (Megasol)

Solarzellen in fast jedem Design



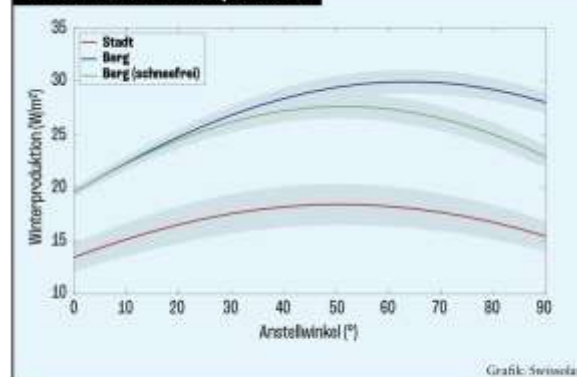
Schweizer Hersteller wie «Megasol» stellen Solarmodule in fast jedem Design und in unterschiedlicher Farbgebung her. Deshalb stellt sich heute die Frage der «ästhetischen Zumutbarkeit» von Fassadenanlagen ganz anders als noch vor zehn Jahren. Fassadenanlagen, angemessen integriert, sollten von allen Bewilligungspflichten entbunden werden. Ein einfaches Meldeverfahren wie für Dachanlagen muss genügen. Die Behörden können den Vollzug vereinfachen, indem sie Musterfassaden im Rahmen von Pilotprogrammen fördern und bekannt machen. Als Finanzierung dafür eignen sich die Zuwendungen an die Kantone aus der CO<sub>2</sub>-Abgabe.

Dächer, Fassaden, Balkone definieren Ausrichtung der Solarmodule



Ersatzneubau in Zürich-Altstetten mit umlaufender Photovoltaik (Bild Megasol Energie AG)

Anstellwinkel und Winterproduktion

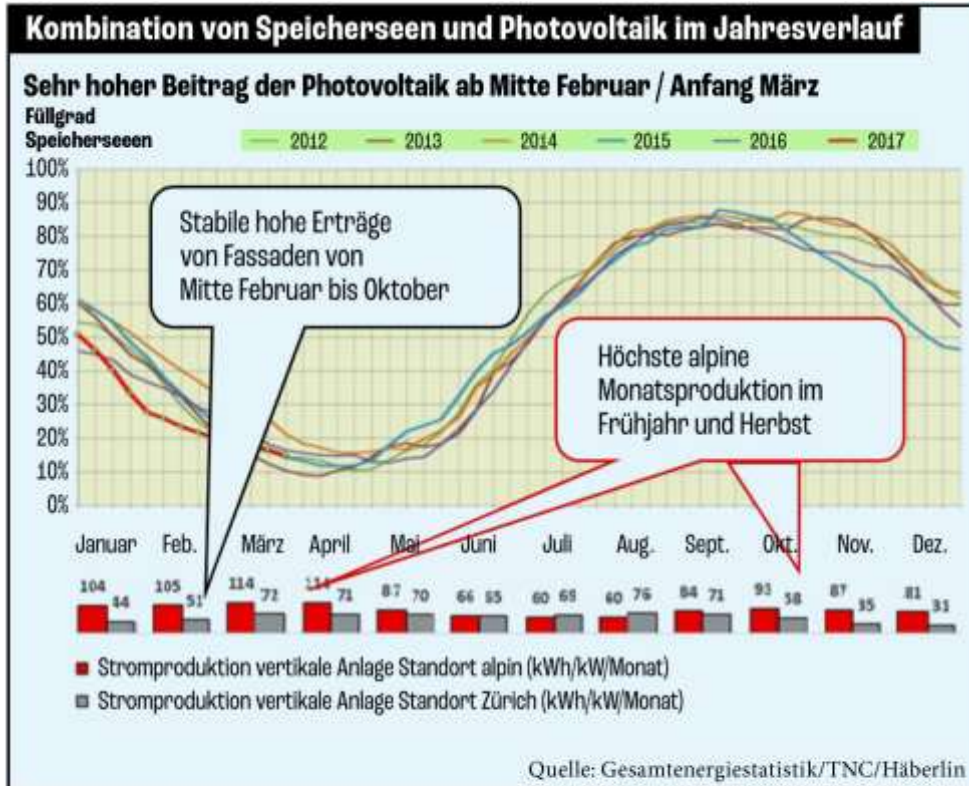


Grafik: Swissolar

Ein steilerer Anstellwinkel (30 Grad bis 70 Grad) kann die Produktion von Winterstrom verdoppeln im Vergleich zu flach montierten Solarmodulen. Dies gilt im Unterland ebenso wie an alpinen Standorten.

# Wasserkraft und alpine Winter-PV ergänzen sich ideal

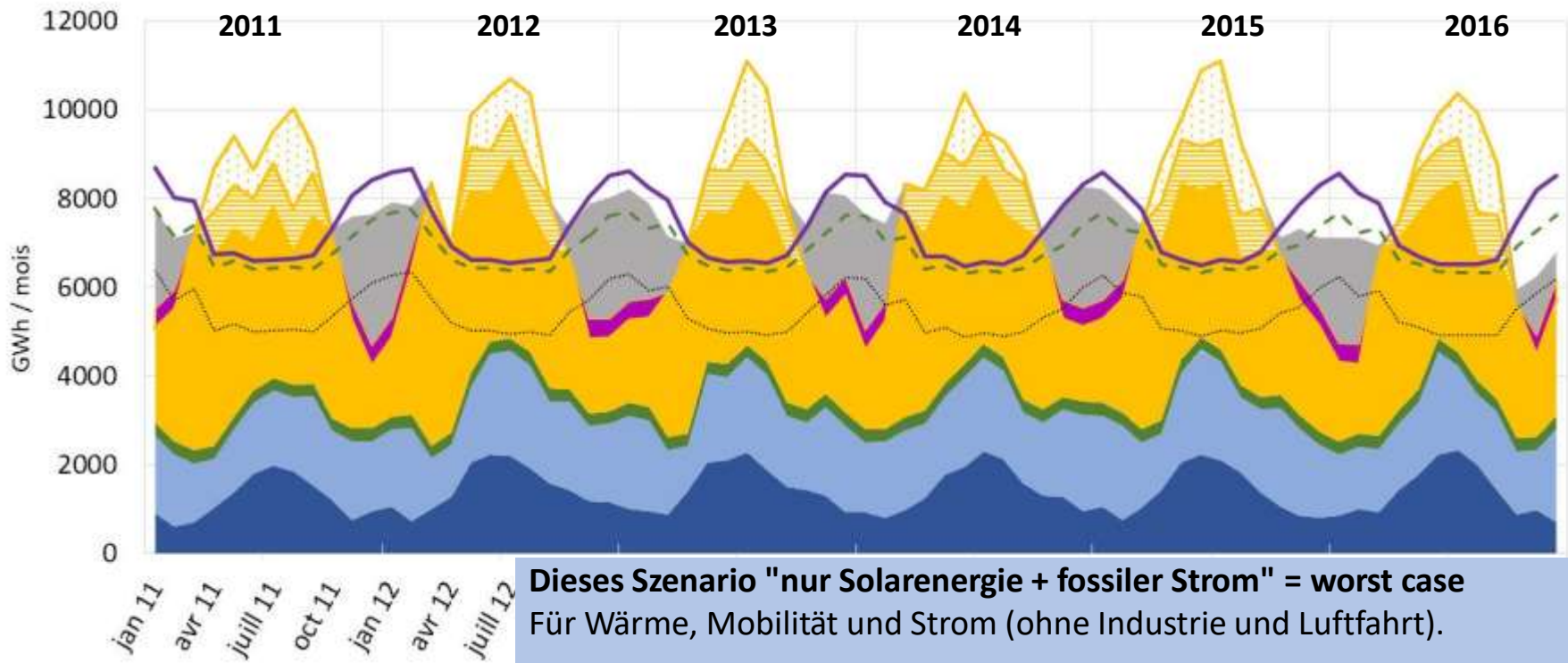
## PV am stärksten März/April, wenn Wasserspeicher leer



Im Spätherbst und im Frühjahr kann Solarstrom grosse Beiträge leisten und die Speicherseen entlasten. Überschreitet der PV-Ausbau die Schwelle von 10'000–15'000 MW, können Stromüberschüsse mittels Batterien in die Nacht verschoben werden.

## Neues Zusammenspiel Wasserkraft und Winter-PV:

- PV-Ausbau mit Winterfokus reduziert Bedarf nach Wasserkraft und Speichern
- Sept bis Nov
- Feb bis April
- Speicherseen werden geschont;
- Saisonales Ungleichgewicht und Speicherbedarf sinken
- Kostenersparnis im Vergleich zum Ausbau von Wasserkraft



- Strombedarf aus Erdgas, um höhere Impo
- Rückgewinnung Speicherstrom (Nov., Dez)
- Peak Shaving, um höhere Exporte zu verr
- Bezug durch zusätzliche saisonale Speich
- Einspeisung PV nach Peak Shaving (ohne

**Dieses Szenario "nur Solarenergie + fossiler Strom" = worst case**  
 Für Wärme, Mobilität und Strom (ohne Industrie und Luftfahrt).

