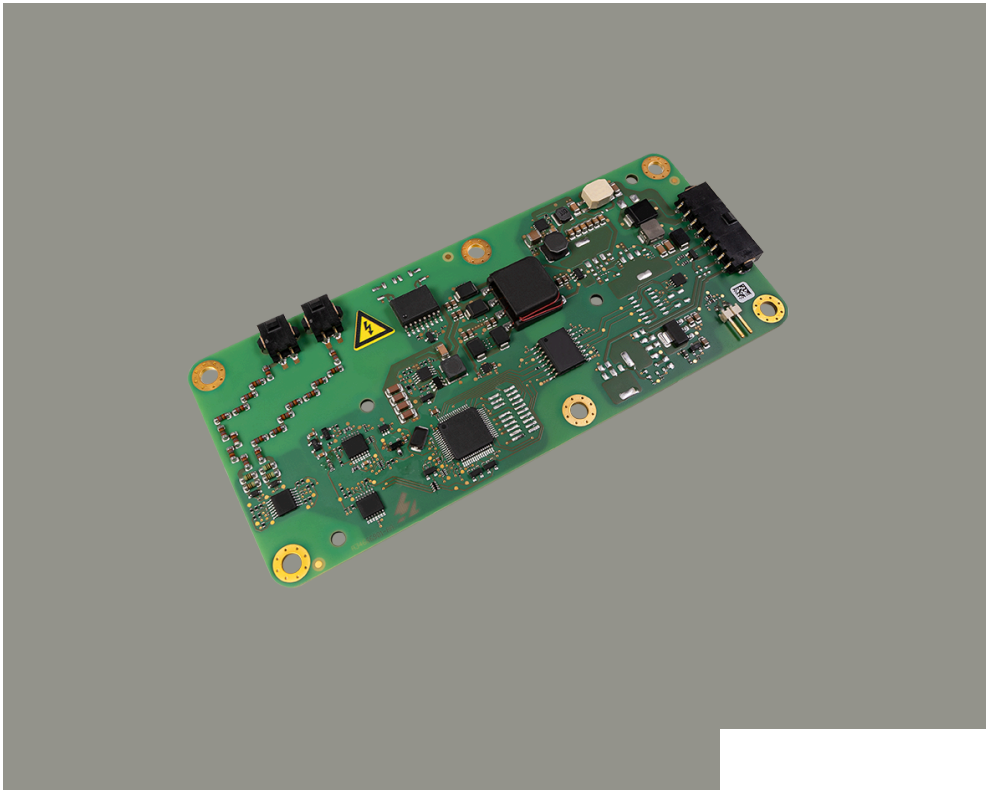
ISOMETER® iso175

Isolationsüberwachungsgerät für ungeerdete Antriebssysteme (IT-Netze) in Straßenfahrzeugen



iso175_D00415_03_M_XXDE/07.2025

BENDER

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeine Hinweise ... 5
1.1 Benutzung des Handbuchs ... 5
1.2 Kennzeichnung wichtiger Hinweise und Informationen ... 5
1.3 Service und Support ... 5
1.4 Schulungen und Seminare ... 5
1.5 Lieferbedingungen ... 5
1.6 Kontrolle, Transport und Lagerung ... 6
1.7 Gewährleistung und Haftung ... 6
1.8 Entsorgung von Bender-Geräten ... 6
1.9 Sicherheit ... 7

2 Abkürzungsverzeichnis ... 8

3 Gerätespezifische Sicherheitshinweise ... 9

4 Funktion ... 11
4.1 Bestimmungsgemäße Verwendung ... 11
4.2 Gerätemerkmale ... 11
4.3 Funktionsbeschreibung ... 11
4.3.1 Isolationswiderstandsmessung ... 11
4.3.2 Messwertqualität ... 12
4.3.3 Teilwiderstände R_{F+} (R_iso_pos) und R_{F-} (R_iso_neg) ... 12
4.3.4 Schnellstartmessung ... 13
4.4 Selbsttest ... 14
4.4.1 Online-Selbsttest ... 14
4.4.2 Offline-Selbsttest ... 15
4.4.3 Offline- und Kommunikations- Selbsttest ... 15
4.4.4 Zyklischer / Automatischer Selbsttest ... 15
4.5 Messprofile ... 16
4.5.1 Verfügbare Messprofile ... 16
4.6 Chassis-Ground Verbindung ... 17
4.7 Messung der Unsymmetrie ... 17
4.8 Messung der Ableitkapazität ... 18
4.9 Spannungsmessung ... 19
4.10 Überwachungsfunktionen ... 19
4.10.1 Gerätefehler ... 19
4.10.2 HV-System ... 19
4.10.3 Statusausgang OK_{HS} ... 21

4.11 Parametrierung ... 21
4.11.1 Zykluszeit periodischer Nachrichten ... 22
4.11.2 CAN-ID ... 22
4.11.3 Produktgruppennummer (PGN) ... 22
4.11.4 Baudrate ... 23
4.11.5 Source Adresse ... 23
4.11.6 Isolnit ... 23

5 Maße und Montage ... 24

6 Anschluss ... 25

7 Inbetriebnahme ... 26

8 Bedienung ... 27
8.1 R_iso_corrected / R_iso_original ... 27
8.2 Schnittstellen ... 27
8.2.1 Status Ausgang OK_{HS} ... 27
8.2.2 High-Speed CAN ... 27
8.3 Isolationsmessung ... 28
8.4 Überprüfung der Ankopplung ... 29
8.5 Profilauswahl ... 29

9 Wartung und Störungsbehebung ... 30
9.1 Unsafe to start immer aktiv ... 30
9.2 Isolationsmessung ... 30

10 Technische Daten ... 32
10.1 Werkseinstellungen ... 32
10.2 Tabellarische Daten ... 33
10.3 Normen und Zulassungen ... 36
10.4 Bestellangaben ... 37
10.5 Änderungshistorie ... 38

1 Allgemeine Hinweise

1.1 Benutzung des Handbuchs

HINWEIS
Dieses Handbuch richtet sich an Fachpersonal der Elektrotechnik und Elektronik! Bestandteil der Gerätedokumentation ist neben diesem Handbuch die Verpackungsbeilage „Sicherheitshinweise für Bender-Produkte“.

HINWEIS
Lesen Sie das Handbuch vor Montage, Anschluss und Inbetriebnahme des Gerätes. Bewahren Sie das Handbuch zum Nachschlagen griffbereit auf.

1.2 Kennzeichnung wichtiger Hinweise und Informationen

GEFAHR
Bezeichnet einen hohen Risikograd, der den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge hat.

WARNUNG
Bezeichnet einen mittleren Risikograd, der den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge haben kann.

VORSICHT
Bezeichnet einen niedrigen Risikograd, der eine leichte oder mittelschwere Verletzung oder Sachschaden zur Folge haben kann.

HINWEIS
Bezeichnet wichtige Sachverhalte, die keine unmittelbaren Verletzungen nach sich ziehen. Sie können bei falschem Umgang mit dem Gerät u.a. zu Fehlfunktionen führen.

Informationen können für eine optimale Nutzung des Produktes behilflich sein.

1.3 Service und Support

Informationen und Kontaktdaten zu Kunden-, Reparatur- oder Vor-Ort-Service für Bender-Geräte sind unter https://www.bender.de/service-support einzusehen.

1.4 Schulungen und Seminare

Regelmäßig stattfindende Präsenz- oder Onlineseminare für Kunden und Interessenten:

https://www.bender.de/fachwissen/seminare

1.5 Lieferbedingungen

Es gelten die Liefer- und Zahlungsbedingungen der Firma Bender GmbH & Co. KG. Sie sind gedruckt oder als Datei erhältlich.

1.6 Kontrolle, Transport und Lagerung

Versand- und Geräteverpackung auf Transportschäden und Lieferumfang kontrollieren. Bei Beanstandungen ist die Firma umgehend zu benachrichtigen. Nutzen Sie das Kontaktformular unter folgender Adresse: https://www.bender.de/service-support/ruecknahme-von-altgeraeten/.

Bei Lagerung der Geräte sind die Angaben unter Umwelt / EMV in den technischen Daten zu beachten.

1.7 Gewährleistung und Haftung

Gewährleistungs- und Haftungsansprüche bei Personen- und Sachschäden sind ausgeschlossen bei:

- nicht bestimmungsgemäßer Verwendung des Gerätes
- unsachgemäßem Montieren, Inbetriebnehmen, Bedienen und Warten des Gerätes
- Nichtbeachten der Hinweise im Handbuch bezüglich Transport, Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung des Gerätes
- eigenmächtigen baulichen Veränderungen am Gerät
- Nichtbeachten der technischen Daten
- unsachgemäß durchgeführten Reparaturen
- der Verwendung von Zubehör und Ersatzteilen, die seitens der Herstellerfirma nicht vorgesehen, freigegeben oder empfohlen sind
- Katastrophenfällen durch Fremdkörpereinwirkung und höhere Gewalt
- Montage und Installation mit nicht freigegebenen oder empfohlenen Gerätekombinationen seitens der Herstellerfirma

Dieses Handbuch und die beigefügten Sicherheitshinweise sind von allen Personen zu beachten, die mit dem Gerät arbeiten. Darüber hinaus sind die für den Einsatzort geltenden Regeln und Vorschriften zur Unfallverhütung zu beachten.

1.8 Entsorgung von Bender-Geräten

Beachten Sie die nationalen Vorschriften und Gesetze zur Entsorgung des Gerätes.

Bender GmbH & Co. KG ist unter der WEEE Nummer: DE 43 124 402 im Elektro-Altgeräte-Register (EAR) eingetragen. Weitere Hinweise zur Entsorgung von Bender-Geräten erhalten Sie unter folgender Adresse: https://www.bender.de/service-support/ruecknahme-von-altgeraeten/.

1.9 Sicherheit

Die Verwendung des Geräts außerhalb der Bundesrepublik Deutschland unterliegt den am Einsatzort geltenden Normen und Regeln. Innerhalb Europas gilt die europäische Norm EN 50110.

GEFAHR

Lebensgefahr durch Stromschlag!

Bei Berühren von unter Spannung stehenden Anlageteilen besteht die Gefahr

- *eines lebensgefährlichen elektrischen Schlages,*
- *von Sachschäden an der elektrischen Anlage,*
- *der Zerstörung des Gerätes.*

Stellen Sie vor Einbau des Gerätes und vor Arbeiten an den Anschlüssen des Gerätes sicher, dass die Anlage spannungsfrei ist. Beachten Sie die Regeln für das Arbeiten an elektrischen Anlagen.

2 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
CAN	Controller Area Network
HV	High Voltage
HS-CAN	High-Speed CAN
Kl. 15	Klemme 15
Kl. 31	Klemme 31
LV	Low Voltage
n.c.	nicht angeschlossen
OK_{HS}	digitaler Statusausgang (LV3-Pin 8, High-Side aktiv)
PGN	Produktgruppennummer
SNV	Signal nicht gültig
tbd	muss noch definiert werden

3 Gerätespezifische Sicherheitshinweise

GEFAHR

Hochspannung

Lebensgefahr

Das ISOMETER® ist galvanisch mit der HV-Sammelschiene des Fahrzeuges verbunden. An den elektronischen Kontakten des HV-Steckers und den umliegenden Bauteilen liegen im eingebauten Zustand dauerhaft bis zu 1000 V an. Dies gilt auch im ausgeschalteten Zustand, d.h. wenn das Gerät nicht mit der 12 V / 24 V Spannungsversorgung verbunden ist! Bei dem HV-Stecker befindet sich auf dem Gerät daher ein Warnhinweis (siehe unten). Stellen Sie in Ergänzung zu den allg. Sicherheitshinweisen (siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise", Seite 5) sicher, dass vor Einbau und generell bei Arbeiten an den Anschlüssen des Gerätes die HV-Anschlüsse (siehe Kapitel „Anschluss", Seite 25) sicher getrennt sind und eine versehentliche Wiederherstellung der Verbindung für die Dauer der Arbeiten unterbunden ist.

