

Leitfaden über den Schutz - Teil 5: Selektivität

Die Schutzeinrichtungen bilden unter sich eine zusammenhängende Gesamtheit, die von der Netzstruktur und von der Sternpunktbehandlung abhängt. Sie müssen deshalb unter dem Gesichtswinkel eines Systems betrachtet werden, das auf dem Prinzip der Selektivität beruht.

Einleitung

Die Schutzeinrichtungen bilden unter sich eine zusammenhängende Gesamtheit, die von der Netzstruktur und von der Sternpunktbehandlung abhängt. Sie müssen deshalb unter dem Gesichtswinkel eines Systems betrachtet werden, das auf dem Prinzip der Selektivität beruht. Diese Selektivität besteht darin, den von einem Fehler betroffenen Teil des Netzes - und nur diesen - möglichst schnell abzutrennen und alle gesunden Teile der Anlage unter Spannung zu lassen. Verschiedene Maßnahmen können angewendet werden, um eine gute Selektivität in Bezug auf den Schutz eines elektrischen Netzes sicherzustellen:

- Stromselektivität
- Zeitselektivität
- Logische Selektivität
- Selektivität durch richtungsabhängige Schutzeinrichtungen
- Selektivität durch differentielle Schutzeinrichtungen

Stromselektivität

Die Stromselektivität beruht auf der Tatsache, dass in einem Netz der Fehlerstrom umso schwächer ist, desto weiter entfernt die Fehlerstelle von der Einspeisung ist. Am Anfang jedes Abschnittes wird eine Schutzeinrichtung mit Stromrelais angeordnet. Deren Ansprechpunkt wird auf einen Wert eingestellt, der kleiner ist als der minimale Wert des Kurzschlussstroms, der durch einen Fehler im überwachten Teil verursacht wird, und größer als der maximale Wert des Stroms, der durch einen Fehler auf der Verbraucherseite (unterhalb des überwachten Bereiches) verursacht wird.

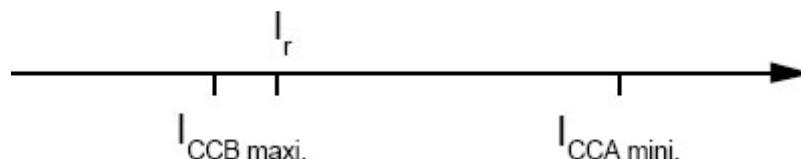
Bei dieser Einstellung tritt jede Schutzeinrichtung nur für unmittelbar verbraucherseitig von ihrer Position auftretende Fehler in Aktion. Auf weiter unten auftretende Fehler reagiert sie nicht. In der Praxis ist es jedoch schwierig, die Einstellungen von zwei hintereinander geschalteten Schutzeinrichtungen (unter gleichzeitiger Sicherstellung einer einwandfreien Selektivität) festzulegen, wenn der Strom zwischen zwei benachbarten Abschnitten (wie es bei der Mittelspannung der Fall ist) nicht wesentlich abnimmt.

Für Leitungsabschnitte, die durch einen Transformator voneinander getrennt sind, wird dieses System hingegen mit Vorteil angewendet, da es einfach und kostengünstig ist und schnell reagiert (unverzögerte Abschaltung). Die Abb. 1 zeigt ein Anwendungsbeispiel.

