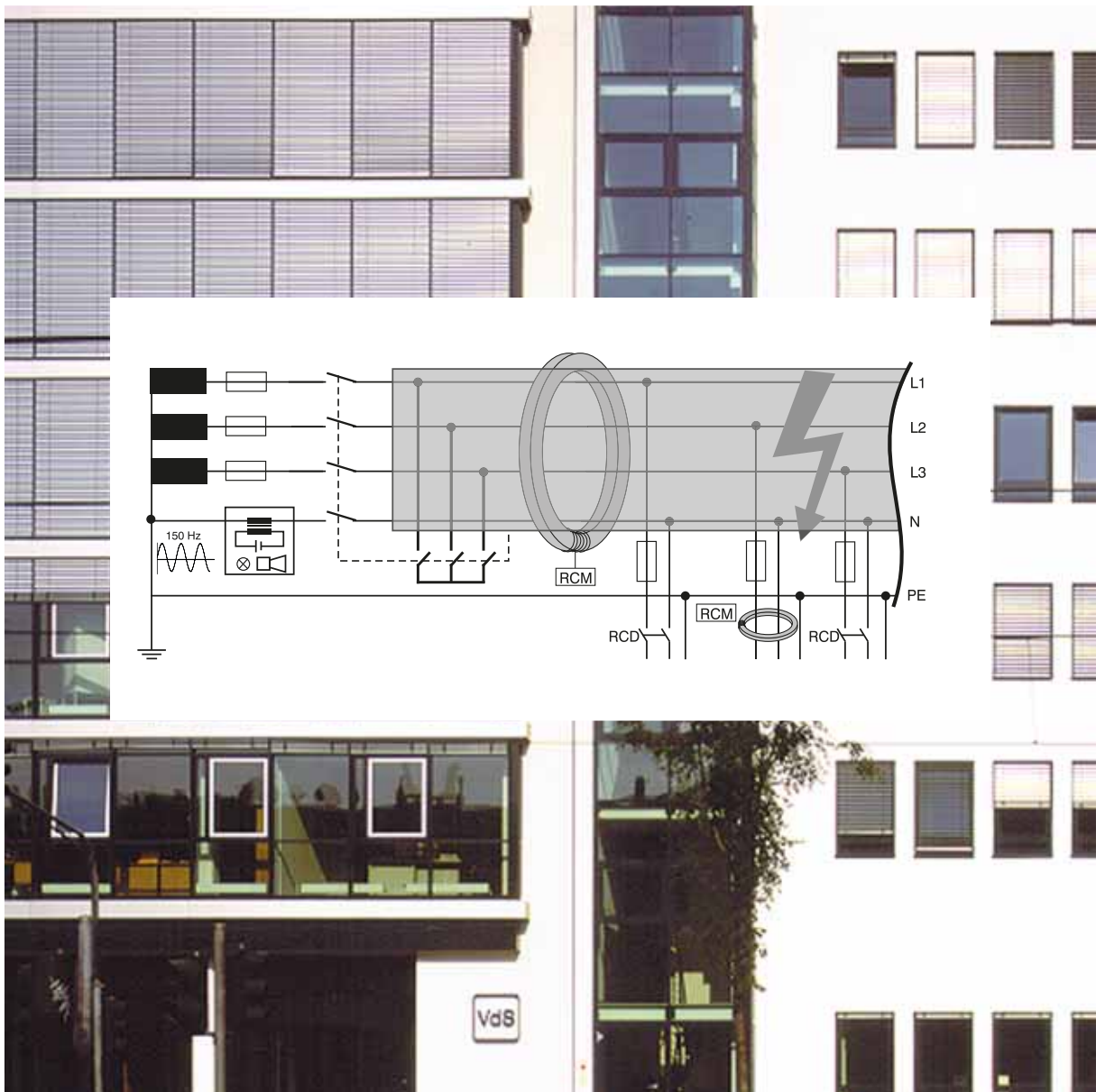


Publikation der deutschen Versicherer
zur Schadenverhütung

Auswahl von Schutzeinrichtungen für den Brandschutz in elektrischen Anlagen



Zusammenfassung

Die Publikation gibt einen Überblick über verschiedene elektrische Schutzeinrichtungen zum Schutz vor Bränden in elektrischen Anlagen und deren Auswahl. Sie wendet sich hauptsächlich an Planer und Errichter elektrischer Niederspannungsanlagen.

Die vorliegende Publikation ist unverbindlich. Die Versicherer können im Einzelfall auch andere Sicherheitsvorkehrungen oder Installateur- oder Wartungsunternehmen zu nach eigenem Ermessen festgelegten Konditionen akzeptieren, die diesen technischen Spezifikationen oder Richtlinien nicht entsprechen.

Publikation der deutschen Versicherer
zur Schadenverhütung

Auswahl von Schutzeinrichtungen für den Brandschutz in elektrischen Anlagen

Inhalt

1	Anwendungsbereich	4
2	Begriffe.....	4
2.1	Isolationsfehler	4
2.2	Überstrom-Schutzeinrichtung.....	4
2.3	SH-Schalter	4
2.4	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD – Residual Current Device).....	4
2.5	Automatische Wiedereinschalteneinrichtung (ARD – Automatic Reclosing Device)	5
2.6	Zusatzeinrichtung für RCCB oder RCBO	5
2.7	Differenzstrom-Überwachungsgerät (RCM – Residual Current Monitor)	5
2.8	Isolationsüberwachungsgerät (IMD – Insulation Monitoring Device)	5
2.9	Einrichtung zur Isolationsfehlersuche (IFLS – Insulation Fault Location System)	5
2.10	Störlichtbogen/Fehlerlichtbogen.....	5
2.11	Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtung (AFDD – Arc Fault Detection Device)	5
2.12	AFD-Einheit	5
2.13	Störlichtbogen-Schutzeinrichtung	5
3	Auswahl von Schutzeinrichtungen.....	5
3.1	Überstrom-Schutzeinrichtungen.....	6
3.2	Schutz bei Isolationsfehlern	6
3.3	Isolationsüberwachungsgeräte (IMD).....	9
3.4	Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtung (AFDD)	10
3.5	Störlichtbogen-Schutzeinrichtung	11
4	Literatur	12
4.1	Gesetze und Verordnungen.....	12
4.2	Vorschriften, Regeln und Informationen der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV)	12
4.3	Technische Regeln	12
4.4	Publikationen der deutschen Versicherer zur Schadenverhütung	13
4.5	Publikationen der VdS Schadenverhütung GmbH (VdS).....	13
4.6	weiterführende Literatur	13

