

## 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

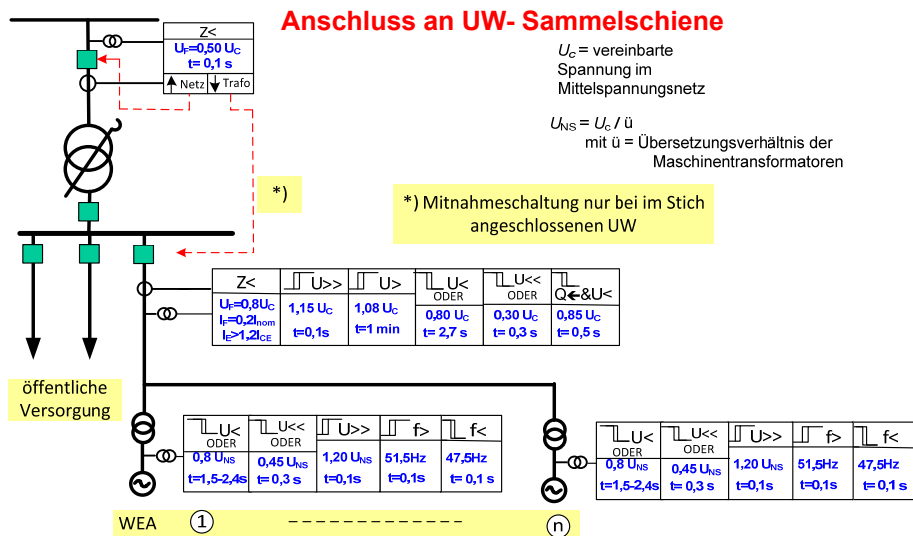
### Maximal zulässige Auslösezeit

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

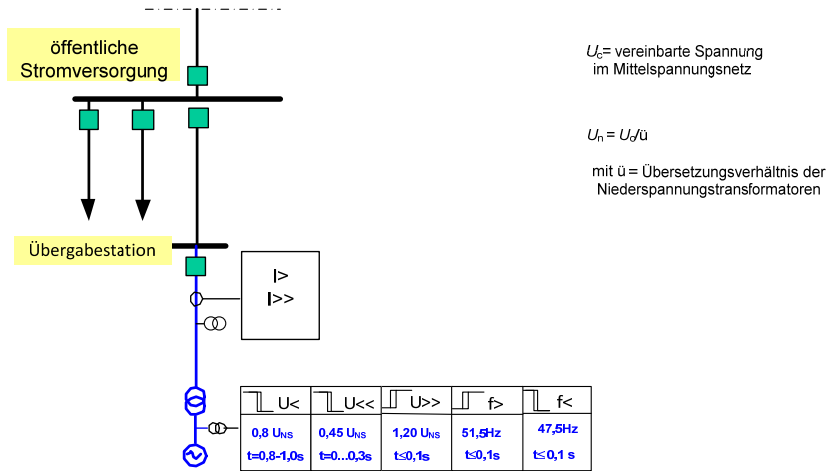
Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz



## Schutzkonzeption

### Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz

#### Anschluss im MS-Netz - ohne Blindstromeinspeisung im Fehlerfall



Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

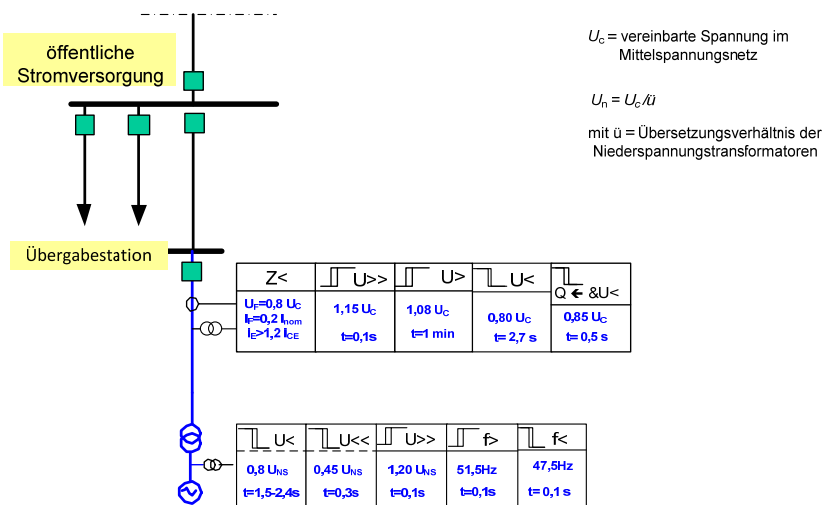
OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

