

Schutzkonzeption für 110-kV-/MS-Anlagen der Verteilnetzbetreiber

„OMICRONcamp“ Anwendertagung 2011

Dipl.-Ing. Klaus Hinz
VDE Region Nord
hinzk@t-online.de

Dipl.-Ing. Walter Schossig
VDE Thüringen
info@walter-schossig.de

VDE

OMICRON

Themenübersicht OMICRONcamp 2010

□ Zur Anwendertagung 2010 wurden behandelt:

- Grundlagen/Notwendigkeit für einen Schutz
- Anforderungen an Anregesicherheit und -verlässlichkeit
- sowie Abschaltzeit beim Haupt- und Reserveschutz
- Einbeziehung von dezentralen Einspeisern

<http://www.omicron.at/de/support/customer/papers/awt2010/>

Schutzkonzepte

Inhalt eines Schutzkonzeptes

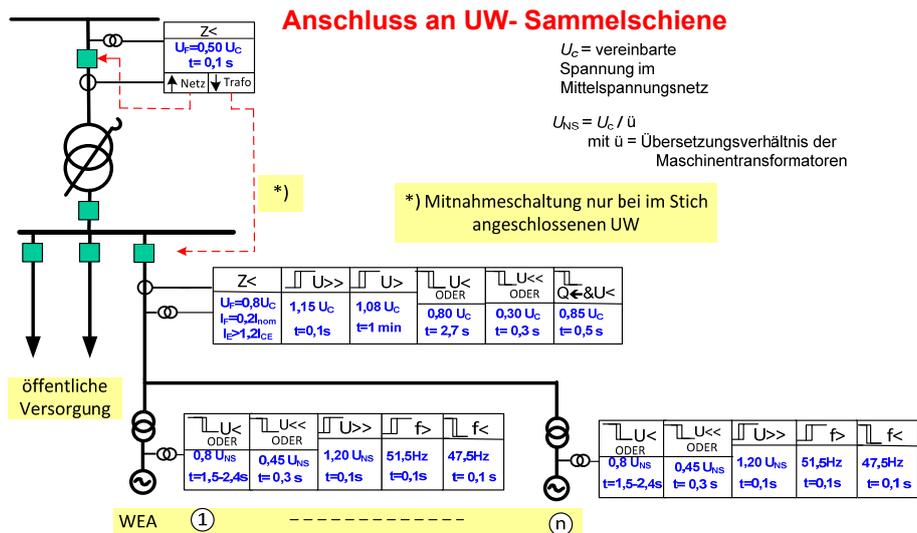
Maximal zulässige Auslösezeit

Schutzbereich	Haupt-schutz	Reserve-schutz	Schalterver-sagerschutz
110-kV-Leitung	120 ms / 400 ms *	2 s	-
MS-Leitung u. - Anlagen	1 s	2 s	-
110-kV-/MS- Trafo	150 ms	2 s	300 ms
MS-/0,4-kV- Trafo	300 ms	2 s	-

* Zur Überstaffelung von Kupplungen kann 600 ms erforderlich sein

Schutzkonzeption

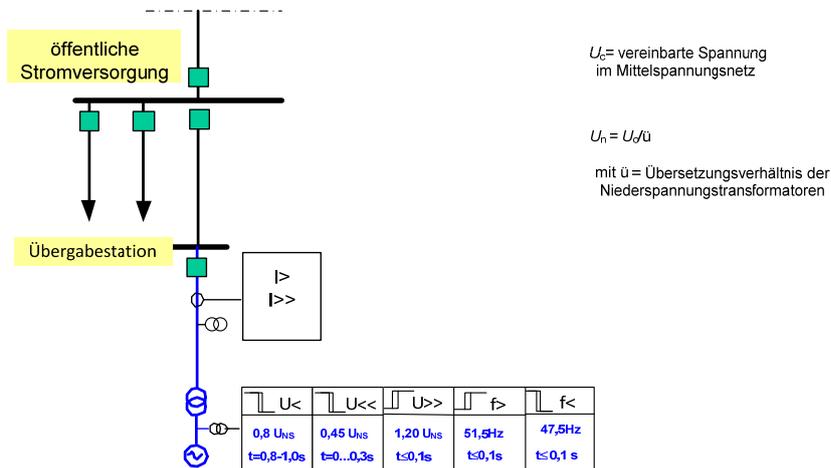
Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz



Schutzkonzeption

Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz

Anschluss im MS-Netz - ohne Blindstromeinspeisung im Fehlerfall



Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

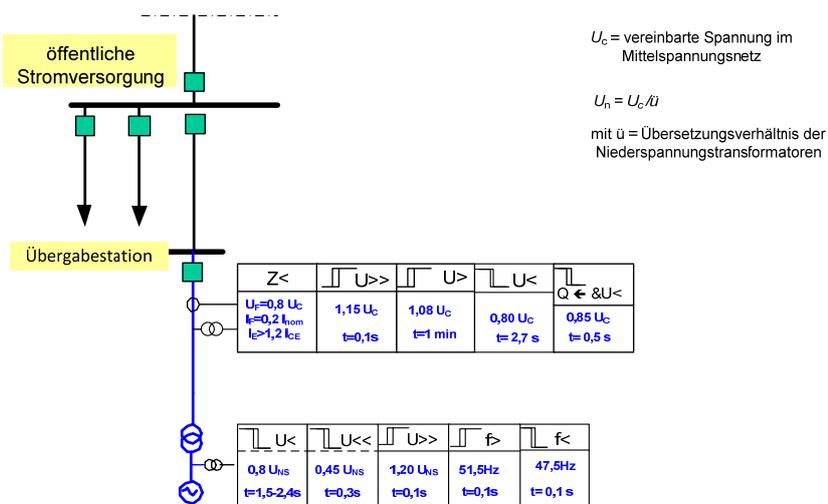
OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

5

Schutzkonzeption

Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz

Anschluss im MS-Netz - mit Blindstromeinspeisung im Fehlerfall



Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

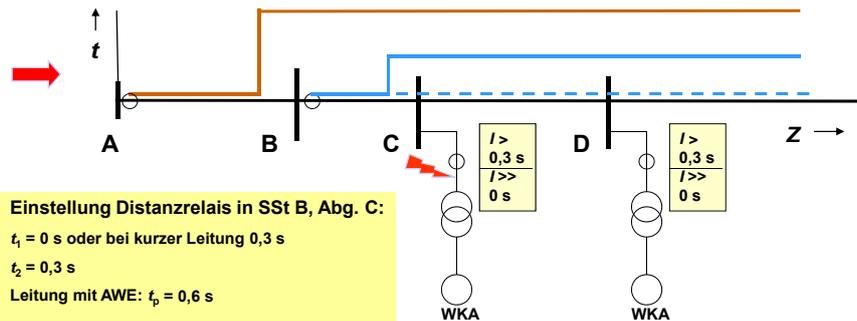
OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

6

Schutzkonzepte

Beispiele für Schutzkonzepte

Staffelung zur selektiver Fehlererfassung angeschlossener Einspeiser im MS-Netz



Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

Schutzkonzeptionen für 110-kV-/MS-Anlagen der Verteilnetzbetreiber (VNB)

Diskussionsvorschlag

- Reserveschutz für MS-Leitungen
- Haupt- und Reserveschutz für Transformatoren
- Redundanzen in der Hilfsenergieversorgung
- Q-U-Schutz für Netzeinspeisungen
- Schutz von 110-kV-SF₆-Anlagen
- Kupplungsschutz

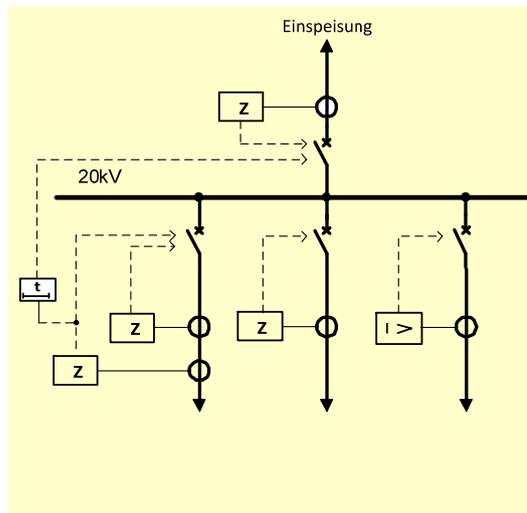
Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

