

	DIN EN 62689-2 (VDE 0414-689-2)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 17.220.20 Strom- und Spannungs-Sensoren oder Anzeigegeräte zur Erkennung von Kurz- und Erdschlüssen – Teil 2: Systemaspekte (IEC 62689-2:2016); Deutsche Fassung EN 62689-2:2017 Current and voltage sensors or detectors, to be used for fault passage indication purposes – Part 2: System aspects (IEC 62689-2:2016); German version EN 62689-2:2017 Capteurs ou détecteurs de courant et de tension, à utiliser pour indiquer le passage d'un courant de défaut – Partie 2: Aspects systèmes (IEC 62689-2:2016); Version allemande EN 62689-2:2017 Gesamtumfang 55 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2017-06-17 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2018-03-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 62689-2 (VDE 0414-689-2):2014-12.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 471 „Messwandler“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 38 „Instrument transformers“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1 (1 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60044-7	IEC 60044-7	DIN EN 60044-7 (VDE 0414-44-7)	VDE 0414-44-7
EN 60044-8	IEC 60044-8	DIN EN 60044-8 (VDE 0414-44-8)	VDE 0414-44-8
EN 60721-3-4	IEC 60721-3-4	DIN EN 60721-3-4	–
EN 60870-5-101	IEC 60870-5-101	DIN EN 60870-5-101	–

Tabelle NA.1 (2 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60870-5-104	IEC 60870-5-104	DIN EN 60870-5-104	–
EN 61850-7-2	IEC 61850-7-2	DIN EN 61850-7-2	–
EN 61850-7-3	IEC 61850-7-3	DIN EN 61850-7-3	–
EN 61869-1	IEC 61869-1	DIN EN 61869-1 (VDE 0414-9-1)	VDE 0414-9-1
EN 61869-4	IEC 61869-4	DIN EN 61869-4 (VDE 0414-9-4)	VDE 0414-9-4
EN 61869-6	IEC 61869-6	DIN EN 61869-6 (VDE 0414-9-6)	VDE 0414-9-6
EN 62689-1 ^a	IEC 62689-1 ^a	DIN EN 62689-1 (VDE 0414-689-1) ^a	VDE 0414-689-1 ^a
^a Im Entwurfsstadium.			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60044-7 (VDE 0414-44-7), Messwandler – Teil 7: Elektronische Spannungswandler

DIN EN 60044-8 (VDE 0414-44-8), Messwandler – Teil 8: Elektronische Stromwandler

DIN EN 60721-3-4, Klassifizierung von Umweltbedingungen – Teil 3: Klassen von Umwelteinflussgrößen und deren Grenzwerte – Hauptabschnitt 4: Ortsfester Einsatz, nicht wettergeschützt

DIN EN 60870-5-101, Fernwirkleinrichtungen und -systeme – Teil 5-101: Übertragungsprotokolle – Anwendungsbezogene Norm für grundlegende Fernwirkaufgaben

DIN EN 60870-5-104, Fernwirkleinrichtungen und -systeme – Teil 5-104: Übertragungsprotokolle – Zugriff für IEC 60870-5-101 auf Netze mit genormten Transportprofilen

DIN EN 61850-7-2, Kommunikationsnetze und -systeme für die Automatisierung in der elektrischen Energieversorgung – Teil 7-2: Grundlegende Informations- und Kommunikationsstruktur – Abstrakte Schnittstelle für Kommunikationsdienste (ACSI)

DIN EN 61850-7-3, Kommunikationsnetze und -systeme für die Automatisierung in der elektrischen Energieversorgung – Teil 7-3: Grundlegende Kommunikationsstruktur – Gemeinsame Datenklassen

DIN EN 61869-1 (VDE 0414-9-1), Messwandler – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

DIN EN 61869-4 (VDE 0414-9-4), Messwandler – Teil 4: Zusätzliche Anforderungen für kombinierte Wandler

DIN EN 61869-6 (VDE 0414-9-6), Messwandler – Teil 6: Zusätzliche allgemeine Anforderungen für Klein-signal-Messwandler

DIN EN 62689-1 (VDE 0414-689-1) (im Entwurfsstadium), Strom- und Spannungssensoren oder -detektoren für die Anwendung in Kurzschlussanzeigern – Teil 1: Systemaspekte

**Strom- und Spannungs-Sensoren oder Anzeigegeräte zur Erkennung von
Kurz- und Erdschlüssen –
Teil 2: Systemaspekte
(IEC 62689-2:2016)**

Current and voltage sensors or detectors, to be
used for fault passage indication purposes –
Part 2: System aspects
(IEC 62689-2:2016)

Capteurs ou détecteurs de courant et de
tension, à utiliser pour indiquer le passage d'un
courant de défaut –
Partie 2: Aspects systèmes
(IEC 62689-2:2016)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2017-06-17 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2017 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62689-2:2017 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 38/504/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 62689-2, erarbeitet vom IEC/TC 38 „Instrument transformers“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 62689-2:2017 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2018-03-22
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2020-09-22

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62689-2:2016 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60044-7	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60044-7.
IEC 60044-8	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60044-8.
IEC 60721-3-4	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60721-3-4.
IEC 60870-5-101	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60870-5-101.
IEC 60870-5-104	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60870-5-104.
IEC 61850-7-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61850-7-2.
IEC 61850-7-3	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61850-7-3.
IEC 61869-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61869-1.
IEC 61869-4	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61869-4.
IEC 61869-6	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61869-6.

