

Differentialschutz von Kabeln bis 12 km über Hilfsadern (7SD600)

1. Einleitung

Leitungsdifferentialschutzsysteme erlauben es, Kabel oder Freileitungen bei Kurzschlüssen streng selektiv und schnellstmöglich zu schützen. Das Einsatzgebiet des hier beschriebenen 7SD600 liegt vorwiegend im Mittelspannungsbereich, wenn entweder die Auslösezeiten gestaffelter Überstromschutzgeräte zu hoch werden, oder Distanzschutzgeräte die gewünschte Selektivität nicht mehr gewährleisten können.

2. Schutzkonzept

Der digitale Differentialschutz SIPROTEC 7SD600 ist ein Kurzschlusschutz für Kabel und Freileitungen in Energieversorgungsnetzen, unabhängig von der Behandlung des Systemsternpunktes und arbeitet nach dem traditionellen 2-Adern-Prinzip. Hierbei werden an den beiden Leitungsenden die jeweiligen Phasenströme per Mischwandler zu je einem Mischstrom aufsummiert. Die Mischströme werden dann über Spannungsteiler in proportionale Spannungen umgesetzt, die entgegengesetzt gepolt auf zwei Hilfsadern gespeist werden. Die resultierende Spannungsdifferenz treibt schließlich einen Strom, der die für beide Geräte bestimmende Auslösegröße darstellt. Aufgrund seiner strengen örtlichen Selektivität – der Schutzbereich ist durch die Stromwandler an beiden Enden der Strecke begrenzt – wird der Differentialschutz in der Regel als unverzüglicher Hauptschutz eingesetzt, da kein anderer Schutz die Leitung schneller und selektiver abschalten kann.

2.1 Differentialschutz

2.1.1 Prinzip und Stromwandleranschluss

Die Differentialschutzfunktion (ANSI 87L) des 7SD600 erkennt Kurzschlüsse im Schutzbereich durch den Vergleich der an beiden Enden der Leitung erfassten Mischströme. Hierzu werden die sekundärseitigen Phasenströme der Primärstromwandler mit unterschiedlicher Gewichtung (Anzahl der Windungen) dem Mischwandler zugeführt, der daraus einen Mischstrom aufsummiert.



Bild 1 Kabeldifferentialschutz SIPROTEC 7SD600

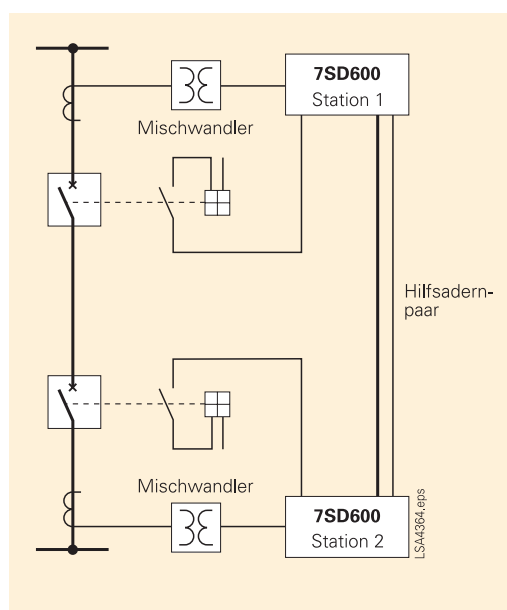


Bild 2 Prinzipschaltbild des Leitungsdifferentialschutzes 7SD600

Dies setzt auch voraus, dass an beiden Enden Stromwandler mit gleichen Primärwerten eingesetzt werden, ansonsten muss das unterschiedliche Übersetzungsverhältnis durch eine entsprechende Beschaltung der Anpass- und/oder Mischwandler ausgeglichen werden.

2.1.2 Mischwandler

Standardmäßig wird der Mischwandler 4AM4930 in der Normalanschaltung eingesetzt.

