



Ableitstrom-Zangenwandler

A 1283

Benutzerhandbuch

Version 1.4, Bestellnr. 20 751 552

Händler:

Hersteller:

METREL d.d.
Ljubljanska cesta 77
1354 Horjul
Slowenien

Website: <http://www.metrel.si>
E-Mail: metrel@metrel.si

© 2009...2017 METREL




Das CE-Kennzeichen auf Ihrem Gerät bestätigt, dass dieses Gerät die Anforderungen der alle geltenden EU-Richtlinien erfüllt.

Kein Teil dieses Dokuments darf ohne schriftliche Genehmigung von METREL in irgendeiner Form oder mit irgendeinem Mittel vervielfältigt oder verwendet werden.

1	Warnungen	4
2	Beschreibung des Ableitstrom-Zangenwandlers	5
2.1	Bedeutung der Symbole	5
3	Wartung	6
3.1	Inspektion.....	6
3.2	Reinigung.....	6
3.3	Reparatur und Kalibrierung	6
4	Betrieb des Ableitstrom-Zangenwandlers	7
4.1	Messung von Ableitströmen	7
4.1.1	Ursachen von Ableitströmen	7
4.1.2	Ableitströme im normalen Betrieb	8
4.1.3	Ableitströme unter Fehlerbedingungen	9
4.1.4	Durch Ableitströme verursachte Probleme	10
4.2	Messen von Ableitströmen mit Zangenstromwandlern	12
4.2.1	Direktes Verfahren.....	12
4.2.2	Differentielles Verfahren	13
4.3	Prüfverfahren	14
4.3.1	Auffinden von Quellen zu hoher Ableitströme.....	14
4.3.2	Isolationswiderstandsprüfung.....	16
4.4	Einflussgrößen.....	17
4.4.1	Einfluss eines nahen äußeren Magnetfelds	17
4.4.2	Einfluss des Laststroms bei der differentiellen Ableitstromprüfung.....	17
4.4.3	Einfluss eines äußeren elektrischen Felds	18
4.4.4	Erkennen von Genauigkeitsproblemen	18
4.4.5	Minimierung der Einflussgrößen.....	18
4.4.6	Berücksichtigung der Einflussgrößen.....	19
4.5	Weitere wichtige Parameter von Zangenstromwandlern	20
4.5.1	Hoher Messbereich.....	20
4.5.2	Zangendurchmesser.....	20
4.5.3	Schutzart.....	20
4.6	Ableitstromsonde oder -messgerät?	21
5	Technische Daten	23

1 Warnungen

Folgende Warnungen sind zu beachten, um ein hohes Maß an Sicherheit für den Bediener bei der Benutzung des Ableitstrom-Zangenwandlers zu gewährleisten:

- ◆ **Zangenstromwandler nicht benutzen, wenn ein Schaden bemerkt wurde!**
- ◆ **Lassen Sie die Signalausgangsanschlüsse des Zangenstromwandlers mit Stromausgang (A 1283) während der Messung nicht offen, um Schäden und elektrischen Schlag an der Sekundärseite zu vermeiden. Umschließen Sie niemals einen Leiter mit der Zange, wenn die Messzange nicht mit einem Messgerät verbunden ist! Diese Sicherheitsmaßnahmen sind nicht erforderlich für den SCHIRM-Ausgang.**
- ◆ **Alle allgemein bekannten Vorkehrungen sind zu beachten, um während des Umgangs mit elektrischen Anlagen und Geräten die Gefahr eines Stromschlags auszuschließen.**
- ◆ **Um Stromschläge zu verhindern, darf während der Messung mit den Händen nicht über die Schutzbarriere hinweg gegriffen werden.**
- ◆  **Dieses Symbol am Zangenstromwandler weist auf mögliche gefährliche Spannungszustände hin, falls die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen ignoriert werden.**
- ◆ **Nur qualifizierte und befugte Personen dürfen Reparaturingriffe vornehmen.**
- ◆ **Wenn der Ableitstrom-Zangenwandler nicht in Übereinstimmung mit diesem Handbuch benutzt wird, kann der vorgesehene Schutz beeinträchtigt werden.**
- ◆ **Der Ableitstrom-Zangenwandler darf nur innerhalb der Betriebsbereiche benutzt werden, wie sie in diesem Handbuch angegeben sind.**

2 Beschreibung des Ableitstrom-Zangenwandlers

Der A 1283 ist ein Ableitstrom-Zangenwandler mit einem Übersetzungsverhältnis von 1000/1 zum Messen von Wechselströmen im Bereich von 0,5 mA bis 10 A.

Der Zangenstromwandler A1283 wurde speziell zur Verwendung in Kombination mit den METREL-Prüfgeräten BetaPAT Plus, OmegaPAT Plus, DeltaGT und MultiservicerXA entwickelt.

Im Kapitel 5. *Technische Daten* finden Sie eine Liste aller Messinstrumente, die zum Einsatz mit dem A1283 geeignet sind.

Hauptteile des Zangenstromwandlers:

1. Stromsonde
2. Schutzbarrieren
3. Öffnen für den Leiter
4. SCHIRM-Anschluss
5. Signalausgangsanschlüsse



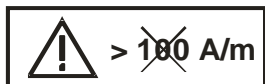
2.1 Bedeutung der Symbole



Dieses Symbol am Zangenstromwandler zeigt an, dass es möglich ist, den Zangenstromwandler an nichtisolierten Leitern einzusetzen.



Dieses Symbol am Zangenstromwandler weist auf mögliche gefährliche Spannungszustände hin, falls die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen ignoriert werden.



Dieses Symbol gibt an, dass der Zangenstromwandler in Gegenwart von Magnetfeldern bis zu 100 A/m anwendbar ist.

3 Wartung

3.1 Inspektion

Zur Erhaltung der Sicherheit des Bedieners und Zuverlässigkeit des Zangenstromwandlers sollte er regelmäßig überprüft werden. Überprüfen Sie, ob das Gehäuse und die Anschlüsse unbeschädigt sind. Die Oberfläche der Zangenbacken muss sauber sein. Schmutz auf den Oberflächen der Zangenbacken vermindert die Empfindlichkeit des Zangenstromwandlers.

3.2 Reinigung

Verwenden Sie ein weiches, mit Seifenwasser oder Alkohol befeuchtetes Tuch, um die nichtmetallischen Oberflächen der Zangenstromwandler zu reinigen. Lassen Sie sie vor der Benutzung vollständig abtrocknen. Hinweise!

- Keine Flüssigkeiten auf der Basis von Benzin oder Kohlenwasserstoffen verwenden!
- Keine Reinigungsflüssigkeit über dem Zangenstromwandler verschütten!

Für die Reinigung der bearbeiteten Zangenbackenoberflächen ist ein leicht mit Öl benetztes weiches Tuch zu verwenden.

