

Herzlich Willkommen Info-Abend Einspeiseoptimierung



Wir begrüßen

- PV – Betreiber
 - Solateur
 - Elektroinstallateure
 - Verteilnetzbetreiber (VNB)
-
- Von der Presse
Frau Rahel Hegglin, Anzeiger Oberfreiamt

Unsere Themen

- Begrüssung
- Aus der Praxis - 3 Situationen
- Referat Einspeiseoptimierung
- Weiteres Vorgehen
- Ihre Fragen
- Aperero



Albert Amstutz Elektra Sins

Unterlagen

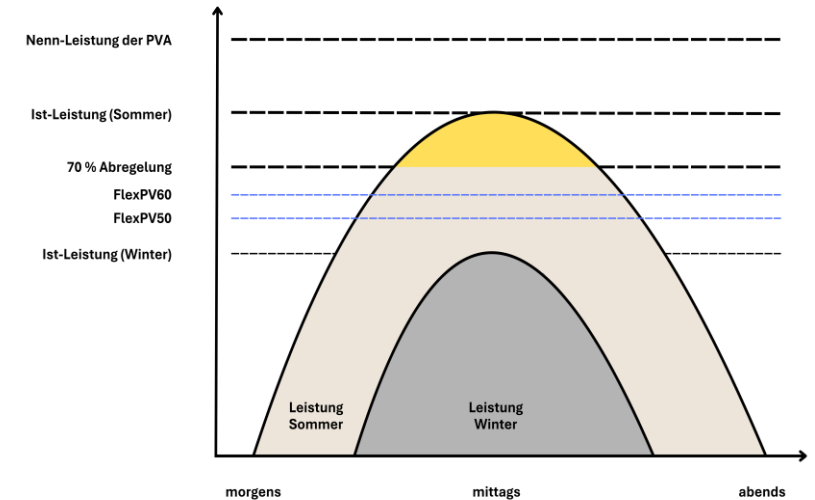
- Die Folien finden Sie bei Ihrem VNB (VerteilNetzBetreiber)
- Elektra Abtwil
- Elektra Aettenschwil
- Elektra Auw
- Elektra Merenschwand
- Elektra Mühlau
- Elektrogenossenschaft Oberrüti
- Elektra Sins

Einspeiseoptimierung - warum

- Grosser Zubau von PV-Anlagen
- Kapazitätsgrenzen in unserem Netz

Neue Wege:

- NOVA Prinzip: **N**etz **O**ptimierung **V**or **A**usbau
- Statt zusätzlichen Kupfer in den Boden → Optimieren
- Netzdienlich sein
- Lösung für PV-Betreiber und für VNB → Win - Win





Die Elektra Merenschwand hat aktiv bei der Gestaltung von FlexPV mit gemacht und wird voraussichtlich Mitte 2026 umgesetzt

Offen für weitere VNB

Aus der Praxis Elektra Auw

Ortsteile am Limit

- In den Regionen Bööl, untere Bergstrasse und die Region Tschoupis – Steiggistrasse stösst das Netz bereits an seine Grenzen und Neuanlagen können nur ohne Rückspeisung bewilligt werden. Stand heute sind es **12 Anlagen** die ohne Rückspeisung betrieben werden.
- Lange konnten wir fast alle Anlagen uneingeschränkt ans Netz bringen, leider rächt sich aber der Bau von zu grossen Anlagen in der Vergangenheit in den Quartieren.
- Der Netzausbau im bebauten Gebiet ist ein mühsamer Prozess welcher auch finanziell hohe Ressourcen verschlingt.

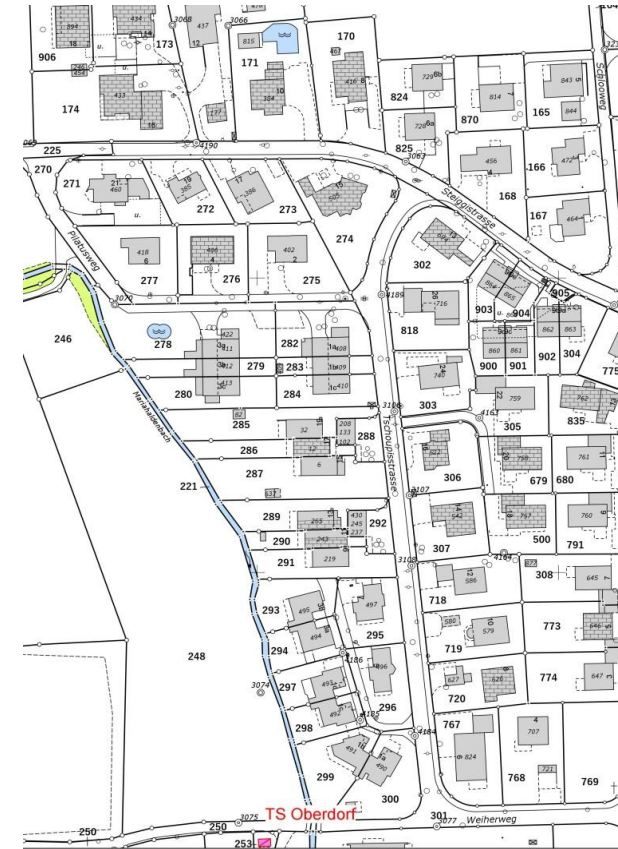
Hauptbrennpunkte wo Massnahmen nötig sind



Situation Bööf
mit Total 13 PVA`s



Situation Bergstrasse
mit Total 31 PVA`s



Situation Tschoupis / Steiggistrasse
mit Total 27 PVA`s

Lösungsansatz

- Gesprächsaufnahme mit den betroffenen Produzenten
- Problemlösung mit der garantierten Flexibilität und unseren Flexibilitätsmodellen
- Netzverstärkende Massnahmen gestaffelt nach Region

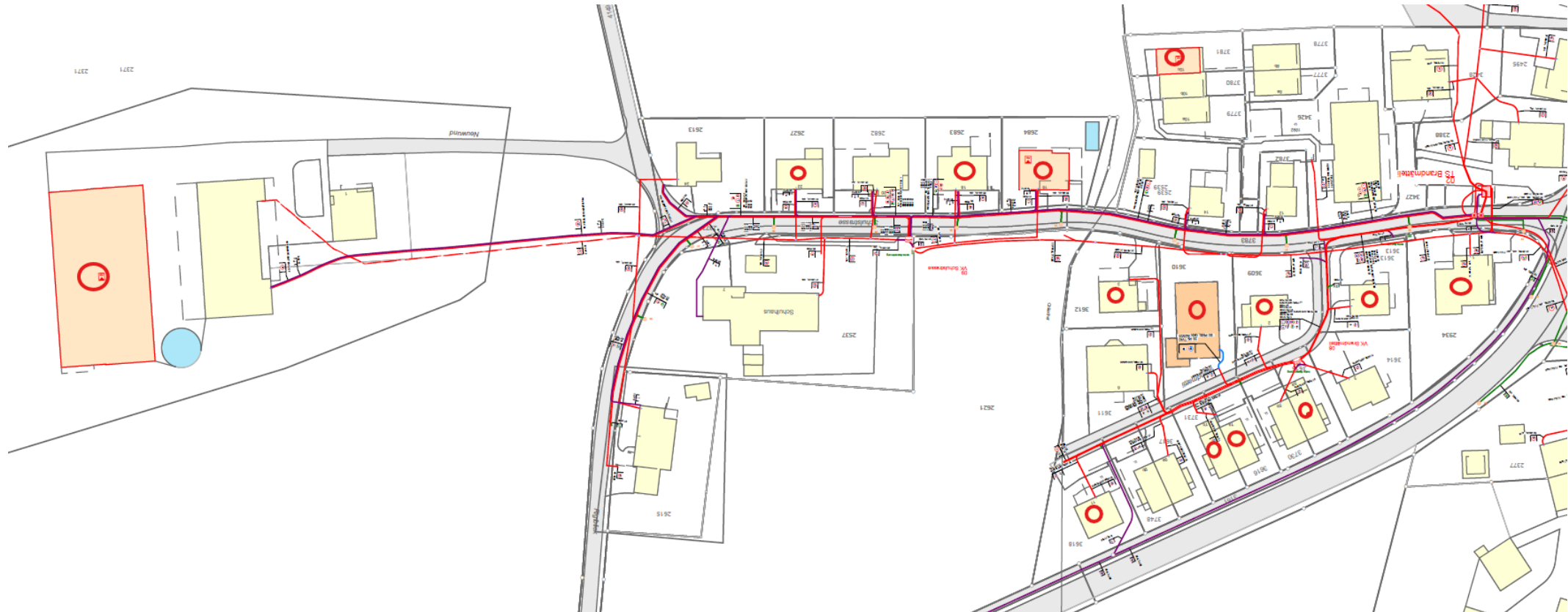
Aus der Praxis Elektra Aettenschwil



Trafoüberlastung in Aettenschwil

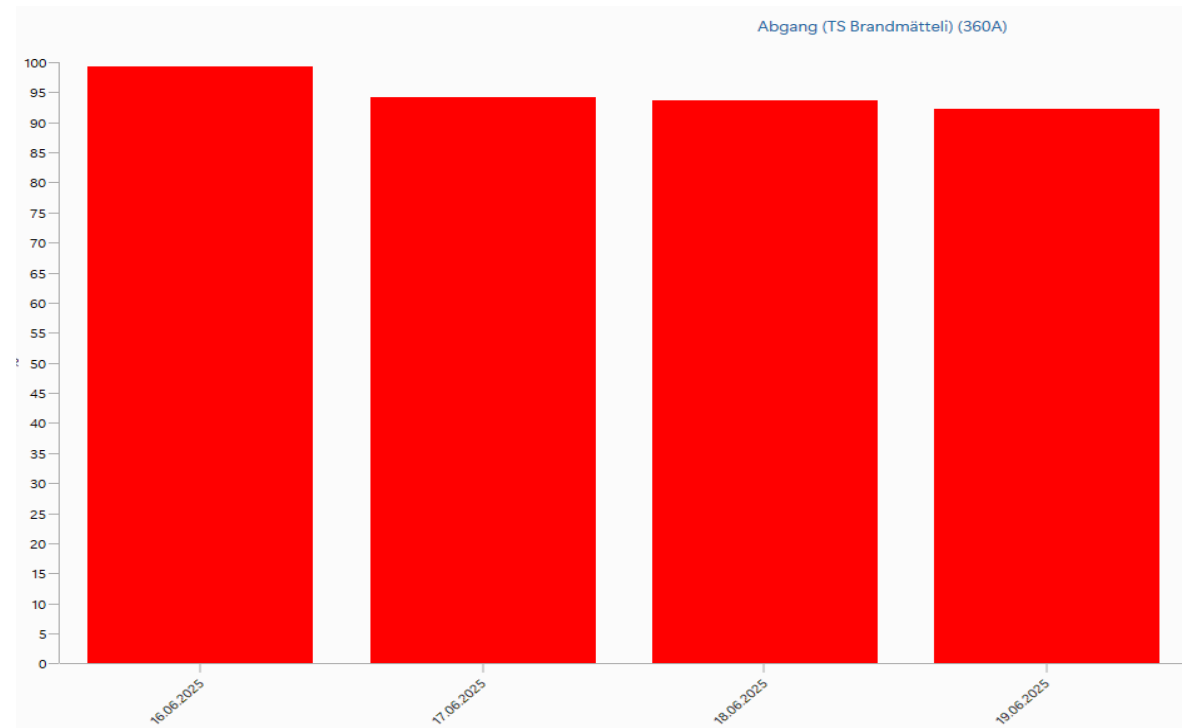
Ca. 330 kWp Produktion an einer Trafostation mit einer Kapazität von
250 kVA (ca. 240 KW)