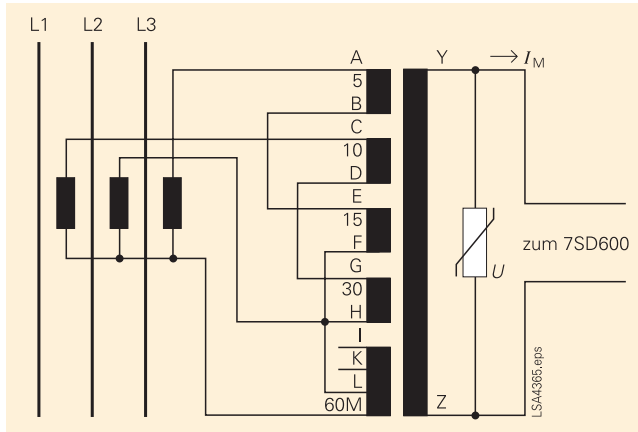


Bild 3 Normalanschluss Mischwandler 4AM4930

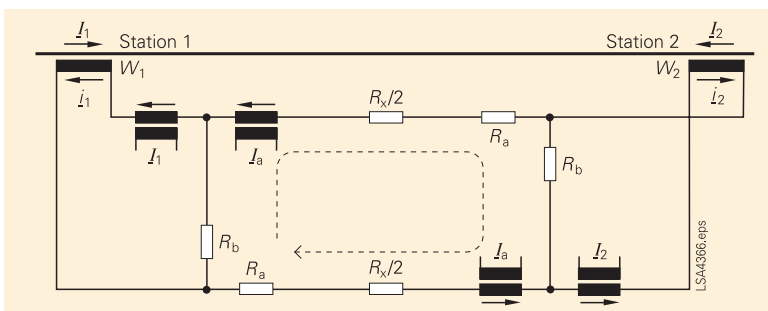
Dieser besitzt primärseitig unterschiedliche Primärwicklungen mit mehreren Anzapfungen, wodurch Mischungsverhältnisse der Phasenströme und Anschlussarten (z. B. zweiphasiger Anschluss) variiert werden können. Somit lassen sich erhöhte Empfindlichkeiten (z. B. des Erdstromes) oder Bevorzungen bei Doppelerdschluss elegant realisieren.

Fehler	W	$W / \sqrt{3}$	I_1 für $I_M = 20 \text{ mA}$
L1-L2-L3 (sym.)	$\sqrt{3}$	1,0	$1 \times I_N$
L1-L2	2	1,15	$0,87 \times I_N$
L2-L3	1	0,58	$1,73 \times I_N$
L3-L1	1	0,58	$1,73 \times I_N$
L1-E	5	2,89	$0,35 \times I_N$
L2-E	3	1,73	$0,58 \times I_N$
L3-E	4	2,31	$0,43 \times I_N$

Tabelle 1 Fehlerarten und Wicklungswertigkeiten W bei Normalanschluss L1 - L3 - E

Die gewählte Anschaltung des Mischwandlers muss an beiden Leitungsenden identisch ausgeführt sein, da ansonsten unterschiedliche Gewichtungen der Phasenströme vorliegen, was mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer Fehlauflösung führen wird.

Bild 4 Funktionsschema



2.1.3 Differentialstrom

Bei Normalanschluss des Mischwandlers und symmetrischem Stromfluss (Nenngröße) fließen am Mischwandler sekundärseitig 20 mA. Dieser Mischstrom wird nun zum einen im lokalen 7SD600 gemessen, zum anderen über einen internen Widerstand des Schutzgerätes als Spannungsabfall auf zwei Hilfsadern gespeist. Am Gegenende wird der dortige Mischstrom auf gleiche Art und Weise gebildet und ebenfalls als Spannungsabfall – diesmal aber entgegengesetzt gepolt – auf die beiden Hilfsadern gegeben.

Somit sollten sich die entgegengesetzt gepolten Spannungen im fehlerfreien Zustand aufheben. Im Fehlerfall hingegen, wird bei unterschiedlichen Mischströmen eine resultierende Spannung einen dem theoretischen Differentialstrom proportionalen Strom über die beiden Adern treiben, der dann ebenfalls vom Schutzgerät gemessen wird und als Auslösegröße dient.

