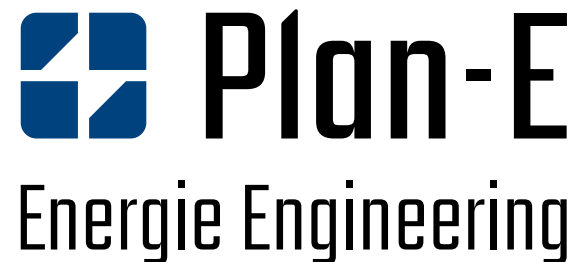


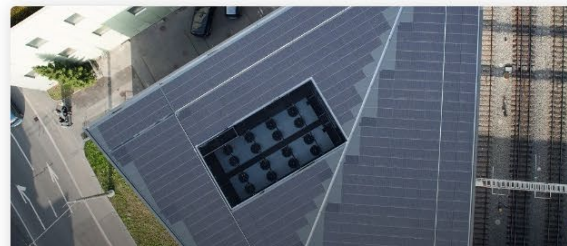
Die Zukunft der Netzintegration von Photovoltaikanlagen

Samuel Summermatter | Plan-E AG





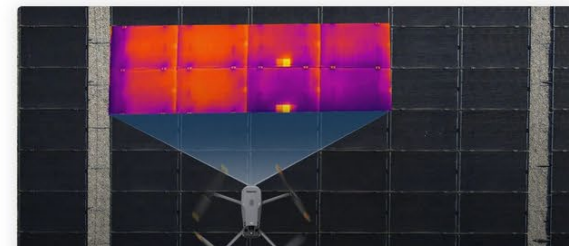
Samuel Summermatter
Co-Geschäftsleitung und
Experte Photovoltaik Engineering
samuel.summermatter@plan-e.ch