1 Anwendungsbereich

Im Folgenden werden Schutzeinrichtungen beschrieben, die bei

- Überstrom,
- impedanzbehafteten Isolationsfehlern und
- Störlichtbögen bzw. Fehlerlichtbögen

schützen.

Der Schutz gegen den elektrischen Schlag wird nicht betrachtet.

Die Richtlinien enthalten Mindestanforderungen. Ihre Anwendung entbindet nicht von der Beachtung der gesetzlichen Forderungen, einschlägigen Normen oder sonstiger technischer Regeln.

Die Richtlinien gelten für die Planung und Errichtung elektrischer Niederspannungsanlagen und richten sich hauptsächlich an Elektrofachkräfte.

2 Begriffe

Neben den im Folgenden aufgeführten Begriffen gelten die der DIN VDE 0100 und der anderen einschlägigen Normen.

2.1 Isolationsfehler

Der Isolationsfehler ist eine gefahrdrohende Verschlechterung des Isolationszustands innerhalb der elektrischen Anlage.

Isolationsfehler entstehen z. B. infolge

- mechanischer, thermischer, chemischer Beschädigungen elektrischer Isolierungen,
- Verschmutzung von Isolierstrecken,
- Überbrückung von Isolierstrecken durch Teile, die nicht zur elektrischen Anlage gehören,
- Feuchtigkeit in elektrischen Einrichtungen.

In diesen Fällen kann über die Isolationsfehlerstellen ein brandgefährlicher Fehlerstrom

- zwischen aktiven, stromführenden Leitern oder
- von aktiven, stromführenden Leitern über metallene Gehäuse elektrischer Betriebsmittel (Körper) und Schutzleiter oder fremde leitfähige Teile (metallene Gebäudeteile und/oder -installationen)

fließen.

2.2 Überstrom-Schutzeinrichtung

Schutzeinrichtung, z. B. LS-Schalter, Sicherung, die bei Überlast und/oder Kurzschluss Schutz bietet.

2.3 SH-Schalter

Selektiver Haupt-Leitungsschutzschalter ist eine strombegrenzende mechanische Schutzeinrichtung, die u. a. besonderen Selektivitätsanforderungen genügt. Sie werden hauptsächlich im Vordächerbereich anstelle von NH-Sicherungen oder anderer Überstrom-Schutzeinrichtungen eingesetzt.

2.4 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD – Residual Current Device)

Schutzeinrichtung, die unter normalen Betriebsbedingungen Ströme einschaltet, führt und ausschaltet. Erreicht der Differenzstrom unter bestimmten Bedingungen den Wert des gewählten Bemessungsfehlerstromes schaltet die RCD den Stromkreis ab.

Folgende Bauarten von RCDs gibt es:

RCCB (Residual Current operated Circuit Breaker without integral overcurrent Protection): Fehlerstrom-Schutzeinrichtung ohne eingebauten Überstromschutz, die Bezeichnung FI-Schutzschalter ist weiterhin gebräuchlich.

RCBO (Residual Current operated circuit Breaker with integral Overcurrent protection): Fehlerstrom-Schutzeinrichtung mit eingebautem Überstromschutz, die Bezeichnung FI/LS-Schalter ist weiterhin gebräuchlich.

RC-Unit (Residual Current-Unit): Fehlerstrom-Auslöser zum Anbau an Leitungsschutzschalter.

CBR (Circuit Breaker incorporating Residual current protection): Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz.

MRCD (Modular Residual Current Device): modulares Fehlerstromgerät ohne integrierte Abschaltvorrichtung. Als Abschaltvorrichtung kommen hauptsächlich Leistungsschalter zum Einsatz.

PRCD (Portable Residual Current Device without integral overcurrent Protection): Schutzschalter, der aus einem Stecker, einer RCD und einer oder mehrerer Steckdosen bzw. einer anderer

Anschlussmöglichkeit besteht. PRCDs sind nicht Bestandteil der ortsfesten Installation.

SRCD (fixed Socket-Outlets with Residual Current Device): RCD und Steckdose bilden eine bauliche Einheit und ist für ortsfeste Installationen geeignet.

2.5 Automatische Wiedereinschalteneinrichtung (ARD – Automatic Reclosing Device)

Gerät, das eine Schutzschalteneinrichtung mit der es verbunden ist, z. B. RCDs oder LS-Schalter automatisch wiedereinschaltet.

2.6 Zusatzeinrichtung für RCCB oder RCBO

Zusatzeinrichtungen in oder an RCCBs oder RCBOs können zur Erweiterung des vorgesehenen Schutzzumfanges und/oder zur Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit und/oder der Zuverlässigkeit und/oder zur Erfassung und Weiterleitung von Informationen dienen, die über die Basisfunktion für allgemeine Anforderungen hinausgehen.

2.7 Differenzstrom-Überwachungsgerät (RCM – Residual Current Monitor)

Überwachungsgerät, das aus einem oder der Kombination mehrerer Geräte besteht, das den Differenzstrom einer elektrischen Anlage überwacht und einen Alarm auslöst, wenn der Differenzstrom den Ansprechwert des Gerätes überschreitet.