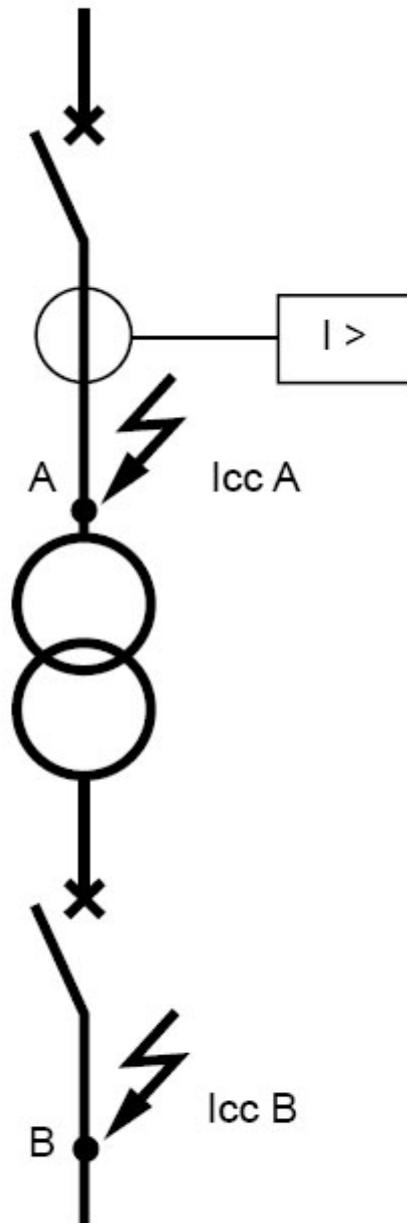
$$I_{CCA} > I_r \geq I_{CCB}$$

I_r = Einstellstrom

I_{CCB} = Abbild auf der Primärseite des Transformators des maximalen Kurzschlussstroms auf der Sekundärseite.



Stromselektivität



(Abb. 1)

Beispiel für die Stromselektivität

Zeitselektivität

Die Zeitselektivität beruht darauf, den dem Netz entlang angeordneten Schutzeinrichtungen mit Stromrelais verschiedene Verzögerungen zu geben.

Diese Verzögerungen sind umso länger, desto näher sich das Relais an der Einspeisung befindet.

Im nebenstehenden Schema stellen alle Schutzeinrichtungen (bei A, B, C und D) den dargestellten Fehler fest. Die verzögerte Schutzeinrichtung bei D schließt ihre Kontakte schneller als diejenige bei C, und diese schneller als diejenige bei B usw. Nach dem Öffnen des Leistungsschalters bei D und dem Verschwinden des Fehlerstroms kehren die nicht mehr erregten Schutzeinrichtungen bei A, B und C in ihre Ruhestellung zurück. Die Differenz der Ansprechzeit Δt zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schutzeinrichtungen wird Selektivitätsintervall genannt. Dieses muss folgendes berücksichtigen:

- die Ausschaltzeit T_c des Leistungsschalters,
- die Verzögerungstoleranzen dt ,
- die Rückkehrzeit t_r der Schutzeinrichtungen in die Ruhestellung.

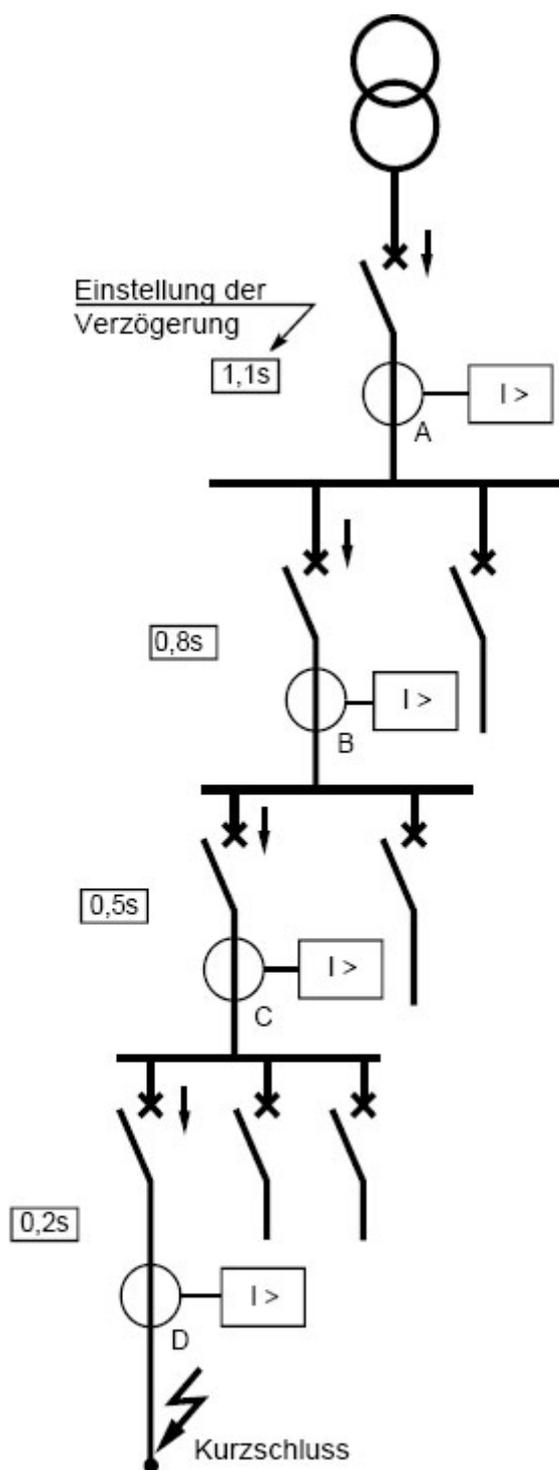
Δt muss somit die folgende Beziehung erfüllen:

$$\Delta t \geq T_c + t_r + 2dt.$$

Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Leistungsdaten der Schaltgeräte und Relais wird für Δt ein Wert von 0,3 s angenommen. Dieses Selektivitätssystem hat die folgenden zwei Vorteile:

1. Es stellt seinen eigenen Reservebetrieb sicher (indem es einen gesunden Teil der Anlage abschaltet).
2. Es ist einfach.

Wenn hingegen die Anzahl der hintereinandergeschalteten Relais groß ist, ergibt sich aus der Tatsache, dass die am nächsten an der Einspeisung angeordnete Schutzeinrichtung die längste Verzögerung hat, eine Fehlerbeseitigungszeit, die unzulässig lang ist und sich mit dem Verhalten der Betriebsmittel unter dem Kurzschlussstrom oder den äußeren Betriebsanforderungen (zum Beispiel Anschluss an das Netz eines Elektrizitätsversorgungsunternehmens) nicht mehr verträgt. Dieses Prinzip wird für Radialnetze angewendet.



(*)
 $I_{RA} \geq I_{RB} \geq I_{RC} \geq I_{RD}$

I_R : Einstellstrom der Schutzeinrichtung

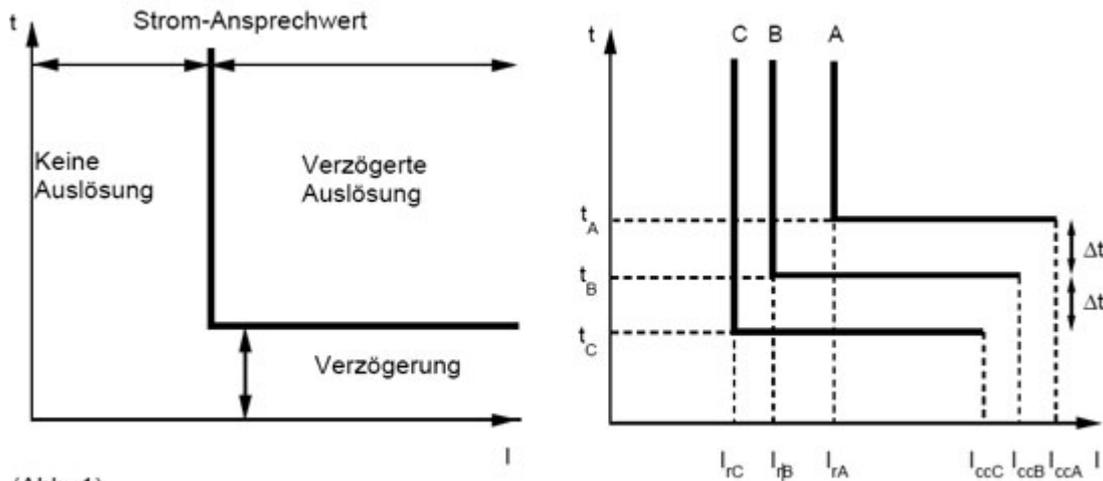
Anwendung der Zeitselektivität

Die Verzögerungen, die festgelegt worden sind, um eine Zeitselektivität zu erhalten, werden aktiviert, wenn der Strom die Ansprechwerte der Relais erreicht. Deshalb müssen die Einstellungen der Ansprechwerte in der richtigen Beziehung untereinander stehen. Es gibt 2 Arten von verzögerten Stromrelais:

Relais mit stromunabhängiger Verzögerung (Abb. 1):

Die Verzögerung ist konstant und unabhängig vom Strom, wenn dieser größer ist als der Ansprechwert.

$$I_{rA} > I_{rB} > I_{rC}, t_A > t_B > t_C.$$



(Abb. 1)
Auslösekurve mit stromunabhängiger Verzögerung

Relais mit stromabhängiger Verzögerung (inverser Verzögerung) (Abb. 2): Die Verzögerung ist umso kürzer, je größer der Strom ist. Wenn die Ansprechwerte auf I_{nA} , I_{nB} und I_{nC} eingestellt sind, wird der Überlastschutz gleichzeitig mit dem Kurzschlussschutz gewährleistet und stehen die Ansprechwerte in richtiger Beziehung zueinander.

