

EINSATZ DER HOCHSTROM- STUFE



Walter Schossig,
geb. 1941,
Autor des Buches
„Netzschutztechnik“
und der History-Serie in
der PAC World. Als Ab-
solvant der Ingenieur-
schule Elektroenergie
Zittau arbeitete er über
40 Jahre als Elektro-
ingenieur, von 1967 an
war er bei der Thürin-
ger Energie AG, Erfurt,
für Relaischutz verant-
wortlich. Mitarbeit im
VDEW-AA „Relais- und
Schutztechnik“, im
Normenausschuss DKE
K434 „Messrelais und
Schutzeinrichtungen“
und im Bayernwerk-AK
„Schutzeinrichtungen“.
Bis heute aktiv im VDE
AK.

Der Nachteil von mitunter hohen Kurzschlussströmen auf der Hochspannungsseite von Transformatoren oder naheliegenden Leitungsfehlern kann mit Hilfe von Hochstromstufen als Vorteil genutzt werden. Sie führen zu einer Reduzierung der Fehlerzeiten und somit zu einer Verringerung des Zerstörungsgrades von betroffenen Anlagenkomponenten.

Wird elektromechanischer Überstromzeit-
schutz durch digitale Relais ersetzt, erreicht
man durch die verringerte Staffeldifferenz
($\Delta t = 0,4$ s und nun $0,3$ s) eine kleinere Fehler-
klärungszeit. Oftmals wird dabei nicht daran
gedacht, die in jedem digitalen Relais heute
vorhandene Hochstromstufe auf Einsatzfä-
higkeit zu prüfen.

HOCHSTROMSCHUTZ BEI TRANSFORMATOREN

MS/NS BZW. MS/MS

Um eine Selektivität zu den auf der Unterspan-
nungsseite vorhandenen Schutzeinrichtungen

(Sicherungen oder Sekundärschutz) zu errei-
chen, muss der auf z.B. $1,6 I_{\text{nomTr}}$ eingestellte
Überstromzeitschutz auf der Oberseite des
Transformators eine Zeitverzögerung erhalten.
Diese liegt bei $0,3$ s (bei Sicherungen auf der
Unterspannungsseite) und kann bei vorhande-
nem Sekundärschutz wesentlich höhere Zeiten
erfordern. Während bei einem Fehler im Trans-
formator hohe Kurzschlussströme auftreten,
wirkt bei einem Fehler in den Unterspannungs-
abgängen die Kurzschlussstromdämpfung
durch die Kurzschlussspannung des Transfor-
mators.

Das Prinzip der Ermittlung der Kurzschluss-
spannung zeigt **Abb. 1**. Bei einem auf der
Unterspannungsseite eingebauten dreipoligen
Kurzschluss wird die Spannung auf der
Oberspannungsseite so weit erhöht, bis der
Transformatorstrom zum Fließen kommt.
Die hiermit ermittelte Spannung ergibt im
Verhältnis zur Nennspannung die prozentuale
Kurzschlussspannung u_z bzw. u_k (beide
Bezeichnungen werden im Vorschriftenwerk
benutzt). D.h., wenn im Netzbetrieb die Be-
triebsspannung anliegt, fließt bei einem Fehler
außerhalb des Transformators ein maximaler
Strom von: **G1. 1**

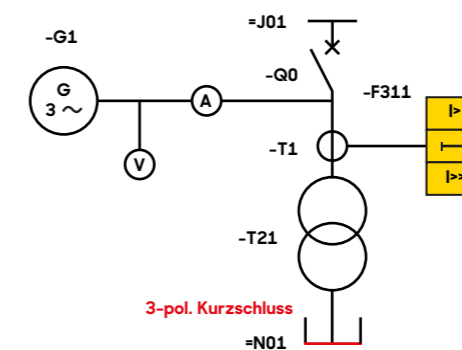


Abb. 1 Messung der Kurzschlussspannung

$$I_{\text{kmax}} = (I_{\text{nomTr}} * 100\%) / u_z$$

In **Tab. 1** sind die sich maximal ergebenden Kurzschlussströme und der entsprechende Einstellwertvorschlag angegeben. [2] Hier ist davon ausgegangen worden, dass ein starres Mittelspannungsnetz (Einbau nahe des speisenden Umspannwerkes) vorliegt. In Gebieten mit hohem Anteil an Wechselrichtern von Wind- oder Photovoltaikparks bzw. bei Verteilungen am Ende von langen Leitungen können sich Verringerungen des Kurzschlussstromes und somit des Ansprechwertes der Hochstromstufe ergeben, die mit Hilfe von Netzberechnungen zu ermitteln sind.

