

Einspeisevergütung und Abregelung für eine Schweiz mit 40 GWp Photovoltaik

VESE PV-Praxis 2025

29. November 2025 in Winterthur

Peter Cuony



Vorstellung

- 6 Jahre Photovoltaik-Forschung im PV-lab, IMT-EPFL, Neuchâtel
- 6 Jahre Photovoltaik-Installation bei Groupe E Connect
- 8 Jahre Photovoltaik-Netzintegration bei Verteilnetzbetreiber Groupe E (peter.cuony@groupe-e.ch)
- Anlagenbesitzer seit 10 Jahren
- VESE-Mitglied seit Jahren
- 2 Anlagen im Selbstbau



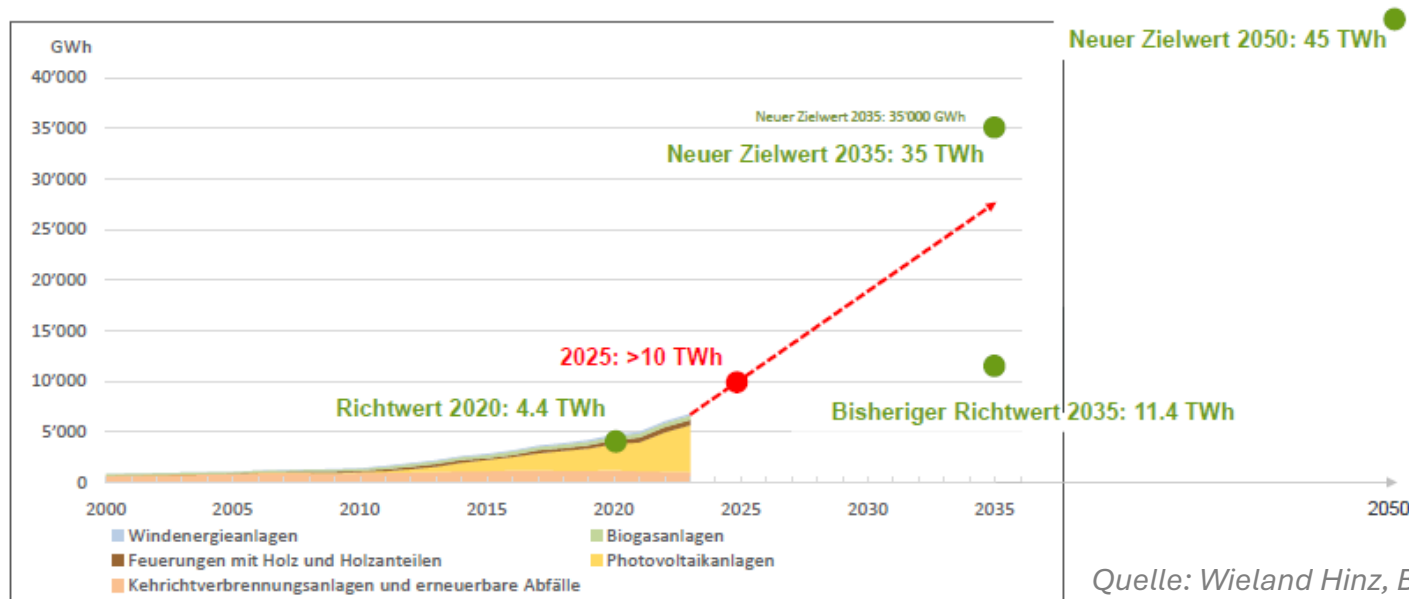
Inhalt

- Netzintegration
 - Garantierter Zugang für VNB auf netzdienliche Flexibilität
 - 70%-Limitierung für neu installierte Wechselrichter
 - Vergütung für Limitierungen unter 70%
 - Steuerung von PV-Anlagen
 - Q(U) und P(U) als Default in der CH-Ländereinstellungen
- Markintegration
 - Die aktuelle Vergütung der PV-Einspeisung ist nicht Zukunftstauglich
 - PV braucht eine Stützung im Spotmarkt
 - Dynamische Vergütung der PV-Einspeisung und Minimalvergütung

Netzintegration

Herausforderung Integration PV im Verteilnetz

- Das Stromnetz wurde für einen maximalen Verbrauch von ~10 GW gebaut und kommt an seine Grenzen.
- Blindleistungsregelungen, dynamische Spannungsregelung, und optimierte Planung erlauben weiterhin PV ans Netz anzuschliessen.
- Das Netz auf die maximalen Einspeisespitzen im Jahr 2050 auszubauen wäre zeitlich nicht möglich und volkswirtschaftlich sehr teuer.
- Für ein effizientes Stromsystem muss die PV-Einspeisung begrenzt werden.



Quelle: Wieland Hinz, BFE, Schweizer PV-Tagung, 1.4.2025

Ab 2026 erhält der VNB einen garantierten, aber limitierten Zugriff auf die Flexibilität für PV-Einspeisung

Strom VG Art. 17c Nutzung von Flexibilität

4. Den Verteilnetzbetreibern stehen in ihrem Netzgebiet die folgenden **garantierten Nutzungen netzdienlicher Flexibilität** zu:

a. **Abregelung eines bestimmten Anteils der Einspeisung am Anschlusspunkt;**

b. Nutzung bei einer unmittelbaren erheblichen Gefährdung des sicheren Netzbetriebs.

StromVV Art. 19c Garantierte Nutzungen der Flexibilität

¹ Die garantierte Nutzung von Flexibilität wird **nicht vergütet**.

² Der Verteilnetzbetreiber muss den betroffenen Flexibilitätsinhabern auf Anfrage oder mindestens jährlich über die Gründe und den Umfang dieser Nutzungen informieren.

³ Er darf für die garantierten Nutzungen der Flexibilität ein intelligentes Steuer- und Regelsystem ohne die Zustimmung des betroffenen Flexibilitätsinhabers einsetzen.

⁴ Er darf **höchstens 3 Prozent** der jährlich erzeugten Energie am Anschlusspunkt abregeln.

⁵ Die Netzbetreiber legen unter Mitwirkung der betroffenen Akteure in transparenten und diskriminierungsfreien Richtlinien Regeln für die technische Umsetzung des Einspeisemanagements und die Informationsprozesse fest



Publiziert im September '25
Im Downloadbereich des VSE

- Alle neu installierten PV-Wechselrichter müssen die Einspeisung auf 70% der DC-Nennleistung limitieren.
- Der VNB kann weitere Massnahmen einfordern, muss aber sicherstellen, dass die 3% nicht überschritten werden.
- Freiwillige Limitierung >3% gegen Vergütung

Neue Minimalanforderung für netzdienliche Einspeisung: **70%-Regelung**



Welche Anlagen sind betroffen?

Die netzdienliche Einspeiseregulierung wird ab dem 1. Januar 2026 **bei allen Solaranlagen umgesetzt, die einen neuen Wechselrichter in Betrieb nehmen.**

Betroffen sind:

- Neue Anlagen, für die das Anschlussgesuch (TAG) ab dem 1. Januar 2026 eingeht.
- Bestehende Anlagen, spätestens wenn ein neuer Wechselrichter installiert wird.*



Ausgenommen sind:

- Anlagen, die höher als 1'200 m ü. M. liegen.**
- Kleine Anlagen mit weniger als 800 Watt Leistung, sogenannte Balkonkraftwerke.

