



VESE Online-Treff

28. Januar 2026

Pascal Mühry-Städeli

Inhalt

Theorie: Regelenergie, Flexibilität

Anwendung

Wo stehen wir heute

Inhalt

Theorie: Regelenergie, Flexibilität

Anwendung

Wo stehen wir heute

Wieso braucht es neue Lösungen?

- Bereits 14%, **ca. 9 GW**, Strom aus Photovoltaikanlagen
- Bis 2035
 - 35 Terawattstunden TWh Solarstrom, ca. 40 GW
 - Aber das **Netz erträgt maximal 15 GW!**
- Die Zeit, in welcher man **blind Solarstrom einspeisen konnte, ist vorbei!**
- Bisher: Energieversorgungsunternehmen mussten 100% der Solarleistung ans Netz anschliessen
- NEU: müssen sie nur noch **70% der DC-Leistung** zulassen

intelligente
Steuerung

Energiewende

PV-Produktion

Batterien

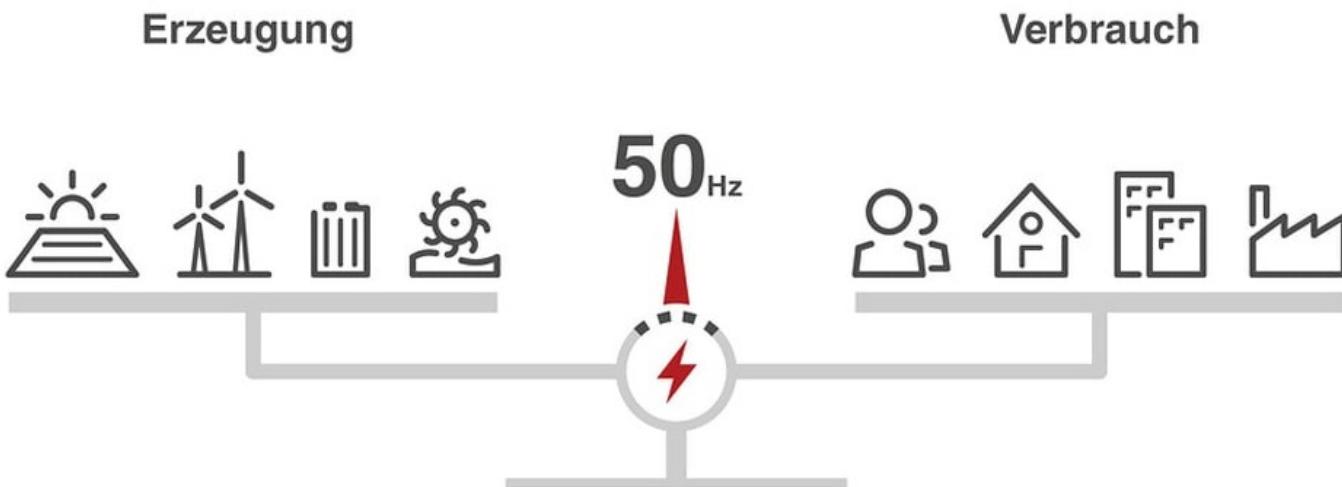
Stromnetz
stabilisieren

Strom vor Ort
sinnvoll nutzen

Ladestationen

Regelenergie [Systemdienstleitungen]

Um Netzstörungen zu vermeiden, muss jederzeit genau so viel Strom erzeugt und eingespeist werden, wie aktuell verbraucht wird.

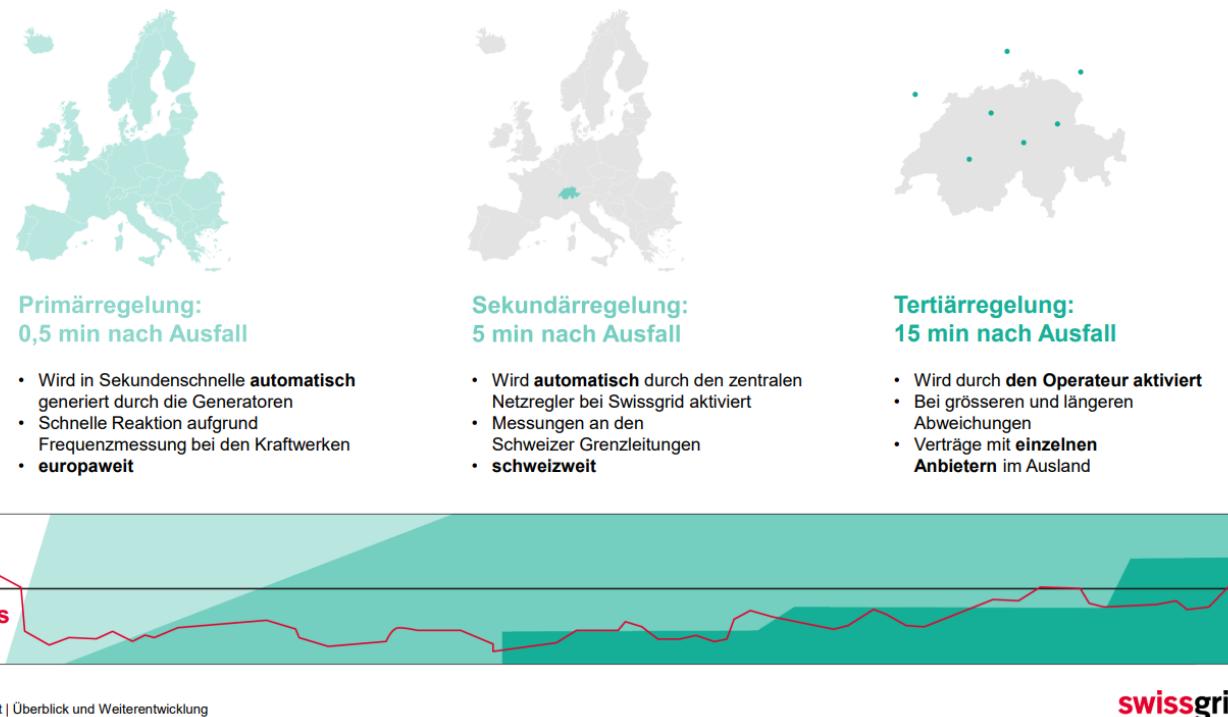


- Für eine stabile Stromversorgung muss die Netzfrequenz im schweizerischen Verbundnetz stets 50 Hertz [Hz] betragen.
- Sind Stromeinspeisung und -entnahme aus dem Gleichgewicht, wird die Netzfrequenz gestört: Stromausfälle drohen!
- Swissgrid, der Übertragungsnetzbetreiber der Schweiz (ÜNB), ist dafür verantwortlich, dass das Gleichgewicht gewahrt wird und eine stabile Stromversorgung gewährleistet ist.

Regelmarkt

- Verschiedene Stufen für Regelleistung
 - Primär: erste Sekunden [PRL]
 - Sekundär: erste Minuten [SRL]
 - Tertiär: ab 15 Minuten bis mehrere Stunden [TRL]
- Neu:
 - zusätzlich Stundenweise Angebote für Solaranlagen möglich, sogenannte „Freebids“
 - PV-Abregelung, auch PV4Balancing oder PVFlex genannt, SRE-

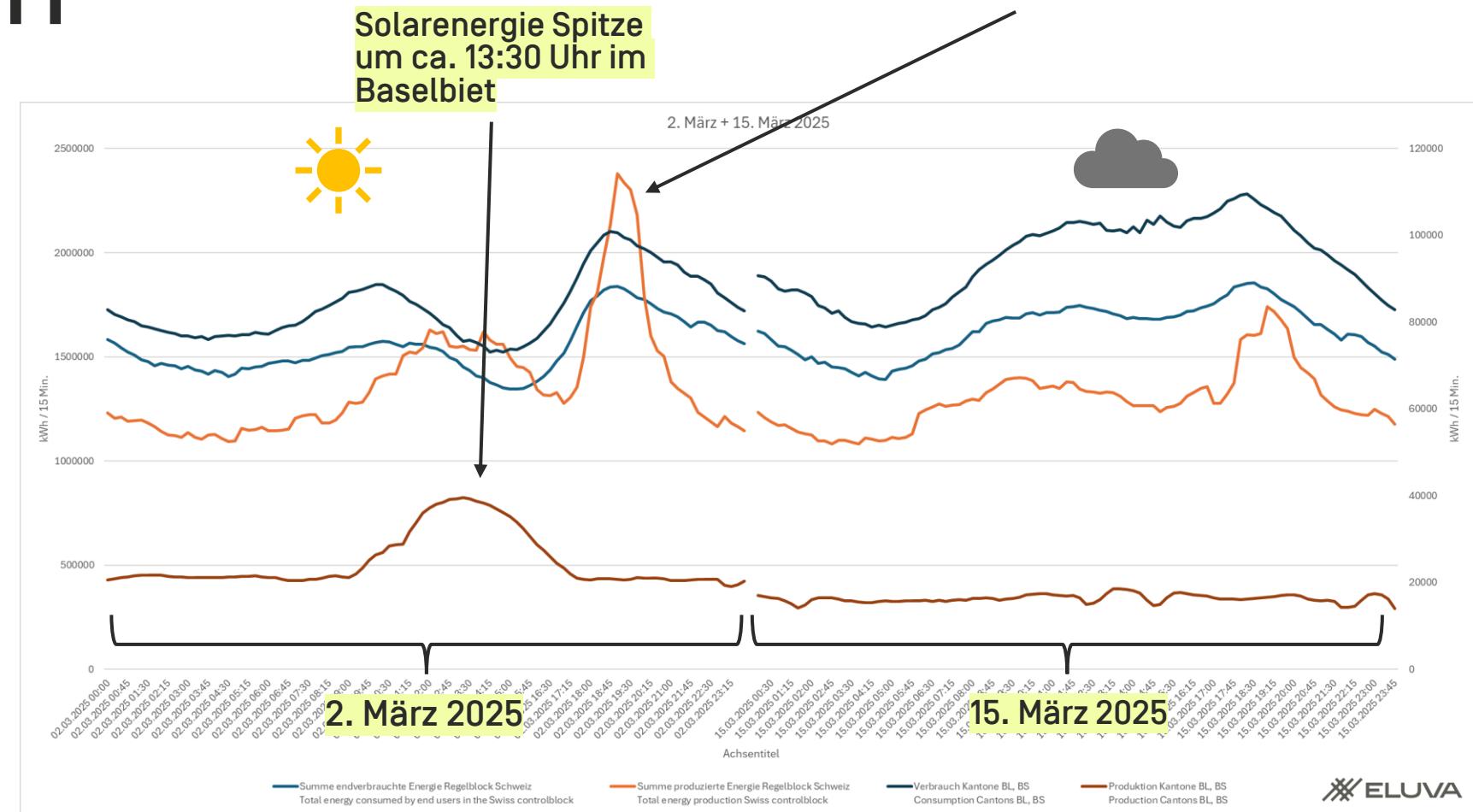
Swissgrid geht beim Regelenergieeinsatz in drei Stufen vor