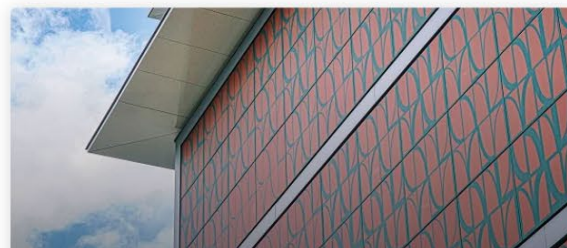
PV-Anlagen planen



Integrale Energieplanung



Betrieb von Energiesystemen



Innovationen

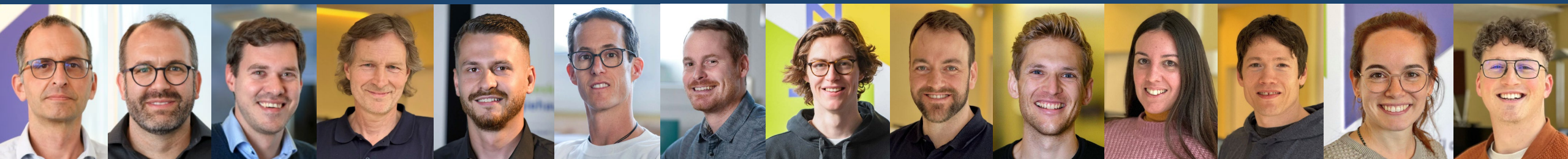


Expertisen

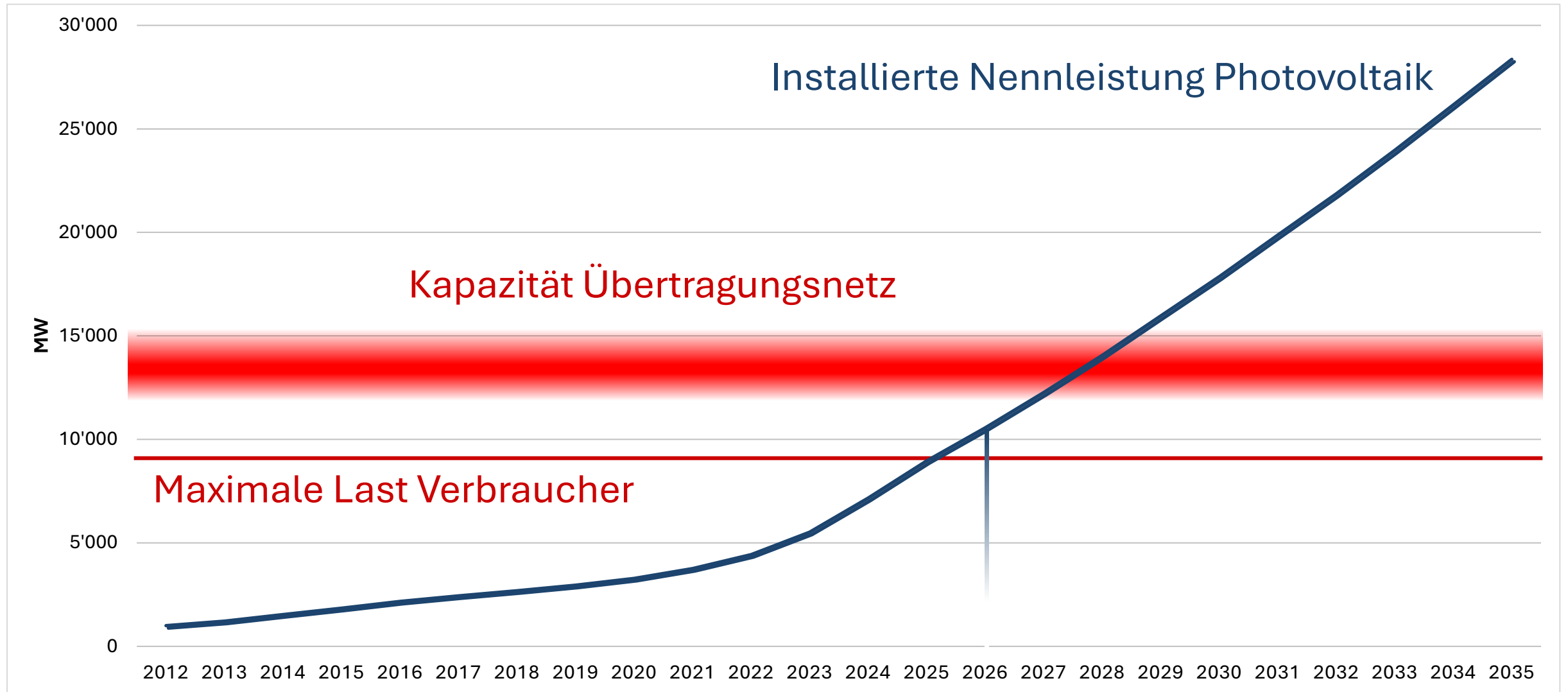


Infrastruktur

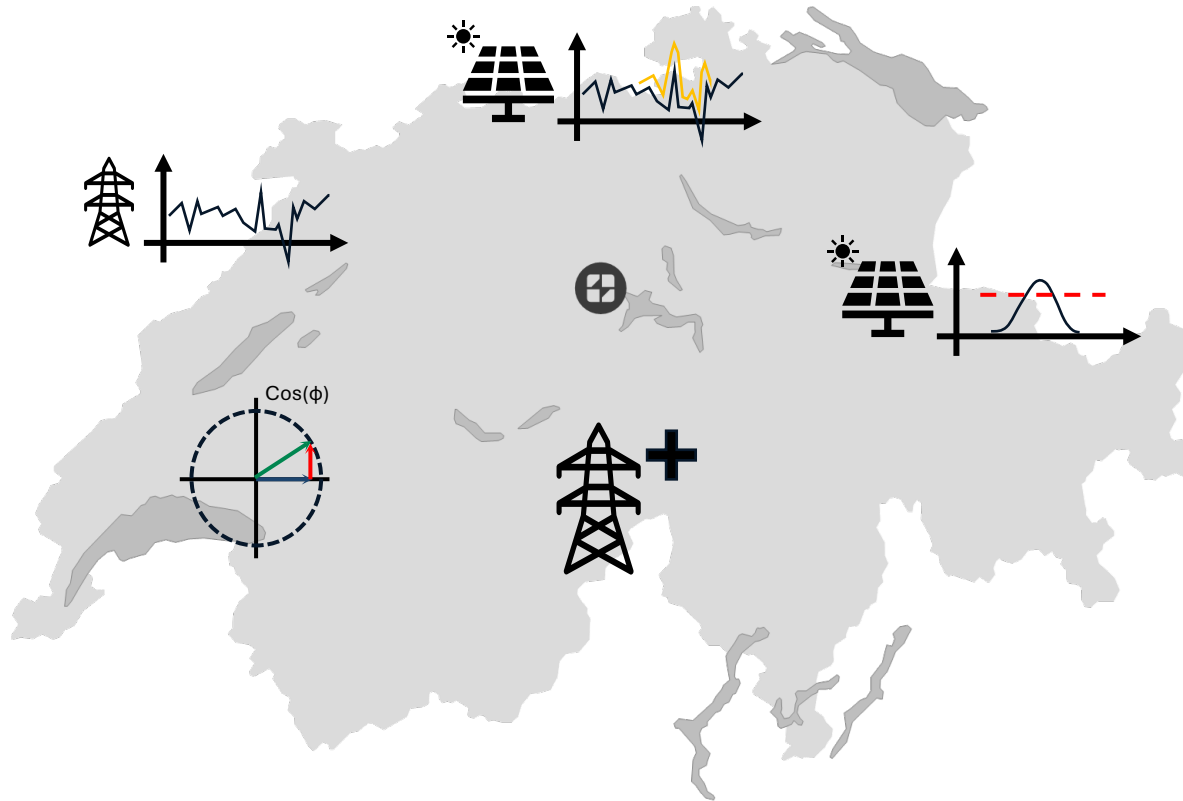
Elektroingenieure | Energieingenieure | Bauingenieure (Fassadentechnik) | Maschinenbauingenieure | Architektin | Studenten



Wie sieht die Zukunft aus?



Was heisst das?



Graphik von Plan-E AG

- Dynamische Abnahmevergütung
- Marktprämie Minimalvergütung
- Dynamische Verbrauchstarife
- Nutzung und Vergütung von Flexibilitäten
- Beschränkung der Rückspeisung am Anschlusspunkt auf 70% der Nennleistung (max. 3% Energieverlust)
- Dezentrale Spannungshaltung durch Blindleistung und Wirkleistungsregelung
- Punktueller Netzausbau wo nötig

→ Der Mantelerlass mit den Anpassungen im Energiegesetz schafft die notwendigen Rahmenbedingungen dazu