*Ein Wechselrichter wird ausgewechselt, wenn er das Ende seiner Lebensdauer erreicht, oder wenn die Solaranlage vergrößert wird.

**Hier kann der Netzbetreiber anlagenspezifische Limitierungen einfordern.

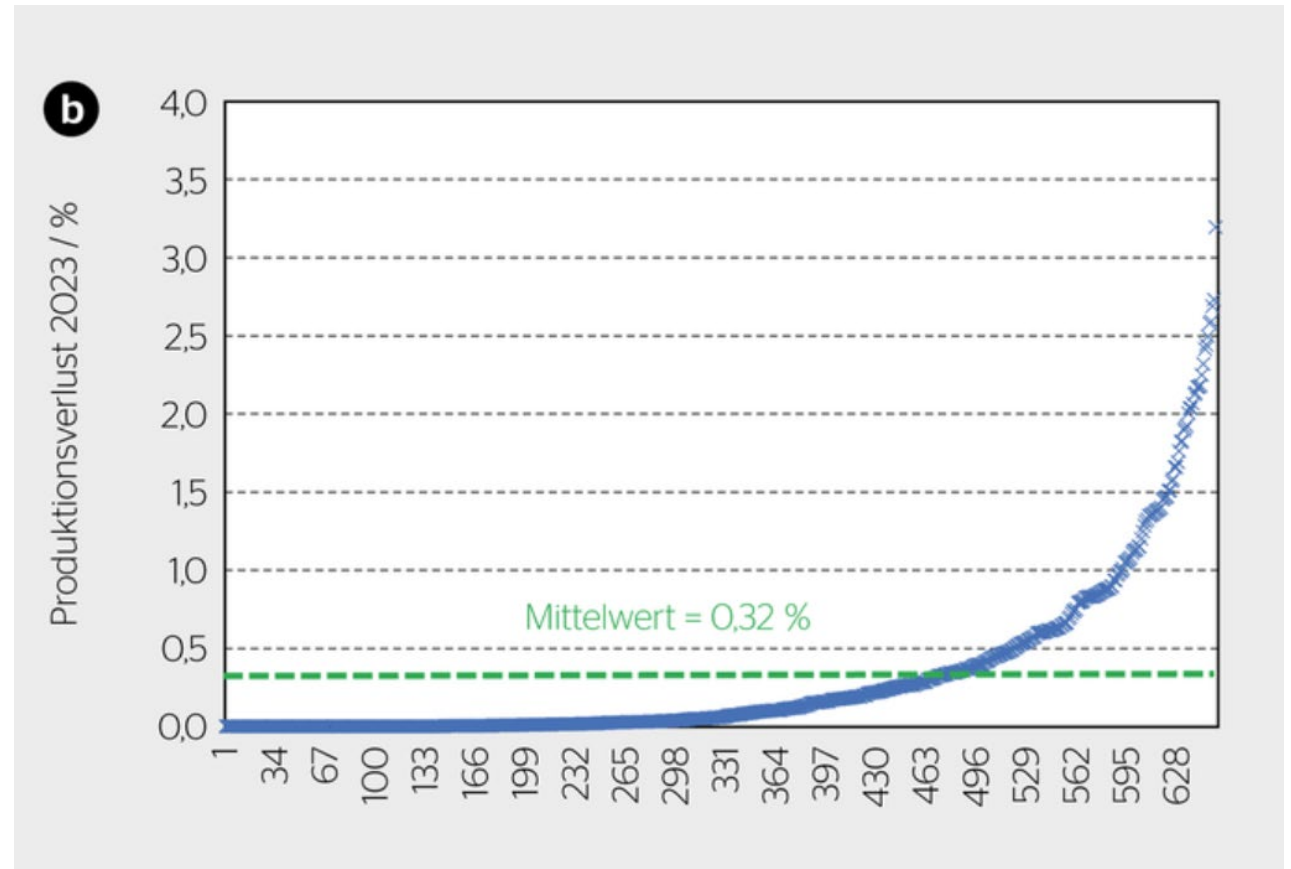
<https://www.bkw.ch/de/strom-in-der-grundversorgung/fuer-fachpersonen-und-partner/netzdienliche-einspeiseregulierung>

Einspeiselimittierung bei 70% (der DC-Nennleistung)

UMFRAGE:

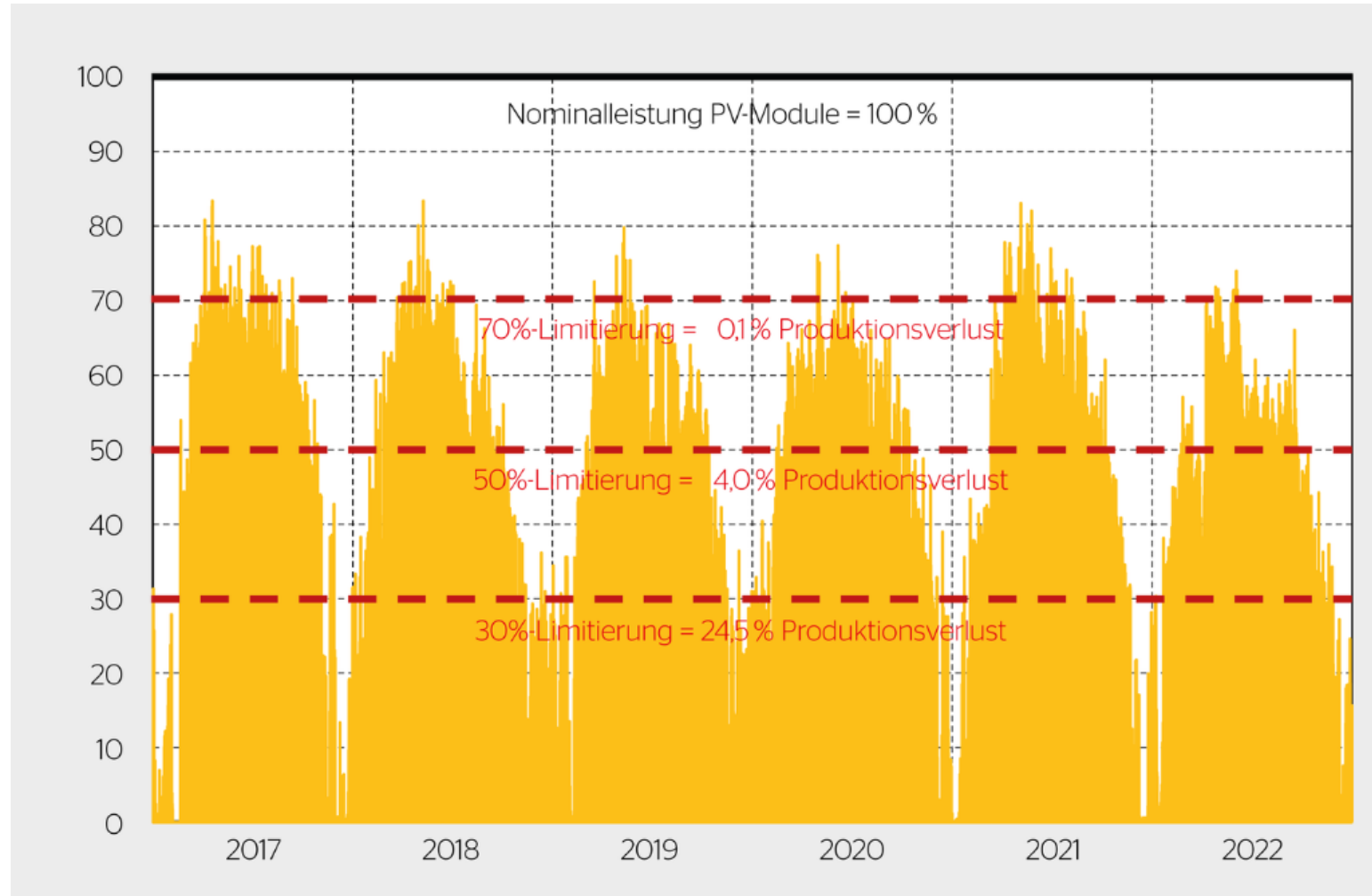
Wie gross ist der jährliche Produktionsverlust mit einer 70%-Limitierung bei einer typischen PV-Anlage?

