

Öffentlich

Swissgrid AG
Bleichemattstrasse 31
Postfach
5001 Aarau
Schweiz

Grundlagen Systemdienstleistungen

T +41 58 580 21 11
info@swissgrid.ch
www.swissgrid.ch

Version 1.1 vom 27. September 2019

Verfasser Christoph Hodel
Market

Überarbeitungen

Datum	Version	Autor / Abteilung	Abschnitt
12.04.2010	1.0	Beck / SF-SD	Finalisierung
27.09.2019	1.1	Hodel / MA-MO-AS	Gesamtes Dokument

**Alle Rechte, insbesondere das Vervielfältigen und andere Eigentumsrechte, sind vorbehalten.
Dieses Dokument darf in keiner Weise gänzlich oder teilweise vervielfältigt oder Dritten zugänglich
gemacht werden ohne eine ausdrückliche schriftliche Genehmigung seitens Swissgrid AG.
Swissgrid AG übernimmt keine Haftung für Fehler in diesem Dokument.**

Inhalt

1	Systemdienstleistungen	3
2	Netzregelung	3
2.1	Primärregelung	4
2.2	Sekundärregelung	4
2.3	Tertiärregelung	4
3	Spannungshaltung	5
4	Ausgleich der Wirkverluste	5
5	Schwarzstart- und Inselbetriebsfähigkeit	5
6	Systemkoordination	6
7	Bilanzmanagement	6
8	Betriebliche Messung	6
9	Referenzen	6

1 Systemdienstleistungen

Swissgrid ist für den sicheren und zuverlässigen Betrieb des Schweizer Übertragungsnetzes und für die Verbindungen mit Netzen ausländischer Übertragungsnetzbetreiber verantwortlich. Zu diesem Zweck koordiniert Swissgrid den Betrieb der Netze mit sämtlichen Netzanschlussnehmer wie den benachbarten Übertragungsnetzbetreibern oder nachgelagerten Verteilnetzbetreibern und überwacht die Regelzone Schweiz. Hierfür benötigt Swissgrid Systemdienstleistungen.

Als Systemdienstleistungen werden in der Elektrizitätsversorgung diejenigen für die Funktionstüchtigkeit des Systems unvermeidlichen Hilfsdienste bezeichnet, die Netzbetreiber für die Kunden zusätzlich zur Übertragung und Verteilung elektrischer Energie erbringen und damit die Qualität der Stromversorgung bestimmen. Zu den Systemdienstleistungen zählen:

- Netzregelung (Primär-, Sekundär- und Tertiärregelung)
- Spannungshaltung
- Ausgleich der Wirkverluste
- Schwarzstart- und Inselbetriebsfähigkeit
- Systemkoordination
- Bilanzmanagement
- Betriebliche Messung

Gemäss Art. 22 StromVV beschafft Swissgrid die Systemdienstleistungen seit dem 1. Januar 2009 nach transparenten, diskriminierungsfreien und marktbasieren Verfahren. Sie richtet sich dabei nach den technischen Vorgaben des europäischen Stromverbands ENTSO-E (UCTE¹). Die Details zur Bereitstellung von Systemdienstleistungen werden von Swissgrid erarbeitet. Die vertragliche Gestaltung mit den Anbietern sieht vor, nach einer technischen und betrieblichen Prüfung der Anbieter und deren Kraftwerke (Präqualifikation) einen Rahmenvertrag abzuschliessen. Auf dieser Grundlage kann an der Ausschreibung der entsprechenden Systemdienstleistung teilgenommen werden. Einen Überblick zu den verschiedenen Systemdienstleistungsprodukten ist im Dokument «Grundlagen Systemdienstleistungsprodukte» [1] ersichtlich.

Folgender Überblick beschreibt die einzelnen Systemdienstleistungen und gibt einen Überblick über die vorgesehenen Beschaffungsprozesse und -verfahren.

2 Netzregelung

Elektrische Energie («Strom») lässt sich mit konventionellen Mitteln nicht in grösseren Mengen speichern. Daher muss zu jedem Zeitpunkt exakt genau so viel Strom erzeugt werden, wie verbraucht wird. Dieses Gleichgewicht gewährleistet den sicheren Betrieb des Stromnetzes bei einer konstanten Frequenz von 50 Hz (Hertz). Unvorhergesehene Schwankungen zwischen der Einspeisung elektrischer Energie in das bzw. Entnahme aus dem Netz müssen kurzfristig ausgeglichen werden, indem die Lieferanten der so genannten Regelreserve kurzfristig Kraftwerksleistung erhöhen oder senken.

