



November 2022

---

# Leitfaden Regionalisierung

## Ergänzung zum Szenariorahmen 2030/2040 für die Stromnetzplanung

---

Aktenzeichen: BFE-471.3-20/6

Ergänzend zum «Szenariorahmen 2030/2040 für die Stromnetzplanung» stellt das BFE auf Amtsstufe zur Unterstützung der Netzbetreiber einen 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 Szenariorahmen und rechtlich nicht bindend. Die Ausgestaltung der konkreten Regionalisierung bleibt in der Kompetenz und Zuständigkeit der jeweiligen Netzbetreiber.



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Ausgangslage</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Methoden der Regionalisierung</b> .....	<b>4</b>
3.1	Methoden im Einzelnen.....	5
3.1.1	Gleichverteilung.....	5
3.1.2	Skalierung anhand des Ist-Zustandes.....	5
3.1.3	Zuteilung über Verteilungsschlüssel .....	5
3.1.4	Gewichtung anderer Ansätze .....	5
3.1.5	Mehrstufige Kombination verschiedener Ansätze.....	5
<b>4</b>	<b>Prozess der Regionalisierung</b> .....	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Parameter des Szenariorahmens</b> .....	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Grundsätze zur Regionalisierung der Parameter</b> .....	<b>8</b>
6.1	Grosswasserkraftwerke.....	11
6.2	Kleinwasserkraftwerke .....	11
6.3	Kernkraftwerke .....	12
6.4	Kombikraftwerke.....	12
6.5	Kehrichtverbrennung .....	12
6.6	Weitere thermische Kraftwerke .....	13
6.7	Biomasse (Holz).....	13
6.8	Biogasanlagen.....	13
6.9	Abwasserreinigung.....	13
6.10	Geothermie.....	14
6.11	Photovoltaik .....	14
6.12	Windkraft .....	14
6.13	Dezentrale Batterien.....	15
6.14	Stromverbrauch nach Sektor .....	15
6.15	E-Fahrzeuge.....	16
6.16	Wärmepumpen.....	16
6.17	Power-to-X .....	17
6.18	Carbon Capture and Storage .....	17

## 1 Einleitung

Ergänzend zum Szenariorahmen für die Stromnetzplanung (SZR CH) als Grundlage für die Netzplanung der Übertragungsnetze und Verteilnetze hoher Spannung, stellt das Bundesamt für Energie (BFE) einen Leitfaden zu den Methoden der Regionalisierung der im SZR CH festgehaltenen Kennzahlen zur Verfügung. In diesem Leitfaden werden Methoden vorgeschlagen, wie die Kennzahlen der einzelnen Parameter des SZR CH auf die Netzgebiete (Versorgungsgebiete) der Netzbetreiber der Netzebene 3 (NE3) und anschliessend auf die Netzknoten (NE1 und NE3) verteilt werden können, wodurch die Datenbasis für die Netzplanung geschaffen wird.

Der Leitfaden stellt die Methoden zur Verfügung, wie aus den Kennzahlen die Daten pro Netzknoten ermittelt werden können. Da die regionalen Gegebenheiten sehr unterschiedlich sind, haben die Verteilnetzbetreiber (VNB) den nötigen Spielraum, um auf ihre individuellen Ergebnisse zu kommen. Der Leitfaden ist als Hilfsmittel zur Regionalisierung zu verstehen, hat jedoch nicht den Anspruch jede Einzelheit vorzugeben.

## 2 Ausgangslage

Das Stromversorgungsgesetz (StromVG) macht in Bezug auf den energiewirtschaftlichen Szenariorahmen für die Stromnetzplanung keine Vorgaben zur Ausgestaltung der Regionalisierung. Ein Hinweis findet sich in den Erläuterungen zu Artikel 9a Absatz 2 StromVG in der Botschaft zum Bundesgesetz über den Um- und Ausbau der Stromnetze (Änderung des Elektrizitätsgesetzes und des Stromversorgungsgesetzes) vom 13. April 2016, BBl 2016, 3919: «Bei der Erstellung des Szenariorahmens werden gemäss Absatz 2 regionale Aspekte berücksichtigt». Der SZR CH beschränkt sich mithin auf nationale Kennzahlen. Um auch regionale Aspekte zur berücksichtigen bezieht das BFE bei der Erstellung des SZR CH die Kantone, die nationale Netzgesellschaft, die übrigen Netzbetreiber und weitere Betroffene angemessen mit ein (Art. 9a Abs. 2 StromVG).

Im Rahmen der Erarbeitung des ersten SZR CH wurde der Wunsch an das BFE herangetragen, dass der Bund neben den nationalen Kennzahlen auch Vorschläge zur Regionalisierung macht, bzw. zumindest die anzuwendende Methodik empfehlen soll. Im vorliegenden Dokument werden daher entsprechende Methoden zur Regionalisierung aufgezeigt. Dabei handelt es sich jedoch um keine verpflichtenden Vorgaben. Verpflichtend sind einzig die Kennzahlen und Vorgaben im SZR CH, welcher vom Bundesrat genehmigt wird. Dieser Leitfaden dient nur zur Unterstützung der Verarbeitung der Kennzahlen und Vorgaben aus dem SZR CH.

Das BFE beauftragte im Jahr 2013 die Deutsche Energie-Agentur (dena) die Anforderungen an einen energiewirtschaftlichen Szenariorahmen zu klären. In der Studie «Anforderungen an einen energiewirtschaftlichen Szenariorahmen für die Netzplanung in der Schweiz<sup>1</sup>» wurde das Thema Regionalisierung bereits behandelt. Das nachfolgende Kapitel stützt sich auf Ergebnisse aus der ob genannten Studie.

---

<sup>1</sup> Anforderungen an einen energiewirtschaftlichen Szenariorahmen für die Netzplanung in der Schweiz, Deutsche Energie Agentur GmbH, 2013 [https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/stromversorgung/stromnetze/netzentwicklung-strategie-stromnetze/\\_jcr\\_content/par/tabs/items/tab/tabpar/externalcontent.external.exturl.pdf/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWWRtaW4uY2gvZGUvcHVib-GlYX/Rpb24vZG93bmxyYWQvNzMwMi5wZGY=.pdf](https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/stromversorgung/stromnetze/netzentwicklung-strategie-stromnetze/_jcr_content/par/tabs/items/tab/tabpar/externalcontent.external.exturl.pdf/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWWRtaW4uY2gvZGUvcHVib-GlYX/Rpb24vZG93bmxyYWQvNzMwMi5wZGY=.pdf)

### 3 Methoden der Regionalisierung

Die im Szenariorahmen auf nationaler Ebene aggregierten Daten müssen für eine nachfolgende Netzplanung auf sinnvolle Weise regionalisiert werden. Das bedeutet, sie müssen auf die einzelnen Netzknoten der NE1 und NE3 verteilt werden. Dies ist für die Lastflussberechnung bzw. die Netzmodellierung notwendig, weil dort eine netzknotenscharfe Zuordnung von Angebot und Nachfrage erfolgen muss. Dieser Prozess, das Herunterbrechen der für grössere Einheiten aggregierten Daten (z.B. national) auf Teilgebiete (z.B. Kantone, Netzgebiete und Netzknoten), wird als Regionalisierung bezeichnet.

Die unterschiedlichen Ansätze lassen sich in ihrer Grundausrichtung wie folgt klassifizieren:

- Gleichverteilung
- Skalierung des Ist-Zustandes
- Zuteilung über Verteilungsschlüssel
- Gewichtung der Skalierung oder Zuteilung über Gewichtungsfaktoren
- Kombination der vorgenannten Punkte

Grundlage einer Regionalisierung von Angebot und Nachfrage ist die Kenntnis aller Netzknoten und deren geographischer Position je betrachteter Spannungsebene.