- A. ~ 30 %
- B. ~ 3.0%
- C. ~ 0.3%



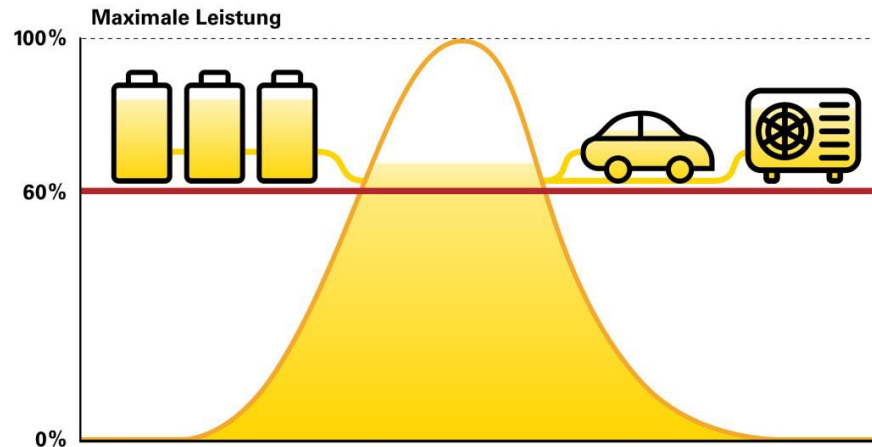
Quelle: Bulletin.ch 2024 „Ohne Leistungsregelung von PV geht es nicht“

