

VWEW-online

Lizenz- und Nutzungsbedingungen

- ◆ Die Nutzung dieser PDF-Datei ist nur ihrem Käufer gestattet.
- ◆ Die PDF-Datei und ihr Inhalt sind urheberrechtlich und wettbewerbsrechtlich geschützt. Mit dem Erwerb der PDF-Datei erhält der Käufer bzw. Nutzer das einfache Nutzungsrecht an einem PC-Arbeitsplatz (Einzelplatz-Lizenz).
- ◆ Der Käufer bzw. Nutzer darf diese PDF-Datei nur für die eigene Tätigkeit nutzen.
- ◆ Jede zweckfremde Nutzung und Verwertung außerhalb der rechtlichen Grenzen, insbesondere des Urheberrechts, ist unzulässig.
Nicht gestattet sind insbesondere
 - ◆ eine Weiterleitung an andere Unternehmen wie Versorgungsunternehmen, Industrieunternehmen usw. oder Mitarbeiter solcher Unternehmen
 - ◆ Bearbeitung, Vervielfältigung, Übertragung und/oder Speicherung auf Datenträgern jeder Art zur Weitergabe für fremde Zwecke
 - ◆ die vollständige, teilweise oder auszugsweise Nutzung zur gewerblichen Verwendung und zur kommerziellen Auskunfterteilung, wie beispielsweise Erstellung und Verteilung/Verkauf von Print-Ausgaben dieser online-Version

**Mit dem download dieser PDF-Datei akzeptieren Sie diese
Lizenz- und Nutzungsbedingungen.**

© VWEW Energieverlag GmbH, Frankfurt am Main

Schaltversagerschutz

Stand Mai 1995

Herausgegeben von der
Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke – VDEW – e.V.

Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke m.b.H – VWEW

PDF-Datei erstellt durch VWEW Energieverlag GmbH, Frankfurt am Main.
Registrier-Nr. 588806. Alle Rechte vorbehalten - Weitergabe nicht zulässig.

© VWEV-Verlag, Frankfurt am Main 1995

Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft
der Elektrizitätswerke m.b.H. – VWEV
Stresemannallee 30

D-60596 Frankfurt am Main

ISBN 3-8022-0054-3 (VDEW-Ringbuch Schutztechnik komplett)

PDF-Datei erstellt durch VWEV Energieverlag GmbH, Frankfurt am Main.
Registrier-Nr. 588806. Alle Rechte vorbehalten - Weitergabe nicht zulässig.

Vorwort

Die Frage „Läßt sich der Reserveschutz durch einen Schaltversagerschutz entscheidend verbessern?“ wird immer wieder neu gestellt.

Bei der Bearbeitung des Kapitels „Anregeprobleme beim Reserveschutz“ wurde dieses Thema nicht näher behandelt. Da der Schaltversagerschutz mit dazu beitragen kann, den Reserveschutz zu verbessern, wurde vom Arbeitsausschuß „Relais- und Schutztechnik“ eine Arbeitsgruppe eingesetzt, die sich ausführlich mit diesem Thema beschäftigt hat.

Der vorliegende Text gibt Hinweise zum Einsatz eines Schaltversagerschutzes und zeigt auch die Grenzen auf.

Der vorliegende Text erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

An der Ausarbeitung wirkten folgende Herren mit:

Dr.-Ing. G. Henkel	VEAG Berlin
H. Kühn	PreussenElektra Hannover
W. Matla	BEWAG Berlin
J. Schröder	HEW Hamburg
A. Sack	HEW Hamburg

VEREINIGUNG DEUTSCHER ELEKTRIZITÄTSWERKE
– VDEW – e.V.

Frankfurt am Main, im Mai 1995

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einführung	7
2 Definition und allgemeine Betrachtung	8
3 Erkennungskriterien für das Leistungsschalerversagen .	10
4 Ausführung des Schaltersversagerschutzes	12
5 Anwendungsfälle des Schaltersversagerschutzes	15
5.1 SVS bei Leitungsfehlern	15
5.1.1 Verwendung separater Stromrelais	15
5.1.2 Verwendung des Meßkriteriums eines Sammelschienen- schutzes	15
5.1.3 Leitungen an einseitig gespeisten Sammelschienen	16
5.2 SVS bei Transformatorfehlern	16
5.3 SVS bei Sammelschienenfehlern	16
5.3.1 Anlagen ohne Sammelschienenschutz	16
5.3.2 Anlagen mit Sammelschienenschutz	16
5.4 SVS bei Fehlern in Kraftwerksabzweigen	17
5.4.1 Reichweiten von SVS-Einrichtungen auf der Netzseite	17
5.4.2 SVS bei unterschiedlichen Kraftwerkskonzepten	18

1 Einführung

Die hier betrachteten Schalterversager basieren alle auf einer Schutzauflösung als initiiierende Funktion; manuelle Schalthandlungen werden nicht berücksichtigt.

Die erfolgreiche Fehlerklärung ist abhängig von der Funktionsfähigkeit der Wirkungskette Schutzeinrichtung und Leistungsschalter. Versagt der Leistungsschalter, so kann die Abschaltung des kurzschlußbehafeten Betriebsmittels nur durch andere Leistungsschalter erfolgen.

Der Einsatz eines Schalterversagerschutzes (SVS) liegt im Ermessen des Betreibers.

Der Einbau eines SVS kann sinnvoll sein, wenn die Anregung des vorgeordneten Reserveschutzes nicht gewährleistet ist oder keine akzeptable Auslösezeit erreicht wird.

Die Entscheidung für oder gegen ein technisches Konzept des SVS wird sowohl von der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schalterversagens und von der Höhe des Schadens bestimmt, als auch von dem Bedürfnis, Überfunktionen des SVS zu vermeiden.