8

Schutzkonzeption

Reserveschutzkonzeption für MS-Leitungsabgänge



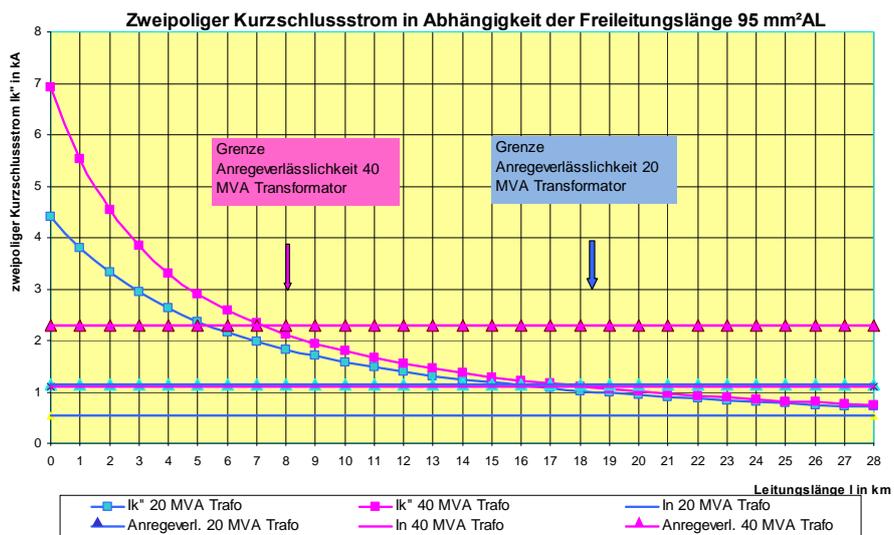
Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

9

Schutzkonzeption

Reichweite der Überstromanregung



Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

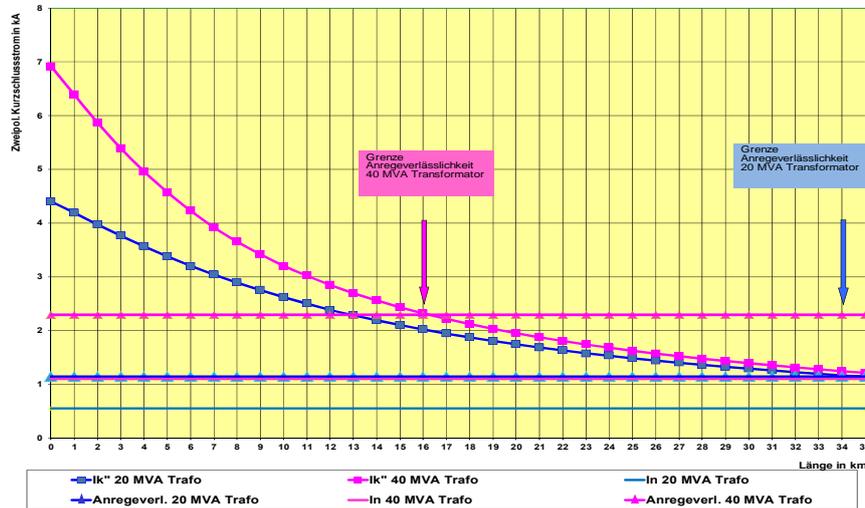
OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

10

Schutzkonzeption

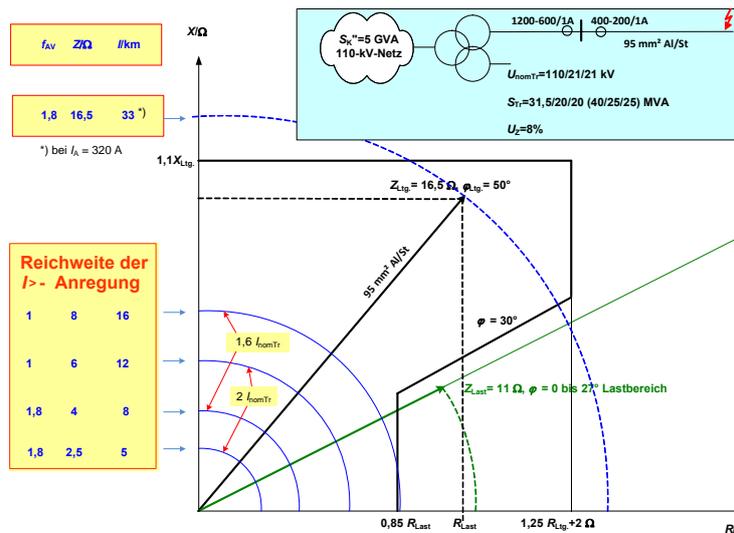
Reichweite der Überstromanregung

Zweipoliger Kurzschlussstrom in Abhängigkeit der Kabellänge 20-kV-VPE-Kabel 150 mm²



