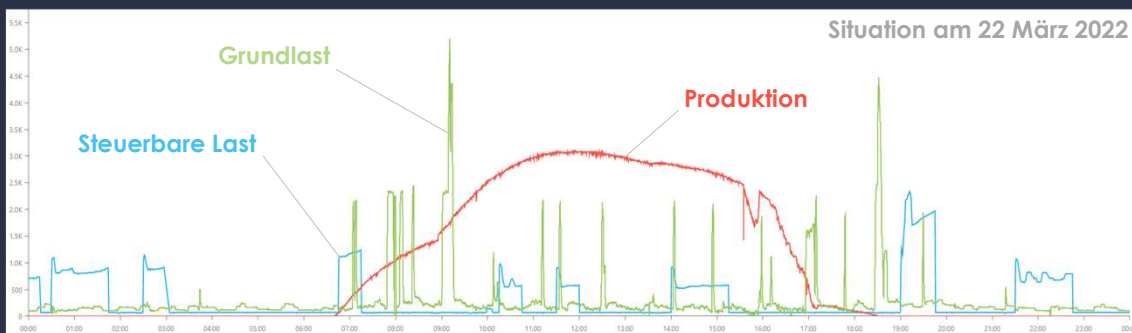




Energiemanagement mit PV: aktuelle Grenzen und Möglichkeiten

A. Hutter, Gruppenleiter Energiesysteme, CSEM

Energiemanagement für PV Anlagen



Ziel: Verbrauch an fluktuierende **Produktion** automatisch anpassen
durch **Lastverschiebung** und **Speicherung**

Ziele und Möglichkeiten des Energiemanagements

PV

EFH: 5-15kW_p

- Eigenverbrauchsoptimierung
- Optimierung von Leistungsspitzen
- Demand-side management (extern)

Wärmepumpen

EFH: 5-15kW

- Lastverschiebung im Stundenbereich
- Thermische Speicherung (EFH: 2-20kWh)

Batterien

EFH: 5-15kWh

- Direkte elektrische Speicherung
- Aktivierung im Sekundenbereich

Autobatterien (V2H)

EFH: 30-80kWh

- Direkte elektrische Speicherung
- Aktivierung im Sekundenbereich
- Variable Disponibilität

