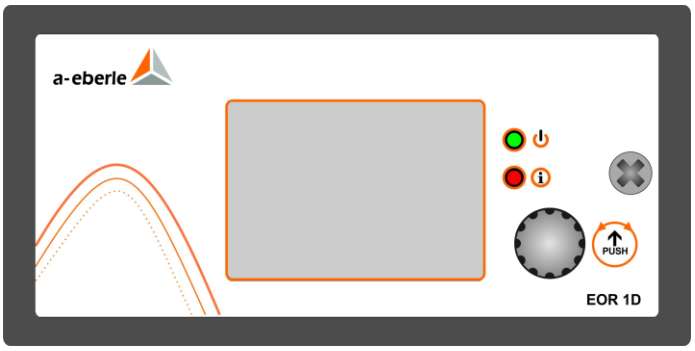
Bedienungsanleitung

EOR-1D

Gerichteter Erdschluss- und
Kurzschlussanzeiger



09/2021
Firmware V42

D

Inhaltsverzeichnis

1. Benutzerführung 4
1.1 Zielgruppe 4
1.2 Warnhinweise 4
1.3 Tipps 4
1.4 Weitere Symbole 5
1.5 Mitgeltende Dokumente 5
1.6 Aufbewahrung 5
1.7 Aktualisierte Dokumentation 5
2. Lieferumfang 6
3. Sicherheitshinweise 6
4. Technische Daten 7
4.1 Anzeigeeinheit 7
4.2 Sensoren zur Stromerfassung 10
4.2.1 SR55 10
4.2.2 Aufsteckwandler 11
4.3 Optionale externe Blinklampe 11
5. Bestimmungsgemäßer Einsatz 12
6. Transport und Lagerung 12
7. Installation/Inbetriebnahme 12
7.1 Anzeigeeinheit 12
7.2 Sensoren und Montage 14
7.3 LRM-Schnittstelle zur Spannungsmessung 16
8. Beschreibung und Funktionsumfang 17
8.1 Menüführung 17
8.2 Einstellungen 19
8.2.1 Kurzschlusserfassung 19
8.2.2 Erdschlusserfassung 23
8.2.3 Fernmeldung 37
8.2.4 Spannungserfassung 40
8.3 Test und Reset 41
8.4 System 42
8.4.1 Allgemein 42
8.4.2 Datum und Uhrzeit 43
8.4.3 Weitere Einstellungen 44

8.4.4 Bedienungsanleitung 45
8.5 Display ausschalten 45
8.6 SD Karte 46
8.6.1 Parameter Konfiguration auf SD Karte sichern und kopieren 46
8.6.2 Störschrieb auf SD Karte im Comtrade Format speichern 46
8.6.3 Firmware Update über SD Karte 47
9. Modbus Protokoll 48
9.1 Modbus Modus 48
9.2 Technische Daten Modbus Schnittstelle 48
9.3 Datenpunktsliste - Registerzuordnung “Standard” 49
9.4 Datenpunktsliste - Registerzuordnung “SNH” 55
10. Wartung/Reinigung/Ersatzteile 56
10.1 Batterietausch 56
10.2 Firmware Update 56
10.3 Kaltstart 56
10.4 Ersatzteile 56
10.5 Reinigung 57
11. Normen und Gesetze 57
12. Demontage & Entsorgung 58
13. Gewährleistung 58

1. Benutzerführung

In der Bedienungsanleitung sind alle wichtigen Informationen für die Montage, die Inbetriebnahme und den Betrieb zusammengefasst.

Lesen Sie die Bedienungsanleitung vollständig und verwenden Sie das Produkt erst, wenn Sie die Bedienungsanleitung verstanden haben.

1.1 Zielgruppe

Diese Bedienungsanleitung richtet sich an ausgebildetes Fachpersonal sowie geschultes und geprüftes Bedienpersonal.

Der Inhalt dieser Bedienungsanleitung ist den, mit der Montage und dem Betrieb des Systems, beauftragten Personen zugänglich zu machen.

1.2 Warnhinweise

Aufbau der Warnhinweise

Warnhinweise sind wie folgt aufgebaut:

⚠ **SIGNALWORT!**	**Art und Quelle der Gefahr!** Folgen bei Nichtbeachtung. ➲ Maßnahme, um die Gefahr zu vermeiden.

Abstufung der Warnhinweise

Warnhinweise unterscheiden sich nach Art der Gefahr wie folgt:

⚠ **GEFAHR!**	Warnt vor einer unmittelbar drohenden Gefahr, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führt, wenn sie nicht gemieden wird.

⚠ **WARNUNG!**	Warnt vor einer möglicherweise gefährlichen Situation, die zum Tod oder schweren Verletzungen führt, wenn sie nicht gemieden wird.

⚠ **VORSICHT!**	Warnt vor einer möglicherweise gefährlichen Situation, die zu mittelschweren oder leichten Verletzungen führt, wenn sie nicht gemieden wird.

HINWEIS!	Warnt vor einer möglicherweise gefährlichen Situation, die zu Sach- oder Umweltschäden führt, wenn sie nicht gemieden wird.

1.3 Tipps

Tipps zum sachgerechten Umgang mit dem Gerät und Empfehlungen.

1.4 Weitere Symbole

Handlungsanweisungen

Aufbau der Handlungsanweisungen:

➲ Anleitung zu einer Handlung.

↳ Handlungsresultat falls erforderlich.

Listen

Aufbau nicht nummerierter Listen:

- Listenebene 1
  - Listenebene 2

Aufbau nummerierter Listen:

1) Listenebene 1
2) Listenebene 1
   1. Listenebene 2
   2. Listenebene 2

1.5 Mitgeltende Dokumente

Beachten Sie für die sichere und korrekte Verwendung des Geräts auch die zusätzlich mitgelieferten Dokumente sowie einschlägige Normen und Gesetze.

1.6 Aufbewahrung

Bewahren Sie die Bedienungsanleitung, inklusive der mitgeltenden Dokumente griffbereit in der Nähe des Systems auf.

1.7 Aktualisierte Dokumentation

Die aktuellsten Versionen der Dokumente können unter https://www.a-eberle.de/de/downloads bezogen werden.

2. Lieferumfang

Der Lieferumfang des EOR-1D beinhaltet eine Anzeigeeinheit zur Erkennung und Ortung von Kurzschlüssen und Erdschlüssen sowie je nach Bestellmerkmal zusätzlich einen Aufsteckwandler oder drei SR55-Sensoren (Rogowskispulen) zur Strommessung. Folgende Konfigurationen sind verfügbar:

Artikelnummer	Enthaltene Komponenten
119.9005	EOR-1D inkl. LRM Schnittstelle ohne Sensoren
119.9005.21	EOR-1D inkl. LRM Schnittstelle mit Aufsteckwandlern
119.9005.00	EOR-1D inkl. LRM Schnittstelle mit Rogowskispulen (SR55)

Die Backup-Batterie (Lithium-Batterie 3,6 V, 2600 mAh, AA) für die Spannungsversorgung ist im Gerät bereits enthalten, muss aber noch aktiviert werden (siehe auch Kapitel 7.1).

Das Adapterkabel für den Anschluss der Spannungsmessung an die LRM-Schnittstelle des EOR-1D ist nicht im Lieferumfang enthalten (optionale Adapterkabel siehe auch Kapitel 7.3)

3. Sicherheitshinweise

- Bedienungsanleitung beachten.
- Bedienungsanleitung immer beim Gerät aufbewahren.
- Sicherstellen, dass das Gerät ausschließlich in einwandfreiem Zustand betrieben wird.
- Sicherstellen, dass ausschließlich Fachpersonal das Gerät bedient.
- Gerät ausschließlich nach Vorschrift anschließen.
- Sicherstellen, dass das Gerät nicht über den Bemessungsdaten betrieben wird.
- Gerät nicht in Umgebungen betreiben, in denen explosive Gase, Staub oder Dämpfe vorkommen.
- Sicherstellen, dass Schutzabdeckungen vorhanden und funktionstüchtig sind.
- Sicherstellen, dass die Fünf Sicherheitsregeln nach DIN VDE 0105 immer eingehalten werden.
- Gerät ausschließlich mit handelsüblichen Reinigungsmitteln reinigen.

4. Technische Daten

Der Kurz- und Erdschlussanzeiger EOR-1D kann in kompensierten, widerstandsgeerdeten und starren Mittelspannungsnetzen eingesetzt werden. Der Anzeiger besteht aus einer Anzeigeeinheit und drei Rogowski-Stromsensoren (SR55) bzw. einem Aufsteckwandler. Ein Summenstromwandler ist nicht erforderlich. Die Sensoren müssen auf geschirmten Kabeln installiert werden.

Im Betriebszustand muss der Anzeiger an eine externe AC/DC Versorgung angeschlossen sein, die im Fehlerfall ausfallen darf. Bei Ausfall der Versorgungsspannung wird das Gerät mit Hilfe der internen Batterie in den Energiesparmodus versetzt, d.h. die Strom- und Spannungsmessung wird angehalten. Bereits erfasste Kurzschluss- und Erdschlussmeldungen (via Modbus bzw. Relais) sind aber weiterhin aktiv. Die Modbus Schnittstelle wird in einen Schlafmodus versetzt und ist in eingeschränkter Funktion aktiv. Genauere Informationen können dem Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** entnommen werden. Die SD-Karten Funktionen stehen im Energiesparmodus nicht zur Verfügung, der Comtrade Log wird aber noch geschrieben, falls die Versorgungspannung mit dem Fehler ausfällt.

4.1 Anzeigeeinheit

Subjekt	Beschreibung
Anzeige	• LC Display (hintergrundbeleuchtet) Multilingual: Deutsch, Englisch (andere Sprachen möglich) • LEDs für Statuskontrolle
Konfiguration	• Menügeführt (Drehkodiertaster) • Via Modbus • Kopieren von Konfigurationsdateien über MicroSD Karten von einem anderen EOR-1D Anzeiger
Strommessung	• Anzeigen der Betriebsströme über Display • Anzeigen der Betriebsströme über Modbus • 24 Bit A/D-Wandler, 2kHz Abtastfrequenz
Spannungsmessung	• Anzeigen der Betriebsspannungen über Display • Anzeigen der Betriebsspannungen über Modbus • 24 Bit A/D-Wandler, 2kHz Abtastfrequenz, Genauigkeit +/-3% • LRM-Schnittstelle (4-polige AMP-Buchse, 10 MΩ Bürde) • Maximal zulässige Spannung: 55VAC

Stromversorgung	• Eingang 1: 18-75 VDC, 18-53 VAC (isoliert)
	• Eingang 2: 100-240 V DC+AC (isoliert)
	• Leistungsaufnahme AC: 0,3 VA (max. 0,6 VA)
	• Leistungsaufnahme DC: 0,4 VA (max. 0,7 VA)
	• Einfach zu tauschende Backup-Batterie (3,6 V, 2600 mAh, AA)
	• Batterielebensdauer:
	  ○ 20 Jahre, sofern der Batterietrenner noch nicht entfernt wurde (Auslieferungszustand)
	  ○ 15 Jahre Betrieb mit Versorgungsspannung + 1000 h Meldebetrieb ohne Versorgungsspannung (ohne Modbus Polling bei Versorgungsspannungsausfall)
	  ○ 2 Jahre Standby Betrieb (kein Meldebetrieb, keine Versorgungsspannung, kein Modbus Polling)
	  ○ Ohne Versorgungsspannung reduziert sich die Batterielebensdauer durch das Modbus Polling Intervall (Worse-Case Szenario: 3 Tage)

SCADA Kontakt	• Zwei frei konfigurierbare Relaisausgänge (Wechslerkontakt) • Dauer-/Sofort- oder Wischerkontakt (Zeit wählbar) • Meldung von Kurzschluss, Erdschluss, Dauererdschluss, Überschreiten der Erdschlussschwelle, Batteriestatus • max. 230 V AC / max. 2 A / max. 30 W
Test/Reset	• Über Display • Über externen Reset Eingang und externen Test Eingang • Über Modbus
Kommunikation	• Übertragungsmodus: Modus RTU • Adressierung: 1 bis 247 • Paritätsprüfung: kein, ungerade, gerade • Baudraten: 9600 - 38400 • Schnittstellen: RS485 (2-Draht + GND)
Störschrieb	• Speichern auf entnehmbarer MicroSD Karte • Störschrieb von Strom und Spannung Leiter 1,2 und 3 • es werden FAT16/FAT32 MicroSD Karten von 2 bis 32 GB mit einer Partition unterstützt • Störschrieb kann manuell ausgelöst werden • bis zu 65535 Störschriebe pro SD Karte • Zeitstempel • Log Datei von Ereignissen und Einstellungsänderungen in lesbarer Textdatei
Echtzeituhr	• Einstellbar über Modbus • Einstellbar über Menüführung • Genauigkeit 12 ppm (entspricht 3,15 Minuten/Jahr)
Fehlererkennung Kurzschluss	• 20-2500 A einstellbar • Fehlanzeigenunterdrückung durch Mindestansprechzeit • Funktion abschaltbar
Fehlererkennung Pulsortung	• Sichere Feststellung bei symmetrischem Puls (Fehlanzeigenunterdrückung durch phasenselektive Pulsmessung) • Sichere Feststellung bei unsymmetrischem Puls • Aufgrund der Auswertung von Amplituden und Phaseninformationen jedes Leiters ist keine Überkompensation mehr erforderlich! • Pulsortung mit verteilten E-Spulen ist ebenfalls problemlos möglich • Einstellung des Mindeststromhubs der Pulsung (1A - 100A) • Einstellung der Toleranz durch Pulsquote: x von y richtig erkannt.
Fehlererkennung qu2-Verfahren (Wischer-Erkennung)	• Sichere Erkennung und Ortung von Erdschlüssen sowohl für isolierte als auch für kompensierte Netze • Fehlerortung auch in vermaschten Netzen möglich • Erkennung von hochohmigen Fehlern (bis in kΩ-Bereich) möglich • Zusätzliche Meldung von Dauererdschlüssen möglich • Freie Einstellung der Ansprechschwelle für Summenstrom (Ice min) und Verlagerungsspannung (Uerd)
Externe Blinklampe	• Anschluss einer externen Blinklampe möglich (Typ BL4.1 oder Typ BL6)
Betriebstemperaturbereich	• von -20°C bis +65°C

Abmessungen	• 97 mm x 48 mm x 86 mm (BxHxT) • Abmessungen des Wandausschnitts: 92+0.8 x 45+0.6 mm • IEC 61554 / DIN43700
Schutzart	• IP40

