

Alles geregelt

Differentialschutz SIPROTEC 7UT635 für die Allgäuer Überlandwerke

■ Das Unternehmen

Energie für das Allgäu – dieser Aufgabe hat sich die Allgäuer Überlandwerk GmbH (AÜW) verpflichtet. Sie liefert Strom an über 80 000 Kunden.

Das AÜW versteht sich als Energiedienstleister, der seinen Kunden über die bloße Lieferung hinaus eine Vielzahl von Serviceleistungen rund um den Strom anbietet.

Die Ausgangssituation

Schräg- bzw. Querregeltransformatoren werden zur Steuerung der Spannung und des Leistungsflusses in Energieversorgungsnetzen eingesetzt. Es handelt sich dabei um spezielle Transformatoren. Der Einsatz von Differentialschutz 7UT5 und 7UT6 ist bisher nur dadurch möglich, in dem der Schutz relativ unempfindlich eingestellt wird. Der Messalgorithmus ist für eine Schaltgruppenkorrektur von $N \cdot 30^\circ$ konzipiert ($N = 0,1..11$) und wird entsprechend dem Leistungsschild des Trafos auf die Schaltgruppe 0 voreingestellt. Das Problem ist, dass der Schrägregler eine von null abweichende Winkelverschiebung erzeugt.

Der Schrägregler der Überlandwerke (s. Bild 2) besteht aus einem Stufenschalter, der auf der Seite 1 angeordnet ist und die Längsregelung übernimmt.

Empfindliche Einstellung sichert Schutz

Auf der Seite 2 findet die Querregelung statt, indem eine phasenfremde Spannung zur Längsspannung der Trafowicklung addiert wird. Aus der Übersicht in Bild 2 ist zu sehen, dass zum Beispiel auf die Phase L1 eine Querspannung der Phase L3 oder L2 addiert wird – je nach Stufenstellung des Schrägreglers. Die Höhe der Querspannung kann geregelt werden. Resultierend ergibt sich eine Winkelverschiebung zwischen Ober- und Unterspannungsseite, die nicht mehr 0 Grad ist, sondern maximal $\pm 35^\circ$ betragen kann. Da je nach Leistungsfluss in positiver und negativer Richtung geregelt werden kann, ergeben sich erhebliche Differenzströme schon unter normalen Bedingungen. Im Kurzschlussfall kann es bei einem Fehler außerhalb des Schutzbereiches zur einer Überfunktion des Schutzes kommen – selbst wenn dieser mit Nennstrom circa viermal unempfindlicher als ein normaler Differentialschutz eingestellt wird.



Bild 1 Schrägregeltransformator der Überlandwerke in Kempten

In Bild 3 ist ein solcher Fehlerfall in der Auslösekennlinie des Schutzes eingetragen und führt bei der gewählten Einstellung zur Überfunktion. Eine noch unempfindlichere Einstellung des Schutzes, hätte das gesamte Schutzkonzept mit Differentialschutz in Frage gestellt.