Bei der Behandlung des Problems „Leistungsschalter-Versager“ muß man die verschiedenen Arten des Versagens betrachten. In Höchstspannungsnetzen wird es vorwiegend zu einpoligen Schalterversagern kommen, da die Antriebe für diese Schalter einpolig ausgeführt sind. Der versagende Schalterpol wird nicht immer im Fehlerfall Kurzschlußstrom führen, was besonders bei Generatorabzweigen zu beachten ist!

Spezielle Schalterversagerschutzeinrichtungen werden vorwiegend nur im Hoch- und Höchstspannungsnetz eingebaut. Auch in einseitig gespeisten Mittelspannungsnetzen und in Eigenbedarfsanlagen der Kraftwerke läßt sich mit verhältnismäßig geringem Aufwand ein Schalterversagerschutz realisieren.

Kennzeichnend für das Versagen eines Leistungsschalters ist die nicht erfolgte Stromunterbrechung in definierter Zeit nach erfolgtem Aus-Kommando der Schutzeinrichtungen.

Abhängig vom Schutzkonzept werden die verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten erläutert. Beim Entwurf der Schaltung muß die abzweigbezogene Prüfmöglichkeit berücksichtigt werden. Generelle Prüfverfahren können wegen der Komplexität der verschiedenen Systeme nicht angegeben werden. Auf die Besonderheiten eines Schalterversagerschutzes bei Generatorabzweigen wird eingegangen.

2 Definition und allgemeine Betrachtung

Schutztechnische Maßnahmen beim Versagen eines Leistungsschalters sind sinnvoll, wenn nach dem Aus-Kommando einer Schutzeinrichtung innerhalb einer definierten Zeit die Stromunterbrechung nicht erfolgt ist. Solche schutztechnischen Maßnahmen zur Sicherung der Kurzschlußausschaltung bei einem Leistungsschaltersversagen sind

- die Wirksamkeit eines unabhängigen Schutzes, dessen Aus-Kommando auf einen anderen Leistungsschalter wirkt oder
- ein Schaltersversagerschutz, der das nicht vom Leistungsschalter ausgeführte Aus-Kommando auf vorgeordnete Leistungsschalter weiterleitet (Bild 1).

Die erstgenannte Maßnahme ist z.B. realisiert

- für Leitungskurzschlüsse, wenn bei allen Kurzschlüssen auf einer Leitung die Schutzeinrichtungen vorgeordneter Leitungen und anderer Kurzschluß-einspeisungen ansprechen und über ihre zugeordneten Leistungsschalter die Reserveausschaltung für den versagenden Leistungsschalter sichern, sowie
- für Sammelschienenkurzschlüsse in Anlagen mit Sammelschienenenschutz, wenn einspeisende Betriebsmittel auf den Gegenseiten einen Schutz besitzen, der die Reserveausschaltung für den versagenden Leistungsschalter sichert. Das gleiche gilt für Anlagen ohne Sammelschienenenschutz, wenn die Sammelschiene durch eine separate Rückwärtsstufe der Abzweigschutzeinrichtung geschützt wird.

Ein SVS kann sinnvoll sein, wenn beim Versagen eines Leistungsschalters mindestens eines der folgenden Kriterien erfüllt ist:

- Die Anregungen der vorgeordneten Reserveschutzeinrichtungen der auf den Fehler speisenden Betriebsmittel ist nicht gesichert.
- Die auftretende Auslösezeit der Schutzeinrichtungen vorgeordneter Betriebsmittel ist nicht akzeptabel (z.B. aus anlagentechnischen Gründen oder mit Rücksicht auf die Stabilität).
- Die Ausweitung der Ausschaltung durch die Schutzeinrichtung vorgeordneter Betriebsmittel ist nicht akzeptabel (z.B. in Anlagen, deren zwei Sammelschienen über Kuppelschalter ohne selektiv wirkenden Schutz verbunden sind).

Bei der Gestaltung des SVS ist folgendes zu beachten:

Die Ansteuerung des SVS nur von einem Schutzsystem des betreffenden Betriebsmittels (d.h. entweder vom Haupt- oder vom Reserveschutz) entspricht der Sicherstellung der Kurzschlußausschaltung bei Versagen eines

Elements aus der Wirkungskette des Schutzsystems. Die Anregung eines SVS sowohl durch den Haupt- als auch durch den Reserveschutz eines Betriebsmittels kann unter bestimmten Voraussetzungen die Kurzschlußausschaltung bei Versagen von zwei Elementen aus der Wirkungskette des Schutzsystems sichern. Dabei steigt das Risiko einer Überfunktion.

Der Einsatz des SVS ist zwangsläufig damit verbunden, daß das Aus-Kommando des Schutzes eines Schaltfeldes unter bestimmten Wirkungsbedingungen auf eine vom Schaltzustand abhängige Anzahl von Schaltfeldern ausgedehnt wird. Das erfordert neben der Sicherung der gewollten Funktion in besonderem Maße die Vermeidung einer Überfunktion.

Ein SVS in Verbindung mit einem Sammelschienenschutz und einer Mitnahme der Gegenseite reduziert auch die Abschaltzeiten bei Fehlern zwischen Leistungsschalter und Stromwandler (insbesondere bei SF₆-Anlagen von Bedeutung). Diese Fehler wirken wie Schalterversager, da der Fehler trotz Leistungsschalterauslösung nicht abgeschaltet wird.

3 Erkennungskriterien für das Leistungsschalterversagen

Nach der unter Punkt 2 gegebenen Definition liegt ein Leistungsschalterversagen vor,

- wenn sowohl das ein- oder mehrpolige Aus-Kommando eines Schutzes über eine vorgegebene Zeit
- als auch die Stromunterbrechung in den mit einem Aus-Kommando beaufschlagten Schalterpolen nicht erfolgt oder die Schaltstrecke durchzündet.