**-100 % fossil für Heizung und Verkehr (elektrifiziert)**

**+ 14 % fossil für Strom im Winter.**

**= -86 % fossil.**

# Wichtige Reformen unterwegs

## Raumplanungsverordnung ab 1.7.2022

Neu zulässig sind

- PV-Anlagen auf bestehenden Gebäuden und Anlagen ausserhalb der Bauzonen
- PV-Anlagen auf künstlichen Gewässern (zB. Stauseen, Kanäle) und Infrastrukturen
- PV-Anlagen in der Landwirtschaft, wenn sich die Erträge dadurch verbessern.

## Neues Energiegesetz ab 1.1.2023

Neu

- PV-Auktionen der Einmalvergütung für Anlagen > 150 kW
- Erhöhte Einmalvergütung (450 CHF/kW) bei Strom-Volleinspeisung
- PV-«Winterbonus»:
  - 100 CHF/kW bei steilem Anstellwinkel für angebaute Anlagen
  - 250 CHF/kW bei steilem Anstellwinkel für neue Anlagen



# Diskriminierung der billigsten Energie (Photovoltaik) durch Bundesamt für Energie (BFE)

## Permanente Nadelstiche gegen Nicht-Wasserkraft

- zu tiefe Ausbauziele
- Zu tiefe Einmalvergütungen für kleine und mittlere Dach-Anlagen (< 20%)
- Keine Rückliefertarife (Wasserkraft darf aber volle Kosten verrechnen und überwälzen)
- Überhöhte Netzgebühren (beansprucht ja nur die unterste Netzebene, zahlt aber für 7 Netzebenen)
- Geplante Erhöhung der Grundgebühren verschlechtert Wirtschaftlichkeit
- Doppelte Netzgebühren für Batterien im Unterschied zu Pumpspeicherwerken
- Diffamierung der PV mittels überhöhter Kostenangaben («10 bis 15 Rappen pro kWh») (Energieperspektiven 2050+ )

## Solarstrom erhält die tiefsten Leistungen pro kWh



Es braucht radikale Massnahmen

- Sichere Abnahmepreise
- Standortgenehmigungen für Dächer, Fassaden, Zäune und alpine PV
- Verkürzung der Verfahren
- Höhere Ausbauziele, auch für Winterstrom

# Versorgungsstrategie für Schweiz

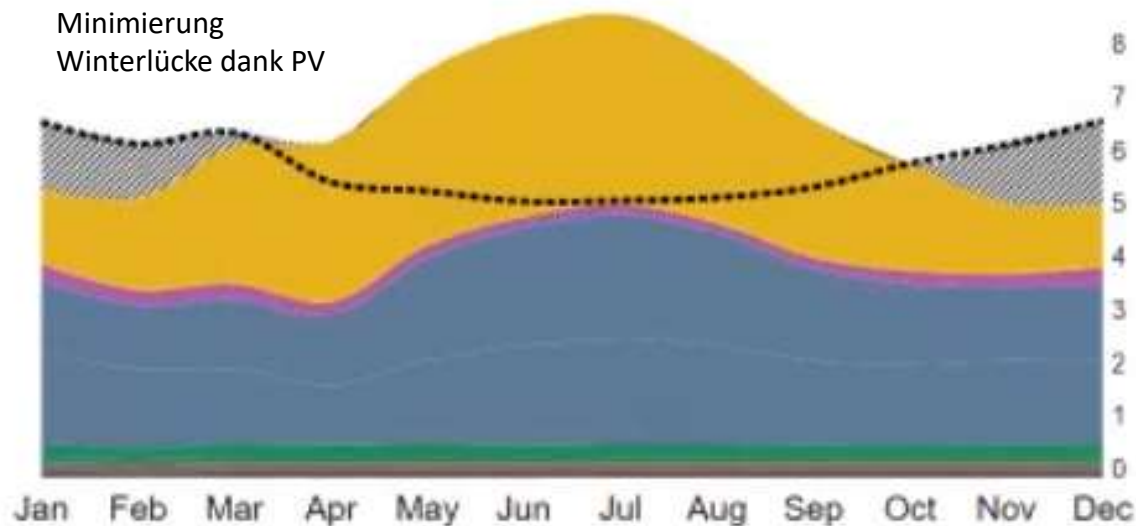
1. **Modernisierung der Wasserkraft** (*wird zur ersten Säule*)
  2. **Photovoltaik massiv ausbauen** (*wird zur zweiten Säule*):
    - + 2,5 TWh pro Jahr (Verdreifachung der Geschwindigkeit  $\approx 50$  TWh in 20 Jahren.)
  3. **Sommerüberschuss muss für Winterstrom gespeichert werden.**
    - 13 Stauseen erhöhen
    - Überschüssige Elektrizität im Sommer zur Herstellung von erneuerbarem Gas verwenden
    - Teile davon für Winterstrom speichern.
    - Windkraft (willkommene Ergänzung,+ stark im Winter).
    - Biomasse → Methan.
  4. **Elektrifizierung des Verkehrs** (um von Benzin und Diesel unabhängig zu werden)  
**Autos (PW) sollten < 10 kWh/100km verbrauchen**
  5. **Verbrenner, Gas- und Ölheizungen schnell ersetzen.**
- = Auf eigene Trümpfe setzen, statt massiv zu importieren**

Folie adaptiert von Roger Nordmann

# Zielmatrix 2050: PV, Wasserkraft & abgesicherte Importe/Exporte dank Wasserspeichern

(Importe bei starkem EU Wind, Exporte nach Möglichkeit)

## Szenario 2050: maximale Versorgungssicherheit



von März bis Oktober  
genug Strom dank  
PV+Wasserkraft,

im Winter Windkraft-  
Importe  
(Überschüsse aus D)

abgesichert mit  
Pflichtlager  
Speicherseewasser und  
Biogas/Gaskraftwerke

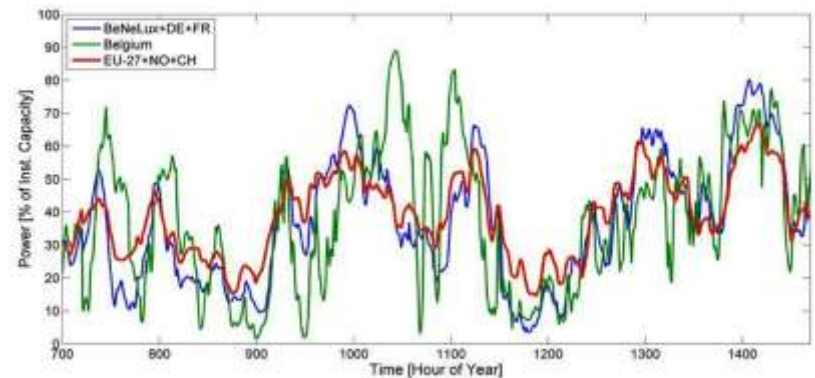
# Vernetzung mit Gleichstromleitungen «europäische Kupferplatte» / Stromabkommen



## Vorteile der grossräumigen Vernetzung:

- Mit dem Perimeter wachsen die Ausgleichseffekte
- Diversifikation von Ressourcen & Speichern
- Neue Märkte für Strom-Überschüsse

## Spatial Smoothing Effects Belgium / Mid-West EU / EU+No+CH



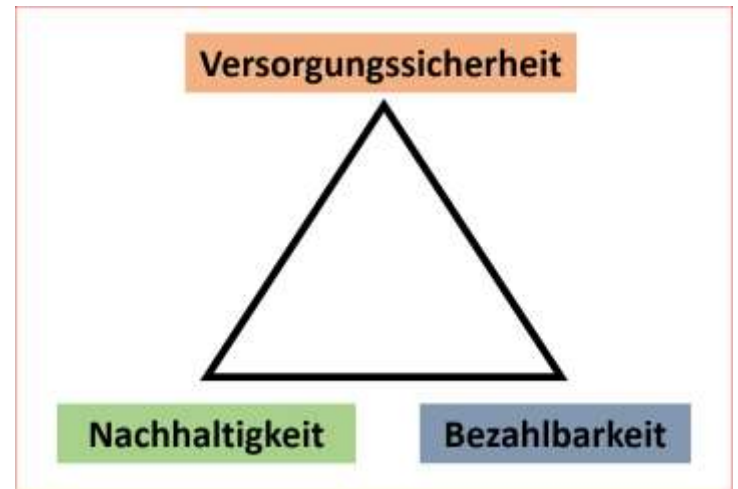
Beispiel Monat Februar

Quelle: Modelling of Wind Speed Fields over Europe and Power Correlations in a 400 GW Scenario, EWEC European wind energy conference 2011.