3

:: CSEM

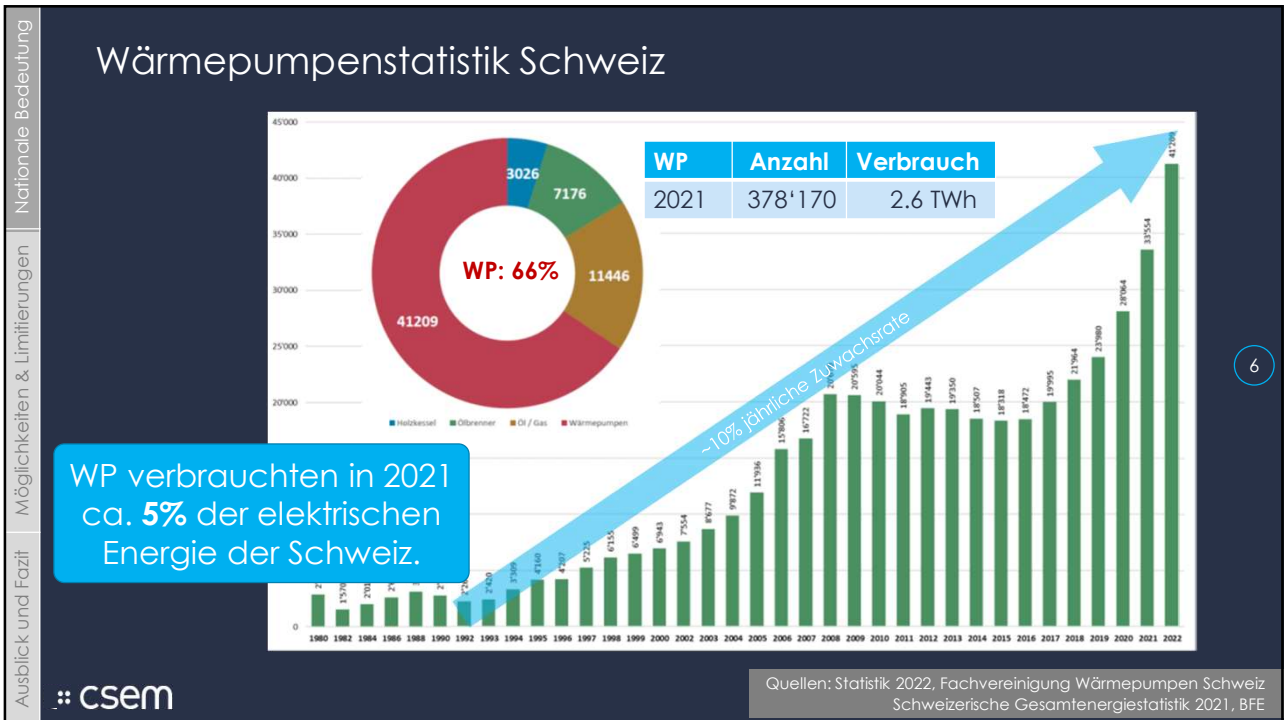
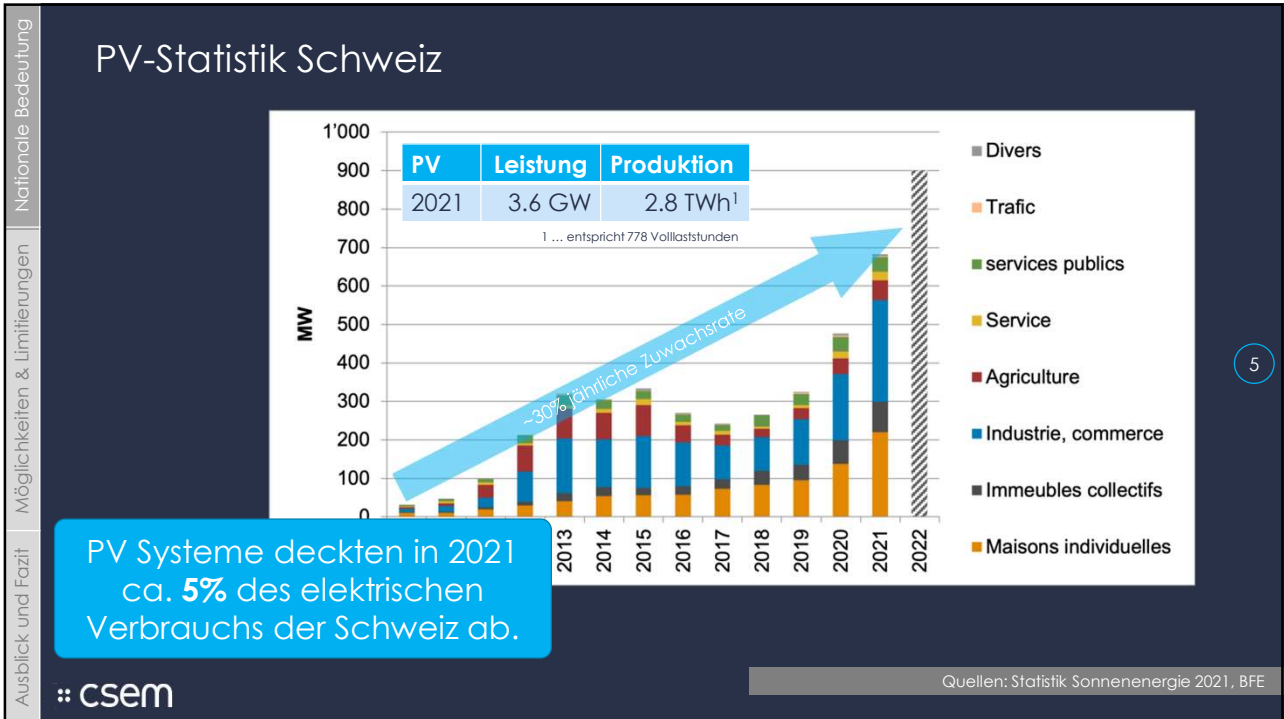
MFH & EVG: Skalierung und Ausnutzung des Gleichzeitigkeitsfaktors

Überblick

- Bedeutung auf nationaler Ebene
- Aktuelle Möglichkeiten und Limitierungen
- Ausblick und Fazit

4

:: CSEM



Nationale Bedeutung
 Möglichkeiten & Limitierungen
 Ausblick und Fazit

Statistik zu Batterien in Kombination mit PV Anlagen Schweiz

Batt.	Anzahl	Kapazität
2021	13'563	0.16 GWh

In 2021 konnte die gesamte PV Leistung während **2.5 Minuten** in Batterien gespeichert werden.