2.8 Isolationsüberwachungsgerät (IMD – Insulation Monitoring Device)

Ein Isolationsüberwachungsgerät überwacht in einem IT-System (ungeerdetes System) permanent den Isolationswiderstand R_F zwischen den aktiven Leitern und Erde. Unterschreitet dieser den eingestellten Ansprechwert R_a wird ein Schaltbefehl ausgelöst.

2.9 Einrichtung zur Isolationsfehlersuche (IFLS – Insulation Fault Location System)

Einrichtungen zur Isolationsfehlersuche werden vorgesehen, um nach Auftreten eines ersten Isolationsfehlers (Meldung durch das IMD), automatisch den isolationsfehlerbehafteten Netzabschnitt zu lokalisieren.

2.10 Störlichtbogen/Fehlerlichtbogen

Der Störlichtbogen bzw. Fehlerlichtbogen ist ein stromführender Gasplasmakanal zwischen Metallteilen unterschiedlichen Potentials, der durch das im fehlerfreien Betrieb isolierende Umgebungsmedium (in der Regel Luft) verläuft.

Hinweis: Der Begriff Störlichtbogen wird im Zusammenhang mit Lichtbögen in Schaltanlagen verwendet. Der Begriff Fehlerlichtbogen wird im Zusammenhang mit Endstromkreisen verwendet.

2.11 Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtung (AFDD – Arc Fault Detection Device)

Schutzeinrichtung, die über charakteristische Eigenschaften der Lichtbogenspannung einen Fehlerlichtbogen erkennt und den Stromkreis abschaltet.

2.12 AFD-Einheit

Einheit, die einen Fehlerlichtbogen erkennen kann. Zur Abschaltung des Stromkreises wird eine zusätzliche Ausschaltvorrichtung benötigt, z. B. RCD, LS-Schalter.

2.13 Störlichtbogen-Schutzeinrichtung

Schutzeinrichtung, die das beim Lichtbogen anfallende Licht sowie den gleichzeitig entstehenden Stromanstieg registrieren und den Lichtbogen löschen kann.

3 Auswahl von Schutzeinrichtungen

Für die im Anwendungsbereich (Abschnitt 1) genannten Fehlerarten werden unterschiedliche Schutzeinrichtungen eingesetzt. Überstrom-Schutzeinrichtungen und Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen bieten Schutz gegen den elektrischen Schlag. Sie sind außerdem in der Lage, die Gefahr elektrisch gezündeter Brände zu verringern. Fehlerlichtbogen- und Störlichtbogen-Schutzeinrichtungen sind ausschließlich auf den Brandschutz ausgerichtet. Die Eigenschaften der verschiedenen Schutzeinrichtungen werden in Tabelle 1 aufgezeigt.

Schutzeinrichtung		Schutz bei				Begrenzung des Durchlaststromes und der Durchlastenergie
		Überlast	Kurzschluss	widerstandsbehaftetem Kurzschluss oder Körperschluss	Fehlerlichtbogen bzw. Störlichtbogen	
Überstrom-Schutz-einrichtungen	Schmelzsicherung	x	x	o		x
	Leistungsschalter	x	x	o		x
	Motorschutzschalter	x	x	o		
	LS-Schalter	x	x	o		x
	SH-Schalter	x	x	o		x
Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (nur bei Körperschlüssen)				x		
Fehlerlichtbogen- und Störlichtbogen-Schutzeinrichtung					x	
X Schutzfunktion gegeben						
O bedingter Schutz, abhängig von der Größe des Widerstandes						
Tabelle 1: wichtigste Eigenschaften von Schutzeinrichtungen						

Aus Tabelle 1 ist ersichtlich, dass für einen umfassenden Schutz in der Regel mehrere Schutz-einrichtungen kombiniert werden müssen.

3.1 Überstrom-Schutzeinrichtungen

Überstrom-Schutzeinrichtungen sind die klassischen Schutzeinrichtungen in einem Stromkreis. Sie verhindern, dass Kabel, Leitungen oder andere Betriebsmittel durch Überlast- und Kurzschlussströme geschädigt werden.

Bei der Auswahl von Überstrom-Schutzeinrichtungen sind die Bemessungswerte der Schutzeinrichtungen mit den Nenndaten und Strombelastbarkeitswerten der zu schützenden elektrischen Betriebsmittel abzustimmen hinsichtlich

- Bemessungsspannung, Bemessungsstrom und Bemessungsfrequenz,
- Durchlassenergie (Energiebegrenzungsklasse),
- Schaltvermögen.

Der Bemessungsstrom der Schutzeinrichtung ist dabei maßgeblich von der Strombelastbarkeit der zu schützenden Kabeln und Leitungen abhängig.

Weiterhin hängt der Schutz von Kabeln und Leitungen von der Auslösecharakteristik der Überstrom-Schutzeinrichtung ab.

Bei der Auswahl von Schutz-einrichtungen ist immer auch der zu erwartende Kurzschlussstrom zu beachten, der z. B. das Schaltvermögen von Überstrom-Schutzeinrichtungen nicht übersteigen darf.

Bei in Reihe geschalteten Schutz-einrichtungen muss zusätzlich auf Selektivität geachtet werden, damit möglichst nur der fehlerbehaftete Anlagen-teil abgeschaltet wird.

Details zur Auswahl von Überstrom-Schutzeinrichtungen sind der Errichtungsnorm „Schutzmaßnahmen – Schutz bei Überstrom“ (DIN VDE 0100-430) sowie der Publikation „Elektrische Leitungsanlagen“ (VdS 2025) zu entnehmen.

3.2 Schutz bei Isolationsfehlern

Isolationsfehler verursachen im Allgemeinen widerstandsbehaftete Kurz- oder Erdschlüsse. Untersuchungen ergaben, dass die Höhe der daraus resultierenden Ströme von 100 mA bis 300 mA soviel Wärme an der Fehlerstelle freisetzen, dass brennbare Stoffe in Brand geraten können.