Stromverbrauch und Produktion CH

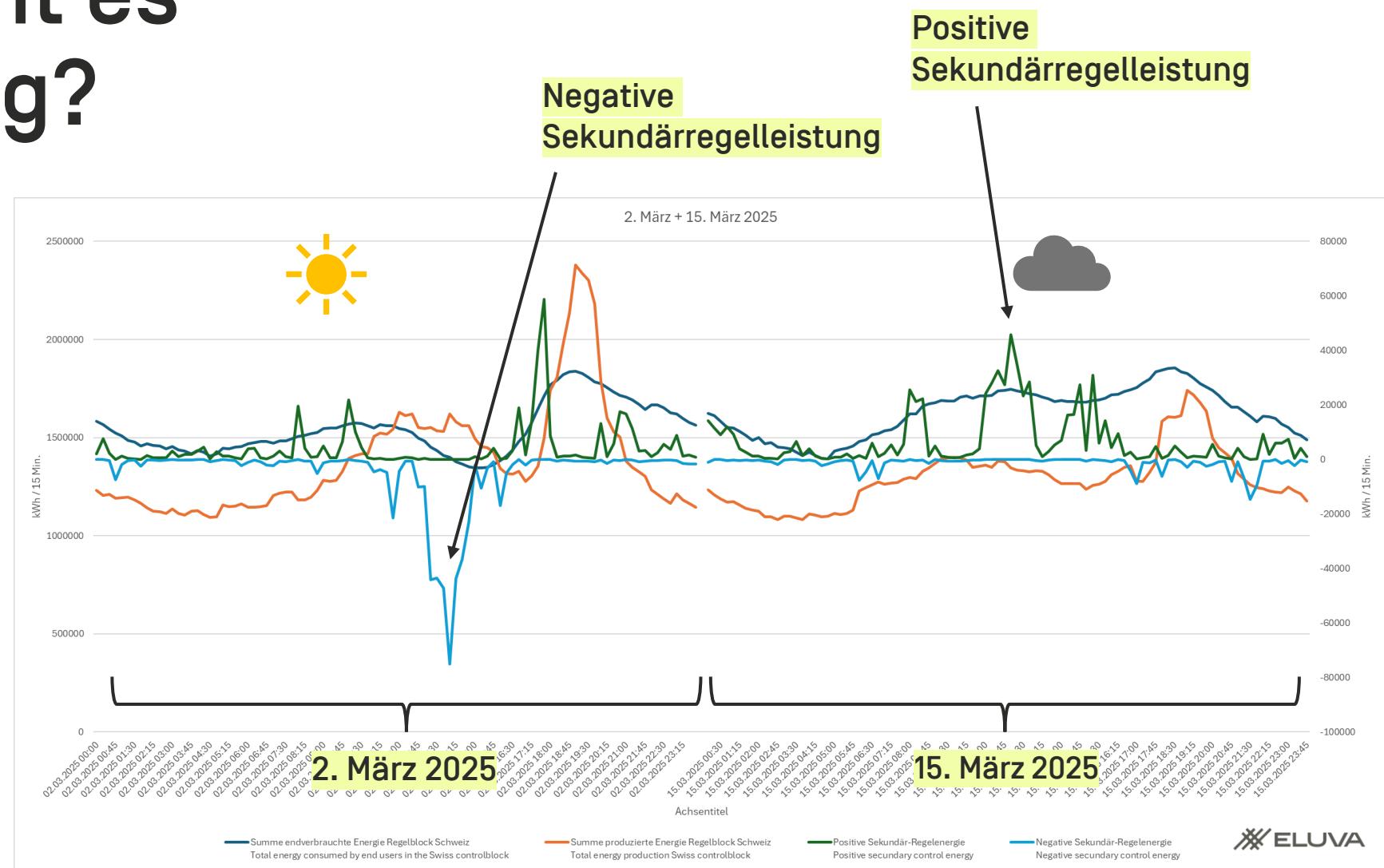
- Farbe Grafik:
Verbrauch, **Produktion**
- Verbrauch abends am höchsten.
Zunahme in Zukunft aufgrund
Ladestationen
- Mittags weniger Stromverbrauch
wegen lokalem Solarstrom
- Verbrauch-Peaks um 10:00 und
19:00
- Abends Produktion durch
Wasserkraft auf nationaler Ebene
- BL / BS hingegen doppelt so hohe
PV-Peaks im Verhältnis zur
sonstigen Produktion, dafür keine
Wasserkraftwerke

Wasserkraft und andere
kurzzeitige
Stromproduktion,
national



Wieso braucht es Regelleistung?

- Gleiche Tage, **Verbrauch, Produktion**
- Solarstrom ist schwierig **prognostizierbar**, schwankt stark
- An sonnigen Tagen massive negative Regelleistung notwendig [hellblau], Peak um 14:00 Uhr
- Positive Regelleistung jeweils bei Sonnenauf- und –untergang
- Link Swissgrid:
<https://www.swissgrid.ch/de/home/operation/grid-data/generation.html>



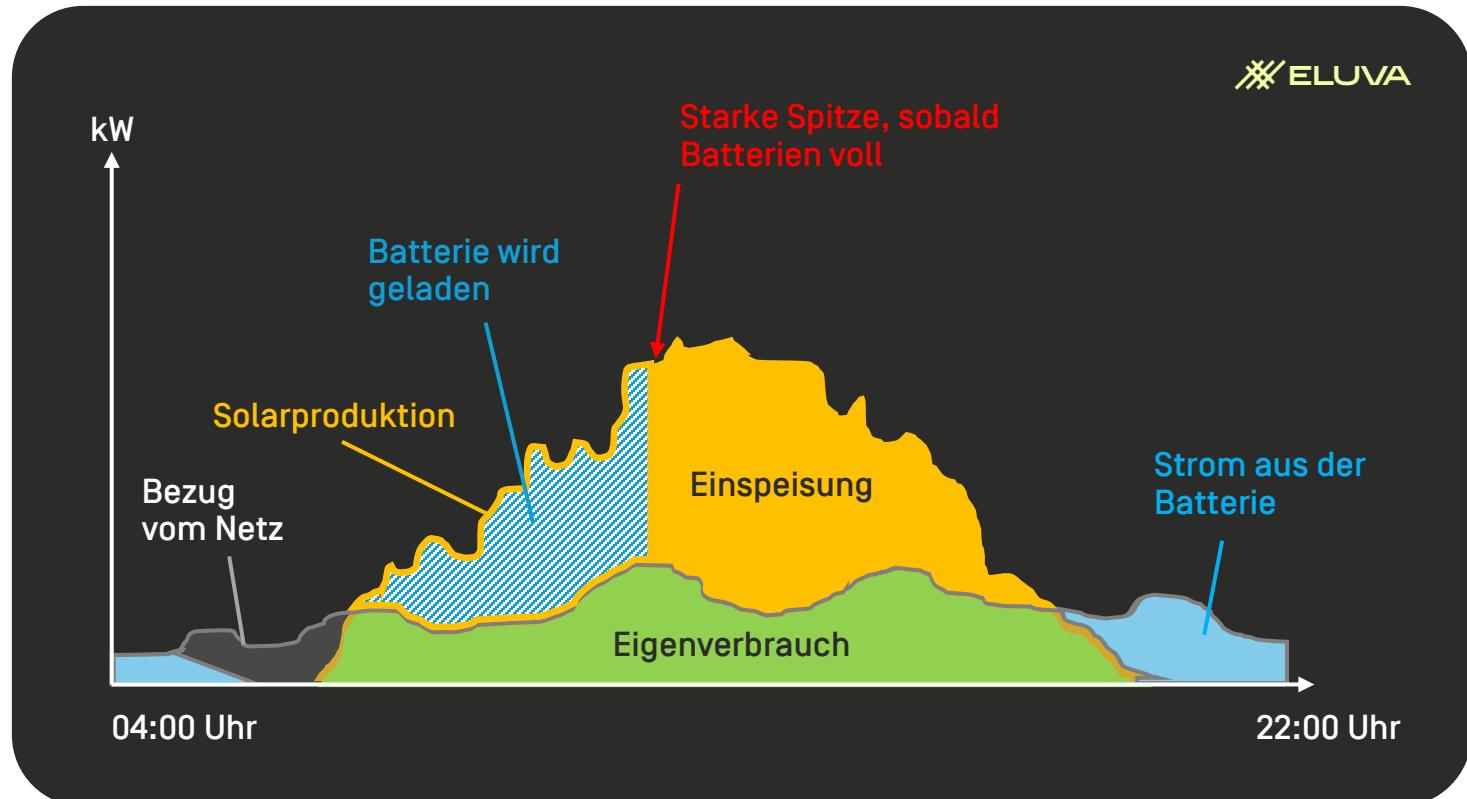
Lokale Flexibilitätsvermarktung

- In der Schweiz sind 47 Bilanzgruppen aktiv, 16 davon haben eigene Messpunkte. [Stand 27.01.2026]
- Bilanzgruppen betreiben Stromhandel und kaufen bis zu 3 Jahre voraus Strom ein [«hedging»]
- Liegt der tatsächliche Stromverbrauch neben der Prognose [praktisch immer], muss kurzfristig [intraday] Strom gekauft und verkauft werden und es muss Ausgleichsenergie eingekauft werden
- Lokale Kraftwerke können die Bilanzgruppe optimieren, wenn sie «long» oder «short» ist, und die Abweichung zur Prognose verkleinern. Dafür werden sie vom Bilanzgruppenbetreiber entschädigt.
- Batterien können also zur Bilanzgruppenoptimierung eingesetzt werden

Quelle:
<https://www.swissgrid.ch/de/home/customers/topics/bgm/bg-list/bg-active.html>

Exkurs: Schadet Solarstrom dem Netz?