Der Systemintegrator ist für die Sicherheit des Gesamtsystems verantwortlich. Er muss einen ausreichenden Berührungsschutz gemäß IEC 61010 während des normalen Gerätebetriebs sicherstellen.

WARNUNG

Brandgefahr

Das Gerät ist mit kurzschlussfesten Eingängen ausgestattet. Zum Schutz des Bordnetzes im Fehlerfall muss kundenseitig eine entsprechende Vorsicherung im Stromkreis der Spannungsversorgung des Geräts vorgesehen sein.

HINWEIS

Bei der Geräteintegration ist darauf zu achten, dass die Gerätefunktion nicht durch Betauung oder Korrosion beeinträchtigt werden kann.

HINWEIS

Beim Ladevorgang des Energiespeichers / Batterie (z.B. an einer Ladestation) ist darauf zu achten, dass nicht mehrere Isometer (z.B. vom Fahrzeug und der Ladesäule) gleichzeitig aktiv sind, damit es zu keiner gegenseitigen Beeinflussung der Geräte kommt. Diese Geräte können mit einem entsprechenden CAN-Befehl die Verbindung zu Chassis-Ground trennen.

HINWEIS

Bei Deaktivierung des zyklischen Selbsttests (siehe Kapitel „Zyklischer / Automatischer Selbsttest", Seite 15) muss der Anwender die ordnungsgemäße Ankopplung an das HV-System auf andere Art sicherstellen (z.B. Auswertung der HV-Spannung, o.ä.).

HINWEIS

Als Voraussetzung für die ordnungsgemäße Überwachung der Chassis-Ground Verbindung (siehe Kapitel „Online-Selbsttest", Seite 14) muss Kl. 31 auf dem gleichen Potential wie LV-Pin 3 liegen. Die Verbindung darf nicht direkt am Gerät selbst, sondern muss über Chassis-Ground hergestellt werden. Nur so ist sichergestellt, dass LV-Pin 3 auch mit Chassis-Ground verbunden ist.

HINWEIS

Das ISOMETER® darf nicht an einen sicherheitskritischen CAN-Bus angebunden werden.

HINWEIS

Bei einem Isolationsfehler im überwachten Netz wird sich der Ankopplungspfad des Geräts erwärmen. Dies ist ein normales Verhalten und muss bei der Demontage und Fehlersuche insbesondere bei hohen Umgebungstemperaturen beachtet werden.

Der interne Flash Speicher garantiert bis zu 10.000 Parameteränderungen während des gesamten Gerätelebenszyklus.

4 Funktion

4.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Produktlinie ISOMETER® iso175, nachfolgend ISOMETER® genannt, ist für den Einbau in entsprechend gekennzeichneten HV-Komponenten von Straßenfahrzeugen vorgesehen. Es überwacht dort kontinuierlich den Isolationswiderstand des HV-Netzes. Je nach Variante kommuniziert das Gerät mit unterschiedlichen CAN Protokollen (Bender-Standard, SAE J1939) mit einer übergeordneten Stelle.

Andere Einbauorte im Fahrzeug oder Branchen wie z. B. Schifffahrt, Bahn, Luft- und Raumfahrt oder Industrie gelten als nicht bestimmungsgemäß.

4.2 Gerätemerkmale

- Geeignet für 12 V und 24 V DC-Systeme (Versorgungsspannung)
- Isolationsüberwachung von DC-Isolationsfehlern für ungeerdete Systeme (IT-Systeme)
- Isolationsüberwachung von AC-Isolationsfehlern für ungeerdete Systeme (IT-Systeme) (ab Firmware-Version D720V1.01)
- Kontinuierliche Messung des Isolationswiderstandes R_iso_corrected und R_iso_original
- Ansprechzeit ≤ 30 s für Isolationswiderstände ≤ 500 Ω/Volt und Netzableitkapazitäten ≤ 2µF
- Isolationsmessung größerer Ableitkapazitäten durch Parametrierung möglich (Profile High Capacity)
- Isolationsmessung auch im spannungsfreien Zustand des HV-Bordnetzes
- Integrierte Eigendiagnose (Online Selbsttest)
- HV-Anschlussüberwachung (Offline Selbsttest)
- kontinuierliche Überwachung der Erdverbindung
- Unterspannungserkennung
- Erdverbindung trennbar (Earthlift)
- Schnittstellen:
  - Digitaler Ausgang für Gerätefehlermeldung (OK_{HS})
    - HS-CAN Interface mit folgenden Protokollen
      - Bender-Standard
      - CAN-SAE J1939
  - Alle Ausgänge kurzschlussfest
- Load-Dump-Schutz

4.3 Funktionsbeschreibung

4.3.1 Isolationswiderstandsmessung

Die Messung des Gesamtisolationswiderstandes eines HV-Systems basiert auf einem patentierten aktiven Messverfahren. Hierbei wird durch eine geräteinterne Messspannungsquelle ein Strom in das zu messende System eingeprägt und der daraus resultierende Spannungsabfall gemessen. Dies erfolgt unabhängig von der Spannung des zu überwachenden Systems, so dass eine Isolationsmessung auch bei einem spannungslosen HV-System möglich ist.

HINWEIS
Für eine korrekte Isolationswiderstandsmessung ist eine niederohmige Verbindung zwischen HV+ und HV- nötig.

Die Messdauer einer einzelnen Messung ist grundsätzlich von folgenden Faktoren abhängig und kann bis zu 60 Sekunden dauern:

- Gesamtisolationswiderstand des HV-Systems
- Ableitkapazität (Y-Kapazität)
- Verwendetes Messprofil (Geräteparameter)

Die aktuelle Dauer einer einzelnen Isolationsmessung wird durch den Messwert *Isolation: Time_elapsed_since_last_measurement* ausgegeben. Zu Beginn jeder neuen Isolationsmessung wird der Wert automatisch wieder auf 0 s zurückgesetzt.

Aufgrund der nachgelagerten internen statistischen Filterung und Mittelung einzelner Messwerte steht der Isolationswiderstandsmesswert erst verzögert (bis zu 12 Einzelmessungen) an der Geräteschnittstelle zur Verfügung.
Die Isolationswiderstandsmesswerte (*R_iso_original*, *R_iso_corrected* und *R_iso_neg*, *R_iso_pos*) erfüllen die spezifizierte Toleranz bei aktiver Schnellstartmessung (Power-On Profil *„Standard with fast startup“* oder *„High Capacity with fast startup“*), sobald der Status *R_iso_status = 0xFE* signalisiert.

Bei deaktivierter Schnellstartmessung (Power-On Profil *„Standard“*, *„High Capacity“*, *„Disturbed“*, *„Service“*) wird die spezifizierte Toleranz erst nach 12 Einzelmesswerten im Status *R_iso_status = 0xFE* eingehalten.

Für eine Abschätzung, wie lange eine Einzelmessung ungefähr dauert, kann folgende Näherungsformel verwendet werden:

$t \sim 5 * R_i \,//\, R_{iso} * C_e$

Ein Isolationswiderstand *R_iso_corrected* wird an der Schnittstelle zur Verfügung gestellt, von dem der aktuell gültige „Toleranzwert“ (eingestellter Toleranzprozentsatz mal Messwert) subtrahiert wird. Somit ist sichergestellt, dass dieser Messwert niemals größer als der tatsächliche vorhandene Isolationswiderstand ist. Folgendes Beispiel veranschaulicht diese Gerätefunktion:

Rf = 1 MΩ, *R_iso_original* (gemessen) = z.B. 1.05 MΩ → Toleranz ±12 %

R_iso_corrected = 1.05 MΩ – 1.05 MΩ * 0.12 = 924 kΩ

4.3.2 Messwertqualität

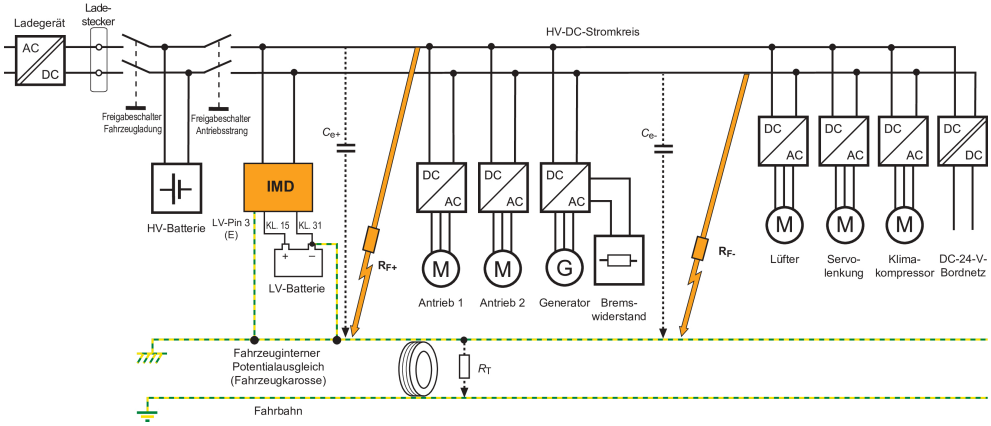
Zu jedem gemessenen Isolationswiderstandswert (*R_iso_original / R_iso_corrected*) gibt es eine Qualitätsinformation *(Isolation: Quality*), welche die Vertrauenswürdigkeit des gemessenen Isolationswiderstandswertes widerspiegelt.
Bei einem stabilen HV-System ohne Spannungsschwankung ist die Qualität standardmäßig 100%.
Bei instabiler HV-Spannung kann es zu Abbrüchen der aktuell laufenden Messung kommen. Solche Messwerte werden intern als ungültig gekennzeichnet und durch die statistische Filterung entsprechend aussortiert. Für den Fall, dass solche Ereignisse zu häufig in kurzer Zeit auftreten, hat dies einen negativen Einfluss auf die statistische Mittelwertbildung, was durch die Reduzierung des Qualitätswertes signalisiert wird.

4.3.3 Teilwiderstände R_{F+} (R_iso_pos) und R_{F-} (R_iso_neg)

Der Gesamtisolationswiderstand ist die Parallelschaltung der beiden Teilwiderstände vonR_{F+} und R_{F-} jeweils gegen Erde.

Die beiden Teilwiderstände *R_iso_pos* (R_{F+}) und *R_iso_neg* (R_{F-}) werden anhand der Verlagerungsspannung (Spannungsdifferenz U_{RF+} und U_{RF-}) aus dem Gesamtisolationswiderstand berechnet. Hierzu ist eine HV-Spannung von mindestens DC 100 V notwendig, andernfalls werden die beiden Teilwiderstände als SNV ausgegeben.