Quelle: Statistik Sonnenenergie 2021, BFE

7

Nationale Bedeutung
 Möglichkeiten & Limitierungen
 Ausblick und Fazit

Fahrzeugstatistik Schweiz

EVs	Anzahl	Kapazität ¹	Verbrauch ²
2022	128'239 (2.5%)	6.4 GWh	0.5 TWh

1 ... bei einer durchschnittlichen Kapazität von 50 kWh
 2 ... durchschnittlicher Verbrauch von 0.2 kWh/km & 20'000 km Fahrleistung

EVs verfügen über eine deutlich höhere Speicherkapazität als stationäre Batterien.

EVs verbrauchten in 2022 ca. **1%** der elektrischen Energie der Schweiz.

Quelle: Strassenfahrzeuge – neue Inverkehrsetzungen 2022, Bundesamt für Statistik

8

Nationale Bedeutung

Möglichkeiten & Limitierungen

Ausblick und Fazit

Bedeutung des Energiemanagements in der Zukunft

PV Zuwachs: 30%

Jahr	Leistung	Produktion
2021	3.6 GW	2.8 TWh
2027 ¹	15.1 GW	12.5 TWh ²

1 ... Zuwachsrate bleibt konstant
2 ... 826 Volllaststunden

Wärmepumpen Zuwachs: 10%

Jahr	Anzahl	Verbrauch
2021	378'170	2.6 TWh
2027 ¹	697'471	4.9 TWh ²

1 ... Zuwachsrate bleibt konstant
2 ... lineare Extrapolation

Batterien Zuwachs: 100%

Jahr	Kapazität
2021	0.16 GWh
2027 ¹	9.20 GWh

1 ... Zuwachsrate bleibt konstant

Autobatterien Zuwachs: 46%

Jahr	Kapazität	Verbrauch
2022	6.4 GWh	0.5 TWh
2027 ¹	42.8 GWh	3.4 TWh

1 ... Zuwachsrate bleibt konstant

Abdeckung von WP+EV Bedarf durch PV möglich

Batteriespeicher gewinnen rasch an Bedeutung → V2H/V2G

csem

Nationale Bedeutung

Möglichkeiten & Limitierungen

Ausblick und Fazit

Wie funktioniert Energiemanagements für PV Anlagen

ohne Energiemanagement

mit Energiemanagement

— local prod.

— load cons.

— import

— export

— direct self-cons.

csem

Optimales Energiemanagement – verfügbare Lösungen

Nationale Bedeutung

Möglichkeiten & Limitierungen

Ausblick und Fazit

1. Produktion und Verbrauch vorhersagen
2. Mögliche Lastverschiebungen eruieren
3. Fahrpläne gemeinsam optimieren
4. Verbraucher und Speicher aktivieren

CSEM Optimierungs-Software **NRGMAestro™**

Aktuelle Nutzer

Weitere Ressourcen zum Thema: CSEM smart energy management solutions, available at <https://www.csem.ch/news/smart-energy-management-systems>

11

Optimales Energiemanagement – verfügbare Werkzeuge

Nationale Bedeutung

Möglichkeiten & Limitierungen

Ausblick und Fazit

NRG Maestro Optimizer

Welcome to the NRGMAestro simulator. This simulator helps to demonstrate the benefits of the energy management software NRGMAestro. Compare NRGMAestro for the energy management of a residential buildings equipped with **heat pumps and solar panels** to other options

Select your design parameters Einfamilienhaus

Take an apartment building located in Neuchatel, Switzerland. Choose the type and size of the building, the size of the solar installation and the age of the buildings to parametrize the simulation.

Type of building

Individual

Collective

Energy reference area [m²]

50 300

Year of construction

Before 1980

Between 1980 and 2015

After 2015

PV surface [m²]

0 200

PV power < 10 kW

Simulation results

Below are key KPIs for the simulation with NRGMAestro control. Percentage refer to the relative difference compared to using a self-consumption focused EMS

Electricity bought	Net cost of energy	Autarky
4 MWh/y	97 CHF/y	36.0 %
↓ -11.50 %	↓ -51.36 %	↑ 4.76 %

Select your design parameters Mehrfamilienhaus

Take an apartment building located in Neuchatel, Switzerland. Choose the type and size of the building, the size of the solar installation and the age of the buildings to parametrize the simulation.

