

Erhältlich  
im Buchhandel

**Rudolf Rechsteiner**

**Klimaschutz und  
Versorgungssicherheit:  
Die Rolle der Photovoltaik**



# Übersicht

- **Gratulation!**
- Erneuerbare Energien sind erfolgreich - weltweit
- Photovoltaik: systematisch diskriminiert
- Wir stecken in einer Versorgungskrise
- Herausforderung Versorgungssicherheit
- Liechtenstein: was tun?

# Danke für die Einladung und herzliche Gratulation!



Beste Beziehungen  
Schweiz-Liechtenstein

Liechtenstein ist der Schweiz  
voraus:

Seit 1995 Mitglied des EWR

# Der Fortschritt der Photovoltaik über die letzten 30 Jahre



Triesen Primarschule  
Liechtenstein

## Situation 1994

9 kW Leistung  
156'000 CHF

## Situation 2021

9 kW Leistung  
20'988 CHF

## Situation 2021

100 kW Leistung  
111'300 CHF

Preisdaten:

BFE / Planair Preismonitor 2021

# Liechtenstein ist fortschrittlich: wo liegt das Problem?

## Liechtenstein Stand heute

**«650 CHF/kWp, selbst für grosse Anlagen**

**Dazu eine gleitende Marktprämie eingeführt werden, so dass der Preis für eingespeisten Strom nicht unter 7 Rp./kWh fallen soll.**

**Förderungen faktisch nicht gedeckelt, im Gegenteil, der angestrebte jährliche Zubau wurde vom Parlament explizit mit dem Wort «mindestens» ergänzt.»**

(Mail Andy Götz 2.2.2022)

## Verbleibende Fragen:

- Standortverfügbarkeit
- Sektorkopplung
- Speicher
- Winterstrom

**Landtag** Liechtensteiner Vaterland | Donnerstag

### Die Fotovoltaik-Pflicht wird kommen

Mit 19 Stimmen doch etwas überraschend, hat der Landtag die FL-Motion überwiesen. Auch die Wirtschaft wird in die Pflicht gen

Julia Kaufmann

Als letzte Traktanden standen gestern die beiden Motiven der Freien Liste «Fotovoltaik auf jedem Dach» und «Fotovoltaik-Pflicht für Nicht-Wohnbauten» auf der Tagesordnung. Die erste «Vaterland»-Prognose ging zwar davon aus, dass die Motiven wohl an die Regierung überwiesen werden, dass die Fotovoltaik-Pflicht auf allen Dachflächen bei Wohnbauten allerdings dezent viel Zustimmung findet, überraschte doch ein wenig. Ferner wird die Klimaxise die Abgeordneten zum Undenken bewegt haben, als ihnen doch der Ukraine-Krieg und die Abhängigkeiten von gewissen Förderländern in den Köpfen sitzen.

Die Regierung jedenfalls begrüsste die breite Unterstützung. Regierungschef-Stellvertreterin Sabine Moser



Die Motionäre, darunter Patrick Risch, sehen die Zeit zum Handeln gekommen. Bild: Daniel Schwendener

sen würden sie es begrüssen, wenn die Förderung attraktiver und die Sensibilisierung beziehungsweise Information besser ausgestaltet werden würden. Karin Zech-Hoop (FBP) etwa war der Meinung, dass ein schneller Ausbau nur mit der verstärkten Förderung und einem besseren Abnahmepreis erreicht werden könne. Für VU-Fraktionssprecher Manfred Kaufmann widerspricht eine solche «zwinghafte Einführung meinem demokratischen Empfinden». Nicht zuletzt sprachen sich auch die beiden Dpl-Abgeordneten Herbert Elsch und Thomas Rehak gegen die Fotovoltaik-Pflicht aus. Sie unterbreiteten der Freien Liste, diese solle ihre Motion in eine Petition umwandeln, da es sich hierbei um einen Sachverhalt handle. Ausserdem erklärte Sascha Quaderer (FBP), dass die Kritiker der Regierung

Marok-Wächter um Zielsetzungen der lediglich gab sie an, dass für die letztlich noch ein klären und Details anzupassen seien, aber lösbar, auch in gewisse Bereich meindeautonomie werden müsse. Die «Fotovoltaik auf i wurde mit 19 S 24 Anwesenden a rung überwiesen.

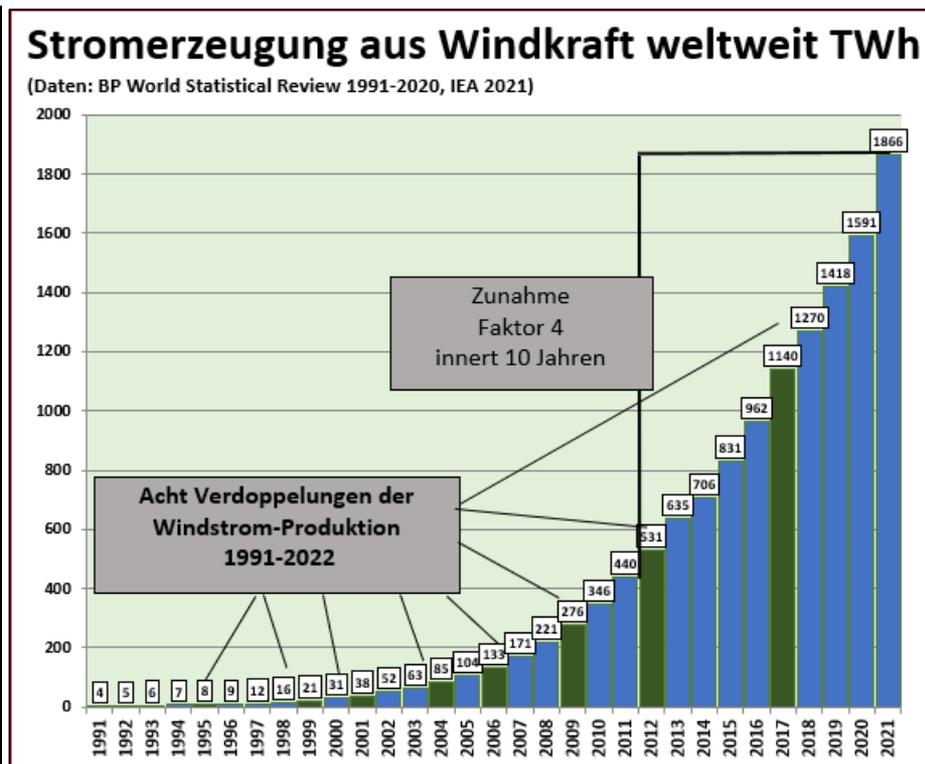
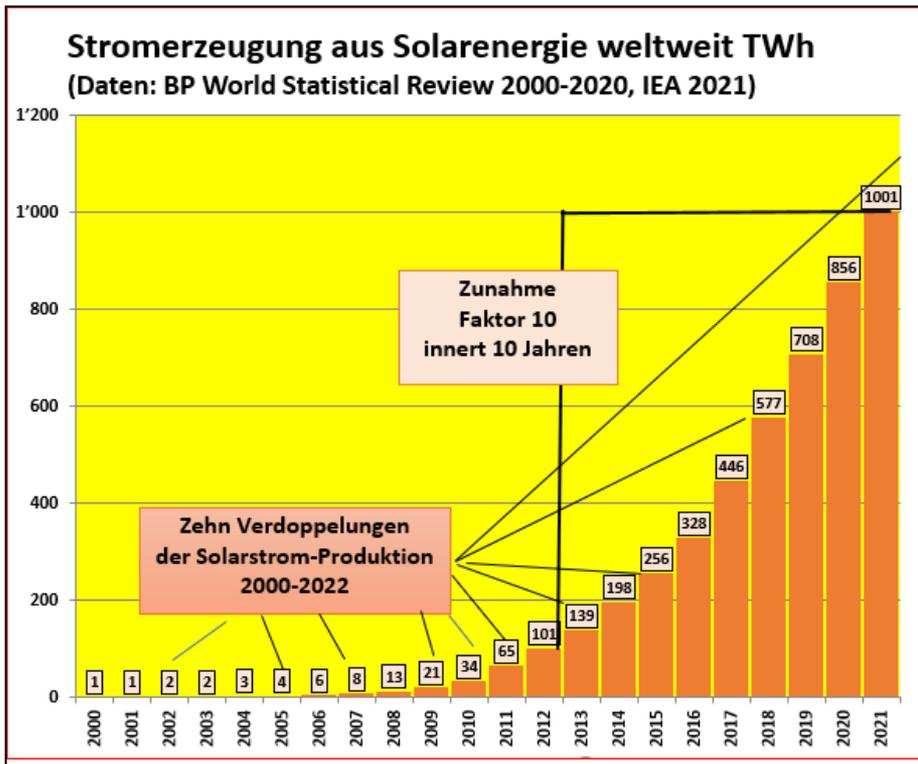
**Wirtschaft wird in die Pflicht gen**

Auch die zweite M voltak-Pflicht für bauten erhielt i weniger kritische Mehrheit: 14 Abg 22 Anwesenden g nes Licht. Mit d wird die Regierung

# Übersicht

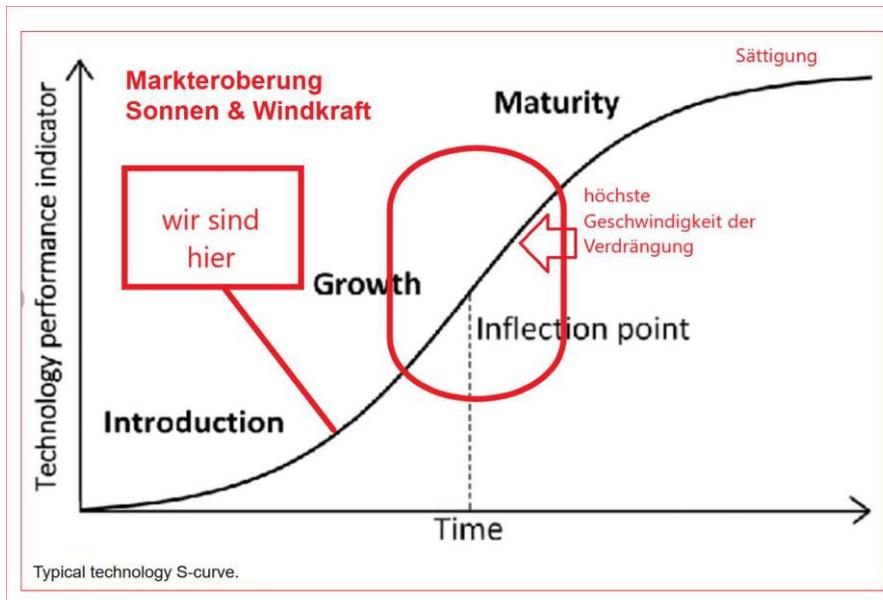
- Gratulation!
- Erneuerbare Energien sind erfolgreich - weltweit
- Photovoltaik: systematisch diskriminiert
- Wir stecken in einer Versorgungskrise
- Herausforderung Versorgungssicherheit
- Liechtenstein: was tun?

# Geheimnis der Exponentialkurve Solar- und Windkraft wachsen exponentiell



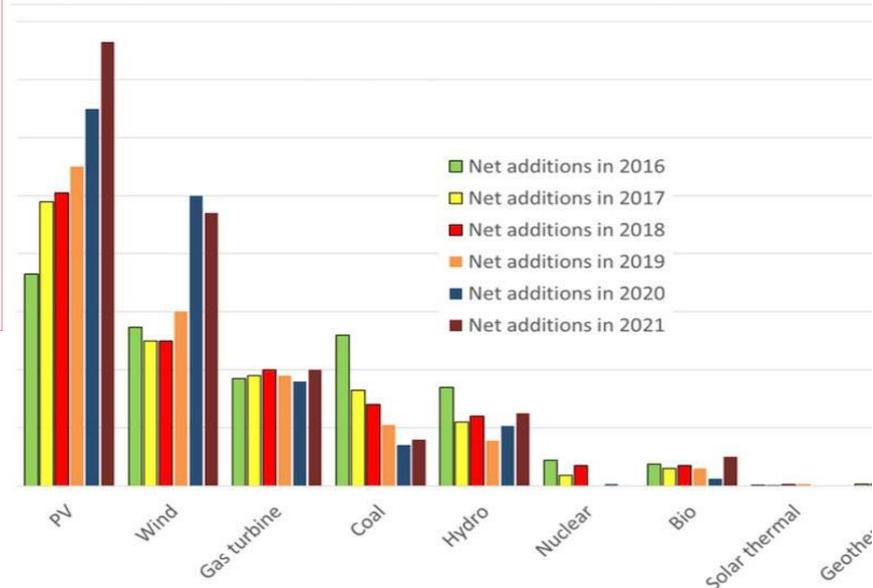
Der Zubau und damit das Zubau-Tempo haben sich seit 2000 jeweils innert zwei bis vier Jahren verdoppelt, bei der Photovoltaik bisher zehnmal und bei der Windenergie achtmal. Wir brauchen nun noch drei Verdoppelungen und dann ist die Stromerzeugung vollständig erneuerbar

# In Wirklichkeit ist es eine S-Kurve wie für Massenkongsumgüter



## Entscheidender Unterschied zum konventionellen Energiegeschäft:

- Sinkende Kosten
- dezentrale Nutzung, Millionen Akteure
- Forschung & Entwicklung in 50+ Ländern
- alte Lobbys sind zunehmend machtlos



## Disruptionen und die Komfortzone

«the iPhone is a niche product»