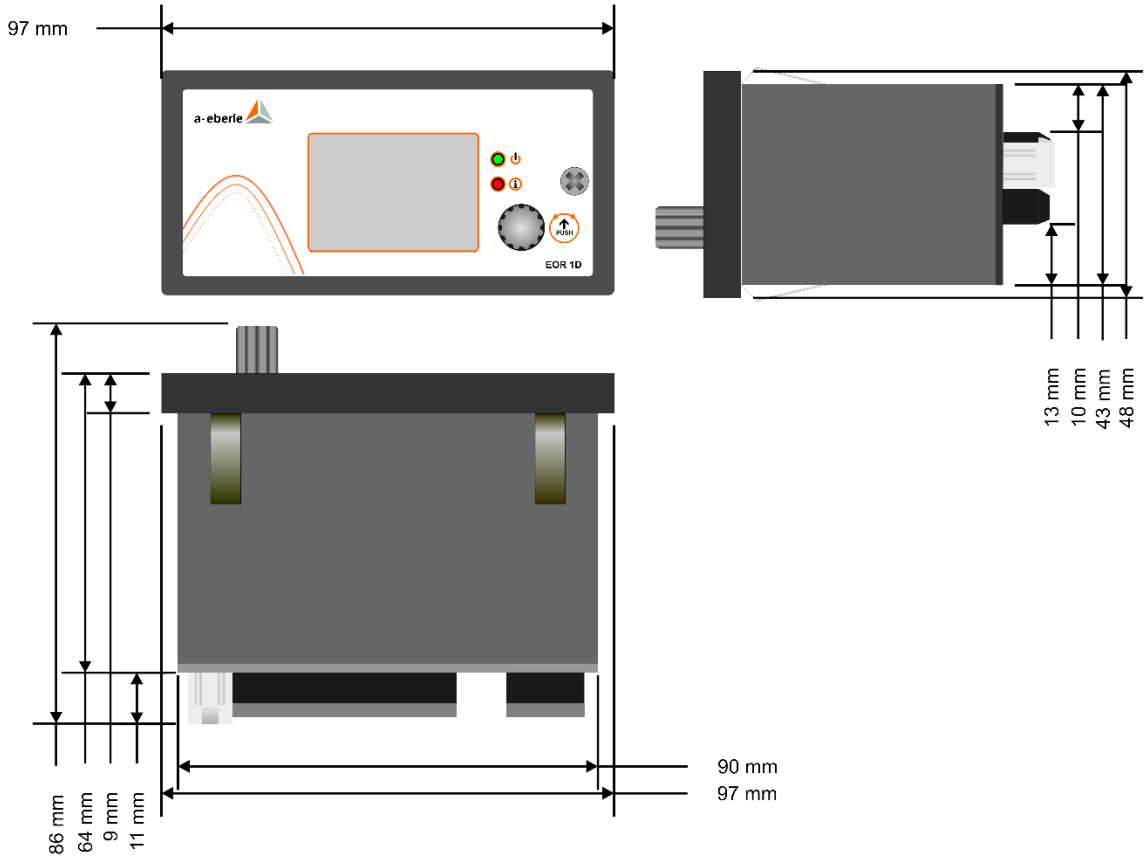


Abbildung 1: Maßzeichnung EOR-1D

4.2 Sensoren zur Stromerfassung

4.2.1 SR55

Subjekt	Beschreibung
Typ	• SR55
Leiterdurchmesser	• 13-55 mm
Kabellänge	• 8 m
Befestigung	• Kabelbinder
Messbereich	• 0 A bis 2500 A
Genauigkeit	• +/- 5 %
Kabeltyp	• nur für geschirmte Kabel • Kabelschirm (Erde) muss pro Phase zurückgeführt werden, damit ein Strom auf dem Schirm die Messung nicht beeinflusst

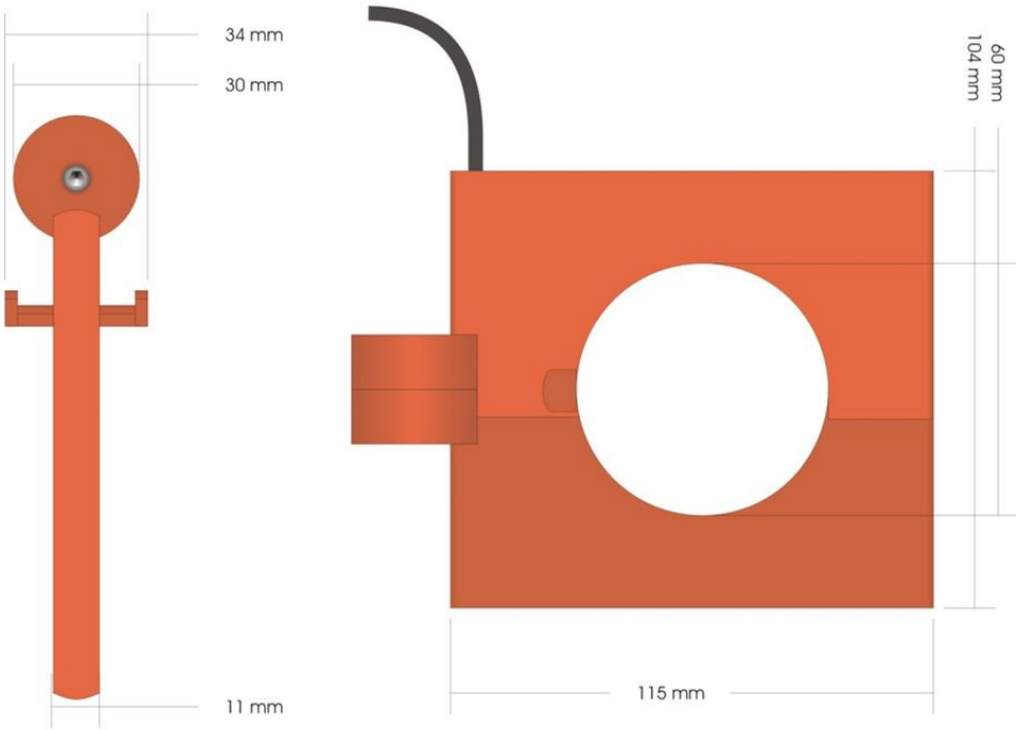


Abbildung 2: Maßzeichnung Sensor SR55

4.2.2 Aufsteckwandler

Subjekt	Beschreibung
Typ	● Aufsteckwandler
Leiterdurchmesser	● bis 6 mm
Befestigung	● wird aufgesteckt
Messbereich	● 0 A bis 12,5 A
Nennstrom	● 1 A / 5 A
Genauigkeit	● +/- 1 %

Aktuell wird geräteintern die Nutzung des Summenstromeingangs nicht unterstützt.

4.3 Optionale externe Blinklampe

Optional sind die externen Blinklampe Typ BL4.1 und Blinklampe Typ BL6 auf Anfrage verfügbar.

Blinklampe BL4.1 ohne Richtungsanzeige zur Wandmontage, Kabellänge 6 m

Artikelnummer 119.9100.06

Blinklampe BL6 ohne Richtungsanzeige zur Oberflächenmontage, Kabellänge 6 m

Artikelnummer 119.9102.06

5. Bestimmungsgemäßer Einsatz

Der Kurzschluss- und Erdschlussanzeiger EOR-1D ist für den Festeinbau und für die permanente Messung, Überwachung und Auswertung von Spannungen und Strömen vorgesehen.

Das EOR-1D ist ausschließlich für den Einsatz in Anlagen und Einrichtungen der elektrischen Energietechnik vorgesehen, in denen geschulte Fachkräfte die erforderlichen Arbeiten durchführen. Fachkräfte sind Personen, die mit der Aufstellung, Montage, Inbetriebsetzung und dem Betrieb derartiger Produkte vertraut sind. Sie verfügen über Qualifikationen, die ihrer Tätigkeit entsprechen.

6. Transport und Lagerung

Die Geräte sollen in trockenen und sauberen Räumen gelagert werden.

Für die Lagerung des Gerätes oder zugehöriger Ersatzbaugruppen gilt der Temperaturbereich -20 °C bis +65 °C.

Die relative Feuchte darf weder zur Kondenswasser-, noch zur Eisbildung führen.

Es empfiehlt sich die Geräte vor einem geplanten Einsatz an Hilfsspannung zu legen. Insbesondere bei extremen klimatischen Verhältnissen (Tropen) wird damit ein „Vorheizen“ erreicht und Betauung vermieden.

Bevor das Gerät erstmalig an Spannung gelegt wird, soll es mindestens zwei Stunden im Betriebsraum gelagert werden, um einen Temperaturausgleich zu schaffen, sowie Feuchtigkeit und Betauung zu vermeiden.

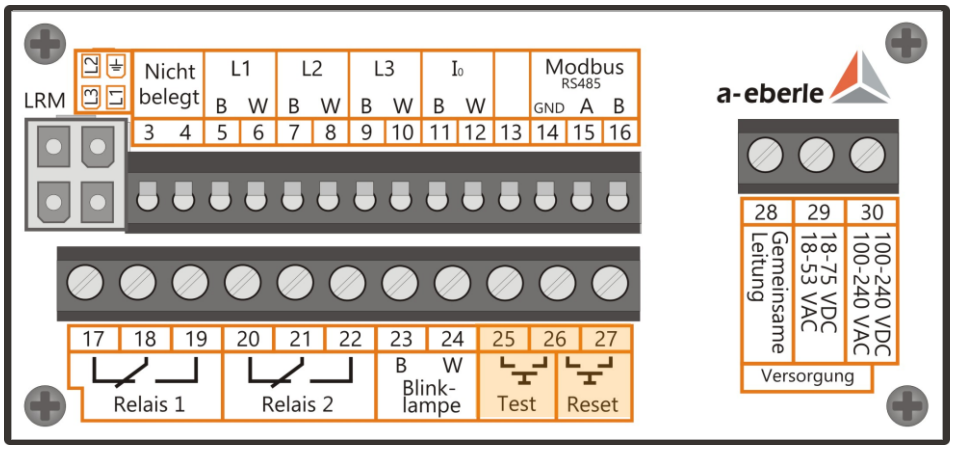
7. Installation/Inbetriebnahme

7.1 Anzeigeeinheit

Bei der Erstinbetriebnahme des Gerätes ist die Backup-Batterie im EOR-1D zu aktivieren. Hierzu muss auf der Gerätevorderseite die Kreuzschlitzschraube des Front-Covers gelöst, das Front-Cover abgenommen und das Einlagepapier an der Batteriehalterung entfernt werden.

Abbildung 3: Entfernen der Papiereinlage der Batterie

Das Gehäuse ist ein Standard Einschubgehäuse nach IEC 61554 / DIN43700.
Auf der Rückseite der Anzeigeeinheit befinden sich Schraubklemmen.



Achtung! Die Anschlüsse 25-27 dürfen nur potentialfrei angeschlossen werden

Abbildung 4: Rückwand EOR-1D und Anschlussbelegung

LRM:	4 polige Buchse für LRM System (Spannungsmessung)
Anschlüsse 3 - 4:	*Nicht belegt*
Anschlüsse 5 - 6:	Stromsensor L1 (SR55 oder Aufsteckwandler)
Anschlüsse 7 - 8:	Stromsensor L1 (SR55 oder Aufsteckwandler)
Anschlüsse 9 - 10:	Stromsensor L3 (SR55 oder Aufsteckwandler)
Anschlüsse 11 - 12:	Summenstromwandler (wird aktuell von Gerät nicht unterstützt)
Anschluss 13:	*Nicht belegt*
Anschlüsse 14 - 16:	Serielle Schnittstelle (RS485) mit Modbus Protokoll
Anschlüsse 17 - 19:	Relais 1
Anschlüsse 20 - 22:	Relais 2
Anschlüsse 23 - 24:	Blinklampe (max. 30 mA)
Anschlüsse 25 - 26:	Test (nur potentialfrei verwenden!)
Anschlüsse 26 - 27:	Reset (nur potentialfrei verwenden!)
Anschluss 28:	Gemeinsame Leitung Netzteil
Anschluss 29:	18 - 75 V DC / 18 - 53 V AC
Anschluss 30:	100 - 240 V DC / V AC

7.2 Sensoren und Montage

GEFAHR!	**Lebensgefahr durch Stromschlag!**
	➲ EOR-1D Anzeigeeinheit und Stromsensoren ausschließlich im spannungslosen Zustand der Anlage montieren. ➲ 5 Sicherheitsregeln beachten!

Die Sensoren können auf Einleiterkabel mit einem Durchmesser von 13 bis 55 mm installiert werden. Die Fixierung der Sensoren erfolgt über Kabelbinder. Die Installation des Sensors erfolgt mit wenigen Handgriffen und benötigt in der Regel weniger als eine Minute.

Bitte beachten: Der Schirm des Leiters muss durch den Sensor zurückgeführt werden. Das gilt für jede Phase!

Schritt 1:

➲ Zur einfachen Montage wird empfohlen zuerst einen Kabelbinder am Leiter zu befestigen.

Schritt 2:

➲ Der Sensor kann durch das Drehgelenk geöffnet werden und somit nachträglich um den Leiter gelegt werden

Schritt 3:

➲ Der vorher installierte Kabelbinder wird um die obere Halterung am Sensor gelegt und festgezogen.

Schritt 4:

➲ Ein zweiter Kabelbinder wird an der Unterseite des Sensors wie oben beschrieben montiert.

Schritt 5:

➲ Die überstehenden Kabelbinderenden abschneiden.

Fertig montierter Sensor

Für eine hohe Messgenauigkeit sollte der Sensor möglichst senkrecht zum Leiter stehen. Bei der Nutzung von nur einem Kabelbinder ist dies nicht gegeben.

Durch die Verwendung eines zweiten Kabelbinders wird der Sensor senkrecht gezogen und ein unbeabsichtigtes Öffnen des Sensors verhindert.

7.3 LRM-Schnittstelle zur Spannungsmessung

Zur Messung der Spannung kann das EOR-1D an ein LRM-System angekoppelt werden, d.h. beispielsweise parallel an ein Capdis oder WEGA System angeschlossen werden. Die Bürde der Spannungsschnittstelle des EOR-1D beträgt 10 MΩ.

Das EOR-1D stellt keine zweite Koppelkapazität zur Verfügung, um die Spannung über einen kapazitiven Stützer zu messen. Es muss ein dafür geeignetes Gerät verwendet werden, welches eine geeignete Koppelkapazität zur Verfügung stellt (bspw. Capdis oder WEGA Systeme). Das EOR-1D kann lediglich parallel an ein solches System angeschlossen werden.

Das EOR-1D verfügt über eine 4-polige AMP-Buchse. Falls nicht bereits ein geeignetes Anschlusskabel vorhanden ist, stehen folgende Artikel als Zubehör zum Anschluss der Spannung von einem LRM-System an die AMP-Buchse des EOR-1D zur Verfügung:

LRM Adapter: 4 poliger AMP-Stecker an beiden Enden

Artikel-Nr. 582.8114.03

LRM Y-Adapter: 3-mal Flachstecker/-buchse auf 4 poligen AMP-Stecker

Artikel-Nr. 582.8113.03

8. Beschreibung und Funktionsumfang

In den folgenden Kapiteln werden die Funktionen und Parameter anhand der Menüführung im EOR-1D erläutert und durch Hintergrundinformationen zu den implementierten Algorithmen ergänzt.

8.1 Menüführung

Das Display befindet sich normalerweise im Standby-Modus. Durch Drücken des Drehtasters an der Vorderseite des Gerätes kann das Display aktiviert werden.

Zuerst werden ggf. anstehende Kurz- und/oder Erdschlussmeldungen anhand eines dreiphasigen Bildes dargestellt.