Anschlussbeispiel



4.3.4 Schnellstartmessung

Das ISOMETER® beinhaltet eine profilabhängige Schnellstartmessung. Dadurch erhält der Anwender nach einem Neustart einen schnellen Überblick über den Isolationszustand des HV-Systems bevor eine erste, vollständige Messung durchgeführt worden ist. Folgende Profile unterstützen diese Funktionalität:

- 1: Standard with fast startup (default)
- 3: High capacity with fast startup

Wichtig hierbei ist, dass diese Funktionalität nur während des Gerätestatus *R_iso_status = 0xFC* (estimated isolation value during startup) aktiv ist. Während dieses Gerätestatus kann der Anwender die Information Status: *Warnings_and_Alarms Bit 9* (Unsafe to Start) zusätzlich auswerten. Sobald dieses Signal den Wert *false* anzeigt, entspricht der Isolationswiderstand des angeschlossenen Systems mindestens dem 2-fachen des konfigurierten Parameter Isolation: *Threshold_Warning*.

Während dieses Gerätestatus werden Zwischenwerte (Estimated) des Isolationswiderstandes mit einer Periodendauer von 200 ms berechnet. Charakteristisch für den Verlauf dieser Zwischenwerte ist, dass der Messwert bei einem stabilen HV-System (keine Spannungsschwankung) stetig ansteigt, bis der erste vollständige Isolationsmesswert verfügbar ist. Um die Vertrauenswürdigkeit der berechneten Zwischenwerte (Estimation) besser beurteilen zu können, gibt es zu jedem Zwischenwert ebenfalls eine dazugehörige Qualitätsinformation (*Isolation: Quality*). Beide Messwerte (*Estimated, Isolation: Quality*) werden intern bereits ausgewertet und das Ergebnis als Signal *Status: Warnings_and_Alarms Bit 9* ausgegeben.

Die Bewertung der beiden Messwerte ist dabei wie folgt:

Bedingung1:
Der aktuell berechnete Zwischenwert (Estimated) muss mindestens dem 2-fachen des Alarm-Warning Schwellwertes *(Isolation: Threshold_Warning*) entsprechen.

Bedingung 2:
Die Messwertqualität muss mindestens 80% betragen.

Wenn beide Bedingungen erfüllt sind, wird das HV-System als sicher erachtet und das Signal Status: *Warnings_and_Alarms Bit 9 = false* gesetzt.

Die Berechnung der Zwischenwerte (Estimated) erfolgt jedoch nur, wenn folgende HV-Systembedingungen eingehalten werden:

Bedingung 1:
Die HV-Spannung muss innerhalb der ersten 3 s nach dem Start der Isolationsmessung für mindestens 200 ms stabil sein, d.h. die Spannung darf sich nicht mehr als 0.4 V / 200 ms (Defaultwert) ändern. Dieser Schwellwert kann bei Bedarf durch den Anwender geändert werden (*Isolation: Pre_estimation_max_difference*).

Bedingung 2:
Die Differenz der beiden Spannungen *HV_neg_to_Earth* und *HV_pos_to_Earth* darf einen Schwellwert von 100 V (Defaultwert) nicht überschreiten. Der Schwellwert kann bei Bedarf durch den Anwender entsprechend geändert werden (*Threshold_first_reference_estimation*).

Sobald beide Bedingungen erfüllt sind, wird die Berechnung der Zwischenwerte (Estimated) gestartet. Für den Fall, dass nach maximal 3 s beide Bedingungen immer noch nicht erfüllt sind, wird die Schnellstartmessung abgebrochen und keine Zwischenwerte (Estimated) mehr berechnet. Solange der Gerätestatus *R_iso_status = 0xFC* ist, ändert das Signal *Status: Warnings_and_Alarms Bit 9* seinen Wert nicht mehr (true). In diesem Fall muss der Anwender auf den ersten Messwert warten (*Gerätestatus R_iso_status = 0xFE*), um den Isolationszustand des HV-Systems bewerten zu können.

An dem Signal Isolation: Measurement_Counter ist erkennbar, ob die Schnellstartmessung aktiv ist oder abgebrochen wurde. Solange der Messwertcounter mit einer Frequenz von 5 Hz erhöht wird, ist die Schnellstartmessung aktiv.

4.4 Selbsttest

4.4.1 Online-Selbsttest

Der Online-Selbsttest beinhaltet alle geräteinternen Testfunktionen, welche automatisch und zyklisch im Hintergrund ablaufen und eine aktive Isolationswiderstandsmessung nicht beeinflussen. Zu den internen Prüffunktionen gehört die Überwachung der Messspannungsquelle (MVS), die sicherstellt, dass die für die Isolationsmessung benötigte Spannung innerhalb des zulässigen Toleranzbereichs bleibt. Für den Fall, dass ein oder mehrere Testfunktionen fehlschlagen, wird ein Gerätefehler ausgelöst (*Device Status: Device_Error* Bit 0).

Bei Auftreten solcher Fehler ist der technische Support (siehe Kapitel „Service und Support“, Seite 5) zu kontaktieren.

Zusätzlich zu den geräteinternen Testfunktionen wird auch zyklisch die elektrische Verbindung von Steckverbinder LV-Pin 3 (E) zu Chassis-Ground überprüft. Das Ergebnis dieses Tests kann durch Auslesen von Signal *Status: Warnings_and_Alarms* Bit 3 ausgewertet werden. Im Unterschied zu den vorher genannten Online Testfunktionen, führt ein Fehler der Chassis-Ground Verbindung nicht zu einem Gerätefehler.

HINWEIS
Damit die Testfunktion der Chassis-Ground Verbindung ordnungsgemäß funktioniert, muss der Steckverbinder LV-Pin 1 ebenfalls mit Chassis-Ground Potential verbunden sein. Es wird empfohlen, dass diese Verbindung nicht direkt am Gerät, sondern über das Chassis-Ground Potential herzustellen, damit die gesamte Verbindungsleitung von LV-Pin 3 zu Chassis-Ground überwacht wird.

4.4.2 Offline-Selbsttest[1]

Der Offline-Selbsttest prüft folgende Gerätefunktionen:

- Elektrische Verbindung von Steckverbinder HV+ zu Anschlusskabel HV+ (L+)
- Elektrische Verbindung von Steckverbinder HV- zu Anschlusskabel HV- (L-)

HINWEIS

Bei der Prüfung wird nur die elektrische Verbindung, jedoch nicht die Polarität der Verbindung geprüft.

Dieser Offline-Selbsttest kann jederzeit während der Betriebsart „normale Isolationsmessung" (*R_iso_status = 0xFE*) durch das Senden des Control-Befehls *Self test: Trigger_self_test* mit dem Inhalt (Data1) = 1 gestartet werden. Zu beachten ist hierbei, dass der Offline-Selbsttest nur dann ausgeführt wird, wenn der Koppelschalter zu Chassis-Ground (Erdtrenner) geschlossen ist (*Signal Earthlift: Status = 0x00*). Die Dauer dieses Selbsttest ist ≤ 1 s. Für den Fall, dass der Koppelschalter erst geschlossen werden muss, ist hier eine zusätzliche Verzögerungszeit von maximal 1 s zu berücksichtigen.

Durch Auslesen des Signal *Status: Device_Activity* kann überprüft werden, ob der Offline Selbsttest noch aktiv ist oder bereits vollständig durchlaufen wurde. Solange der Test aktiv ist, liefert dieser Befehl den Wert (Data1) = 2. Die Ergebnisse des Offline-Selbsttest erhält man durch Auslesen von Signal *Status: Warnings_and_Alarms* Bit 1 und 2).

Bit 1: true = HV+ connection failure

Bit 2: true = HV- connection failure

Zu beachten ist hierbei, dass bei fehlerhaften Erdverbindung auch die beiden Verbindungstests zu HV+ und HV- ebenfalls einen Fehler melden, da für diese Tests zwingend eine Verbindung zu Chassis-Ground notwendig ist.

4.4.3 Offline- und Kommunikations- Selbsttest

Diese Testfunktion kann jederzeit während der Betriebsart „normale Isolationsmessung" (*R_iso_status = 0xFE*) durch das Senden des Control-Befehls *Self test: Trigger_self_test* mit dem Inhalt (Data1) = 2 gestartet werden und führt zusätzlich zu dem beschriebenen Offline-Selbsttest einen Test des Statusausgangs OK_{HS} (LV-Pin 8) durch. Hierbei wird der Statusausgang während des Selbsttest für eine Dauer von ca. 5 s auf Low Pegel geschaltet. Während dieser Zeit ist auch der Alarm „Status: Warnings_and_Alarms, Bit 0" aktiv (true).

4.4.4 Zyklischer / Automatischer Selbsttest

Das ISOMETER® bietet dem Anwender eine Möglichkeit, den Offline-Selbsttest automatisiert zyklisch auszuführen. Durch das Programmieren des Parameters *Self test: Period* kann die Periodendauer in 10 s Intervallen entsprechend eingestellt werden. Zu beachten ist hier, dass der erste Test erst dann gestartet wird, wenn sich das Gerät in der Betriebsart „normale Isolationsmessung" befindet (*R_iso_status = 0xFE*) und das parametrierte Zeitintervall verstrichen ist.

HINWEIS

Der erste automatische Selbsttest erfolgt 1 h nach dem Einschalten der Versorgungsspannung. Sollte die kontinuierliche Betriebsdauer des Gerätes < 1 h sein, wird empfohlen, die Periodendauer entsprechend anzupassen, damit die Überprüfung der Ankopplung ordnungsgemäß durchgeführt wird. Für den Fall, dass der zyklische Selbsttest deaktiviert wird (Periodendauer = 0) ist der Anwender für die ordnungsgemäße Ankopplung an das HV-System verantwortlich.

1 Dieser Test funktioniert nur in einem DC-System.

4.5 Messprofile

Das ISOMETER® bietet dem Anwender die Möglichkeit, durch Verwendung unterschiedlicher Messprofile das Gerät besser an das jeweilige HV-System anzupassen. Diese Anpassung kann auf folgende 2 Arten erfolgen:

Temporär: Treten in einem HV-System plötzlich Störungen wie z. B. eine stark schwankende HV-Spannung auf, so kann der Anwender zu jedem Zeitpunkt in der Betriebsart „normale Isolationsmessung" das aktive Profil ändern (*Isolation: ActiveProfile*). Diese Änderung ist bis zu einem Neustart des Gerätes aktiv. Nach einem Neustart wird das „Power-On" Profil (*Isolation: Power-On_Profile*) standardmäßig als aktives Profil gesetzt.

Permanent: Das Gerät bietet dem Anwender die Möglichkeit, das zu verwendende Messprofil permanent zu ändern, so dass es auch nach einem Neustart des Gerätes weiterhin aktiviert ist. Hierzu muss der Parameter *Isolation: Power-On_Profile* auf das gewünschte Messprofil geändert werden.