Olli-Pekka Kallasvuo, CEO Nokia - 2008



# Disruptionen und Geschwindigkeit



4 Jahre



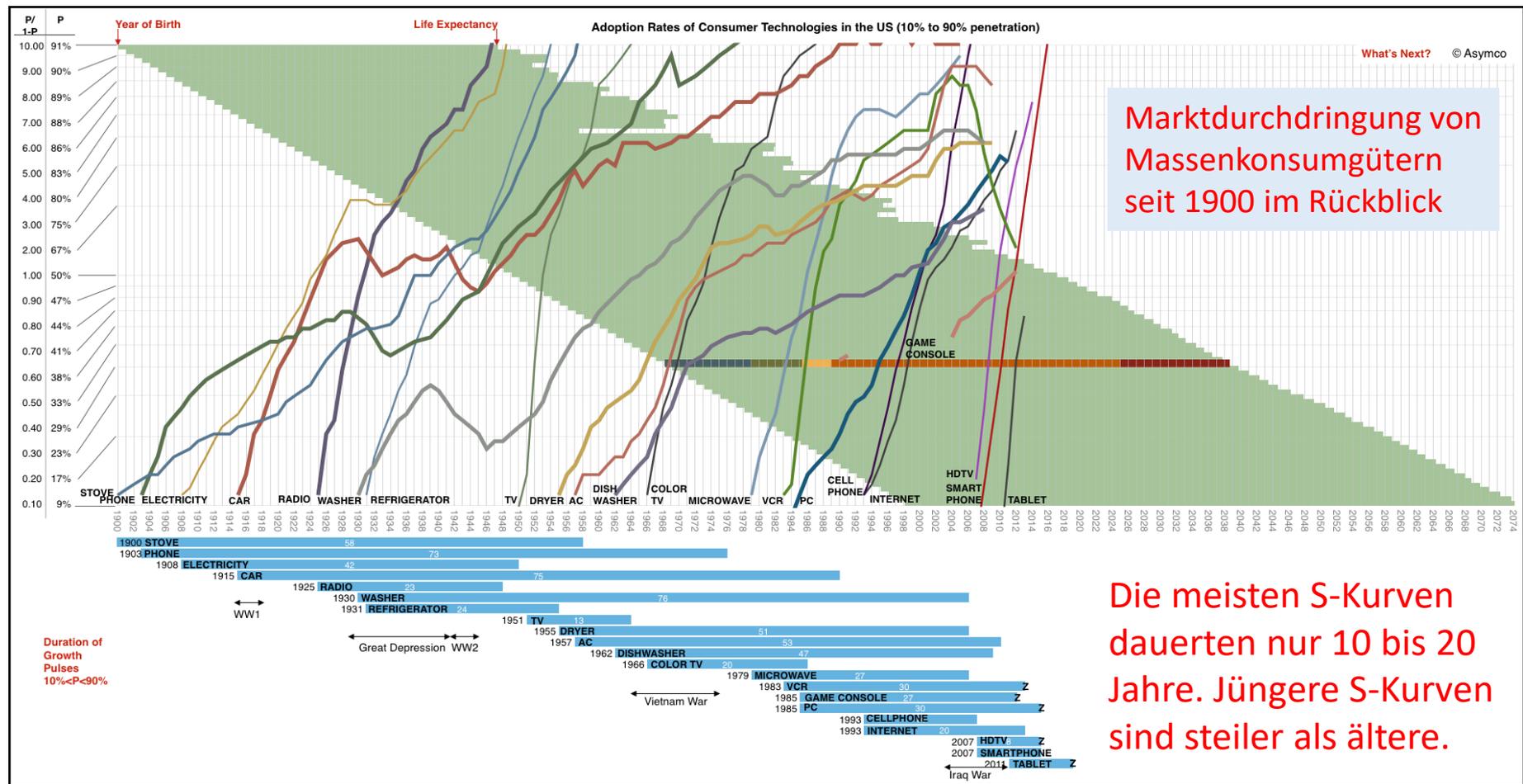
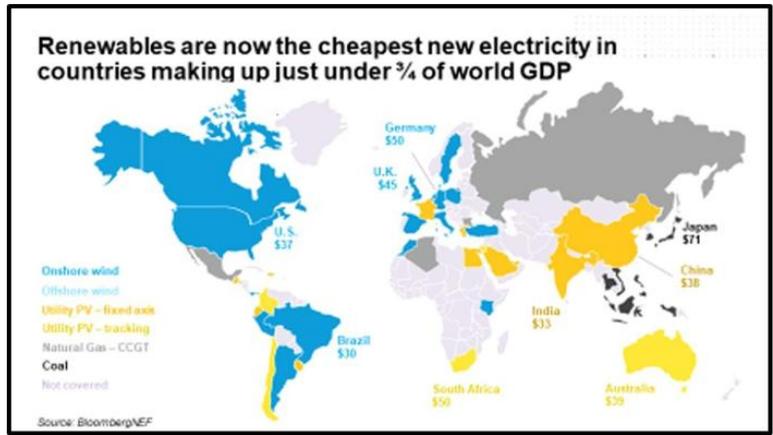
3 Jahre



3 Jahre

Wir sollten uns die Energiewende viel schneller denken: billig, schmerzlos, konsumentengetrieben, wie ein neues Handy

Staat bleibt wichtiger Enabler:  
Netze, Standorte, Speichermanagement



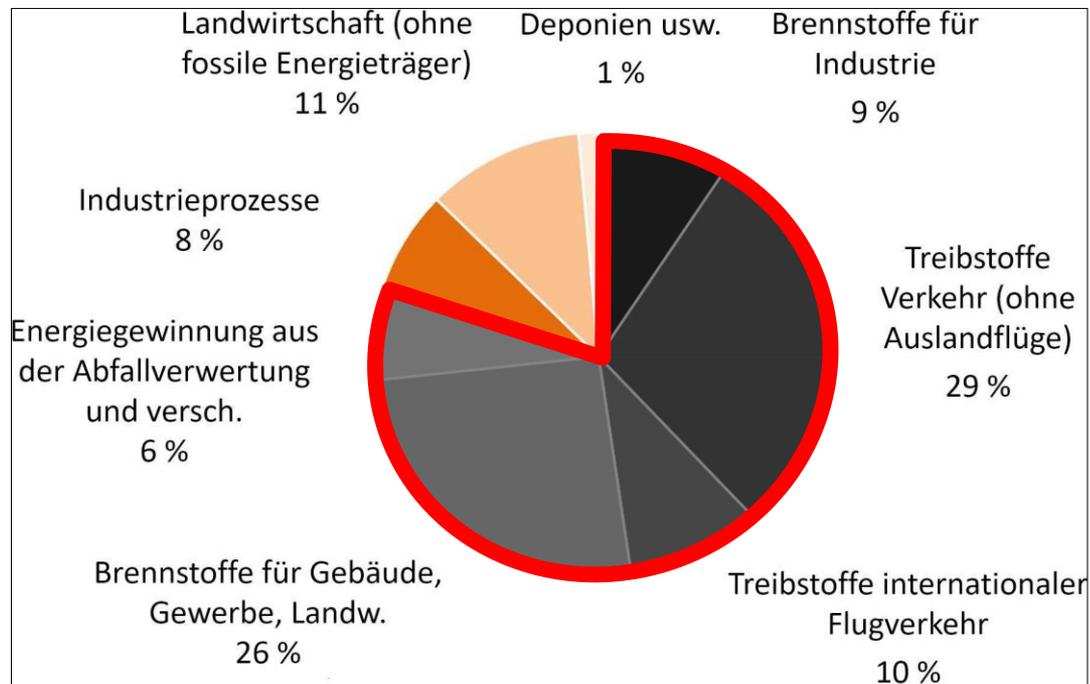
Die meisten S-Kurven dauerten nur 10 bis 20 Jahre. Jüngere S-Kurven sind steiler als ältere.

# Übersicht

- Gratulation!
- Erneuerbare Energien sind erfolgreich - weltweit
- **Photovoltaik: systematisch diskriminiert**
- Wir stecken in einer Versorgungskrise
- Herausforderung Versorgungssicherheit
- Liechtenstein: was tun?

# Treibhausgas-Emissionen

(Daten-Basis Schweiz)

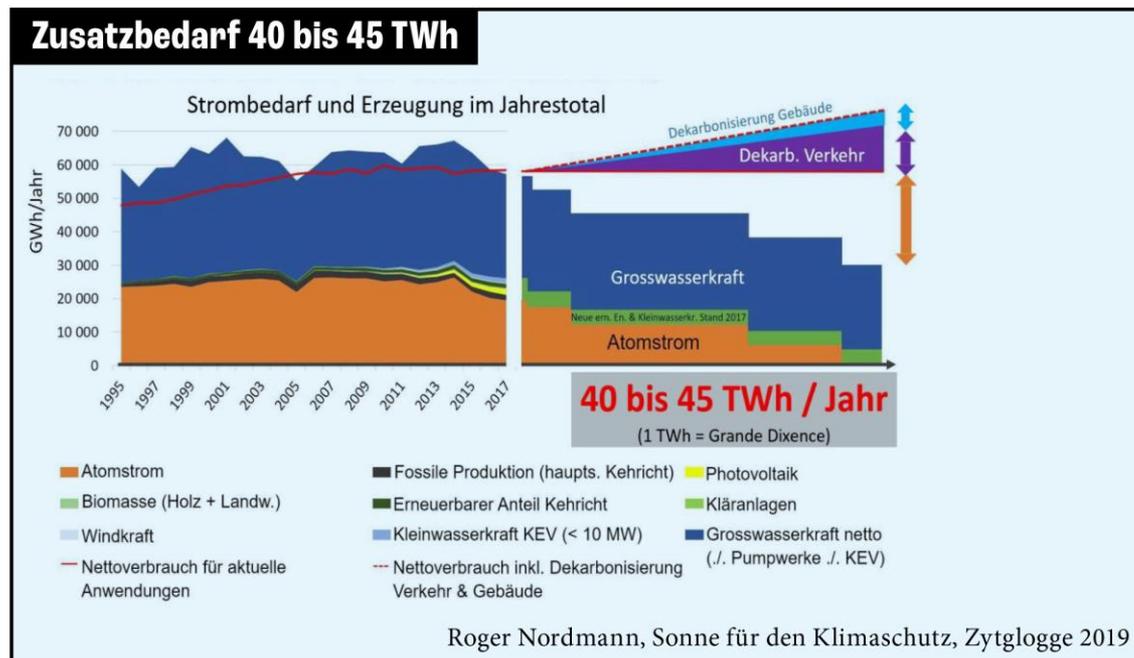


Grafik: Nordmann, Sonne für den Klimaschutz (2019)

Zu 80% stammen die Treibhausgase der Schweiz aus fossilen Energien (weltweit 2/3)

**Energie ist der grosse Hebel!**

# Es braucht mehr Strom: Zusatzbedarf bis 2050 etwa das Doppelte des bisherigen Atomstroms



Die Stilllegung der Atomkraftwerke und die Elektrifizierung von fossilen Heizungen und Fahrzeugen führt bis 2050 zu einem Zusatzbedarf von 40 bis 45 TWh (40 bis 45 Mrd. kWh).

Landesverbrauch neu  
70-90 TWh

Wasserkraft kann  
+2 TWh liefern

Solarstrom wird ca.  
+40-50 TWh liefern

Gebäude sind jetzt  
Kraftwerke, Speicher,  
Tankstellen  
Verbrauchsstätte

Windstromimporte &  
Biomasse werden  
Winterversorgung ergänzen.

Ziel für die Schweiz: 35 GW bis 2035,  
Das wäre dann ca. 150 MW für Liechtenstein

# 100 Prozent erneuerbar ist mehr als die Umstellung des Stromsektors

Transformation in drei Sektoren

Sauberer Strom



Saubere Gebäude



Sauberer Verkehr



**Energiewende 1975-2015 = Atomausstieg**

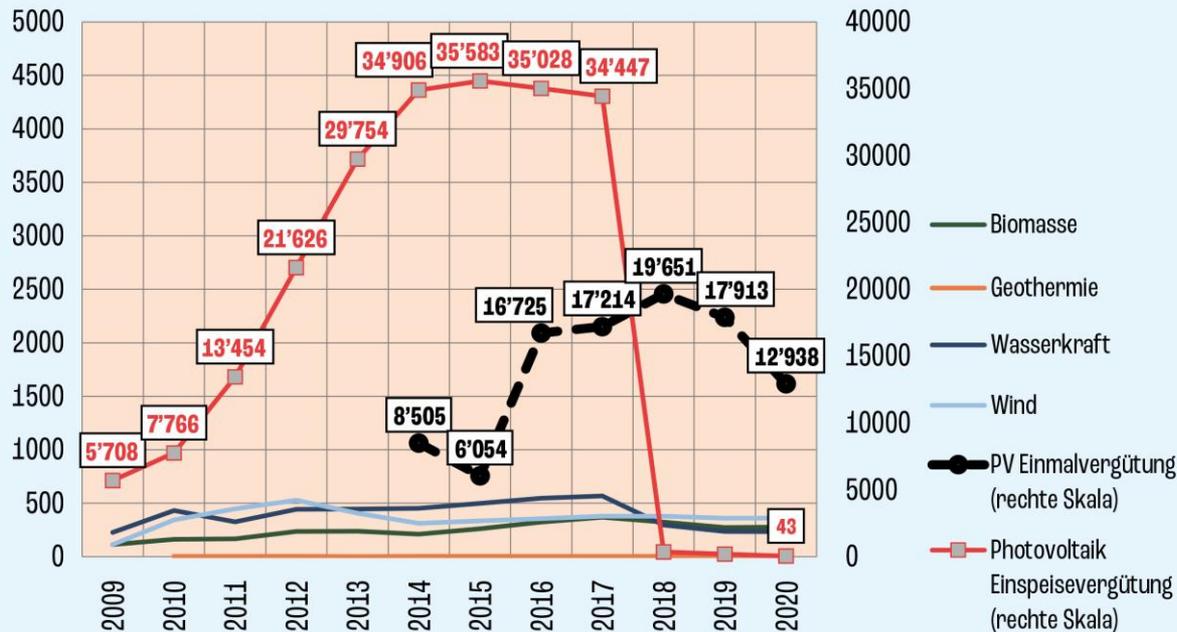
**2019: Ratifizierung des Pariser Abkommens**

**Energiewende heute = Ausstieg aus Atom, Erdgas, Öl und Kohle**

# Photovoltaik Trauerspiel Schweiz: 2017: > 50'000 Projekte auf Warteliste

## 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.

Die Erteilung von Einspeisevergütungen wurde zuerst blockiert, und im Oktober 2019 vorzeitig gestoppt und ist ab 2023 ganz abgeschafft.