# Was braucht es für die Energiewende?

- Energiewende ist wie ein Smartphone anstelle eines Natels.
  - Provider wechseln: erneuerbar
  - Netze anpassen
  - Eigenproduktion als neue Säule
  - Vergütungssicherheit und Rentabilität absichern
- Grosse Parteien haben Infrastruktur jahrelang sabotiert
- Das Ziel
  - **Mehr Versorgungssicherheit**
  - **weniger Emissionen & Risiken**

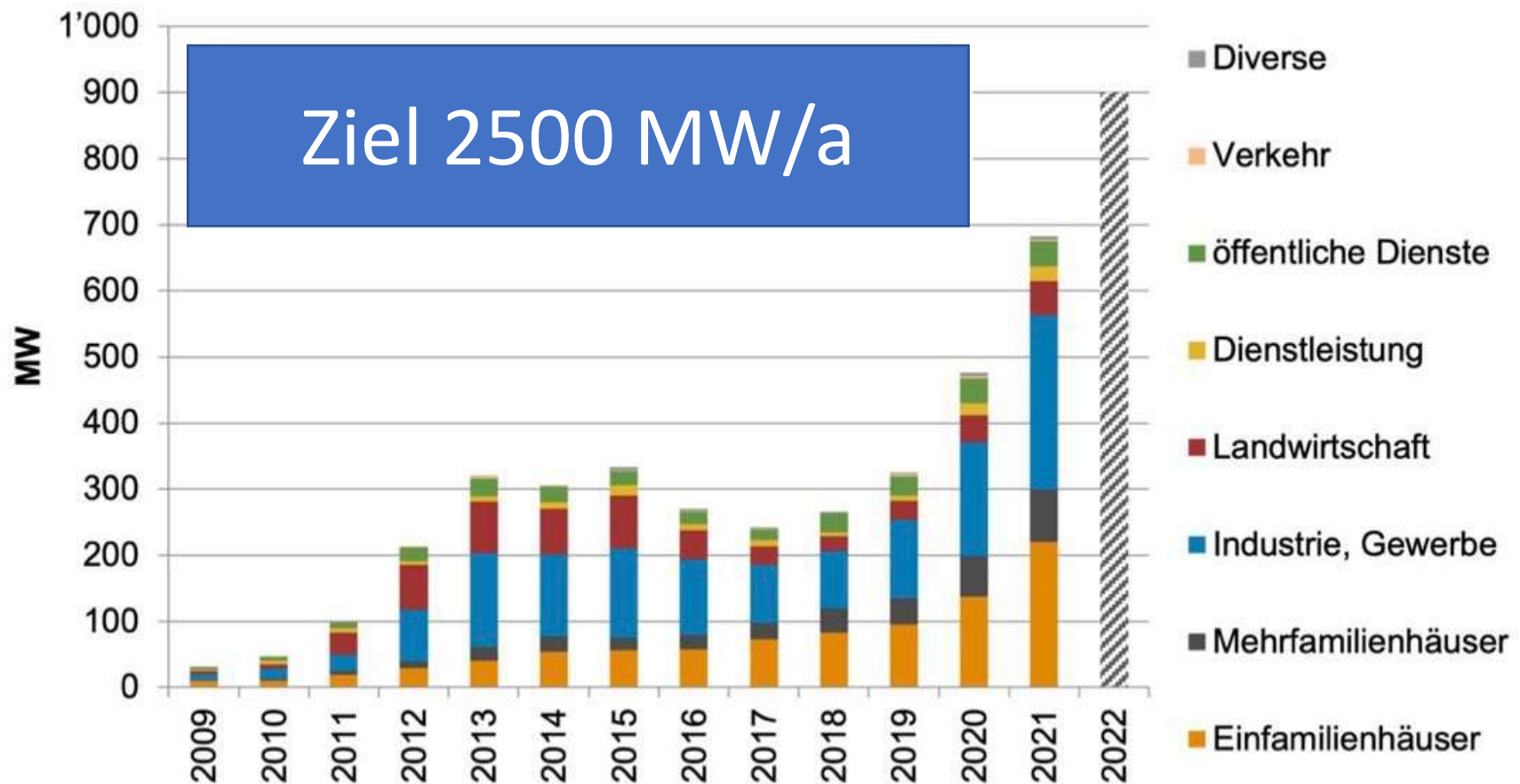


Strom-Autarkie ist nach dies Ziel.

Aber: Absicherung gegen Stromengpässe erfordert starke inländische Stromerzeugung.

Stromdrehscheibe bleibt wirtschaftlich wichtig.

# PV-Installationen seit 2017 verdreifacht, aber weitere Verdreifachung ist nötig



# Finanzierung Photovoltaik: Differenziertes Vorgehen

## Kleinanlagen bis 1 MW

- **Feste Abnahmepreise**
- **Zulassung auch für Fassaden, Zäune, Freiflächenanlagen mit geringer Bodenversiegelung**
  - Beachtung Ökologie
  - Beachtung Denkmalschutz
- **Abgeltung der Systemrelevanz:**
  - Winterstrom von Fassaden und alpinen Anlagen höher abgelten als Sommerstrom
  - Bewilligungsverfahren auch für Solarstromanlagen beschleunigen

## Grossanlagen > 1 MW

- **Auktionen segmentieren:**
  - Mittelgrosse Anlagen / Grossanlagen
  - Bereits versiegelter/unversiegelter Standort
- **Winterstrom höher anrechnen**
- **Standortanforderungen regulieren: welche ökologischen Bedingungen?**

# Seit Juli 2022 erhöhte Abnahmepreise für Kleinanlagen in Deutschland

	Vergütung aktuell (seit 1.7.2022)	Bundestagsbeschluss 7.7.2022	
		Volleinspeiser	Prosumer
≤ 10 kW	6,24	<b>13,00</b>	<b>8,20</b>
≤ 40 kW	6,06	10,90	<b>7,10</b>
≤ 100 kW	4,74	10,90	<b>5,80</b>
< 400 kW	5,14	9,40	5,36
< 1 MW	5,14	5,36	5,36

**Modell und Vergütungshöhe in D  
wäre für Schweiz gut geeignet**

Abnahmepreise für 20 Jahre, danach nochmals 1-2 Jahrzehnte Produktion für den Markt



# Übersicht

- Energiekrise: was passiert gerade und wieso?
- Disruption – was heisst das?
- Potenziale & Lösungen
- **Spezifische Betrachtungen für den Verkehr**
- Atomkraft?

# Höchste Priorität: mehr Sicherheit für die effizienteste Mobilität



**Ziel:**  
**80% der Wege mit**  
**ÖV und Zweirad**

- **Bessere Infrastruktur**
- **Lebenswerte Städte und Dörfer**
- **Mehr Platz statt mehr Parkplatz**

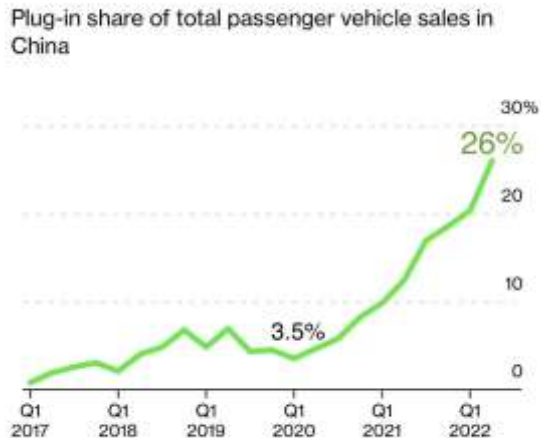
## Verkaufszahl batterie-elektrischer Fahrzeuge und Brennstoffzellen-Fahrzeuge im Vergleich



Grafik: BNEF Bloomberg New Energy Finance

Die Verkaufszahlen batterie-elektrischer Fahrzeuge steigen exponentiell, während Brennstoffzellen-Fahrzeuge am Markt kein vergleichbares Wachstum verzeichnen.

Verdoppelung Elektro-Neuwagen weltweit  
ca. alle 18 bis 24 Monate



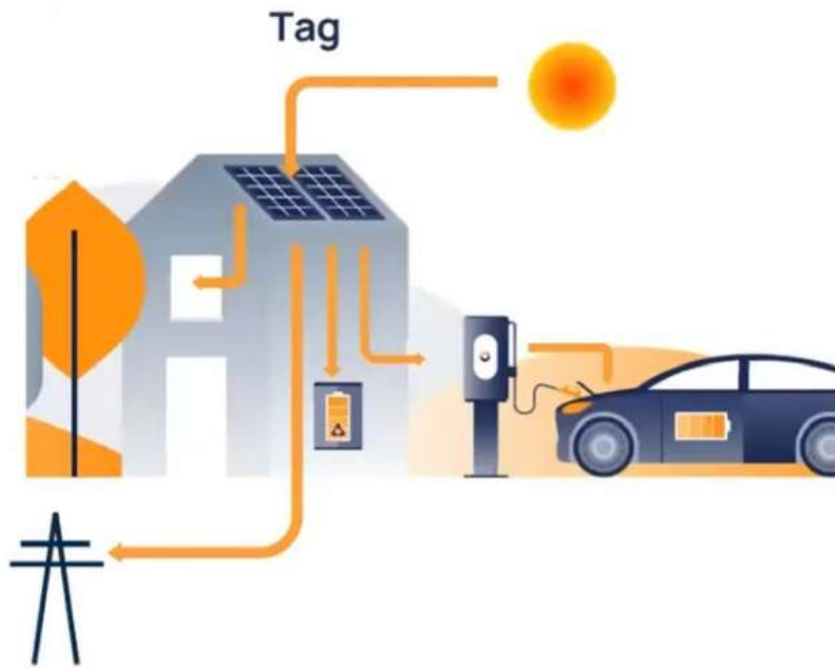
Source: BloombergNEF  
Note: Includes battery-electric and plug-in hybrid passenger vehicle sales