Aufgrund von Erfahrungswerten kann davon ausgegangen werden, dass bei den üblichen Materialien in Kabel und Leitungsanlagen eine Brandgefahr bei einer Verlustleistung an der Fehlerstelle ab 60 W besteht. Damit käme ein Fehlerstrom von ca. 300 mA als Brandursache in Frage.

In besonderen Fällen, z. B. bei Flächenheizungen, muss auch bei geringerer Verlustleistung an der Fehlerstelle mit einer Brandgefahr gerechnet werden.

Überstrom-Schutzeinrichtungen können im Gegensatz zu Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD) nicht eingesetzt werden, um kleinere Fehlerströme zu erkennen und abzuschalten.

Eine RCD kann nur abschalten, wenn es zu einem Stromfluss von den aktiven Leitern zu Schutz- oder Potentialausgleichsleitern oder damit verbundenen leitfähigen Teilen kommt. Aus diesem Grund ist der Schutzleiter in der gesamten elektrischen Anlage konsequent in unmittelbarer Nähe der stromführenden Leiter zu führen. Der Schutz wird optimiert, wenn Kabel mit konzentrischem (PE-) Leiter ausgewählt werden.

Unter gewissen Voraussetzungen können alternativ zu RCDs auch RCMs verwendet werden (siehe Abschnitt 3.2.2).

3.2.1 Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)

Fehlerströme können durch folgende Geräte erfasst und abgeschaltet werden:

RCCB oder RCBO:

- Fehlerstrom-Schutzschalter, **RCD Typ A**

(netzspannungsunabhängig)
DIN EN 61008-1 (VDE 0664-10) und
DIN EN 61008-2-1 (VDE 0664-11)
sowie
DIN EN 61009-1 (VDE 0664-20) und
DIN EN 61009-2-1 (VDE 0664-21)
Kennzeichnung mit dem Symbol:



- Fehlerstrom-Schutzschalter, **RCD Typ B oder Typ F**

DIN EN 62423 (VDE 0664-40)
Kennzeichnung Typ B mit den Symbolen:

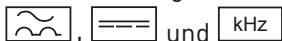


Kennzeichnung Typ F mit den Symbolen:



- Fehlerstrom-Schutzschalter, **RCD Typ B+**

DIN VDE 0664-400 oder DIN VDE 0664-401
Kennzeichnung mit den Symbolen:



Fehlerstrom Auslöser:

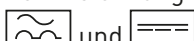
- **RCUs oder RC Units** (Anbau an LS-Schalter)
DIN EN 61009-1 (VDE 0664-20), Anhang G

Industrielle Anwendungen:

- Leistungsschalter mit Fehlerstromauslösern, **CBR**
DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101), Anhang B
Kennzeichnung Typ A mit dem Symbol:



Kennzeichnung Typ B mit den Symbolen:



- Modulare Fehlerstromgeräte, MRCD
DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101), Anhang M
Kennzeichnung Typ A mit dem Symbol:



Kennzeichnung Typ B mit dem Symbol:



RCDs in Verbindung mit Steckdosen, z. B. SRCD bieten keinen ausreichenden Brandschutz, da sie am Stromkreisende installiert werden und damit eine Überwachung der Leitungen des Stromkreises nicht gegeben ist.

Der prinzipielle Einsatz von RCDs ist im Bild 1 dargestellt.

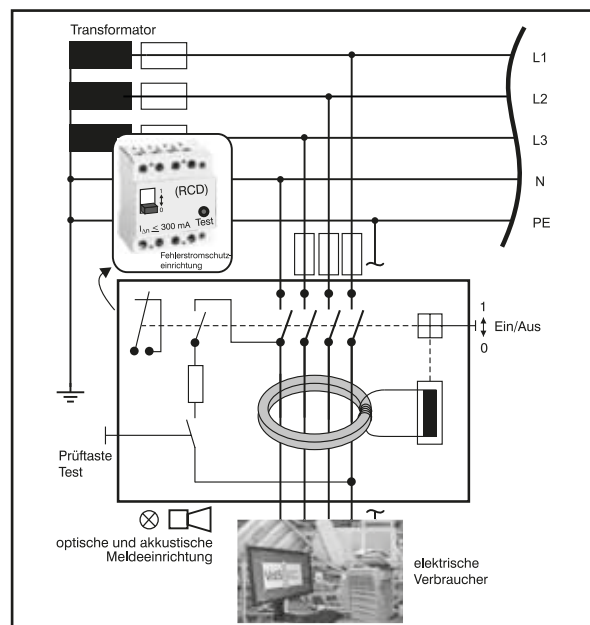


Bild 1: Fehler- und Brandschutz durch Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD) im TN-S-System

Die eigentliche Funktion der RCD kann mit weiteren Funktionen erweitert werden. Diese Funktionen können in der RCD integriert sein oder in einem separaten Gerät mit der RCD verbunden sein. Diese zusätzlichen Funktionen dürfen die Basisfunktion der RCD nicht beeinträchtigen. Ist die Zusatzfunktion in der RCD integriert, ist sie mit dem Symbol \oplus gekennzeichnet.

Eine Sonderform der Zusatzfunktion ist die automatische Wiedereinschalteneinrichtung (ARD). Diese wird mit ARD oder EN 50557 gekennzeichnet. Der Einsatz einer RCD mit automatischer Wiedereinschaltung ist bezüglich des elektrischen Schlags eingeschränkt (siehe DIN VDE 0100-530). Wird eine RCD für den Brandschutz eingesetzt, ist der Einsatz einer ARD uneingeschränkt möglich.