Auch die Einmalvergütungen wurden vom BFE mutwillig klein gehalten (20'000 blockierte Projekte)-

Neues Marktwachstum seit 2020.

# Bei voller Kasse halten BFE/Bundesrat das verfügbare Geld zurück

## Netzzuschlagsfonds: Ausgaben, Überschüsse, Reserven

Angaben in Mio. CHF	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
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		
<b>PV Einmalvergütung KLEIV</b>	0	0	0	0	0	6	103	103	102	166	114	121	170
PV Einmalvergütung GREIV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	112	142	61
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		
<b>Stand der Reserven</b>	91	250	375	419	416	360	409	485	652	999	1220	1265	1624

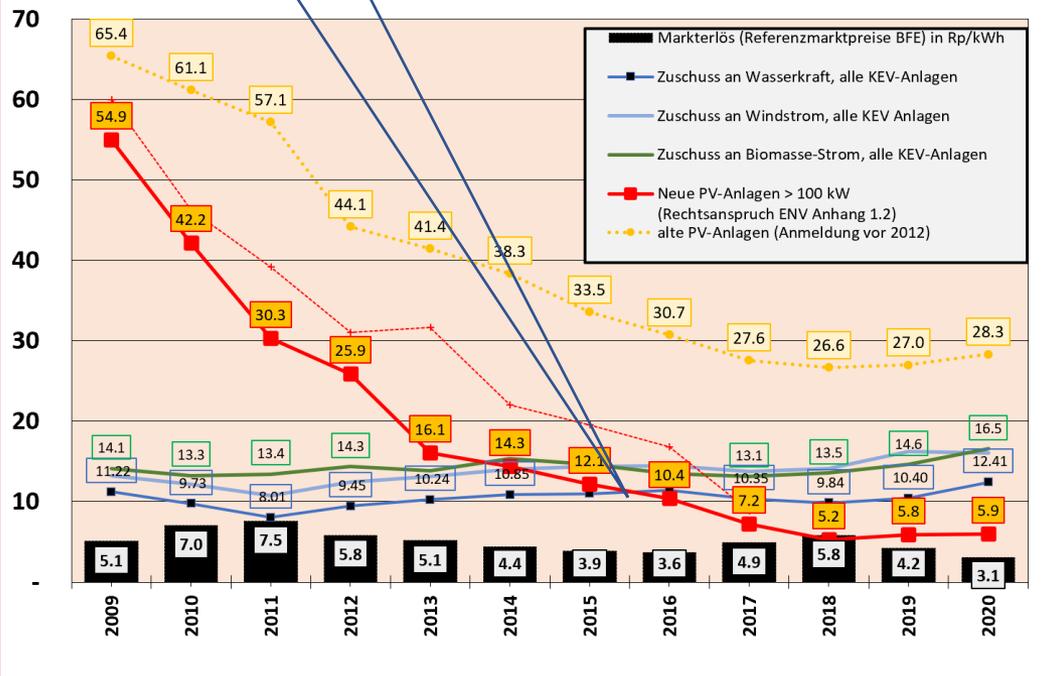
Quelle: Stiftung KEV, Staatsrechnung/Pronovo Cockpit

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).

# Solarstrom ist halb so teuer wie alle anderen Technologien

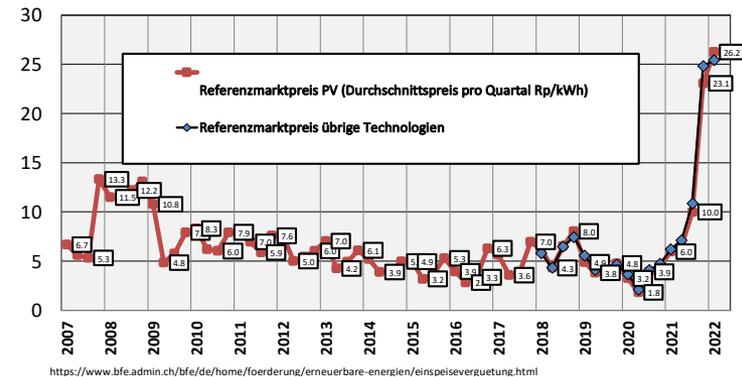
Seit 2015  
unterschreiten die  
PV-Kosten die  
anderen Techniken

## Höhe der Zuschüsse aus dem Netzzuschlagsfonds (Rp/kWh)



## Entwicklung der Marktpreise Rp/kWh

2007-2017 SWISSIX Notierung für Bandenergie  
ab 2018: Für PV: Durchschnitt der day-ahead-Preise, gewichtet nach viertelstündlichen Einspeisung lastganggemessene Anlagen  
Für übrige Technologien: Day ahead-Preis



# 18 bis 23 Jahre vom Projekt zur Genehmigung

**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

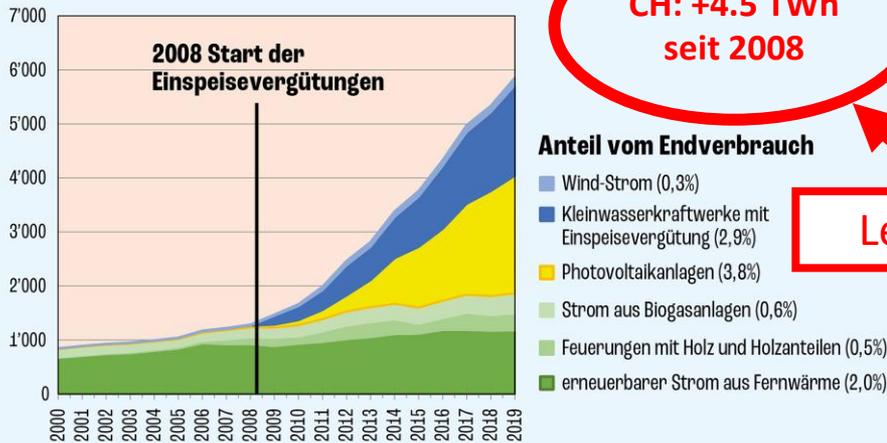
Trotz Volks-JA  
blockiert:  
Windprojekte in  
der Schweiz

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.)
Saicourt	BE	2015	59%	Gemeindeversammlung
Tramelan	BE	2015	60%	Urnenabstimmung
Sonvilier	BE	2015	75%	Gemeindeversammlung
Saicourt	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

# CH-Netzbetreiber investieren im Ausland dreimal so viel in erneuerbare Stromerzeugung wie im Inland

## Stromerzeugung aus neuen erneuerbaren Energien 2000–2019

2019: 5859 GWh Strom aus dezentralen Anlagen mit Finanzierung aus dem Netzzuschlag entspricht: 8.1 % der Landeserzeugung (71'894 GWh) entspricht: 10,2 % des Endverbrauchs (57'198 GWh)



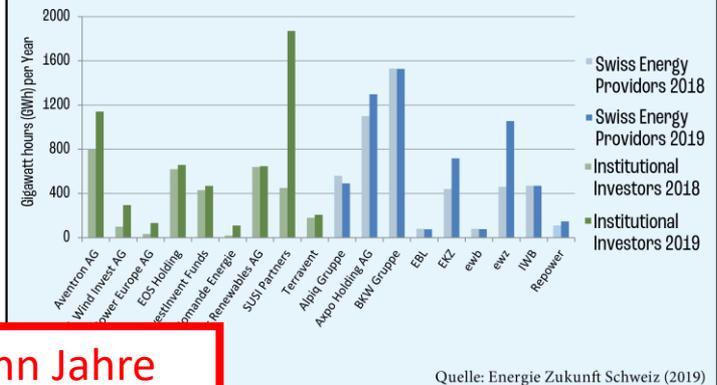
**CH: +4.5 TWh seit 2008**

**Letzte zehn Jahre**

Seit dem Beginn der Einspeisevergütungen hat sich der Beitrag der neuen erneuerbaren Energien vervielfacht.

- **Investitionen erfolgen nur auf Basis einer wirtschaftlichen Perspektive:**
  - Kostenersparnis dank Eigenverbrauch.
  - Weiterverrechnung der neuen Wasserkraft an gebundene Kundinnen und Kunden
- Das Fehlen von Auktionen mit gleitender Marktprämie ist Haupthindernis für Investitionen in Grossanlagen.

## 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.

## Schweizer Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Europa



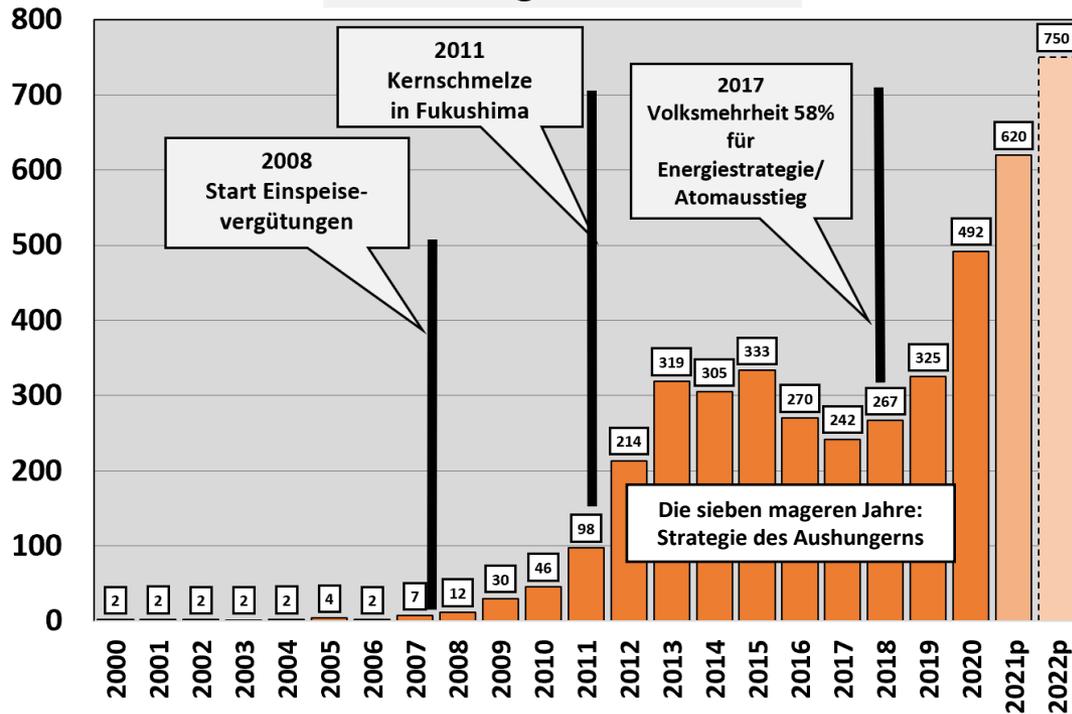
Investorinnen und Investoren stimmen mit den Füßen ab: Milliarden-Investitionen in neue Kraftwerke wurden im Ausland realisiert, wo feste Lieferpreise garantiert sind.

# 2021: Beschleunigung der Ereignisse

- April 2021: Nationalratskommission einstimmig für Palv. Girod
  - Ziel: «Lücken schliessen»: Windkraft, Biomasse, Wasserkraft auch nach 2022 fördern
  - **Auktionen für PV**
- Juni 2021: Bundesrat veröffentlicht Botschaft «Mantelerlass»
  - **erhöhte Ausbauziele**
  - **strategische Speicherwasser-Reserve**
- Okt. 2021 Ständerat unterstützt Revision
  - **PV-Anlagen mit Volleinspeisung: Auktionen & gleiche Beiträge wie andere Techniken bis 2030**
  - Erhöhte Beiträge auch für Wasserkraft, Wind, Biomasse; Verlängerung Wasserzinsen
- Oktober 2021: Bundesrat will Raumplanung lockern (Verordnung)
  - **Lockerungen ausserhalb der Bauzone:**
  - **Agro-PV, PV auf Fassaden, Lärmschutzwänden usw.**
  - **PV-Anlagen auf Stauseen, Staumauern**
- Oktober 2021: Bundesrätin Simonetta Sommaruga kündigt an:
  - **Bewilligungsverfahren vereinfachen für Wasser & Wind**
  - **Ein einziges Verfahren für Energieprojekte**
  - Richtplanung, Umweltschutzgesetz, Baubewilligung, Nutzungsplanung, Netzanschluss in 1 Beschluss und 1 Bundesgerichtsentscheid
  - **Aber PV: viele offene Fragen, keine Erleichterungen**
- Mantelerlass: laufende Beratungen im Ständerat
  - **Ausbauziele (35 GW statt 17 GW bis 2035?)**
  - **Auktionen mit gleitender Marktprämie, geregelte Abnahmepreise für Kleianlagen**
  - **Bewilligungsverfahren beschleunigen**

# Wachstum seit 2020: Projektgesuche werden nicht mehr künstlich blockiert

Jährlich neu installierte  
PV-Leistung in der Schweiz



Mittels Wartelisten wurde dem Solarstrom ein jahrelanger Ausbaustopp auferlegt.

Das war vom Gesetz her möglich, aber nicht nötig.