Steht ein Aus-Kommando länger an als die Summe aus Ausschaltzeit des Leistungsschalters und Rückfallzeit des Schutzes, so ist das allein kein sicheres Kriterium für ein Leistungsschalterversagen, weil ein von der Schutzeinrichtung nicht beendetes Aus-Kommando (Überfunktion/Dauerkommando des Schutzes, ungewollter Eingriff, usw.) für eine Überfunktion des SVS ausreichen würde. Dabei ist die unmittelbar nach Einschaltung auf einen Fehler wirkende verlängerte Ausschaltzeit des Leistungsschalters zu berücksichtigen.

Darüber hinaus ist die Rückfallzeit einiger Schutzeinrichtungen unbestimmt. Sie wird mitunter künstlich verlängert und hängt unter anderem auch vom Stromwandlerverhalten ab. So treten insbesondere bei linearisierten Stromwandlern nach der Fehlerabschaltung Ausgleichsströme im Sekundärkreis auf, die das Rückfallen des Schutzrelais wesentlich verzögern können, wenn dieses nicht speziell dafür konstruiert wurde.

Diese Randbedingungen sind zu beachten, wenn ein Leistungsschalterversagen allein durch Messung der Anregedauer nach erteiltem Aus-Kommando erkannt werden soll.

Die unterbliebene Stromunterbrechung kann unabhängig von dem das Aus-Kommando erzeugenden Schutz durch dreiphasige Stromrelais festgestellt werden. Der Ansprechwert dieser Stromrelais muß ggf. einerseits unter dem Nennstrom des Betriebsmittels liegen und andererseits dessen maximalen Betriebsstrom dauernd zulassen. Weitere allgemeine Forderungen an diese Stromrelais sind u.a.

- Rückfallverhältnis $\geq 0,95$
- Rückfallzeit bis Kontaktöffnung ≤ 20 ms und
- keine Rückfallverzögerung durch Ausgleichvorgänge in Wandlersekundärkreisen.

Bei Leitungen mit einpoliger Automatischer Wieder-Einschaltung (AWE) müssen die Stromrelais getrennte Kontakte je Leiter haben, die leiterweise mit dem Aus-Kommandos verknüpft werden. In Schaltfeldern mit ausschließlich dreipoliger Ausschaltung ist die Parallelschaltung der Stromrelaiskontakte zulässig.

Die Aufgabe der Stromrelais kann abhängig von den Netzbedingungen auch durch den Schutz der vom SVS auszuschaltenden Abzweige übernommen werden.

Die Kontrolle der erfolgten Leistungsschalterausschaltung durch Abfrage von Hilfsschalterkontakten ersetzt die Stromabfrage nur unvollständig. Abhängig von der Konstruktion des Leistungsschalters sind verschiedene Störungen des Schalterantriebes möglich, in deren Folge die Hilfsschalterstellung nicht der Stellung der Schalterkontakte entspricht. Zum Teil bestehen auch erhebliche Zeitunterschiede von bis zu 300 ms zwischen Hauptkontakten und Hilfsschalterkontakten. Bei keiner Schalterkonstruktion kann ohne Stromabfrage das Durchzünden erfaßt werden. Die Abfrage der Hilfsschalterkontakte wird also auf wenige Sonderfälle begrenzt bleiben.

4 Ausführungen des Schalterversagerschutzes

Der SVS besteht aus den Elementen

- Aus-Kommando eines Schutzsystems, bei dessen unterbliebener Ausführung der SVS arbeiten soll (Ansteuerung des SVS);
- Ermittlung des Schaltzustandes des zu diesem Schutzsystem gehörenden Leistungsschalters durch Stromabfrage oder in Sonderfällen Stellungsabfrage;
- Zeitverzögerung zur Unterscheidung des normalen Ausschaltverlaufes vom Versagen des Leistungsschalters (Zeitverzögerung des SVS) sowie
- Nachbildung des Anlagenschaltzustandes, um genau die Leistungsschalter auszuschalten, die zur selektiven Erfüllung der Funktion notwendig sind (Trennerabbild).

Die verschiedenen Ausführungsvarianten des SVS ergeben sich

- aus dem verwendeten Kriterium für das Erkennen des Leistungsschalterversagens und
- aus der Verkopplung eines oder mehrerer der vorgenannten Elemente mit einem in der betreffenden Anlage vorhandenen Sammelschienenschutz.

Typische Ausführungsvarianten sind

- der separat aufgebaute SVS,
- der SVS, der für das Trennerabbild und die Auslösekreise sowie ggf. für die Stromabfrage und die Zeitverzögerung Elemente eines in der Anlage vorhandenen Sammelschienenschutzes mit benutzt sowie
- der SVS, der als messendes Kriterium die Verstimmung des Sammelschienenschutzes benutzt.

Für die Stromabfrage zur Erkennung des Leistungsschalterversagens ist zu unterscheiden zwischen

- hoher Einstellung (Ansprechwert der Stromrelais ist größer als der maximale Betriebsstrom des Betriebsmittels) und
- niedriger Einstellung (Ansprechwert der Stromrelais ist kleiner als der maximale Betriebsstrom des Betriebsmittels).

Die hohe Einstellung ist ein sicheres Verfahren, da eine ungewollte Anregung des SVS während des Betriebes nicht zu einer Überfunktion führt. Nachteilig ist die Begrenzung der Wirksamkeit des SVS auf stromstarke Primärfehler.

Die niedrige Einstellung ermöglicht die Wirksamkeit des SVS auch bei stromschwachen Fehlern. Nachteilig ist, daß eine ungewollte Anregung des SVS unter Betriebsbedingungen zur Überfunktion führen kann.

Die minimale Zeitverzögerung des SVS erfordert leiterbezogene Zeitrelais je Schaltfeld, um alle Möglichkeiten des Fehlerwechsels zu beherrschen. Die Reduzierung auf ein Zeitrelais je Schaltfeld erfordert die Berücksichtigung einer Zeitaddition bei Fehlerwechseln (Bild 2).