Produktionsverlust einer typischen PV-Anlage ohne Eigenverbrauch

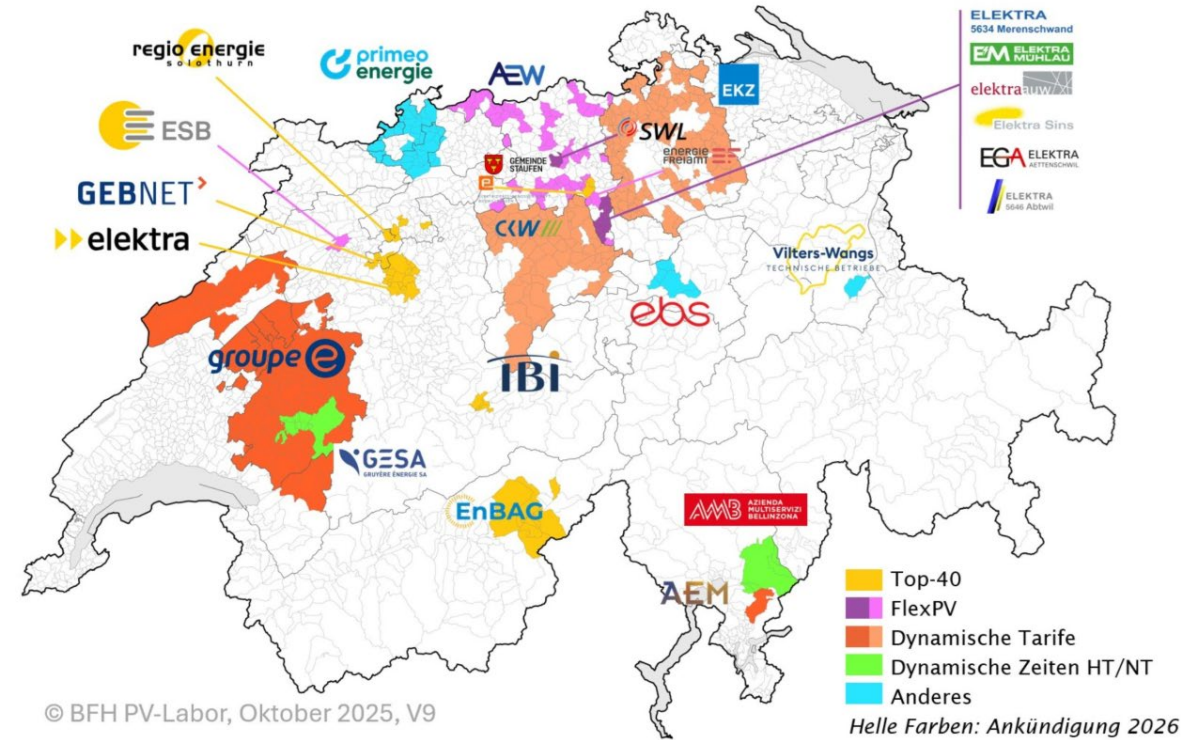


Quelle: Bulletin.ch 2024 „Ohne Leistungsregelung von PV geht es nicht“

Angebote von VNBs für freiwillige Limitierung der Einspeisung

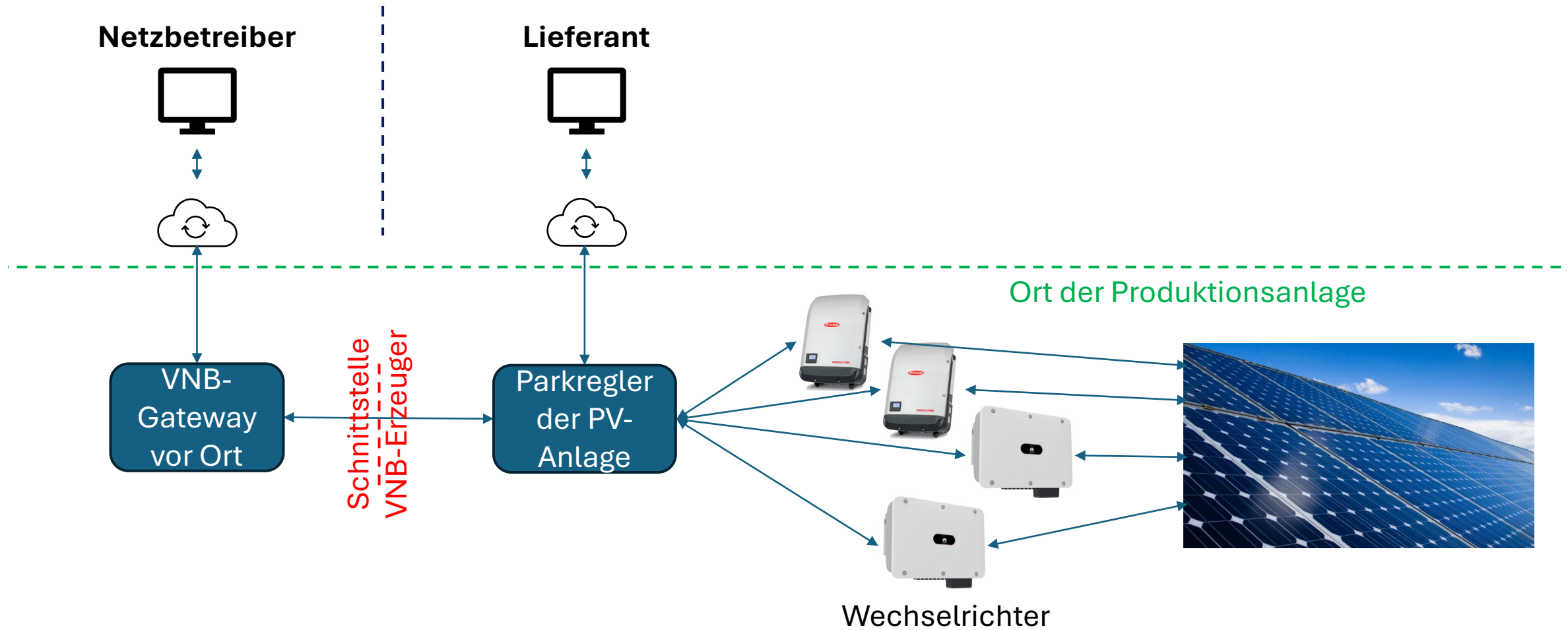


- Top-40: Limitierung bei 60% und eine erhöhte Vergütung der Einspeisung +8%
- FlexPV60, FlexPV50: Limitierung bei 60% oder 50% und Vergütung der Einspeisung von +0.8 oder +2.0 Rp./kWh (degressiv für grössere PV-Anlagen)



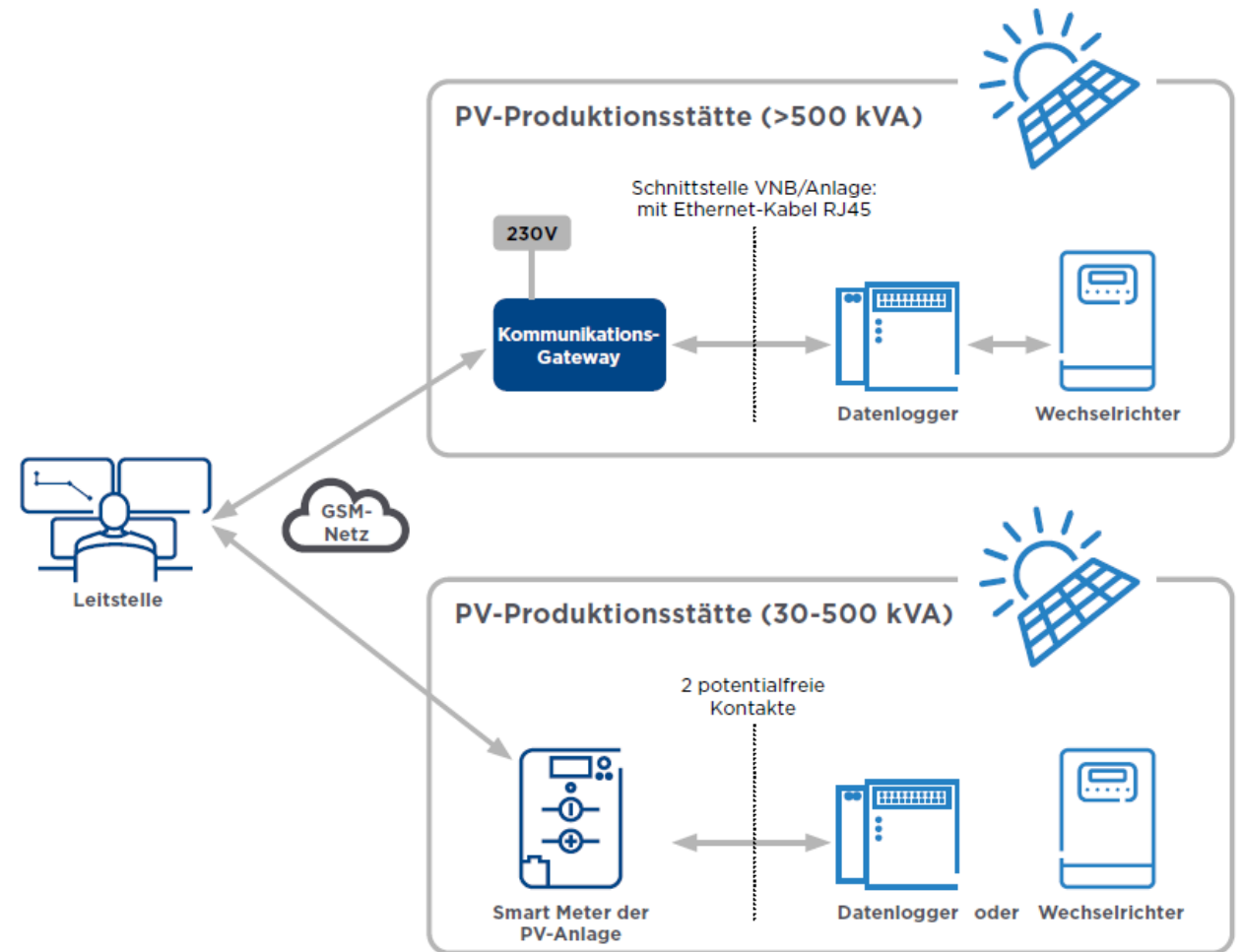
<https://www.bfh.ch/de/themen/schweizerkarte-uebersicht-verteilnetzbetreiber/>

Steuerung von PV-Anlagen, durch den VNB oder den Lieferanten



VNB-Steuerung von PV-Anlagen

- Typische Steuer-Schnittstellen:
 - Smart-Meter Schaltkontakte
 - TCP-Protokollschnittstellen
- Gründe für Steuerung:
 - Notfallsteuerung
 - Netzoptimierung mit garantierter Flexibilität
 - Netzoptimierung mit optionaler vergüteter Flexibilität



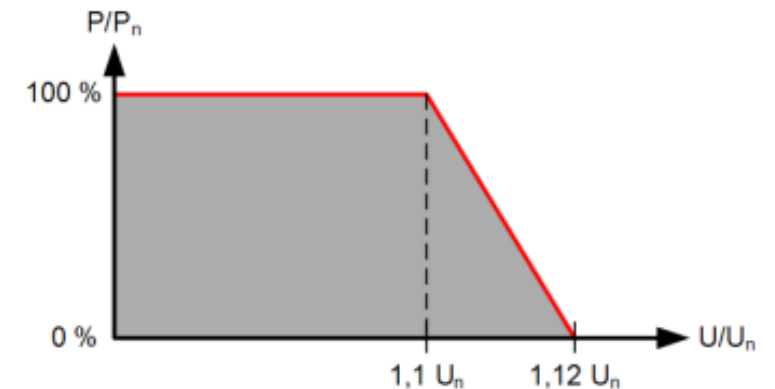
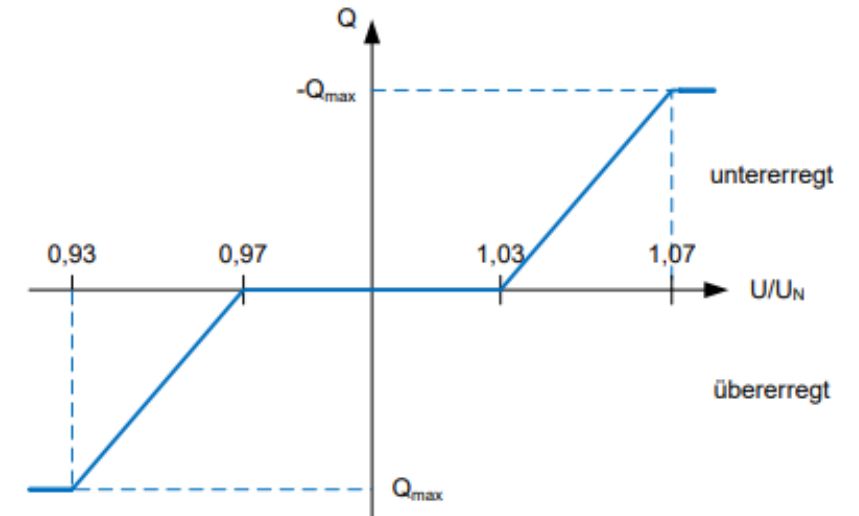
<https://www.groupe-e.ch/de/downloads>