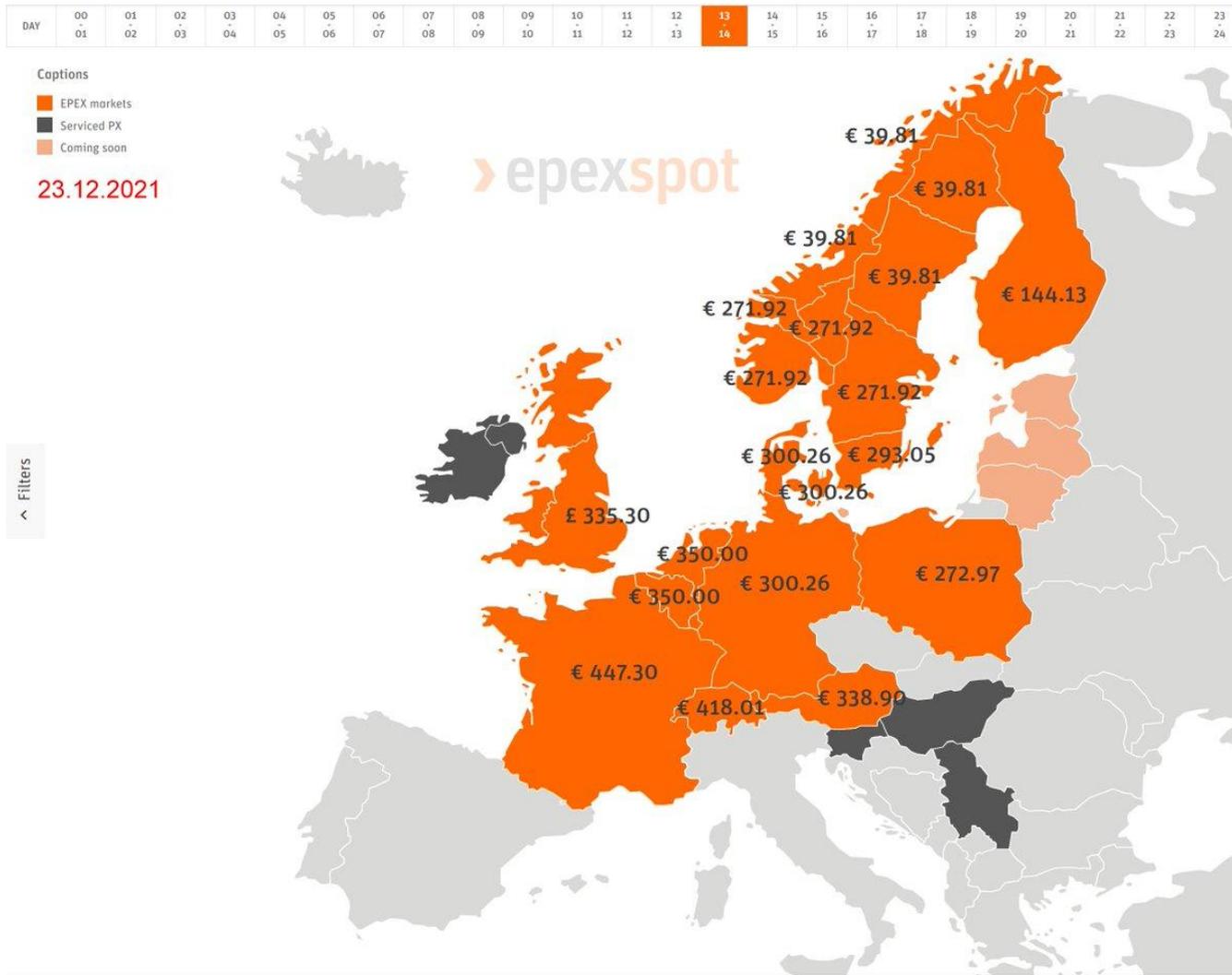
# Übersicht

- Gratulation!
- Erneuerbare Energien sind erfolgreich - weltweit
- Photovoltaik: systematisch diskriminiert
- **Wir stecken in einer Versorgungs- und Klimakrise**
- Herausforderung Versorgungssicherheit
- Liechtenstein: was tun?

# Preisexplosion: Strompreise 23.12.

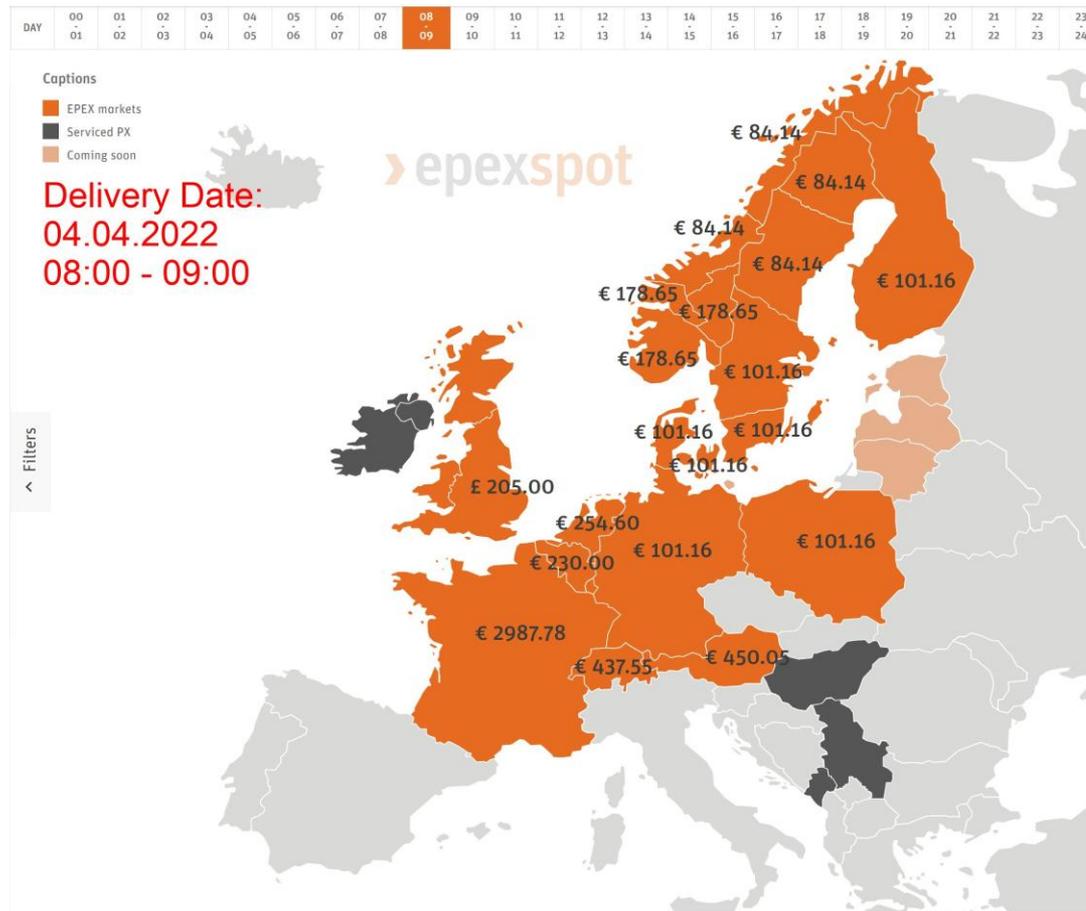
39 €/MWh = 3,9 €/C./kWh

447 €/MWh = 44,7 €/C./kWh



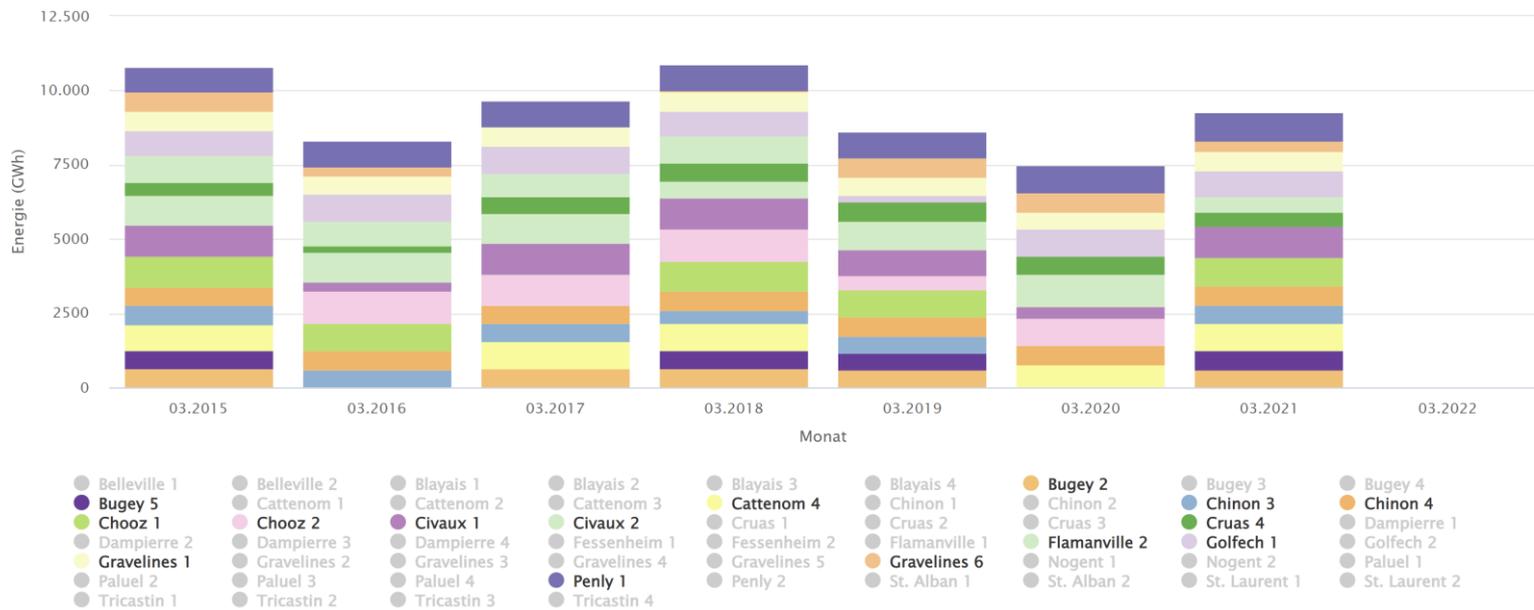
# Preisexplosion: Strompreise 4.4.2022

## Frankreich 2987 €/MWh = 3 €/kWh



# Ungeplante Betriebsausfälle alter AKWs: 26 Anlagen ausser Betrieb

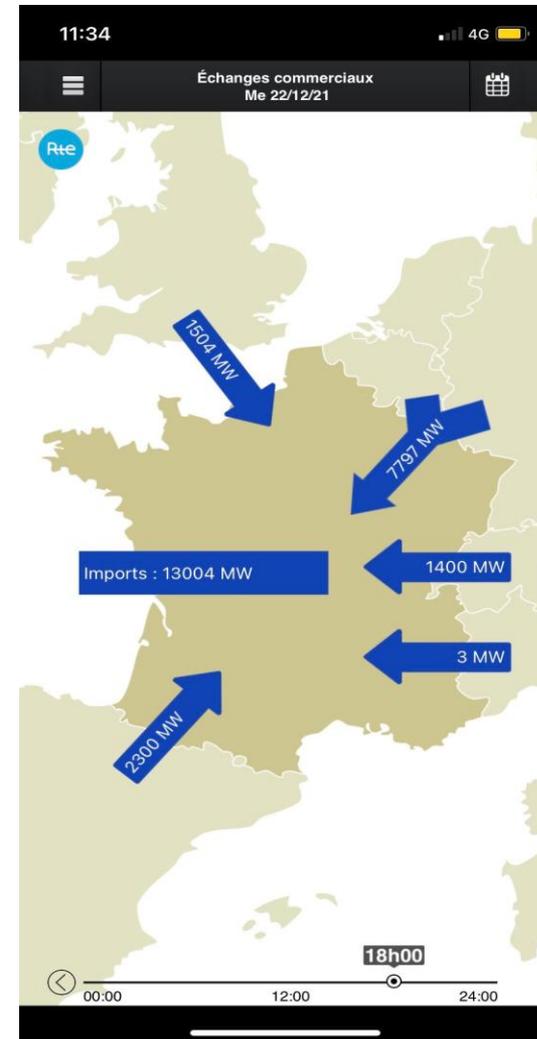
Monatliche Stromerzeugung aus Kernenergie in Frankreich



# Kombination aus Gasknappheit & AKW-Ausfälle

Frankreich hat heute von allen Nachbarländern Strom importiert, um den Mangel an eigener Erzeugung durch die defekten Kernkraftwerke auszugleichen. Um 8 Uhr wurden in Summe 12,7 GW importiert.

[energy-charts.info/charts/power/c...](https://energy-charts.info/charts/power/c...)



