

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>6</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Begriffe</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Herausforderungen bei der Spannungshaltung</b> .....	<b>9</b>
3.1 Aktuelle Situation und Entwicklung im Übertragungsnetz .....	9
3.2 Niedrige Netzspannungen .....	10
3.3 Hohe Netzspannungen .....	11
3.4 Spannungsschwankungen.....	11
<b>4 Beschreibung Grundlagen</b> .....	<b>12</b>
4.1 Zusammenhang Strom – Blindleistung in HS und HöS .....	12
4.2 Das Phänomen „Spannungskollaps“.....	16
4.2.1 Allgemein .....	16
4.2.2 Netzbedingter Spannungskollaps .....	17
4.2.3 Drehstromleitung bei variierendem Lastwinkel .....	17
4.2.4 Drehstromleitung bei konstanten Blindleistungsabgaben.....	18
4.2.5 Drehstromleitung bei variierender Eingangsspannung .....	19
4.2.6 Erkenntnisse aus den betrachteten Varianten .....	20
4.2.7 Verlust der Spannungsstabilität durch automatische Stufung der Spannungsregler.....	20
4.2.8 Q(U)-Regelung und statische Kompensationsanlagen .....	21
4.2.9 Störungsursachen für das Entstehen eines Spannungskollaps .....	23
4.2.10 Spannungskollaps aufgrund von Netzstörungen .....	25
4.2.11 Kraftwerksbedingter Spannungskollaps durch Ausfall von Synchrongeneratoren .....	25
4.3 Spannungsüberhöhungen .....	28
4.4 Konsequenzen der Höherauslastung von Netzen und Ausfälle von hochbelasteten Netzelementen .....	29
4.4.1 Physikalische Grenzen des Blindleistungsflusses aufgrund des Netzschutzes...30	
<b>5 Gesamtkonzept zur Vermeidung spannungskritischer Netzzustände</b> .....	<b>31</b>
5.1 Maßnahmen in Netzplanung.....	31
5.2 Maßnahmen Betriebsplanung.....	31
5.3 Maßnahmen Netzführung (Echtzeitbetrieb) .....	31
5.3.1 Spannungsbereiche .....	31
5.3.2 Übersicht möglicher Maßnahmen im Netzbetrieb .....	33
<b>6 Beschreibung der Einzelmaßnahmen</b> .....	<b>35</b>
6.1 Maßnahmen in der Betriebsplanung.....	35

6.1.1	Blindleistungseinsatz bei erwarteten Blindleistungsdefiziten.....	35
6.1.2	Blindleistungseinsatz bei erwarteten Spannungseinbrüchen (präventiv).....	41
6.2	Maßnahmen Netzführung (Echtzeitbetrieb) .....	42
6.2.1	Maßnahmen bei steigender Spannung oberhalb des Vorzugsspannungsbandes .....	42
6.2.2	Maßnahmen bei sinkender Spannung unterhalb des Vorzugsspannungsbandes .....	45
6.3	Koordinierte Zusammenarbeit zwischen Netzbetreibern im Echtzeitbetrieb .....	50
6.3.1	Beschreibung Handlungsabsprachen zwischen ÜNB - VNB.....	50
<b>Anhänge .....</b>		<b>56</b>
<b>A. Anhang Verhalten einer Synchronmaschine.....</b>		<b>56</b>
<b>B. Tabelle Übersicht Großstörungen mit Ausgangspunkt „Spannungsproblem“ .....</b>		<b>59</b>