2.1.4 Transformator im Schutzbereich

Der 7SD600 analysiert optional die Mischströme auch auf einen 100-Hz-Anteil. Somit besteht die Möglichkeit den Schutzbereich über einen Transformator hinweg auszudehnen, allerdings muss durch zusätzliche externe Anpasswandler dafür Sorge getragen werden, dass das Übersetzungsverhältnis der Ströme sowie deren Phasenlage analog zum Transformator kompensiert wird.

2.1.5 Stabilisierungsstrom

Zur Stabilisierung des Differentialschutzsystems gegen Überfunktion bei außen liegenden Fehlern wird die Auslösegröße „Differentialstrom“ auf eine Stabilisierungsgröße normiert. Letztere ist die Summe der Beträge der Ströme, die an den beiden Enden des Schutzbereiches erfasst werden. Diese Stabilisierung bewirkt, dass bei hohen durchfließenden Strömen Messfehler infolge Wandlerfehlern oder gar Wandlersättigung die Auslösegröße ebenfalls groß sein muss.

Durch die Messung des lokalen Mischwandlersekundärstromes und des Stromes, der über die Hilfsadern fließt, kann jedes der beiden Schutzgeräte daraus Differential- und Stabilisierungsstrom errechnen und gemäß der Auslösekennlinie reagieren.

2.1.6 Auslösekennlinie

Die Auslösekennlinie des 7SD600 besteht aus drei Abschnitten. Im Bereich kleiner Ströme muss eine fixe, als Parameter einstellbare Ansprechschwelle überschritten werden, um eine Auslösung zu erzielen. Die beiden anderen Äste der Auslösekennlinie sind fest vorgegeben. Mit steigender Stromhöhe nehmen die stromproportionalen Wandlerfehler zu. Dies wird im Auslöseprogramm durch einen Abschnitt einer Ursprungsgeraden mit Steigung 1/3 berücksichtigt. Bei noch höheren Strömen wird die Auslösegrenze durch eine weitere Gerade bestimmt, die die Stabilisierungsachse bei $2,5 \cdot I_{N, Ltg.}$ schneidet und eine Steigung von 2/3 besitzt. Dieser Ast berücksichtigt beginnende Stromwandlersättigung.

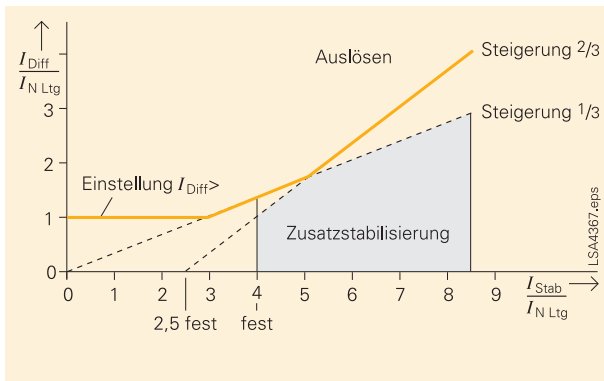


Bild 5 Stabilisierungskennlinie des Differentialschutzes gezeichnet bei Voreinstellung $I_{Diff} > = 1,0 \cdot I_{N, Ltg.}$.

- I_{Diff} = $|I_1 + I_2|$
- I_{Stab} = $|I_1| + |I_2|$
- I_1 = Strom am örtlichen Leitungsende, in die Leitung fließend positiv
- I_2 = Strom am Gegenende in die Leitung fließend positiv
- $I_{N, Ltg.}$ = Nennstrom der Leitung

Damit der Differentialschutz bei sehr stromstarken außen liegenden Fehlern stabil bleibt, bietet der 7SD600 bzgl. einer möglichen Wandlersättigung die so genannte Zusatzstabilisierung. Hier erkennt der Schutz anhand des Verlaufs von Stabilisierung- und Differentialstrom, dass zunächst ein außen liegender Fehler eintrat, bevor der Anstieg des Differentialstroms infolge Wandlersättigung erfolgt. Bei Eintritt der Stromwerte in den Bereich der Zusatzstabilisierung wird der Differentialschutz für maximal 1 s blockiert, um dem Wandler Zeit zu geben, wieder aus der Sättigung herauszukommen. Sollte sich jedoch während dieser Zeit für zwei Netzperioden ein stationärer Zustand im Auslösebereich einstellen, wird die Blockierung aufgehoben und der Schutz entscheidet auf Auslösung.