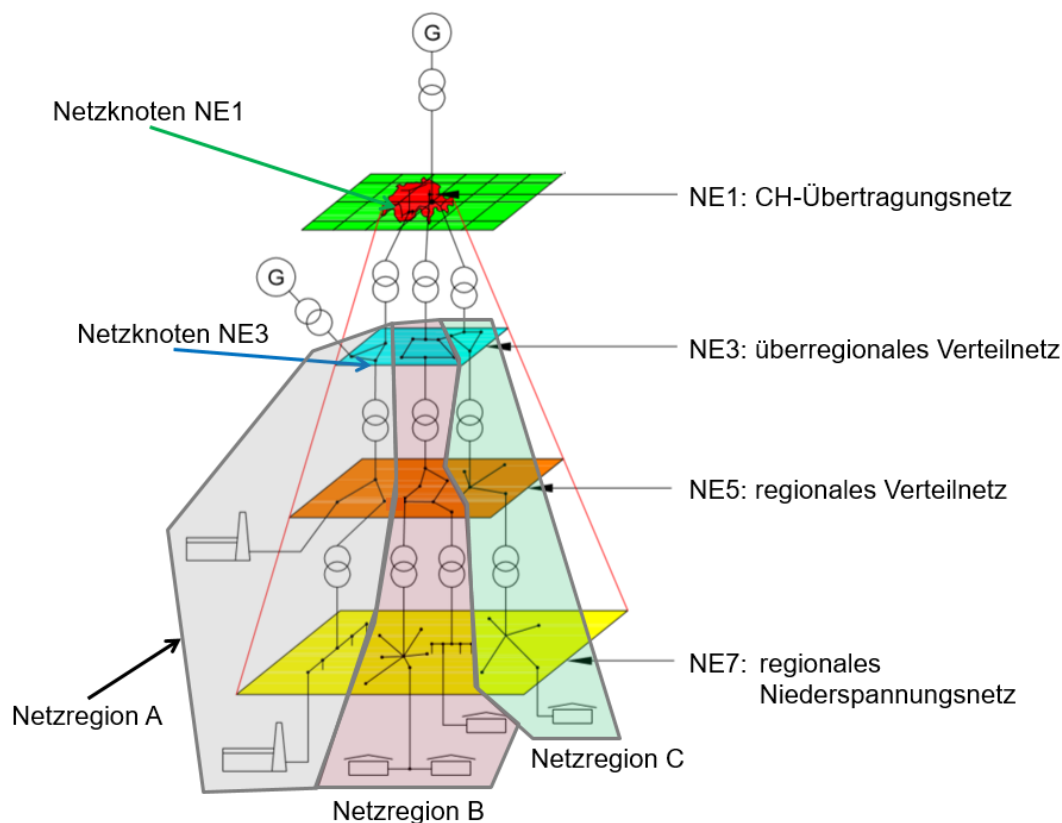


Abbildung 1: Netzregionen und Netzknoten (Quelle: Swissgrid)

Die Netzbetreiber der NE3 planen beispielsweise ihr Netzgebiet aufgeteilt in Netzregionen (vgl. Abbildung 1). Das gesamte Netzgebiet bzw. Versorgungsgebiet eines Netzbetreibers kann dabei in kleinere Netzregionen unterteilt werden. Die nachgelagerten Netze (NE5-7) werden diesen Netzregionen zugeordnet, wobei darauf geachtet wird, dass im Normalbetrieb die Netze der NE5-7 von verschiedenen Netzregionen, nicht elektrisch verbunden sind. Jede Netzregion ist in der Regel über einem oder mehreren Netzknoten mit dem Übertragungsnetz NE1 verbunden. Ob alle NE3-Netzbetreiber diesen Ansatz verwenden, ist nicht bekannt.

### **3.1 Methoden im Einzelnen**

Für die Zuordnung der national aggregierten Kennzahlen zu den Netzknoten der NE1 und NE3 muss für die ausgewählten Parameter und betrachtete Netzebene (NE1 und NE3 inkl. NE5-7) eine individuelle Erarbeitung einer geeigneten belastbaren Regionalisierungsmethode erfolgen. Dabei sollten die aktuellen Rahmenbedingungen (technische, wirtschaftliche und energiewirtschaftliche Entwicklung, örtliche Gegebenheiten, politische Ziele usw.) und aktuelle regionale Informationen berücksichtigt werden. In der Praxis ist auch denkbar verschiedene Ansätze der Regionalisierung geeignet miteinander zu kombinieren.

#### **3.1.1 Gleichverteilung**

Ein pauschal vereinfachender Ansatz besteht in der gleichmässigen Verteilung der aggregierten Grösse auf die einzelnen Netzknoten. Dabei wird entweder die Gesamtgrösse oder, falls der Bestand regionalisiert bekannt ist, nur der Zubau als zu verteilende Grösse genommen. Wenn das nationale Ausbauziel für Photovoltaik z.B. 5 GW installierte Leistung beträgt und 50 Netzknoten in der betrachteten Netzebene vorhanden sind, würde jeder Netzknoten pauschal zusätzlich 100 MW angeschlossene Photovoltaikkapazität erhalten, unabhängig von den angeschlossenen Endverbrauchern oder Flächen, welche der Knoten abdeckt.

#### **3.1.2 Skalierung anhand des Ist-Zustandes**

Um die Fortschreibung bestehender Entwicklungen zu berücksichtigen, kann der Ist-Zustand skaliert werden. Heute ist der Ist-Zustand auf nationaler Ebene grösstenteils bekannt, aber nicht unbedingt auf regionaler Ebene (Netzregionen). Ein erster Schritt wäre den Ist-Zustand anhand der Daten von den VNB zu erfassen. Eine Erfassung des Ist-Zustandes ist unerlässlich und muss mit den aggregierten Zahlen auf nationaler Ebene übereinstimmen, bevor die zukünftigen Szenarien regionalisiert werden können. Heute kennt der VNB den Netto-Stromverbrauch in seinem Netzgebiet. Der VNB kennt auch die Produktionsanlagen, welche an seinem Netz angeschlossen sind. Geht man von einem Nachfrage-rückgang durch eine allgemeine Effizienzsteigerung aus, könnte man die Last je Netzknoten entsprechend skalieren. Hier wird die Sättigung als Gegenargument aufgeführt. Sind z.B. die guten Windstandorte einer Region bereits bebaut, erscheint eine Skalierung des Bestands für die Regionalisierung des zukünftigen Ausbaus ungeeignet.

#### **3.1.3 Zuteilung über Verteilungsschlüssel**

Eine weitere Möglichkeit der Regionalisierung besteht in der Definition von Verteilungsschlüsseln. Dies können z.B. Windpotenzialkarten, Frei- oder Dachflächen, ausgewiesene Eignungsgebiete, Bevölkerungsdichte, Gebäudepark oder die Wirtschaftsszenarien der Bundeskanzlei (BK)<sup>2</sup> sein.

#### **3.1.4 Gewichtung anderer Ansätze**

Sowohl die Gleichverteilung, wie auch die Bestandsskalierung und die Zuteilung über Verteilungsschlüssel wie freie Flächen kann zusätzlich gewichtet werden. So kann ein nationales Ausbauziel für Windenergie anhand der einzelnen Kantonsziele prozentual auf die Kantone aufgeteilt und dort entsprechend der gewählten Methode netzknotenscharf zugeordnet werden.

#### **3.1.5 Mehrstufige Kombination verschiedener Ansätze**

Keiner der dargestellten Ansätze ist im Normalfall allein geeignet, einen energiewirtschaftlichen Parameter belastbar zu regionalisieren. Die komplexe Realität verlangt fast immer eine mehrstufige Kombination verschiedener Ansätze. Bei einer Kombination verschiedener Ansätze ist neben der Begründung für Auswahl auch eine Begründung für deren Gewichtung wichtig.

<sup>2</sup> Siehe dazu <https://www.bk.admin.ch/bk/de/home/dokumentation/fuehrungsunterstuetzung/wirtschaftsszenarien.html>

#### 4 Prozess der Regionalisierung

Der SZR CH liefert nationale Kennzahlen und im Leitfaden werden Methoden zur Regionalisierung vorgeschlagen. Die VNB der NE3 koordinieren sich nicht nur mit den anderen VNB, sondern auch mit den jeweiligen Kantonen zur Abstimmung mit den kantonalen Energieplänen, sofern diese vorhanden sind (siehe Abbildung 3). Durch diese Koordination ergeben sich Kennzahlen für die Netzgebiete jedes NE3 Netzbetreibers. Der detaillierte Prozess wird subsidiär in einem separaten Dokument der Swissgrid und den Netzbetreibern der NE3 festgelegt.