Regelleistungsbedarf entsteht, wenn in der momentanen Leistungsbilanz einer Regelzone die Summe der tatsächlichen Leistungen aller Einspeisungen und Entnahmen von der Summe der erwarteten Leistungen abweicht. Diese Abweichung entsteht sowohl auf der Seite der Netzlast (beispielsweise durch meteorologische Einflüsse, naturgegebene Ungenauigkeit in der Lastprognose) als auch auf der Seite der Erzeugung (beispielsweise Erzeugungseinschränkungen oder -ausfälle, zusätzliche Erzeugung von Wasserkraftwerken bei starken Niederschlägen). Daher muss jeder Übertragungsnetzbetreiber durch den Einsatz von Regeleistung ständig den Ausgleich der Leistungsabweichung in seiner Regelzone herstellen.

¹ Die UCTE wurde am 1. Juli 2009 in die ENTSO-E eingebunden und besteht als «Regional Group Continental Europe» weiter.

Technisch wird dies innerhalb der ENTSO-E durch einen dreistufigen Regelungsvorgang (Primär-, Sekundär-, und Tertiärregelung) erreicht. Untenstehendes Beispiel geht von einem Kraftwerksausfall aus. Im gesamten Synchrongebiet wird unmittelbar Primärregelung aktiviert. Nach 30 Sekunden wird automatisch Sekundärregelleistung begonnen abzurufen, die nach spätestens 15 Minuten durch die Tertiärregelung abgelöst wird.

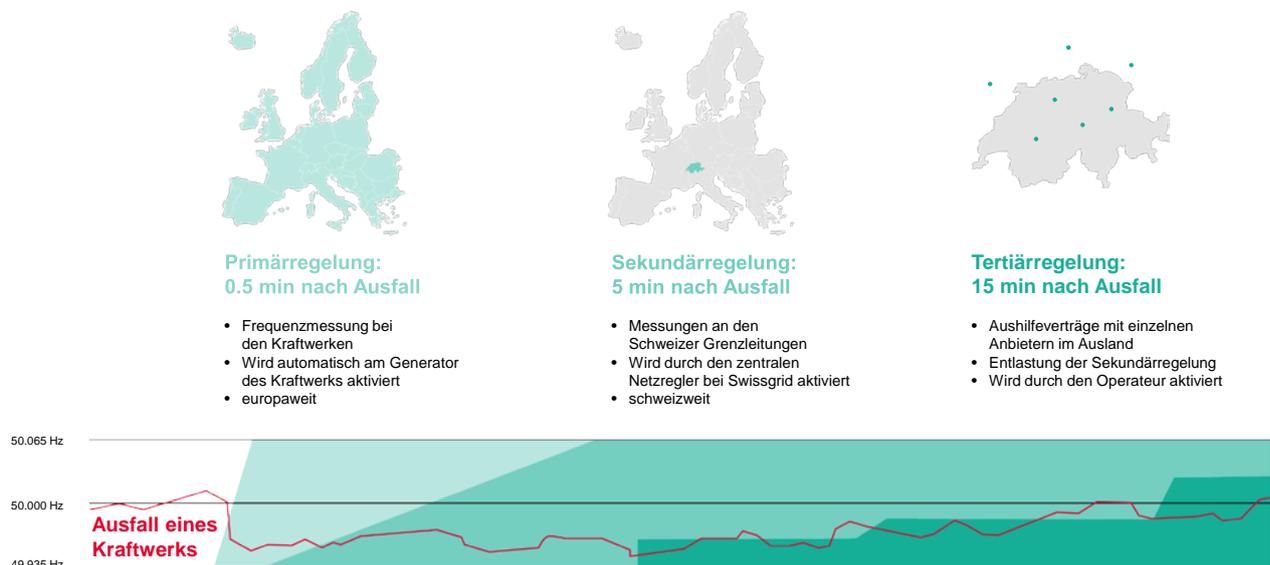


Abbildung 1: Beispiel eines Kraftwerksausfalls.

2.1 Primärregelung

Die Primärregelung gewährleistet die Wiederherstellung des Gleichgewichtes zwischen Erzeugung und Verbrauch nach Störeinträgen innerhalb von Sekunden. Die Frequenz wird dabei im Bereich der zulässigen Grenzwerte stabilisiert. Die Aktivierung erfolgt direkt in den Kraftwerken mittels Turbinenregler. Dabei wird die Frequenz des Netzes überwacht und bei Abweichungen unmittelbar die notwendige Primärregelleistung aktiviert. Alle im Synchrongebiet vertretenen Übertragungsnetzbetreiber müssen in ihrem Land die Vorgaben gemäss den ENTSO-E-Regeln erfüllen: Die zu jedem Zeitpunkt vorzuhaltende Menge an Primärregelleistung wird jährlich gemäss den Vorgaben der ENTSO-E im November angepasst (in der Schweiz sind dies stets ungefähr 70 MW bei einer Frequenzabweichung von ± 200 mHz).