Situation: 14 Anlagen (jedes 2 Dach)



> 50 % der Produktion in zwei Quartieren

- Mehr als 50% der gesamten Produktion im Quartier Brandmätteli und Schulstrasse
- In den Sommerferien fehlt die Last bei gleichzeitiger Maximalproduktion.
- Der Transformator kommt an seine Kapazitätsgrenze.
- Der Transformator ist 5 Jahre alt und wurde dreifach überdimensioniert bestellt.
- Momentan warten 3 Kunden auf Einspeisefreigebe.
- Anlagen nur noch mit 0 Einspeisung bewilligungsfähig.



Aus der Praxis Elektra Mühlau

Trafoüberlastung Kestenberg - 250 kVA

- Genehmigte PV-Anlagenleistung von 280 kWp und weitere Anlagen von ca. 60kWp konnten ab 2024 aufgrund der maximalen Leistung nur ohne Rückspeisung genehmigt werden.
- Betriebsmessungen haben im 2025 gezeigt, dass die maximale Rückspeiseleistung der 280kWp Anlagen bei ca. 220 kW liegt. Dies kann aber nicht unbedingt garantiert werden
- Mit 70% Leistungslimitierung aller Anlagen ist die Situation bis auf Weiteres behoben
- Alternativer Trafoausbau für ca. 60'000 CHF mit langer Lieferfrist (Stand 2024) kann so herausgeschoben werden
- Die Analyse einer grossen Anlage an diesem Trafo hat folgende Situation bei Leistungslimitierung aufgezeigt:
 - 70% : keine Reduktion
 - 60% : - 1.3%
 - 50%: - 5.7%



die Einspeiseoptimierung im Detail

mit Lars Huber



Background von Lars

- Bis 2013 Elektroniker / Software Entwicklung
- 2011-2013 PV-Planung
- 2013-2021 Stromzähler Lieferant für Netzbetreiber
- 2021-2023 Fachspezialist PV
Mitglied Swissolar Fachkommission: PV-Technik
- Ab 2024 Systemtechnik bei Stadtwerk Lenzburg
Mitglied Swissolar Programmgruppe (VNB-Vertreter): Solar-Update
- «Hobby» ab 2013 PV-Produktionsverhalten und -Netzintegration vorantreiben

Ziel heute Abend

- Verstehen was Einspeiseoptimierung und FlexPV sind und warum es sie braucht
- Einspeiselimitierung ist nichts schlechtes → im Gegenteil, Vorteil für PV-Ausbau
- Ihr geht mit einem guten Gefühl nach Hause und fühlt euch NICHT «betrogen»
 - Als PV-Betreiber : FlexPV ist für mich eine gute Sache
 - Als Installateur : FlexPV empfehle ich meinen Kunden

Ziel FlexPV

- Möglichst viel lokaler PV-Strom mit möglichst wenig Stromnetz
- «low hanging fruit» :
 - 5% Aufwand
 - 95% Zielerreichung
 - Vorteilhaft für ALLE → PV-Betreiber, Stromnetz, Netzbetreiber, Endkunden, PV-Branche
- Vorhandene Technik nutzen

Grundlagen Strom und Stromnetz

Leistung vs. Energie

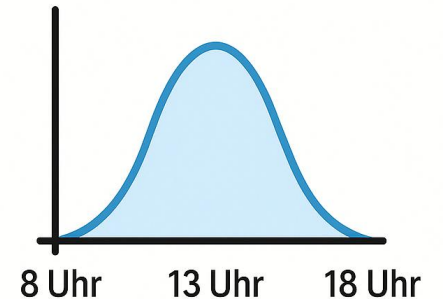
- **Leistung** ist eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt X
- **Energie** ist die geleistete Arbeit über eine Zeitspanne.
- **Vergütung** → die eingespeiste Energie in Kilowattstunden wird ausbezahlt

LEISTUNG
(kW)



wie stark die
Anlage jetzt
gerade ist

ENERGIE
(kWh)



was sie über den Tag
erzeugt hat

Analogien

LEISTUNG



wie schnell
das Auto
jetzt gerade fährt



ENERGIE



wie weit es
gefahren ist

LEISTUNG



wie stark der Wasserstrahl
aus dem Hahn kommt



ENERGIE



Gesamtmenge Wasser
im Eimer

Ausspeiseleistung NICHT gleich Einspeiseleistung

40A-Anschluss ermöglicht 40A Bezug, aber nicht unbedingt 40A Einspeisung

→ ev. maximal 18A Einspeisung möglich??? 🤔

Spannungshaltung

- Wie das Wasser fließt der Strom von der höheren Spannung zur tieferen Spannung
- Wenn die PVA einspeisen will, muss sie die Spannung am Netzanschluss erhöhen

Gleichzeitigkeitsfaktor

- Im Verbrauch wird oft mit einer Gleichzeitigkeit von 0.2 bis 0.7 gerechnet, da sich die Verbraucher im zeitlichen Betrieb versetzen.
- Die Wetterbedingungen im Quartier jedoch sind immer gleich
→ Gleichzeitigkeitsfaktor 1 bei Einspeisung (100% der Anlagen haben das gleiche Wetter)

Grundlagen Photovoltaik-Produktion

Definition: Dimensionierung

Verhältnis zwischen Wechselrichter- und installierter PV-Leistung

$$\frac{\text{Leistung Wechselrichter}}{\text{Leistung installierte PV}}$$

Beispiel:

- 100 kWp PV-Modulleistung auf Dach
- 60 kW Wechselrichter
- ergibt 60% Dimensionierung

WICHTIG: Leistung Wechselrichter kann auch Leistung am Hausanschluss sein

Wichtige Leistungsgrössen (Prozentangaben)

- 100%
 - Installierte PV-Modulnennleistung (nach STC) in kWp
 - Zentrale Grösse beglaubigt für Fördersystem (Einmalvergütung)
- 70%
 - In Bezug auf installierte PV-Modulnennleistung in kW
 - Relevant für «garantierte Flexibilität»
- 50%
 - In Bezug auf installierte PV-Modulnennleistung in kW
 - Relevant für «FlexPV50»

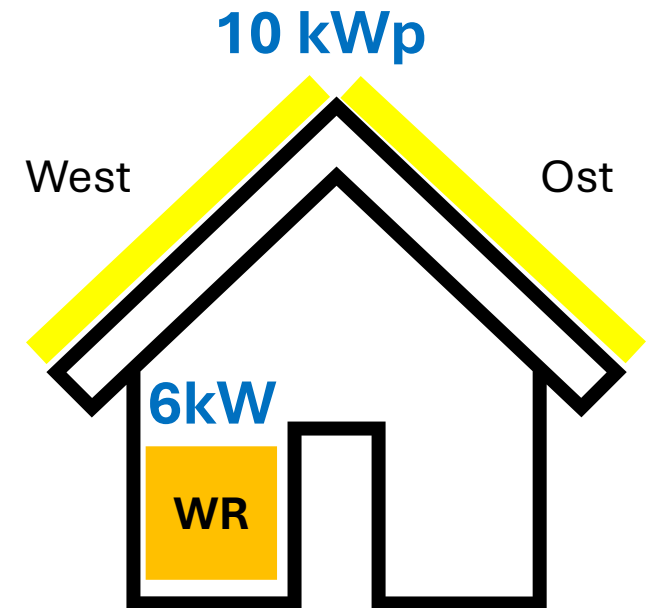
Umfrage

Mit welchem jährlichen Minderertrag der PV-Produktion muss gerechnet werden, wenn die Wechselrichter auf 60% der installierten Modulleistung limitiert werden?

PV-Anlage:

- Ost-West Dach im Mittelland
- 10 kWp PV
- 6 kW Wechselrichter (60%)

1. unter 3%
2. ca. 5%
3. ca. 10%



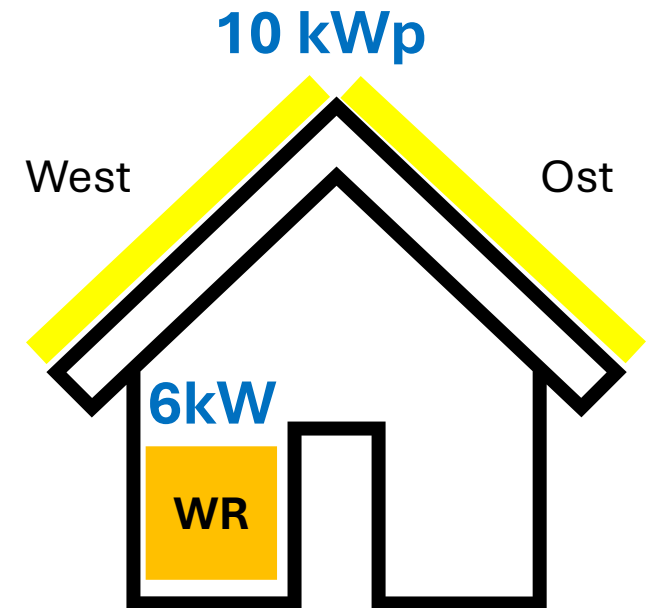
Umfrage

Mit welchem jährlichen Minderertrag der PV-Produktion muss gerechnet werden, wenn die Wechselrichter auf 60% der installierten Modulleistung limitiert werden?

