



groupe e



Die Auswirkungen der **Fotovoltaik-Einspeisung** auf das Stromnetz und die zu implementierenden **Lösungen**

1



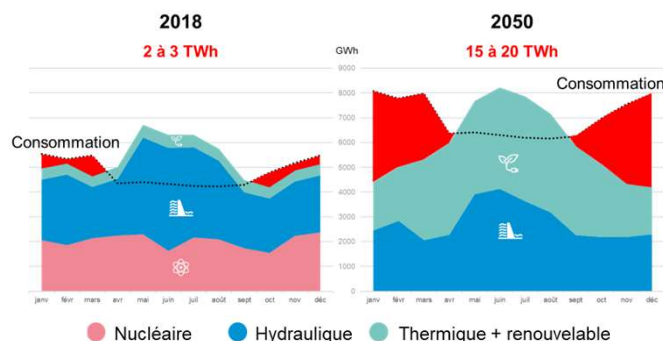


groupe e

Eine nationale Energiestrategie



Eine Energiestrategie 2050 mit dem Hauptziel:
0 Netto-CO₂-Emissionen
 Herausforderung: Aufrechterhaltung des guten
Energieversorgungsniveaus des Landes.



Quellen : OFEN, Groupe E

Änderung des elektrischen Systems

- Die Bedürfnisse der Elektrifizierung entwickeln sich:
Wärmepumpen, Elektrofahrzeuge
- **Fluktuierende erneuerbare Energien** ergänzen den Produktionsmix



Vielfältige Szenarien

x2 à x5

x3 à x15

x1.4 à x2

Schätzungen der
zusätzlichen finanziellen
Kosten von
Netzänderungen

**+30 bis +39
Mrd CHF**

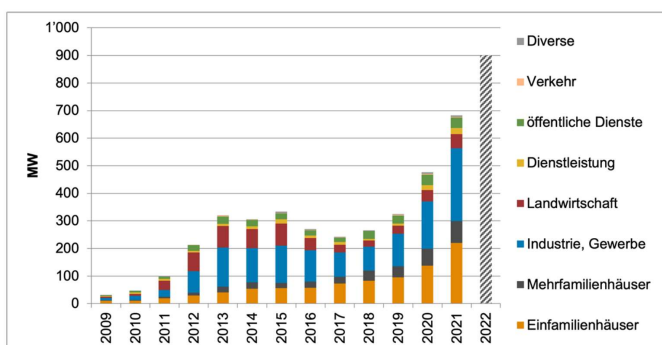
Quellen : [Auswirkungen der Elektrifizierung und des starken Ausbaus der erneuerbaren Energien auf die Schweizer Stromverteilnetze](#)

3



groupe e

Schneller Zubau der Photovoltaik

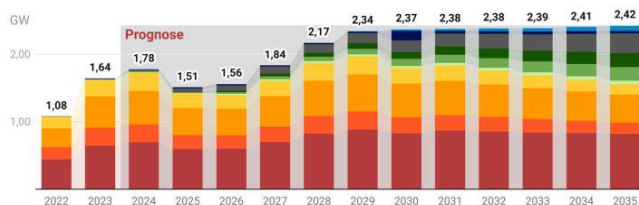


Quellen : [Statistik Sonnenenergie 2021: Der schnelle Zubau der Photovoltaik setzt sich fort](#)

Zusätzlich installierte Leistung

In Gigawatt (GW)

■ Dach < 30 kW ■ Dach 30-100 kW ■ Dach 100-300 kW ■ Dach > 300 kW ■ Fassade < 30 kW ■ Fassade 30-100 kW
 ■ Fassade > 100 kW ■ Infrastruktur ■ Alpin (inkl. Freiflächen) ■ Agri-PV