Neue Ländereinstellungen Schweiz 2025

- $Q(U)$ und $P(U)$ sind die neuen Default-Einstellungen für Wechselrichter in der Schweiz.

Grid Operation			
Parameter	Symbol	Wert (> 250 kVA)	Bemerkung zum Parameter
Blindleistungsregelung	$Q(U)$	Ja (aktiv)	Defaultwert gemäss Fussnote e) oder gemäss Vorgabe des VNB
Wirkleistungsregelung	$P(U)$	Ja (aktiv)	Defaultwert gemäss Fussnote f) oder gemäss Vorgabe des VNB

Quelle: Branchendokumente | VSE

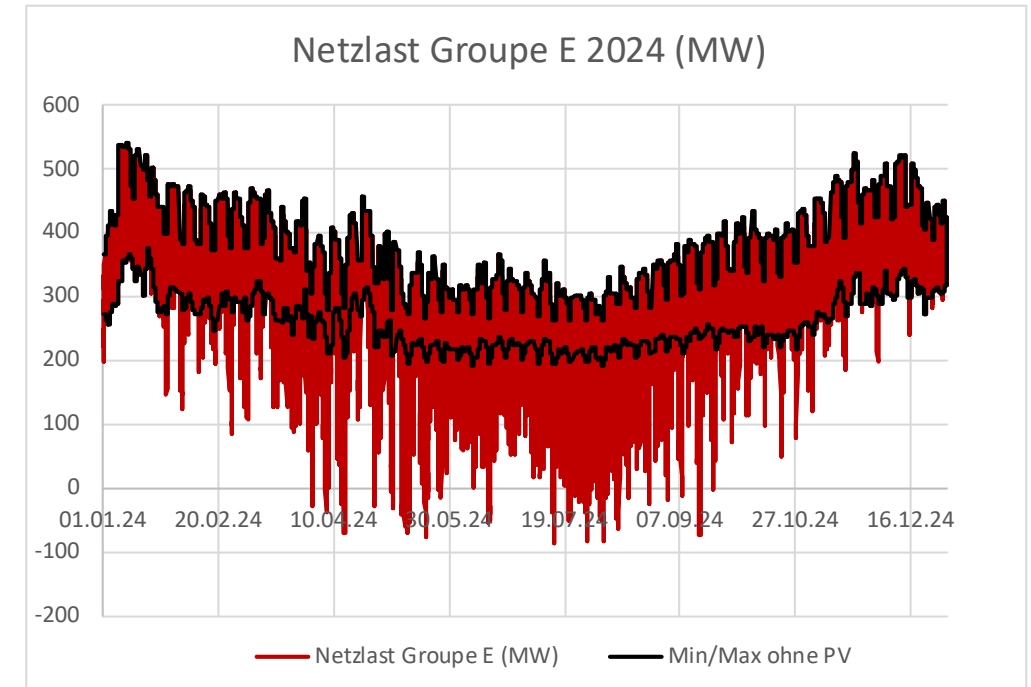


Marktintegration

PV-überschuss wird zum «Game-Changer»

- In den kommenden Jahren wird sich die Anzahl Stunden mit PV-überschuss und negativen oder nahe-Null Spotmarktpreisen erhöhen.
- Konstant positive Einspeisevergütungspreise bei negativen Marktpreisen, sind volkswirtschaftlich teuer.

Was sollen wir machen?



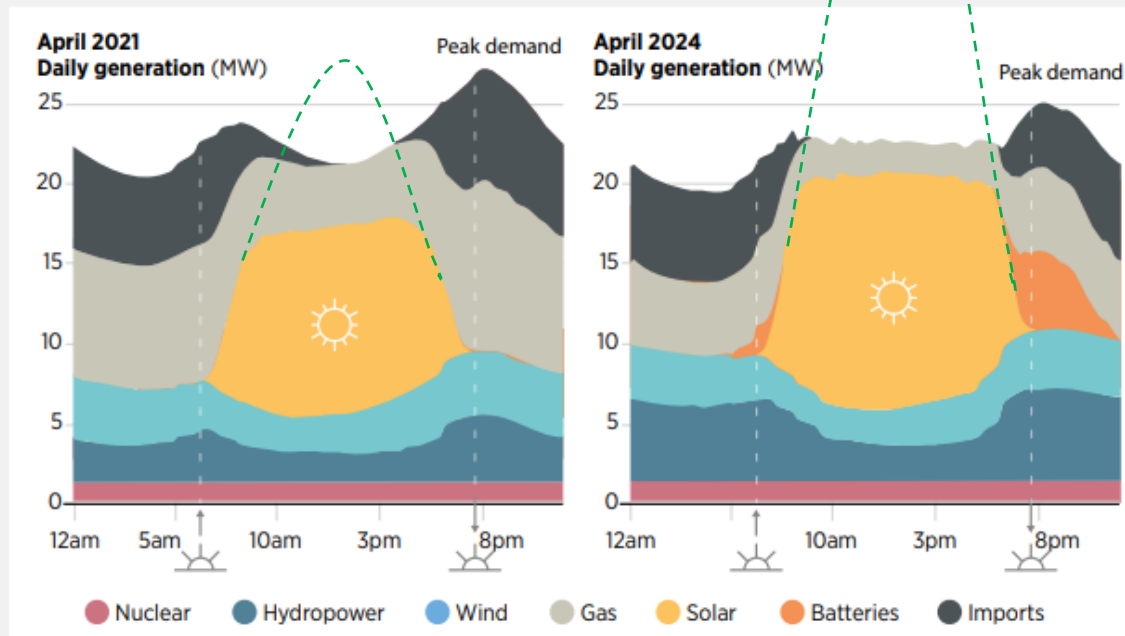
Quelle: Peter Cuony, Fachtagung Netzanschluss 2025, Burdorf

	2022	2023	2024	est. 2025
Nominale Leistung PV im Netz Groupe E (MW)	286	394	493	590?
Minimale Stundenlast auf dem Netz Groupe E (MW)	28	-31	-86	-120?
Stunden mit negativen Preisen am CH-Markt (h)	1	76	292	400?
Stunden mit "negativer" Netzlast bei Groupe E (h)	0	3	124	220?
PV-überschuss Netz Groupe E * Marktpreis (CHF/Jahr)	0	600	140'000	400'000?

PV-Einspeisung im zukünftigen Stromsystem

Wie sieht ein PV-Einspeiseprofil in Zukunft aus?