Eine genaue Vorgabe über die zu wählende Zeitverzögerung des SVS ist nicht möglich. Sie ist abhängig von der Ausführung des SVS und von den Gründen, die dazu geführt haben, einen SVS einzusetzen. Eine Selektivität gegenüber speziellen Schutzeinrichtungen (z.B. Kraftwerksentkopplungsrelais) ist mit dem SVS nicht zu erreichen.

Bei einem SVS in Verbindung mit einem Stromrelais ist die Zeitverzögerung unter anderem abhängig von der Rückfallzeit des Stromrelais (unter Berücksichtigung des Wandlerverhaltens) und der Gesamt-Ausschaltzeit des Leistungsschalters, wenn auf einen bestehenden Fehler zugeschaltet wird. Die gewählte Zeit liegt in der Regel zwischen 150 und 500 ms.

Wird die Ansteuerung des SVS dazu genutzt, den Sammelschienenschutz zu verstimmen, so kann die Verzögerungszeit zwischen 150 und 400 ms liegen.

Wird die Ansteuerung des SVS in Sonderfällen von der Leistungsschalterabfrage abhängig gemacht, so wird die Verzögerungszeit nicht unter 500 ms eingestellt.

Wird der SVS eingesetzt, weil die unselektive Ausweitung des Fehlers durch die übergeordneten Schutzeinrichtungen nicht akzeptabel ist, so ist die Verzögerungszeit des SVS bei der Netzstaffelung mit zu berücksichtigen.

Die Ansteuerung des SVS sollte über einen getrennten Kontakt der Schutzeinrichtung erfolgen, d.h. nicht von der Ausspule abgenommen werden, um den Schalterversagerschutz nur bei Schutzauslösungen anzuregen. Die Verwendung eines anderen Stromkreises als die Feldsteuerspannung stellt die Anregung des SVS auch bei Ausfall der Steuerspannung und dadurch hervorgerufenem Schalterversagen sicher.

Erfolgt die Ansteuerung des SVS von außerhalb der Anlage durch eine Gleichspannung (z.B. bei Schaltermitnahme vom Kraftwerk), ist diese zweipolig auszuführen, um eine Überfunktion durch Erdschlüsse im Gleichstromkreis zu vermeiden.

Eine Möglichkeit, Überfunktionen des SVS bei Fehlansteuerung zu reduzieren, stellt der zweistufige SVS dar (Bild 3). Bei ihm wird zunächst mit geringer Zeitverzögerung nochmals ein Aus-Kommando auf die zweite Leistungsschalterspule im angesteuerten Feld gegeben. Erst wenn auch dieses erfolglos bleibt, erfolgt dann die Auslösung der umliegenden Leistungsschalter nach einer weiteren Zeitverzögerung des SVS. Somit kann eine Fehlansteuerung des SVS auch dann keine Abschaltung der Sammelschiene hervorrufen, wenn

das Meßkriterium des SVS unter Nennstrom eingestellt ist. Durch die Ausschaltung des eigenen Leistungsschalters sind die Auslösebedingungen des SVS nicht mehr erfüllt. Zu beachten ist, daß in Feldern mit einpoliger AWE der SVS leiterselektiv arbeiten muß.

Wird zur Auslösefreigabe des SVS ein zusätzliches Kriterium abgefragt (z.B. Overallmessung eines Sammelschienenschutzes oder die Generalanregung der Abzweigschutzeinrichtungen), so ist sicherzustellen, daß auch dieses Kriterium bei allen Fehlern, die der SVS erfassen soll, zuverlässig anregt.

5 Anwendungsfälle des Schaltversagerschutzes

Die Anwendungsfälle des SVS werden unterschieden nach den Betriebsmitteln, deren Schutz-Aus-Kommando zur Anregung des SVS dient.

5.1 SVS bei Leitungsfehlern

Die Ansteuerung des SVS wird vom ggf. leiterselektiven Aus-Kommando des Schutzes der Leitung gebildet (Bild 2).

Ein spezifisches Merkmal ergibt sich bezüglich der Erkennung des Leistungsschaltversagens durch die Art der Stromabfrage. Für die jeweilige Leitung muß gewährleistet sein, daß über die gesamte Leitungslänge bei allen Kurzschlußarten das Versagen des Leistungsschalters erkannt wird.

5.1.1 Verwendung separater Stromrelais

Der Ansprechwert I_{an} des Stromgliedes muß um einen Sicherheitsfaktor f (z.B. 1,2) kleiner sein als der minimale Kurzschlußstrom I_{kmin} bei ein- oder zweipoligem Kurzschluß am entgegengesetzten Leitungsende

$$I_{an} \leq I_{kmin}/f$$

5.1.2 Verwendung des Meßkriteriums eines Sammelschienenschutzes

Bei der Heraustrennung der betreffenden Leitung aus dem Meßstromkreis eines Sammelschienenschutzes muß der Ansprechstrom I_{an} des Sammelschienenschutzes der Bedingung

$$I_{an} \leq I_{kmin}/f$$

entsprechen.

Bei der Umpolung des Stromes der betreffenden Leitung für den Meßstromkreis eines Sammelschienenschutzes muß dessen Ansprechstrom I_{an} dagegen nur der Bedingung

$$I_{an} \leq 2,0 I_{kmin}/f$$

genügen.

Wird das Versagen des Leistungsschalters erkannt und der Strom der betreffenden Leitung aus dem Meßstromkreis des Sammelschienenschutzes herausgetrennt oder für diesen Kreis umgepolt, so muß für Leitungen mit einpoliger AWE diese Maßnahme leiterselektiv erfolgen, oder es muß zulässig sein, I_{an} so hoch einzustellen, daß der höchste Belastungsstrom eines Abganges kein Versagen des Leistungsschalters vortäuschen kann.

5.1.3 Leitungen an einseitig gespeisten Sammelschienen

Durch den Einsatz mehrstufiger Schutzrelais wird es mit vertretbarem Aufwand möglich, auch auf niedrigen Spannungsebenen einen SVS zu realisieren.