Schutzkonzeption

Transformator-Distanzschutz als Anlagen- und Reserveschutz



Schutzkonzeption

Transformator-Distanzschutz als Anlagen- und Reserveschutz

Einstellwerte der R-X-Anregung

S_n [MVA]	16	20	25	31,5	40	50	Bemerkung
u_L [%]¹)	12/11	12/11	12/11	12/11	12/11	12/11	
$X_{A \text{ prim.}}$ [Ω]	20	20	20	20	20	20	
$R_{A1 \text{ prim.}}$ [Ω]⁶)	14	11	9	7	5,5	4,5	$R_{LL} = R_{LE}$
$R_{A2 \text{ prim.}}$ [Ω]⁶)	20	20	20	20	20	20	$R_{LL} = R_{LE}$
Z_{-A} / Z_{+A}	1	1	1	1	1	1	
α [°]	30	30	30	30	30	30	

¹) Bei Mittel-/Endstellung des Reglers bei minimaler Stufenspannung (19 Trafostufen)

⁶) Parameter ist nur fabrikabhängig vorhanden

Impedanz-(R-X-)Anregung:

- $X_A = 20 \Omega$

- $R_{A1} = \frac{0,8 U_{\text{nom}}}{1,6 \sqrt{3} I_{\text{nomTr}}} \quad \alpha = 30^\circ$

- $R_{A2} = 20 \Omega$

+ $X_A = 1,2 X_{TR \text{ St.1}}$

Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

13

Schutzkonzeption

Reserveschutzkonzeption in Umspannwerken

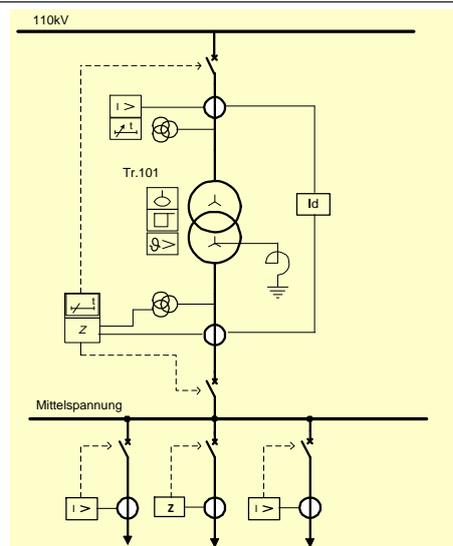


Bild 48: Schaltversagerschutz (SVS) am Transformator

[E2]

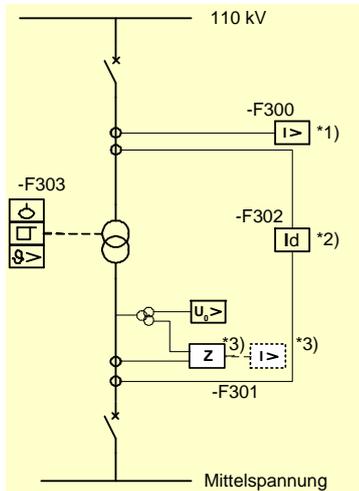
Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

14

Schutzkonzeption

Schutzsystem 110-kV-Transformator



Optionen

- Frequenzschutz
- Spannungsschutz
- Schalterversagerschutz
- Rückleistungsschutz
- Überlastschutz
- Empfindlicher Erdfehlerschutz

Bez.	Schutz	OS-Seite				US-Seite	
		Uh1	Uh2	Aus-1	Aus-2	Uh1	Aus-1
-F300	UMZ OS		X *1)		X *1)		
-F301	UMZ (DIST) US			X *3)		X	X
-F302	Differentialschutz *2)	X		X			X
-F303	Buchholzschutz		X *4)				X