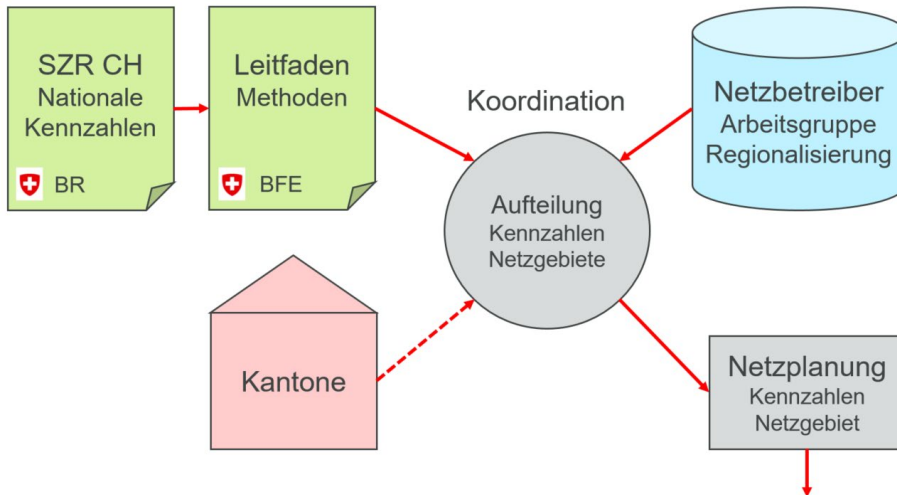


Abbildung 3: Schematischer Prozess der Regionalisierung

Die VNB der NE3 verteilen gemäss ihrer Expertise ihrem Netzgebiet zugeteilte Kennzahlen auf ihre Netzregionen bzw. Netzknotten der NE3 und berücksichtigen den spezifischen Bedarf (siehe Abbildung 4). Diese Daten, auf die NE3-Knoten mit Anschluss auf NE1 aggregiert, übermitteln sie zeitgerecht an die Swissgrid. Die ermittelten Daten bilden für die VNB der NE3 und für die Swissgrid die Basis für die Netzplanung. Die Koordination zwischen den verschiedenen Netzbetreiber wird subsidiär in einem Dokument der Swissgrid und den Netzbetreibern der NE3 geregelt.

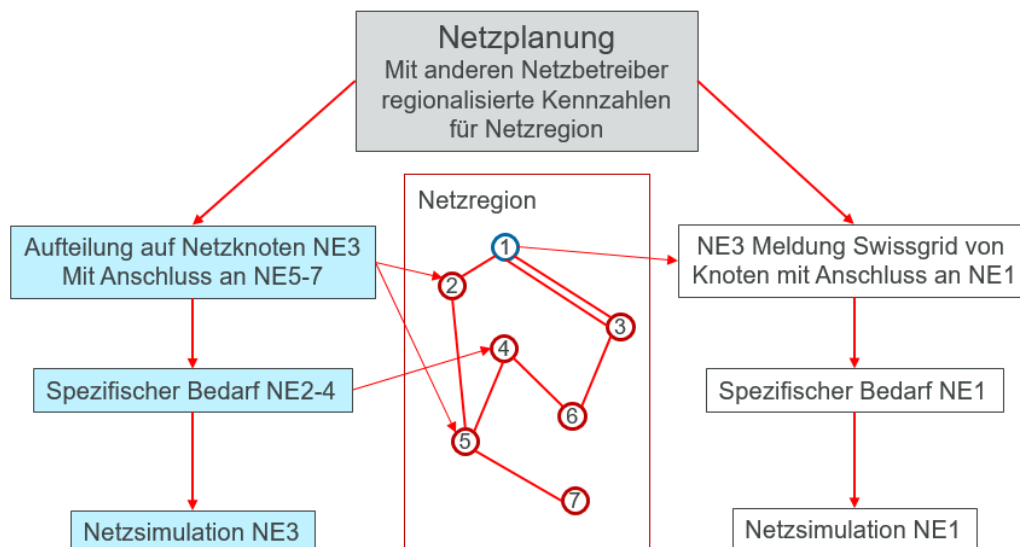


Abbildung 4: Schematischer Prozess der Regionalisierung bei den Netzbetreibern

## 5 Parameter des Szenariorahmens

Zu jedem in der Tabelle 1 aufgelisteten Parameter wird es im SZR CH für jedes Zieljahr und einem Basisjahr eine nationale Kennzahl geben.

<b>Stromerzeugung</b>	<b>Speicher (1)</b>
Laufwasserkraftwerke	Pumpspeicherkraftwerke (Pumpen/Speichersee)
Speicherkraftwerke	Dezentrale Batterien
Pumpspeicherkraftwerke (Turbinen)	
Kernkraftwerke	<b>Stromverbrauch</b>
Kehrichtverbrennung	Sektor Haushalt (ohne Wärmepumpen)
weitere thermische Kraftwerke	Sektor Industrie (ohne Wärmepumpen u. CCS)
Biomasse (Holz)	Sektor Dienstleistungen inkl. Landwirtschaft
Biogas Kraftwerke	Sektor Verkehr (ohne Elektromobilität)
Abwasserreinigung	E-Fahrzeuge
Geothermie	Wärmepumpen
Photovoltaik	Power-to-X Anlagen
Windkraft	Carbon Capture Anlagen (2)

Tabelle 1: Parameter

Legende:

- (1) Bei Speichern wird jeweils die Pump- bzw. Ladeleistung und Speicherkapazität angegeben
- (2) aufgeteilt in CC bei KVA und Biomassekraftwerken (Erzeugung) und CC bei Zementindustrie (Verbrauch)

## 6 Grundsätze zur Regionalisierung der Parameter

Zu jedem Parameter des SZR CH wird eine Methode der Regionalisierung ermittelt, welche aufzeigt, wie die Kennzahlen zu den verschiedenen Regionen und Szenarien zu interpretieren sind und wie der allfällige Zubau oder die Abnahme auf das jeweilige Netzgebiet und die Netzknoten jedes Netzbetreibers NE1 und NE3 herunterzurechnen ist.

Zur Vereinfachung der Aufgabenstellung wurden die folgenden Grundsätze entwickelt:

### Grundsatz A: Anlagen $\geq 10$ MW

Für grosse Anlagen  $\geq 10$  MW wird keine Regionalisierung durchgeführt, da für die heute etwa 250 bestehenden Anlagen (davon 200 Grosswasserkraftwerke) der Standort und die installierte Leistung bekannt ist und für den Ausbau von neuen Anlagen keine für die Netzplanung geeignete Regionalisierung möglich ist, da der genaue Standort zukünftiger Anlagen, welcher für eine realistische Netzplanung nötig wäre, unbekannt ist. Eine Aggregation der Standorte mit Leistungsanpassungen auf die näheren Netzknoten ist somit nur von bekannten bestehenden Anlagen und Neuanlagen mit Anschlussgesuch und Baubewilligung möglich. Im Hinblick auf bestehende und geplante Grossanlagen ( $\geq 10$  MW), d.h. Erzeuger, Speicher und Verbraucher gelten folgende Grundsätze:

- Die Stromproduzenten, Speicherbetreiber oder Grossverbraucher melden dem Netzbetreiber, an dessen Netz ihre Anlage angeschlossen ist bzw. wird, die geplante Stilllegung bzw. die geplante Leistungserhöhung einer bestehenden Anlage bzw. den Standort und die geplante Leistung von Neuanlagen. Werden keine neuen Anlagen gemeldet, berücksichtigt der Netzbetreiber keine Leistungserhöhungen oder Neubauten in seiner Netzplanung.
- In der Netzplanung werden nur Leistungsveränderungen berücksichtigt, für die Baubewilligung und Netzanschlussgesuche dem Netzbetreiber vorliegen.