Die UMZ-Relais der Abgänge erfassen über eine separate Zeitstufe, wie lange das Aus-Kommando ansteht. Nach Ablauf dieser Zeit wird das Kommando zum Schutz des vorgelagerten Schalters übertragen. Besteht hier eine Überstromanregung, erfolgt eine Auslösung.

5.2 SVS bei Transformatorfehlern

Die Anregung des SVS erfolgt durch die Aus-Kommandos der Schutzeinrichtungen des Transformators. Dabei ist zu beachten, daß der Buchholzschutz nicht zurückfällt und daher zusätzliche Maßnahmen erforderlich werden.

Das Stromkriterium zur Erkennung des Leistungsschaltversagens ist so zu bemessen, daß es bei dem Versagen eines Leistungsschalters für den Kurzschluß an den jeweils anderen Enden des Transformatorschutzbereiches erfüllt wird. Bei Einbindung in einen Sammelschienenenschutz gelten die Bedingungen von Punkt 5.1.2 ebenfalls. Die Erfassung aller stromschwachen Transformatorfehler ist mit dem SVS nicht möglich.

5.3 SVS bei Sammelschienenfehlern

5.3.1 Anlagen ohne Sammelschienenenschutz

Sammelschienenfehler werden von den Schutzeinrichtungen der Gegenseiten (Distanzschutz) wie Fehler des zugeordneten Betriebsmittels erkannt, jedoch nur nach längerer Zeit abgeschaltet. Ein SVS muß auf den Gegenseiten unter den gleichen Bedingungen wie bei Abzweigfehlern wirksam werden. Das ist nicht erforderlich, wenn in der fehlerbehafteten Anlage Sammelschienenfehler durch Rückwärtsstufen der Abzweig-Schutzeinrichtungen erfaßt werden.

5.3.2 Anlagen mit Sammelschienenenschutz

Leitungen

Nach Erkennen eines Schaltversagers kann ein eventuell vorhandener Vergleichsschutz der eingespeisten Leitungen so verstimmt werden, daß ein Leitungsfehler vorgetäuscht wird. Die Ausschaltung kann auch durch eine Schutzsignalübertragung zur Gegenseite erfolgen. Dann sollte jedoch auf der Gegenseite noch ein Schutzkriterium, das auf einen Fehler hinweist, abgefragt werden, bevor das Kommando auf den Leistungsschalter gesteuert wird.

Beiden Konzepten ist gemeinsam, daß Schutzverbindungen zu den Gegenseiten vorhanden sein müssen.

Netz-Transformatoren

Nach Erkennen eines Schalterversagens kann das Aus-Kommando auf den Leistungsschalter der anderen Trafoseite umgeleitet werden. Zur Sicherheit kann noch ein weiteres Schutzkriterium dieser Seite abgefragt werden.

Blocktransformatoren

Falls die Auslösezeit des an den Generatorsternpunkt angeschlossenen UMZ- bzw. Impedanzschutzes bei einem Sammelschienenfehler unakzeptabel hoch ist, muß ein Kommando des SVS zum Kraftwerk übertragen werden. Abhängig von den Gegebenheiten im Kraftwerk wirkt dieses Kommando auf Auslösung des Generatorleistungsschalters, Entregung, Turbinenschnellschluß und Umschaltung des Eigenbedarfes. Wenn kein Generatorleistungsschalter vorhanden ist, werden die Entregung, Turbinenschnellschluß- und Eigenbedarfsumschaltung beaufschlagt.

Kuppelschalter

Versagt ein Kuppelschalter bei einem Sammelschienenfehler, kann von dem SVS der einen Sammelschiene der Sammelschienenenschutz der anderen Sammelschiene verstimmt werden. Damit wird auch gleichzeitig ein Fehler zwischen Stromwandler und Leistungsschalter erfaßt. Der Verlust von zwei Sammelschienen ist dann unvermeidbar.

5.4 SVS bei Fehlern in Kraftwerksabzweigen

5.4.1 Reichweiten von SVS-Einrichtungen auf der Netzseite

Verstimmen des Sammelschienenenschutzes

Beim Verstimmen des Sammelschienenenschutzes ist die Reichweite des SVS begrenzt, da die auftretenden Fehlerströme das Ansprechen des Sammelschienenenschutzes (siehe Punkt 5.1.2) sicherstellen müssen.

Bei Blöcken mit genügend hoher Nennleistung wird bei Kurzschlüssen zwischen Blocktrafo, Generator und Eigenbedarfstrafo (vgl. Bild 4, Fehler 1) das Ansprechniveau des Sammelschienenenschutzes erreicht.

Stromschwächere Fehler (z.B. Fehler auf der Mittelspannungsseite des EB-Trafos, versehentliches Zuschalten des unerregten Generators), Fehler ohne Überstrom (z.B. Läufererdschluß, Ständererdschluß) oder maschinentechnische Fehler können damit nicht erfaßt werden.

Hoch eingestellte Stromrelais

Ein SVS mit hoch eingestellten Stromrelais auf der Oberspannungsseite des Blocktransformators (Ansprechwert ca. das 1,2- bis 1,5-fache des Nenn-

stromes des Blocktransformators) deckt das Schaltversagen bei Kurzschlüssen zwischen Generator, Blocktrafo und Eigenbedarfstrafo sowie das Zuschalten eines unerregten Generators an das Netz unabhängig von der Nennleistung des Blockes ab.

Dieses Verfahren kann insbesondere dort eingesetzt werden, wo kein Sammelschienenschutz vorhanden ist, oder wo ein SVS mit Verstimmen des Sammelschienenschutzes wegen zu kleiner Nennleistung des Blocktrafos den Ansprechwert nicht erreicht. Fehler auf der Unterspannungsseite des Eigenbedarfstransformators (vgl. Bild 4, Fehler 2) sowie stromschwache Fehler in den Transformatoren und im Generator können mit diesen hocheingestellten Stromrelais nicht erkannt werden.