PV-Anlage:

- Ost-West Dach im Mittelland
- 10 kWp PV
- 6 kW Wechselrichter (60%)

 **unter 3%**
~~2. ca. 5%~~
~~3. ca. 10%~~

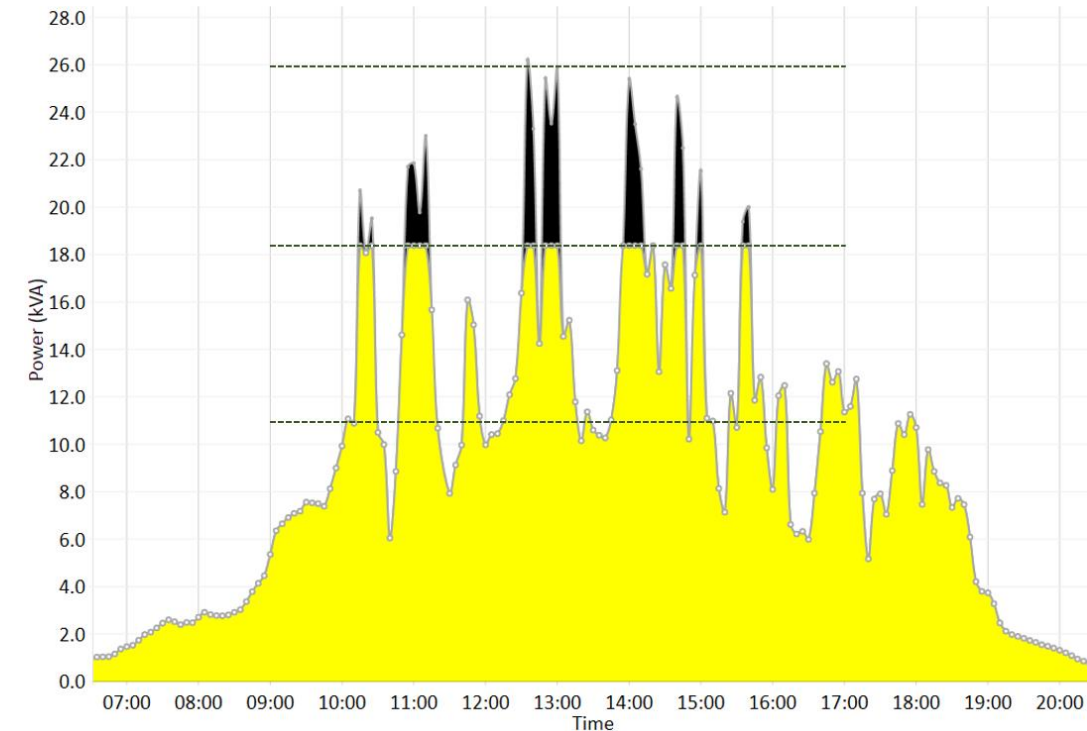


Peak Shaving – Datenbasis für Analysen

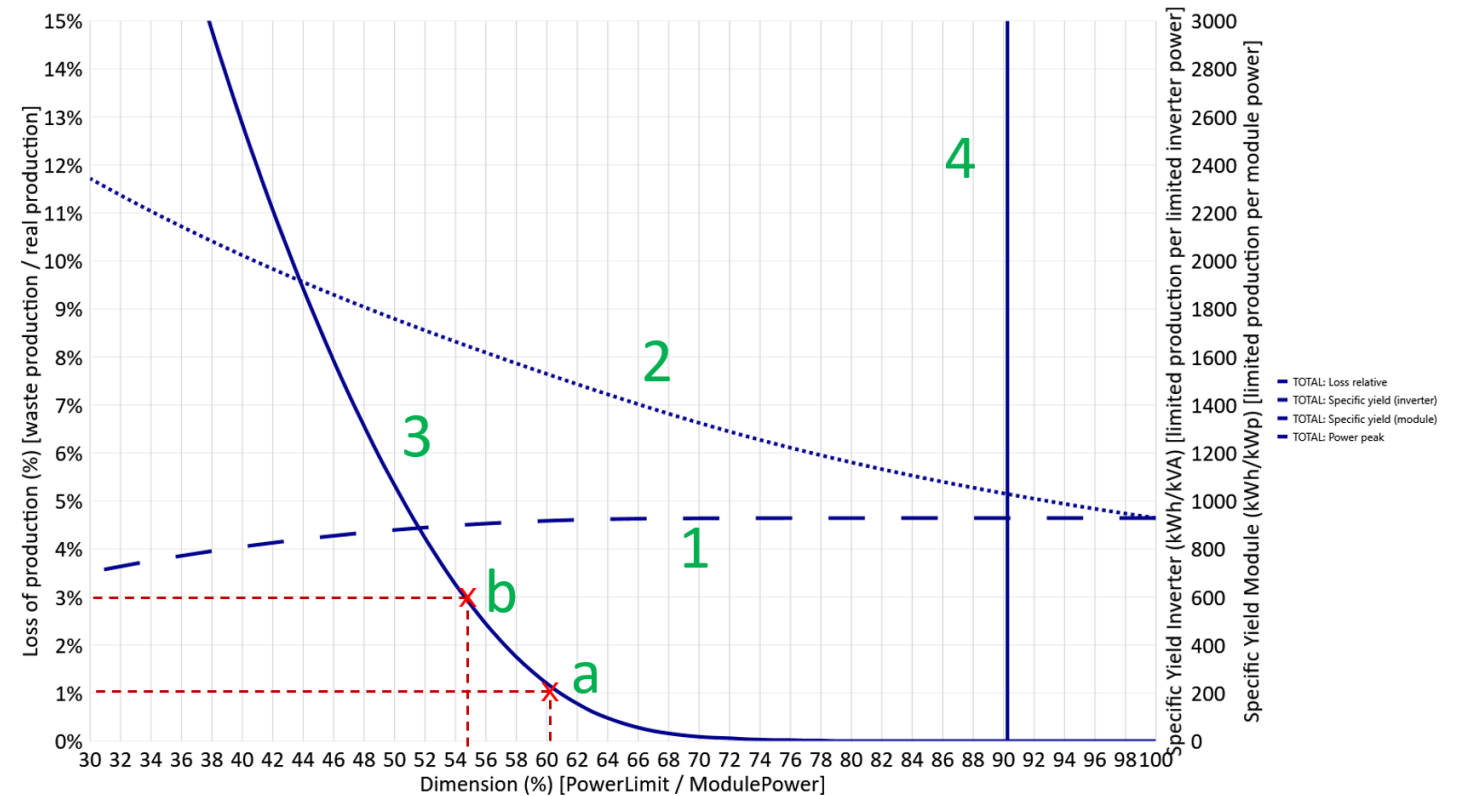
- Analysen beruhen auf realen Produktionsdaten
- 300-400 PV-Anlagen
- Ca. 1500 Produktionsjahre
- 5-Minuten-Auflösung
 - Vergleich Lastgang VNB: 15 Minuten
- Analysen ohne Beachtung von Eigenverbrauch (Worst Case)
 - mit Eigenverbrauch weniger Minderertrag durch Peak Shaving

Peak Shaving – Funktionsweise

- Ausmass richtet sich nach maximal erlaubter Einspeiseleistung
- Dezentral durch PV-Anlage und/oder Energiemanagementsystem selbst gesteuert
- Grundsätzlich kein aktives Eingreifen der Verteilnetzbetreiber notwendig
- Nebeneffekt: kleinere Leistungssprünge bedeuten kleinere Spannungsschwankungen



Charakteristik Leistungsbegrenzung bei konkreter PV-Anlage



Kurven (in Abhängigkeit der Dimensionierung)

1. Spezifischer Ertrag PV-Module
2. Spezifischer Ertrag Wechselrichter / Netzanschluss
3. Minderertrag
4. Erreichte Maximalleistung

Achsen

- X: Dimensionierung (P_{WR}/P_{MOD})
Y: Minderertrag / Spez. Ertrag pro kWp ; kVA

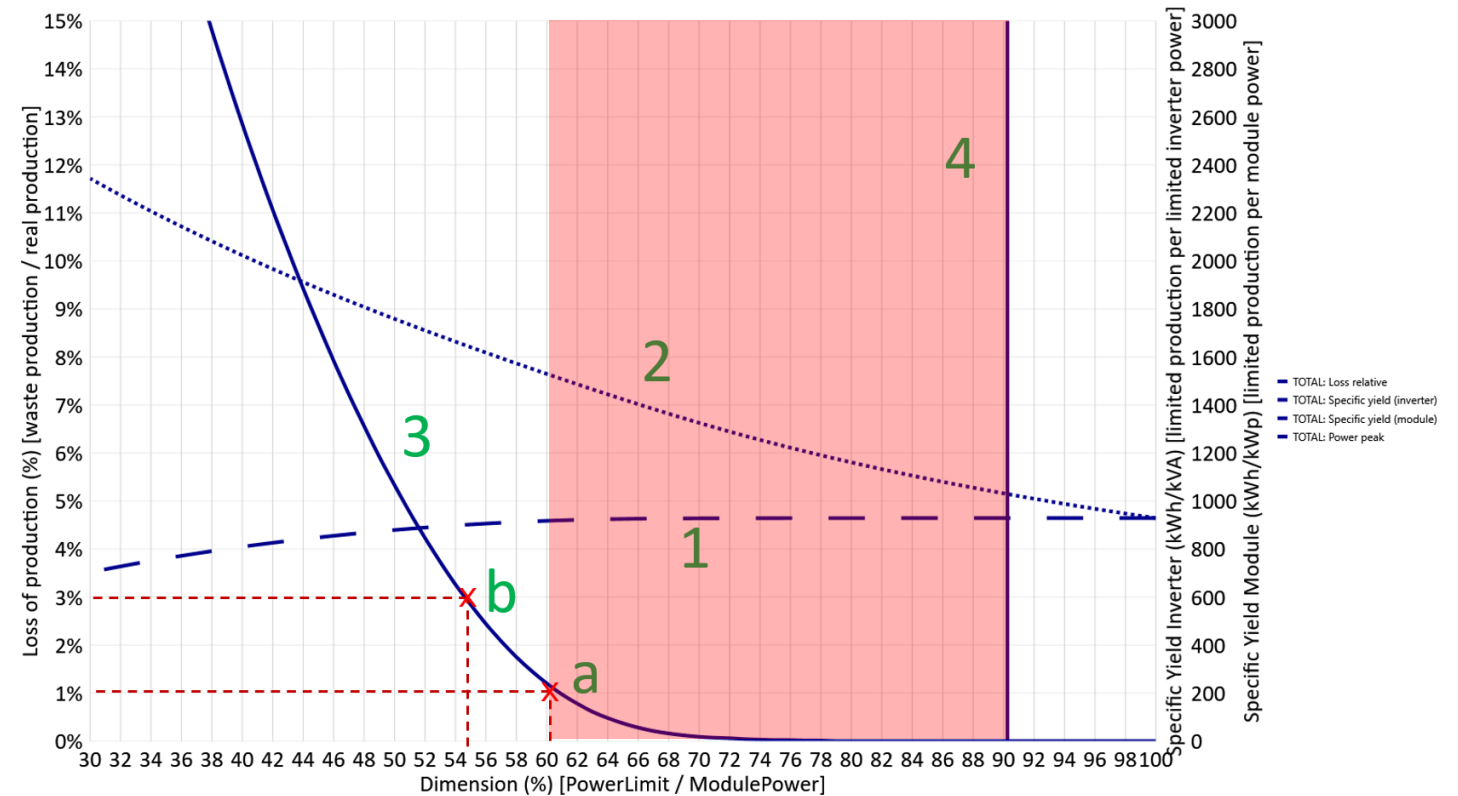
Schnittpunkte

- a. 1% Minderertrag bei 60% Dim.
b. 3% Minderertrag bei 55% Dim.