5

## Schutzkonzeption

### Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz

#### Anschluss im MS-Netz - mit Blindstromeinspeisung im Fehlerfall



Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

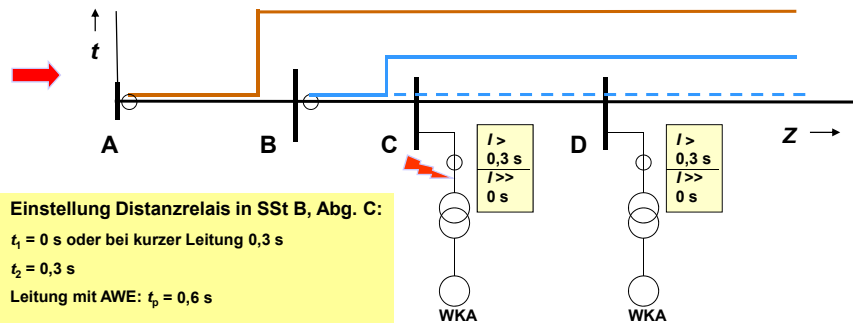
OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

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-SF<sub>6</sub>-Anlagen
- Kupplungsschutz

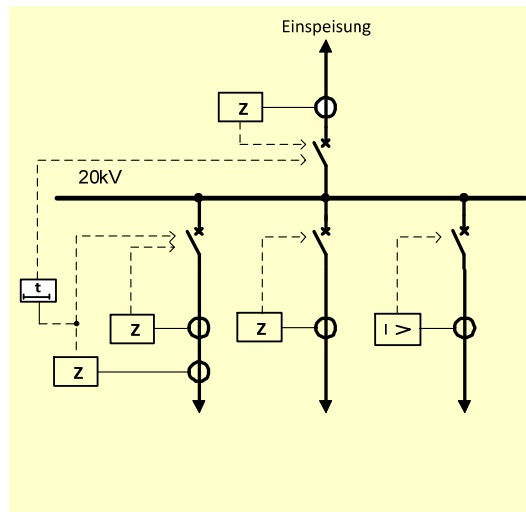
Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

8

## Schutzkonzeption

### Reserveschutzkonzeption für MS-Leitungsabgänge



[E2]

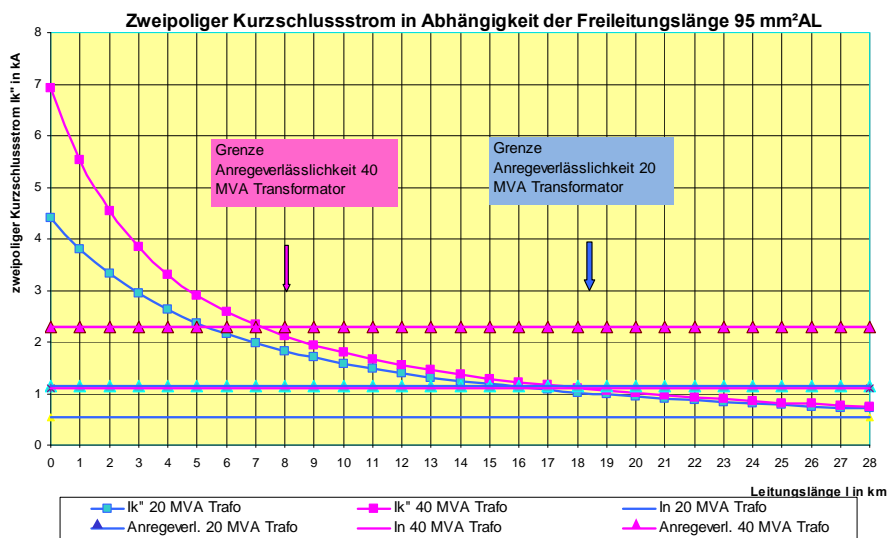
Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