Die technischen Hausaufgaben sind gelöst. Es bleibt die soziale und energiewirtschaftliche Integration

- **Neue Produkte = neue Flexibilitäten**
  - E-Mobile
  - Wärmepumpen
  - Stationäre Batterien
- **Gesamtkosten (inkl. Speicher) betrachten, nicht bloss energy-only-Preise**
- **Tageszeitlich und saisonal: Bedarfs- und Erzeugungsprofil in Übereinstimmung bringen**

# bidirektionales Laden in Zukunft wichtiger Teil des Netzmanagements?

- Bidirektionales Laden ermöglicht, dass man die Batterie eines Fahrzeuges als Zwischenspeicher, quasi also grosse Powerbank, nutzen kann.
- Dies ermöglicht z.B. die Eigenverbrauchsoptimierung im EFH





# Ist dann nicht die Batterie leer?

- Nein, heutige Elektro-PKWs können ein Vielfaches an Energie speichern, welche in einem EFH in einem Tag benötigt wird.
- Potential:
  - ◀ • 100'000 Fahrzeuge haben eine Leistung von einem AKW

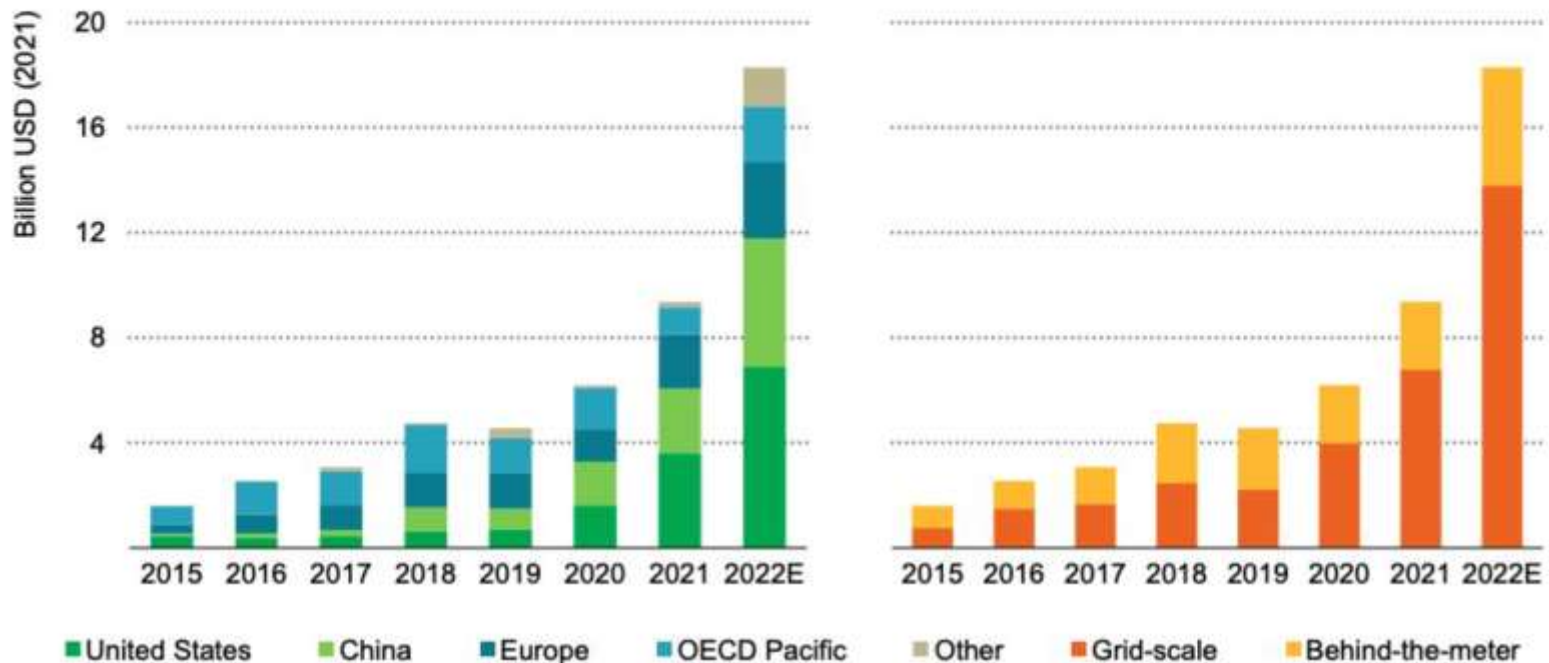


4,6 Mio. Fahrzeuge elektrifiziert verfügen über die Leistung von ca. 35 Kernkraftwerken: das ist eine enorme Leistungsreserve in Verbrauchsnähe

# Exponentielles Wachstum von Batterieanwendungen

2022 promises to be a take-off year for investment in battery energy storage, doubling the spending seen in 2021

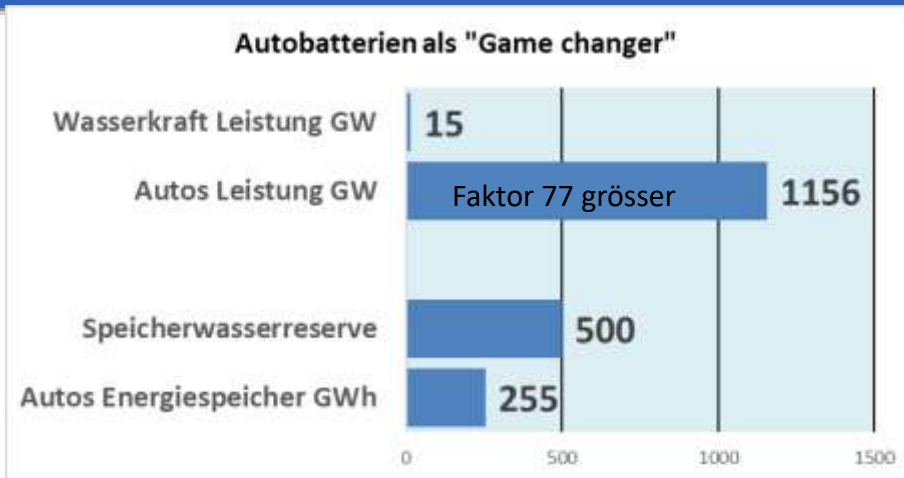
Battery storage investment by geography (left) and segment (right), 2015-2022E



Quelle: IEA World Energy Investment 2022

# Batterien in Elektrofahrzeugen - systemrelevant

	Tesla Modell 3		Fahrzeugbestand CH	Potenzial (Größenordnung) Second life Batterien	
Leistung	340	kW	3'400'000	1'156	GW
Energie	75	kWh	3'400'000	255	GWh

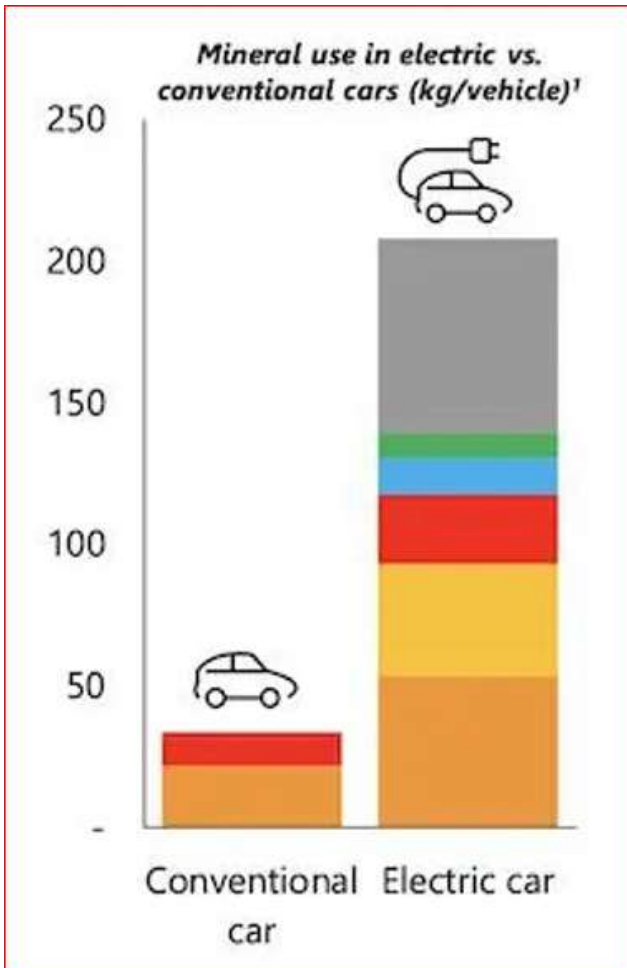


## Potenziale von second life Batterien aus E-Mobilen

- Batterien sind „Schweizer Sackmesser der Elektrizitätswirtschaft“
- extrem schnell: Energie aufnehmen, abgeben, Spannunghaltung, Frequenzkontrolle
- **Fahrzeugbestand mit enormer Leistung (> 1000 GW, 77x Wasserkraft)**
- Durchschnittliche Fahrstrecke < 50 km/d, Reserve > 350 km
- Bescheidene Energietiefe, etwa das zehnfache des AKW Leibstadt (ca. 25 GWh/Tag)
- Müssen täglich/wöchentlich neu beschickt werden.
- **Entscheidend für kurzfristiges Energiemanagement**
- **für lange Zyklen: Langzeitspeicher wie Methanol, Wasserkraft, Pumpspeicher**

