

Verrechnung von Blindenergie für passive Teilnehmer ab dem 01.01.2011

Autor: Martin Kurzidem

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.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Verursachergerechte Zuordnung	3
3	Verrechnungsmodell	4
3.1	Grundsätze zur Verrechnung	4
3.2	Bestimmung der Verrechnungsmenge	5
3.3	Übersicht	6
4	Rechenbeispiel	7
5	Anpassung der Grenzen des kostenfreien Blindenergiebandes	8

1 Einleitung

Dieses Dokument beschreibt die ab dem 01.01.2011 umgesetzte Verrechnung von Blindenergie für passive Teilnehmer gemäss Spannungshaltungskonzept 2011. Zur Anwendung kommt dabei das sog. «Kosinus-Phi-Modell» gemäss Netznutzungsmodell des schweizerischen Übertragungsnetzes (Ausgabe 2007).

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

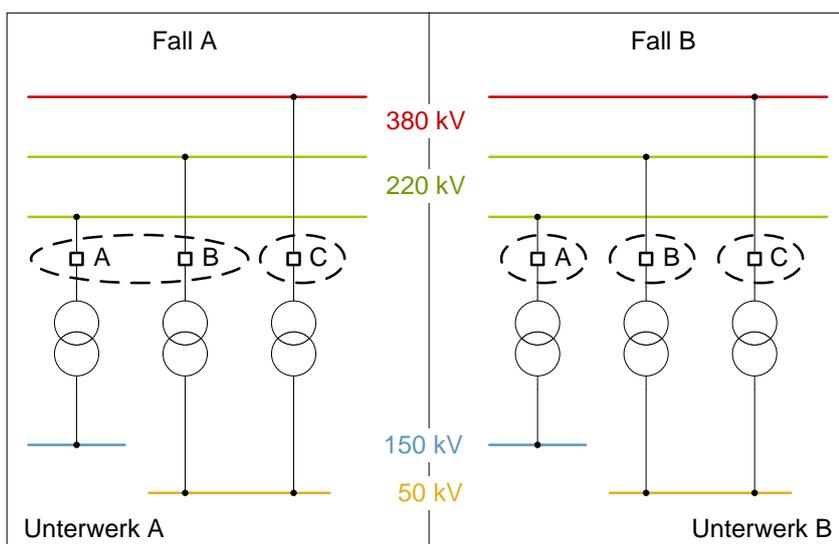
2 Verursachergerechte Zuordnung

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.



□ Messstelle

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

Anmerkungen

- Für die Zusammenlegung von Netzanschlüssen innerhalb eines Unterwerkes wird nicht zwischen Sammelschienen einer Spannungsebene unterschieden. (Siehe 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, u.U. transitbelastetes, vermaschtes Netz betreibt.

3 Verrechnungsmodell

3.1 Grundsätze zur Verrechnung

Das Abrechnungsmodell beruht auf folgenden Grundsätzen:

- Die Verrechnung von Blindenergie erfolgt erst ab einer Toleranzschwelle $W_{Q,lim}$ in Mvarh. Die Toleranzschwelle wird mit $\pm W_{Q,lim}$ um die Blindenergie-Nullachse erweitert und ist symmetrisch bezüglich induktiver und kapazitiver Blindenergie, d.h. es gibt nur ein $W_{Q,lim}$. Bei Überschreitung dieser Schwelle wird die überschüssig ausgetauschte Blindenergie entsprechend ihrer Menge verrechnet. Innerhalb des Toleranzbereiches gibt es keine Verrechnung.
- Das um die Blindenergie-Nullachse erweiterte, 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).
- Die über der Toleranzschwelle («überschüssig») ausgetauschte Blindenergie wird zum veröffentlichten Blindenergetarif («Individueller SDL-Tarif für Blindenergie an passive Teilnehmer») verrechnet.
- Die Toleranzgrenze $W_{Q,lim}$ wird für jede Viertelstunde als Funktion der ausgetauschten Wirkenergie bestimmt.

Direkt an das Übertragungsnetz angeschlossene Endverbraucher und direkt am Übertragungsnetz angeschlossene Verteilnetze werden gleich behandelt.

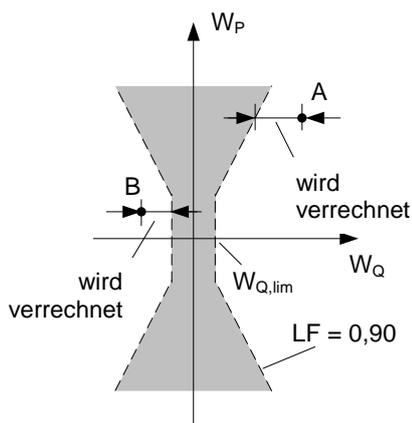


Abbildung 2: Im grau eingefärbten Bereich ist der Blindenergieaustausch kostenlos. Die der Überschreitung des grauen Bereiches entsprechende Menge wird verrechnet.

