

# Erneuerbare Energien

## Die Kraft der Natur sicher und effizient nutzen



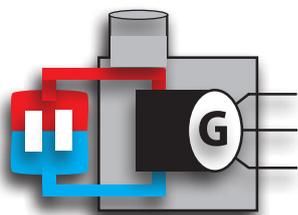


# Lösungen für elektrische Sicherheit

## Elektrische Sicherheit für die effiziente Nutzung erneuerbarer Energien

Die Ressourcen der Natur effizient und sinnvoll nutzen, das ist das Ziel aller Betreiber, unabhängig ob es sich um Sonnen-, Wind-, Wasser- oder Biogasanlagen handelt. Bender bietet ihnen weltweit bewährte, praxiserprobte und zuverlässige Lösungen, um

- mögliche elektrische Gefährdungen frühzeitig zu erkennen
- die Sicherheit von Personen und Anlagen zu gewährleisten
- kritische Betriebs- und Anlagenzustände sofort zu erkennen
- Ausfallrisiken und Betriebsunterbrechungen auf ein Minimum zu reduzieren
- durch präventives Eingreifen eine hohe Anlagenverfügbarkeit zu gewährleisten
- Anlagedaten effizient zu verwalten.



Blockheizkraftwerke



Windenergieanlagen



Photovoltaikanlagen



# Hochverfügbarkeit von Windenergieanlagen

## Früherkennung statt Stillstand

Wenn es um eine hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Windenergieanlagen geht, haben die Anlagenbetreiber nur ein Ziel – jeglichen unerwarteten Ausfall oder Störungen im täglichen Betrieb zu vermeiden, denn ein Ausfall ist gleichbedeutend mit finanziellen Einbußen.

Eine entscheidende Rolle spielt dabei die elektrische Sicherheit. Ein unerkannter Isolationsfehler ist oftmals gleichbedeutend mit unerwartetem Anlagenstillstand oder erhöht die Brandgefahr. Zudem verursachen ungeplante Serviceeinsätze einen hohen Zeit- und Kostenaufwand.

### Häufigste Ursache für Isolationsfehler bzw. Fehlerströme sind mangelhafte Isolierungen durch

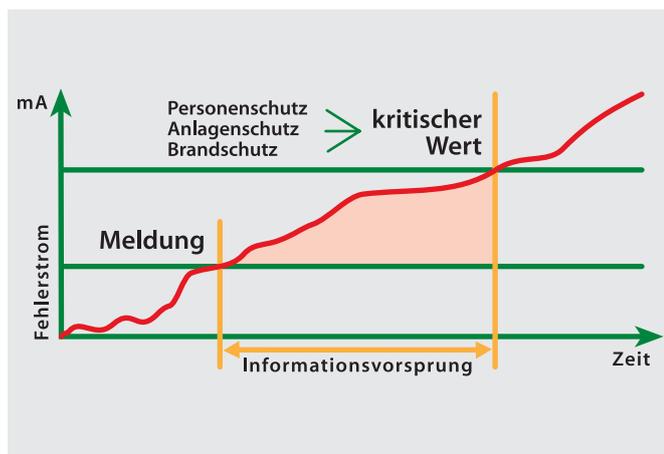
- Mechanische Beschädigungen der Leitungen durch
  - Vibration
  - Torsion
  - weiten Temperaturbereich
- Zu niedrigen Isolationswiderstand, verursacht durch
  - Feuchtigkeit
  - Getriebe- und Hydrauliköle
  - Schmutz
- Blitzeinschlag

### Fehlerströme bzw. Isolationsfehler haben gravierende Folgen, z. B.:

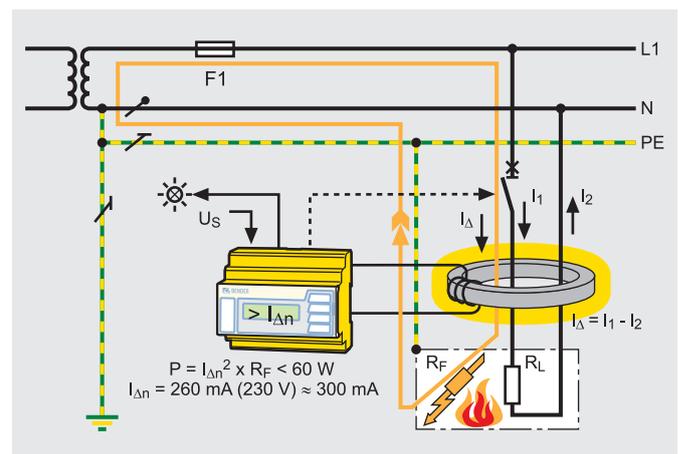
- Hohe Kosten durch Betriebsunterbrechung
- Brandgefahr bei Verlustleistungen  $> 60 \text{ W}$
- Ausfall sicherheitskritischer Systeme
- Ungeplante Instandhaltungsmaßnahmen
- Unerwartetes Auslösen von Schutzeinrichtungen
- Gefährdung von Wartungspersonal

