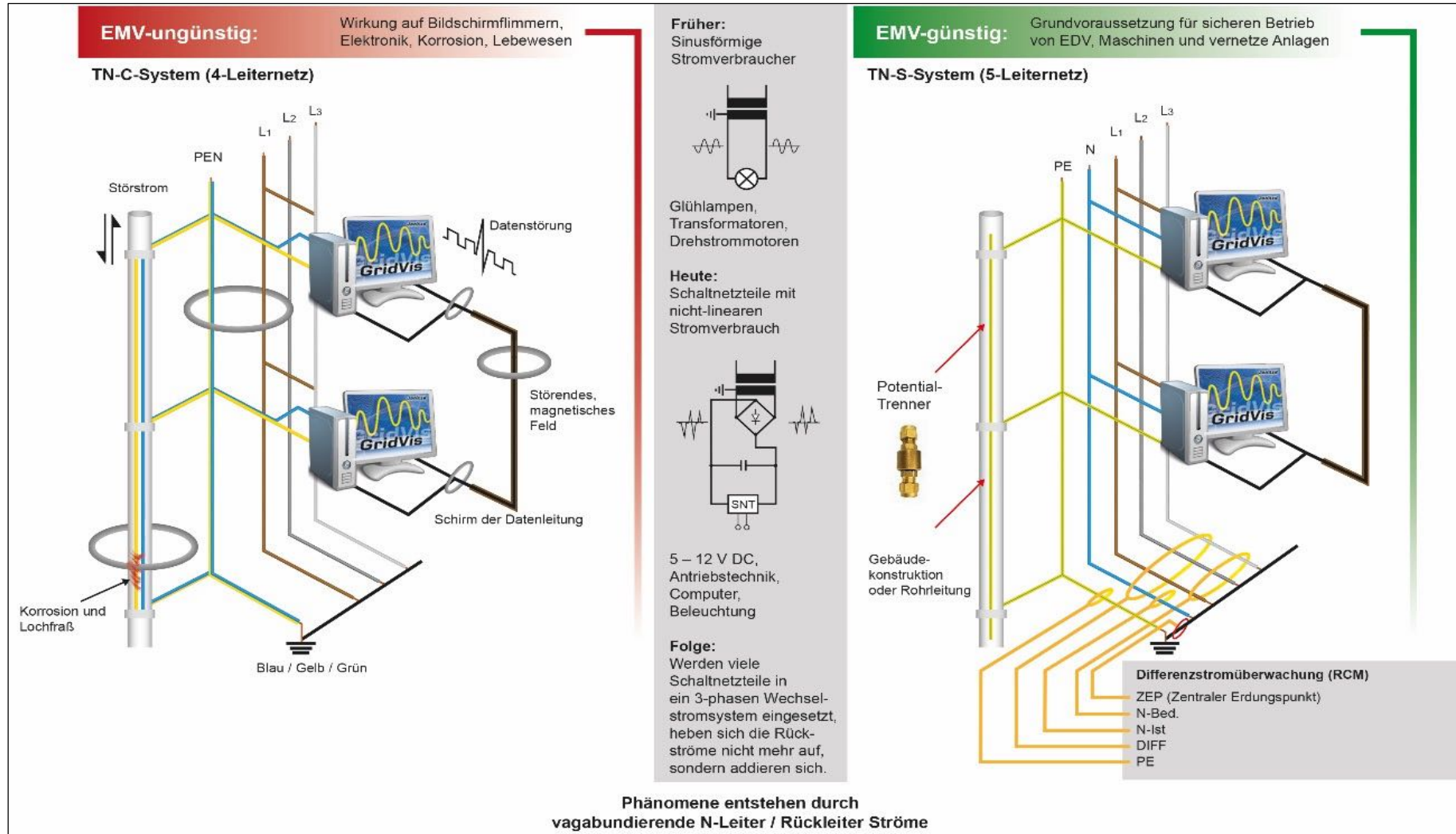


STROM – EINFACH SICHER

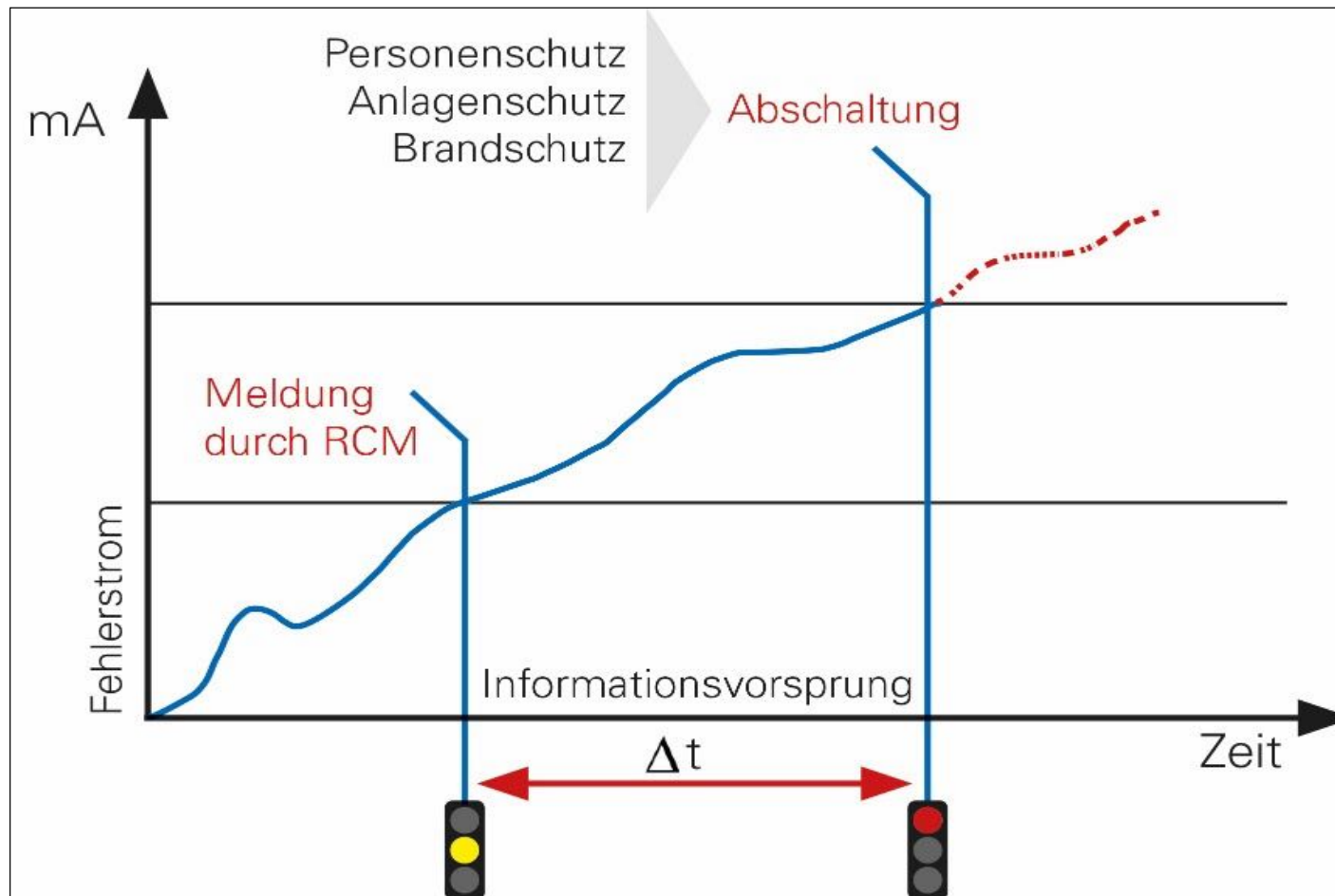
Experten der Energiemesstechnik



Grundlagen und Erläuterung RCM (Differenzstrommessung)



Grundlagen und Erläuterung RCM (Differenzstrommessung)



Grundlagen und Erläuterung RCM (Differenzstrommessung)

Alle Leiter in dem spezifischen Messpunkt werden überwacht mit Ausnahme des

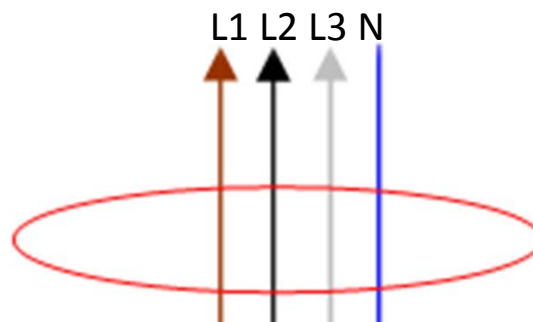
- Erdleiters (PE= Schutzerde) -

d.h. alle Leiter (L1, L2, L3) werden durch den Stromwandler geführt. In einem fehlerfreien System ist die Summe aller Ströme NULL, so dass im Stromwandler kein Strom induziert wird. Auch der berechnete N-Bedarf (Stromsumme L1-L3) sollte immer nahezu 0 sein.

Wenn ein Fehlerstrom gegen Erde oder anderweitig fließt, induziert der Differenzstrom im Differenzstromwandler einen Strom, der vom UMG 96RM-E-RCM erkannt wird.