Für Parameter wie Grosswasserkraftwerke, Kernkraft, Power-to-X, und Geothermie kann dieser Grundsatz verwendet werden.

### Grundsatz B: Anlagen $< 10$ MW

Die Kennzahl betreffend Leistungsentwicklung kann auf die bestehenden Anlagenstandorte proportional zur installierten Leistung verteilt werden. Damit ist auch die Verteilung der Leistungserhöhungen/Minderungen auf die Netzknoten möglich (Nähe der Standorte zu den Netzknoten). Für Wasserkraftwerke  $< 10$  MW und verschiedene thermische Anlagen (KVA, weitere thermische KW, Biomasse, Biogas-KW, ARA) kann dieser Grundsatz angewendet werden. Er eignet sich grundsätzlich für geringe Ausbauten/Erweiterungen an oder in der Nähe von bestehenden Standorten.

### Grundsatz C: Anlagen-Entwicklung (Potentialgebiete)

Die Kennzahl betreffend Leistungsentwicklung kann nicht an konkrete bestehende Anlagenstandorte gebunden werden, da noch zu wenig bzw. ungleichmässig verteilte oder keine Anlagen vorhanden sind. In diesen Fall wird, anhand zusätzlichen Informationen versucht, potentielle Entwicklungsregionen (Potentialgebiete) zu identifizieren und daraus eine Verteilung auf die Netzknoten durchzuführen. Windkraftwerke verwenden diesen Grundsatz. Dieser eignet sich für grosse Veränderungen der Leistung, welche nicht auf bestehende Standorte aufgeteilt werden können.

### Grundsatz D: Flächendeckende Entwicklung

Einige Parameter wie z.B. der Stromverbrauch können nicht nach Standorten oder nach potentiellen Entwicklungsregionen aufgeteilt werden. Die Entwicklung wird in diesen Fall proportional zur entsprechenden Parameterentwicklung entsprechend der Bevölkerungsentwicklung auf die jeweiligen Netzregionen und Netzknoten aufgeteilt. Der Grundsatz D eignet sich auch für flächendeckende Neubauten, für welche keine spezifischen Standorte zuordenbar sind und es keine Potentialgebiete gibt.

Die Daten zur zukünftigen Bevölkerungsentwicklung können beim Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) nach Abschluss eines Datenschutzvertrags zu Analyse Zwecken bezogen werden. Zu beachten ist, dass die Kennzahlen des SZR CH für die Zieljahre 2030/2040 auf Basis der Bevölkerungsentwicklungsszenarien aus dem Jahr 2015 modelliert wurden, dementsprechend sollte aus Gründen der



Konsistenz die Regionalisierung ebenfalls basierend auf diesen Annahmen erfolgen. Auf welchen Grundlagen die EP2050+ basiert, ist auf <http://www.energieperspektiven.ch/> im Exkurs Rahmendaten publiziert.

Parameter wie Stromverbrauch in allen Kategorien, Wärmepumpen, E-Fahrzeuge, PV-Anlagen und thermische Kraftwerke (KVA, weitere thermische KW, Biomasse, Biogas-KW, ARA) verwenden diesen Grundsatz.

<b>Stromerzeugung</b>	<b>Grundsatz</b>	<b>Speicher</b>	<b>Grundsatz</b>
Laufwasserkraftwerke	A bzw. C	Pumpspeicherkraftwerke	A
Speicherkraftwerke	A	Dezentrale Batterien	D
Pumpspeicherkraftwerke	A		
Kernkraftwerke	A	<b>Stromverbrauch</b>	
Kehrichtverbrennung	A und B bzw. D	Sektor Haushalt	D
weitere thermische Kraftwerke	A und B bzw. D	Sektor Industrie	D
Biomasse (Holz)	A und B bzw. D	Sektor Dienstleistungen	D
Biogas Kraftwerke	A und B bzw. D	Sektor Verkehr	D
Abwasserreinigung	B bzw. D	E-Fahrzeuge	D
Geothermie	A	Wärmepumpen	D
Photovoltaik	C und D	Power-to-X Anlagen	A
Windkraft	C	Carbon Capture Anlagen	B

Tabelle 2: Grundsätze der Parameter des Szenariorahmens Schweiz (SZR CH)

Wie in Abbildung 5 dargestellt, werden bestehende Anlagen  $\geq 10$  MW berücksichtigt (1. Pkt. In Abbildung 6) und als auch Anlagen, für welche es schon eine Baubewilligung und Anschlussgesuch gibt (2.). Anlagen  $\geq 10$  MW ohne Baubewilligung und Anschlussgesuch müssen in der Netzplanung nicht berücksichtigt werden (7.). Es werden je Netzebene die Neuanlagen und Erweiterungen  $< 10$  MW (4.) auf die bestehenden Anlagen  $< 10$  MW (3.) verteilt. Weitere Anlagen  $< 10$  MW für welche es zu wenig, keine oder ungleichmässig verteilte bestehende Anlagen gibt, werden nach ihren Potentialgebieten aufgeteilt (5.). Der Stromverbrauch und weitere Anlagen  $< 10$  MW, für welche es keine ausgewiesenen Potentialgebiete gibt, werden auf alle Netzknoten gemäss Bevölkerungsentwicklung verteilt (6.).

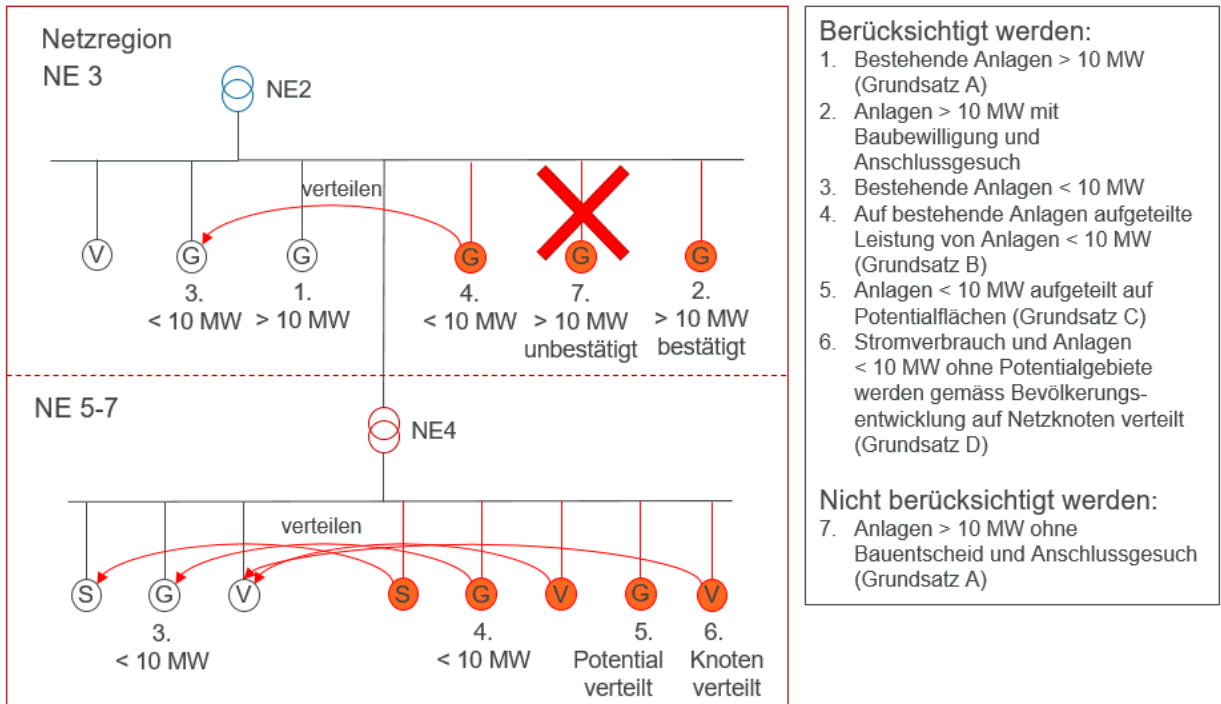


Abbildung 5: Regionalisierung mit Grundsätzen

Legende:

Weisse Punkte: bestehende virtuelle Anlagen

Rote Punkte: Veränderung nach SZR CH

## 6.1 Grosswasserkraftwerke

Der Standort und Netzanschluss aller heutigen Grosswasserkraftwerke (GWK: Laufwasser-, Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke > 10 MW) sind den Netzbetreibern bekannt. Ca. 200 Anlagen >10 MW sind in der Wasserkraftstatistik einzeln aufgelistet (WASTA<sup>3</sup>). Für die Zuordnung der Wasserkraftwerke an der Grenze der Schweiz können die Hoheitsanteile (Energie und Leistung) der Schweiz berücksichtigen werden, welche in der WASTA ausgewiesen sind. Nicht öffentlich bekannt sind die Kapazitäten in GWh der einzelnen Seen sowie die genauen Triebwassersysteme der einzelnen Kraftwerke, was aber für die Netzplanung nicht direkt relevant ist.