## Differenzstrom-Überwachungsgerät/-system (RCM/RCMS) in der Praxis – Schutz vor unerwartetem Abschalten und Brandgefahr

In geerdeten Systemen



Informationsvorsprung durch RCM



Brandgefahr durch Isolationsfehler ( $P > 60 \text{ W}$ )

### Was sollten Sie tun?

- Permanent den Differenzstrom von wichtigen Komponenten überwachen
- Differenzstrom-Überwachungsgeräte/-systeme zusätzlich zu vorhandenen Schutzeinrichtungen installieren
- Den hohen Isolationswiderstand der Anlage durch sofortiges Lokalisieren und Beseitigen der Isolationsfehler erhalten

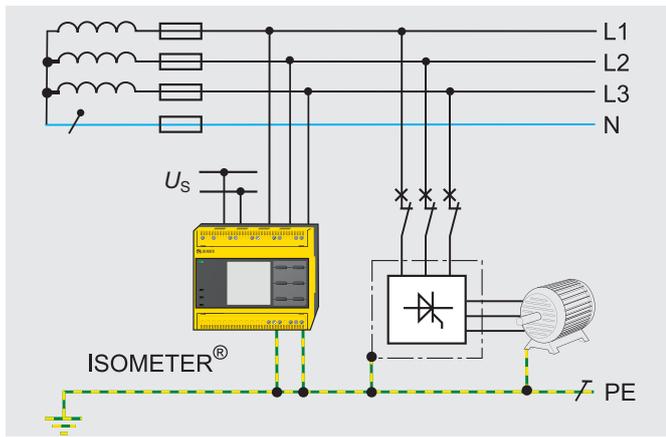
### Ihr Nutzen

- Höhere Verfügbarkeit der Anlage
- Personal-, Brand- und Anlagensicherheit
- Höhere Rentabilität der Anlage durch reduzierte Stillstandzeiten
- Kein unerwartetes Abschalten, Fehlerströme werden im mA-Bereich frühzeitig erkannt und gemeldet
- Bessere Planbarkeit der Serviceeinsätze

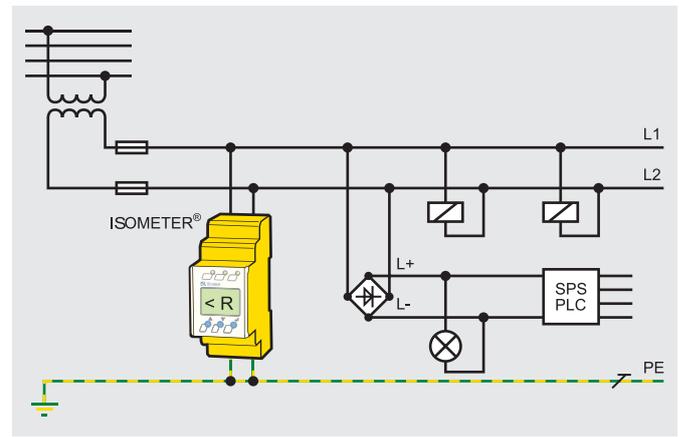


# Isolationsüberwachungsgeräte (ISOMETER®) in der Praxis – mehr Informationsvorsprung

In ungeerdeten Systemen



Isolationsüberwachung in Hauptstromkreisen



Isolationsüberwachung in Hilfs- und Steuerstromkreisen

Ungeerdete Stromversorgungen (IT-System) haben einen unschätzbaren Vorteil – ein erster Isolationsfehler führt nicht zum Ausfall. Dadurch werden komplexe Prozesse und der Betrieb der Windenergieanlage nicht unterbrochen. Im Gegenteil, IT-Systeme können kontrolliert weiter betrieben und Fehler zu einem passenden Zeitpunkt beseitigt werden – ohne Ausfallkosten zu verursachen.

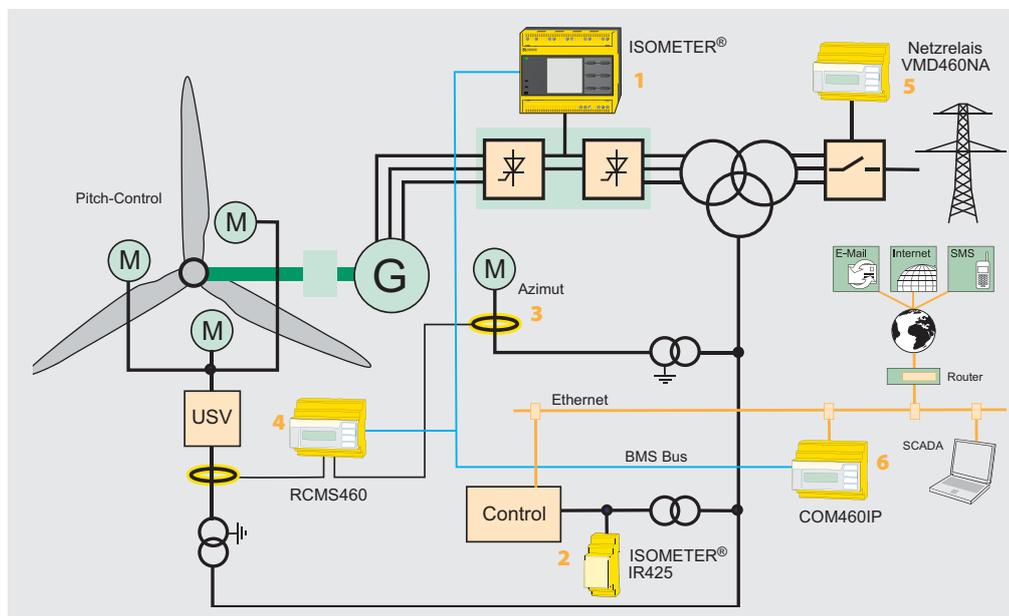
IT-Systeme unterscheiden sich hinsichtlich der Spannungshöhe, des natürlichen Isolationswiderstands, der Höhe der Ableitkapazitäten und der Spannungsform (AC, DC, AC und DC-Komponenten, usw.) Aus diesen Merkmalen ergeben sich die Anforderungen an die Isolationsüberwachung.

