

Amt für Umwelt und Energie Basel-Stadt (AUE)

AUE-Forum Umwelt
Offene Vortrags- und Diskussionsreihe
Live vor Ort und online

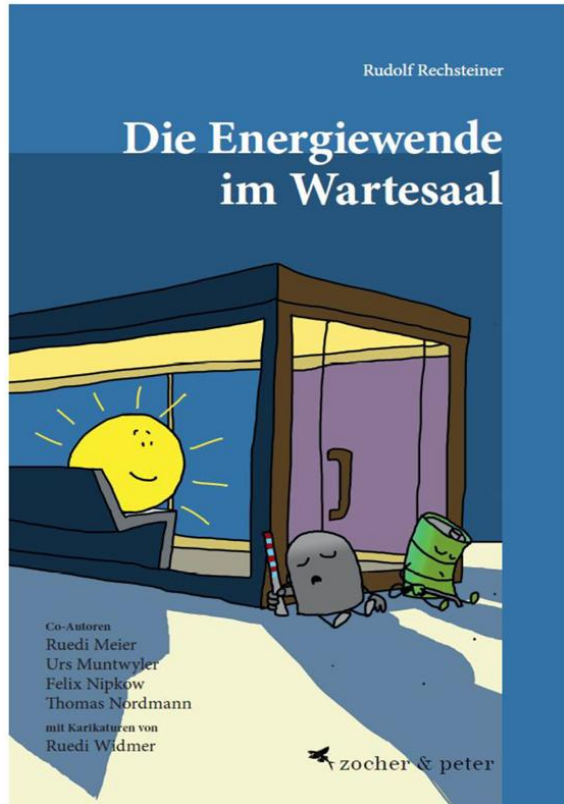
«Die blockierte Energiewende - kommt nun der Sprung nach vorn?»

Ein Beitrag mit konkreten Vorschlägen für Basel-Stadt

Dr. Rudolf Rechsteiner

Montag, 25. Oktober 2021

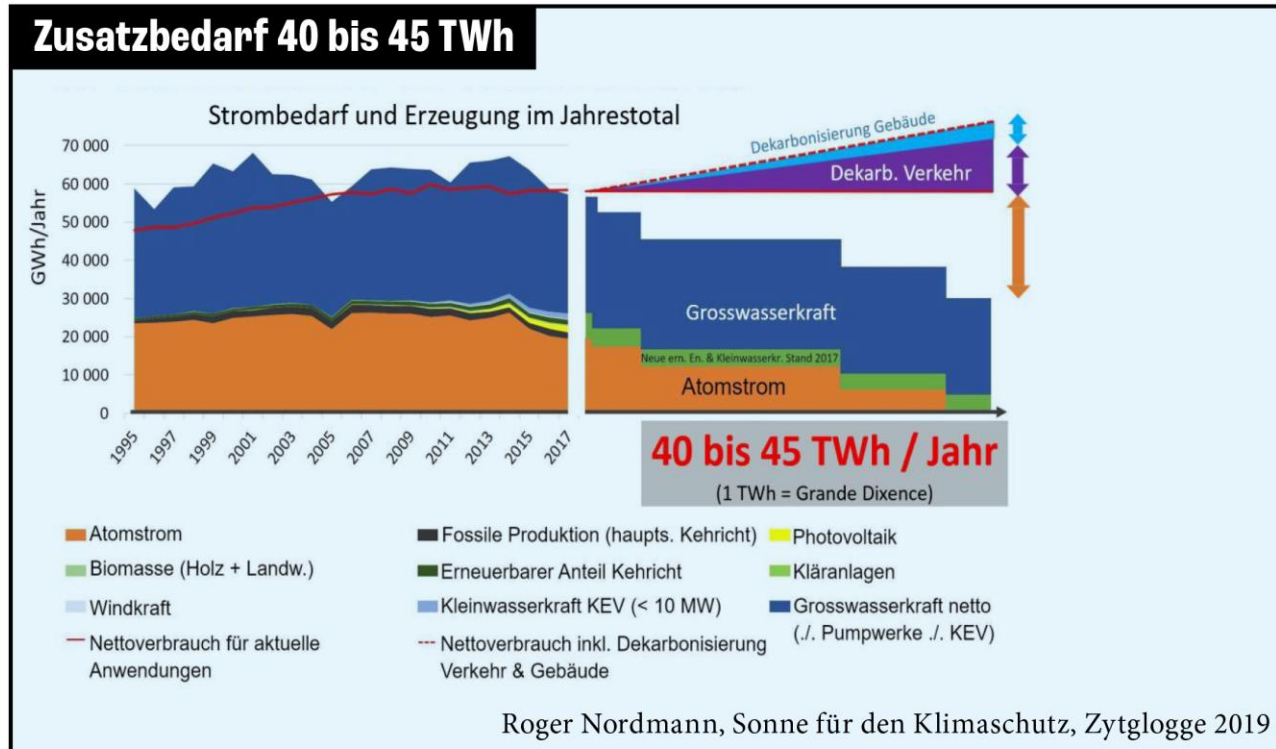
Übersicht



Seit 16. Mai
im Buchhandel

1. Ausgangslage
2. Sprung nach vorn?
3. Sackgassen oder Lösungen?
4. Verschwinden die Blockaden?
5. Spezielle Herausforderungen
6. Empfehlungen

Die Schweiz braucht mehr Strom: Der Zusatz- und Ersatzbedarf entspricht der doppelten Menge 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).

Solar- und Windkraft-Anteil: Schweiz auf Platz 24 von 29 europäischen Ländern

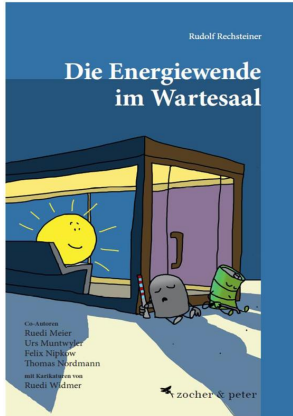
Stromerzeugung aus Sonne und Wind in Europa in kWh pro Kopf 2019

Land	PV	Wind	Total	Rang
Dänemark	186	2'781	2'967	1
Deutschland	572	1'518	2'090	2
Schweden	49	1'945	1'994	3
Irland	4	1'907	1'911	4
Portugal	136	1'336	1'472	5
Spanien	199	1'155	1'354	6
Vereinigtes Königreich	190	952	1'143	7
Finnland	32	1'085	1'117	8
Belgien	372	709	1'080	9
Griechenland	369	679	1'048	10
Österreich	187	821	1'008	11
Niederlande	300	663	963	12
Italien	392	335	727	13
Frankreich	169	509	678	14
Estland	75	551	627	15
Luxemburg	199	419	617	16
Litauen	29	520	549	17
Zypern	228	272	500	18
Rumänien	94	347	442	19
Polen	19	395	414	20
Malta	411	–	411	21
Bulgarien	200	200	400	22
Kroatien	20	358	378	23
Schweiz	267	17	284	24
Tschechische Republik	224	57	281	25
Ungarn	97	72	169	26
Slowenien	125	3	128	27
Slowakei	110	1	111	28
Lettland	1	78	79	29

Quelle: Schweizerische Energie-Stiftung (SES) / EurobServ'ER / Eurostat

Bei der Stromerzeugung aus Sonne und Wind pro Kopf steht die Schweiz auf Platz 24 in Europa.

Übersicht



1. Ausgangslage
2. Sprung nach vorn?
3. Sackgassen oder Lösungen?
4. Verschwinden die Blockaden?
5. Spezielle Herausforderungen
6. Empfehlungen

26. Mai 2021: Verhandlungen mit EU abgebrochen

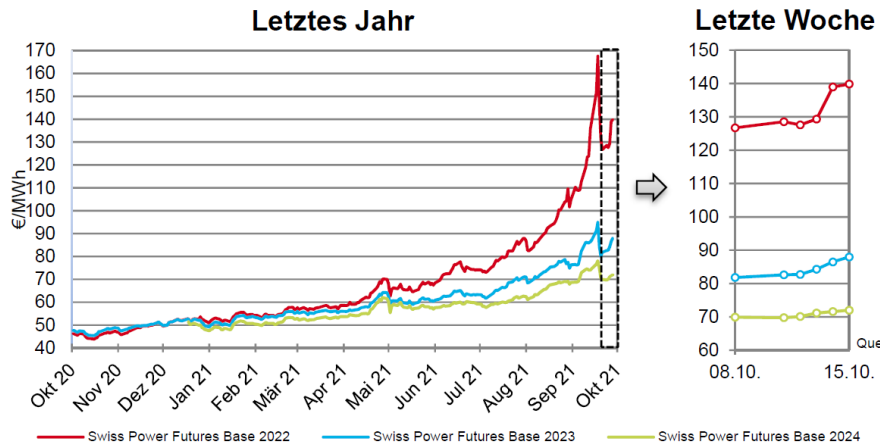


Bern schlägt die Türe zu – die schroffe Absage an die EU war im Bundesrat umstritten

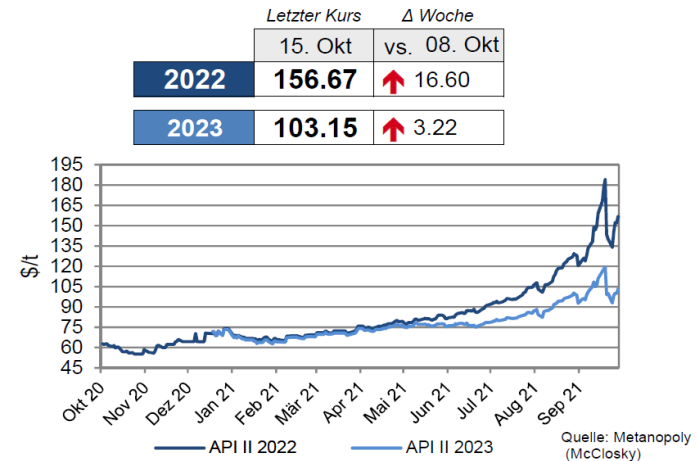
Die Landesregierung bricht die Verhandlungen mit der EU über den Rahmenvertrag ab. Als Zeichen des guten Willens will sie nun die Kohäsionsmilliarde freigeben – die Erfolgchancen dieses Vorhabens sind ungewiss.