Fehlerstrom = 0

Anlage ist okay



Summe >> 0

Fehler in der Anlage



Grundlagen und Erläuterung RCM (Differenzstrommessung)

Alle Leiter in dem spezifischen Messpunkt werden überwacht mit Ausnahme des

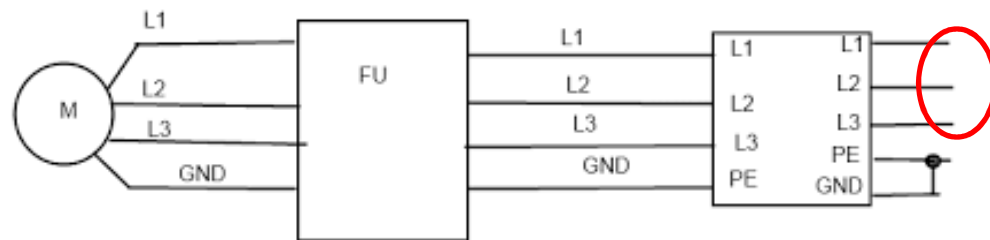
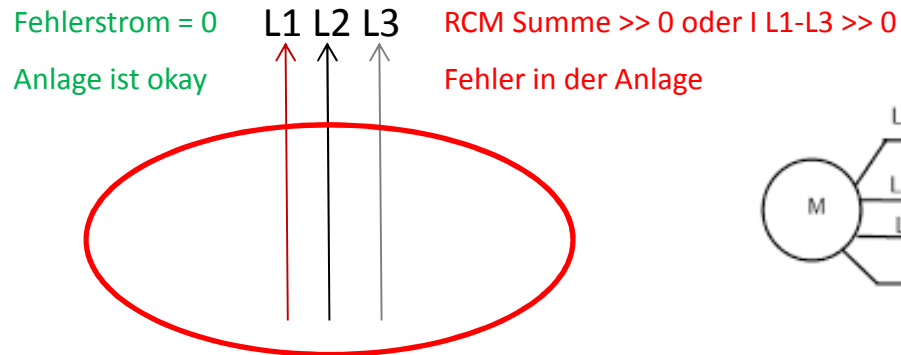
- Erdleiters (PE= Schutzerde) -

d.h. alle Leiter (L1, L2, L3) werden durch den Stromwandler geführt. In einem fehlerfreien System ist die Summe aller Ströme NULL, so dass im Stromwandler kein Strom induziert wird. Auch der berechnete N-Bedarf (Stromsumme L1-L3) sollte immer nahezu 0 sein.









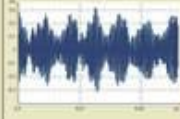
Wenn ein Fehlerstrom gegen Erde oder anderweitig fließt, induziert der Differenzstrom im Differenzstromwandler einen Strom, der vom UMG 96RM-E-RCM erkannt wird.

Ein zusätzlicher Indikator ist die Berechnung des N-Bedarf Stromsumme L1-L3. Dieser sollte in einem symmetrischen System bei nahezu 0 sein.

Der Differenzstrom wird in einem symmetrischen System also nur über die 3-Phase gemessen. Ein erhöhter Fehlerstrom kann einen Fehler im FU oder am Motor (mechanischer Fehler) bedeuten.



Grundlagen und Erläuterung RCM (Differenzstrommessung)

	Anwendung	Art des Fehlerstromes	Form des Fehlerstromes	Einsatzort	Korrekte Funktion mit
1	Ohmsche Verbraucher, Widerstandsheizungen, Glühlampen, rein induktive und kapazitive Verbraucher, Beleuchtungsanlagen mit KVG und Trafo, direktanlaufende Motoren ohne elektronischer Regelung und Steuerung, usw.	sinusförmiger Wechselstrom		nicht mehr zeitgemäß, da es Anlagen mit nur solchen Betriebsmitteln kaum mehr gibt	 Typ AC Wechselstrom-sensitiv
2	Einphasige elektronische Geräte sowie Geräte mit elektronischer Regelung und Steuerung wie z. B.: Netzteile, Computer, TV, Drucker, USV, Beleuchtungsanlagen mit EVG bzw. elektronischem Trafo, Geschirrspüler, Waschmaschine, Mikrowelle, einphasige Antriebe, Wärmepumpe, Umwälzpumpe, usw.	pulsierender Wechselstrom (positive oder negative Halbwelle)		alle Bereiche vor allem einphasig z.B. Wohnungen, kleine Büros, ...	Standard-schalter für modernen Haushalt
3	Einphasige Dimmer und Geräte mit Phasenanschnitt- bzw. Phasenabschnittsteuerung	phasenwinkelgesteuerte Halbwellenströme Phasenwinkel von 90° el Phasenwinkel von 135° el			 Typ A Wechselstrom+ Pulsstrom-sensitiv
4	Im Drehstromnetz auf die Phasen verteilt betriebene, einphasige elektronische Geräte (2+3) (durch Überlagerung pulsierender Fehlerströme entsteht ein geringer Gleichstromanteil)	Pulsierender Wechselstrom überlagert mit glattem Gleichstrom von max. 6 mA			
5	Geräte mit Drehstrom brückenschaltungen und reine Gleichstromanlagen z. B. Photovoltaikanlagen (kollektorseitig)	glatter Gleichstrom		Industrie, vor allem 4polig, bei PV-Anlagen auch 2polig DC und in allen Anlagen in denen reine Gleichfehlerströme auftreten können z. B. Baustelle	 Typ B Wechselstrom+ Pulsstrom+ Gleichstrom = Allstrom-sensitiv
6	geregelter Drehstrom-Antriebe (FU), z. B. geregelte Drehstrommotoren (Wärmepumpen, Umwälzpumpen, usw.), Drehstrom USV-Anlagen, Drehstrom Dimmer, med. Drehstromgeräte (Computertomograph, Röntgen, etc.), usw.	hohe Frequenzen bis 1000 Hz und darüber			



Grundlagen und Erläuterung RCM (Differenzstrommessung)

Typ A

Fehlerstrom-Schutzschalter zur Erfassung von
pulsierenden Gleichströmen und Wechselströmen der Netzfrequenz
(pulsstromsensitiv)

RCCB nach DIN EN 61008-1 VDE 0664 10

DIN EN 61008-2-1 VDE 0664-11

RCBO nach DIN EN 61009-1 VDE 0664 20

DIN EN 61009-2-1 VDE 0664-21

Kennzeichnung mit dem Symbol:



Grundlagen und Erläuterung RCM (Differenzstrommessung)

Typ B

Fehlerstrom-Schutzschalter zur Erfassung von
glatten und pulsierenden Gleichströmen sowie
Wechselströmen bis 2000 Hz (allstromsensitiv)

RCCB nach E DIN VDE 0664 100

RCBO nach E DIN VDE 0664 200

Kennzeichnung mit den Symbolen:



Grundlagen und Erläuterung RCM (Differenzstrommessung)

Typ B+

Fehlerstrom-Schutzschalter zur Erfassung von
glatten und pulsierenden Gleichströmen sowie
Wechselströmen bis 20 kHz (allstromsensitiv) für
den gehobenen vorbeugenden Brandschutz

RCCB nach DIN V VDE V 0664-110

RCBO nach DIN V VDE V 0664-210

Kennzeichnung mit den Symbolen:



Grundlagen und Erläuterung RCM (Differenzstrommessung)

Die Auswahl des für die Anwendung geeigneten Typs der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung erfolgt der DIN EN 50178/VDE 0160 „Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln“ bzw. nach DIN VDE 0100-530 Abschnitt 531.3.1). Bei direkt am Drehstromnetz betriebenen elektronischen Betriebsmitteln (z. B. Frequenzumrichter) mit Schaltungen der Eingangsstromkreise wird der Einsatz von allstromsensitiven Fehlerstrom-Schutzschaltern (Typ B) notwendig. Für diese Auswahl sind Typ B und Typ B+ gleich zu bewerten. In den übrigen Anwendungsfällen ist der Einsatz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen des Typs A (pulsstromsensitiv) ausreichend.

Normen und Empfehlungen VDE 0100-410

Nach der neuen VDE 0100-410 vom Juni 2007 sind Fehlerstrom- Schutzschalter für Endstromkreise der Benutzer unter 415.1 und 411.3.3 („Zusätzlicher Schutz für Endstromkreise und Benutzung durch Laien“) gefordert. Dies gilt für Stromkreise $\leq 20A$.

Verbindlich 01.02.2009

Durch eine Anmerkung einer Ausnahmeregelung wird die Forderung wieder aufgehoben. Wenn Elektrofachkräfte vorhanden sind und eine ständig überwachte Einrichtung eingebaut ist, so dass Schäden rechtzeitig entdeckt und behoben werden können, kann ein FI umgangen werden dieses gilt z.B. für Industriebetriebe. Als ständig überwachende Messeinrichtung werden Differenzstromüberwachungseinrichtungen (RCM) verwendet.

Janitza UMG96RME/509/512/UMG20CM sind für den Einsatz als Differenzstrom-Überwachungsgeräte (RCM) zur Überwachung von Wechselströmen, pulsierenden Gleichströmen gemäß IEC/TR 60755 (2008-01) geeignet und können als Alternative Messung zur Isolationsmessung eingesetzt werden.

Unter ganz bestimmten Voraussetzungen können FIs umgangen werden:

- Eingebautes RCM
- Aufschaltung der Meldung und sofortige Reaktion im Fehlerfall
- Elektrofachkraft vor Ort
- Steckdosen nicht für Laien zugänglich

IEC 60364-6:201 Überprüfung elektrischer Anlagen

VDE 0100-600:2017-06

..

