



# VESE Frühlingstagung

12. Mai 2026

Pascal Mühry-Städeli

# Inhalt

Wieso braucht es Flexibilität?

Nutzen von Flexibilität

Anwendung

Umsetzungsbeispiel

# Inhalt

Wieso braucht es Flexibilität?

Nutzen von Flexibilität

Anwendung

Umsetzungsbeispiel

# Die Solarenergie wird erwachsen

## Früher:

- Solarstrom war nicht relevant für Schweizer Stromnetz
- 100% der Anschlussleistung wurde bewilligt
- Fixer Vergütungspreis oder hohe Vergütungen machten ein Investment planbar

## Heute:

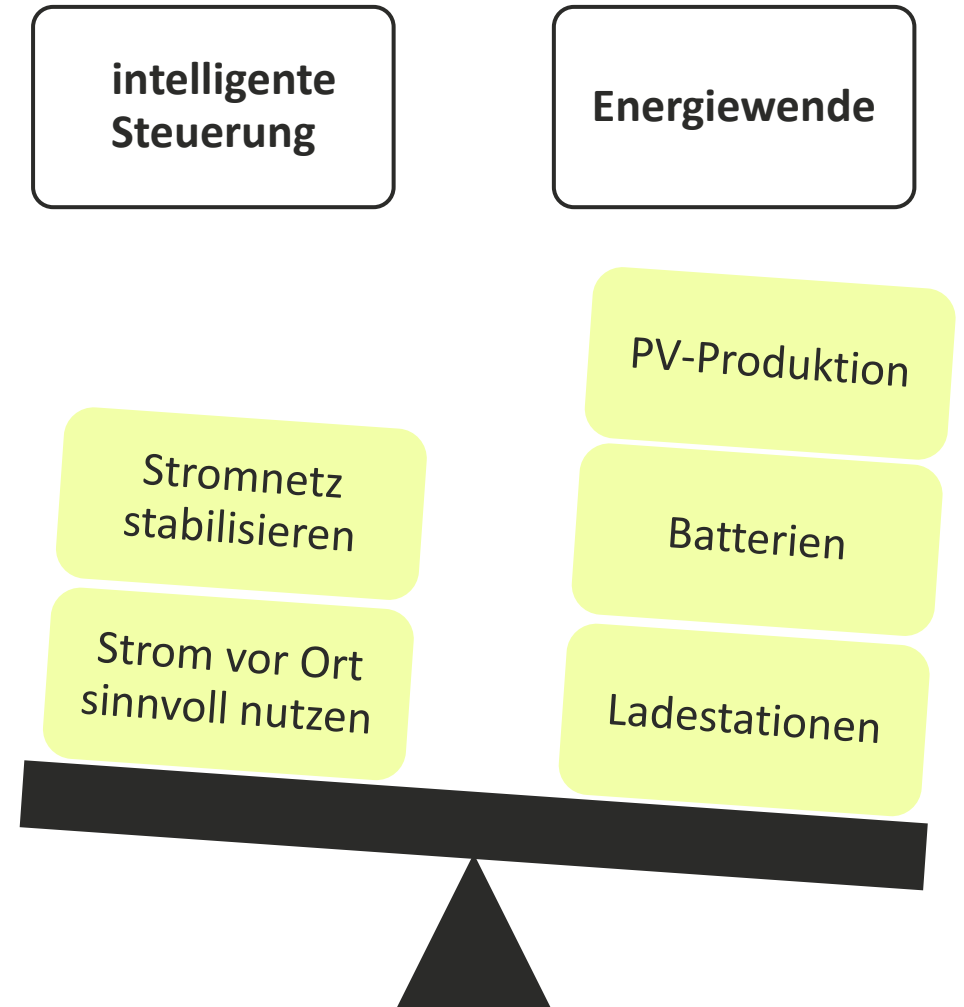
- Solarstrom wird relevant, bereits 17% PV-Strom im Schweizer Stromverbrauch = ca. 9 GW
- Nur noch 70% der DC-Leistung darf angeschlossen werden
- Niedrige und dynamische Vergütungen machen Investment unsicher

## Morgen:

- 35 TWh = 40 GW PV-Leistung bis 2035.  
Netz erträgt maximal 15 GW!
- Solaranlagen dürfen nur noch geregelt einspeisen
- Keine Einspeisevergütung, jedoch dynamische Börsenpreise. Anlage nur rentabel mit Steuerung und wahrscheinlich Batterie

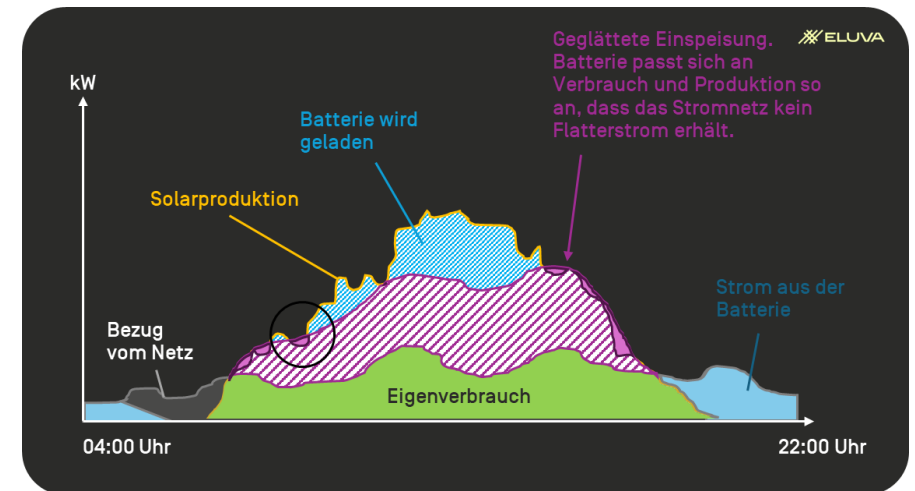
# Wieso braucht es neue Lösungen?

- *Die Zeit, in welcher man blind Solarstrom einspeisen konnte, ist vorbei!*
- Die schwierige Prognostizierbarkeit von PV-Anlagen an bewölkten Tagen macht den Energieversorgern zu schaffen.
- Stromnetz und Verbraucher müssen mehr zusammengedacht werden



# Resultat und Markt-Trends

- Photovoltaikanlagen, Stromverbraucher und Batterien werden zu Flexibilitäten
- Flexibilitäten können gesteuert und vermarktet werden
- Prosumer werden über Anreize dazu gebracht, eine intelligente Schnittstelle (Energiemanagementsystem) zu installieren -> SmartGridready definiert Standardisierungen
- Diese Anreize sind:
  - Dynamische Stromtarife (Bezug)
  - Dynamische Rückspeisetarife (Solar-Einspeisung, auch aus Batterie seit 2026 möglich)
  - Attraktive Marktteilnahmemöglichkeiten
  - Hüllkurven, Begrenzungen und Fahrpläne durch EVUs