*1) Wandlerstrom-, Kondensatorgerät oder von 2. Batterie versorgt

*2) Differentialschutz ab Transformatorleistung 5 MVA

*3) Unverzögert oder verzögert (Schalterversagerfunktion)

*4) Falls keine 2. Batterie vorhanden an U_{h1} anschließen

Bild 40: Schutz eines Transformators von 1 MVA bis 100 MVA

[E2]

Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

15

Schutzkonzeption

Beispiele für Schutzkonzeption

Schutzeinrichtungen in Abhängigkeit der Transformatorleistung

	bis 630 kVA	bis 1000 kVA	bis 10 MVA	bis 100 MVA Zweiwickler	bis 100 MVA Dreiwickler	ab 100 MVA
HH-Sicherungen OS	X	X				
Überstromzeitschutz OS			X	X	X	X
Distanzschutz OS						
Überstromzeitschutz MS					X	
Distanzschutz MS						X
Überstromzeitschutz US			X	X	X	X
Distanzschutz US						
Übertemperatur 1. St. *)	O	O	X	X	X	X
Übertemperatur 2. St. *)			X	X	X	X
Buchholzschutz			X	X	X	X
Überw. Stufenschalter			X	X	X	X
Differentialschutz			ab 5 MVA	X	X	X

*) Meldung und ggf. Auslösung

X - Einsatz üblich

OS - Oberspannungsseite

MS - Mittelspannungsseite

US - Unterspannungsseite

O - wahlweiser Einsatz

[E2]

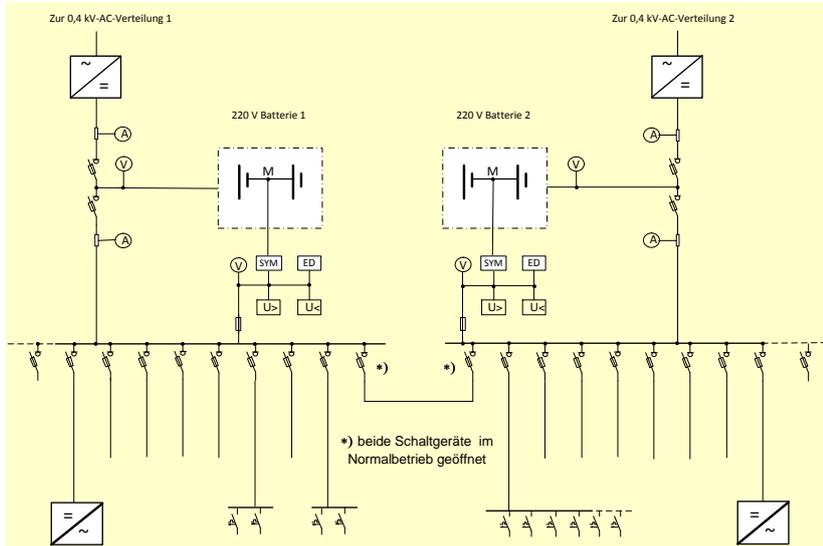
Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

16

Schutzkonzeption

Beispiel für Schutzkonzeption DC-Anlage



[E2]

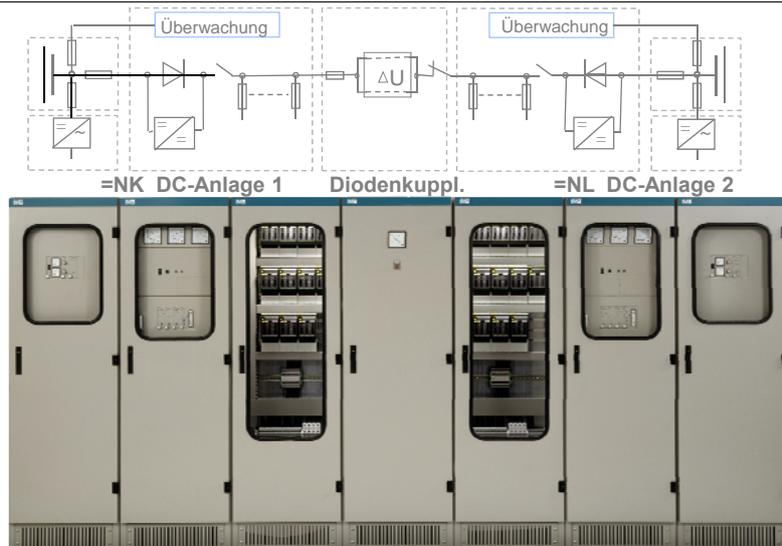
Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