# Batterie erfordert 160 kg Metalle, spart aber 20'000 kg Diesel oder Benzin

Korrekte Ökobilanzen berücksichtigen Vorlaufkette (Förderung und Raffinierung, Transport)



Chemische Zusammensetzung ändert sich :

- Trend zu billigen, verfügbaren Metallen
- Überwachung der Lieferketten
- Teilweiser Verzicht auf Importe aus Ländern mit Menschenrechtsverletzungen
- Recycling

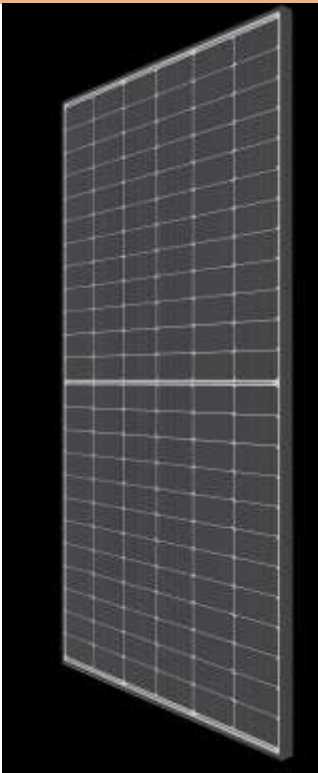


■ Copper ■ Nickel ■ Manganese ■ Cobalt ■ Lithium ■ Others



# Vergleich Materialverbrauch Solarzellen / Dieselgenerator

## Megasol Hochleistungsmodul M560



**Solarmodul  
560 Wp  
Auf Dach nach  
Süden montiert**

**Liefert  
in 40 Jahren ca.  
20'000 kWh  
(960 kWh/kW)**

**31,5 kg  
Eigengewicht**

## Dieselgenerator



**Verbrauch für dieselbe  
Strommenge**

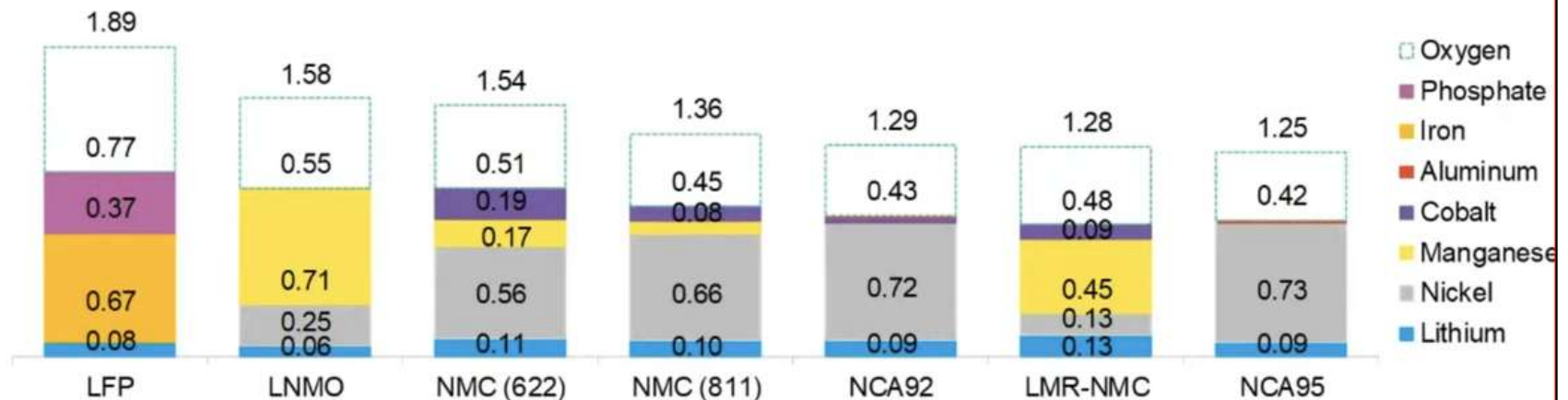
**ca. 6000 kg Diesel + Material  
Generator + Wartung**

# Moderne Batterien verzichten auf seltene, gefährliche Materialien

## Metal composition vary by metal

### Metal content of selected lithium-ion battery cathode materials

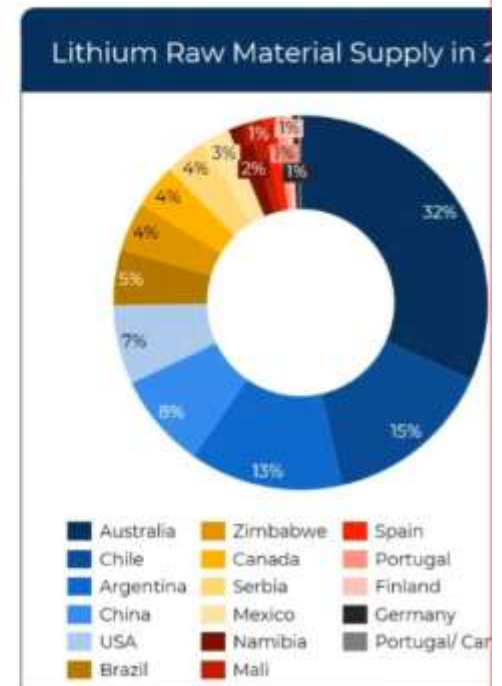
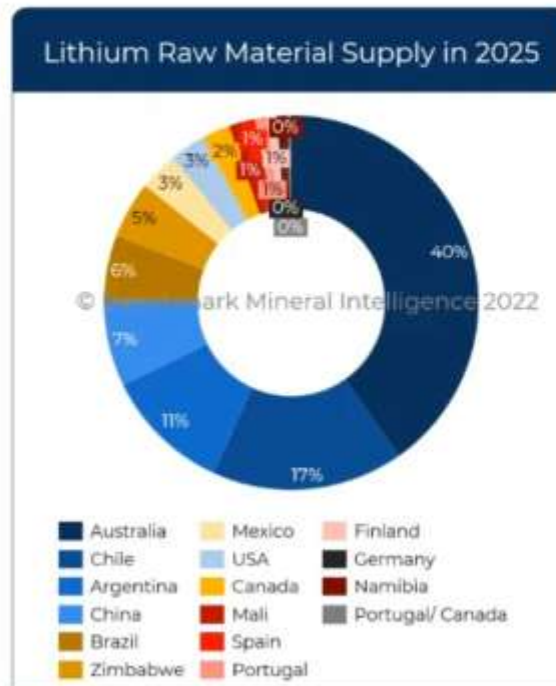
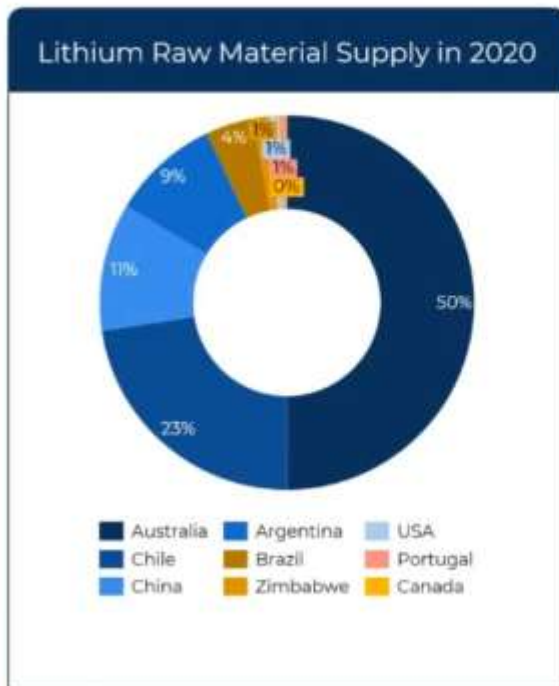
kg/kWh



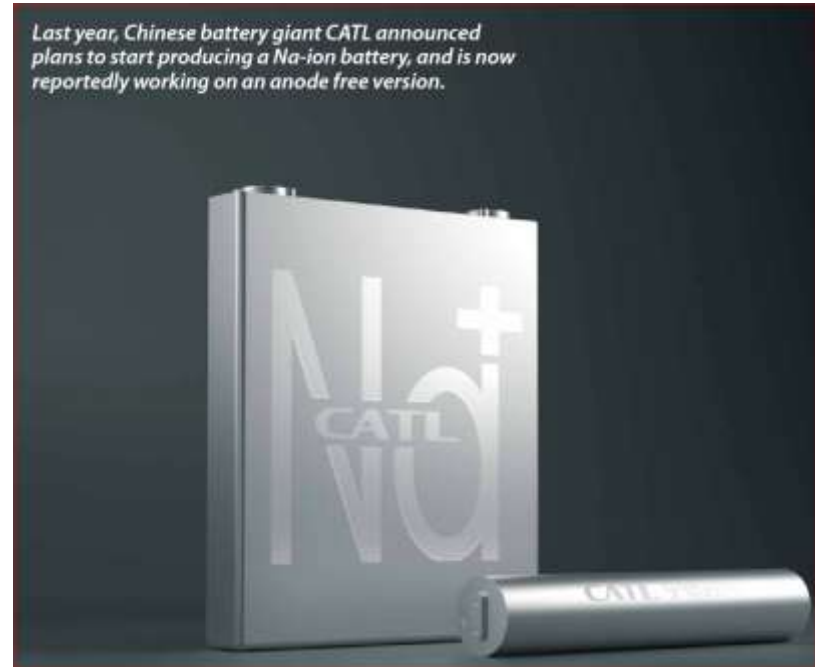
Source: BNEF. Note: See Table 18 in full report for a glossary of chemistry names.