3.2 Bestimmung der Verrechnungsmenge

Die Toleranzschwelle $W_{Q,lim}$ in Mvarh bezieht sich grundsätzlich auf den Betrag der ausgetauschten Blindenergie. Die jenseits dieser Toleranzschwelle ausgetauschte Blindenergie wird dem Netznutzer in Rechnung gestellt und kann durch folgende Gleichungen dargestellt werden:

$$\begin{aligned} \text{WENN } |W_Q| > W_{Q,lim} \text{ DANN } W_{Q,ver} &= |W_Q| - W_{Q,lim} \\ \text{SONST } W_{Q,ver} &= 0 \end{aligned}$$

Mit

W_Q	mit dem Übertragungsnetz ausgetauschte Netto-Blindenergie in Mvarh (Viertelstunden-Zählwert)
$W_{Q,lim}$	Blindenergielimites in Mvarh (gleich für induktiven und kapazitiven Bereich)
$W_{Q,ver}$	überschüssig ausgetauschte zu verrechnende Blindenergie in Mvarh

Unter Netto-Energie ist in diesem Dokument generell die vorzeichenrichtige Summe der beiden Messwerte für Lieferung (üblicherweise negativ) und Bezug (üblicherweise positiv) im betroffenen viertelstündlichen Zählintervall gemeint, d.h. die netto ausgetauschte Energie. Unabhängig von der Vorzeichenkonvention kann folgende Formel zur Bestimmung der Netto-Energie W angewendet werden:

$$W = |W_{\text{Bezug}}| - |W_{\text{Lieferung}}|$$

Der resultierende, abzurechnende Betrag ergibt sich aus der Multiplikation der viertelstündlichen Verrechnungsmenge und dem Tarif:

$$VB_{Q,ver} = W_{Q,ver} \cdot T_{Q,ver}$$

Mit

$T_{Q,ver}$	Tarif in CHF/Mvarh (Stand 08.07.2010: 7.16 CHF/Mvarh)
$VB_{Q,ver}$	Verrechnungsbetrag in CHF für die betreffende Viertelstunde

Die relative Blindenergielimites $W_{Q,lim}$, auch Leistungsfaktor- oder Kosinus-Phi-Limites genannt, wird individuell für jedes Zählintervall (Viertelstunde) festgelegt. Sie wird anhand des Leistungsfaktors und des Wirkenergieaustausches berechnet. Der Leistungsfaktor LF ist definiert als:

$$LF = \cos \left[\arctan \frac{W_Q}{W_P} \right]$$

Mit

W_Q	die ausgetauschte Netto-Blindenergie in Mvarh (Viertelstunden-Zählwert)
W_P	die ausgetauschte Netto-Wirkenergie in MWh (Viertelstunden-Zählwert)

Die relative Blindenergie-Limites wird über einen minimalen Leistungsfaktor LF_{lim} definiert:

$$LF_{lim} = 0.90$$

Daraus kann in Abhängigkeit der Wirkenergie gemäss folgender Gleichung die Menge Blindenergie berechnet werden, die kostenlos ausgetauscht werden kann:

$$\pm W_{Q,lim}^{LF} = \tan[\arccos 0,90] \cdot |W_P| = 0.4843 \cdot |W_P|$$

Die Leistungsfaktor-Limite von 0.90 bedeutet also, dass in jedem Zählintervall Blindenergie im Ausmass von 48.43% der ausgetauschten Wirkenergie kostenlos ausgetauscht werden kann.

Die Berechnung der relativen Blindenergielimites kann durch eine einfache Multiplikation des Wirkenergiebetrages mit 0,4843 für jedes Zählintervall (Viertelstunde) durchgeführt werden.

Innerhalb des Blindenergiebandes um die Blindenergie-Nullachse herum ist der Blindenergieaustausch ebenso kostenlos. Diese für Transformatoren relevante Blindenergie-Limite ist definiert durch (Viertelstunden-Zählwert):

$$\pm W_{Q,lim}^{Trafo} = \frac{u_k}{100} \cdot S_N \cdot 0.25h$$

Mit

u_k die Transformator-Kurzschlussspannung in %

S_N die Nennscheinleistung des Transformators in MW

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.