4.5.1 Verfügbare Messprofile

Standard (Profil 2)

- Geeignet für Ableitkapazitäten ≤ 5 µF
- Interner digitaler 1 Hz Filter
- Interne statistische Filterung mehrerer Einzelmesswerte
- Maximale Messzeit einer Einzelmessung ≤ 30 s

Standard with fast startup (Profil 1, Defaultwert)

- Gleiche Eigenschaften wie Profil „Standard" + Schnellstartmessung aktiv

High Capacity (Profil 4)

- Geeignet für Ableitkapazitäten ≤ 10 µF
- Interner digitaler 1 Hz Filter
- Interne statistische Filterung mehrerer Einzelmesswerte
- maximale Messzeit einer Einzelmessung ≤ 60 s

High Capacity with fast startup (Profil 3)

- Gleiche Eigenschaften wie Profil „High Capacity" + Schnellstartmessung aktiv

Disturbed (Profil 5)

- Geeignet für HV-Systeme mit Spannungsänderungen < 1 Hz
- Interner digitaler 0.1 Hz Filter
- Interne statistische Filterung mehrerer Einzelmesswerte
- maximale Messzeit einer Einzelmessung ≤ 60 s

Service (Profil 6)

- Geeignet um eine schnelle Isolationsmessung ohne interne statistische Filterung durchzuführen (Werkstattfunktion, nicht geeignet und empfohlen für den Betriebsmode *„normale Isolationsmessung"*)
- Geeignet für Ableitkapazitäten ≤ 10 µF
- Interner digitaler 1 Hz Filter
- Maximale Messzeit einer Einzelmessung ≤ 60 s

Custom Profile (Profil 0)

- Reserved: Dieses Profil ist reserviert für kundenspezifische Anpassungen an ein spezielles HV-System, auf das die verfügbaren Standardprofile nicht die gewünschten Messergebnisse bezüglich Messwerttoleranz liefern. Weiter Informationen siehe Kundenkonfiguration unter „Bestellangaben", Seite 37.

4.6 Chassis-Ground Verbindung

Das Gerät kann durch das Senden eines CAN-Befehls (*Earthlift: Status*) die Verbindung zu Chassis-Ground trennen.

Ein Trennen der Chassis-Ground Verbindung ist immer dann notwendig, wenn bereits ein anderes Isometer das HV-System überwacht. Ohne das Trennen der Chassis-Ground Verbindung würde ein anderes Isometer den Innenwiderstand des ISOMETER® mitmessen und somit einen falschen Isolationswiderstand des HV-Systems ausgeben (Parallelschaltung des ISOMETER® Innenwiderstand und dem Isolationswiderstand des HV-Systems). Zusätzlich können sich die angeschlossenen Isometer gegenseitig stören (Messpulsspannung). Die Folge einer solchen Störung sind unter Umständen erhebliche Messwertabweichungen.

4.7 Messung der Unsymmetrie

Die Funktion „Messung der Unsymmetrie" (Unbalance: Measured_Value) ist nur für DC-Netze spezifiziert. Bei Anschluss an ein AC-Netz wird der Unsymmetrie-Messwert nicht korrekt berechnet und kann zu falschen Diagnosen führen. Eine Bewertung des Isolationszustandes über die Unsymmetrie ist im AC-Betrieb nicht zulässig.

Um die Verteilung (symmetrisch oder asymmetrisch) des Gesamtisolationswiderstandes des HV-Systems beurteilen zu können, kann der Anwender folgenden Messwert auswerten: *Unbalance: Measured_Value*. Der Messwert selber gibt hierbei die prozentuale Verteilung des Gesamtisolationswiderstandes an. Voraussetzung für die Berechnung dieses Messwertes ist eine HV-Spannung von mindestens DC 100 V sowie ein Isolationswiderstand ≤ 5 MΩ. Ist mindestens eine dieser Voraussetzungen nicht erfüllt, wird der Messwert auf ungültig (SNV) gesetzt.

Bei einem Messwert < 50 % liegt der kleinere Isolationswiderstand auf HV+ gegen Chassis-Ground, bei einem Messwert > 50 % entsprechend auf HV- gegen Chassis-Ground.

Sobald ein neuer Messwert vorliegt, wird der dazugehörige Messwertcounter entsprechend erhöht (*Unbalance: Measurement_Counter*). Bei Unter- bzw. Überschreitung eines vom Anwender einstellbaren Schwellwertes (*Unbalance: Threshold*) kann zusätzlich noch ein Alarm ausgelöst werden (*Status: Warnings_and_Alarms*).

Bei Überschreiten des Schwellwertes + 5 % Hysterese wird das Alarmbit wieder automatisch gelöscht *(Voraussetzung: Self-holding Alarm: Activation = 0xFC)*.

Folgende Voraussetzungen müssen hierfür erfüllt sein:

- HV-Spannung ≥ DC 100 V
- *R_iso_status* = "Normal Measure" (0xFE)
- Erdtrennschalter geschlossen

HINWEIS

Bei einem Unbalance-Schwellwert von 45% ist zu beachten, dass aufgrund der Hysterese von 5% und der Toleranz der Spannungsmessung das Gerät unter ungünstigen Umständen (max. Toleranzen) den Alarmzustand eventuell nicht mehr verlässt, selbst wenn der Unsymmetriefehler nicht mehr vorhanden ist. In diesem Fall muss das Gerät neu gestartet werden.

Vorgehensweise bei dauerhaftem Unbalance-Alarm:

- Fahrzeugsystem sicher abschalten
- Fehlerursache im HV-System beheben
- Mindestens 120 Sekunden warten, bevor das ISOMETER® neu gestartet wird

Erst nach dieser Wartezeit wird der interne Fehlerspeicher für die Unsymmetrie-Überwachung zuverlässig gelöscht.

Beispiele

Beispiel 1:

Unbalance Threshold = 40 [%]
HV-Spannung = DC 150 V
R_iso_neg = 1 MΩ
R_iso_pos = 1 MΩ

1 MΩ || 1 MΩ = 500 kΩ < 5 MΩ

Der Messwert "Unbalance" ist in diesem Fall 50 [%].

Beispiel 2:

Unbalance Threshold = 40 [%]
HV-Spannung = DC 150 V
R_iso_neg = 780 kΩ
R_iso_pos = 1220 kΩ

780 kΩ || 1220 kΩ = 590 kΩ < 5 MΩ

Der Messwert „Unbalance" ist in diesem Fall 61 [%].

Auswertung des Unbalance-Alarm Status: 100 % - 61 % = 39% → der Schwellwert „Unbalance Threshold" ist somit unterschritten und es wird ein „Unbalance Alarm" ausgelöst.

Beispiel 3:

Unbalance Threshold = 40 [%]
HV-Spannung = DC 150 V
R_iso_neg = 1220 kΩ
R_iso_pos = 780 kΩ

780 kΩ || 1220 kΩ = 590 kΩ < 5 MΩ

Der Messwert „Unbalance" ist in diesem Fall 39 [%].

Auswertung des Unbalance-Alarm Status: 39 % → der Schwellwert „Unbalance Threshold" ist somit unterschritten und es wird ein „Unbalance Alarm" ausgelöst.

Die Hysterese für das Zurücksetzen des Alarm-Status ist 5 %, d.h. wenn der Messwert ≥ Unbalance Threshold + 5 % ist, wird der Alarm wieder zurückgesetzt.

HINWEIS

Durch das Ankoppeln des ISOMETER® an das zu überwachende System erfolgt jeweils eine Parallelschaltung von einem Ankoppelpfad (2,4 MΩ) zu dem vorhandenen R_iso_pos und R_iso_neg, woduch auch die Assymetrie der Teilspannungen beeinflusst wird. Das ISOMETER® rechnet intern diesen Einfluß heraus, so dass der Messwert sich nur auf die vorhandenen Isolationswiderstände bezieht.

4.8 Messung der Ableitkapazität

Das ISOMETER® beinhaltet eine Messfunktion, um die Gesamtableitkapazität des HV-Systems zu ermitteln (*Capacity: Measured_value*). Dieser Messwert kann unter Anderem dazu verwendet werden, das geeignete Messprofil für die Isolationsmessung auszuwählen (*Standard / High Capacity*).
Sobald ein neuer Messwert vorliegt, wird der dazugehörige Messwertcounter entsprechend erhöht (*Capacity: Measurement_Counter*).

4.9 Spannungsmessung

Folgende Spannungen werden gemessen
- HV-Systemspannung (*Voltage: HV_System*)
- HV+ zu Chassis_Ground (*Voltage: HV_pos_to_Earth*)
- HV- zu Chassis_Ground (*Voltage: HV_neg_to_Earth*)

Die Spannungsmesswerte können je nach Konfiguration folgende Spannungsanteile enthalten:
- AC (*Voltage: Mode = 0xFD*)
- DC (*Voltage: Mode = 0xFE*)

Bei Betrieb des ISOMETER® an einem AC-Netz muss der Parameter *Voltage: Mode* auf den Wert AC (0xFD) eingestellt werden, damit die Spannungsmessung korrekt funktioniert. Wird der Standardwert DC (0xFE) beibehalten, ist die angezeigte HV-Spannung nicht gültig und kann zu Fehlinterpretationen führen.

Die genannten Messwerte werden immer gleichzeitig aktualisiert und der dazugehörige Messwertcounter entsprechend erhöht (*Voltage: Measurement_Counter*).
Das ISOMETER® verfügt zusätzlich über eine konfigurierbare Unterspannungserkennung (*Voltage: Threshold_Undervoltage*), welche bei Unterschreitung des programmierten Schwellwertes einen entsprechenden Alarm auslöst (*Status: Warnings_and_Alarms*).

4.10 Überwachungsfunktionen

4.10.1 Gerätefehler

Allgemein ist ein Gerätefehler-Alarm (*Status: Warnings_and_Alarms*, Bit 0) immer nur so lange aktiv, wie die Alarmbedingung erfüllt ist.

4.10.2 HV-System

Das ISOMETER® stellt verschiedene Überwachungsfunktionen bezüglich des Zustandes des HV-Systems dem Anwender zur Verfügung, so dass dieser auf eine evtl. kritische Situation umgehend reagieren kann.

Das Gerät bietet ebenso die Möglichkeit, ein Alarmereignis so lange anstehen zu lassen, bis der Anwender dies manuell zurücksetzt. Somit kann der Anwender auch sehr kurzzeitige Alarmereignisse erfassen und zu einem späteren Zeitpunkt auszuwerten.
Hierzu muss der Parameter *Self-holding Alarm: Activation = 0xFD* gesetzt werden. Durch das Senden des Befehls *Self-holding Iso-Alarm = 0x01* kann der Anwender alle aktiven Alarmbits zurücksetzen, sofern die jeweilige Alarmbedingung nicht mehr erfüllt ist.

HV+ zu Chassis-Ground Fehler

Das ISOMETER® bietet die Möglichkeit die elektrische Verbindung zwischen HV+ und Chassis-Ground zu überprüfen. Hierzu muss der Offline-Selbsttest ausgeführt werden (siehe Kapitel „Offline-Selbsttest“, Seite 15). Eine fehlerhafte Verbindung wird durch das Signal *Status: Warnings_and_Alarms, Bit 1* angezeigt.

HINWEIS
Voraussetzung für die korrekte Funktionalität ist ein DC-System und dass zwischen HV+ und Chassis-Ground eine Ableitkapazität ≥ 100 nF vorhanden ist.

HV- zu Chassis-Ground Fehler

Das ISOMETER® bietet die Möglichkeit die elektrische Verbindung zwischen HV- und Chassis-Ground zu überprüfen. Hierzu muss der Offline-Selbsttest ausgeführt werden (siehe Kapitel „Offline-Selbsttest“, Seite 15). Eine fehlerhafte Verbindung wird durch das Signal *Status: Warnings_and_Alarms, Bit 2* angezeigt.

HINWEIS

Voraussetzung für die korrekte Funktionalität ist ein DC-System und dass zwischen HV- und Chassis-Ground eine Ableitkapazität ≥ 100 nF vorhanden ist.