3.3 Reparatur und Kalibrierung

Es ist wichtig, dass der Zangenstromwandler regelmäßig kalibriert wird, um die in diesem Benutzerhandbuch aufgelisteten technischen Daten garantieren zu können. Wir empfehlen eine Kalibrierung alle 2 Jahre. Metrel liefert mit jedem neuen Instrument und Zangenstromwandler ein Zertifikat über die Erstkalibrierung. Für Neukalibrierung, Garantie- und sonstige Reparaturen wenden Sie sich bitte an Ihren Metrel-Händler.

4 Betrieb des Ableitstrom-Zangenwandlers

4.1 Messung von Ableitströmen

4.1.1 Ursachen von Ableitströmen

Ableitströme sind Ströme, die durch aktive Leiter eines Verteilungsnetzes oder einer elektrischen Einrichtung zur Erde und/oder zu Schutzleitern geleitet werden. Ableitströme fließen immer dann, wenn sich ein leitender Pfad (Widerstand und/oder Kapazität) zwischen aktiven und geerdeten Leitern/geschützten Teilen ergibt. Abb. 1 zeigt Ableitströme, die gewöhnlich in elektrischen Anlagen im normalen Betrieb fließen.

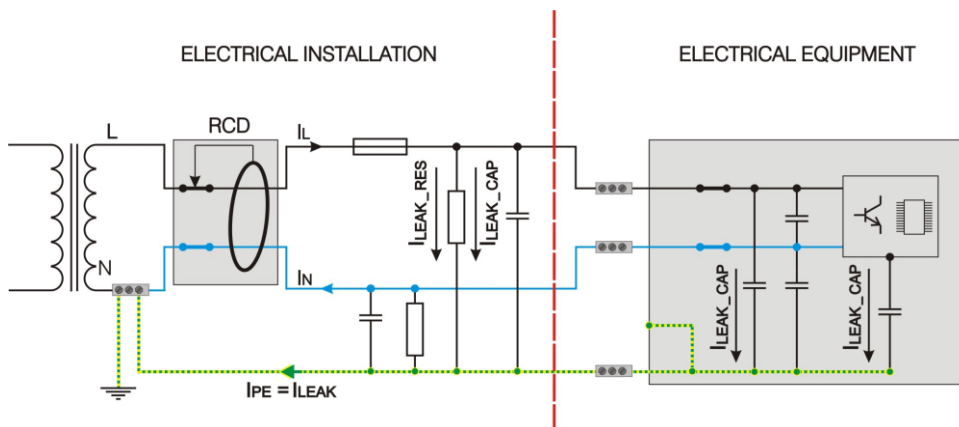


Abb. 1 Ableitströme in elektrischen Anlagen im normalen Betrieb

Die Beziehung von Ableitstrom zu (Isolations-) Widerstand zwischen Phase und Erde ist durch das Ohmsche Gesetz bestimmt.

$$I_{\text{Ableit_res}} (\text{mA}) = U_{\text{Nenn}} / R_{\text{is}} (\text{k}\Omega) \quad \text{Gl. 1}$$

$I_{\text{Ableit_res}}$ohmscher Ableitstrom in mA

U_{Nenn}Nenn-Phasenspannung, z.B. 230 V

R_{is}Widerstand in k Ω

Die Beziehung von Ableitstrom zu Kapazität zwischen Phase und Erde ist in Gleichung 2 gezeigt.

$$I_{\text{Ableit_kap}} (\text{mA}) = 6,28 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{Nenn}} \cdot f \cdot C (\text{nF}) \quad \text{Gl. 2}$$

$I_{\text{Ableit_kap}}$kapazitiver Ableitstrom in mA

U_{Nenn}Nenn-Phasenspannung, z.B. 230 V

fNetzfrequenz

$C (\text{nF})$Kapazität in nF

Kapazitive und ohmsche Ableitströme bilden den Gesamt-Ableitstrom. Für dauernde Ableitströme mit Netzfrequenz kann die Gleichung 3 benutzt werden.

$$I_{\text{Ableit}} (\text{mA}) = \sqrt{I_{\text{Ableit_res}}^2 + I_{\text{Ableit_kap}}^2} \quad \text{Gl. 3}$$

I_{Ableit}Gesamt-Ableitstrom

Die Kurvenformen von Ableitströmen sind gewöhnlich viel komplizierter. Dies wird später in diesem Dokument beschrieben.

4.1.2 Ableitströme im normalen Betrieb

Typische Ableitströme im normalen Betrieb sind:

- Ableitströme, die durch Eingangsfilter in elektrischen Einrichtungen verursacht werden, die zwischen spannungsführenden Leitern und Erde angeschlossen sind (Filter, Kontrolleinrichtungen). Die Kondensatoren in Eingangsfiltern haben eine Kapazität von ca. 10 nF bis 100 nF (siehe Abb. 1).
- Ableitströme, die durch den Isolationswiderstand der Leiter und ihre Kapazität zur Erde verursacht werden. Lange Versorgungskabel haben einen niedrigeren Isolationswiderstand und höhere Kapazitäten. Die Kapazität zwischen einem Kabel und Erde beträgt typisch ungefähr 150 pF/m (siehe Abb. 1).
- Durch Frequenzwandler, Schaltnetzteile, verschiedene Gleichrichter und ähnliche Einrichtungen erzeugte Ableitströme. Die Kurvenform und die Frequenz dieser Ableitströme kann von reiner Gleichspannung, gepulsten Gleichspannungsanteilen bis zu sehr hoher Frequenz variieren.

Im Allgemeinen erhöhen sich Ableitströme im normalen Betrieb mit der Größe der elektrischen Anlage und der Anzahl der angeschlossenen Lasten.

Tabelle 1 zeigt die Werte von Ableitströmen für einige typische Kapazitäten und Widerstände.

Kapazität	Kapazitiver Ableitstrom bei 230V/ 50Hz	Bemerkung
1 nF	0,072 mA	Typische Werte für Kondensatoren in Eingangskabeln
10nF	0,72 mA	
100nF	7,2 mA	
1µF	72 mA	Kapazität langer Versorgungskabel
Widerstand	Ohmscher Ableitstrom bei 230V/ 50Hz	
10 kΩ	23 mA	
500 kΩ	0,46 mA	
1,00 MΩ	0,23 mA	Typische Grenzwerte für den Isolationswiderstand
2,00 MΩ	0,115 mA	

Tabelle 1: Beziehungen Ableitstrom zu Kapazität u. Widerstand

Tabelle 2 zeigt typische Werte von Ableitströmen für verschiedene Arten von elektrischen Einrichtungen.