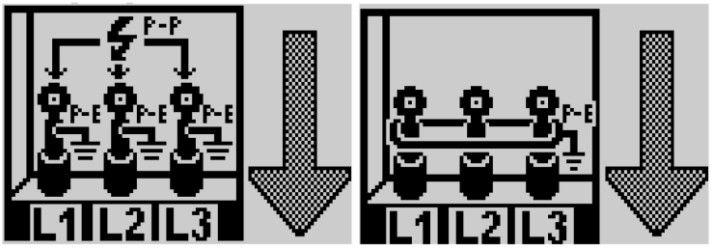


Abbildung 5: Dreiphasiger Kurzschluss (links) und qu2 Erdschluss (rechts) Richtung Leitung

Nach Drücken des Drehtasters gelangt man anschließend auf die folgenden Übersichtsseiten, die über Drehen des Drehtastern durchgescrollt werden können.

Abbildung 6:
Übersicht 1 - mit Status der Phasen und Erdleiters,
Übersicht 2 - Status der Kurz- und Erdschlussverfahren inkl. der zugewiesenen Relais,
Übersicht 3 – Frequenz, Firmware, Hardware,
Übersicht 4 – Uhrzeit, Datum, Batteriefüllstand

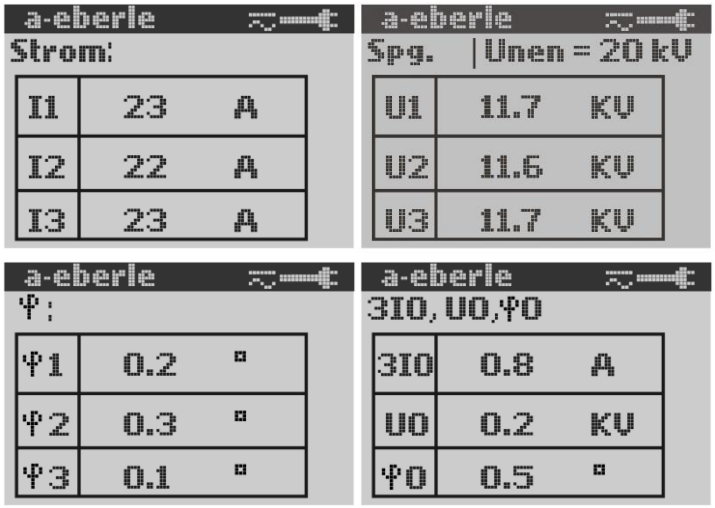


Abbildung 7: Übersicht von Strom, Spannung, Phasenwinkel und Nullsystem

Durch weiteres Drücken auf den Drehtaster wird das Hauptmenü aufgerufen, welches im Detail inkl. aller Untermenüs ab Kapitel 8.2 erläutert wird. In der Kopfzeile des Hauptmenüs und der Untermenüs wird der Pfad immer als Nummernfolge angegeben. Durch Drehen des Drehtasters kann eine der maximal sechs möglichen Möglichkeiten ausgewählt werden und durch Drücken des Drehtasters bestätigt werden.

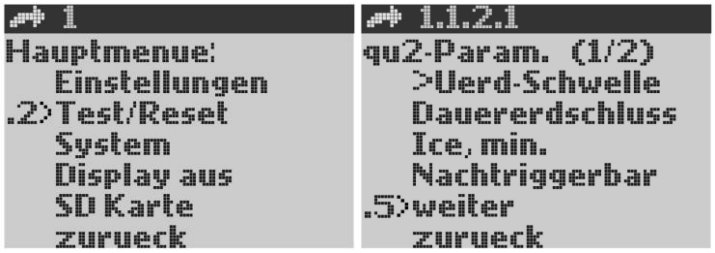


Abbildung 8: Hauptmenü und Untermenü qu2-Param.

Im Einstellmenü des jeweiligen Parameter ist der jeweils aktuelle Wert im unteren Teil des Displays zu sehen. Durch das Drücken des Drehtasters wird der neu gewählte Wert gespeichert.

Über „Zurück“ kann in den Menüs jederzeit auf eine Menüebene höher zurückgesprungen werden. Zudem besteht auf Seiten, in denen der Wert eines Parameters eingestellt werden kann, die Möglichkeit den aktuellen Vorgang durch Drücken des Drehtasters für mindestens 3 s abzubrechen.

8.2 Einstellungen

8.2.1 Kurzschlusserfassung

Das EOR-1D besitzt die Möglichkeit einer ungerichteten, wie auch einer gerichteten Kurzschlusserfassung. Für die ungerichtete Kurzschlusserfassung wird lediglich der Fehlerstrom ausgewertet. Für die gerichtete Kurzschlusserfassung wird der Winkel zwischen Fehlerspannung und Fehlerstrom ausgewertet, sofern der Parameter Ansprechwert des Fehlerstroms überschritten und der Parameter Ansprechzeit überschritten ist .

Der Auslösewinkel lässt sich im Gerät parametrieren. Durch den Auslösewinkel α wird der Startpunkt des Vorwärtsbereichs, welcher ab α bis α + 180° aufgespannt wird, angegeben. Bei α = -90° wäre (ohne Berücksichtgung des Totbereichs) der Vorwärtsfehler (Fehler Richtung Leitung) beispielsweise im 1. und 4. Quadranten bzw. der Rückwärtsfehler (Fehler Richtung Sammelschiene) im 2. und 3. Quadranten. (siehe Abbildung 9)

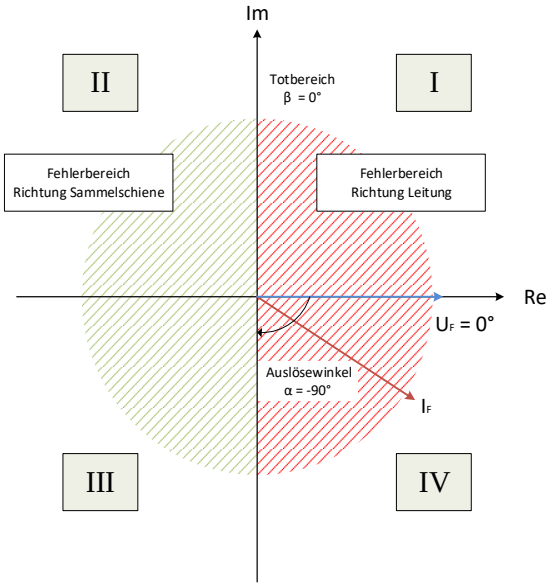


Abbildung 9: Definition der Bereiche bei der gerichteten Kurzschlusserkennung des EOR-1D ohne Totband und α = -90°

Um ein mögliches Hin- und Herspringen der Anzeige im Grenzfall zu vermeiden, ist ein Totbereich implementiert. In diesem Bereich findet keine Richtungsanzeige statt. Der Kurzschluss wird lediglich ungerichtet angezeigt. Der Totbereich wird über den Winkel β definiert, welcher ab dem Winkel α gezählt wird. Es ergeben sich die folgenden Bereiche:

Bereich	Untere Grenze	Obere Grenze
Auslösebereich vorwärts	α	α+180°+ β
Totband I	α+180°+ β	α+180
Auslösebereich rückwärts	α+180	α+β
Totband II	α+β	α

In Abbildung 10 ist die Definition der Bereiche für die gerichtete Erkennung sowie für den Totbereich zum besseren Verständnis für zwei Fälle dargestellt.

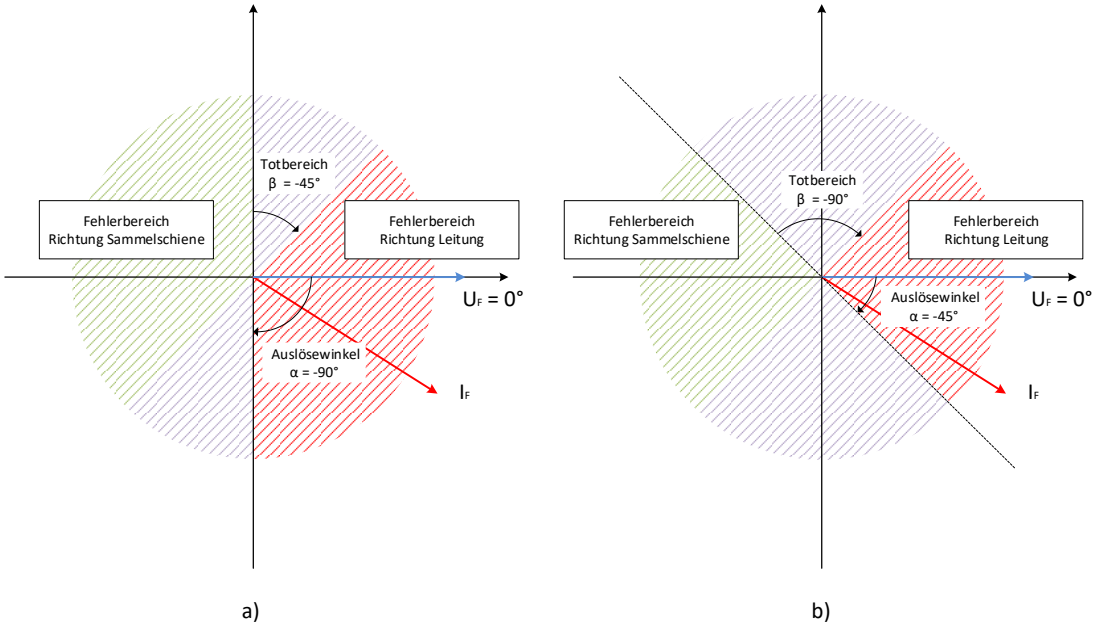


Abbildung 10: Definition der Bereiche bei der gerichteten Kurzschlusserkennung des EOR-1D für Fall a) α = -90° und β = -45° (entspricht den Default-Parametern)
Fall b) α = -45° und β = -90°

Im EOR-1D wird für die Auswertung der Kurzschlussrichtung *U* auf die reelle Achse gelegt und somit der Winkel von *I* betrachtet (analog zur Berechnung des Winkels $\varphi = \varphi_I - \varphi_U$ im EOR-1D). Elektrische Leitungen verhalten sich beim Kurzschluss ohmsch-induktiv, d.h. bei Fehler Richtung Leitung (Vorwärtsrichtung) eilt der Strom gegenüber der Spannung nach. Somit ist der Vorwärtsfehler, nach der im EOR-1D gewählten Konvention des Winkelbezugs, im 4. Quadranten zu finden und der Rückwärtsfehler im 2. Quadranten. Entsprechend sollte bei der Parametrierung von α und β der 2. und 4. Quadrant komplett abgedeckt sein. Dies ist durch die Default-Einstellung von α=-90° und β = -45° gegeben.

Zusätzlich zur einfachen Kurzschlusserkennung, kann das EOR-1D einen zweiten Kurzschluss innerhalb der Rücksetzzeit detektieren. Dieser wird im Display statt mit P-P mit 2.P-P gekennzeichnet.

Ansprechwert Strom

Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Kurzschluss → Ansprechwert]
Beschreibung	Bei diesem Parameter wird der Schwellwert festgelegt, ab dem die Kurzschlusserfassung anspricht. Die Mittelwertbildung des Stromwerts erfolgt über 2 Perioden. Bei der Aufsteckwandlerkonfiguration sind die Grenzwerte abhängig vom gewählten Stromübersetzungsverhältnis kni.

Kurzbezeichnung	Minimalwert	Maximalwert	Schrittweite	Einheit
Ansprechwert	20	2500	10	A

Ansprechzeit

Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Kurzschluss → Ansprechzeit]
Beschreibung	Wird der Ansprechwert für die Dauer der Ansprechzeit überschritten, wird die entsprechende Kurzschlussmeldung ausgegeben.

Kurzbezeichnung	Minimalwert	Maximalwert	Schrittweite	Einheit
Ansprechzeit	20	3000	20	ms

Resetzeit Kurzschluss

Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Kurzschluss → Reset KS → Resetzeit KS]
Beschreibung	Zeit für den automatischen Reset der Kurzschlussmeldung, beginnend mit Kurzschlusseintritt.

Kurzbezeichnung	Minimalwert	Maximalwert	Schrittweite	Einheit
Resetzeit KS	5 s	18 h	1 s	HH:MM:SS

Strom-Reset				
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Kurzschluss → Reset KS → Strom-reset]			
Beschreibung	Über den automatischen Stromreset werden ausschließlich Kurzschlussmeldungen automatisch zurückgesetzt, sofern der Strom auf dem Leiter L1, L2 oder L3 den eingestellten Grenzwert überschreitet. Die Funktion kann bspw. eingesetzt werden, um bei einem Wiedereinschalten nach einem Kurzschluss die Kurzschlussmeldung schon vor Ablauf der Kurzschluss-Meldungsverlängerung zurückzusetzen, damit bei einem erneuten Kurzschluss eine erneute Auswertung stattfindet.			
Kurzbezeichner	**Minimalwert**	**Maximalwert**	**Schrittweite**	**Einheit**
Stromreset	AUS bzw. 3	50	1	A

Die Parameter Richtungserkennung und Auslösewinkel werden nur angezeigt, wenn die Spannungserfassung über LRM aktiviert ist, siehe Kapitel 0.

Richtungserkennung	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Kurzschluss → Richtungserk.]
Beschreibung	Bei diesem Parameter wird festgelegt, ob eine gerichtete oder ungerichtete Kurzschlusserfassung erfolgen soll. Die gerichtete Kurzschlusserfassung ist nur bis zu einer Ansprechzeit von 1000 ms möglich. Andernfalls wird die Richtungserkennung automatisch deaktiviert.
Abhängige Parameter	Auslösewinkel
Kurzbezeichnung	**Wert**
Richtungserk.	AN/AUS

Auslösewinkel				
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Kurzschluss → Ausloesewinkel]			
Beschreibung	Unter Auslösewinkel können der Offset α des Ansprechbereichs, sowie der Totbereich β festgelegt werden (siehe			
Kurzbezeichnung	**Minimalwert**	**Maximalwert**	**Schrittweite**	**Einheit**
Offset α	-180	180	1	°
Totbereich β	α -45°	α+45°	1	°

8.2.2 Erdschlusserfassung

Es steht je nach Netztyp die Möglichkeit der Fehlererkennung mittels der Pulsortung oder mithilfe des qu2-Verfahrens (Wischer-Verfahren) zur Verfügung. Zum besseren Verständnis der Ortungsverfahren sollen im Folgenden die grundlegenden Vorgänge beim Erdschluss kurz erläutert werden.

8.2.2.1 Vorgänge beim Erdschluss

Der Erdschluss zeichnet sich dadurch aus, dass ein Leiter des Dreiphasensystems gegen Erde kurzgeschlossen wird. Hierbei bricht die Spannung des fehlerhaften Leiters ein. In den gesunden Leitern kommt es in isolierten und kompensierten Netzen zu einer Spannungsüberhöhung. Bei starr geerdeten und niederohmig geerdeten Netzen geht der Erdschluss in einen Erdkurzschluss über, bei welchem ein hoher Kurzschlussstrom über die Erde fließt. In allen Fällen tritt im Erdschlussfall durch die Unsymmetrie eine Verlagerungsspannung (vektorielle Summe der Leiterspannungen) $\underline{U}_0 = \underline{U}_{1E} + \underline{U}_{2E} + \underline{U}_{3E}$ auf, welche als Kriterium für das Eintreten eines Erdschlusses genutzt werden kann. Der Erdschluss setzt sich aus drei Vorgängen zusammen, deren Auswirkungen sich überlagern.