Steigende Energiepreise weltweit und in der Schweiz

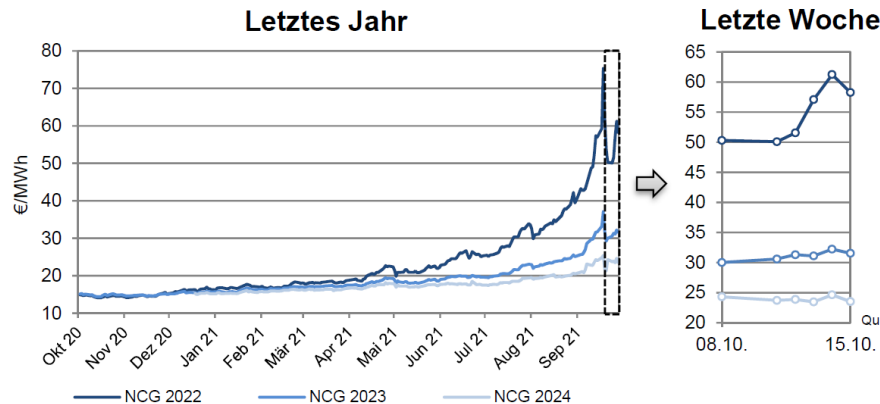
Strompreise CH (€/MWh)



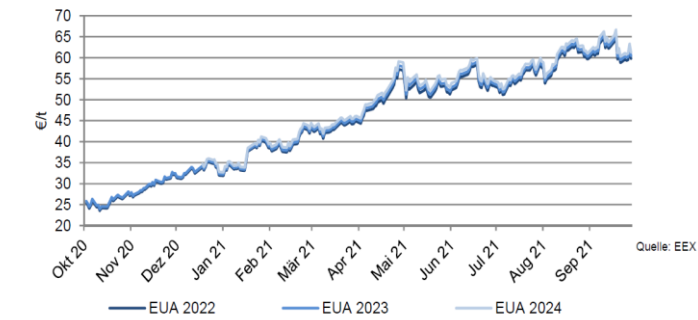
Kohlepreise (\$/t)



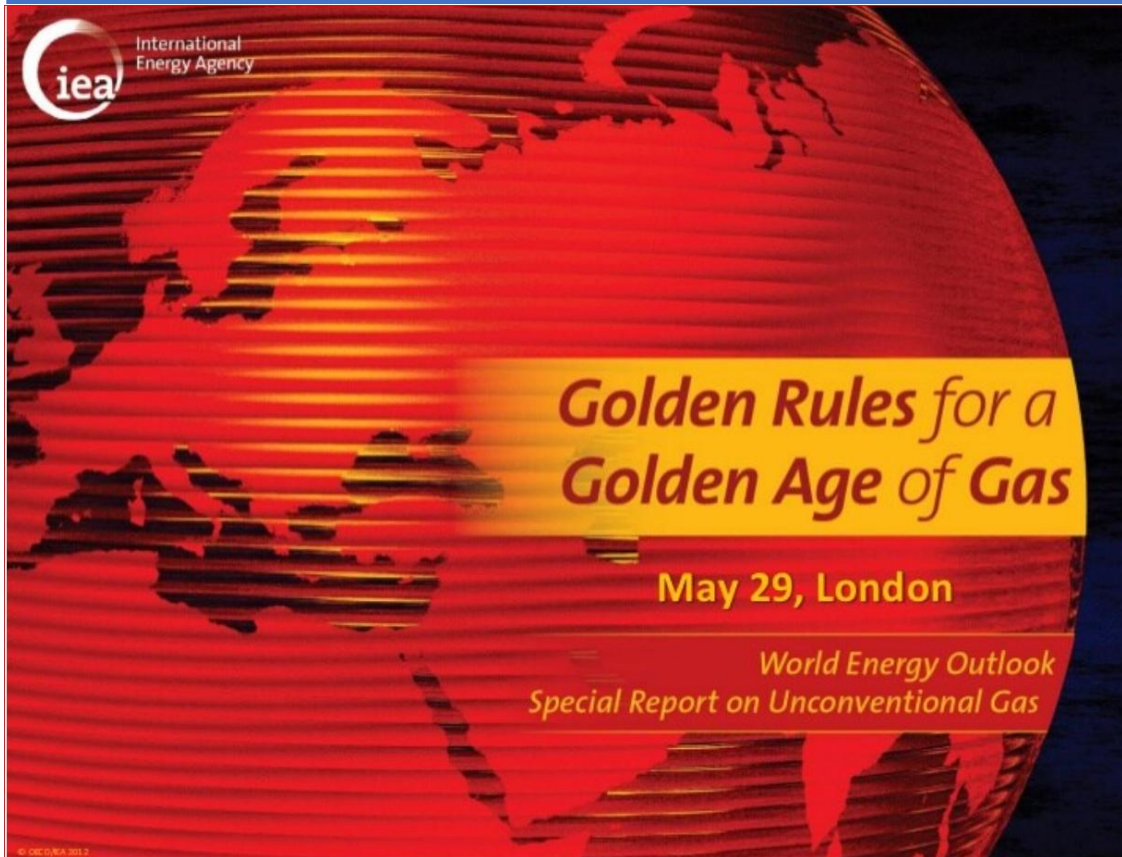
Gaspreise (€/MWh)



Emissionszertifikate (€/t)



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

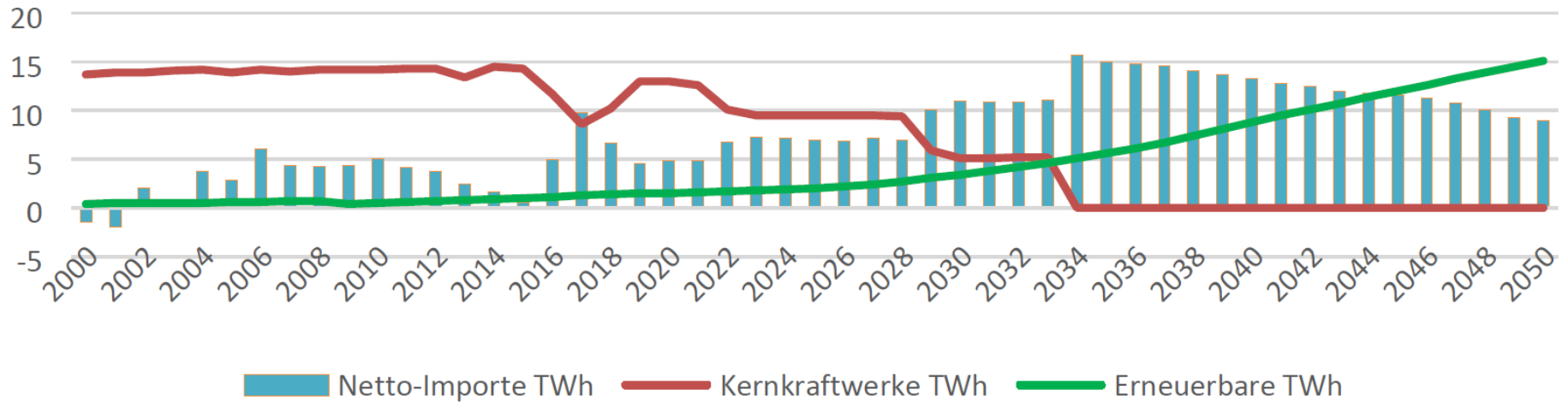


IEA irrlichert seit 50 Jahren für mehr fossile Energie, für mehr Kernkraft und für teure no-Go's (zB. Biomasse, Kohle mit carbon capture & storage).

Publikation 2012

Die ElCom warnt vor steigenden Stromimporten im Winterhalbjahr

EP2050+ Abb. 20 (Winterhalbjahr) Auswahl



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

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

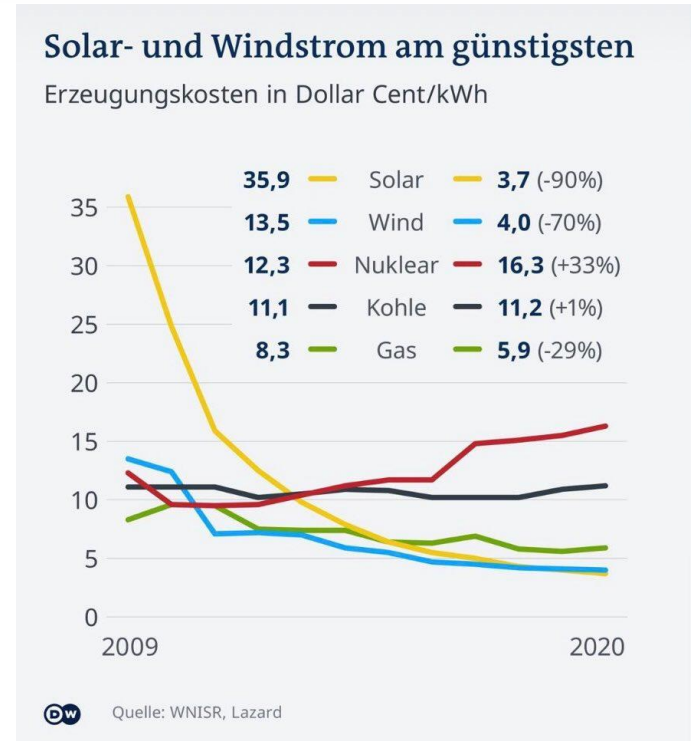
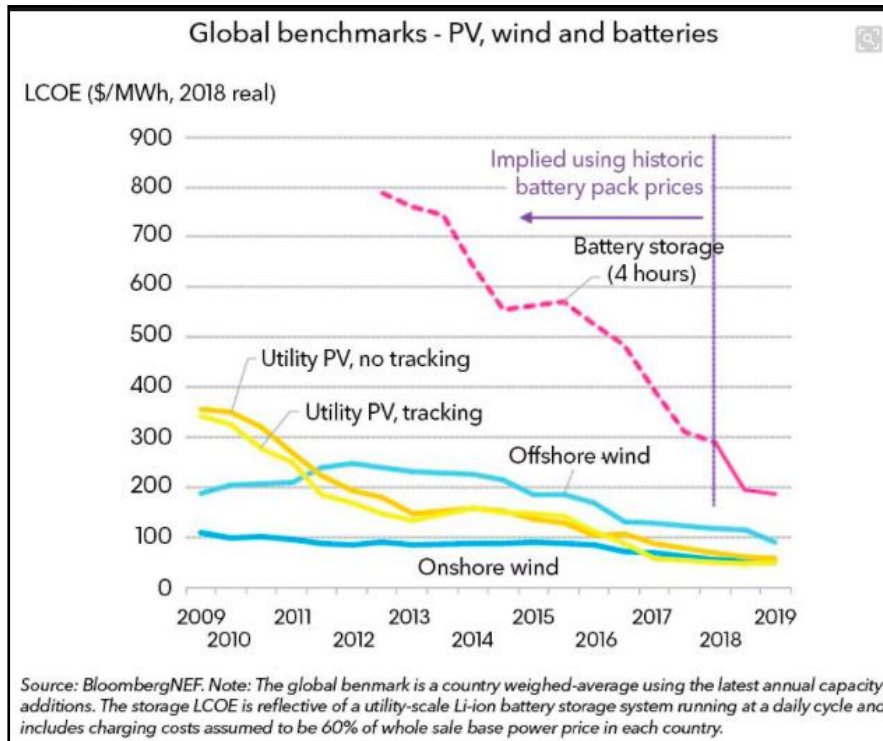
Er ist Chef des grössten Schweizer Stromkonzerns und damit auch an den Atomkraftwerken Beznau, Leibstadt und Gösgen beteiligt. Doch Axpo-Lenker Christoph Brand hält nichts vom Bau neuer Atomkraftwerke in der Schweiz. «Die Kernkraft ist schlicht zu teuer», sagt er und wehrt so die Forderungen aus der 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.»

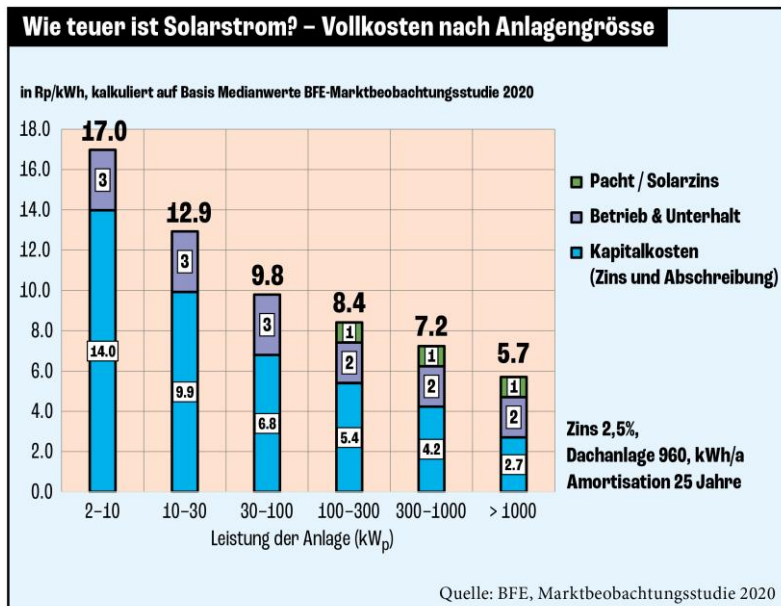
Ausserhalb der Schweiz keimt bei den Befürwortern der Kernkraft allerdings derzeit neue Hoffnung. Das hat vor allem mit Emmanuel Macron zu tun. **Wirtschaft, Ausland, Meinung**

Die ökologische Technologie ist billiger als die konventionelle Am schnellsten sanken die Preise von Batterien (BNEF)



Die Umstellung auf Vermeidungstechniken spart Geld.
Trotzdem gibt es Widerstände.