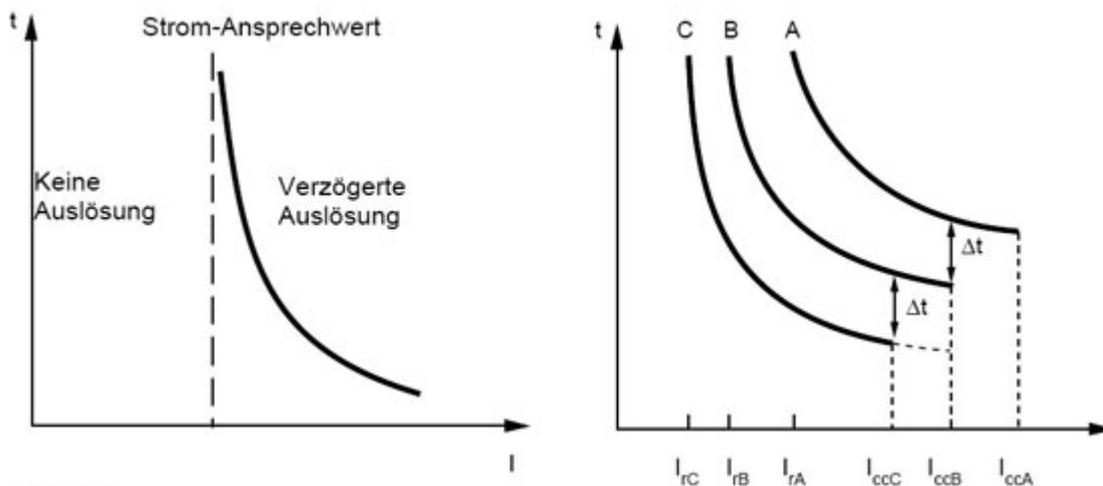
$$I_{nA} > I_{nB} > I_{nC}$$

$$I_{rA} = I_{nA}$$

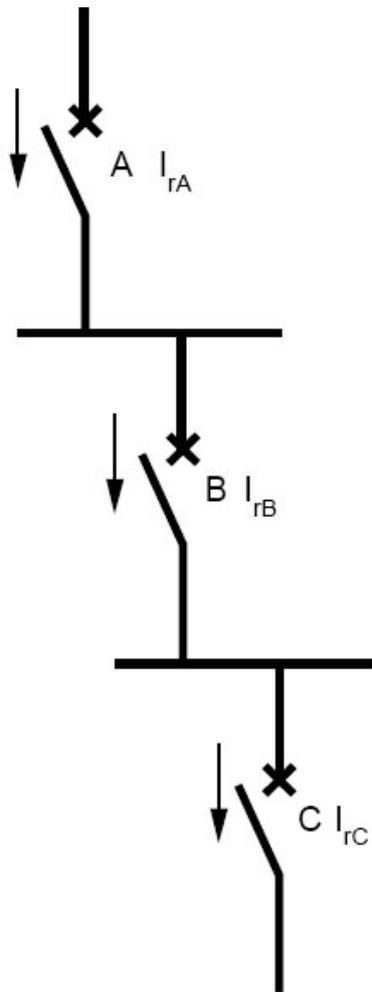
$$I_{rB} = I_{nB}$$

$$I_{rC} = I_{nC}$$

Die Verzögerungseinstellungen werden so gewählt, um das Selektivitätsintervall Δt für den von der nachgeschalteten Schutzeinrichtung festgestellten Maximalstrom zu erhalten.



(Abb. 2)
Auslösekurve mit stromabhängiger Verzögerung



$I >$	Maximalstromschutz	$U <$	Minimalspannungsschutz
$I <-$	Stromrichtungsschutz	$> f >$	Maximal- und Minimalfrequenzschutz
$I_N >$	Maximalerdschlussstromschutz	$U >$	Maximalspannungsschutz
$I_i >$	Maximal-Gegenkomponentenschutz	$P <-$	Wirkleistungsrückflussschutz
$I \text{ ⚡}$	Thermisches Abbild	$Q <-$	Blindleistungsrückflussschutz
ΔI	Differentialschutz	$U_N >$	Maximalrestspannungsschutz
$\frac{I}{U} >$	Maximalstromschutz mit spannungsabhängigem Ansprechwert	⊕ ⊖	Buchholz-Schutz