# 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 unregelmäßiges Einspeisen!***

# Inhalt

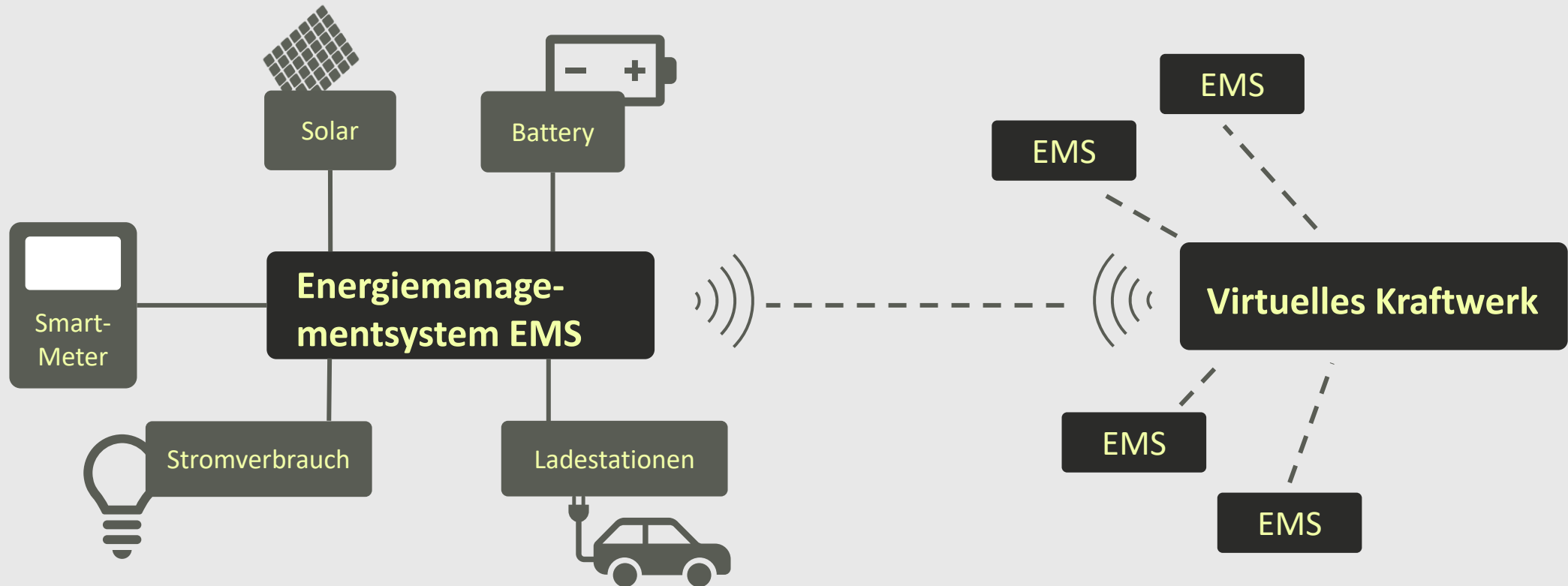
Wieso braucht es Flexibilität?

Nutzen von Flexibilität

Anwendung

Umsetzungsbeispiel

# 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. 100 CHF pro angemeldetem kW und Jahr
  - Auch asymmetrische Angebote möglich (SRL+ und SRL- unterschiedliche Leistungen)
- **PV-Abregelung**, ca. 5-10 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

# Weitere Möglichkeiten der Zukunft

- Ausnutzen von dynamischen Strompreisen
- Arbitrage-Geschäft (Strom günstig einkaufen, teurer verkaufen)
- Verzögerte Rückspeisung von Solarstrom bei dynamischen Rückspeisetarifen
- Day-Ahead- und Intraday-Stromhandel
- Strom zwischenspeichern im Areal oder Quartier bei niedrigen Anschlussleistungen

Batterie wird prognosebasiert mit günstigem Strom geladen



# Inhalt

Wieso braucht es Flexibilität?

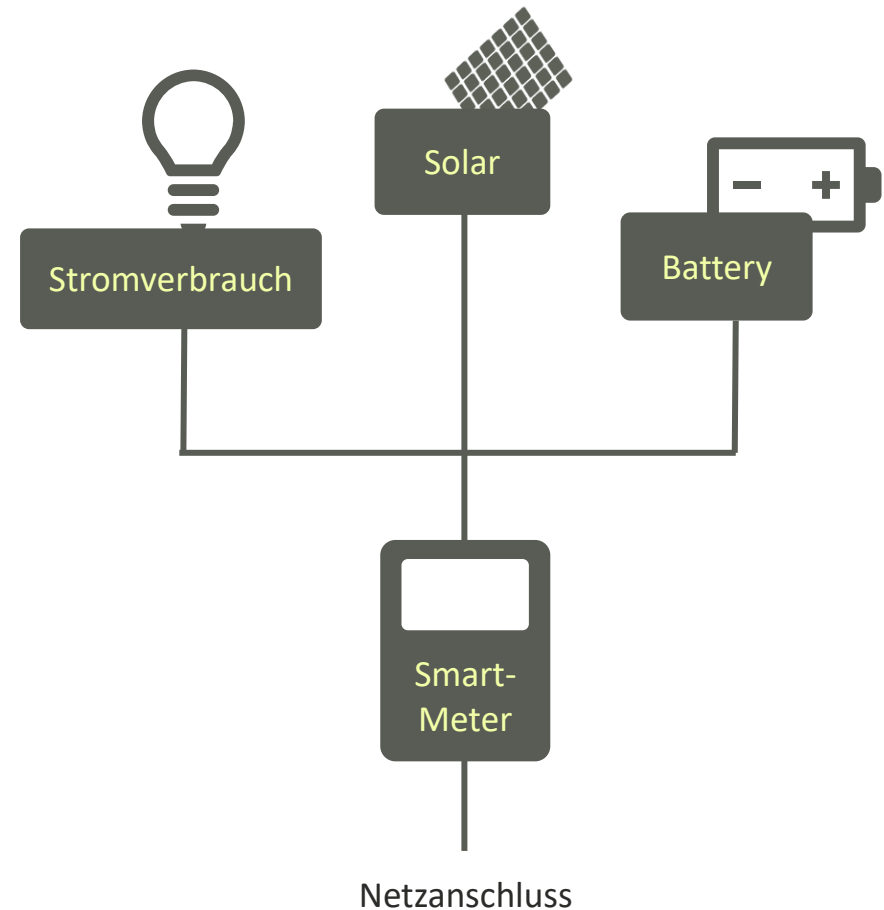
Nutzen von Flexibilität

Anwendung

Umsetzungsbeispiel

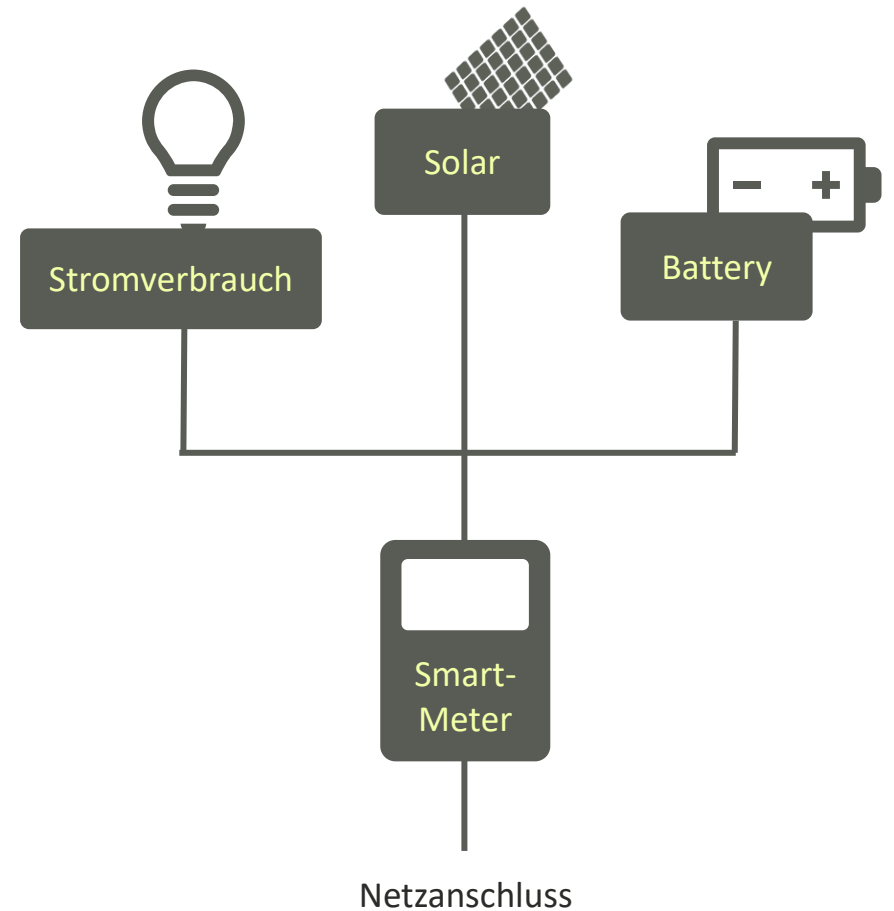
# Anschluss und Messkonzept

- 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!

