

# **SZENARIORAHMEN 2030/2040 FÜR DIE STROMNETZPLANUNG DER SCHWEIZ**

**Martin Michel<sup>1</sup>, Bundesamt für Energie (BFE)**

## **Kurzfassung:**

Der Bundesrat hat an seiner Sitzung vom 24. November 2021 die Vernehmlassung zum Szenariorahmen 2030/2040 eröffnet. Dieser dient künftig als Grundlage für die Planung der schweizerischen Stromnetze. Ziel ist es, die Stromnetze möglichst optimal auf die künftigen energiewirtschaftlichen Entwicklungen in der Schweiz auszurichten. Angesichts der langen Planungs-, Bewilligungs- und Realisierungsphasen der Übertragungsnetze und der überregionalen Verteilnetze ist dies von wesentlicher Bedeutung für die Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit.

**Keywords:** Stromnetz, Übertragungsnetz, Szenarien, Energiesystem

## **1 Der Szenariorahmen für die Stromnetzplanung**

Mit dem Bundesgesetz zum Um- und Ausbau der Stromnetze wurde in der Schweiz neu das Instrument des energiewirtschaftlichen Szenariorahmens eingeführt. Ziel ist es, die Stromnetze möglichst optimal auf die künftigen energiewirtschaftlichen Entwicklungen auszurichten. Dies ist angesichts der langen Planungs-, Bewilligungs- und Realisierungsphasen der Übertragungsnetze und der überregionalen Verteilnetze von zentraler Bedeutung.

Der energiewirtschaftliche Szenariorahmen ist für die Netzbetreiber des Übertragungsnetzes (Netzebene 1, 380/220 kV) und der überregionalen Verteilnetze (ab 36 und unter 220 kV) eine wesentliche Grundlage, um ihre Netzplanung zu erarbeiten oder zu aktualisieren. Der Szenariorahmen wird durch den Bundesrat genehmigt und ist für Behörden zu Fragen der Elektrizitätsnetze verbindlich. Er wird alle vier Jahre überprüft und nachgeführt. Bei der Erarbeitung des Szenariorahmens stützt sich das Bundesamt für Energie (BFE) auf die energiepolitischen Ziele des Bundes, die gesamtwirtschaftlichen Rahmendaten und berücksichtigt das internationale Umfeld. Die Vorgaben des Szenariorahmens fliessen in die Mehrjahresplanung der Netzbetreiber ein. Die Eidgenössische Elektrizitätskommission (ElCom) überprüft die Mehrjahrespläne der Netzebene 1.

---

<sup>1</sup> Bundesamt für Energie (BFE), CH-3003 Bern, +41 58 462 57 52, martin.michel@bfe.admin.ch