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	2
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe, Abkürzungen und Symbole	8
3.1 Begriffe, bezogen auf die Behandlung des Neutralpunkts	8
3.2 Abkürzungen und Symbole	9
4 Auswahl der Anforderungen an FPI/DSU hinsichtlich der Fehlererfassung nach Netzbetriebsart und Fehlertyp	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 FPI/DSU für Netze mit isoliertem Neutralpunkt	9
4.2.1 Erdschlusserfassung	9
4.2.2 Mehrphasige Erfassung	10
4.3 FPI/DSU für Netze mit Erdschlusskompensation	10
4.3.1 Erdschlusserfassung	10
4.3.2 Mehrphasige Erfassung	11
4.4 FPI/DSU für Netze mit direkter Neutralpunktterdung (Netz mit niederohmiger Sternpunktterdung)	11
4.5 FPI/DSU für Netze mit Neutralpunkt-Impedanzerdung (Netze mit ohmsch/induktiver Sternpunktterdung)	11
4.5.1 Erdschlusserfassung	11
4.5.2 Mehrphasige Erfassung	12
4.6 FPI/DSU für Netze mit umfangreicher DER	12
4.7 Zusammenfassung der Anforderungen an FPI/DSU hinsichtlich der Fehlererfassung nach Netzbetriebsart und Fehlertyp	12
5 Prinzipien der Fehlererfassung nach der Art des Netzes und des Fehlers	14
5.1 Allgemeines	14
5.2 Erdschlusserfassung und Behandlung des Neutralpunkts	17
5.2.1 Allgemeines	17
5.2.2 Erdschlusserfassung in Netzen mit isoliertem Neutralpunkt	17
5.2.3 Erdschlusserfassung in Netzen mit Erdschlusskompensation	24
5.2.4 Überstromerfassung bei Fehlen oder vernachlässigbarem Umfang von DER	36
5.2.5 Überstromerfassung bei Vorhandensein von DER in großem Umfang (deutlich ansteigende Werte des Kurzschlussstroms)	38
Anhang A (informativ) Beispiel einer möglichen Lösung für die Fehlererfassung durch FPI/DSU an einer Speiseleitung in geschlossenem Ring	40
A.1 Allgemeines	40
A.2 Zweitor-Modell	40
A.3 Analyse der Nullsystemwerte bei einem Fehler an einer Leitung außerhalb des geschlossenen Rings	41
A.4 Analyse bei einem Fehler im geschlossenen Ring	43

A.5	Beispiel einer Feldanwendung	45
Anhang B (informativ)	Beispiel einer Technik zur Fehlererfassungs- und Koordinierung mit FPI/DSU und MS-Speiseleitungs-Schutzrelais.....	46
B.1	Autonome Fehlererfassungsbestätigung durch FPI/DSU	46
B.2	Fehlererfassungsbestätigung durch FPI/DSU anhand der Erfassung des Fehlens/Anstehens von Spannung	49
	Literaturhinweise.....	50
Anhang ZA (normativ)	Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	51
Bilder		
Bild 1	– Allgemeiner Aufbau eines FPI	7
Bild 2	– Allgemeine Darstellung eines Erdschlusses in einem Drehstromnetz mit isoliertem Neutralpunkt	15
Bild 3	– Allgemeine Darstellung eines Erdschlusses in einem starr geerdeten Drehstromnetz (Beispiel 2).....	17
Bild 4	– Netz mit isoliertem Neutralpunkt – Erfassung der Richtung des Erdschlussstroms von einem/einer FPI/DSU, der/die dem Fehlerort vorgelagert ist (Fehler ist dem Installationsort des/der FPI/DSU nachgelagert)	17
Bild 5	– Netz mit isoliertem Neutralpunkt – Erfassung der Richtung des Erdschlussstroms von einem/einer FPI/DSU, der/die dem Fehlerort nachgelagert ist (Fehler ist dem Installationsort des/der FPI/DSU vorgelagert)	18
Bild 6	– Netz mit isoliertem Neutralpunkt – Vektordiagramme für Bild 4 und Bild 5.....	20
Bild 7	– Beziehung zwischen dem geregelten FPI-/DSU-Stromschwellenwert und dem Erdschlussstrom bei nicht richtungsabhängiger Erfassung des Erdschlussstroms Fehler ist FPI/DSU A4-2 nachgelagert.....	21
Bild 8	– Beziehung zwischen dem geregelten FPI-/DSU-Stromschwellenwert und dem Erdschlussstrom bei nicht richtungsabhängiger Erfassung des Erdschlussstroms Fehler ist FPI/DSU A4-1 nach- und FPI/DSU A4-2 vorgelagert.....	22
Bild 9	– Beziehung zwischen dem geregelten FPI-/DSU-Stromschwellenwert und dem Erdschlussstrom bei nicht richtungsabhängiger Erfassung des Erdschlussstroms. Fehler an MS-Sammelschiene (allen FPI/DSU vorgelagert)	23
Bild 10	– Netz mit reiner Erdschlusskompensation – Erfassung der Richtung des Erdschlussstroms mit einem/einer FPI/DSU, der/die dem Fehlerort vorgelagert ist (Fehler ist dem Installationsort des/der FPI/DSU nachgelagert).....	25
Bild 11	– Netz mit reiner Erdschlusskompensation – Erfassung der Richtung des Erdschlussstroms mit einem/einer FPI/DSU, der/die dem Fehlerort nachgelagert ist (Fehler ist dem Installationsort des/der FPI/DSU vorgelagert).....	25
Bild 12	– Netz mit reiner Erdschlusskompensation Vektordiagramme für Bild 10 und Bild 11	27
Bild 13	– Netz mit Erdschlusskompensation mit Induktivität und dauerhaftem Parallelwiderstand – Erfassung der Richtung des Fehlerstroms eines einpoligen Erdschlusses von einem/einer FPI/DSU, der/die dem Fehlerort vorgelagert ist (Fehler ist dem Installationsort des/der FPI/DSU nachgelagert)	28
Bild 14	– Netz mit Erdschlusskompensation mit Induktivität und Wattreststromerhöhung – Erfassung der Richtung des Fehlerstroms eines einpoligen Erdschlusses von einem/einer FPI/DSU, der/die dem Fehlerort nachgelagert ist (Fehler ist dem Installationsort des/der FPI/DSU vorgelagert)	29
Bild 15	– Netz mit Erdschlusskompensation mit Induktivität und Wattreststromerhöhung – Vektordiagramme für Bild 13 und Bild 14.....	31