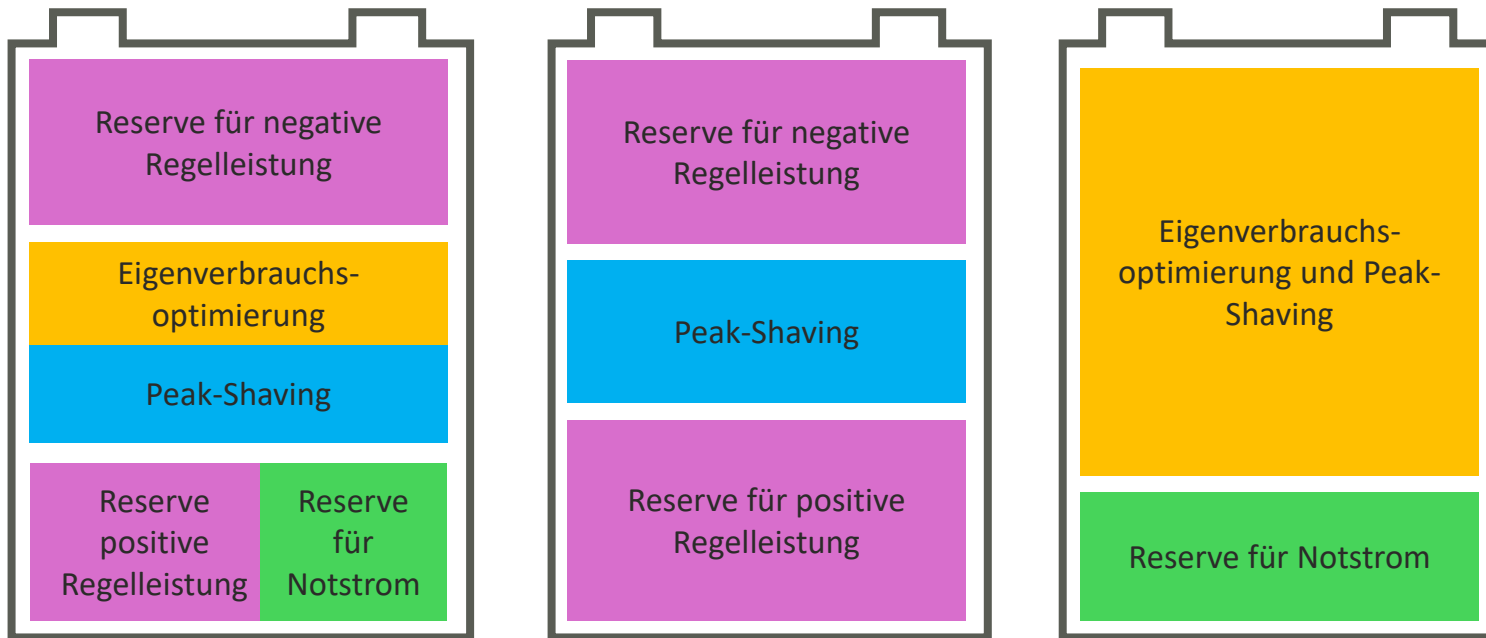


# Mischform

- 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.