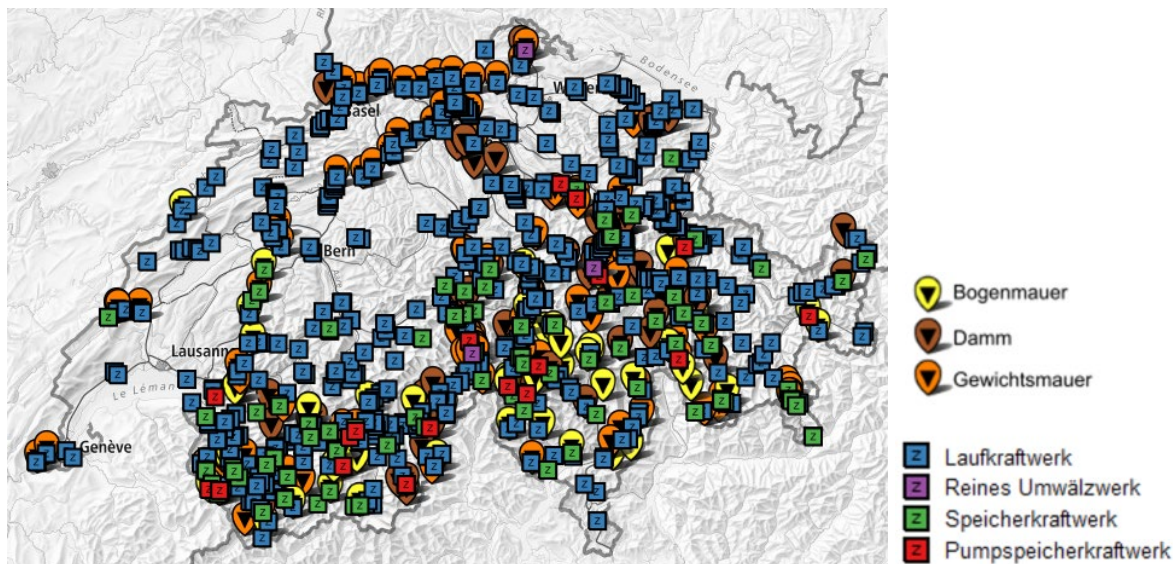


Abbildung 6: Grosswasserkraftwerke der Schweiz (Quelle: <https://map.geo.admin.ch/>)

Das Ausbaupotential<sup>4</sup> der Wasserkraft setzt sich zusammen aus dem Bau neuer Grosswasserkraftwerke (GWK), der Erneuerung und Erweiterung bestehender Anlagen, sowie die Wassernutzung von gewissen Gletscherseen<sup>5</sup>.

Die Regionalisierung erfolgt gemäss dem Grundsatz A.

## 6.2 Kleinwasserkraftwerke

Kleinwasserkraft (KWK: Laufwasser-, Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke < 10 MW) Heute gibt es etwa 900 Kleinstwasserkraftwerke (KSTWK) < 0.3 MW, die ca. 300 GWh pro Jahr Strom liefern und 471 Kleinwasserkraftwerke, KLWK ( $\geq 0.3$  MW und < 10 MW), die zusätzlich 3.715 TWh pro Jahr Elektrizität erzeugen. Insgesamt erzeugen die 1'371 schweizerischen Kleinwasserkraftwerke ca. 4 TWh Strom pro Jahr mit einer installierten Leistung von 981 MW. Bestehende Kleinwasserkraftwerke, welche eine Förderung erhalten, sind der HKN-Datenbank von Pronovo einzeln aufgelistet. Diese Daten sind seit 2021 öffentlich verfügbar und den VNB bekannt.

Das Potenzial für Erweiterungen und Neubau bis 2050 liegt bei den Kleinst- und Kleinwasserkraftwerken im Bereich von 110 bis 550 GWh/Jahr<sup>6</sup>, was einer Erhöhung der Leistung von 30 bis 100 MW entspricht.

Die Regionalisierung erfolgt gemäss dem Grundsatz B bzw. C.

<sup>3</sup> Bestehende Kraftwerken befinden sich in der WASTA <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/erneuerbare-energien/wasserkraft.html>

<sup>4</sup> Weitere Projekte gibt es in der Wasserkraftpotenzialstudie (ganz am Schluss in der Tabelle) <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/58259.pdf>

<sup>5</sup> Wasser Energie Luft 4/2019, Fachzeitschrift für Wasserwirtschaft [https://issuu.com/swv\\_wel/docs/wel\\_4\\_dezember\\_2019\\_issuu](https://issuu.com/swv_wel/docs/wel_4_dezember_2019_issuu)

<sup>6</sup> Studie zum Ausbaupotenzial der Wasserkraft in der Schweiz, BFE, 2019 <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/58259.pdf> und Small Hydro, <https://swissmallhydro.ch/wp-content/uploads/2019/09/Factsheet-Kleinwasserkraft-2019-v190902.pdf>

Grundsätzlich können die neuen Kleinwasserkraftwerke auf die bestehenden Standorte verteilt werden. Sind den Netzbetreibern regionale Potentialgebiete bekannt, können diese Informationen zur Regionalisierung genutzt werden.

### 6.3 Kernkraftwerke

Für die Kernkraftwerke (KKW) der Schweiz ist der Standort, die Leistung und der Netzanschlusspunkt bekannt.

Es ist kein Ausbau der Kernkraft in der Schweiz geplant. Das Stilllegungsjahr der bestehenden KKW werden in den Szenarien des SZR CH angegeben.

Es braucht deshalb keine Regionalisierung für diesen Parameter, aber ansonsten wäre der Grundsatz A zu verwenden.

### 6.4 Kombikraftwerke

Bisher gibt es keine grossen (Gas)Kombikraftwerke in der Schweiz.

Eine allfällige Regionalisierung erfolgt gemäss dem Grundsatz A.

Hinweis: Ausschlaggebend für den Standort von GuD-Anlagen sind die Nähe zum Gashochdrucknetz sowie zum Hochspannungsnetz der Schweiz und die Möglichkeiten der Kühlung.

### 6.5 Kehrichtverbrennung

Die Standorte und Netzanschlusspunkte der 30 Kehrichtverbrennungsanlagen<sup>7</sup> (KVA) sind öffentlich bekannt.

Die Regionalisierung erfolgt gemäss den Grundsätzen A und B bzw. D. Grundsatz D kommt zum Einsatz, falls sich im Netzgebiet zu wenige oder keine bestehenden Anlagen befinden.

Hinweis: In den EP2050+ wird kein Zubau von zusätzlichen KVA angenommen. Die verfügbare Müllmenge wird als konstant angenommen. Also kann und muss in Zukunft nicht mehr Müll verbrannt werden. Ausschlaggebend für den Standort von allfälligen neuen KVA-Anlagen ist die Nähe zum Abfallaufkommen und die Möglichkeit der Abwärmenutzung.