17

Schutzkonzeption

Beispiel für Schutzkonzeption DC-Anlage



Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

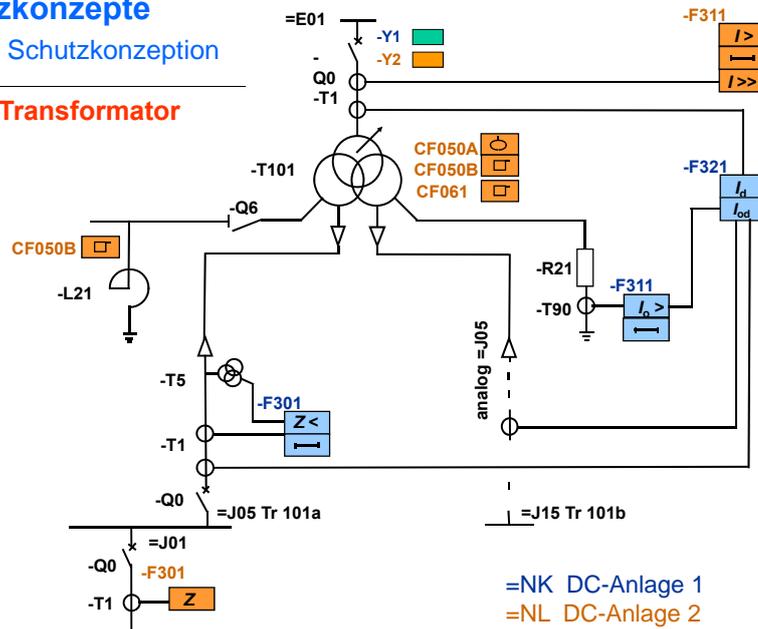
OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

18

Schutzkonzepte

Beispiel Schutzkonzeption

110-kV-Transformator



Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

19

Schutzkonzeption

Q-U-Schutz: Blindleistungsrichtungs-Unterspannungsschutz

- Bei Absinken und Verbleib der Spannung am Netzanschlusspunkt auf unter 85 % der Bezugsspannung und gleichzeitigem Blindleistungsbezug muss die Erzeugungsanlage mit einer Zeitverzögerung von 0,5 s vom Netz getrennt werden.
 - Bezugsspannung im Hoch- und Höchstspannungsnetz ist U_n , in Mittelspannungsnetzen U_c
 - Der Spannungswert bezieht sich auf den größten Wert der verketteten Netzspannungen, d.h. dass alle drei Spannungen $0,85 U_c$ unterschreiten müssen.

[Q-U]

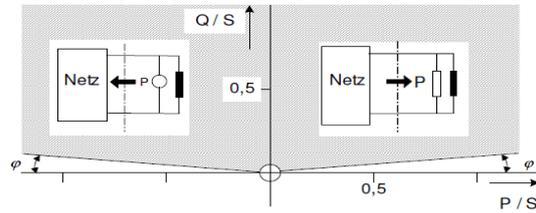
Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

20

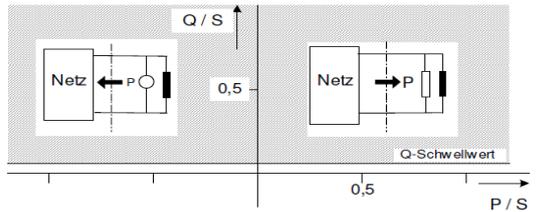
Schutzkonzeption

Q-U-Schutz: Blindleistungsrichtungs-Unterspannungsschutz



Freigabestrom: 0,1 In
Kennlinienneigung $\varphi = 3^\circ$

Bild 1 Auslösebereich der Blindleistungskennlinie (Variante 1)