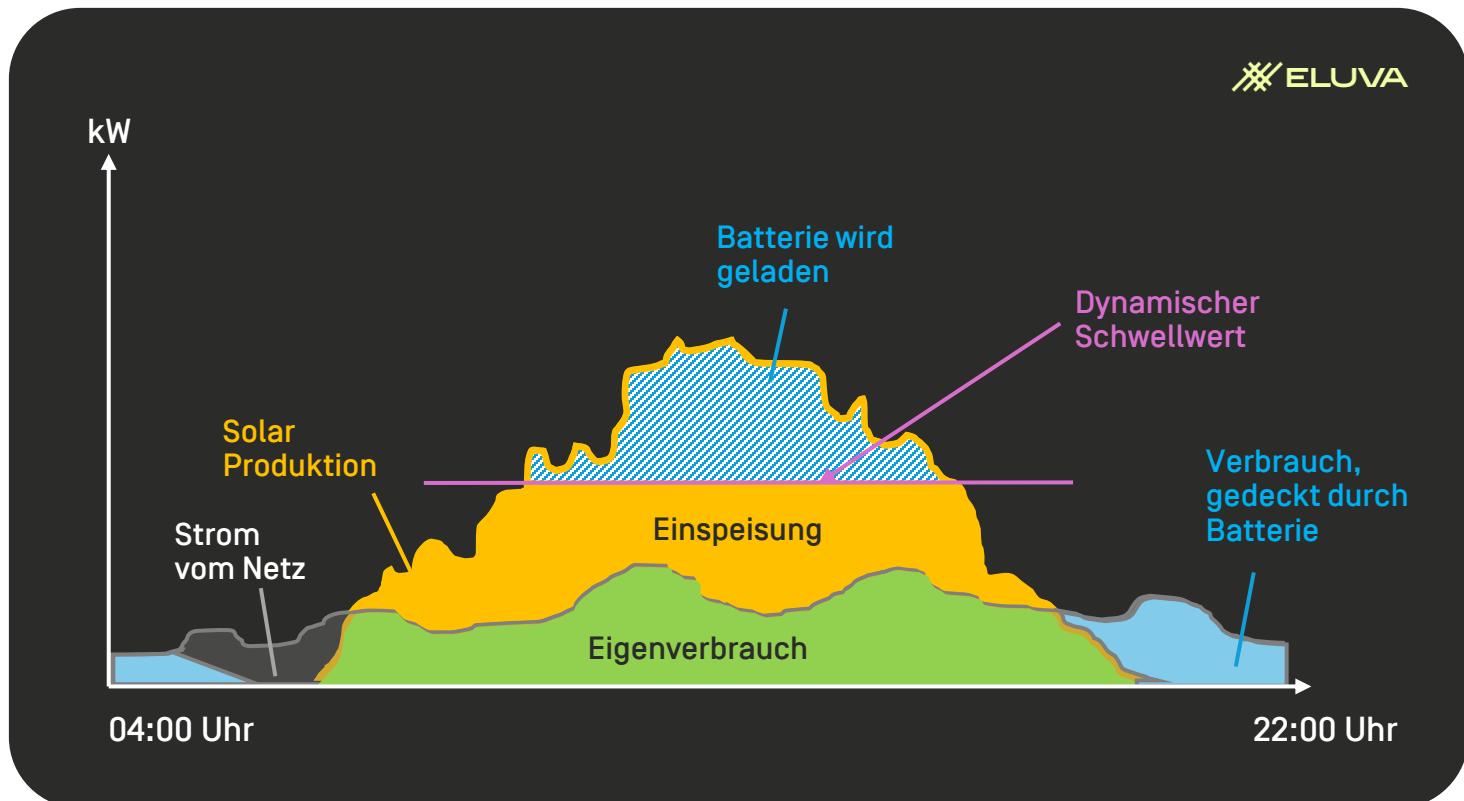
- Ohne Steuerung belasten Solaranlagen das Netz
- Heute: Batterieladung vormittags, einspeisen nachmittags
- **Sprunghafte Belastung des Netzes!**
- ohne Steuerung:
Solarstrom = Flatterstrom



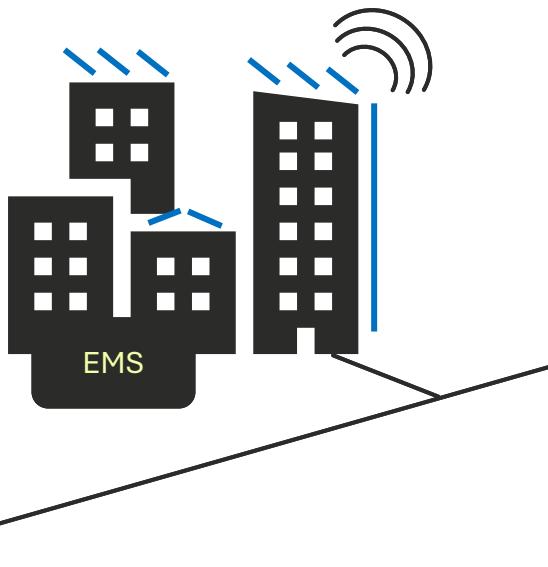
Erst moderne EMS lösen das Problem

- Vorteile:

- Netz wird weniger belastet
- Schonendere Batterieladung
- Prognosebasierte Automationen