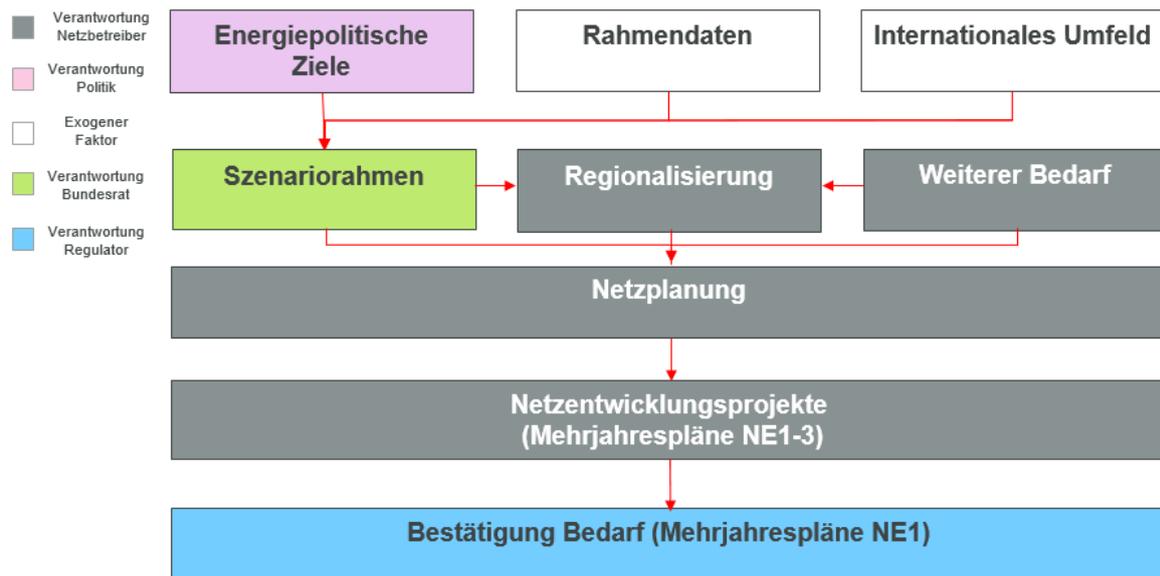


Abbildung 1: Der Szenariorahmen in der Netzplanung

## 2 Drei energiewirtschaftliche Szenarien

Der Szenariorahmen spannt mit drei Szenarien eine Bandbreite an möglichen Entwicklungen bis 2030 und 2040 auf. Sie unterscheiden sich unter anderem in der Entwicklung der installierten Leistung der Kraftwerke, der Speicher und des Jahresstromverbrauchs. Jedes der drei Szenarien stützt sich auf ein für die Auslegung der Stromnetze relevantes Szenario der Energieperspektiven 2050+ [1] für die Annahmen zur Schweiz und auf ein Szenario der ENTSO [2] für die Annahmen zum Ausland. Alle Szenarien haben die Klimaneutralität der Schweiz bis 2050 zum Ziel.

Der Szenariorahmen 2030/2040 für die Stromnetzplanung definiert die folgenden Szenarien:

- Szenario 1 «Referenz» (Referenzszenario)
- Szenario 2 «Divergenz» (Belastungsszenario)
- Szenario 3 «Sektorkopplung» (Entlastungsszenario)

Im **Szenario 1 «Referenz»** wird die inländische Erzeugung aus erneuerbaren Energien rasch ausgebaut, so dass 2050 eine ausgeglichene Jahresbilanz erreicht wird. In der Tendenz gibt es im Sommerhalbjahr einen Stromüberschuss, während im Winterhalbjahr weiterhin importiert werden muss. Für die Entwicklung in Europa wird auf das Szenario «Distributed Energy» der ENTSO abgestützt.

Das **Szenario 2 «Divergenz»** basiert auf einer weitgehenden Elektrifizierung des Energiesystems kombiniert mit einem weniger starken Ausbau der inländischen erneuerbaren Stromproduktion. In Verbindung mit einer hohen Stromnachfrage führt dies zu hohen Anforderungen an die Stromnetze. Für Europa wird auf das Szenario «Global Ambition» der ENTSO referenziert mit vermehrt zentralen grossen Erzeugungsanlagen.

Im **Szenario 3 «Sektorkopplung»** spielen Biogas und synthetische Gase (z.B. Wasserstoff) eine wichtigere Rolle im Energiesystem. Mit der moderaten Zunahme des inländischen Stromverbrauchs, in Verbindung mit einem Zubau von Gasturbinen unter Einsatz von Wasserstoff, wird im Vergleich zu den Szenarien 1 und 2 eine Entlastung der Stromnetze erwartet. Für die Entwicklung in Europa wird auf das Szenario «Distributed Energy» der ENTSO abgestützt.



Abbildung 2: Übersicht der 3 Szenarien des SZR CH

### 3 Ausprägungen der drei Szenarien

In der folgenden Abbildung ist die Ausprägung der drei Szenarien des Szenariorahmens 2030/2040 unter den Gesichtspunkten Ausbau der Photovoltaik und Windkraft, Ausbau der Wasserkraft, Ausbau thermische Kraftwerke, Stromverbrauch und Importsaldo (Ergebnis Modellierung EP2050+) mit Bezug auf die Kennzahlen für das Jahr 2040 qualitativ dargestellt. Der Ausbau von Photovoltaik-Anlagen und Windkraft ist im Szenario 1 am stärksten, Szenario 2 weist den höchsten Stromverbrauch und Importsaldo aus und Szenario 3 beinhaltet den Ausbau von thermischen Kraftwerken.