2.1.7 Hilfsadern

Als Hilfsadern eignen sich bevorzugt symmetrische Fernsprechadernpaare (typisch $73 \Omega/km$ Schleifenwiderstand und $60 nF/km$ Kapazität) mit einer Ader-Ader-Unsymmetrie bei 800 Hz kleiner 10^{-3} . Der Schleifenwiderstand darf 1200Ω nicht übersteigen. Zudem muss die bei (Erd-)Kurzschlüssen induzierte Längsspannung in den Hilfsadern betrachtet werden. Die induzierte Längsspannung kann nach folgender Formel berechnet werden:

$$U_1 = 2 \pi f \cdot M \cdot I_{k1} \cdot l \cdot r_1 \cdot r_2$$

- mit
- U_1 = induzierte Längsspannung
- f = Nennfrequenz [Hz]
- M = Gegeninduktivität zwischen Energieleitung und Hilfsadern [mH/km]
- I_{k1} = maximaler einpoliger Kurzschlussstrom [kA]
- l = Länge der Parallelstrecke zwischen Energieleitung und Hilfsadern [km]
- r_1 = Reduktionsfaktor des Energiekabels (bei Freileitungen $r_1 = 1$)
- r_2 = Reduktionsfaktor des Hilfsadernkabels

Die berechnete induzierte Spannung braucht nur zur Hälfte berücksichtigt zu werden, da sie sich auf den isolierten Hilfsadern zu beiden Enden aufbaut. Sollte diese 60 % der zulässigen Prüfspannung übersteigen, sind zusätzliche Maßnahmen (Trennwandler) notwendig. Es stehen Trennwandler für die Abriegelung bis 5 kV bzw. 20 kV zur Verfügung. Der Mittelabgriff an der dem Schutzrelais zugewandten Seite ist aus Gründen des Berührungsschutzes zu erden, die Hilfsadernverbindung darf weder geerdet, noch mit Überspannungsableitern versehen sein.

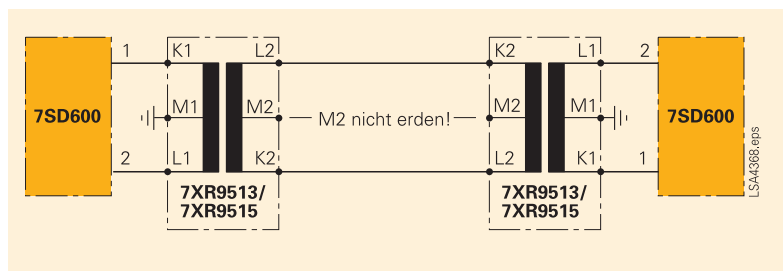


Bild 6 Anschluss der Trennwandler 7XR9514 (5 kV) bzw. 7XR9513 (20 kV)

2.2 Reserveschutzfunktionen

Wie bei modernen, digitalen Schutzgeräten üblich, bietet auch der 7SD600 weitere, integrierte Schutz- und Zusatzfunktionen. Der Anwender muss sich jedoch bei Einsatz dieser Funktionen der fehlenden Hardwareredundanz bewusst sein! Daher sollte zumindest ein weiterer separater Kurzschlusschutz, z. B. ein 7SJ602 installiert werden.

2.2.1 Überstromzeitschutz (ANSI 51)

Der 7SD600 enthält neben der Differentialschutzfunktion einen Überstromzeitschutz als Notfunktion, d. h. für den Fall, dass die Hauptschutzfunktion nicht mehr zur Verfügung steht. Per Parametrierung kann eingestellt werden, ob der Not-UMZ generell bei unwirksamer Differentialschutzfunktion oder nur bei Ansprechen der Adernüberwachung aktiviert werden soll.