Where a circuit is permanently monitored by an RCM in accordance with IEC 62020 or an IMD in accordance with IEC 61557-8 it is not necessary to measure the insulation resistance if the functioning of the IMD or RCM is correct.

The functioning of the RCM or IMD shall be verified.

Normen und Empfehlungen DGUV V3

Anlage/Betriebsmittel	Prüffrist	Art der Prüfung	Prüfer
Elektrische Anlagen und ortsfeste Betriebsmittel	4 Jahre	auf ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft
Elektrische Anlagen und ortsfeste Betriebsmittel in „Betriebsstätten, Räumen und Anlagen besonderer Art“ (DIN VDE 0100 Gruppe 700)	1 Jahr		
Schutzmaßnahmen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in nichtstationären Anlagen	1 Monat	auf Wirksamkeit	Elektrofachkraft oder elektronisch unterwiesene Person bei Verwendung geeigneter Mess- und Prüfgeräte
Fehlerstrom-, Differenzstrom- und Fehlerspannungsschalter		auf einwandfreie Funktion durch Betätigung der Prüfeinrichtung	Benutzer
<ul style="list-style-type: none"> • in stationären Anlagen • in nichtstationären Anlagen 	6 Monate arbeitstäglich		

Die Forderungen sind für ortsfeste elektrische Anlagen und Betriebsmittel z. B. auch erfüllt, wenn diese von einer Elektrofachkraft ständig überwacht werden.

Ortsfeste elektrische Anlagen und Betriebsmittel gelten als ständig überwacht, wenn sie kontinuierlich

- von Elektrofachkräften instand gehalten und
- durch messtechnische Maßnahmen im Rahmen des Betriebes (z. B. Überwachen des Isolationswiderstandes) geprüft werden.

Normen und Empfehlungen DGUV V3

Prüfung?

Entbindet nicht folgende Punkte durchzuführen:

- Sichtprüfung auf äußerlich erkennbare Mängel
- Schutzmaßnahmen und Abschaltbedingungen
- Schleifenwiderstände (Prüfung der Durchgängigkeit von Schutzleitern)
- Funktionsprüfung

Folgender Punkt wird erfüllt:

Isolationswiderstände

Die Prüfschärfe und Umfang kann durch eine kontinuierliche Überwachung reduziert werden. Die Prüffristen und Umfang sind anwendungsbedingt festzulegen.

Wenn Sie Ihre Anlagen nicht abschalten können, holen Sie sich Fachkompetenz und/oder die Berufsgenossenschaft mit ins Boot!

Normen und Empfehlungen TRBS

(3) Bei der technischen Prüfung werden die sicherheitstechnisch relevanten Merkmale eines Prüfgegenstandes auf Zustand, Vorhandensein und gegebenenfalls Funktion am Objekt selbst mit geeigneten Verfahren geprüft. Hierzu gehören beispielsweise die folgenden Prüfarten:

äußere oder innere Sichtprüfung,

Funktions- und Wirksamkeitsprüfung,

Prüfung mit Mess- und Prüfmitteln,

labortechnische Untersuchung,

zerstörungsfreie Prüfung,

Prüfung mit datentechnisch verknüpften Messsystemen (z. B. Online-Überwachung).

(4) Geeignete Prüfverfahren sind solche, die den Zweck der Prüfung gemäß Abschnitt 2.1 zuverlässig erfüllen und dem Stand der Technik entsprechen. Die Prüfungsaussage der Prüfverfahren muss aussagekräftig und nachvollziehbar sein.

TRBS = die Technischen Regeln für Betriebssicherheit

Normen und Empfehlungen VDS

Sicherheitsvorschriften für elektrische Anlagen bis 1000 Volt
VdS 2046 : 2010-06 (11)

3.2

Erhalten des ordnungsgemäßen
Zustandes

3.2.3

Um die Sicherheit in elektrischen Anlagen auf Dauer zu gewährleisten, wenn Isolationswiderstandsmessungen aus örtlichen oder betrieblichen Gegebenheiten nicht durchgeführt werden können, müssen Ersatzmaßnahmen getroffen werden. Solche Maßnahmen werden in der Publikation „Schutz bei Isolationsfehlern“ (VdS 2349) beschrieben

→ Ersatzmaßnahme ist hier eine permanente RCM Überwachung

Normen und Empfehlungen VdS

VdS 2349 : 2000-02 (01)

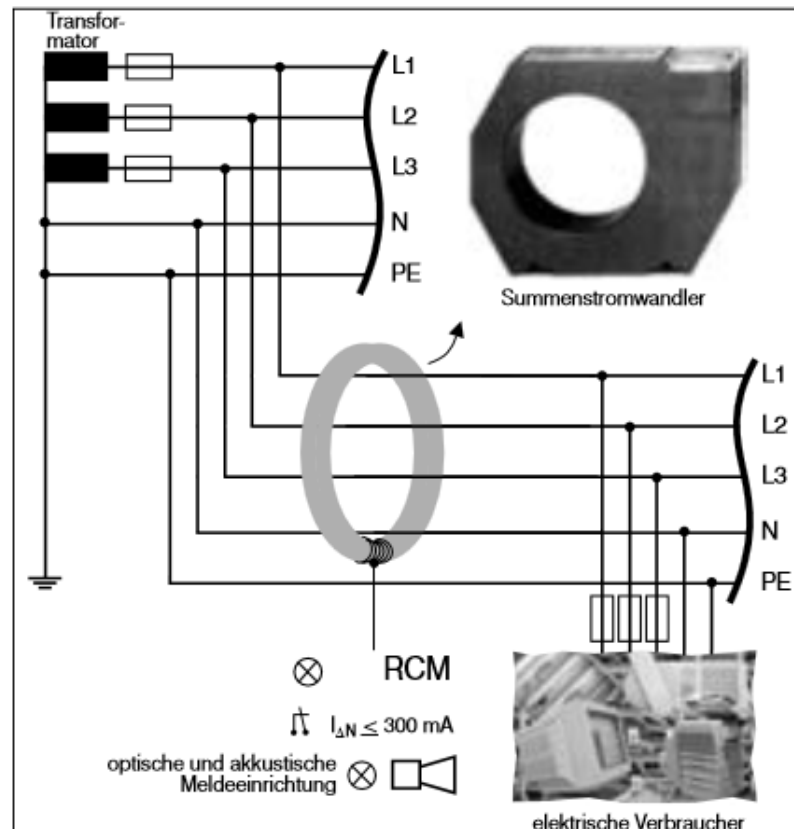


Bild 7: Überwachung eines TN-S-Systems durch Meldung mittels Differenzstrom-Überwachungsgerät (RCM) und Signalisierung an besetzter Stelle

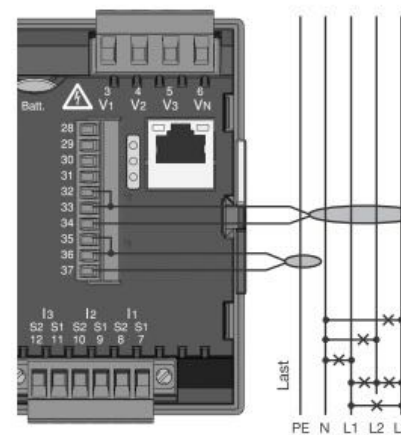


Abb. Anschlussbeispiel Differenzstrommessung über Stromwandler

Normen und Empfehlungen VDS

4.3 Oberschwingungen

4.3.1 Errichten des Stromversorgungssystems

Bei Stromversorgungssystemen mit PEN-Leiter fließen im gesamten Erdungs- und Potentialausgleichssystem betriebsbedingte Ströme, die Schäden verursachen können (siehe Abschnitt 3.3). Für neu zu errichtende elektrische Anlagen sind deshalb TN- als TN-S-Systeme zu planen (Bild 4). Für bestehende TN-C-Systeme wird die Umrüstung auf ein TN-S-System empfohlen. TN-S-Systeme sind möglichst ab der Einspeisung (Übergabestelle) zu realisieren. Um die Funktionsfähigkeit eines TN-S-Systems auch auf Dauer zu gewährleisten (kein Leiterschluß zwischen N- und PE-Leiter, Vertauschen von N- und PE-Leiter), ist dieses durch eine Differenzstrom-Meldeeinrichtung (RCM) zu überwachen (Bild 7). Wenn der eingestellte Ansprechwert erreicht wird, muß eine wahrnehmbare optische und akustische Fehlermeldung erfolgen, damit Mängel sofort beseitigt werden können. Damit die Meldung erfolgreich ist, sollte sie ggf. an einer besetzten Stelle aufgeschaltet werden. Wird auf die Aufschaltung verzichtet, ist die zwangsläufige Abschaltung des fehlerhaften Stromkreises erforderlich. Hinweis: Aus brandschutztechnischen Gründen werden Schutzeinrichtungen, Melde- oder Überwachungsgeräte mit einem Bemessungsdifferenzstrom/Ansprechstrom $< 300\text{mA}$ empfohlen.