Quelle: www.pv2grid.ch/photovoltaik/charakteristik-leistungsbegrenzung

Charakteristik Leistungsbegrenzung bei konkreter PV-Anlage

👎
**37% der reservierten
Netzkapazität für 1% der
Produktion**



Kurven (in Abhängigkeit der Dimensionierung)

1. Spezifischer Ertrag PV-Module
2. Spezifischer Ertrag Wechselrichter /
Netzanschluss
3. Minderertrag
4. Erreichte Maximalleistung

Achsen

- X: Dimensionierung (P_{WR}/P_{MOD})
Y: Minderertrag / Spez. Ertrag pro kWp ; kVA

Schnittpunkte

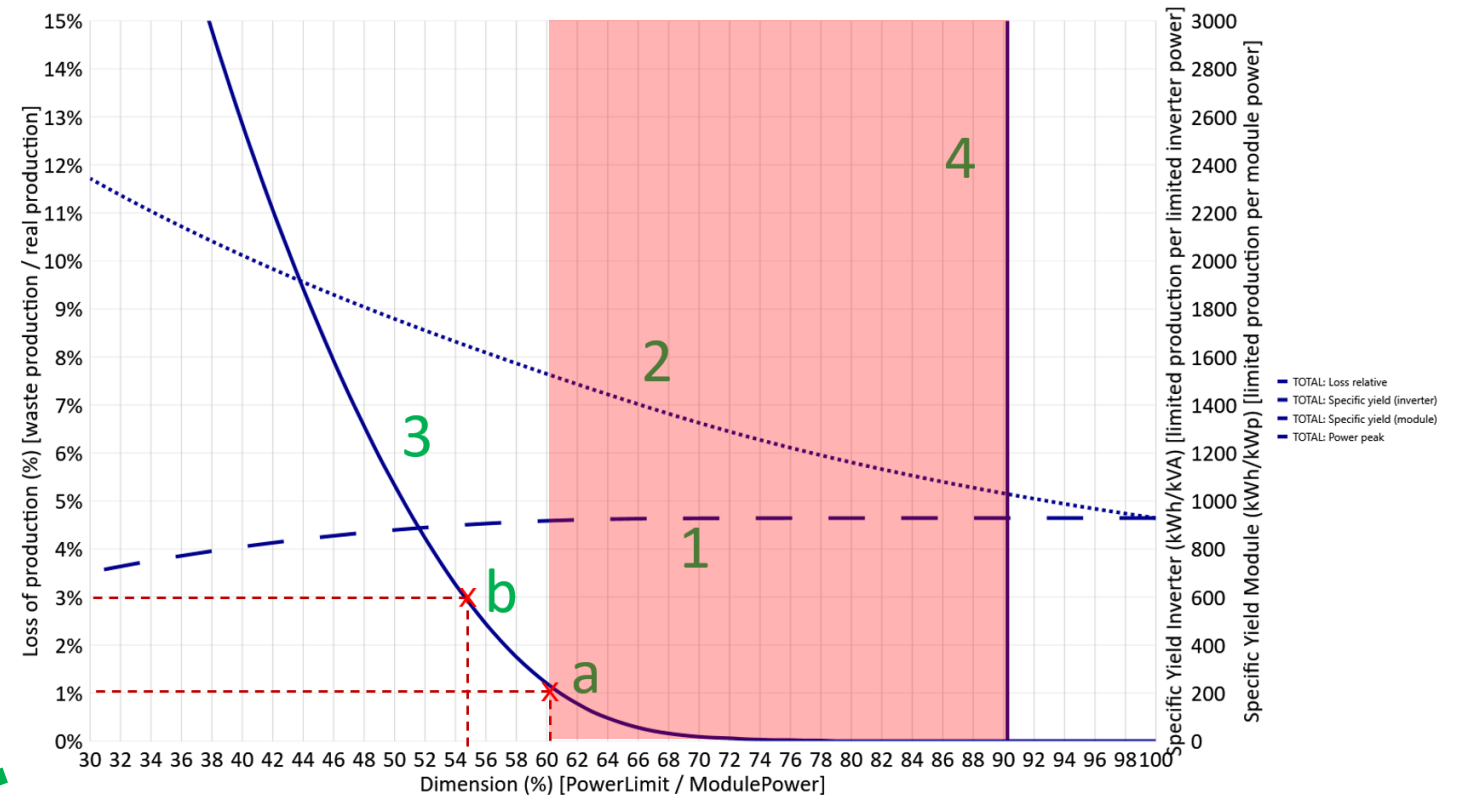
- a. 1% Minderertrag bei 60% Dim.
b. 3% Minderertrag bei 55% Dim.

Quelle: www.pv2grid.ch/photovoltaik/charakteristik-leistungsbegrenzung

Charakteristik Leistungsbegrenzung bei konkreter PV-Anlage

👎
**37% der reservierten
Netzkapazität für 1% der
Produktion**

FUN FACT:
Werksgebäude von
Netzbetreiber 😊



Kurven (in Abhängigkeit der Dimensionierung)

1. Spezifischer Ertrag PV-Module
2. Spezifischer Ertrag Wechselrichter / Netzanschluss
3. Minderertrag
4. Erreichte Maximalleistung

Achsen

- X: Dimensionierung (P_{WR}/P_{MOD})
Y: Minderertrag / Spez. Ertrag pro kWp ; kVA

Schnittpunkte

- a. 1% Minderertrag bei 60% Dim.
b. 3% Minderertrag bei 55% Dim.

Peak Shaving – Energie und Leistung

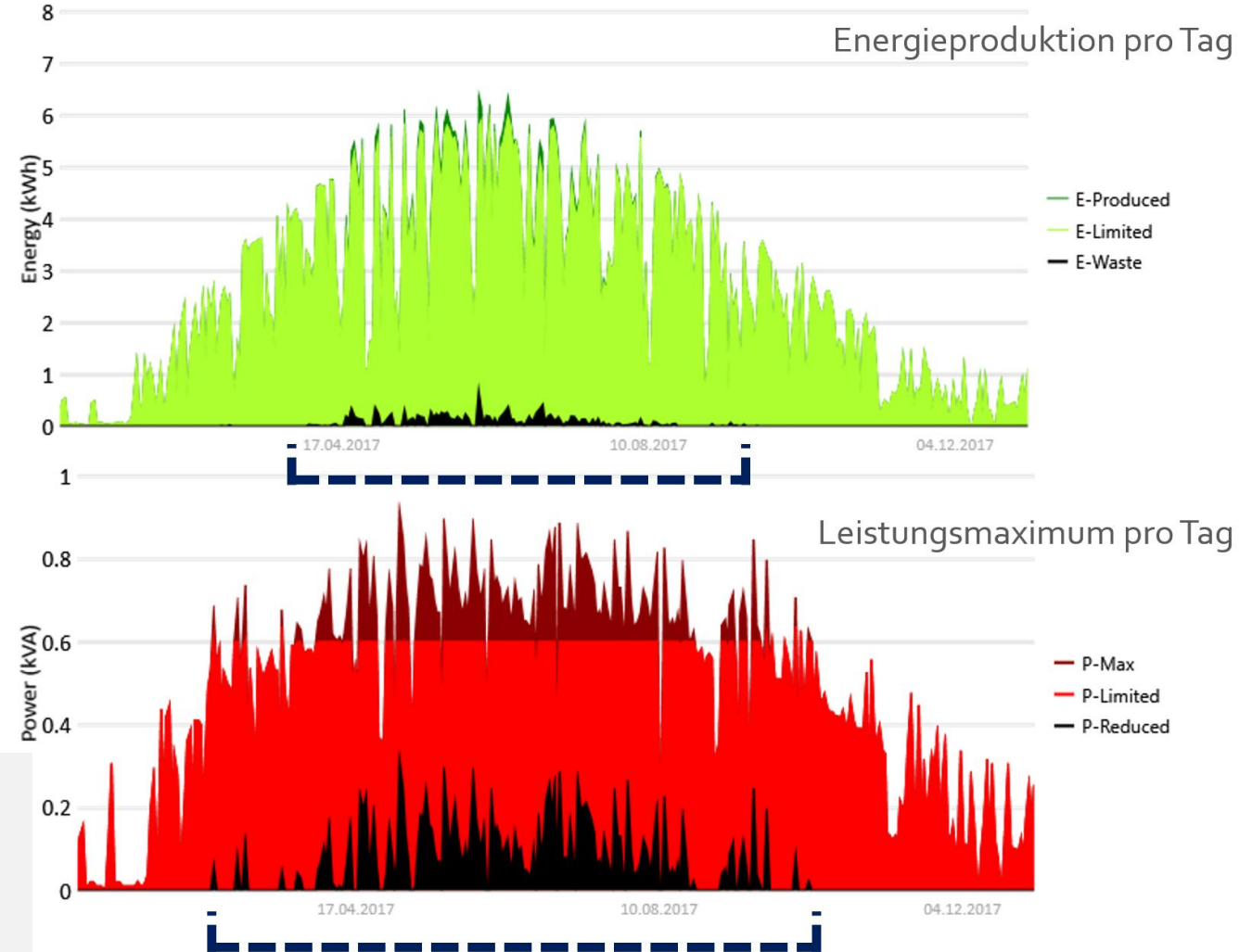
- Leistungsbegrenzung findet hauptsächlich im Sommerhalbjahr statt (schwarze Flächen)
- Heute: Stromüberfluss im Sommerhalbjahr