9

## Schutzkonzeption

### Reichweite der Überstromanregung



Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

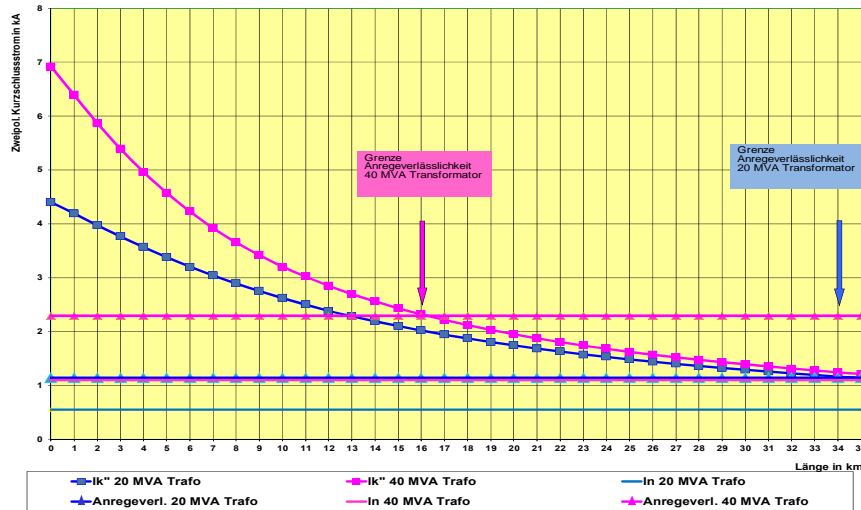
OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

10

# Schutzkonzeption

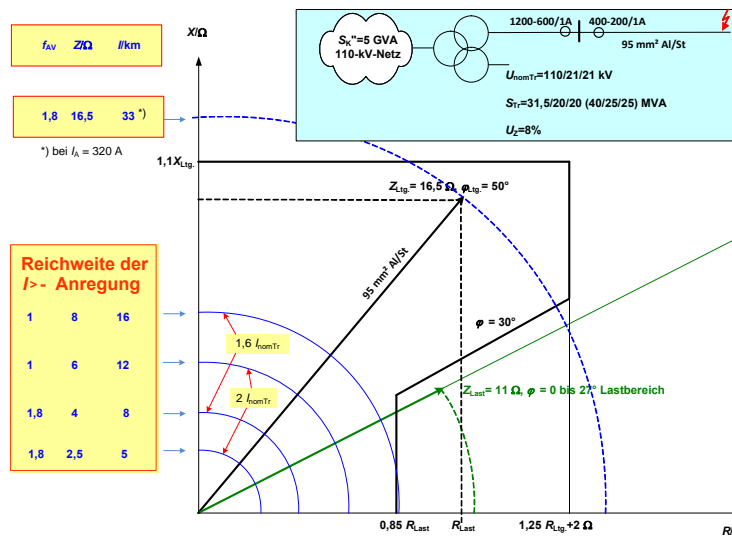
## Reichweite der Überstromanregung

Zweipoliger Kurzschlussstrom in Abhängigkeit der Kabellänge 20-kV-VPE-Kabel 150 mm<sup>2</sup>



# 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	
$X_{A \text{ prim.}}$ [ $\Omega$ ]	20	20	20	20	20	20	
$R_{A1 \text{ prim.}}$ [ $\Omega$ ]⁶)	14	11	9	7	5,5	4,5	$R_{LL} = R_{LE}$
$R_{A2 \text{ prim.}}$ [ $\Omega$ ]⁶)	20	20	20	20	20	20	$R_{LL} = R_{LE}$
$Z_{-A} / Z_{+A}$	1	1	1	1	1	1	
$\alpha$ [°]	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

