

# Doppelmoral in der Energiepolitik

geschrieben von Urs Raschle | 2026-02-10

Online verfügbar: <https://urs-raschle.ch/doppelmoral-energiepolitik-hochspannung-erdkabel/>

## Am Beispiel von Hochspannungsleitungen und Erdkabeln



**Die Doppelmoral in der Energiepolitik zeigt sich besonders deutlich beim Umgang mit Hochspannungsleitungen und Erdkabeln. Wenn es um erneuerbare Energien geht, gilt zusätzliche Regeltechnik als Fortschritt. Wenn es um Erdkabel geht, wird dieselbe technische Realität plötzlich als Beleg für angebliche Nachteile dargestellt. Das ist kein technischer Unterschied, sondern eine unterschiedliche Bewertung.**

Dieser Artikel zeigt den Widerspruch in zwei Teilen:

- **Teil 1 | richtet sich an alle, die verstehen wollen, wie dieser Doppelstandard funktioniert - ohne technischen Ballast.**
- **Teil 2 | liefert die technischen Fakten und Studienreferenzen für alle, die es genau wissen wollen.**

Einordnung: In meinen bisherigen Artikeln habe ich gezeigt, wie bei erneuerbaren Energien Systemkosten verschwiegen werden – Speicher, Netzausbau, Regelung werden nicht der Technologie zugerechnet, sondern systemisch verteilt. Dieser Artikel zeigt: Genau dasselbe passiert bei Erdkabeln – nur umgekehrt. Dort werden alle Kosten direkt zugerechnet, während bei Freileitungen die Probleme wegdiskutiert werden.

Es geht nicht darum, eine Technologie zu verteidigen. Es geht darum zu zeigen: Wir messen mit zweierlei Mass – je nachdem, was politisch gewünscht ist.

---

# Teil 1: Der Doppelstandard

Stellen Sie sich vor, Sie kaufen ein Auto. Bei Modell X preist der Verkäufer das elektronische Stabilitätsprogramm als Sicherheitsgewinn. Bei Modell Y erklärt er, die Elektronik diene nur dazu, grundlegende Mängel zu kaschieren. Würden Sie ihm noch trauen?  
Genau diese Logik begegnet uns in der Energiedebatte – nur bemerkt kaum jemand den Widerspruch.

## Fall A: Erneuerbare Energie - Regeltechnik als Heilsbringer

Solar- und Windanlagen bringen klare physikalische Eigenschaften mit sich. Ihre Einspeisung schwankt stark. Sie liefern keine rotierende Masse. Die Leistungsflüsse sind ohne zusätzliche Massnahmen nicht stabil.

Die technische Antwort darauf:

- **Regelenergie** gleicht Schwankungen sekundlich aus
- **Batteriespeicher** stützen Leistung und Frequenz im Netz
- **Leistungselektronik** greift dynamisch in die Netzstabilität ein

**Die Bewertung:** Regeltechnik macht das System überhaupt erst möglich. Sie gilt als Fortschritt, als intelligente Lösung, als das, was moderne Stromversorgung ermöglicht. Niemand würde ernsthaft fordern, auf erneuerbare Energien zu verzichten, nur weil sie zusätzliche Regeltechnik erfordern.

## Fall B: Erdkabel - dieselbe Regeltechnik als Sündenbock

Erdkabel bringen ebenfalls messbare physikalische Eigenschaften mit sich. Sie weisen eine höhere Kapazität auf. Die Blindleistungsflüsse verändern sich. Resonanzpunkte im Netz verschieben sich.

Die technische Antwort darauf:

- **Reaktoren** kompensieren kapazitive Blindleistung kontinuierlich
- **Geregelte Systeme** (SVC, STATCOM) stabilisieren Spannung im Netz
- **Netzmodellierung** verhindert unerwünschte Resonanzen im Betrieb

**Die Bewertung:** Regeltechnik bekämpft hier nur Symptome. Sie macht das System komplex, erhöht angeblich das Risiko, belastet die Versorgungssicherheit. Der Einsatz von Regeltechnik gilt als Beweis dafür, dass Erdkabel «eigentlich» ungeeignet sind.

## Technisch betrachtet: Kein Unterschied erkennbar

Aus Sicht der Systemtechnik ist die Lage eindeutig: In beiden Fällen kompensiert Regeltechnik physikalische Eigenschaften eines Systems. Das ist ihr Zweck. Das ist keine Symptombekämpfung, sondern Normalität.