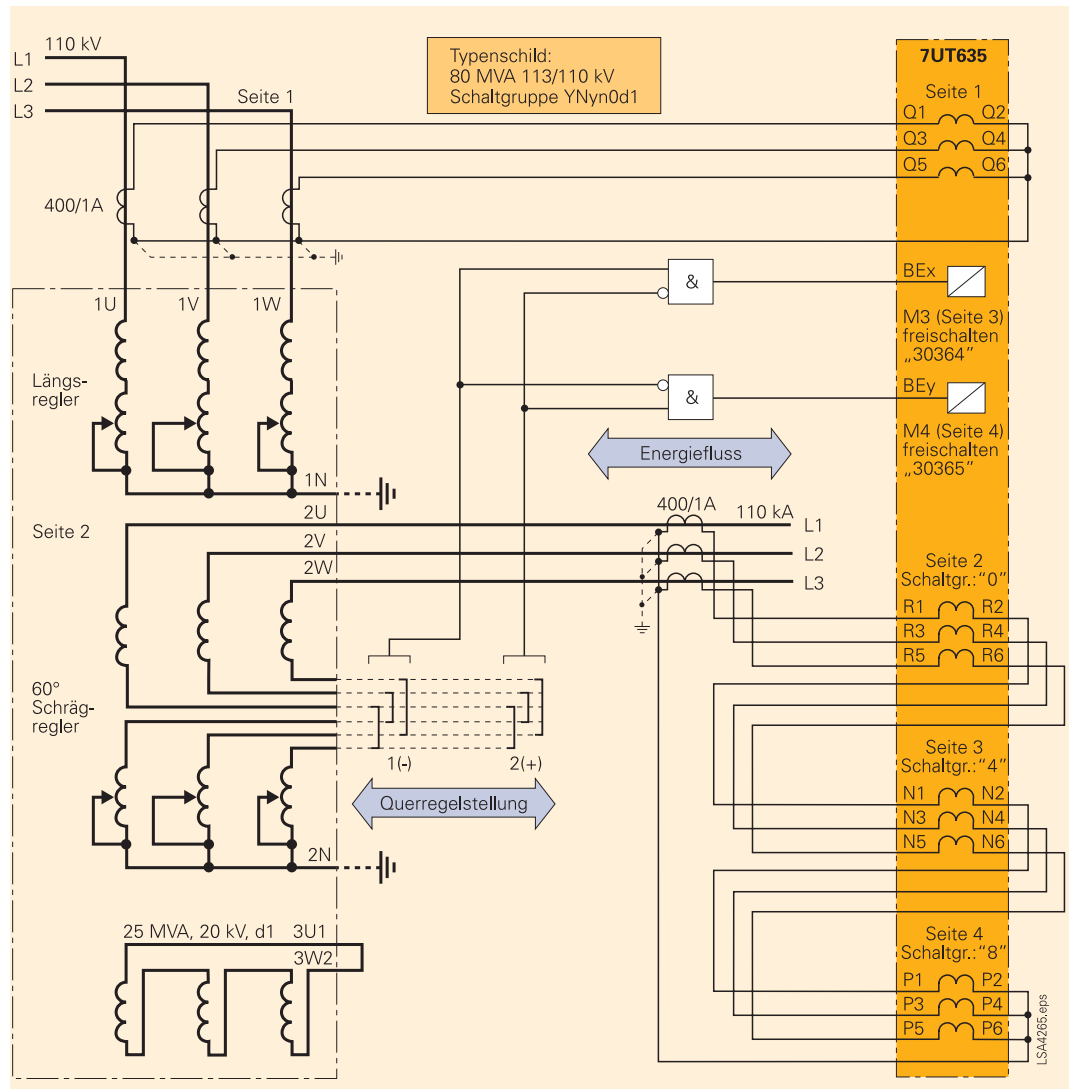


Bild 2 Schrägregeltransformator mit Anschaltung des Transformator-differentialschutzes 7UT635

■ **Das Konzept**

Zur Analyse des Problems wurde der Schrägregler mit seinem großen Regelbereich im Computer mathematisch simuliert. Das mathematische Modell gestattet es, die Ströme der Seite 1 und Seite 2 des Transformators zu rechnen. Diese Ströme werden vom Schutzgerät 7UT635 gemessen (Anschluss gemäß Bild 2). Auch die Schaltgruppenanpassung und der Differentialschutzalgorithmus sind auf dem Computer nachgebildet, so dass die gerechneten Ströme direkt als Eingangsgröße für die Simulation des Schutzes verwendet werden. Über eine Prüfeinrichtung lassen sich die gerechneten Ströme auch auf ein Schutzgerät 7UT6 ausgegeben und werden über Analogverstärker ins Schutzgerät auf Seite 1 und Seite 2 eingespeist. Durch dieses systematische Vorgehen wird das Verhalten des Transformators und des Schutzes nachgebildet.

Ferner können die Ergebnisse der Simulation mit Fehlerfällen verglichen werden, die der Kunde über Störschriebe bereits aufgezeichnet hatte. Somit war es wiederum möglich, das Modell zu überprüfen.