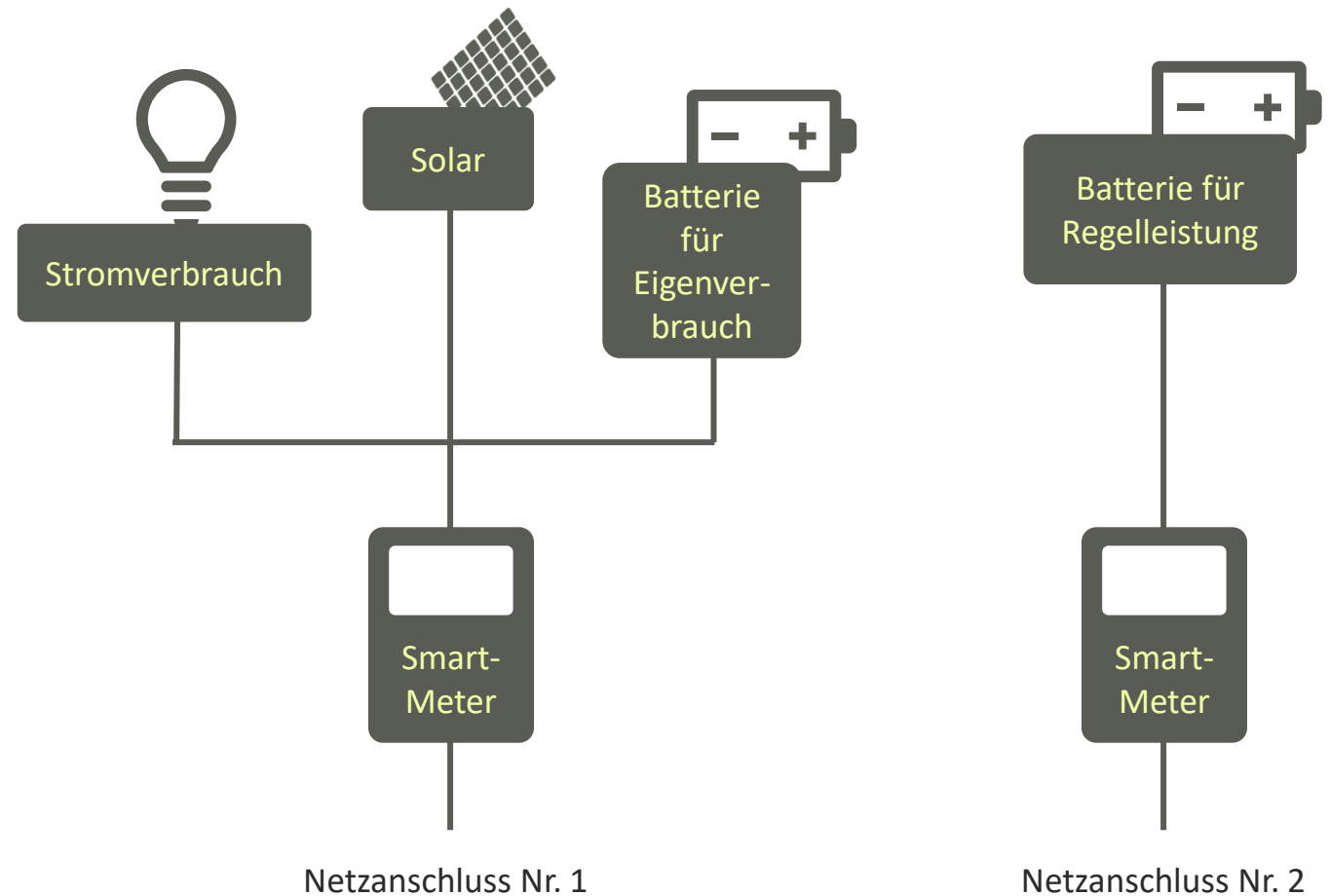
# Virtuelle Einteilung der Batterie



- 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

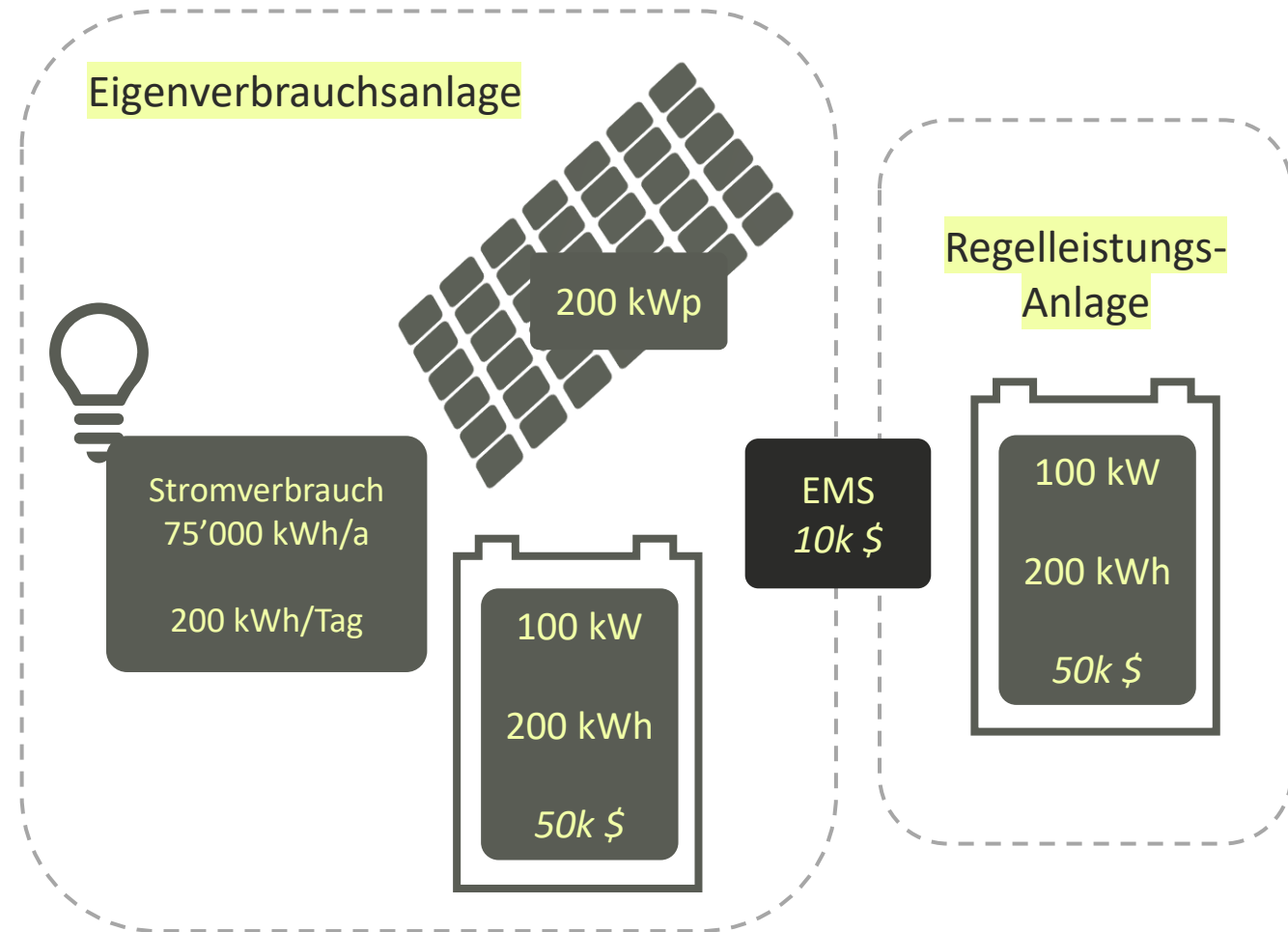


# Was das EMS können muss

- 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» Leitungsleistung. 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.



**45 Minuten** für negative  
Regelleistung reserviert

verfügbar für  
Eigenverbrauchs-  
optimierung und  
Peak-Shaving

**45 Minuten** für positive  
Regelleistung reserviert

# Projekttablauf

- 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.

swissgrid

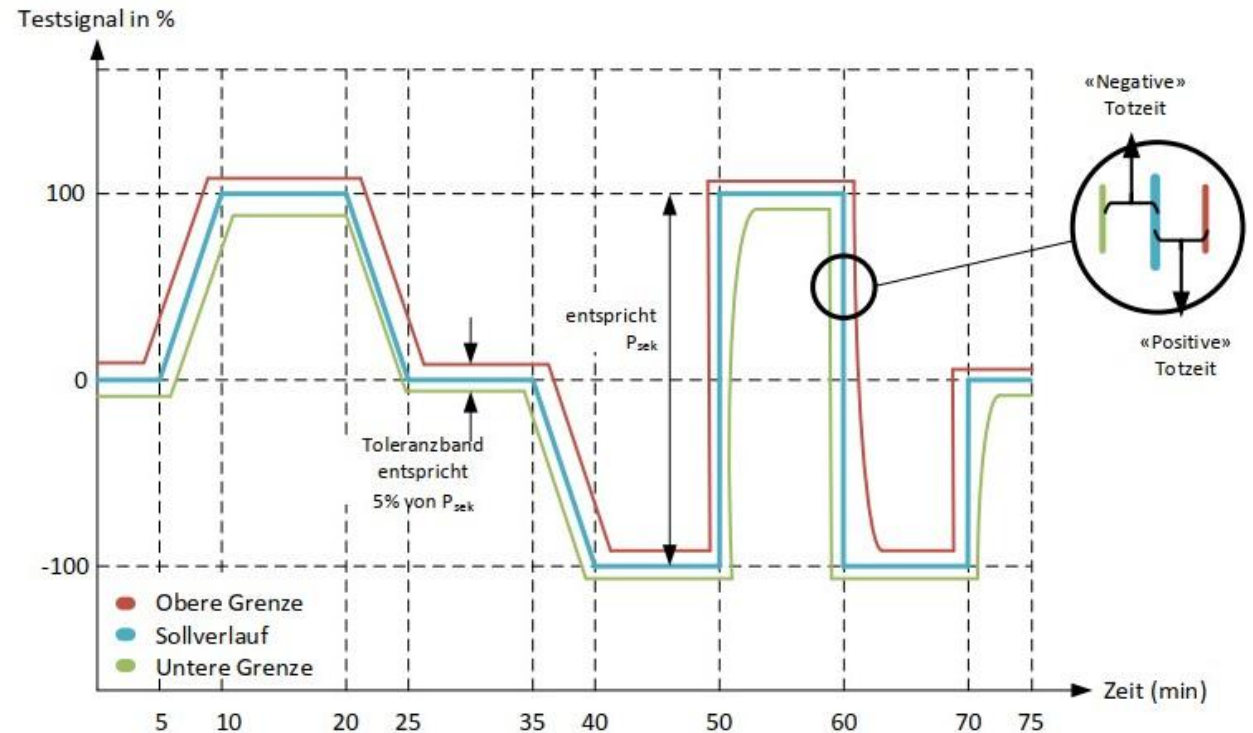


Abb. 17: Testsignal mit Toleranzbänder für Lieferung von negativer und positiver aFRR

# Inhalt

Wieso braucht es Flexibilität?