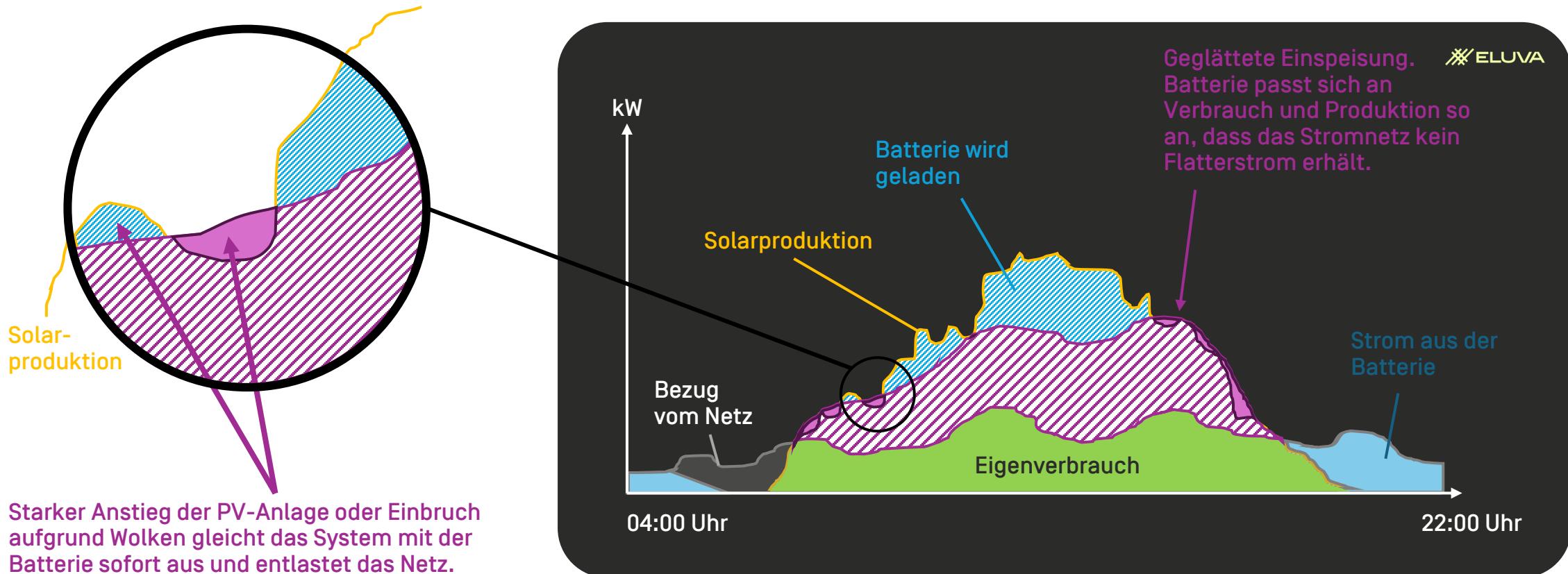


Ein erneuerbares Stromnetz funktioniert

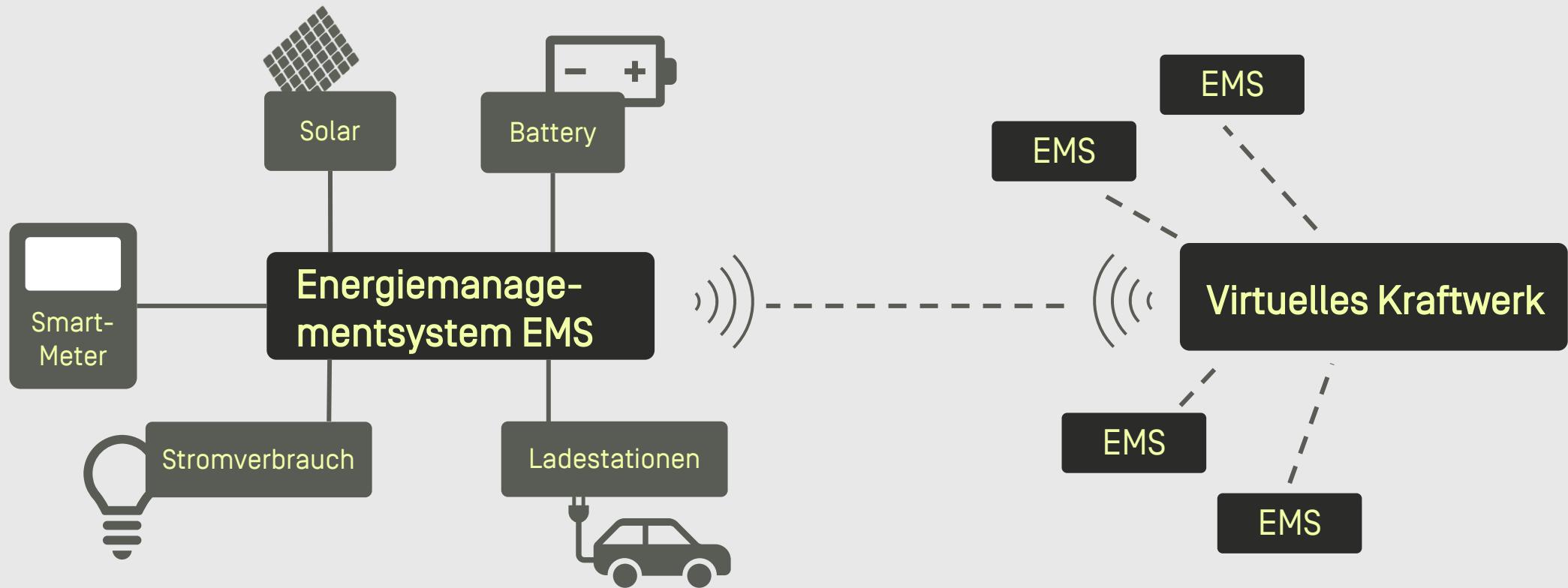


- Prognosen sind nie perfekt
- Flexibilitäten können vermarktet werden und das Netz lokal und national stabil halten:
 - Batterien zur Zwischenspeicherung
 - Kurzzeitige Abschaltung von Solaranlagen
 - An- oder Ausschalten von Verbrauchern wie Kühlaggregate, Heizungen usw.
- *Kontrollierbarer Solarstrom ist mehr wert als ungeregeltes Einspeisen!*

Zukunft: Fahrpläne, dynamische Preise und Glätten von Flatterstrom



Kleine Anlagen werden zu grossen virtuellen Kraftwerken «Virtual Power Plant, VPP»



Verschiedene Vermarktungen und Erträge

- *Achtung, alle folgenden Angaben sind ohne Gewähr und zeigen lediglich grobe Tendenzen! Andere Organisationen geben möglicherweise andere Erträge an. Dies hängt u.a. von der Vermarktung und dem Gewinnanteil ab.*
- Klassische **Sekundärregelleistung**, positiv und negativ, Vorhaltung und Abrufe, Dauer ca. 5 bis 40 Minuten
 - Ca. 120 bis 150 CHF pro angemeldetem kW und Jahr
 - Auch assymetrische Angebote möglich [SRL+ und SRL- unterschiedliche Leistungen]
- **PV-Abregelung**, ca. 5-15 CHF pro angemeldetem kW und Jahr. Abgeregelte Leistung muss «bewiesen» werden.
- **Freebids**: ähnlicher Bereich wie PV-Abregelung, Abrufe 15 bis 60 Minuten, 4h Blöcke
- **Bilanzgruppenoptimierung**: sehr unterschiedlich, manchmal ähnlich vergütet wie Sekundärregelleistung

Inhalt

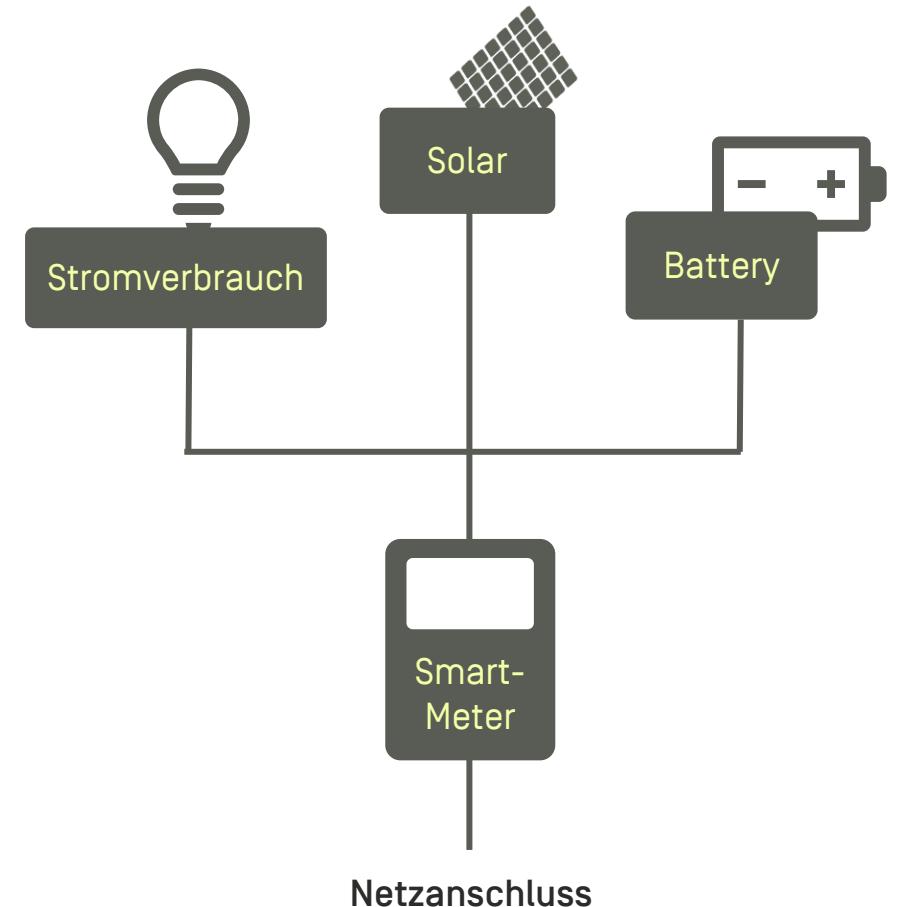
Theorie: Regelenergie, Flexibilität

Anwendung

Wo stehen wir heute

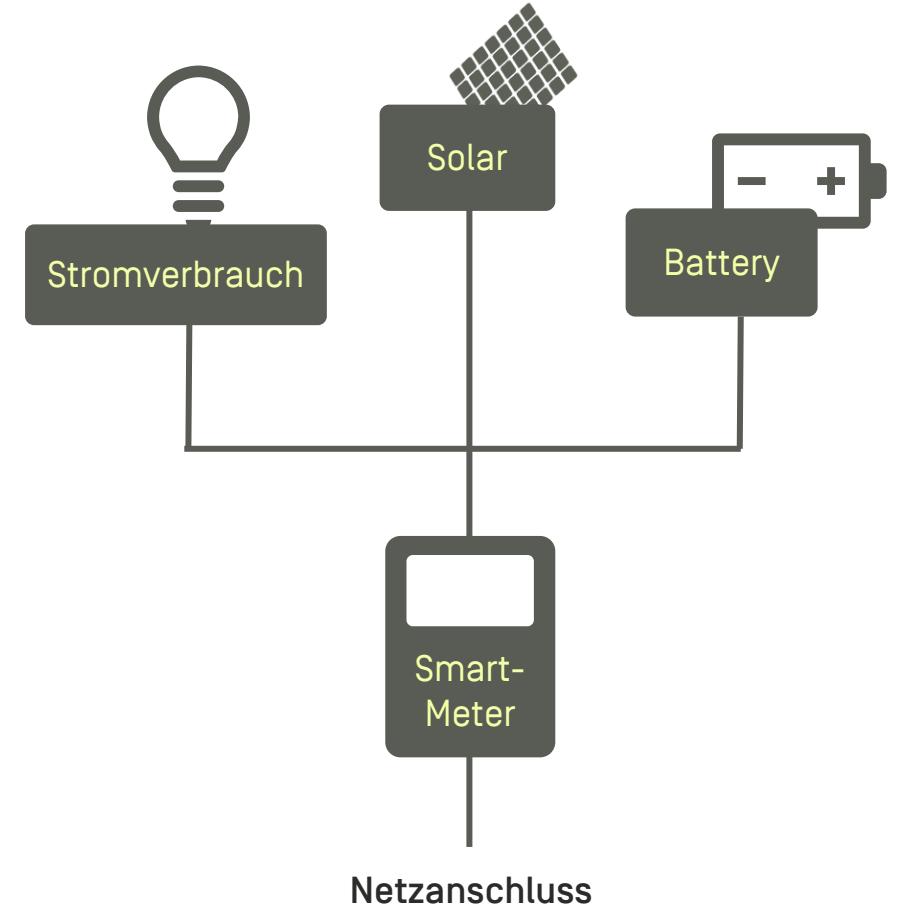
Anschluss und Messkonzept

- Bekanntlich kann die Netznutzung für Batterien neuerdings zurückgefordert werden [StromVV, NNMV], wenn Strom wieder eingespeist wird.
- Hingegen ist bei Mischformen (Batterien mit Eigenverbrauch) die Leistungskomponenten (Peaks) aktuell nicht rückerstattbar.
- Leistungsspitzen müssen Industrien i.d.R. monatlich bezahlt werden. Bis zu 20 CHF / kW.
- Landwirtschaftliche Betrieben müssen keine Leistungsspitzen zahlen. Ist der Stromanschluss gross genug, lohnt sich eine grosse Batterie!