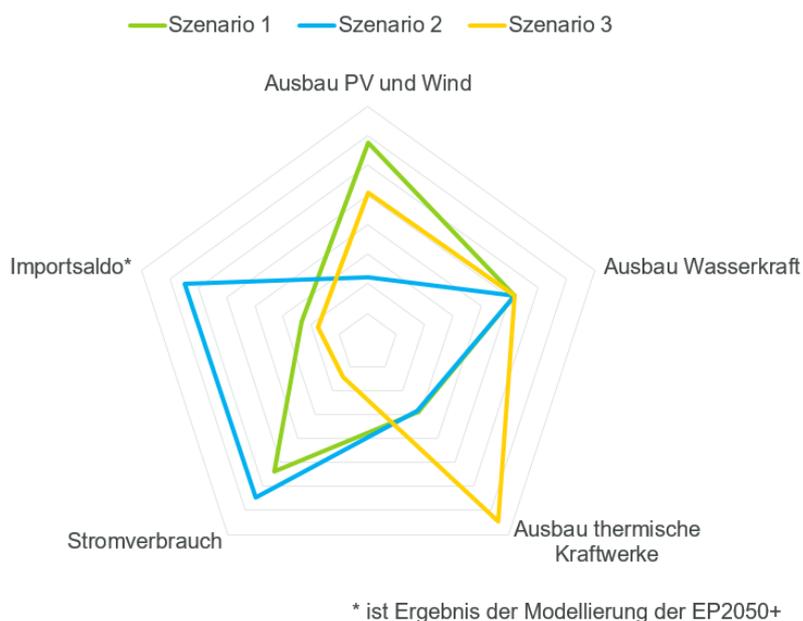


Abbildung 3: Ausprägungen der drei Szenarien des Szenariorahmens für das Jahr 2040 (schematische Darstellung; Skalen nicht normiert)

## 4 Die Kennzahlen zu den drei Szenarien

Die untenstehende Tabelle zeigt die wichtigsten Kennzahlen zu den drei Szenarien des Szenariorahmens. Nebst der Entwicklung der Stromerzeugung und Speicher, wird der Stromverbrauch und die beiden wesentlichen Treiber der Elektrifizierung (Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen) in den drei Szenarien dargelegt.

Jahr	2019	2030			2040		
		Sz. 1	Sz. 2	Sz. 3	Sz. 1	Sz. 2	Sz. 3
<b>Stromerzeugung – installierte Leistung [MW]</b>							
Wasserkraft	15 350	17 110	17 110	17 110	19 260	19 260	19 260
Kernkraftwerke	3 330	1 220	1 220	1 220	-	-	-
Thermische Kraftwerke	920	990	980	1 250	970	950	3 650
Geothermie	-	10	10	10	90	20	90
Photovoltaik	2 520	9 770	7 650	9 730	24 070	10 100	18 610
Windkraft	100	310	180	310	1 150	180	1 040
<b>Summe</b>	<b>22 220</b>	<b>29 400</b>	<b>27 140</b>	<b>29 630</b>	<b>45 540</b>	<b>30 490</b>	<b>42 650</b>
<b>Speicher – Pump- bzw. Ladeleistung [MW]</b>							
Pumpen von PSKW	2 620	3 790	3 790	3 790	5 450	5 450	5 450
Dezentrale Batterien	-	1 220	690	1 220	5 550	2 330	4 290
<b>Stromverbrauch – Energiemenge [TWh]</b>							
Nettostromverbrauch	<b>57,89</b>	<b>60,35</b>	<b>60,79</b>	<b>58,74</b>	<b>67,15</b>	<b>68,59</b>	<b>61,86</b>
<b>Elektrifizierung – Anzahl [Tsd.]</b>							
Elektrofahrzeuge inkl. Plug-in-Hybride	40	930	930	870	2 940	2 950	2 520
Wärmepumpen inkl. Grosswärmepumpen	290	680	700	610	1 010	1 090	860

Tabelle 1: Übersicht der Kennzahlen 2030/2040 für die Szenarien 1 - 3

## 5 Entwicklung der installierten Leistungen der Kraftwerke

Der Ausbau der Wasserkraft erfolgt in den Szenarien 1 - 3 unter optimierten Nutzungsbedingungen mit dem Ziel, die Richtwerte des Energiegesetzes (EnG) bzw. die Ausbauziele gemäss Botschaft des Bundesrates zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 respektive der Botschaft zum «Bundesgesetz über eine sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien» zu erreichen.