Einrichtung	Ableitstrom
Stationäres PC-System	1 mA bis 3 mA
Fotokopierer	0,5 mA bis 1,5 mA
Fußbodenheizung	1 mA / kW
Eingangs-EMV-Filter	1 mA
Drucker/ Fax	bis zu 1 mA
Fotokopierer	bis zu 1,5 mA
Waschmaschine, Wäschetrockner	bis zu 2 mA
Herde, Heizungen	1 mA / kW
Verlegtes Versorgungskabel 100 m	1 mA

4.1.3 Ableitströme unter Fehlerbedingungen

Fehler in elektrischen Anlagen und Geräten können zusätzliche dauernde oder kurzzeitige Ableitströme verursachen. Typische Fehler, die erhöhte Ableitströme verursachen können, sind:

- Verschlechterung der Isolation (wegen Verschmutzung, Feuchtigkeit, Korrosion). Dies führt zu einer allmählichen Erhöhung des ohmschen Ableitstroms.
- Fehler in elektronischen Einrichtungen.
- Wenn die Nullleiter- und die PE-Verdrahtung irgendwo in der Anlage verbunden sind, kann dies zu einer unzulässigen Stromverteilung durch die Nullleiter und PE-Leiter führen.

Typische Fehler, die gewöhnlich zu einem hohen Fehlerstrom führen, der sofort die Schutzeinrichtungen auslöst, sind:

- Verdrahtungsfehler wie Vertauschung von N- und PE-Leitern.
- Durchschlag der Isolation zwischen aktiven Teilen und Erde irgendwo in Anlage oder Gerät.

Kurzzeitige Ableitströme sind oft das Ergebnis:

- einer plötzlichen Änderung der Spannung oder des Stroms zwischen aktiven Teilen und PE. Dies kann zu kurzen Ableitströmen von mehreren μs bis zu 100 ms führen. Blitzschlag und Ein-/Aus-switchen großer Lasten kann solche Änderungen verursachen.

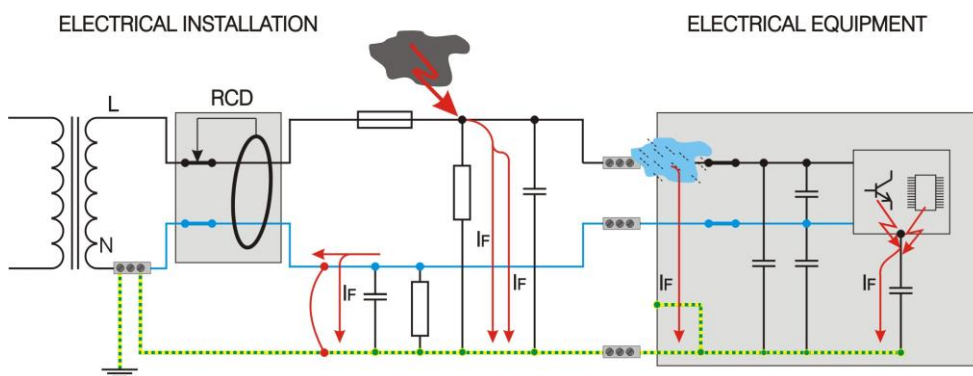


Abb. 2: Fehler-Ableitströme in elektrischen Anlagen

4.1.4 Durch Ableitströme verursachte Probleme

Zu hohe Ableitströme können sehr kritische Probleme in elektrischen Anlagen verursachen. Die häufigsten Probleme sind lästiges Auslösen von Schutzeinrichtungen und Sicherheitsprobleme aufgrund erhöhter Fehler-, Erd- und Berührungsspannungen.

Lästiges Auslösen von Schutzeinrichtungen

Lästiges Auslösen tritt auf, wenn die Summe der Ableitströme die Auslöseschwelle des Fehlerstromschutzschalters übersteigt.

In Stromkreisen mit vielen installierten Einrichtungen kann die Summe der Ableitströme im normalen Betrieb nahe am Auslöse-Grenzwert liegen. In diesem Fall kann selbst ein kleiner zusätzlicher Ableitstrom (durch Ein-/Ausschalten von Lasten oder durch eine neue Einrichtung verursacht) zum lästigen Auslösen führen.

Es ist zu bedenken, dass Ableitströme über die Zeit variieren können, und dass das Auslösen nur gelegentlich sein könnte.

Eine Lösung ist es, (einen) weitere(n) RCD(s) hinzuzufügen und die Stromkreise in einer Weise aufzuteilen, dass die Ableitströme im normalen Betrieb unter 20 % des Nennwerts jedes RCDs bleiben. Weitere Informationen finden Sie im *METREL-Handbuch Leitfadens zum Prüfen und Überprüfen von Niederspannungsanlagen*.

Probleme aufgrund untypischer Kurvenform des Ableitstroms

Ableitströme können verschiedene nicht-sinusförmige Kurvenformen haben. Sie werden durch Nichtlinearität von Lasten, Nichtlinearität von Isolationsmaterialien und Auftreten von Spannungs- und Strom-Oberwellen in den Netzen verursacht:

- hochfrequenter Ableitstrom
- Ableitstrom mit gepulstem oder glattem Gleichstrom
- Lichtbogen-Ableitstrom
- harmonische Ableitströme
- transiente und andere Ableitströme kurzer Dauer

Die Menge der erwähnten Ableitströme in Netzen steigt, weil immer mehr elektronisch gesteuerte Geräte an die Netze angeschlossen werden.

Es ist zu bedenken, dass Standard-Schutzeinrichtungen und -Messeinrichtungen nicht zum Überwachen und Messen der erwähnten Ströme geeignet sind.

Auswirkungen auf Schutzeinrichtungen

Untypische Wellenformen von Ableitströmen können Standard-RCDs täuschen. Zum Beispiel sind RCDs des allgemeinen Typs für Ableitströme mit gepulsten Gleichstromanteilen oder glattem Gleichstrom nicht empfindlich. Hochfrequente Ableitströme sind nicht gefährlich für die Personensicherheit, können jedoch zu falscher Funktion des RCD führen. Es könnte geschehen, dass gleichzeitig ein gefährliches Leck auftritt und nicht durch den RCD erkannt wird.

Auswirkungen auf Messeinrichtungen

Es ist vorzuziehen, zum Messen von Ableitströmen zumindest Echteffektivwert-Messgeräte zu verwenden. Für anspruchsvollere Anwendungen müssen Instrumente benutzt werden, die Oberschwingungsanalyse, Zeitdiagramme und gleichstromempfindliche Messung umfassen.

In Abb. 3 werden zwei nicht-sinusförmige Ableitströme gezeigt.