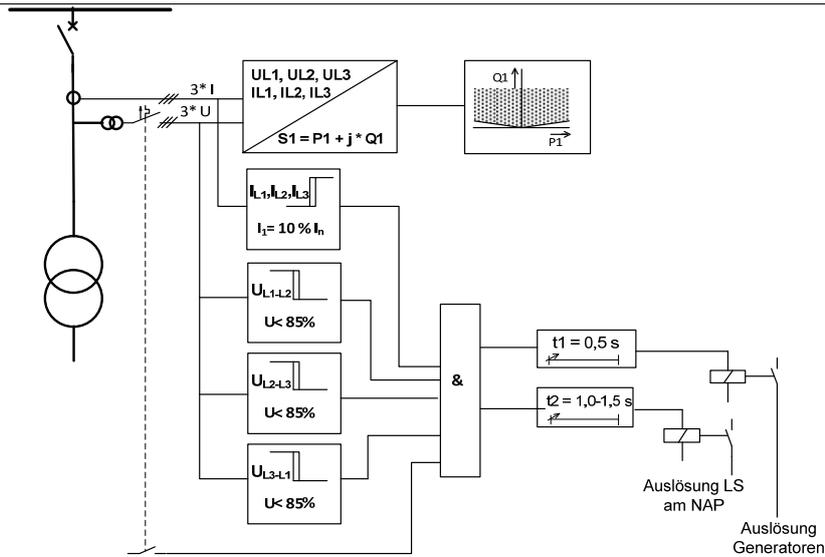
Q-Schwellwert: $0,05 S_A$

Bild 2 Auslösebereich bei konstanter Blindleistungsüberwachung (Variante 2)

[Q-U]

Schutzkonzeption

Q-U-Schutz: Blindleistungsrichtungs-Unterspannungsschutz



[Q-U]

Schutzkonzeption

Wiederzuschaltbedingungen Q-U-Schutz

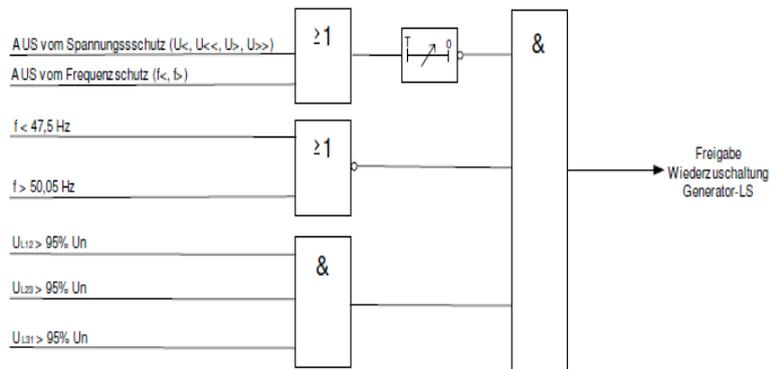
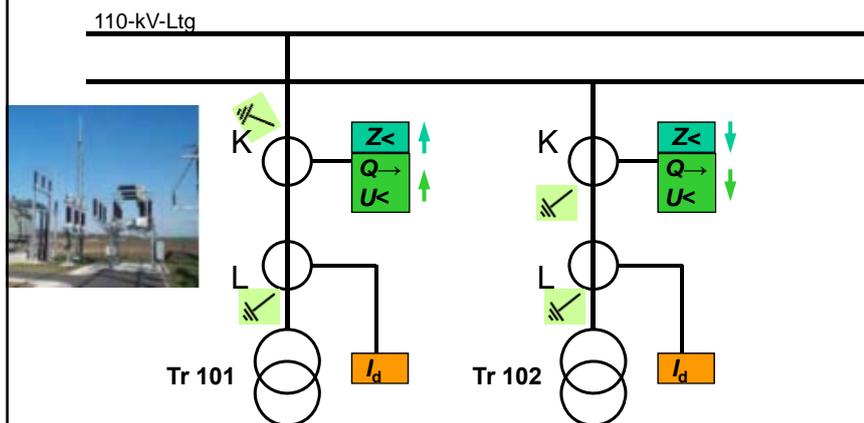


Bild 6 Funktionsschema der Wiederzuschaltung eines Generator-LS mit Netzanschlusspunkt der Erzeugungsanlage im MS-Netz

[Q-U]