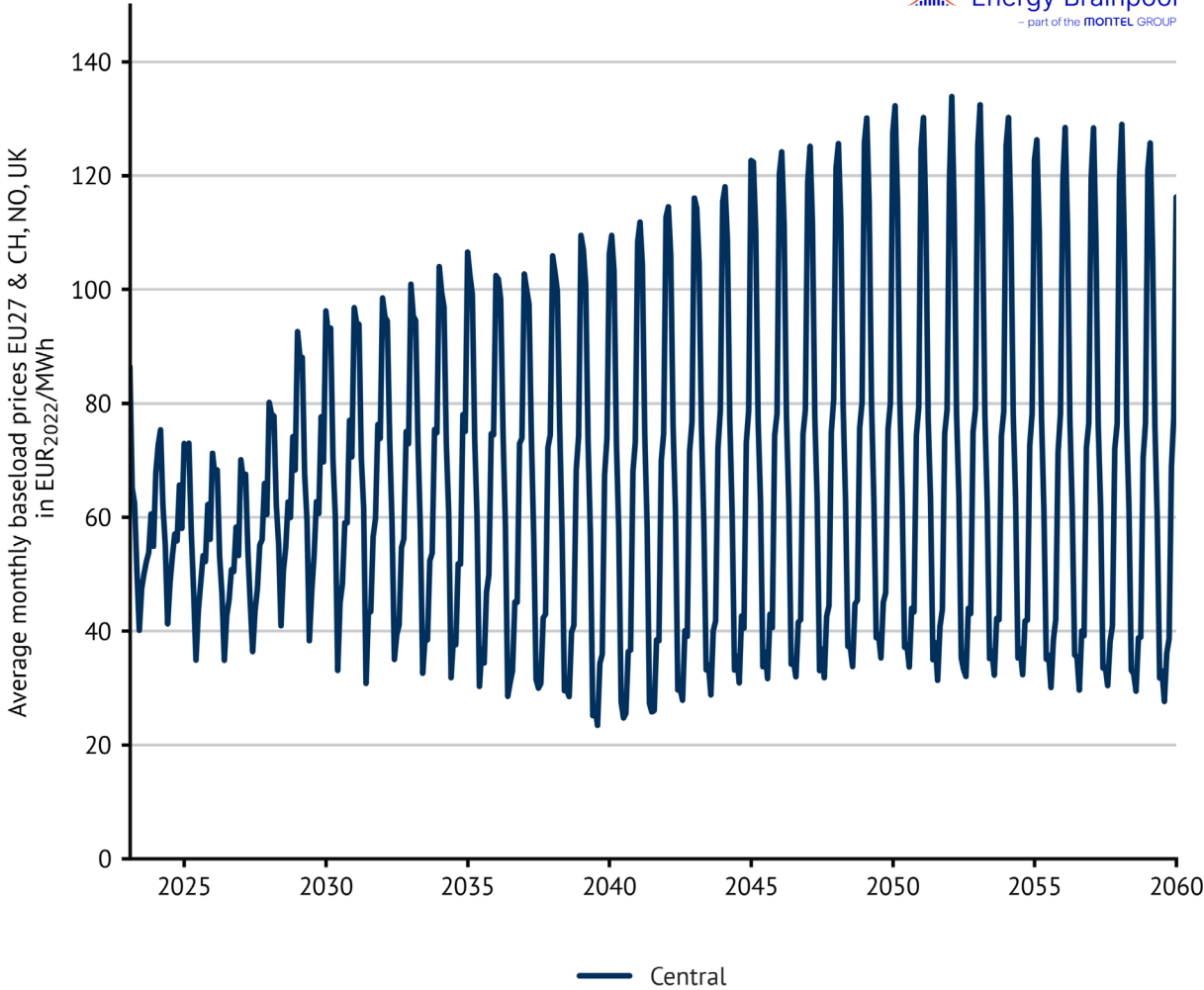
Ausblick Energiewende

- Wert von eingespeistem Solarstrom im Sommer-Halbjahr tief, saisonale Variabilität
- Eigenverbrauch und neue Konzepte wichtig
- Europaweiter starker PV-Ausbau

Referenz-Marktpreise für Photovoltaik

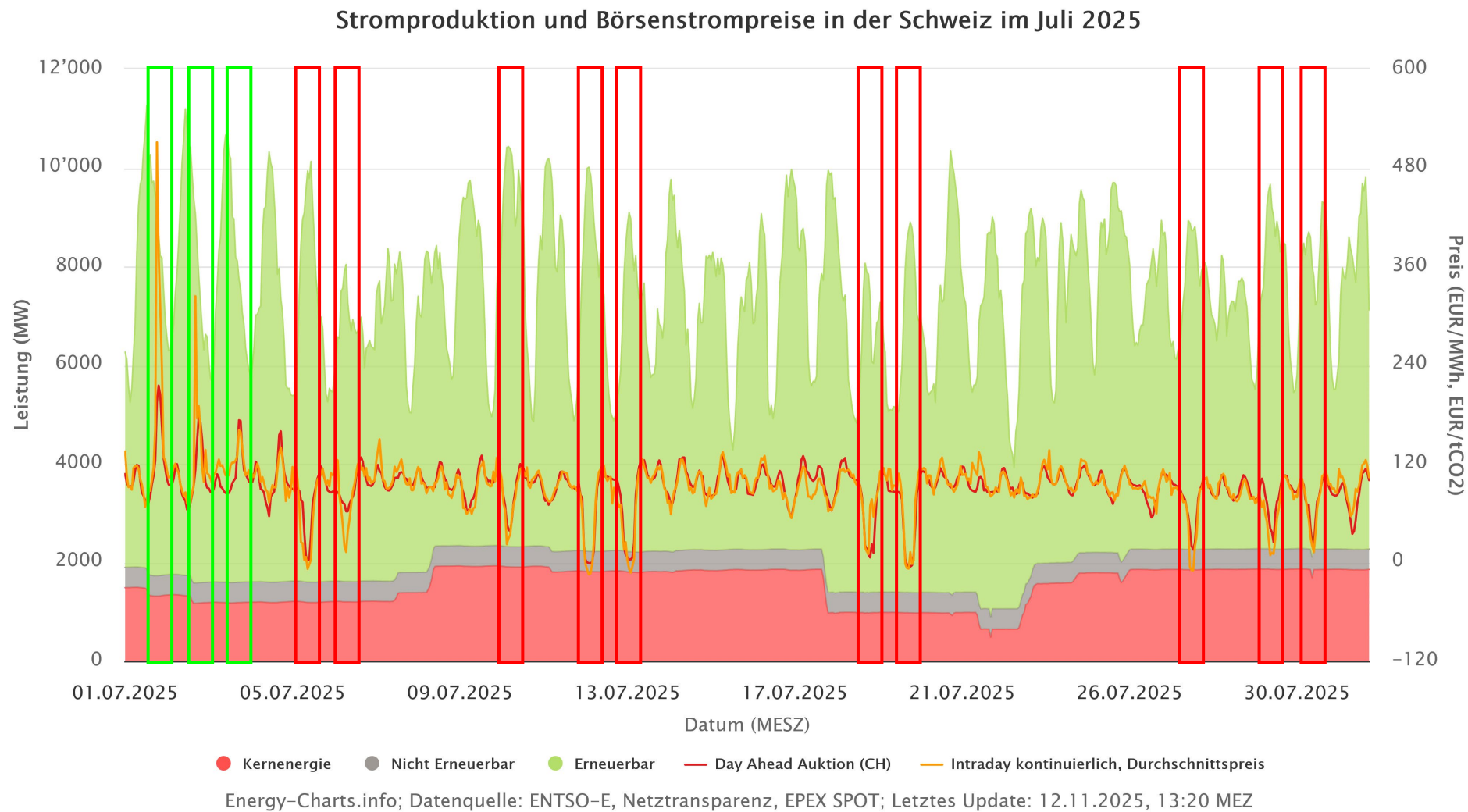
Jahr	Monat	Monatlicher Preis (CHF/MWh)	Monatliches Volumen (MWh)	Quartal	Quartalspreis (CHF/MWh)	Quartalsvolumen (MWh)
2025	1	126.29	97'594	Q1	103.80	551'603
2025	2	131.18	134'209			
2025	3	85.45	319'800			
2025	4	41.23	507'696	Q2	27.59	1'661'315
2025	5	20.09	529'526			
2025	6	22.86	624'093			
2025	7	66.49	573'998	Q3	57.31	1'410'958
2025	8	42.06	564'925			
2025	9	69.60	272'035			
2025	10	87.29	234'291	Q4	95.08	445'081
2025	11	101.67	135'692			
2025	12	107.50	75'097			