S_{nomTr} [kVA]	U_{zTr} [%]	$I_{k\text{max}} : I_{\text{nomTr}}$	$I_{>>} : I_{\text{nomTr}}$
< 630	4	25,0	30
630 – 4000	6	167	20
> 4000–10000	7	14,3	17

Tab. 1 Einstellung der Hochstromstufe, MS-Transformator

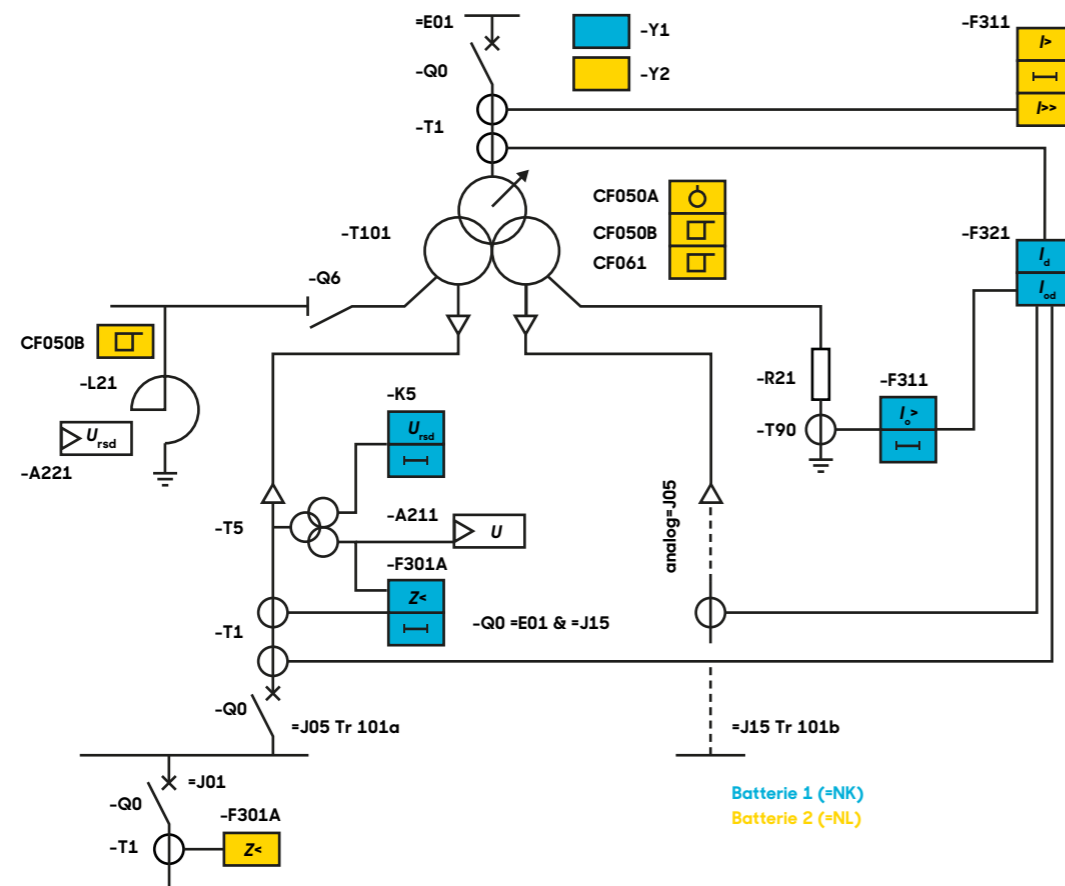


Abb. 2 Schutzkonzept eines 110/20/20-kV-Transformators

Tab. 2 Einstellregeln Hochstromstufe, 110-kV-Transformator

S_n [MVA]	16	20	25	31,5	40	50	Bemerkung
U_z [%]	12/11	12/11	12/11	12/11	12/11	12/11	
UMZ Schutz OS-Seite							
I_{nom} [A _{prim}]	80,3	100,4	125,5	158,1	200,8	251	bei 115 kV
$I_{\text{stufe 19}}$ [A _{prim}]	94,8	118,5	148,2	186,7	237,1	296,3	Regelber. ± 15,3 %
$I_{>>}$ [A _{prim}]	1000	1300	1600	2000	2500	3200	$I_{>>} = \frac{1}{0,85} I_{\text{Stufe 19}} \text{ bzw. } 2,7 \frac{100\%}{u_z}$
$t_{i>>}$ [S]	0	0	0	0	0	0	

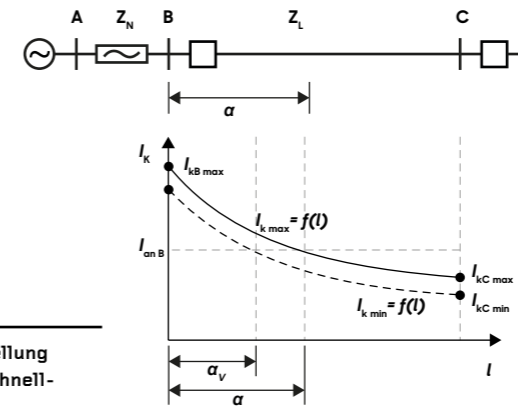