# Lithium: Suche nach neuen Quellen hat eben erst begonnen...

**Lithium: emergence of new producers will reduce supply-side risks for consumers...**



# Moderne Batterien: Innovationen unterwegs: billiger, besser, ungefährlich



Beispiel Natrium-Batterie:  
Batterien aus Kochsalz vom weltgrössten Hersteller CATL

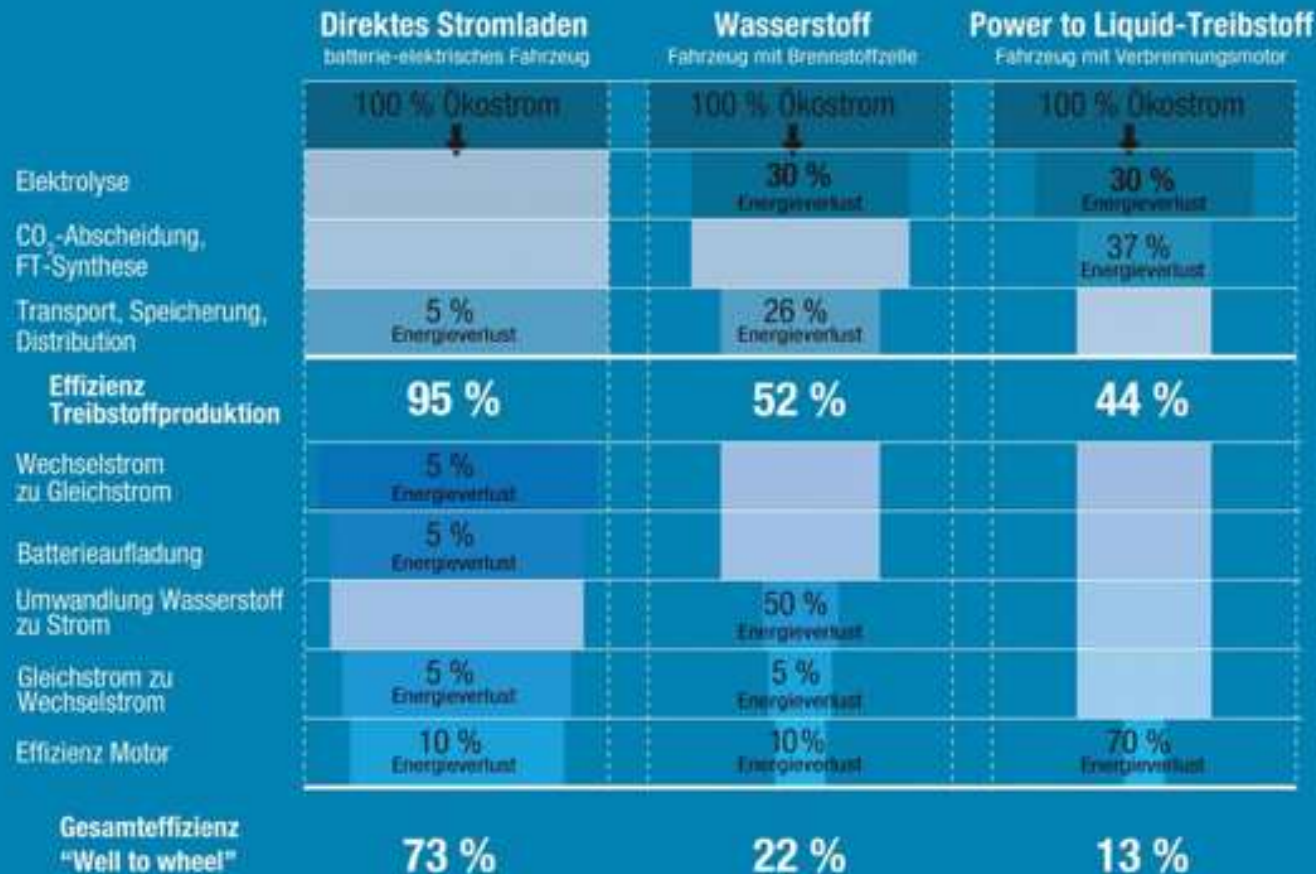


# Batterien mit der Kapazität von Pumpspeicherwerken



# Batterien sind sechsmal effizienter als Wasserstoff

Hohe Gesamt-Effizienz bei E-Auto mit Batterie



Quelle: WTT (E.ON Energy Research Center, 17th Fuel Efficiency Study, 10/2017)

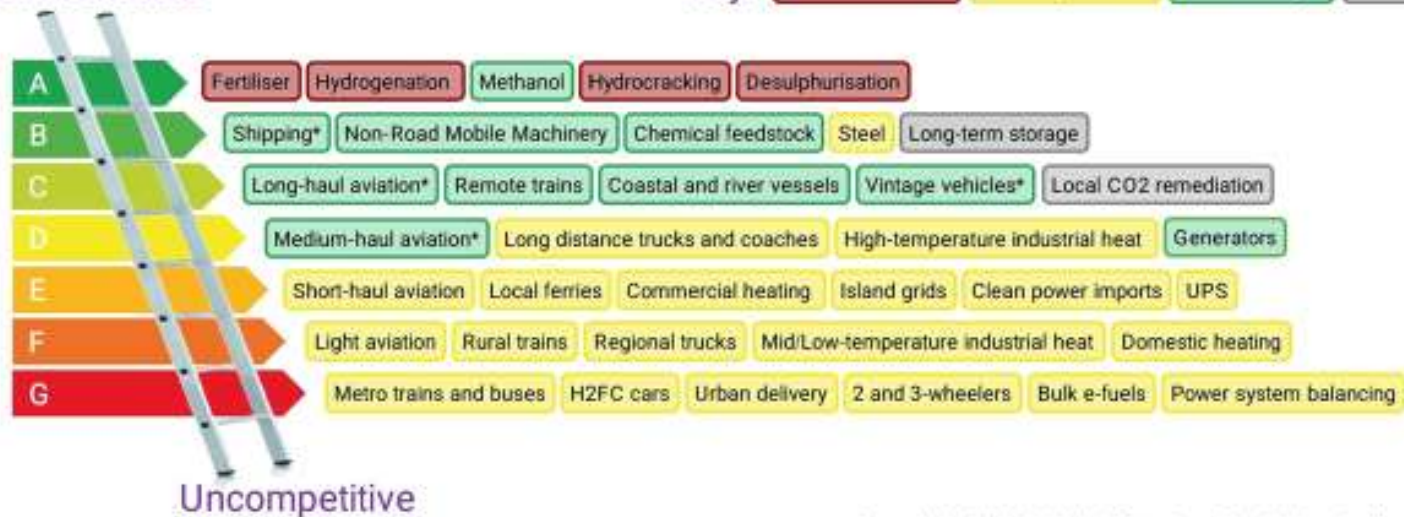
# Wasserstoff als Grundstoff sinnvoll nur für Flug- und Schiffsverkehr

## Clean Hydrogen Ladder: Competing technologies

Liebreich Associates

Unavoidable

Key: No real alternative Electricity/batteries Biomass/biogas Other



\* Most likely via ammonia or e-fuel rather than H2 gas or liquid

Source: Michael Liebreich/Liebreich Associates, *Clean Hydrogen Ladder, Version 4.1, 2021*. Concept credit: Adrian Huel, Energy Cities. CC-BY 3.0

8 9 September 2021

Clean Hydrogen Use Case Ladder – Version 4.1a

@mliebreich



# Wasserstoff / Flüssiggas im Vergleich: H2 bleibt logistische Herausforderung

H2-Transport in umgewandelter Form (Methanol, Ammoniak) evtl. billiger

## Flüssiger Wasserstoff (Studie)

- Here is a proposed design for a hydrogen carrier, the GAIA, by naval design studio C-Job. It would carry 37,000 m<sup>3</sup> of liquid hydrogen.  
<https://c-job.com/projects/liqui>



## Flüssiges Erdgas (7fache Kapazität im Vergleich mit Wasserstoff)

Here is a Q-Max LNG carrier, capacity 263,000 m<sup>3</sup>, 7x as much as the Gaia. Because LNG has 2.6 times the volumetric energy density of hydrogen, it carries 18 times as much energy, with 10% used in liquefaction, not 30%. It has enough freeboard to cross the Atlantic. And it exists!