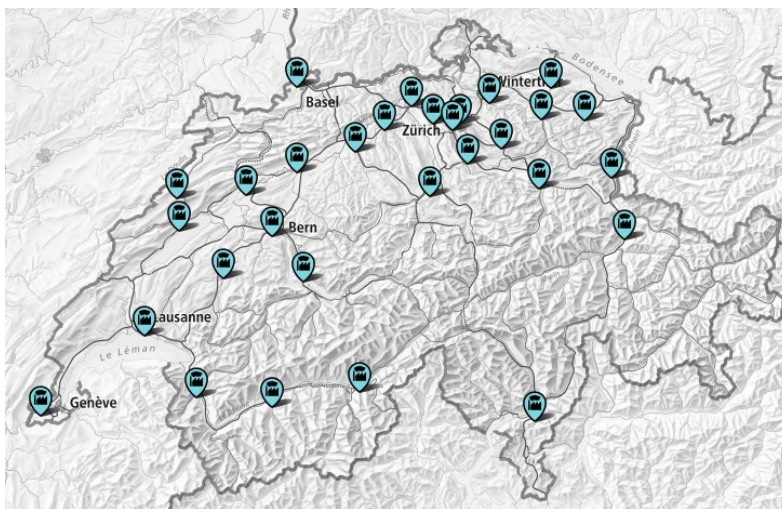


Abbildung 7: KVA der Schweiz (Quelle: <https://map.geo.admin.ch/>)

<sup>7</sup> Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung in der Schweiz, Ausgabe 2018, 2019  
[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKewikxNWS5r\\_pAh-WllqQKHQifBW8QFjAAegQIBRAB&url=https%3A%2F%2Fpubdb.bfe.admin.ch%2Fde%2Fpublication%2Fdownload%2F9475&usq=AOvVaw2T5sGxtdluiaBD1MMLy2-b](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKewikxNWS5r_pAh-WllqQKHQifBW8QFjAAegQIBRAB&url=https%3A%2F%2Fpubdb.bfe.admin.ch%2Fde%2Fpublication%2Fdownload%2F9475&usq=AOvVaw2T5sGxtdluiaBD1MMLy2-b)

## 6.6 Weitere thermische Kraftwerke

Es gibt in der Schweiz einige 100 Klein-WKK-Anlagen (< 1 MW Gasturbine bzw. < 10 MW Blockheizkraftwerke), welche thermisch mit Gas, Öl oder anderem befeuert werden und etwa 15 Gross-WKK-Anlagen in Industrie, Dienstleistungen oder Energiesektor<sup>8</sup>. Diese müssen den Netzgebieten zugeteilt werden.

Der Zubau bzw. Rückbau oder die Umrüstung von thermischen Kraftwerken kann aus den Szenarien des SZR CH entnommen werden.

Es wird nach den Grundsätzen A und B bzw. D vorgegangen. Grundsatz D kommt zum Einsatz, falls sich im Netzgebiet zu wenige oder keine bestehenden Anlagen befinden.

Hinweis: WKK-Anlagen, welche heute mit fossilen Energieträgern betrieben werden, könnten in Zukunft auf erneuerbare Brennstoffen (Biomasse oder Biogas) umstellen. Thermisch-fossile Kraftwerke werden in Gebieten mit Wärmenachfrage gebaut, wo auch schon heute WKK-Anlagen stehen. In die Kategorie «weitere thermische Kraftwerke» fallen ebenfalls X-to-Power Anlagen.

## 6.7 Biomasse (Holz)

Einige der WKK-Anlagen der Schweiz werden mit Biomasse (Holz) befeuert. Ebenso gibt es in der Schweiz fast 10'000 automatische Feuerungen mit Holz welche insgesamt etwa 290 GWh Strom pro Jahr erzeugen.

Der Zubau von Biomasse-Kraftwerken kann aus den Szenarien des SZR entnommen werden.

Es wird nach den Grundsätzen A und B bzw. D vorgegangen. Grundsatz D kommt zum Einsatz, falls sich im Netzgebiet zu wenige oder keine bestehenden Anlagen befinden.

## 6.8 Biogasanlagen

Es gibt etwa 140 Biogasanlagen in Landwirtschaft und Gewerbe/Industrie welche insgesamt 240 GWh Strom pro Jahr erzeugen. Heute gibt es 2 Anlagen über 10 MW bzw. 4 über 5 MW.

Der zusätzliche Ausbau von thermischen Kraftwerken wird sich vor allem auf grössere Biogasanlagen beschränken, welche als grössere Anlagen mit separater Abstimmung mit Energieproduzenten und Netzbetreibern gesehen werden können<sup>9</sup>.

Es wird nach den Grundsätzen A und B bzw. D vorgegangen. Grundsatz D kommt zum Einsatz, falls sich im Netzgebiet zu wenige oder keine bestehenden Anlagen befinden.

## 6.9 Abwasserreinigung

Etwa 300 Klärgasanlagen und Biogasanlagen bei Industrieabwasser gibt es in der Schweiz, welche fast 200 GWh pro Jahr liefern.

Der Zubau von solchen Anlagen kann den Szenarien des SZR CH entnommen werden.

Es wird nach den Grundsätzen B bzw. D vorgegangen. Grundsatz D kommt zum Einsatz, falls sich im Netzgebiet zu wenige oder keine bestehenden Anlagen befinden.

<sup>8</sup> Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung in der Schweiz, Ausgabe 2018, 2019  
[https://www.google.com/url?sa=t&rct=i&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKewikxNWS5r\\_pAh-WllqQKHQifBW8QFjAAegQIBRAB&url=https%3A%2F%2Fpubdb.bfe.admin.ch%2Fde%2Fpublication%2Fdownload%2F9475&usq=AOvVaw2T5sGxtdluiaBD1MMLy2-b](https://www.google.com/url?sa=t&rct=i&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKewikxNWS5r_pAh-WllqQKHQifBW8QFjAAegQIBRAB&url=https%3A%2F%2Fpubdb.bfe.admin.ch%2Fde%2Fpublication%2Fdownload%2F9475&usq=AOvVaw2T5sGxtdluiaBD1MMLy2-b)

<sup>9</sup> <https://oekostromschweiz.ch/biogasanlagen/mitglieder-standorte/>

<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/geoinformation/geodaten/biomasse/biogasanlagen.html>

## 6.10 Geothermie

Bisher gibt es keine grösseren Tiefen-Geothermieanlagen, welche Strom erzeugen. Einige Projekte wurden abgebrochen.

In den Szenarien des SZR CH wird von einem Ausbau der Geothermie ausgegangen.

Die Regionalisierung erfolgt gemäss dem Grundsatz A.

Hinweis: Hier muss beachtet werden, dass der Untergrund der Schweiz heute nicht so gut bekannt ist. Es gibt zwar Pilotprojekte, aber Stand heute können diese Anlagen überall in der Schweiz entstehen. Am besten wären diese Anlagen an den Standorten zu platzieren, wo der Untergrund sich eignet und wo es auch eine Wärmenachfrage gibt.