- Entladung des schadhaften Leiters über die Erde
- Aufladung der gesunden Leiter über die Erde
- stationär eingeschwungener Zustand

Im Folgenden werden die Vorgänge beim Erdschluss für ein Netz mit isoliertem Sternpunkt und drei Abgängen kurz erläutert.

Entladevorgang

Zunächst werden die Leiter-Erd-Kapazitäten der fehlerhaften Phase sowohl im fehlerhaften als auch in den gesunden Abgängen entladen.

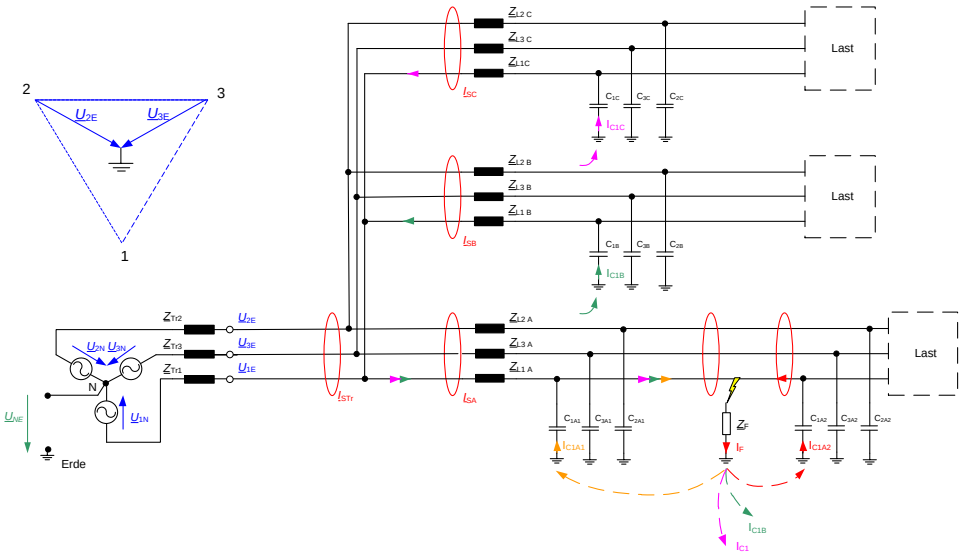


Abbildung 11: Darstellung des Entladevorgangs bei einem Stichnetz mit drei Abgängen

Maßgebend für den Verlauf der Entladung sind:

- Kapazität der erdschlussbehafteten Phase gegen Erde
- Ladezustand der Kapazität des erdschlussbehafteten Leiters
- Leitungsimpedanz zu und in den anderen Abgängen
- Impedanz der Fehlerstelle selbst bzw. der Erdung

Der Entladevorgang betrifft nur die fehlerhafte Phase und ist unabhängig von der Sternpunktbehandlung des Netzes. Der sehr hochfrequente Einschwingvorgang ist von den Kabellängen abhängig und ist umso höherfrequenter, je kürzer die Kabel sind. Er liegt meist im Bereich >10 kHz. Der Entladevorgang wird daher für die Erdschlusserfassung nicht ausgewertet.

Aufladevorgang der gesunden Phasen

In der zweiten Phase erfolgt die Aufladung der gesunden Leiter über die Erde. Durch die Aufladung erhöhen sich die Leiterspannungen der gesunden Phasen bis maximal zum Wert der verketteten Spannung (abhängig vom Übergangswiderstand). Es kommt zur sogenannten Sternpunktverschiebung.

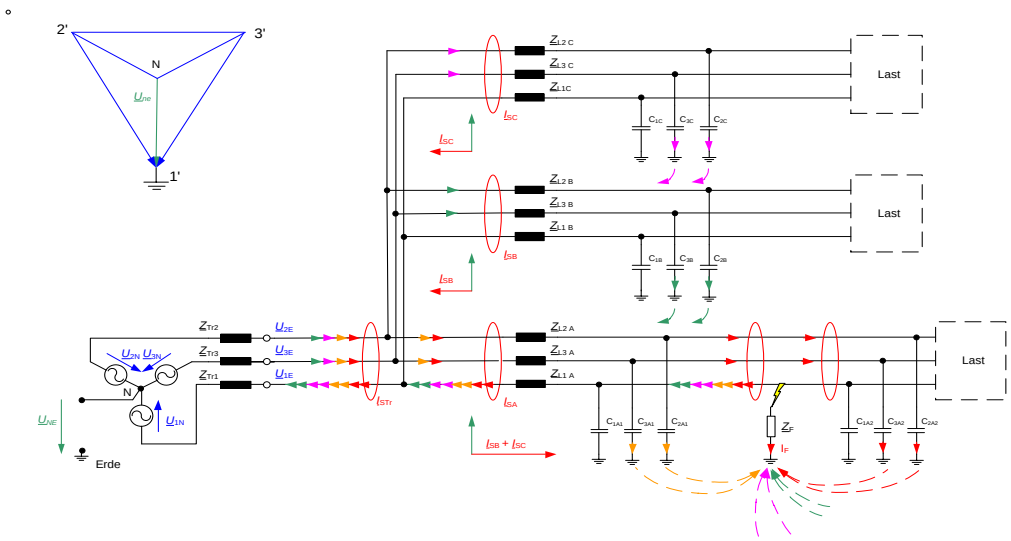


Abbildung 12: Darstellung des Aufladevorgangs bei einem Stichnetz mit drei Abgängen

Maßgebend für den Verlauf der Aufladung sind:

- Kapazität der gesunden Leiter gegen Erde
- Ladezustand der Kapazität der gesunden Phasen
- Aufladespannung
- Streuinduktivitäten des Einspeisetransformators
- Leitungsimpedanz des fehlerhaften Leiters von der Fehlerstelle bis zum Einspeisetransformator
- Impedanz der Fehlerstelle selbst, bzw. der Erdung

Die Verteiltransformatoren, bzw. die Lasten gehen nur sehr hochohmig in die Betrachtung ein und können in der ersten Näherung vernachlässigt werden. Als begrenzendes Element der Aufladeschwingung bleibt also die relativ niederohmige Streuinduktivität des Einspeisetransformators und, bei sehr weit entfernten Fehlern, die Induktivität vom Trafo bis zur Fehlerstelle.

Für die Sternschaltung kann für den Aufladevorgang eine Ersatzschaltung entsprechend Abbildung 13 verwendet werden. Eine eventuell vorhandene Dreieckschaltung des Transformators kann in eine äquivalente Sternschaltung umgewandelt werden.

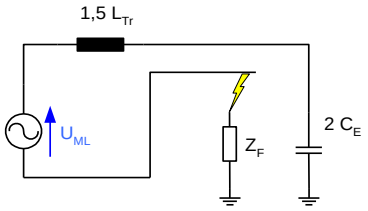


Abbildung 13: Ersatzschaltbild für den Aufladevorgang

Die Frequenz der Aufladeschwingung ergibt sich zu

$$f_A = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{L_{ers}C_{ers}}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{3\,L_{Tr}C_E}} \qquad (0.1)$$

Zur Berücksichtigung der Induktivität der Leitung von der Fehlerstelle bis zum Transformator wird diese zur Induktivität des Transformators L_{Tr} addiert. Durch Berücksichtigung der Leitungsinduktivität wird die Frequenz geringer. Ein weit entfernter Fehler liefert eine geringere Aufladefrequenz als ein sammelschienennaher Erdschluss.

Abschätzung für die Streuinduktivität über die Kurzschlussspannung und die Nennscheinleistung des Transformators:

$$X_{Tr} = \omega\, L_{Tr} = \frac{u_s\, U_n^2}{100\, S_{Tr\,n}} \approx \frac{u_k\, U_n^2}{100\, S_{Tr\,n}} \qquad (0.2)$$

Die Anfangsamplitude des Aufladestromes ergibt sich zu:

$$\hat{I}_{ZA} = 2\,\omega\, C_E\, \hat{U}_{ML}\, c_\phi = \frac{2}{3}\hat{I}_{CE}\, c_\phi \qquad (0.3)$$

Der Einfluss des Schaltaugenblicks (Winkel φ) wird mit dem Amplitudenfaktor berücksichtigt:

$$c_\phi = \sqrt{\cos^2\varphi + \left(\frac{f_A}{f}\right)^2 \sin^2\varphi} \qquad (0.4)$$

Im Maximum der Erde-Leiter Spannung des fehlerbehafteten Leiters ($\varphi = 90°$) wird $\hat{I}_{ZA} = 0{,}667\ \hat{I}_{CE}\,\frac{f_A}{f}$, beim Nulldurchgang der Erde-Leiter Spannung des fehlerbehafteten Leiters ($\varphi = 0°$) wird $c_\phi = 1$ und $\hat{I}_{ZA} = 0{,}667\ \hat{I}_{CE}$

Der Scheitelwert des Aufladestrom nimmt also mindestens den Wert $0{,}667\ \hat{I}_{CE}$ des Restnetzes (Gesamtnetz abzüglich des erdschlussbehafteten Abgangs) an.

Transiente Erdschlussortungsverfahren wie beispielsweise das qu2-Verfahren werten den Aufladevorgang aus. Die hochfrequenten Entladeschwingungen werden hierbei herausgefiltert.

Stationärer eingeschwungener Zustand

Im eingeschwungenen Zustand fließt bei einem isolierten Netz über die Fehlerstelle im Wesentlichen der 50 Hz-Anteil des kapazitiven Stromes des Netzes. Der fehlerbehaftete Leiter wird durch den Erdschluss auf Erdpotential gehalten während die Leiterspannungen der beiden gesunden Leiter auf den Wert der verketteten Spannungen erhöht bleiben (im Falle eines niederohmigen Fehlers). Der stationäre Zustand entspricht dem eingeschwungenen Zustand beim Aufladevorgang wie in Abbildung 12 dagestellt. Im isolierten Netz fließt der kapazitive Erdschlussstrom I_{CE} über die Fehlerstelle.

8.2.2.2 Das Prinzip der Erdschlusslöschung

In Mittel- und Hochspannungsnetzen werden Petersen-Spulen eingesetzt, um im Falle eines einpoligen Erdschlusses den kapazitiven Strom I_{CE} über die Fehlerstelle durch einen annähernd gleich großen aber entgegengerichteten induktiven Strom zu kompensieren. Zu diesem Zweck muss die Spule im gesunden Zustand des Netzes auf eine induktive Reaktanz X_L eingestellt werden, die näherungsweise dem kapazitiven Blindwiderstand X_C durch die Leiter-Erd-Kapazitäten des Netzes entspricht. Die reale Spule besitzt zusätzlich zur Induktivität L_P einen Wirkleitwert G_P.

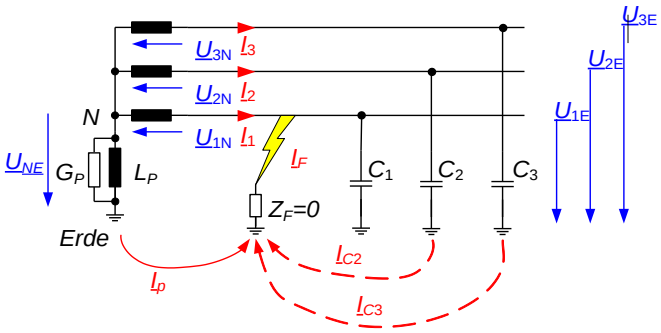


Abbildung 14: Ersatzschaltbild eines gelöscht betriebenen Netzes (mit nur einem Abgang) mit Petersen-Spule und einpoligem Erdschluss

Entspricht X_L genau X_C, fließt im Fehlerfall nur noch der sog. Wattreststrom über die Fehlerstelle. In der Regel wird die Spule nicht exakt auf den Resonanzpunkt abgestimmt (Vollkompensation), sondern leicht überkompensiert betrieben.

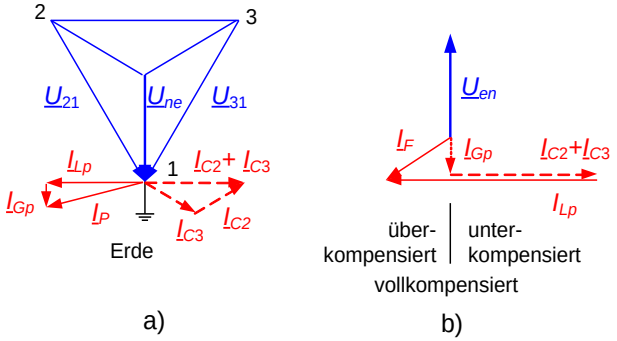


Abbildung 15: a) Vektordiagramm mit Erdschluss in Phase L1 (Übergangswiderstand 0 Ω)
b) Einfluss unterschiedlicher Abstimmpositionen auf Fehlerstrom I_F

Im kompensierten Netz fließen deutlich geringere Summenströme als im isolierten Netz, weshalb andere Methoden zur Erdschlussortung als im isolierten Netz genutzt werden müssen. Für die Auswertung des stationären Zustands in kompensierten Netzen kann die Pulsortung genutzt werden. Die Auswertung des transienten Vorgangs (Aufladevorgang) mittels qu2-Verfahren findet sowohl für isolierte als auch für kompensierte Netze Anwendung und ist daher flexibel einsetzbar.

8.2.2.3 Allgemein

Die Erdschluss-Algorithmen qu2 Wischer und Pulsortung werden grundsätzlich gestartet, sobald die Erdschlussschwelle überschritten ist. Zudem wird das Unterschreiten der Erdschlussschwelle durch den Parameter >Uerd Resetzeit verzögert.

>Uerd-Schwelle				
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Erdschluss → Allgemein → >Uerd-Schwelle]			
Beschreibung	Mit diesem Parameter wird die Erdschlussschwelle festgelegt. Mit dem Überschreiten des Schwellwertes wird die Auswertung des qu2-Wischer Verfahrens freigegeben.			
Kurzbezeichner	**Minimalwert**	**Maximalwert**	**Schrittweite**	**Einheit**
>Uerd-Schwelle	1	90	1	%

>Uerd Resetzeit				
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Erdschluss → Allgemein → >Uerd Resetzeit]			
Beschreibung	Zeit für den automatischen Reset der Meldung >Uerd, beginnend ab Unterschreiten der Erdschlussschwelle.			
Kurzbezeichner	**Minimalwert**	**Maximalwert**	**Schrittweite**	**Einheit**
>Uerd Resetzeit	5 s	18 h	1 s	HH:MM:SS

8.2.2.4 qu2 Wischer-Verfahren

Das qu2-Verfahren (Erdschlusswischer) bewertet den Aufladevorgang (vgl. Kapitel 8.2.2.1) der beiden gesunden Leiter im Erdschlussfall.

