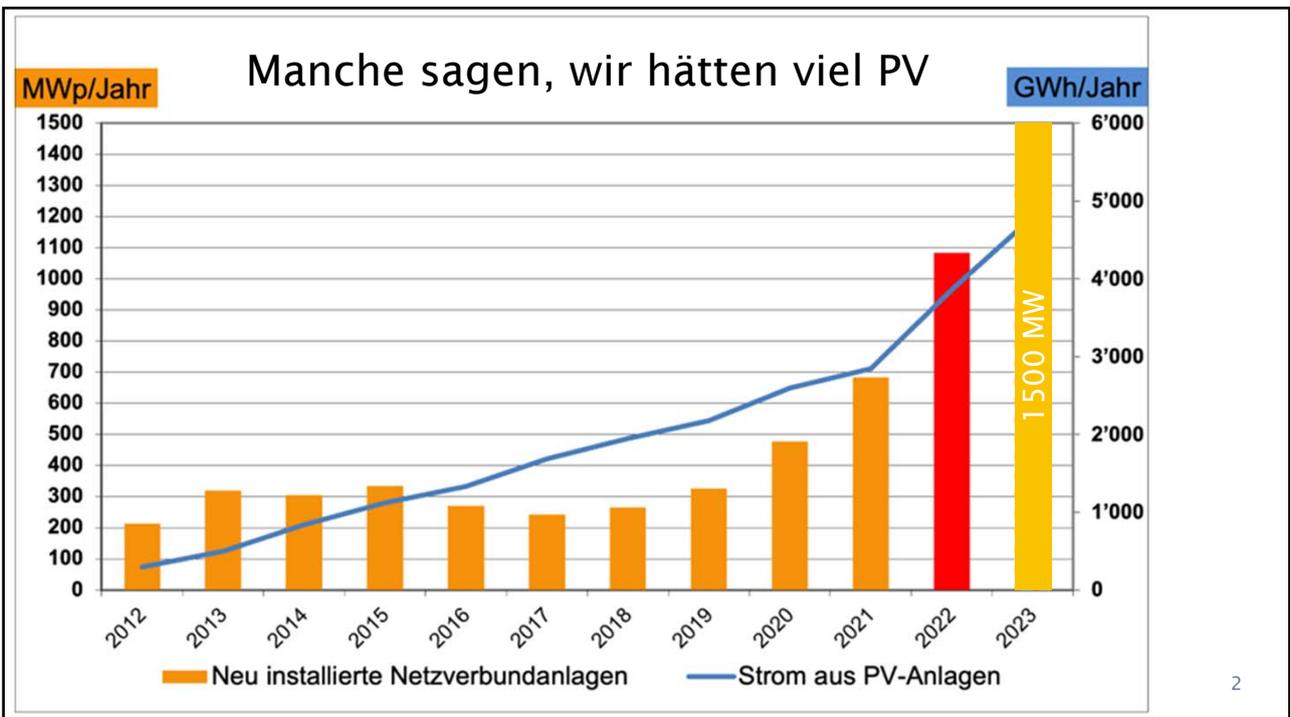




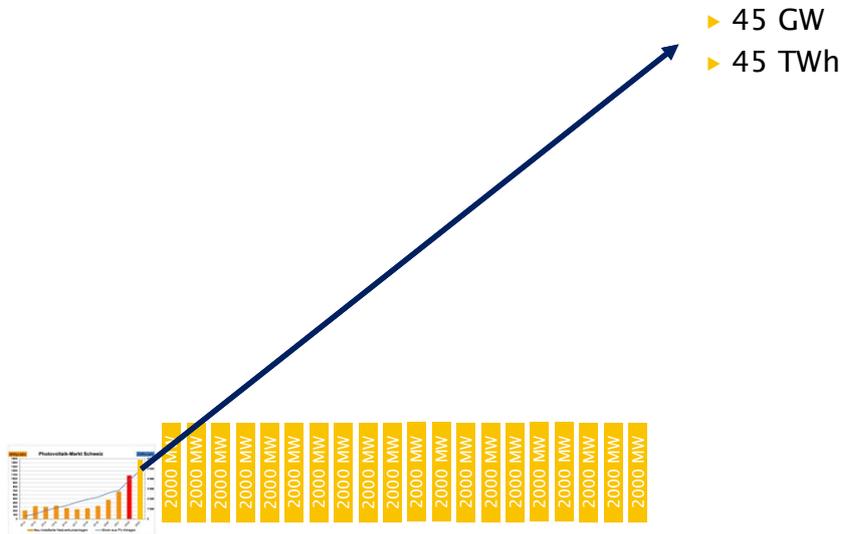
Gute Beispiele von gesteuerten PV-Anlagen in der Schweiz