Bild 16 – Netz mit Erdungswiderstand – Erfassung der Richtung des Fehlerstroms eines einpoligen Erdschlusses von einem/einer FPI/DSU, der/die dem Fehlerort vorgelagert ist (Fehler ist dem Installationsort des/der FPI/DSU nachgelagert).....	33
Bild 17 – Netz mit Erdungswiderstand – Erfassung der Richtung des Fehlerstroms eines einpoligen Erdschlusses von einem/einer FPI/DSU, der/die dem Fehlerort nachgelagert ist (Fehler ist dem Installationsort des/der FPI/DSU vorgelagert)	33
Bild 18 – Netz mit Erdungswiderstand – Vektordiagramme für Bild 16 und Bild 17	35
Bild 19 – Überströme in einem Strahlennetz ohne DER – Korrekte Stromerfassung durch nicht richtungsabhängige(n) FPI/DSU (gute Empfindlichkeit hinsichtlich der Erfassung von Überströmen)	36
Bild 20 – Überströme in einem Strahlennetz mit vernachlässigbarem Umfang von DER – Korrekte Stromerfassung durch nicht richtungsabhängige(n) FPI/DSU (gute Empfindlichkeit hinsichtlich der Erfassung von Überströmen)	37
Bild 21 – Überströme in einem Strahlennetz mit DER in erheblichem Umfang – Unzuverlässige Fehlererfassung durch nicht richtungsabhängige FPI/DSU (falsche Erfassung oder extreme Unempfindlichkeit).....	39
Bild A.1 – Zweitor	40
Bild A.2 – Kaskadierung der Zweitore	42
Bild A.3 – Zweitore im geschlossenen Ring	44
Bild A.4 – Äquivalentes Modell im Fehlerfall	44
Bild B.1 – Korrekt koordinierte Fehlerauswahl durch FPI/DSU und Schutzrelais	47
Bild B.2 – Falsch koordinierte Fehlerauswahl durch FPI/DSU und Schutzrelais Fall 1	48
Bild B.3 – Falsch koordinierte Fehlerauswahl durch FPI/DSU und Schutzrelais Fall 2	49
Tabellen	
Tabelle 1 – Zusammenfassung der Anforderungen an FPI/DSU hinsichtlich der Fehlererfassung nach Netzbetriebsart und Fehlertyp	13

Einleitung

0.1 Allgemeines

Die Reihe IEC 62689 ist eine Produktfamiliennorm für Strom- und Spannungssensoren oder -detektoren für die Anwendung zur Kurzschlussanzeige durch geeignete Einrichtungen oder Funktionen, die je nach ihrem Betriebsverhalten als Kurzschlussanzeiger (FPI) (en: fault passage indicator) oder als Verteilungsstationseinheit (DSU) (en: distribution substation unit) bezeichnet werden.

Für die Kennzeichnung von FPI werden je nach Region und Funktionalität hinsichtlich des Betriebsverhaltens zur Erfassung unterschiedlicher Fehlerarten verschiedene Bezeichnungen verwendet:

- Fehlerdetektor;
- Smart-Sensor;
- Fehlerkreisanzeiger (en: faulted circuit indicator; FCI);
- Kurzschlussanzeiger (en: short circuit indicator; SCI);
- Erdschlussanzeiger (en: earth fault indicator; EFI);
- prüfpunktmontierter FCI (en: test point mounted FCI);
- Kombination des Vorgenannten.

Einfachere Ausführungen, die nur lokale Informationen/Signale und/oder lokale Kommunikation nutzen, werden als FPI bezeichnet, wohingegen komplexere Ausführungen als DSU bezeichnet werden. Letztere sind explizit für Smart Grids, also intelligente Elektrizitätsversorgungssysteme, gedacht und basieren auf den Kommunikationsprotokollen nach IEC 60870-5 und IEC 61850. Verglichen mit den Messwandlern unterliegt die digitale Kommunikationstechnik laufenden Veränderungen, die sich in der Zukunft fortsetzen werden.

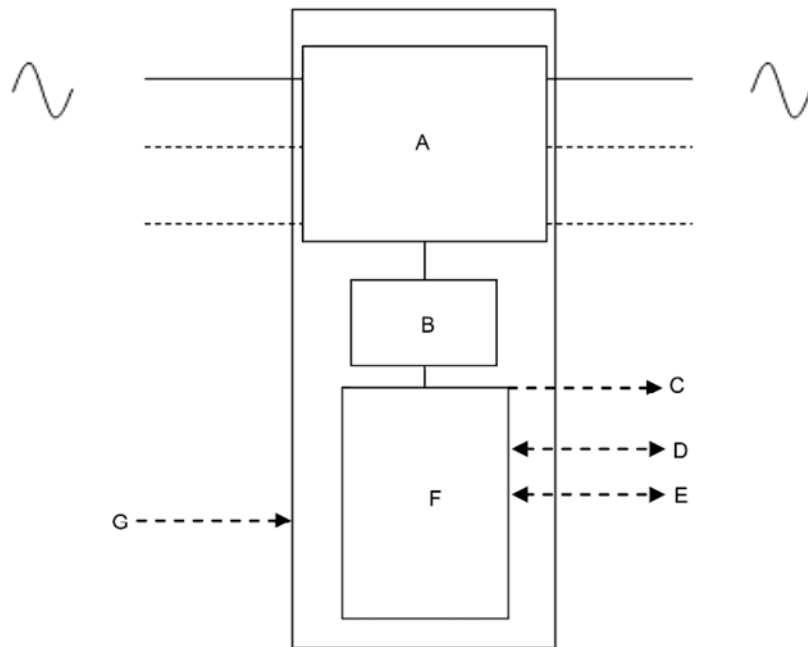
Die bei der engen Verflechtung von Elektronik und Messwandlern gewonnenen Erfahrungen sind jetzt auf einer breiteren Basis zusammenzutragen, weil dieser Betriebsmitteltyp in der Industrie gegenwärtig noch nicht weit verbreitet ist.

DSU können neben FPI-Grundfunktionen zusätzliche freigestellte Hilfsfunktionen enthalten, wie z. B.:

- Erkennung des Anstehens/Fehlens von Spannung bei der Automatisierung von Mittelspannungs-(MS-)Netzen, mit und ohne dezentrale Energieversorgung (nicht zur Fehlerbestätigung, bei der es sich je nach dem angewendeten Fehlererfassungsverfahren um eine grundlegende FPI-Funktion handeln kann, ebenso wenig für sicherheitsbezogene Aspekte, die von **IEC 61243-5** abgedeckt werden);
- Messung von Spannung, Strom, Wirk- und Blindleistung usw. für verschiedene Anwendungen, z. B. MS-Netz-Automatisierung, Überwachung des Leistungsflusses usw.;
- Verwaltung von Smart Grids (wie Spannungsregelung und ungewollte Inselbildung) mit einer geeigneten Schnittstelle zu lokalen dezentralen Generatoren (DER) (en: distributed generators);
- lokale Ausgabe der erfassten Informationen über zweckmäßige Schnittstellen;
- Fernübertragung der erfassten Informationen;
- weitere Funktionen.