Die Lösung sollte ohne Veränderung des Messverfahrens und der Schaltgruppenkorrektur des Schutzes arbeiten und auf dem vorhandenen Gerät umgesetzt werden.

Kompensation über Parametrierung

Die Aufgabe bestand darin, die große Phasendre-
hung der Querregelung schaltungstechnisch und
über Parametrierung zu kompensieren, wobei der
positive und negative Regelbereich zu berücksich-
tigen ist.

Dazu wird der gemessene Strom der Seite 2 auf
zwei weitere Eingangswicklungen des Gerätes ge-
führt. Die Anschaltung zeigt Bild 2. Die Schalt-
gruppe und Daten für diese Wicklungen werden
nun so gewählt, dass das Querregelverhalten bei
der Schaltgruppenkorrektur im Gerät weitgehend
kompensiert werden kann.

Selektiver Kurzschlusschutz SIPROTEC 7UT63

Als Schutzgerät wurde das 7UT635 ausgewählt,
das 3 zusätzliche Wicklungen anbietet, wobei
2 Wicklungen verwendet werden. Der Schräg-
regler wird parametrieretechnisch wie ein Vier-
wicklungstransformator behandelt. Seite 3 misst den
Strom für den positiven und Seite 4 den negativen
Regelbereich. Für das 7UT613 / 7UT635 können
die Strommesseingänge der Seiten über Binärein-
gang zu- und abschaltet werden. Diese Produkt-
eigenschaft, die für eine andere Anwendung reali-
siert wurde, kann hier vorteilhaft eingesetzt
werden.

Entsprechend des prinzipiellen Lösungsansatzes
wurde nun für den Transformator der Überland-
werke eine Parametrierung des Schutzes erarbeitet
und mit DIGSI ins Gerät übertragen. Die Einstel-
daten zeigt Bild 4.

Die besonderen Vorteile

Optimiert für Phasenverschiebung

Optimiert wurde die Parametrierung des Schutzes
für eine Phasenverschiebung der Querregelung
von $\pm 17,5^\circ$. Für diesen Winkel kann aus den Tra-
fodaten die zu parametrierende Längsspannung
für Wicklung 2 und die Querspannung für
Wicklung 3/4 so errechnet werden, dass der Dif-
ferenzstrom gleich Null wird. Die Schaltgruppe
der Wicklung 3/4 wird mit 4/8 eingestellt und bil-
det das Schrägregelverhalten für den gewählten
Arbeitspunkt optimal nach. Durch Überlagerung
der an den Wicklungen gemessenen Ströme ergibt
sich die Phasenverschiebung von $17,5^\circ$ für den ge-
wählten Arbeitspunkt. Von $17,5^\circ$ Grad abweichen-
de Winkel führen zu einem kleinen
Differenzstrom, der unterhalb des Ansprechwertes
liegen muss.

Überprüfung des Schutzes

Die Empfindlichkeit des Schutzes wurde so einge-
stellt, dass bei einer Phasenverschiebung von $\pm 35^\circ$
kein Fehlanprechen mehr auftreten kann, was einer
Fehlanpassung von $17,5^\circ$ gegenüber dem Ar-
beitspunkt entspricht. Dies wird mit der Einstel-