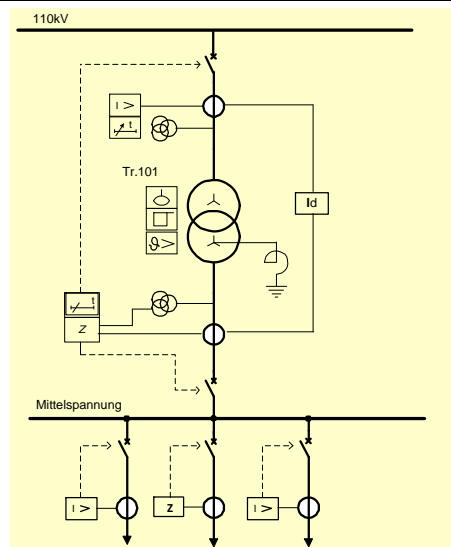


Bild 48: Schaltversagerschutz (SVS) am Transformator

[E2]

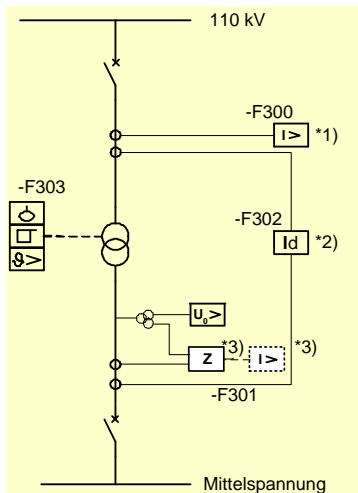
Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

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

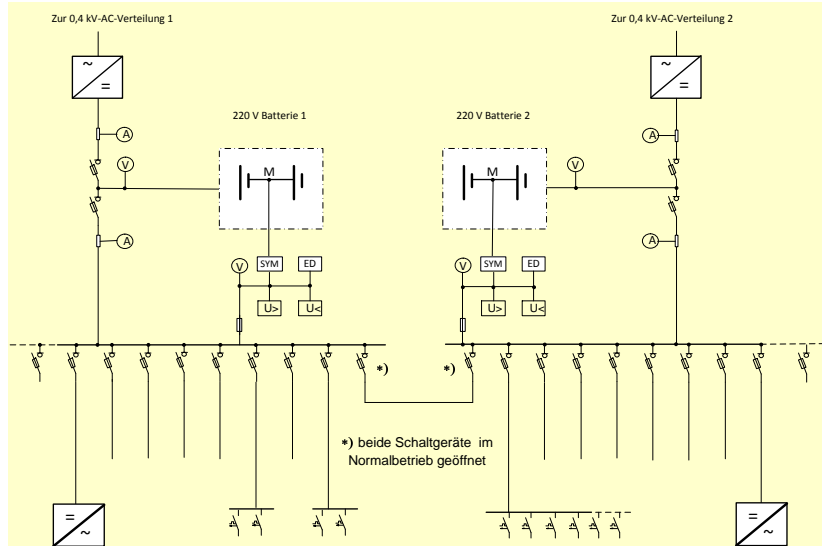
OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

16



## Schutzkonzeption

### Beispiel für Schutzkonzeption DC-Anlage



[E2]