2.2 Sekundärregelung

Die Sekundärregelung dient der Einhaltung des gewollten Energieaustauschs einer Regelzone mit dem übrigen Synchrongebiet bei gleichzeitig integraler Stützung der Frequenz bei 50 Hz. Im Falle eines Ungleichgewichtes zwischen Erzeugung und Verbrauch wird Sekundärregelleistung durch den zentralen Netzregler automatisch bei den eingebundenen Kraftwerken abgerufen. Als Voraussetzung müssen diese Kraftwerke in Betrieb stehen, dürfen aber nicht die maximal oder minimal mögliche Nennleistung erzeugen, um jederzeit die Anforderungen des zentralen Netzreglers erfüllen zu können. Der Einsatz der Sekundärregelung beginnt nach wenigen Sekunden und ist typischerweise nach 15 Minuten abgeschlossen. Falls die Ursache für die Regelabweichung nach 15 Minuten noch nicht beseitigt ist, wird die Sekundärregelung von der Tertiärregelung abgelöst.

2.3 Tertiärregelung

Tertiärregelreserve wird zur Ablösung der Sekundärregelreserve und damit zur Wiederherstellung eines ausreichenden Sekundärregelbandes eingesetzt. Tertiärregelreserve ist vor allem notwendig, um grössere, länger andauernde Regelabweichungen, insbesondere nach Erzeugungsausfällen oder unvorhergesehenen lang anhaltenden Laständerungen, auszugleichen. Die Aktivierung erfolgt durch den Swissgrid Dispat

cher mittels spezieller elektronisch übermittelter Abrufmeldungen an die Anbieter. Diese müssen anschliessend mittels Eingriff in die Produktion der Kraftwerke die Lieferung von Tertiärenergie innerhalb von 15 Minuten unabhängig vom Fahrplanraster gewährleisten.

3 Spannungshaltung

Die Spannung an einem Netzknoten kann durch den Austausch von Blindleistung beeinflusst werden. Durch die Einspeisung von Blindleistung wird die Spannung in einem Netzknoten angehoben, durch eine Aufnahme von Blindleistung wird die Spannung abgesenkt. Swissgrid gibt Sollspannungen für alle Einbeziehungsweise Ausspeisepunkte von Erzeugungseinheiten und Verteilnetzbetreiber im Übertragungsnetz vor. Durch den geregelten Austausch von Blindleistung kann die Spannung am Einspeisepunkt an die vorgegebene Sollspannung herangeführt werden.

Die aktive Teilnahme an der Spannungshaltung ist für alle direkt am Übertragungsnetz angeschlossenen Kraftwerke im Betrieb obligatorisch. Verteilnetze sowie Endkunden sind in der halbaktiven Teilnahme an der Spannungshaltung verpflichtet. Sie können sich jedoch für die aktive Spannungshaltung präqualifizieren. Die Bereitstellung der Blindenergie ist in den Betriebsvereinbarungen vertraglich geregelt. Eine Ausschreibung ist vorerst nicht vorgesehen. Die ausgetauschte Blindenergie wird über einen fixen Tarif und einer einheitlichen Vergütung den Teilnehmern verrechnet. Zur obligatorischen Spannungshaltung gibt es die Möglichkeit, dass Kraftwerke an der überobligatorischen Spannungshaltung teilnehmen. Spezifische Standardverträge regeln die Bereitstellung von Blindleistungskapazität. Zusätzlich zur vergüteten Blindenergie wird eine spezifische Vergütung pro Start und Betriebsstunde je Kraftwerk definiert.

4 Ausgleich der Wirkverluste

Physikalisch bedingt kommt es beim Transport von elektrischer Energie über ein Stromnetz zu Verlusten, d.h. es kann weniger Energie entnommen werden als dem Netz eingespeist wird. Die sogenannten Wirkverluste sind proportional zu der transportierten Energie und betragen zwischen 1% und 7% der übertragenen Energie. Hauptsächlich wird Wärmeenergie durch Widerstände an die Umwelt abgegeben. Je länger eine Transportleitung und je tiefer die Spannung ist, desto höher fallen die Wirkverluste aus. Die Wirkverluste für das messtechnisch abgegrenzte Übertragungsnetz lassen sich durch Differenzbildung aller gemessenen Ein- und Ausspeisungen ermitteln. Swissgrid ist verantwortlich, Wirkenergie zur Kompensation von Übertragungsverlusten auf dem Höchstspannungsnetz am Strommarkt zu beschaffen. Die durchschnittlichen Wirkverluste im Schweizerischen Übertragungsnetz betragen ungefähr 110 MW (mit einer Bandbreite von 60 bis 200 MW).