Schutzkonzeption

Beispiel einer Anlage, wie sie nie ans Netz gehen dürfte



So wurde die Anlage mit Herstellerbescheinigung und angeblicher Prüfung übergeben

Schutzkonzepte

Weitere Schwerpunkte einer Schutzkonzeption

- Schutz von 110-kV-SF₆-Anlagen
- Kupplungsschutz

Eine Behandlung war aus Zeitgründen nicht möglich

Schutzkonzeption Empfehlungen und Richtlinien

- [E1] Bergauer,G.; Fischer,W.; Hauschild,J.; Hinz,K.; Hupfauer,H.; Hübl,I.; Kühn,H.; Nowak,W.; Roth,H.; Sack,H.; Wührmann,B.: Richtlinie für digitale Schutzsysteme. 1. Auflage 2003, VDN/VEÖ.
http://www.vde.de/de/fnn/dokumente/documents/richtlinie-digitale-schutzsysteme_vdn2003-11.pdf
- [E2] Leitfaden zum Einsatz von Schutzsystemen in elektrischen Netzen. VDE-FNN / VEÖ. Ausg. September 2009
<http://www.vde.de/de/infocenter/seiten/details.aspx?esishopitemid=0a2decea-9c27-4541-aa57-6b75845f7602>
- [E12] Richtlinie für den Sammelschienenschutz. 3. Auflage 2001 und Anregeprobleme beim Reserveschutz. Ausg. Juni 1992. VDEW/VEÖ. <http://www.bdew.de>
- [E22] PEHLA Richtlinie Nr. 4. Empfehlung für die Anwendung von VDE 0670, Teil 601/9.84 oder IEC 298 (1981) – Appendix AA für die Prüfung des Verhaltens von metallgekapselten Hochspannungsschaltanlagen bei inneren Lichtbögen (Störlichtbögen).
- [E33] Albrecht,E.W.: Effektive Staffelung von Überstromzeitrelais.OMICRON Anwendertagung 2003.
<http://www.omicron.at/de/support/customer/appnotes/03-awt/>
- [E33] Albrecht,E.W.: Effektive Staffelung von Überstromzeitrelais.OMICRON Anwendertagung 2003.
<http://www.omicron.at/de/support/customer/appnotes/03-awt/>
- [E36] Herrmann.H.-J.; Ludwig,A.; Föhring,H.; Kühn,H.; Oechsle,F.: German Practice of Transmission System Protection. CIGRE 306-1 bis 12, 2007 October 15-20, Madrid, 306 German Transmission Protection.pdf
- [E37] Hinz,K.; Schossig,W.: Schutzkonzepte für 110-kV-/MS-Anlagen der Verteilnetzbetreiber. „OMICRONcamp“ Anwendertagung 2010.
<http://www.omicron.at/de/support/customer/papers/awt2010/>

Schutzkonzeption Empfehlungen und Richtlinien

- [P4] Mittelspannungsschutz mit AWE und Steuerung. S. 21-29, Applikations-Beispiele für SIPROTEC-Schutzgeräte. SIEMENS 2005, E50001-K4451-A101-A1, <http://siemens.siprotec.de>
- [P11] Realisierung eines gerichteten Überstromzeitschutzes mit SIPROTEC 7SA6. S. 117-120, Applikations-Beispiele für SIPROTEC-Schutzgeräte. SIEMENS 2005, E50001-K4451-A101-A1, <http://siemens.siprotec.de>
- [P21] Einfacher Sammelschienenschutz durch rückwärtige Verriegelung. S. 223-225, Applikations-Beispiele für SIPROTEC-Schutzgeräte. SIEMENS 2005, E50001-K4451-A101-A1, <http://siemens.siprotec.de>
- [MS-EZ] Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz. Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz. Ausgabe Juni 2008, bdew, http://www.vde.de/de/fnn/dokumente/documents/rl_ea-am-ms-netz_bdew2008-06.pdf
Ergänzung http://www.vde.de/de/fnn/dokumente/documents/bdew_rl_ea-am-ms-netz_2008-06_ergaenzung_2009-01.pdf
- [Q-U] Lastenheft Blindleistungsrichtungs-Unterspannungsschutz. FNN Ausgabe Februar 2010
<http://www.vde.com/de/fnn/arbeitsgebiete/schutztechnik/Seiten/Q-U-Schutz.aspx>