Solarstrom von mittleren und grossen Anlagen ist halb so teuer wie Wasserkraft

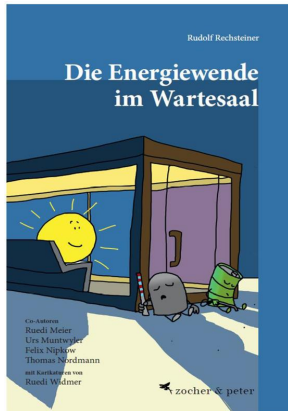


Solarstromanlagen liefern den billigsten Strom. Die kleinen Anlagen sind rentabel, wenn der Strom vor Ort verbraucht wird; die grossen Anlagen ab 100 kW_p liefern billiger Energie als jede andere Technologie.



Die kostengünstigen Potenziale der Wasserkraft sind längst ausgeschöpft. Bereits die Produktionserhöhungen bestehender Wasserkraftwerke sind 50 bis 100 Prozent teurer als Photovoltaik. Bei Neuanlagen liegen die Kosten noch höher.

Übersicht



1. Ausgangslage
2. Sprung nach vorn?
3. Sackgassen oder Lösungen?
4. Verschwinden die Blockaden?
5. Spezielle Herausforderungen
6. Empfehlungen

- April 2021: Nationalratskommission einstimmig für Palv. Girod
 - Ziel: «Lücken schliessen»
 - Windkraft, Biomasse auch nach 2022 fördern
 - **Auktionen für PV**
- Juni 2021: Bundesrat veröffentlicht Botschaft «Mantelerlass»
 - **Erhöhte Ausbauziele** erneuerbarer Strom
 - **strategische Speicherwasser-Reserve**
- Okt. 2021 Ständerat unterstützt Revision
 - PV-Anlagen ohne Eigenverbrauch: **Auktionen & höhere Beiträge bis 2030**
 - Erhöhte Beiträge auch für Wasserkraft, Wind, Biomasse; **Verlängerung Wasserzinsen**
- Oktober 2021: Bundesrat will Raumplanungsverordnung anpassen
 - **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**
 - **Ein einziges Verfahren für Energieprojekte**
 - Richtplanung, Umweltschutzgesetz, Baubewilligung, Nutzungsplanung, Netzanschluss in 1 Beschluss und 1 Bundesgerichtsentscheid

18 bis 23 Jahre vom Projekt zur Genehmigung

Windpark St. Croix
Projektstart 1999
Baubeginn 2021



Fotomontage

Windpark Gotthard
Projektstart 2002
Inbetriebnahme 2020



Bild AET

Windenergie: Demokratische Gemeinde- und Volksentscheide seit 2012

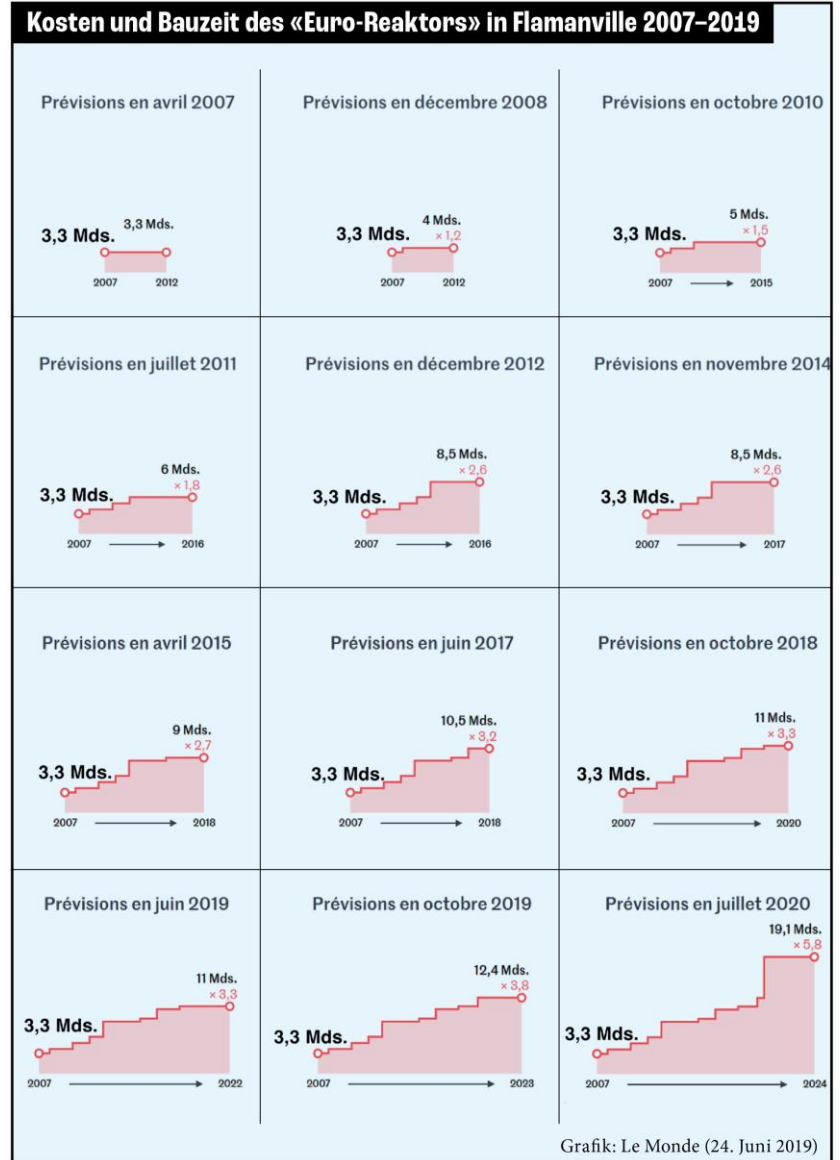
Trotz Volks-JA
blockiert:
Windprojekte in
der Schweiz

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

Die not-to-do-list

- **Atomkraft**
- **Ethanol**
- **CCS** carbon capture and storage
- **Blauer Wasserstoff**
(Wasserstoff aus Erdgas)
- **“Erdgas als Brücke”**
- **Agrotreibstoffe (Ethanol)**

100% Clean, Renewable Energy and Storage for Everything by Mark Z. Jacobson



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.

Problematik einzelner Technologien (Fokus Schweiz)

- **Neue Wasserkraft**

- Zu 96% ausgebaut,
- geringer Winteranteil (Laufkraftwerke)
- Doppelt so teuer wie Solarstrom
- Gefährdung Biotope

- **Atomenergie (Verlängerung Laufzeit)**

- Steigendes Risiko durch Alterung
- Häufung ungeplanter Ausfälle
- Unflexibel
- Fehlender Absatz (negative Preise)

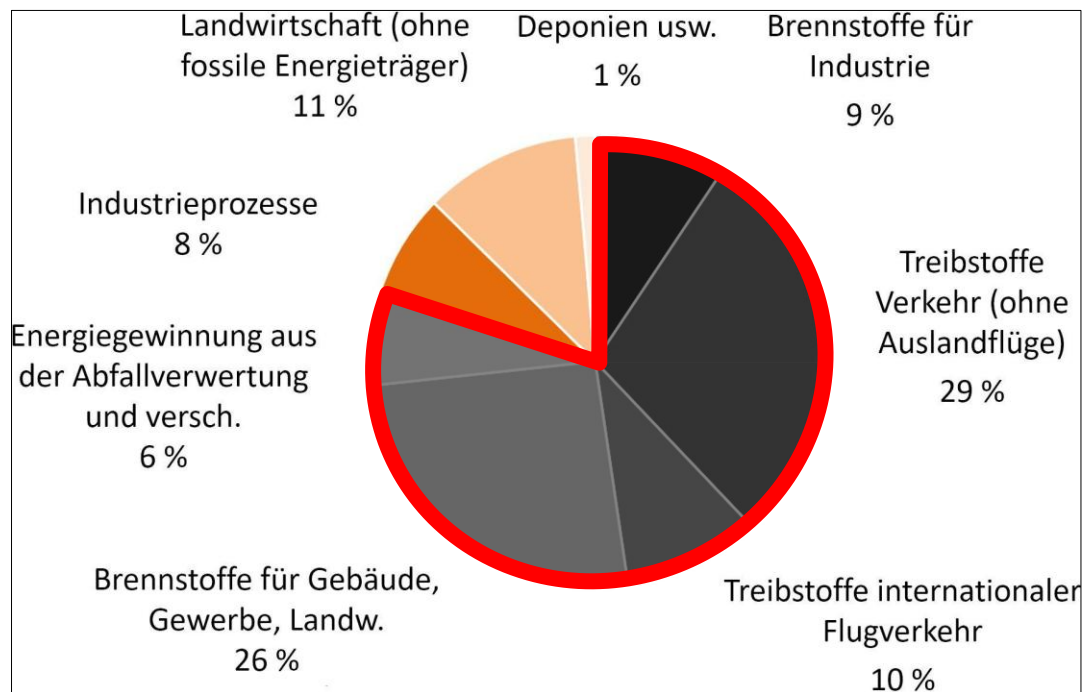
- **Atomenergie (neu)**

- Bauzeit (inkl. Bewilligungen) 30 Jahre, viermal teurer als Solarstrom
- Unversicherbare Risiken, Gefährdung durch Unfälle, Abfälle oder Terroranschläge
- 30 Jahre Planungs-, Genehmigungs- und Bauzeit
- Drei- bis viermal teurer als Solarstrom, fehlende Akzeptanz

- **Erdgas-Kraftwerke**

- Nicht kompatibel mit Klimapolitik
- Hohe Abhängigkeit vom Ausland, fehlende Liefersicherheit
- **Nur sinnvoll und klimakompatibel als Pflichtlager auf Basis von erneuerbaren Energien (H2 und Biogas-Lösungen)**

Treibhausgas-Emissionen Schweiz



Grafik: Nordmann, Sonne für den Klimaschutz (2019)

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

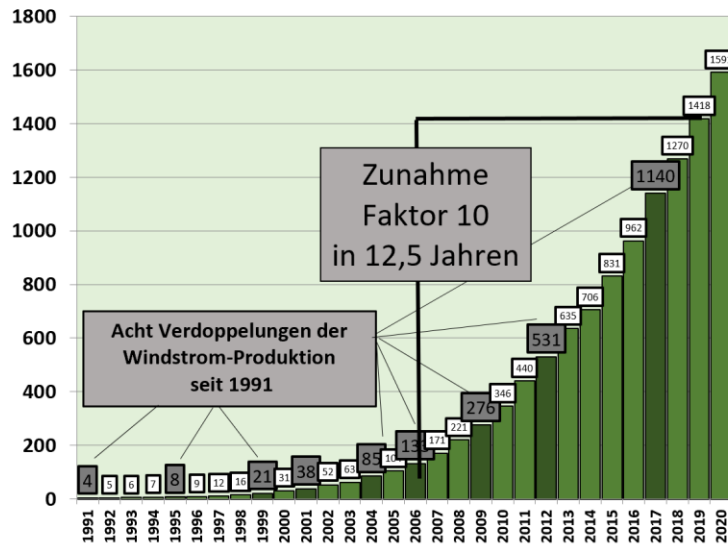
Energie ist der grosse Hebel!

Wind- und Solarstrom verzeichnen exponentielles Wachstum weltweit.