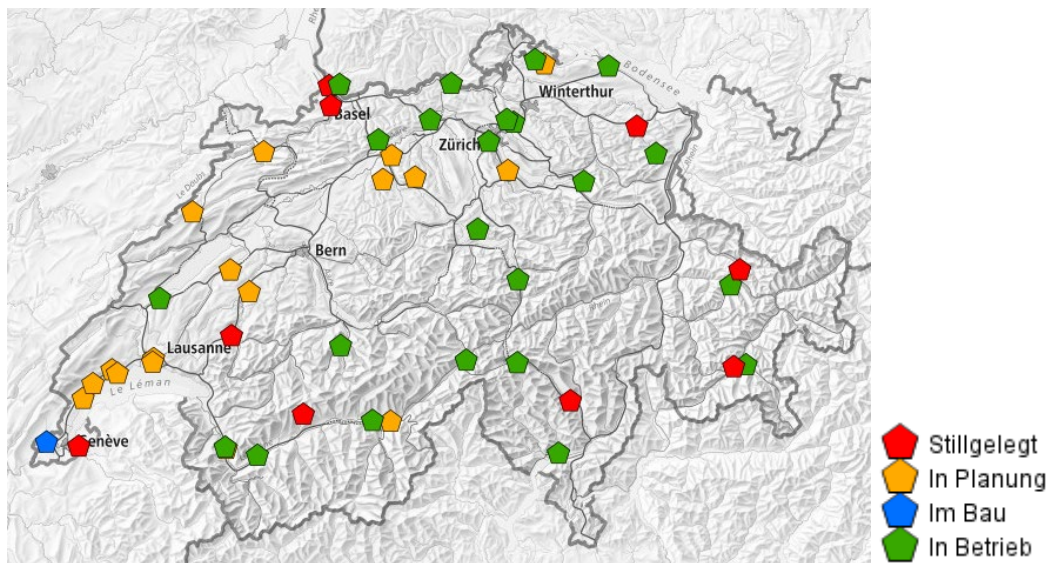


Abbildung 8: Geothermieprojekte der Schweiz (nicht nur stromerzeugende Anlagen) (Quelle: <https://map.geo.admin.ch/>)

## 6.11 Photovoltaik

Etwa 100'000 PV-Anlagen mit insgesamt über 2 GW Leistung (grösste Anlage bisher < 10 MW) sind in der Schweiz installiert. Deren Standort, Leistung und Produktion wird mehrheitlich von der HKN-Datenbank erfasst. Zusätzlich macht das BFE eine Umfrage im Rahmen der ES2050 bei den VNB, welche alle PV-Anlagen erfassen soll.

Die Regionalisierung erfolgt gemäss dem Grundsatz D. Der PV-Ausbau soll gleichmässig nach der Bevölkerungsentwicklung auf die Netzknoten verteilt werden. Quelle dazu soll die BFS-Studie zur Bevölkerungsentwicklung und kantonale Informationen sein (siehe Kapitel 6). Es können auch aus Sonnendach.ch<sup>10</sup> Potentiale bestimmt werden, welche eine Regionalisierung nach Grundsatz C ermöglichen. Sofern ein konkretes Projekt > 10 MW geplant wird, wird es erst nach der Baubewilligung in der Netzplanung berücksichtigt. Sofern dieses Projekt eine Baubewilligung hat, darf es bei der zu «regionalisierenden» Menge nach Grundsatz D in Abzug gebracht werden.

## 6.12 Windkraft

Die heutigen etwa 40 Windkraftanlagen erzeugen ca. 100 GWh/a. Grösster Windpark ist bisher mit 37.2 MW Mt. Crosin und zweitgrösster knapp unter 10 MW der Windpark Gries.

<sup>10</sup> Geodaten, UVEK, [https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/EE\\_Elektrizitaetsproduktionsanlagen/](https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/EE_Elektrizitaetsproduktionsanlagen/)

Es ist gemäss Grundsatz C vorzugehen. Sofern ein konkretes Projekt > 10 MW geplant wird, wird es erst nach der Baubewilligung in der Netzplanung berücksichtigt. Sofern dieses Projekt eine Baubewilligung hat, darf es bei der zu «regionalisierenden» Menge nach Grundsatz C in Abzug gebracht werden.

Hinweis: Für neue Anlagen sind für die Regionalisierung lokale Informationen, wie der Windatlas<sup>11,12</sup>, Schutzzonen & Wohngebiete, der kantonale Richtplan (sofern positiv Planung vorhanden), bekannte Windprojekte (Guichet Unique), Konzept Windenergie ARE, usw. zu berücksichtigen. Die Kriterien für den Bau von Windkraftprojekten in den potentiellen Regionen sind die Windgeschwindigkeit (5-10 m/s), Stromleitungen in der Nähe und die Strassenanbindungen.

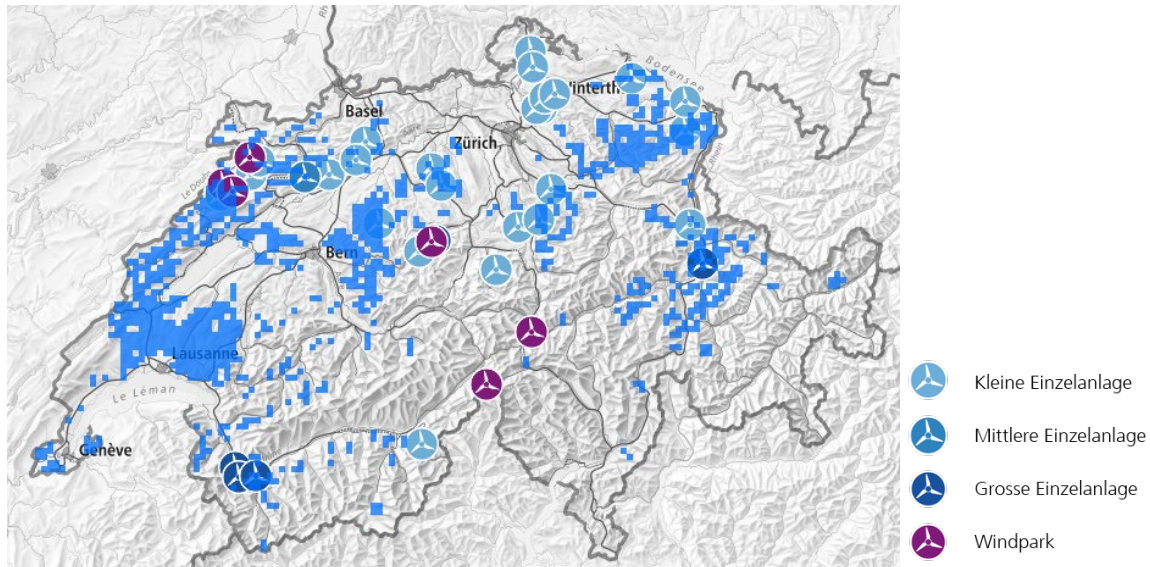


Abbildung 9: Windkraftanlagen und Potentialgebiete der Schweiz (Quelle: <https://map.geo.admin.ch/>)

### 6.13 Dezentrale Batterien

Dezentrale Batterien werden schon vermehrt mit neuen PV-Anlagen eingesetzt. Schätzungsweise gibt es schon über 3'000 solchen PV-Batterien in der Schweiz<sup>13</sup>. Genutzt werden diese mehrheitlich zur Eigenverbrauchserhöhung. Mit Batterien kann der überschüssige Strom der PV-Anlage zeitversetzt in den Abend- und Nachtstunden genutzt werden.

In Zukunft wird sich der Anteil von Anlagen mit Batterien erhöhen. Es kann künftig ein grosser Anteil von PV-Anlagen mit Batterien ausgerüstet werden. Deshalb kann als Annahme die Regionalisierung der dezentralen Batterien analog der Regionalisierung der PV-Anlagen angewendet werden (Grundsatz D).

### 6.14 Stromverbrauch nach Sektor

In der Elektrizitätsstatistik wird der Stromverbrauch auf der Grundlage der «Allgemeinen Systematik der Wirtschaftszweige» des BFS aufgeteilt (private Haushalte, Industrie, Dienstleistungen (inkl. Landwirtschaft) und Verkehr). Diese Energieverbräuche werden jedoch zum Teil mit repräsentativen Umfragen bei rund 11'000 Unternehmen und Arbeitsstätten berechnet. Der Ist-Zustand des Stromverbrauches nach Sektoren ist bei den Netzbetreibern nicht bekannt. Lastgänge und Energiemessungen finden im Netz vor allem an Übergangstellen zwischen Netzebenen/-gebieten statt. Dies beinhaltet jedoch immer den gesamten Stromverbrauch und Verluste, abzüglich die Einspeisung von Erzeugungsanlagen in tieferen Netzebenen (inkl. dem steuerbaren Anteil).