22. Schweizer Photovoltaik-Tagung, 21./22. März 2024, Lausanne
 Prof. Dr. Christof Bucher

► Berner Fachhochschule | Labor für Photovoltaiksysteme

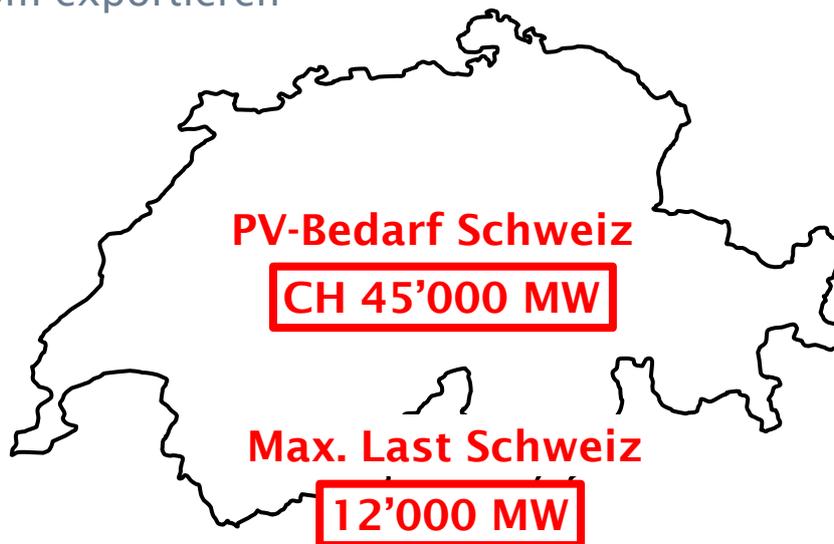


Aber was liegt noch vor uns?