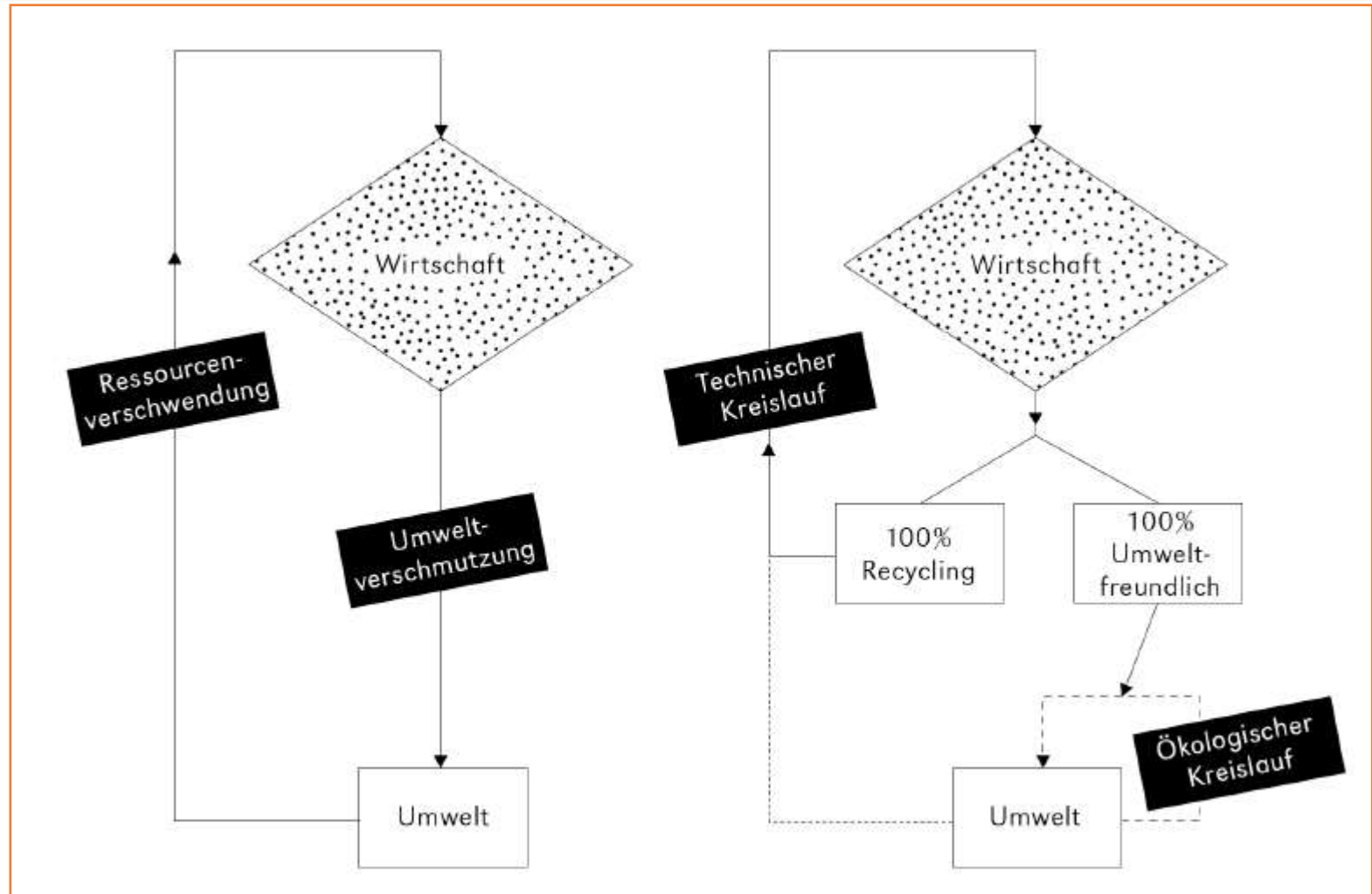


<https://c-job.com/projects/liquid-hydrogen-tanker/>



# Das Ziel für alle Versorgungsketten: Kreisläufe statt Extraktion

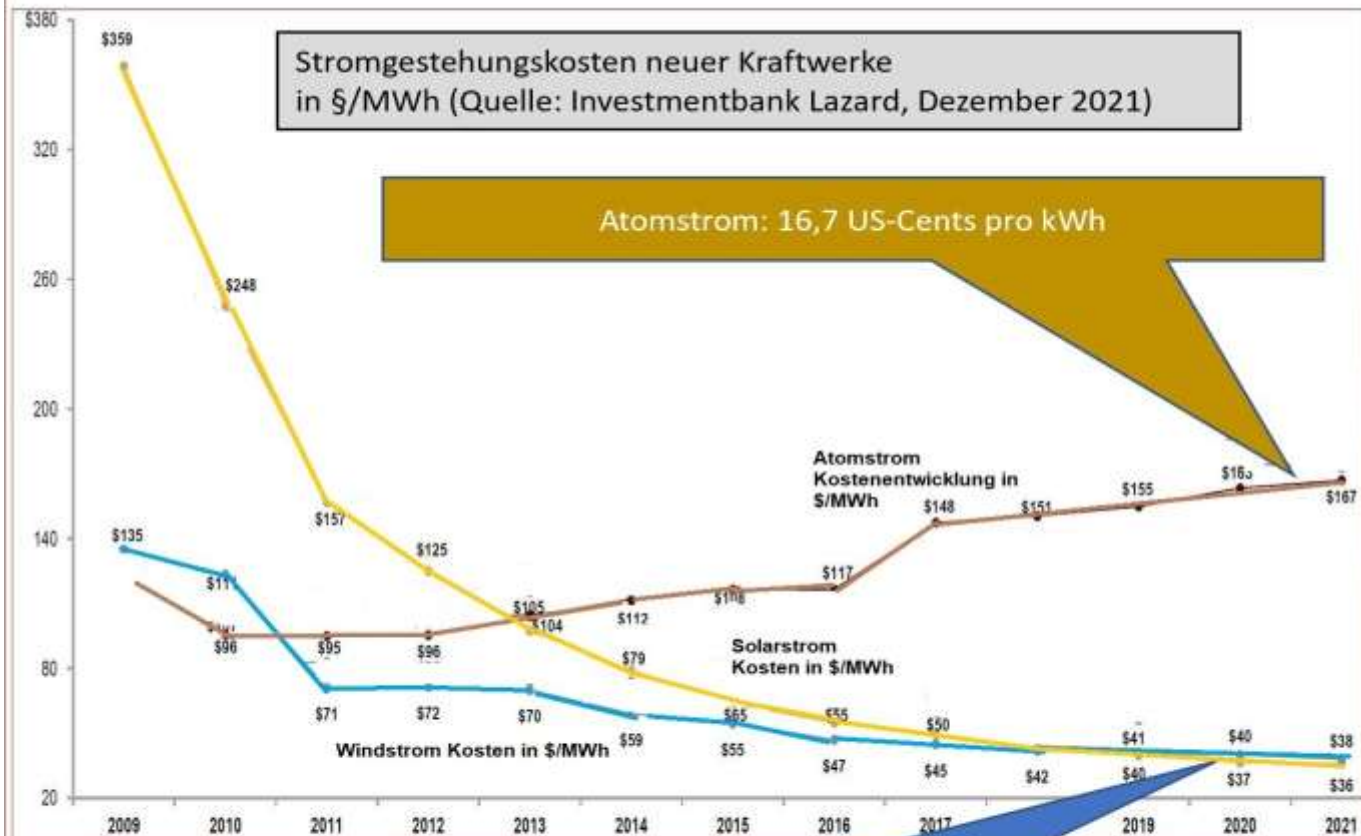
CH importiert 6 t Material pro Kopf und Jahr



# Übersicht

- Energiekrise: was passiert gerade und wieso?
- Disruption – was heisst das?
- Potenziale & Lösungen
- Spezifische Betrachtungen für den Verkehr
- **Atomkraft?**

# Lazard on LCOE [levelized cost of energy]: Atomstrom drei- bis viermal teurer



Atomstrom: 16,7 US-Cents pro kWh

Solar- und Windstrom: weniger als 4 US.Cents pro kWh

# Solar gewinnt am schnellsten, Wind deckt den Winter, Atomenergie ist Auslaufmodell

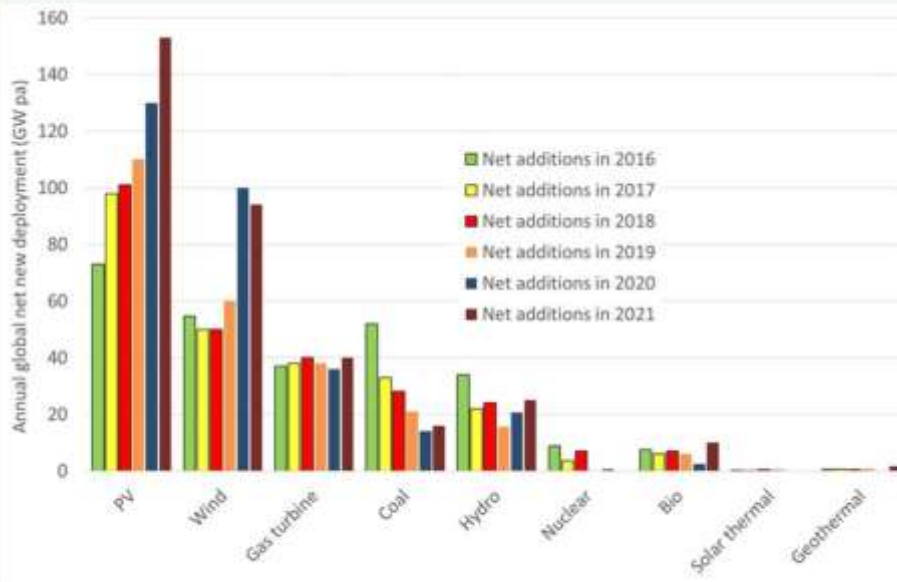


Figure 1: global net capacity additions [IRENA, CER, GWEC, WNA, GEM, ITRPV, IEA]

