

Quelle: alle Bender

IT-Systeme - Herzstück einer zuverlässigen Stromversorgung

Die Vorteile moderner Fertigungs- und Prozessanlagen lassen sich nur dann nutzen, wenn auch die Stromversorgung zuverlässig verfügbar ist. Unerwartete Isolationsfehler in der Anlage können zu ungewollten Versorgungsausfällen führen. Schon bei der Auswahl des Stromversorgungssystems und der dazugehörigen Schutz- und Überwachungseinrichtungen kann die Basis für einen hochwertigen Personen- und Sachwertschutz sowie einen störungsfreien Betrieb gelegt werden.

Eine störungsarme und zuverlässige Elektroinstallation, die eine hohe Personen-, Betriebs- und Anlagensicherheit gewährleistet, ist das primäre Ziel aller Anlagenverantwortlichen in Industrieanlagen, Krankenhäusern und Bürogebäuden. Das Konzept für die elektrische Installation muss deshalb ...

- die Sicherheit von Personen und Anlagen berücksichtigen,
- die Betriebskontinuität verbessern und
- zur Leistungsfähigkeit der Anlage beitragen.

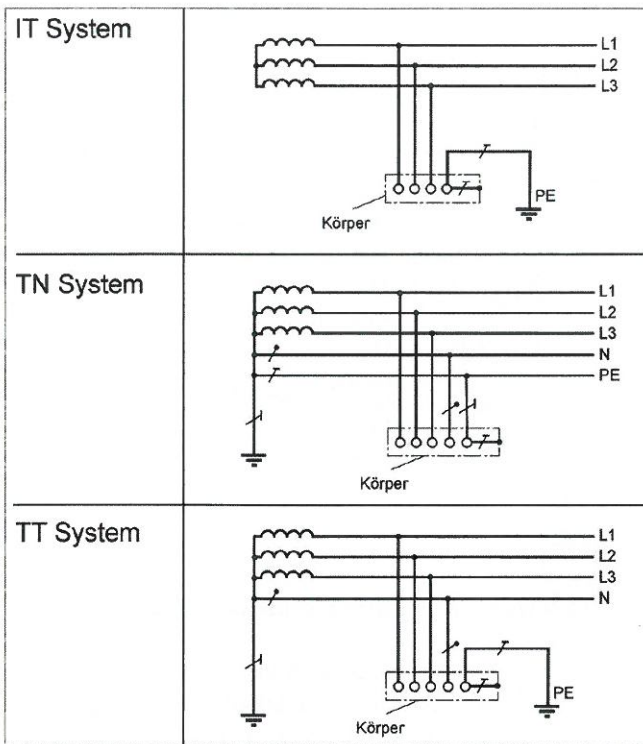
Optimal ausgewählte Stromversorgungen und die zugeordneten Schutz- und Überwachungseinrichtungen können zudem ...

- Mensch und Anlage umfassend vor Gefährdungen durch elektrischen Strom schützen,
- sofortige Meldung und Reaktion auf kritische Anlagen- und Betriebszustände geben,
- Instandhaltungs-, Wartungs- und Ausfallkosten reduzieren,
- Betriebsunterbrechungen vermeiden oder minimieren,
- Anlagedaten nach eigenen Bedürfnissen managen.

Stromversorgungssystem richtig auswählen

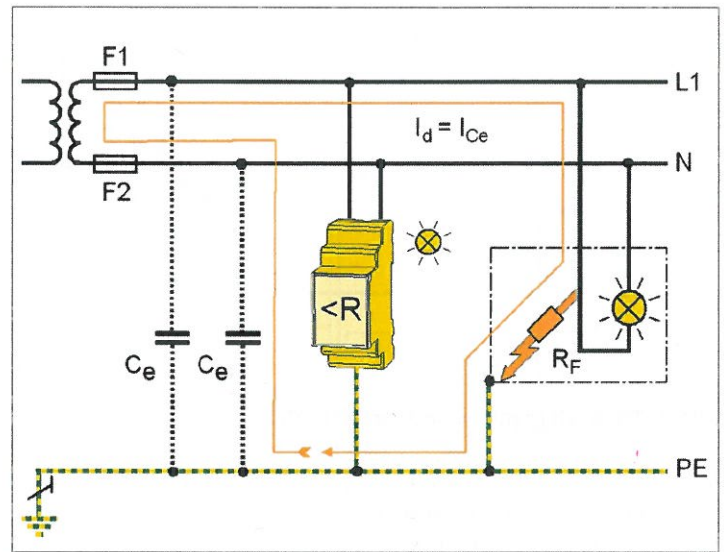
Die gemeinsamen Anforderungen für die Anlagen und Betriebsicherheit sind in DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2007-03 definiert. Für die Auswahl des Stromversorgungssystems und der dazugehörigen Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 sind folgende Aspekte von wesentlicher Bedeutung:

- Wahrscheinlichkeit von Isolationsfehlern,
- Basisschutz und Fehlerschutz,
- Kontinuität der Stromversorgung,



◀ Bild 1: Art der Systeme nach DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100):2009-6.

▼ Bild 2: IT-System mit Isolationsüberwachung (IMD = Insulation Monitoring Device).



- technische und wirtschaftliche Möglichkeiten,
- vorliegende Erfahrungswerte.

Der Aufbau der Stromversorgungssysteme und deren Erdverbindung ist in DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100):2009-06 näher beschrieben. Die drei Hauptformen dabei sind TN-System, TT-System und IT-System. In TN-Systemen ist ein Punkt direkt geerdet; die Körper der elektrischen Anlage sind über Schutzleiter mit diesem Punkt verbunden. In TT-Systemen ist ebenfalls ein Punkt direkt geerdet; die Körper der elektrischen Anlage sind mit Erden verbunden, die elektrisch vom Erder für die Erdung des Systems unabhängig sind. In IT-Systemen – nicht zu verwechseln mit IT-Informationstechnologie – sind alle aktiven Teile entweder gegen Erde isoliert oder über Impedanz mit Erde verbunden. Die Körper der elektrischen Anlage sind entweder einzeln oder gemeinsam geerdet.

Um einen ausreichenden Personen- und Anlagenschutz zu gewährleisten, ist immer eine Koordination der Erdverbindung und der Eigenschaften von Schutzleitern in Verbindung mit der Art des Systems erforderlich. Die zulässigen Schutzmaßnahmen sind in der DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 definiert. Für geerdete Systeme (TN-, TT-Systeme) sind dabei Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) sowie Überstrom-Schutzeinrichtungen

(z.B. LS-Schalter) die gebräuchlichsten Schutzeinrichtungen, wogegen im IT-System ergänzend der Einbau von Isolationsüberwachungseinrichtungen (IMDs) normativ gefordert wird.

Grundsätzlich ist in elektrischen Anlagen dem Personenschutz höchste Priorität einzuräumen. Jedoch wird die Beherrschung der Gefahr einer Nichtverfügbarkeit elektrischer Energie zunehmend wichtiger. Wenn eine Anlage durch einen Isolationsfehler unerwartet abgeschaltet wird, ergeben sich weitere Aspekte, die berücksichtigt werden sollten:

Gefährdung von Personen, z.B. durch:

- plötzlichen Ausfall der Beleuchtung,
- Abschalten von Betriebsmitteln, die für die Betriebssicherheit erforderlich sind.

Wirtschaftliche Gefahren, z.B. durch:

- hohe Kosten infolge eines Produktionsausfalles, insbesondere in Bereichen, in denen ein Wiederanfahren langwierig und teuer ist,
- Datenverluste im EDV-Bereich,
- einen erhöhten Kostenaufwand infolge Störungen und Zerstörungen in Anlagen oder Verbrauchern.

Darüber hinaus können empfindliche Geräte durch hohe Fehlerströme gestört werden. Bei Abschaltungen kann es durch Überspannungen und durch elektromagnetische Einflüsse zu Funktionsstörungen oder sogar Beschädigungen empfindlicher Geräte kommen. Im Hinblick auf die Verfügbarkeit der

Stromversorgung ist deshalb insbesondere das Verhalten der Stromversorgung bei einem ersten Isolationsfehler von Interesse.