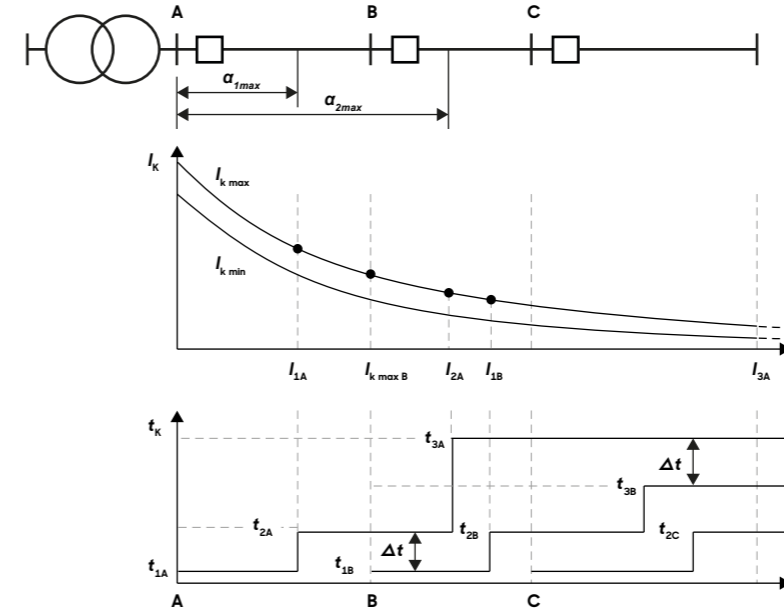


Abb. 3 Einstellung Überstromschnellschutz

Abb. 4 Wirkung Mehrstufen-Überstromschnellschutz



110 kV/MS

Abb. 2 zeigt ein Schutzkonzept für einen 110/20-kV-Transformator [2], bei dem für alle Fehlerfälle und Versagen eines Schutzrelais, Leistungsschalters oder einer Batterie ein schnellschaltender Schutz gesichert ist. So wirkt bei einem Transformatorfehler als Schutzsystem 1 das Differenzialrelais -F321. Als Schutzsystem 2 wirkt bei einem Fehler im Transformator der Buchholzschutz CF050 bzw. CF061 und bei einem Fehler auf der 110-kV-Seite außerhalb des Transformators (und natürlich auch bei einem großen Teil der Transformatorwicklungen) die Hochstromschnellschaltstufe unverzögert.

Einstellregeln für die Hochstromstufe beim Überstromzeitschutz -F311 auf der Oberspannungsseite enthält **Tab. 2**.