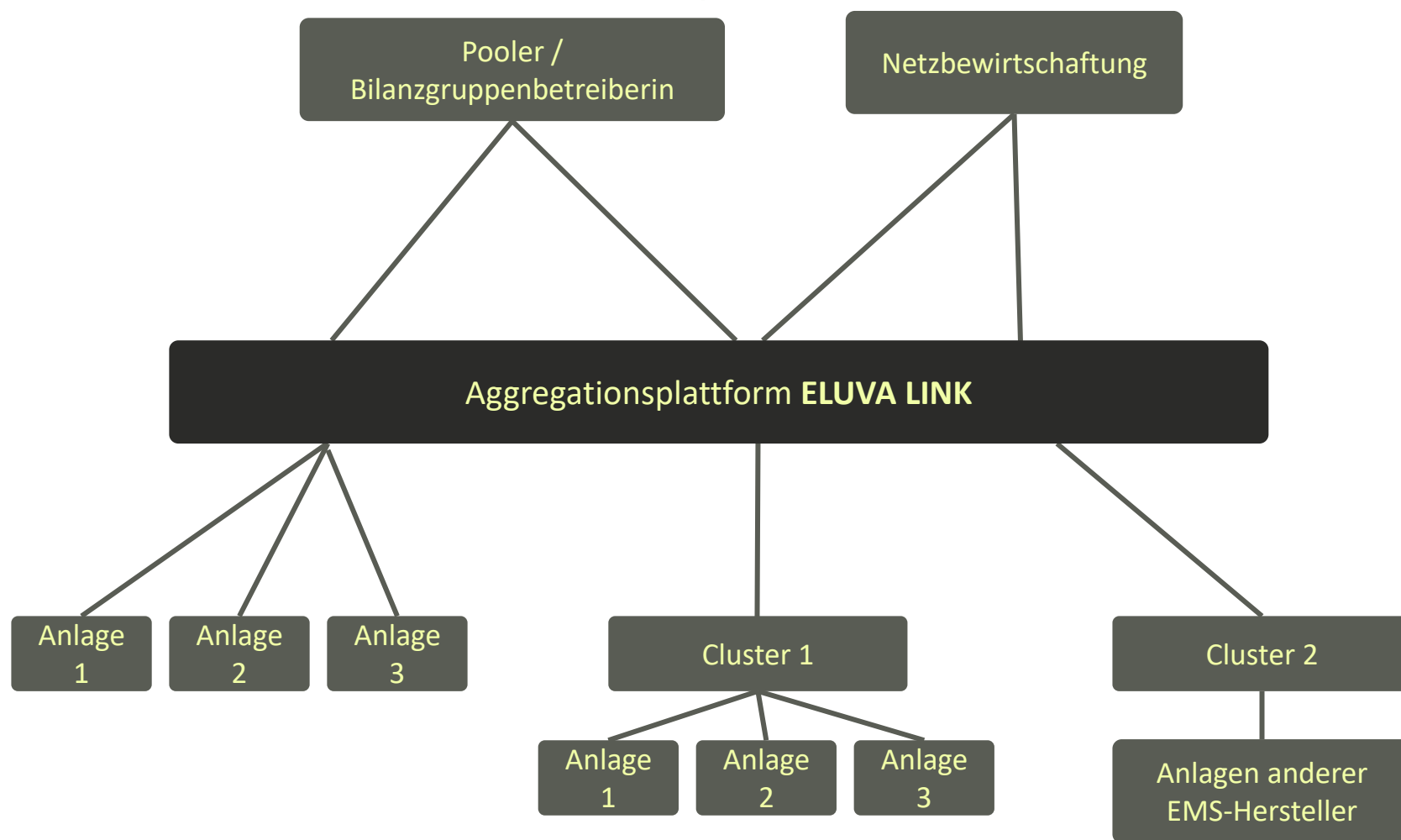
Nutzen von Flexibilität

Anwendung

Umsetzungsbeispiel

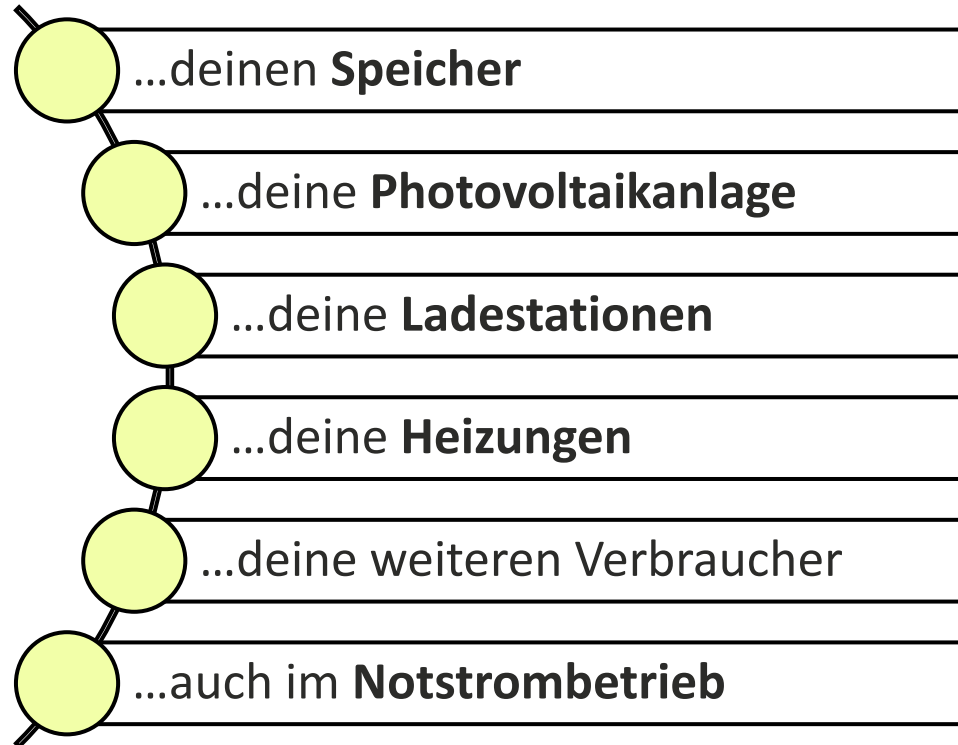
# ELUVA LINK

- Standortübergreifende, dezentrale Netzoptimierung
- Anwendung auf lokaler und nationaler Ebene
- Möglichkeiten u.a.:
  - Regelleistung
  - Bilanzgruppenoptimierung
  - Blindleistungskompensation



# Das ELUVA Energiemanagementsystem

Das ELUVA-  
EMS  
steuert...



...und arbeitet auch mit  
bestehenden EMS  
perfekt zusammen

  
**MQTT**

 **Modbus**

  
**REST  
API**

{ j s o n }

  
**XML**

# ELUVA Box

- Zentrale Steuereinheit, beinhaltet
  - EMS-Computer
  - Gesicherter 4G-Internetrouter
  - Unterbrechungsfreie Stromversorgung inkl. Batterie
  - Netzteil (Anschluss 230V AC oder 24V DC)
- Einzigartige Vorteile
  - Maximale Sicherheit
  - Zuverlässigkeit auch im Notstrombetrieb
  - Upgrades remote