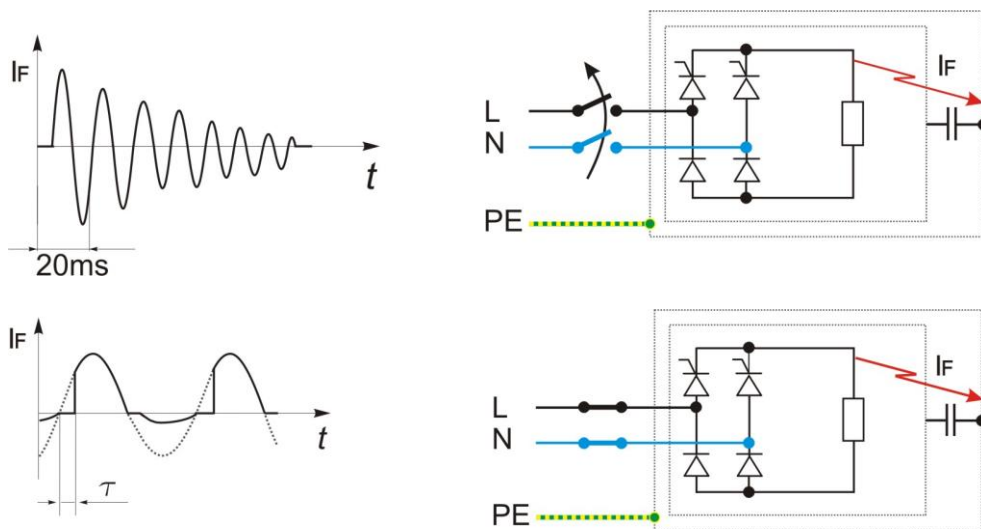


Abb. 3: Beispiele atypischer Ableitströme

Gefährdete Sicherheit aufgrund von Fehler-, Erd- und Berührungsspannungen

Ableitströme, die in Erde und Schutzleiter fließen, verursachen einen Spannungsabfall an freiliegenden leitfähigen Teilen. Im Falle unzureichender Schutzmaßnahmen kann diese Spannung über einen sicheren Pegel steigen und stellt eine Gefahr für Personen dar, wenn sie berührt würde.

Weiter können, wenn die Schutzeinrichtungen nicht rechtzeitig ansprechen, die an Fehlerstellen freigesetzten Energien zu mechanischer Beschädigung, Überhitzung oder sogar Feuer führen.

Weitere Informationen bezüglich Sicherheitsaspekten von Fehlerströmen finden Sie im METREL-Handbuch *Leitfaden zum Prüfen und Überprüfen von Niederspannungsanlagen*.

4.2 Messen von Ableitströmen mit Zangenstromwandlern

Die einfachste Weise des Messens von Ableitströmen ist die Messung mit einem Ableitstrom-Zangenwandler. Das Messprinzip wird in Abb. 4 und in den Gleichungen 4 und 5 gezeigt.

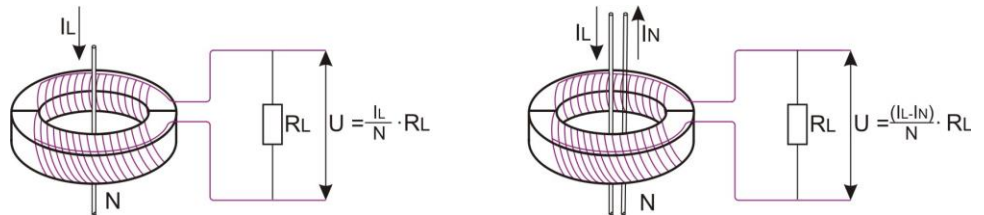


Abb. 4: Messprinzip des Zangenstromwandlers – direktes und differentielles Verfahren

$$U_{aus} = I_{PE} \cdot \frac{1}{N} \cdot R_L \quad \text{Gl. 4}$$

$$U_{aus} = (I_L - I_N) \cdot \frac{1}{N} \cdot R_L \quad \text{Gl. 5}$$

U_{aus}Ausgangsspannung der Stromsonde
 I_{PE} , I_L , I_Ngemessene Ströme
 R_LLast- (Bürden-)Widerstand
 NWindungszahl des Zangenstromwandlers

Der Hauptvorteil der Messung mit einem Zangenstromwandler ist der, dass keine Auftrennung der Leiter erforderlich ist – sie ist ein kontaktloses Messverfahren.

Im Allgemeinen werden zwei Verfahren für die Ableitstrommessung benutzt.

4.2.1 Direktes Verfahren

Beim direkten Verfahren wird der Strom durch einen einzigen (umfassten) Leiter gemessen.

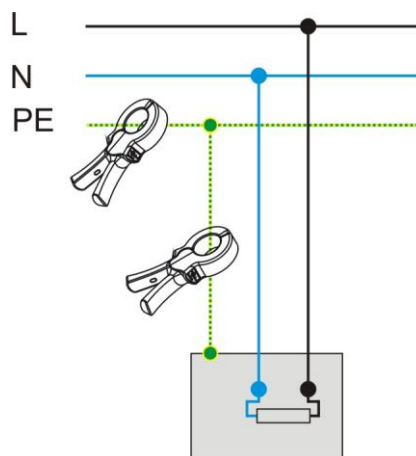


Abb. 5: Ableitstrommessung – direktes Verfahren

4.2.2 Differentielles Verfahren

Beim differentiellen Verfahren wird die Summe der Ströme durch zwei oder mehr (umfasste) Leiter gemessen. Falls kein Strom in Schutzleiter/nach Erde abfließt, muss die Summe der Ströme durch aktive Leiter genau gleich Null sein, unabhängig von den Lastströmen. Falls ein Ableitstrom fließt, hat er dieselbe Größe wie die mit dem Zangenstromwandler gemessene Summe zwischen aktiven Leitern.

Bemerkung

Beachten Sie, dass die Richtung der Ströme in den Leitern berücksichtigt werden muss, wenn das differentielle Verfahren benutzt wird.

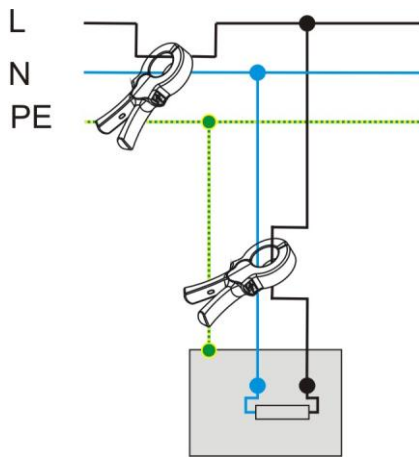


Abb. 6: Ableitstrommessung – differentielles Verfahren

4.3 Prüfverfahren

4.3.1 Auffinden von Quellen zu hoher Ableitströme

Das in diesem Abschnitt beschriebene Prüfverfahren ist bei der Fehlersuche in der Anlage und der elektrischen Einrichtung im Falle lästigen Auslösens von Schutzeinrichtungen anwendbar.

1. Umfassen Sie alle aktiven Leiter (L und N, L1 und L2 und L3, L1 und L2 und L3 und N) am Eingang der Anlage.
Der Vorteil der Verwendung des differentiellen Verfahrens ist es, dass alle dem Messpunkt nachgelagerten Ableitströme erfasst werden. Es wird dieselbe Leckage gemessen, wie sie der RCD „misst“.

Alternativ kann, wenn der Hauptschutzleiter am Eingang der Anlage zugänglich ist, die direkte Messung benutzt werden.

Beim Messen von Strömen durch PE-Leiter ist es möglich, dass ein Teil der Ableitströme nicht gemessen wird, da sie durch verschiedene Pfade parallel dazu fließen. Weitere Informationen zu parallelen Strompfaden finden Sie im METREL-Handbuch *Leitfaden zum Prüfen und Überprüfen von Niederspannungsanlagen*.