Quelle: BFE, Referenz-Marktpreise Photovoltaik gemäss Art. 15 EnEV

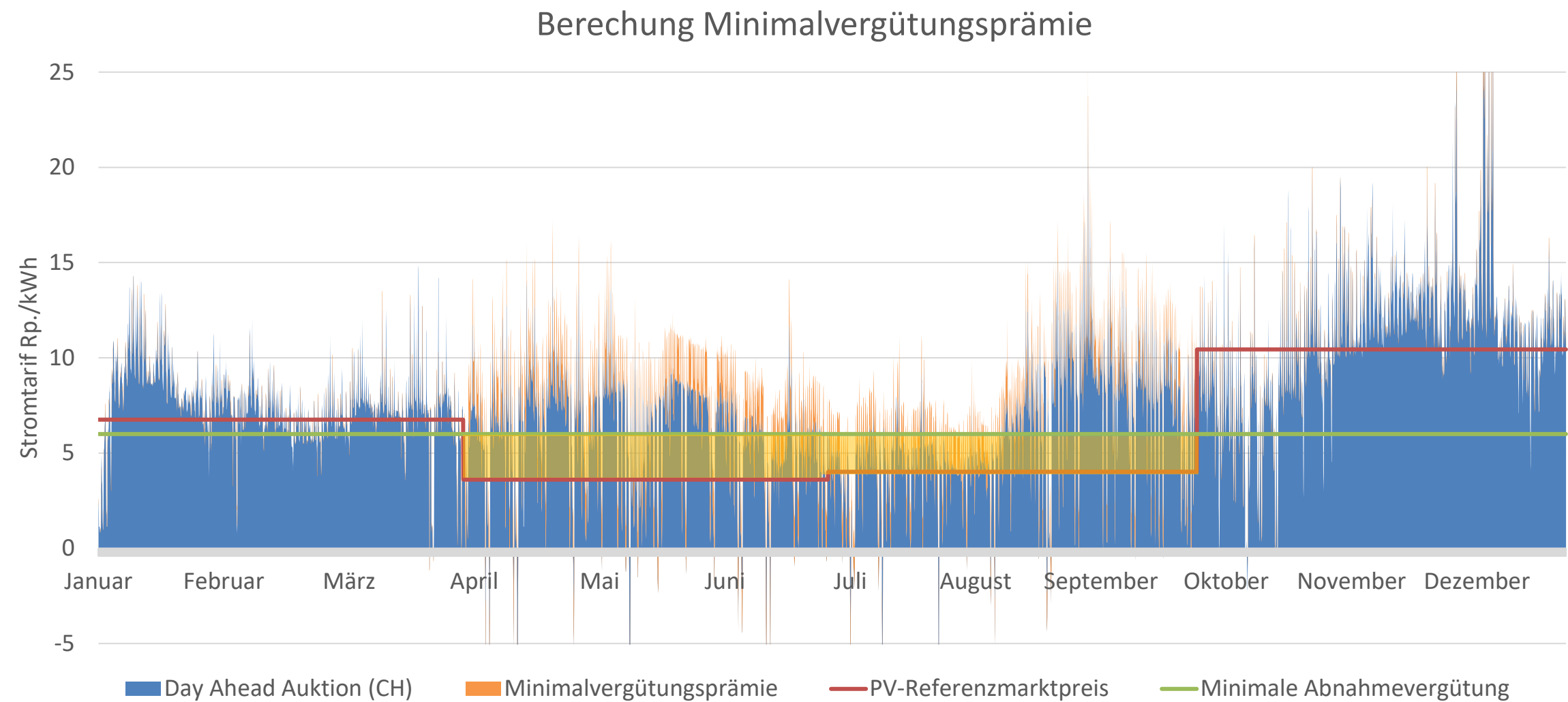


Quelle: Energy Brainpool, 2024- Prognose durchschnittliche Energiepreise Baseload bis 2060