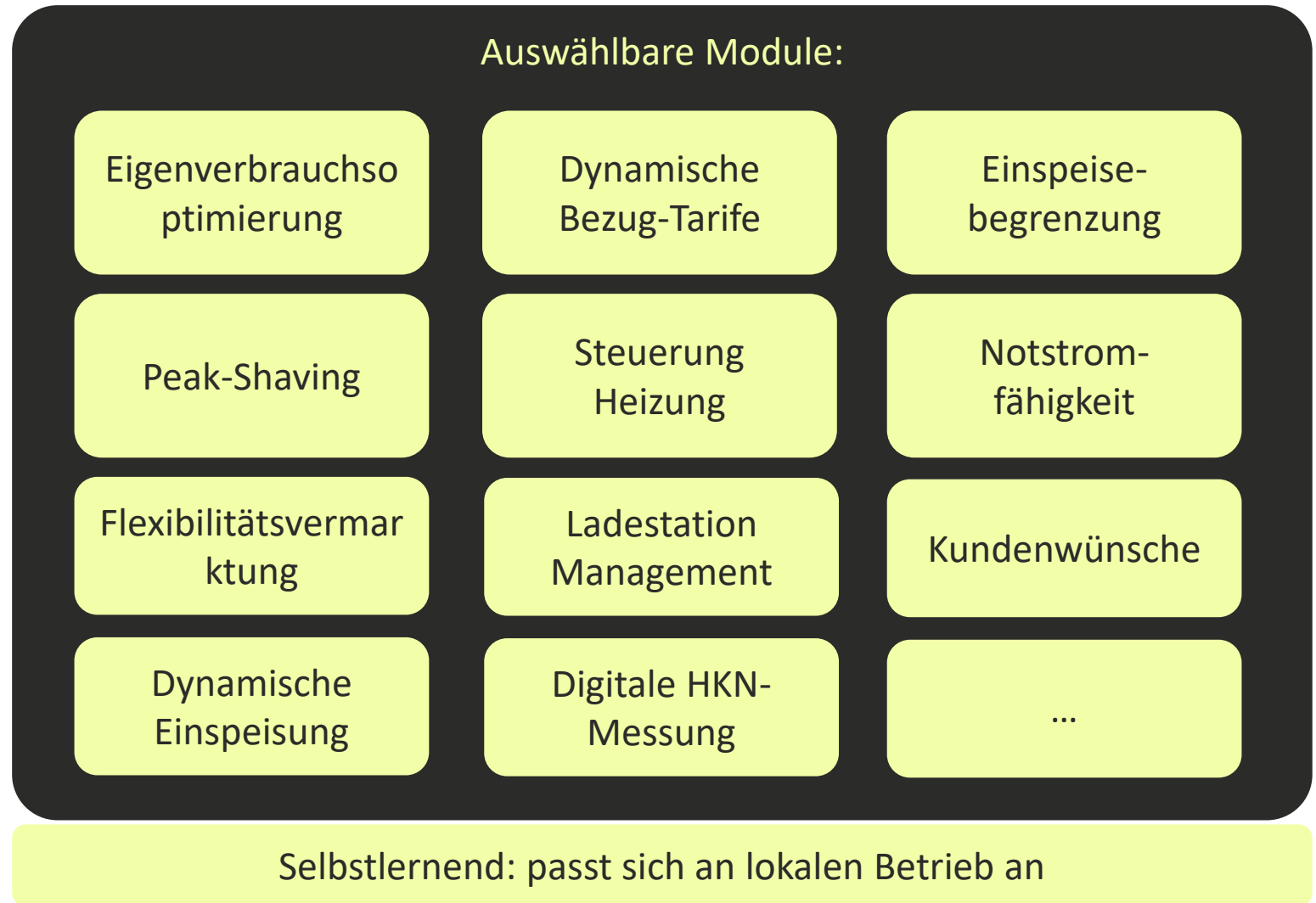


In den Farben  
hellgrau oder  
schwarz erhältlich



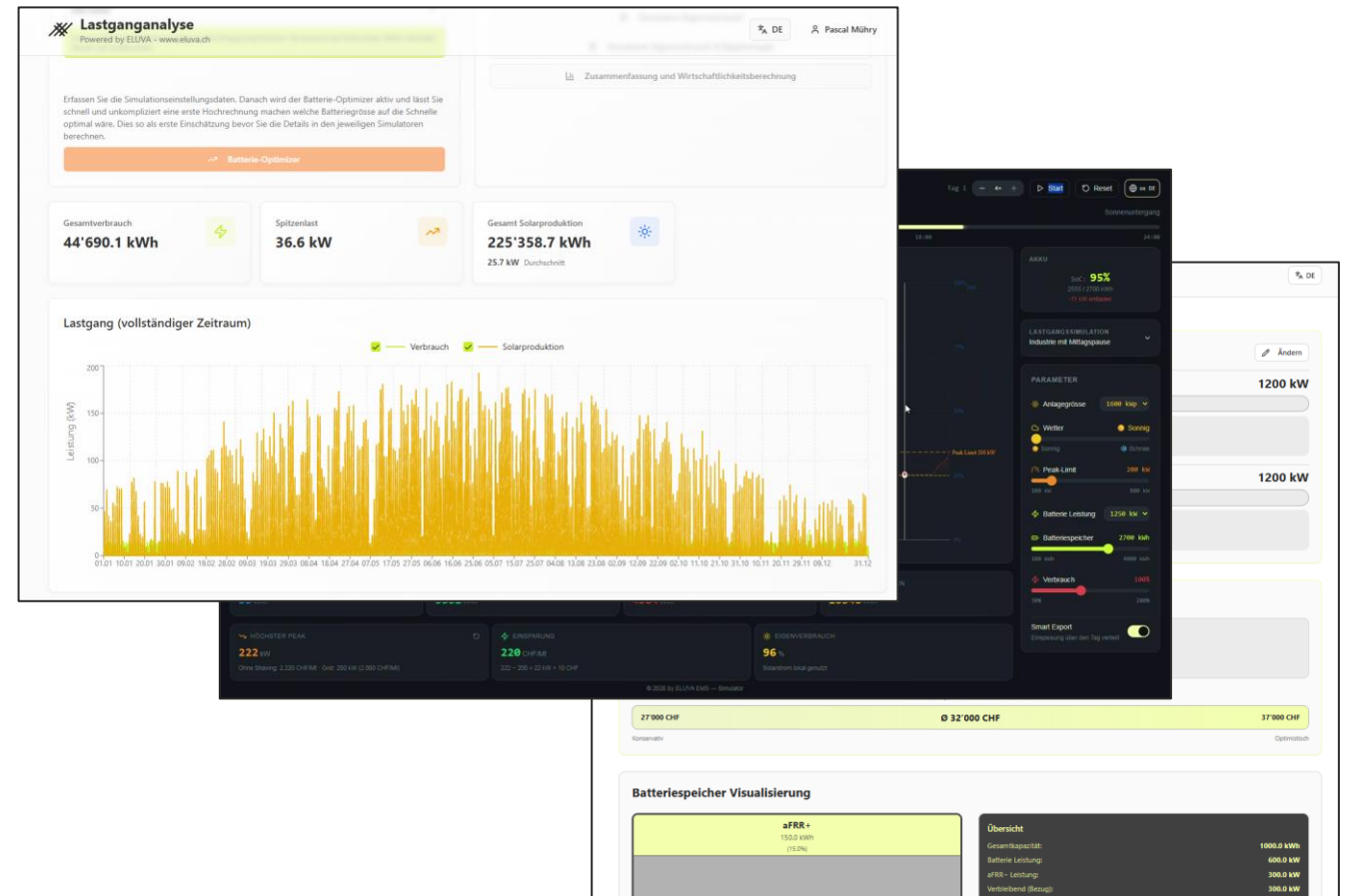
# Modular

- Das ELUVA EMS kann beliebig angepasst werden
- Insbesondere **Leistungsspitzen-Reduktion** und **Regelleistung** machen das Projekt höchst wirtschaftlich



# Dimensionierungshilfen und Tools

- Eigens entwickelte Simulations-Tools und Apps helfen bei der Dimensionierung helfen
- Der Mehrwert von ELUVA-EMS und ELUVA-LINK ist damit ersichtlich
- Tools:
  - Lastgang Analyse
  - EMS Simulator
  - Regelleistung visualisieren





## 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!

Kontakt Pascal Mühry-Städeli

[hello@eluva.ch](mailto:hello@eluva.ch) / [pascal.muehry@eluva.ch](mailto:pascal.muehry@eluva.ch)

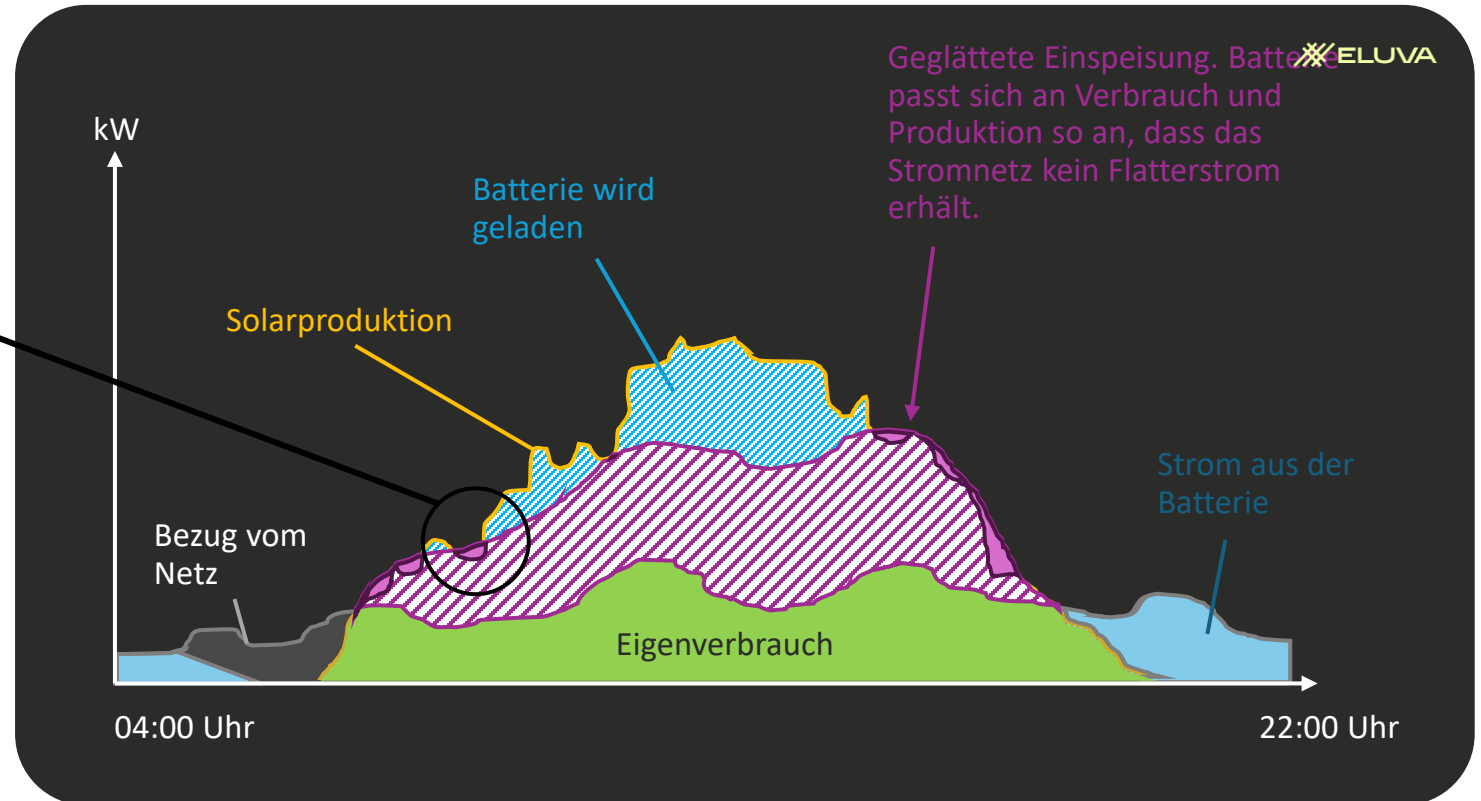
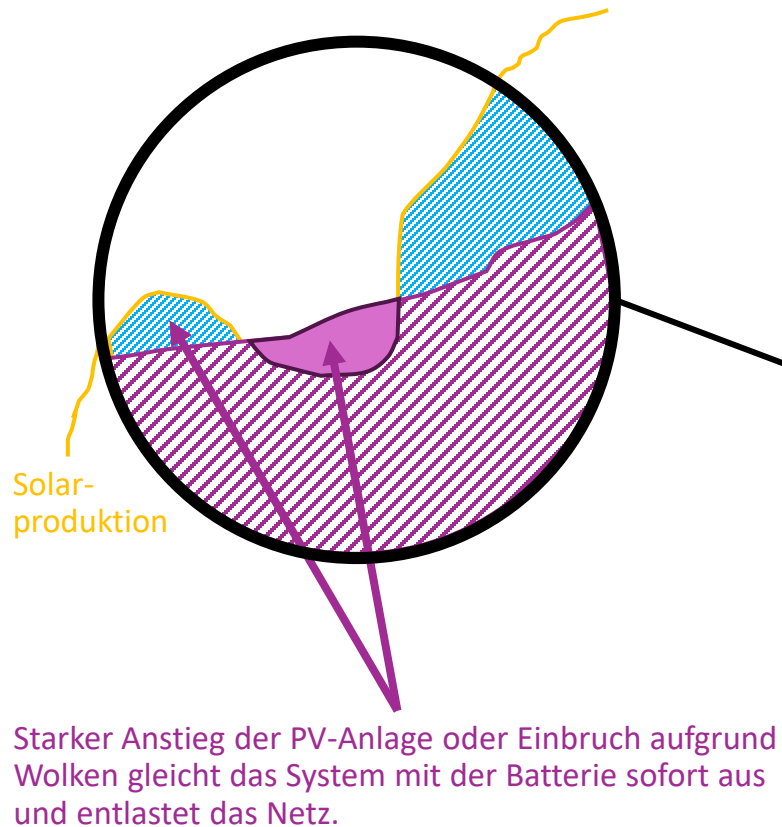
+41 79 915 70 40