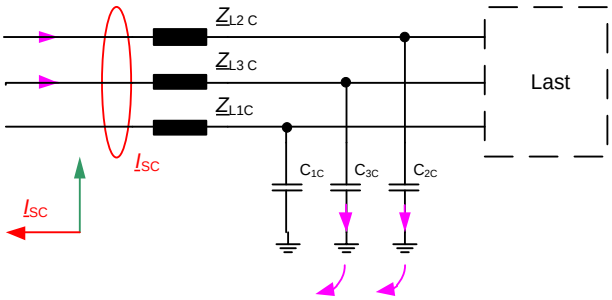


Abbildung 16: Aufladevorgang fehlerfreier Abgang

Der Verlauf der Verlagerungsspannung kann während des Aufladevorgangs vereinfacht mit $u_0(t) = \frac{1}{C}\int_0^t i_0(\tau)d\tau$ beschrieben werden. Die Verlagerungspannung baut sich erst auf, wenn ein Strom auf die Leiter-Erde-Kapazität fließt. Dieser kapazitive Strom eilt der Spannung um 90° voraus. Das Integral des Stroms kann hier als die aufgebrachte Ladung *q* interpretiert werden. Damit wird im fehlerfreien Abgang die Spannung proportional zur Ladung. Trägt man nun in einem Diagramm u_0 und *q* gegeneinander auf, dann erhält man für den fehlerfreien Abgang stets eine Gerade mit positiver Steigung.

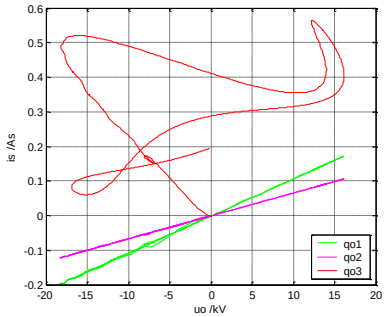


Abbildung 17: Richtungsbewertung qu2-Verfahren (fehlerhafter Abgang qo3)

Für den fehlerbehafteten Abgang erhält man, abhängig vom Fehlerwiderstand, eine Gerade mit negativer Steigung oder es erfolgt die Richtungsbewertung anhand der Rotation (entspricht der Fläche bzw. Krümmung der Kurve).

Fehlerfreier Abgang: Gerade mit positiver Steigung (Gradient)

Fehlerbehafteter Abgang: Gerade mit negativer Steigung (Gradient) bzw. Rotation

Das qu2-Verfahren verwendet im Vergleich zum konventionellen qu-Verfahren zusätzlich eine Linearisierung um den Arbeitspunkt sowie nichtlineare Filter. Dies ermöglicht auch für Ringe und vermaschte Netze eine zuverlässige Fehlerortung.

Der Ordner „Wischererkennung“, der alle Parameter des qu2 Wischer-Verfahrens beinhaltet, wird im Einstellmenü als „Deaktiviert“ beschriftet, wenn die Spannungserfassung über die LRM-Schnittstelle deaktiviert ist, siehe Kapitel 0.

Mindeststrom Ice min

Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Erdschluss → Wischererkennung →Ice, min.]
Beschreibung	Hat die Verlagerungsspannung den Schwellwert überschritten, dann muss auch ein Mindeststrom fließen, ehe das Gerät eine qu2-Meldung absetzt. Mit diesem Parameter wird die Mindestgröße des gesunden Restnetzes (Primärwert) angegeben. Der Ansprechwert kann aus dem ungelöschten Erdschlussstrom abgeschätzt werden: $$I_{ce,min} = I_{CE} \cdot 0.05$$ Bei der Aufsteckwandlerkonfiguration sind die Grenzwerte Minimalwert und Maximalwert abhängig vom gewählten Stromübersetzungsverhältnis kni.

Kurzbezeichner	Minimalwert	Maximalwert	Schrittweite	Einheit
Ice min	0	100	1	A

Resetzeit Wischer

Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen →Erdschluss → Wischererkennung → Resetzeit Wisc.]
Beschreibung	Zeit für den automatischen Reset der Meldung durch das qu2-Wischer-Verfahren. Der Timer läuft sobald die qu2 Meldung aktiv ist (wenn der Erdschluss detektiert worden ist).

Kurzbezeichnung	Minimalwert	Maximalwert	Schrittweite	Einheit
Resetzeit Wisc.	5 s	18 h	1 s	HH:MM:SS

Dauererdschluss nach				
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Erdschluss → Wischererkennung → Dauererdschluss]			
Beschreibung	Ist die Verlagerungsspannung länger als die eingestellte Zeit über der Ansprechschwelle, so wird dies als Dauer-Erdschluss erkannt. Entsprechend wird dann die Meldung „>Uerd _DE“ ausgegeben.			
Kurzbezeichner	**Minimalwert**	**Maximalwert**	**Schrittweite**	**Einheit**
Dauererdschluss	0	60	1	s

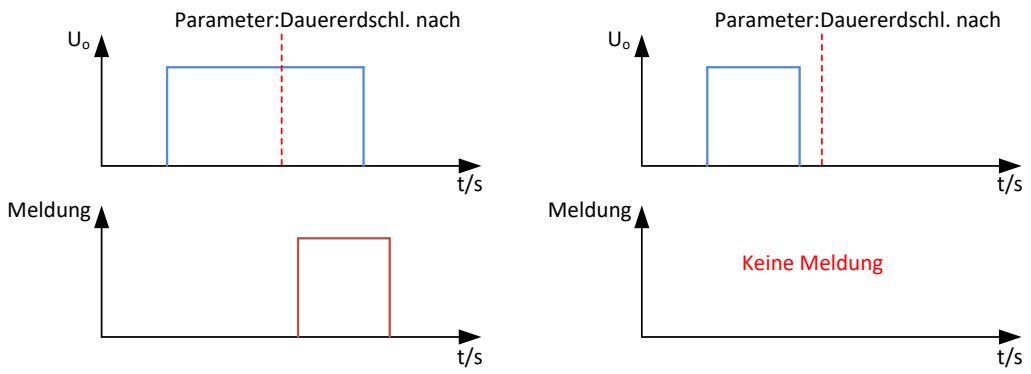


Abbildung 18: Erdschlussmeldung bei Dauererdschluss

Art der Meldung/Nachtriggerbar		
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Erdschluss → Wischererkennung → Nachtriggerbar]	
Beschreibung	Durch diesen Parameter kann zwischen zwei unterschiedlichen Arten der Wischer-Meldung ausgewählt werden: ● Nachtriggerbar (es wird immer die aktuelle Wischer-Meldung ausgegeben) ● Nicht nachtriggerbar (erste Wischer-Meldung wird gespeichert, bis zum aktiven Rücksetzen der Meldung)	
Kurzbezeichner	**Wert**	
Nachtriggerbar	AN/AUS	

Richtungsfilter	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Erdschluss → Wischererkennung → Richtungsfunkt.]
Beschreibung	Nur Wischer-Meldungen in Richtung Leitung werden gemeldet, wenn der Parameter auf „AN“ gesetzt ist. Wischer-Meldungen in Richtung Sammelschiene werden in diesem Fall unterdrückt.
Kurzbezeichner	**Wert**
Richtungsfunkt.	AN/AUS

Rot./Grad.	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Erdschluss → Wischererkennung → Rot./Grad.]
Beschreibung	Über das Verhältnis Rotation / Gradient (Rot./Grad.) wird entschieden, wann die Rotation oder der Gradient zur Richtungsbewertung herangezogen wird. Dabei gilt, wenn Rot./Grad. < eingestellter Wert wird der Gradient zum Richtungsentscheid verwendet, ansonsten die Rotation. Der Parameter ist standardmäßig auf 50 eingestellt und muss in der Regel nicht verändert werden. Änderungen sollten nur in Absprache mit A. Eberle GmbH & Co. KG vorgenommen werden.

Kurzbezeichner	**Minimalwert**	**Maximalwert**	**Schrittweite**	**Einheit**
Rot./Grad.	0	360	1	-

8.2.2.5 Pulsortung

Für der Pulsortung wird eine Takteinrichtung benötigt, die üblicherweise an der Leistungshilfswicklung der Petersenspule angeschlossen ist. Durch diese wird ein pulsierender Strom erzeugt, der nur bis zur Fehlerstelle messtechnisch erfasst werden kann. Durch das zyklische Zuschalten eines Kapazität (oder einer Induktivität) ändert sich die Verstimmung und damit der Nullstrom über den Sternpunkt. Durch das Hinzuschalten von Kondensatoren wird die Überkompensation durch die Spule reduziert, man bewegt sich auf der Resonanzkurve in Richtung Vollkompensation.

Bei **niederohmigen Fehlern** kann dieser Strom nur über die Fehlerstelle fließen. Die Spannungen der gesunden Leiter werden durch den Taktstrom hierbei nicht beeinflusst. Die kapazitiven Ströme in den gesunden Abgängen bleiben deshalb ebenfalls konstant. Eine Änderung des Nullstromes durch die Taktung ist daher nur im erdschlussbehafteten Abgang messbar.

Bei **hochohmigen Erdschlüssen** entsteht eine Kopplung zu den gesunden Abgängen. Durch die Änderung des Taktstroms über die Fehlerstelle ändert sich infolge der Fehlerimpedanz auch die Verlagerungsspannung Une und somit auch die Spannung der gesunden Leiter gegen Erde. Dies führt dazu, dass sich auch die kapazitiven Ströme der gesunden Leiter gegen Erde ändern.

Bei **klassischen Pulsortungsrelais**, welche nur die Amplitude des Stroms auswerten, können aufgrund dieses Zusammenhanges bei symmetrischer Taktung und höherohmigen Erdschlüssen die gesunden vom fehlerbehafteten Abgang nicht mehr unterschieden werden, wodurch zwingend eine unsymmetrische Taktung (bspw. Puls- Pausenverhältnis 1,5/1) verwendet werden muss. Desweiteren muss für verteilte Petersenspulen im Netz auf der gesamten Leitungslänge zwingend eine Überkompensation eingehalten werden, siehe Abbildung 19. Der Grad der Überkompensation im Umspannwerk ist hierbei auf die Leitungslänge nicht konstant, sondern verringert sich mit zunehmender Distanz durch das I_{CE} der Leitung.

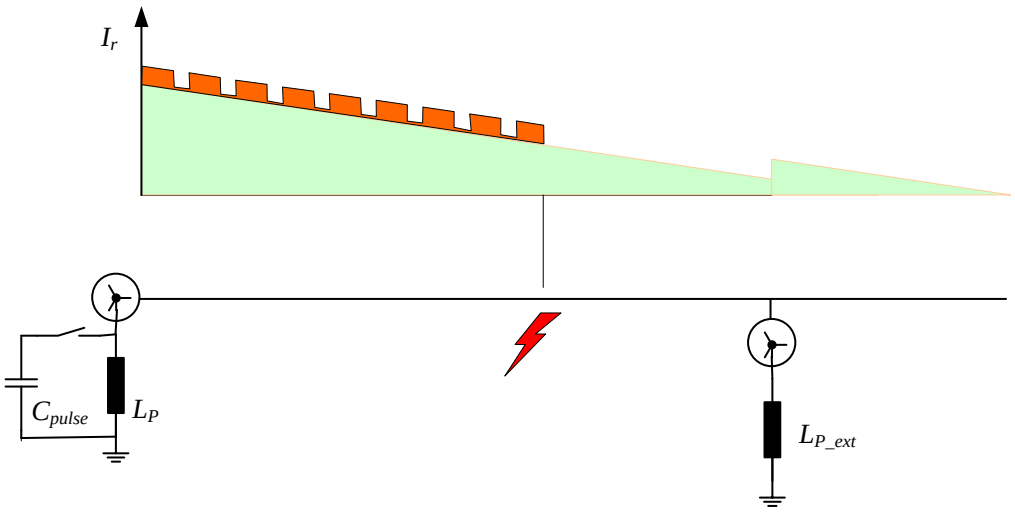


Abbildung 19: Klassische Pulsortungsrelais - Überkompensationsbedingung mit und ohne verteilten Petersenspulen im Netz

Der **Pulsortungs-Algorithmus des EOR-1D** hingegen wertet nicht nur die Amplitude des Stroms sondern auch die Winkelinformation der Phasenströme aus, wodurch der fehlerhafte Abgang sowohl bei symmetrischem als auch unsymmetrischem Takt erkannt wird. Des Weiteren entfällt die strikte Überkompensationsbedingung entsprechend Abbildung 19. D.h. die Pulsortung ist unabhängig von der Verstimmung der Spule (sowohl überkompensiert als auch unterkompensiert ist möglich) sowie der distanzabhängigen Verstimmung der Leitung, siehe Abbildung 20.

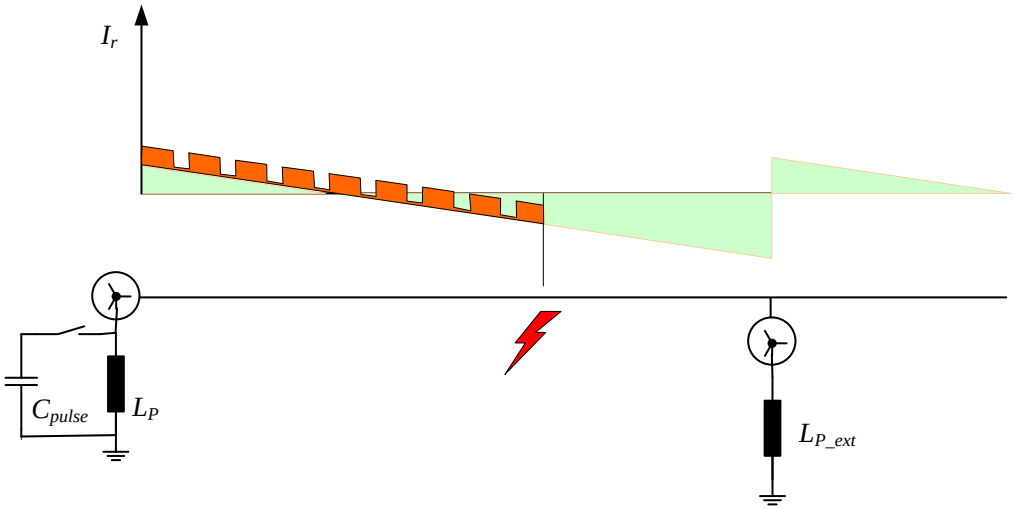


Abbildung 20: Pulsortungs-Algorithmus EOR-1D – keine Überkompensationsbedingung mit und ohne verteilten Petersenspulen im Netz

Mindeststromhub				
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Erdschluss → Pulsortung → Mindeststromhub]			
Beschreibung	Bei diesem Parameter wird die minimale Stromamplitude des gepulsten Signals abgefragt. Es wird automatisch der Wirkstrom und Blindstromanteil berechnet, um das enthaltene ΔI_c zu ermitteln. Die Mittelwertbildung des Stromwerts erfolgt über 5 Perioden. Bei der Aufsteckwandlerkonfiguration sind die Grenzwerte Minimalwert und Maximalwert abhängig vom gewählten Stromübersetzungsverhältnis kni.			
Kurzbezeichnung	**Minimalwert**	**Maximalwert**	**Schrittweite**	**Einheit**
Mindeststromhub	1	100	1	A

Takt einstellen

Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Erdschluss → Pulsortung → Takt einstellen]
Beschreibung	Der Fehlerstromanzeiger fragt die Einschaltzeit und danach automatisch die Ausschaltzeit ab, welcher durch Drücken des Drehtasters gespeichert wird. Für eine korrekte Parametrierung des Pulsortungsverfahrens muss die Summe von Taus und Tein der Summe von Einschaltzeit und Ausschaltzeit der Takteinrichtung entsprechen. Dabei ist es unerheblich ob der Parameter Tein oder Taus der Einschaltzeit der Takteinrichtung entsprechen, da sowohl ein Anstieg des Stromes (Zuschalten einer Kapazität bei Unterkompensation oder Zuschalten einer Induktivität bei Überkompensation) als auch ein Absinken (Zuschalten einer Kapazität bei Überkompensation oder Zuschalten einer Induktivität bei Unterkompensation) als „Takt ein“ vom Algorithmus interpretiert werden kann. Hierdurch werden versehentliche Fehlparametrierungen durch Vertauschen von Taus und Tein automatisch vermieden. Beispiele: Unsymmetrischer Takt: 1,5 s zu 1 s = ∑2,5s Symmetrischer Takt: 1,25s zu 1,25s = ∑ 2,5s Für die Parametrierung muss in letzterem Fall 1,3 s zu 1,2 s eingestellt werden.