Denken Sie an ein modernes Flugzeug: Ohne permanente elektronische Regelung würde eine Boeing 787 vom Himmel fallen. Die Regelung behebt keine «Ursache», sondern stabilisiert das System kontinuierlich. Trotzdem sagt niemand, das Flugzeug sei grundsätzlich ungeeignet. Warum gilt diese Logik bei erneuerbaren Energien – aber nicht bei Erdkabeln?

## **Auch Freileitungen brauchen Technik - wird aber verschwiegen**

Freileitungen gelten oft als «natürlich stabil». Das stimmt nicht. Sie bringen eigene, massive technische Herausforderungen mit:

- **Wetterabhängigkeit:** Eis, Sturm und Temperatur verändern laufend die elektrischen Eigenschaften
- **Mechanische Alterung:** Leiterseile, Isolatoren und Masten erfordern kontinuierliche Wartung
- **Variable Geometrie:** Der Leiterseildurchhang schwankt – damit ändern sich die Netzparameter

Diese Probleme gelten als beherrschbar. Nicht weil sie harmlos wären, sondern weil wir sie seit hundert Jahren akzeptiert haben.

**Der Unterschied:** Bei Freileitungen werden die Probleme wegdiskutiert. Bei Erdkabeln werden sie hochgerechnet.

## **Kosten: Alte Technik gegen neue Technik verglichen**

Der Doppelstandard zeigt sich besonders deutlich beim Geld. In vielen Studien werden Erdkabel mit Technik von vor zwanzig oder dreissig Jahren bewertet, während Freileitungen mit modernsten Systemen verglichen werden.

### **So wird heute gerechnet:**

<b>Technologie-Stand</b>	<b>Vor 20-30 Jahren</b>	<b>Modern (heute)</b>
Lebensdauer-Annahme	30-40 Jahre (konservativ)	60-80 Jahre (optimiert)
Systemkomponenten	Alte Muffentechnik	Neue Leiterseile, Isolatoren

**Das Ergebnis:** Erdkabel erscheinen 8- bis 10-mal teurer.

**Wenn man aber neu mit neu vergleicht** – also moderne Erdkabel mit modernen Freileitungen – schrumpft der Faktor auf etwa **3 bis 5**. Je nach Projekt und Spannungsebene.

Das ist immer noch ein Unterschied. Aber kein Argument für ein grundsätzliches Verbot. Und vor allem: **kein fairer Vergleich**, wenn man unterschiedliche Generationen gegenüberstellt.

*(Die genauen Zahlen und Kostenaufstellungen finden Sie in Teil 2)*

## **Wer schreibt die Studien - und warum?**

Jetzt wird es interessant. Denn die unterschiedliche Bewertung ist kein Zufall. Sie hat System.

### **Fall Erdkabel vs. Freileitungen:**

Wer erstellt die Studien? Netzbetreiber wie Swissgrid – als Besitzer und Bewirtschafter des Übertragungsnetzes.

Was ist das Interesse? Die **günstigste betriebliche Lösung** aus Sicht des Netzbetreibers.

Was wird betont? Komplexität, Kosten, Risiken von Erdkabeln.

Was wird ausgeblendet? Akzeptanzprobleme, Raumkonflikte, gesellschaftliche Kosten von Freileitungen.

### **Fall erneuerbare Energien:**

Wer erstellt die Studien? Technologiehersteller, Betreiber, industriennahe Verbände.

Was ist das Interesse? **Neuer Absatzmarkt**, Umsatz, Gewinn, politische Förderung.

Was wird betont? Machbarkeit, Fortschritt, Notwendigkeit von Regeltechnik.

Was wird ausgeblendet? Systemkosten, Netzstabilität, Speicherbedarf.

### **Wie kommen nun die Artikel raus, die wir zu lesen bekommen?**

Beide Seiten liefern ihre Wahrheit – aber eben nur **ihre** Wahrheit:

- Netzbetreiber rechnen Erdkabel ungünstig, weil Freileitungen betrieblich einfacher sind
- Technologieverbände rechnen erneuerbare Energien günstig, weil es ein Geschäftsmodell ist

Beides ist nicht gelogen. Aber beides ist **unvollständig**.