### Was sollten Sie tun?

- Netzform IT-System wählen
- Ein geeignetes Isolationsüberwachungsgerät (ISOMETER®) einsetzen
- Permanent den gesamten Isolationswiderstand überwachen

### Ihr Nutzen

- Höchstmögliche Verfügbarkeit der Anlage, da der erste Isolationsfehler nicht zum Abschalten führt
- Höherer zulässiger Erdungswiderstand
- Durch geringe Fehlerströme keine Brandgefahr
- Mehr Flexibilität bei der Instandhaltung
- Bessere Elektromagnetische Verträglichkeit
- Entscheidender Informationsvorsprung



- 1. Isolationsüberwachung**  
Es erfolgt keine Betriebsunterbrechung beim ersten Isolationsfehler.  
*Isolationsüberwachungsgerät ISOMETER® iso685*
- 2. Fehlsteuerungen und Ausfälle von Bedien- und Anzeigeeinrichtungen werden vermieden.**  
*Isolationsüberwachungsgerät ISOMETER® IR425*
- 3. Allstromsensitive Differenzstromüberwachung**  
Unerwartete Abschaltungen in sicherheitskritischen Systemen und Stillstand der WEA können vermieden werden.  
*Mehrkanaliges wechsel-, puls- und allstromsensitives Differenzstrom-Überwachungssystem RCMS460*
- 4. Ermöglicht Früherkennung einer schleichenden Isolationsverschlechterung, z.B. mit Messstromwandler W35AB**
- 5. Netzüberwachung**  
Überwachung von Phasenfolge, Frequenz und Spannung mit parametrierbaren Schwellenwerten.  
*Spannungs- und Frequenzüberwachungsrelais VMD460*
- 6. Kommunikation**  
Gateways ermöglichen die Übermittlung des Isolationswiderstands und der Differenzströme an Überwachungssysteme.  
*BMS-Ethernet-Gateway COM460IP*



# Hochverfügbarkeit von PV-Großkraftwerken



## Mehr Leistung ohne Mehr-Aufwand

In der Projektentstehungsphase eines PV-Kraftwerks stehen möglichst geringe Investitionskosten im Vordergrund, während im Betrieb der Anlage hohe und konstante Erträge erzielt werden müssen. Ausfälle sind absolut zu vermeiden. Die Kosten für ein geeignetes Überwachungssystem amortisieren sich bereits beim ersten Auftreten eines Isolationsfehlers.

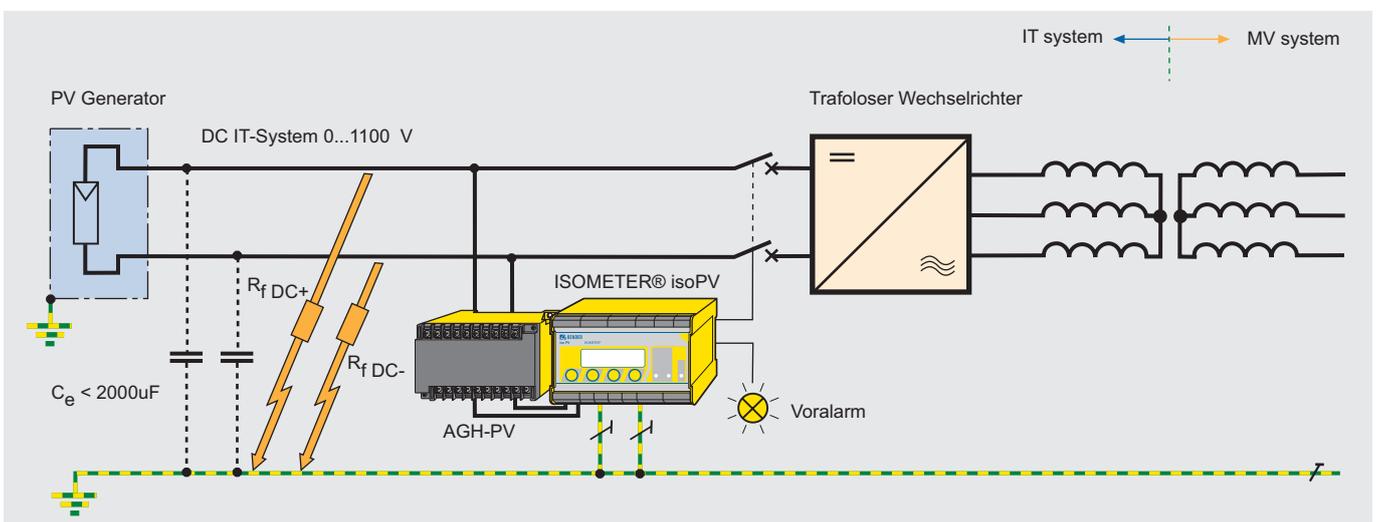
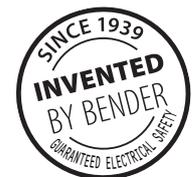
Fällt die Wahl der Netzform trotz der höheren Sicherheit und Stabilität des IT-Systems auf das TN-System, ist das in vielen Industriebereichen durch höhere Investitionskosten für den benötigten Transformator zu begründen. Bei photovoltaischen Kraftwerken im MVA-Bereich steht jedoch die für das IT-System benötigte galvanische Trennung bereits in Form des Mittelspannungstransformators zur Verfügung. Eine Ausführung als ungeerdetes System mit einer geeigneten Überwachung nach DIN VDE 0100-410 bietet sich an.