3.2.2 Differenzstrom-Überwachungsgerät (RCM)

Unter bestimmten Voraussetzungen (siehe VdS 2033) können alternativ zu RCDs auch RCMs nach DIN EN 62020 (VDE 0663) verwendet werden. Deren prinzipieller Einsatz ist in den Bildern 2 und 3 dargestellt. Dabei sollten zusätzlich Abschaltvorrichtungen, z. B. Leistungsschalter, vorgesehen werden. Letzteres ist erforderlich, wenn die Erkennung einer Fehlermeldung nicht ständig gewährleistet ist und Fachpersonal für eine schnelle Fehlerbehebung nicht zur Verfügung steht.

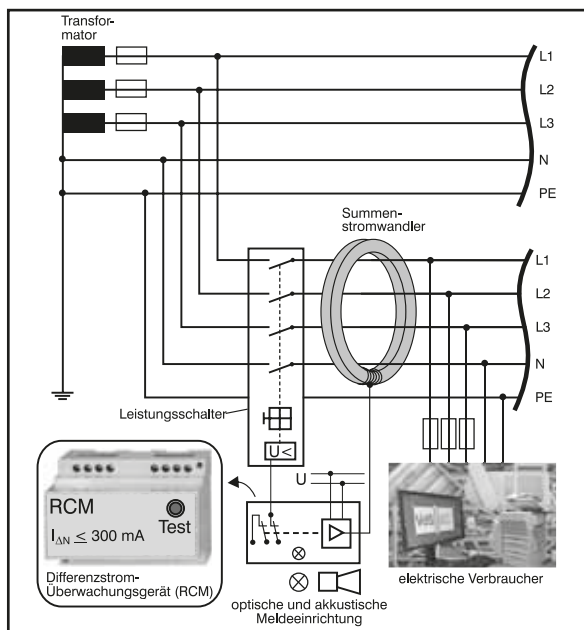


Bild 2: Überwachung eines TN-S-Systems durch Meldung mittels Differenzstrom-Überwachungsgerät (RCM) und Abschaltung mittels Leistungsschalter

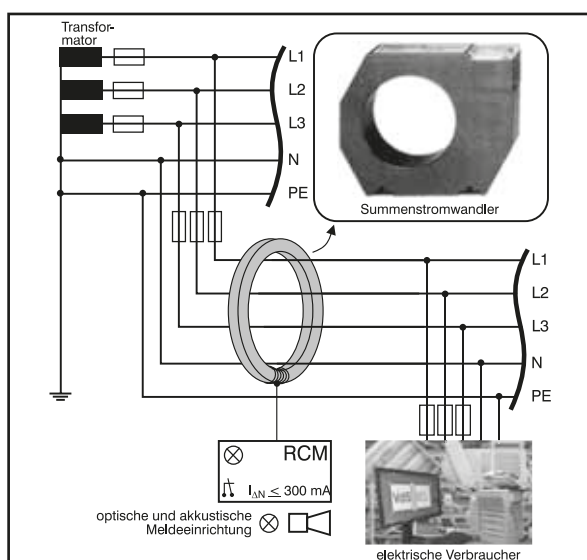


Bild 3: Überwachung eines TN-S-Systems durch Meldung mittels Differenzstrom-Überwachungsgerät (RCM) und Signalisierung an besetzter Stelle


3.2.3 Auswahl von Schutzeinrichtungen für den Isolationsfehlerschutz

Bei der Auswahl der RCD sind insbesondere die folgenden Auswahlkriterien zu beachten:

- Bemessungsfehlerstrom (Bemessungsdifferenzstrom) $I_{\Delta n}$, für den Brandschutz darf dieser nicht mehr als 300 mA betragen
- Nennstrom oder Bemessungsstrom I_n
- Stoßstromfestigkeit
- Selektivität
- Auswahl nach Art des auftretenden Fehlerstroms

Nennstrom oder Bemessungsstrom


Bei dem Nennstrom bzw. Bemessungsstrom muss darauf geachtet werden, dass der Betriebsstrom I_b kleiner bleibt als der Bemessungsstrom I_n der RCD. RCDs ohne eigenen Überstromschutz müssen durch separate Überstrom-Schutzvorrichtungen (siehe Abschnitt 3.1) geschützt werden. Diesbezügliche Herstellerangaben sind zu beachten. Der Schutz bei Überlast kann durch vorgeschaltete oder nachgeschaltete Überstrom-Schutzvorrichtung realisiert werden. Erfolgt der Überlastschutz durch eine vorgeschaltete Überstrom-Schutzvorrichtung muss deren Bemessungsstrom gleich oder kleiner sein als der Bemessungsstrom der RCD. Bei nachgeschalteten Überstrom-Schutzvorrichtungen muss gewährleistet sein, dass der zu erwartende Betriebsstrom unter Berücksichtigung des Gleichzeitigkeitsfaktors g die RCD nicht thermisch überlastet.

Von der Vorsicherung ist der Bemessungskurzschlussstrom der RCD abhängig. Wird kein Bemessungsstrom der Vorsicherung angegeben, beträgt der maximal zulässige Wert 63 A. Der im Rechteck angegebene Wert gibt den Kurzschlussstrom (I_{nc}) in A an, den die RCD in der Kombination mit der Vorsicherung führen kann, z. B. 

Bei Betriebsströmen > 125 A sind CBR oder MRCD einzusetzen.

Stoßstromfestigkeit

Gewitter und Schaltvorgänge können in elektrischen Anlagen kurzzeitige impulsartige Stoßströme verursachen. Die Stoßstromfestigkeit bei Standard RCDs liegt im Bereich von 250 A. Zur Vermeidung unerwünschter Abschaltungen sind diese Werte zu gering.

Abhilfe schaffen hier sogenannte kurzzeitverzögerte oder selektive RCDs. Diese sind bis mindestens 3000 A bis zu 5000 A stoßstromfest. Für kurzzeitverzögerte Ausführungen gibt es keine einheitliche Kennzeichnung, sie werden aber beispielsweise mit K, V, G oder KV gekennzeichnet. Selektive RCD werden mit dem Symbol  gekennzeichnet.