FIGURE 3.3 California power dispatch in April 2021 (left) and April 2024 (right)



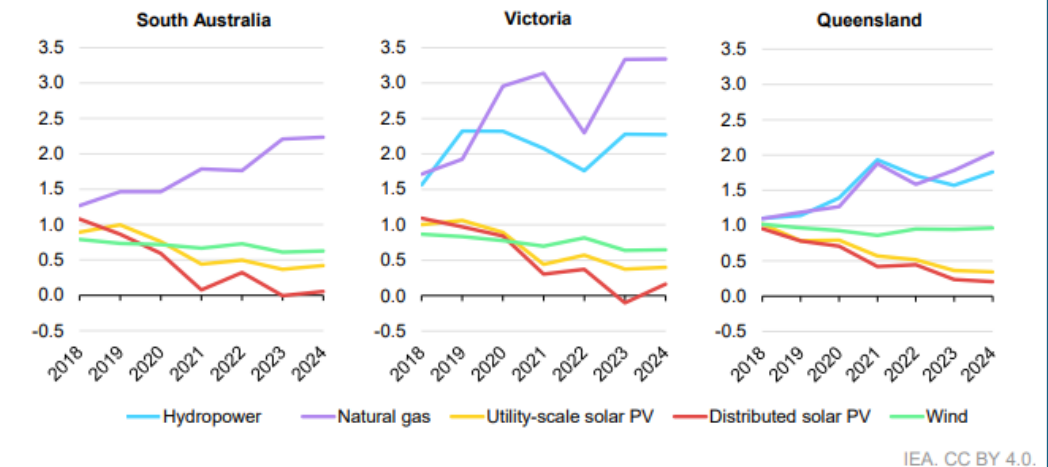
Source: (Plumer and Popovich, 2024).

Quelle: IRENA World energy transition outlook 2024

+ von Peter Cuony geschätzte PV-Produktionskurve ohne Abregelung

Wie hoch ist der Marktwert von PV in Zukunft?

Capture rate of generators by fuel type in selected NEM regions, 2018-2024

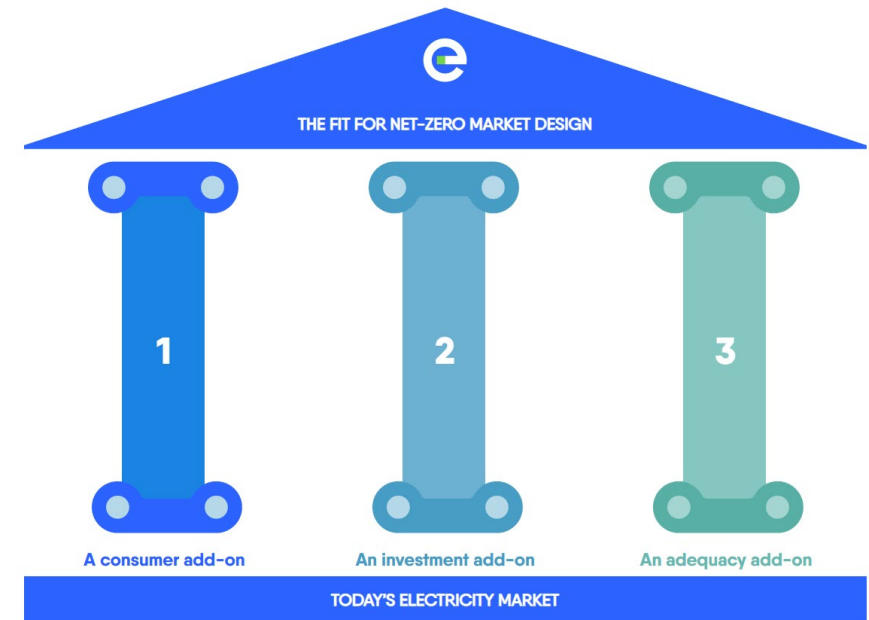


IEA, CC BY 4.0.

Quelle: IEA - Electricity 2025

Marktwert von PV-Produktion tendiert gegen 0

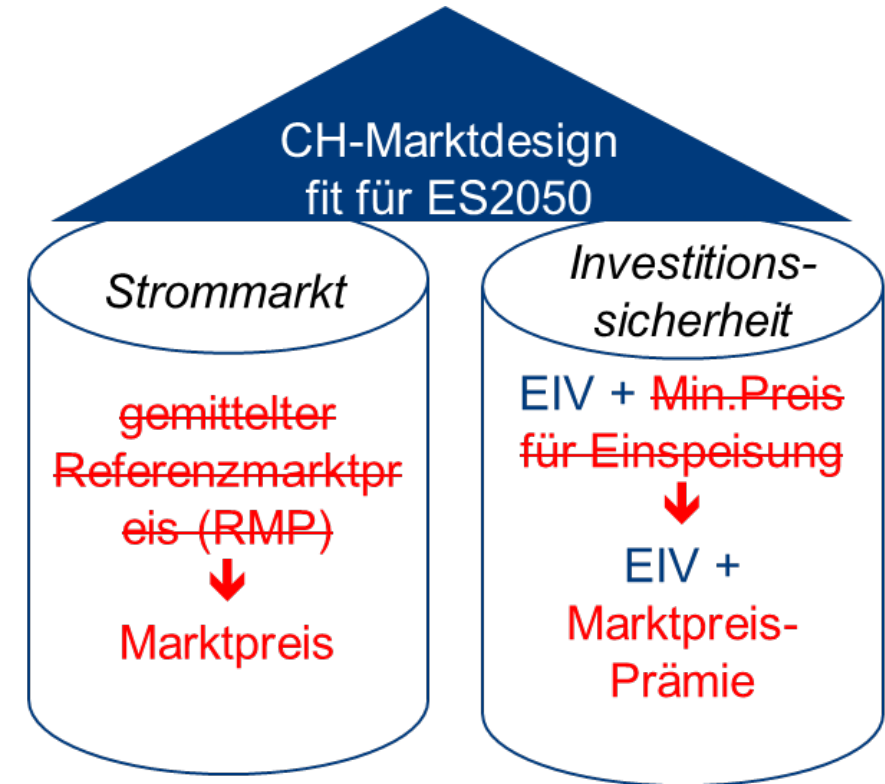
- Wenn Grenzkosten-0-Technologien viel produzieren ist der Marktpreis nahe null oder negativ.
 - Grenzkosten-0-Technologien können nicht profitabel betreiben werden, wenn sie marktpreisbildend werden.
 - Die Spotmarktregeln könnten verändert werden, aber das wäre weniger effizient, als wenn man den Spotmarkt so weiterführt und parallel dazu ein effizientes «investment framework» eingeführt wird.
- Das EU-Marktdesign basiert auf dem merit-order/pay-as-cleared Spotmarkt.
 - Das ist gut und soll so bleiben.
 - Das Marktdesign muss ergänzt werden mit einem Investment Framework



Quelle: <https://market-design.eurelectric.org/>

Investitions-Framework für PV in der Schweiz

- PV-Anlagen kriegen bei Inbetriebnahme eine Einmalvergütung (Kapazitätszahlung)
- Wahrscheinlich ab 2027, wird Photovoltaik zu Marktpreisen vergütet und Anlagen <150kW erhalten eine PV-Marktpreisprämie.
- Für neue grosse PV-Anlagen gibt es Ausschreibungen für eine gleitende Marktpremie.