Die Geräteserie ist optimiert für kleine Isolationswerte und hohe Netzableitkapazitäten in großflächigen Anlagen.

Benders ISOMETER® vom Typ isoPV wurde nicht ohne Grund auf der größten internationalen Fachmesse der Elektro- und Elektronikindustrie, der ELECRAMA 2012, zum Best Product of Contest (bestes Messeprodukt) gekürt. Das isoPV überwacht sicher und zuverlässig PV-Anlagen mit Leistungen bis zu mehreren MVA.

### Warum ungeerdete Photovoltaik-Systeme?

- Keine Betriebsunterbrechung bei einem ersten Isolationsfehler
- Erhöhte Brandsicherheit
- Entstehende Isolationsfehler werden frühzeitig erkannt und gemeldet
- Erhöhter Personenschutz
- Das PV System bleibt auf einem hohen Level der Verfügbarkeit
- Isolationsfehlersuche während des Betriebes des PV Systems
- Zeit- und Personalaufwand wird deutlich reduziert
- Lokalisierung des Isolationsfehlers bis hin zum PV Modul
- Ermöglicht Unterscheidung zwischen resistiven und kapazitiven Anteilen



Typischer Aufbau eines ungeerdeten PV-Systems im MVA-Leistungsbereich



# Hochverfügbarkeit von ungeerdeten PV-Anlagen

## PV-Wechselrichter mit galvanischer Trennung

Bei PV-Anlagen mit galvanischer Trennung im Wechselrichter eignet sich ein ISOMETER® aus dem mittleren Preis- und Leistungssegment zur Überwachung des ungeerdeten Systems (IT-System) nach DIN VDE 0100-410. Unabhängig von der eventuell vom Wechselrichter durchgeführten Isolationsmessung vor Aufschaltung wird das gesamte PV-Feld permanent vom ISOMETER® überwacht, dadurch erst die Anforderungen der DIN VDE 0100-410 (IEC 60364-4-41) erfüllt werden.

Bei der Isolationsüberwachung nach IEC 61557-8 wird gefordert, dass auch symmetrische Isolationsfehler erkannt werden. Symmetrische Fehler entstehen beispielsweise durch Nässe und Schmutz – gerade bei PV-Anlagen treten sie häufiger auf. Das ISOMETER® isoPV425 arbeitet nach dem patentierten AMP-Messverfahren der Firma Bender und erkennt auch symmetrische Isolationsfehler in PV-Anlagen mit einer maximalen Ableitkapazität von bis zu 500 µF zuverlässig. Die empfohlene Anlagengröße liegt dementsprechend bei max. 500 kW.