Kurzbezeichner	Minimalwert	Maximalwert	Schrittweite	Einheit
Einschaltzeit	500	2000	100	ms
Ausschaltzeit	500	2000	100	ms

Pulsquote

Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Erdschluss → Pulsortung → Pulsquote]
Beschreibung	Mit dem Parameter Pulsquote wird festgelegt wie viele Pulse in einer Pulsfolge erkannt werden müssen. Beispiel: 3 von 5. Dies bedeutet, dass eine Pulsfolge von 5 x (Einschaltzeit + Ausschaltzeit) überprüft werden und hiervon mindestens 3 Pulse richtig erkannt werden müssen. Es wird automatisch erst die Gesamtzahl der Pulse in der Parametrierung eingegeben, danach die Anzahl der mindestens richtig erkannten Pulse abgefragt.

Kurzbezeichner	Minimalwert	Maximalwert	Schrittweite	Einheit
Beobachtungsfenster	1	10	1	-
Mind. erfolgreich erkannte Pulse	1	10	1	-

Resetzeit Pulsortung				
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Erdschluss → Pulsortung → Resetzeit Puls]			
Beschreibung	Zeit für den automatischen Reset der Meldung durch das Pulsortungsverfahren.			
Kurzbezeichnung	**Minimalwert**	**Maximalwert**	**Schrittweite**	**Einheit**
Resetzeit Puls	5 s	18 h	1 s	HH:MM:SS

8.2.3 Fernmeldung

8.2.3.1 Relaisfunktion

Relais 1 / Relais 2	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Fernmeldung → Relaisfunktion → Relais 1 / Relais 2]
Beschreibung	Der Fehlerstromanzeiger EOR-1D verfügt über zwei Relais, denen verschiedene Funktionen zugewiesen werden können. Das Menü führt den Benutzer automatisch durch die Einstellmöglichkeiten, indem jeder notwendige Parameter abgefragt wird. Die ausgewählten Funktionen werden verodert. Die Wischzeiteinstellung wird nur bei Kontaktart „Wischkontakt“ für das jeweilige Relais angezeigt und dient zur Eingabe der Wischzeit.
Kurzbezeichner	**Auswahlmöglichkeiten**
Relais 1 / Relais 2	• >Uerd Dauererdschluss (DE) • >Uerd • Wischer DE Richtung Sammelschiene ↑ • Wischer DE Richtung Leitung ↓ • Wischer Richtung Sammelschiene ↑ • Wischer Richtung Leitung ↓ • Kurzschluss Richtung Sammelschiene ↑ • Kurzschluss Richtung Leitung ↓ • Kurzschluss ungerichtet ↓↑ • Batterie Status • Reserviert (nicht wählbar) • Pulsortung

Kontaktart (für Relais 1 und Relais 2 vorhanden)	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Fernmeldung → Relaisfunktion → Kontaktart]
Beschreibung	Hier kann die Kontaktart der Relais 1+2 ausgewählt werden. Dauerkontakt: Bei der Kontaktart Dauerkontakt spricht das Relais solange an, bis ein Reset erfolgt. Wischkontakt: Bei der Kontaktart Wischkontakt sprechen die Relais für eine definierte Zeit nach Eintritt des Ereignisses an und fallen anschließend wieder ab. Die Wischzeit für das entsprechende Relais wird direkt nach der Auswahl „Wischkontakt“ eingegeben. Sofortmodus: Im Sofortmodus spricht das Relais solange an, wie das Ereignis besteht und wird danach sofort zurückgesetzt. (<100ms)
Kurzbezeichner	**Auswahlmöglichkeiten**
Kontaktart Relais 1 / Relais 2	• Dauerkontakt • Wischkontakt • Sofortmodus

8.2.3.2 Modbus RS485

Adresse				
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Fernmeldung → Modbus RS485 → Adresse]			
Beschreibung	Slave Adresse des EOR-1D im Modbus RS485 Protokoll.			
Kurzbezeichner	**Minimalwert**	**Maximalwert**	**Schrittweite**	**Einheit**
MODBUS Adresse	1	247	1	-

Baudrate		
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Fernmeldung → Modbus RS485 → Baudrate]	
Beschreibung	Übertragungsgeschwindigkeit der Modbus RS485 Schnittstelle.	
Kurzbezeichner	**Werte**	**Einheit**
MODBUS Baudrate	• 9600 • 19200 • 38400	Baud

Paritybit	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Fernmeldung → Modbus RS485 → Paritybit]
Beschreibung	Paritybit der Modbus RS485 Schnittstelle.
Kurzbezeichner	**Werte**
Paritybit	• Kein Paritybit (2 Stoppbits) • Gerade (1 Stoppbit) • Ungerade (1 Stoppbit)

Registerzuordnung	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Fernmeldung → Modbus RS485 → Reg. Zuordnung]
Beschreibung	Auswahl verschiedener Registerzuordnungen (Datenpunktslisten), siehe auch Kapitel 9.3 und 9.4.
Kurzbezeichner	**Werte**
Reg. Zuordnung	• Standard • SNH 1.4

Modbus Modus	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Fernmeldung → Modbus RS485 → Modbus Modus]
Beschreibung	Im Modus „Auto an/aus“ wird die Modbus Schnittstelle 30 s nach Wegfall der externen Versorgungsspannung in den Schlafmodus versetzt. Sollte ein Befehl kommen, weckt dieser den Modbus auf, der erste Befehl wird aber verpasst. Alle nachfolgenden Befehle werden wieder direkt verarbeitet. Nach 30 Sekunden ohne neuen Befehl schaltet sich der Modbus wieder aus. Im Modus „Perm. aus“ ist die Modbus Schnittstelle permanent deaktiviert. Im Modus „Battbetr. Aus“ wird die Modbus Schnittstelle nach 30 Sekunden nach Wegfall der Versorgungsspannung in den Schlafmodus gesetzt und kann nicht mehr geweckt werden. Liegt wieder Versorgungsspannung an, ist die Modbus-Schnittstelle wieder aktiv. Es kann immer nur ein Modus ausgewählt werden.
Kurzbezeichner	**Werte**
Modbus Modus	• Auto an/aus • Perm. aus • Battbetr. aus

Debug Modus	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Fernmeldung → Modbus RS485 → Modbus Modus → Debug Modus]
Beschreibung	Die Einträge des Logbuchs, welche standardmäßig auf die SD-Karte geschrieben werden, können alternativ über die RS485 Schnittstelle online ausgegeben werden. Eine Modbus RS485 Kommunikation ist bei aktiviertem Debug Modus nicht möglich. Die Kommunikationsparameter der RS485 Schnittstelle im Debug Modus entsprechen den für Modbus gewählten Einstellungen. Der Debug Modus schaltet sich nach 3 Stunden automatisch aus.
Kurzbezeichner	**Werte**
Debug Modus	AN / AUS

8.2.4 Spannungserfassung

Zur Erfassung der Stromfluss- und Fehlerstromrichtung kann eine LRM Schnittstelle mit dem Anzeiger verbunden werden, siehe auch Kapitel 7.3.

Das EOR-1D stellt keine zweite Koppelkapazität zur Verfügung, um die Spannung über einen kapazitiven Stützer zu messen. Es muss ein dafür geeignetes Gerät verwendet werden, welches eine geeignete Koppelkapazität zur Verfügung stellt (bspw. Capdis oder WEGA Systeme). Das EOR-1D kann lediglich parallel an ein solches System angeschlossen werden.

Wird die Spannungserfassung aktiviert, muss auch zwingend eine Spannungsmessung angeschlossen sein. Ist dies nicht der Fall, kann es auch zu Abweichung in den Strommesswerten kommen. Zudem blinkt die rote LED des EOR-1D, sofern keine Spannung gemessen wird und das EOR-1D über Hilfsspannung versorgt wird.

Spannungserfassung einschalten				
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Spannung → Spg. ueber LRM]			
Beschreibung	Ist die Spannungserfassung aktiviert, wird im Hauptmenü die Stromflussrichtung durch ein Vorzeichen angezeigt. Zudem sind der gerichtete Kurzschluss und das qu2 Wischer-Verfahren im Einstellmenü sichtbar und können genutzt werden.			
Kurzbezeichner	**Wert**			
Spg. ueber LRM	AN/AUS			

Nennspannung				
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Spannung → Nennspannung]			
Beschreibung	Die Nennspannung (Phase - Phase) wird auf den Übersichtsanzeigen der Spannung mit angezeigt und dient für die Kalibrierung der Leiter L1/L2/L3 als Richtwert.			
Kurzbezeichner	**Minimalwert**	**Maximalwert**	**Schrittweite**	**Einheit**
Nennspannung	0,4	36	0,1	kV

Spannungserfassung L1/L2/L3 kalibrieren				
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Einstellungen → Spannung → Kal. Spg. Lx]			
Beschreibung	Um die Phasenspannungen am EOR-1D möglichst exakt zu messen, können alle Phasenspannungen einzeln kalibriert werden. Hierzu muss an der LRM Schnittstelle Spannung anliegen. Anschließend kann für jeden Leiter die aktuell auf einem Referenzgerät gemessene Primärspannung eingestellt werden.			
Kurzbezeichner	**Minimalwert**	**Maximalwert**	**Schrittweite**	**Einheit**
Kal. Spg. L1/L2/L3	0,5	36	0,1	kV

8.3 Test und Reset

Testfunktion Kurzschluss Rückwärtsrichtung	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Test/Reset → Kurzschl. Test → Testrichtung ↑]
Beschreibung	Über dieses Menü kann eine Fehleranzeige simuliert werden. Es wird auf allen drei Leitern ein Kurzschluss in Rückwärtsrichtung sowie ein ungerichteter Kurzschluss gemeldet.

Testfunktion Kurzschluss Vorwärtsrichtung	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Test/Reset → Kurzschl. Test → Testrichtung ↓]
Beschreibung	Über dieses Menü kann eine Fehleranzeige simuliert werden. Es wird auf allen drei Leitern ein Kurzschluss in Vorwärtsrichtung sowie ein ungerichteter Kurzschluss gemeldet.

Testfunktion Erdschluss Rückwärtsrichtung	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Test/Reset → Erdschl. Test → Testrichtung ↑]
Beschreibung	Über dieses Menü kann eine Fehleranzeige simuliert werden. Es wird auf allen drei Leitern ein Erdschluss in Rückwärtsrichtung sowie ein ungerichteter Erdschluss gemeldet. Die Meldungen >Uerd sowie die Dauererdschlussmeldungen werden nicht simuliert.

Testfunktion Erdschluss Vorwärtsrichtung	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Test/Reset → Erdschl. Test → Testrichtung ↓]
Beschreibung	Über dieses Menü kann eine Fehleranzeige simuliert werden. Es wird auf allen drei Leitern ein Erdschluss in Vorwärtsrichtung sowie ein ungerichteter Erdschluss gemeldet. Die Meldungen >Uerd sowie die Dauererdschlussmeldungen werden nicht simuliert.

Reset Funktion	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Test/Reset → Reset]
Beschreibung	Bei einer Fehleranzeige kann ein manueller Reset über diesen Menüpunkt erfolgen. Alternativ können Fehleranzeigen auch über Modbus, den Reset-Binäreingang oder die jeweilige Resetzeit zurückgesetzt werden.

CT Log bei Test	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Test/Reset → CT Log bei Test]
Beschreibung	Es kann ausgewählt werden, ob bei einer simulierten Fehleranzeige ein Comtrade Log angelegt werden soll oder nicht.

Selbsttest	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Test/Reset → Selbsttest]
Beschreibung	Das Gerät führt einen Selbsttest durch. Hierbei wird bspw. auch die aktuelle Batteriespannung außerhalb des üblichen Intervalls (täglich 09:00 Uhr) überprüft und das Ergebnis anschließend im Display mitgeteilt.

8.4 System

8.4.1 Allgemein

Info/Werksreset	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → System → Info/Werksres.]
Beschreibung	Über dieses Menü können Informationen über die Hardwareversion, die Firmware Version und das Produktionsdatum abgefragt werden. Durch Drücken des Tasters im Menü Info/Werksreset für 5 s wird das Gerät auf Werkseinstellungen zurückgesetzt. Nach dem Werksreset wird auch die Wandlerauswahl standardmäßig auf „SR55“ (Rogowski-Ensor) zurückgesetzt. Wird der Aufsteckwandler genutzt, muss auch das Übersetzungsverhältnis kni neu parametriert werden.

Sprache	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → System → Sprache]
Beschreibung	In diesem Menü kann die Anzeigesprache geändert werden. Je nach Firmware Version stehen verschiedene Sprachen zur Verfügung.
Kurzbezeichner	**Wert**
Sprache	• Deutsch • Englisch

8.4.2 Datum und Uhrzeit

Uhrzeit				
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → System → Datum/Uhrzeit → Uhrzeit]			
Beschreibung	In diesem Menü wird die Uhrzeit eingestellt und in der Echtzeituhr gespeichert. Es wird immer das 24h Format genutzt. Die Uhrzeit wird in der Comtrade- und Log-Funktion genutzt. Es findet keine Sommer-/Winterzeit Umstellung statt.			
Kurzbezeichner	**Minimalwert**	**Maximalwert**	**Schrittweite**	**Einheit**
Stunden	0	23	1	Stunden
Minuten	0	59	1	Minuten
Sekunden	0	59	1	Sekunden

Datum				
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → System → Datum/Uhrzeit → Datum]			
Beschreibung	In diesem Menü wird das Datum eingestellt und in der Echtzeituhr gespeichert. Es wird zuerst der Monat, dann der Tag und dann das Jahr eingestellt. Das Datum wird in der Comtrade- und Log-Funktion genutzt.			
Kurzbezeichner	**Minimalwert**	**Maximalwert**	**Schrittweite**	**Einheit**
Monat	1	12	1	Monat
Tag	1	28,30,31	1	Tag
Jahr	[20]00	[20]99	1	Jahr

8.4.3 Weitere Einstellungen

8.4.3.1 Einstellcode

Einstellcode ändern			
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → System → Weitere Einstellungen → Einstellcode]		
Beschreibung	Alle Einstellungen werden durch einen Einstellcode gegen unbeabsichtigte Änderungen geschützt. Dieser Code kann am Gerät geändert werden. **Werksseitig wird das Gerät mit dem Code „111“ ausgeliefert.** Der neue Code muss durch eine zweite Eingabe bestätigt werden.		
Kurzbezeichner	**Minimalwert**	**Maximalwert**	**Schrittweite**
Code	0	999	1

8.4.3.2 LCD

Kontrast ändern			
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → System → Weitere Einstellungen→ LCD Kontrast]		
Beschreibung	Sollte die Sichtbarkeit des Displays nicht optimal sein, kann der Kontrast angepasst werden.		
Kurzbezeichner	**Minimalwert**	**Maximalwert**	**Schrittweite**
Kontrast	0	18	1

8.4.3.3 Stromwandlerauswahl

Wandlerauswahl	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → System → Weitere Einstellungen → Wandlerauswahl]
Beschreibung	Mit diesem Parameter können die verwendeten Stromwandler ausgewählt werden. Für den Aufsteckwandler wird bei Auswahl im nächsten Schritt der Wandlerfaktor kni festgelegt. Für einen kni von 1 (Defaultwert) werden die Messwerte als Sekundärwerte in mA angezeigt.
Kurzbezeichner	**Wert**
Wandler	• SR55 • Aufsteckwandler

8.4.3.4 Batterie

Batteriewarnung	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → System → Weitere Einstellungen → Batteriewarnung]
Beschreibung	Mit diesem Parameter kann eingestellt werden, wann eine Batteriewarnung abgegeben wird. Der Parameter gibt die Restladung der Batterie in Prozent an. Ist die Meldung des Batterieresets auf einen der beiden Relaisausgänge gelegt, erfolgt die Relaismeldung um 9:00 Uhr.