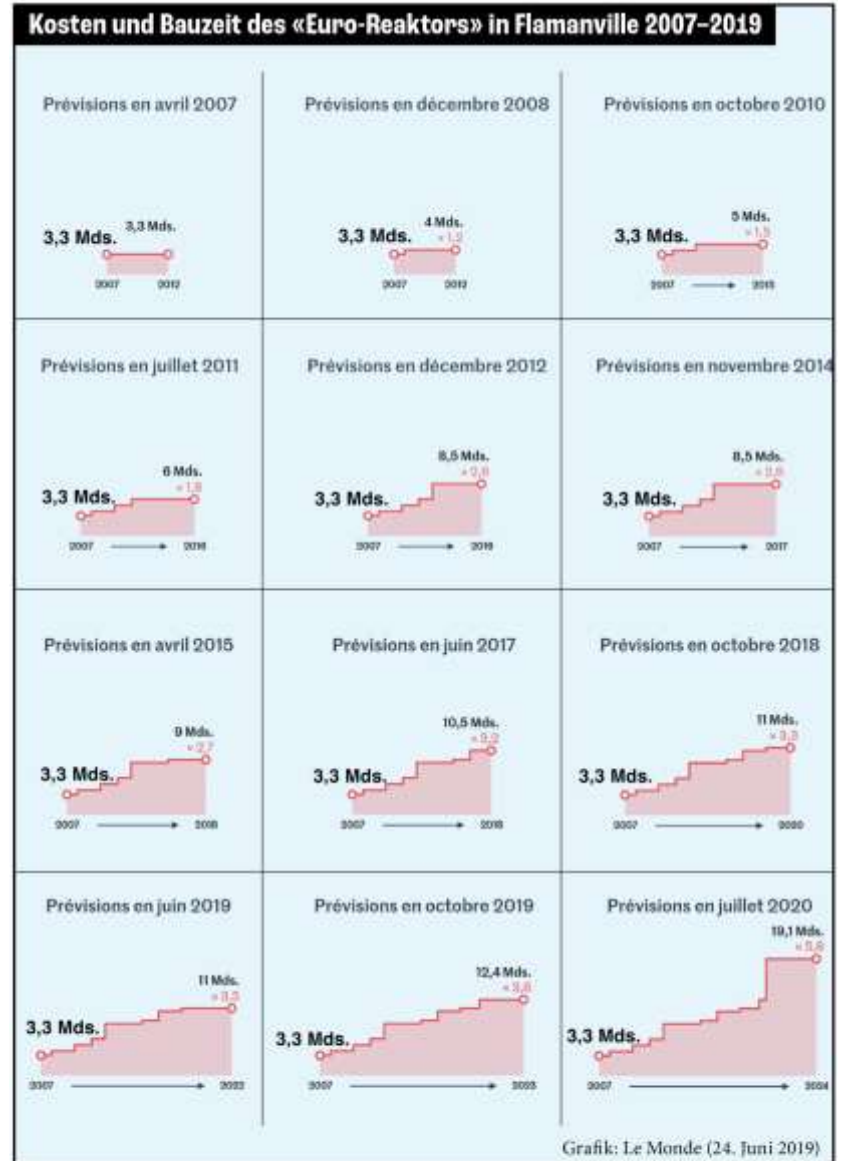
## Warum sind Erneuerbare erfolgreich? Angebotsseitig (Sicht der Produzenten)

- Tiefere Kosten
- Unerschöpflich
- Sichere Preise
- Kurze Bauzeiten
- Herstellung niederschwellig
- wenig seltene Materialien
- Emissionsfrei
- dezentrale Nutzung: Millionen Akteure
- Batterien, Wärmespeicher und Wasserstoff lösen Speicherproblem
- Die alten Lobbys scheitern



Beispiel  
Flamanville:  
19 Mrd. Euro  
statt 3 Mrd. Euro

- auch die  
Bauzeiten sind  
prohibitiv,



Der «Euro-Reaktor» in Flamanville (Normandie) wurde 2007 von den Medien als angebliches Meisterwerk moderner Technik bejubelt. Kostenüberschreitungen führten zu einer Verteuerung der Investitionen von 3,3 auf 19,1 Mrd. Euro – um das 5,8Fache. Die angekündigte Bauzeit von fünf Jahren (2007 bis 2012) stieg auf 17 Jahre.

# Atomkraft wurde von Sonne und Wind rasant überholt

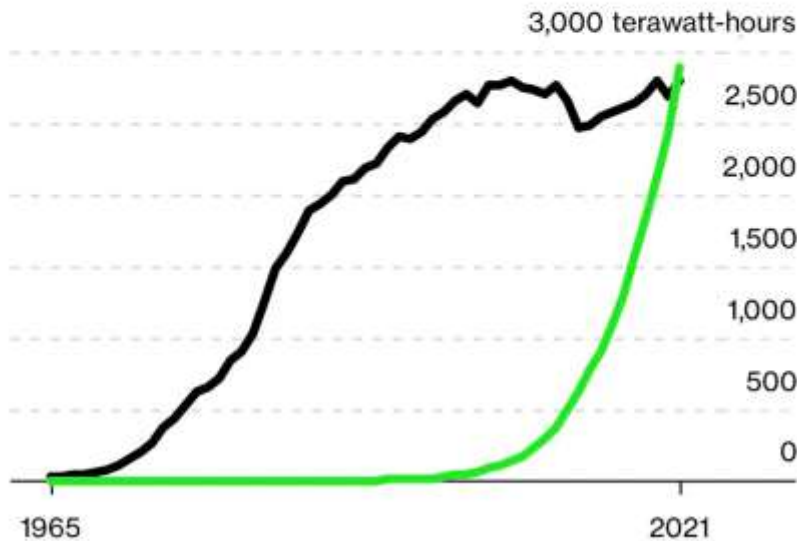
**Bloomberg**



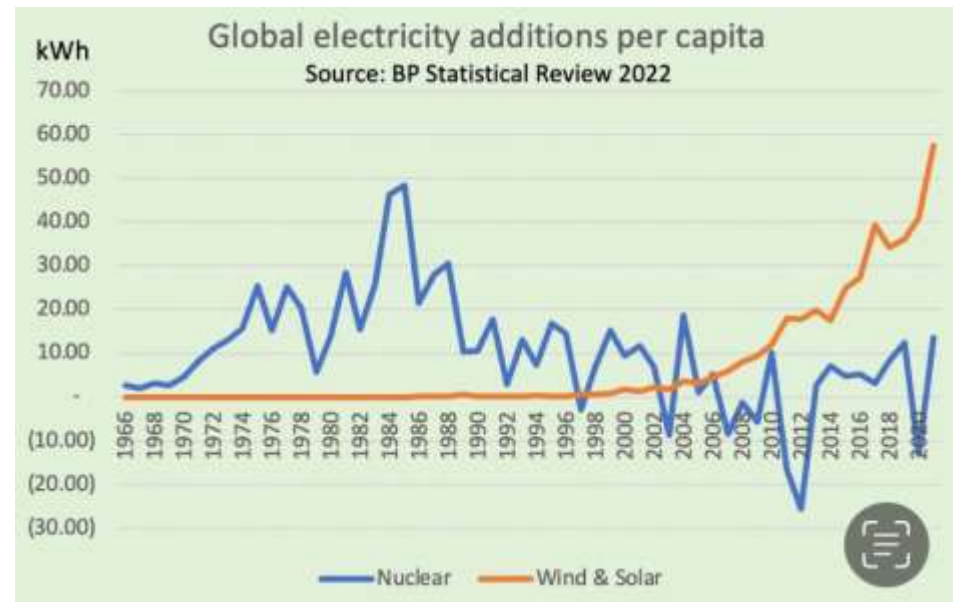
## Jagged Lines and Smooth Curves

Global power generation from nuclear and wind + solar

↙ Nuclear    ↗ Wind + solar



Source: BP Statistical Review of World Energy 2022



# Atomrenaissance in der Schweiz?

- Renaissance der Atompropaganda nicht ausgeschlossen
  - Support von SVP, Économiesuisse und Oligarchen (Milliardäre)
- Atomrenaissance ist extrem unwahrscheinlich
  - Höchste Kosten
  - Bauzeiten 20 Jahre+
  - Fehlende Lieferanten
  - Fehlende Investoren
  - Geltendes Verbot
  - Hoher Subventionsbedarf
- **Aber: Entscheidend bleibt die Versorgungssicherheit durch erneuerbare Energien**

# Wer mehr wissen will: Empfehlung