Eine allgemeine Anordnung eines FPI ist in [Bild 1](#) dargestellt.

Die Anordnung einer DSU ist möglicherweise deutlich komplexer.



Legende

- A Stromsensoren (und falls erforderlich auch Spannungssensoren), ein- oder dreiphasige Überwachung
- B Übertragung von Signalen zwischen den Sensoren und der Elektronikeinheit
- C Lokale Anzeigen (Lampen, Leuchtdioden, Schauzeichen usw.)
- D Analog-, Digital- und/oder Kommunikationseingänge/-ausgänge für die Fernkommunikation/Fernsteuerung (festverdrahtet und/oder drahtlos)
- E Anschlüsse für Feldgeräte
- F Signalaufbereitungs-, -verarbeitungs- und -anzeigeeinheit (CPIU)
- G Stromversorgung

Stromsensoren können Fehlerstromdurchgänge erkennen, ohne dass hierfür eine galvanische Verbindung zu der (den) Phase(n) erforderlich wäre (z. B. bei Kabelumbauwandler und Magnetfeldsensoren).

Je nach Komplexität und Technologie des FPI enthält dieser nicht zwangsläufig alle oben aufgelisteten Teile oder Funktionen. Allerdings muss mindestens eine der Funktionen unter C oder D vorliegen.

Bild 1 – Allgemeiner Aufbau eines FPI

0.2 Stellung dieser Norm in Bezug auf die Reihe IEC 61850

Die Reihe IEC 61850 ist für die Anwendung in Kommunikationsnetzen und -systemen für die Automatisierung in der elektrischen Energieversorgung gedacht.

Die Reihe IEC 62689 wird auch einen zugeordneten Namensraum einführen, um die Integration von FPI/DSU bei der Automatisierung in der elektrischen Energieversorgung zu unterstützen.

Weiterhin werden geeignete Datenmodelle und unterschiedliche Profile der Kommunikationsschnittstellen festgelegt, mit denen die verschiedenen Anwendungsfälle dieser FPI/DSU unterstützt werden sollen.

Bei sehr komplexen Ausführungen der FPI (und somit bei DSU) sind einige dieser Anwendungsfälle vom „Konzept“ der erweiterten Station abhängig, bei dem die Kommunikation zwischen intelligenten elektronischen Geräten, die entlang von MS-Speiseleitungen und in der Hauptstation angeordnet sind, nach IEC 61850 vorgesehen ist (beispielsweise bei Smart-Grid-Anwendungen). Ein derartiges Profil ist möglicherweise nicht auf FPI-/DSU-Einrichtungen beschränkt, schließt jedoch gegebenenfalls Merkmale mit ein, die zur Unterstützung von Erweiterungen dieser Stationen entlang der MS-Speiseleitungen benötigt werden, die ihrerseits mit der Hauptstation verbunden sind.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 62689 beschreibt elektrische Phänomene und das Verhalten von elektrischen Netzen bei Fehlern auf Grundlage der am weitesten verbreiteten Verteilungsnetzarchitekturen und der Fehlertypen, um so die funktionalen Anforderungen an Kurzschlussanzeiger (FPI) und Verteilungsstationseinheiten (DSU) (einschließlich deren Strom- und/oder Spannungssensoren) zu definieren, bei denen es sich jeweils um eine Einrichtung oder eine Kombination aus Einrichtungen und/oder Funktionen handelt, die Fehler erfassen und Informationen über deren Lage anzeigen kann/können.

Mit der Lage des Fehlers ist dessen Position im Verhältnis zum Installationsort des/der FPI/DSU im Netz (dem/der FPI/DSU vor- oder nachgelagert) oder die Richtung des den FPI durchfließenden Fehlerstroms gemeint. Der Fehlerort lässt sich wie folgt ermitteln:

- direkt aus dem/der FPI/DSU oder
- aus einem zentralen System, das Informationen mehrerer FPI oder DSU verwendet,

unter Heranziehung der Merkmale und Betriebsbedingungen des elektrischen Netzes, an dem die FPI/DSU installiert sind.

Dieser Teil der IEC 62689 ist darauf ausgerichtet, Anwender bei der korrekten Auswahl der in ihren Netzen bestimmungsgemäß arbeitenden FPI/DSU zu unterstützen, wobei angenommene Lösungen und Betriebsregeln (aus bisheriger Erfahrung erwachsen und/oder möglichen Beschränkungen hinsichtlich der Stetigkeit und der Qualität der Spannungsversorgung entsprechen, welche von einer nationalen Regierungsbehörde definiert werden) betrachtet und die Komplexität des Betriebsmittels sowie die Folgekosten in Betracht gezogen werden.

Dieser Teil der IEC 62689 konzentriert sich hauptsächlich auf das Netzverhalten bei Fehlern, wobei es sich um den „Kern“ der in **IEC 62689-1**, in der alle Anforderungen ausführlich beschrieben sind, festgelegten Fehlererfassungsvermögen-Klassen für FPI/DSU handelt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 62689-1, *Current and voltage sensors or detectors, to be used for fault passage indication purposes – Part 1: General principles and requirements*

3 Begriffe, Abkürzungen und Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach **IEC 62689-1** und die folgenden Begriffe.

3.1 Begriffe, bezogen auf die Behandlung des Neutralpunkts

3.1.1

Erdschlusslöschspule

(en: arc-suppression coil)

Einphasen-Drosselspule für die Erdung des Neutralpunkts zur Kompensation des infolge eines einpoligen Erdkurzschlusses auftretenden kapazitiven Stromes zwischen Außenleiter und Erde

Anmerkung 1 zum Begriff: Anstelle einer Spule mit hoher Güte Q darf eine ohmisch-induktive Impedanz eingesetzt werden, um die Erfassung und/oder Abschaltung eines einpoligen Erdschlusses einfacher zu machen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine Erdschlusslöschspule wird in manchen Regionen auch als „Petersenspule“ bezeichnet.