Vergleich zwischen geerdeten und ungeerdeten Stromversorgungen

Ungeerdete IT-Systeme werden entweder von einem Transformator oder von einer unabhängigen Stromquelle wie Batterie, Generator und ähnlichem gespeist. Die Besonderheit dieser Systeme liegt darin, dass kein aktiver Leiter direkt mit der Erde verbunden ist. Im Falle eines Körper- oder Erdschlusses kann kein Kurzschlussstrom fließen, wie bei den geerdeten Systemen, sondern es wird sich infolge des fehlenden Rückschlusses für den Strom nur ein geringer Fehlerstrom ergeben, dessen Größe durch die Isolationswiderstände R_F und die Kapazität C_e der Leiter gegen Erde bedingt ist. Der Unterschied zwischen dem geerdeten und dem ungeerdeten System im Fehlerfall wird durch den Vergleich der Bilder 2 und 3 deutlich.

Beim Auftreten eines direkten Erdschlusses R_F fließt im geerdeten System (TN-/TT-System) ein Erdschlussstrom I_F der dem Kurzschlussstrom I_K entspricht. Die vorgeschaltete Sicherung springt an und es kommt zur Betriebsunterbrechung (Bild 3).

Im Gegensatz dazu das ungeerdete IT-System: Hier ist leicht zu erkennen, dass bei einem Isolationsfehler $0 \leq R_F \leq \infty$

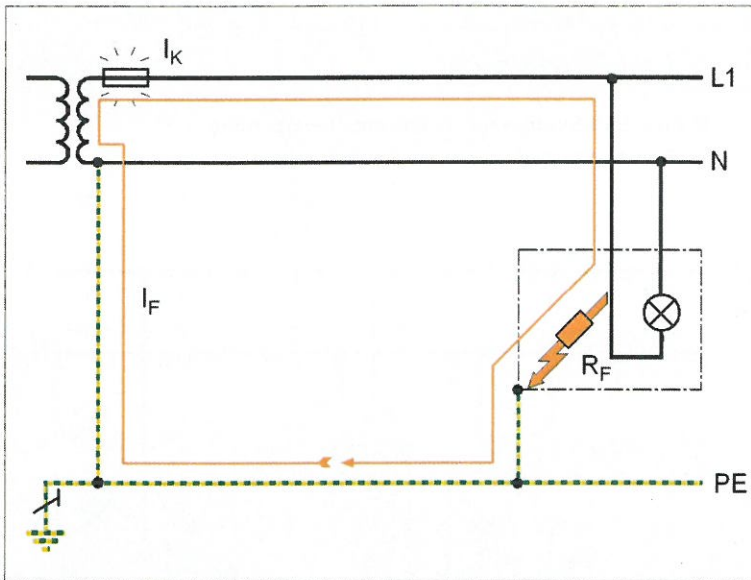


Bild 3: TN-System mit Isolationsfehler R_F.

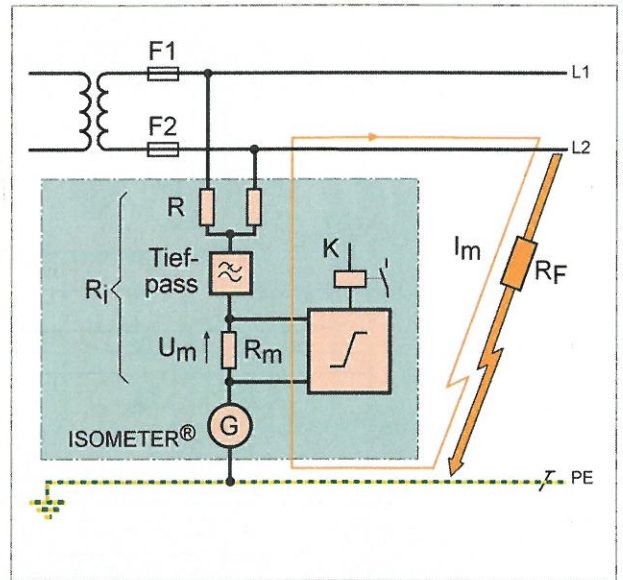


Bild 4: Wirkprinzip Isolationsüberwachungsgerät.

lediglich der meist sehr kleine, kapazitive Strom über die Leitungskapazitäten C_e fließt. Die vorgeschaltete Sicherung spricht dann nicht an, so dass auch die Spannungsversorgung bei einpoligem Erdschluss gewährleistet ist (Bild 2).