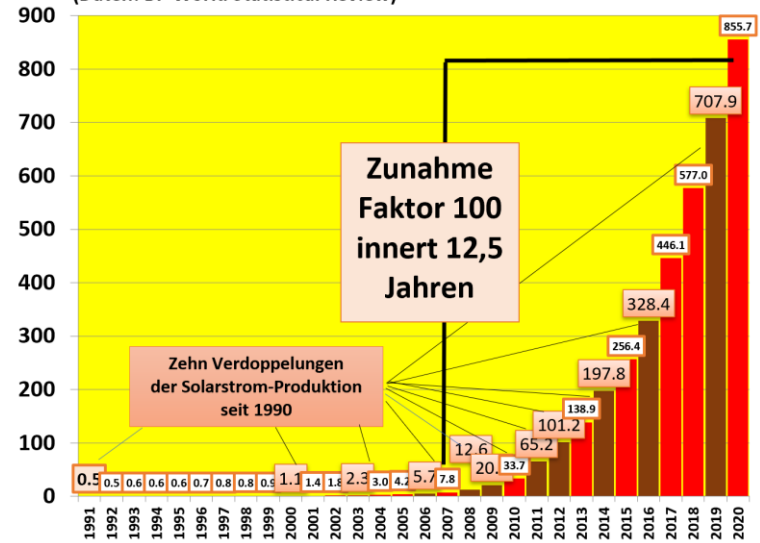
**Globale Wind Energie TWh
8 Verdoppelungen seit 1990**

**Globale Photovoltaik (TWh)
10 Verdoppelungen seit 1996**

Stromerzeugung aus Windkraft weltweit TWh
(Daten: BP World Statistical Review)



Stromerzeugung aus Solarenergie weltweit TWh
(Daten: BP World Statistical Review)



Die industrielle Nutzung der Wind- und Solarenergie bewirkte, dass sie immer billiger wurde.

100 Prozent erneuerbar ist mehr als die Umstellung des Stromsektors

Transformation in drei Sektoren

Sauberer Strom



Saubere Gebäude

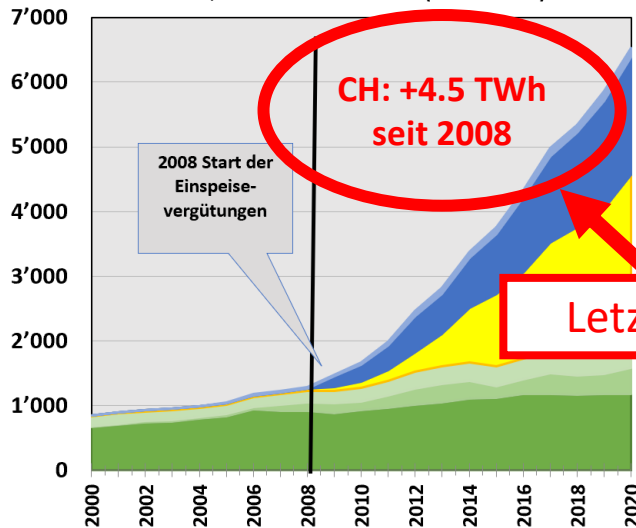


Sauberer Verkehr

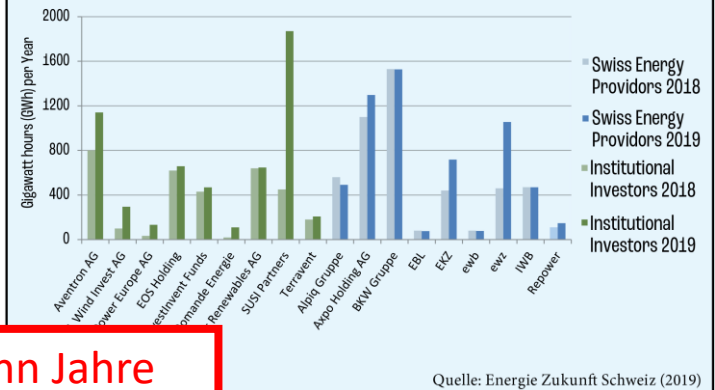


CH-Strom-Unternehmen investierten im Ausland dreimal so viel in erneuerbaren Strom wie im Inland

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)

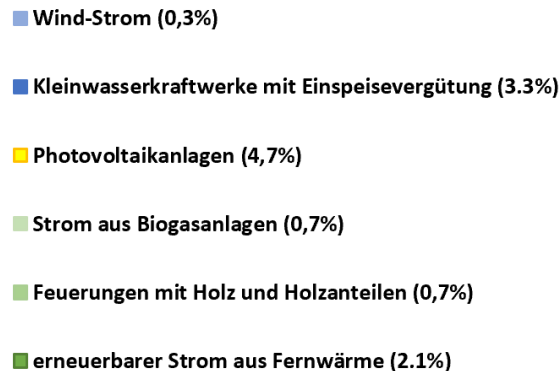


Schweizer Energie-Investments im benachbarten Ausland



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



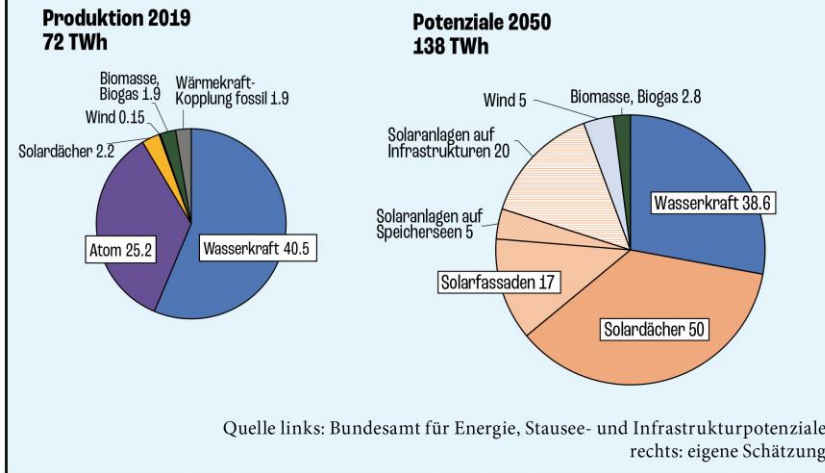
Schweizer Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Europa



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

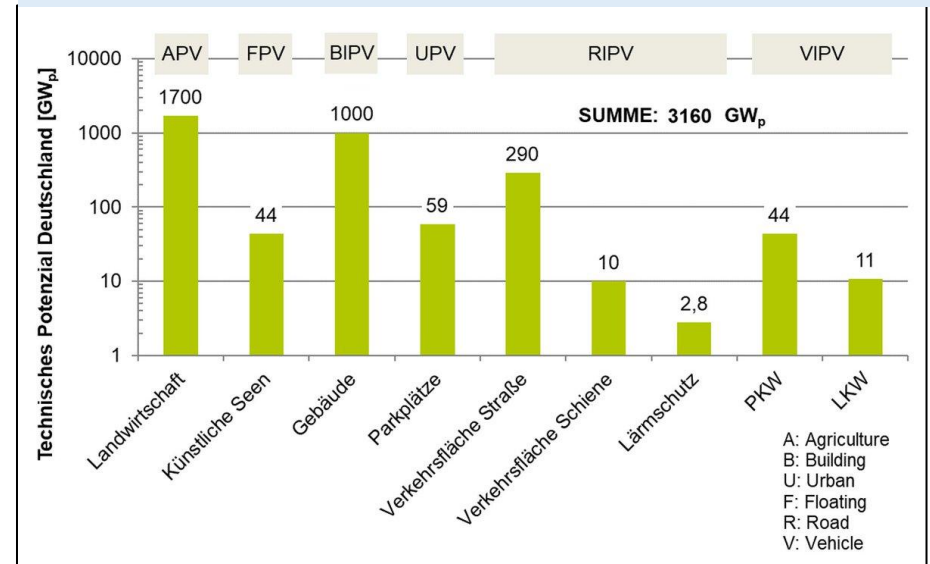
Die solaren Potenziale können den Stromverbrauch mehrfach decken

Ausbaupotenziale im Inland 2020–2050 und Wegfall von Produktion



Die Verbilligung der Photovoltaik macht neue Standortvarianten attraktiv, mit günstigen oder vertretbaren Gesteinskosten. Ob sich diese Stellflächen als wirtschaftlich erweisen, hängt auch von der Häufigkeit der Nutzung ab (Skaleneffekt) und von der Höhe der Bewilligungshürden.

Schätzung für Deutschland (Faktor 10 im Vergleich CH)

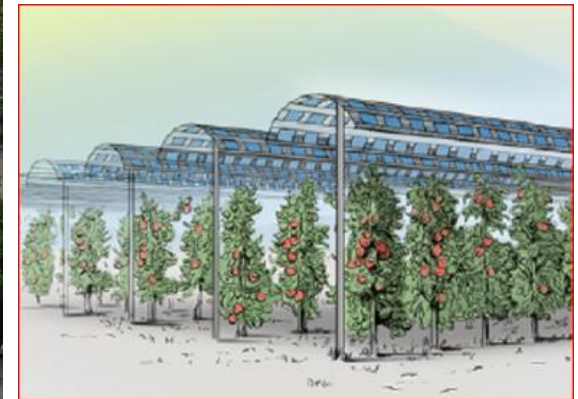
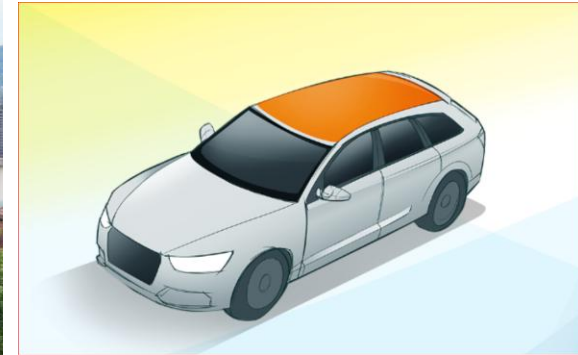
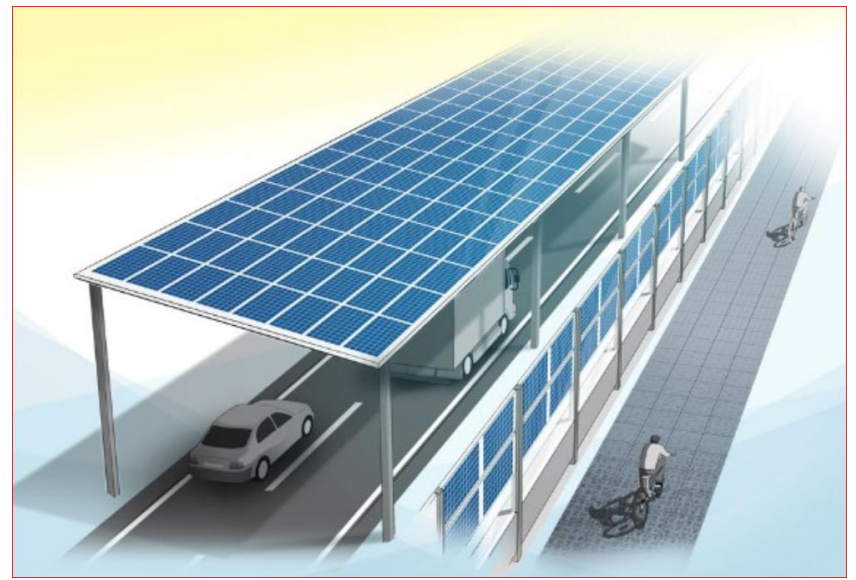


<https://www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik.html>

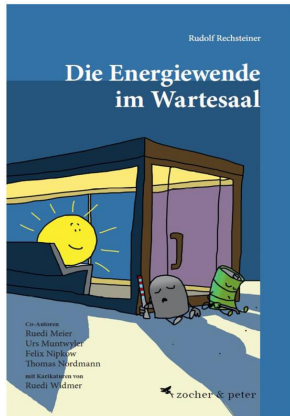
Potenziale, Schätzung Bundesamt für Energie:

Dächer	50 TWh
Fassaden	17 TWh
<u>Infrastruktur</u>	<u>15 TWh</u>
Total	82 TWh

aktueller Endverbrauch 60 TWh

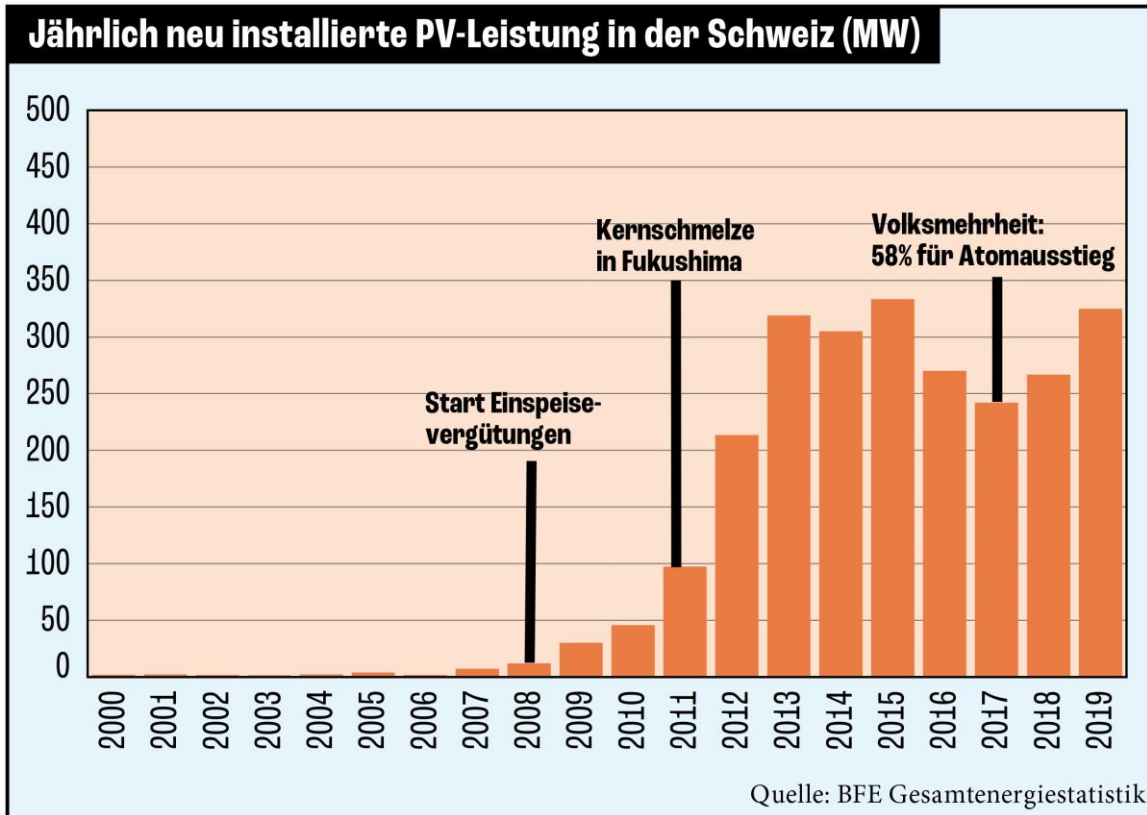


Übersicht



1. Ausgangslage
2. Sprung nach vorn?
3. Sackgassen oder Lösungen?
4. Verschwinden die Blockaden?
5. Spezielle Herausforderungen
6. Empfehlungen

2008: Vergütungssicherheit führte zu Solarboom

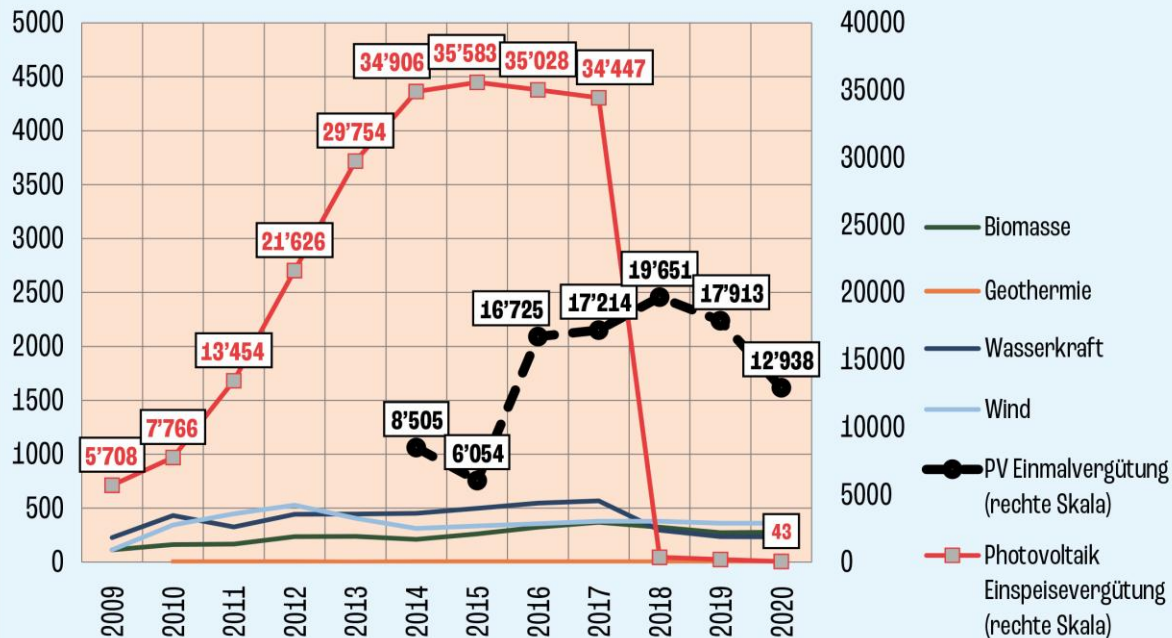


Der Ausbau der Photovoltaik stagnierte ab 2013. Während die Forschung einiges Geld erhielt, konnten neue Erkenntnisse mit Grossanlagen kaum umgesetzt werden. Auch die Einmalvergütungen blieben auf tiefem Niveau kontingentiert. Erst 2019 folgte ein Kurswechsel.

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

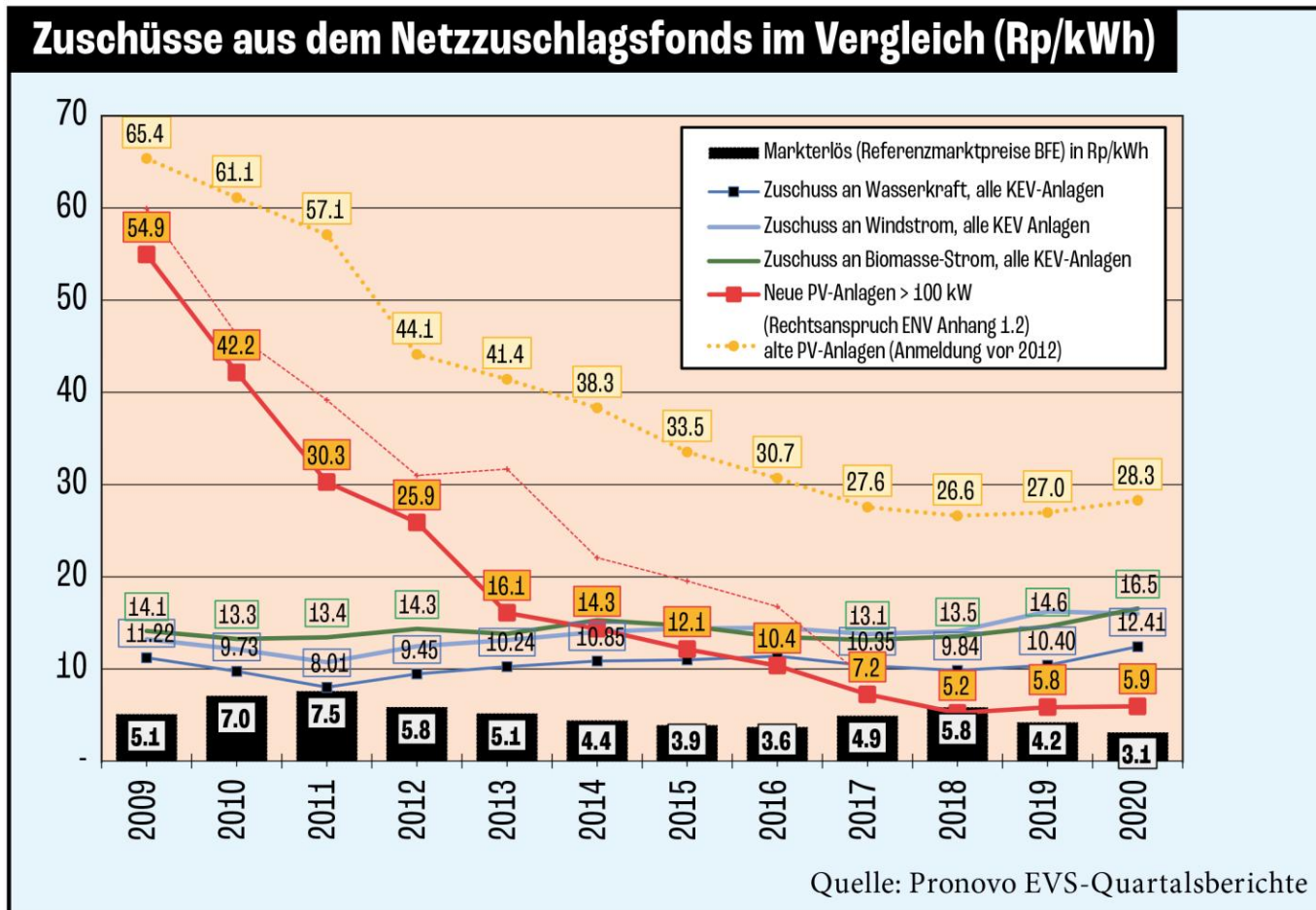
Die Erteilung von Einspeisevergütungen wurde zuerst blockiert, im Oktober 2019 vorzeitig gestoppt und wird 2023 abgeschafft.

Auch die Wartelisten für Einmalvergütungen stiegen auf 20'000 Projekte.

Verbesserung und Marktwachstum erst seit 2020.

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

2008: Vergütungssicherheit führte zu Solarboom



Keine andere Technologie konnte ihre Gestehungskosten derart senken wie die Photovoltaik.

2017: > 50'000 Projekte auf Warteliste:
Bei voller Kasse haben BFE/Bundesrat das verfügbare Geld zurückgehalten

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										0	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

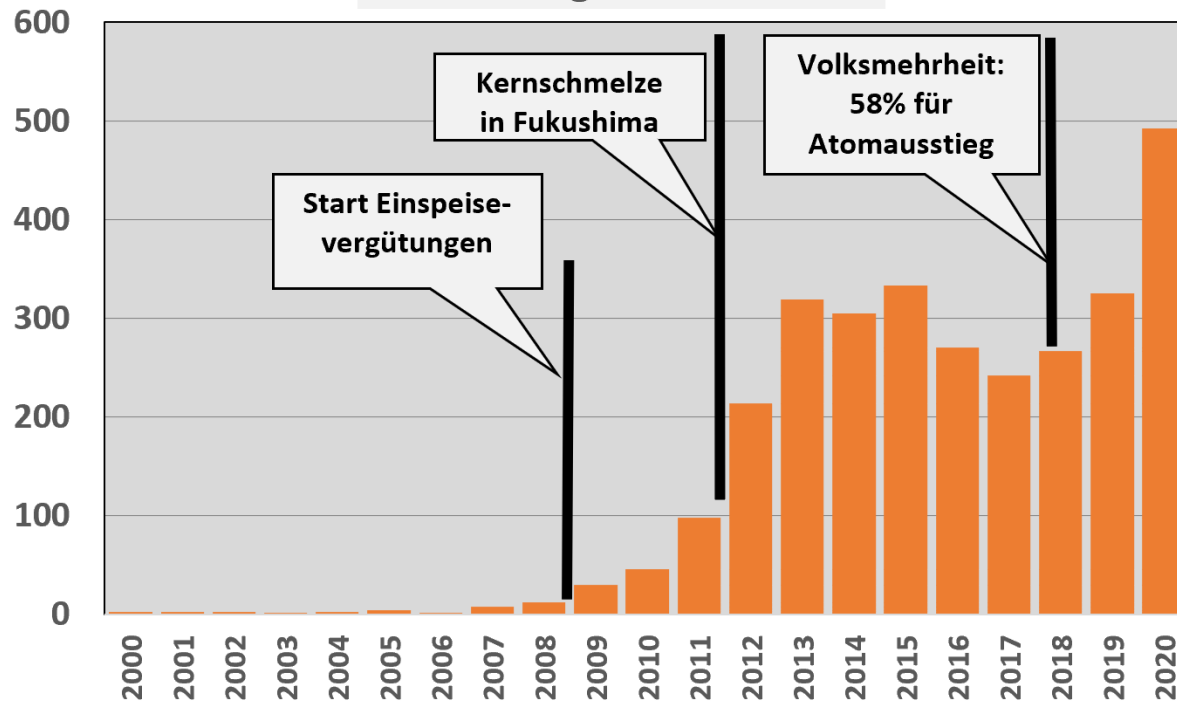
Sieben Jahre lang blockierte Einmalvergütungen KLEIV bei voller Kasse

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).