Erklärung Grafik:

grün: Energie pro Tag

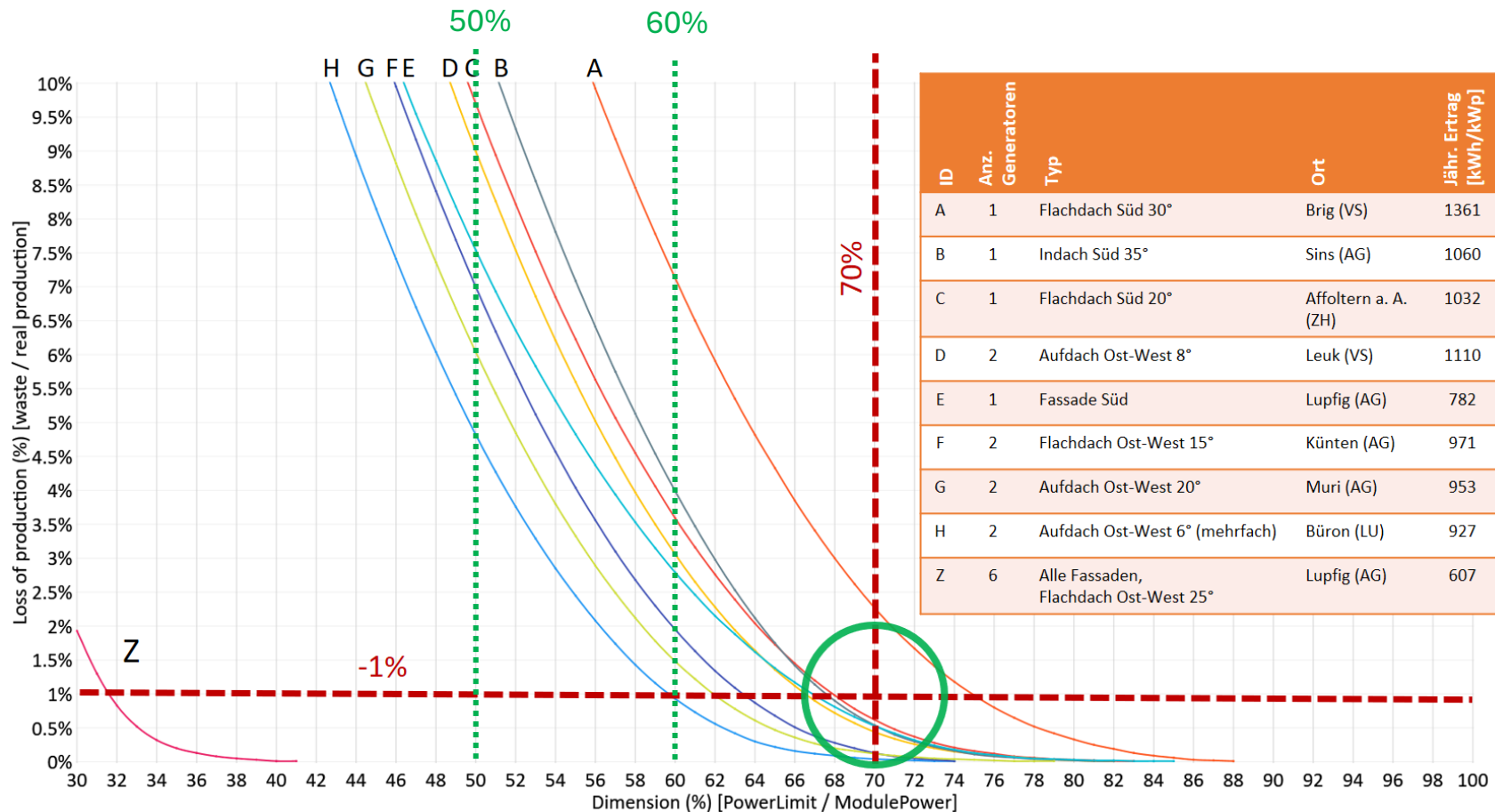
rot: Leistungsmaximum pro Tag

schwarz: Minderertrag/Leistungseinsparung



Peak Shaving – Anlagenvergleich (1)

Analysen OHNE Einbezug von Eigenverbrauch oder Speicher!



Quelle: www.pv2grid.ch/photovoltaik/anlagenvergleich

Peak Shaving – Anlagenvergleich (2)

- Pro Anlage auf 1% Minderertrag analysiert
 - Analyse OHNE Einbezug von Eigenverbrauch oder Speicher!
- Sehr unterschiedliches Produktions- und Leistungsbegrenzungs-Verhalten
- Vertikale Anlagen haben Produktionsverluste im Winter
- Je mehr unterschiedliche Generatoren, desto konstanter und flacher die Produktion

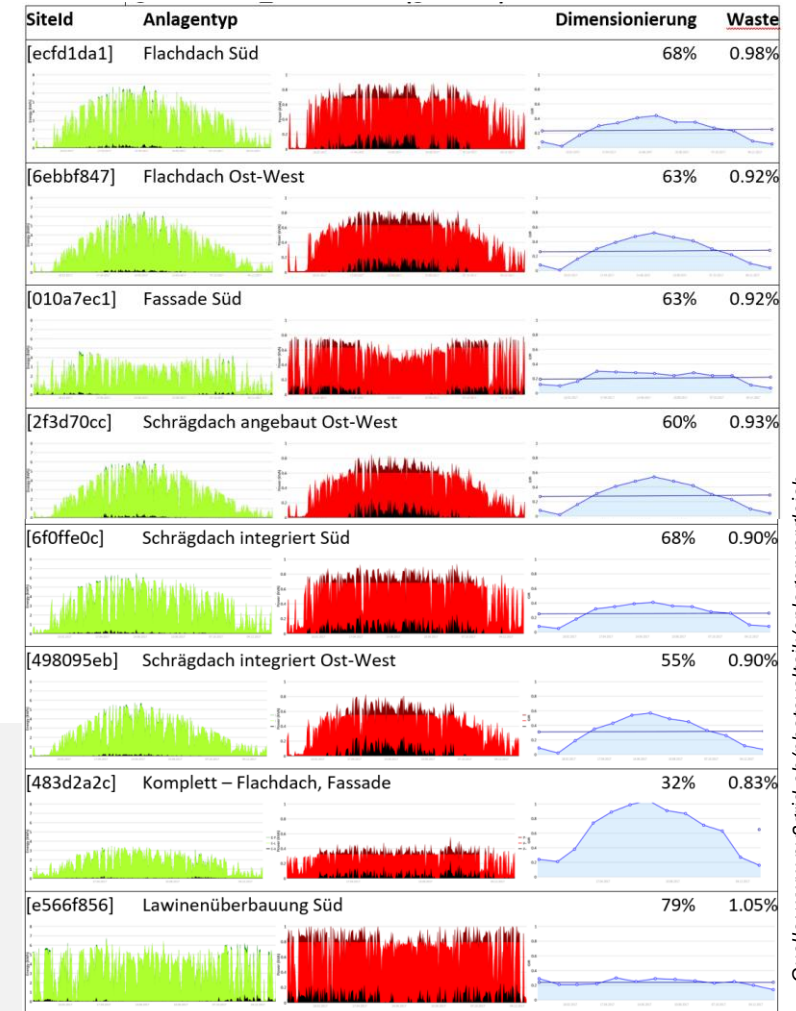
Erklärung Grafik:

grün: Energie pro Tag

rot: Leistungsmaximum pro Tag

schwarz: Minderertrag/Leistungseinsparung

blau: GIR (www.pv2grid.ch/netzintegration/bewertungskennzahlen)



Quelle: www.pv2grid.ch/photovoltaik/anlagenvergleich

Netzintegration von Photovoltaik

Ziele von Netzintegration aus Sicht VNB

VERSORGUNG 	INFRASTRUKTUR 
 maximale PV-Produktion mit  minimalem Stromnetzbedarf	 kein Netzausbau ausserhalb des normalen Erneuerungszyklus oder Strassensanierung

Garantierte Flexibilität ab 01.01.2026 (StromVV Art. 19c)

- 3% der jährlichen Produktion kann zu **netzdienlichen Zwecken** vergütungsfrei eingefordert werden (technologieneutral)
- Vorbeugend kann auch netzdienlich sein
- Kein Bestandsschutz auf bestehende Anlagen
- Einführung und Art der Umsetzung ist dem VNB überlassen → abhängig von Netzsituation
- Vereinfachte Umsetzung in VSE-Branchenempfehlung (NRE – CH2025) :
→ **Einspeiselimitierung bei 70% in Bezug auf installierte Modulleistung**
- Einspeiselimitierung bei 70% ist technisch einfach realisierbar, auch bei älteren Wechselrichtern
- Produktionseinbussen deutlich unter 3% der jährlichen Energie

Umsetzung der «garantierten Flexibilität»

- Neuanlagen
 - Die Mehrheit der Schweizer Verteilnetzbetreiber werden 70% Einspeiselimittierung fordern
 - Wird auf dem bewilligten Anschlussgesuch (TAG) sichtbar sein
- Bestehende Anlagen
 - VNB kommt auf PV-BetreiberIn zu.
 - PV-Betreiber kann, muss aber nicht von sich aus Änderungen vornehmen.
 - Zeitpunkt: je nach VNB-Strategie und Bedarf → Netztopologie

Persönliche Meinung zu «garantierter Flexibilität»

- Absolut zwingend
- Nur Korrektur der bisherigen Falschanwendung bei Photovoltaik-Produktion und Einspeisung
- Diese Regel hätte 2013 schon eingeführt werden sollen

FlexPV

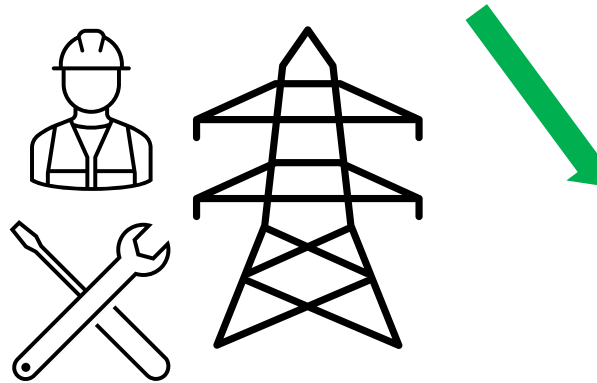
Was ist FlexPV wirtschaftlich?