2. Alle verdächtigen Lasten sollten angeschlossen sein. Wenn der Ableitstrom innerhalb der erwarteten Grenzwerte liegt, versuchen Sie, die verdächtigen Lasten in verschiedenen Betriebsarten laufen zu lassen und herauszufinden, ob eine davon problematisch ist. Benutzen Sie die Funktionen MAX, SPITZE, AUFZEICHNUNG am Messgerät, falls vorhanden.
3. Falls der Ableitstrom zu hoch ist, versuchen Sie, den Fehler nachgelagert in der Anlage einzugrenzen. Dies kann geschehen durch Abtrennen einzelner Teile der Anlage, wie in Abb. 7 gezeigt – Unterverteilertafeln, Sicherungen, Schalter, Geräte usw. Wenn das fehlerhafte Teil abgetrennt wird, sinkt der Ableitstrom oder fällt auf null.
4. Manchmal ist es nicht erlaubt, die Netzspannung abzuschalten. In diesem Fall sollten zusätzliche Messungen (direkt oder differentiell) nachgelagert zum Eingang der Anlage durchgeführt werden, wie in Abb. 8 gezeigt. Dadurch werden die gemessenen Ableitströme auf einen kleineren Teil der Anlage beschränkt.

Durch Verwendung der oben beschriebenen Verfahren kann die fehlerhafte Stelle sehr genau bestimmt werden.

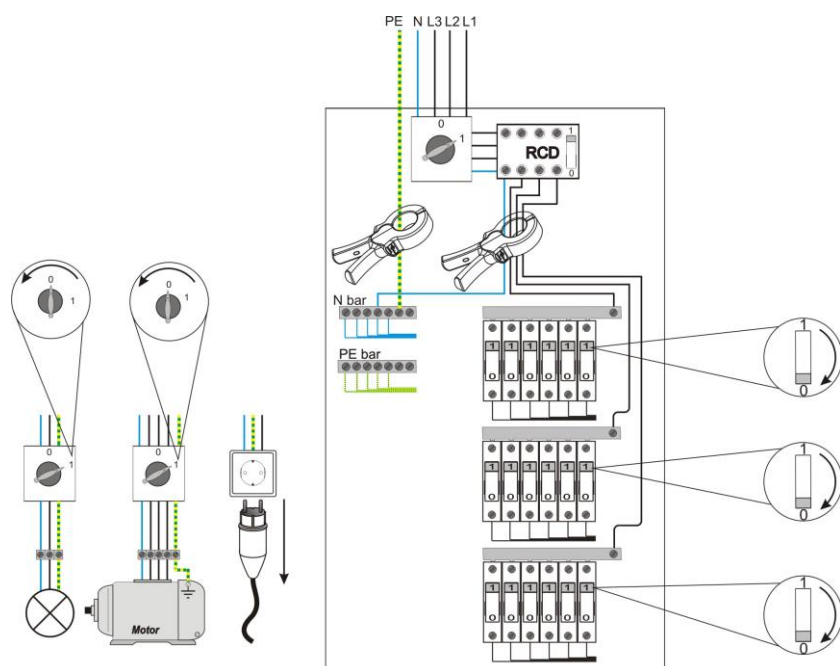


Abb. 7: Auffinden der Quelle eines zu hohen Ableitstroms – durch Abschalten

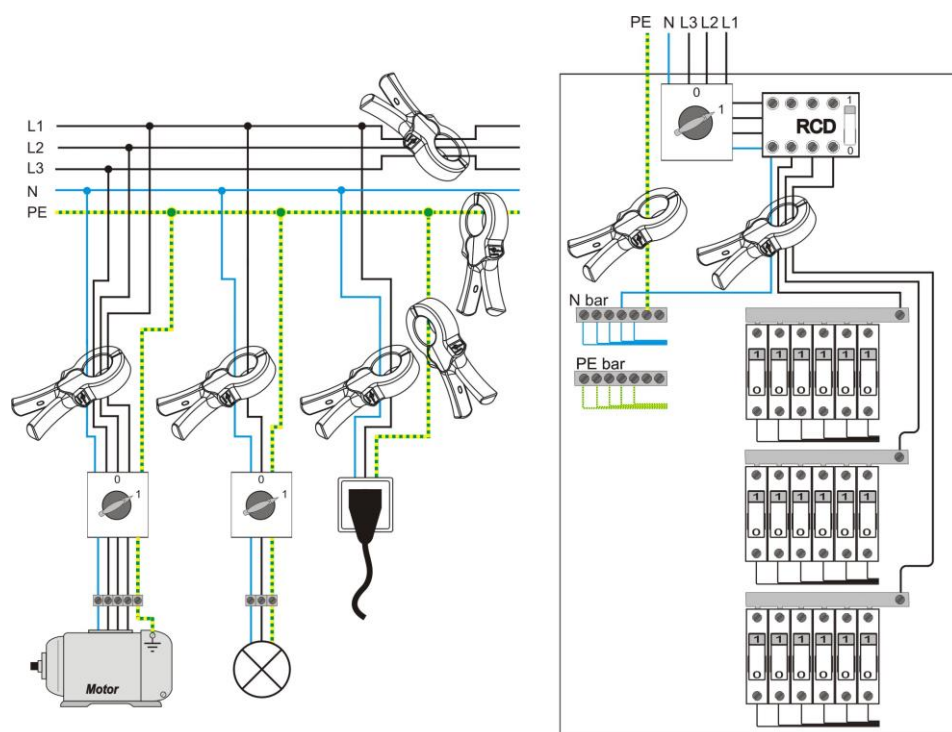


Abb. 8: Auffinden der Quelle eines zu hohen Ableitstroms – Messen nachgelagert in der Anlage

4.3.2 Isolationswiderstandsprüfung

Die Standard- Hochspannungs-Isolationswiderstandsprüfung kann manchmal nicht ausgeführt werden – wenn die Anlage nicht längere Zeit ausgeschaltet werden darf oder empfindliche Einrichtungen angeschlossen sind.

In diesem Fall können die Ableitstromprüfungen bedingt als Alternative zur Isolationswiderstandsprüfung benutzt werden.

Jedoch können die Ergebnisse nicht direkt verglichen werden, weil die Ableitströme durch den Widerstand und durch Kapazitäten zwischen Phase und Erde fließen. Die Verschlechterung der Isolation verursacht nur eine Verringerung des Widerstands und nicht der Kapazität.

Die Anwendbarkeit der Ableitstrommessung als Alternative zur Isolationswiderstandsprüfung hängt von folgenden Faktoren ab:

- Das Verhältnis zwischen kapazitiven und ohmschen Ableitströmen in der Anlage sollte bekannt sein. Falls der ohmsche Anteil vollständig durch die kapazitiven Ableitströme überdeckt wird, gibt die Messung keinen Aufschluss über die Isolierung. Falls beide Anteile vergleichbar sind und sich die Anzahl der an das Netz angeschlossenen Lasten über die Zeit nicht ändert, können zumindest Trends erkannt werden.
- Alte Messergebnisse sollten verfügbar sein. Die ermöglicht die Beobachtung von Trends.
- Die kapazitiven und ohmschen Ströme werden nicht einfach summiert; daher sollte die Interpretation von Ergebnissen durch eine erfahrene Person durchgeführt werden.