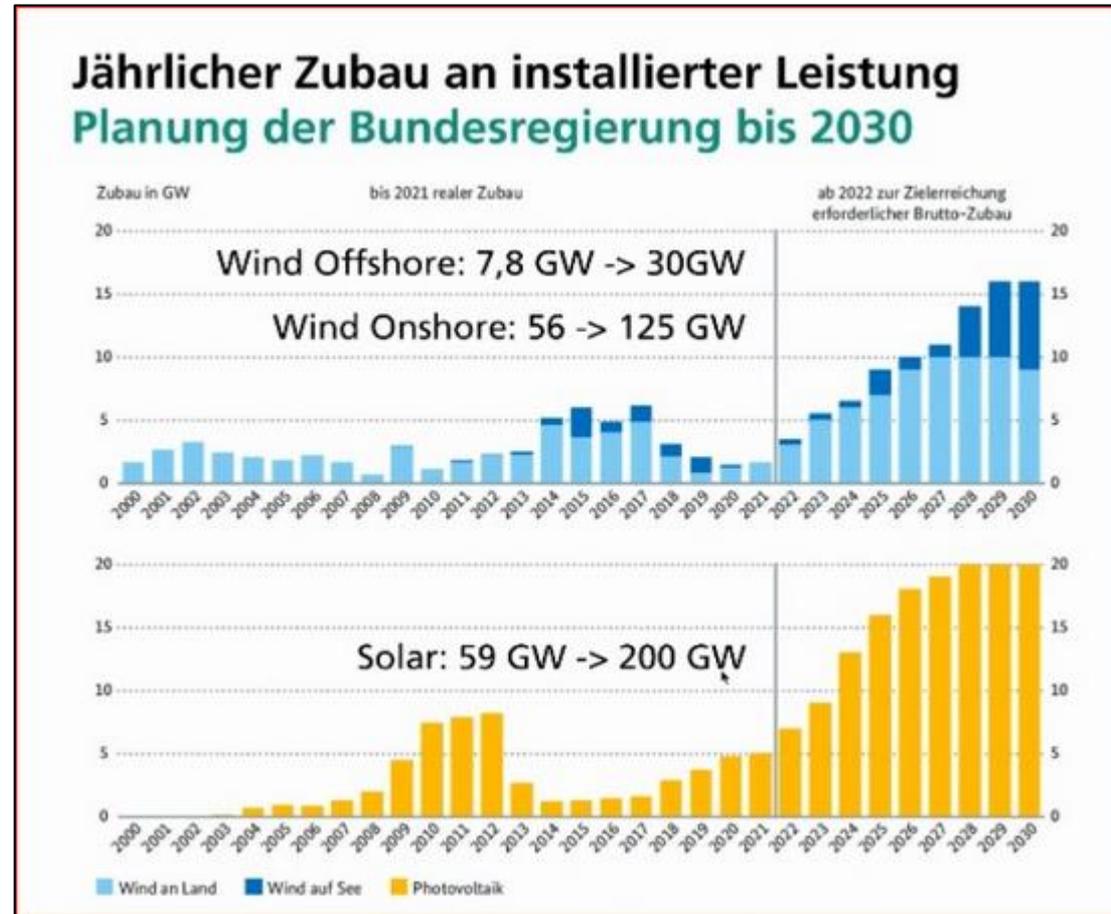
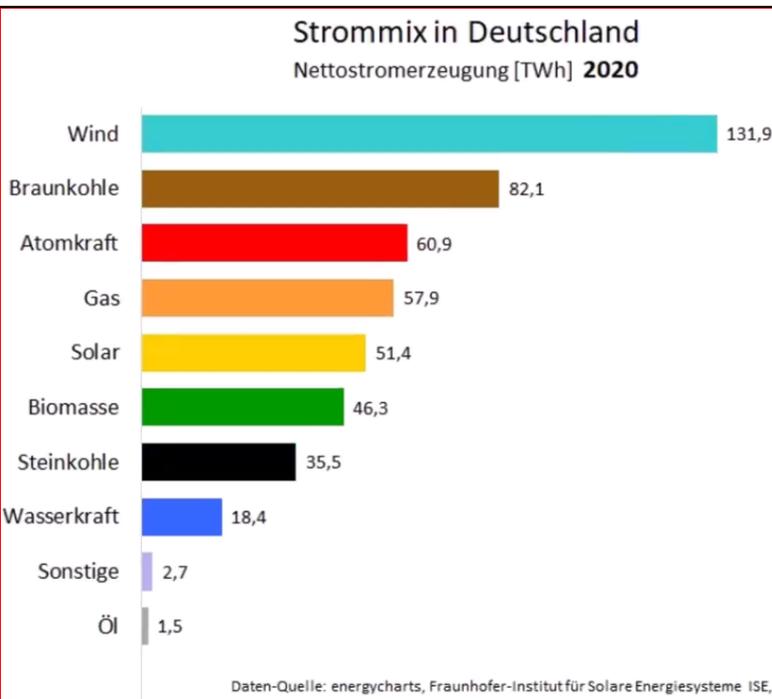
# 26. Mai 2021: Verhandlungen mit EU abgebrochen



## **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.

# Osterpaket: Ausbaugeschwindigkeit in Deutschland verdreifachen!



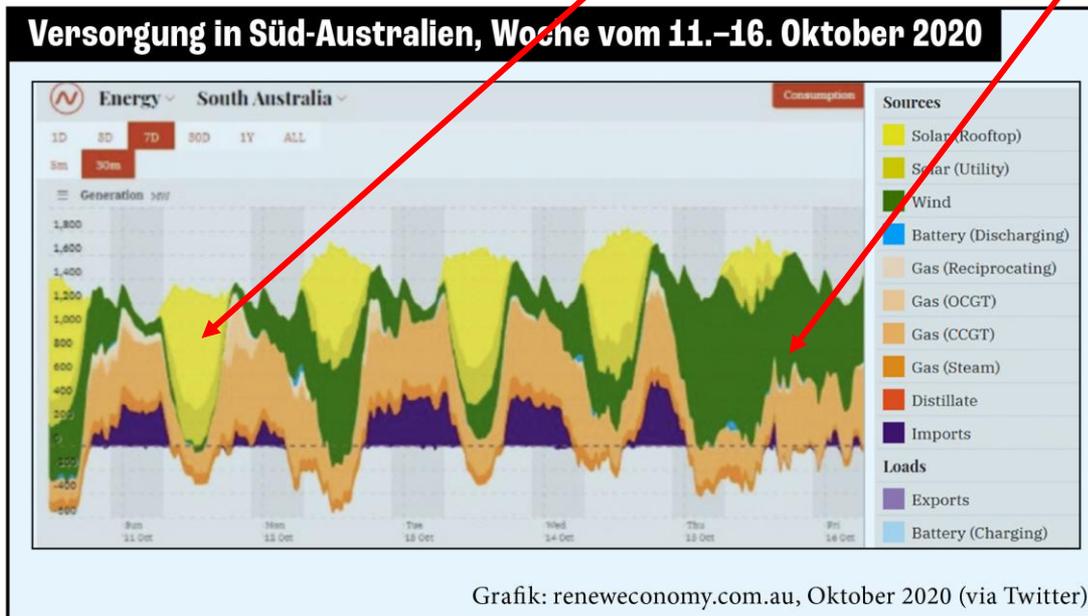
# Zwischenfazit: unterwegs zu mehr Versorgungssicherheit

- Einheimische Produktion stärken
  - Abhängigkeiten nehmen tendenziell ab (Gas, Kohle, Uran)
- Gute Netze & Netzmanagement
- Reservehaltung
  - Speicher für Strom (Batterien) und Wärme
  - Netzdienliche Tarife, Monitoring
- Volatilität steigt
  - Vernetzung und Speicher bleiben eine Notwendigkeit
- Autarkie ist nicht das Ziel,
  - Regionale Verankerung erhöht Versorgungssicherheit

# Herausforderung I Mehr Flexibilität & Speicher

Beispiel Süd-Australien

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



Starkes „Ramping“  
= Hoher Flexibilitätsbedarf:

- Netze, Speicher
- Spannungshaltung
- Exporte/Importe

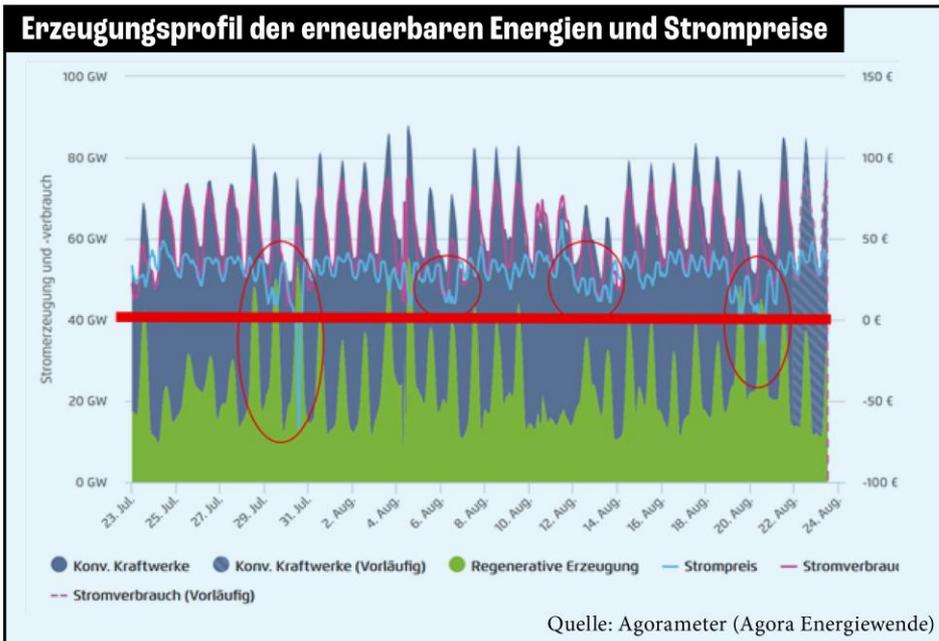
Lösungen:

- Demand Side Management
  - Lastabwurf im gegenseitigen Einvernehmen
- Mehr Batterien (inkl. Mobilität)
- Wärmespeicher
- Reservehaltung Speicher
- Power to X

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.

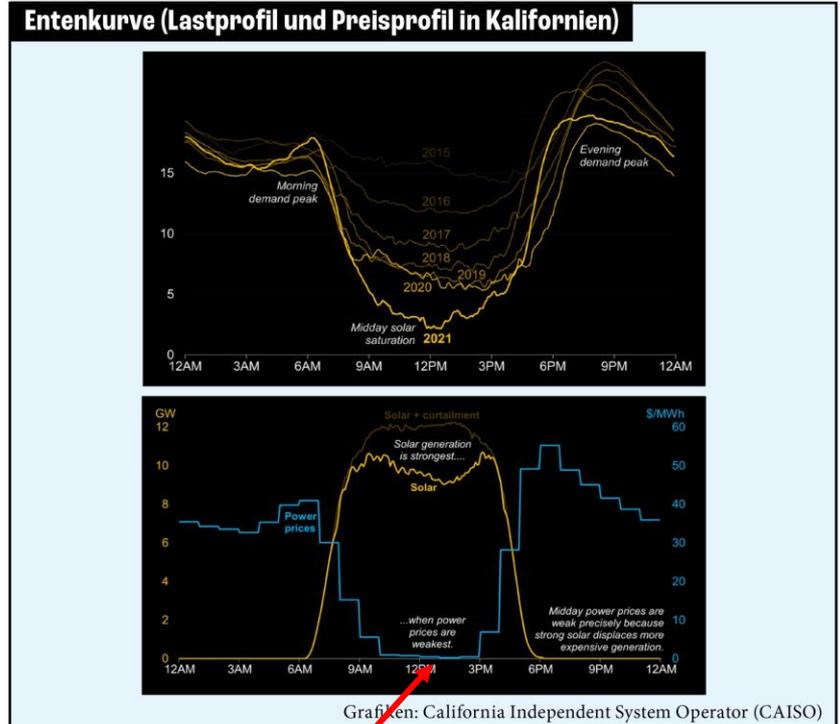
# Herausforderung II – Investitionssicherheit (Marktwertisiko senken)

Bei Sonne oder starkem Wind sinken Preise gegen null oder werden negativ



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)



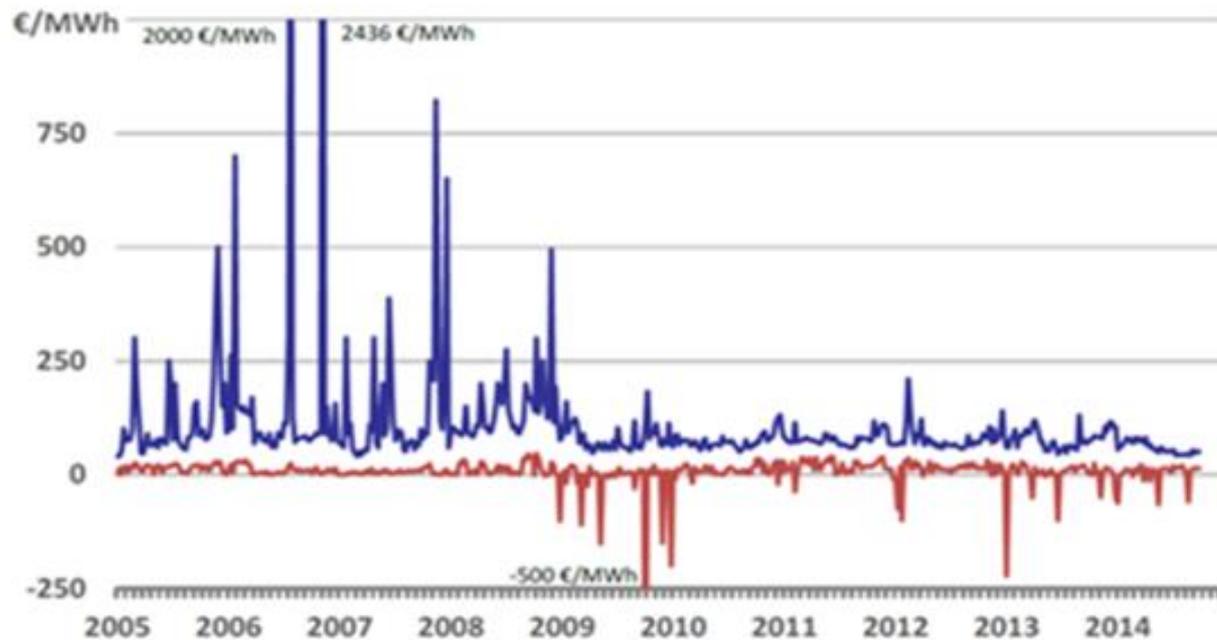
Die «Entenkurve» (oben). Solarstromanlagen auf den Hausdächern senken die Nachfrage im Netz. Am Mittag sinkt die Last Jahr für Jahr stärker gegen null. Preiskurve (unten): Die Preise sinken bei Sonnenschein während Stunden auf null. Die Netzbetreiber bauen Batterien, um die Produktion tagsüber einzuspeichern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

Nullpreise von 9 bis 15 h (S-Australien)

