

Spannungshaltung 2011**Konzept für die Spannungshaltung im Übertragungsnetz der Schweiz ab 2011**

Autor: swissgrid ag

Überarbeitungen:

Version	Datum	Autor / Abteilung	Abschnitt
1.0	02.10.2009	Martin Geidl / BT-NB	Interne Vernehmlassung
1.1	22.10.2009	Martin Geidl / BT-NB	Überarbeitung
1.2	28.10.2009	Martin Geidl / BT-NB	Externe Vernehmlassung
1.3	02.03.2010	Martin Geidl / SF-SP	Überarbeitung
1.4	12.04.2010	Martin Kurzidem / MR-NN	Veröffentlichung

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 und behält sich das Recht vor, dieses Dokument ohne weitere Ankündigungen jederzeit zu ändern.

Zusammenfassung

Ab dem 01.01.2011 wird ein erweitertes Konzept zur Spannungshaltung eingeführt. Zusammen mit Stakeholdern und Experten der Branche hat Swissgrid mögliche Anpassungen des bestehenden Konzeptes beraten und darauf basierend das vorliegende Konzept erarbeitet und vernehmlasst. Die wesentlichen Neuerungen gegenüber den Konzepten 2009 und 2010 lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen:

- Für direkt ans Übertragungsnetz angeschlossene Verteilnetze sowie direkt ans Übertragungsnetz angeschlossene Endkunden wird ab dem Jahr 2011 der kostenfreie Bereich des Blindenergieaustausches oberhalb der Leistungsfaktorgrenze um ein fixes Blindleistungsband erweitert. Damit soll dem unerwünschten Anreiz entgegengewirkt werden, nahezu leerlaufende Transformatoren zugunsten der Blindenergiekosten abzuschalten und damit die Versorgungssicherheit zu reduzieren.
- Direkt ans Übertragungsnetz angeschlossene Verteilnetze sowie direkt ans Übertragungsnetz angeschlossene Endkunden sollen ab dem Jahr 2011 die Möglichkeit erhalten, aktiv an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz teilnehmen zu können und dafür finanziell entschädigt zu werden. Die Netznutzer haben dann die Möglichkeit zwischen «aktiver» und «passiver» Rolle zu wählen. Swissgrid will damit weitere Blindleistungsressourcen für die Spannungshaltung im Übertragungsnetz verfügbar machen.
- Aktive Teilnehmer an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz (bisher beschränkt auf Kraftwerke direkt am Übertragungsnetz) werden für die anforderungskonform gelieferte Blindenergie entschädigt. Ab dem Jahr 2011 wird aktiven Teilnehmern auch die nicht anforderungskonform ausgetauschte Blindenergie in Rechnung gestellt. Damit will Swissgrid den Aspekt der Verursachergerechtigkeit stärker berücksichtigen.
- Die Voraussetzungen bezüglich Konformität der Blindenergielieferung von aktiven Teilnehmern an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz werden angepasst. Ab dem Jahr 2011 erfolgt nur dann eine Entschädigung für die anforderungskonform gelieferte Blindenergie, wenn die monatliche Konformität mindestens 80 % beträgt (bisher 70 %). Bei der Konformitätsprüfung wird eine Messabweichung der Spannungswerte von ± 2 bzw. ± 3 kV für die 220 bzw. 380 kV Ebene berücksichtigt (bisher ± 3 bzw. ± 5 kV). Damit will Swissgrid einen stärkeren Anreiz zur Qualitätssicherung und -steigerung bei der Spannungshaltung setzen.

Der Spannungsplan, welcher die Sollspannungsvorgaben für die Kraftwerke an den Einspeiseknoten enthält, wird künftig in einer zeitlichen Auflösung von 15 min dargestellt. Damit kann die Sollspannung beim Abruf von Phasenschiebern auch innerhalb einer Stunde am entsprechenden Einspeiseknoten angepasst werden. Die Sollspannungen werden weiterhin stündlich variieren.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Anforderungen an das Konzept	5
1.1.1	Gesetzliche und regulatorische Rahmenbedingungen	5
1.1.2	Vorgaben ENTSO-E	5
1.1.3	Ziele der Spannungshaltung im Übertragungsnetz und Aufgaben für die Beteiligten	6
1.1.3.1	Grundsätzliche Ziele	6
1.1.3.2	Ziele der Übertragungsnetzbetreiberin Swissgrid	6
1.1.3.3	Aufgaben für Swissgrid	7
1.1.3.4	Aufgaben der Erbringer	7
1.1.3.5	Aufgaben der Bezieher/Verursacher	7
1.2	Konzepte 2009 und 2010	7
1.3	Konzept 2011	7
1.4	Allgemeine Grundlagen, Begriffe und Vorzeichenkonvention	9
1.4.1	Blindleistung und Blindarbeit/-energie	9
1.4.2	Vorzeichenkonvention	9
1.4.3	Leistungsfaktor	9
1.5	Vertragliche Regelungen	9
2	Konzept 2011: Modell «Aktiv/Passiv»	10
2.1	Grundgedanke	10
2.2	Wahl zwischen aktiver und passiver Rolle	10
2.3	Obligatorische und überobligatorische Teilnahme an der Spannungshaltung	10
2.3.1	Obligatorische Teilnahme	10
2.3.2	Überobligatorische Teilnahme	11
2.4	Passive Rolle	11
2.4.1	Aufgaben und Pflichten	11
2.4.2	Anreiz zu rückwirkungsfreiem Betrieb	12
2.4.3	Verursachergerechte Zuordnung und Netting	12
2.4.4	Abrechnungsmodell	12
2.4.5	Rechnungsstellung	13
2.4.6	Technische Voraussetzungen	13
2.5	Aktive Rolle	14
2.5.1	Aufgaben und Pflichten	14
2.5.2	Präqualifikation	14
2.5.3	Einsatz der verfügbaren Blindleistung	15
2.5.4	Anbindung	15
2.5.5	Abruf	16

2.5.6	Konformität	16
2.5.7	Monitoring	17
2.5.8	Entschädigung und Verrechnung	17
2.5.9	Abrechnung	18
2.6	Überobligatorische Bereitstellung von Blindleistung	18
2.6.1	Aufgaben und Pflichten	18
2.6.2	Präqualifikation	19
2.6.3	Vorhaltung	19
2.6.4	Anbindung	19
2.6.5	Abruf	19
2.6.6	Konformität	19
2.6.7	Monitoring	19
2.6.8	Entschädigung	19
2.6.9	Abrechnung	20
3	Betriebliche Prozesse	20
3.1	Betriebsplanung bei Swissgrid	20
3.2	Einsatz	20
3.3	Monitoring	20
3.4	Abrechnung	20
4	Tarife	20
5	Umsetzungsschritte	21
5.1	Vernehmlassung, Beschluss und Kommunikation	21
5.2	Implementierung	21
6	Referenzen	22

1 Einleitung

1.1 Anforderungen an das Konzept

Der Gestaltungsspielraum für ein Konzept zur Spannungshaltung im schweizerischen Übertragungsnetz ist durch diverse Vorgaben beschränkt. Die folgenden Abschnitte sollen einen Überblick über die relevanten Rahmenbedingungen der Konzeptentwicklung geben.

1.1.1 Gesetzliche und regulatorische Rahmenbedingungen

Die gesetzlichen Anforderungen an die Spannungshaltung sind durch das Stromversorgungsgesetz (StromVG) sowie die Stromversorgungsverordnung (StromVV) gegeben [1,2]:

- StromVG Art. 4 Abs. 1 Bst. g definiert «Spannungshaltung (inkl. Anteil Blindenergie)» als Systemdienstleistung.
- StromVG Art. 20 definiert die Aufgaben der nationalen Netzgesellschaft. Abs. 2 Bst. b: «Sie ist für das Bilanzmanagement verantwortlich und stellt die weiteren Systemdienstleistungen einschliesslich Bereitstellung von Regelenergie sicher. Die zu diesem Zweck benötigten Kraftwerkskapazitäten sind nach transparenten und diskriminierungsfreien Verfahren zu beschaffen». Bst c: «Bei Gefährdung des stabilen Netzbetriebs ordnet sie die notwendigen Massnahmen an. Sie regelt die Einzelheiten mit den Kraftwerksbetreibern, den Netzbetreibern und weiteren Beteiligten».
- StromVV Art. 22 Abs. 1: «Die nationale Netzgesellschaft beschafft die Systemdienstleistungen in einem marktorientierten, diskriminierungsfreien und transparenten Verfahren, sofern sie diese nicht selber erbringt», Abs. 2: «Sie legt die Preise für die Systemdienstleistungen so fest, dass deren Kosten gedeckt werden», Abs. 6: «Sie erstattet der ECom jährlich Bericht über die tatsächliche Erbringung und Anlastung der Kosten der Systemdienstleistungen».
- StromVV Art. 5 Abs. 1: «Die nationale Netzgesellschaft, die Netzbetreiber, die Erzeuger und die übrigen Beteiligten treffen vorbereitende Massnahmen zur Gewährleistung des sicheren Netzbetriebs. Dabei berücksichtigen sie internationale Verträge, Normen und Empfehlungen anerkannter Fachorganisationen, namentlich die Vorgaben der Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity (UCTE)».
- StromVV Art. 5 Abs. 4: «Bei einer Gefährdung des stabilen Netzbetriebs hat die nationale Netzgesellschaft von Gesetzes wegen alle Massnahmen zu treffen oder anzuordnen, die für die Gewährleistung der Netzsicherheit notwendig sind (Artikel 20 Absatz 2 Buchstabe c StromVG). Wird eine Anordnung der nationalen Netzgesellschaft nicht befolgt, so kann diese auf Kosten des Adressaten der Anordnung eine Ersatzmassnahme treffen».
- Die Anlastung von Kosten des Übertragungsnetzes regelt die StromVV in Art. 15 Abs. 1: «Die nationale Netzgesellschaft stellt individuell in Rechnung: a. den Netzbetreibern und den direkt am Übertragungsnetz angeschlossenen Endverbrauchern die Kosten für den Ausgleich von Wirkverlusten und die Lieferung von Blindenergie, die sie verursacht haben [...]».