Variabilität der Strompreise – Beispiel Juli 2025

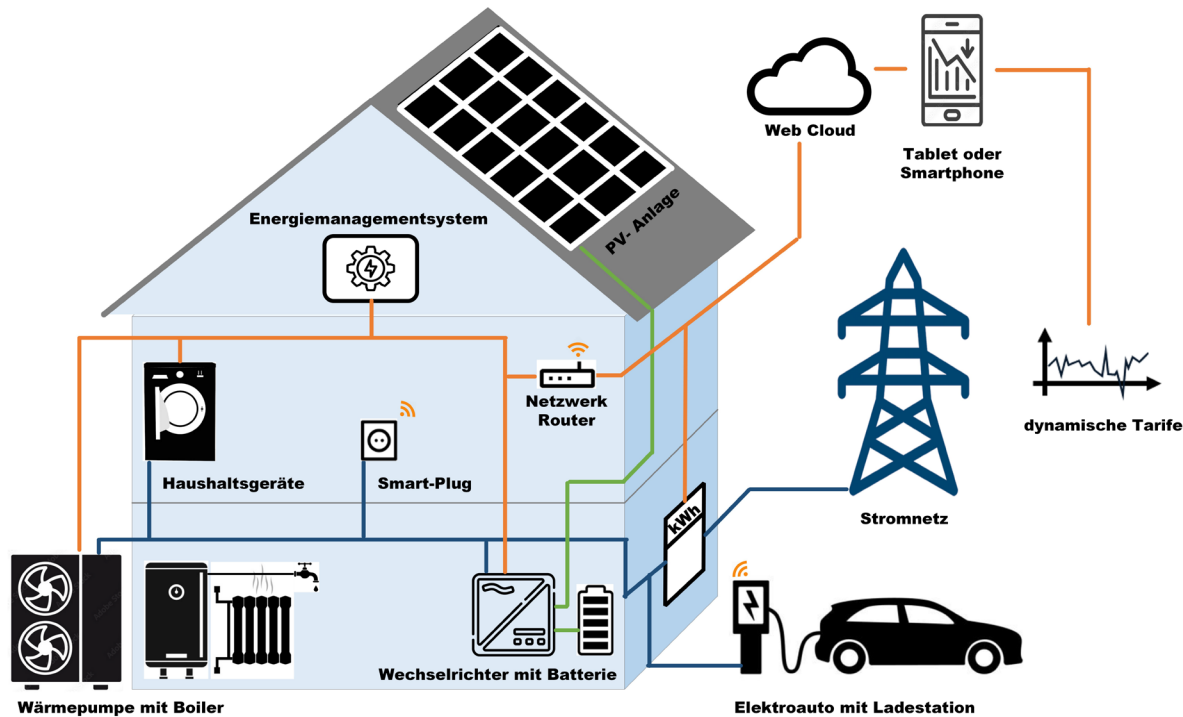


Abnahmevergütung - Minimalvergütungsprämie



Datenquelle: Swiss Energy-Charts
Graphik: Plan-E AG

Anlagenkonzepte



Graphik von Plan-E AG

- Bilanzmessung beim Anschlusspunkt
- Kommunikation Wechselrichter
- Kommunikation grosse Verbraucher
- VPN-Zugang für Fernparametrierung
- Lastmanagement mit Funktion für dynamische Reaktionen auf Preis- und Netzsignale
- Korrekte Parametrierung

→ Konzeptionelle Voraussetzungen sind bereits heute meist gegeben

Spannungshaltung – Funktionen Wechselrichter

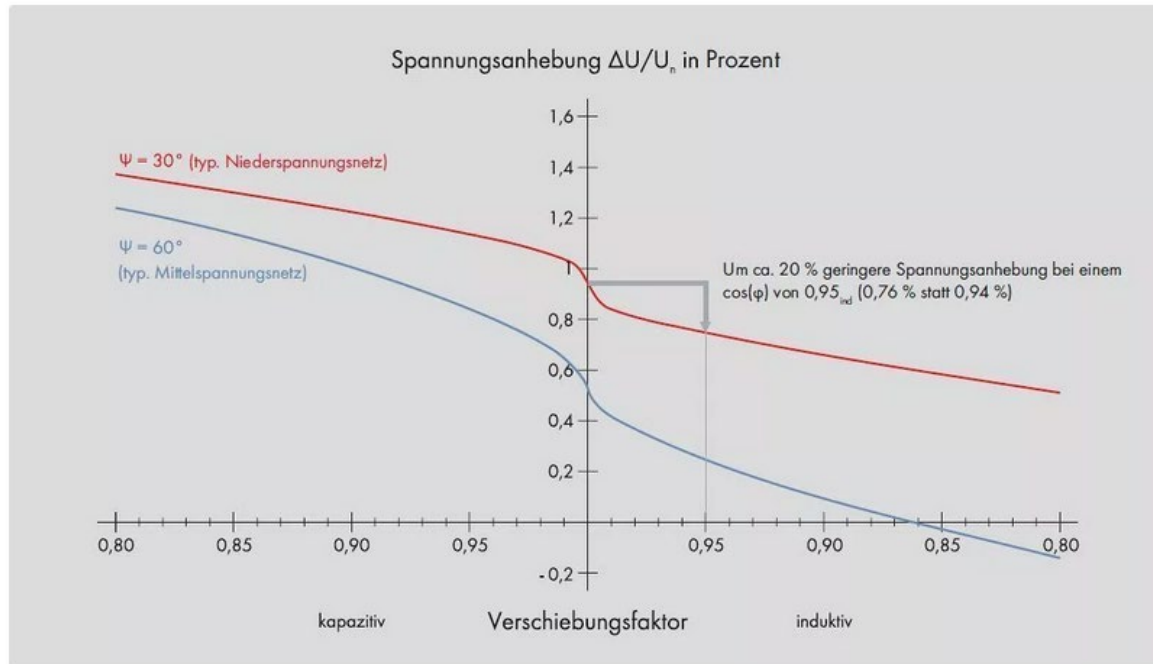


Abb. 3: Die prozentuale Spannungsanhebung bei 27 kW Wirkleistungseinspeisung, abhängig vom Netzimpedanzwinkel und dem Verschiebungsfaktor