Dieser Not-UMZ arbeitet mit dem lokalen Mischstrom und ist einstufig ausgeführt. Die Stromschwelle wird über den maximalen symmetrischen Laststrom eingestellt. Da im Allgemeinen keine zeitliche Staffelung der Notfunktion bei vollem Erhalt der Selektivität möglich ist, muss hier ein Kompromiss zwischen Selektivität und Schnelligkeit des Schutzes gefunden werden. Auf jeden Fall sollte die Auslösezeit um mindestens eine Staffelung verzögert werden, um abzuwarten, ob der hohe Strom nicht auf Fehler in benachbarten Netzabschnitten beruht und nicht andere Schutzgeräte diesen Fehler selektiv abschalten.

2.2.2 Zusatzfunktionen

Hilfsadernüberwachung

Zur korrekten Kalkulation des Mischstromes am entfernten Ende des Schutzbereiches wird der ohmsche Widerstand der Hilfsadernschleife benötigt. Im Rahmen der Inbetriebsetzung wird dieser mit Hilfe von DIGSI komfortabel ermittelt und in die Schutzgeräteparameter eingetragen. Da im Normalbetrieb bei durchfließenden Strömen keine Differenzspannung und damit auch kein Differentialstrom auftreten, ist eine Überwachung der Hilfsadernverbindung dringend angeraten. Hierzu werden tonfrequente Signale auf die Verbindungsleitung aufmoduliert.

Schaltermithnahme, Fernauslösung

Mittels der gleichen Übertragungseinrichtung kann bei einer Schutzauslösung am lokalen Ende ein Mitnahmesignal an die Gegenseite gesendet werden, um die fehlerbehaftete Leitung frei zu schalten. Nach gleichem Schema arbeitet die Fernauslösefunktion, bei der ein via Binäreingang eingekoppeltes Signal als Abschaltbefehl für den Leistungsschalter auf der Gegenseite interpretiert wird. Auch hier wird wie bei der Schaltermithnahme ein tonfrequentes Signal an das Partnergerät übertragen.

■ 3. Einstellungen

Die Parametereinstellungen der beiden Schutzgeräte des Differentialschutzsystems unterscheiden sich nur in wenigen Punkten, daher werden zunächst nur die Einstellungen eines 7SD600 erläutert.

Die Unterschiede werden gegen Ende dieses Kapitels explizit aufgelistet.

Der 7SD600 zeichnet sich durch seine wenigen Einstellparameter aus, so dass er schnell und weitestgehend problemlos parametrierbar ist. Die einzige Funktion, die in der Projektierung unter der Rubrik „Geräteumfang“ (de-) aktiviert werden kann, sofern das Gerät mit dieser Option bestellt wurde, ist die Hilfsadernüberwachung. Diese sollte unbedingt aktiviert werden.

3.1 Anlagen-/Leistungsdaten

In der „Anlagen-/Leistungsdaten“ genannten Rubrik werden die durch die Primärtechnik definierten Parameter eingestellt (siehe auch Bild 7). Dies sind u. a. die Netzfrequenz, das Übersetzungsverhältnis der Stromwandler sowie die Mindestansteuerzeit des Leistungsschalters bei einer Schutzauslösung. Zur besseren Anpassung der Differentialschutzkennlinie, werden die Schutzkenngrößen auf den Nennstrom der Leitung bezogen; dieser ist an dieser Stelle einzugeben und muss in beiden Geräten unbedingt gleich eingestellt sein. Wie oben bereits beschrieben, ist der Widerstand der Hilfsadernverbindung für die korrekte Berechnung des Stromwertes am Gegenende von Nöten. Dieser kann entweder aus den Datenblättern der Hilfsadernverbindung errechnet oder im Rahmen der Inbetriebsetzung entsprechend der Anleitung im Gerätehandbuch durch das Gerät selbst ausgemessen werden. Anschließend ist dieser Wert hier einzutragen. Schließlich kann an dieser Stelle die Lock-Out-Funktion ein- oder ausgeschaltet werden. Die aktivierte Lock-Out-Funktion erfordert ein Quittieren des Auskommandos über die Quittiertaste am Gerät oder durch Setzen eines Binäreinganges, z. B. durch einen externen Schalter.