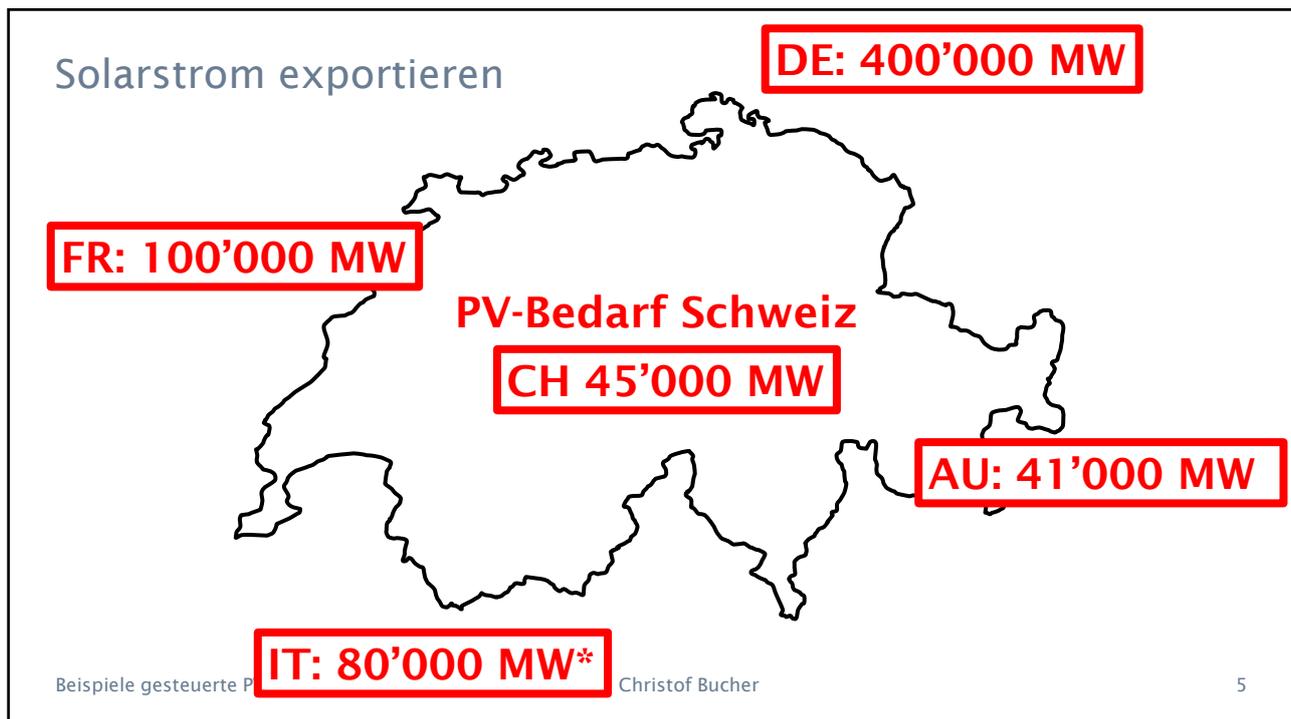


Beispiele gesteuerte PVA | 22. PV-Tagung Lausanne | Prof. Dr. Christof Bucher

Solarstrom exportieren



Beispiele gesteuerte PVA | 22. PV-Tagung Lausanne | Prof. Dr. Christof Bucher



Elektrische Leistungen in der Schweiz

- ▶ Maximale vertikale Netzlast (Swissgrid): 8.4 GW
- ▶ Geplante Leistung der PV-Anlagen: 40-50 GW (45 TWh neue Erneuerbare)
- ▶ Pumpspeicherkraftwerke Schweiz: ca. 3.5 GW
- ▶ Export von Solarstrom: nicht in grossem Umfang möglich
- ▶ Bezüger zu jeder Zeit (trotz Eigenverbrauch): Städte, Grossverbraucher, ...

**Welche Leistung können wir maximal ins Netz einspeisen?
Sind es 10 GW?**

Eine 10 kW PV-Anlage wird künftig nicht
10 kW einspeisen können.

2 kW bis 5 kW scheinen realistischer.

Die heutige Netzausbaudiskussion
reflektiert dies nicht.

**Gefordert:
Energiewende-kompatible
PV-Anlagen**

Beispiel 1: Schulhaus Zürich, zu schwacher Netzanschluss



Basler & Hofmann AG



- ▶ Bauherrschaft: ewz
- ▶ Dachfläche für PV: ca. 750 m², Ausrichtung Ost-West
- ▶ installierte PV-Leistung: ca. 150 kWp

- ▶ theoretischer maximaler Strom der WR: 220 A
- ▶ Hauptsicherung: 160 A
- ▶ Selektivität: 100 A Einspeisung in UV
- ▶ Max. zulässiger WR-Strom inkl. Reserve: ca. 80-90 A
- ▶ Verstärkung Netzanschluss: CHF 20'000.-