Und genau deshalb messen wir mit zweierlei Mass: Weil die eine Seite Kosten maximiert, die andere sie minimiert – je nachdem, was politisch und wirtschaftlich gewünscht ist.

### **Regeltechnik überall – ausser wo es nicht passt?**

Der Widerspruch wird noch deutlicher, wenn man sich ansieht, wo Regeltechnik heute selbstverständlich ist:

- **Industrieanlagen:** Hochkomplexe Regelkreise, niemand spricht von Risiko
- **Gebäudetechnik:** Heizung, Lüftung, Klima – alles geregelt
- **Verkehr:** Ampelsteuerung, Zugsicherung, Flugverkehr – undenkbar ohne Regelung
- **Maschinen:** Keine moderne Maschine funktioniert ohne aktive Steuerung

Überall wird Regeltechnik als Fortschritt verstanden. Sie ermöglicht Systeme, die sonst nicht funktionieren würden.

### **Nur bei Erdkabeln plötzlich nicht?**

### **Das eigentliche Problem: Wir messen mit zwei Massstäben**

Der Kern des Widerspruchs liegt nicht in der Technik. Er liegt in der **Bewertung** – und in der **Interessenlage derer, die bewerten**.

**Wenn ein System politisch gewünscht ist** (wie erneuerbare Energien), dann gilt zusätzliche Regeltechnik als notwendiger Fortschritt.

**Wenn ein System betrieblich unbequem ist** (wie Erdkabel im Übertragungsnetz), dann gilt dieselbe Regeltechnik als Beweis für Ungeeignetheit.

Das ist keine Physik. Das ist Perspektive. Und die Perspektive hängt davon ab, wer zahlt – und wer verdient.

## Fazit: Ehrlichkeit statt Doppelmoral

Eine ehrliche Debatte müsste sagen:

- ✓ Ja, Erdkabel brauchen zusätzliche Netztechnik
- ✓ Ja, das erhöht Komplexität und Kosten
- ✓ Aber: **Genau dasselbe gilt für erneuerbare Energien**

Beides ist technisch machbar.

Beides hat Kosten.

Beides erfordert Regeltechnik.

**Eine ausgewogene Energiepolitik braucht beides:** Erneuerbare Energien UND ein stabiles Übertragungsnetz. Die Frage ist nicht «entweder oder», sondern «wo, wie viel und in welcher Kombination».

Erdkabel gehören dort eingesetzt, wo Akzeptanz, Raumkonflikte oder Siedlungsdruck Freileitungen unmöglich machen. Freileitungen bleiben dort sinnvoll, wo sie betrieblich effizienter und gesellschaftlich akzeptiert sind.

Erneuerbare Energien brauchen Regeltechnik – genau wie Erdkabel Regeltechnik brauchen. Das ist kein Makel, sondern moderne Systemtechnik.

**Entscheidend ist:** Wir müssen beide Technologien mit dem gleichen Massstab bewerten – ehrlich, vollständig und ohne Doppelmoral.

Der Unterschied ist nicht die Technik – sondern die Erzählung, die wir uns darüber machen. Und diese Erzählung wird massgeblich davon geprägt, **wer die Studien schreibt** und **wessen Interesse bedient wird**.

Wer bei Erdkabeln Regeltechnik als Problem darstellt, bei erneuerbaren Energien aber als Lösung feiert, misst nicht mit unterschiedlicher Physik – sondern mit **zweierlei Mass**.

→ **Die technischen Fakten, Zahlen und Studienreferenzen finden Sie in Teil 2**

---

## Teil 2: Die technischen Fakten

Dieser Teil richtet sich an Fachleute, die die technischen Details hinter der Argumentation aus Teil 1 überprüfen möchten. Die Struktur folgt bewusst Teil 1 – mit allen konkreten Zahlen, Messwerten und Quellenangaben.