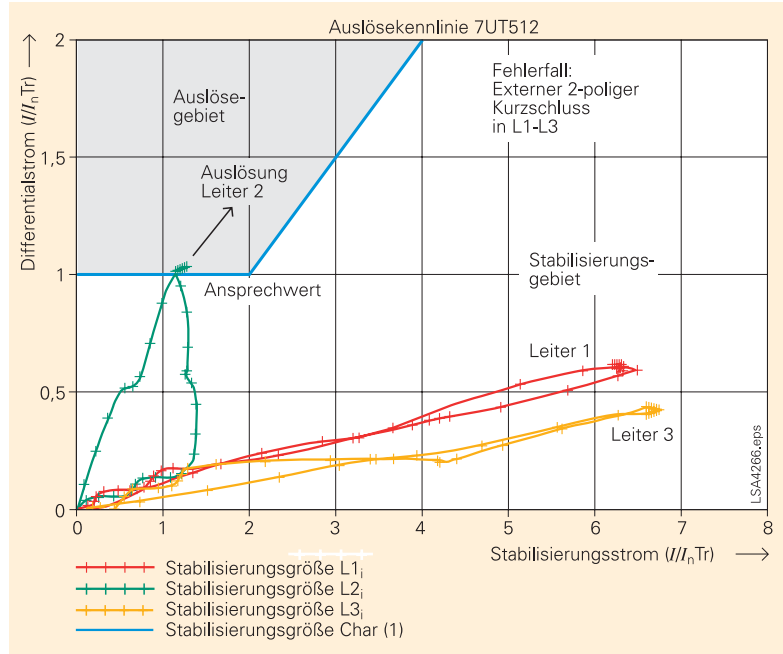


Bild 3 Schutzverhalten im Diff.-Stab.-Diagramm bei Fehlanpassung ohne Berücksichtigung der Schrägregelung

Anlagendaten 1

I-Wd|Anzahl | I-Wd|Zuord | Netzdaten | Trafo | n.zug.Mess. | Fkt. | I-Wd| | LS

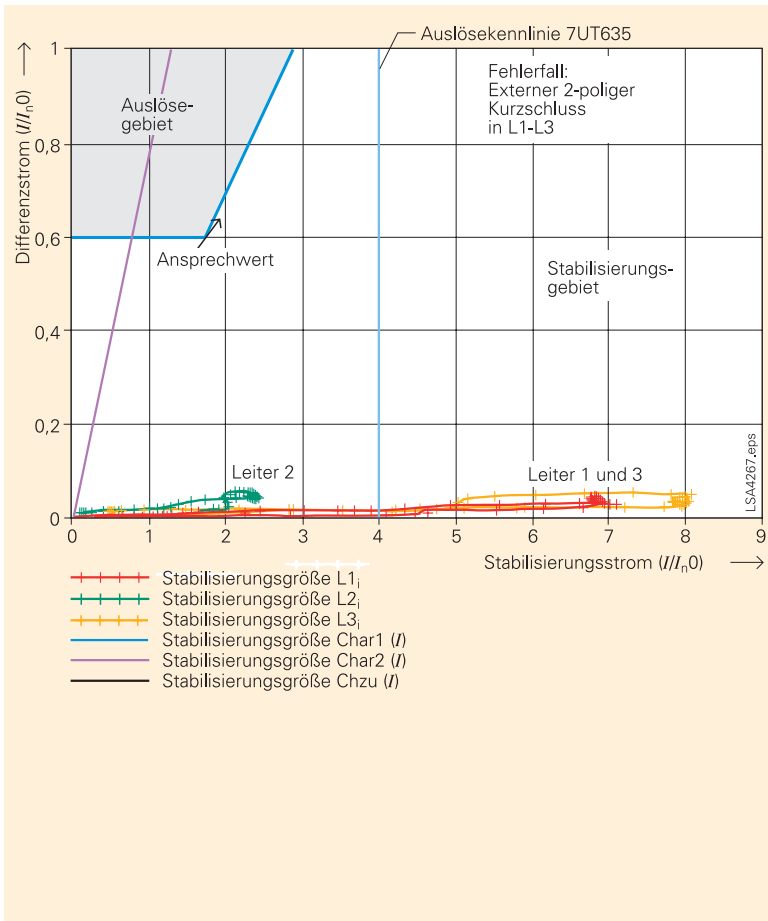
Parameter:

Nr.	Parameter	Wert
0311	Nennspannung der Seite 1 ist	107.3 kV
0312	Nennscheinleistung der Seite 1 ist	80.00 MVA
0313	Sternpunkt der Seite 1 ist	geerdet
0314	Schaltungsart der Seite 1 ist	Y
0321	Nennspannung der Seite 2 ist	119.0 kV
0322	Nennscheinleistung der Seite 2 ist	80.00 MVA
0323	Sternpunkt der Seite 2 ist	geerdet
0324	Schaltungsart der Seite 2 ist	Y
0325	Schaltgruppe der Seite 2 ist	0
0331	Nennspannung der Seite 3 ist	36.6 kV
0332	Nennscheinleistung der Seite 3 ist	80.00 MVA
0333	Sternpunkt der Seite 3 ist	geerdet
0334	Schaltungsart der Seite 3 ist	Y
0335	Schaltgruppe der Seite 3 ist	4
0341	Nennspannung der Seite 4 ist	36.6 kV
0342	Nennscheinleistung der Seite 4 ist	80.00 MVA
0343	Sternpunkt der Seite 4 ist	geerdet
0344	Schaltungsart der Seite 4 ist	Y
0345	Schaltgruppe der Seite 4 ist	8