Swissolar®

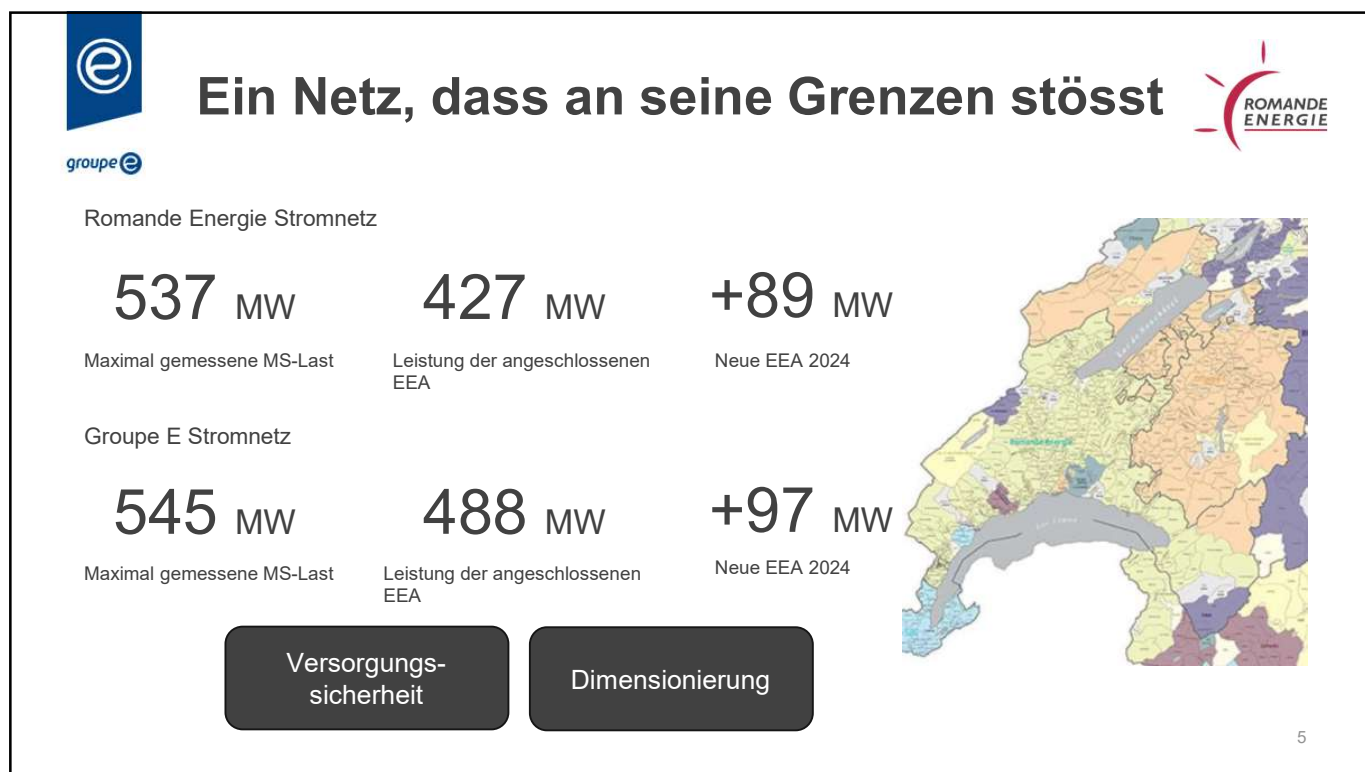
Quelle: Basierend auf EnergieSchweiz, BFE: Statistik Sonnenenergie. Zusätzliche Berechnungen durch Swissolar, gestützt auf Interviews mit Fachleuten - Erstellt mit Datawrapper


Quellen : [Solarmonitor Schweiz 2024](#)

Für den VNB :

- Zwischen 2020 und 2023 **x3** mehr Anschlussgesuche im Solarbereich.
- Ohne Reduktion der Anschlussgesuche in anderen Kategorien.


4





Simulationsstudie der Szenarien 2040

Gemeinsame Studie: FEN + Groupe E + Romande Énergie



Ausgangspunkt:

Aktuelles MS/NS Netz
(Groupe E & Romande Énergie)

+


Szenarien 2040 des
BFE


+


Mehrere Smart Grid
Lösungen

Ziele:

- Identifizierung der Herausforderungen bei der Stromnetzplanung (Leistungsgrenzen und Spannungswert)
- Einschätzung der nötigen Ressourcen (CHF, Material und HR)
- Identifizieren und priorisieren der Smart Grid Lösungen









Bulletin.ch : Electrification : quels enjeux pour les réseaux?