### Fall A: Erneuerbare Energie - Regeltechnik als Heilsbringer

#### Physikalische Eigenschaften von PV/Wind:

Solar- und Windanlagen haben messbare Netzcharakteristiken, die ohne Regelung nicht betreibbar

sind:

- **Keine netzstützende Schwungmasse:** PV-Anlagen haben keine rotierende Masse. Bei Windanlagen ist die Rotationsenergie über Vollumrichter vom Netz entkoppelt – die netzstützende Trägheit ist nicht direkt physikalisch gekoppelt, sondern muss, falls gewünscht, regelungstechnisch emuliert werden (im Gegensatz zu Synchrongeneratoren mit Zeitkonstanten 2–6 s)
- **Steile Einspeisegradien:** PV-Anlagen zeigen bei Wolkendurchzug Leistungsänderungen von mehreren zehn Prozent der Nennleistung innerhalb von Sekunden – tritt bei wechselndem Wetter regelmässig auf; Höhe und Zeitskala sind standort- und anlagenabhängig
- **Frequenzinstabilität ohne Eingriff:** Einspeiseschwankungen im Prozentbereich der Netzlast führen zu Frequenzabweichungen. ENTSO-E überwacht und berichtet Kriterienverletzungen bei  $\pm 75$  mHz und  $\pm 100$  mHz (Deterministic Frequency Deviations Report)

### Eingesetzte Regeltechnik:

- **Primärregelleistung (FCR):** Aktivierung innerhalb 30 Sekunden. Im europäischen Regelverbund beträgt die minimale kontinentale Bereitstellung 3000 MW (ENTSO-E Policy, verteilt auf alle Übertragungsnetzbetreiber). Die Schweiz ist Teil dieses Systems
- **Batteriespeicher:** Leistungsbereich 1–100 MW, Reaktionszeit unter 100 ms. Die installierte Kapazität steigt kontinuierlich (BFE Energiestrategie 2050)
- **Wechselrichter mit Netzstützung:** VSC-Technologie mit aktiver Frequenz-/Spannungsregelung, Reaktionszeit unter 20 ms

**Ohne diese Regeltechnik funktioniert das System nicht.**

## Fall B: Erdkabel - dieselbe Regeltechnik als Sündenbock

### Physikalische Eigenschaften von HV-Erdkabeln:

Erdkabel im Übertragungsnetz (380 kV XLPE-Typ) haben messbare Parameter:

- **Kapazitätsbelag:**  $C'$  liegt bei 0,15–0,25  $\mu\text{F}/\text{km}$  (Freileitung: 0,008–0,012  $\mu\text{F}/\text{km}$ ) – **Faktor 15–20 höher**
- **Blindleistungserzeugung:** 3–5 Mvar pro km bei 380 kV (kapazitiv)
- **Maximale Kabellänge ohne Kompensation:** 50–80 km, abhängig von Netzstruktur und Kurzschlussleistung

### Eingesetzte Regeltechnik:

- **Shunt-Reaktoren:** 50–200 Mvar pro Kompensationspunkt
- **STATCOM/SVC:** Regelbereich  $\pm 50$  bis  $\pm 300$  Mvar, Reaktionszeit unter 50 ms
- **Netzresonanz-Dämpfung:** Aktive Filter bei kritischen Eigenfrequenzen

### Beispiel Swissgrid:

- Projekt "Beznau-Mettlen" (380 kV): Teilverkabelung mit mehreren Kompensationsstandorten auf ca. 50 km

- Kompensationskosten: zusätzlich im zweistelligen Prozentbereich der Kabelkosten

**Ohne diese Regeltechnik funktioniert das System nicht.**

**Technisch betrachtet: Kein Unterschied erkennbar**

**Regeltechnik-Anforderungen im direkten Vergleich:**

Kriterium	Erneuerbare Energien	Erdkabel
Reaktionszeit	<20-100 ms	<50 ms
Regelbereich	±100-300 MW (Leistung)	±50-300 Mvar (Blindleistung)
Komplexität	Hoch (verteilt)	Mittel (stationär)
Betreibbar ohne Regeltechnik?	<b>NEIN</b>	<b>NEIN</b>

**Physikalisch identisches Prinzip:** Regeltechnik kompensiert Systemeigenschaften. In beiden Fällen.

**Auch Freileitungen brauchen Technik - wird aber verschwiegen**

**Störhäufigkeiten (380 kV, pro 100 km·Jahr):**

- **Freileitung:** 0,5-1,0 Störungen/Jahr (Wetter, Vegetation, Blitz)
- **Erdkabel:** 0,05-0,15 Störungen/Jahr (Muffen, Isolation)

**Erdkabel sind 5- bis 10-mal zuverlässiger im Normalbetrieb.**

**Reparaturzeiten:**

- **Freileitung:** Stunden bis 1 Tag
- **Erdkabel:** Tage bis Wochen, je nach Lage/Zugänglichkeit auch länger (Swissgrid nennt teils Wochen bis Monate)

**Wartungskosten über 50 Jahre:**

- **Freileitung:** 1,5-2,5 Mio CHF/km (laufend)
- **Erdkabel:** 0,5-1,0 Mio CHF/km (kaum Wartung)

**Freileitungen sind im Bau günstiger - im Betrieb können sie je nach Trasse und Wartungsaufwand höhere laufende Kosten verursachen.**

## Kosten: Alte Technik gegen neue Technik verglichen

Hier wird der Doppelstandard konkret messbar.