Graphik von SMA

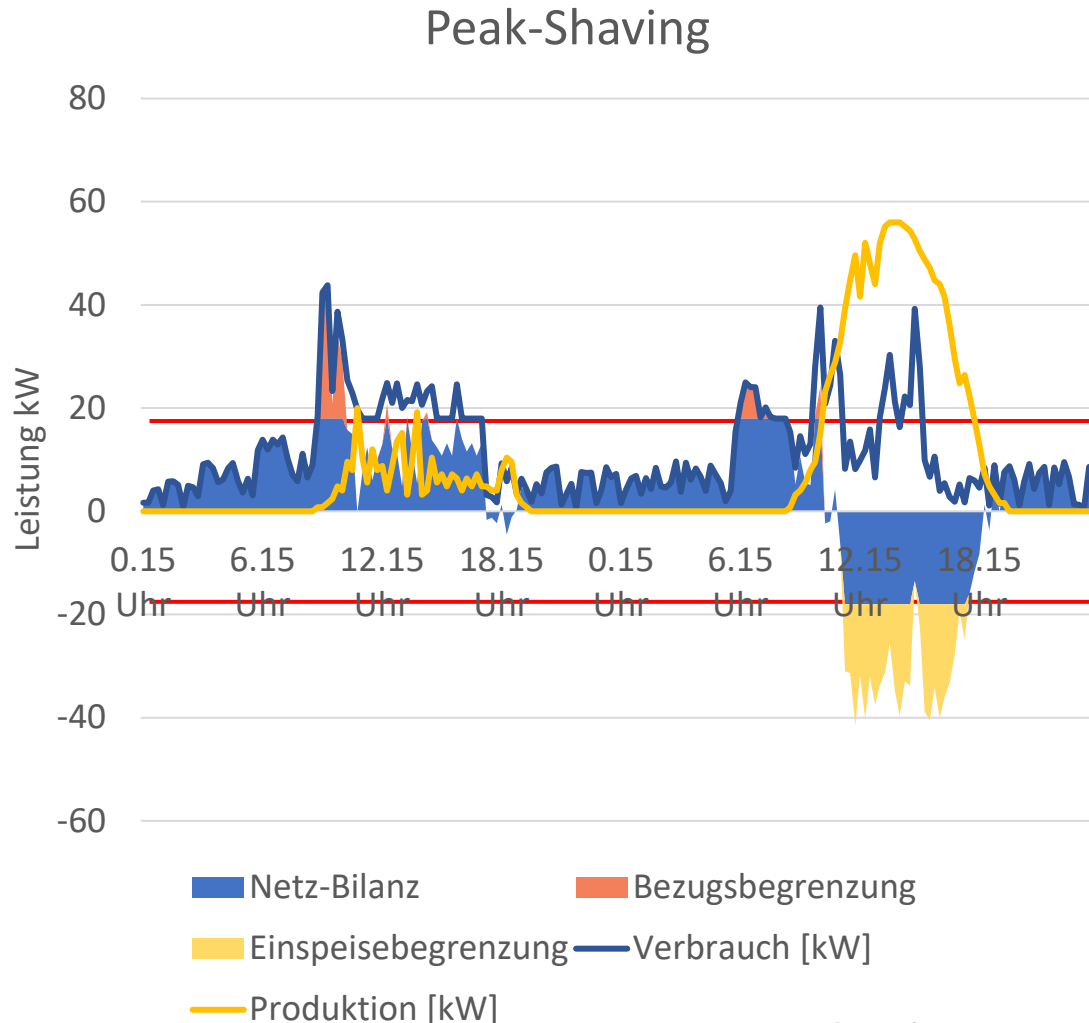
- Wirkleistungsbegrenzung $P(U)$
- Blindleistung in Abhängigkeit des Netzspannung $Q(U)$
- Fixe Blindleistungseinstellung Q_{fix}
- Fixer Blindleistungsfaktor $\cos \varphi$
- Blindleistung in Abhängigkeit des Nennleistungsverhältnisses $\cos \varphi (P/P_N)$

→ Die Wirksamkeit der Blindleistungsregelung ist abhängig von der Netzimpedanz

→ Der Blindleistungsbedarf ist bei der Dimensionierung vom Wechselrichter zu berücksichtigen

→ Netzdienliche Blindleistung darf vom Verteilnetzbetreiber nicht verrechnet werden

Wirkleistungsbegrenzung



Graphik von Plan-E AG

- Fixe Leistungsbegrenzung PV-Anlage (meist $P_{AC} / P_{DC} = 70 \%$)
- Leistungsbegrenzung PV-Anlage in Abhängigkeit der Spannung am Anschlusspunkt – $P(U_{ac})$
- Dynamische Leistungsbegrenzung am Netzanschlusspunkt mit Eigenverbrauch (z.B. $P_{ACmax} = x \text{ kW}$ aufgrund zu wenig Kapazität im Verteilnetz, für Rücklieferung und Bezug mit Ladestationen)

→ Wirkleistungsbegrenzung kann Ertragsverluste mit sich ziehen. Ab 3% müssen diese durch den Verteilnetzbetreiber vergütet werden.

Dimensionieren

- Nennleistungsverhältnis P_{AC} / P_{DC} des Wechselrichters
 - Wenn fixe Leistungsbegrenzung 70%
 - Wenn dynamische Leistungsbegrenzung am Anschlusspunkt abhängig von Ausrichtung und Neigung der Anlagen
- Scheinleistung des Wechselrichters unter Berücksichtigung der Anforderung an Blindleistung
 - $S = P / \cos \varphi$
 - $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$
- Dimensionierung Elektroverteilung
 - Bei dynamische Leistungsbegrenzung evtl. höhere Kapazität nötig
 - Berücksichtigung der Scheinleistung mit $\cos \varphi$
- Lange Zuleitung vom Netzanschlusspunkt zum Wechselrichter
 - Spannungserhöhung reduzieren durch grösseren Querschnitt der Zuleitung
- Netzanschluss
 - Mit aktivem Energiemanagement kann der Netzanschluss besser ausgenutzt werden