Hinweis:

Überprüfen Sie vor der Benutzung dieser Alternative, ob sie in Ihrem Land erlaubt ist.

4.4 Einflussgrößen

Leider unterliegen Messungen mit dem Ableitstrom-Zangenwandler verschiedenen Einflussgrößen, die große Auswirkungen auf ihre Leistung haben. Hohe Unsicherheit und fehlende Reproduzierbarkeit der Messwerte führen oft zu falschen Interpretationen. Die drei wichtigsten Einflussgrößen werden in diesem Dokument beschrieben.

4.4.1 Einfluss eines nahen äußeren Magnetfelds

Stromführende Leiter, Transformatoren und Drosseln in elektrischen Einrichtungen erzeugen magnetische Felder, die sich in die Sonde und die Kabel des Zangenstromwandlers einkoppeln und die Ergebnisse stören. Die Kopplung sollte so gering wie möglich sein. Sie hängt stark von der Qualität der Stromsonde ab. Schutzmaßnahmen sind gute magnetische Abschirmung, Symmetrie der Wicklung, Verdrillen aller Anschlussleitungen, hohe Permeabilität des Sonden Kerns usw.

4.4.2 Einfluss des Laststroms bei der differentiellen Ableitstromprüfung

Diese Einflussgröße ist ähnlich dem Einfluss naher Magnetfelder. Während einer differentiellen Ableitstromprüfung wird die Summe der durch die Zange fließenden Ströme gemessen. Nehmen wir an, der Laststrom durch den Phasenleiter sei 10 A, und der Rückstrom durch den Nullleiter sei 9999 mA. Das bedeutet, dass ein Ableitstrom von 1 mA auf Basis der gemessenen Differenz ($10000 \text{ mA} - 9999 \text{ mA}$) ermittelt wird. Eine kleine Anomalie in der Stromsonde führt zu einer Asymmetrie und folglich zu einem großen Messfehler. Schutzmaßnahmen sind Symmetrie der Wicklung, hohe Permeabilität des Sonden Kerns usw.

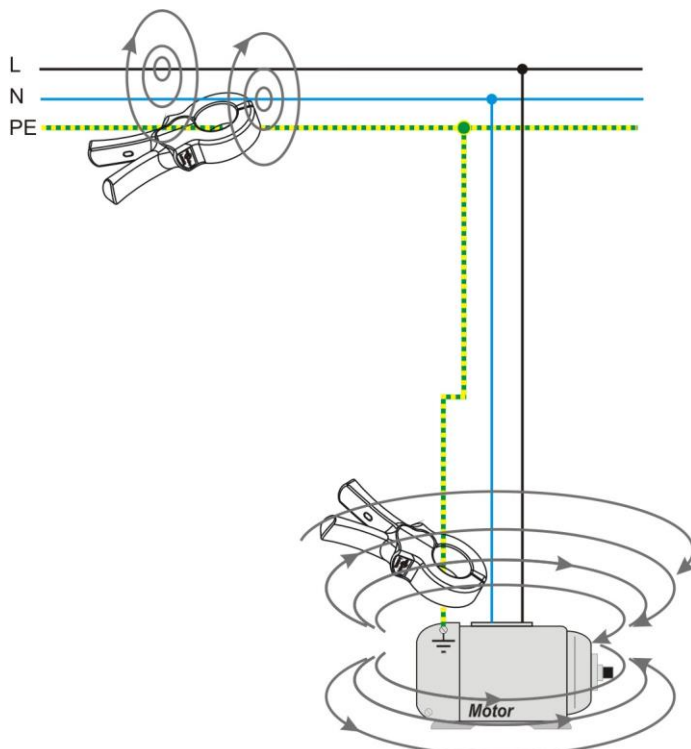


Abb. 9: Einfluss äußerer Magnetfelder

4.4.3 Einfluss eines äußeren elektrischen Felds

Das durch Spannung auf gemessenen Leitern oder beliebigen anderen Leitern/Teilen in der Nähe verursachte elektrische Feld kann durch kapazitive Kopplung auf den Zangenstromwandler einwirken. Dies kann durch die Sonde, das Gehäuse, Prüfkabel, das Messinstrument usw. geschehen. Der kapazitive Kopplungsfaktor sollte so gering wie möglich sein und hängt von der elektrischen Abschirmung und der Gleichtaktunterdrückung der Messstufe ab.

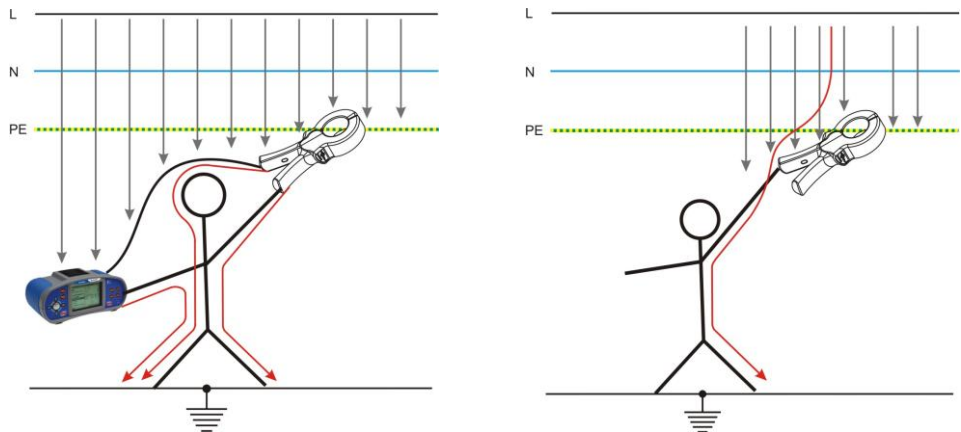


Abb. 10: Einfluss äußerer elektrischer Felder

4.4.4 Erkennen von Genauigkeitsproblemen

Wenn folgende Probleme festgestellt werden, ist es wahrscheinlich, dass äußere Felder die Ergebnisse beeinflussen:

- Die Größe der Lastströme ist höher als einige Ampere (besonders kritisch bei der differentiellen Messung).
- Das Ergebnis hängt von der Position der Zange ab (bezüglich der/des gemessenen Leiter(s), der gemessenen elektrischen Einrichtung, naher stromführender Leiter, Schalttafeln usw.). Wenn die Ergebnisse je nach Position des Zangenstromwandlers stark schwanken, ist es unwahrscheinlich, dass man ein brauchbares Ergebnis erhält.
- Die Anzeige ist nicht gleich Null, obwohl kein Strom durch die Zange fließt.