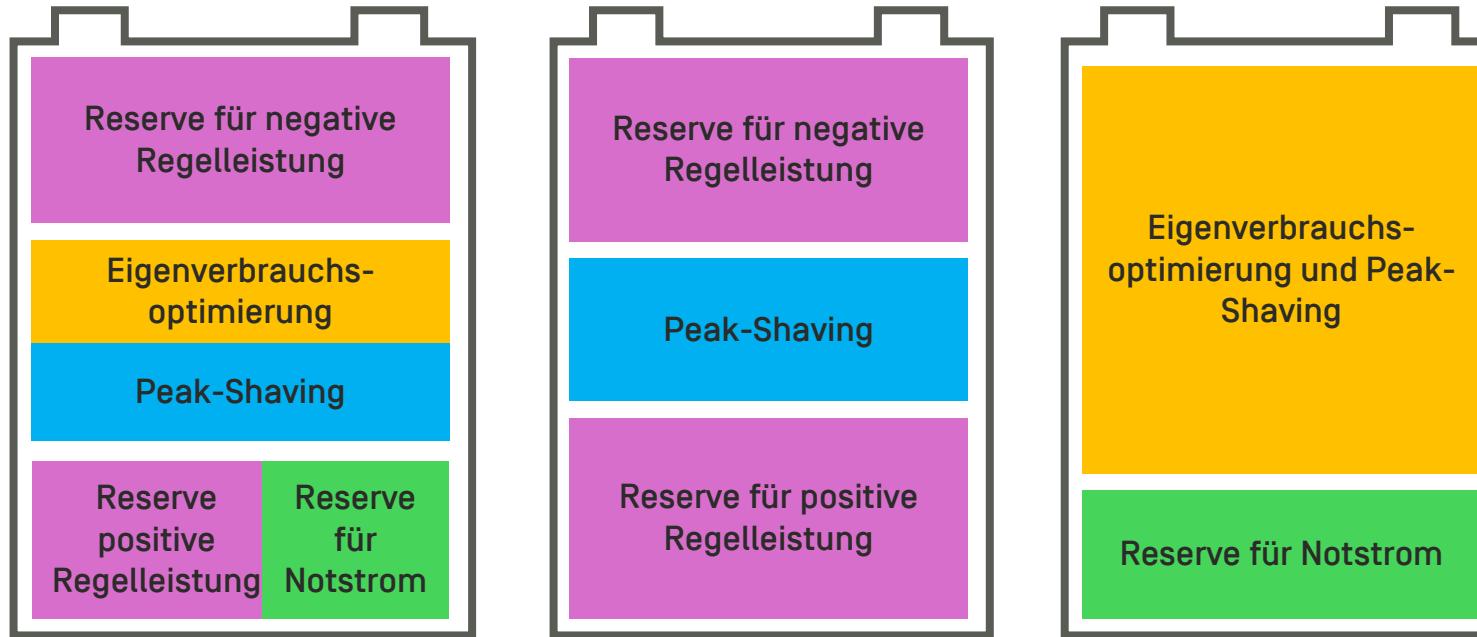


Mischform

- Alles hinter einem Messpunkt
 - Stromverbrauch Gebäude
 - Photovoltaikanlage
 - Batterie für Eigenverbrauch und Peak-Shaving
- Bei Regelabrufen entstehen somit neue Leistungsspitzen, welche der Strombezüger bezahlen muss. Das reduziert die Wirtschaftlichkeit drastisch.
- Swissgrid und ElCom sind an dieser Problematik dran.



Virtuelle Einteilung der Batterie



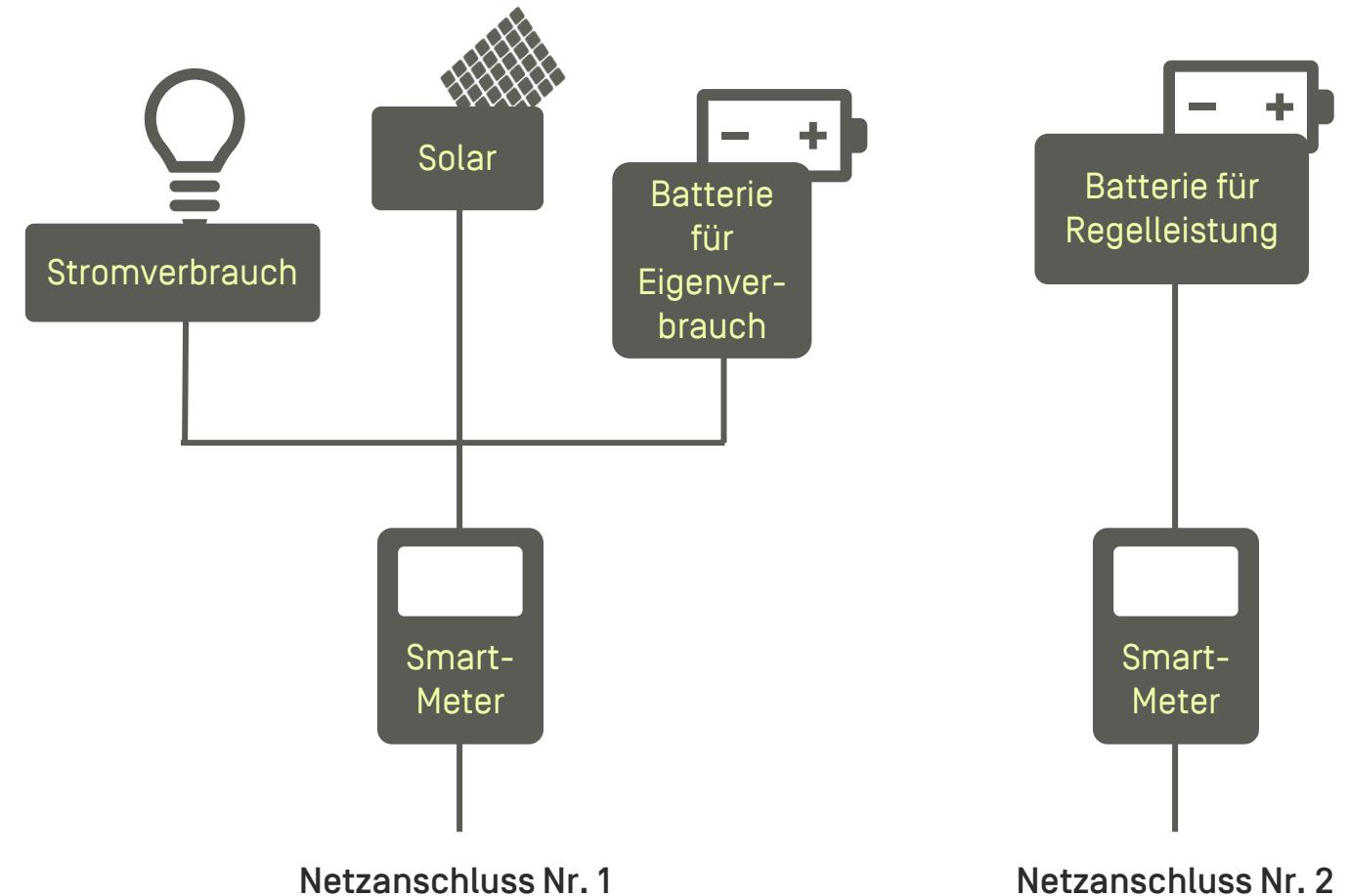
- Mehrere Funktionen innerhalb einer Batterie, «Feature Stacking»
- Grenzen können dynamisch verschoben werden, zum Beispiel saisonal oder wöchentlich
- Ermöglicht maximale Wirtschaftlichkeit einer Batterie

Alternative: Split-Anlagen

- Abhilfe schafft eine Split-Anlage

- 2 separate BESS:

1. Batterie für Eigenverbrauchsoptimierung und Peak-Shaving
2. Batterie für die Regelleistung an separatem Messpunkt

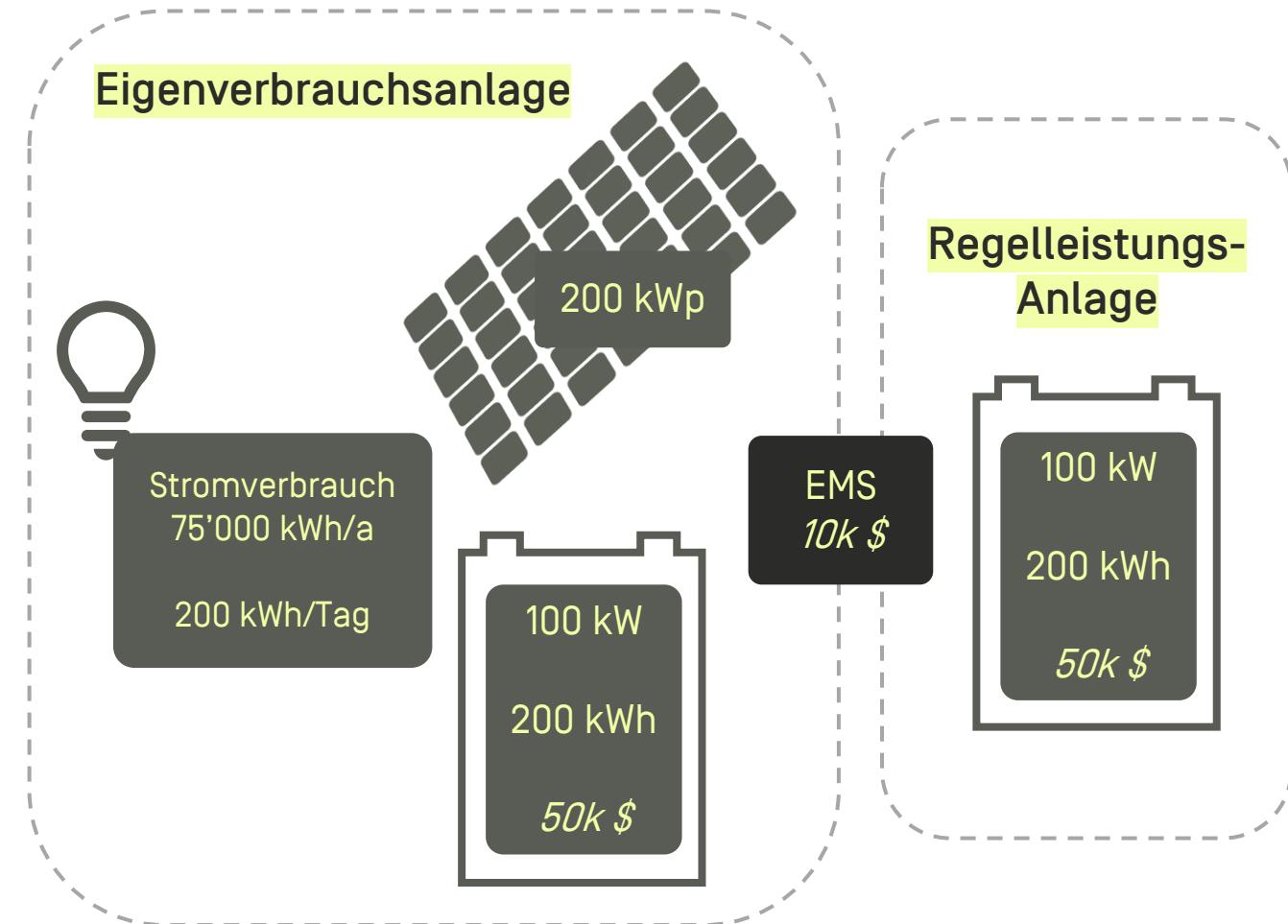


Was das EMS können muss

- Prognosen: Das System muss natürlich die nahe Zukunft abschätzen
 - Solarproduktionsprognose: Produktionsprognose der nächsten Stunde und Tage
 - Verbrauchprognose: Das System lernt den Verbrauch kennen und kann die nächsten Stunden abschätzen
- Schnelle Steuerung der Komponenten, insbesondere der Batterie, innerhalb 2 Sekunden
- Anbindung an einen Pool / Aggregationsplattform
- Höchstmögliche Cybersecurity, gesicherte Internetrouter und –verbindung, schweizer Server, regelmässige Sicherheitsupdates

Beispielrechnung

- Split Anlage, Solaranlage bestehend
- Verschiedene Erträge:
 - Ertrag Eigenverbrauchsoptimierung 10'000 CHF/a
 - Ertrag Peak-Shaving 4'800 CHF/a
 - Ertrag Regelleistung 12'000
- Gesamtkosten Batterie, EMS, Installation: 135'000.-
- Amortisation Batterien ca. 5 Jahre
- Je grösser die Anlage, desto wirtschaftlicher!
- Geht auch virtuell aufgeteilt in einer einzigen physischen Batterie bei geringen oder keinen Peak-Kosten



Zu klärende Fragen beim Projekt:

1. Wie gross ist **Zuleitung**? Kann sie noch verstärkt werden?
2. Was sind die Peaks? Gibt es einen **Lastgang**?
3. Min. 50 kW «unbenutzte» Leistungsleistung. Heisst: die regelmässigen Bezugs-Peaks sollten die Anschlussleistung nicht voll ausreizen. Denn die freie Leitung macht Regelleistung erst interessant.
4. **Anschlussleistung** idealerweise immer **max. ausnutzen** oder Möglichkeit der Verstärkung prüfen.
5. Ist **Notstromfähigkeit** erwünscht [Full-Backup]?
6. Aufstellung: Cabinets für draussen und drinnen, Racks für drinnen. Brandschutz meist kein Problem mit LFP.



Projektablauf

swissgrid

- und Installation der AnlagPlanungen.
Wir helfen gerne bei der
Dimensionierung der Batterie mit
Simulationstools
- Inbetriebnahme, Montage des EMS
vor Ort. Testphase.
- Präqualifikation mit Testsignal,
Dauer 65 Minuten
- Gesamte Präqualifikation kann
mehrere Monate dauern.

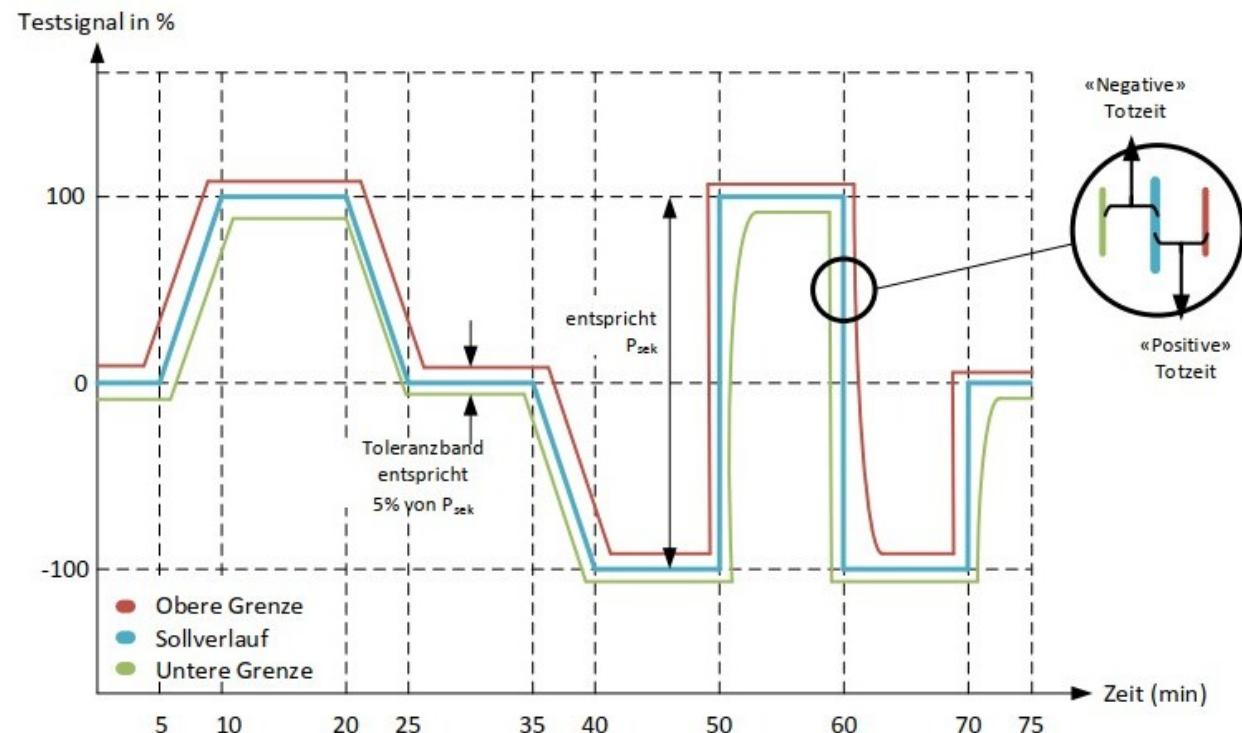


Abb. 17: Testsignal mit Toleranzbänder für Lieferung von negativer und positiver aFRR