Stagnation 2013-2019 – Wachstum seit 2020, aber noch immer bescheiden

Jährlich neu installierte
PV-Leistung in der Schweiz



Mittels
Wartelisten
wurde dem
Solarstrom ein
jahrelanger
Ausbaustopp
auferlegt.

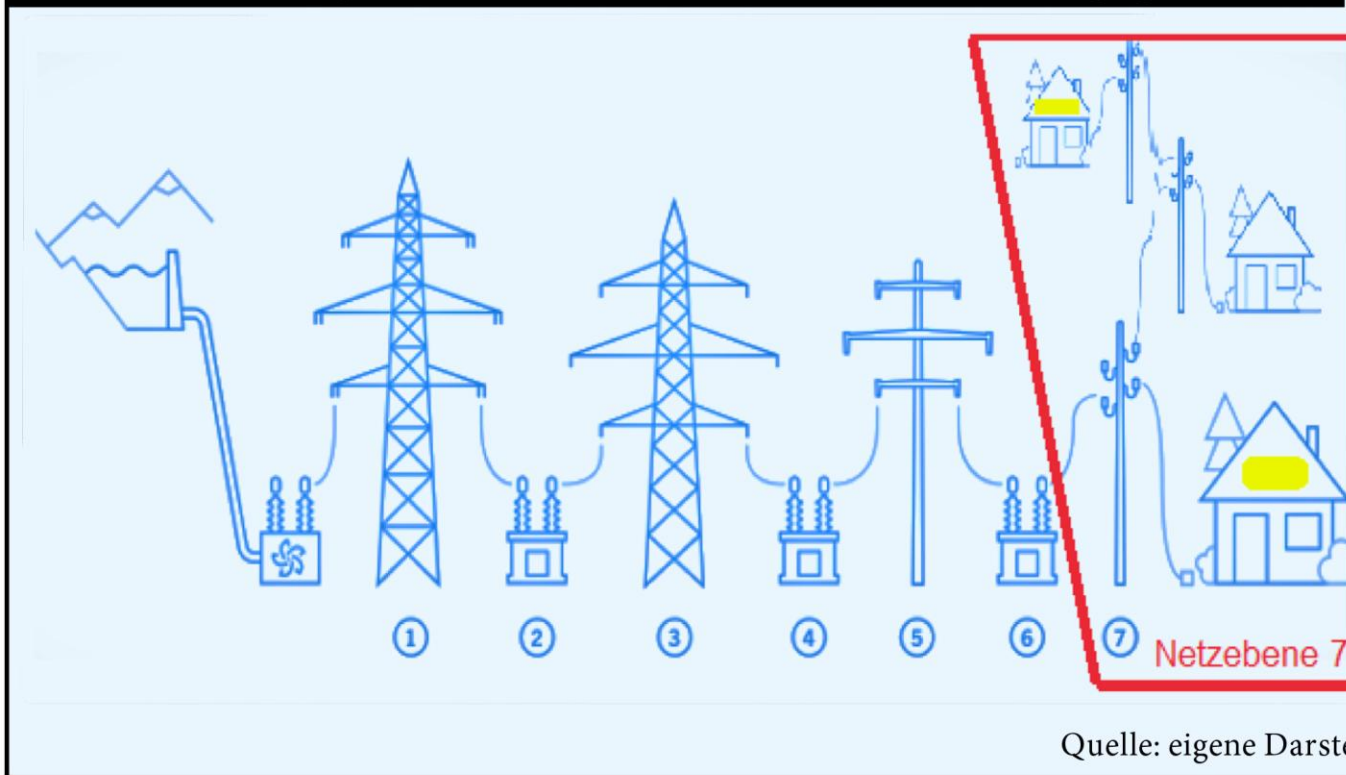
Das war vom
Gesetz her
möglich, aber
nicht nötig.

Optimierung für den Eigenverbrauch: grosse Dachflächenteile bleiben ungenutzt



Solarstrom subventioniert Wasserkraft: es fehlen verursachergerechte Netzgebühren

Diskriminierung der Photovoltaik bei den Netznutzungsgebühren

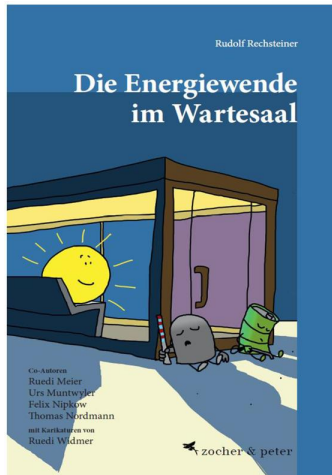


Solarstrom wird meist lokal auf der untersten Netzebene (Netzebene 7) ein- und ausgespeist, ohne dass oberliegende Netze ins Spiel kommen. Das Gesetz tarifiert die Durchleitung, als würden auch die Netzebenen 1 bis 6 beansprucht.

Systematische Diskriminierung der PV: Die Baustellen im Ständerat

Diskriminierungen und Hürden	NR und SR beschlossen Oktober 2021	Bund	Kantone	Lösungsvorschlag
Ausbaupfad zu gering		17.3 TWh (2035)		30 TWh (2035)
fehlendes Geschäftsmodell für PV-Anlagen ohne Eigenverbrauch	Auktionen mit Einmalvergütung			Auktionen mit gleitender Marktprämie
fehlendes Geschäftsmodell für KVA- und ARA-Verstromung	Beiträge			
Projekte mit Wind-, Biomasse- Biogas, Geothermie-Strom	Beiträge			
Netzzuschlag ist zu tief, um Versorgungssicherheit zu erreichen		0.2 Rappen/kWh		0,4 bis 0,6 Rappen/kWh Winterzuschlag
fehlende Rücklieferarife		ungelöst	ungelöst, Ausnahme: BS	Rücklieferarife = mittlerer Strompreis zuzüglich eingesparte Netzkosten des Netzbetreibers
Mehr Anreize für Fassadennutzung	Verbesserung angekündigt			50% höhere Einmalvergütung für Fassadenanlagen
fehlender Zugang zu Stellflächen auf öffentlichen und privaten Bauten		ungelöst	teilweise gelöst	Solarpflicht alle öffentliche Bauten mit Ausnahmen; Solarpflicht für private Neubauten inkl. Fassaden
Fassadennutzung nicht erlaubt		angekündigt	meist ungelöst	Fassadennutzung im Grundsatz immer erlauben, aber mit Ausnahmen Umverteilung der Beweislast
Erstellung von Anlagen ausserhalb Bauzone		Verbesserung angekündigt		bei bestehender Bodenversiegelung überall erlauben
Vereinfachung der Bewilligungsverfahren		angekündigt	uneinheitlich	bei bestehender Bodenversiegelung Meldepflicht statt Bewilligung
Solarstrom bezahlt für Netzebenen, die gar nicht beansprucht werden		ungelöst		Solarstrom bezahlt nur Netzebene 7 (Verteilnetz)
geplante Erhöhung der Grundpreise/Leistungspreise		in Beratung		Weiterführung status quo (70% Arbeitstarifanteil) oder lastganggemessene Leistungstarife im 15-Minuten-Takt

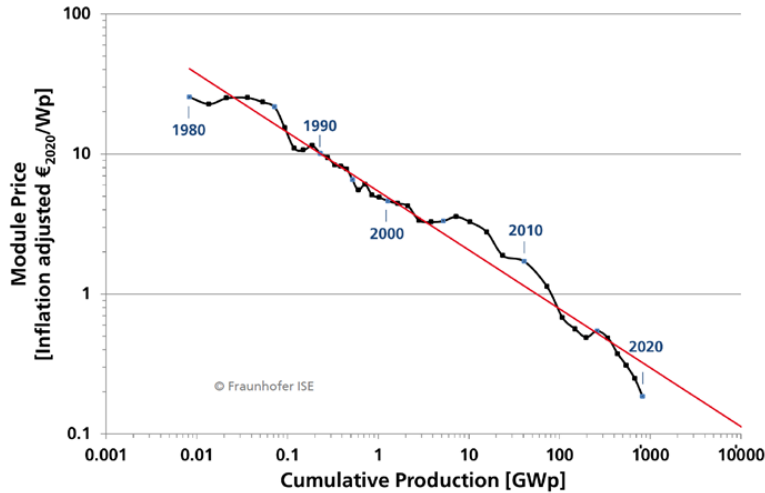
Übersicht



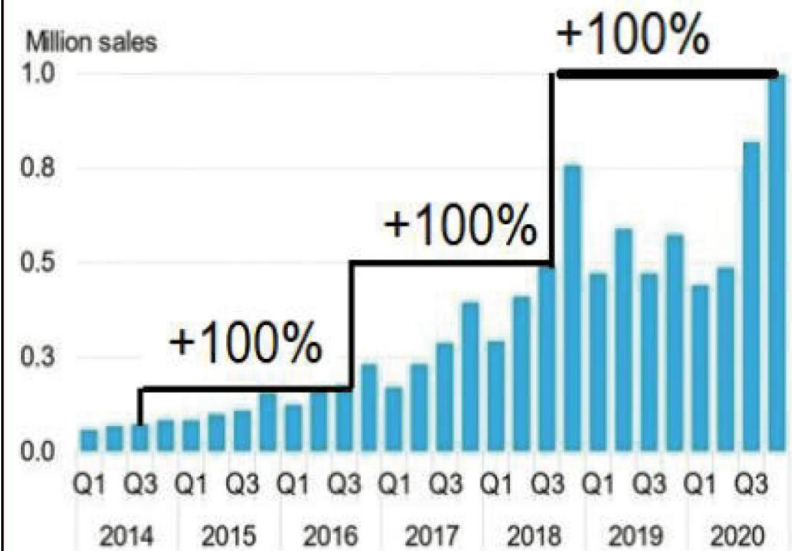
1. Ausgangslage
2. Sprung nach vorn?
3. Sackgassen oder Lösungen?
4. Verschwinden die Blockaden?
5. **Spezielle Herausforderungen**
6. Empfehlungen

Solarstrom immer billiger (Lernkurve!) E-Mobil-Zulassungen alle 24 Monate verdoppelt