7



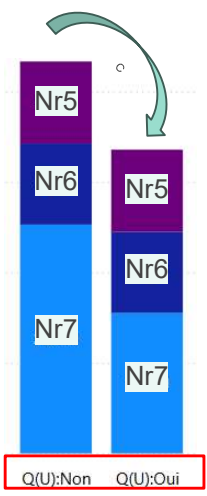
Wichtigste Ergebnisse der Studie



- Von Wärmepumpen, Elektrofahrzeuge und Photovoltaik, sind die PV-Anlagen der **Hauptgrund für die Notwendigkeit einer Netzverstärkung**
- Der Bedarf an Netzverstärkungen ist grösser wegen **begrenzter Netzkapazitäten** als wegen Problemen mit der Spannung.
- Die von Groupe E und Romande Energie geforderte **Q(U) Einstellung** ermöglicht die Kosten für die Netzverstärkungen um **~20 %** zu reduzieren (im Vergleich zu einer Planung ohne Q(U))

Q(U) → -20%

Kosten der Verstärkung



Q(U):Non

Q(U):Oui

8



groupe e

Wichtigste Ergebnisse der Studie

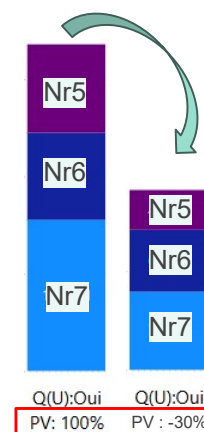


P_{AC}_MAX -30% →

-46% Kosten der Verstärkung

- Die **regelbaren MS/NS-Transformatoren (rONT)** und die **Flexibilität des Verbrauchs** (Wärmepumpen und Elektrofahrzeuge) sind vorteilhaft in bestimmten Netzkonfigurationen.
- Reduktion der Einspeisung um 30 %** der P_{AC} ermöglicht eine Senkung der Kosten für die Netzverstärkung um ~46 %.

Die Reduktion der Einspeisespitzen ist die Lösung, die die Kosten für Netzverstärkungen am meisten reduziert.



9





Der rechtliche Rahmen: Garantien für die Nutzung der Flexibilität durch den VNB

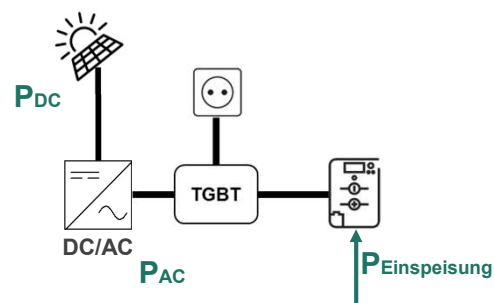


3 Anwendungsbeispiele :

- Bei **Gefährdung oder Störung des Netzes** (garantierte Flexibilität ohne Vergütung)
- Zur **Verbesserung der Netzwerkeffizienz** (garantierte Flexibilität ohne Vergütung, jedoch auf **3 % der Jahresproduktion** begrenzt).
- **Vertraglich geregelt mit Vergütung.**

Unsere Studie zeigt **die Vorteile der Umsetzung der Limitierung der Einspeisespitzen.**

Kundeninstallation



Von den VNB vorgeschlagene Lösungen:

Kontrolle der ins Netz eingespeisten Leistung über den Smart Meter am Einspeisepunkt

11



Auswirkung der PV-Einspeiselimitierung



Einspeisung am Einspeisepunkt **begrenzen** ≠ **Produktion begrenzen**
→ **Eigenverbrauch** möglich

Im Durchschnitt : $P_{AC} = 80\%P_{DC}$

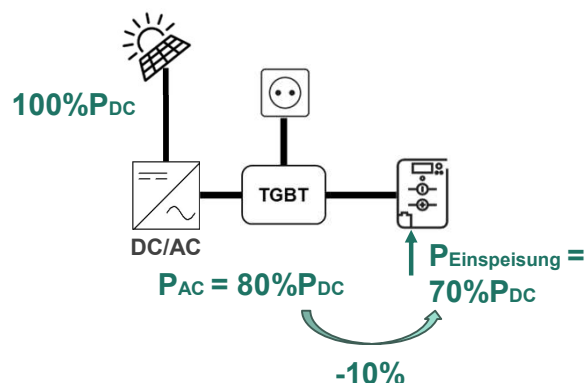
Gewinn bei einer Beschränkung $70\%P_{DC}$ →
-10% der installierten Leistung im Netz.