Die Bestimmungen in der Starkstrom- und Leitungsverordnung sind für dieses Konzept nicht von Bedeutung, da es sich um ein rein betriebliches Konzept handelt.

1.1.2 Vorgaben ENTSO-E

Neben gesetzlichen Bestimmungen sind die Regeln des ENTSO-E (UCTE¹) Operation Handbook, Policy 3, Chapter B «Voltage Control and Reactive Power Management» einzuhalten [3]. Die wichtigsten Vorgaben aus dem Operation Handbook sind:

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

- B-D1: «The voltage is regulated in a range of values, which guarantees also in N-1 of elements (described in A1-D2.1):
 - the compatibility with the rating of the equipment,
 - the supply of customers within the contractual ranges of voltage,
 - the voltage stability of the power system, i.e. sufficient voltage stability margins for small and large disturbances in the short term and long term».
- B-S1.1: «Policies and procedures for voltage control have to be developed and implemented by each TSO in its respective responsibility area».
- B-S1.1.2: «TSOs are in charge of coordinating all needed operational actions with their adjacent TSOs and other stakeholders owning installations connected to the transmission network (Distribution System operators and related distribution networks, connected generating units, connected consumers)».
- B-S1.2.2: «TSOs have to keep available a sufficient number of other reactive power sources like generators, capacitors and reactors connected to the grid, which contribute to reactive power generation or absorption, in order to maintain or get back the voltage in normal ranges after any contingency».
- B-S1.2.3: «Each TSO must have information of the main reactive power resources available for use in the transmission network of its own responsibility area. TSOs shall be duly informed without delay about restriction of reactive power sources».

Aus verschiedenen Gründen, vor allem aufgrund unzureichender Blindleistungsressourcen im Übertragungsnetz, kann Swissgrid heute diese Forderungen nicht vollständig erfüllen.

1.1.3 Ziele der Spannungshaltung im Übertragungsnetz und Aufgaben für die Beteiligten

Durch die Entflechtung des Übertragungsnetzes aus der bisher vertikal integrierten Organisation von Produktion, Übertragung und Verteilung entstehen neue Schnittstellen und Aufgaben für die involvierten Parteien. Im Bereich der Spannungshaltung sind deshalb die Schnittstellen zwischen Kraftwerken und Übertragungsnetz einerseits und Übertragungs- und Verteilnetzen sowie direkt angeschlossenen Endkunden andererseits neu zu definieren. Mit der veränderten Rolle des Übertragungsnetzbetreibers hat dieser auch neue Aufgaben und Ziele im Bereich der Spannungshaltung zu verfolgen.

1.1.3.1 Grundsätzliche Ziele

Aus technisch-wissenschaftlicher Sicht sollten für eine sichere und zuverlässige Spannungshaltung folgende Kriterien erfüllt werden (vgl. auch [4]):

1. An allen Betriebsmitteln des Netzes muss die Spannung jederzeit innerhalb des betrieblich zulässigen Bereichs liegen.
2. Die Spannungsstabilität muss jederzeit sichergestellt werden können. Für die statische Stabilität sind ausreichende Blindleistungsressourcen notwendig. Um auch die dynamische Stabilität sicherzustellen, müssen darüber hinaus schnell einsetzbare Blindleistungsreserven verfügbar sein.
3. Die Blindenergieflüsse (bzw. die Knotenspannungen) im Netz sollen optimiert werden um die Netzverluste auf ein Minimum zu reduzieren.

1.1.3.2 Ziele der Übertragungsnetzbetreiberin Swissgrid

In der Planung und im Betrieb verfolgt Swissgrid bezüglich Spannungshaltung die folgenden drei Ziele (Priorität absteigend).

- **Sicherheit und Stabilität:** Oberstes Ziel der Spannungshaltung ist es, die Spannung im sicheren, stabilen Bereich zu halten. «Sicher» bezieht sich dabei auf die Gefährdung von Betriebsmitteln und/oder Personen. «Stabil» betrifft die Spannungsstabilität; diese wird durch eine ausreichende Stabilitätsreserve gewährleistet. Der sichere und stabile Spannungsbereich ist durch eine obere und eine untere Spannungsgrenze definiert.
- **ENTSO-E (UCTE) Konformität:** Die oben genannten Kriterien im ENTSO-E (UCTE) Operation Handbook sind bestmöglich zu erfüllen. Insbesondere ist für ausreichende Blindleistungsressourcen und Blindleistungsreserven zur Deckung des eigenen Bedarfes in der Schweiz zu sorgen.

- **Effizienz und Kostenminimierung:** Innerhalb des verbleibenden Spielraumes soll die Spannung so eingestellt werden, dass die Kosten für den Netzbetrieb minimal werden. Dies betrifft die Kosten zur Deckung der Wirkverluste und die Kosten für anforderungskonforme Blindenergie.

1.1.3.3 Aufgaben für Swissgrid

Die Hauptaufgabe von Swissgrid besteht darin, gemäss den oben genannten Zielen und Rahmenbedingungen die Vorgaben für die Erbringer der Systemdienstleistung Spannungshaltung zu bestimmen und an diese zu kommunizieren. Für die Erstellung der Vorgaben plant und koordiniert Swissgrid den Einsatz der verfügbaren Mittel in der Regelzone Schweiz. Swissgrid überwacht den Einsatz der Blindleistungsressourcen und verrechnet gemäss den gesetzlichen Bestimmungen die erbrachten und bezogenen Leistungen an Erbringer und Bezieher. Durch diverse Regularien schafft Swissgrid für Erbringer und Bezieher Anreize zum effizienten Verhalten. Darüber hinaus koordiniert Swissgrid die Spannungshaltung mit den benachbarten Netzbetreibern.

1.1.3.4 Aufgaben der Erbringer

Erbringer der Systemdienstleistung Spannungshaltung sind auf Anweisung von Swissgrid steuer- oder regelbare Blindleistungsressourcen mit einer vertraglich definierten Teilnahme an der Spannungshaltung. Erbringer sind Netzteilnehmer, die direkt am Übertragungsnetz angeschlossen und in der Lage sind, geregelt anforderungskonforme Blindenergie mit dem Übertragungsnetz auszutauschen. Die Hauptaufgabe der Erbringer besteht in der Umsetzung der betrieblichen Vorgaben von Swissgrid. Um die Planung, Überwachung und Verrechnung der Leistungen zu ermöglichen, liefern die Erbringer entsprechende Daten an Swissgrid.

1.1.3.5 Aufgaben der Bezieher/Verursacher

Bezieher der Systemdienstleistung Spannungshaltung (das sind Verursacher der damit zusammenhängenden Kosten) sind von Swissgrid nicht steuer- oder regelbare Netzelemente oder Netzteilnehmer, die Blindleistung mit dem Übertragungsnetz austauschen. Um die Überwachung und Verrechnung der bezogenen Leistungen zu ermöglichen, liefern die Bezieher entsprechende Daten an Swissgrid.

1.2 Konzepte 2009 und 2010

Das Konzept 2009 für die Spannungshaltung im Übertragungsnetz der Schweiz ist das Ergebnis des Projekts «Markttöfnung Übertragungsnetz Schweiz» (MUNCH). Es sieht eine obligatorische Teilnahme der direkt am Übertragungsnetz angeschlossenen Kraftwerke vor, wobei die anforderungskonform ausgetauschte Blindenergie mit einem pauschalen Tarif entschädigt wird (CHF/Mvarh). Die überobligatorische Bereitstellung von Blindleistung (z.B. Phasenschieber) wird in bilateralen Verträgen geregelt und separat entschädigt. Eine Verrechnung von Kosten an Verursacher (direkt unterlagerte Netze und direkt angeschlossene Endkunden) findet im Konzept 2009 nicht statt.