Normen und Empfehlungen Bitkom

Hochverfügbarkeit

So schreibt die BITKOM in Ihrem Leitfaden „Betriebssichere Rechenzentren“ wie folgt:

„In Rechenzentren werden höchste Verfügbarkeitsanforderungen gestellt. Entsprechend ist die Energieversorgung nachhaltig sicherzustellen. Geradezu selbstverständlich ist die Forderung, dass die Stromversorgung des Rechenzentrums selbst und aller Bereiche im gleichen Gebäude, zu denen Datenkabel laufen, als TN-S System ausgeführt sein muss. **Unbedingt nötig für den sicheren Betrieb ist eine permanente Selbstüberwachung eines „sauberen“ TN-S Systems (z. B. mit RCMs) und die Aufschaltung der Meldungen an eine ständig besetzte Stelle, z. B. an die Leitzentrale. Die Elektrofachkraft erkennt dann über entsprechende Meldungen den Handlungsbedarf und kann durch gezielte Servicemaßnahmen Schäden vermeiden.“**

Erfüllung des Sicherheitskriteriums „RCM-Fehlerstromüberwachung“ in Datencentern

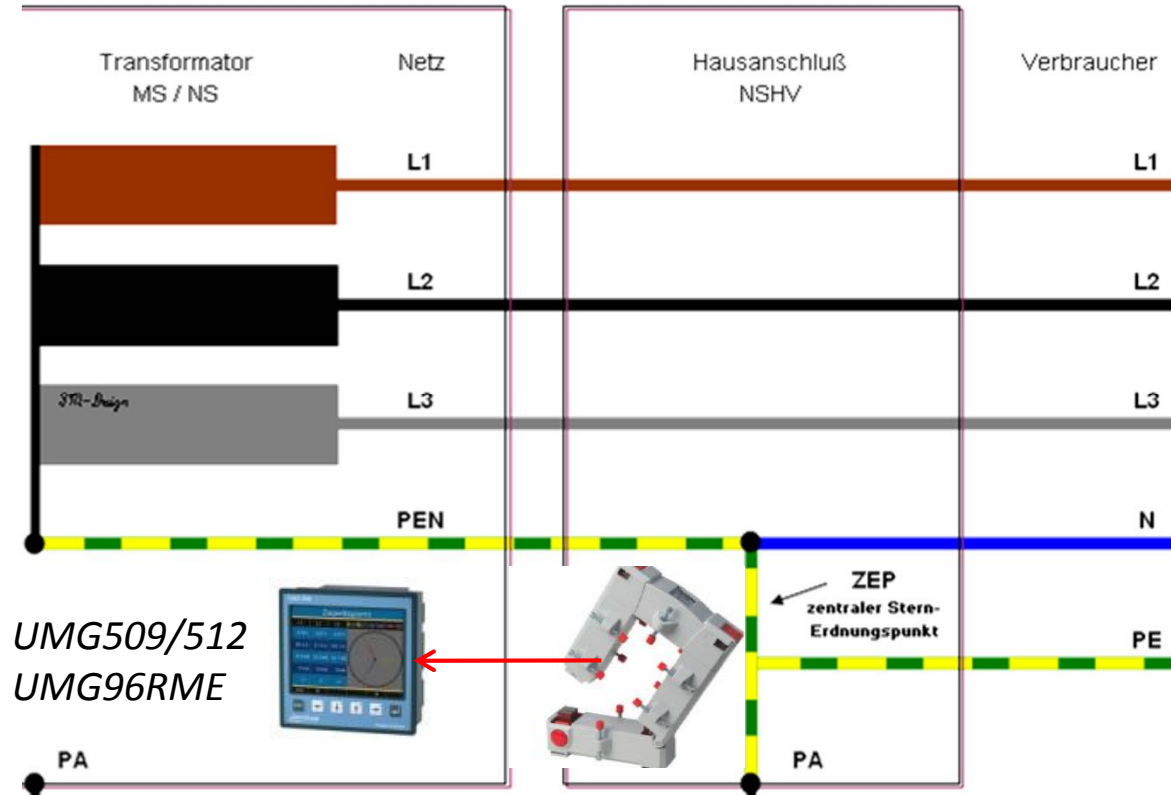
Anforderungen TÜV IT

POW08.01	Überwachung sinnvoller Segmente auf Ableitströme	.	B	B	C
	Das Niederspannungsnetz wird mittels Differenzstrommessgeräten (RCM - Residual Current Monitoring) auf Ableitströme überwacht.				
	<i>B: Zumindest existiert eine Stromüberwachung in der ZEP-Brücke.</i>				
	<i>C: Umsetzung erfolgt wie oben im Text beschrieben.</i>				

Planung einer RCM-Überwachung

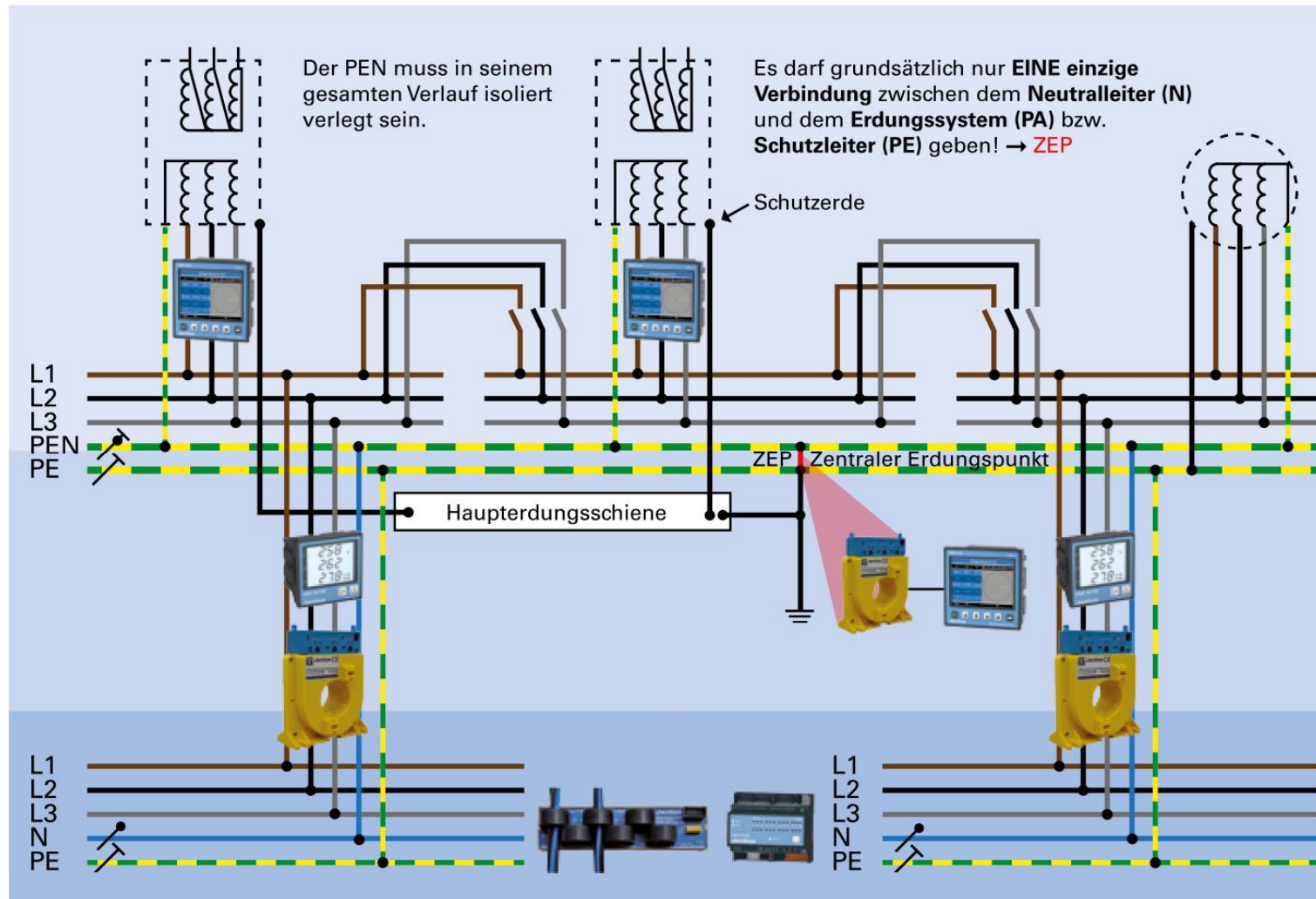
- Argumente für den Einsatz (Hochverfügbarkeit der Anlage, sensible Betriebsmittel)
- Risikoeinschätzung (Berührungsschutz, feste Verkabelung, Laie?)
- Messpunkte festlegen
 - Bei Fehlerströmen müssen Fehlerquellen schnell lokalisiert werden können
- Verteilungen messbar aufbauen
- Grenzwerte festlegen, dokumentieren und einstellen
- 2 autarke Meldewege festlegen
 - Meldung vor Ort, Meldung in ständig besetzter Leitzentrale
- Meldewege durch einprägen von Fehlern testen (Funktionsprüfung)
- Personal vor Ort ausbilden (Aktionen im Fehlerfall)
- Abnahme vom SV

Bei Fehlerströmen müssen Fehlerquellen schnell lokalisiert und unverzüglich beseitigt werden



Es darf grundsätzlich nur **EINE einzige Verbindung** zwischen dem **Neutralleiter (N)** und dem **Erdungssystem (PA)** bzw. **Schutzleiter (PE)** geben!
→ ZEP

Bei Fehlerströmen müssen Fehlerquellen schnell lokalisiert und unverzüglich beseitigt werden (RCM mindestens bis in die UV)



Einstellen von Grenzwerten in der GridVis - Erfahrungswerte




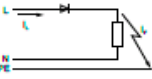
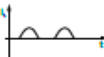
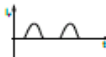
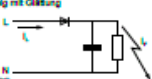
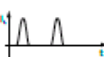
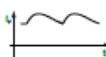