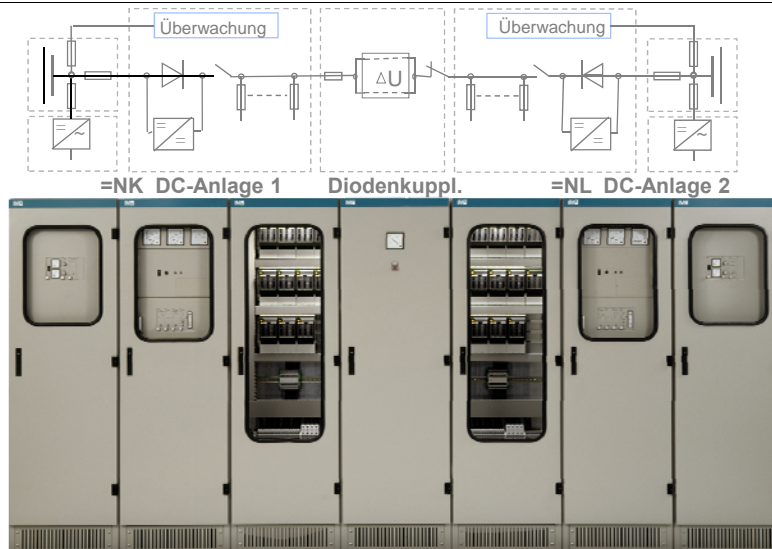
Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

17

## Schutzkonzeption

### Beispiel für Schutzkonzeption DC-Anlage



Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

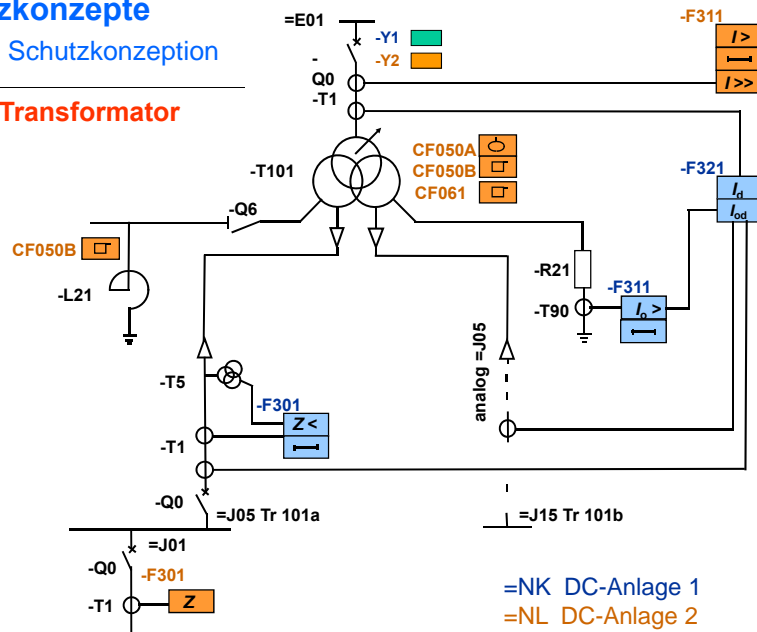
OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

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]

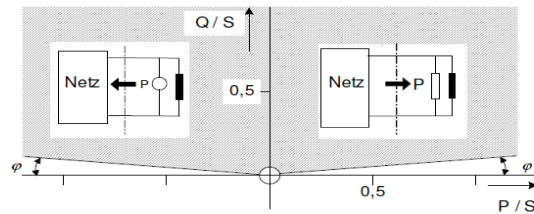
Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011

OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

20

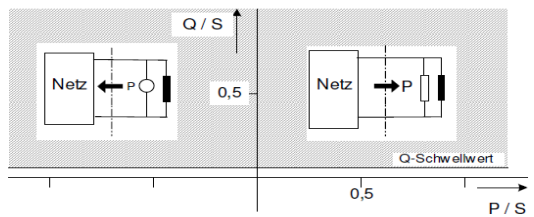
## Schutzkonzeption

### 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)

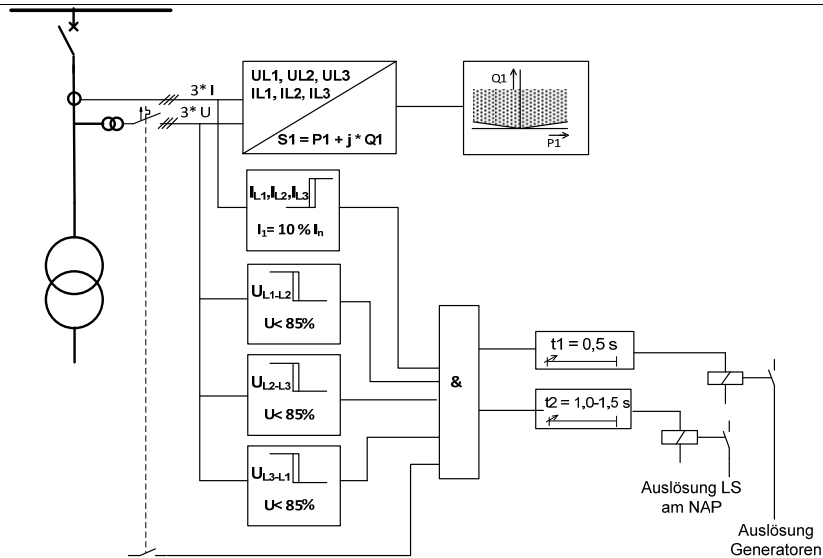
[Q-U]

Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011 OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

21

## Schutzkonzeption

### Q-U-Schutz: Blindleistungsrichtungs-Unterspannungsschutz



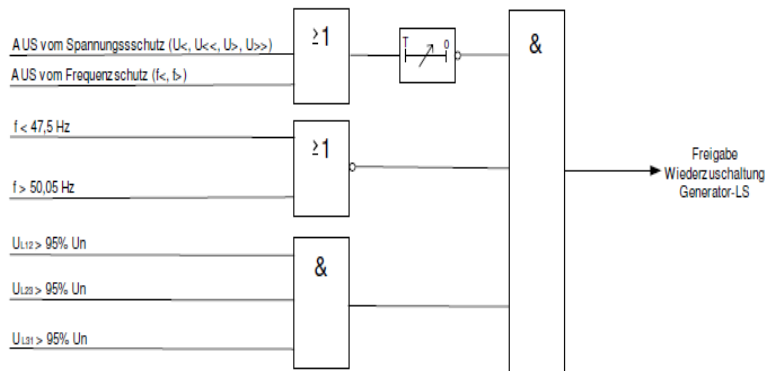
[Q-U]

Darmstadt, 24. – 26. Mai 2011 OMICRONcamp Hinz, K. / Schossig, W.

22

## Schutzkonzeption

### Wiederzuschaltbedingungen Q-U-Schutz

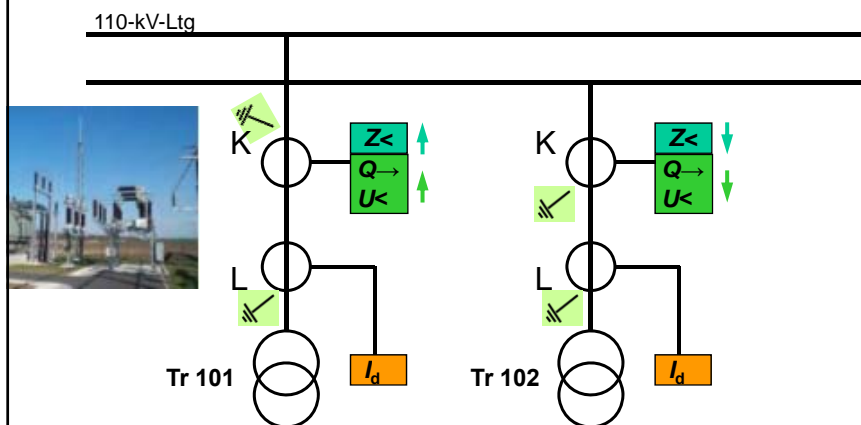


**Bild 6** Funktionsschema der Wiederzuschaltung eines Generator-LS mit Netzanschlusspunkt der Erzeugungsanlage im MS-Netz

[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-SF<sub>6</sub>-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](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. Aug. 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. Aug. 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 Hochspannungs-Schaltanlagen 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](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](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>