TRANSFORMATORSCHUTZ OHNE HILFSENERGIEVERSORGUNG

Bei durch HH-Sicherungen und Buchholz geschützte Transformatoren verzichtet man auf eine Batterie und benutzt zur Auslösung des Lasttrenners durch den Buchholzschutz eine 100-V-Speisung eines Spannungswandlers oder 220 V der Unterspannungsseite des Transformators. Wird der Lasttrenner mit angebaute Sicherungen durch einen Leistungsschalter und wandlerstrombetätigtem Überstromzeitschutz ersetzt, so sollte unbedingt eine Hochstromschnellschaltstufe genutzt werden.

HOCHSTROMSCHUTZ BEI LEITUNGEN

Für die thermische Belastung von Leitungen im Kurzschlussfall ist neben der Größe des Kurzschlussstromes die Fehlerklärungszeit maßgebend. Damit ist die Kommandozeit des Schutzes nicht nur für die Selektivität von Bedeutung. Der Einsatz eines Überstromschnellschutzes zusätzlich zum Überstromzeitschutz (Mehrstufen-Überstromschutz) kann unter bestimmten Voraussetzungen von Vorteil sein. [1]

HOCHSTROMSCHUTZ BEI IN REIHE LIEGENDEN UMZ-RELAIS

Beim Überstromschnellschutz wird auf eine Zeitselektion verzichtet und die Stromeinstellung nach dem im zu schützenden Objekt auftretenden Kurzschlussstrom so vorgenommen, dass nur Fehler auf einem Teil der zu schützenden Strecke schnell abgeschaltet werden. Eine

geringe Verzögerungszeit von etwa 50...200 ms ist hierbei wegen Einschaltströmen möglich. Die Bestimmung des Ansprechwertes für den Überstromschnellschutz ist in **Abb. 3** dargestellt und in [1] ausführlich beschrieben. Der Mehrstufenschutz ist nicht unbedingt auf zwei Stufen begrenzt, sodass mit ihm ein impedanzabhängiger Zeitschutz (ähnlich einem Distanzschutz) erreicht werden kann. Änderungen der vorgeordneten Netzimpedanz, z. B. bei Schaltzustandsänderung bzw. Parallelschaltung von Transformatoren, sind hierbei zu beachten.

HOCHSTROMSCHUTZ BEI IN REIHE LIEGENDEN DISTANZ- UND UMZ-RELAIS
Um bei Kundenstationen mit UMZ-Schutz eine Selektivität mit dem vorgeordneten Distanzschutz zu erreichen, muss die Einstellung von t_2 des Distanzrelais 0,3 s über der Kommandozeit des Transformators -T21 liegen. In diesem Fall ist $t_2 = 0,6$ s – **Abb. 5**, kann aber je nach Kommandozeit des Überstromzeitschutzes noch höhere Werte einnehmen.

Eine Nutzung der Hochstromstufe des Überstromzeitschutzes beim Transformator -T21 ermöglicht eine normal übliche Einstellung beim Distanzschutz mit $t_2 = 0,3$ s – **Abb. 6**.

AUFHEBUNG DER FALSCHSTROMSTABILISIERUNG BEI HOCHSTROM

Eine beim Differenzialschutz vorgenommene Falschstromstabilisierung ist bei einem Diff.-Strom $I_d > I_{km\max}$ nach (1) nicht mehr erforderlich, da in diesem Fall der Fehler im Diff.-Bereich liegt. Deshalb geht die Kennlinie – **Abb. 7** bei $I_d >>$ in eine Gerade über. Die Einstellung erfolgt analog **Tab. 2**.

ZUSAMMENFASSUNG

Selektivität erfordert beim Überstrom(richtungs)zeit- bzw. Distanzschutz eine erhöhte Relaisstellzeit. Eine Nutzung der Hochstromstufe auf der Oberspannungsseite der Mittelspannungstransformatoren führt zur Reduzierung der Fehlerklärungszeit beim Schutz des Transformators und der Leitungen. Bei 110-kV-Transformatoren wird ein unverzögerter Reserveschutz für Fehler außer- und innerhalb des Transformators erreicht.