[QUELLE: IEC 60050-421:1990, 421-01-04, modifiziert – Anmerkung 1 und Anmerkung 2 zum Begriff wurden hinzugefügt.]

3.2 Abkürzungen und Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Abkürzungen und Symbole nach IEC 62689-1.

4 Auswahl der Anforderungen an FPI/DSU hinsichtlich der Fehlererfassung nach Netzbetriebsart und Fehlertyp

4.1 Allgemeines

Abschnitt 4 betrachtet hauptsächlich als Strahlennetze betriebene Verteilungsnetze, da es sich hierbei üblicherweise um die am weitesten verbreitete Betriebsart handelt.

Die Erfassung von Fehlern (oder Fehlerstromdurchgängen) beruht in solchen Netzen in besonderem Maße auf der Betriebsart des MS-Neutralpunkts.

Bei Verteilungsnetzen mit geschlossenem Ring sind andere Überlegungen anzustellen.

Die richtungsabhängige Fehlererfassung von Erdschlüssen und Überströmen auf der Grundlage der Vektorbeziehungen von Spannungen und Strömen wird von der Impedanz der Speiseleitung beeinflusst und muss von Fall zu Fall bewertet werden. Möglicherweise ist die Kommunikation unter/zwischen FPI erforderlich.

Eine einfachere Lösung besteht möglicherweise darin, den geschlossenen Ring zu öffnen und zu einem Strahlennetzbetrieb zurückzukehren und/oder Kommunikation unter FPI einzusetzen.

Ein Beispiel einer möglichen Lösung ist in [Anhang A](#) dargestellt.

4.2 FPI/DSU für Netze mit isoliertem Neutralpunkt

4.2.1 Erdschlusserfassung

Der Erdschlussstrom wird von der Netzkonfiguration und -typologie und dem Fehlerwiderstand beeinflusst.

Der Beitrag der ungestörten Abschnitte der Mittelspannungs-Speiseleitungen zum kapazitiven Erdschlussstrom macht üblicherweise einen nennenswerten Prozentsatz des Gesamt-Erdschlussstroms aus.

ANMERKUNG Der Beitrag eines Mittelspannungs-Erdkabels zum Erdschlussstrom ist etwa fünfzigmal so groß wie der einer gleich langen Frei-Speiseleitung.

Das bedeutet, dass bei einem Fehler, der einem/einer FPI/DSU ohne richtungsabhängige Erfassung von Fehlerstromdurchgängen vorgelagert ist, der auf dem/der FPI/DSU eingestellte Stromschwellenwert höher sein sollte als der maximale Beitrag des dem/der FPI/DSU nachgelagerten ungestörten Abschnitts der Speiseleitung zum Erdschlussstrom, um falsche Anzeigen hinsichtlich des Fehlerorts zu vermeiden.

Bei nicht richtungsabhängigen FPI/DSU könnte also eine niedrige Empfindlichkeit hinsichtlich des Fehlerwiderstands erhalten werden.

Ein Verfahren zum Ausmachen des Fehlerstroms mit einer relativ hohen Empfindlichkeit hinsichtlich des Fehlerwiderstands könnte in dem Einsatz von FPI/DSU mit richtungsabhängiger Erdschlusserfassung bestehen.

Wenn der Beitrag zum kapazitiven Erdschlussstrom aus dem Netz, das dem Installationsort des/der FPI/DSU nachgelagert ist, vernachlässigbar ist, darf auch eine nicht richtungsabhängige Erdschlusserfassung ohne signifikante Senkung der FPI-/DSU-Leistung in Betracht gezogen werden.

Das mögliche Vorhandensein von DER hat keine Auswirkungen auf die Richtung des Fehlerstroms.

4.2.2 Mehrphasige Erfassung

Für die Anwendung dieses Dokuments wird die Bezeichnung „mehrphasig“ für die folgenden Fehler verwendet:

- dreiphasige Fehler,
- zweipolige Kurzschlüsse,
- Mehrfacherdschlüsse,

da sie alle hauptsächlich mit Überströmen zusammenhängen.

Wenn keine DER (oder keine DER in nennenswertem Umfang) vorhanden ist, kommt der Fehlerstrom bei mehrphasigen Fehlern vom HS/MS-Transformator. Üblicherweise sollten richtungsabhängige FPI/DSU erforderlich sein, wenn der Beitrag der DER zum Fehlerstrom mehrphasiger Fehler nennenswert ist oder bei einer Konfiguration mit geschlossenem Ring.

4.3 FPI/DSU für Netze mit Erdschlusskompensation

4.3.1 Erdschlusserfassung

4.3.1.1 Allgemeines

Der Fehlerstrom wird von der Netzkonfiguration, der Spulenauslegung (rein induktiv oder induktiv-ohmisch oder induktiv mit Kurzzeitwiderstand usw.), der Verbindung zum MS-Neutralpunkt, der Abstimmung der resonanten Spule, den Netzverlusten bei Null- und dem Fehlerwiderstand beeinflusst.

Zwei Hauptlösungen sind möglich: eine „reine“ Erdschlusslöschspule, ein fester oder abstimmbarer Induktor mit vernachlässigbarem Wirkanteil ausschließlich aufgrund interner Verluste oder eine Induktivität mit einem vorgesehenen Widerstand zur Steigerung des Umfangs des Wirkstroms aufgrund der Spule.

4.3.1.2 „Reine“ Erdschlusslöschspule

Bei einer auf beinahe 100 % des kapazitiven Stroms des Netzes und den Normwert für Verluste in den Netzkomponenten abgestimmten „reinen“ Erdschlusslöschspule ist der Erdschlussstrom extrem gering und überwiegend widerstandsbehaftet, da der Beitrag des MS-Netzes zum kapazitiven Erdschlussstrom durch den induktiven Beitrag der Erdschlusslöschspule kompensiert wird. Die Größe des Erdschlussstroms würde etwa einen Nullwert haben, wenn ein Erdschluss an einer beliebigen Stelle des gleichen HS/MS-Stations-sammelschienennetzes auftritt.