### ISOMETER® isoPV

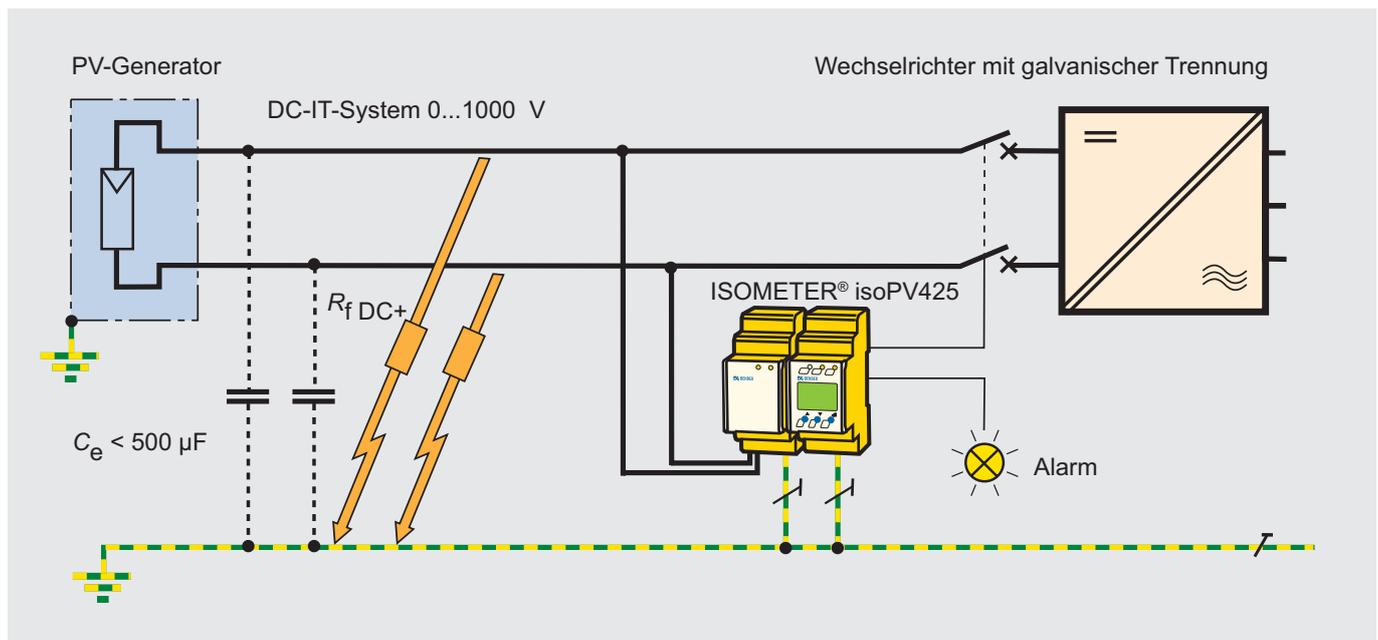
- Präzise Messung des Isolationswiderstands durch patentiertes Messverfahren
- Optimal auf die Anforderungen moderner PV-Anlagen abgestimmt (Anlagenprofile)



Isolationsüberwachungsgerät für ungeerdete AC/DC IT-Systeme in kleinen bis mittleren Photovoltaikanlagen: isoPV425

### Ihre Vorteile

- Keine Betriebsunterbrechung bei einem ersten Isolationsfehler
- Hohe Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage über den gesamten Lebenszyklus
- Vermeiden ungeplanter Instandhaltungsmaßnahmen
- Mehr Zeit für Planung der Personal- und Instandhaltungsressourcen
- Isolationsfehlersuche während des Betriebs



Typischer Aufbau eines ungeerdeten PV-Systems im Bereich < 500 kVA



# Einrichtungen zur Isolationsfehlersuche im laufenden Betrieb

Die Isolationsüberwachung einer ungeerdeten Anlage (IT-System) nach DIN VDE 0100-410 wird durch ein ISOMETER® realisiert. Isolationsfehler werden zuverlässig erkannt und gemeldet. Die anschließend erforderliche Lokalisierung eines Isolationsfehlers kann sich jedoch äußerst kosten- und zeitintensiv gestalten – vor allem bei PV-Anlagen, da sie räumlich weit ausgedehnt sind. Abhilfe schaffen hier Einrichtungen zur Isolationsfehlersuche (IEC 61557-9), den Earth-Fault Detection Systems (EDS).

## Tragbare Lösungen

Mit der tragbaren Einrichtung zur Isolationsfehlersuche EDS3090 von Bender können Isolationsfehler schnell und unkompliziert lokalisiert werden. Dazu wird ein Prüfstrom-generator (PGH) an das PV-System angekoppelt. Dieser erzeugt einen spezifisch gepulsten Prüfstrom, der stets auf einen Maximalwert begrenzt wird. Mit Hilfe des mobilen Isolationsfehlersuchgerätes EDS195P und einer Messzange mit geeignetem Durchmesser kann der Fehlerort bis auf String-Ebene eingegrenzt werden. Die Verwendung von zwei Messzangen erlaubt sogar eine Bestimmung bis zum schadhaften Modul. Mithilfe der Einrichtung zur Isolationsfehlersuche wird die Lokalisierung des Fehlerorts nicht nur maßgeblich vereinfacht und beschleunigt, die Fehlersuche kann zudem während des Betriebes erfolgen.

Die portable Isolationsfehlersucheinrichtung EDS3096PV im kompakten, 7 kg leichten Koffer eignet sich hervorragend für die Instandhaltung unterschiedlicher PV-Anlagen (z.B. Dienstleister für technische Betriebsführung). Auch für einzelne Großanlagen stellt das EDS3096PV eine preisgünstige Investition dar, die sich schnell amortisiert. Wie portable und fest installierte Einrichtungen zur Isolationsfehlersuche kombiniert werden können, veranschaulicht die Grafik auf Seite 8.