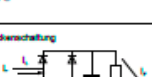
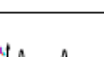
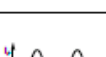
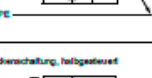
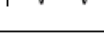
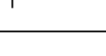
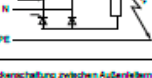
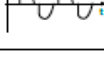
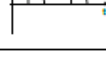
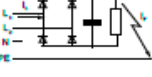
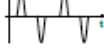
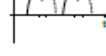
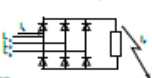
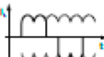
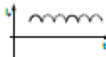
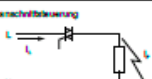

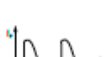
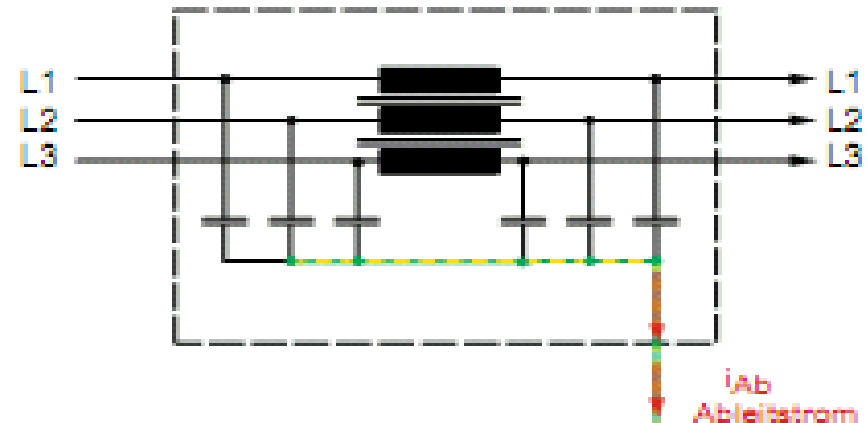
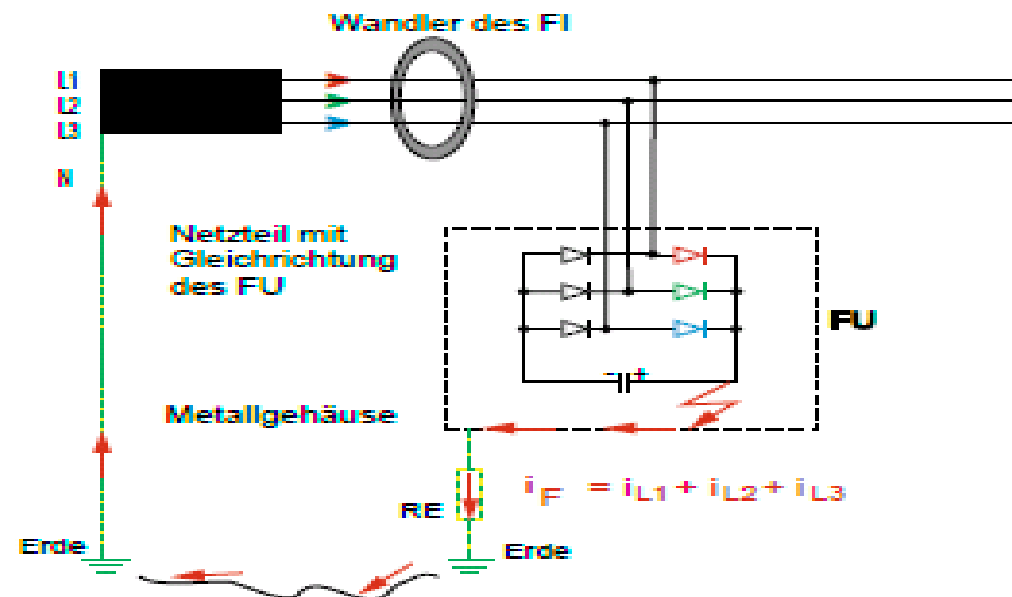
Zelle	Prüferstellung mit Fehlerstelle	Form des Belastungsstromes	Form der Fehlerstromes	FID-Ausbeug		
						
1					•	•
2						•
3						•
4					•	•
5					•	•
6						•
7						•
8					•	•
9					•	•

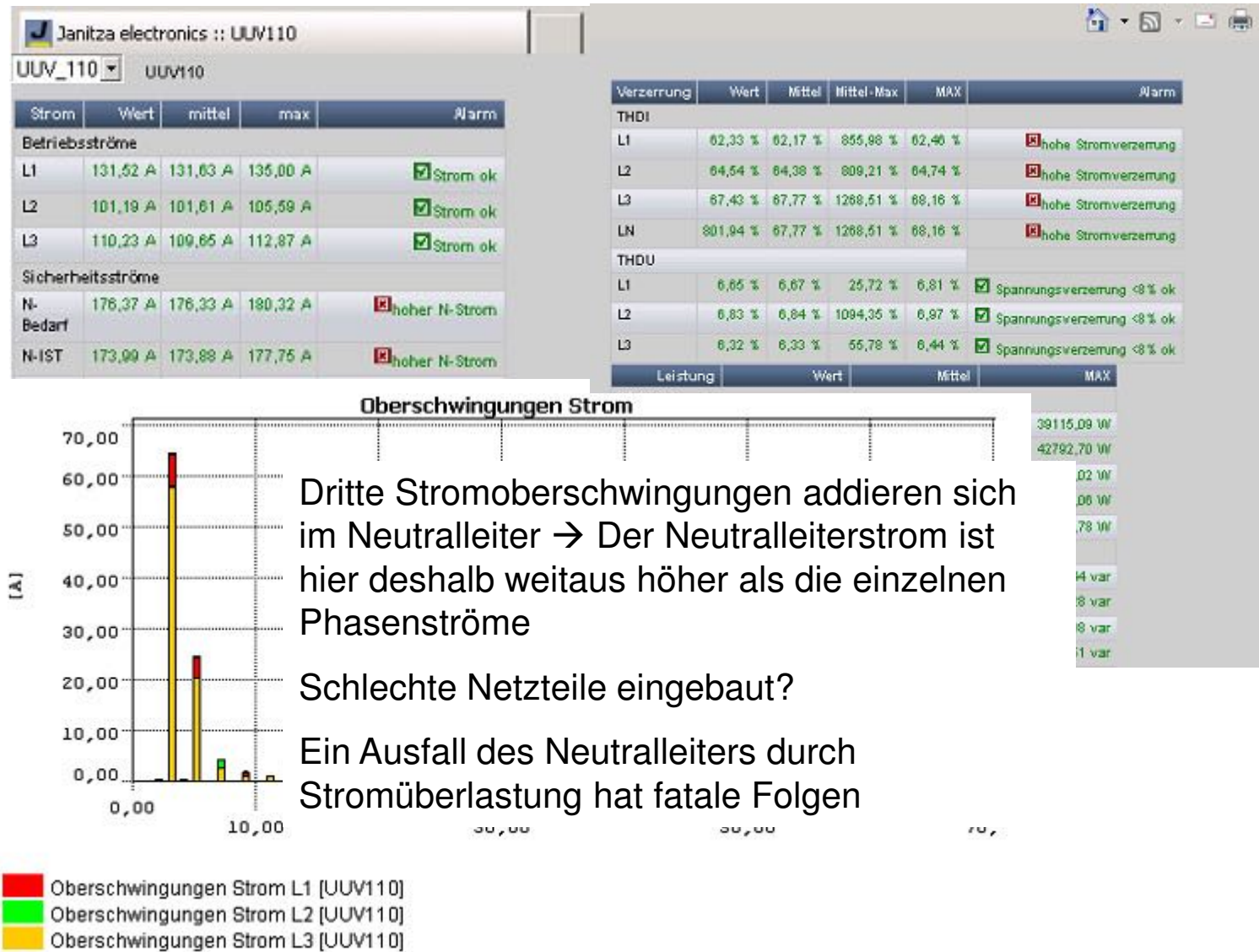
Abb. 10:
Grundsaltungen
elektronischer
Betriebsmittel
(Quelle:
DIN VDE 0100-530;
Anhang B)



Y-Kondensatoren verursachen Ableitströme gegen Erde



Nebenwirkungen bei nicht linearen Lasten und PEN



Einstellen von Grenzwerten in der GridVis - Erfahrungswerte

- FI = 30mA (Endstromkreise)
- Brandschutz = 300mA (Unterverteiler)
- IT 2mA pro kVA

Bild 7: Grenzwerte sind Erfahrungswerte und je nach Art der Verbraucher festzulegen.
Eine Orientierungshilfe bieten Werke wie die EMV-Fibel von Wilhelm Rudolph.