Batteriereset/Batteriestatus	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → System → Weitere Einstellungen → Batteriereset]
Beschreibung	Mit diesem Parameter muss der Batteriezähler zurückgesetzt werden, wenn die Batterie getauscht wird. Hier werden auch der aktuelle Status sowie der Ladezustand der Batterie angezeigt. Die Batterieladung wird aufgrund verschiedener Parameter berechnet und der Ladezustand gespeichert. Bei einem Austausch der Batterie muss dieser Zähler zurückgesetzt werden. Der Batteriereset kann durch das längere Drücken des Tasters im Menü Batterriereset erreicht werden. Ein Zähler informiert, wie lange der Taster noch gedrückt werden muss.

8.4.4 Bedienungsanleitung

Bedienungsanleitung	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → System → Bedienungsanleitung
Beschreibung	Über dieses Menü kann ein QR-Code aufgerufen werden. Durch Scannen des QR-Codes gelangt man zur Verlinkung der aktuellen Bedienungsanleitung.

8.5 Display ausschalten

Display aus	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → Display aus]
Beschreibung	Durch wählen dieses Menüpunkts wird das Display ausgeschaltet. Alle anderen Funktionen des Geräts bleiben erhalten. Durch den nächsten Tastendruck wird das Display wieder aktiviert.

8.6 SD Karte

Die SD Karten Funktion steht nur bei vorhandener Spannungsversorgung zur Verfügung.

8.6.1 Parameter Konfiguration auf SD Karte sichern und kopieren

Parameter Konfiguration von SD-Karte auf EOR-1D laden	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → SD Karte → „Konf. SD --> EOR“]
Beschreibung	Um eine schnelle und sichere Konfiguration zu ermöglichen, kann das EOR-1D alle Einstellungen auf eine SD Karte kopieren. Diese Konfiguration kann dann von anderen EOR-1D eingelesen werden. Wird dieser Menüpunkt ausgeführt, wird die aktuelle Parametrierung von der SD Karte gelesen.

Parameter Konfiguration von EOR-1D auf SD-Karte schreiben	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → SD Karte → „Konf. EOR --> SD“]
Beschreibung	Um eine schnelle und sichere Konfiguration zu ermöglichen, kann das EOR-1D alle Einstellungen auf eine SD Karte kopieren. Diese Konfiguration kann dann von anderen EOR-1D eingelesen werden. Wird dieser Menüpunkt ausgeführt, wird die aktuelle Parametrierung auf die SD Karte geschrieben.

8.6.2 Störschrieb auf SD Karte im Comtrade Format speichern

Comtrade Log	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → SD Karte → Comtrade Log]
Beschreibung	Im Fehlerfall wird ein Comtrade Log auf die SD Karte geschrieben. Bei dieser Funktion wird beim Drücken des Drehtasters ein Störschrieb auf der SD Karte angelegt.

8.6.3 Firmware Update über SD Karte

HINWEIS!	**Undefinierter Firmwarezustand!** Wenn während des Firmwareupdates die Spannungsversorung unterbrochen wird, kommt es zu einem undefinierten Firmwarezustand und das Gerät muss zur Reparatur eingesendet werden. ➲ Achten Sie darauf, dass während des Update-Vorgangs auf keinen Fall die Versorgungsspannung unterbrochen wird.

HINWEIS!	**Existierende Parameterdatei auf SD-Karte wird während Firmware-Update überschrieben!** Bei Firmware-Updates wird ein bereits auf der SD-Karte befindliches Parameterfile mit der aktuellen Parametrierung des Geräts zum Zeitpunkt des Updates überschrieben. ➲ Nutzen Sie für die Firmware-Update Datei und eine vorkonfigurierte kundenspezifische Parameterdatei zwei unterschiedliche SD-Karten.

Firmware Update	
Menüschritte	[Startseite → Hauptmenue → SD Karte → FW Update]
Beschreibung	Mit Hilfe einer SD Karte kann die Firmware des Anzeigers aktualisiert werden. Dafür ist es notwendig die neue Firmware (image.hex) in das Grundverzeichnis der SD Karte zu kopieren. In dem Menüpunkt „Firmware Update“ wird die aktuelle und neue Firmware Version angezeigt. Um ein Firmware Update durchzuführen, muss der Taster im FW Update Menü für 5 Sekunden gedrückt werden. Ein Zähler informiert, wie lange der Taster noch gedrückt werden muss. Das Display schaltet sich aus und die rote und grüne LED leuchten/blinken. Nach einem erfolgreichen Update startet das Gerät automatisch neu. Beim Firmware Update bleiben die eingestellten Parameter erhalten und werden nicht zurückgesetzt.

9. Modbus Protokoll

Das EOR-1D verfügt über eine serielle Modbus Schnittstelle, über welche das Gerät auch parametriert werden kann.

9.1 Modbus Modus

Die verschiedenen Modbus Modi werden im Kapitel 8.2.3.2 genauer erläutert.

9.2 Technische Daten Modbus Schnittstelle

Subjekt	Beschreibung
Typ	• Zweidraht RS485 Anbindung (nicht isoliert) • Modbus RTU Mode
Baudrate	• 9600 • 19200 • 38400
Modi	• 1 Start / 8 Bits / gerade Parität / 1 Stopp: Gesamt 11 Bits • 1 Start / 8 Bits / ungerade Parität / 1 Stopp: Gesamt 11 Bits • 1 Start / 8 Bits / keine Parität / 2 Stopp: Gesamt 11 Bits
Adressbereich	• 1 bis 247
Funktionen	• Funktion 03 (0x03): Register lesen • Funktion 06 (0x06): Register schreiben • Funktion 08 (0x08): Diagnose (nur Echo)
Byte-Struktur	• HI-Byte: 0bX15X14X13X12X11X10X09X08 • LO-Byte: 0bX07X06X05X04X03X02X01X00 • (reservierte Bits werden mit '0' zurückgemeldet)

9.3 Datenpunktsliste - Registerzuordnung “Standard”

Register dec	Register hex	R/W	Einheit	Wertebereich	Beschreibung	Firmware Version
Auslöseparameter (Register 1 bis 100)						
1	0x0001	R/W	A	20 bis 2500 * Schritt: 10	Kurzschluss: Ansprechwert 0 = AUS *Rogowskiwandler; bei Aufsteckwandler abhängig von kni	8
9	0x0009	R/W	ms	20 bis 3000 Schritt: 20	Kurzschluss: Ansprechzeit	28
13	0x000D	R/W	A	0 bis 30 *	Pulsortung: Mindeststromhub 0 = AUS *Rogowskiwandler; bei Aufsteckwandler abhängig von kni	28
14	0x000E	R/W	ms	500 bis 2000 Schritt:100	Pulsortung: Einschaltzeit	28
15	0x000F	R/W	ms	500 bis 2000 Schritt:100	Pulsortung: Ausschaltzeit	8
16	0x0010	R/W		1 bis 10	Pulsortung: Beobachtungsfenster (Pulsquote)	8
17	0x0011	R/W		1 bis 10	Pulsortung: Mindestens erfolgreich detektierte Pulse in Beobachtungsfenster (Pulsquote)	8
18	0x0012	R/W	AN/ AUS	0 oder 1	Spannungserfassung durch LRM-Schnittstelle	22
19	0x0013	R/W	AN/ AUS	0 oder 1	Gerichtete Fehlererkennung (Erdschluss und Kurzschluss)	22
20	0x0014	R/W	°	-180 bis +180	Kurzschluss: Auslösewinkel Offset	34
21	0x0015	R/W	°	-90 bis +90	Kurzschluss: Auslösewinkel Totbereich	34
32	0x0020	R/W	A	1 bis 100 * 0 = AUS	qu2-Wischer: Stromschwelle $I_{CE,min}$ 0 = AUS *Rogowskiwandler; bei Aufsteckwandler abhängig von kni	36
33	0x0021	R/W	%	1 bis 90	qu2-Wischer: >U_{erd} Erdschlussschwelle	38
34	0x0022	R/W	AN/ AUS	0 oder 1	qu2-Wischer: Richtungsfunktion (nur Meldungen Richtung Leiter)	36
35	0x0023	R/W	AN/ AUS	0 oder 1	qu2-Wischer: Nachtriggerbarkeit	36
36	0x0024	R/W	s	0 bis 60	qu2-Wischer: Dauererdschluss nach 0 = AUS	36
37	0x0025	R/W		0 bis 360	qu2-Wischer: Rot./Grad. 0 = AUS	36

40	0x0028	R/W	V	500 bis 36000 Schritt:100	Nennspannung (Leiter-Leiter)	36
Rücksetzkonfiguration (Registers 101 bis 200)						
102	0x0066	R/W	A	2 bis 50	Stromreset (L1) 2 = AUS	
106	0x006A	R/W	s	5 bis 64799	Kurzschluss: Rücksetzzeit	10
107	0x006B	W	s	5 bis 64799	Erdschluss: Rücksetzzeit	36
108	0x006C	R/W	s	5 bis 64799	Pulsortung: Rücksetzzeit	36
110	0x006E	R/W	s	5 bis 64799	qu2-Wischer: Rücksetzzeit	36
111	0x006F	R/W	s	5 bis 64799	>U_{erd}: Rücksetzzeit	36
Anzeigerstatus (Register 201 bis 300)						
201	0x00C9	R	%	0 bis 100	Batterieladung	
202	0x00CA	R/W	%	10 bis 90 (Schritte:5)	Ladungslevel für Batteriewarnung	
203	0x00CB	R	-	0 bis 65535	Status Zusammenfassung 1 X_{00} = Kurzschluss allgemein (1=ja/ 0=nein) X_{01} = KS Leiter 1 (1=ja / 0=nein) X_{02} = KS Leiter 2 (1=ja / 0=nein) X_{03} = KS Leiter 3 (1=ja / 0=nein) X_{04} = Erdschluss (1=ja / 0=nein) X_{05} = Erdschluss Phase 1 (1=ja / 0=nein) X_{06} = Erdschluss Phase 2 (1=ja / 0=nein) X_{07} = Erdschluss Phase 3 (1=ja / 0=nein) X_{08} = reserviert X_{09} = Batterieladung <20% (1=yes / 0=no) X_{10} = Externe Spannungsversorgung (1=yes / 0=no) X_{11} bis X_{14} = reserviert X_{15} = Gerätemodus (1=Anzeige / 0=Standby)	 8 8 8 8 8 38 38 38 - 34 8 - 8
204	0x00CC	R/W	-	0 oder 1	Anzeige in Standy- oder Anzeigemodus 0 = Anzeiger in Standby-Modus 1 = Anzeiger testen/ Anzeiger in Anzeigemodus	8
206	0x00CE	R	-	10 bis 65535	Firmware-Version	8

221	0x00DD	R	-	0 bis 15	Kurzschlussstatus Leiter 1 Alle Bits null = Kein Fehler erkannt X_{00} = Fehler erkannt, Richtung unbekannt (1=ja / 0=nein) X_{01} = Fehler in Richtung Sammelschiene erkannt (1=ja / 0=nein) X_{02} = Fehler in Richtung Leitung erkannt (1=ja / 0=nein) X_{03} = zweiter Fehler innerhalb der Rücksetzzeit erkannt (1=ja / 0=nein)	28
222	0x00DE	R	-	0 bis 15	Kurzschlussstatus Leiter 2 *Analog zu Register 221*	28
223	0x00DF	R	-	0 bis 15	Kurzschlussstatus Leiter 3 *Analog zu Register 221*	28
224	0x00E0	R	-	0 bis 65535	Erdschlussstatus Leiter 1 X_{00} = Fehler erkannt, Richtung unbekannt X_{01} = Fehler in Richtung Sammelschiene erkannt X_{02} = Fehler in Richtung Leitung erkannt X_{03} bis X_{07} = reserviert X_{08} = Fehlererkennung Pulsortung X_{09} = reserviert X_{10} = Fehlererkennung qu2-Verfahren X_{11} = Fehlererkennung qu2-Verfahren DE	 36 38 38 - 36 - 38 38
225	0x00E1	R	-	0 bis 65535	Erdschlussstatus Leiter 2 *Analog zu Register 224*	36/38
226	0x00E2	R	-	0 bis 65535	Erdschlussstatus Leiter 3 *Analog zu Register 224*	36/38
227	0x00E3	R	-	0 bis 65535	Erdschlussstatus und Richtungsanzeige aller Leiter X_{00} = Fehler erkannt, Richtung unbekannt X_{01} = Fehler in Richtung Sammelschiene erkannt X_{02} = Fehler in Richtung Leitung erkannt X_{08} = Fehlererkennung Pulsortung X_{09} = reserviert X_{10} = Fehlererkennung qu2-Verfahren X_{11} = Fehlererkennung qu2-Verfahren (Dauererschluss) X_{12} = >Uerd X_{13} = >Uerd (Dauererdschluss)	36
230	0x00E6	R	°	+/- 180	Phasenwinkel Leiter 1	28
231	0x00E7	R	°	+/- 180	Phasenwinkel Leiter 2	28
232	0x00E8	R	°	+/- 180	Phasenwinkel Leiter 3	36
233	0x00E9	R	°	+/- 180	Phasenwinkel U0 und I0	36
240	0x00F0	R	V	0 bis 65535	Spannung Leiter 1	28
241	0x00F1	R	V	0 bis 65535	Spannung Leiter 2	28
242	0x00F2	R	V	0 bis 65535	Spannung Leiter 3	28
243	0x00F3	R	V	0 bis 65535	Verlagerungspannung U0	36
245	0x00F5	R	A	0 bis *	Strommessung L1	34