Selektivität

RCDs sind zueinander selektiv, wenn die vorgeschaltete RCD vom Typ S ist und einen Bemessungsdifferenzstrom hat, der mindestens das 3fache des Werts der nachgeschalteten RCDs beträgt.

Auswahl nach Art des auftretenden Fehlerstroms

Die RCD-Typen unterscheiden sich in der Möglichkeit Gleichströme oder Ströme mit höheren Frequenzanteilen zu erfassen.

Der **AC-Typ** ist in Deutschland nicht erlaubt ist. Er kann nur reine Wechselströme erfassen.

Der **A-Typ** erfasst bereits Fehlerströme, mit geringem Gleichstromanteil. Er kann somit einen Fehlerstrom erfassen, der lediglich aus positiven oder negativen Halbwellen besteht (pulsierender Fehlerstrom). Zusätzlich darf ein solcher Fehlerstrom mit einem Gleichstrom vom maximal 6 mA überlagert sein.

Der **B(B+)-Typ** kann darüber hinaus auch glatte Gleichfehlerströme erfassen. Bei B+ sind die Auslösebedingungen für Frequenzen bis 20 kHz definiert. Da die Empfindlichkeit des Menschen gegenüber dem Strom mit zunehmender Frequenz abnimmt, ist die sichere Auslösung bei Strömen höherer Frequenz weniger eine Frage des Personenschutzes, als vielmehr des vorbeugenden Brandschutzes. In

der Norm wird der Typ B+ deshalb auch als „Fehlerstrom-Schutzschalter für den gehobenen vorbeugenden Brandschutz“ bezeichnet.

Der **F-Typ** kann wie der A-Typ pulsierende Fehlerströme mit einem möglichen Gleichstromanteil von bis zu 10 mA erfassen. Zusätzlich dürfen diese Fehlerströme Frequenzen bis ca. 1 kHz aufweisen.

Hinweise zum F-Typ: Der F-Typ kann keinen B-Typ ersetzen, weil er Gleichfehlerströme nicht beherrscht. Er eignet sich für den Einsatz bei Verbrauchern, die Fehlerströme im höheren Frequenzbereich erzeugen können. Dies können beispielsweise Geräte (z. B. eine Waschmaschine) sein, deren Motor über einen Frequenzumrichter gesteuert wird. Wichtig ist jedoch, dass ein höherer Gleichstromanteil (über 10 mA) sicher ausgeschlossen werden kann, weil sonst zwangsläufig ein B-Typ verwendet werden muss (oder B+, sofern der Brandschutz besonders beachtet werden muss).

In Tabelle 2 ist eine Zusammenstellung der RCD Typen zu finden.

3.3 Isolationsüberwachungsgeräte (IMD)

IT-Systeme werden im Allgemeinen eingesetzt, um eine hohe Verfügbarkeit der elektrischen Anlage zu erreichen. Bei diesen besteht keine Verbindung der Stromquelle zur Erde sowie zu den Körpern der elektrischen Betriebsmittel in der Anlage. Im ersten Fehlerfall kann deshalb kein gefährlicher Fehlerstrom fließen. Eine Abschaltung der elektrischen Anlage ist nicht erforderlich. Jedoch muss der erste Fehler nach DIN VDE 0100-410 optisch oder akustisch gemeldet werden, um eine zeitnahe Beseitigung des Fehlers zu gewährleisten. Zur Meldung sind Isolationsüberwachungsgeräte nach DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8) einzusetzen.

Auswahl von RCDs nach Vorgaben des Brandschutzes			
Was soll erreicht werden?	RCD, Typ	I_{AN}	Stoßstromfestigkeit
Wechsel und pulsierende Gleichfehlerströme bei 50 Hz	A	≤ 300 mA	Bei Bedarf mit erhöhter Stoßstromfestigkeit <ul style="list-style-type: none"> ■ bis 3 kA (kurzzeitverzögert) ■ bis 6 kA (S-Typ)
Wie Typ A, zusätzlich auch für Frequenzanteile über 50 Hz (Mischfrequenzen bis 1.000 Hz)	F		
Fehlerströme mit glatten Gleichstromanteilen	B		
Fehlerströmen mit glatten Gleichstromanteilen und maximalen Auslösewert von 420 mA für Wechselfehlerströme bis 20 kHz	B+		
Tabelle 2: Arten von RCDs			

Um den fehlerbehafteten Netzabschnitt in angemessener Zeit zu lokalisieren, werden Isolationsfehler-Sucheinrichtungen (IFLS) nach DIN EN 61557-9 (VDE 0413-9) eingesetzt. Diese zeigen den fehlerbehafteten Netzabschnitt detailliert an und unterstützen die notwendigen Instandhaltungsmaßnahmen zum geplanten Zeitpunkt.

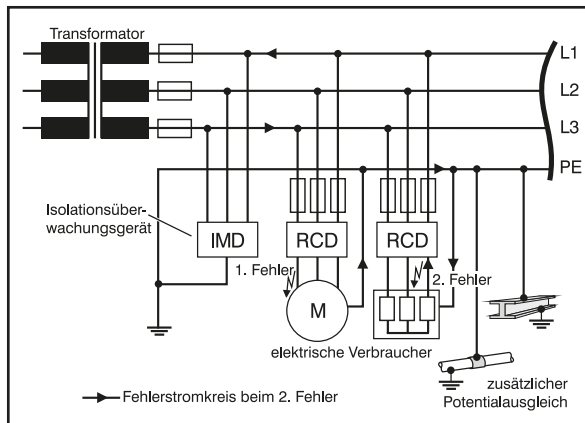


Bild 4: Überwachung eines IT-Systems durch Meldung des 1. Fehlers mittels Isolationsüberwachungsgerät (IMD) und Abschaltung beim 2. Fehler mittels Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD)

Der Brandschutz kann nur realisiert werden, wenn bei Auftreten des zweiten Fehlers Maßnahmen nach Abschnitt 3.2 zusätzlich vorhanden sind (Bild 4), sofern beim Auftreten des ersten Fehlers eine unverzügliche Beseitigung des Fehlers nicht sicher gestellt ist.