<sup>11</sup> Windatlas, UVEK, [https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/EE\\_Windatlas/?lang=de](https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/EE_Windatlas/?lang=de)

<sup>12</sup> Konzept Windenergie, ARE, <https://www.aren.admin.ch/are/de/home/raumentwicklung-und-raumplanung/strategie-und-planung/konzepte-und-sachplaene/konzepte/konzept-windenergie.html>

<sup>13</sup> Markterhebung Sonnenenergie 2019, BFE, 2020 <https://www.swissolar.ch/ueber-solarenergie/fakten-und-zahlen/markterhebungen/>

Der SZR CH wird für die vier Sektoren separate nationale Stromverbrauchswerte angeben. Zusätzlich wird der sektorübergreifende Stromverbrauch für Wärmepumpen und Elektromobilität separat angegeben. Damit kann eine feinere Lastverteilung pro Netzknoten entlang der Entwicklung dieser beiden Lastkomponenten erfolgen.

Die Regionalisierung erfolgt gemäss dem Grundsatz D, indem angenommen wird, dass bei jedem Netzknoten der Stromverbrauch je Sektor proportional zur Bevölkerungsentwicklung der Netzregion entwickelt. Ausserdem sind lokale Entwicklungen wie z.B. neue grosse Verbraucher (z.B. Rechenzentren) zu berücksichtigen (Grundsatz A), und darf bei der zu «regionalisierenden» Menge nach Grundsatz D in Abzug gebracht werden.

### **6.15 E-Fahrzeuge**

Etwa 30'000 batteriebetriebene Fahrzeuge gibt es aktuell in der Schweiz. Hinzu kommen Plug-in-Hybride mit Aufladefunktion. Der Energieverbrauch kann aus der durchschnittlichen Fahrleistung pro Jahr abgeschätzt werden, wird aber nicht speziell erfasst. Den VNB ist heute ungenügend bekannt, wie gross der Anteil der Elektromobilität am Stromverbrauch ist, oder wo sich die Elektrofahrzeuge und deren Ladestationen befinden.

Je nach Szenario werden zukünftig sehr viel Fahrzeuge mit Batterien betrieben. Die Anzahl, der Energieverbrauch, die durchschnittliche Ladeleistung und Batteriekapazität von Elektrofahrzeugen kann aus dem SZR CH entnommen werden. Feinere Aufteilungen in PKW, leichte Nutzfahrzeuge (LNF), LKW und Busse können diesem Leitfaden entnommen werden.

Die Regionalisierung erfolgt gemäss dem Grundsatz D.

Der SZR CH gibt für die Zieljahre vor, wie viele Elektrofahrzeuge es gibt. Gegebenenfalls kann die Anzahl der gesamten Fahrzeugflotte als Vergleich hilfreich sein. Die Regionalisierung auf Netzgebiete und Netzknoten erfolgt proportional zur Bevölkerungsentwicklung der Netzregionen. Netzbetreiber der NE3 ermitteln pro Netzregion den Anteil der wohnhaften Bevölkerung und können damit die Anzahl der Elektrofahrzeuge berechnen.

### **6.16 Wärmepumpen**

Im Gebäuderegister der Schweiz (BFS) sind auch Energiemerkmale enthalten. Im Rahmen der Volkszählungen 1980, 1990 und 2000 sind diese vor allem für Wohngebäude erhoben worden. Seitdem wird das Register aufgrund von Registerzählungen bei den Kantonen und Gemeinden geführt. Die Angaben werden im Rahmen des Haushaltsmodells aufgrund von Verkaufszahlen von Heizsystemen und Angaben zu Neubauten intern weitergeführt. Zudem aktualisieren Wüest und Partner jährlich die Energiebezugsflächenschätzungen nach Wirtschaftssectoren, aufgrund der Neubauten und der Bauinvestitionsangaben. Den VNB der NE3 ist jedoch nicht zwangsläufig bekannt, wie viele Wärmepumpen in ihrem Netzgebiet bzw. in den unterliegenden Netzen NE5-7 angeschlossen sind.

Zu den heute etwa 300'000 installierten Wärmepumpen wird es je nach Szenario einen grossen Ausbau geben. Die Anzahl, installierte Leistung und der Energieverbrauch kann je Sektor (Haushalt, Industrie, Dienstleistungen inkl. Landwirtschaft und Fernwärme) aus dem SZR CH entnommen werden. Lastkurven aus den EP 2050+ können ggf. indikativ zur Verfügung gestellt werden.

Die Regionalisierung erfolgt gemäss dem Grundsatz D.

Die Regionalisierung erfolgt proportional zur Bevölkerungsentwicklung der Netzregion analog zur Elektromobilität. Auch hier könnte ein Vergleich zur Gesamtzahl von Heizungen hilfreich sein. Netzbetreiber der NE3 ermitteln pro Netzregion den Anteil der wohnhaften Bevölkerung und können damit die Anzahl der Wärmepumpen berechnen. Es könnte auch gemäss Gebäude- und Energiebezugsfläche regionalisiert werden, falls Daten für die Zieljahre zur Verfügung stehen.



## 6.17 Power-to-X

Es gibt bisher nur wenige Pilot-Anlagen und vereinzelte Planungen von PtX-Anlagen (In Betrieb Wasserkraftwerk Aarau, in Planung WKW Gösigen Birsfelden und Eglisau-Glattfelden etc.).

Die Regionalisierung erfolgt gemäss dem Grundsatz A, wobei die PtX-Anlagen wahrscheinlich bei Laufwasserkraftwerken und KVA installiert werden.

Hinweis: Es werden bis 2050 gemäss den neuen EP2050+ einige PtX-Anlagen installiert werden müssen, um die Netto-Null Ziele 2050 zu erreichen. Einzelne PtX-Anlagen (Elektrolyse-Anlagen mit ca. 50 MW pro Standort) werden wahrscheinlich in der Nähe von Laufwasserkraftwerken oder möglicherweise bei KVA installiert. Wenn eine PtX-Anlage jedoch innerhalb des Wasserkraftwerks oder KVA betrieben wird, d.h. wenn der Strom vor der Netzeinspeisung gebraucht wird, dann reduziert sich die Produktion und die Leistung des Wasserkraftwerks bzw. KVA. In diesen Fällen ist der Ausbau der PtX-Anlagen für die Netzplanung nicht relevant, da die Anschlussleistung der Erzeugungsanlagen massgebend ist.

## 6.18 Carbon Capture and Storage

Carbon Capture sowie CO<sub>2</sub>-Speicherung gibt es in der Schweiz noch nicht.

Es werden einige Carbon Capture-Anlagen installiert werden müssen, um das Netto-Null-Ziel 2050 zu erreichen. Die Speicherung von CO<sub>2</sub> in der Schweiz ist nur teilweise vorgesehen.

Die Regionalisierung erfolgt gemäss dem Grundsatz B, wobei KVA, grosse Biomassekraftwerke und Zementindustrie den bestehenden Standorten entsprechen.

- Hinweis: Im SZR CH wird der Verbrauch, installierte Leistung und Anzahl von CC-Anlagen separat für KVA / Biomasse (5 bis 10 MW) und Zementindustrie geliefert, damit in der Netzplanung die CC-Anlagen bei der Zementindustrie als zusätzlicher Stromverbrauch und bei KVA bzw. Biomassekraftwerke Ertragsminderung angenommen werden kann. Die heutigen Standorte solcher Industrie und Anlagen sind zum Teil öffentlich bekannt (KVA), wie bei der Zementindustrie (ca. 6 Standorte<sup>14</sup>) oder bei den Biomassekraftwerken. Bei Carbon Capture-Anlagen muss der Abtransport des CO<sub>2</sub> sichergestellt werden (Nähe zu Bahn oder separates CO<sub>2</sub>-Netz).

---

<sup>14</sup> Die 6 Standorte (Hochtemperaturöfen, ca. 1'500 Grad Celsius) der Zementindustrie, die CO<sub>2</sub> produzieren, sind: Lafarge Holcim Siggenthal, Gemeinde Untersiggenthal (AG), Lafarge Holcim Untervaz (GR), Lafarge Holcim Eclépens (VD), Jura-Zement Möriken-Wildegg (AG), Jura-Zement Cornaux (NE), Vigier Ciments Péry-La Heutte (BE).