Änderungen in Rot
wahrscheinlich ab 2027

Vergütung der PV-Einspeisung in der Schweiz

- Wenn zu viel Strom im System ist dürfen nicht mehr alle PV-Anlagen einspeisen.
- Der Ausgleich soll hauptsächlich über die Vergütung der Einspeisung geschehen.



Neues Energiegesetz 2026 und vom Parlament in der Herbstsession beschlossene Änderungen

EnG Art15.1^{bis} Die Vergütung für Elektrizität aus erneuerbaren Energien richtet sich nach dem ~~vierteljährlich gemittelten~~ Marktpreis zum Zeitpunkt der Einspeisung. Der Bundesrat legt für Anlagen bis zu einer Leistung von 150 kW Minimalvergütungen fest. Diese orientieren sich an der Amortisation von Referenzanlagen über ihre Lebensdauer. **Liegt der Referenz-Marktpreis nach Artikel 23 unter den Minimalvergütungen, hat der Produzent Anspruch auf den Differenzbetrag.**

Umfrage Vergütung PV?

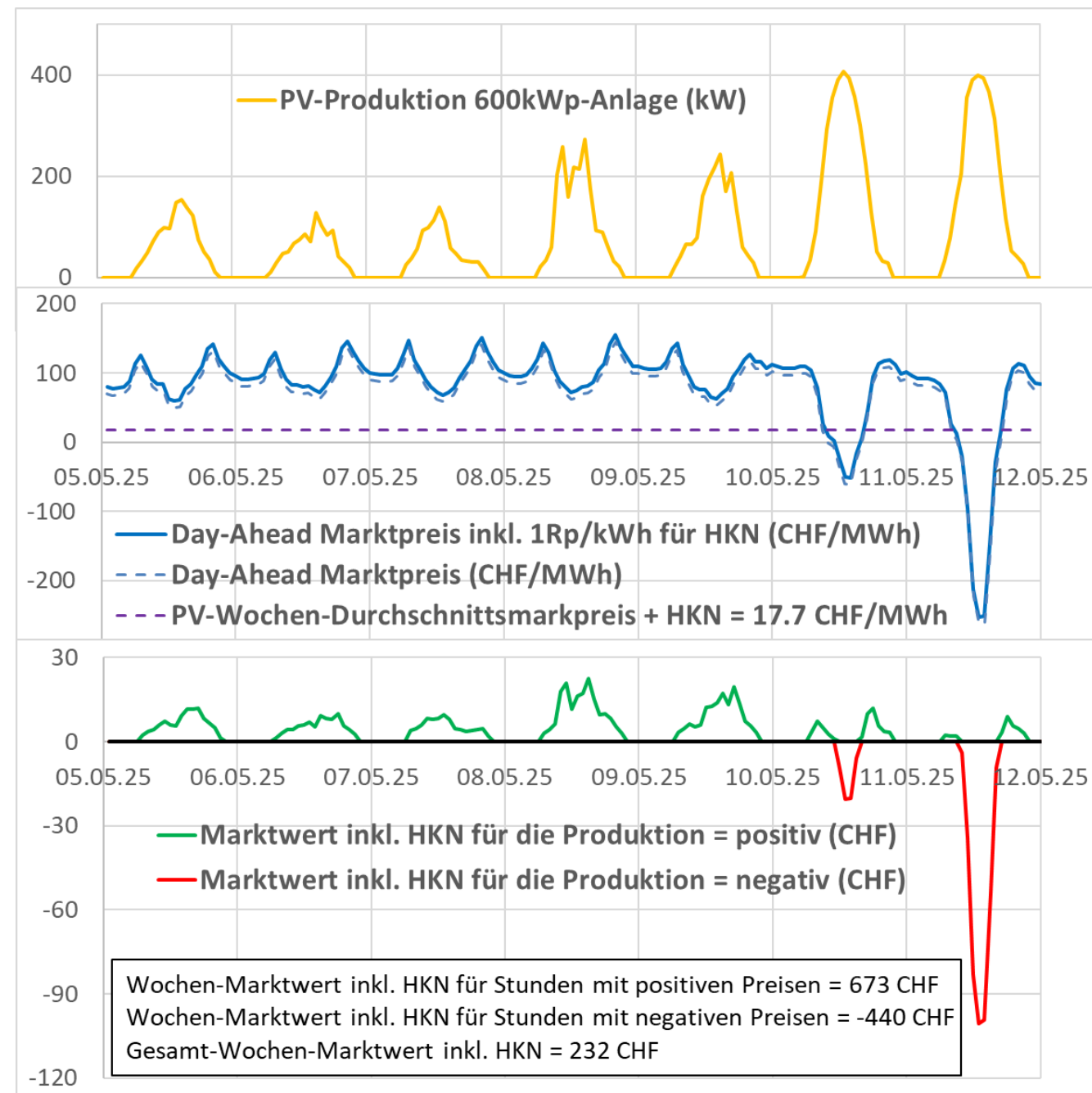
Beispiel Woche 19 2025

- Durchschn. Marktpreis: 7.3 Rp./kWh
- HKN: 1 Rp/kWh
- PV-Referenzmarktpreis: 0.8 Rp./kWh

Welches Vergütungs-Modell empfehlen Sie dem Produzenten (>150kW)?

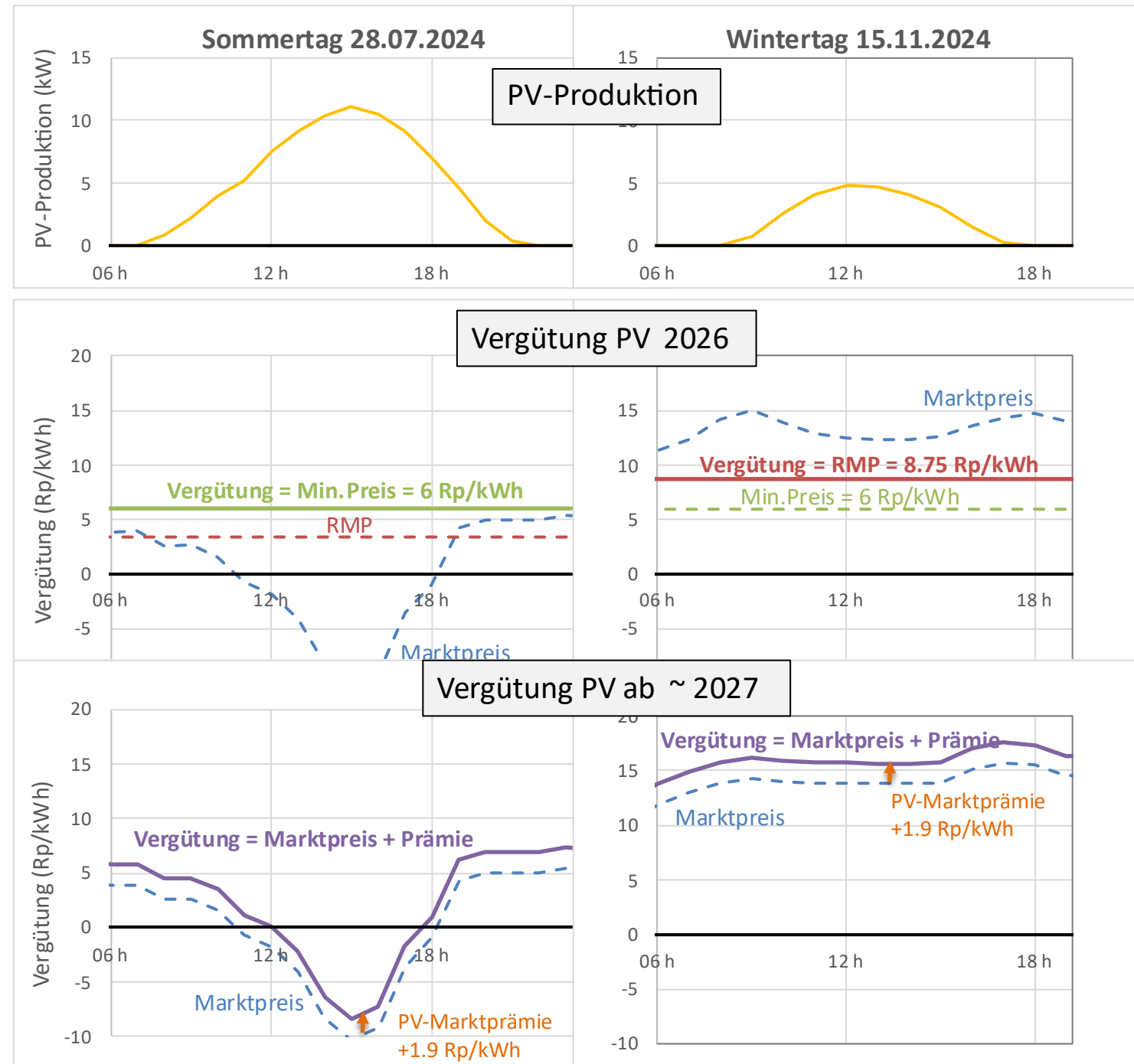
- A. PV-Referenzmarktpreis
- Einspeisung: 13,1 MWh
 - Vergütung: 232 CHF
- B. Marktpreis , *Einspeisung nur wenn Preis > 0*
- Einspeisung: 9,1 MWh
 - Vergütung: 673 CHF