3.4 Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtung (AFDD)

Durch Isolationsfehler können sich im weiteren Verlauf Fehlerlichtbögen bilden, die letztendlich zu einem Brand führen können. Nach Entstehung des Fehlerlichtbogens ist der dabei fließende Strom abhängig von der Impedanz des Stromkreises einschließlich des Lichtbogens. Als Teil der Gesamtimpedanz ist insbesondere der Übergangswiderstand an der Fehlerstelle zu betrachten.

Fehlerlichtbögen können in folgenden Strompfaden entstehen (Bild 5):

- zwischen zwei Außenleitern bzw. zwischen Außenleiter und Neutraleiter (parallel),
- zwischen Außenleiter und Schutzleiter (parallel),
- in einem stromführenden unterbrochenen Leiter (seriell zum angeschlossenen Verbraucher).

Bei einem Fehlerlichtbogen ist der Strom im Allgemeinen kleiner als der Strom, der zum Auslösen

des Schnellauslösers einer Überstrom-Schutzeinrichtung notwendig ist. Die rechtzeitige Abschaltung durch den thermischen Auslöser der Schutz-einrichtung ist ebenfalls wegen eines zu geringen Fehlerstroms nicht sichergestellt. Die Erfahrung zeigt, dass Fehlerlichtbögen nach a) von einer Überstrom-Schutz-einrichtung nicht oder zu spät abgeschaltet werden. Fehlerstrom-Schutz-einrichtungen können einen Strom, der über den Lichtbogen nicht zum Schutzleiter, sondern zum Neutralleiter fließt, ebenfalls nicht erfassen.

Fehlerlichtbögen nach b) wurden aufgrund der beschriebenen Stromcharakteristik bisher nur von Fehlerstrom-Schutz-einrichtungen erkannt und abgeschaltet.

Die Erkennung und Abschaltung von seriellen Fehlerlichtbögen nach c) war von den bisher üblichen Schutz-einrichtungen ohnehin nicht möglich, da der resultierende Laststrom nach Eintritt des Lichtbogens im Stromkreis geringer ist, als der Laststrom ohne Fehlerlichtbogen.

Um Fehler nach a) und c) dennoch beherrschen zu können wurde das bestehende Schutzkonzept aus Überstrom-Schutz-einrichtungen und Fehlerstrom-Schutz-einrichtungen um die Fehlerlichtbogen-Schutz-einrichtung (AFDD) erweitert.

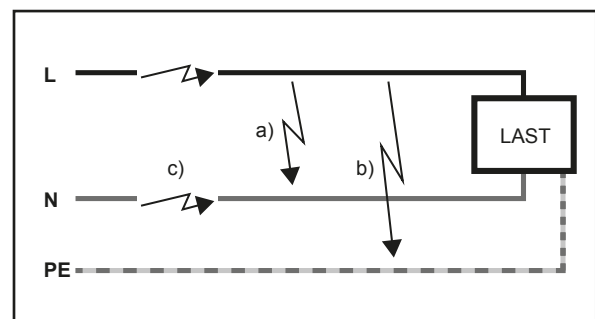


Bild 5: Mögliche Fehlerlichtbögen

3.4.1 Auswahl von AFDD

Nach DIN EN 62606 (VDE 0665-10) gibt es die folgenden Bauarten:

- AFDD bestehend aus einer AFD-Einheit und einer Ausschaltvorrichtung (ohne Schutz-einrichtung) in einer Baueinheit,
- AFDD bestehend aus einer Schutz-einrichtung, z. B. LS-Schalter, RCD, bei der die AFD-Einheit integriert ist,
- AFDD bestehend aus einer AFD-Einheit. Der Hersteller der AFD-Einheit gibt an, mit welchen LS-Schaltern, RCCBs oder RCBOs diese zusammengebaut werden dürfen.

Bei der Auswahl von AFDD sind insbesondere die folgenden Auswahlkriterien zu beachten:

- Bemessungsspannungen
- Bemessungsfrequenz
- Bemessungsstrom
- Bemessungsschaltvermögen

Bei AFDD nach a) muss der Schutz der Ausschaltvorrichtung vor Überstrom durch eine separate Überstrom-Schutzeinrichtung (siehe Abschnitt 3.1) gewährleistet werden.

Bei AFDD nach c) werden Bemessungsstrom und Bemessungsschaltvermögen nicht angegeben, da diese keine Schaltvorrichtung beinhalten.

3.5 Störlichtbogen-Schutzeinrichtung

Störlichtbögen treten u. a. entsprechend den unter 2.1 beschriebenen Einflüssen auf und rufen vor allem in leistungsstarken Schaltanlagen große Schäden hervor. Die im Störlichtbogen freigesetzte Wärmeenergie kann Schäden verursachen, die zum längeren Ausfall der elektrischen Anlage führen.

Das Ausmaß eines Schadens bzw. die Ausfallzeit der elektrischen Anlage bei Einwirkung eines Störlichtbogens kann nur niedrig gehalten werden, wenn der Störlichtbogen in sehr kurzer Zeit erkannt, gelöscht und die fehlerhafte Anlage vom Netz getrennt wird. Schutzeinrichtungen müssen den Stromanstieg und die Lichtwirkung im Falle eines Störlichtbogens erfassen und diesen innerhalb 5 ms löschen (Bild 9). Diese Anforderungen werden z. B. durch VdS anerkannte Störlichtbogen-Schutzeinrichtungen erfüllt.