PV-BetreiberIn



Mehr CASH !

Stromnetz



Weniger Netzausbau
erzwingen

Verbraucher



Netznutzungsentgelt tief
halten durch weniger Ausbau

FlexPV50-Erfolgsstory 1 (Lenzburg)

2 neue Anmeldungen à 20 kWp hätten zu Überspannungen geführt (grösser 253 V)

- Bisher mit Netzausbau: 120'000.- für Kupfer + Bauarbeiten
→ einmalig ca. 250'000.- (Lösung nur als Momentaufnahme)
- NEU mit FlexPV50:
 - jährlich 700.-
 - PV-BetreiberInnen verdienen mehr Cash !

Netzausbau kommt später mit Strassensanierung

FlexPV50-Erfolgsstory 2 (Sins)

PV-Neuanmeldungen auf EFHs hätten zu Überspannungen geführt!

- Bisher mit Netzausbau: Elektra Sins hat Kredit beantragt an GV 2024
→ Kredit für einmalig 345'000.- (Lösung nur als Momentaufnahme)
- NEU mit FlexPV50:
 - jährlich 1600.- und Kredit vorerst auf Eis gelegt
 - PV-BetreiberInnen verdienen mehr Cash !

Strassensanierung kommt irgendwann... → Synergien

Strategie



Anreize
schaffen



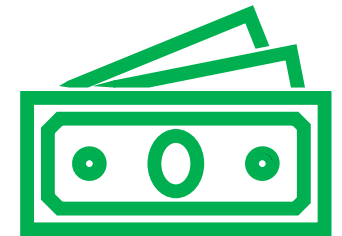
Leitplanken
setzen



Steuerung
überlassen



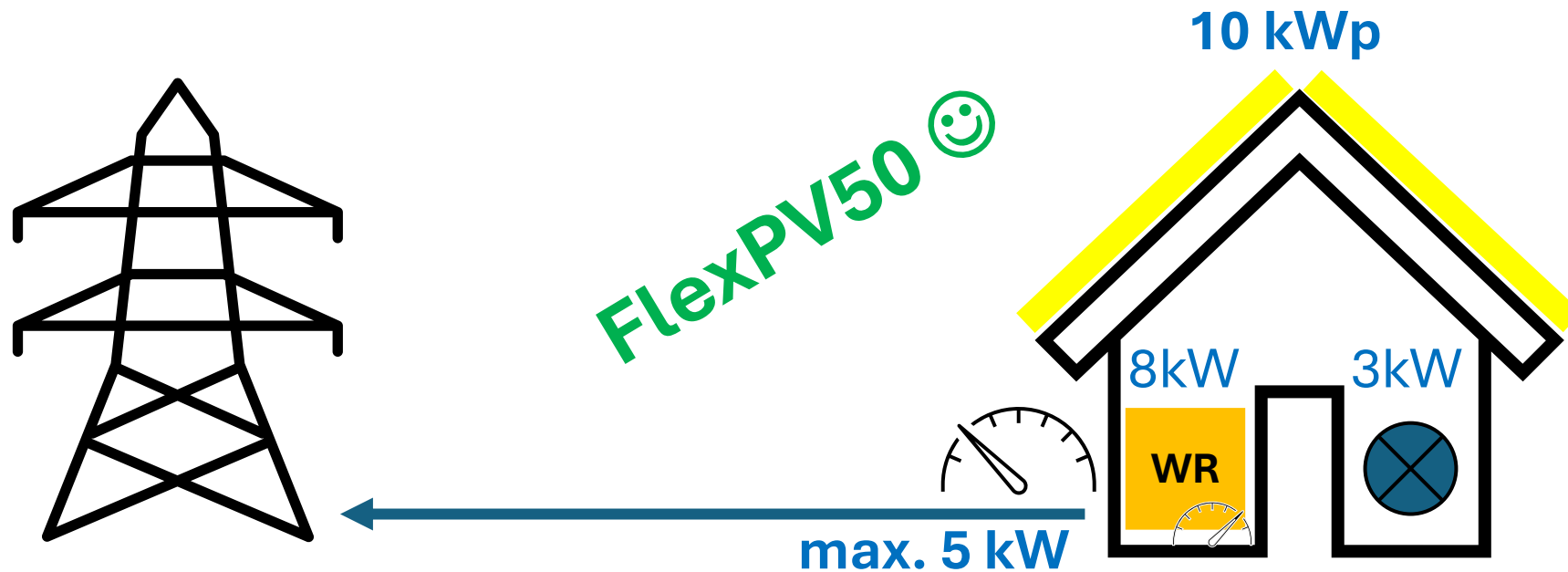
Einspeisung
kontrollieren



Belohnung
auszahlen

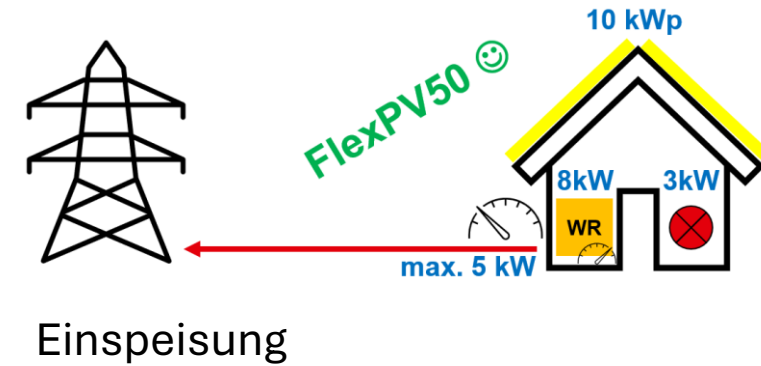
Was ist FlexPV technisch?

- **Maximale Einspeiseleistung** am Hausanschluss in Bezug auf installierte PV-Leistung
- Leistung am Wechselrichter darf grösser sein → gleichzeitiger Eigenverbrauch erlaubt und erwünscht!

