

Isolationsüberwachung erhöht die Verfügbarkeit elektrischer Systeme

Bei den Anforderungen an mechanische Komponenten in Windenergieanlagen tritt die Verfügbarkeit immer mehr in den Vordergrund. Im elektrischen System werden jedoch nur selten alle Möglichkeiten ausgenutzt, um die Verfügbarkeit von Windenergieanlagen zu erhöhen. Dabei kann sich die Investition in ein IT-System und ein geeignetes Isolationsüberwachungssystem schon beim ersten Schadensfall bezahlt machen.

Michael Faust

Elektrische Komponenten belegen seit geraumer Zeit den ersten Platz in der Statistik der Ausfallsverursacher in Windenergieanlagen, wobei die Tendenz mit der Anlagengröße wächst [1]. Da die elektrischen Komponenten in der Regel schneller und kostengünstiger auszutauschen sind als beispielsweise ein Getriebe, wird ihre Überwachung häufig stiefmütterlich behandelt. Hier verbirgt sich jedoch ein hohes Einsparpotential für Betreiber, Betriebsführer und Versicherer.

Netzformen für Windenergieanlagen

In Deutschland sind TN-Systeme (Bild 1) üblich und sehr verbreitet. Das ist aber eher eine Frage der Gewohnheit als der Kosten, der Technik oder der Sicherheit. Dabei liegen die Vorteile eines IT-Systems (Bild 2) vor allem für Windenergieanlagen auf der Hand. So bietet die Auslegung des elektrischen Systems als IT-Netz geringere Ausfallzeiten, eine einfachere Instandhaltung, ein reduziertes Brandrisiko und führt so langfristig zu höheren Erträgen und geringeren Kosten [2].

Tritt ein Isolationsfehler im TN-System auf, erkennt dies die Schutzeinrichtung, zum Beispiel ein Leitungsschutzschalter oder eine Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD), und trennt die Versorgung (Bild 3). So

schleichende Isolationsverschlechterungen bereits im Entstehungsstadium zu erkennen, stellt die Differenzstromüberwachung, englisch residual current monitoring (RCM), dar.

In einem IT-System treten im Falle eines ersten Isolationsfehlers weder hohe Fehlerströme auf (hohe Brandsicherheit), noch können gefährliche Berührungsspannungen für Personen entstehen (Schutz bei indirektem Berühren) (Bild 4). Der erste Fehler stellt lediglich einen Erd-Potentialbezug her und wandelt ein ungeerdetes System quasi in ein geerdetes. Man kann die

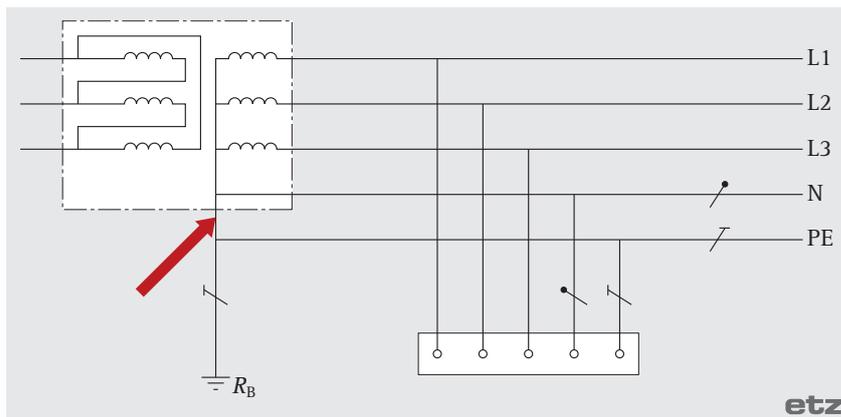


Bild 1. Beim TN-System sind der Neutraleiter und der Potentialausgleich (Erde) miteinander verbunden

werden zwar Personen bei indirektem Berühren geschützt und Fehlerströme unterbrochen, allerdings steht die Anlage bis zur Instandsetzung still, beziehungsweise kann die Versorgung erst danach wieder eingeschaltet werden. Dies ist für kritische Einsatzgebiete, wie Operationssäle, im Bergbau, oder bei empfindlichen Prozessen in der chemischen Industrie nicht akzeptabel.