Auf den Netzen von Groupe E und Romande Energie, repräsentiert das heute : **92 MVA**

Limitierung auf **70% des P_{DC}** < 3% jährlicher Energieverlust

Diese Limitierung reicht nicht aus !

Kundeninstallation



Quelle : [Bulletin.ch](https://bulletin.ch) : La gestion de l'injection PV est indispensable

12



groupe e

Auswirkung der PV-Einspeiselimittierung



Vorschlag unserer Studie :

$P_{AC_MAX} -30\% \rightarrow 56\% P_{DC}$

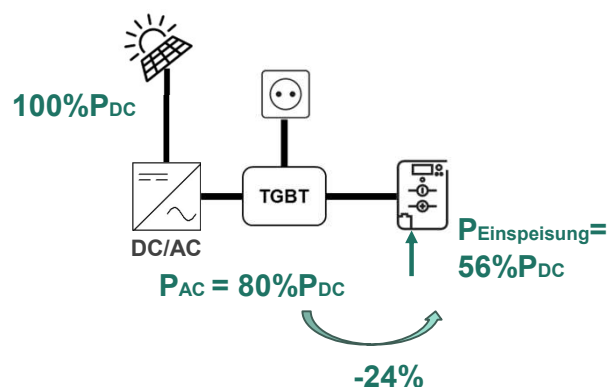
Gewinn bei einer Beschränkung auf **56% P_{DC}**
 $\rightarrow -24\%$ der installierten Leistung auf dem Netz

Auf den Netzen von Groupe E und Romande Energie, repräsentiert das heute : **220 MVA**

Vergütung bei > 3%
 jährlichem Energieverlust

Quelle : [Ohne Leistungsregelung von PV geht es nicht - Bulletin](#)

Kundeninstallation



13



groupe e

Notwendigkeit der Fernsteuerung



2. Abschnitt: Sicherstellung der Versorgung

Art. 8 Aufgaben der Netzbetreiber

¹ Die Netzbetreiber koordinieren ihre Tätigkeiten. Ihnen obliegt insbesondere:

- a. die Gewährleistung eines sicheren, leistungsfähigen und effizienten Netzes;

[RS 734.7 - Loi du 23 mars 2007 sur l'approvisionnement... | Fedlex](#)

Der Steuerungsbedarf variiert je nach Leistung der Produktionsanlagen

Leistung	Anzahl Installationen (heute – 2050)	Typ der empfohlenen Anlagesteuerung
>1'000 kVA	10 - 60	Feinregelung durch analoge Eingabe, Übertragung der Messungen I, U, P und Q in Echtzeit
>250 kVA	210 – 1'250	
>30 kVA	1'500 – 9'000	Einstellung der Wirkleistung in Stufen: 0-30-60%

Légende :