# Speicher halten nicht Schritt mit Ausbau der Erneuerbaren – Absacken der Preise häufiger als Anstieg der Preise

## History of Price Extremes in the Day-Ahead Market

Weekly Day-Ahead maximum and minimum prices, Update: Sept 2014



Source: Johannes Mayer, Fraunhofer ISE; Data: EPEX-SPOT / EEX

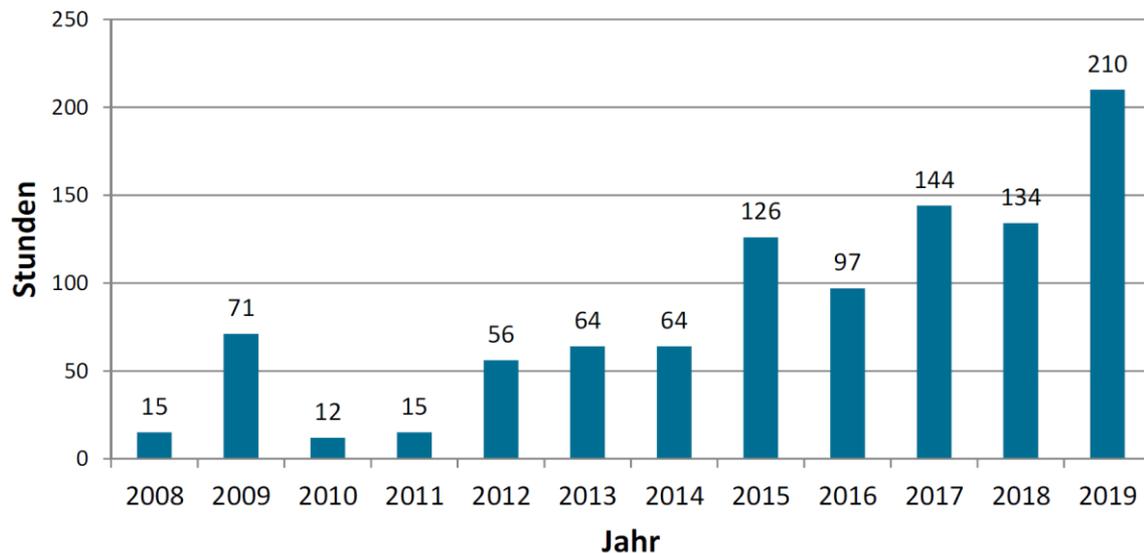
10

© Fraunhofer ISE

Dr. Rudolf Rechsteiner

# Negative day ahead-Preise nehmen zu

## Negative Day Ahead Börsenstrompreise Stunden pro Jahr



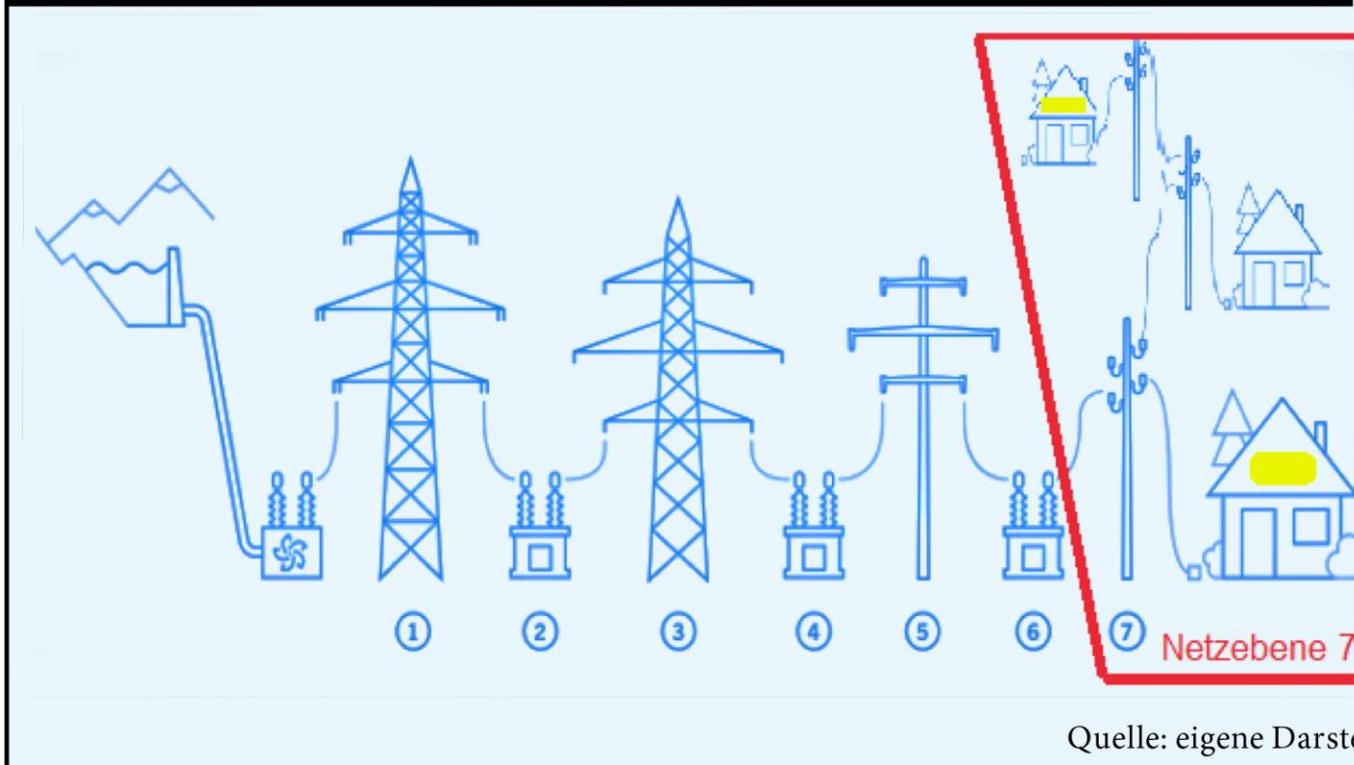
Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: EPEX

### Die Gründe:

- inflexible und wettergesteuerte Stromerzeugung wächst
- Zu wenig Speicher
- Tarifsysteme sind nicht auf Flexibilität ausgerichtet

# Diskriminierende Netzgebühren beseitigen Solarstrom subventioniert Wasserkraft

## Diskriminierung der Photovoltaik bei den Netznutzungsgebühren



Solarstrom wird meist lokal auf der untersten Netzebene (Netzebene 7) ein- und ausgespeist, ohne dass oberliegende Netze ins Spiel kommen. Das Gesetz tarifiert die Durchleitung, als würden auch die Netzebenen 1 bis 6 beansprucht.

# Fehlende Abnahmepreise bei Eigenverbrauch: grosse Dachflächenteile bleiben ungenutzt



# Gute Rückliefertarife Tarife und erweiterte ZEVs (ZEV Zusammenschluss für den Eigenverbrauch)

- Gleitende Marktprämie für Anlagen mit Volleinspeisung
- Mindest-Abnahmepreise für Anlagen mit Eigenverbrauch
- Regelzone oder Versorgungsgebiet = ZEV-Zone
  - Einheimischer Strom bezahlt für Netzebene 7 = Verursacherprinzip
  - Importierter Strom bezahlt alle Netzebene 1-7

# 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.»

Schliessung von AKWs erhöht insb. Winterbedarf!

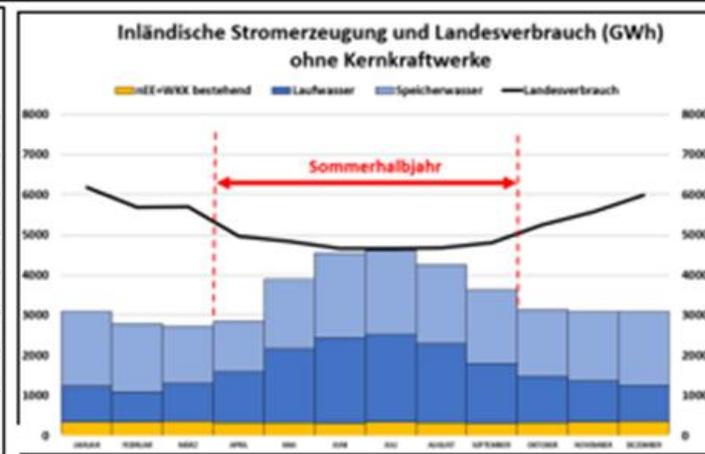
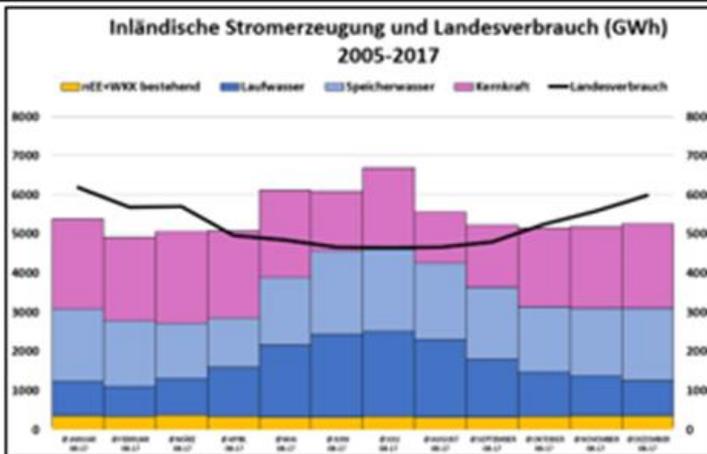


Abbildung 29 Inländische Stromproduktion bisher (Ø 2008-17) und ohne Kernenergie (rechts), (Daten: Elektrizitätsstatistik, eigene Darstellung)

Datum: 17.10.2021



**Christoph Mäder**  
Präsident  
Economiesuisse

Energiepolitik national

## «AKW-Verbot war ein Fehler»

Die akute Gefahr einer Stromlücke schreckt Christoph Mäder auf. Der Economiesuisse-Präsident fordert eine neue Energiestrategie



Soll die Atomenergie helfen, drohende Stromlücken zu schliessen? AKW Leibstadt im Kanton Aargau

Foto: Alessandro Della Beka/Keystone

Mehr noch: Mäder greift jetzt öffentlich wieder den Alarmismus

Axpo warnt:

«neue AKWs  
zu teuer

...doppelt so teuer  
wie Photovoltaik»

BZ Basel 23. Oktober 2021



Christoph Brand,  
CEO Axpo

# bz

## Schweiz am Wo

Samstag, 23. Oktober 2021

5

Mal treffen sie nur Aluminium. Dennoch siegen die Schweizerinnen gegen Rumänien.

Sport



AZ 4410 Liestal | Nr. 247 | 41 | 5. Jahrgang | Fr. 3.90 | € 4.- | [bzbasel.ch](http://bzbasel.ch)

## Absage an neue Schweizer AKW

Axpo-Chef Christoph Brand hält nichts von den Forderungen der Wirtschaft. Kernkraft sei zu teuer.

Florence Vuichard, Lucien Fluri und Fabian Hock

Er ist Chef des grössten Schweizer Stromkonzerns und damit auch an den Atomkraftwerken Beznau, Leibstadt und Gösgen beteiligt. Doch Axpo-Lenker Christoph Brand hält nichts vom Bau neuer Atomkraftwerke in der Schweiz. «Die Kernkraft ist schlicht zu teuer», sagt er und wehrt so die Forderungen aus der Wirtschaft ab, neue Kernkraftwerke zu bauen. Fotovoltaikanlagen in Frankreich kosteten halb so viel, ergänzt Brand im Interview mit der «Schweiz am Wochenende». Festhalten will die Axpo vorderhand jedoch an den bestehenden Kernkraftwerken. Axpo rechnet nun mit einer Laufzeit von 60 Jahren; bisher

ging man von 50 aus. Die zehn Zusatzjahre sollen der Schweiz mehr Zeit geben, um die erneuerbaren Energien auszubauen. Dies geschieht heute viel zu langsam.

Grosses Potenzial erkennt Brand in der Fotovoltaik, die zu einer tragenden Säule der hiesigen Stromversorgung werden soll. Dazu will der Axpo-Chef etwa die 250 Quadratkilometer Dachflächen, die Autobahnschallwände oder Parkplatzüberdachungen nutzen. «Es wird auch ein paar grössere Freiflächenanlagen brauchen. Ohne wird es nicht gehen.»

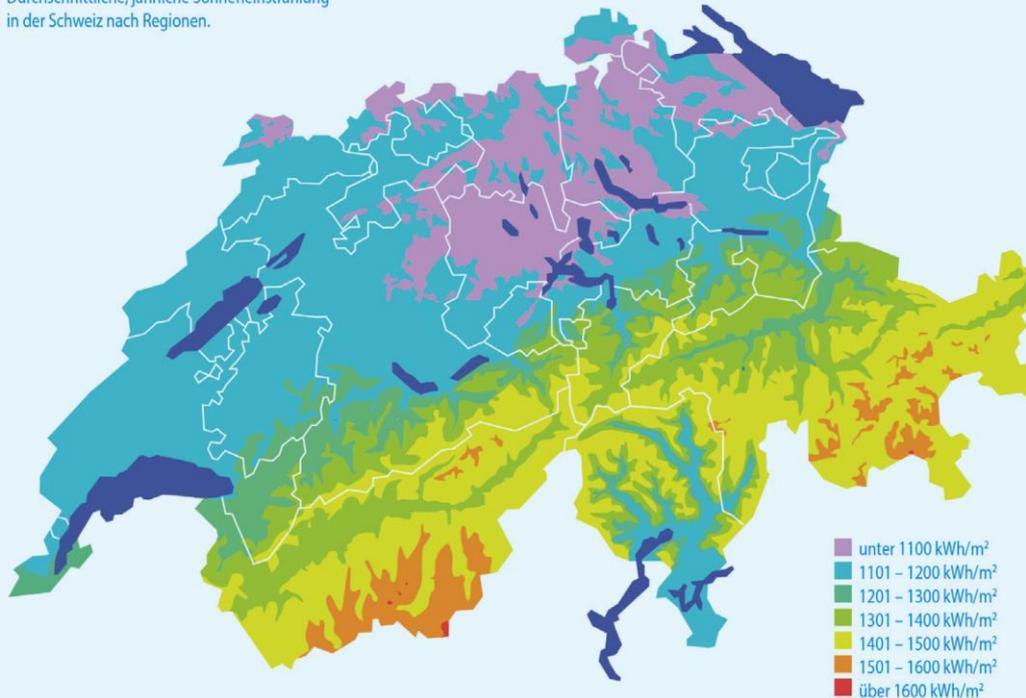
Ausserhalb der Schweiz keimt bei den Befürwortern der Kernkraft allerdings derzeit neue Hoffnung. Das hat vor allem mit Emmanuel Macron zu tun. **Wirtschaft, Ausland, Meinung**

# Winter-PV an Höhenlagen (I)

## Potenzial mit hoher solarer Einstrahlung

### Solaratlas Schweiz: höchste Einstrahlung in alpinen Zonen

Durchschnittliche, jährliche Sonneneinstrahlung  
in der Schweiz nach Regionen.