In Bezug auf die Versorgungssicherheit bietet also das IT-System die meisten Vorteile. Aus diesem Grund wird es auch in vielen Bereichen, wo ein Höchstmaß an Zuverlässigkeit und Sicherheit in der Stromversorgung erforderlich ist, eingesetzt. Beispielsweise sind dies Steuerstromkreise nach DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2007-06, Stromversorgungen für medizinisch genutzte Bereiche nach DIN VDE 0100-710 (VDE 0100-710):2002-11 oder mobile Stromerzeuger nach DIN VDE 0100-551 (VDE 0100-551):2010-10. Aber auch in anderen Bereichen, wie Elektrofahrzeugen, Photovoltaikanlagen, Industrieanlagen mit geregelten Antrieben, komplexen Fertigungsan-

lagen, EDV-Anlagen finden IT-Systeme mit Isolationsüberwachung zunehmend mehr Verbreitung, da ein unerwarteter Ausfall der Stromversorgung unter anderem auch eine enorme finanzielle Belastung darstellen kann.

Beim Betreiben eines IT-Systems ist beim ersten Isolationsfehler zu beachten, dass dabei aus dem ursprünglich ungeerdeten System (IT-System) ein dem geerdeten System (TN- oder TT-System) vergleichbares Netz geworden ist, ein zweiter Isolationsfehler zum Ansprechen des Kurzschlusschutzes und damit zur Abschaltung führen kann. Erfahrungswerte belegen jedoch eindeutig, der einpolige Fehler (erster Isolationsfehler) ist die wahrscheinlichste Fehlerart (> 90 %) und Gefährdungssituationen durch einen zweiten Isolationsfehler gelten als eher unwahrscheinlich. Trotzdem empfiehlt DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410): 2007-06 eine zeitnahe Beseitigung des Isolationsfehlers.

Informationsvorsprung durch Isolationsüberwachung

Nach DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410):2007-06 ist ein IT-System immer mit einem Isolationsüberwachungsgerät auszurüsten. Das Isolationsüberwachungsgerät wird zwischen den aktiven Netzleitern und Erde angeschlossen und überlagert dem Netz eine Messgleichspannung.

Beim Auftreten eines Isolationsfehlers schließt sich der Messkreis zwischen Netz und Erde über den Isolationsfehler R_p , so dass sich ein dem Isolationsfehler proportionaler Messgleichstrom I_m einstellt. Dieser Messgleichstrom I_m verursacht am Messwiderstand R_m einen entsprechenden Spannungsfall, der von der Elektronik ausgewertet wird. Überschreitet dieser Spannungsfall einen bestimmten Wert, was dem Unterschreiten eines bestimmten Isolationswiderstandes gleichkommt, erfolgt eine Meldung über Melde-LEDs und Meldekontak-

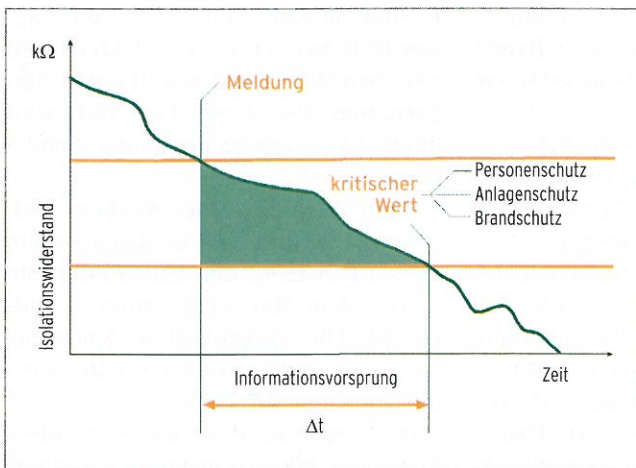


Bild 5: Informationsvorsprung durch Isolationsüberwachung.