Das Konzept 2010 entspricht dem Konzept 2009, erweitert um die verursachergerechte Verrechnung des Blindenergieaustausches an direkt dem Übertragungsnetz unterlagerte Netze bzw. direkt ans Übertragungsnetz angeschlossene Endkunden gemäss Art. 15 Abs. 1 Bst. a StromVV [2]. Dies geschieht nach entsprechender Aufforderung der ECom [5]. Die Verrechnung erfolgt in Anlehnung an das von der Branche erarbeitete Netznutzungsmodell für das Übertragungsnetz [6]. Jener Anteil der ausgetauschten Blindenergie, welcher der Unterschreitung des durchschnittlichen viertelstündlichen Leistungsfaktors von 0.90 entspricht, wird zu einem Fixtarif in Rechnung gestellt (CHF/Mvarh).

1.3 Konzept 2011

Das Konzept 2011 unterscheidet sich von den früheren Konzepten 2009 und 2010 in folgenden Punkten wesentlich:

- Für direkt ans Übertragungsnetz angeschlossene Verteilnetze sowie direkt ans Übertragungsnetz angeschlossene Endkunden wird ab dem Jahr 2011 der kostenfreie Bereich des Blindenergieaustausches oberhalb der Leistungsfaktorgrenze um ein fixes Blindleistungsband erweitert. Damit soll dem unerwünschten Anreiz entgegengewirkt werden, nahezu leerlaufende Transformatoren zugunsten der Blindenergiekosten abzuschalten und damit die Redundanz bzw. Versorgungssicherheit zu reduzieren.
- Dem Übertragungsnetz direkt unterlagerte Netze und direkt angeschlossene Endverbraucher erhalten die Möglichkeit einer aktiven Teilnahme an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz.
- Nach wie vor ist die Teilnahme für alle direkt am Übertragungsnetz angeschlossenen Kraftwerke obligatorisch. Die obligatorische Teilnahme beinhaltet neu, dass jederzeit die aktuell verfügbare Blindleistungskapazität des Kraftwerkes, welche ohne Einschränkung der Wirkleistung bereitgestellt werden kann, zur Unterstützung der Sollspannung eingesetzt werden muss².
- Entsprechend der Konzepte 2009 und 2010 wird den aktiven Teilnehmern an der Spannungshaltung (beschränkt auf Kraftwerke direkt am Übertragungsnetz) die anforderungskonform ausgetauschte Blindenergie vergütet. Ab dem Jahr 2011 wird direkt am Übertragungsnetz angeschlossenen Kraftwerken sowie den anderen aktiven Teilnehmern (direkt unterlagerte Netze und direkt angeschlossene Endverbraucher) nicht nur die anforderungskonforme Blindenergie vergütet, sondern auch die nicht anforderungskonform ausgetauschte Blindenergie in Rechnung gestellt.
- Das monatliche Konformitätslimit für die Abgeltung anforderungskonformer Blindenergie wird von 70 % auf 80 % angehoben.
- Die in der Abrechnung der anforderungskonform ausgetauschten Blindenergie berücksichtigte Toleranz der Spannungsmesswerte wird von 3 bzw. 5 kV auf 2 bzw. 3 kV reduziert (220 kV bzw. 380 kV Ebene).
- Der Spannungsplan, welcher die Sollspannungsvorgaben für die Kraftwerke an den Einspeiseknoten enthält, wird künftig in einer zeitlichen Auflösung von 15 min dargestellt. Damit kann die Sollspannung beim Abruf von Phasenschiebern auch innerhalb einer Stunde am entsprechenden Einspeiseknoten angepasst werden. Die Sollspannungen werden weiterhin stündlich variieren.

Tabelle 1 fasst die Änderungen bei den Verrechnungsarten zusammen.

Teilnehmer	2009	2010	2011
Kraftwerke	Anforderungskonforme Blindenergie	Anforderungskonforme Blindenergie	Anforderungskonforme und nicht anforderungskonforme Blindenergie
Unterlagerte Netze und Endkunden	Keine Verrechnung	Verrechnung ausserhalb des kostenfreien Bereiches (Leistungsfaktor unter 0.90)	Wahlfreiheit zwischen aktiver und passiver Rolle
Aktive Teilnehmer	(= Kraftwerke)	(= Kraftwerke)	Anforderungskonforme und nicht anforderungskonforme Blindenergie
Passive Teilnehmer	(= Unterlagerte Netze und Endkunden)	(= Unterlagerte Netze und Endkunden)	Verrechnung ausserhalb des kostenfreien Bereiches (erweitert)

Tabelle 1: Überblick über Verrechnungsarten.

² Bisher musste unabhängig vom Betriebszustand der Generatoren das bei voller Wirkleistung verfügbare Blindleistungsband eingesetzt werden, auch wenn nicht die volle Wirkleistung produziert wurde.

1.4 Allgemeine Grundlagen, Begriffe und Vorzeichenkonvention

1.4.1 Blindleistung und Blindarbeit/-energie

Die Definition der Blindleistung ist der Fachliteratur zu entnehmen (z.B. IEC 60050 – International Electrotechnical Vocabulary, www.electropedia.org) und wird hier nicht weiter diskutiert.

Gemäss IEC 60050 bzw. IEC 60027-1 ist die Einheit für Blindleistung «var», die für Blindenergie «varh» bzw. «kvarh» oder «Mvarh».

Aus streng physikalischer Sicht ist die Blindarbeit bzw. Blindenergie stets gleich Null, weil das Zeitintegral über die Blindleistung per Definition immer Null ergibt (sofern über komplette Perioden integriert wird). Dennoch werden diese Begriffe in der Elektrotechnik benutzt. Unter Blindenergie bzw. Blindarbeit versteht man das Produkt aus Blindleistung und Zeit. Wird 1 Stunde lang 1 var ausgetauscht, so spricht man von 1 varh Blindenergie/-arbeit.

1.4.2 Vorzeichenkonvention

In diesem Dokument wird grundsätzlich das Verbraucherzählpeilsystem angewendet:

- **Q < 0, negativer Wert:** Lieferung induktiver Blindleistung an das Übertragungsnetz (im Folgenden vereinfacht als «Lieferung» bezeichnet) führt zu einer Erhöhung der Spannung am Einspeiseknoten, Verhalten wie Kapazität.
- **Q > 0, positiver Wert:** Bezug induktiver Blindleistung aus dem Übertragungsnetz (im Folgenden auch «Absorption» genannt) führt zu einer Absenkung der Spannung am Einspeiseknoten, Verhalten wie Induktivität.

1.4.3 Leistungsfaktor

Unter dem Leistungsfaktor versteht man den Quotienten aus Wirk- und Scheinleistung. Aus Wirk- und Blindenergiezählwerten kann für jede Zählperiode von 15 min der durchschnittliche Leistungsfaktor berechnet werden:

$$LF = \frac{|W_P|}{\sqrt{W_P^2 + W_Q^2}} \quad (1.1)$$

Hier ist

LF der Leistungsfaktor (dimensionslos);

W_Q die ausgetauschte Netto-Blindenergie in Mvarh (Viertelstunden-Zählwert);

W_P die ausgetauschte Netto-Wirkenergie in MWh (Viertelstunden-Zählwert).

1.5 Vertragliche Regelungen

Heute wird die Abgeltung der anforderungskonform ausgetauschten Blindenergie in den Betriebsvereinbarungen mit Kraftwerksbetreibern geregelt. Die Verrechnung des individuellen Systemdienstleistungstarifs für Blindenergie an direkt dem Übertragungsnetz unterlagerte Netze und Endkunden basiert nicht auf einer expliziten vertraglichen Grundlage, sondern auf den allgemeinen Bedingungen für die Verrechnung von Kosten des Übertragungsnetzes [12].

Für die überobligatorische Bereitstellung von Blindleistung hat Swissgrid mit ausgewählten Kraftwerken bilaterale Standardverträge abgeschlossen, welche einen Entschädigungsmechanismus für den Phasenschieberbetrieb der Anlagen beinhalten.

2 Konzept 2011: Modell «Aktiv/Passiv»

2.1 Grundgedanke

Der grundlegende Ansatz des Modells 2011 besteht darin, dass allen direkt am Übertragungsnetz angeschlossenen Kraftwerken, direkt dem Übertragungsnetz unterlagerten Netzen sowie direkt am Übertragungsnetz angeschlossenen Endkunden in der Schweiz die Möglichkeit gegeben wird aktiv an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz teilzunehmen.

Für direkt am Übertragungsnetz angeschlossene Kraftwerke bleibt die Teilnahme an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz obligatorisch, sofern diese in Betrieb sind (gilt für Produktion und Pumpbetrieb).