Deswegen wird das Versorgungsnetz bei den genannten Applikationen stets als IT-System ausgeführt, um bei einem auftretenden Isolationsfehler die Anlage weiter betreiben zu können. Eine Möglichkeit, im TN-System

Anlage bis zur Instandsetzung beziehungsweise bis zum Auftreten eines zweiten Fehlers weiterbetreiben. Da ein erster Isolationsfehler allerdings nicht auffällt, muss ein geeignetes Überwachungsgerät, zum Beispiel ein Isolationsüberwachungsgerät, eingesetzt werden. In der Photovoltaik hat man diesen Vorteil bereits erkannt und betreibt große Photovoltaikanlagen meistens ungeerdet.

Ausfälle in Windenergieanlagen

Aus den Ergebnissen des Verbundprojekts „Erhöhung der Verfügbarkeit von Windkraftanlagen“ [1] geht hervor, dass die meisten Fehler elek-

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Michael Faust ist Product Manager MTS Monitoring TN/TT-Systeme der Bender GmbH & Co. KG in Grünberg.

E-Mail:
michael.faust@bender-de.com



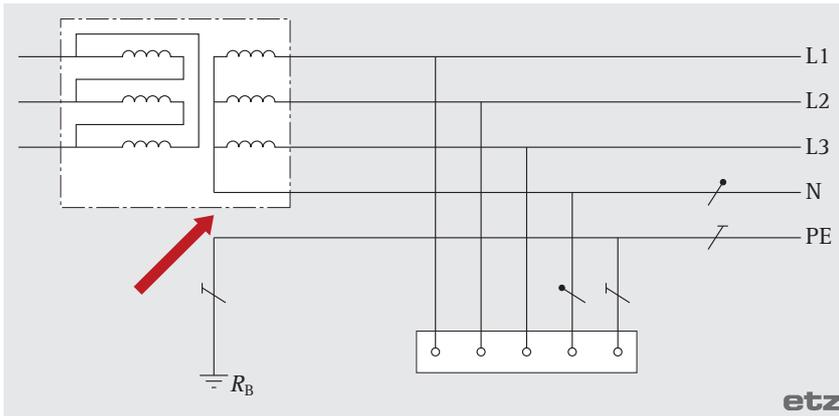


Bild 2. Beim IT-System hat kein aktiver Leiter eine leitende, niederohmige Verbindung zum Potentialausgleich

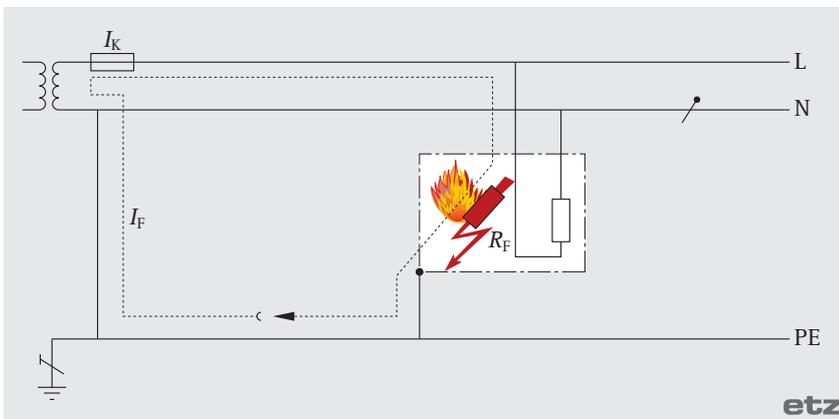


Bild 3. Bei einem Isolationsfehler im TN-System spricht die Sicherung nicht an, wenn I_F kleiner ist als I_K . Der Fehler wird dann nicht gemeldet und es entsteht eine erhöhte Brandgefahr. Ist I_F größer als I_K löst die Sicherung aus und durch eine unerwartete Betriebsunterbrechung entstehen hohe Kosten