- Grande IPE
- Stations
- Postes
- Ouvrage indisponible

Nutzung der Smart Meters

Achtung: Latenzzeit und Zuverlässigkeit der Auftragsübermittlung

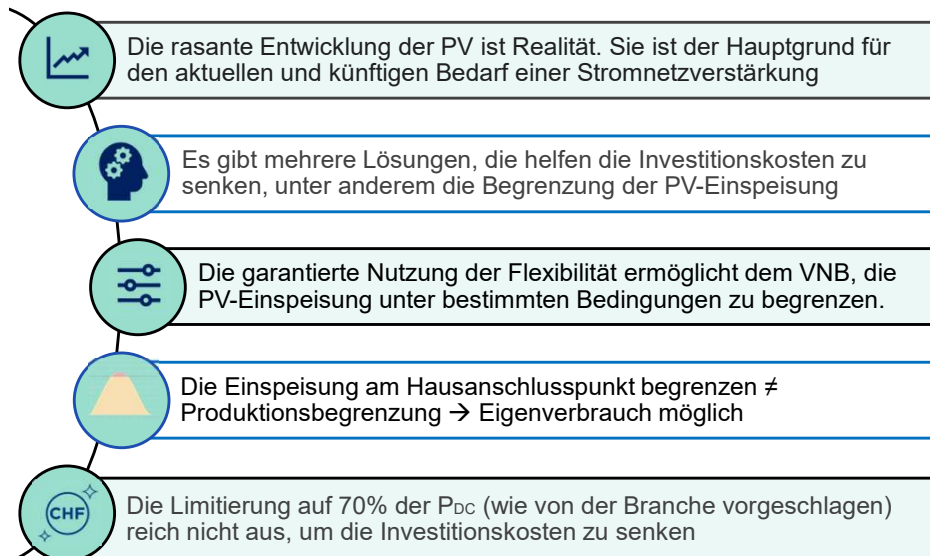


14



groupe e

Kurz gefasst...



15



groupe e

Danke für Ihre Aufmerksamkeit ! Fragen ?



Ana Nazaré

**Verantwortliche
Strategisches Asset Management**

ana.nazare@groupe-e.ch

+41 76 556 24 88



Mathilde Valero

Projekt-Portfolio Manager

mathilde.valero@romande-energie.ch

+41 79 748 71 40





Annexe 1

ZIELBILD KLIMANEUTRALE SCHWEIZ 2050



Grafik: Dina Tschumi, Konsortium Prognos AG, TEP Energy GmbH, Infrax AG, Ecoplan AG

17



Annexe 2 – Szenario ZERO Basis



Abbildung 3: Fernwärmeverbrauch pro Sektor

Entwicklung des Verbrauchs für Fernwärme nach Sektoren im Szenario ZERO Basis, in PJ

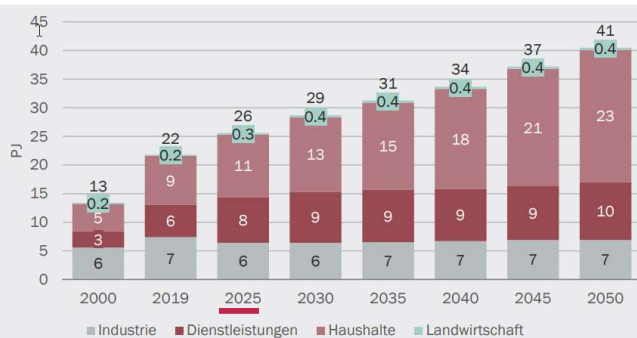


Abbildung 10: Stromerzeugung erneuerbarer Energien

Entwicklung der jährlichen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach Technologien im Szenario ZERO Basis (Strategievariante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050»), in TWh

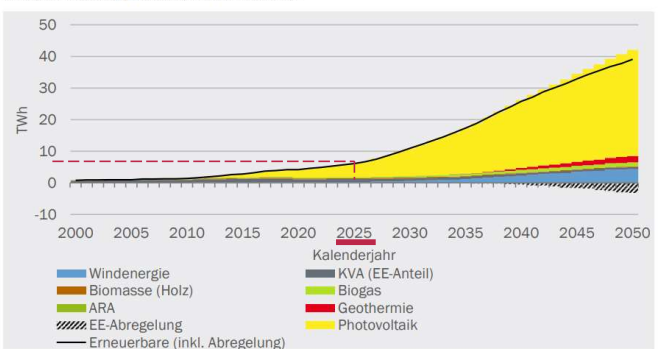


Tabelle 4: Landesverbrauch für Elektrizität

Entwicklung des Landesverbrauchs für Elektrizität in den Szenarien ZERO Basis (Strategievariante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050») und WWB, in TWh

Szenario	2000	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Endenergieverbrauch	52.4	57.2	57.2	57.9	59.6	61.5	62.9	63.2
davon Elektrofahrzeuge (Strasse)	0.1	0.2	0.8	2.4	5.0	8.1	11.0	13.1

18