Beispiele gesteuerte PVA | 22. PV-Tagung Lausanne | Prof. Dr. Christof Bucher

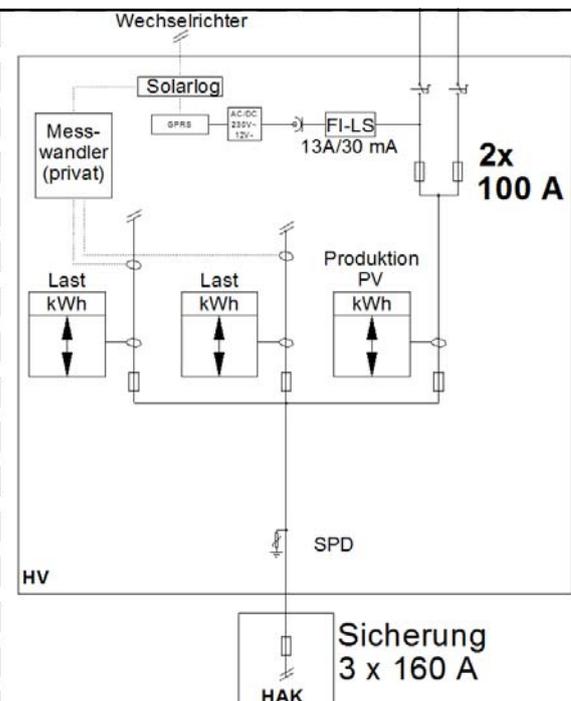
Lösung

- ▶ Massnahme 1: 2 Wechselrichter à 100 A
→ Selektiv zur Hauptsicherung
- ▶ Massnahme 2: Dynamische Wirkleistungsreduktion mit SolarLog



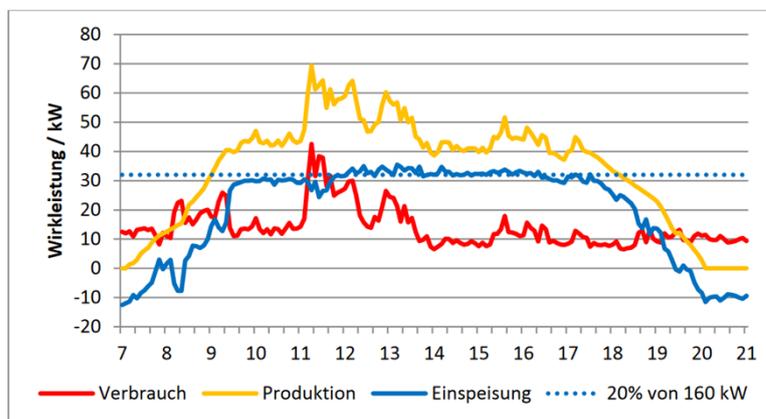
Basler & Hofmann AG

Beispiele gesteuerte PVA | 22. PV-Tagung Lausanne | Prof. Dr. Christof



Testbetrieb

- ▶ 24. August 2016
- ▶ Reduktion Einspeisung auf 20 % der Anlagenleistung zu Testzwecken
- ▶ Funktioniert gut
- ▶ Geringe Abweichungen der Regelung
- ▶ Praktisch kein Ertragsverlust im Realbetrieb



Beispiele gesteuerte PVA | 22. PV-Tagung Lausanne | Prof. Dr. Christof Bucher

Beispiel 2: 6 MWp, 5.4 MVA-PV-Anlage Payerne



- ▶ VNB stützt die Spannung des Übertragungsnetzes (für Swissgrid). Dafür braucht er Anlagen, die das können.
- ▶ Steuerung der PVA durch Sollwert Blindleistung. Tag und Nacht.
- ▶ Anlage an Leitstelle von Groupe E angeschlossen (24/7)
- ▶ Sichere Kommunikation zur Anlage (Glasfaser)
- ▶ Pilotprojekt
- ▶ Vergütung: 3 CHF / MVarh