Darüber hinaus ist der durch alle FPI/DSU fließende Erdschlussstrom unabhängig von deren Lage auf dem Netz (dem Fehlerort vor- oder nachgelagert) überwiegend induktiv (Vektorbeziehung zwischen Summenstrom in einem/einer beliebigen FPI/DSU und Summenspannung ist gleich und entspricht einem Voreilwinkel von 90° des Summenstroms im Verhältnis zur Summenspannung), mit vernachlässigbarem Wirkanteil (dieser Anteil ist der einzige, der die Vektorbeziehungen zwischen Summenstrom und Summenspannung an gestörten Speiseleitungen im Verhältnis zu ungestörten beeinflussen kann).

FPI/DSU für Netze mit reiner Erdschlusskompensation sollten deshalb im Hinblick auf die Erfassung von einpoligen Erdschlüssen richtungsabhängig sein.

ANMERKUNG Ohne Einsatz einer ohmisch-induktiven Erdschlusslöschspule (4.3.1.3) ist es gegebenenfalls möglich, einen Erdschluss mittels eines/einer nicht richtungsabhängigen FPI/DSU und bei zeitweiliger Änderung der Netzkonfiguration zu erfassen, indem beispielsweise ein Kondensator parallel zur Spule gelegt und mit verschiedenen Modalitäten ein- und ausgeschaltet wird, so dass eine Fehlabbildung der Erdschlusslöschspule erzeugt wird.

4.3.1.3 Ohmisch-induktive Erdschlusslöschspule

Wenn ein hochohmiger Widerstand, der zeitweilig oder auch dauerhaft mit Erde verbunden ist, parallel zur Erdschlusslöschspule liegt,

- ist der Erdschlussstrom durch den/die an ungestörten oder dem Fehler nachgelagerten Speiseleitungen installierte(n) FPI/DSU überwiegend induktiv (die Vektorbeziehung zwischen Summenstrom und Summenspannung entspricht beinahe einem Voreilwinkel von 90° des Summenstroms im Verhältnis zur Summenspannung), mit vernachlässigbarem Wirkanteil;
- ist der Erdschlussstrom durch den/die an gestörten, dem Fehler vorgelagerten Speiseleitungen installierte(n) FPI/DSU ohmsch-induktiv (die Vektorbeziehung zwischen Summenstrom und Summenspannung liegt üblicherweise in einem Voreilwinkel-Bereich von 90° bis 180° des Summenstroms im Verhältnis zur Summenspannung), mit nicht vernachlässigbarem Wirkanteil.

Die Größe des Erdschlussstroms würde einen Wert haben, der beinahe dem Wirkstrom des Erdungswiderstands entspricht, wenn ein Erdschluss an einer beliebigen Stelle des gleichen Stationssammelschienennetzes auftritt.

FPI/DSU für ohmsch-induktive Netze mit Erdschlusskompensation sollten deshalb im Hinblick auf einpolige Erdschlüsse entweder über Funktionen zur richtungsabhängigen oder über die Funktion zur nicht richtungsabhängigen Erfassung verfügen.

Das mögliche Vorhandensein von DER hat keine Auswirkungen auf die Richtung des Fehlerstroms.

ANMERKUNG Möglicherweise ist die Erfassung von intermittierenden Erdschlüssen durch FPI/DSU erforderlich.

4.3.2 Mehrphasige Erfassung

Siehe 4.2.2.

4.4 FPI/DSU für Netze mit direkter Neutralpunktterdung (Netz mit niederohmiger Sternpunktterdung)

Die Überstromerfassung kann zur Feststellung von Erdschlüssen und mehrphasigen Fehlern angewendet werden.

Wenn keine DER (oder keine DER in nennenswertem Umfang) vorhanden ist, kommt der Fehlerstrom vom HS/MS-Transformator. Phasenrichtungsabhängige FPI/DSU sind möglicherweise nur erforderlich, wenn DER in nennenswertem Umfang vorhanden sind.

Weiterhin sind erdrichtungsabhängige FPI/DSU gegebenenfalls dann erforderlich, wenn entsprechend dem DER-Neutralpunkt und der DER-Transformatorgruppe ein Beitrag des Erdschlussstroms von der DER kommen kann.

4.5 FPI/DSU für Netze mit Neutralpunkt-Impedanzerdung (Netze mit ohmsch/induktiver Sternpunktterdung)

4.5.1 Erdschlusserfassung

Wenn der Neutralpunkt des MS-Netzes über einen in der HS/MS-Station installierten Widerstand geerdet ist, wird davon ausgegangen, dass der Fehlerstrom vom HS/MS-Transformator kommt.

FPI/DSU könnten richtungsabhängig und/oder nicht richtungsabhängig sein, abhängig von den Werten des vorgesehenen Erdungswiderstands (je kleiner der Widerstand, desto größer ist der Neutralleiterstrom, folglich könnte in einigen Fällen die richtungsabhängige Erfassung nicht erforderlich sein), der Netzkonfiguration, dem kapazitiven Strom des Netzes und von der beabsichtigten Empfindlichkeit hinsichtlich der Erfassung des Wertes des Fehlerwiderstands.

Wenn bei einem Erdschluss in den Erdungswiderstand ein geringer oder moderater Neutralleiterstrom eingeprägt wird, sollten FPI/DSU für die Erdschlusserfassung vorzugsweise richtungsabhängig sein. Dies dient dazu, die geeignete Empfindlichkeit im Hinblick auf Fehler mit einem großen Widerstandswert zu erhalten. Der mittels dieser Lösung erzielte Erdschlussstrom ist nicht viel höher als der rein kapazitive Anteil des Erdschlussstroms.

Wenn bei einem Erdschluss in den Erdungswiderstand ein moderater oder großer Neutralleiterstrom eingepreßt wird, dürfen nicht richtungsabhängige FPI/DSU verwendet werden. Bei dieser Lösung ist der Erdschlussstrom höher als der kapazitive Strom des Netzes.

4.5.2 Mehrphasige Erfassung

Siehe [4.2.2](#).