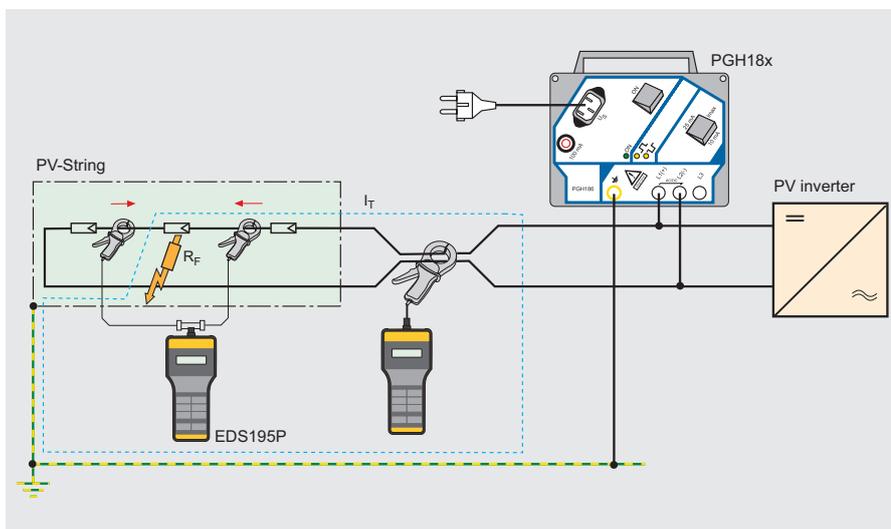


Portable Isolationsfehlersucheinrichtung EDS3090



### Ihre Vorteile

- Präzise Lokalisierung des Fehlerortes innerhalb kürzester Zeit
- Deutliche Reduzierung von Personal- und Zeitaufwand
- Modulares Systemkonzept zur optimalen Anpassung an die Anlage



Prinzip für eine manuelle Isolationsfehlersuche in einem PV-String

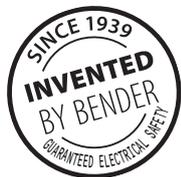


# Einrichtungen zur Isolationsfehlersuche im laufenden Betrieb

## Installierte Lösungen

In ausgedehnten PV-Anlagen kann das Lokalisieren von Isolationsfehlern zu einer zeit- und kostenaufwändigen Maßnahme werden. Mit der Einrichtung zur Isolationsfehlersuche EDS werden Isolationsfehler in ungeerdeten Stromversorgungen schnell und sicher lokalisiert.

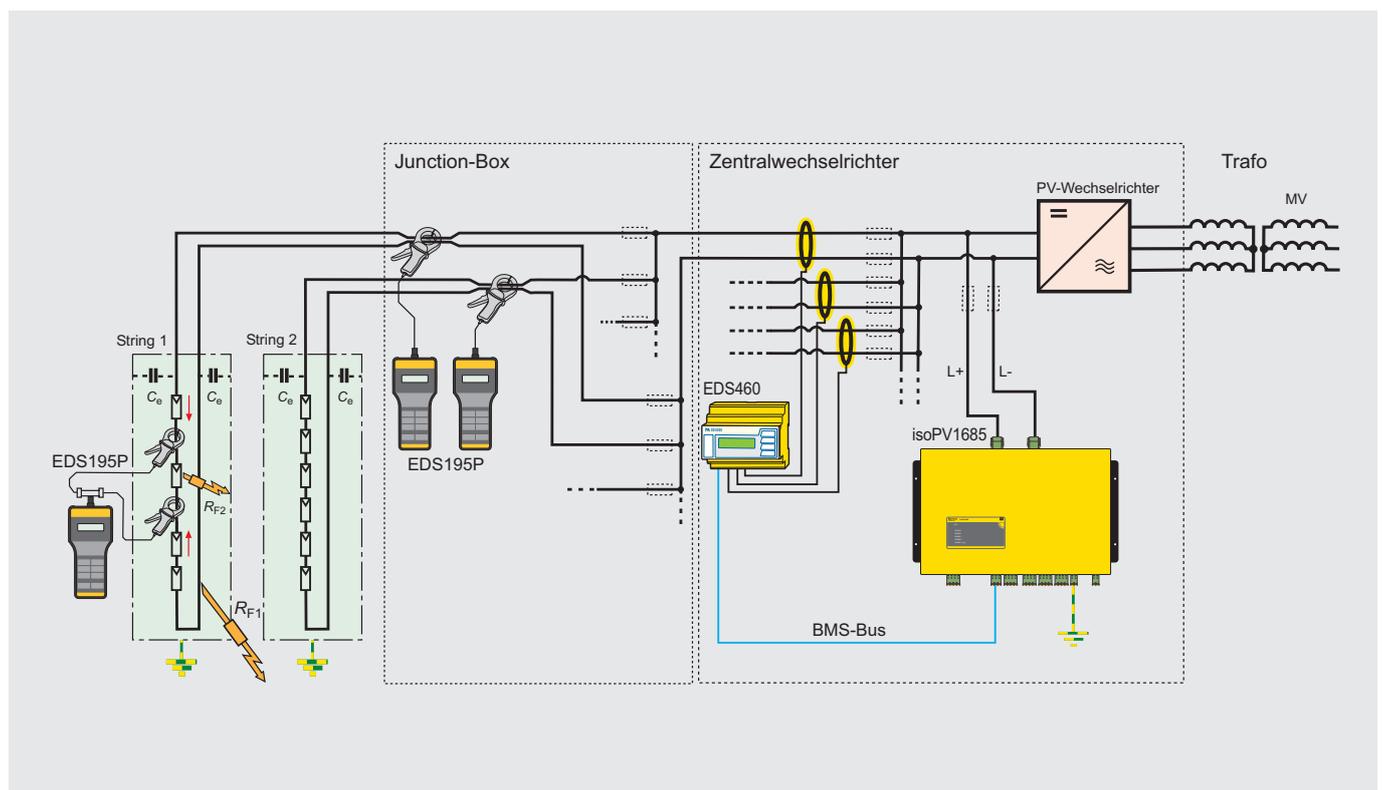
Die Investitionskosten für ein EDS-System amortisieren sich innerhalb kürzester Zeit durch deutlich reduzierte Instandhaltungskosten und Vermeidung von unnötigen Kosten durch Betriebsunterbrechungen.