Chassis-Ground Verbindungsfehler

Die Verbindung zwischen LV-Pin 3 (Erdanschluss) und Chassis-Ground wird von dem ISOMETER® permanent überwacht (siehe Kapitel „Online-Selbsttest“, Seite 14). Eine fehlerhafte Verbindung wird durch das Signal *Status: Warnings_and_Alarms, Bit 3* angezeigt .

HINWEIS

Voraussetzung für die korrekte Funktionalität ist, dass der Anschluss LV-Pin 3 auf dem gleichen Potential wie Kl. 31 liegt. Es wird empfohlen diese Verbindung an Chassis-Ground herzustellen. Damit wird sichergestellt, dass LV-Pin 3 auch tatsächlich mit Chassis-Ground und nicht nur mit Kl. 31 verbunden ist, was Voraussetzung für eine funktionierende Isolationsmessung ist. Für eine korrekte Verbindung muss der ohmsche Widerstand zwischen LV-Pin und Chassis-Ground ≤ 2 kΩ betragen. Bei einem ohmschen Widerstand ≥ 4 kΩ wird sicher ein Verbindungsfehler erkannt und das entsprechende Alarmbit gesetzt.

Isolationswiderstand Fehler (Hauptalarm)

Das ISOMETER® meldet einen Fehler des Isolationswiderstandes (*Status: Warnings_and_Alarms, Bit 4*), wenn der Schwellwert *Isolation: Threshold_Error* unterschritten wurde. Bedingung für das Rücksetzen des Alarmbit ist, dass der aktuell gemessene Isolationswiderstand ≥ (*Isolation: Threshold_Error* + 25% Hysterese) ist.

Isolationswiderstand Warnung (Vorwarnung)

Das ISOMETER® meldet einen Fehler des Isolationswiderstandes (*Status: Warnings_and_Alarms, Bit 5*), wenn der Schwellwert *Isolation: Threshold_Warning* unterschritten wurde. Bedingung für das Rücksetzen des Alarmbit ist, dass der aktuell gemessene Isolationswiderstand ≥ (*Isolation: Threshold_Warning* + 25% Hysterese) ist.

HINWEIS

Die beiden Parameter Isolation: Threshold_Error und Isolation: Threshold_Warning werden Plausibilität geprüft. Wenn der Parameter Isolation: Threshold_Error > Isolation: Threshold_Warning ist, wird ein Device_Error_Alarm ausgelöst.

Isolationswiderstandsmesswert veraltet

Das ISOMETER® bietet die Möglichkeit einer automatischen Überwachung, ob der Isolationswiderstandsmesswert innerhalb eines definierten Zeitfensters jeweils aktualisiert wird (Parameter *Isolation: Threshold_Timeout_Measurement*). Wird der Messwert nicht innerhalb dieses Zeitfensters aktualisiert, wird das entsprechende Alarmbit (*Status: Warnings_and_Alarms, Bit 6*) gesetzt. Sobald der Isolationwiderstandsmessswert aktualisiert wurde, wird ein evtl. aktiver Alarm automatisch wieder zurückgesetzt (Voraussetzung: *Self-holding Alarm: Activation = 0xFC*).

HINWEIS

Für eine ordnungsgemäße Funktionalität muss der Threshold Timeout Measurement ≤ maximale Messzeit einer Einzelmessung (profilabhängig) gewählt werden, da nach Ablauf der maximalen Messzeit die laufende Messung abgebrochen und automatisch eine neue Messung gestartet wird (siehe Kapitel „Messprofile", Seite 16).

HV-Spannung Unsymmetrie Fehler

Das ISOMETER® überwacht bei aktivierter Funktion (*Unbalance: Threshold > 0*) die beiden Teilspannungen HV + bzw. HV- jeweils gegen Chassis-Ground. Voraussetzung hierfür ist, dass die HV-Spannung ≥ 100 V beträgt (*Voltage: HV_System*) und der vorhandene Gesamtisolationswiderstand R_iso_original ≤ 5 MΩ ist. Sobald der prozentuale Anteil der kleineren Teilspannung den konfigurierten Schwellwert unterschreitet, wird das entsprechende Alarmbit (*Status: Warnings_and_Alarms, Bit 7*) gesetzt. Bei Überschreiten des Schwellwertes + 5 % Hysterese wird das Alarmbit wieder automatisch gelöscht (*Voraussetzung: Self-holding Alarm: Activation = 0xFC*).

Unterspannung Fehler

Das ISOMETER® überwacht bei aktivierter Funktion (*Voltage: Threshold_Undervoltage > 0*) die HV-Systemspannung (*Voltage: HV_System*). Unterschreitet die HV-Systemspannung den parametrierten Schwellwert, wird das entsprechende Alarmbit (*Status: Warnings_and_Alarms, Bit 8*) gesetzt. Bei Überschreiten des Schwellwertes + 5 % Hysterese wird das Alarmbit wieder automatisch gelöscht (*Voraussetzung: Self-holding Alarm: Activation = 0xFC*).

Systemzustand unsicher (Schnellstartmessung)

Ein aktives Alarmbit (*Status: Warnings_and_Alarms, Bit 9*) signalisiert einen unsicheren HV-Systemzustand bezüglich des Isolationswiderstandes (siehe Kapitel "„Schnellstartmessung", Seite 13").

Trennschalter "Erde" offen

Das Gerät signalisiert einen Alarm (*Status: Warnings_and_Alarms, Bit 10*) sobald der Trennschalter für die Verbindung zu Chassis-Ground geöffnet ist, da in diesem Zustand keine Isolationsmessung durchgeführt werden kann. Sobald der Trennschalter wieder geschlossen ist, wird das entsprechende Alarmbit wieder gelöscht (Voraussetzung: *Self-holding Alarm: Activation = 0xFC*).

4.10.3 Statusausgang *OK*$_{HS}$

Der Statusausgang ist als Open Collector Topologie ausgeführt und schaltet gegen Kl. 15 wenn kein Alarm aktiv ist (*Status: Warnings_and_Alarms* = 0). Sobald mindestens ein Alarm aktiv ist, sperrt der interne Ausgangstransistor, so dass durch den externen Pull-Down Widerstand (siehe Kapitel „Anschluss", Seite 25) der Ausgang auf Kl. 31 Potential gezogen wird.

4.11 Parametrierung

Die nachfolgenden Parameter stehen ab Firmware-Version D720V1.01 neu zu Verfügung und können durch das Senden eines entsprechenden CAN-Befehls bei Bedarf geändert werden:

4.11.1 Zykluszeit periodischer Nachrichten

Bender-Standard	J1939	Zykluszeit (Default)
IMD_Info_General	PGN_Info_General	100 ms
IMD_Info_IsolationDetail	PGN_Info_IsolationDetail	0 (deactivated)
IMD_Info_Voltage	PGN_info_Voltage	0 (deactivated)
IMD_Info_IT-System	PGN_Info_IT-System	0 (deactivated)

Eine Änderung der Zykluszeit wird direkt ohne Geräteneustart übernommen.

4.11.2 CAN-ID

Bender-Standard	Default
Request	0x22
Response	0x23
IMD_Info_General	0x37
IMD_Info_IsolationDetail	0x38
IMD_Info_Voltage	0x39
IMD_Info_IT-System	0x3A

Jede Nachricht muss eine eindeutige ID haben. Das ISOMETER® hat weiterhin eine Fallback Request CAN-ID 0xFF, welche nicht verändert werden kann und auf die das Gerät immer antwortet. Diese ID darf in einem System mit mehreren ISOMETER® Geräten nicht verwendet werden. Ist eine geänderte Request-ID nicht mehr bekannt, dient die eindeutige ID dazu, das Gerät trotzdem noch ansprechen zu können. Eine geänderte CAN-ID ist erst nach einem Geräteneustart aktiv.

4.11.3 Produktgruppennummer (PGN)

J1939	Default
PGN_Info_General	0xFF01
PGN_Info_IsolationDetail	0xFF02
PGN_Info_Voltage	0xFF03
PGN_Info_IT-System	0xFF04

Jede PGN muss eine eindeutige ID haben. Beim Senden eines Request mit der CAN-ID 0x18EAFF17 und dem Inhalt 0xFA 0xFF antwortet das Gerät einmalig mit allen PGN_Info_xx Nachrichten. In den Antwortnachrichten sind sowohl die jeweilige PGN als auch die Source Adresse des Gerätes enthalten. Diese Funktion ist nur zu verwenden, wenn eine oder mehrere PGNs geändert wurden, der Wert aber nicht mehr bekannt ist. Sie darf in einem System mit mehreren ISOMETER® Geräten nicht verwendet werden. Eine geänderte PGN ist erst nach einem Geräteneustart aktiv.

4.11.4 Baudrate

Das ISOMETER® unterstützt folgende Baudraten (Bender-Standard / J1939):

- 1 Mbit/s
- 800 kBit/s
- 666 kBit/s
- 500 kBit/s
- 250 kBit/s
- 125 kBit/s

Eine geänderte Baudrate ist erst nach einem Geräteneustart aktiv.

4.11.5 Source Adresse

Bei dem Protokoll J1939 kann die eigene Source Adresse des Gerätes individuell eingestellt werden. Eine Änderung dieses Parameters ist erst nach einem Geräteneustart aktiv.

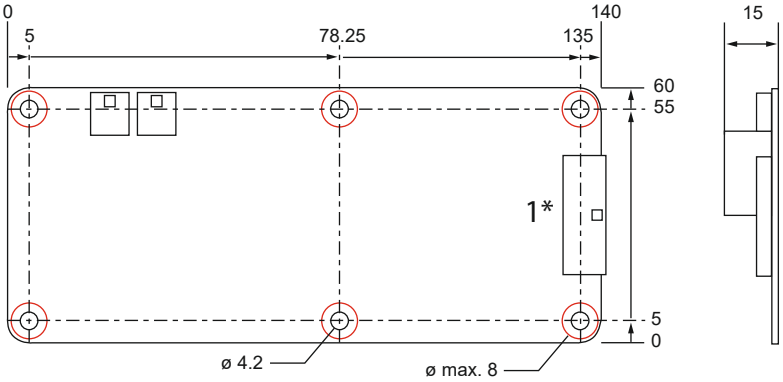
4.11.6 IsoInit

Eine Änderung des Parameter IsoInit wird von beiden Kommunikationsprotokollen (Bender-Standard / J1939) unterstützt (default: 0x000 = 0 kΩ).
Dieser Parameter wird bei Profilen ohne Schnellstartfunktion dazu verwendet, den internen Statistikfilter zu initialisieren. Bei einer Initialisierung mit 0 kΩ (default) startet das Gerät mit einem Isolationsfehler und muss sich erst „freimessen“. Dabei werden mehrere Einzelmessungen durchgeführt, um den internen Statistikfilter durch reale Messwerte zu ersetzen.
Wird der interne Statistikfilter mit beispielsweise 50 MΩ initialisiert, startet das Gerät zunächst im fehlerfreien Zustand. Ein möglicherweise vorhandener Isolationsfehler muss erst durch mehrere Einzelmessungen ermittelt werden.
Das Aufstartverhalten des Gerätes ist applikationsabhängig und kann durch Änderung dieses Parameters entsprechend angepasst werden. Eine Änderung dieses Parameters ist erst nach einem Geräteneustart aktiv.