4.6 FPI/DSU für Netze mit umfangreicher DER

Das Vorhandensein von DER an einem Netz wird als umfangreich eingeschätzt, wenn der Beitrag des Stroms der DER, die dem Installationsort des/der FPI/DSU nachgelagert ist, bei einem dem/der FPI/DSU selbst vorgelagerten Fehler (sogar an einer anderen MS-Speiseleitung, die an denselben HS/MS- oder MS/MS-Transformator angeschlossen ist) mit den Überstrom-Schwellenwerten des/der FPI/DSU vergleichbar ist.

In diesem Fall müssen FPI/DSU über eine richtungsabhängige Erfassung von Außenleiterfehlern verfügen, wenn die DER maßgeblich zu den Kurzschlussströmen beiträgt (siehe [5.2.4](#) und [5.2.5](#)). Zur Erfassung von einpoligen Erdschlüssen siehe [4.2.1](#), [4.3.1](#), [4.4](#) und [4.5.1](#). In jedem Fall sollte, wenn eine richtungsabhängige Erfassung für mehrphasige Überströme vorhanden ist, auch eine solche Erfassung für Erdschlussströme vorliegen.

ANMERKUNG FPI/DSU einer derartigen Ausführung können außerdem in der Lage sein:

- viele Netzkonfigurationen von Smart Grids zu verwalten, wobei davon ausgegangen wird, dass Smart Grids Verteilungsnetze mit einer hohen Durchdringung von DER sind;
- zusätzliche Eigenschaften anzubieten (beispielsweise erweiterte Netzautomatisierung einschließlich Selbstheilung und automatische Wiederherstellung der Versorgung) selbst bei Vorhandensein von DER;
- einfache Netzumgestaltung, DER-Wirk- und Blindleistungsregelung zur Spannungsregelung usw. zu unterstützen.

Auch zusätzliche Strukturen des Verteilungsnetzbetriebs, die sich von den vorwiegend anzutreffenden Strahlennetzen unterscheiden, können mit diesen FPI/DSU möglicherweise erfolgreich gehandhabt werden (beispielsweise Betrieb der MS-Speiseleitungen im geschlossenen Ring).

4.7 Zusammenfassung der Anforderungen an FPI/DSU hinsichtlich der Fehlererfassung nach Netzbetriebsart und Fehlertyp

[Tabelle 1](#) enthält eine Zusammenfassung der unter [4.1 bis 4.6](#) festgelegten Anforderungen an FPI/DSU.

[Tabelle 1](#) bezieht sich nur darauf, ob es möglich ist oder nicht, das richtungsabhängige Fehlererfassungsprinzip in FPI zu übernehmen, d. h. die Erfassung des Fehlerstroms durch den FPI selbst.

Die Richtung selbst darf mittels unterschiedlicher Lösungen ermittelt werden: durch das Messen des Winkels zwischen Summen-/Phasenspannung und Summen-/Phasenstrom, durch eine Transientenanalyse des Stroms (und/oder der Spannung) in der ersten Millisekunde nach dem Auftreten des Fehlers usw.

Die vollständige Klassifikation von FPI (und DSU) nach Klassen ist in [IEC 62689-1](#) enthalten.

Der Inhalt von [Abschnitt 4](#) wird in [Abschnitt 5](#) technisch belegt.

Tabelle 1 – Zusammenfassung der Anforderungen an FPI/DSU hinsichtlich der Fehlererfassung nach Netzbetriebsart und Fehlertyp (1 von 2)

Fehler- typ	Betriebsart des MS-Netz-Neutralpunkts				
	FPI/DSU für Netze mit isoliertem Neutralpunkt	FPI/DSU für Netze mit Erdschluss-kompensation Rein induktive Erdschlusslöschspule	FPI/DSU für Netze mit Erdschluss-kompensation Rein ohmsch-induktive Erdschlusslöschspule	FPI/DSU für starr geerdete Netze (Netze mit niederohmiger Sternpunktterdung)	FPI/DSU für Netze mit Neutralpunkt-Impedanz-erdung (Netze mit ohmsch-induktiver Sternpunktterdung)
Erd-schluss	Erdschlussstrom = kapazitiver Strom des MS-Netzes	Erdschlussstrom im Vergleich zum kapazitiven Netzstrom (bei idealer Abstimmung) vernachlässigbar	Erdschlussstrom beinahe gleich dem Wirkstrom aus dem vorgesehenen Widerstand (bei idealer Abstimmung üblicherweise deutlich geringer als der kapazitive Netzstrom)	Amplitude des Erdschlussstroms ähnelt der des Fehlerstroms mehrphasiger Fehler	Erdschlussstrom größer als der kapazitive Netzstrom
	Fehlerstrom in FPI/DSU: Wert hängt von dem kapazitiven Strom des dem Installationsort des/der FPI/DSU nachgelagerten Netzes ab Vektorphasenverschiebung des Summenstroms im Verhältnis zur Summenspannung mit einem Voreilwinkel von 90° in FPI/DSU an ungestörten oder dem Fehler nachgelagerten MS-Speiseleitungen, mit einem Nacheilwinkel von 90° in FPI/DSU an der dem Fehler vorgelagerten gestörten MS-Speiseleitung	Fehlerstrom in FPI/DSU: Wert hängt von dem kapazitiven Strom des dem Installationsort des/der FPI/DSU nachgelagerten Netzes ab Vektorphasenverschiebung des Summenstroms im Verhältnis zur Summenspannung mit einem Voreilwinkel von 90° in FPI/DSU an ungestörten oder dem Fehler nachgelagerten MS-Speiseleitungen und in FPI/DSU an der dem Fehler vorgelagerten gestörten MS-Speiseleitung	Fehlerstrom in FPI/DSU: Wert hängt von dem kapazitiven Strom des dem Installationsort des/der FPI/DSU nachgelagerten Netzes ab Vektorphasenverschiebung des Summenstroms im Verhältnis zur Summenspannung mit einem Voreilwinkel von 90° in FPI/DSU an ungestörten oder dem Fehler nachgelagerten MS-Speiseleitungen, mit einem Voreilwinkel im Bereich von 90° bis 180° in FPI/DSU an der dem Fehler vorgelagerten gestörten MS-Speiseleitung	Fehlerstrom in FPI/DSU: Wert und Vektorphasenverschiebung des Summenstroms im Verhältnis zur Summenspannung hängen von dem R/X-Verhältnis des Netzes ab	Fehlerstrom in FPI/DSU: Wert hängt von dem kapazitiven Strom des dem Installationsort des/der FPI/DSU nachgelagerten Netzes und dem Wirkstrom aus dem Erdungswiderstand ab Vektorphasenverschiebung des Summenstroms im Verhältnis zur Summenspannung mit einem Voreilwinkel von 90° in FPI/DSU an ungestörten oder dem Fehler nachgelagerten MS-Speiseleitungen, mit einem Nacheilwinkel im Bereich von 90° bis 180° in FPI/DSU an der dem Fehler vorgelagerten gestörten MS-Speiseleitung
	FPI/DSU: vorzugsweise richtungsabhängig (größere Empfindlichkeit hinsichtlich der Fehlerwiderstände); nicht richtungsabhängig ist möglich (Empfindlichkeit hängt von dem Beitrag der dem FPI-Installationsort nachgelagerten MS-Speiseleitungsabschnitte zu dem kapazitiven Erdschlussstrom ab)	FPI/DSU: richtungsabhängig (nicht richtungsabhängig ist bei zeitweiligen Änderungen der Netzbetriebsstruktur möglich)	FPI/DSU: vorzugsweise richtungsabhängig (größere Empfindlichkeit hinsichtlich der Fehlerwiderstände); nicht richtungsabhängig ist möglich (Empfindlichkeit hängt von dem Beitrag der dem FPI-Installationsort nachgelagerten MS-Speiseleitungsabschnitte und des vorgesehenen zusätzlichen Wirkstroms zu dem kapazitiven Erdschlussstrom ab)	FPI/DSU: nicht richtungsabhängig; richtungsabhängig nur möglich, wenn der Beitrag der DER an den ungestörten oder dem Fehler nachgelagerten MS-Speiseleitungen zu dem Erdschlussstrom nennenswert ist	FPI/DSU: nicht richtungsabhängig bei mittlerem/kleinem Erdungswiderstandswert (Wirkanteil des Erdschlussstroms vergleichbar mit dem oder größer als der kapazitive Anteil); richtungsabhängig nur bei großem Erdungswiderstandswert (Wirkanteil des Erdschlussstroms deutlich kleiner als der kapazitive Anteil)