Direkt ans Übertragungsnetz angeschlossene unterlagerte Netze sowie Endkunden sollen ab dem 01.01.2011 zwischen «aktiver» und «passiver» Teilnahme an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz wählen können:

- **Aktive Teilnahme:** Lieferung konformer Blindenergie gemäss betrieblichen Vorgaben von Swissgrid, Entschädigung der anforderungskonform ausgetauschten Blindenergie und Verrechnung der nicht anforderungskonform ausgetauschten Blindenergie.
- **Passive Teilnahme:** Anreiz zum rückwirkungsfreien Verhalten bzw. zur Beschränkung des Blindenergieaustausches, Verrechnung der überschüssig ausgetauschten Blindenergie ausserhalb des kostenfreien Bereichs.

2.2 Wahl zwischen aktiver und passiver Rolle

Die Wahl zwischen aktiver und passiver Teilnahme an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz erfolgt pro Unterwerk, Spannungsebene im Übertragungsnetz und Netznutzer. So kann z.B. ein Verteilnetzbetreiber, dessen Verteilnetz in mehreren Unterwerken mit dem Übertragungsnetz verbunden ist, pro Unterwerk und verbundener Spannungsebene im Übertragungsnetz zwischen aktiver und passiver Teilnahme wählen. Nach diesem Prinzip funktioniert auch die Abrechnung im passiven Modell (vgl. Abschnitt 2.4.3).

Die Wahlfreiheit wird von Swissgrid vorbehaltlich der technischen Möglichkeiten angeboten. Swissgrid überprüft die technische Machbarkeit und die Auswirkungen auf den Netzbetrieb von Fall zu Fall und entscheidet individuell nach einheitlichen, transparenten Kriterien. Bei Bedarf kann Swissgrid die Durchführung von betrieblichen Messungen und Tests verlangen.

Swissgrid behandelt standardmässig alle direkt angeschlossenen unterlagerten Netze und Endkunden am Übertragungsnetz als passive Teilnehmer. Wünscht ein Teilnehmer den Wechsel in den aktiven Status, so muss er dies von sich aus bei Swissgrid beantragen. Ein Wechsel vom aktiven in den passiven Status (oder umgekehrt) kann jeweils auf den Jahreswechsel mit mindestens drei Monaten Vorlaufzeit geschehen. Ein entsprechender formloser schriftlicher Antrag muss jeweils vor dem 01.10. des Vorjahres bei Swissgrid eintreffen.

Die erstmalige Deklaration der aktiven Rolle für das Jahr 2011 muss bis spätestens zum 30.07.2010 in Form eines schriftlichen Antrages geschehen. Alle bis dahin nicht explizit als aktiv beantragten Ausseispunkte werden für das Jahr 2011 passiv behandelt.

2.3 Obligatorische und überobligatorische Teilnahme an der Spannungshaltung

2.3.1 Obligatorische Teilnahme

Ab dem 01.01.2011 ist die aktive Teilnahme an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz für folgende Netzteilnehmer obligatorisch:

- Alle direkt am Übertragungsnetz angeschlossenen Kraftwerke im Betrieb (Produktion, Pumpbetrieb oder Synchron-/Phasenschieberbetrieb) im Rahmen ihrer aktuell verfügbaren, mit dem Übertragungsnetz austauschbaren Blindleistung, welche ohne Einschränkung der Wirkleistung ausgetauscht werden kann.
- Als aktiv deklarierte, direkt am Übertragungsnetz angeschlossene unterlagerte Netze und Endkunden im Rahmen ihrer aktuell verfügbaren, mit dem Übertragungsnetz austauschbaren Blindleistung, welche ohne Einschränkung der Wirkleistung ausgetauscht werden kann. Diese Verpflichtung ist unabhängig vom Betriebszustand und gilt permanent.

In der Regel gilt ein Kraftwerk dann als direkt an das Übertragungsnetz angeschlossen, wenn die Maschinenspannung (Generatorschiene) direkt, d.h. mit einer einzigen Transformationsstufe, auf die Übertragungsnetzspannung transformiert wird und die gesamte vom Kraftwerk produzierte Leistung an das Übertragungsnetz abgegeben wird.

Die Tertiärseite von 220/380 kV Kuppeltransformatoren gilt als Teil des Übertragungsnetzes. Somit gelten Kraftwerke, welche über die Tertiärwicklung von 220/380 kV Kuppeltransformatoren einspeisen als direkt am Übertragungsnetz angeschlossen.

Es gibt Kraftwerke, die anhand ihrer technischen Auslegung und Möglichkeiten im Sinne der Spannungshaltung als «Kraftwerke am Übertragungsnetz» eingestuft werden können, obwohl sie die zuvor genannten Kriterien nicht vollständig erfüllen. Dies ist z.B. dann der Fall, wenn ein grosses Kraftwerk in ein dem Übertragungsnetz unterlagertes Netz einspeist. Für diese Fälle werden von der oben beschriebenen Regel folgende Ausnahmen definiert. Abgesehen von den oben definierten Kriterien gilt ein Kraftwerk im Sinne der Spannungshaltung auch dann als direkt an das Übertragungsnetz angeschlossen, wenn einer der folgenden Punkte zutrifft:

- Es gibt eine elektrische Verbindung von der/den Generatorschiene/n in das Übertragungsnetz (220/380 kV), die nur über Sammelschienen, Transformatoren und kurze, radiale Sticheleitungen führt. Die Sticheleitungen dienen ausschliesslich zum Transport der Kraftwerksleistung.
- Die Verbindung mit dem Übertragungsnetz ist so ausgelegt, dass das Kraftwerk jederzeit seine volle Nennleistung an das Übertragungsnetz abgeben kann, auch wenn das mit dem Kraftwerk verbundene Verteilnetz keine Leistung abnimmt (anders ausgedrückt: Das Kraftwerk könnte bei einer «Freischaltung» vom umliegenden Verteilnetz über einen übrig gebliebenen direkten Pfad die gesamte Nennleistung an das Übertragungsnetz abgeben).
- Eine eventuelle direkte Verbindung mit Verteilnetzen oder Endverbrauchern ist nicht dafür ausgelegt, dass die gesamte Kraftwerksnennleistung in das Verteilnetz eingespiessen bzw. vom Endverbraucher abgenommen werden könnte.
- Das Kraftwerk verfügt im Betrieb über ein Blindleistungsband, welches es erlaubt, die Spannung am Einspeisepunkt im Übertragungsnetz signifikant zu beeinflussen.

Diese Definition ist nicht exakt und lässt einen gewissen Ermessensspielraum offen. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist keine exakte Definition bekannt, die ohne Ausnahmen eine scharfe und eindeutige Abgrenzung ermöglicht.

2.3.2 Überobligatorische Teilnahme

Über die oben beschriebenen Verpflichtungen hinausgehend können direkt am Übertragungsnetz angeschlossene Kraftwerke, Verteilnetze und Endkunden mit Swissgrid bilaterale Verträge über die Bereitstellung überobligatorischer Blindleistung abschliessen. Einen entsprechenden Standardvertrag schliesst Swissgrid ab, sofern in der Region des Einspeiseknotens Bedarf an überobligatorischer Blindleistung besteht.

2.4 Passive Rolle

2.4.1 Aufgaben und Pflichten

Netznutzer in der passiven Rolle übernehmen keinerlei Aufgaben oder Pflichten zur aktiven Spannungshaltung im Übertragungsnetz. Sie tragen die Kosten für Blindenergie, die ihnen bei Überschreitung des kostenfreien Bereichs in Rechnung gestellt werden.

2.4.2 Anreiz zu rückwirkungsfreiem Betrieb

Hinter dem Anreiz, den Blindenergieaustausch in einem beschränkten Rahmen zu halten, steht die Absicht, ein möglichst rückwirkungsfreies Verhalten der direkt angeschlossenen unterlagerten Netze und Endkunden bezüglich Spannung im Übertragungsnetz zu fördern.

2.4.3 Verursachergerechte Zuordnung und Netting

Der einem Verursacher zuordenbare Blindenergieumsatz wird definiert als der Blindenergieaustausch pro

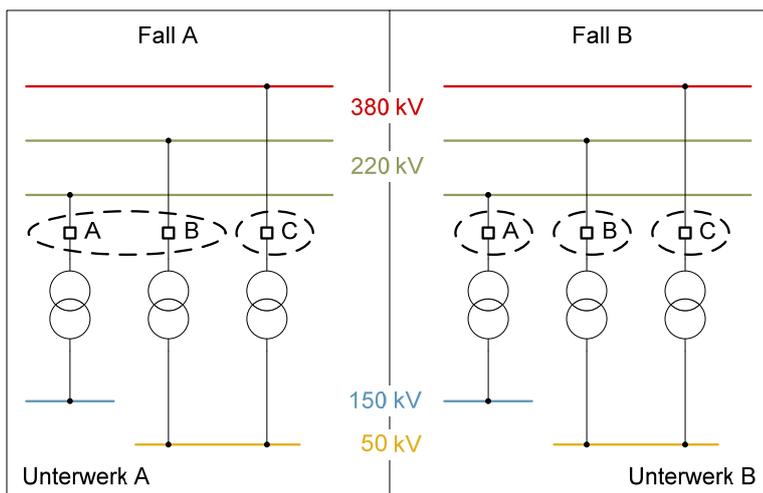
- Unterwerk,
- Spannungsebene im Übertragungsnetz und
- Netznutzer.