Niedrig eingestellte Stromrelais

Ein SVS mit niedrig eingestellten Stromrelais auf der Oberspannungsseite des Blocktransformators (Ansprechwert ca. das 0,2-fache des Nennwertes des Blocktransformators) deckt das Schaltversagen

- bei Kurzschlüssen zwischen Generator, Blocktrafo und Eigenbedarfstrafo (Bild 4, Fehler 1),
- beim Zuschalten eines unerregten Generators,
- bei Fehlern auf der Unterspannungsseite des EB-Trafos (Bild 4, Fehler 2)

durch das Erkennen der (wenn auch kleinen) Fehlerströme ab.

Das Erkennen des Schaltversagens bei

- „stromschwachen“ Fehlern (Bild 4, Fehler 3; Läufererdschluß, Ständererdschluß, maschinentechnische Fehler etc.)

erfolgt dadurch, daß die niedrig eingestellten Stromrelais durch den Laststrom angezogen bleiben bzw. infolge des fließenden Stromes nach Schnellschlußfall und Abschalten der Erregung ansprechen. Die Gefahr einer Überfunktion kann durch einen zweistufigen SVS weitgehend reduziert werden (siehe hierzu Punkt 4).

5.4.2 SVS bei unterschiedlichen Kraftwerkskonzepten

Sternpunktbehandlung des Blocktrafos

In Netzen, in denen Leistungsschalter mit einpoligen Antrieben eingesetzt sind, kommt es vorwiegend zu einpoligem Schaltversagen. Ein dadurch hervorgerufener einphasiger Betrieb des Kraftwerkes mit voll erregter Maschine führt bei ungeerdetem Blocktrafosternpunkt innerhalb einiger 100 ms zu schweren Schäden durch Spannungsbeanspruchung. Dieser Betriebszustand kann von den hier beschriebenen SVS-Einrichtungen nicht

erkannt werden. Die Erdung des Blocktrafosternpunktes beseitigt die Spannungsbeanspruchung und schafft für den Schalterversagerschutz definierte Verhältnisse, unter denen bei einpoligem Schalterversagen eine Fehlererkennung erst möglich wird. Aus Sicht des SVS ist daher ein geerdeter Sternpunkt des Blocktransformators erforderlich.

Anschluß des KW über eine Freileitung

Bei Anschluß eines Kraftwerkes über eine Freileitung mit beidseitigen Leistungsschaltern kann eine Direktmitnahme vom Blockleistungsschalter auf den Schalter im Umspannwerk erfolgen. Eine Zeitverzögerung erleichtert die Klärung des Störungsablaufs.

Anschluß des KW direkt an ein Umspannwerk

Bei Anschluß des Kraftwerkes direkt an ein Umspannwerk bedeutet die Auslösung des SVS immer das Freischalten einer Sammelschiene. Die Vermeidung von Überfunktionen ist hier besonders wichtig. Deshalb sollten nur SVS-Einrichtungen mit einem messenden Kriterium verwendet werden. Die Sicherheit gegen Überfunktion ist bei Einsatz von hoch eingestellten Stromrelais höher als bei niedrig eingestellten Stromrelais.

Kraftwerk mit Generatorschalter

Bei Kraftwerken mit Generatorleistungsschalter werden Fehler, die den Generator oder die Maschinenseite betreffen, durch den Generatorleistungsschalter abgeschaltet.

Der SVS für den Generatorleistungsschalter betätigt nach einer Zeitverzögerung den Blockleistungsschalter (Siehe Bild 5). Die Verknüpfung mit den Hilfskontakten des Schalters verhindert eine Überfunktion des SVS durch länger anstehende Auslösebefehle des Generatorschutzes. Durch den zusätzlichen Einsatz eines Stromrelais wird die Funktion des SVS auch bei Fehlern in der Schaltkammer sichergestellt. Falls hierfür niedrig eingestellte Stromrelais verwendet werden, muß der Wandler für diese Stromrelais zwischen Generator und dem Abgangspunkt zum EB-Trafo eingebaut sein, um zu verhindern, daß die Stromrelais durch den EB-Strom angeregt bleiben.

Beim SVS für den Blockleistungsschalter gelten die Aussagen in Pkt. 5.4.1. Bei Fehlern auf der Unterspannungsseite des Eigenbedarftrafos stehen auf der OS-Seite des Blocktrafos nur die relativ kleinen Fehlerströme zum Erkennen eines Schalterversagens zur Verfügung. Diese können nur mit einem unter Nennstrom eingestellten Stromrelais erfaßt werden.

Versagt bei einem Fehler auf der Generatorschiene (Bild 4, Fehler 1) der Generatorschalter, so wird die Fehlerklärungszeit durch die Entregungszeit der Maschine bestimmt.

Kraftwerk ohne Generatorschalter

Bei Kraftwerken ohne Generatorschalter kann ein SVS für stromstarke Fehler durch hoch eingestellte Stromrelais auf der OS-Seite des Blocktransformators realisiert werden.

Soll der SVS auch bei stromschwachen Fehlern wirksam sein, so müssen niedrig eingestellte Stromrelais eingesetzt werden. Bei der Einstellung ist zu beachten, daß bei Fehlern auf der Unterspannungsseite der EB-Transformatoren bis zum Wirksamwerden der Entregung die Zwischeneinspeisung des Generators wirkt. Dies erfordert eine Einstellung auf beispielsweise das 0,2-fache des Nennstromes des Blocktransformators.