Price Learning Curve
Includes all Commercially Available PV Technologies



Battery electric vehicles

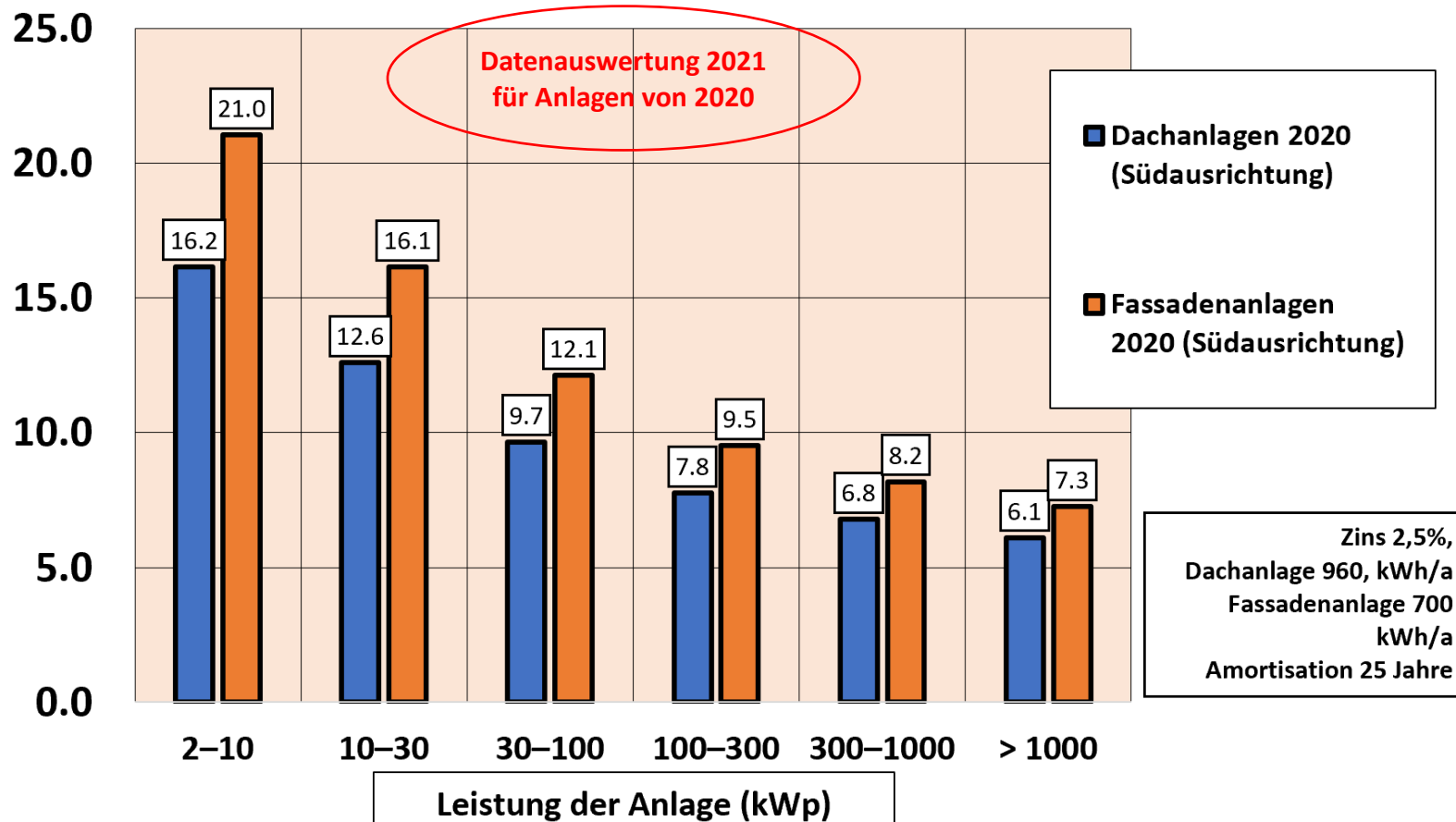


Grosse Anlagen = billige Anlagen

Mittlere PV-Kosten nach Anlagengrösse (in Rp/kWh),

nach Abzug der Einmalvergütung und bei kalkulierten Unterhaltskosten von 3 Rp/kWh

Datenbasis: Medianwerte BFE-Preisbeobachtungsstudie 2021



Grosse Anlagen = billige Anlagen Zum Beispiel auf Infrastrukturen



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).



Farblich neue Möglichkeiten –

Auch Fassadenanlagen mit 40% Winteranteil



- «**unsichtbare PV**» dank variabler Farbgebung
- Winter-PV von Fassaden und Dächern

Farblich neue Möglichkeiten und höhere Flexibilität dank bifazialen Zellen



- **Kombination PV & Dachbegrünung:**
möglich aber etwas teurer.

Areal Erlenmatt Ost, Basel ausgezeichnet vom BFE mit dem «Watt d'Or» 2019

Arealüberbauung auf Parzelle Stiftung Habitat mit verschiedenen Baurechtsnehmern

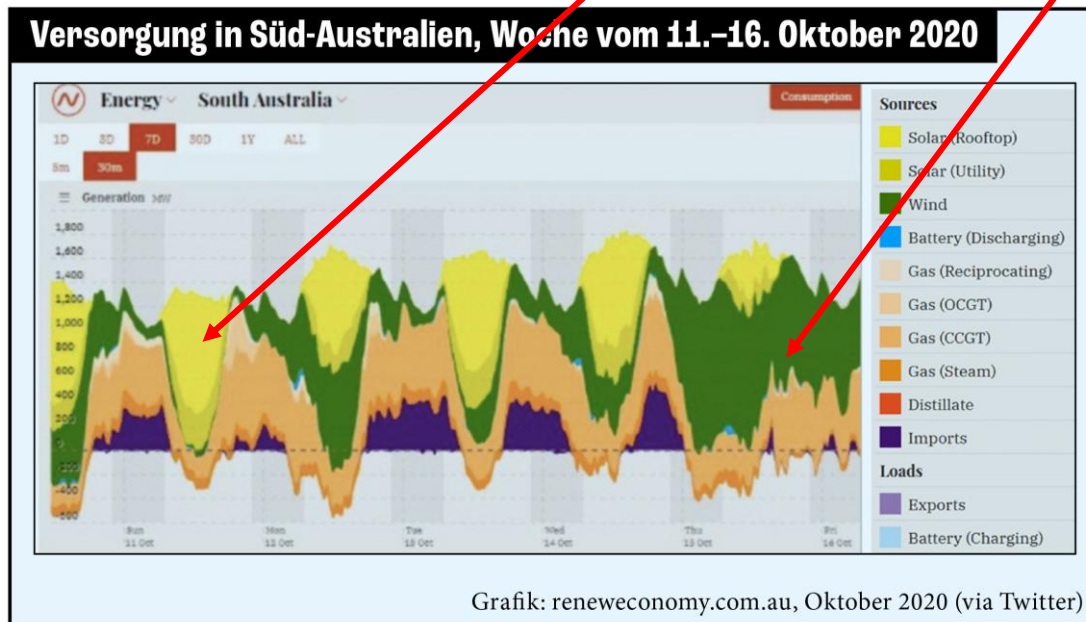
ADEV



Herausforderung I Flexibilität und Speicher

Beispiel Süd-Australien

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

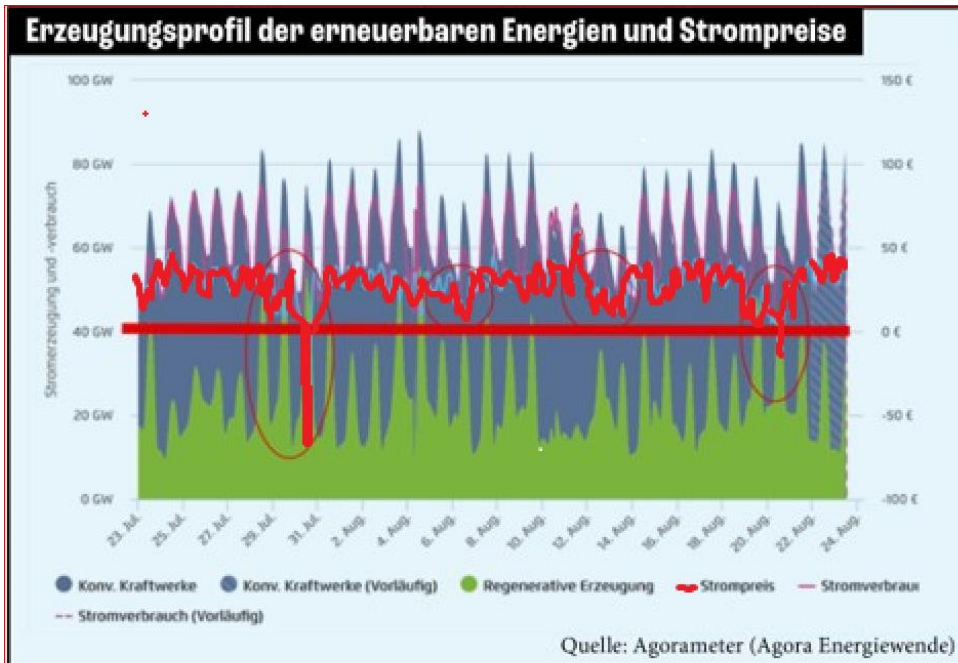


Starkes „Ramping“
= Hoher Flexibilitätsbedarf:
Lösungen:

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

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

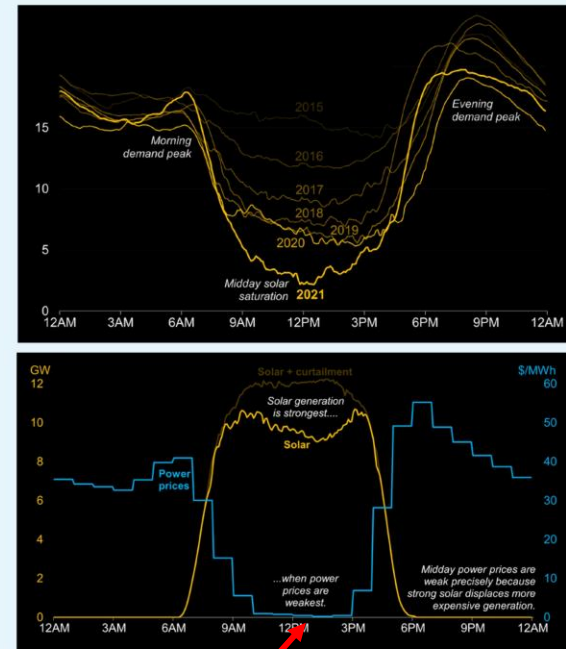
Herausforderung II - Marktwertisiko: Bei Sonne oder starkem Wind sinken Preise gegen null oder werden negativ



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)

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 vervünfzehnfacht (2021).

Nullpreise von 9 bis 15 h (S-Australien)

Herausforderung III

"Wir haben im Winterhalbjahr ein Problem"

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

Schliessung von AKWs erhöht insb. Winterbedarf!

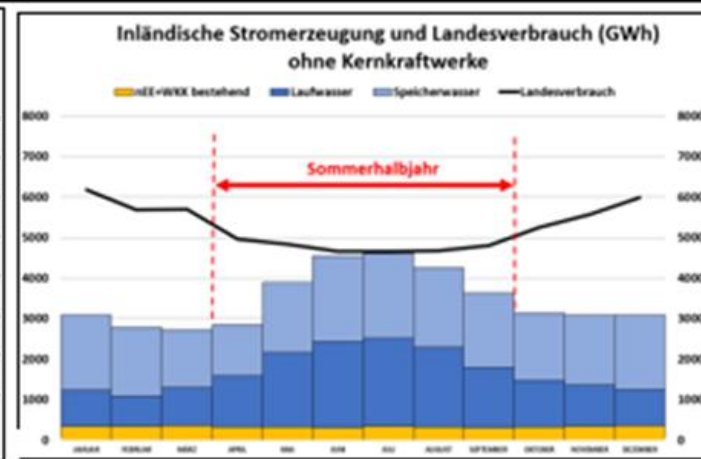
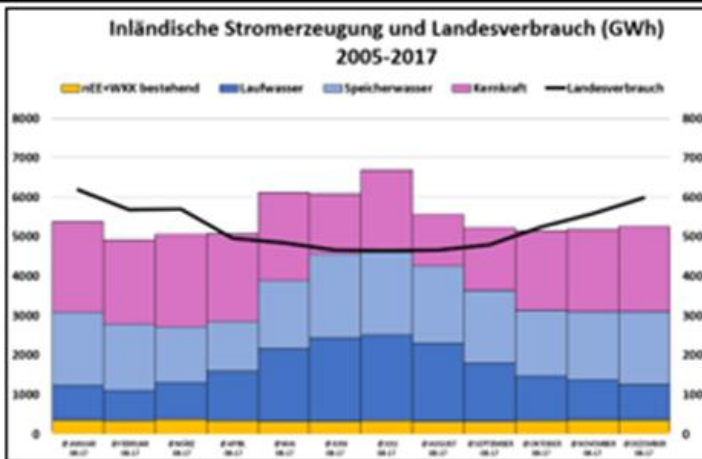


Abbildung 29 Inländische Stromproduktion bisher (Ø 2008-17) und ohne Kernenergie (rechts), (Daten: Elektrizitätsstatistik, eigene Darstellung)

Solarstrom kann sehr viel Strom im Winterhalbjahr liefern

PV-Anlage Mont Soleil



**Beispiel Mont Soleil
Seit 1992 zuverlässig in
Betrieb**

**Winteranteil
40% !
der Jahresproduktion**

**deutlich mehr als die
meisten alpinen
Laufwasserkraftwerke**

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.