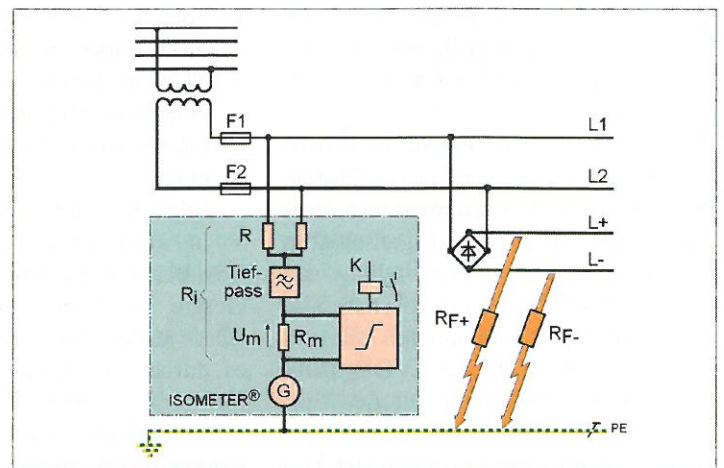


Bild 6: Einfluss von Fremdgleichspannungen auf die Messspannung.

te. Die im Netz vorhandenen, kleinen Netzableitkapazitäten C_e werden lediglich auf die Messgleichspannung aufgeladen und beeinflussen die Messung nach einem kurzen Einschwingvorgang nicht (Bild 4). Detaillierte Anforderungen an das Isolationsüberwachungsgerät sind in der DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8):2007-12 enthalten. Durch das Isolationsüberwachungsgerät erhält der Anlagenbetreiber den notwendigen Informationsvorsprung, um rechtzeitige und geplante Instandhaltungsmaßnahmen einzuleiten (Bild 5).

Moderne Messverfahren für moderne Verbraucher

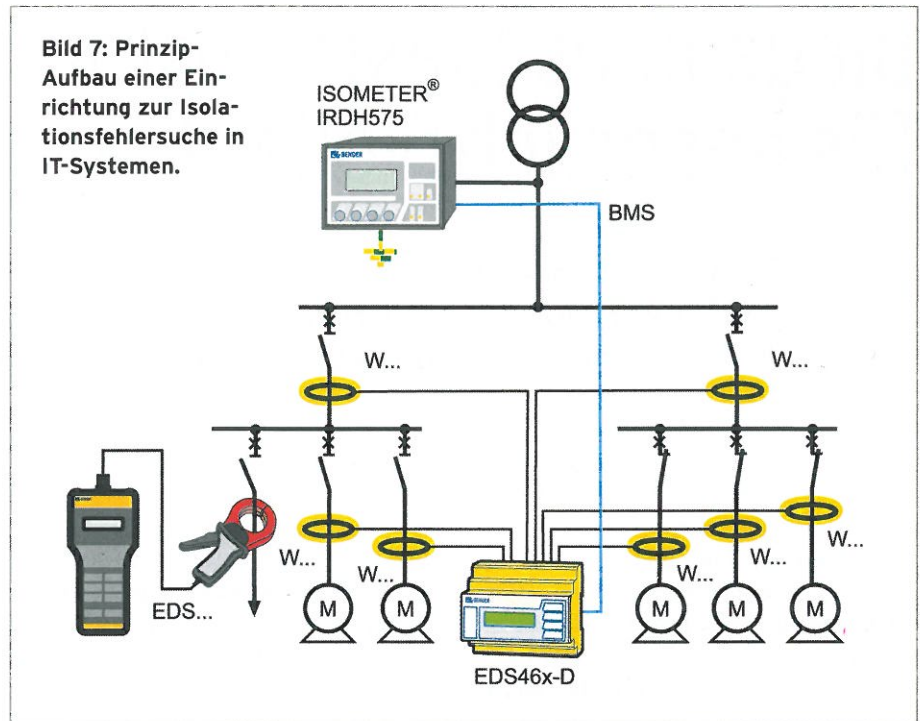
Das zuvor beschriebene Messverfahren ist dann sinnvoll, wenn es sich bei den angeschlossenen Verbrauchern ausschließlich um reine Wechselspannungsverbraucher handelt. Standard sind heute jedoch geregelte Antriebe oder Verbraucher mit Schaltnetzteilen (z.B. PCs, elektronische Vorschaltgeräte). Diese bieten einerseits die Vorteile von kleiner Verlustleistung, kleinere Abmessungen und geringeres Gewicht, sind aber andererseits durch die von Schaltnetzteilen erzeugten Oberschwingungen und möglichen Gleichstrombeeinflussungen zum Problem geworden.