Dieses Prinzip ist in Abbildung 1 anhand von zwei Beispielen skizziert:

- Im **Fall A** gehören alle drei Netzanschlüsse A, B und C zum gleichen Netznutzer. Innerhalb des Unterwerkes gibt es deshalb keine unterschiedlichen Netznutzer. Jedoch ist zwischen den Übertragungsnetz-Spannungsebenen in diesem Unterwerk zu unterscheiden – 220 und 380 kV. Somit wird die Summe der Netzanschlüsse A und B abgerechnet. Punkt C wird separat abgerechnet.
- Im **Fall B** gehören alle drei Transformatoren A, B und C unterschiedlichen Netznutzern. Da innerhalb eines Unterwerkes pro Netznutzer unterschieden wird, erfolgt die Abrechnung für alle drei Netzanschlüsse separat.

Anmerkungen:

- Für die Zusammenlegung von Netzanschlüssen innerhalb eines Unterwerkes wird nicht zwischen Sammelschienen einer Spannungsebene unterschieden (vgl. Fall A: Netzanschlüsse A und B liegen auf unterschiedlichen Sammelschienen, werden aber zusammengefasst).
- Netzanschlüsse in verschiedenen Unterstationen werden immer getrennt behandelt, auch wenn der betroffene Kunde ein dem Übertragungsnetz direkt unterlagertes, vermaschtes Netz betreibt.



□ Messstelle

Abbildung 1. Fall A: Alle Transformatoren gehören zum gleichen Netznutzer. Fall B: Alle Transformatoren gehören zu unterschiedlichen Netznutzern.

2.4.4 Abrechnungsmodell

Direkt an das Übertragungsnetz angeschlossene Endkunden und direkt unterlagerte Netze im Status «passiv» werden in der Abrechnung ähnlich behandelt wie im Spannungskonzept 2010. Das angepasste Modell 2011 sieht eine Erweiterung des kostenfreien Bereiches vor.

Die Verrechnung von Blindenergie erfolgt wie im Jahr 2010 aus Gründen der Verursachergerechtigkeit erst bei Überschreitung einer Toleranzschwelle. Die Toleranzschwelle ist symmetrisch bezüglich induktiver und kapazitiver Blindenergie. Beim Überschreiten dieser Schwelle wird die der Überschreitung entsprechende («überschüssig» ausgetauschte) Blindenergie verrechnet. Innerhalb des Toleranzbereiches gibt es keine Verrechnung, d.h. es gilt in diesem Bereich der Tarif 0 CHF/Mvarh.

Der kostenfreie Bereich für den Austausch von Blindenergie umfasst folgende Bereiche:

- Leistungsfaktor grösser oder gleich 0.90: Blindenergie im Ausmass von bis zu $\pm 48.4\%$ der Wirkenergie ist kostenlos (wie Modell 2010).
- Kostenfreies Blindenergieband: Innerhalb eines bestimmten Blindenergiebandes ist der Blindenergieaustausch kostenlos. Das Band wird mit $\pm W_{Q,lim}$ um die Blindenergie-Nullachse definiert (vgl. Abbildung 2). Mit dieser Erweiterung soll dem unerwünschten Anreiz entgegengewirkt werden, in Schwachlastzeiten nahezu leerlaufende Transformatoren aus Kostengründen abzuschalten, wodurch die Versorgungssicherheit beeinträchtigt werden könnte. Das kostenfreie Band $\pm W_{Q,lim}$ wird individuell für jeden Ausspeisepunkt anhand der installierten Nennscheinleistung der Transformatoren bestimmt und orientiert sich in der Grössenordnung an der Ladeleistung im Nennbetrieb (näherungsweise: \pm Kurzschlussspannung x Nennscheinleistung).

Jene Blindenergieeinheiten, die einer Überschreitung des kostenfreien Blindenergiebereiches entsprechen, werden in Rechnung gestellt. Die Überprüfung der Überschreitung bzw. die Abrechnung der Überschreitungsmenge erfolgt viertelstündlich auf Basis der Nettoenergie-Zählwerte.

Abbildung 2 stellt dieses Prinzip grafisch dar.

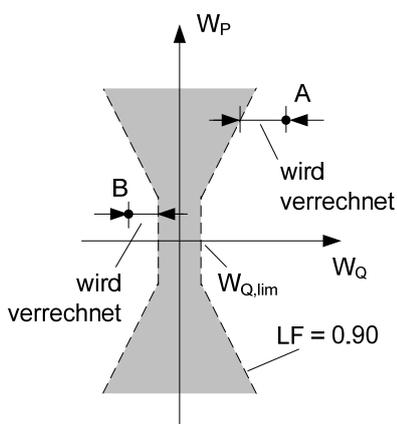


Abbildung 2: Im grau eingefärbten Bereich ist der Blindenergieaustausch kostenlos; die der Überschreitung des grauen Bereiches entsprechende Menge wird verrechnet.

2.4.5 Rechnungsstellung

Die Rechnungsstellung erfolgt monatlich.

2.4.6 Technische Voraussetzungen

Von als passiv deklarierten Netznutzern werden viertelstündliche Wirk- und Blindenergiezählwerte getrennt nach Lieferung und Bezug benötigt (Vier-Quadranten-Zählung). Für die hier beschriebene Verrechnung sind die Netto-Energiewerte (jeweils viertelstündlich) auf Übertragungsnetzseite relevant. Es gelten der Metering Code [7] sowie die Anforderungen an die Energiezählung im Übertragungsnetz [8].

2.5 Aktive Rolle

2.5.1 Aufgaben und Pflichten

Aktive Teilnehmer an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz sind verpflichtet die ihnen ohne Einschränkung des Wirkleistungsbetriebs zur Verfügung stehende Blindleistung für die Spannungshaltung im Übertragungsnetz einzusetzen, sofern dies notwendig ist. Die Notwendigkeit ist gegeben, solange der vorgegebene Sollspannungswert am Übertragungsnetzknotten nicht erreicht ist.

Für Planungszwecke geben aktive Teilnehmer Swissgrid an, wie viel Blindleistung am Anschlussknoten ihrer Anlagen übertragungsnetzseitig zur Verfügung steht. Diese Planungsgrundlage wird vertraglich zwischen dem Teilnehmer und Swissgrid festgehalten (heute in den Betriebsvereinbarungen). Bei direkt am Übertragungsnetz angeschlossenen Kraftwerken handelt es sich dabei um jene Blindleistung, die bei maximalem Wirkleistungsaustausch der Anlage am Anschlussknoten des Übertragungsnetzes zur Verfügung steht. Dabei wird zwischen Pump- und Produktionsbetrieb des Kraftwerkes unterschieden. Bei direkt dem Übertragungsnetz unterlagerten Netzen bzw. direkt angeschlossenen Endkunden wird das verfügbare Blindleistungsband durch ein Tagesprofil im Stundenraster angegeben. Die Bestimmung dieses Bandes ist Aufgabe des Teilnehmers. Dabei ist von der real möglichen minimalen/maximalen Wirkleistungseinspeisung im Rahmen aller technischen und betrieblichen Einschränkungen auszugehen (hydraulisches/thermisches, mechanisches und elektrisches System). Die Werte des Planungsbandes beziehen sich immer auf die Übertragungsnetzseite und sind im Verbraucherzählpeilsystem anzugeben (vgl. Abschnitt 1.4.2). Swissgrid stellt für die Ermittlung des Planungsbandes einen Leitfaden zur Verfügung. Weiters wird die Art und Weise der Angabe des Planungsbandes in der Umsetzung zusammen mit den involvierten Partnern definiert.

Weitere Details zur Blindleistungsbereitstellung sind in Abschnitt 2.5.3 erläutert.

Aktive Teilnehmer an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz müssen in der Lage sein von Swissgrid jederzeit (7 x 24 Std.) einen Spannungsplan empfangen, quittieren, verarbeiten und umsetzen zu können. Die Übermittlung und Quittierung des Spannungsplans erfolgt via E-Mail und/oder Internet. Ein neu eintreffender Spannungsplan muss unverzüglich umgesetzt werden können.