4.4.5 Minimierung der Einflussgrößen

- Benutzen Sie den Zangenstromwandler nicht ohne Informationen über Störfestigkeit gegen äußere Felder.
- Die Phasen- und Nullleiter sollten so nah wie möglich und in der Mitte der Zange angeordnet werden. Wenn möglich, sollten sie verdreht werden, um die Symmetrie (für das differentielle Messverfahren) zu erhöhen – siehe Abb. 11.
- Der Schutzleiter sollte in der Mitte der Zange angeordnet werden (für die direkte Messung).
- Vermeiden Sie das Anordnen des Zangenstromwandlers nahe anderen Phasenleitern und/oder stromführenden Leitern. Bei der Benutzung einer an ein Messinstrument angeschlossenen Zangensonde ist auch die Anordnung des Kabels wichtig.

- Anordnen des Zangenstromwandlers/Kabels nahe geerdeten Flächen verringert gewöhnlich die Kopplung und verbessert die Störfestigkeit.
- Der Zangenstromwandler / die Prüfkabel sollten so weit wie möglich vom Prüfling entfernt angeordnet werden – siehe Abb. 12.

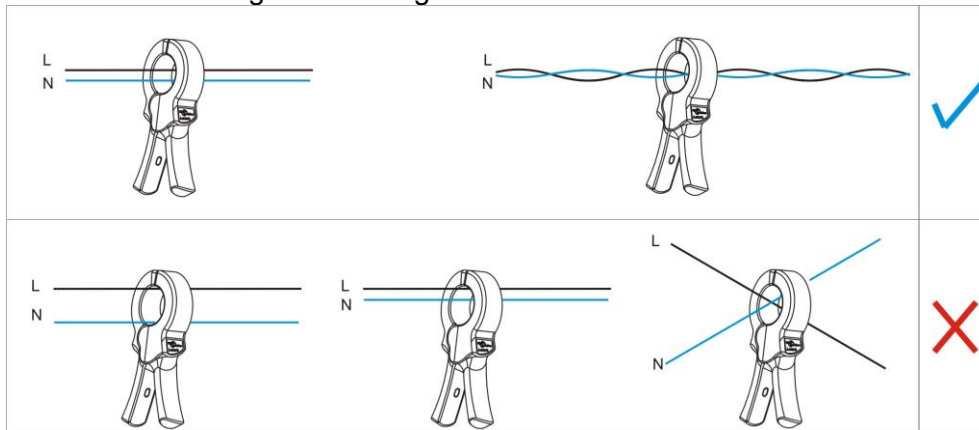


Abb. 11: Minimieren von Einflussgrößen, korrekte Anordnung von Leitern

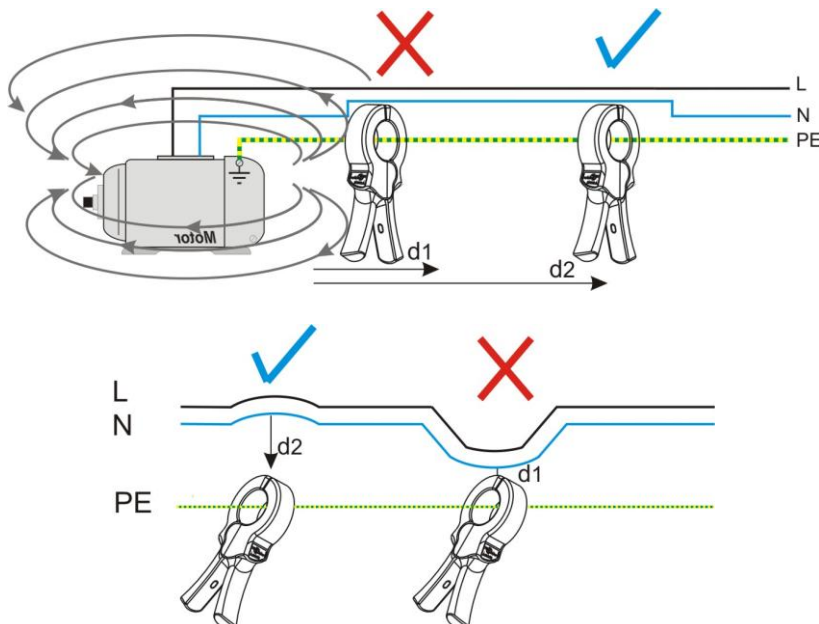


Abb. 12: Minimieren von Einflussgrößen, vermeiden äußerer magnetischer und elektrischer Felder

4.4.6 Berücksichtigung der Einflussgrößen

Nur Zangenstromwandler hoher Qualität können im mA-Bereich in Gegenwart äußerer Felder und hoher Lastströme genau messen. Die angegebene Auflösung oder Grundgenauigkeit sagen nicht viel über die wirkliche Qualität des Zangenstromwandlers aus. Die Störfestigkeit des Zangenstromwandlers gegenüber Einflussgrößen ist sehr viel bezeichnender.

Die IEC (International Electrotechnical Commission) bereitet eine neue internationale Norm vor: *IEC 61557-13 Hand-held and hand-manipulated current clamps and sensors for measurement of leakage currents in*

electrical distribution systems (Handgehaltene und handbediente Strommesszangen und Stromsonden zur Messung von Ableitströmen in elektrischen Anlagen), die den Aspekt der Einflussgrößen abdeckt und 2010 eingeführt war. Eins ihrer Hauptziele ist es, Regeln festzulegen, wie die Störfestigkeit gegen Einflussgrößen im Bereich der Genauigkeit von Ableitstrom-Zangenwandlern zu berücksichtigen ist. Dies wird den Benutzer in die Lage versetzen, einen sachdienlichen Vergleich zu ziehen, wenn er sich zwischen verschiedenen Modellen von Zangenstromwandlern entscheiden muss.

4.5 Weitere wichtige Parameter von Zangenstromwandlern

4.5.1 Hoher Messbereich

Zangenstromwandler mit einem hohen Messbereich können auch für andere Anwendungen benutzt werden. Ein Messbereich von 20 A deckt die meisten Anwendungen in Standardanlagen in Wohngebieten ab. Ein Bereich von 200 A deckt auch industrielle Anwendungen ab.

4.5.2 Zangendurchmesser

Im Allgemeinen reicht ein Durchmesser von ca. 40 mm aus. Für einige Anwendungen wäre ein größerer Durchmesser nützlich. Eine schlankere Konstruktion der Stromsonde ist in den meisten Anwendungen vorteilhaft.


4.5.3 Schutzart


Überspannungsschutz

Achten Sie auf die Überspannungskategorie des Zangenstromwandlers. Für die Verwendung in Büros, Wohngebieten, Industrieanlagen, im Haushalt wird mindestens 300V CAT III vorgezogen.

Für die Verwendung bei Stromversorgern ist 600V CAT III (300V/ CAT IV) vorgeschrieben.

Benutzung an unisolierten Leitern

Mit dem Zeichen  versehene Zangenstromwandler haben einen zusätzlichen Schutz und können zum Messen an unisolierten Leitern benutzt werden.

Zangenstromwandler ohne dieses Zeichen oder mit dem Zeichen  dürfen nur an isolierten Leitern benutzt werden!