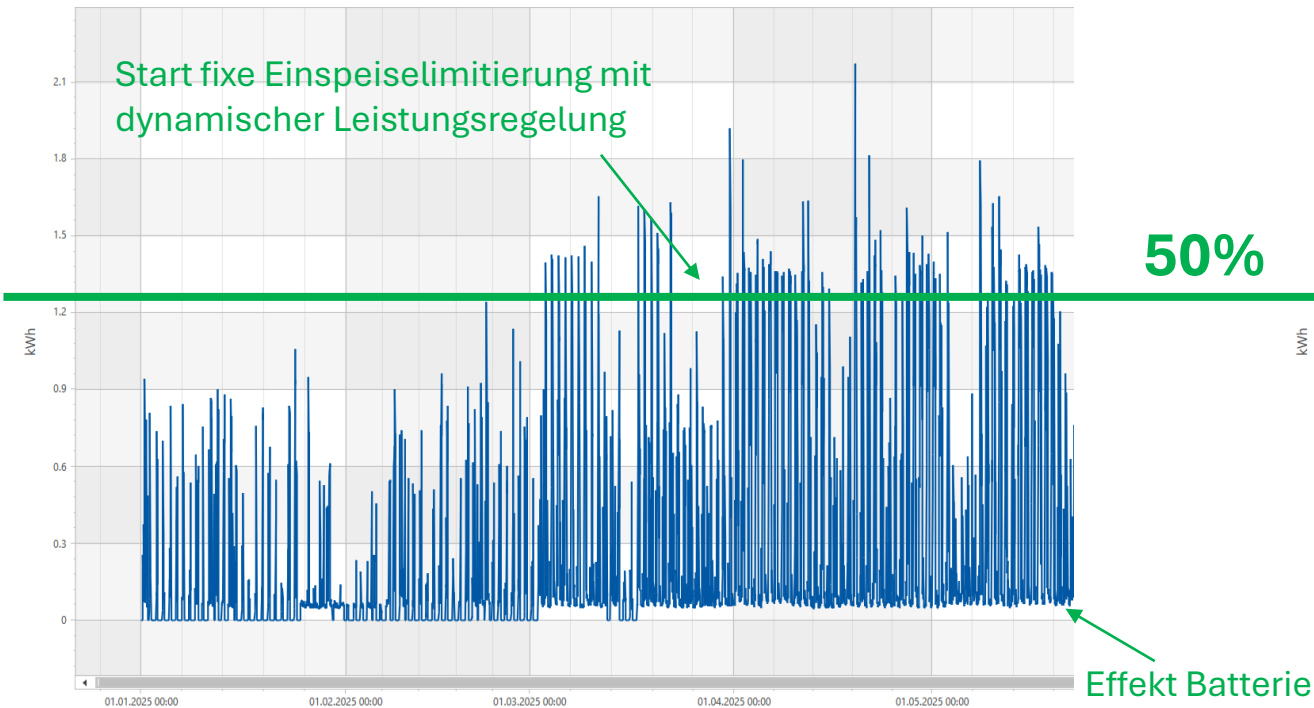


Keine Steuerung durch VNB

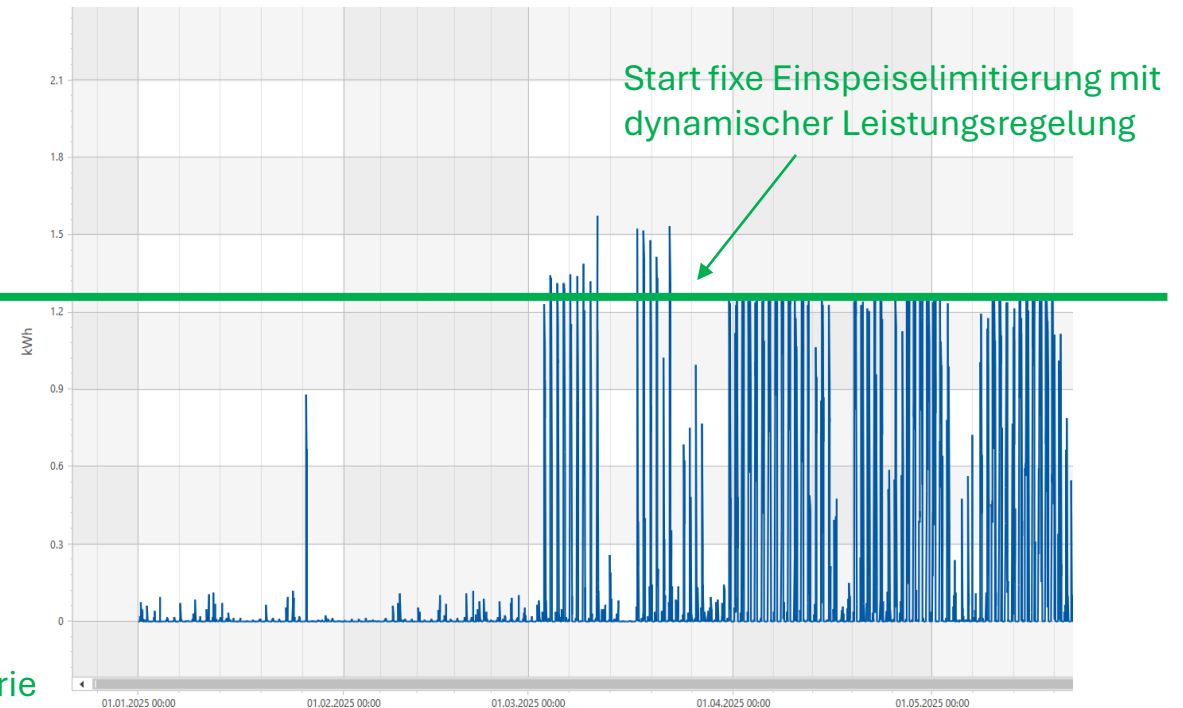
Steuerungsautonomie beim Anschlussnehmer



Produktion



Einspeisung

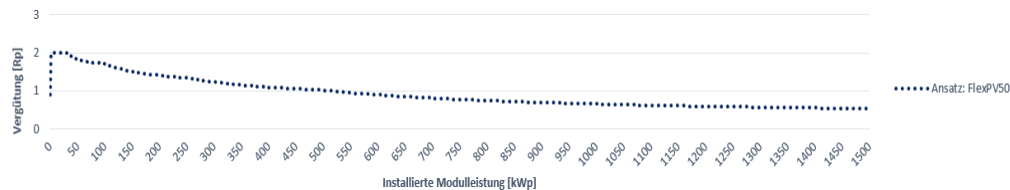


Preisbildung: degressiver Mischtarif

Folie nur für Nachvollziehbarkeit → online Tarifrechner benutzen !

Grössere Anlagen haben tieferen Ansatz

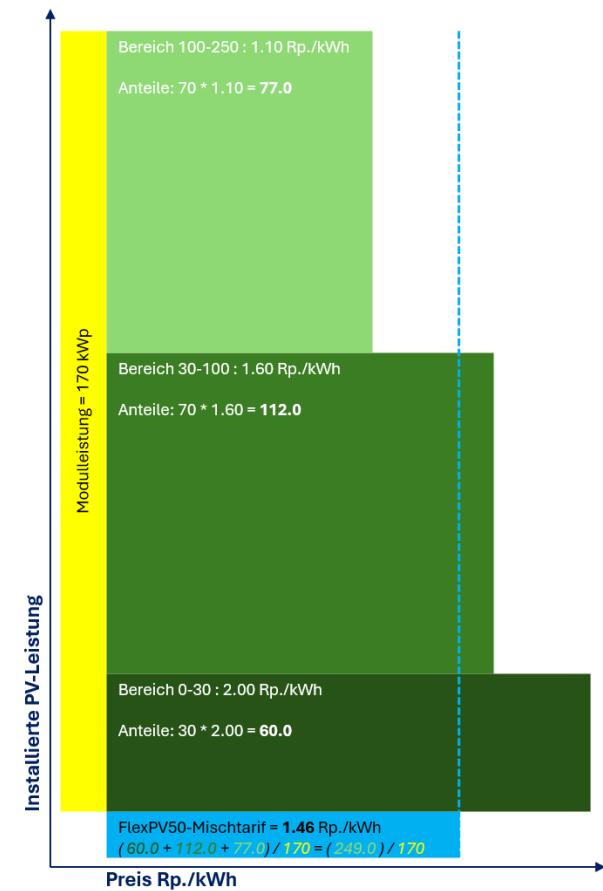
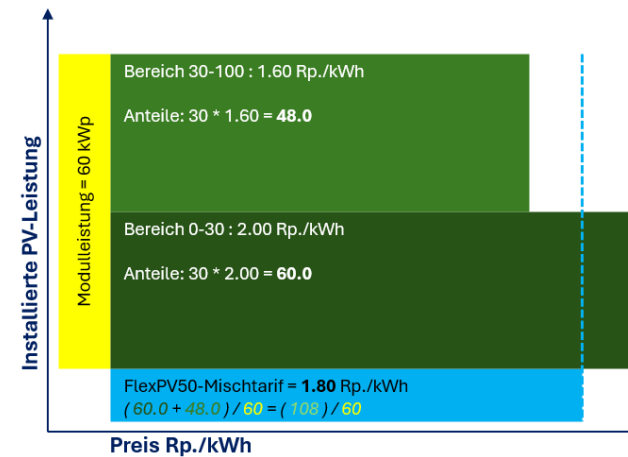
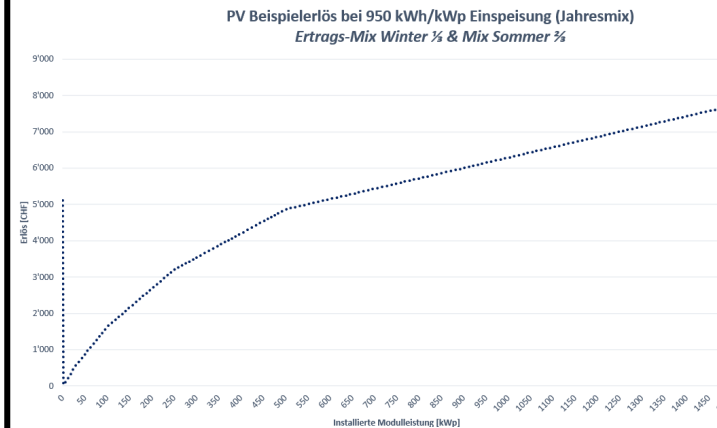
Bereich	Leistungsbereich	Ansatz für Bereich
1	bis 30 kWp	2.00 Rp. / kWh
2	> 30 - 100 kWp	1.60 Rp. / kWh
3	> 100 - 250 kWp	1.10 Rp. / kWh
4	> 250 - 500 kWp	0.70 Rp. / kWh
5	> 500 kWp	0.30 Rp. / kWh



$$Verguetung_{individuell} = \frac{(A_1 * \Delta P_1) + (A_2 * \Delta P_2) + (A_3 * \Delta P_3) + (A_4 * \Delta P_4) + (A_5 * \Delta P_5)}{P_{PV}}$$

Legende

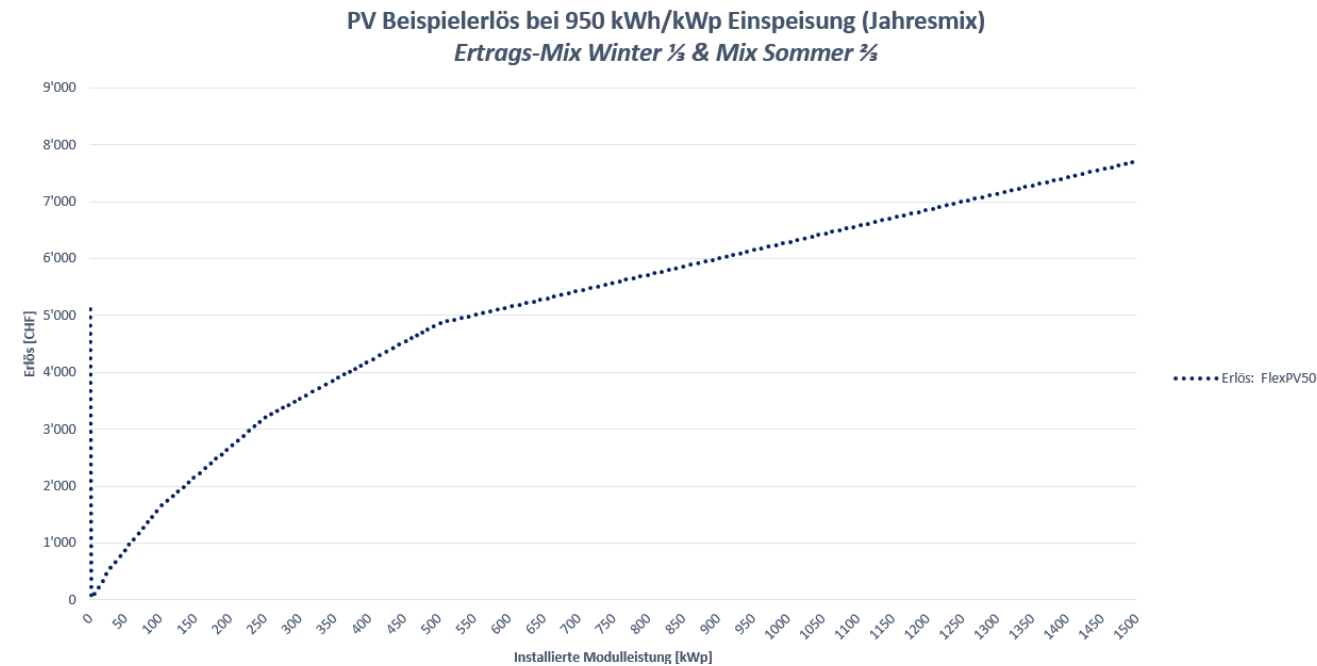
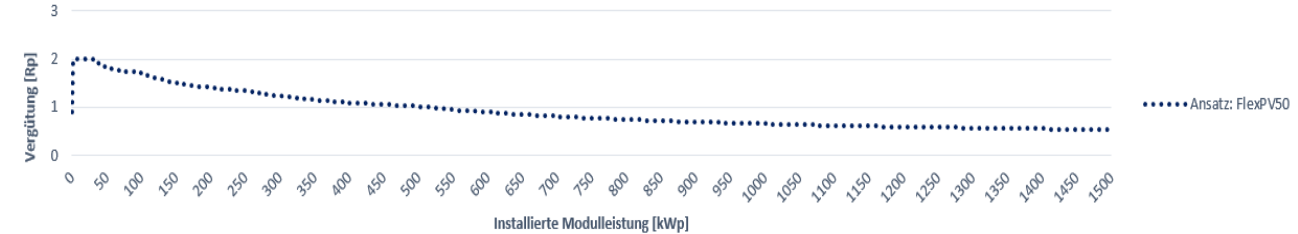
- P_{PV} : Installierte PV-Peakleistung [kWp]
- A_n : Ansatz für Bereich n [Rp. / kWh]
→ Ansatz = Basispreis (Winter oder Sommer) minus Degression
- ΔP_n : Anteilsleistung für Bereich n [kWp]