Quelle		
EMV-Fibel: Wilhelm Rudolph Tabelle A2 nach IEC 64/1120/CDV:2000-01	Orientierungshilfe: 2000-01 Beispiele für maximale Schutzleiter- / Ableitströme bei Wechselspannung	
	Betriebsmittel (Geräte) der Schutzklasse I: Stromverbrauchsmittel für Anschluss über Steckvorrichtungen bis einschließlich 32 A:	
	Für Bemessungsströme I_n der Geräte:	Maximale Grenzwerte der Schutzleiterströme:
	$\leq 4 \text{ A}$	2 mA
	$> 4 \text{ bis } \leq 10 \text{ A}$	0,5 mA / A
	$> 10 \text{ A}$	5 mA
	Stromverbrauchsmittel bei festem Anschluss, ohne besondere Vorkehrungen für den Schutzleiter oder für Stromverbrauchsmittel bei Anschluss über Steckvorrichtungen für mehr als 32 A	
	Für Bemessungsströme I_n der Geräte:	Maximale Grenzwerte der Schutzleiterströme:
	$\leq 7 \text{ A}$	3,5 mA
	$> 7 \text{ A bis } \leq 20 \text{ A}$	0,5 mA / A
	$> 20 \text{ A}$	10 mA

Einstellen von Grenzwerten in der GridVis - Erfahrungswerte

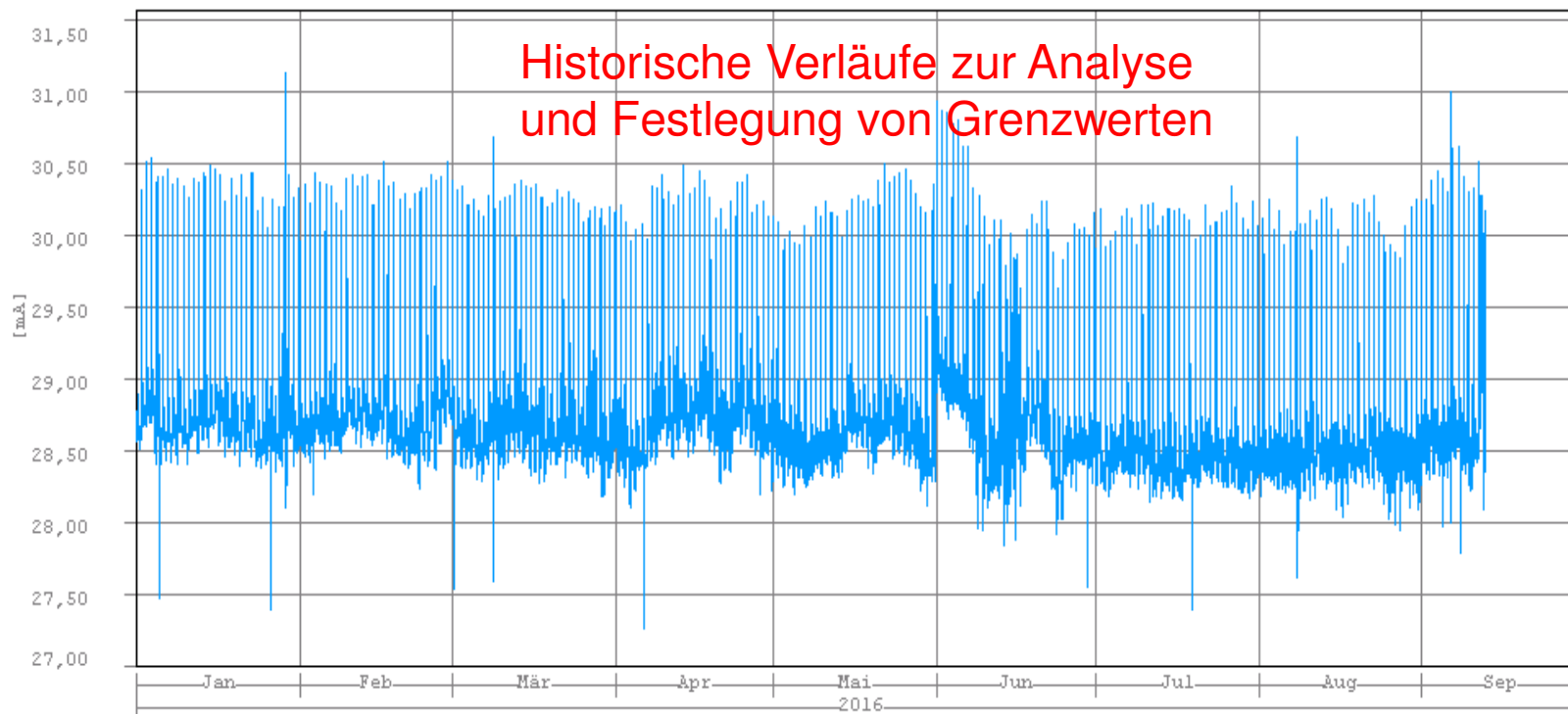
- Livemessung an AB-Versorgungen

	RCM Grenzwert	Leistung	Differenzstrom	Auslösui
IV-USV A00.01 Q2 R01/CAB01-10 R02/CAB 10-19	38,6939 mA	5,89 kVA	14,8785 mA	24,015 mA
IV-USV B00.01 Q2 R01/CAB01-10 R02/CAB 10-19	34,6187 mA	5,40 kVA	8,1278 mA	28,481 mA
IV-USV A00.01 Q3 R01/CAB011-19 R02/CAB 01-09	47,0790 mA	14,10 kVA	19,4467 mA	27,833 mA
IV-USV B00.01 Q3 R01/CAB011-19 R02/CAB 01-09	34,4292 mA	14,27 kVA	8,2027 mA	26,226 mA
IV-USV A00.02 Q2 R03/CAB01-10 R04/CAB10-19	41,8343 mA	22,10 kVA	17,5826 mA	24,252 mA
IV-USV B00.02 Q2 R03/CAB01-10 R04/CAB10-19	33,9364 mA	9,36 kVA	4,5150 mA	29,421 mA
IV-USV A00.02 Q3 R03/CAB11-19 R04/CAB 01-09	38,7056 mA	14,26 kVA	16,5785 mA	22,127 mA
IV-USV B00.02 Q3 R03/CAB11-19 R04/CAB 01-09	41,0529 mA	13,42 kVA	17,4862 mA	23,567 mA
IV-USV A 00.01 Q4 R09/CAB01-08 R10/CAB08-15	33,2403 mA	0,48 kVA	1,8887 mA	31,380 mA
IV-USV B 00.01 Q4 R09/CAB01-08 R10/CAB08-15	33,2401 mA	0,48 kVA	2,0020 mA	31,238 mA
IV-USV A 00.01 Q5 R09/CAB09-15 R10/CAB01-07	33,0426 mA	0,43 kVA	2,3797 mA	30,663 mA
IV-USV B 00.01 Q5 R09/CAB09-15 R10/CAB01-07	33,0380 mA	0,38 kVA	2,6188 mA	30,421 mA
IV-USV A 00.02 Q4 R07/S01-S05 R08/S06-S10	34,7540 mA	17,54 kVA	7,8740 mA	27,080 mA
IV-USV B 00.02 Q4 R07/S01-S05 R08/S06-S10	41,7175 mA	17,44 kVA	17,3816 mA	24,356 mA
IV-USV A 00.02 Q5 R07/S06-S10 R08/S01-S05	38,1651 mA	12,88 kVA	10,8712 mA	27,294 mA
IV-USV B 00.02 Q5 R07/S06-S10 R08/S01-S05	36,7874 mA	12,82 kVA	8,5656 mA	28,222 mA

	RCM Grenzwert	Leistung	Differenzstrom	Auslösui
IV-USV A00.07 Q2 R01/CAB01-09 R02/CAB 11-19	39,2697 mA	6,27 kVA	14,7429 mA	24,527 mA
IV-USV B00.07 Q2 R01/CAB01-09 R02/CAB 11-19	33,5616 mA	5,62 kVA	4,5912 mA	28,970 mA
IV-USV A00.07 Q3 R01/CAB010-19 R02/CAB 01-10	44,0618 mA	18,44 kVA	18,5864 mA	25,475 mA
IV-USV B00.07 Q3 R01/CAB010-19 R02/CAB 01-10	42,1960 mA	18,44 kVA	12,3083 mA	29,888 mA
IV-USV A00.08 Q2 R03/CAB01-09 R04/CAB11-19	51,2284 mA	22,88 kVA	36,8920 mA	14,336 mA
IV-USV B00.08 Q2 R03/CAB01-09 R04/CAB11-19	40,7386 mA	19,30 kVA	16,2569 mA	24,482 mA
IV-USV A00.08 Q3 R03/CAB10-19 R04/CAB01-10	37,6432 mA	9,28 kVA	8,2509 mA	29,392 mA
IV-USV B00.08 Q3 R03/CAB10-19 R04/CAB01-10	37,4273 mA	8,85 kVA	10,7867 mA	26,641 mA
IV-USV A 00.07 Q4 R05/CAB01-07 R06/CAB10-18	33,9258 mA	9,26 kVA	6,4452 mA	27,481 mA
IV-USV B 00.07 Q4 R05/CAB01-07 R06/CAB10-18	33,8844 mA	8,84 kVA	5,8812 mA	28,003 mA
IV-USV A 00.07 Q5 R05/CAB08-15 R06/CAB01-09	33,2889 mA	2,89 kVA	4,3209 mA	28,968 mA
IV-USV B 00.07 Q5 R05/CAB08-15 R06/CAB01-09	33,2986 mA	2,99 kVA	3,0380 mA	30,261 mA
IV-USV A 00.08 F7.1-7.3 R00/CAB01-05 R07/CAB01-05	35,8980 mA	2,90 kVA	8,9724 mA	26,926 mA
IV-USV B 00.08 F7.1-7.3 R00/CAB01-05 R07/CAB01-05	35,3804 mA	2,38 kVA	5,5477 mA	29,833 mA