Type of building

Individual

Collective

Energy reference area [m²]

1000 20000

Year of construction

Before 1980

Between 1980 and 2015

After 2015

PV surface [m²]

0 2000

PV power < 100 kW

Simulation results

Below are key KPIs for the simulation with NRGMAestro control. Percentage refer to the relative difference compared to using a self-consumption focused EMS

Electricity bought	Net cost of energy	Autarky
37 MWh/y	1033 CHF/y	41.7 %
↓ -24.33 %	↓ -69.32 %	↑ 7.37 %

12

Copyright 2019 CSEM – www.csem.ch

6

Ansteuerung von Wärmepumpen

Nationale Bedeutung

Möglichkeiten & Limitierungen

Ausblick und Fazit

SmartGrid ready

genormte WP API WP API

Energiemanager

Steuerungs-SW

Geräte-Treiber

Steuerungs-SW

Wärmepumpe

Betriebsanleitung Wärmepumpe 1

Betriebsanleitung Wärmepumpe 2

13

Hersteller des Energiemanagers

Hersteller des Energiemanagers

Hersteller der Wärmepumpe

Hersteller der Wärmepumpe

heute morgen

csem

Publikationen und weitere Ressourcen zum Thema:

- SmartGridready: das Label für die standardisierte, sichere Kommunikation zwischen Prod. Men, Systemen, Anlagen sowie Elektrifizierungsnetzen, web-link: <https://smartgridready.ch/>
- OPERA – Utilisation optimale de l'énergie renouvelable avec PAC pour les immeubles collectifs en rénovation, supported by SFOE under contract SJ/2022/20

Verwendung von Batterien – Probleme und Werkzeuge

Nationale Bedeutung

Möglichkeiten & Limitierungen

Ausblick und Fazit

schnelle Modelle für Betriebsoptimierung

Testzenario 30 Tage	Ertrag [CHF]	Fehler [%]	Time/run [s]	Verbesserung (Faktor)
Volle Degradation	5.40	-	5 s	-
Einfache Degradation	5.50	+1.8%	0.3 s	16.7
Keine Degradation	4.65	-13.6%	0.2 s	25.0

Präzise **Alterungsmodelle** sind für die **Dimensionierung** sowie den **optimalen Betrieb** von Batteriesystemen enorm wichtig.

SoXery - ein Werkzeug zur Bestimmung von Batteriealterung

- Basierend auf extensiven Labormessungen (10 Jahre)
- Für gängige Zell-Technologien (NMC, LFP, LTO)
- Eruiert Kalender- und Zyklusalterung
- Benötigt Benutzerprofile (Leistung & Temperatur)

Dimensionierungshilfe

web-link: www.tinyurl.com/soxery

14

Publikationen und weitere Ressourcen zum Thema:

- P. Juriš, et al., "SoC management strategies in Battery Energy Storage System providing Primary Control Reserve", Sust. Energy, Grids & Networks, vol. 19, Sep. 2019, doi: [10.1016/j.segan.2019.100230](https://doi.org/10.1016/j.segan.2019.100230)
- S. Bhoir, P. Calandaro, and C. Brivio, "Impact of V2G service provision on battery life", Journal of Energy Storage, vol. 44, p. 103178, Dec. 2021, doi: [10.1016/j.est.2021.103178](https://doi.org/10.1016/j.est.2021.103178)
- IBAES TCP Task 32 | Open Sesame – Modeling of energy storages for simulation/optimization of energy systems, supported by SFOE under contract SJ/2020/27 and SJ/2025/93

Copyright 2019 CSEM – www.csem.ch


7


Ausblick und Fazit
 Möglichkeiten & Limitierungen
 Nationale Bedeutung

Zusammenfassung

- Energiemanagement wird in den nächsten Jahren rasch an Bedeutung gewinnen
 - Wärmepumpen & Elektrofahrzeuge haben grosses Lastverschiebungspotential
 - Speichervolumen von Batterien und Elektrofahrzeuge wächst sehr schnell
 - Ziel: automatische lokale Optimierung als Beitrag zur Netzstabilisierung
- Kommerzielle Lösungen schöpfen das Optimierungspotenzial nicht vollständig aus
 - Vorausschauende kombinierte Steuerungen erhöhen das Potenzial deutlich
- Weitreichende Einführung standardisierten Gerätesteuerungen ist erstrebenswert
- Alterungsoptimierung von Batterien von grossem ökonomischem Interesse
- V2H/V2G Einführung wird zeigen inwieweit Elektrofahrzeuge eingebunden werden

15





Andreas Hutter
Andreas.Hutter@csem.ch
 +41 32 720 5156