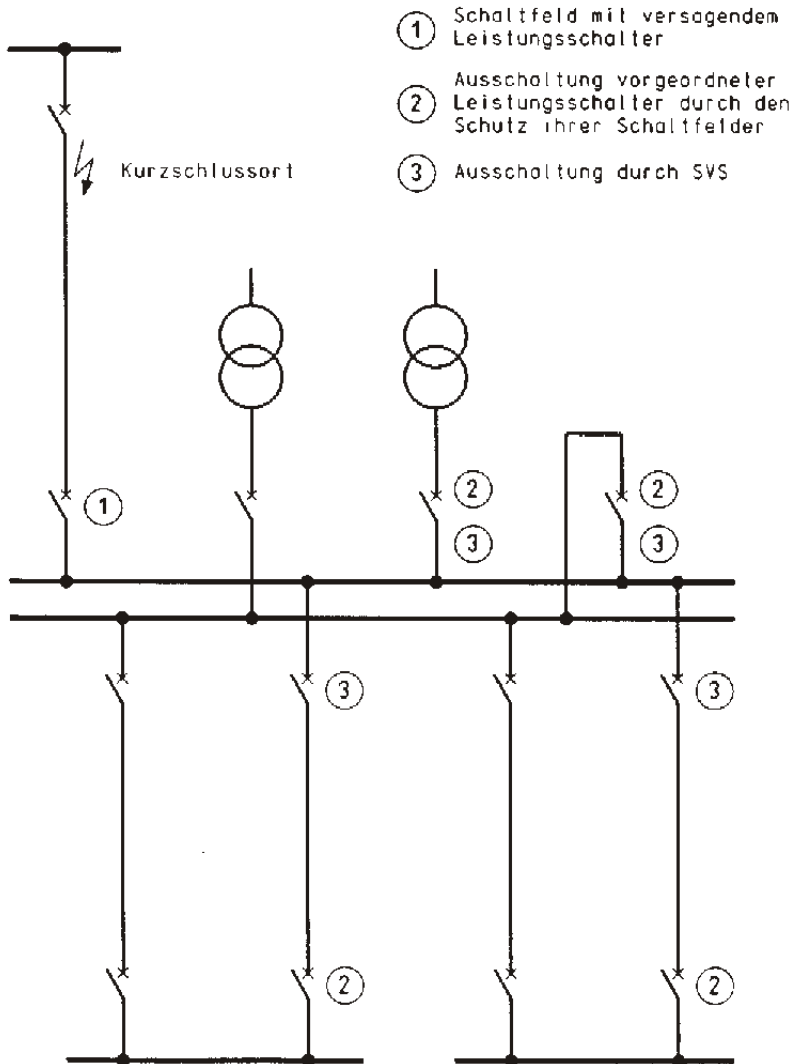


Bild 1: Kurzschlußausschaltung bei Versagen eines Leistungsschalters

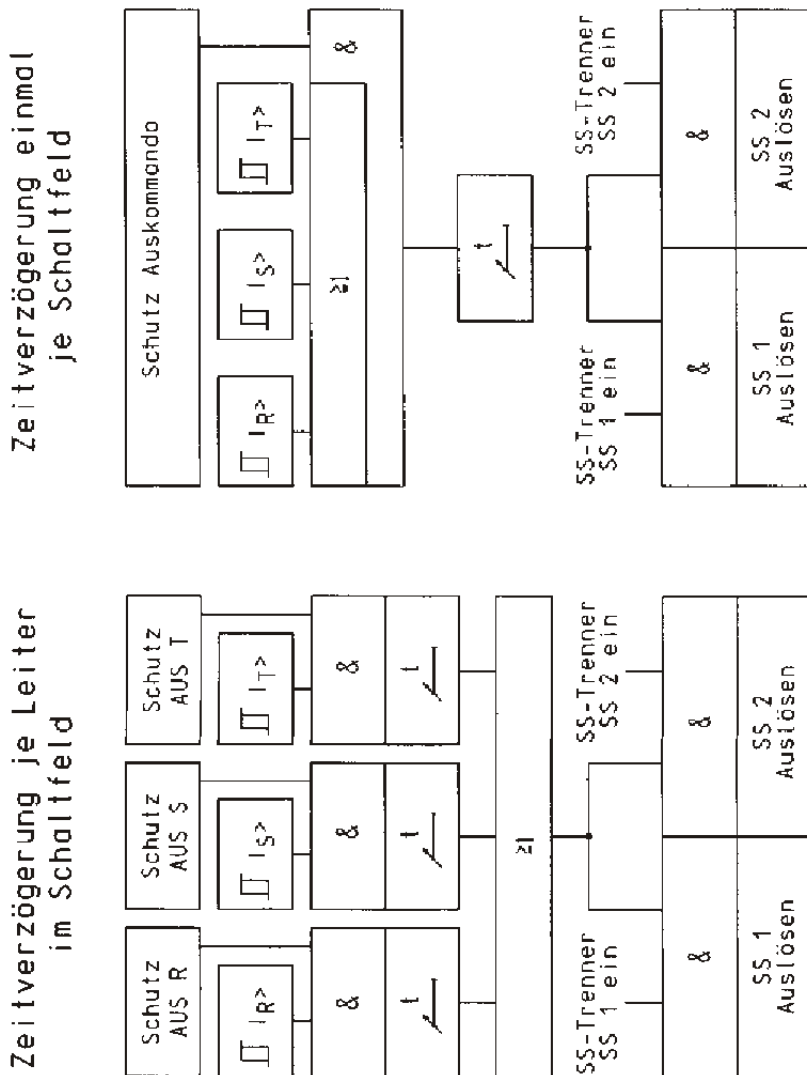


Bild 2: Verknüpfung von Stromabfrage, Aus-Kommando und Zeitabfrage

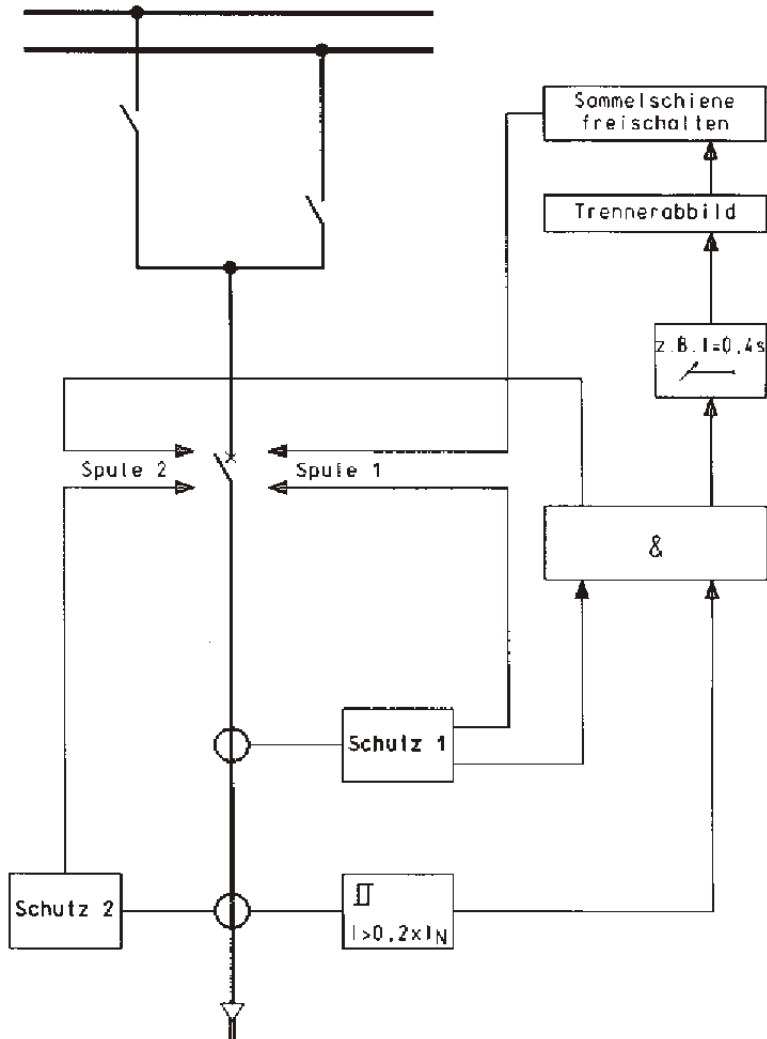