Beispiele gesteuerte PVA | 22. PV-Tagung Lausanne | Prof. Dr. Christof Bucher

Übersicht



Leitstelle



Spannungsplan von Swissgrid
per E-Mail an Groupe E



**Dynamische Zuweisung
Blindleistung auf
Kraftwerke**





6 MW PV-Anlage



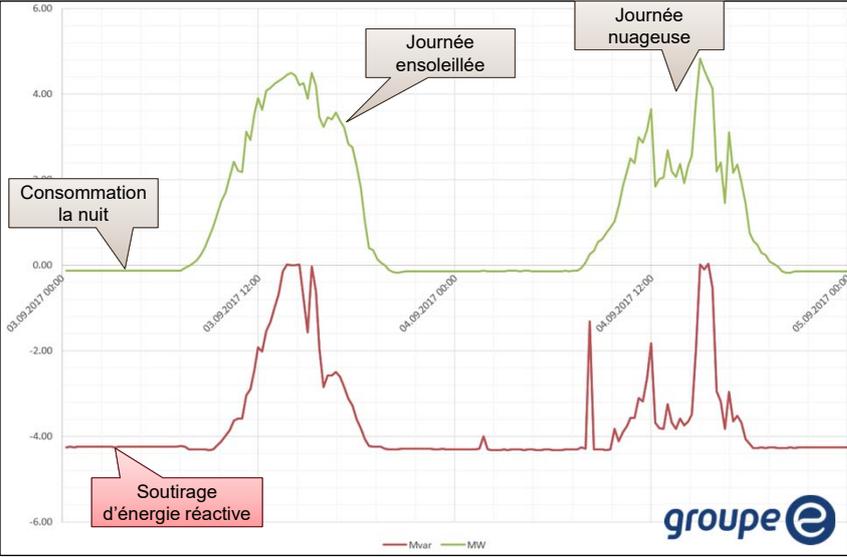


Produktion

Beispiele gesteuerte PVA | 22. PV-Tagung Lausanne | Prof. Dr. Christof Bucher

- ▶ Wechselrichter von Schneider Electric
- ▶ Einbindung PVA in Leit-system heute Standard bei Groupe E für PVA > 500 kVA

Betriebserfahrungen



- ▶ System Funktioniert und generiert Einnahmen.
- ▶ Standby-Verluste sind erheblich
- ▶ Nicht alle WR können ihre Nennleistung in Blindleistung liefern

Beispiele gesteuerte PVA | 22. PV-Tagung Lausanne | Prof. Dr. Christof Bucher

Beispiel 3: Wohn- und Geschäftshaus, Frutigen



Jürg Grossen, Frutigen

- ▶ 50 Arbeitsplätze, 4 Wohnungen, 3 Elektro-Boiler (ca. 80 A)
- ▶ 19 Ladestationen (ca. 418 kW)
Gleichzeitigkeit (Standard):
0.3 → 125 kVA (182 A)
SIA 2060: 84.5 kW (123 A)
- ▶ **Total Bezug: ca. 200 A**
- ▶ **PVA: 84 kWp (122 A)**
- ▶ **Hausanschluss: 86 kW (125 A)**
→ **Netzverstärkung nötig**

Beispiele gesteuerte PVA | 22. PV-Tagung Lausanne | Prof. Dr. Christof Bucher

Netzanschluss verstärken, oder...?

- ▶ Dimensionierung nach gängiger Praxis: Netzanschluss: 200 A
- ▶ Gemessene Werte ohne Optimierung: Bezug : 75 A
Einspeisung: 93 A

Anschlussverstärkung lohnt sich nicht!

Lösung:

- ▶ Keine Anschlussverstärkung
- ▶ Energiemanagement-System mit Leistungsmanagement
→ Ertragsverlust: Null



<https://smartenergylink.ch>

Beispiele gesteuerte PVA | 22. PV-Tagung Lausanne | Prof. Dr. Christof Bucher

Beispiel 4: Wohnhaus mit Batteriespeicher



- ▶ Module: 22 kWp
- ▶ Wechselrichter: 15 kVA
- ▶ Hausanschluss: 40 A

Herausforderungen

- ▶ Batteriespeicher optimiert Eigenverbrauch, verhindert aber nicht Einspeisespitzen
- ▶ Hausanschluss wäre stark genug, Quartiernetz reicht aber nicht für Solarpotenzial