Inhalt

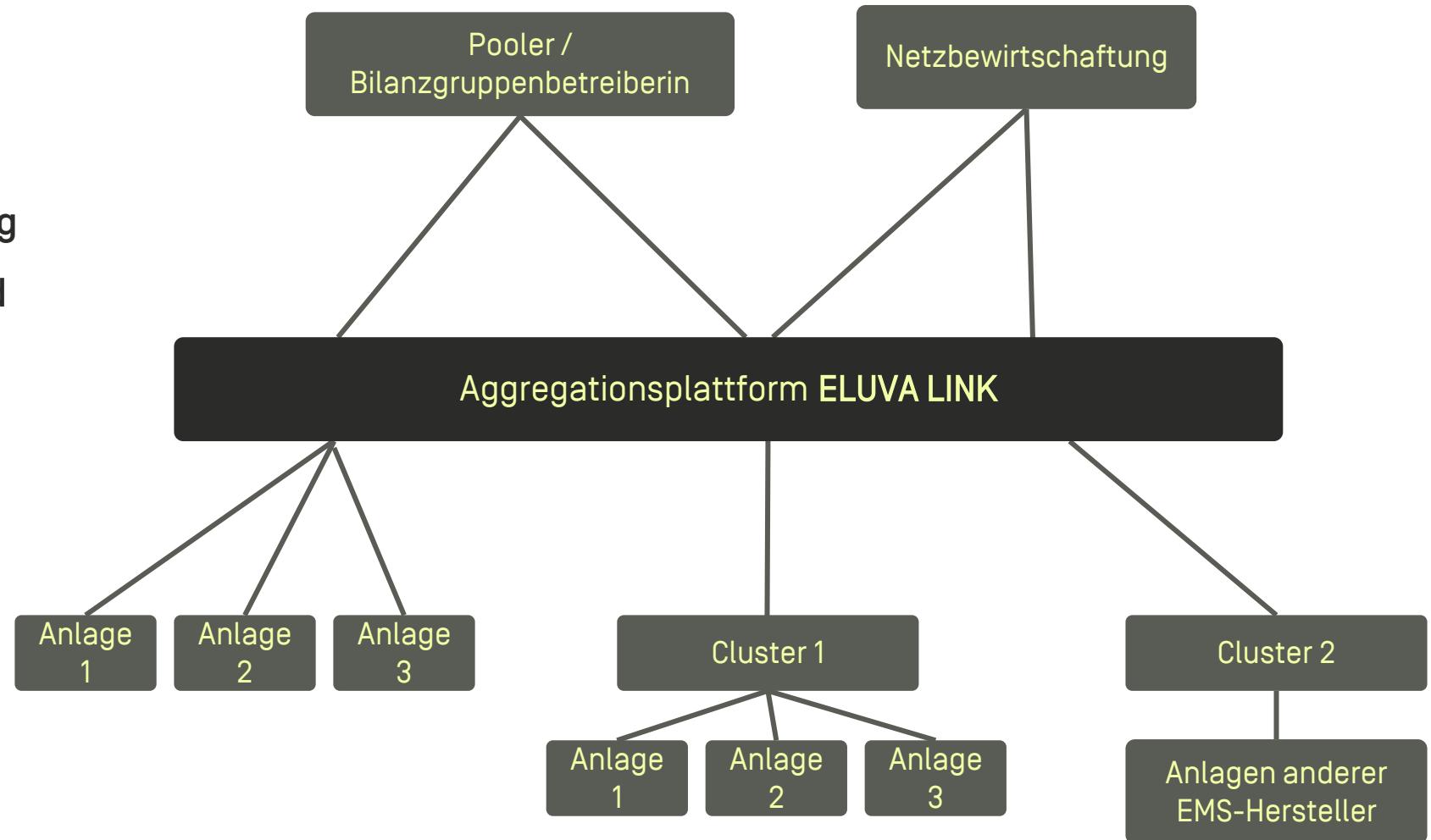
Theorie: Regelenergie, Flexibilität

Anwendung

Wo steht ELUVA

ELUVA LINK

- Standortübergreifende, dezentrale Netzoptimierung
- Anwendung auf lokaler und nationaler Ebene
- Möglichkeiten u.a.:
 - Regelleistung
 - Bilanzgruppen-optimierung
 - Blindleistungs- kompensation



Das ELUVA Energiemanagementsystem



...und arbeitet auch mit
bestehenden EMS
perfekt zusammen



{ j s o n }





Referenz-Projekt

- Woodwork AG, Huttwil
- Photovoltaik: 1.6 MWp
- BESS: 1.25 MW, 2.5 MWh
- ELUVA Module:
 - Peak-Shaving
 - Eigenverbrauch
 - Regelleistung



Q&A

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

pascal.muehry@eluva.ch +41 79 915 70 40





Backlog

Modular

- Das ELUVA EMS kann beliebig angepasst werden
- Insbesondere **Leistungsspitzen-Reduktion** und **Regelleistung** machen das Projekt höchst wirtschaftlich
- **Fragen Sie uns an für Potentialanalysen und Planungshilfen**

Auswählbare Module:

Eigenverbrauchs optimierung

Dynamische Tarife

Dashboards, PV-Monitoring

Peak-Shaving

Steuerung Wärmepumpen und Heizstäbe

Notstrom-fähigkeit

Teilnahme am Regelmarkt

Ladestation Management

Kundenwünsche

Selbstlernend: passt sich an lokalen Betrieb an

ELUVA Box

- Zentrale Steuereinheit, beinhaltet
 - EMS-Computer
 - Gesicherter 4G-Internetrouter
 - Unterbrechungsfreie Stromversorgung inkl. Batterie
 - Netzteil [Anschluss 230V AC oder 24V DC]
- Einzigartige Vorteile
 - EMS läuft bei Stromunterbruch weiter und sendet ein Ausfall-Signal
 - Abschliessbar für maximale Sicherheit
 - Zuverlässigkeit auch im Notstrombetrieb
 - Softwaremodule können remote zugeschaltet werden
 - Sehr schnelle Reaktionszeit der Steuerung



In den Farben
hellgrau oder
schwarz erhältlich



IT-Security

- Wir verstehen das Stromnetz als kritische Infrastruktur
- Wir verstehen darunter
 - **Gesicherte Verbindungen** auf jeder Ebene mit Swisscom GaaS
 - **Schweizer Server** mit State of the art Firewalls
 - Zugriffsbeschränkung bei allen Systemen
 - **Regelmässige Sicherheits-Updates**



ELUVA – geballtes Know-how

ELUVA ist aus mehreren Unternehmen hervorgegangen:

revoltec GmbH: langjährige Erfahrung im Systemdienstleistungsmarkt und Betrieb von Batterien



CS2 AG: Schweizer Full-Service-Webagentur mit rund 40 Mitarbeitenden, gegründet 1997



Projektanfragen

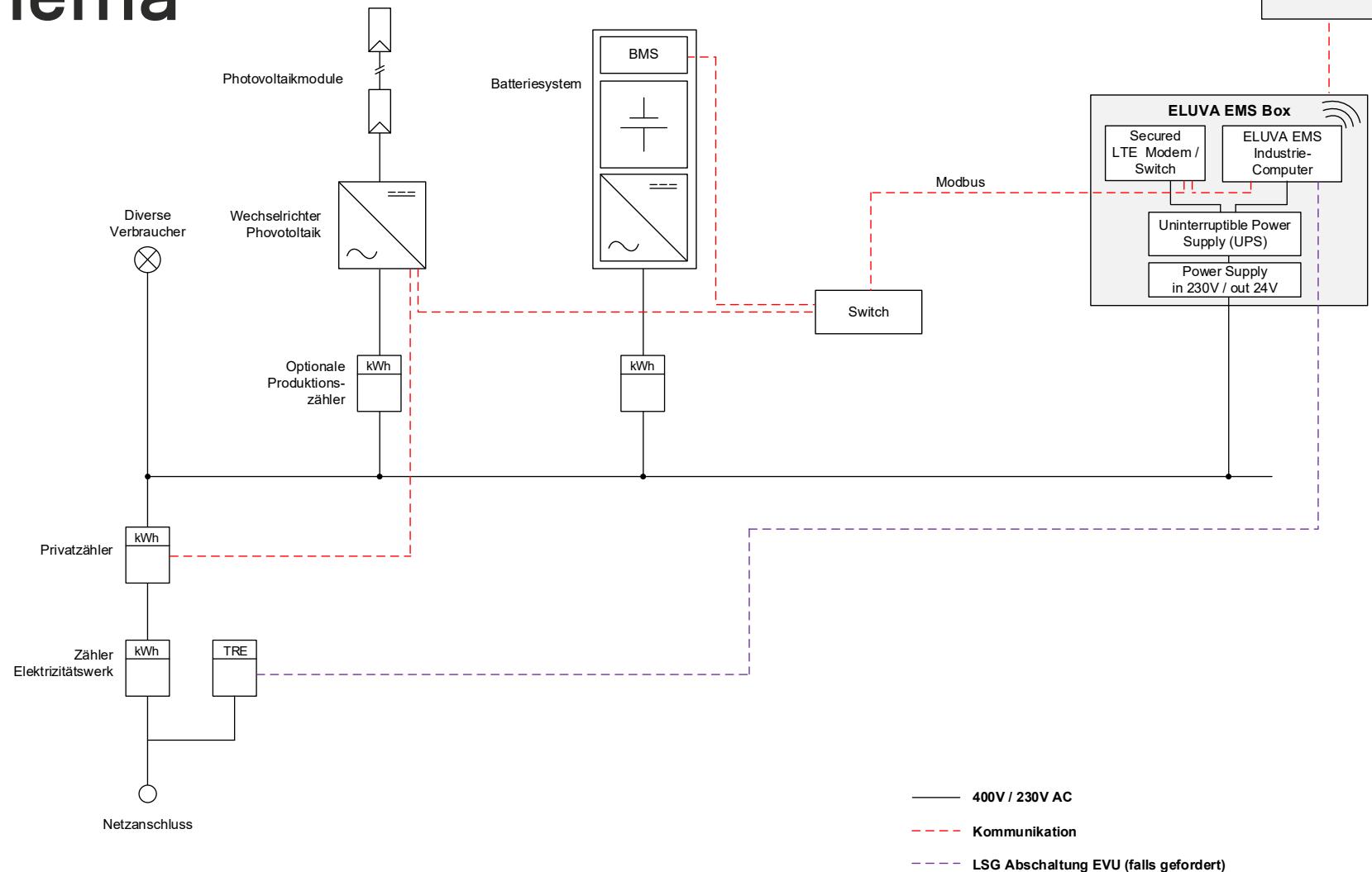
- Direkt zu Pascal Mühry-Städeli:
 - hello@eluva.ch / pascal.muehry@eluva.ch
 - +41 79 915 70 40



Abkürzungs-Glossar

- EMS Energiemanagement System
- BESS Battery Energy Storage System
- SDL Systemdienstleistung (umfasst SRL, PRL usw.)
- SRL Sekundärregelleistung
- ZEV Zusammenschluss zum Eigenverbrauch
- vZEV virtueller ZEV
- LEG Lokale Elektrizitätsgemeinschaft
- VPP Virtual Power Plant, virtuelles Kraftwerk bestehend aus mehreren kleineren Kraftwerken
- SoC State of Charge, Batterieladezustand