Für den Szenariorahmen wurde die Laufzeit der Kernkraftwerke (KKW) in der Schweiz mit 50 Jahren angenommen, damit allfällige erforderliche Netzmassnahmen rechtzeitig geplant und realisiert werden und die Vergleichbarkeit zwischen den Szenarien bestehen bleibt. Somit wird im Zieljahr 2030 noch das KKW Leibstadt und im Jahr 2040 kein Kernkraftwerk mehr in Betrieb sein.

Die heute fossil betriebenen Anlagen werden in Zukunft vermehrt mit biogenen bzw. erneuerbaren oder klimaneutralen Kraftstoffen betrieben. Im Szenario 3 kommen ca. 2500 MW installierte Leistung von grossen Gaskraftwerken hinzu, welche gemäss EP2050+ langfristig mit mehrheitlich importiertem Wasserstoff betrieben werden. Es handelt sich dabei um Reservekraftwerke, welche bei Bedarf kurzfristig Leistung ins Stromnetz einspeisen können.

Bisher gibt es keine Geothermie Kraftwerke in der Schweiz, welche Strom erzeugen. Im Szenario 1 und 3 wird davon ausgegangen, dass bis 2040 etwa 90 MW Geothermie Kraftwerke installiert werden. Im Szenario 2 ist die Entwicklung, aufgrund der unterstellten aktuellen Rahmenbedingungen, geringer.

Allen Szenarien gehen von einem starken Ausbau der Photovoltaik aus, wobei im Szenario 1 der Ausbau am grössten ist (24 000 MW im Jahr 2040), gefolgt von Szenario 3. Der Ausbau in Szenario 1 bedeutet zwischen den Jahren 2019 und 2030 einen jährlichen Zubau von durchschnittlich ca. 690 MWp PV-Leistung und dieser beschleunigt sich ab 2030 auf durchschnittlich 1430 MWp pro Jahr. Im Szenario 2 erfolgt der Zubau (aufgrund der unterstellten aktuellen Rahmenbedingungen) ab dem Jahr 2030 sehr viel langsamer mit durchschnittlich ca. 245 MWp pro Jahr.

Das erwartete Potential für den Ausbau von Windkraft in der Schweiz ist wesentlich kleiner als bei der Photovoltaik. In den Szenarien 1 und 3 wird von einer Zunahme von rund 1000 MW bis im Jahr 2040 ausgegangen. In Szenario 2 kommen, aufgrund der unterstellten aktuellen Rahmenbedingungen, nur wenige Windkraftwerke hinzu. Der Ausbau der Windkraft ist für die Stromerzeugung im Winterhalbjahr besonders hilfreich, da der Winteranteil der Erzeugung mit rund 60 % hoch ist.

In der folgenden Abbildung sind die inländischen Erzeugungskapazitäten der drei Szenarien des SZR CH für das Jahr 2019 und 2040 gegenübergestellt. Zu beachten ist, dass die Qualität und Menge der Stromerzeugung in Abhängigkeit von der Technologie unterschiedlich ist.