Grafik: Swissolar

Einstrahlung im  
Gebirge gleich hoch  
wie in Spanien

Aber:

- Periphere Lage
- Teure Erschliessung
- Fehlende  
Finanzierungsinstrumente

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

# Solarstrom kann sehr viel Strom im Winterhalbjahr liefern

**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.

**Beispiel Mont Soleil  
1100 m ü. M.**

**Seit 1992 zuverlässig in  
Betrieb**

**Winteranteil  
40% !  
der Jahresproduktion**

**deutlich mehr als die  
meisten alpinen  
Laufwasserkraftwerke**

# Solaranlage Muttsee (GL)

2600 m über Meer: Winteranteil 50%



Zahl der nutzbaren Infrastrukturen im alpinen raum ist begrenzt.

Wie vermeiden wir Konflikte mit dem Landschaftsschutz?

# Grenziols solar: Projekt mit 2 TWh Strom (grösser als Grand Dixence), Winteranteil 50%

aber: Herausforderung Landschaftsschutz



Winterstrom braucht umsichtige Planung:

- 1% des alpinen Raums ausreichend
- Erneuerbare Energien-Zonen statt Wildwuchs
- Zusatznutzen nachweisen (Winteranteil)



# Was kann Liechtenstein tun?

- Solarpflicht
- Speicher
- ZEV: Zusammenschluss zum Eigenverbrauch
- Erleichterte Bewilligungsverfahren
- Auktionen

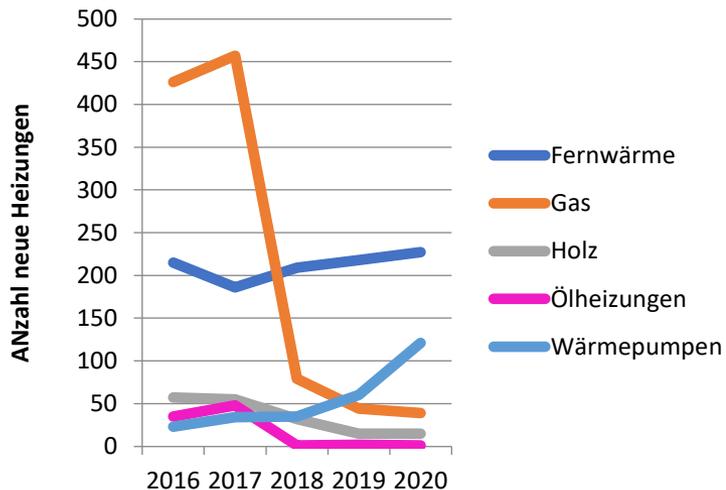
# Warum Solarpflicht?

- Wir brauchen die Nutzflächen!
- Bei Neubauten:
  - Gute Ästhetik viel einfacher zu erreichen
  - Kosten sehr bescheiden
- Notwendig: Meldepflicht
  - Denkmalschutz respektieren
- Fassaden nicht vergessen
  - Gewerbebauten Obligatorium? Anreize?
- Staatliche Infrastrukturen:
  - Masterplan
  - Grosse Anlagen sind billige Anlagen

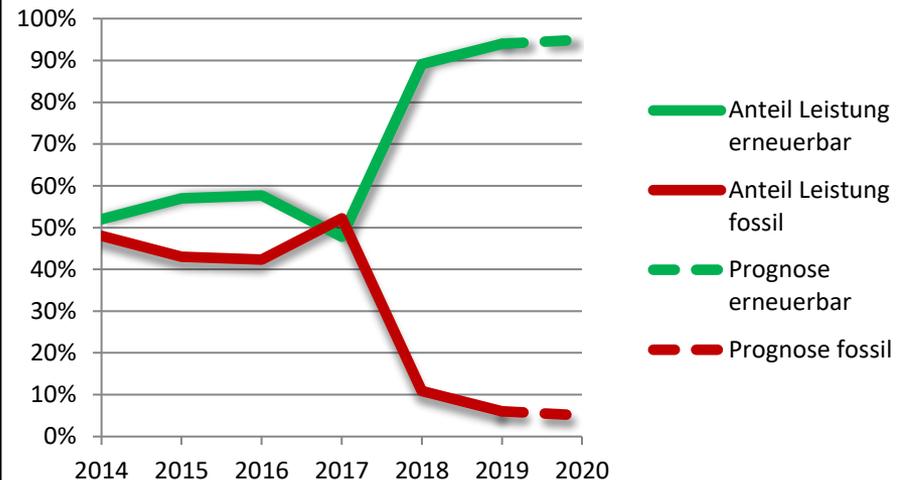


# Beispiel Basel-Stadt: ab 2017 Meldepflicht für Heizungserneuerung - >95% erneuerbare Heizsysteme

## Anzahl neue Heizungen nach Energieträger



## Anteil der installierten Leistung von Fernwärme und erneuerbaren Energieträgern [%] an den ersetzten / neuen Heizungen



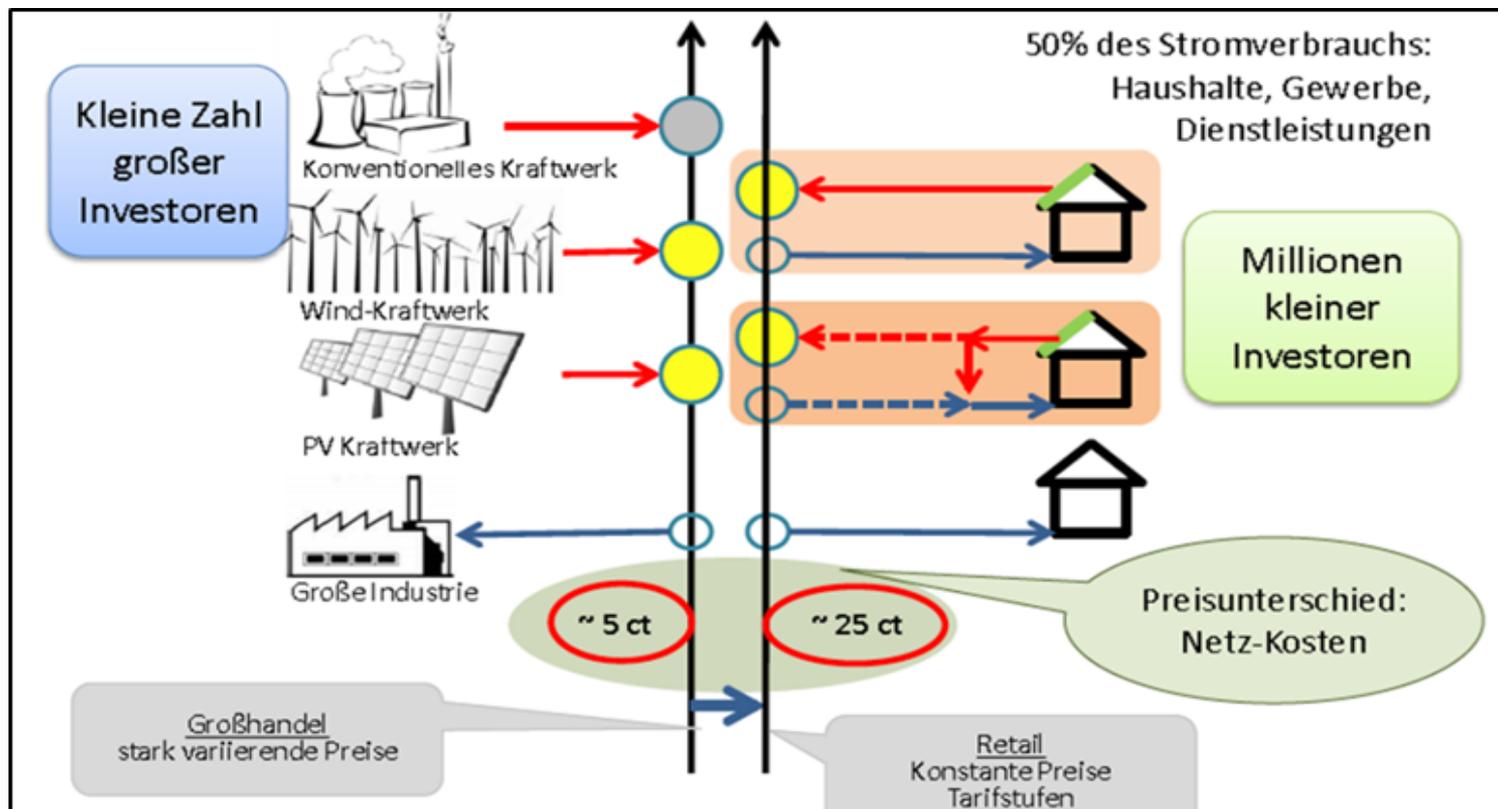
Grossteil der neuen Heizungen ist inzwischen nicht-fossil. zusätzliche Massnahmen zu prüfen:

- IWB Zielsetzung 100% CO2-neutrale Wärme (bisher 80%)
- Vorgabe auch für private Wärmeverbände
- Schrittweise weitere Dekarbonisierung KVA und Fernwärme
- Härtefallfonds für neue Heizungen (Ziel: von 94% auf 99% nicht-fossil).
- Abwrackprämien für Öl- und Gasheizungen parallel zu Ausbau Fernwärme (Ziel: Anschlussdichte)

# Warum ZEVs?

## Unterschiedliche Wirtschaftlichkeit: Produktion für Markt oder für Eigenverbrauch

Strom vom, Solardach ist inzwischen billiger als Strom von der Steckdose -  
Einspeisung zum Großhandelspreis ist für Dachanlagen wenig interessant



# Warum ZEVs?

## Unterschiedliche Wirtschaftlichkeit: Produktion für Markt oder für Eigenverbrauch

- Sektorkopplung
  - Strom, Wärme, Mobilität
  - Speicherung und Speicherbewirtschaftung
- Reduktion der Netzgebühr= Verursacherprinzip

# Wie entstehen mehr Speicher?

- Speicher erhöhen Resilienz
- Bidirektionales Laden von Elektro-Fahrzeugen sollte man vorschreiben
- Batterien und Pumpspeicherwerke gleichstellen
  - Keine Netzgebühr bei der Einspeisung
  - Einmalige Netzgebühr bei der Ausspeisung
  - Keine netzgebühren für Hausspeicher und ZEV-Speicher
- Speicherprogramm analog Bayern prüfen
  - Preise sinken: Periode 2025-30

# Speicher: «game changer»

E-Fahrzeuge mit enormer Leistung: > 1000 GW

Wasserkraftwerke 15 GW

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

- Batterien sind „Schweizer Sackmesser der Elektrizitätswirtschaft“
- reagieren schnell
- können Energie aufnehmen, abgeben, Spannungshaltung & Frequenzkontrolle sicherstellen
- Durchschnittliche Fahrstrecke < 50 km/d, aber Reserve für > 350 km
- Haben bescheidene Energietiefe (ca. 250 GWh = 10 Tagesproduktionen eines AKW)  
Potenziale von second life Batterien aus E-Mobilen
- **Ergänzung zu Batterien**  
**Langzeitspeicher H2, Methan, Wasser-Speicherkraftwerke**

# Erleichterte Bewilligungsverfahren

**Pilotanlage Birg (Schilthorn) und Swissmill Zürich**



Quelle: PV Lab Burgdorf Archive / Th. Nordmann, TNC

Die Pilotanlage auf dem Schilthorn liefert seit 1995 Strom mit Produktionsmaxima in den Monaten Februar bis April sowie Oktober. Die Fassadenanlage mit Südausrichtung am Standort Swissmill in Zürich hat einen Produktionsanteil von 46 Prozent im Winterhalbjahr.

Das Ziel  
Meldeverfahren statt Bewilligungsverfahren

im Stil von Artikel 18a RPG

**"...Genügend angepasste PV-Anlagen auf versiegelten Flächen, namentlich an Zäunen, Lärmschutzwänden, Strassenverbauungen, Deponien, Staumauern und Stauseen usw....**

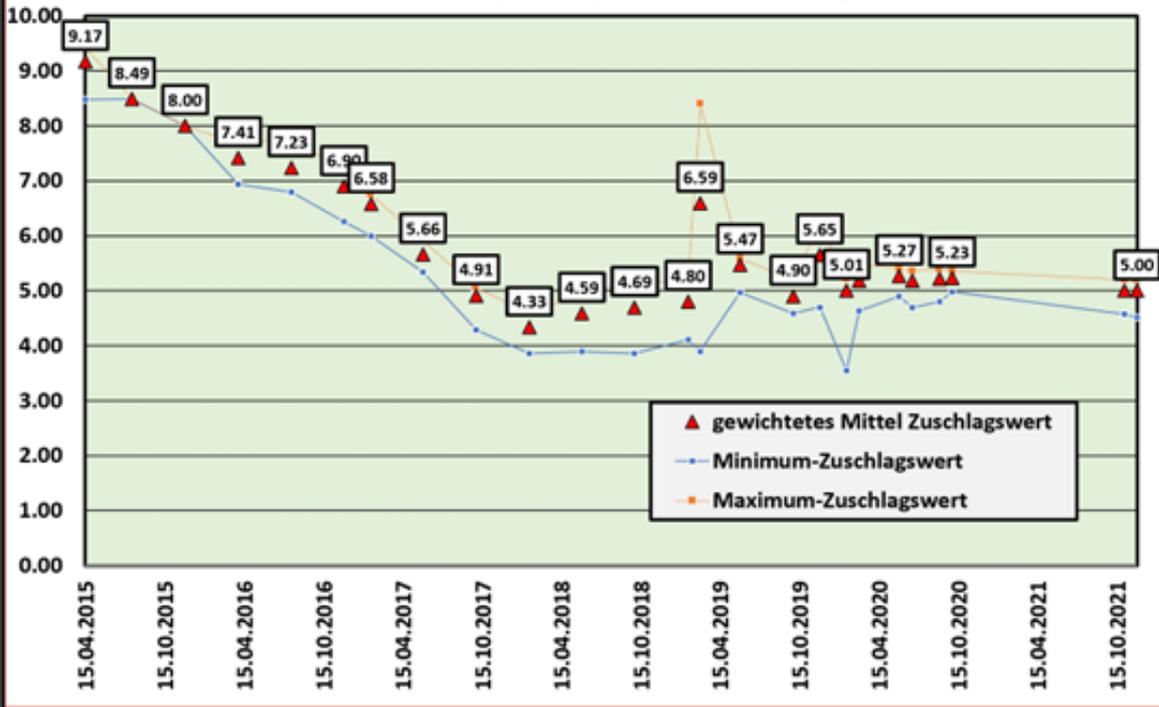
**bedürfen keiner Baubewilligung...  
Es genügt ein Meldeverfahren....**