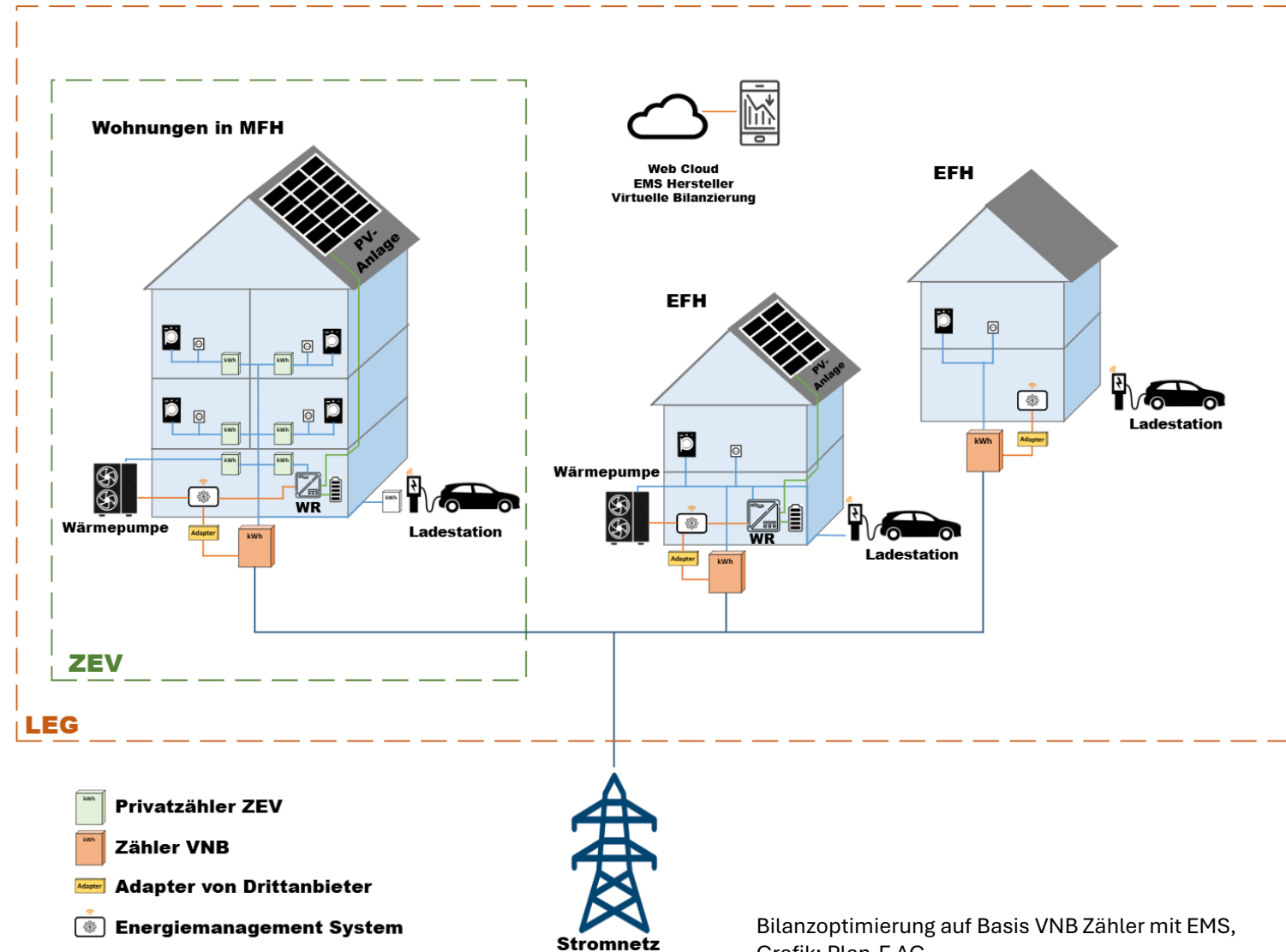
Flexibilitäten Nutzen

Mögliche Mittel:

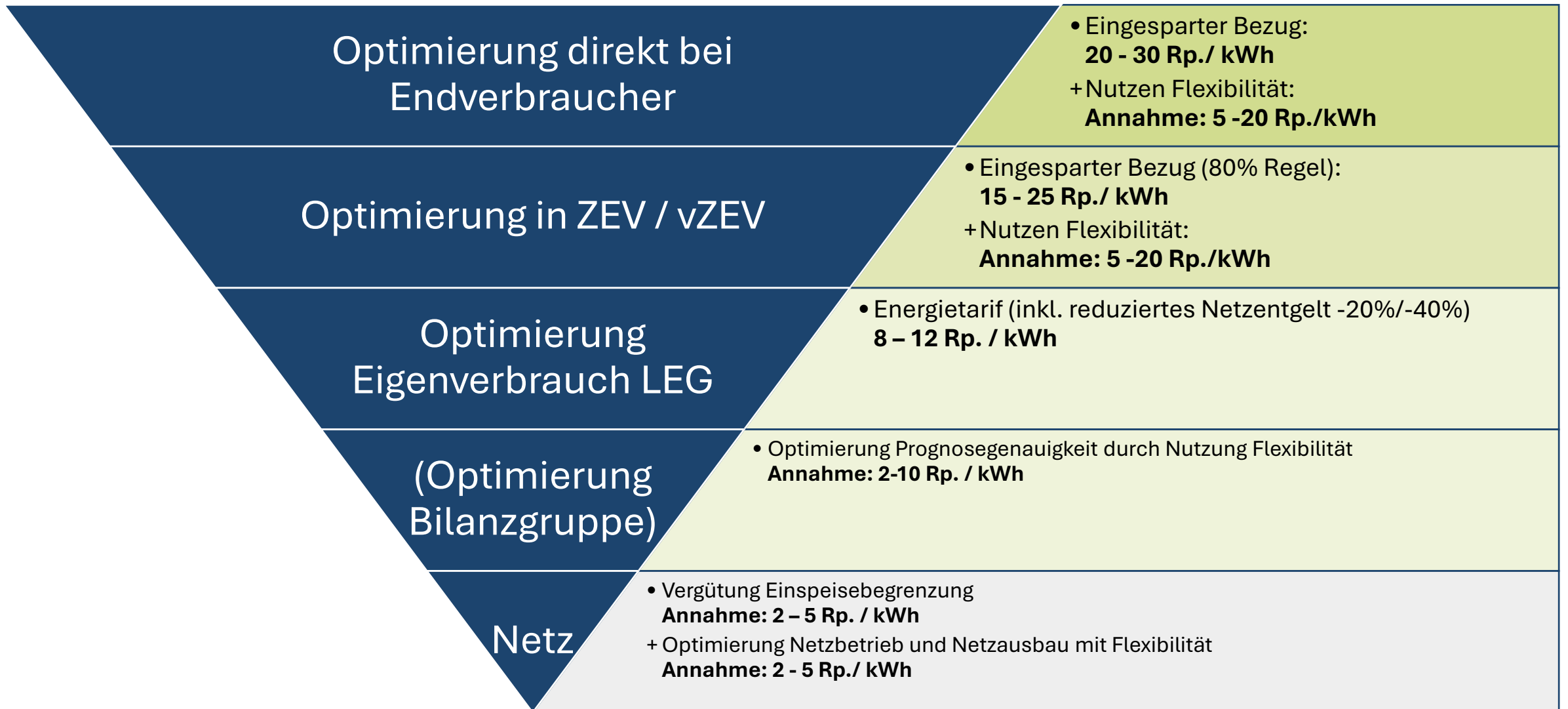
- Batteriespeicher
- Elektromobilität
- Thermische Energiespeicher
- Druckluftspeicher (Industrie)
- Power to X
(z.B. Stickstoffproduktion)