Tabelle 1 (2 von 2)

Fehler- typ	Betriebsart des MS-Netz-Neutralpunkts				
Mehr- phasiger Fehler	Erfassung von Außenleiterfehler wird vom Betrieb des Sternpunkts nicht beeinflusst				
Vorhan- densein von DER	Beeinflusst nur Außenleiterfehler	Beeinflusst nur Außenleiterfehler	Beeinflusst nur Außenleiterfehler	Amplitude und Rich- tung des Fehler- stroms hängen von Merkmalen und Lage der DER ab. Beeinflusst Erd- schlüsse und Außenleiterfehler	Beeinflusst nur Außenleiterfehler

5 Prinzipien der Fehlererfassung nach der Art des Netzes und des Fehlers

5.1 Allgemeines

Die Fehlererfassung muss unabhängig von der Behandlung des Netz-Neutralpunkts und, soweit möglich, bei einem hohen Durchdringungsgrad der dezentralen Energieversorgung (DER), die an die Verteiler angeschlossen ist, funktionieren. Ist dies nicht der Fall, muss dies vom Hersteller im „Einsatzbereich“ eindeutig angegeben werden.

Im Hinblick auf eine korrekte Erfassung von Fehlern sollten FPI/DSU in das Netzschutzsystem für die Fehlerortung integriert oder zumindest mit dem Schutzsystem selbst koordiniert werden.

Sie sollten das bzw. die gleiche Fehlererfassungsvermögen und -empfindlichkeit wie das Netzschutzsystem besitzen. Damit werden mögliche Probleme bei der Fehlerortung aufgrund einer geringeren Empfindlichkeit der FPI/DSU hinsichtlich des Schutzrelais der MS-Speiseleitung vermieden, unabhängig davon, ob dieser Ort von Personal im Außendienst oder von einem automatisierten System betreut wird. Diese Probleme treten jedoch möglicherweise auf, wenn es notwendig ist, einen Erdschluss mit einem großen Widerstandswert zu erfassen und abzuschalten.

Bei FPI/DSU mit höherer Empfindlichkeit hinsichtlich des MS-Speiseleitungsschutzes treten andererseits möglicherweise unerwünschte Erdschlusserfassungen auf, die nachteilige Folgen für das Personal im Außendienst oder für automatisierte Systeme haben; Letztere können beispielsweise durch Bestätigung des Vorhandenseins eines Fehlers vermieden werden (z. B. Fehlen von Spannung oder Strom, bestimmt durch das Auslösen des Schutzrelais der MS-Speiseleitung und begleitet von der gleichzeitigen Fehlererfassung des/der FPI/DSU).

Im [Anhang B](#) werden zwei verschiedene Lösungsbeispiele für die Fehlererfassung und Fehlersuche und -abschaltung beschrieben. In der Wirksamkeit hinsichtlich Fehlern unterscheiden sich diese nicht, wohl aber in ihrer Leistung hinsichtlich der Anzahl und der Art von Versorgungsunterbrechungen bei den Endbenutzern.

In den [Bildern 2 und 3](#) werden die Fehlerstrompfade und die zugehörigen Vektordiagramme für unterschiedliche Fehlerarten an unterschiedlich betriebenen Netzen dargestellt, weil die Berücksichtigung von all dem für den Hersteller und Anwender von FPI/DSU im Hinblick auf eine geeignete Auslegung und Auswahl der FPI/DSU von grundlegender Bedeutung ist.

ANMERKUNG Die Vektordiagramme in [Bild 2](#), [Bild 3](#) und in [5.2](#) dienen nur dem vorstehend beschriebenen Zweck. Aufgrund redaktioneller Randbedingungen ist die Vektorskalierung also möglicherweise nicht korrekt.

Bei der Betrachtung von Erdschlüssen lassen sich MS-Netze in zwei Hauptkategorien einteilen: Netze mit direkter Neutralpunkterdung und alle anderen (isoliert, kompensiert usw.). Diese beiden Kategorien weisen ein vollständig verschiedenes Verhalten auf (siehe Beispiel zu Netzen mit isoliertem Neutralpunkt).