Aktive Teilnehmer an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz müssen Swissgrid eine betriebliche Ansprechstelle nennen, die jederzeit erreichbar ist (7 x 24 Std.) und unverzüglich den Blindleistungsaustausch der Anlagen kontrollieren bzw. in diesen eingreifen kann.

Die Umsetzung des Spannungsplans hat durch kontinuierliche Anpassung des Blindleistungsaustausches der Anlage mit dem Übertragungsnetz zu erfolgen. Die konkrete technische Umsetzung ist Sache des Anlagenbetreibers; sie kann automatisch oder manuell erfolgen. Es gelten die Vorgaben im Transmission Code [9].

2.5.2 Präqualifikation

Grundsätzlich ist eine erfolgreiche Präqualifikation Bedingung für die aktive Teilnahme an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz.

Bereits heute an der Spannungshaltung teilnehmende, direkt ans Übertragungsnetz angeschlossene Kraftwerke müssen sich für die obligatorische Teilnahme nicht (erneut) präqualifizieren. Diese Teilnehmer haben bereits vor Einführung des Modells 2009 Informationen an Swissgrid geliefert und Testserien absolviert.

Direkt dem Übertragungsnetz unterlagerte Verteilnetze und direkt angeschlossene Endkunden müssen sich für den Wechsel in die aktive Rolle präqualifizieren. Swissgrid stellt dafür entsprechende Präqualifikationsunterlagen zur Verfügung. Die Präqualifikation besteht zumindest aus der Angabe von technischen, betrieblichen und organisatorischen Daten des Teilnehmers. Bei Bedarf kann Swissgrid zusätzlich die Durchführung von betrieblichen Messungen oder Tests verlangen.

Das Ansuchen um Präqualifikation erfolgt durch den potentiellen Teilnehmer bei Swissgrid. Informationen dazu sind bzw. werden auf der Swissgrid Website zur Verfügung gestellt.

2.5.3 Einsatz der verfügbaren Blindleistung

Die aktive/obligatorische Teilnahme an der Spannungshaltung verlangt keine eigentliche Vorhaltung von Blindleistung. Es wird lediglich der Einsatz der frei verfügbaren Blindleistung, welche ohne Einschränkung der Wirkleistung und ohne Inbetriebnahme von zusätzlichen Betriebsmitteln (Maschinen) ausgetauscht werden kann, verlangt. Abbildung 3 zeigt das frei verfügbare Blindleistungsband für drei fiktive Betriebspunkte.

Bei Maschinen, die zur Primär- und/oder Sekundärregelung im Einsatz sind, ist die Wirkleistungsproduktion einer ständigen Schwankung unterworfen. In diesem Fall sollte die Blindleistung nicht ständig gemäss Begrenzung im Generatordiagramm mit der Wirkleistung verändert werden. Stattdessen soll die längerfristig (Grössenordnung Stunden) verfügbare Blindleistung gemäss Spannungsvorgabe eingesetzt werden.

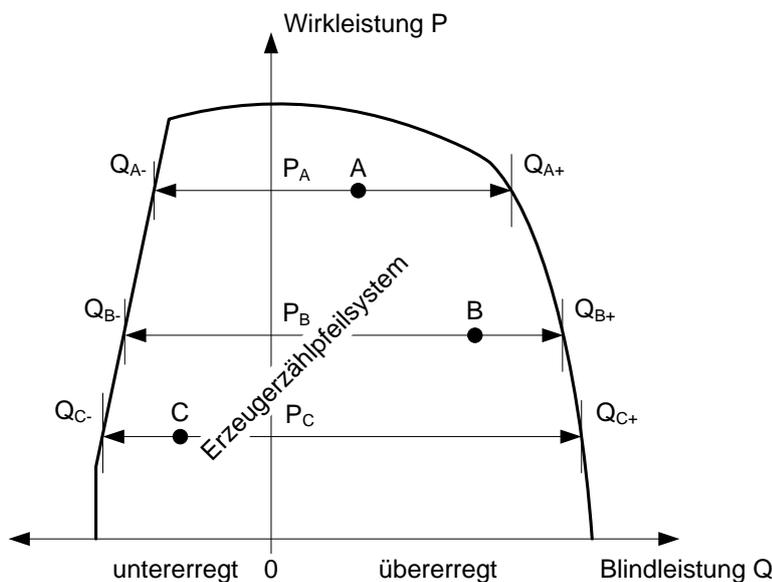


Abbildung 3: Einsatz der verfügbaren Blindleistung, dargestellt anhand dreier fiktiver Arbeitspunkte A, B und C in einem Generatorbetriebsdiagramm. Im Arbeitspunkt A wird die Wirkleistung P_A produziert, das verfügbare Blindleistungsband erstreckt sich von Q_{A-} bis Q_{A+} . Im Arbeitspunkt B wird die Wirkleistung P_B produziert, das verfügbare Blindleistungsband erstreckt sich von Q_{B-} bis Q_{B+} . Im Arbeitspunkt C wird die Wirkleistung P_C produziert, das verfügbare Blindleistungsband erstreckt sich von Q_{C-} bis Q_{C+} . Weil auf Maschinenseite üblich, wurde für diese Darstellung das Erzeugerzählpfeilsystem gewählt.

Der Einsatz im obligatorischen Bereich hat keine Opportunitätskosten zur Folge. Dementsprechend wird die Blindleistungsbereitstellung im obligatorischen Betrieb nicht als Leistungsvorhaltung vergütet. Im Rahmen der aktiven/obligatorischen Teilnahme wird nur die tatsächlich anforderungskonform ausgetauschte Blindenergie vergütet.

2.5.4 Anbindung

Die Anbindung der Einheiten aktiver Teilnehmer an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz erfolgt über

- Internet und E-Mail (Empfang und Quittierung des Spannungsplans);
- Telefon und Fax (betriebliche Koordination, Anweisungen);
- Punkt-zu-Punkt Verbindung (PIA, PIA2; Lieferung von Mess- und Monitoring-Daten [10]).
- Für die Abrechnung der Blindenergie müssen Vier-Quadranten-Zählerdaten an Swissgrid geliefert werden. Es gelten die Vorgaben des Metering Code [7] sowie die Anforderungen an die Energiezählung betreffend das Übertragungsnetz [8].

2.5.5 Abruf

Der Abruf der Blindleistung erfolgt grundsätzlich durch die Sollspannungsvorgabe im Spannungsplan. Der Spannungsplan enthält heute für jeden Knoten des Übertragungsnetzes, an dem die Spannung aktiv geregelt wird, ein knotenspezifisches Sollspannungsprofil in stündlicher Auflösung (24 Werte pro Tag). Ab 2011 wird der Spannungsplan in Viertelstundenwerte aufgelöst (96 Werte pro Tag). Die Motivation hierfür ist nicht die Sollspannungen viertelstündlich zu ändern, in der Regel werden weiterhin grundsätzlich stundenweise die gleichen Werte gelten. Jedoch ist es manchmal notwendig, für den Abruf eines Phasenschiebers die entsprechende Sollspannungsvorgabe auch während einer laufenden Stunde anzupassen. Dies betrifft nur den jeweiligen Einspeiseknoten bzw. die Region des Phasenschiebers.

Die Sollspannung bezieht sich auf alle Sammelschienen der entsprechenden Spannungsebene eines Unterwerks (für Monitoring und Abrechnung wird die Istspannung der entsprechenden Sammelschiene verwendet).

Der Spannungsplan wird grundsätzlich täglich abends für den Folgetag erstellt und publiziert. Bei Bedarf kann der Spannungsplan unter Tags angepasst und neu publiziert werden. Die Empfänger des Spannungsplans, die aktiv an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz teilnehmen, müssen jederzeit in der Lage sein, einen neu eintreffenden Spannungsplan unverzüglich zu quittieren und umzusetzen.

Das frei verfügbare Blindleistungsband muss jederzeit gemäss Sollspannungsvorgabe eingesetzt werden. Je nach Notwendigkeit muss das frei verfügbare Band vollständig ausgefahren werden, damit die Spannung so nahe wie möglich an die Sollspannung herangeführt wird.

2.5.6 Konformität

Aktive Teilnehmer verpflichten sich zur Lieferung anforderungskonformer Blindenergie. Der Blindenergieaustausch mit dem Übertragungsnetz gilt dann als anforderungskonform, wenn er zum Erreichen der vorgegebenen Sollspannung beiträgt. Dies ist dann der Fall, wenn

- die Istspannung tiefer als die Sollspannung ist und induktive Blindenergie an das Übertragungsnetz abgegeben wird (Verhalten wie Kapazität), oder
- die Istspannung höher als die Sollspannung ist und induktive Blindenergie aus dem Übertragungsnetz bezogen wird (Verhalten wie Induktivität).