Investitionskosten (CAPEX) für 380 kV:

System	Alte Annahmen (2000-2010)	Moderne Systeme (2020+)
Freileitung	2-3 Mio CHF/km	2,5-3,5 Mio CHF/km
Erdkabel	20-30 Mio CHF/km	8-15 Mio CHF/km
Kostenfaktor	8-10x	3-5x

Die oft zitierten 8- bis 10-fach höheren Kosten basieren auf einem asymmetrischen Vergleich: alte Erdkabel gegen moderne Freileitungen.

Lebensdauer:

- **Freileitung:** 60-80 Jahre
- **Erdkabel (XLPE):** Hersteller 50-60 Jahre; Netzbetreiber rechnen konservativ mit etwa 40 Jahren. Swissgrid nennt für Erdkabel im Übertragungsnetz eine Lebensdauer von rund 40 Jahren, etwa halb so lang wie eine Freileitung

Total Cost of Ownership über 50 Jahre:

System	CAPEX	OPEX (50 Jahre)	Total	Faktor
Freileitung	2,5-3,5 Mio CHF	1,5-2,5 Mio CHF	4-6 Mio CHF	1x
Erdkabel	8-15 Mio CHF	0,5-1,5 Mio CHF	9-16 Mio CHF	2,5-4x

Swissgrid selbst gibt eine Bandbreite von 2-10x an (Quelle: Netztechnologien-Seite, Broschüre "Freileitungen und Erdverkabelung"). Der **untere Bereich** dieser Bandbreite gilt für **moderne Systeme unter günstigen Bedingungen**.

Der Kostenfaktor halbiert sich, wenn man fair vergleicht.

**In aktuellen Swissgrid-Publikationen:** Freileitungen zeigen projektabhängige Baukosten grob im einstelligen Mio-Bereich pro km (Beispiele 1,5-4,7 Mio CHF/km je nach Projekt wie Chamoson-Chippis), Teilverkabelungen im Mittelland oft etwa 10-15 Mio CHF/km (z.B. Beznau-Birr). Bei Spezialgeologien mit Tunnelbohrung (z.B. La Bâtiaz-Le Verney) bis 29 Mio CHF/km – was den oberen Bereich der Bandbreite erklärt.

Wer schreibt die Studien - und warum?

**Fall Erdkabel:**

Hauptquelle: **Swissgrid** – Besitzer und Betreiber des Übertragungsnetzes

**Interesse:** Betrieblich einfachste und günstigste Lösung

**Was wird betont?** Komplexität, Kosten, technische Risiken von Erdkabeln

**Was wird ausgeblendet?** Akzeptanzprobleme, Raumkonflikte, gesellschaftliche Kosten von Freileitungen

**Fall erneuerbare Energien:**

Hauptquellen: **Swissolar, VSE, technologienahe Verbände**

**Interesse:** Absatzmarkt, Umsatz, politische Förderung

**Was wird betont?** Machbarkeit, Fortschritt, Notwendigkeit von Regeltechnik

**Was wird ausgeblendet?** Systemkosten, die auf die Allgemeinheit verteilt werden

**Beide Seiten liefern ihre Wahrheit - aber nur ihre Wahrheit.**

**Regeltechnik überall - ausser wo es nicht passt?**

<b>System</b>	<b>Regelkreise</b>	<b>Bewertung</b>
Moderne Gasturbine	>500	Selbstverständlich
Gebäudeleittechnik	>100	Standard
Hochspannungs-HGÜ	>50	Akzeptiert
Erdkabel-Kompensation	5-10	<b>Problematisch?</b>

**Die Anzahl der Regelkreise spielt keine Rolle für die Akzeptanz. Die Erzählung spielt die Rolle.**

**Das eigentliche Problem: Wir messen mit zwei Massstäben**

**Empirischer Befund:**

- **Erneuerbare Energien:** Regeltechnik = Systembestandteil. Kosten werden systemisch verteilt
- **Erdkabel:** Regeltechnik = Zusatzaufwand. Kosten werden direkt zugerechnet

**Konkretes Beispiel:**

Würde man Systemkosten (Netzausbau, Reserve, Speicher) bei erneuerbaren Energien **ebenso direkt zurechnen** wie Kompensationskosten bei Erdkabeln, würden sich die ausgewiesenen Stromgestehungskosten erheblich ändern.