5 Schwarzstart- und Inselbetriebsfähigkeit

Schwarzstartfähige Kraftwerke sichern den Wiederaufbau des Netzes nach grösseren Störungen. Es kommen dabei spezielle Abläufe und Prozeduren zum Tragen, die dazu dienen, das Netz koordiniert wieder unter Spannung zu setzen. Um diese Leistung erbringen zu können, bedarf es einer bestimmten Anzahl von entsprechend eingerichteten und mit den notwendigen Zusatzinstallationen versehenen Kraftwerken, die sich im definierten Ablauf auf Verlangen des Netzbetreibers ans Netz schalten und sich somit am Netzwiederaufbau beteiligen. Schwarzstartfähigkeit liegt bei einem Kraftwerk dann vor, wenn es ohne Zuführung von netzgebundener elektrischer Energie aus dem Stillstand wieder seine Betriebsfähigkeit aufnehmen kann. Inselbetriebsfähig ist ein Kraftwerk, wenn es einen bestimmten Betriebspunkt erreichen und halten kann, ohne dass die Abtransportleitungen dem synchronen Netz zugeschaltet sein müssen.

Für die Systemdienstleistung «Schwarzstart-/Inselbetriebsfähigkeit» wurden für die Schweiz vier Aufbauzellen definiert. Jede Aufbauzelle muss die Netzwiederaufbaumassnahmen eigenständig einleiten können. Die Bereitstellung der Systemdienstleistung erfolgt durch eine Ausschreibung von Swissgrid².

6 Systemkoordination

Unter der Systemkoordination werden alle übergeordneten Dienstleistungen zusammengefasst, die auf der Übertragungsnetzebene anfallen, um einen sicheren und geordneten Betrieb des Übertragungsnetzes in der Schweiz zu koordinieren und zu gewährleisten. Dazu gehört auch die Sicherstellung der Einbindung des Schweizerischen Übertragungsnetzes in den europäischen Verbundbetrieb. In den Bereich der Systemkoordination fallen insbesondere die Gesamtnetzüberwachung, die Netzführung und -steuerung, die Koordination von internationalen Energieaustauschprogrammen, das Engpassmanagement, sowie diverse weitere Koordinationstätigkeiten innerhalb der Schweiz und im internationalen Verbund. In technisch-betrieblicher Hinsicht sind wesentliche Aufgaben der Systemkoordination die Durchführung von Netzsicherheitsrechnungen, der Betrieb des Schweizerischen Netzreglers und die Abrechnung gegenüber dem angrenzenden Ausland, die Überwachung der Erbringung der Systemdienstleistungen und die Koordination des Netzwiederaufbaus nach einer Grossstörung. Alle diese Aufgaben sind für den sicheren und stabilen Betrieb des Netzes unverzichtbar, dienen allen Netzkunden und werden durch die Schweizerische Netzgesellschaft Swissgrid wahrgenommen.

7 Bilanzgruppenmanagement

Das Bilanzgruppenmanagement für die Regelzone Schweiz wird von Swissgrid erbracht. Das ist der Auftrag ein System bereitzustellen und zu betreiben, sodass Erzeugung und Verbrauch jederzeit im Gleichgewicht sind. Die geschieht durch Bilanzgruppen, welche ausgeglichen sein müssen, wozu diese ein ebenfalls bereitgestelltes Fahrplansystem verwenden (Bilanzgruppen- und Fahrplanmanagement). Ist dies nicht der Fall wird durch Regelenergie ausgeglichen und die Unausgeglichenheit der jeweiligen Bilanzgruppe in Rechnung gestellt (Bilanzausgleichsmanagement). Damit dies möglich ist, muss eine Bilanzgruppe ihre Messpunkte eindeutig zuordnen (Messdatenmanagement).

8 Betriebliche Messung

Hierunter fallen Installation, Betrieb und Instandhaltung der Mess- und Zählapparaturen sowie der Datenübertragungseinrichtungen und -systeme (Kommunikation) im Netz sowie das Bereitstellen von Informationen (Messdaten) zur Sicherstellung des reibungslosen Betriebs des Netzes. Eingeschlossen sind auch die Übergabeleistungsmessungen zu benachbarten ausländischen Verbundnetzen. Die betrieblichen Messungen stellen einen wichtigen Schnittpunkt zwischen den verschiedenen Netzen dar. Installation und Instandhaltung der Mess- und Zählapparaturen, Mess- und Zähldatenerfassung sowie Übertragung werden durch die jeweiligen Netzbetreiber sichergestellt.

9 Referenzen

- [1] Swissgrid AG, **Grundlagen Systemdienstleistungsprodukte**, die jeweils aktuelle und gültige Version ist unter www.swissgrid.ch publiziert.

² Die Wahl der beteiligten Kraftwerke ist durch das Netzwiederaufbaukonzept vorgegeben.