5 Maße und Montage

Maße

Maßbild



Maßangaben in mm (L x B x H) 140 x 60 x 15 mm

1* LV: ragt 1 mm über die Leiterplattenkante hinaus

Rote Markierungen: Befestigungsstellen

Montage

Montage- und Steckverbindersätze sind nicht im Lieferumfang enthalten (siehe in Kapitel Bestellangaben „Zubehör", Seite 38).

Befestigung

- Einbaulage: beliebig, Durchbiegung siehe „Tabellarische Daten", Seite 33 unter Sonstiges
- Metallschrauben mit Unterlegscheiben zwischen dem Schraubenkopf und Leiterplatte: 6 x M 4
- Anzugsdrehmoment für die Schrauben: Max. 4 Nm
- Andruck auf die Leiterplatte an den Befestigungsstellen: Max. 10 Nm

HINWEIS

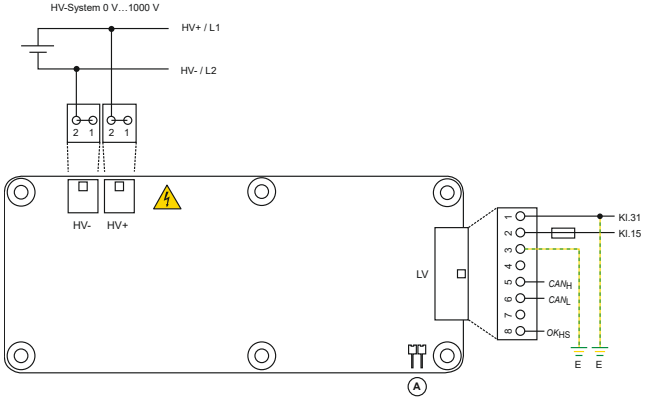
Die Position der Unterlegscheiben muss sich innerhalb der für die Befestigung vorgesehenen vergoldeten Kupferflächen befinden. So ist der minimal notwendige Isolationsabstand von 12 mm zu anderen Teilen gewährleistet.

HINWEIS

Wird das Gerät auf eine elektrisch leitende Trägerplatte befestigt, ist eine Mindesthöhe von 14 mm einzuhalten.

6 Anschluss

Anschlussbild



Steckverbinder*	Pin-Nr.	Beschreibung
HV+	1	Netzspannung (HV+ / L1)
	2	
HV-	1	Netzspannung (HV- / L2)
	2	
LV	1	Versorgungsspannung - (Kl. 31)
	2	Versorgungsspannung + (Kl. 15)
	3	Erdanschluss (E)[1]
	4	n.c.
	5	CAN-High
	6	CAN-Low
	7	n.c.
	8	Statusausgang (High-Side) (OK_{HS})[2]
A	Jumper CAN-Terminierungswiderstand 120 Ω[3]	

1 Pin 1 und Pin 3 müssen für einen fehlerfreien Betrieb auf dem gleichen Potential liegen.

2 Bei dem Statusausgang handelt es sich elektrisch um eine Open-Collector Topologie, welche für ein definiertes Ausgangssignal noch einen Pull-Down Widerstand gegen Kl. 31 benötigt. Empfohlen wird hierbei ein 2k2 Widerstand mit einer Leistung von mindestens 1 W.

3 Das ISOMETER® besitzt eine OnBoard CAN-Bus Terminierung mit 120 Ω, die bei Bedarf durch das Stecken eines Jumpers (Empfehlung siehe Kapitel „Tabellarische Daten“, Seite 33) auf den Steckverbinder A aktiviert werden kann.

* Details zu den benötigten Steckverbindern für das Anschließen an das HV-System sowie die Versorgungsspannung siehe Kapitel „Bestellangaben“, Seite 37.

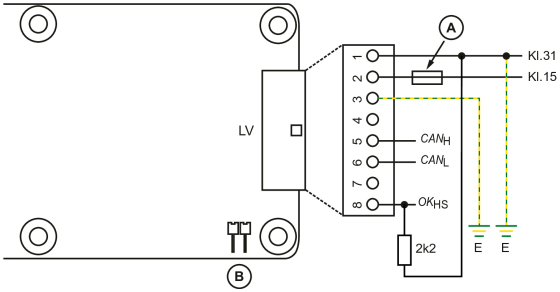
Für eine funktionierende Anschlusserkennung von LV-Pin 3 gegen Chassis-Ground muss der Anschluss LV-Pin 1 ebenfalls mit Chassis-Ground verbunden werden.

7 Inbetriebnahme

Nach Einbau und Anschluss des ISOMETER® muss die Spannungsversorgung und das HV-Netz zugeschaltet werden.

Die ordnungsgemäße Funktionalität kann wie folgt überprüft werden:

Für die ordnungsgemäße Funktionalität der CAN-Bus Schnittstelle ist eine korrekt installierte Terminierung notwendig. Das Gerät sendet nach Einschalten der Versorgungsspannung automatisch die zyklische Nachricht *IMD_Info_General* in einem Intervall von 100 ms. Sofern das Gerät korrekt konfiguriert ist (z.B. Parameter Isolation: Threshold_Warning, Isolation: Threshold_Error, etc.), sich im Status: *Device Activity = 0xFE* befindet und mindestens 12 Einzelmessungen durchgeführt wurden, sollte kein Alarm mehr aktiv sein (*Status: Warnings and Alarms*).



A Vorsicherung
B Jumper stecken für Aktivierung der 120 Ω Terminierung

8 Bedienung

8.1 R_iso_corrected / R_iso_original

Der Isolationswiderstandsmesswert *R_iso_original* ist der tatsächlich von dem Gerät gemessene Isolationswiderstand (Rohwert). Gemäß LV 123 darf ein gemessener Isolationswiderstand nie größer sein als der tatsächlich anliegende Isolationsfehler. Aus diesem Grund wird die jeweils gültige Toleranz* von dem Messwert *R_iso_original* abgezogen und der Messwert *R_iso_corrected* zusätzlich ausgegeben. Somit ist der Messwert *R_iso_corrected* immer kleiner als *R_iso_original*.

Standardmäßig wird in der Nachricht *"IMD_Info_General"* der Messwert *R_iso_corrected* ausgegeben.

Bei dem ISOMETER® kann der Messwert *R_iso_original* zusätzlich durch das Senden des Befehls Isolation: *"R_iso_original"* ausgelesen werden. Auch die Nachricht *"IMD_Info_Isolation-Detail"* beinhaltet diesen Messwert. In der Standardkonfiguration wird diese Nachricht nicht automatisch gesendet. In einer kundenspezifischen Gerätevariante kann dies entsprechend angepasst werden.

HINWEIS
Die Auswertung / Überwachung der Ansprechwerte (Error, Warning) basiert immer auf dem Messwert R_iso_corrected.

** Es gibt unterschiedliche Toleranzen je nach Messbereich, weitere Informationen hierzu siehe Kapitel „Tabellarische Daten", Seite 33.*

8.2 Schnittstellen

8.2.1 Status Ausgang OK_{HS}

Alle Gerätevarianten besitzen einen OK_{HS} Ausgang mit gleicher Funktionalität (siehe Kapitel „Statusausgang OK_{HS}", Seite 21). Mit Hilfe dieser Schnittstelle ist eine sehr einfache Überwachung des HV-Systems realisierbar. Voraussetzung ist, dass die Geräteparameter (z.B. *Threshold_Error / Treshold_Warning*) auf das zu überwachende HV-System entsprechend abgestimmt sind. Die ordnungsgemäße Funktionalität dieser Schnittstelle kann durch manuelles Ausführen des *Offline- und Kommunikations-Selbsttest* überprüft werden.

8.2.2 High-Speed CAN

Alternativ zu dem digitalen Ausgang steht eine High-Speed CAN Schnittstelle für die Kommunikation zur Verfügung. Einige Messwerte, wie z.B. der Isolationswiderstand, werden bereits in der Werkseinstellung zyklisch übertragen. Weitere Messwerte können bei Bedarf manuell ausgelesen werden. Ein Schreibbefehl zwecks Änderung eines Parameters wird nicht quittiert, so dass der Anwender durch anschließendes Auslesen des betroffenen Parameters die ordnungsgemäße Änderung manuell überprüfen muss. Ein ungültiger Schreibbefehl wird jedoch durch eine entsprechende Fehlermeldung signalisiert (weitere Informationen hierzu findet man in den CAN-Spezifikationen, Kapitel "IMD Request" oder "PGN Request"). Beim Ändern eines Parameters ist darauf zu achten, dass der Schreib-Lock nicht gesetzt ist (*Status: Lock*).

Um ein versehentliches Ändern eines Parameters zu verhindern, wird empfohlen, den Schreib-Lock nach einer Umprogrammierung der Parameter manuell zu setzen. Die folgenden Control-Befehle sind unabhängig von dem Schreib-Lock und können zu jedem Zeitpunkt gesendet werden:

- *Self-holding Iso-Alarm: Reset_Alarm*
- *Self-test: Trigger_self_test*
- *Earthlift: Status*

Für interne Diagnosezwecke behalten wir uns die Verwendung der folgenden Adressen vor:

- *0x400 und 0x400 + Diagnoseadresse (standardmäßig: 0x401)*
- *0x500 und 0x500 + Diagnoseadresse (standardmäßig: 0x501)*

Wird auf eine dieser reservierten Adressen eine Nachricht gesendet, so kann das Gerät unter Umständen mit einer Antwort auf 0x410 bzw. 0x510 reagieren.

Wird eine zyklische Kommunikation mit diesen reservierten Adressen in sehr kurzen Intervallen (z. B. alle 50 ms) durchgeführt, kann dies zu einer Überlastung der internen Kommunikation führen. Infolge dessen kann das Gerät in einen Fehlerzustand übergehen und eine Fehlermeldung generieren. Eine zyklische Kommunikation mit diesen Adressen ist daher unbedingt zu vermeiden.

8.3 Isolationsmessung

Bei der Überwachung des Isolationswiderstandes eines HV-Systems sind folgende Dinge zu berücksichtigen:

Auswahl des korrekten Ansprechwertes (Isolation: Threshold_Error, Isolation: Threshold_warning)
Gemäß LV 123 wird ein Isolationswiderstand > 500 Ω / V als nicht gefährlich eingestuft. Ab einem Isolationswiderstand < 100 Ω / V liegt entsprechend ein Isolationsfehler vor. Die Standardansprechwerte (*Error, Warning*) sind für ein 1000 V HV-System ausgelegt und können bei Bedarf entsprechend neu parametriert und für das jeweilige HV-System entsprechend angepasst werden.

Das Gerät mit der Artikel-Nr. B91068200 kann werksseitig auf spezielle kundenspezifische Parameter bereits voreingestellt werden. Weitere Informationen siehe Kundenkonfiguration unter „Bestellangaben", Seite 37.

Auswertung von Status: Warnings and Alarms
Bestimmte Alarmmeldungen signalisieren, dass der Isolationsmesswert nicht mehr vertrauenswürdig ist, obwohl der Messwert unter Umständen größer sind, als die parametrierten Alarmschwellwerte (*Error, Warning*). Ein Beispiel hierfür ist eine fehlerhafte Verbindung zu Chassis-Ground (*Status: Warnings_and_Alarms, Bit 4*). Es wird empfohlen, den Status der Alarmbits kontinuierlich zu überwachen und auf anstehende Alarme entsprechend zu reagieren (siehe Kapitel „Wartung und Störungsbehebung", Seite 30).