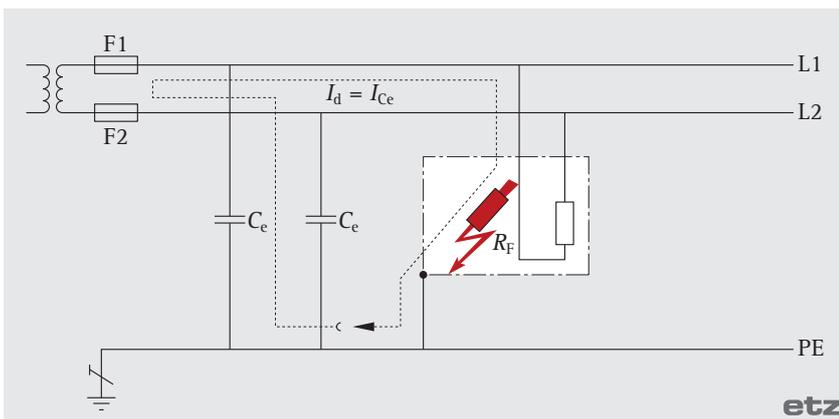


Bild 4. Bei einem Isolationsfehler in einem IT-System fließt ein kleiner Strom, der durch die hohe Impedanz der Fehlerschleife begrenzt wird. Dadurch reduziert sich die Brandgefahr und Personen sowie Sachwerte sind weiterhin geschützt. Der Fehler wird gemeldet und die Anlage kann weiter betrieben werden

trischer Natur sind. Basis für diese Studie ist eine umfangreiche Datenerhebung, die über 17 Jahre andauerte. Elektrische Fehler seien zwar schneller zu beheben als mechanische, treten aber häufiger auf. Weiterhin gebe es

keine geeignete Größe, um Fehler im elektrischen System zu detektieren.

Dementsprechend ist eine Überwachung des Isolationswiderstandes der elektrischen Anlage sinnvoll. Schließlich lassen sich damit nicht nur direkte



Bild 5. Die A-Isometer der Serie IRDH275 überwachen den Isolationswiderstand von ungeerdeten Hauptstromkreisen

Isolationsfehler, wie abgeschuete Kabelisolierungen, entdecken, sondern auch jene Fehler im elektrischen System, die zwar anderer Natur sind, sich aber auf den gesamten Isolationswiderstand der Anlage auswirken. Auch der VdS-Leitfaden zur Brandsicherheit [3] trägt der häufig vernachlässigten Netzform Rechnung: Als Brandursache wird ein „Unzureichendes elektrisches Schutzkonzept im Hinblick auf Isolationsfehlererkennung und Selektivität der Abschaltung“ genannt.

Fällt die Wahl trotz der höheren Sicherheit und Stabilität des IT-Systems auf das TN-System, ist das in vielen Bereichen der Industrie mit den relativ hohen Investitionskosten für den benötigten Transformator zu begründen. Bei Windenergieanlagen steht jedoch die erforderliche „einfache Trennung“ in Form des Mittelspannungstransformators bereits vor der Tür und muss nur ohne Erdung betrieben werden.

Einige Normen empfehlen sinnvolle Überwachungsmaßnahmen. So schreibt die DIN EN 61400-1 (VDE 0127-1) [4] vor, dass die Gefährdung für Mensch und Tier gering zu halten sei und dass bei Betrieb und Wartung der Windenergieanlage unter allen normalen und extremen Umgebungsbedingungen eine mögliche Beschädigung der Windenergieanlage sowie der externen elektrischen Anlage minimal zu halten sei.

Das IT-System gewährleistet unter allen vorhersehbaren und nicht vor-

hersehbaren Ereignissen immer einen höheren Schutz für Personen und die Anlage als ein TN-System, da es einen Isolationsfehler tolerieren kann. Dies kann den entscheidenden Zeitvorsprung liefern, um einen sicheren Betriebszustand zu erreichen.

Isolationsüberwachung für ein IT-System

Das erste Isolationsüberwachungsgerät mit aktivem Messverfahren wurde von *Walther Hans Bender* in Frankfurt/Oder entwickelt und 1939 unter dem Namen A-Isometer zum Patent angemeldet. Neue Generationen dieser Geräte kommen auch heute noch zur permanenten Überwachung des Isolationswiderstandes zwischen den aktiven Leitern und der Erde zum Einsatz. Sie erkennen Isolationsverschlechterungen frühzeitig und melden diese, wobei die Anlage weiter in Betrieb bleibt. Die Isometer von Bender [5] (Bild 5) entsprechen den Anforderungen der DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8) [6]. Durch die verwendete Messtechnik sind die Geräte in der Lage komplexe Netze mit hohen Netzableitkapazitäten oder langsamen Spannungsänderungen zu überwachen. Dadurch eignen sie sich auch für den Einsatz in Windenergieanlagen.