*EDS460  
Isolationsfehlersuchgerät  
für automatische  
Isolationsfehlersuche*

## Kombinationsmöglichkeiten Prüfstromgeneratoren PGH und Isolationsfehlersuchgeräte EDS

	Prüfstromgeneratoren PGH	Auswertegeräte EDS
fest	 isoPV1685	 EDS460 W20  EDS195P
mobil	 PGH18x	 EDS195P



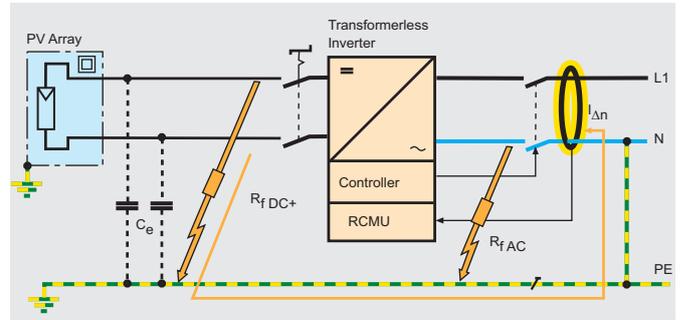
Prinzip einer PV-Anlage mit Isolationsüberwachung und manueller/automatischer Isolationsfehler-Lokalisierung



# RCMU-Lösungen für die Integration in Wechselrichtern

## Normative Anforderung

Auf der Gleichspannungsseite von PV-Anlagen wird bevorzugt die Schutzmaßnahme „doppelte oder verstärkte Isolierung“ angewendet (DIN VDE 0100-410). Eingesetzte Solarmodule entsprechen dann der Schutzklasse II. Wird jedoch diese Schutzmaßnahme als alleinige Schutzmaßnahme angewendet, muss sich der betroffene Teil der Anlage nachweislich unter wirksamer Überwachung befinden. Hierfür werden in PV-Wechselrichtern ohne galvanische Trennung allstromsensitive Fehlerstrom-Überwachungseinheiten (Residual Current Monitoring Unit - RCMU) verwendet (DIN V VDE V 0126-1-1 und IEC 62109-2).



RCMU in PV-Wechselrichtern ohne galvanische Trennung

## Allstromsensitive RCM-Technik

Die integrierten RCM-Lösungen von Bender sorgen für einen sicheren und normgerechten Betrieb von Wechselrichtern ohne galvanische Trennung. Die Differenzstrommessung erfolgt über den integrierten, allstromsensitiven Messstromwandler. Optional wird der Differenzstrom mit einer differenzstromproportionalen Ausgangsspannung am

Signalausgang zur Verfügung gestellt oder bereits nach den Forderungen der DIN V VDE V 0126-1-1 und IEC 62109-2 als zeitlich integriertes Signal bereitgestellt. Alle Varianten sind mit einem magnetischen Vollschild ausgestattet und somit Laststromunempfindlich.



RCM-Lösungen im Vergleich	Typ	
	RCMB100	RCMA126
Zulassungen	UL 1998 UL 508	UL 508
Primär- Nennstrom $I_n$	50 A	50 A
Messbereich $I_\Delta$	0...100 mA	0...100 mA
Frequenzbereich $f$	DC...500 Hz	DC...500 Hz
Ausgang/Output $V_{out}$	Analogausgang DC 0..5 V Open Kollektor Schaltausgang (zeitlich integriertes Signal)	PWM- Signal $f = 8$ kHz (zeitlich integriertes Signal)
Versorgungsspannung $U_s$	$\pm 12$ V $\pm 15$ V	15 V $\pm 5$ V 3,3 V
Abmessungen B/T/H	94 x 58 x 17 mm	65 x 50 x 17 mm



# Mit Sicherheit ans Netz

## VMD460 – der normkonforme Netz- und Anlagenschutz (Entkopplungsschutz) für Photovoltaikanlagen, BHKWs, Wind- und Wasserkraft

Das VMD460 ist ein externer Netz- und Anlagenschutz (NA-Schutz), der die Verbindung zwischen dem öffentlichen Netz und der Erzeugungsanlage bei Grenzwertverletzungen durch Ansteuern von Kuppelschaltern trennt. Befinden sich Spannungs- und Frequenzmesswerte der Erzeugungsanlage außerhalb von normativ geforderten Schwellwerten, erfolgt die Trennung vom öffentlichen Netz.