ein 30mA FI schaltet
bereits bei 15mA ab

Einstellen von Grenzwerten in der GridVis - Erfahrungswerte

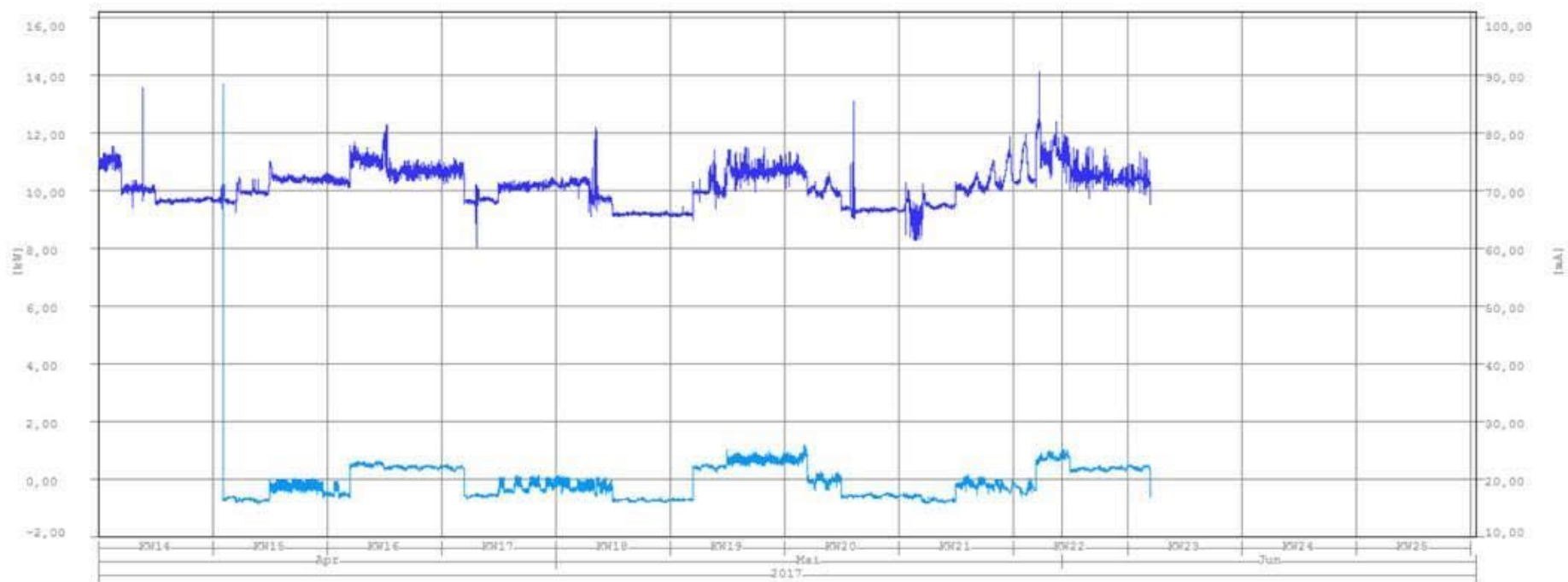


■ Strom effektiv Differenzstrom (10m) [GS 02 230 UV-USV 02.01]

Durch Parametrieren (d.h. Festlegen des typischen Fehlerstromes in "GUT"-Zustand) der Anlage im Neuzustand und das kontinuierliche Monitoring sind alle Veränderungen des Anlagenzustandes ab Inbetriebnahme-Zeitpunkt erkennbar. Hiermit können auch schleichende Fehlerströme erkannt werden. Anhand historischer Verläufe der Last und des Ableitstroms kann der "GUT"-Zustand ermittelt und ein sinnvoller Fehlerstromgrenzwert bestimmt werden. Integrierte Speicher der Messgeräte und überlagerte SCADA Systeme oder die Energiedatenerfassungssoftware GridVis® ermöglichen zeitliche Aussagen und Analysen.

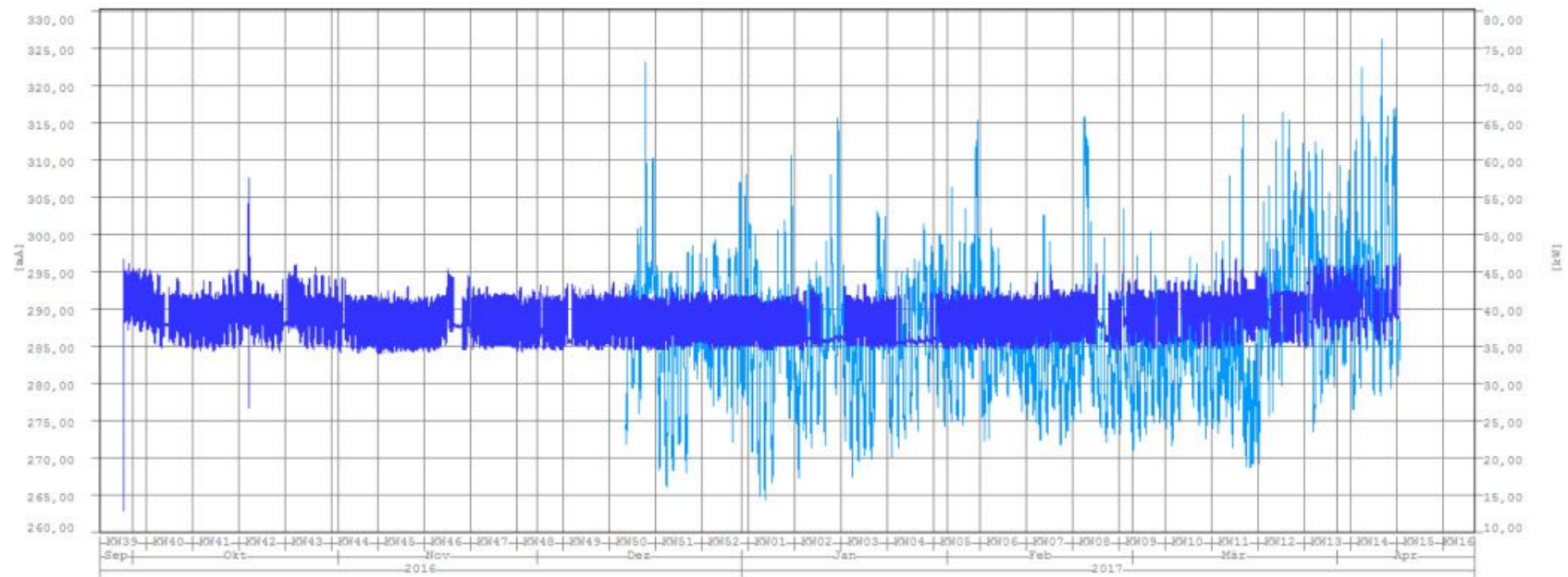
Einstellen von Grenzwerten in der GridVis - Erfahrungswerte

IT Versorgung mit 12kW bei ca. 20mA



Einstellen von Grenzwerten in der GridVis - Erfahrungswerte

45kW mit ca. 290mA Filterströme Kälteerzeugung mit FUs



Einstellen von Grenzwerten in der GridVis - Erfahrungswerte

Durch Parametrieren (d.h. Festlegen des typischen Fehlerstromes in “GUT“-Zustand) der Anlage im Neuzustand und das kontinuierliche Monitoring sind alle Veränderungen des Anlagenzustandes ab Inbetriebnahme-Zeitpunkt erkennbar. Hiermit können auch schleichende Fehlerströme erkannt werden. Anhand historischer Verläufe der Last und des Ableitstroms kann der “GUT“-Zustand ermittelt und ein sinnvoller Fehlerstromgrenzwert bestimmt werden. Integrierte Speicher der Messgeräte und überlagerte SCADA Systeme oder die Energiedatenerfassungssoftware GridVis® ermöglichen zeitliche Aussagen und Analysen.

Einstellen von Grenzwerten in der GridVis - Grenzwertfunktionen

Fester RCM-Grenzwert

Typische Grenzwerte: 0,03A; 0,1A;0,3A

- Flexibel einstellbar
- Verzögerungszeit einstellbar
- Toleranz einstellbar
- Vorzeitige Warnung einstellbar
- Alarmausgang wählbar
- AC und DC Messung