**der Bundesrat regelt die Einzelheiten..."**

# Ausschreibungen: woran denken?

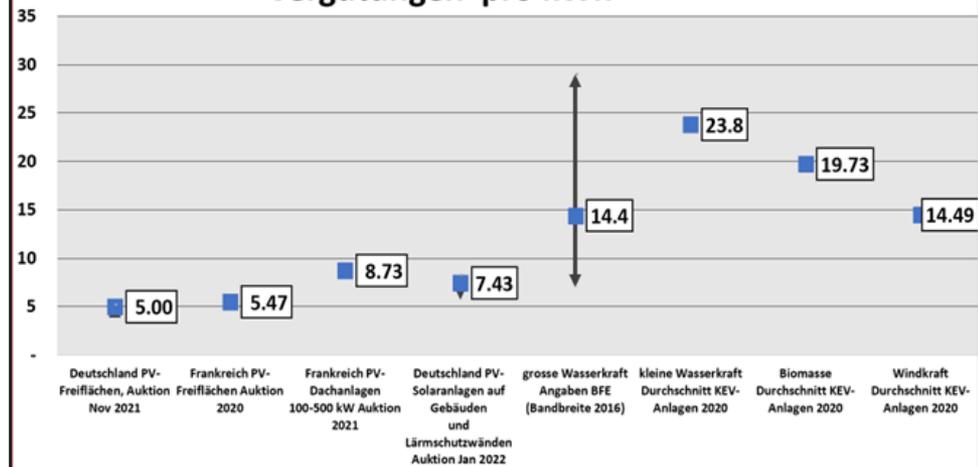
- Vorrang für versiegelte Flächen
- Segmentierung der Ausschreibungen
- Lernkurven ermöglichen
- Freiflächenanlagen nur mit Zusatznutzen
  - Hoher Anteil Winterstrom
  - Kombination mit Landwirtschaft
  - Steigerung der Biodiversität

Zuschlagswerte deutsche Solarauktionen seit 2015  
in €-Cents/kWh (Laufzeit 20 Jahre)



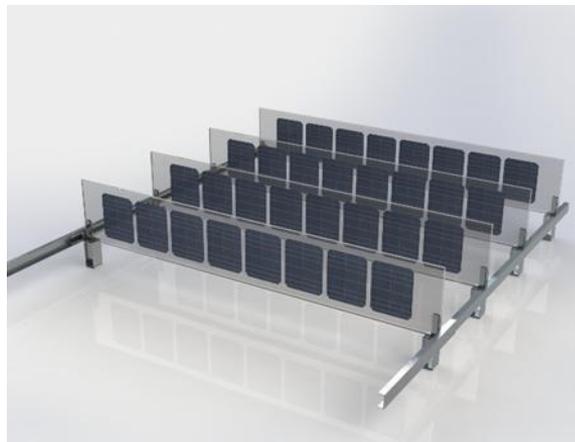
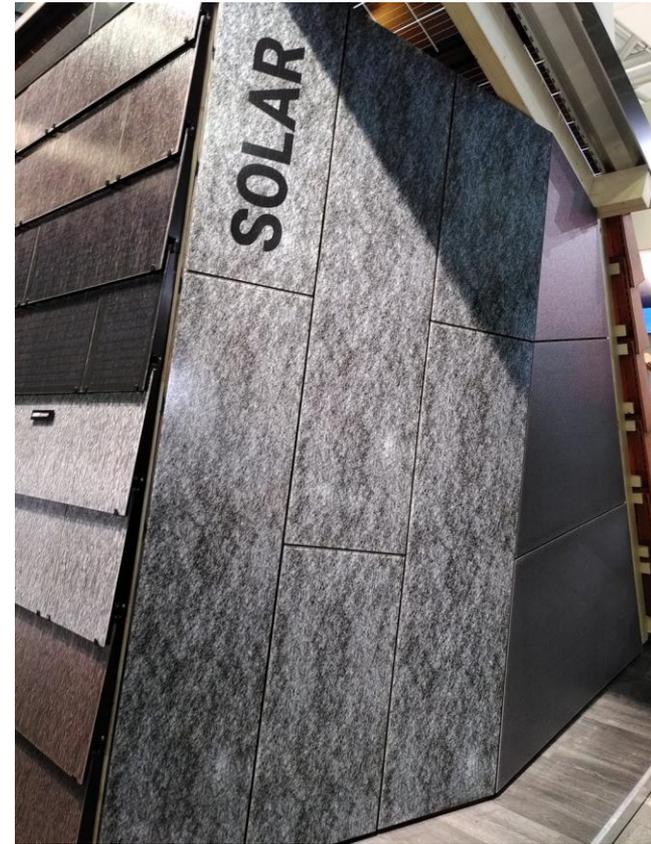
Auktionen:  
woraan  
denken?

Technologien im Vergleich  
Vergütungen pro kWh



# Vielseitige Gestaltung möglich

- «**unsichtbare PV**» dank variabler Farbgebung
- Winter-PV an Fassaden und Dächern ist möglich
- **PV & Dachbegrünung** möglich aber etwas teurer.



# Gross Anlagen = Standorte auf Infrastrukturen Obligatorium prüfen



Dächer  
Fassaden  
ARAs  
Wände  
Parkplätze  
Stauseen  
Viadukte

Beschattung  
immer  
wichtiger



: 2.1 MWp Parkplatzüberdachung bei der Firma Galliker Transport & Logistics in Altishofen

5: In der ARA Chur wurden die Klärbecken mit einer einfahrbaren Fold-PV-Anlage überdeckt (Bild: © dhp).



: Im Bergell hat die ewz die erste PV-Anlage der Schweiz an einer Staumauer verwirklicht (Bild: © ewz)



: Auf dem Lac de Toules wurde die erste schwimmende PV-Anlage der Schweiz



Abbildung 8: Mit dem «Solarparkplatz» deckt die Migros im Einkaufszentrum Chablais in Aigle rund die Hälfte ihres Stromverbrauchs. Die Eigenverbrauchsquote liegt bei 70% (Bild: © Romande Energie).

# Bifaziale Solarzellen = Solarstrom ohne Bodenversiegelung

- Bi-faziales Potenzial noch kaum ausgelotet, Bewilligungsverfahren voller Hürden
- Kombination mit Landwirtschaft und mit Biotopen denkbar

**Vertikale Solarstromanlage auf Flachdach mit Begrünung**



Bild: Solarspar Genossenschaft (Sissach)

Dank vertikaler Aufstellung steigt die Jahresproduktion von Flachdächern im Vergleich mit horizontalen Anlagen. Besonders stark profitiert die Stromerzeugung im Winterhalbjahr und an den Tagesrändern. Die Stromerzeugung lässt sich auf Flachdächern mit einer Begrünung kombinieren.

**Bifaziale Solarmodule als Zaun**



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

# Solar-Fassaden liefern gleich viel Winterstrom wie Solar-Dächer



Auf der Autobahnbrücke Aubrugg (Zürich) nahm 1997 die weltweit erste Bifazial-Schallschutzanlage den Betrieb auf. Sie ist in Nord-Süd-Richtung auf Morgen- und Abendsonne ausgerichtet; am Mittag erbringt sie einen reduzierten Ertrag. Ihr Jahresertrag ist gleich hoch wie von einer monofazialen, süd-gerichteten Solaranlage. Neuere bifaziale Solarmodule liefern mehr Energie als monofaziale Module; ihr Preis ist nahezu derselbe.

## Aber: Nutzflächen oft nicht zugänglich



Ersatzneubau in Zürich-Altstetten mit umlaufender Photovoltaik (Bild Megasol Energie AG)  
PV-Anlagen an Fassaden und Balustraden (Bild) weisen einen höheren Winteranteil auf als Dachanlagen mit geringem Neigungswinkel. Fassaden in Südausrichtung erreichen einen Winteranteil von bis zu 45 Prozent, an alpinen Hochlagen bis 55 Prozent. In der Gesetzgebung fehlten bisher finanzielle Anreize für mehr Winterstrom. Der «Markt» löst das Problem nicht, denn die Strompreise werden im Ausland gemacht.



Quelle: Ruedi Lehmann/ ee-News  
Solarmodule mit steiler Ausrichtung an Lawinerverbauungen könnten sehr viel Winterstrom liefern. An hochalpinen Lagen führt dies zu erhöhten Installations- und Netzanschlusskosten.

# Neu: variable Farbgebung ermöglicht fast überall ästhetische Lösungen



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.

Die Verfügbarkeit von farbigen Zellen ermöglicht ästhetische Lösungen.

- Fassaden sollten unter Bedingungen (Integration) bewilligungsfrei genutzt werden können.
- Bundesrat hat Reform inzwischen angekündigt
- Behörden sollten Empfehlungen veröffentlichen.
- An Gewerbebauten sollten Anlagen immer erlaubt sein, auch ästhetisch anspruchslose Bauvorhaben.

# Für mehr Winterstrom braucht es Anreize & vereinfachte Bewilligungsverfahren (Meldeverfahren)

Anlage in Ost-West-Ausrichtung, sanierter Altbau, 1897 (Basel)



Quelle: Solaragentur Schweiz (Solarpreis 2020)

Auch auf Altbauten lassen sich ästhetisch ansprechende Lösungen realisieren.

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.

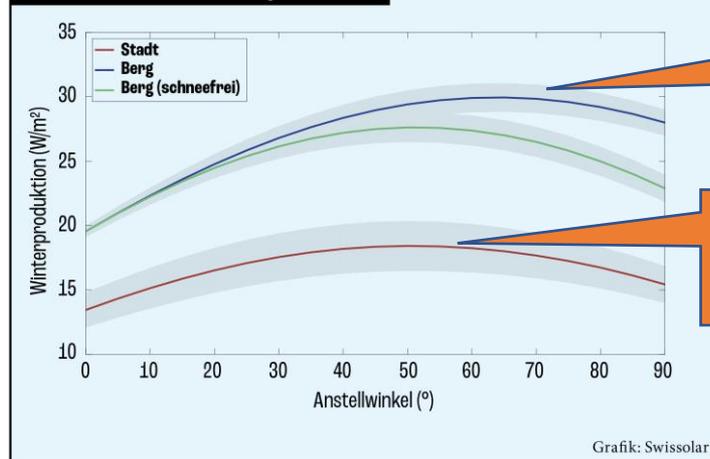
Pilotanlage Lac des Toules (1800 m über Meer)



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.

Anstellwinkel und Winterproduktion



Optimum alpin  
Anstellwinkel  
60°-80°

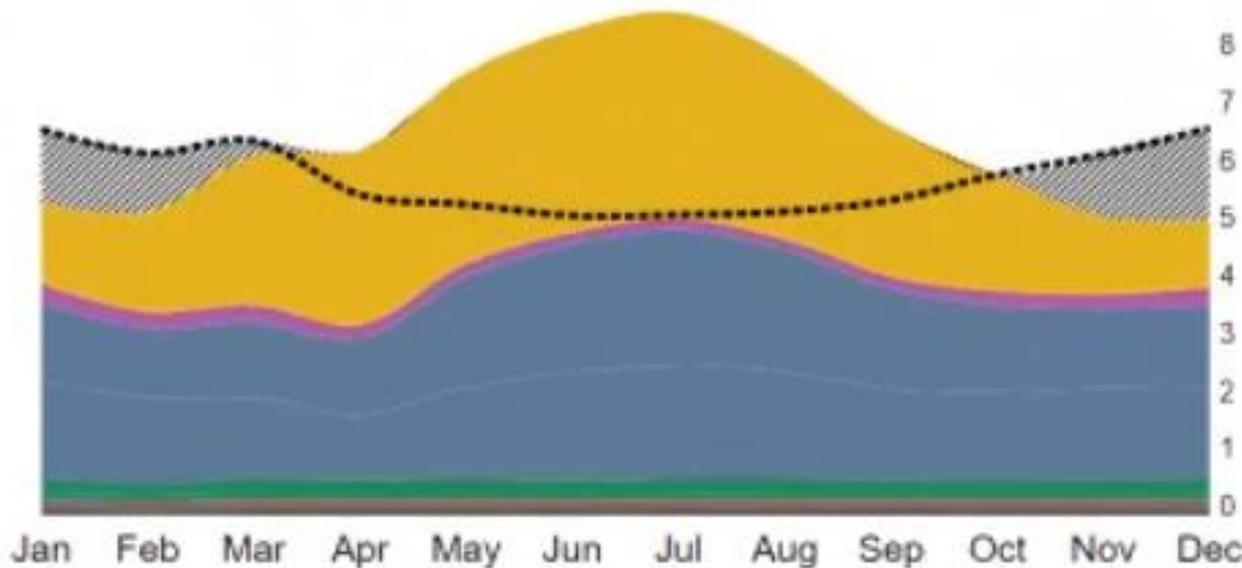
Optimum Agglo  
Anstellwinkel 40-70°

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.

# Zielmatrix 2050: PV und Wasserkraft, abgesicherte Importe aus Windkraft

Szenario Prognos  
Energieperspektiven für 2050



von März bis Oktober  
genug Strom dank  
PV+Wasserkraft,  
  
im Winter Windkraft-  
Importe (Überschüsse  
aus D), abgesichert mit  
Pflichtlager  
Speicherseewasser und  
Biogas