Bemerkung

Die Überspannungskategorie des Bereichs vor den Hauptsicherungen ist gewöhnlich CAT IV!

Weitere Informationen finden Sie im METREL-Artikel *Electrical installation testers: CAT IV or CAT III?* (Elektrische Installationstester: CAT IV oder CAT III?).

4.6 Ableitstromsonde oder -messgerät?

Eine Strommesszange enthält die Zangensonde und die gesamte Messelektronik mit Display und Bedienelementen. Strommesszangen unterstützen gewöhnlich nur grundlegende Messungen und Funktionen. Eine Strommesszange **kann autonom verwendet werden und ist handlicher** als Stromsonden in Kombination mit einem Messinstrument.



Abb. 14: Strommesszange

Ableitstromwandler enthalten nur die magnetische Stromsonde und etwas elementare Elektronik. Sie müssen an ein Messinstrument angeschlossen werden (Multimeter, Leistungsmesser, Installationstester). Das externe Messinstrument bietet oft mehr Funktionen als eine Strommesszange. Die Kombination von METREL-Stromsonden mit METREL-Prüfinstrumenten **bietet viele zusätzliche Messfunktionen** (Aufzeichnung, Oberschwingungsanalyse usw.) **sowie das Speichern von Ergebnissen**. Eine Stromsonde **ist auch billiger** als ein Strommessgerät, falls der Anwender bereits ein geeignetes Instrument besitzt.

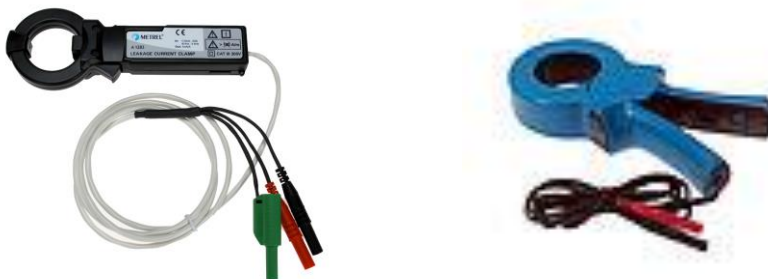


Abb. 15: Stromsonden

Kurzer Überblick über Anwendungen von Ableitstrom-Zangenwandlern

	Elektrische Anlagen	Anwendungen	Geeignete Stromzange	Hinweise
1	Ableitstrommessungen in elektrischen Anlagen - allgemein	Fehlersuche: - Lästiges Auslösen von Schutz-einrichtungen - Erdungsprobleme - Probleme mit Berührungsspannung - nichtinvasive Isolationsüberprüfungen - Probleme mit elektrischen Betriebsmitteln	MD 9270 1,0 mA– 150 A A1283 0,5 mA – 10 (20*) A A1018 1 mA – 20 (200*) A	Sehr nützliche Anwendungen, einfach zu messen. Das direkte und das differentielle Verfahren sind anwendbar A1018 ist geeignet für Umgebung 300 V CAT IV.
2	Ableitstrom-Überwachung - Überwachung über einen längeren Zeitraum	Dieselbe wie beim allgemeinen Prüfen, aber leistungsfähiger, wenn gelegentlich Probleme auftauchen	MD 9270 1,0 mA– 150 A	MD 9270: MIN-, MAX-Funktionen A1018 ist geeignet für Umgebung 300 V CAT IV.
3	Regelmäßige Isolationsprüfungen - Alternative zur Standard-Gleichspannungs-Isolationsprüfung	Überprüfung der Isolation, wo die Anlage nicht vom Netz getrennt werden darf	A1283 0,5 mA – 10 (20*) A	In Kombination mit EurotestXA, EurotestXE können Ergebnisse dokumentiert und in Prüfprotokolle aufgenommen werden A1018 ist geeignet für Umgebung 300 V CAT IV.
	Elektrisches Betriebsmittel			
6	Ableitstromprüfung und Überprüfung dauerhaft installierter elektrischer Betriebsmittel	- Ableitströme (differentiell und PE) von fest installierten Lasten und Geräten, die mit Standard-Prüfgeräten für tragbare Geräte nicht geprüft werden können (Spezialstecker, zu hoher Nennstrom usw.)	A1283 0,5 mA – 10 (20*) A	Hohe Genauigkeit und Störfestigkeit! Das direkte und das differentielle Verfahren sind anwendbar.

5 Technische Daten

Liste der Instrumente, die den Einsatz mit A 1283 unterstützen

Der Zangenstromwandler wurde zur Verwendung in Kombination mit den folgenden METREL-Prüfgeräten entwickelt:

PAT-Prüfgerät BetaPAT Plus MI 3304,
PAT-Prüfgerät Omega/ BetaPAT Plus MI 3305,
PAT-Prüfgerät BetaPAT Plus MI 3304,
PAT-Prüfgerät OmegaGT Plus MI 3305,
PAT tester DeltaGT MI3309 BT,
PAT-/ Maschinen-/ Schaltanlagen-Prüfgerät MultiservicerXA MI 3321.

Bemessungsstrom: siehe nachstehende Tabelle

Stromübersetzung: 1000:1

Ausgang: 1 mA/A,

Ausgangsanschlüsse: Sicherheits-Bananenbuchsen Ø 4 mm,
Schirmanschluss

Elektrische Daten

Messbereich: 0,5 mA ÷ 10 A (16 A*)

Genauigkeit: ≤ 5%

Frequenzbereich: 40 Hz ÷ 5 kHz

Maximaler Eingangsstrom: 100 A

* nur MultiservicerXA

Sicherheit

Typ A (Anbringen um oder Abnehmen davon nicht isoliert gefährliche Spannung führende Leiter ist gestattet.)

Überspannungskategorie: 300 V CAT III / 600V CAT II

Verschmutzungsgrad: 2

Schutzisolierung

Umgebungsbedingungen

Arbeitstemperatur: 0 °C ÷ 60 °C

Lagerungstemperatur: -20 °C ÷ 70 °C

Luftfeuchte: 0 % ÷ 85 %, linear sinkend bei T > 35 °C

Höhenlage: funktionsfähig von 0 bis 2000 m

Mechanische Daten

Zangenbackenöffnung: 40 mm

Maße: 177 mm x 53 mm x 23 mm

Gewicht: ~160 g

Angewandte Normen

Sicherheit: EN/IEC 61010-1

EN/IEC 61010-2-32

Legende:

Abb. 1, 2	
ELECTRICAL INSTALLATION	ELEKTRISCHE ANLAGE
RCD	RCD
$I_{LEAK\ RES}$	$I_{ABLEIT\ RES}$
$I_{LEAK\ CAP}$	$I_{ABLEIT\ KAP}$
I_{LEAK}	I_{ABLEIT}
ELECTRICAL EQUIPMENT	ELEKTRISCHES BETRIEBSMITTEL
Abb.7, 8	
RCD	RCD
N bar	N-Sammelschiene
PE bar	PE-Sammelschiene