Differenzstromüberwachung für TN-Systeme

Ideal für den Betrieb und die Instandhaltung ist die Selbstüberwachung eines „sauberen“ TN-S-Systems mit



	Differenzstromüberwachung im TN-System	Betrieb im IT-System
Instandhaltung	Früherkennung von Isolations-schäden	Früherkennung von Isolations-schäden, bessere Planbarkeit der Serviceeinsätze
Brandsicherheit	Erhöhung der Brandsicherheit durch Meldung gefährlicher Fehlerströme	Minimierung der Brandgefahr durch Vermeidung von gefährlichen Fehlerströmen
Verfügbarkeit	x	Weiterbetrieb beim ersten Isolationsfehler möglich

Tabelle 1. Eine Differenzstromüberwachung bietet im TN und im IT-System Vorteile

einer permanenten Differenzstromüberwachung und die Aufschaltung der Meldungen an eine ständig besetzte Stelle. Differenzstromüberwachungsgeräte (RCM) sind in der Lage, Fehler beziehungsweise Differenz- und Betriebsströme ab 5 mA zu erfassen. Dazu erfasst eine Elektronik den Ableitstrom über einen Messstromwandler und wertet ihn aus. Diese Meldung wird am Gerät angezeigt oder kann über Schaltkontakte oder Protokollumsetzer in ein Condition-Monitoring-System (CMS) eingepflegt werden.

Offshore als Vorreiter

Einige deutsche Hersteller von Windenergieanlagen haben all diese Vorteile bereits erkannt und betreiben ihre Anlagen im IT-System. Schließlich stellen die beiden wichtigsten Merkmale des IT-Systems, hohe Verfügbarkeit und flexible Instandhal-

tung gerade im Offshore-Bereich nahezu unverzichtbare Vorteile dar, da die Instandhaltungseinsätze teurer sind als an Land. Außerdem wird Offshore aufgrund des steten Winds eine höhere Volllaststundenzahl für die Anlage erwartet und kalkuliert. Ein Stillstand auf offener See ist also in zweifacher Hinsicht teurer als an Land.

Mit der wachsenden Anzahl an Offshore-Anlagen steigt auch die Systemrelevanz für das Versorgungsnetz und damit verschärft sich auch die Forderung an die Hochverfügbarkeit. Offshore-Windenergieanlagen sind demnach in mehrfacher Hinsicht ideale Einsatzorte für das IT-System:

- Es erkennt Gefährdungen frühzeitig,
- es reduziert die Ausfallrisiken auf ein Minimum,
- es erhöht die Anlagenverfügbarkeit und
- es minimiert das Brandrisiko.

Wann rechnet sich die zusätzliche Investition?

Während in der Projektentstehungsphase möglichst geringe Kosten im Vordergrund stehen, müssen im Betrieb hohe und konstante Erträge erzielt werden. Dabei hilft ein geeignetes Überwachungssystem, dessen Kosten sich jedoch bereits beim ersten Auftreten eines Isolationsfehlers amortisieren. Insbesondere bei Photovoltaikanlagen ist die Amortisationszeit durch die zeitaufwendige Fehlersuche sehr gering. Ein nachträgliches Umrüsten bestehender Anlagen auf das IT-System ist auch möglich, hier sind jedoch geringfügig höhere Kosten einzukalkulieren (Tabelle 1).

Literatur

- [1] Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik – IWES, Kassel: <http://reisi.iset.uni-kassel.de>
- [2] Hofheinz, W.: Schutztechnik mit Isolationsüberwachung. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG, 2011 (ISBN 978-3-8007-3362-0)
- [3] VdS 3523:2008-07 Windenergieanlagen-Leitfaden für den Brandschutz. VdS Schadenverhütung GmbH: http://vds.de/fileadmin/vds_publicationen/vds_3523_web.pdf
- [4] DIN EN 61400-1 (VDE 0127-1):2011-08 Windenergieanlagen – Teil 1: Auslegungsanforderungen. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG
- [5] Bender GmbH & Co. KG, Grünberg: www.bender-de.com
- [6] DIN EN 61557-8 (VDE 0413-8):2007-12 Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V – Geräte zum Prüfen, Messen und Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 8: Isolationsüberwachungsgeräte für IT-Systeme. Berlin · Offenbach: VDE VERLAG