Ausdehnung:

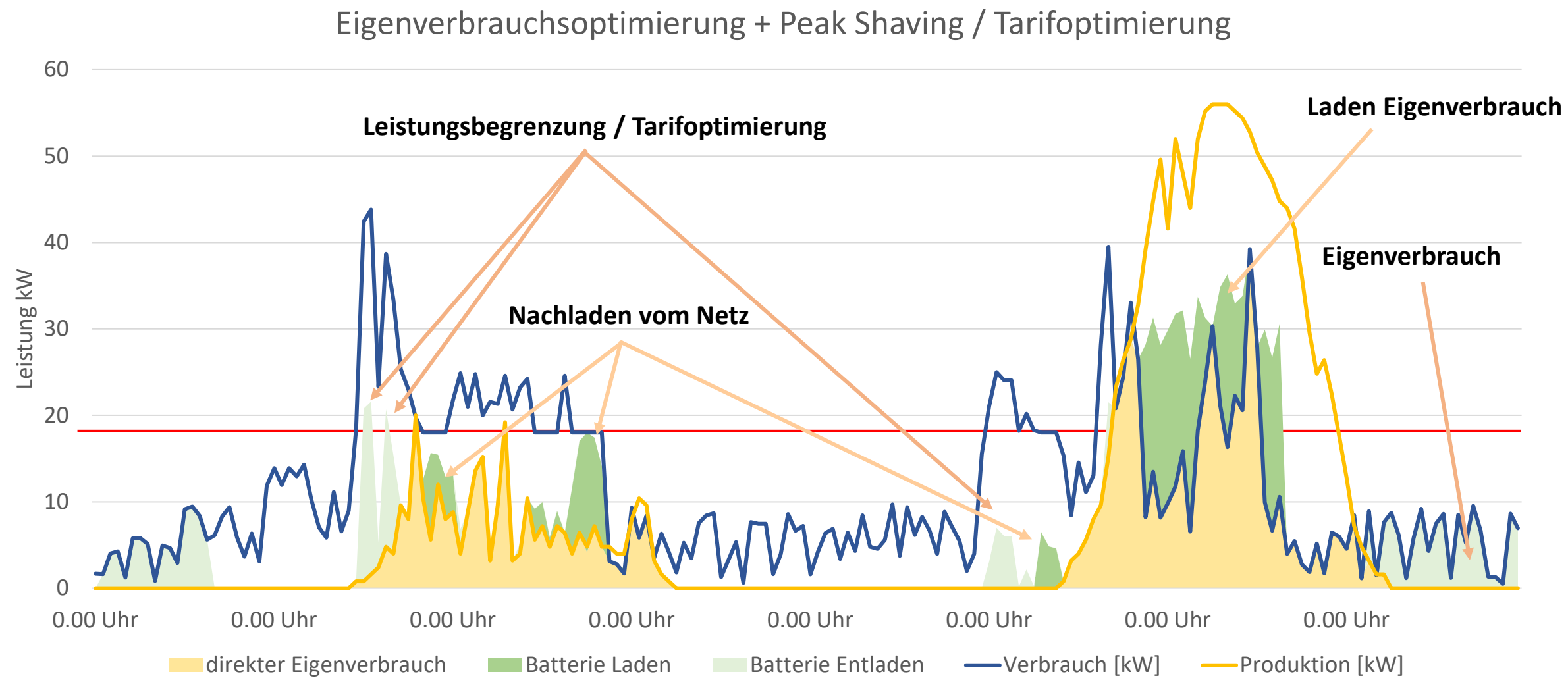
- Lokal
- ZEV / vZEV
- LEG
- Bilanzgruppe und Verteilnetz



Kaskade Optimierung von Flexibilitäten für Prosumer



Funktionen Batteriespeicher



Offene Fragen als Zusammenfassung

- Wie hoch sind die Kosten für die Umsetzung von Energiemanagementsystemen, welche auf Preissignale reagieren können?
- Erfolgt eine Standardisierung der Übermittlung von Preissignalen?
- Werden die Möglichkeiten der Spannungshaltung vom Wechselrichter ausgeschöpft und bei der Freigabe der möglichen Anschlussleistung vom VNB mit berücksichtigt?
- Wie wird sichergestellt, dass die richtigen Einstellwerte für den Wechselrichter definiert werden und diese auch korrekt eingestellt werden?
- Wie erfolgt die Vergütung bei Abriegelung von mehr als 3% der Produktionsmenge, und wie wird die Abriegelung ermittelt?
- Wie wird das Aktivieren von Flexibilitäten gefördert und vergütet?
- Gibt es künftig einfache Messkonzepte um kleinere DC-gekoppelte Batteriespeicher im vollen Funktionsumfang einzusetzen (Netzbezug und Netzeinspeisung)?



Wir bringen ihr PV- Projekt zum Erfolg!



www.plan-e.ch

 **Plan-E**
Energie Engineering



LinkedIn