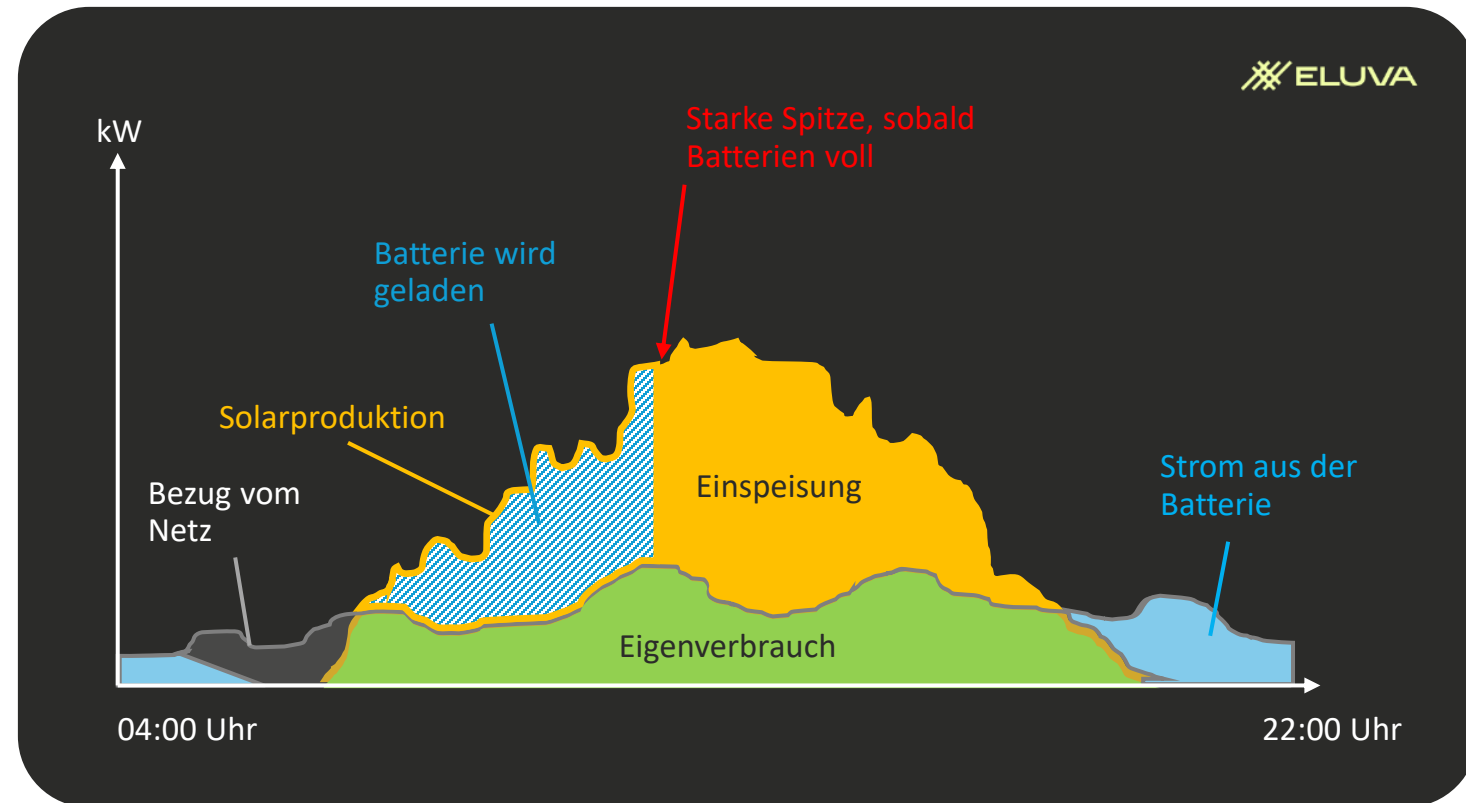
# Backlog

# Zukunft: Fahrpläne, dynamische Preise und Glätten von Flutterstrom



# Exkurs: Schadet Solarstrom dem Netz?

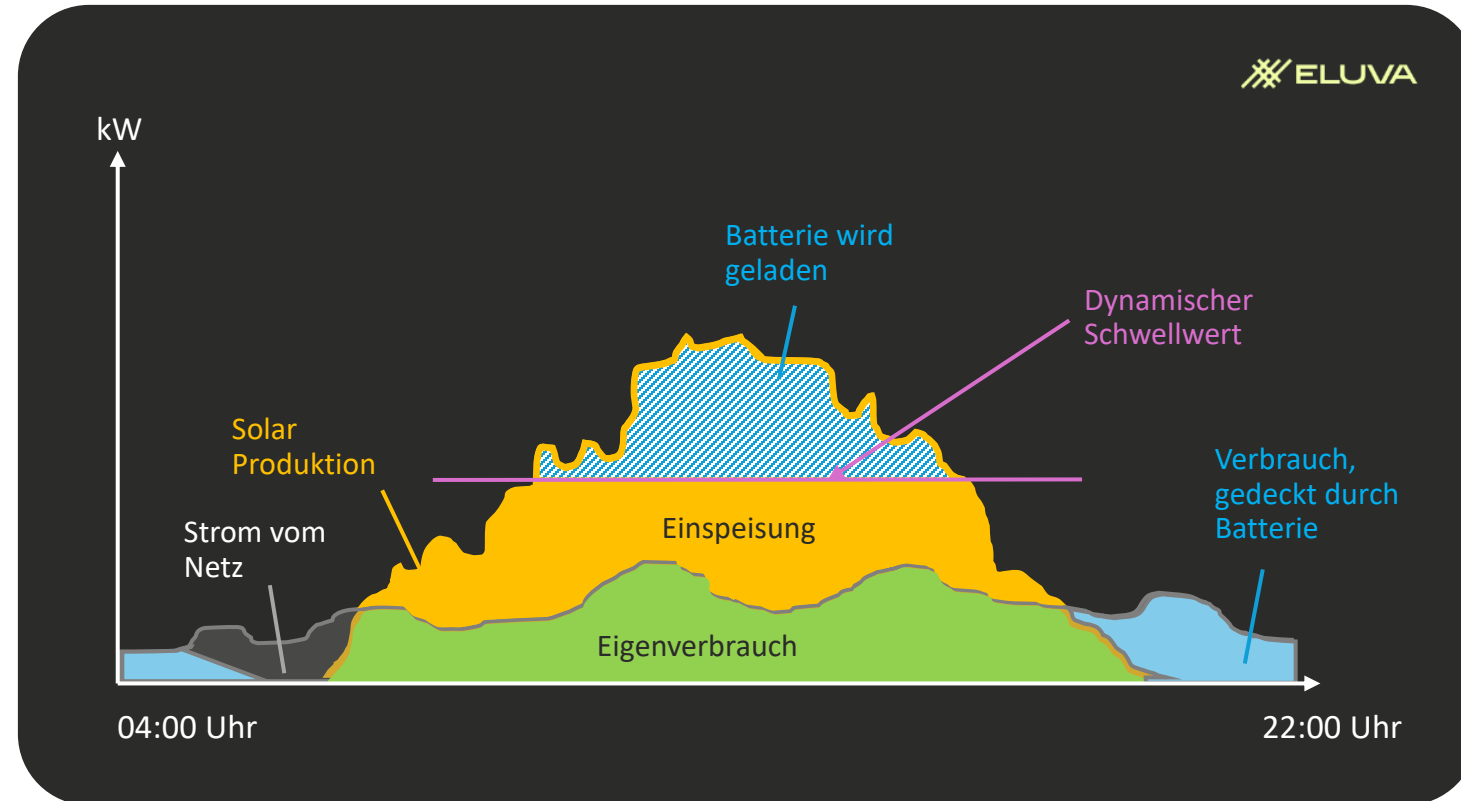
- Ohne Steuerung belasten Solaranlagen das Netz
- Heute: Batterieladung vormittags, einspeisen nachmittags
- Sprunghaften Belastung des Netzes!
- ohne Steuerung:  
Solarstrom = Flatterstrom