Relevant ist die in der jeweiligen Viertelstunde ausgetauschte Netto-Blindenergie auf Übertragungsnetzseite. Zur Bestimmung der Istspannung werden (heute über PIA übertragene) Spannungsmesswerte verwendet. Die Bildung der viertelstündlichen Istspannung für die Abrechnung erfolgt durch Mittelung der Spannungsmesswerte welche nach 5, 10 und 15 min nach Beginn der jeweiligen Viertelstunde geliefert wurden.

Bei der Bestimmung der Differenz zwischen Soll- und Istspannung wird im Abrechnungsmodell die Messabweichung der Spannungsmessung zugunsten des Teilnehmers berücksichtigt:

- ± 2 kV im 220 kV Netz;
- ± 3 kV im 380 kV Netz.

Abbildung 4 stellt das Konformitätsprinzip grafisch dar.

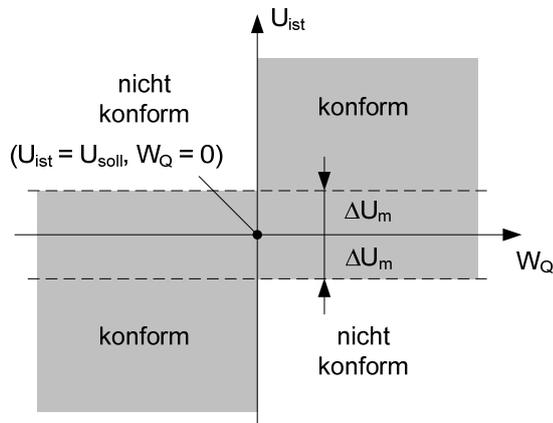


Abbildung 4: Konformitätsprinzip. U_{ist} ist die Istspannung, U_{soll} die Sollspannung am Einspeiseknoten des Übertragungsnetzes. ΔU_m ist die bei der Abrechnung berücksichtigte Messabweichung (2 bzw. 3 kV). W_Q ist der Netto-Blindenergieaustausch in der entsprechenden Viertelstunde. Linke Seite: Verhalten wie Kapazität (Lieferung von Blindenergie); rechte Seite: Verhalten wie Induktivität (Bezug von Blindenergie).

Die momentane Konformität des Blindleistungsaustausches wird im laufenden Betrieb von Swissgrid überwacht. Für die Abrechnung wird die Konformität viertelstündlich aus Spannungsmess- und Energiezählwerten berechnet.

Als monatliche Konformität wird der Anteil der Viertelstunden, in denen der Blindenergieaustausch konform war, bezogen auf die Gesamtzahl aller Viertelstunden des betreffenden Monats, in denen das Kraftwerk zur Produktion von Wirk- oder Blindleistung (Phasenschieberbetrieb) oder zum Pumpen am Netz war, definiert.

Heute bestimmt Swissgrid anhand der Wirk- und Blindenergiekosten in welchen Viertelstunden das Kraftwerk am Netz war und stimmt das Ergebnis mit Hilfe eines Abstimmungsreports mit den Partnern ab. Diese Vorgangsweise hat sich als wenig praktikabel erwiesen. Deshalb sollen Kraftwerke ab 2011 zusätzlich zu den Wirk- und Blindenergie- sowie den Spannungsmessdaten eine viertelstündlich aufgelöste Zeitreihe an Swissgrid schicken, welche die Information enthält, ob das Kraftwerk am Netz war oder nicht (sog. «Lauf-lampe»). Somit entfällt die Überprüfung dieser Bedingung bei Swissgrid und der heute aufwändige Abstimmungsprozess wird vereinfacht.

Bezüglich Konformität sind weiters folgende Punkte zu beachten:

- Zusätzlich zum Konformitätskriterium müssen die Forderungen bezüglich Spannungs-Blindleistungs-Statik im Transmission Code eingehalten werden.
- Bei Verletzung der Vorgaben des Transmission Code oder bei Nichtbeachtung betrieblicher Anweisungen Swissgrids kann der Blindenergieaustausch als nicht konform deklariert werden.

2.5.7 Monitoring

Im Betrieb wird die Konformität anhand von Spannungsmessdaten überwacht. Swissgrid betreibt ein entsprechendes Monitoring-System. Die Anforderungen an die Lieferung von Monitoring-Daten werden von Swissgrid in einem separaten Dokument bekanntgegeben («Anforderung an Monitoring-Daten» [10]; es gilt die zum jeweiligen Zeitpunkt aktuelle Fassung). Aktive Teilnehmer an der Spannungshaltung müssen die geforderten Monitoring-Daten gemäss dieser Anforderung zur Verfügung stellen.

2.5.8 Entschädigung und Verrechnung

Die viertelstündlich ausgetauschte Blindenergie wird entschädigt, sofern

- das Kraftwerk in der betreffenden Viertelstunde zur Produktion, im Pumpbetrieb oder im Phasenschieberbetrieb am Netz ist **und**
- der Blindenergieaustausch in der betreffenden Viertelstunde anforderungskonform ist **und**

- der Austausch in mindestens 80 % der Zählintervalle des betroffenen Monats anforderungskonform ist. Sofern der Austausch in weniger als 80 % der Zählintervalle konform ist, wird für den entsprechenden Monat keine Abgeltung erstattet. Swissgrid behält sich in diesem Fall das Recht vor, die Deklaration zur aktiven Rolle erneut zu prüfen und dem Teilnehmer gegebenenfalls eine passive Rolle zuzuweisen. Sofern der Austausch in zwei aufeinander folgenden Monaten in weniger als 70 % der Zählintervalle des Monats konform ist, wird die ausgetauschte Blindenergie gemäss passivem Modell verrechnet, und die Präqualifikation für eine aktive Teilnahme wird ungültig. Der Teilnehmer wird mit dem aktuellen (dritten) Monat als passiv deklariert und muss sich für eine aktive Teilnahme erneut präqualifizieren bzw. deklarieren (vgl. Tabelle 2).

In jedem Fall wird den Teilnehmern nicht anforderungskonform ausgetauschte Blindenergie in Rechnung gestellt (vgl. Tabelle 2).

Monatliche Konformität KM	Entschädigung	Verrechnung	Konsequenz
KM < 70 %	Keine	Nicht anforderungskonforme Blindenergie Nach zwei aufeinanderfolgenden Monaten mit KM < 70 % gemäss Modell Passiv rückwirkend ab 1. Monat	Passive Rolle ab/mit drittem Monat
70 % ≤ KM < 80 %	Keine	Nicht anforderungskonforme Blindenergie	Deklaration als passiv nach Prüfung durch Swissgrid möglich
80 % ≤ KM	Anforderungskonforme Blindenergie	Nicht anforderungskonforme Blindenergie	Keine

Tabelle 2: Entschädigungs- und Verrechnungsmodell 2011 für aktive Teilnehmer an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz.

2.5.9 Abrechnung

Die Abrechnung erfolgt monatlich. Der Teilnehmer erhält vor der definitiven Gutschrift/Rechnung einen Abstimmungsreport zur Bestätigung.

2.6 Überobligatorische Bereitstellung von Blindleistung

Die Möglichkeit der überobligatorischen Blindleistungsbereitstellung wird allen direkt am Übertragungsnetz angeschlossenen Teilnehmern – also Kraftwerken, unterlagerten Netzen und Endkunden – angeboten. Diese Dienstleistung erfolgt auf Basis eines bilateralen Vertrages zwischen dem Teilnehmer und Swissgrid.

2.6.1 Aufgaben und Pflichten

Im bilateralen Vertrag zur überobligatorischen Blindleistungsbereitstellung verpflichtet sich der Teilnehmer, die vertraglich definierten Blindleistungskapazitäten nach dem Prinzip «Können und Vermögen» auf Abruf von Swissgrid zur Verfügung zu stellen. Der Vertragspartner stellt die angeforderte Kapazität für die angeforderte Zeit zur Verfügung und setzt diese Kapazität gemäss den betrieblichen Vorgaben von Swissgrid ein.

In der Regel gilt auch im überobligatorischen Betrieb der Spannungsplan. Darüber hinausgehende Anweisungen (z.B. «maximale Absorption von Blindleistung») sind gegenüber dem Spannungsplan prioritär zu berücksichtigen. Der Blindenergieaustausch im überobligatorischen Bereich gilt immer dann als konform, wenn die Anweisungen Swissgrids umgesetzt werden.

2.6.2 Präqualifikation

Für die überobligatorische Bereitstellung von Blindleistung ist in jedem Fall eine Präqualifikation notwendig. Die Präqualifikation besteht zumindest aus der Angabe von technischen, betrieblichen und organisatorischen Daten des Teilnehmers. Bei Bedarf kann Swissgrid zusätzlich die Durchführung von betrieblichen Messungen oder Tests verlangen. Das Ansuchen um Präqualifikation erfolgt durch den potentiellen Teilnehmer bei Swissgrid. Informationen dazu sind bzw. werden auf der Swissgrid Website zur Verfügung gestellt.