Das VMD460 ist multifunktional konfigurierbar und bedient eine Vielzahl von Anwendungen, die sich aus länder- oder anlagenspezifischen Anforderungen ergeben. Die entsprechenden Parameter sind in voreingestellten Grundprogrammen hinterlegt. Das VMD460 kombiniert sichere Funktion mit hoher Flexibilität und einfacher Konfiguration.

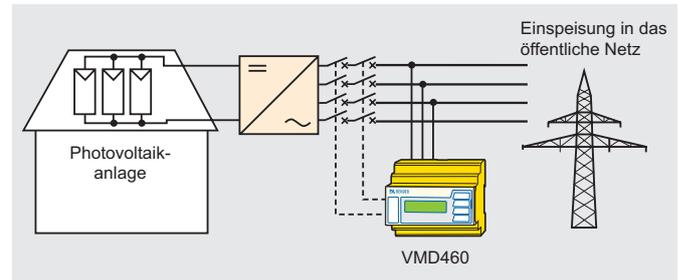


Netz- und Anlagenschutz VMD460

### Gerätemerkmale

- Einfache Inbetriebnahme
- Voreingestellte Ansprechwerte für länderspezifische Normen und Richtlinien
- Einfehlersicherheit
- Überwachung der angeschlossenen Kuppelschalter
- Inselnetzerkennung  $df/dt$  (ROCOF)
- Vektorensprungfunktion
- Schnittstelle RS-485 (Datenaustausch/Parametrierung/Softwareupdate)
- Testfunktion zur Ermittlung der Abschaltzeit
- Abrufbarkeit der letzten 300 Netzfehler mit Zeitstempel (Echtzeituhr)
- Permanente Überwachung der Strang- und Aussenleiterspannung
- Gesonderte Zuschaltsbedingungen nach einer Schwellwertverletzung
- Prüftaste für den Auslösekreis
- Sprachauswahl (Deutsch, Englisch, Italienisch)
- Beleuchtetes mehrzeiliges Grafikdisplay
- Passwortschutz für Geräteeinstellung
- Selbständige Schaltstelle zwischen einer netzparallelen Erzeugungsanlage und dem öffentlichen Netz

### Beispielhafte Applikationen



Prinzipschaltbild für eine permanente Spannungs- und Frequenzüberwachung

### Anwendung gemäß

- |                 |                           |
|-----------------|---------------------------|
| - CEI 0-21      | - G59/3                   |
| - VDE-AR-N 4105 | - G83/2                   |
| - C10/11        | - DIN V VDE V 0126-1-1/A1 |
| - G59/2         | - BDEW-Richtlinie         |



# Betreuung in allen Phasen

Rundum-Service für Ihre Anlage: Remote, telefonisch, vor Ort

Kompetenter Service für die maximale Sicherheit und Hochverfügbarkeit Ihrer Anlage



**Von der Planung bis hin zur Modernisierung** – in allen Phasen Ihres Vorhabens stehen wir Ihnen mit unserem umfassenden Know-How zur Verfügung.

**Darüber hinaus sorgen wir mit erstklassigem Service für die maximale Sicherheit Ihrer elektrischen Anlagen.**

Wir bieten Ihnen Serviceleistungen vom telefonischen Support über Reparaturen bis hin zu Einsätzen vor Ort – mit modernen Messgeräten und kompetenten Mitarbeitern.

Viele Serviceeinsätze, die Fehlerbeseitigung, aber auch Analysen und Kontrollen, sind mittels Fernwartung möglich – ohne den zeit- und kostenaufwändigen Einsatz eines Technikers vor Ort.

#### Überzeugende Vorteile:

- Hochverfügbarkeit Ihrer Anlage durch schnelle Reaktion auf Fehlermeldungen
- Automatische Kontrolle, Analyse, Korrektur, Neueinstellungen/Updates möglich
- Kompetente Unterstützung bei Einstellungsänderungen und Updates
- Regelmäßiger Check Ihrer Anlagen/Stromqualität/Überwachungsgeräte
- Deutliche Kostenreduzierung durch geringere Ausfallzeiten und kürzere Serviceeinsätze



**Bender GmbH & Co. KG**

Postfach 1161 • 35301 Grünberg • Germany

Londorfer Straße 65 • 35305 Grünberg • Germany

Tel.: +49 6401 807-0 • Fax: +49 6401 807-259

E-Mail: [info@bender.de](mailto:info@bender.de) • [www.bender.de](http://www.bender.de)

Fotos: Fotolia (© Ramona Heim, Martina Berg), Bender Archiv.



**BENDER Group**