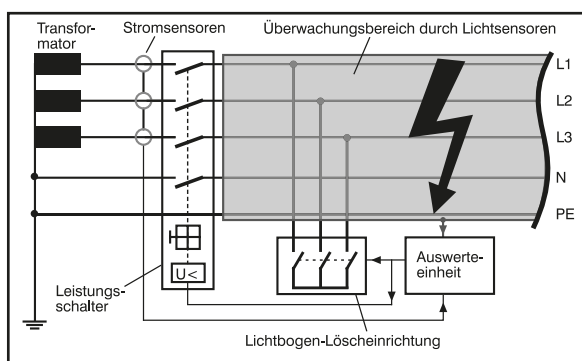


Bild 6: Prinzip einer Störlichtbogen-Schutz-einrichtung

4 Literatur

4.1 Gesetze und Verordnungen

-

4.2 Vorschriften, Regeln und Informationen der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV)

-

4.3 Technische Regeln

DIN VDE 0100 – Errichtung von Niederspannungsanlagen

DIN EN 61557-8 VDE 0413-8 – Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Isolationsüberwachungsgeräte für IT-Systeme

DIN EN 61557-9 VDE 0413-9 – Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Einrichtungen zur Isolationsfehlersuche in IT-Systemen.

Reihe DIN VDE 0636 – Niederspannungssicherungen

DIN EN 60898-1 VDE 0641-11 – Elektrisches Installationsmaterial – Leitungsschutzschalter für Hausinstallationen und ähnliche Zwecke – Leitungsschutzschalter für Wechselstrom

DIN VDE 0641-21 – Elektrisches Installationsmaterial – Leitungsschutzschalter für Hausinstallationen und ähnliche Zwecke – Selektive Haupt-Leitungsschutzschalter

DIN VDE 0661 – Ortsveränderliche Schutz-einrichtung zur Schutzpegelerhöhung (PRCD)

E DIN VDE 0662 – Ortsfeste Schutz-einrichtungen in Steckdosenausführung zur Schutzpegelerhöhung (SRCD)

DIN EN 62020 VDE 0663 – Differenzstrom-Überwachungsgeräte für Hausinstallationen und ähnliche Verwendung (RCM)

DIN EN 50557 VDE 0640-20 – Automatisch wieder-einschaltende Einrichtungen für Leitungsschutzschalter sowie Fehlerstrom-Schutzschal-

ter mit und ohne eingebautem Überstromschutz (RCBOs und RCCBs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen (ARDs)

DIN EN 61008-1 VDE 0664-10 – Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCB) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen

DIN EN 61008-2-1 VDE 0664-11 – Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen – Anwendung der allgemeinen Anforderungen auf netzspannungsunabhängige RCCBs

DIN EN 61009-1 VDE 0664-20 – Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter mit eingebauten Überstromschutz (RCBO) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen

DIN EN 61009-2-1 VDE 0664-21 – Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter mit eingebautem Überstromschutz (RCBOs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen – Anwendung der allgemeinen Anforderungen auf netzspannungsunabhängige RCBOs

DIN EN 62423 VDE 0664-40 – Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter Typ F und Typ B mit und ohne eingebauten Überstromschutz für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen

DIN V VDE V 0664-120 – Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen – Teil 120: Anhang M – Besondere Anforderungen für Zusatzeinrichtungen

DIN V VDE V 0664-220 – Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter mit eingebauten Überstromschutz (RCBOs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen – Teil 220: Anhang M – Besondere Anforderungen für Zusatzeinrichtungen

DIN V VDE V 0664-420 – Typ B Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter mit und ohne eingebauten Überstromschutz für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen (Typ B RCCBs und Typ B RCBOs) – Teil 420: Anhang M – Besondere Anforderungen für Zusatzeinrichtungen

DIN VDE 0664-400 – Fehlerstrom-Schutzschalter Typ B ohne eingebauten Überstromschutz zur Erfassung von Wechsel- und Gleichströmen für den

gehobenen vorbeugenden Brandschutz – RCCB
Typ B+

DIN VDE 0664-401 – Fehlerstrom-Schutzschalter
Typ B mit eingebauten Überstromschutz zur Erfassung von Wechsel- und Gleichströmen für den gehobenen vorbeugenden Brandschutz – RCBO
Typ B+

DIN EN 62606 VDE 0665-10 – Allgemeine Anforderungen an Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen

DIN EN 60947-2 VDE 0660-101 – Niederspannungsschaltgeräte, Leistungsschalter

- Anhang B: Leistungsschalter mit Fehlerstromschutz (CBR)
- Anhang M: Modulare Fehlerstromgeräte (ohne integrierte Abschaltvorrichtung) (MRCD)

VDE-Verlag GmbH, Berlin-Offenbach
Bismarckstr. 33, 10625 Berlin
www.vde-verlag.de/

4.4 Publikationen der deutschen Versicherer zur Schadenverhütung

VdS 2025 – Elektrische Leitungsanlagen

VdS 2031 – Blitz- und Überspannungsschutz in elektrischen Anlagen

VdS 2033 – Elektrische Anlagen in feuergefährdeten Betriebsstätten und diesen gleichzustellende Risiken

VdS 2046 – Sicherheitsvorschriften für elektrische Anlagen bis 1000 Volt

VdS 3501 – Isolationsfehlerschutz in elektrischen Anlagen mit elektronischen Betriebsmitteln - RCD und FU

VdS Schadenverhütung Verlag
Amsterdamer Straße 174, 50735 Köln
www.vds.de

4.5 Publikationen der VdS Schadenverhütung GmbH (VdS)

-

4.6 weiterführende Literatur

-

Herausgeber: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV)

Verlag: VdS Schadenverhütung GmbH • Amsterdamer Str. 174 • D-50735 Köln

Telefon: (0221) 77 66 - 0 • Fax: (0221) 77 66 - 341

Copyright by VdS Schadenverhütung GmbH. Alle Rechte vorbehalten.