2.6.3 Vorhaltung

Die Bereitstellung überobligatorischer Blindleistung für die Spannungshaltung verlangt keine eigentliche Vorhaltung von Blindleistung. Die Bereitstellung der Blindleistung erfolgt nach dem Prinzip «Können und Vermögen». Der Teilnehmer verpflichtet sich, die vertraglich vereinbarten Maschinen für die Spannungshaltung einzusetzen sofern diese verfügbar sind und der Einsatz keine Anpassung des Wirkleistungsbetriebes der Anlage zur Folge hat. Dem Teilnehmer entstehen somit keine Opportunitätskosten.

2.6.4 Anbindung

Für die Anbindung gelten die gleichen Bedingungen wie für die aktive/obligatorische Teilnahme an der Spannungshaltung (vgl. Abschnitt 2.5.4).

2.6.5 Abruf

Details über den Abruf der überobligatorischen Kapazitäten können im bilateralen Vertrag individuell vereinbart werden. Über das «Können und Vermögen» der Anlage informiert sich Swissgrid vor dem eigentlichen Abruf telefonisch. Der definitive Abruf erfolgt telefonisch, zusätzlich wird eine Bestätigung per Fax oder E-Mail an den Teilnehmer übermittelt.

2.6.6 Konformität

Grundsätzlich gelten der Spannungsplan und das im Abschnitt 2.5.6 dargestellte Konformitätskriterium auch im überobligatorischen Bereich. Erhält der Teilnehmer von Swissgrid eine vom Spannungsplan abweichende Anweisung, so ist diese in jedem Fall umzusetzen. Unabhängig vom Spannungsplan gilt in diesem Fall der Blindenergieaustausch der Anlage im betroffenen Zeitraum als konform, sofern die Anweisungen Swissgrids befolgt werden. Für den betreffenden Zeitraum wird die Konformitätsprüfung im Abrechnungssystem durch ein entsprechendes Bit übersteuert.

2.6.7 Monitoring

Im Betrieb wird die Konformität anhand von Spannungsmessdaten überwacht. Swissgrid betreibt ein entsprechendes Monitoring-System. Die Anforderungen an die Lieferung von Monitoring-Daten werden von Swissgrid in einem separaten Dokument bekanntgegeben («Anforderung an Monitoring-Daten» [10]; es gilt die zum jeweiligen Zeitpunkt aktuelle Fassung).

2.6.8 Entschädigung

Der Standardvertrag zur Bereitstellung überobligatorischer Blindleistung sieht folgende Entschädigungskomponenten vor:

- Vergütung der ausgetauschten Blindenergie gleich wie im obligatorischen Bereich (Tarif in CHF/Mvarh);

- zusätzlich eine Vergütung für den Start einer Maschine zur Blindleistungsbereitstellung auf Anforderung von Swissgrid (CHF pro Start, individuell für jede Maschine);
- zusätzlich eine Vergütung jeder angebrochenen Betriebsstunde einer von Swissgrid angeforderten Maschine (CHF pro angebrochene Stunde, individuell für jede Maschine).

2.6.9 Abrechnung

Die Abrechnung erfolgt monatlich. Der Teilnehmer erhält vor der definitiven Gutschrift/Rechnung einen Abstimmungsreport zur Bestätigung.

3 Betriebliche Prozesse

3.1 Betriebsplanung bei Swissgrid

Swissgrid plant den Einsatz der verfügbaren Blindleistungskapazitäten zur Spannungshaltung im Übertragungsnetz und erstellt täglich mindestens einen Spannungsplan. Bei Bedarf wird der Spannungsplan tagsüber angepasst und erneut publiziert. Die Publikation erfolgt via E-Mail an die Teilnehmer und im Internet (SDL-System).

Zusätzlich plant Swissgrid die Stufung der längsregelbaren 220/380 kV Kuppeltransformatoren im Übertragungsnetz und weist im Bedarfsfall die zuständigen Steuerstellen zur Stufung der Transformatoren an. Diese Transformatoren sind Teil des Übertragungsnetzes und unterliegen der Betriebsführung von Swissgrid.

3.2 Einsatz

Aktive Teilnehmer an der Spannungshaltung setzen die im aktuellen Betriebszustand frei verfügbare, d.h. ohne Einschränkung des Wirkleistungsbetriebs austauschbare Blindleistung anforderungskonform ein.

Der Einsatz der Phasenschieber erfolgt bei Bedarf gemäss Anforderung von Swissgrid.

Grundsätzlich gelten die Bestimmungen des Betriebsführungshandbuchs [11].

3.3 Monitoring

Swissgrid überwacht die Spannungen im Übertragungsnetz, den Einsatz der Blindleistung und die Konformität der Teilnehmer. Bei auffälligem Fehlverhalten macht Swissgrid den Teilnehmer darauf aufmerksam und gibt bei Bedarf weitergehende Anweisungen.

3.4 Abrechnung

Die Blindenergie-Abrechnung erfolgt grundsätzlich monatlich. Der Abrechnungsprozess startet nach erfolgreicher Übermittlung aller für die Abrechnung erforderlichen Mess- und Zählerdaten.

4 Tarife

Die Tarife werden von Swissgrid gemäss den gesetzlichen und regulatorischen Vorgaben bestimmt und veröffentlicht. Ab 2011 gilt folgende Tarifstruktur für Blindenergie (vgl. Abschnitt 2.5.8):

- Tarif für anforderungskonform gelieferte Blindenergie. Dieser Tarif wird aktiven Teilnehmern an der Spannungshaltung für anforderungskonform gelieferte Blindenergie vergütet.

- Tarif für nicht anforderungskonform gelieferte Blindenergie (ab 2011). Dieser Tarif wird aktiven Teilnehmern an der Spannungshaltung für nicht anforderungskonform gelieferte Blindenergie in Rechnung gestellt.
- Individueller SDL-Tarif für Blindenergie. Dieser Tarif wird passiven Teilnehmern an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz für den Blindenergieaustausch jenseits der Leistungsfaktorlimite in Rechnung gestellt.

5 Umsetzungsschritte

5.1 Vernehmlassung, Beschluss und Kommunikation

Die externe Vernehmlassung dieses Konzeptes erfolgte im November 2009. Anhand der erhaltenen Kommentare wurde das Konzept überarbeitet. Im März 2010 wurde das überarbeitete Konzept von der Swissgrid Geschäftsleitung beschlossen und anschliessend dem Swissgrid Verwaltungsrat vorgelegt. Das Konzept wird Anfang April den Beteiligten und Stakeholdern in schriftlicher Form und im Mai an einer Informationsveranstaltung kommuniziert.

5.2 Implementierung

Die wichtigsten Schritte zur Implementierung sind im Folgenden zusammengefasst:

- Änderung und Ergänzung relevanter Dokumente und Verträge ab März 2010
- Abschluss neuer Verträge und Vereinbarungen ab Juli 2010
- Prozessdefinition und -einführung ab April 2010
- Deklaration zur aktiven Teilnahme bis 30. Juli 2010
- Präqualifikation und Tests neuer aktiver Teilnehmer ab Juli 2010
- Systemwechsel am 1. Januar 2011

6 Referenzen

- [1] **Bundesgesetz über die Stromversorgung** (Stromversorgungsgesetz, StromVG), 23. März 2007.
- [2] **Stromversorgungsverordnung** (StromVV) vom 14. März 2008.
- [3] ENTSO-E Continental Europe, **UCTE Operation Handbook**, Policy 3, Version vom 19. März 2009.
- [4] Prabha Shankar Kundur, **Power System Stability and Control**. McGraw-Hill, 1994.
- [5] Verfügung der Eidgenössischen Elektrizitätskommission ElCom, **Kosten und Tarife für die Netznutzung Netzebene 1 und Systemdienstleistungen** vom 06.03.2009, Kapitel 4.3.3.4, S. 56.
- [6] **Netznutzungsmodell für das schweizerische Übertragungsnetz**, Ausgabe 2007.
- [7] **Metering Code Schweiz**, Ausgabe 2008.
- [8] **Anforderungen an die Energiezählung betreffend das Übertragungsnetz**, Version 1.3 vom 10. September 2009.
- [9] swissgrid ag, **Transmission Code (Schweiz)**, die jeweils aktuelle und gültige Version ist unter www.swissgrid.ch und www.strom.ch publiziert.
- [10] swissgrid ag, **Anforderungen an Monitoring-Daten**, die jeweils aktuelle und gültige Version ist unter www.swissgrid.ch publiziert.
- [11] **Betriebsführungshandbuch Netzbetrieb CH**, Version 2.99, Griff 7.
- [12] swissgrid ag, **Allgemeine Bedingungen für die Verrechnung von Kosten des Übertragungsnetzes**, Version 1.0 vom 03. Oktober 2008, www.swissgrid.ch.