Elektroschema



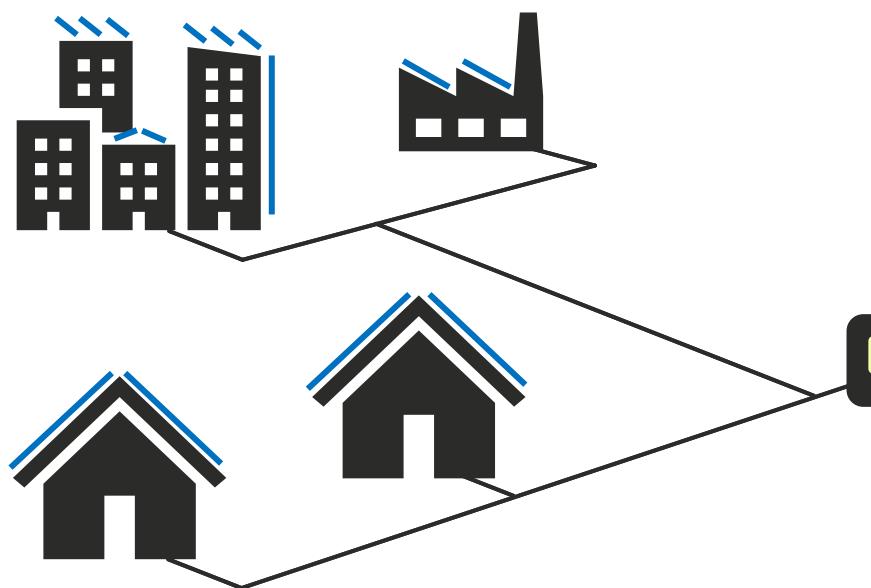
Beispielrechnung typisches Projekt



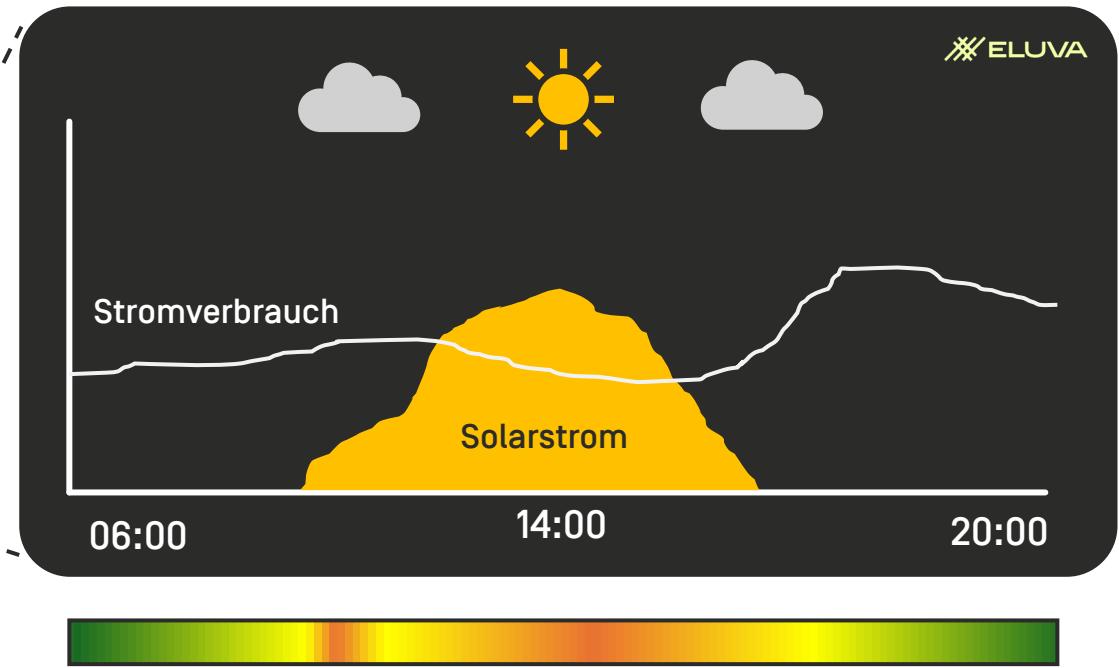
- Basisdaten System
 - Photovoltaikanlage 400 kWp
 - BESS 800 kWh / 400 kW
 - Täglicher Stromverbrauch 400 kWh
 - Anschlussleistung 400 kW
- BESS Wirtschaftlichkeit
 - Regelleistung 250 kW = 37'500 CHF/a
 - Peak-Shaving Reduktion um 50 kW = 9'000 CHF/a
 - Eigenverbrauchserhöhung 8'500 CHF
- Amortisation in 5.5 Jahren [bei Gesamtkosten von 300'000 CHF ohne PVA]

Kritisches Stromnetz - ohne ELUVA

Typisches Netzgebiet



Wetterprognose «teilweise bewölkt»



Netzzustand

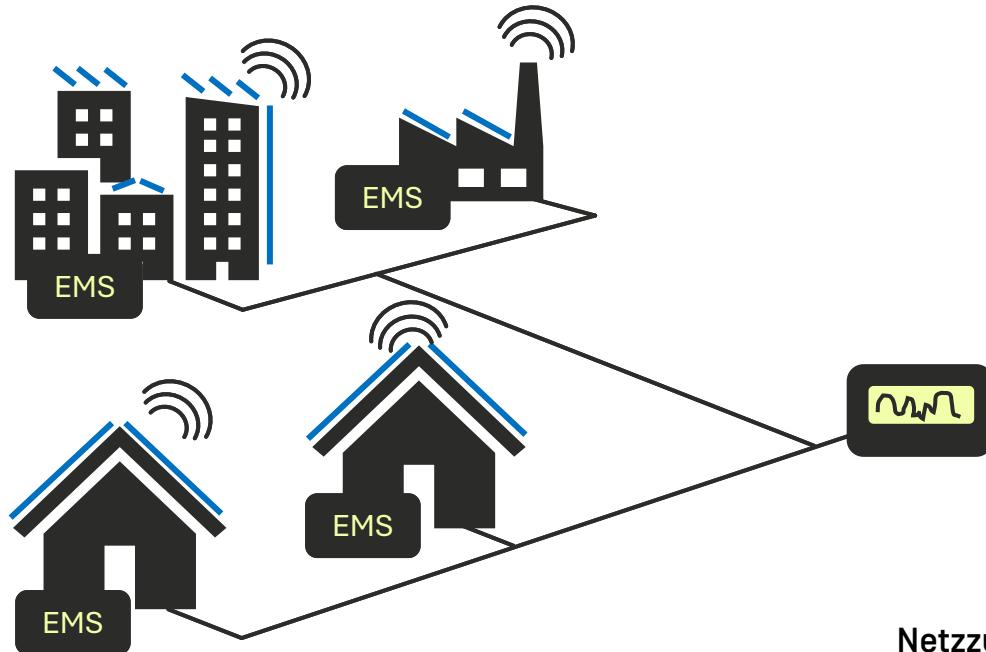
Solarstrom =
Flatterstrom

zu wenig Strom
zu viel Strom
zu wenig Strom
zu viel Strom
zu wenig Strom

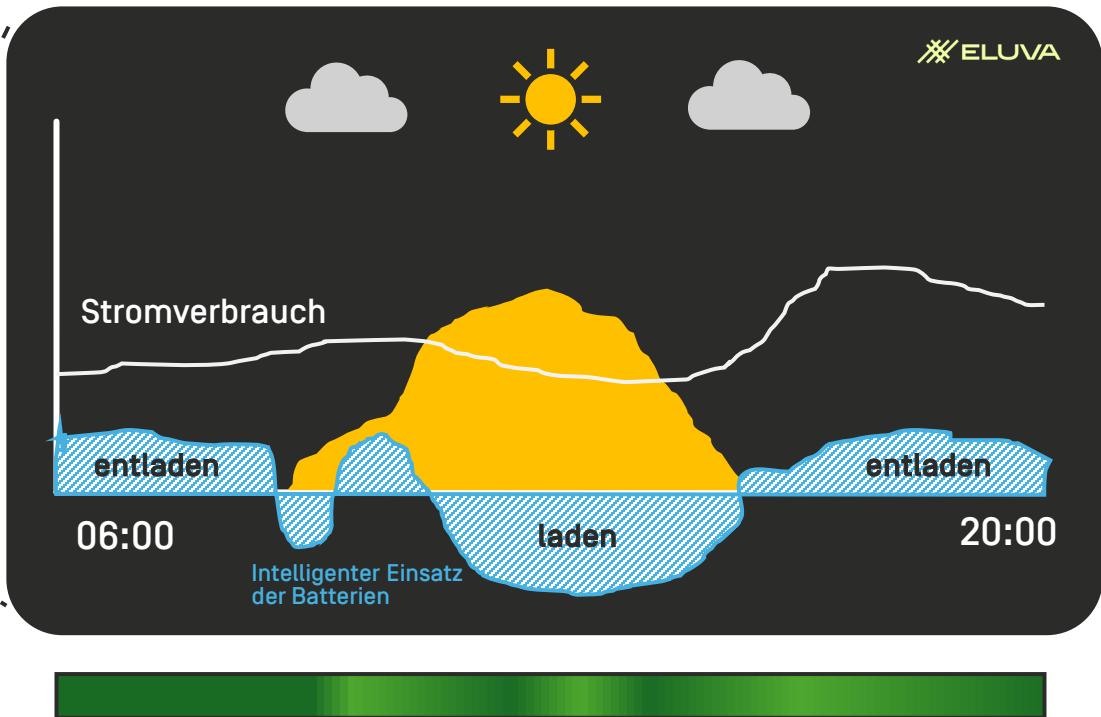


Zukunftsfähiges Stromnetz - mit ELUVA

Typisches Netzgebiet



Wetterprognose «teilweise bewölkt»



Netzzustand

Flatterstrom wird
ausgeglichen

*EMS = Energiemanagementsystem