Preisbeispiele

Zusatzvergütung abhängig von PVA-Grösse

Installierte PV-Modulleistung [kWp]	Zusatzvergütung auf Einspeisung [Rp. pro kWh]
13	2.00
30	2.00
31	1.99
57	1.81
134	1.56
300	1.24
500	1.02
784	0.76
1000	0.66



Vertragskonditionen: die wichtigsten Punkte

Vergütungspreis	• Bleibt bis zur Kündigung gleich • Z.B. 2 Rp./kWh Zusatzvergütung für eine 17 kWp PV-Anlage
Vertragsdauer	• Automatische Verlängerung bis zur Kündigung • Symetrische Kündigungsbedingungen
Mindestvertragsdauer	• 3 Jahre • Schutz für BetreiberIn → Geld zurück für Umstellung Einspeiselimitierung
Kündigungsfrist	• 2 Jahre per Ende Monat • Schutz für VNB → Ev. Netzausbau notwendig
Vertragsauflösung	• Kündigung durch VNB: Anschlussleistung bis «garantierte Flexibilität» (70%) muss sichergestellt werden • Kündigung durch BetreiberIn: neues Anschlussgesuch notwendig, um Netzsituation zu prüfen
Vertragsverstösse	• Massnahmen bei wiederholten Einspeiseüberschreitungen: → BetreiberIn informieren, Abmahnung, Anlage von Netz trennen, Vergütung zurückfordern, ... • VNB hat Verpflichtung gegenüber anderen Netzteilnehmern und BetreiberInnen

54

55

Erfahrungsbericht 1 (SWL) : Vergleich 2024 zu 2025



2024

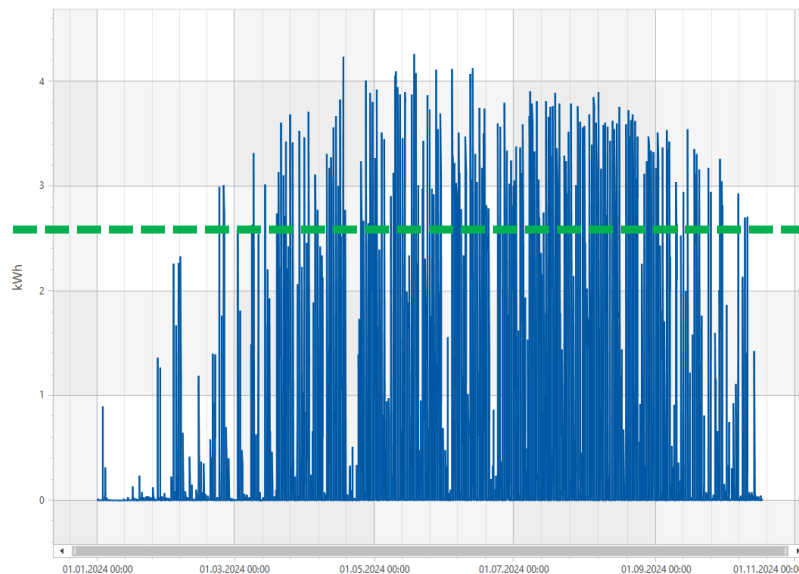
Energieeinspeisung

10'030 kWh

Leistungsspitze

17.1 kW

(reserviert 19.8 kVA)



2025

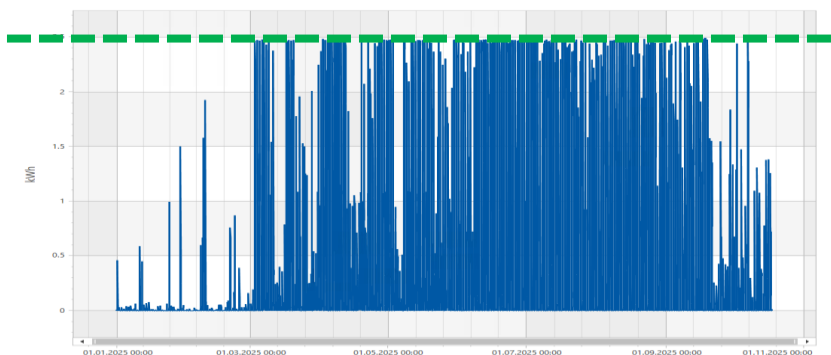
Energieeinspeisung

10'252 kWh

Leistungsspitze

9.9 kW

(erlaubt 10.08 kW)



Erfahrungsbericht 2 (SWL) : Vergleich 2024 zu 2025

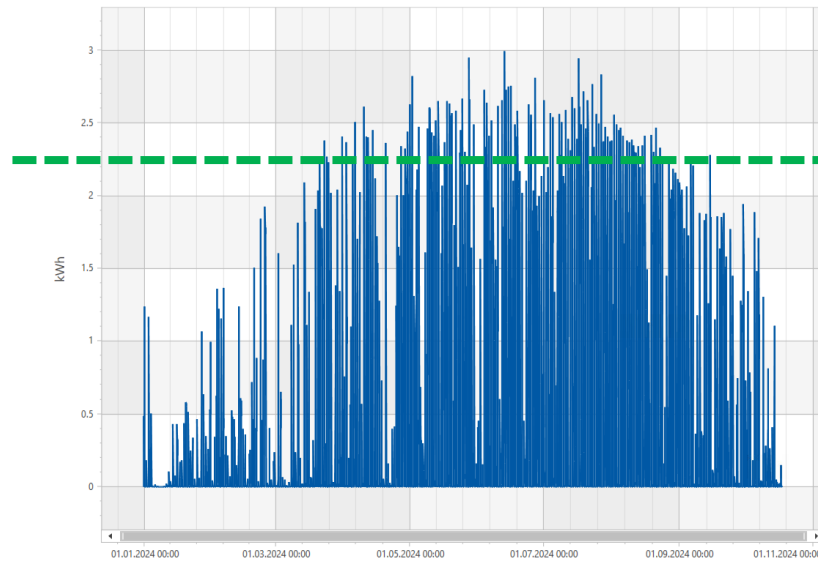
2024

Energieeinspeisung

7'228 kWh

Leistungsspitze

12.0 kW
(reserviert 15 kVA)



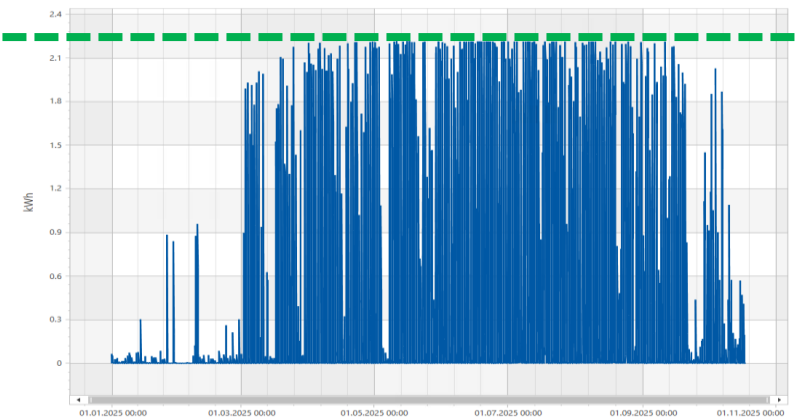
2025

Energieeinspeisung

7'814 kWh

Leistungsspitze

8.9 kW
(erlaubt 8.82 kW)



FlexPV in Energiegemeinschaften

Modell	FlexPV möglich?	Erklärung
ZEV	JA	Eigenverbrauchsmessung bei Gebäudeanschluss einfach realisierbar. Gemessene Einspeisung kann direkt in EMS oder Wechselrichter verwendet werden.
vZEV	JA, aber...	- FlexPV kann auf das gesamte vZEV ausgeweitet werden, sofern der PV-Betreiber in Echtzeit die Stromverbräuche aller Gebäude einzeln erfassen kann. Dies ist notwendig für die Leistungssteuerung der Wechselrichter. - FlexPV pro produzierendes Gebäude ist immer möglich.
LEG	Nein, aber...	- FlexPV über gesamtes LEG ist nicht anwendbar, weil unkontrollierte Stromflüsse über die öffentlichen Stromleitungen und dadurch Spannungsabfälle existieren. Diese sind nicht voraussehbar und deshalb nicht brauchbar für Zielnetzplanung. - FlexPV pro teilnehmendes Gebäude (mit Produktion) ist immer möglich

Empfehlungen

- Ganze Dachflächen mit PV ausstatten: Elektrifizierung, Gesteungskosten

@Installateure

- Wechselrichter auf 80% dimensionieren
 - Für Eigenverbrauch produzieren
 - Q(U) könnte 10% der Wirkleistung reduzieren
- **WICHTIG:** Einspeiselimittierung nur für Wirkleistung definieren.
 - Scheinleistung darf in den meisten Fällen höher sein
- **NEU:** P(U) und Q(U) in Ländereinstellungen 2025 (NA/EEA-NE7 – CH 2025) per Default aktiviert!



Vielen Dank für die Präsentation

Weiteres Vorgehen

- VNB kommt auf Sie zu, wenn es Engpässe im Netz gibt
- VNB berät Sie für FlexPV Produkte
- Kunde: Anmeldeformular ausfüllen und einreichen
- Ihre Elektra: Vertrag ausgefüllt und unterschrieben an Kunde senden
- Kunde: Vertragskonditionen prüfen und unterschrieben zurücksenden
- Ihre Elektra: Bestätigung
- Kunde: Umsetzung zur Sicherstellung der maximalen Einspeiseleistung

Unsere Homepage mit dem [FlexPV - Rechner...](#)



Und jetzt Ihre Fragen...

Vielen Dank...

- an die Arbeitsgruppe für die Vorbereitung
- für das Referat

- für den Aperero

Vielen Dank für Ihren Besuch
und Ihr Interesse!

Und jetzt Aperero!

Referenzmarktpreise