3.3 Übersicht

Abbildung 3 zeigt den im vorherigen Abschnitt beschriebenen Datenfluss. Der Verrechnungsbetrag $VB_{Q,ver}$ wird für jede Viertelstunde aus den Messwerten für Wirk- und Blindenergie sowie dem zugehörigen Blindenergietarif gebildet.

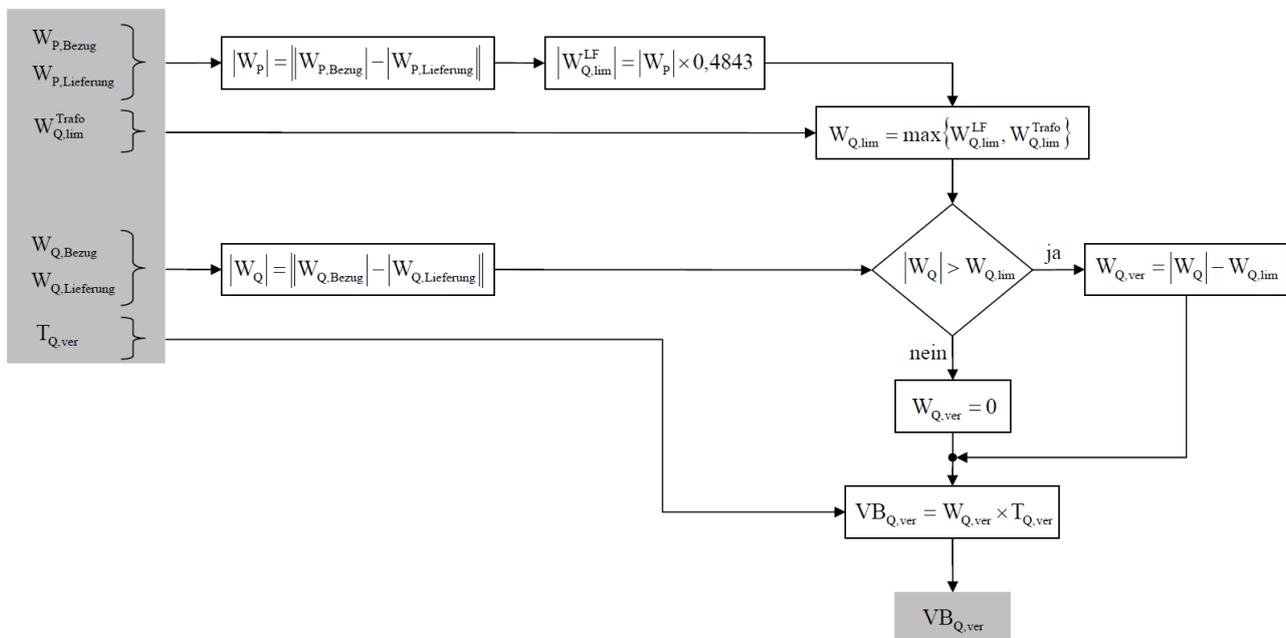


Abbildung 3: Datenfluss zur Bestimmung der zu verrechnenden Blindenergiemenge

4 Rechenbeispiel

Tabelle 1 zeigt ein einfaches Beispiel, in dem die Blindenergieverrechnung exemplarisch für drei Stunden durchgeführt wird.

Eingangsgrößen						Zwischenergebnisse						Ergebnis	
Zeit hh:mm	W _{P,Lieferung} kWh	W _{P,Bezug} kWh	W _{Q,Lieferung} kvarh	W _{Q,Bezug} kvarh	T _{Q,ver} CHF/Mvarh	W _P kW	W _Q kvarh	W _{Q,lim,LF} kvarh	W _{Q,lim,Trafo} kvarh	W _{Q,lim} kvarh	W _{Q,ver} kvarh	VB _{Q,ver} CHF	LF
00:15	100'000	0	80'000	0	7.16	100'000	80'000	48'430	5'000	48'430	31'570	226.04	0.781
00:30	80'000	0	60'000	0	7.16	80'000	60'000	38'744	5'000	38'744	21'256	152.19	0.800
00:45	60'000	0	40'000	0	7.16	60'000	40'000	29'058	5'000	29'058	10'942	78.34	0.832
01:00	40'000	0	25'000	500	7.16	40'000	24'500	19'372	5'000	19'372	5'128	36.72	0.853
01:15	20'000	0	10'000	1000	7.16	20'000	9'000	9'686	5'000	9'686	0	0	0.912
01:30	10'000	2000	6000	1500	7.16	8'000	4'500	3'874	5'000	5'000	0	0	0.872
01:45	4000	8'000	1500	2500	7.16	4'000	1'000	1'937	5'000	5'000	0	0	0.970
02:00	0	12'000	200	4000	7.16	12'000	3'800	5'812	5'000	5'812	0	0	0.953
02:15	0	20'000	0	10'000	7.16	20'000	10'000	9'686	5'000	9'686	314	2.25	0.894
02:30	0	30'000	0	16'000	7.16	30'000	16'000	14'529	5'000	14'529	1'471	10.53	0.882
02:45	0	60'000	0	20'000	7.16	60'000	20'000	29'058	5'000	29'058	0	0	0.949
03:00	0	80'000	0	25'000	7.16	80'000	25'000	38'744	5'000	38'744	0	0	0.954