3.2 Leitungsdifferentialschutz

3.2.1 Leitungsdifferentialschutz

Wie bei allen Schutzfunktionen kann auch der Differentialschutz an dieser Stelle ein- oder ausgeschaltet werden, um eine funktionsselektive Prüfung zu vereinfachen. Es besteht zudem die Option, diesen Parameter auf „nur Meldung“ einzustellen, so dass z. B. bei der Inbetriebsetzung alle Meldungen dieser Schutzfunktion protokolliert werden, jedoch keine Auslösung erfolgt. Selbstverständlich muss für den normalen Betriebszustand die Differentialschutzfunktion eingeschaltet sein. Bezüglich der Differentialschutzfunktion ist lediglich die Ansprechschwelle $I_{DIF>}$ einzustellen (bezogen auf den Leitungsnennstrom!).

Dieser Wert muss – bezogen auf den Mischstrom, also unter Berücksichtigung der Gewichtungsfaktoren für die unterschiedlichen Fehlerarten – unterhalb des minimalen Kurzschlussstromes, aber oberhalb des Einschaltstromes und der Wandlerfehler des Primär- und des Mischwandlers liegen. Der voreingestellte Wert von $1,0 \cdot I / I_{N, \text{Ltg}}$ hat sich in langjährigem Einsatz als stabiler Erfahrungswert bewährt. Unter Berücksichtigung eines Gewichtungsfaktors von über 2 für einpolige Fehler, entspricht dies knapp fünfmal einem angenommenen Ladestrom von 10 % bezogen auf $I_{N, \text{Ltg}}$. Sollte das 5-fache des Ladestromes über diesem Wert liegen, ist I_{DIFF} anzuheben. Dieser Ladestrom errechnet sich nach der Gleichung:

$$I_C = 3,63 \cdot 10^{-6} \cdot U_N \cdot f_N \cdot C_B' \cdot s$$

I_C = dem zu ermittelnden Ladestrom in A primär

U_N = der Nennspannung des Netzes in kV

f_N = der Nennfrequenz des Netzes in Hz

C_B' = der bezogenen Betriebskapazität der Leitung in nF/km

s = der Länge der Leitung in km

3.2.2 Blockierung mit 2. Harmonischer

Im Schutzbereich des 7SD600 darf auch ein Transformator liegen, jedoch muss in diesem Fall die Transformatorübersetzung mit externen Anpasswandlern nachgebaut werden, damit Stromhöhe und Phasenlage an den Eingängen des Mischwandlers auf beiden Seiten des Transformators übereinstimmen. Für diesen Anwendungsfall besteht die Notwendigkeit den Differentialschutz gegenüber dem Trafo-Einschlutrush zu stabilisieren. Da kein Transformator im Schutzbereich liegt, wird die Blockierung des Differentialschutzes mittels der 2. Harmonischen ausgeschaltet, somit sind auch die Einstellwerte für die Ansprechschwelle der 2. Harmonischen und der maximale Differentialstrom der durch diese Funktion blockiert wird, nicht relevant.

3.2.3 AUS-Verzögerung

In besonderen Anwendungsfällen (z. B. rückwärtige Verriegelung) kann es nötig sein, den Differentialschutz etwas zu verzögern. Dies kann an dieser Stelle eingestellt werden.

3.2.4 Örtliche Stromschwelle

Eine örtliche Stromschwelle, die überschritten sein muss, kann als weitere Bedingung für die Auslösung am lokalen Ende eingestellt werden. Bei der Voreinstellung $0 \cdot I_{N, \text{Ltg}}$ lösen die Schutzgeräte bei Ansprechen des Differentialschutzes an beiden Enden aus. Soll z. B. bei einseitiger Speisung das ferne Ende, über das kein auf den Fehler speisender Strom fließt, nicht abgeschaltet werden, kann dort die örtliche Stromschwelle angehoben werden.