# Erst moderne EMS lösen das Problem

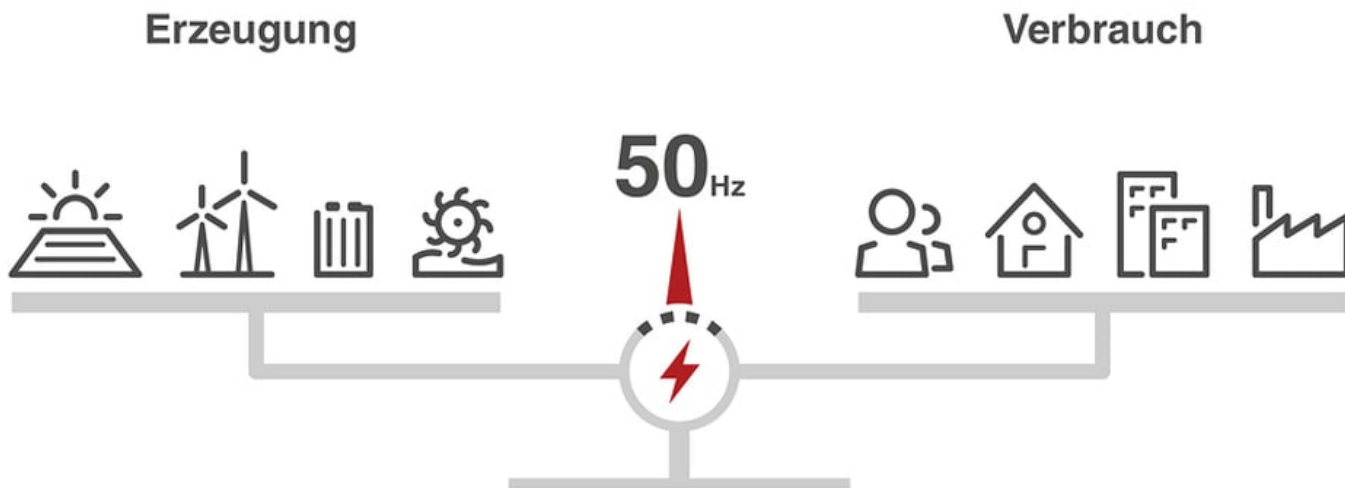
- Vorteile:

- Netz wird weniger belastet
- Schonendere Batterieladung
- Prognosebasierte Automationen



# Regelenergie (Systemdienstleistungen)

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

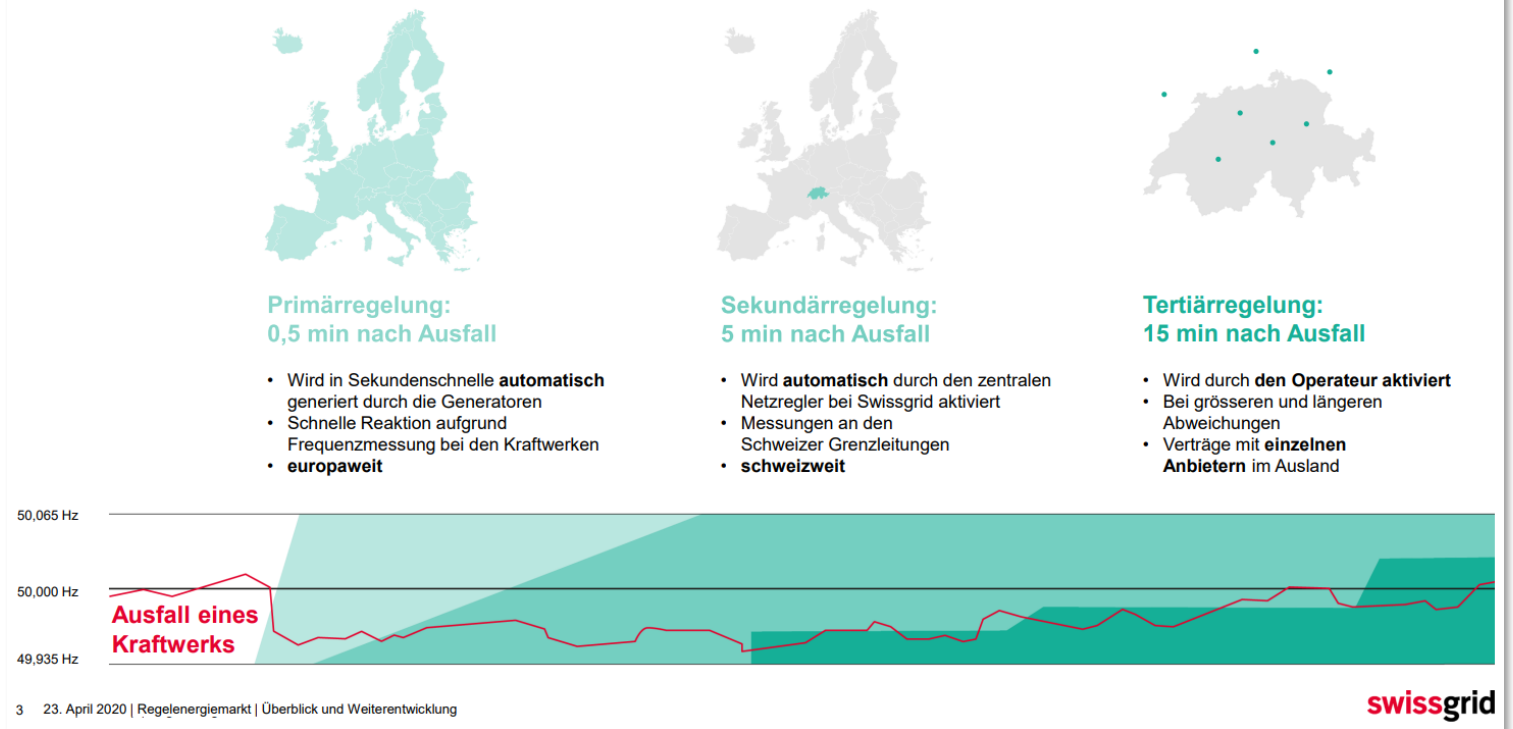


- Für eine stabile Stromversorgung muss die Netzfrequenz im schweizerischen Verbundnetz stets **50 Hertz (Hz)** betragen.
- Sind Stromeinspeisung und -entnahme aus dem Gleichgewicht, wird die Netzfrequenz gestört: Stromausfälle drohen!
- **Swissgrid**, der Übertragungsnetzbetreiber der Schweiz (ÜNB), 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



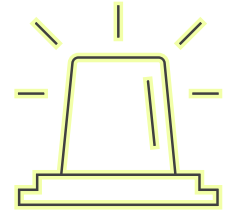
# Lokale Flexibilitätsvermarktung

- 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>

# 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



# 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)