LSP2759.tif

Bild 4 Parametrierung der Wicklungsdaten für Seite 1, Seite 2 und Seite 3 (Werte der Seite 3 gelten für Seite 4 mit Schaltgruppe 4)

lung $0,6 I_N$ erreicht, wobei dieser Wert noch
ausreichend Sicherheit bietet. Gegenüber einer
konventionellen Parametrierung wird die doppel-
te Empfindlichkeit erzielt. Durch Ausgabe ver-
schiedener Betriebs- und Fehlerfälle kann das
Verhalten des Schutzgerätes überprüft werden,
wobei aus dem Störschrieb alle wichtigen Daten
abgelesen werden können. Bild 5 zeigt das opti-
mierte Verhalten im Fehlerfall in der Auslöse-
kennlinie, der in Bild 2 noch zur Überfunktion
führte. Jetzt wird auch bei empfindlicher Einstel-
lung des Differentialschutzes eine hohe Stabilität
bei außenliegenden Fehlern erreicht.



Steuerung über Binäreingänge

Das Zu- und Abschalten der Messeingänge wird über Binäreingänge gesteuert. Bild 6 zeigt die Rangiermatrix von DIGSI 4 mit den Signalen der Messstellenfreischaltung. In einem positiven Regelbereich ($>2(+)$) von 0 - 35° ist Messeingang 4 freigegeben und im negativen Regelbereich ($<1(-)$) von 0 bis -35° der Messeingang 3. Die Umschaltung erfolgt über Signale vom Querregelstufenschalter, wenn der Energiefluss von positiver (Stellung 2+) in negative Richtung (Stellung 1-) wechselt. Im Bereich von (2+) - (1-) werden beide Eingänge blockiert und der Differentialschutz arbeitet als Zwe Wicklungstransformator mit Schaltgruppe 0.

Fazit

Die Aufgabe, die große Phasendrehung der Querregelung schaltungstechnisch und über Parametrierung zu kompensieren, wurde mit SIPROTEC 7UT635 elegant gelöst. Ferner konnte für den Differentialschutz eine deutlich empfindlichere Einstellung gewählt werden, so dass für den gesamten Regelbereich ein empfindlicher zuverlässiger Schutz zur Verfügung steht. Ein Vorteil, der auch bei allen anderen Schrägregeltransformatoren dieses Typs zum Einsatz kommen kann. Hierbei muss nur die Parametrierung an das Schutzobjekt angepasst werden.

Bild 5 Schutzverhalten im Diff.-Stab.-Diagramm bei optimierter Anpassung für einen Winkel von 17,5 Grad im gewählten Arbeitspunkt

Stellung 1 (-) Stellung 2 (+)

Parameter - Rangierung - 7UT635 / Ordner / 7UT635 V4.0/7UT635				Quelle																	
	Information			L	Typ	BE															
	Nummer	Displaytext				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Gerät						x															
Anlagendaten 1																					
Störschreibung																					
Anlagendaten 2																					
Diffschutz																					
Messst.Freisch	30361	>Freisch. I>=0		EM																	
	30362	>M1 freischalt.		EM																	
	30080	M1 freigesch.		AM																	
	30363	>M2 freischalt.		EM																	
	30081	M2 freigesch.		AM																	
	30364	>M3 freischalt.		EM																	
	30082	M3 freigesch.		AM																	
	30365	>M4 freischalt.		EM																	
30083	M4 freigesch.		AM																		

Bild 6 Messstellenfreischaltung über Binäreingang in der Rangiermatrix von DIGSI 4