Qualität des Isolationswiderstandsmesswertes
Zu jedem Isolationswiderstandsmesswert existiert eine Qualitätsinformation (*Isolation: Quality*), der die Vertrauenswürdigkeit des gemessenen Widerstandes widerspiegelt. In einem ungestörten HV-System (z.B. keine Spannungsschwankungen) sollte die Qualität standardmäßig 100% betragen. In einem gestörten HV-System kann es vorkommen, dass interne Einzelmesswerte eine geringere Vertrauenswürdigkeit haben. Sofern solche Messwerte in die interne statistische Auswertung einfließen, wird auch die Qualität des berechneten Messwertes entsprechend verringert. Der Qualitätswert sollte somit ebenfalls permanent überwacht und bei Unterschreiten eines individuellen und auf das HV-System ausgelegten Grenzwertes entsprechend reagiert werden (siehe Kapitel „Wartung und Störungsbehebung", Seite 30).

8.4 Überprüfung der Ankopplung

Eine korrekte Ankopplung des ISOMETER® an das HV-System ist Voraussetzung für die Messung des Isolationswiderstandswertes. Standardmäßig führt das Gerät selbstständig jede Stunde einen „Offline Selbsttest“ durch, der die Funktionalität der Ankopplung überprüft.

HINWEIS

Die erste automatische Überprüfung findet nicht nach einem Kaltstart / Power-Cycle, sondern nach Ablauf der parametrierten Periodendauer (Default: 1 h) statt. Der Test kann jedoch durch den Anwender auch manuell ausgeführt werden (Self test: Trigger_self_test). Zu beachten ist hierbei, dass der Selbsttest erst durchgeführt werden kann, wenn das Gerät sich in R_iso_status = 0xFE befindet.

Für die ordnungsgemäße Funktionalität ist die Auswahl des verwendeten Anschlusskabels von entscheidender Bedeutung. Informationen zu validierten und von Bender empfohlenen Kabeltypen und Kabellänge (siehe in Kapitel „Tabellarische Daten“, Seite 33, HV-Anschluss).

8.5 Profilauswahl

Das aktive Messprofil kann zu jedem Zeitpunkt der Isolationsmessung geändert werden. Jedes Messprofil hat spezielle Eigenschaften mit den damit verbundenen Vor- und Nachteilen bezüglich der Isolationsmessung (siehe Kapitel „Messprofile“, Seite 16). Eine geringe Qualität des Isolationswiderstandsmesswertes ist ein Indikator dafür, dass die Messung gestört / beeinträchtigt ist. In diesem Fall kann der Anwender z.B. auf das Profil *Disturbed* umschalten. Dieses Profil ist robuster gegenüber schwankender HV-Spannung, bedeutet aber gleichzeitig auch längere Messzeiten.

Eine allgemeine Empfehlung bezüglich Profilauswahl und Umschalten des Profils kann aufgrund der vielen Einflussfaktoren des HV-Systems nicht pauschal gemacht werden .

9 Wartung und Störungsbehebung

9.1 Unsafe to start immer aktiv

Meldet die Schnellstartmessung immer einen unsicheren Zustand (*true*) können folgende Ursachen verantwortlich sein:

1. Das HV-System hat einen niedrigeren Isolationswiderstand als der doppelte Wert des konfigurierten Alarm-Schwellwert „Warning“ (*Isolation: Threshold_Warning*).
   Maßnahme:
   Überprüfen Sie den Isolationswiderstandswert im normalen Betrieb und passen Sie gegebenenfalls den Schwellwert entsprechend an.
2. Eine der Bedingungen für die Schnellstartmessung ist nicht eingehalten, woraufhin die Schnellstartmessung abgebrochen wird (siehe Kapitel „Schnellstartmessung“, Seite 13).
   Maßnahme:
   Passen Sie die Parameter *Isolation: Threshold_first_reference_estimation* bzw. *Isolation: Pre_estimation_max_difference* an das zu überwachende HV-System an.

   Welcher der beiden Werte dabei angepasst werden muss, hängt von der im HV-System vorhandenen Spannung ab. Wenn die im HV-System vorhandene Restspannung konstant ist (z.B. Restladung in der Zwischenkreiskapazität), dann muss der Parameter *Threshold_first_reference_estimation* entsprechend angehoben werden. Eine Anpassung dieses Parameters hat keinen signifikanten Einfluss auf die Genauigkeit des gemessenen Isolationswiderstandes während der Schnellstartmessung. Für den Fall, dass in dem HV-System eine abklingende HV-Spannung (z.B. Entladung der Zwischenkreiskapazität) vorhanden ist, müssen beide Parameter an das HV-System entsprechend angepasst werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Anpassung des Parameter *Pre_estimation_max_difference* einen negativen Einfluss auf die Genauigkeit des gemessenen Isolationswiderstandes während der Schnellstartmessung hat. In diesem Fall ist es unter Umständen sinnvoll, den Schwellwert *Isolation: Threshold_Warning* etwas anzuheben, um einer größeren Ungenauigkeit entsprechend entgegenzuwirken .
3. Bei einem Neustart während einer Isolationsmessung kann es sein, dass die Ableitkapazitäten teilweise geladen sind. Diese müssen dann bei einem Neustart eventuell umgeladen werden.
   Maßnahme:
   Am Ende einer Messung sollte ein Neustart des Gerätes durchgeführt werden, sofern es möglich ist. In diesem Fall sind die Ableitkapazitäten definiert geladen, so dass kein Abbruch des Schnellstartes erfolgen sollte. Alternativ kann das Verhalten durch das Anpassen der beiden vorher beschriebenen Parameter verbessert werden.

9.2 Isolationsmessung

Isolationsfehler nach einem Neustart

Für den Fall, dass die Schnellstartmessung nicht durchgeführt werden kann und entsprechend abgebrochen wird, wird der standardmäßig hinterlegte Initialisierungswert 0 kΩ in den internen Speicher geschrieben, was den angezeigten Isolationsmesswert erklärt. Das Gerät startet somit im Fehlerfall und muss sich erst „freimessen“ wozu mehrere Einzelmessungen benötigt werden. Um eine Abschätzung über die Dauer dieses Vorgangs machen zu können, kann die Formel aus dem Kapitel „Isolationswiderstandsmessung“, Seite 11 herangezogen werden.

Maßnahmen:

1. Die Schnellstartmessung muss angepasst werden, so dass diese ordnungsgemäß funktioniert und das Fahrzeug gestartet werden kann.
2. Startet das ISOMETER® mit einer hochohmigen Initialisierung (z. B. 10 MΩ), muss ein kundenspezifisches Profil mit einem hochohmigen Initialwert erstellt werden.
   Ab der Firmware Version D720V1.01 ist es möglich, den Initialwert durch einen CAN-Befehl entsprechend anzupassen (Index 0x7F).

   HINWEIS
   Hier ist zu beachten, dass ein vorhandener Isolationsfehler im System auch erst später gefunden werden kann und das Fahrzeug schon losgefahren ist. Wird ein kundenspezifisches Profil benötigt, ist der Kundenservice (siehe Kapitel „Service und Support“, Seite 5) zu kontaktieren.
3. Das Profil "Service" kann verwendet werden, um die Dauer während der Startphase zu verkürzen, bis der Isolationswiderstandsmesswert zur Verfügung steht. Im Unterschied zu dem Standardprofil, wird hier keine statistische Filterung vorgenommen und jeder Einzelmesswert ausgegeben.

   HINWEIS
   Das Profil "Service" ist nicht für die "normale" Isolationsmessung während der Fahrt zu verwenden. Aufgrund der fehlenden statistischen Filterung kann es zu stark schwankenden Messwerten kommen, welche unter Umständen die Genauigkeitsanforderungen nicht mehr einhalten.

Isolationsmesswerte immer kleiner als tatsächlich im System vorhanden

- Der Messwert *R_iso_corrected* ist prinzipbedingt immer kleiner als der reale Isolationsfehler und kann unter Umständen das beobachtete Verhalten erklären (siehe Kapitel „R_iso_corrected / R_iso_original“, Seite 27).
  Maßnahme:
  Als Vergleich kann der Rohmesswert ohne Toleranzabzug (*R_iso_original*) ausgelesen werden (*Isolation: R_iso_original*).
- Für permanent zu kleine Isolationswiderstandsmesswerte kann auch eine zu große Ableitkapazität im HV-System verantwortlich sein. Das Profil „Standard“ bzw. „Standard with fast startup“ ist für eine maximale Ableitkapazität von ≤ 5 µF konzipiert.
  Maßnahme:
  Die Gesamtableitkapazität wird im HV-System ermittelt, indem man die gemessene Ableitkapazität entsprechend ausliest (*Capacity: Measured_value*). Beträgt die gemessene Ableitkapazität > 5 µF, sollte der Anwender standardmäßig das Profil für große Kapazitäten „High Capacity“ bzw. „High Capacity with fast startup“ verwenden.

  HINWEIS
  Bei der Verwendung dieser Profile verlängert sich die Messzeit (siehe Kapitel „Verfügbare Messprofile“, Seite 16).

10 Technische Daten

10.1 Werkseinstellungen

Durch das Senden des CAN-Befehls *Status: Factory_reset = 1* werden alle Parameter auf die Werkseinstellung zurückgesetzt. Voraussetzung hierfür ist, dass die Gerätefunktion „Parameter schreiben erlaubt“ aktiv ist (*Status: Lock = 0xFC*).

HINWEIS

Damit die Werkseinstellungen alle aktiv werden, muss ein Power-Cycle (Reset) durchgeführt werden.

Name	Index	Defaultwert
Unbalance: Threshold	0x2E	0 (Unbalance alarm deactivated)
Self holding Alarm: Activation	0x30	0xFC (automatic alarm reset)
Isolation: Active_Profile	0x38	1 (Standard with fast startup)
Isolation: Power_On_Profile	0x3A	1 (Standard with fast startup)
Isolation: Threshold_Error	0x46	100 [kΩ]
Isolation: Threshold_Timeout_Measurement	0x48	60 [s]
Isolation: Threshold_Warning	0x4C	500 [kΩ]
Self test: Period	0x58	360 [10 s] 1 h
Voltage: Mode	0x64	0xFE (DC)
Voltage: Threshold_Undervoltage	0x66	0 (deactivated)
Status: Lock	0x6A	0xFC (Parameter write enable)
Earthlift: Status	0x70	0xFC (Earth Disconnector closed)
Isolation: Threshold_first_reference_estimation	0x72	100 [V]
Isolation: Pre_estimation_max_difference	0x74	200 [0.01 V]

Die folgenden Parameter stehen erst ab Firmware Version ≥ D720V1.01 zur Verfügung:

Name	Index	Default Wert
Interface: PGN (J1939)	0x77	PGN_Info_General : 0x01 PGN_Info_IsolationDetail: 0x02 PGN_Info_Voltage: 0x03 PGN_Info_IT-System: 0x04
Bender-Standard	0x77	Request: 0x22 Response: 0x23 IMD_Info_General: 0x37 IMD_Info_IsolationDetail : 0x38 IMD_Info_Voltage: 0x38 IMD_Info_IT-System: 0x3A

Name	Index	Default Wert
Interface: Periodic cycle time	0x79	PGN/IMD_Info_General : 0x01 PGM/IMD_Info_IsolationDetail: 0x00 (deactivated) PGM/IMD_Info_Voltage: 0x00 (deactivated) PGM/IMD_Info_IT-System: 0x00 (deactivated)