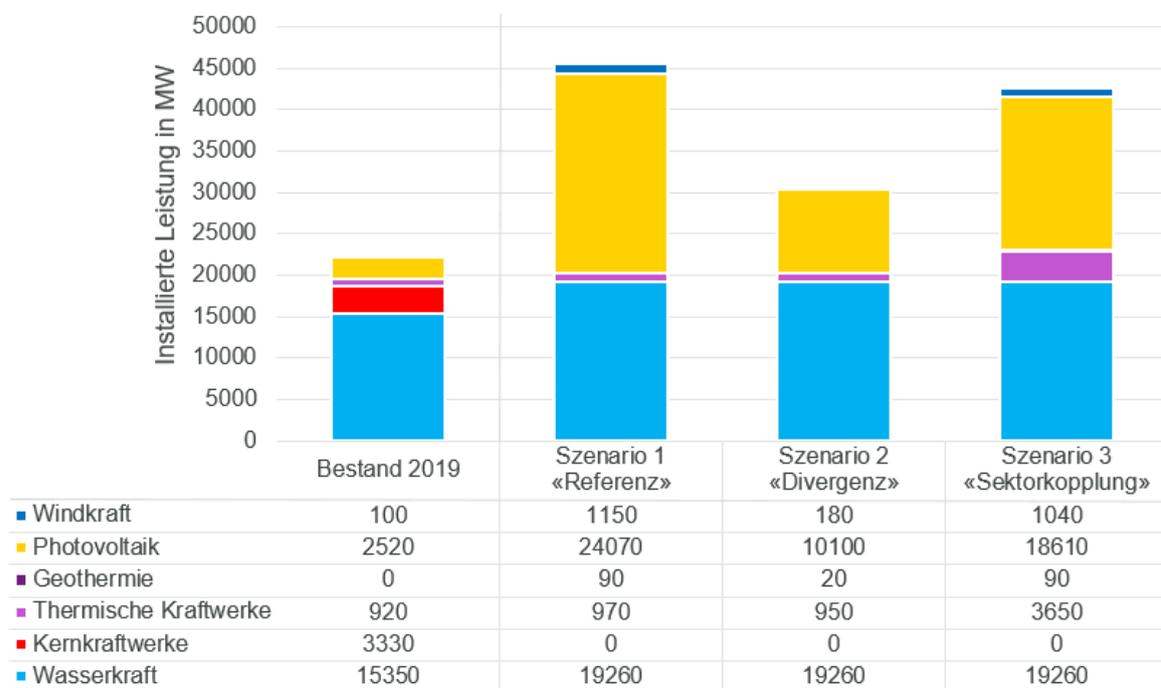


Abbildung 4: Installierte Leistungen 2019/2040

## 6 Regionalisierung

Die Kennzahlen des Szenariorahmens zu Erzeugung, Speicherung und Verbrauch in der Schweiz, müssen für eine nachfolgende Netzberechnung auf die einzelnen Netzknoten der zu untersuchenden Spannungsebenen zugeordnet werden. Dies ist für die Lastflussberechnung bzw. die Netzmodellierung notwendig, weil nur so eine Berechnung der Flüsse zwischen den einzelnen Netzknoten erfolgen kann.

Der durch den Bundesrat zu genehmigende Szenariorahmen beschränkt sich auf die Vorgabe von nationalen Kennzahlen. Ergänzend zum Szenariorahmen stellt das BFE zur Unterstützung der Netzbetreiber einen unverbindlichen Leitfaden zu den Methoden der Regionalisierung zur Verfügung. In diesem Leitfaden werden Methoden vorgeschlagen, wie die Kennzahlen aus dem Szenariorahmen auf die Netzgebiete und danach auf die Netzknoten verteilt werden können. Der Leitfaden des BFE ist nicht Bestandteil des Szenariorahmens und rechtlich nicht bindend. Die Ausgestaltung der konkreten Regionalisierung bleibt in der Kompetenz und Zuständigkeit der jeweiligen Netzbetreiber.

## 7 Nächste Schritte

Der Bundesrat hat in seiner Sitzung vom 24. November 2021 die Vernehmlassung zum Szenariorahmen 2030/2040 eröffnet. Die Vernehmlassung dauert bis zum 10. März 2022. Nach Auswertung der Vernehmlassung werden die Szenarien und die entsprechenden Kennzahlen mit der darauffolgenden Genehmigung durch den Bundesrat verbindlich für Behörden zu Fragen der Elektrizitätsnetze. Die Genehmigung des Szenariorahmens durch den Bundesrat ist geplant für Herbst 2022.

## 8 Literatur

[1] Energieperspektiven 2050+, BFE, 2020

<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energieperspektiven-2050-plus.html>

[2] TYNDP 2020 Szenario Report, ENTSO, 2020 [https://www.entsos-tyndp2020-scenarios.eu/wp-content/uploads/2020/06/TYNDP\\_2020\\_Joint\\_ScenarioReport\\_final.pdf](https://www.entsos-tyndp2020-scenarios.eu/wp-content/uploads/2020/06/TYNDP_2020_Joint_ScenarioReport_final.pdf)

Webseite BFE:

[Szenariorahmen für die Stromnetzplanung \(admin.ch\)](#)