Hans Fischer, Solarmanager

Beispiele gesteuerte PVA | 22. PV-Tagung Lausanne | Prof. Dr. Christof Bucher

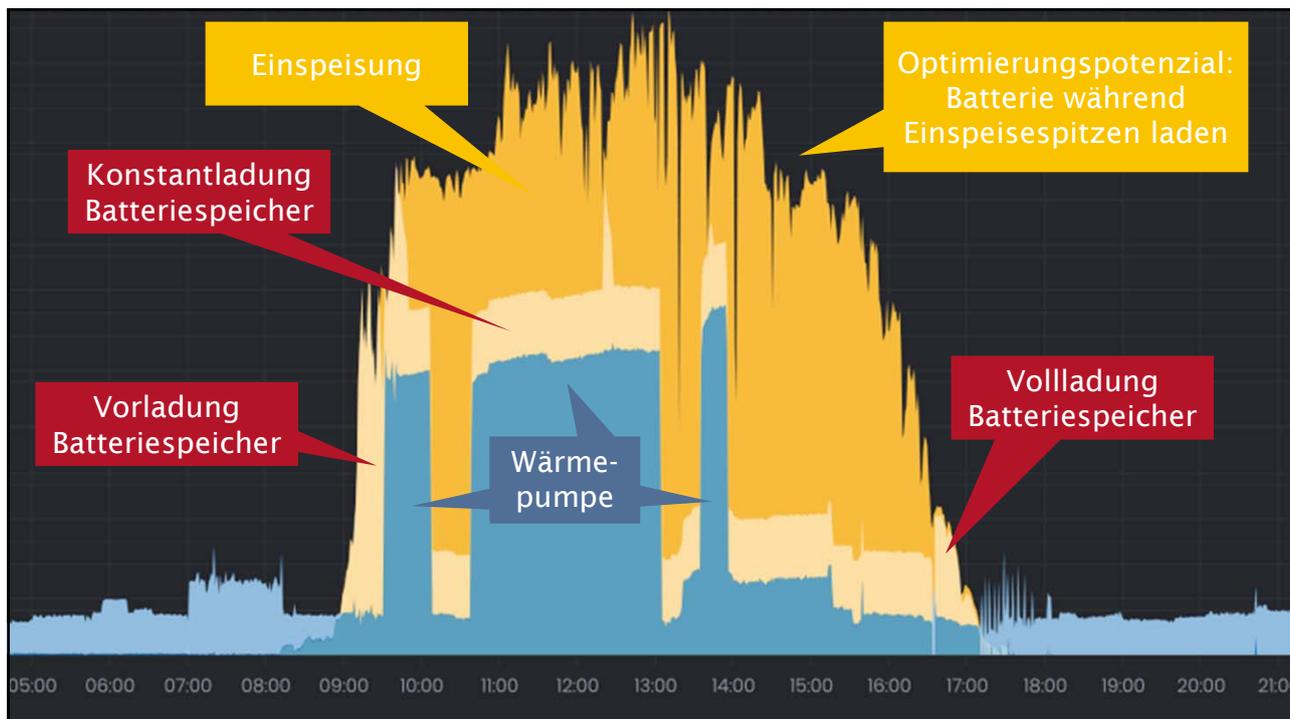
Lösung: Energiemanager mit Leistungsregelung



- ▶ Solarmanager
- ▶ Optimiert nicht nur Eigenverbrauch, sondern auch Netzeinspeisung
- ▶ Grafik: 6. Februar 2024



Beispiele gesteuerte PVA | 22. PV-Tagung Lausanne | Prof. Dr. Christof Bucher



Netzdienliche PV-Anlagen
sind «State of the Art».
Wir müssen sie nur bauen.

Beispiele gesteuerte PVA | 22. PV-Tagung Lausanne | Prof. Dr. Christof Bucher



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

christof.bucher@bfh.ch