Die Gleichstromkomponenten lösen bei Isolationsüberwachungsgeräten mit dem Messverfahren der überlagerten Messgleichspannung Falschmeldungen aus. Grund dafür ist, dass im Fehlerfall diese Fremdgleichspannungen zusätzlich zur Messgleichspannung auftreten und so entweder zu einem höheren Messstrom und damit zu einer erhöhten Ansprechempfindlichkeit, oder zu einem niedrigeren Messstrom und damit zum Nichtauslösen führen (Bild 6).

Fazit

Komplexe Fertigungs- und Prozessanlagen stellen heute hohe Anforderungen an die Stromversorgung, denn bereits ein kurzer Stromausfall kann zu Stillstandzeiten und hohen Kosten führen. Doch mit der Anwendung von IT-Systemen einschließlich Isolationsüberwachung steht eine Technik zur Verfügung, um diesem Problem wirksam und effektiv entgegenzutreten.

Bild 7: Prinzip-Aufbau einer Einrichtung zur Isolationsfehlersuche in IT-Systemen.



Eine weitere Störgröße für Isolationsüberwachungsgeräte mit Messgleichspannung sind Netzableitkapazitäten, die häufig in Form von Entstörfiltern (EMV) zwischen Netz und Erde vorhanden sind. Beim Einschalten des IT-Systems stellen diese Kapazitäten für die Messgleichspannung eine niederohmige Verbindung zur Erde dar, so dass kurzzeitig ein hoher Messgleichstrom (Ladestrom für C_e) zum Fließen kommt und demzufolge eine Meldung durch das Isolationsüberwachungsgerät erfolgt.

Um die Beeinflussungen der Isolationsmessung durch Fremdgleichspannungen und Netzableitkapazitäten zu eliminieren, arbeiten moderne Isolationsüberwachungsgeräte mit einer getakteten Messspannung. Auf Netzableitkapazitäten reagiert dieses Messverfahren mit variablen Taktzeiten, wodurch die Ladekurve von C_e entsprechend berücksichtigt wird. Die Höhe der Fremdgleichspannung wird innerhalb eines Messzyklus bestimmt und kann bei der Erfassung des Isolationswiderstandes entsprechend berücksichtigt werden. In der Praxis bedeutet dies, dass sowohl Fremdgleichspannungen als auch hohe Netzableitkapazitäten das Isolationsüberwachungsgerät bzw. das Messergebnis nicht mehr negativ beeinflussen. Somit ist eine präzise Bestimmung des Isolationswiderstandes möglich.

Ein Hinweis: Sogenannte Erdschlussrelais, die zur Auswertung eines Isolationsfehlers die Verlagerungsspannung

messen, gelten nicht als Isolationsüberwachungsgerät im Sinne der DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8):2007-12.

Einrichtungen zur Isolationsfehlersuche EDS

In komplexen Anlagen, d.h. in Anlagen mit weit verzweigten Stromversorgungen, kann die Isolationsfehlersuche durchaus hohen Personal- und Zeitaufwand bedeuten. Dies kann minimiert werden mit dem Einsatz von Einrichtungen zur Isolationsfehlersuche nach DIN EN 61557-9.

Diese Einrichtungen suchen Isolationsfehler automatisch während des Betriebes und zeigen den fehlerbehafteten Abgang über LCD oder andere Visualisierungen an. Der Anlagenbetreiber muss den Betrieb nicht unterbrechen und der Fehlerort einzelner Isolationsfehler wird präzise angezeigt (Bild 7).

psc



> Autoren

Dipl.-Ing. HARALD SELLNER,

(li.) Abt. T-N, Bender

Dipl.-Ing. WOLFGANG HOFHEINZ,

(re.) Bis Jahresende 2014 Vorsitzender der DKE