3.2.5 Mitnahmefunktion

In Ausnahmefällen kann der Wunsch bestehen, die örtliche Stromschwelle hoch zu setzen. Um auch in diesem Fall ein Freischalten des fehlerbehafteten Leistungsabschnittes sicherzustellen, kann die Mitnahmefunktion aktiviert werden. Diese sendet über die Hilfsadern ein aufmoduliertes Signal an das Partnergerät, das dort zur Auslösung des Leistungsschalters führt. Das Mitnahmesignal steht zunächst bis zum Rückfall der Differentialschutzfunktion an, kann aber danach auch noch verlängert werden, um eine sichere Auslösung auf der Gegenseite zu garantieren.

3.2.6 Differentialschutz-Blockierung („spill current“)

Diese Differentialstrom-Überwachungsfunktion reagiert auf einen permanenten niedrigen Differentialstrom, wie er durch den Ausfall einer Phase am Mischwandler hervorgerufen werden kann (z. B. durch Adernbruch) und blockiert den Differentialschutz. Die Einstellschwelle (Parameter 1550) wird knapp oberhalb der kapazitiven Verluste der Hilfsadern eingestellt, welche sich bei einer Netzfrequenz von 50 Hz gemäß

$$I_{\text{spill}} (\%) = 0,025 \cdot I_{N, \text{Ltg}} \cdot l_{\text{Ltg}} (\text{km})$$

abschätzen lassen. Bei 12 km Leitungslänge ergibt sich für den „spill current“ ein Wert von $0,3 \cdot I_{N, \text{Ltg}}$, um ein Fehlansprechen zu verhindern, wird der Parameter auf $0,4 \cdot I_{N, \text{Ltg}}$ eingestellt. Das Ansprechen der Überwachung wird gemäß der Voreinstellung um 5 s verzögert.



Adresse	Funktion	Wert
1501	Status des Leitungsdifferentialschutzes	ein
1503	Ansprechwert des Differentialstromes	1,00 I(N)Lt
1510	Blockierung mit 2. Harmonischer ein/aus	aus
1511	Anteil 2. Harmon. im Dif.-Strom der blockiert	20 %
1512	Max. Dif.-Strom für Block. durch 2. Harmon.	5,00 I(N)Lt
1523	min. Mischstrom für Freigabe des AUS-Signals	0,00 I(N)Lt
1525	Verzögerungszeit für das AUS-Kommando	0,00 s
1541	Status der Mitnahmefunktion	aus
1542	Mitnahmefreigabezeit	0,10 s
1550	Ansprechschwelle für Block. durch Dif.-Strom	0,40 I(N)Lt
1551	Verzögerungszeit für Block. durch Dif.-Strom	5 s

Bild 7 Einstellung der Differentialschutzfunktion

3.3 Hilfsadernüberwachung

Die Hilfsadernüberwachung ist für die Überwachung der Funktionsfähigkeit des Differentialschutzsystems äußerst wichtig. Da im fehlerfreien Betrieb, insbesondere bei niedrigen Betriebsströmen kein nennenswerter Differentialstrom (infolge Wandler- und Messungenauigkeiten) auftritt, würden Adernbruch oder Kurzschluss nicht bemerkt, was zu einem Fehlverhalten des Schutzes führen würde. In dieser Rubrik wird die Hilfsadernfunktion aktiviert und die Reaktion des Schutzes definiert. Bei einer erkannten Störung der Verbindung kann – nach einer einstellbaren Verzögerungszeit – der Differentialschutz blockiert oder die Störung lediglich gemeldet werden.

Um die Kommunikation zwischen den beiden Geräten definiert zu beginnen, muss die Stationskennung unterschiedlich eingestellt werden. Ein 7SD600 wird als „Master“, der andere als „Slave“ parametrieren.

Adresse	Funktion	Wert
1601	Status der Adernüberwachung	ein
1602	Stationskennung für Verbindungsaufnahme	Master
1603	Block. des Differenzschutzes bei Adernunterbrechung	ein
1604	Verzögerungszeit für die Differenzschutzblockierung	5.0 s

Bild 8 Einstellungen der Adernüberwachung für das lokale Gerät („Master“)

3.4 Überstromzeitschutz

Die Aktivierung des Not-Überstromzeitschutzes kann entweder bei erkannter Hilfsadernstörung oder generell bei deaktiviertem Differentialschutz eingeschaltet werden. Zu beachten ist, dass als Messgröße ebenfalls der lokale Mischstrom verwendet und die Einstellung auf den Leitungsnennstrom bezogen wird. Auch hier sind bei der Einstellung der Stromschwelle die Gewichtungsfaktoren für die unterschiedlichen Fehlerarten zu berücksichtigen. Die Einstellung der Stromschwelle erfolgt – sofern möglich – zwischen maximalem Betriebs- und minimalem Kurzschlussstrom. Die zugehörige Verzögerungszeit wird bestmöglich in den Netzstaffelplan eingepasst, um ein Höchstmaß an Selektivität zu erhalten.