Tabelle 1: Rechenbeispiel zur Bestimmung der Blindenergiekosten für einen Endverbraucher resp. Verteilnetzbetreiber direkt am Übertragungsnetz

5 Anpassung der Grenzen des kostenfreien Blindenergiebandes

Swissgrid hat festgestellt, dass eine direkte Anwendung der Berechnungsformel zur Bestimmung des kostenfreien Blindenergiebereichs (siehe Absatz 3.2) im ersten Quartal 2011 eine unerwartet starke Reduktion der monatlichen kostenrelevanten Blindenergiemenge zur Folge hätte. Da die durch den Blindenergietarif gesamthaft zu tragenden Kosten unverändert bleiben, würde für die Zukunft eine starke Reduktion der Verrechnungsmenge zu einer entsprechenden Erhöhung des Blindenergietarifes führen. Starke Tarifsprünge sind aus Sicht von Swissgrid nicht erstrebenswert. Die Grenzen des kostenfreien Blindenergiebereichs werden zum 01.01.2012 deshalb wie folgt präzisiert:

$$\pm W_{Q,lim}^{Trafo} = \left(\frac{u_k}{100} \cdot S_N \cdot 0.25h \right) \cdot 0,25$$

Mit dieser Vorgehensweise soll einerseits der unerwünschte Anreiz, leerlaufende Transformatoren aus Kostengründen abzuschalten und somit die Versorgungssicherheit zu gefährden, reduziert und andererseits die Auswirkung der tarifrelevanten Blindenergiemenge auf den individuellen SDL-Tarif für passive Teilnehmer verringert werden.

In Rechenbeispiel von Tabelle 2 ist der kostenfreie Blindenergiebereich entsprechend angepasst worden.

Eingangsgrößen						Zwischenergebnisse						Ergebnis	
Zeit hh:mm	W _{P,Lieferung} kWh	W _{P,Bezug} kWh	W _{Q,Lieferung} kvarh	W _{Q,Bezug} kvarh	T _{Q,ver} CHF/Mvarh	W _P kW	W _Q kvarh	W _{Q,lim, LF} kvarh	W _{Q,lim,Trafo} kvarh	W _{Q,lim} kvarh	W _{Q,ver} kvarh	VB _{Q,ver} CHF	LF
00:15	100'000	0	80'000	0	7.16	100'000	80'000	48'430	1'250	48'430	31'570	226.04	0.781
00:30	80'000	0	60'000	0	7.16	80'000	60'000	38'744	1'250	38'744	21'256	152.19	0.800
00:45	60'000	0	40'000	0	7.16	60'000	40'000	29'058	1'250	29'058	10'942	78.34	0.832
01:00	40'000	0	25'000	500	7.16	40'000	24'500	19'372	1'250	19'372	5'128	36.72	0.853
01:15	20'000	0	10'000	1000	7.16	20'000	9'000	9'686	1'250	9'686	0	0	0.912
01:30	10'000	2000	6000	1500	7.16	8'000	4'500	3'874	1'250	3'874	626	4.48	0.872
01:45	4000	8'000	1500	2500	7.16	4'000	1'000	1'937	1'250	1'937	0	0	0.970
02:00	0	12'000	200	4000	7.16	12'000	3'800	5'812	1'250	5'812	0	0	0.953
02:15	0	20'000	0	10'000	7.16	20'000	10'000	9'686	1'250	9'686	314	2.25	0.894
02:30	0	30'000	0	16'000	7.16	30'000	16'000	14'529	1'250	14'529	1'471	10.53	0.882
02:45	0	60'000	0	20'000	7.16	60'000	20'000	29'058	1'250	29'058	0	0	0.949
03:00	0	80'000	0	25'000	7.16	80'000	25'000	38'744	1'250	38'744	0	0	0.954

Tabelle 2: Rechenbeispiel zur Bestimmung der Blindenergiekosten für einen Endverbraucher resp. Verteilnetzbetreiber direkt am Übertragungsnetz mit angepassten Grenzen für den kostenfreien Blindenergiebereich