Welche VNB/Lieferanten bieten ein optionales Vergütungsmodell zu Marktpreisen an?



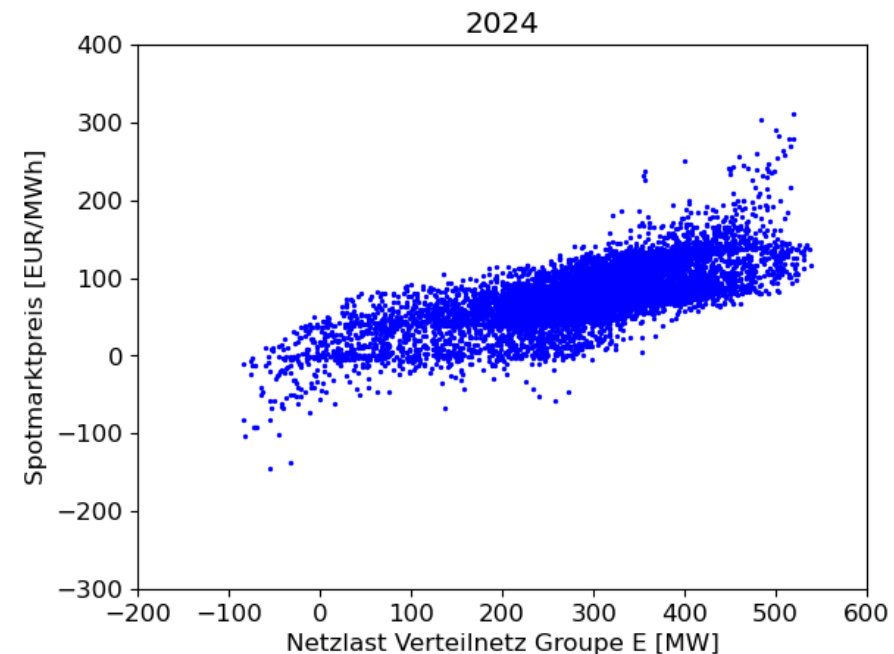
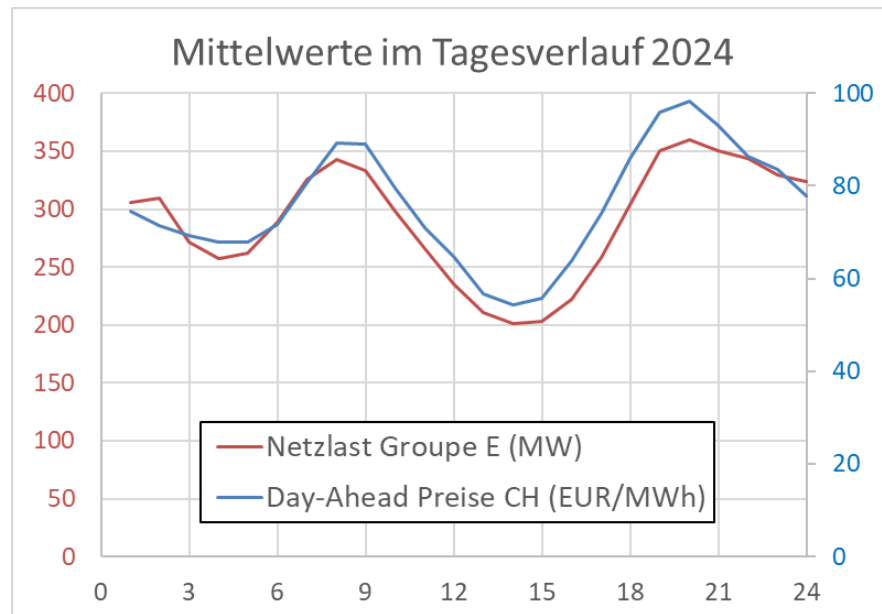
Vergütung nach Marktpreisen

- Mit «stündlichen» Marktpreisen, kriegt PV einen Anreiz bei negativen Preisen (=zu viel Strom im System) die Einspeisung zu reduzieren.
- Bei negativen Preisen kann der Eigenverbrauch erhöht, die Energie gespeichert oder die Produktion reduziert werden.
- Mit einer Marktpremie kann die Rentabilität von PV-Anlagen <150kW sichergestellt werden, ohne grössere volkswirtschaftliche Kosten.



Was hat die PV-Vergütung mit dem Stromnetz zu tun?

- Die Netzlast korreliert in der Schweiz sehr gut mit den Strompreisen am Spotmarkt.
- Der Strommarkt kommt bedeutend früher an die «Grenze» als das Stromnetz.
- Wenn der Strommarkt die PV-Einspeisung reduziert, wenn der Strom niemand braucht, dann muss das Stromnetz nur noch in sehr seltenen Fällen korrigierend eingreifen.



Quelle: Präsentation Peter Cuony, Fachtagung Netzanschluss 2025, Burdorf

Fazit

- Photovoltaik wird zu einer systemrelevanten Stromproduktion.
- In Zukunft kann nicht mehr jede kWh Überschuss eingespeist werden. Die Produktion für Eigenverbrauch und Speicherung bleibt aber jederzeit uneingeschränkt möglich.
- Anpassungen der Vergütung von PV-Einspeisung sind nötig für den Ausgleich von Produktion und Verbrauch.
- Der Verteilnetzbetreiber braucht einen garantierten Zugang zur Flexibilität, um eine «beschränkte» Menge der PV-Einspeisung reduzieren zu können. Andernfalls sind unnötige Erhöhung der Netztarife nicht zu vermeiden.

FRAGEN ???