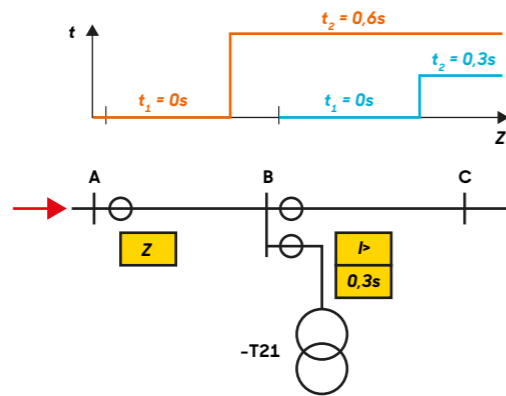


Abb. 5 Distanzschutz-Staffelplan ohne Hochstromstufe

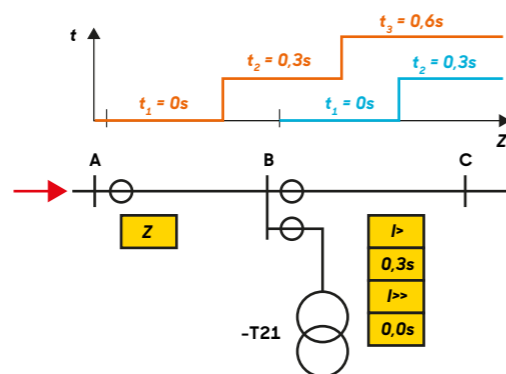


Abb. 6 Distanzschutz-Staffelplan mit Hochstromstufe

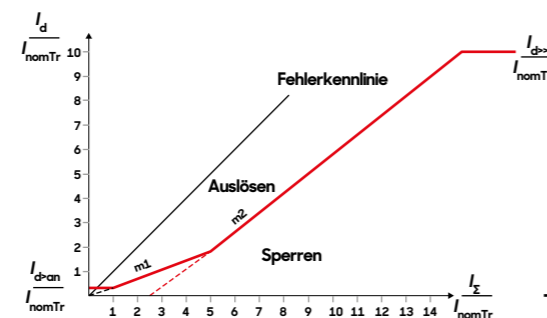


Abb. 7 Falschstromstabilisierung Diff.-Schutz

m1 Steigung 1 } zur Falschstromstabilisierung
m2 Steigung 2 }
 $I_{d\max}$ Ansprechwert bei Haltestrom = 0
 $I_{d\max}$ Ansprechwert der Hochstromstufe ohne weitere Stabilisierung

Quellen

1 H. Clemens; K. Rothe, Schutztechnik in Elektroenergiesystemen, 3. Auflage 1991, Berlin: VDE-Verlag
2 W. Schossig; T. Schossig, Netzschutztechnik, EW Medien und Kongresse GmbH, Frankfurt a. M., 6. Auflage 2017. www.walter-schossig.de

PRAXIS SAMMELN

NEUE UND BEWÄHRTE LÖSUNGEN FÜR STEIGENDE HERAUSFORDERUNGEN*

ALS
EINZELHEFTE
ZU
BESTELLEN

MIT DETAILLIERTEN,
GRAFISCH EDITIERTEN
SCHALTPLÄNEN,
DIAGRAMMEN, TABELLEN
UND ABBILDUNGEN



01 2017 LEITUNGSDIFFERENTIALSCHUTZ

Schnell und zuverlässig
Leitungsfehler erkennen

Meistgelesen:
Parametrierungstipps · Effizienz
und Wirkschnittstelle · Neue Test-
software



02 2017 DISTANZSCHUTZ

Leitungsfehler
nah und fern orten

Meistgelesen:
Einstellregeln und Berechnung ·
Zuverlässige Fehlererkennung ·
Systembasierte Prüfung



03 2017 ERDSCHLUSSSCHUTZ

Zuverlässige Detektion mit
innovativen Technologien

Meistgelesen:
Fehlerfreie Feststellung · Flexibilität
und Präzision · Reale Messgrößen-
gewinnung durch Netzsimulation

Bestellungen an office@netzschutz-magazin.com
oder per Post an EET Verlag GmbH, Westbahnstraße 7/6a,
1070 Wien, Österreich

Preis pro Heft: € 45,00 zzgl. MwSt. und Versand

* Das Magazin ist als Kompendium aufgebaut.
Jedes Heft ist einem Thema gewidmet. Je mehr Hefte,
desto mehr Lösungen – von Leitungsschutz bis
Erdschlussschutz, von Maschinenschutz bis Spezialschutz,
von Allgemein bis UMZ-Schutz.