10.2 Tabellarische Daten

Isolationskoordination nach IEC 60664-1

Sichere Trennung (verstärkte Isolierung)	zwischen (L1/L2) – (Kl. 31, Kl. 15, *E*,CAN_H, CAN_L, OK_{HS})
Bemessungs-Stoßspannung	6000 V
Überspannungskategorie	II
Spannungsprüfung	DC 4200 V/ 1 min
Verschmutzungsgrad	2

Versorgung / Überwachtes IT-System

Versorgungsspannung U_s	DC 12…24 V
Toleranz Versorgungsspannung U_s	-17…+50 %
Eigenverbrauch ohne Ausgangsbeschaltung	≤ 0,55 W
Max. Betriebsstrom I_s	300 mA
Netznennspannung (L1/L2) U_n	DC 0…1000 V AC 0…480 V_{RMS} (f=50/60Hz)
Toleranz U_n	+10 %
Empfohlene Vorsicherung	M 630 mA

Ansprechwerte

Ansprechwert R_{an}	30 k…2 MΩ
Ansprechwert Hysterese (DCP)	25 %
Unterspannungserkennung	DC 0…1000 V Standardeinstellung: 0 V (inaktiv)
Unterspannungserkennung Hysterese	5 %

Messbereich

R_iso_corrected	0…40,5 MΩ
R_iso_original	0…50 MΩ
Isolation: R_iso_neg*	0…50 MΩ
Isolation: R_iso_pos*	0…50 MΩ
Voltage: HV-System Spannungsmessung	DC 0…1000 V AC 0...480 V_{RMS}
Toleranz Voltage: HV-System Spannungsmessung	±5 % ± 2 V

Capacity C_e: Measured_Value		0…10 µF
Unbalance U_n (Voraussetzung: DC ≥ 100 V, R_iso ≤ 5 MΩ)		0…100 %
Toleranz Unbalance		±5 %
Relative Messunsicherheit der geschätzten Messwerte bei Schnellstartmessung: R_iso_status = 0xFC		0…-100 %
Toleranz "R_iso_corrected" (R_iso_status = 0xFD)	**Messbereich**	**Abs. Fehler**
	0…50 kΩ	0…-50 kΩ
		Rel. Fehler
	50 kΩ…1,2 MΩ	0…-120 % bis 0…-48 %
	1,2…5 MΩ	0…-48 % bis 0…-76 %
	5…10 MΩ	0…-76 %
	> 10 MΩ	keine Angaben
Toleranz "R_iso_corrected" (R_iso_status = 0xFE)	**Messbereich**	**Abs. Fehler**
	0…50 kΩ	0…-50 kΩ
		Rel. Fehler
	50 kΩ…1,2 MΩ	0…-60 % bis 0…-24 %
	1,2…5 MΩ	0…-24 % bis 0…-38 %
	5…10 MΩ	0…-38 %
	> 10 MΩ	keine Angaben

* verfügbar ab HV-Spannung > 100 V

Zeitverhalten

Freigabezeit t_{start} (OK_{HS}; Schnellstartmessung)	≤ 5 s (C_e ≤ 2 µF)
Ansprechzeit t_{an} (OK_{HS}) nach LV 123 (100 …500 Ω / V, 2 µF (Profil: Standard/ Standard mit Fast Startup)	≤ 30 s
Rückmesszeit t_{ab} (OK_{HS}; DCP) Isolationsfehler (100…500 Ω/V) zu R_iso ≥ 10 MΩ, C_e ≤ 1 µF	Profil Standard ≤ 55 s Profil High Capacity ≤ 60 s Profil Distrubed ≤ 115 s Profil Service ≤ 36 s
Offline Selbsttest	≤ 1 s
Offline Selbsttest mit Ausgangstest (OK_{HS})	≤ 5 s

Messkreis

Netzableitkapazität C_e max.	Standard-Profil	≤ 5 µF
	High Capacitance-Profil	≤ 10 µF
	Disturbed-Profil	≤ 10 µF
Messspannung U_M		±35 V ±2 V
Messstrom I_M bei R_F = 0 kΩ		≤ ±30 µA
DC-Innenwiderstand R_i		1,2 MΩ ± 2 %

Statusausgang OK_{HS}

OK_{HS} (High-Side Treiber) high U_s*	≥ U_s - 2 V
OK_{HS} (High-Side Treiber) low U_s*	≤ 0,2 V
Zulässiger Ausgangsstrom max.	80 mA

* Bei richtig angeschlossenem Pull Down Widerstand (2k2 Ω)

CAN-Schnittstelle

Datenübertragungsrate	125, 250, 500, 666, 800, 1000 kBaud
Terminierungswiderstand	120 Ω*

* über Jumper: Empfohlen: Weitronic W+P Products Jumper series 165. Herst.Best.Nr.: 165-101-10-00

EMV

Load-Dump-Schutz	≤ 58 V

ESD-Schutz

Kontaktentladung – direkt an den Klemmen	≤ 4 kV
Kontaktentladung – indirekt über die Umgebung	≤ 4 kV
Luftentladung – Umgang mit Leiterplatte	≤ 8 kV

HV-Anschluss

Leitungslänge max.	2 m
Leitungsquerschnitt	AWG 20…24
validierter Kabeltyp	AlphaWire 5875

Umwelt

Arbeitstemperatur	-40…+105 °C
Temperaturzyklus (ISO 16750-4)	Ka
Luftfeuchte (rH)	0…100 %
Einsatzhöhe	≤ 3000 m
Klimaklassen nach IEC 60721	
Transport (IEC 60721-3-2)	2K11
Langzeitlagerung (IEC 60721-3-1)	1K21
Mechanische Beanspruchung nach IEC 60721	
Transport (IEC 60721-3-2)	2M4
Langzeitlagerung (IEC 60721-3-1)	1M10

Sonstiges

Betriebsart	Dauerbetrieb
Entflammbarkeitsklasse nach	UL 94 V-0
Durchbiegung	max. 1 % der Länge bzw. der Breite der Leiterplatte
Beschichtung	Schutzlack (ELPEGUARD® SL 1307 FLZ)
Gewicht	37 g ± 3 g

10.3 Normen und Zulassungen

Das ISOMETER® iso175 wurde nach folgenden Normen und Zulassungen entwickelt:

- IEC 61010-1
- IEC 60664-1
- IEC 60068-2-6
- IEC 60068-2-14
- IEC 60068-2-27
- IEC 60068-2-64
- ISO 6469-3
- ISO 16750-2
- ISO 16750-3
- ISO 16750-4
- (UN)ECE R10 Rev.6
- SAE J1939-82
- Isolationsmessfunktionen in Anlehnung an: IEC 61557-8

Open-source Software

Eine Liste der verwendeten Open-source Software finden Sie auf der Website.

Cybersecurity

Eine Bewertung gemäß (UN)ECE R155, R156 und ISO/SAE 21434 wurde durchgeführt. Weiterführende Informationen sind im separat erhältlichen Cybersecurity Case sowie im Cybersecurity Safety Manual dokumentiert. Die Dokumente stehen zum Download bereit:

https://www.bender.de/fileadmin/content/Products/m/e/iso175-Cybersecurity-Case.pdf

https://www.bender.de/fileadmin/content/Products/m/e/iso175-Cybersecurity-Safety-Manual.pdf

10.4 Bestellangaben

Standardvarianten

Typ	Steckverbinder-Typ (Anschluss)	Schnittstellen	Standard-konfiguration	Art.-Nr.	Handbuch Nr.
iso175C-32-SS	TYCO[1]	HS-CAN SAE J1939	Baudrate: 500 kBaud Ansprechwert: 100 kΩ (Error) 500 kΩ (Warning)	B91068201	D00415
iso175C-42-SS	Samtec/Molex[2]			B91068202	
iso175C-32-SB	TYCO[1]	HS-CAN Bender-Standard		B91068203	
iso175C-42-SB	Samtec/Molex[2]			B91068204	

[1] Anschluss HV+ / HV-
- Stecker: TE Connectivity / AMP
- Tyco-Micro Mate-N-Lok™, 1445022-2

Anschluss LV
- Stecker: TE Connectivity / AMP
- Tyco-Micro Mate-N-Lok™, 1445022-8

Crimp Kontakte, passend für beide Anschlüsse
- Stecker: TE Connectivity / AMP
- Tyco-Micro Mate-N-Lok™ vergoldet, Plating B (38 µm), 1-794606-1
- Crimpzange (Tyco): 91501-1 (AWG 20…24)

[2] Anschluss HV+ / HV-
- Stecker: Molex Mini Fit Jr. Housing, 39-01-2025
- Crimpkontakt: Mini Fit Jr. Gold Kontakt, 39-00-0089, AWG 16
- Crimpzange (Molex): 2002182200

Anschluss LV
- Stecker: Samtec Mini Mate Housing, IPD1-08-S-K
- Crimpkontakt: Samtec Mini Mate Gold, CC79R2024-01-L, AWG 20…24
- Crimpzange 20-30 AWG (Samtec): CAT-HT-179-2030-13

Kabelempfehlung für die ordnungsgemäße Funktionalität des Offline Selbsttests: AlphaWire (Art.-Nr. 5875)

CAN-Konfigurationen (z.B. Baudrate und Adressierungen) können später nicht mehr geändert werden. Eine nachträgliche Änderung dieser Parameter ist erst ab Firmware-Version D720V1.01 möglich.

Kundenspezifische Varianten*

Typ	Steckverbinder-Typ (Anschluss)	Schnittstellen	Kunden-konfiguration	Art.-Nr.	Handbuch Nr.
iso175 customized	TYCO (seitlich) oder Samtec/Molex (oben)	HS-CAN (SAE J1939 oder Bender-Standard)	nach Kundenvorgabe	B91068200	D00415

* Kontaktdaten zum Vertrieb und weiteren Informationen sind auf „https://www.bender.de/loesungen/emobility/“ zu finden.

Zubehör

Bezeichnung	Passend zu Typ	Art.-Nr.
IR155 / iso175-Befestigungskit	Alle	B91068500
IR155 / iso175-Anschlusskit (TYCO)	iso175X-32-XX	B91068501
IR155 /iso175-Anschlusskit (Samtec/Molex)	iso175X-42-XX	B91068502

10.5 Änderungshistorie

Datum	Dokumentations-version	Zustand / Änderung
10/2023	00	Neu
11/2023	01	Entfernt: PWM-Varianten Ergänzt: Kapitel 10.3: 3 Normen
08/2024	02	Ergänzt: Kapitel 4.3.1: Hinweis Kapitel 5: Maßbild Ø 8mm Kapitel 10.2: Toleranz U_n, Rückmesszeit t_{ab} Kapitel 10.4: Kundenspez. Varianten
07/2025	03	Ergänzt: Hinweise zu Firmware-Version D720V1.01 Kapitel 4.7: Änderung HV-Spannung und Parallelschaltung Kapitel 4.11: Parametrierung Kapitel 10.1: Parameter zu Firmware-Version D720V1.01 Kapitel 10.2: Toleranzen und Tabellarische Daten zu AC

Bender GmbH & Co. KG

Londorfer Straße 65
35305 Grünberg
Germany

Tel.: +49 6401 807-707
emobility@bender.de
www.bender.de

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck und Vervielfältigung nur mit Genehmigung des Herausgebers.

© Bender GmbH & Co. KG, Germany
Änderungen vorbehalten!
Die angegebenen Normen berücksichtigen die bis zum 07.2025 gültige Ausgabe, sofern nicht anders angegeben.