**Genau das passiert aber nicht.**

Stattdessen werden diese Kosten systemisch betrachtet - und nicht als "Nachteil" der Technologie dargestellt.

**Das ist der Doppelstandard in Zahlen.**

**Fazit**

**Technisch:** Beide Systeme brauchen Regeltechnik. Punkt.

**Kosten:** Moderne Erdkabel sind **nicht 8-10× teurer**, sondern **3-5× im Bau** und **2,5-4× über den Lebenszyklus** – wenn man fair vergleicht. Swissgrid selbst gibt eine Bandbreite von 2-10× an, wobei der untere Bereich moderne Systeme widerspiegelt.

**Betrieb:** Erdkabel haben **5-10× weniger Störungen**, aber längere Reparaturzeiten.

**Studien:** Unterschiedliche Auftraggeber → unterschiedliche Massstäbe.

**Eine ausgewogene Energiepolitik braucht beides:**

Erdkabel dort, wo Freileitungen gesellschaftlich nicht durchsetzbar sind.

Freileitungen dort, wo sie effizienter und akzeptiert sind.

**Aber:** Beide Technologien müssen mit dem **gleichen Massstab** bewertet werden.

**Der Doppelstandard ist nicht nur rhetorisch - er ist messbar.**

Diese Doppelmoral in der Energiepolitik lässt sich nicht technisch auflösen – sondern nur durch ehrliche Bewertung mit gleichen Massstäben.

---

## Quellenverzeichnis

### Übertragungsnetze & Erdkabel:

- Swissgrid: Netztechnologien (Faustregel “rund 2 bis 10 Mal teurer”, ~40 Jahre Lebensdauer, Beispiele Beznau-Birr, La Bâtiaz-Le Verney)  
<https://www.swissgrid.ch/netztechnologien>
- Swissgrid: Broschüre “Freileitungen und Erdverkabelung” (März 2025)  
<https://www.swissgrid.ch/dam/swissgrid/about-us/newsroom/publications/overhead-line-underground-cabling-de.pdf>
- CIGRE TB 556 (2013): “Resonance and Ferroresonance in Power Networks” (Verfügbar über CIGRE e-cigre Bibliothek, nicht frei online)
- CIGRE TB 379 (2009): “Update of Service Experience of HV Underground and Submarine Cable Systems” (Verfügbar über CIGRE e-cigre Bibliothek, nicht frei online)

### Erneuerbare Energien & Netzstabilität:

- ENTSO-E: “Deterministic Frequency Deviations – Root Causes and Proposals for Potential Solutions” (2020)  
[https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/Publications/SOC/Report\\_Deterministic\\_Frequency\\_Deviations\\_final\\_version.pdf](https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/Publications/SOC/Report_Deterministic_Frequency_Deviations_final_version.pdf)
- ENTSO-E: “Policy on Load-Frequency Control and Reserves” (Annex 1: FCR Cooperation, minimum 3000 MW)  
[https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/Publications/SOC/safa/1\\_-\\_Policy\\_on\\_Load-Frequency\\_Control\\_and\\_Reserves.pdf](https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/Publications/SOC/safa/1_-_Policy_on_Load-Frequency_Control_and_Reserves.pdf)
- ENTSO-E Transparency Platform (Regelleistung, Frequenzdaten)  
<https://transparency.entsoe.eu/>
- Swissgrid: “Ancillary Services”  
<https://www.swissgrid.ch/de/home/customers/topics/ancillary-services.html>
- BFE: “Energieperspektiven 2050+”  
<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energieperspektiven-2050-plus.html>

- BFE: Monitoring-Bericht Energiestrategie 2050 (2025, Langfassung 15.12.2025)  
<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/monitoring-energiestrategie-2050.html>  
Direktlink PDF: <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/12426>
- 
- 

Das Teilen ist erwünscht - Quelle: **URS-RASCHLE.ch/blog**