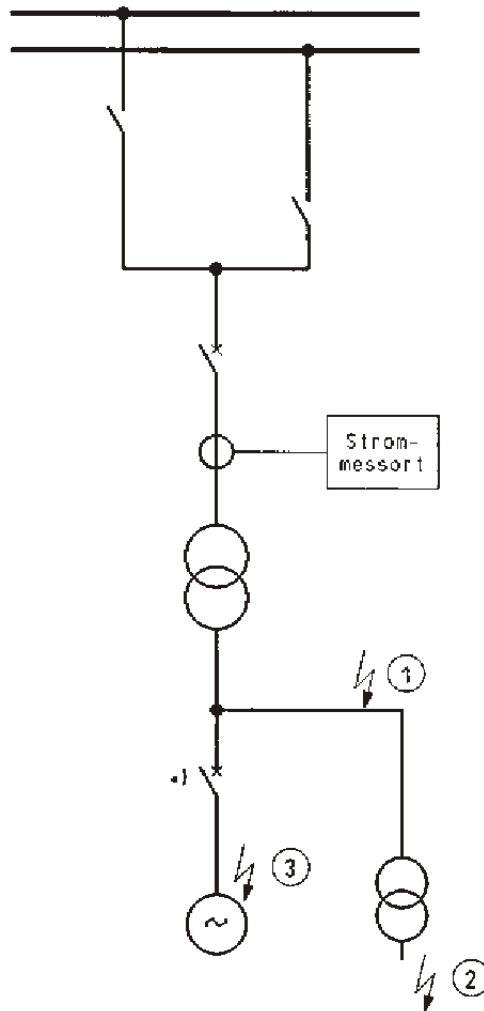


Bild 3: Zweistufiger Versagerschutz



•) falls vorhanden

Bild 4: Kritische Fehlerorte ① bis ③ beim Kraftwerksanschluß

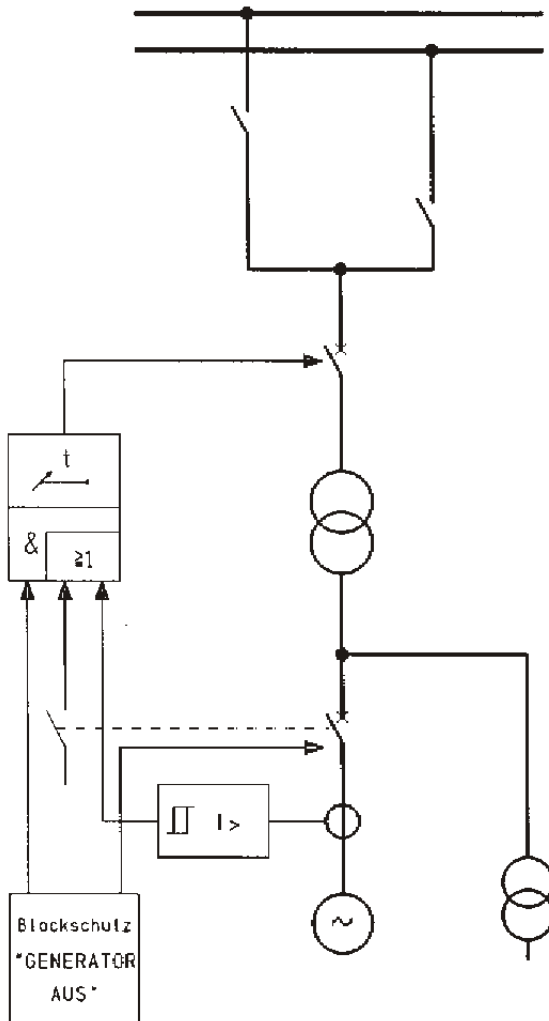


Bild 5: Kraftwerk mit Maschinenleistungsschalter