Adresse	Funktion	Wert
1701	Status des Not-UMZ	aktiv Differenzwert
1702	Ansprechzeit der I1>-Stufe des Not-UMZ	2.00 I/NL
1703	Auslöseverzögerung der I1>-Stufe des Not-UL	0.10 s

Bild 9 Einstellungen für den Überstromzeitschutz

3.5 Fernauslösung / AUS durch Gegenstation

Ein über Binäreingang eingekoppeltes Signal (z. B. von einem Schalterversagerschutz) kann als tonfrequentes Signal über die Hilfsadern an das Gegenende übertragen werden, um dort eine Auslösung des Leistungsschalters zu bewirken. Um auch bei sehr kurzen Impulsen eine sichere Übertragung zu gewährleisten, kann die Übertragungsdauer verlängert werden. Das Schutzgerät in der Gegenstation muss entsprechend für den Empfang eines Fernauslösesignals eingestellt sein, d. h. die Funktion „AUS durch Gegenstation“ muss eingeschaltet sein. Zur Vermeidung einer Überfunktion kann die Auslösung verzögert werden, so dass kein transientes Signal im gleichen Frequenzbereich fälschlicherweise missinterpretiert wird.

Um auch bei Empfang eines kurzen Signals sicher abzuschalten, kann das zur Auslösung genutzte Signal solange verzögert werden, dass der Leistungsschalter auch sicher öffnet. Die voreingestellten Werte sollten eine sichere Fernauslösung garantieren.

3.6 Gerät am Gegenende

Die Parametereinstellungen des zweiten 7SD600, der am entfernten Ende des Kabels installiert wird, sind weitestgehend identisch mit dem hier beschriebenen Gerät. Essentiell sind die identische Beschaltung des Mischwandlers und der gleiche Einstellwert für den Leitungsnennstrom. Auch alle weiteren Parameter können normalerweise vom lokalen Gerät übernommen werden, lediglich unter dem Stichwort „Hilfsadernüberwachung“ muss die Stationskennung von „Master“ auf „Slave“ umgestellt werden, so dass dieser Parameter in beiden Geräten unterschiedlich eingestellt ist.

Adresse	Funktion	Wert
1601	Status der Adernüberwachung	ein
1602	Stationskennung für Verbindungsaufnahme	Slave
1603	Block. des Differenzschutzes bei Adernunterbrechung	ein
1604	Verzögerungszeit für die Differenzschutzblockierung	5.0 s

Bild 10 Einstellungen der Adernüberwachung für das Gerät am Gegenende („Slave“)

4. Zusammenfassung

Der unverzögerte und zugleich streng selektive Schutz von Kabeln und Leitungen reduziert die Folgen unvermeidlicher Netzstörungen. Dies bedeutet einerseits Investitionsschutz des Betriebsmittels und liefert andererseits einen Beitrag zur höchsten Versorgungssicherheit.

Ein Differentialschutzsystem, bestehend aus zwei SIPROTEC 7SD600-Schutzgeräten und den zugehörigen Mischwandlern, bietet einen umfassenden Schutz von Kabel und Freileitungen. Umfangreiche Zusatzfunktionen erlauben einen reibungslosen Anschluss der Geräte und die Einbindung in komplexe Netzschutzstaffelungen.

Die Voreinstellungen des Gerätes sind so gewählt, dass der Anwender nur die bekannten Daten des Kabels und der Primärwandler einzustellen hat. Viele Werte der Voreinstellung können problemlos übernommen werden und verringern damit den Aufwand für Parametrierung und Einstellung beträchtlich.