246	0x00F6	R	A	0 bis *	Strommessung L2	34
247	0x00F7	R	A	0 bis *	Strommessung L3	34
248	0x00F8	R	A	0 bis *	Strommessung I0	36
250	0x00FA	W	-	0 oder 1	Zurücksetzen des Anzeigers in den Standby-Modus 0 = keine Änderung 1 = Rücksetzen Nach dem Rücksetzen wird das Register autom. geleert	34
251	0x00FB	W	-	0 oder 1	Setzen des Anzeigers in den Anzeigemodus 0 = keine Änderung 1 = Setzen in Anzeigemodus Nach dem Rücksetzen wird das Register autom. geleert X_{00} = Setzt alle aktiven Fehlererkennungen in Richtung Leitung* X_{01} = Setzt Kurzschluss in Richtung Sammelschiene* X_{02} = Setzt Kurzschluss in Richtung Leitung* X_{03} = Setzt Erdschluss in Richtung Sammelschiene* X_{04} = Setzt Erdschluss in Richtung Leitung* X_{05} bis X_{15} = reserviert *ungerichtete Erkennung, wenn die Spannung ausgeschaltet ist	36
MODBUS Konfiguration (Register 301 bis 419)						
301	0x012D	R/W	-	1 bis 247	MODBUS Adresse	
302	0x012E	R/W	-	0,1 oder 2	Parity Bit Konfiguration 0 = no parity (zwei stop bits) (default) 1 = odd parity (ein stop bit) 2 = even parity (ein stop bit)	
303	0x012F	R/W	bps	9600, 19200, 38400	Einstellung Baudrate	
408	0x0198	-	-	-	*Gleiche Funktion wie Register 245*	
409	0x0199	-	-	-	*Gleiche Funktion wie Register 246*	
410	0x019A	-	-	-	*Gleiche Funktion wie Register 247*	
Uhrzeit und Relais Konfiguration (Register 420 bis 500)						
424	0x01A8	R/W	h	0 bis 23	Echtzeituhr – Stunden 24h Format	
425	0x01A9	R/W	min	0 bis 59	Echtzeituhr – Minuten	
426	0x01AA	R/W	s	0 bis 59	Echtzeituhr – Sekunden	
427	0x01AB	R/W	d	1 bis 31	Echtzeituhr - Tag	
428	0x01AC	R/W	m	1 bis 12	Echtzeituhr – Monat	
429	0x01AD	R/W	y	2014 bis 2099	Echtzeituhr – Jahr	

450	0x01C2	R/W	-	0 bis 255	Funktion Relais 1: X_{00} = >Uerd Dauererdschluss (DE) X_{01} = >Uerd X_{02} = Wischer DE in Richtung Sammelschiene X_{03} = Wischer DE in Richtung Leitung X_{04} = Wischer in Richtung Sammelschiene X_{05} = Wischer in Richtung Leitung X_{06} = Kurzschluss Richtung Sammelschiene X_{07} = Kurzschluss Richtung Leitung X_{08} = Kurzschluss ungerichtet X_{09} =Batterie Status X_{10} =reserviert X_{11} =Pulsortung X_{12} bis X_{15} = reserviert	38
451	0x01C3	R/W	-	0 bis 255	Funktion Relais 2: X_{00} = >Uerd Dauererdschluss (DE) X_{01} = >Uerd X_{02} = Wischer DE in Richtung Sammelschiene X_{03} = Wischer DE in Richtung Leitung X_{04} = Wischer in Richtung Sammelschiene X_{05} = Wischer in Richtung Leitung X_{06} = Kurzschluss Richtung Sammelschiene X_{07} = Kurzschluss Richtung Leitung X_{08} = Kurzschluss ungerichtet X_{09} =Batterie Status X_{10} =reserviert X_{11} =Pulsortung X_{12} bis X_{15} = reserviert	38
452	0x01C4	R/W	-	1,2 oder 4	Kontakttyp Relais 1+2 Anmerkung: Nur ein Bit X_{XX} sollte während des Schreibens “1” betragen, ansonsten wird ERR zurückgemeldet. X_{00}= Dauerkontakt X_{01}= Wischkontakt (siehe Register 453, 454) X_{02}= Sofortmodus X_{03} bis X_{15} = reserviert	28
453	0x01C5	R/W	ms	100 bis 500 Schritt:10	Relais 1: Wischzeit Relais	36
454	0x01C6	R/W	ms	100 bis 500 Schritt:10	Relais 2: Wischrzeit Relais	36
455	0x01C7	R/W	-	1, 2 oder 4	Relais 1: Kontakttyp *Analog zu Register 452*	34
456	0x01C8	R/W	-	1, 2 oder 4	Relais 2: Kontakttyp *Analog zu Register 452*	34
460	0x01CC	-	-	-	*Gleiche Funktion wie Register 20*	28
461	0x01CD	-	-	-	*Gleiche Funktion wie Register 21*	28

Register für Anwender (Register 501 bis 600)						
501	0x01F5	R/W	-	0 bis 65535	Register für Anwender Werte werden in einem internem EEPROM gespeichert (16-Bit Wert) Register können beispielsweise genutzt werden für: - interne Bestandsnummer - Kodierung Einbauort - Information über letzten Batteriewechsel (z.B. 1012 für Oktober 2012) - Installationsdatum (z.B. 1012 für Oktober 2012)	8
502	0x01F6	R/W	-	0 bis 65535	*Analog zu Register 501*	8
503	0x01F7	R/W	-	0 bis 65535	*Analog zu Register 501*	8

9.4 Datenpunktsliste - Registerzuordnung “SNH”

Register dec	Register hex	R/W	Funktion	Werte-bereich	Beschreibung	Firm-ware Version
2	0x0002	W	0x05	1	Zurücksetzen aller Kurz- / Erdschlussmeldungen	32
10	0x000A	R	0x02	0 oder 1	Erdschlussstatus auf mind. einem Leiter: 0 = kein Fehler, 1 = Fehler detektiert	32
11	0x000B	R	0x02	0 oder 1	Kurzschluss oder Erdschluss auf Leiter 1: 0 = kein Fehler, 1 = Fehler detektiert	38
12	0x000C	R	0x02	0 oder 1	Kurzschluss oder Erdschluss auf Leiter 2: 0 = kein Fehler, 1 = Fehler detektiert	38
13	0x000D	R	0x02	0 oder 1	Kurzschluss oder Erdschluss auf Leiter 3: 0 = kein Fehler, 1 = Fehler detektiert	38
16	0x0010	R	0x02	0 oder 1	Kurzschluss in Richtung Sammelschiene	40
17	0x0011	R	0x02	0 oder 1	Kurzschluss in Richtung Leitung	40
18	0x0012	R	0x02	0 oder 1	Erdschluss (nur qu2) und Erdkurzschluss (mit Prio-rität) in Richtung Sammelschiene	32
19	0x0013	R	0x02	0 oder 1	Erdschluss (nur qu2) und Erdkurzschluss (mit Prio-rität) in Richtung Leitung	32
8000	0x1F40	W	0x06	15395	Fehler setzen auf L1, L2 und L3 (Kurzschluss und Puls)	38
20000	0x4E20	R	0x03	float32	Strommessung L1 (Betrag)	36
20002	0x4E22	R	0x03	float32	Strommessung L2 (Betrag)	36
20004	0x4E24	R	0x03	float32	Strommessung L3 (Betrag)	36
21100	0x526C	R	0x03	float32	Strommessung L1 (mit Vorzeichen)	36
21102	0x526E	R	0x03	float32	Strommessung L2 (mit Vorzeichen)	36
21104	0x5270	R	0x03	float32	Strommessung L3 (mit Vorzeichen)	36
22000	0x55F0	R	0x03		Statusregister: X_{00} bis X_{03} = reserviert X_{04}= Selbsttest nicht okay (interner Fehler) X_{05}= Selbsttest okay X_{06}= Selbsttest wird ausgeführt (1=ja / 0=nein) X_{07}= externe Spannungsquelle (1=ja / 0=nein) X_{08} bis X_{12} = reserviert X_{13} = Fehler (z.B. Batterie leer) X_{14} bis X_{15} = reserviert	 -- 36 36 36 32 -- 32 --
22100	0x5654	W	0x06	1	starte Selbsttest (Ergebnis in Register 22000)	36
22105 bis 22108	0x5659 bis 0x565C	R/W	Read:0x03 Write:0x10		Setze Datum und Uhrzeit: Register 22105: Millisekunden Register 22106: Stunden: $X_{12}X_{11}X_{10}X_{09}X_{08}$ Minuten: $X_{06}X_{05}X_{04}X_{03}X_{02}X_{01}X_{00}$ Register 22107: Monat: $X_{11}X_{10}X_{09}X_{08}$ Wochentag: $X_{07}X_{06}X_{05}$ (Mo=1,…) Tag: $X_{04}X_{03}X_{02}X_{01}X_{00}$ Register 22108: Jahr: $X_{06}X_{05}X_{04}X_{03}X_{02}X_{01}X_{00}$ (nur die letzten zwei Ziffern, z.B. „19“ für 2019)	34

10. Wartung/Reinigung/Ersatzteile

Das Wartungsintervall ist abhängig von Einsatz- und Umgebungsbedingungen und kann vom Kunden selbst festgelegt werden. Es empfielt sich ein Intervall von 5 Jahren. Im Servicefall nutzen Sie bitte unser Serviceformular aus dem Downloadbereich unserer Homepage www.a-eberle.de.

10.1 Batterietausch

Bei einem Austausch der Batterie muss der Batteriestand zurückgesetzt werden. Dieser Batterie Reset kann durch das längere Drücken des Tasters im Menü „Info“ erreicht werden. Ein Zähler informiert, wie lange der Taster noch gedrückt werden muss.

Für den Austausch der Batterie muss die Frontplatte des EOR-1D abmontiert werden. Nähere Informationen zum Setzen der neuen Batterie auf 99% Ladezustand, können dem Kapitel 8.4.3.4 entnommen werden.

10.2 Firmware Update

Das Firmwareupdate kann nur mit angeschlossener Spannungsversorgung durchgeführt. Das Firmware Update erfolgt über die interne SD Karte des Geräts. Um eine neue Firmware auf die SD Karte zu laden, muss zuerst die Fronplatte des EOR - 1Ds abmontiert, die SD Karte entnommen und mit Hilfe eines PCs die neue Firmware („image.hex“) in das Root-Verzeichnis der SD Karte geladen werden. Die aktuelle Firmware finden Sie im Download-Center unserer Homepage www.a-eberle.de.

Die genaue Vorgehensweise zum Durchführen des Firmwareupdates im Menü des EOR-1D kann dem Kapitel 8.6.3 entnommen werden.

10.3 Kaltstart

Am EOR-1D kann ein Kaltstart durchgeführt werden, indem für mindestens 30s der Drehtaster dauerhaft gedrückt wird. Die grüne LED (sofern aktuell eine externe Spannungsversorgung angeschlossen ist) erlischt. Sobald der Drehtaster losgelassen wird, zeigt die grüne LED durch ein kurzes Blinken an, dass der Kaltstart durchgeführt wird. Hierbei wird die Firmware neu gestartet, Parametrierung und Echtzeituhr bleiben erhalten.

10.4 Ersatzteile

Ersatzteile können bei der A. Eberle GmbH & Co. KG angefragt werden. Ein zyklischer Austausch von Komponenten ist nur für die Backup-Batterie notwendig.

10.5 Reinigung

Verwenden Sie ein weiches, leicht angefeuchtetes und fusselfreies Tuch. Achten Sie darauf, dass keine Feuchtigkeit in das Gehäuse eindringt. Verwenden Sie keine Fensterreiniger, Haushaltsreiniger, Sprays, Lösungsmittel, alkoholhaltige Reiniger, Ammoniaklösungen oder Scheuermittel für die Reinigung.

Sollte durch unsachgemäßen Betrieb der Innenraum stark verschmutzt sein, empfiehlt es sich, das Gerät an den Hersteller zurückzusenden. Sollte sich nämlich im größeren Ausmaß Staub auf den Leiterplatten abgelagert haben, könnte die Isolationskoordination ausfallen.

Stäube sind im Allgemeinen hygroskopisch und können Kriechstrecken überbrücken. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, falls vorhanden, das Gerät mit geschlossener Gehäusetür zu betreiben.

HINWEIS!	**Reinigung des Gerätes mit falschen Mitteln!** Beschädigung der Geräteoberfläche und Ablösung von Kennzeichnungen ➲ Beachten Sie die oben aufgeführten Reinigungshinweise

11. Normen und Gesetze

- EMC 2014/35/EU Niederspannungsrichtlinie
- EMC 2014/30/EU Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- IEC 61000-4-4:2004 + Cor. 1:2006 + Cor. 2:2007 + A1:2010 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-4: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst
- IEC 61000-4-5:2005 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen
- IEC 61000-4-8:2009 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-8: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen
- IEC 61000-4-9:1993 + A1:2001 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-9: Prüf- und Messverfahren - Prüfung der Störfestigkeit gegen impulsförmige Magnetfelder
- IEC 61000-4-11:2004 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-11: Prüf- und Messverfahren - Prüfungen der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen für Geräte mit einem Eingangsstrom bis zu und einschließlich 16 A je Leiter
- DIN EN 82079-1 Erstellen von Gebrauchsanleitungen - - Gliederung, Inhalt und Darstellung - Teil 1: Allgemeine Grundsätze und ausführliche Anforderungen

12. Demontage & Entsorgung

⚠ GEFAHR!	**Lebensgefahr durch Stromschlag!** ➲ EOR-1D Anzeigeeinheit und Stromsensoren ausschließlich im spannungslosen Zustand der Anlage montieren. ➲ 5 Sicherheitsregeln beachten!

➲ Messwandler / Sensoren vom Netz trennen

➲ Versorgungsspannung des Geräts vom Netz trennen

➲ Sicherstellen, dass EOR-1D spannungslos ist

↳ Anschlüsse können von den Klemmen des Geräts getrennt werden und das Gerät kann demontiert werden

Die Entsorgung des EOR-1D übernimmt A. Eberle GmbH & Co. KG.

➲ Alle Komponenten an A. Eberle senden:

A. Eberle GmbH & Co. KG
Frankenstraße 160
D-90461 Nürnberg

13. Gewährleistung

A. Eberle gewährleistet, dass dieses Produkt und Zubehör, für die Dauer von drei Jahren ab Lieferdatum, frei von Material- und Fertigungsdefekten bleibt.

Gewährleistung gilt nicht für Schäden durch:

- Unfälle
- Missbrauch
- abnormale Betriebsbedingungen.

Um die Gewährleistung in Anspruch zu nehmen, kontaktieren Sie bitte A. Eberle GmbH & Co KG in Nürnberg.

A. Eberle GmbH & Co. KG

Frankenstraße 160
D-90461 Nürnberg

Tel.: +49 (0) 911/62 81 08-0
Fax: +49 (0) 911/62 81 08 96
Email: info@a-eberle.de

http://www.a-eberle.de

Copyright 2021 by A. Eberle GmbH & Co. KG

Änderungen vorbehalten.

EOR-1D Bedienungsanleitung – 09/2021 – Artikel Nr. 584.0179.00