Alpiner Winterstrom auf 2500 m (Muttsee)

50% im Besitz Industrielle Werke Basel (IWB)



Foto IWB (Fotomontage)

Zahl der nutzbaren Infrastrukturen im alpinen Raum ist begrenzt.

Wie vermeiden wir Konflikte mit dem Landschaftsschutz?



Herausforderung IV: Landschaftsschutz

Widerstand gegen solche Entwicklung ist in der Schweiz zu erwarten



Solarfarm
Ruicheng,
Shanxi,
Nord-China

Grosse Potenziale: Stauseen und Lawinenverbauungen



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



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.



Foto: Romande énergie

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.

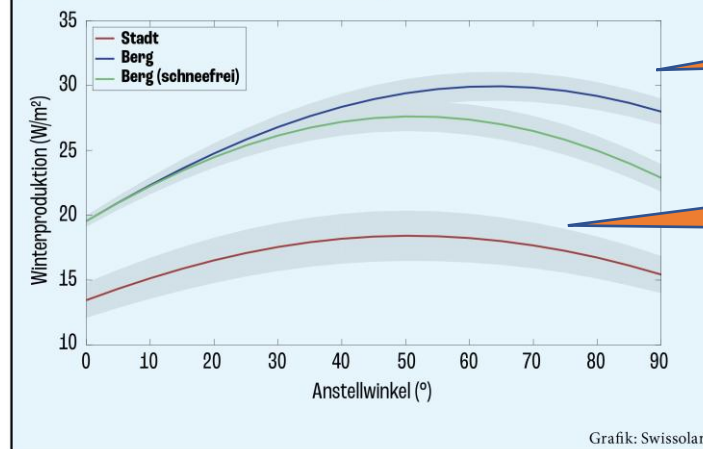
Solaranlage auf dem Steinbruch Calinis (Felsberg GR)



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.

Anstellwinkel und Winterproduktion



Optimum alpin
Anstellwinkel
60°-80°

Optimum Agglo
Anstellwinkel 40-70°

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.

Bifaziale Solarzellen: Mehrproduktion im Winterhalbjahr

Vertikale Solarstromanlage auf Flachdach mit Begrünung

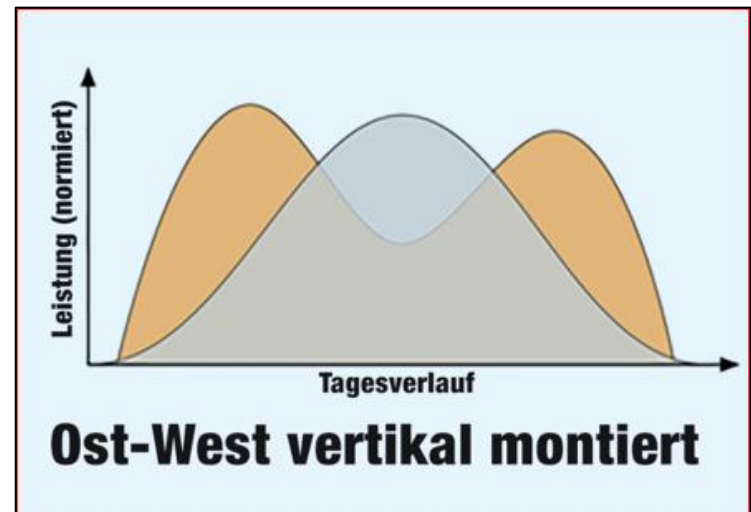


Bifaziale Solarzellen: Solarstrom ohne Bodenversiegelung

Bifaziale Solarmodule als Zaun



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



Fassaden: gleich viel Winterstrom, selten realisiert

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.

Solarparks in der Landwirtschaft



Solarparks als biodiverses Schutzgebiet für Tiere und Pflanzen

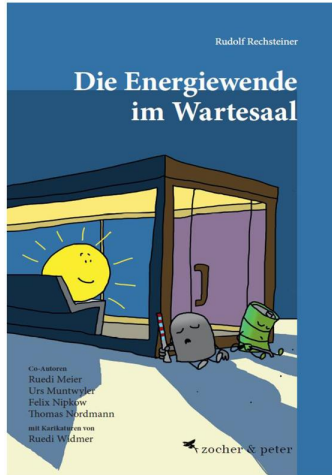
TH BINGEN
University of Applied Sciences

**Leitfaden für naturverträgliche
und biodiversitätsfreundliche
Solarparks**

**Maßnahmensteckbriefe
und Checklisten**



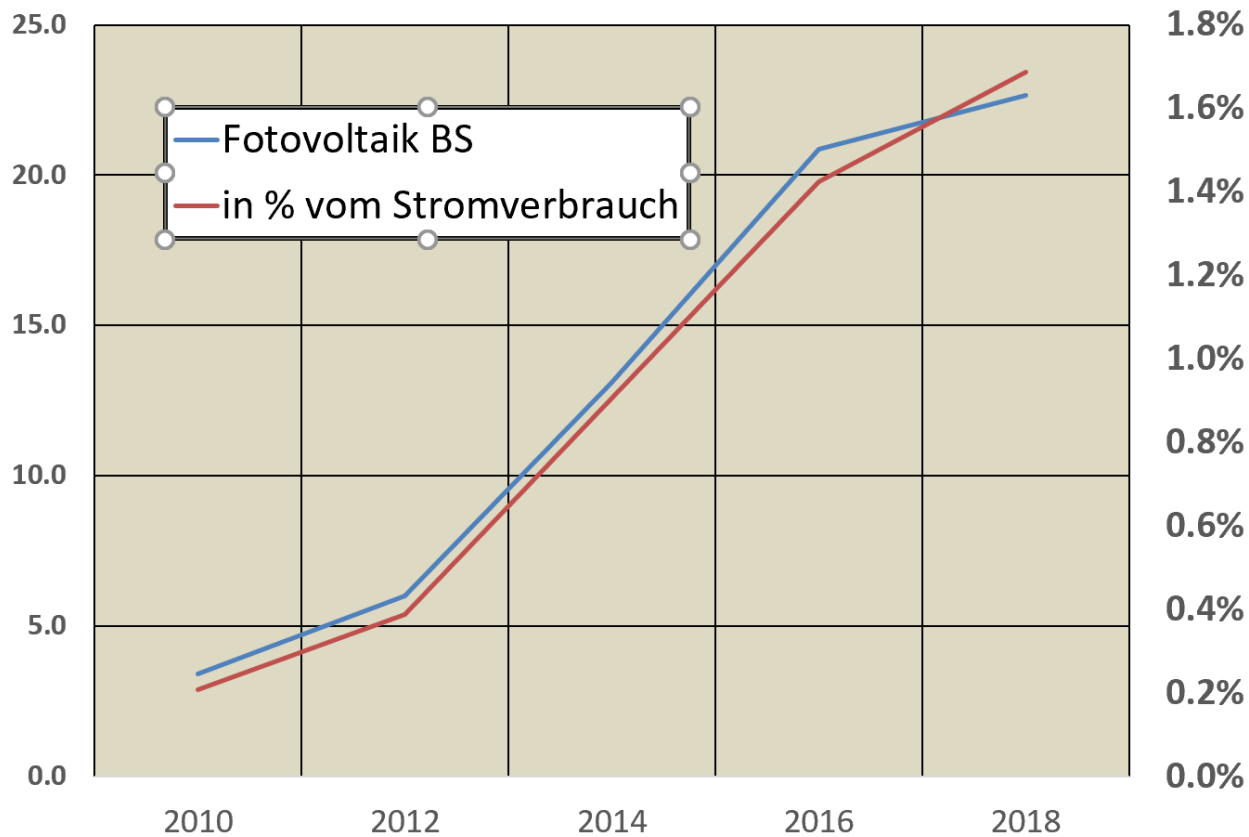
Übersicht



1. Ausgangslage
2. Sprung nach vorn?
3. Sackgassen oder Lösungen?
4. Verschwinden die Blockaden?
5. Spezielle Herausforderungen
6. Empfehlungen

PV-Produktionsziel: 10% des Verbrauchs 2030 Tempo verdreifachen

Verlangsamung des PV-Zubaus in Basel-Stadt trotz sinkender spezifischer Kosten



Nutzungspflicht für Infrastrukturen

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.



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.

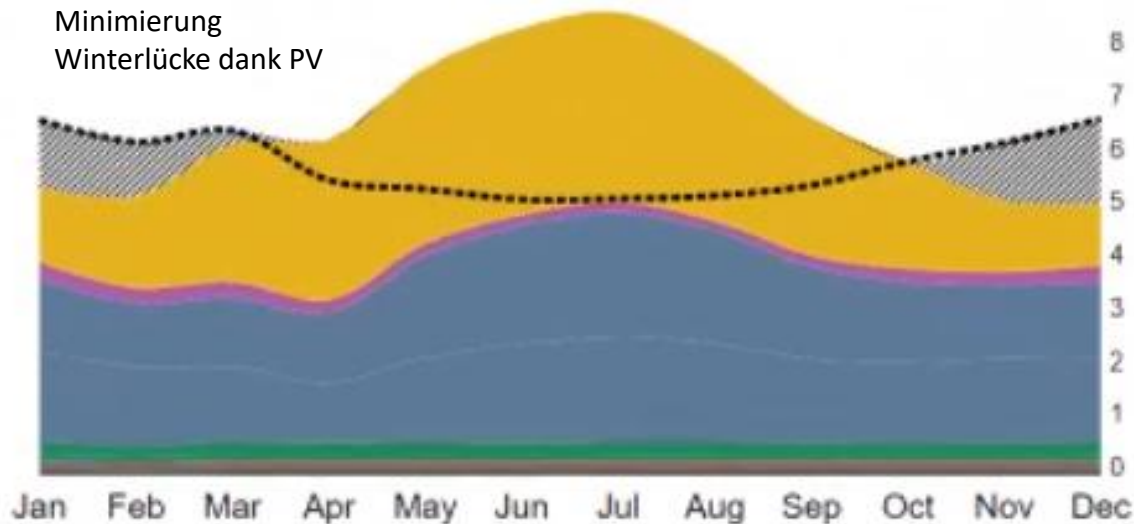
Masterplan Basel-Stadt

- **Gesetzliches Ziel: 10% PV-Produktion bis 2030 vom BS-Verbrauch**
- **Solarpflicht der öffentlichen Hand**
 - Dächer und Fassaden werden auf allen öffentlichen Gebäuden und Anlagen Pflicht, mit Ausnahmen
 - Ausnahmen: historische Gebäude & besondere Architektur
 - Solarbaldachine zur gezielten Verschattung gegen Überhitzung
- **Verbesserung der Anreize für Private**
 - Ausschreibung von kantonalen Einmalvergütungen
 - Kantonaler Rückliefertarif 20 Jahre statt 12 Jahre
 - Erhöhter Rückliefertarif für Fassadenanlagen
 - Meldeverfahren statt Bewilligungsverfahren für gut integrierte Anlagen
- **Solarpflicht bei Neu- und Umbauten für Private: Dächer & Fassaden**
- **Investitionen im alpinen Raum durch IWB**
 - Stauseen & Staumauern
 - Solarisierung von alpinen Infrastrukturen, zB. Bergstrassen, Lawinenverbauungen

Zielmatrix 2050:

PV, Wasserkraft & abgesicherte Importe (Windkraft)

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