Dynamischer RCM- Grenzwert

Typischer Grenzwert: 1-3 mA pro kVA toleriert + 0,03A Abweichung

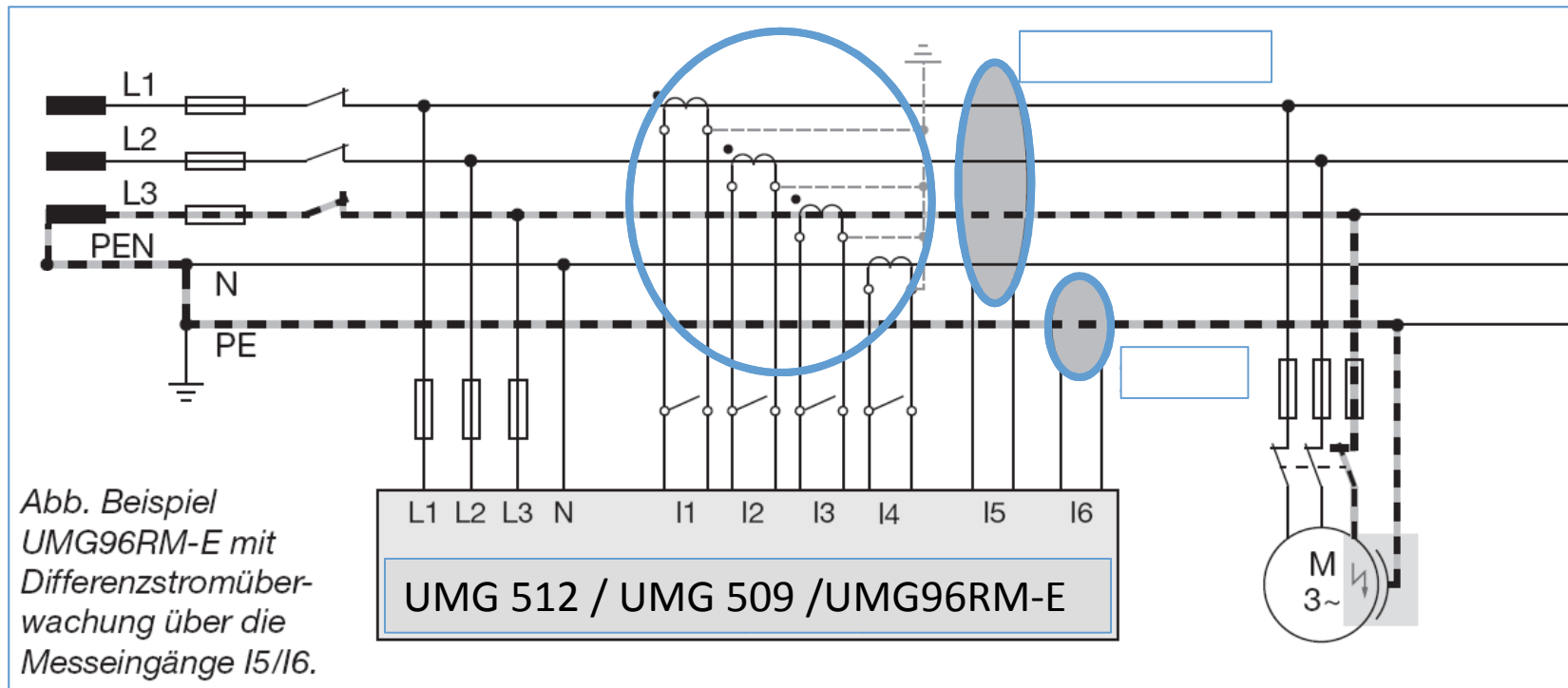
- Flexibel einstellbar, Verzögerungszeit einstellbar, Toleranz einstellbar
- Vorzeitige Warnung einstellbar
- Alarmausgang wählbar
- AC und DC Messung
- Dynamischer gleitender Grenzwert anhand der Summe kVA oder anderer Referenzvariablen
- Der gleitende Grenzwert stellt sich permanent anhand der Momentanleistung neu ein
- Beispiel: 1mA pro kVA = 10mA bei 10kVA +15mA Überschreitung = Alarm bei 25mA

Stufenweiser RCM- Grenzwert

Typische Grenzwerte: 20mA bei 10kVA

- Flexibel einstellbar
- Verzögerungszeit einstellbar
- Alarmausgang wählbar
- AC und DC Messung
- Vorzeitige Warnung einstellbar
- Maximal 10 Grenzwertstufen
- Beispiel: Stufe1 = 1mA bei 1kVA; Stufe 2= 2mA bei 2kVA; Stufe 3 = 3mA bei 3kVA; Stufe 4 = 4mA bei 4kVA...

Messgeräte und Zubehör für eine RCM-Messung



Operating Current

- Energy Management
ISO 50001
- Netzqualität

Residual Current Measurement RCM

- Fehlerströme in
Unterverteilungen und
wichtige Lasten

Monitor Central Earth Point CEP

- Gesamtfehlerstrom in
TNS-S-Systemen

Messgeräte und Zubehör für eine RCM-Messung



Messgeräte und Zubehör für eine RCM-Messung



Messgeräte und Zubehör für eine RCM-Messung

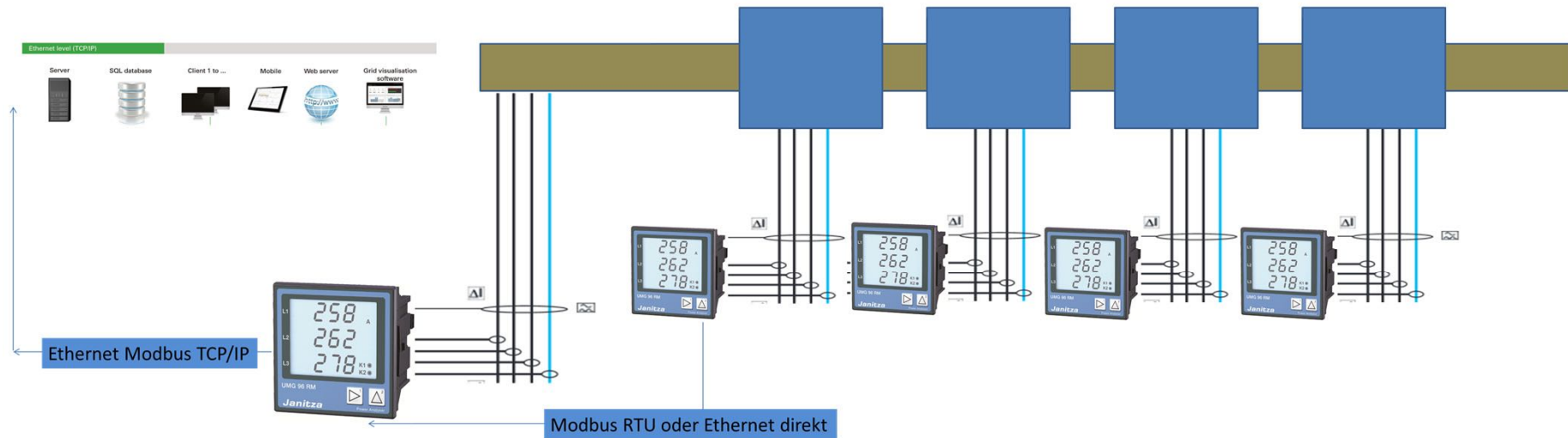
Unterverteiler für Racks und Großrechner ausgestattet mit dem RME mit RCM



Energiemessung
Energiequalität
Auslastung der Verteilung
Differenzstromüberwachung
Strom- und Spannungswächter



Messgeräte und Zubehör für eine RCM-Messung

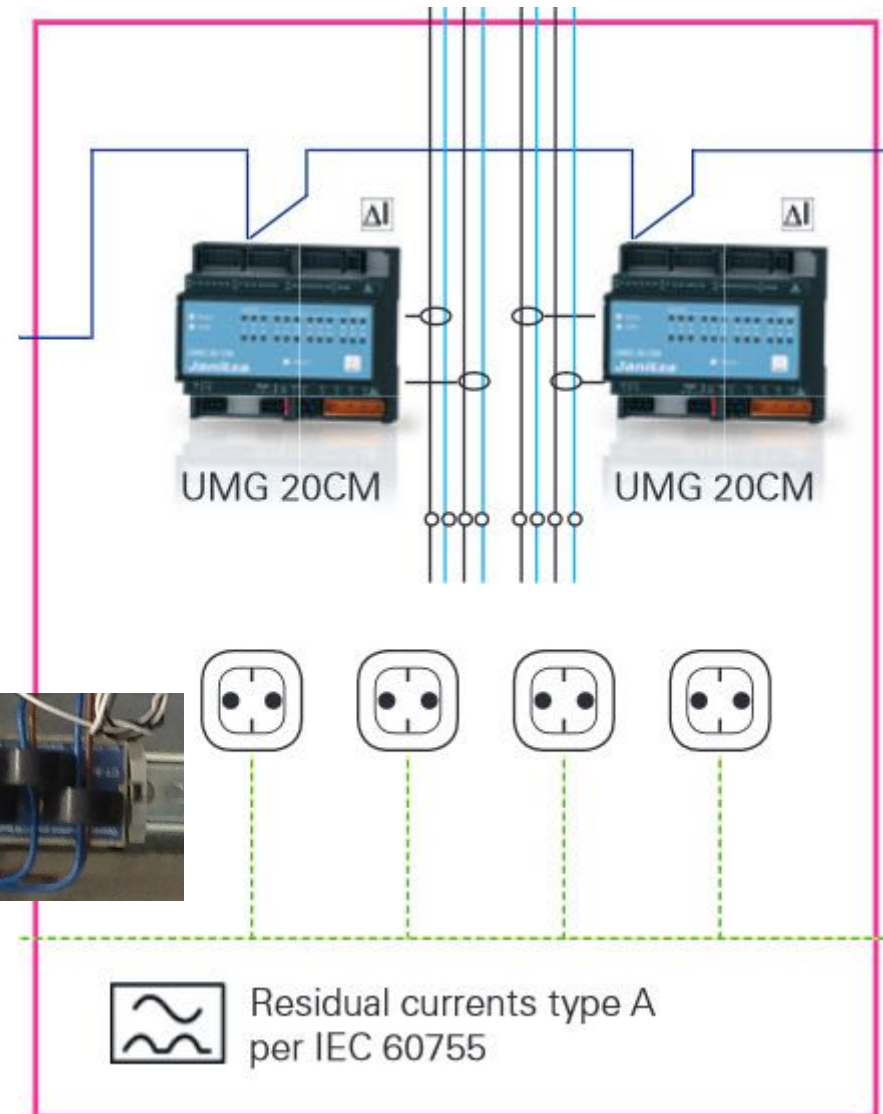


Betriebsstromerfassung und Differenzstromerfassung in jedem Abgangskasten UMG96RME Typ A oder B



gerald.fritzen@janitza.de

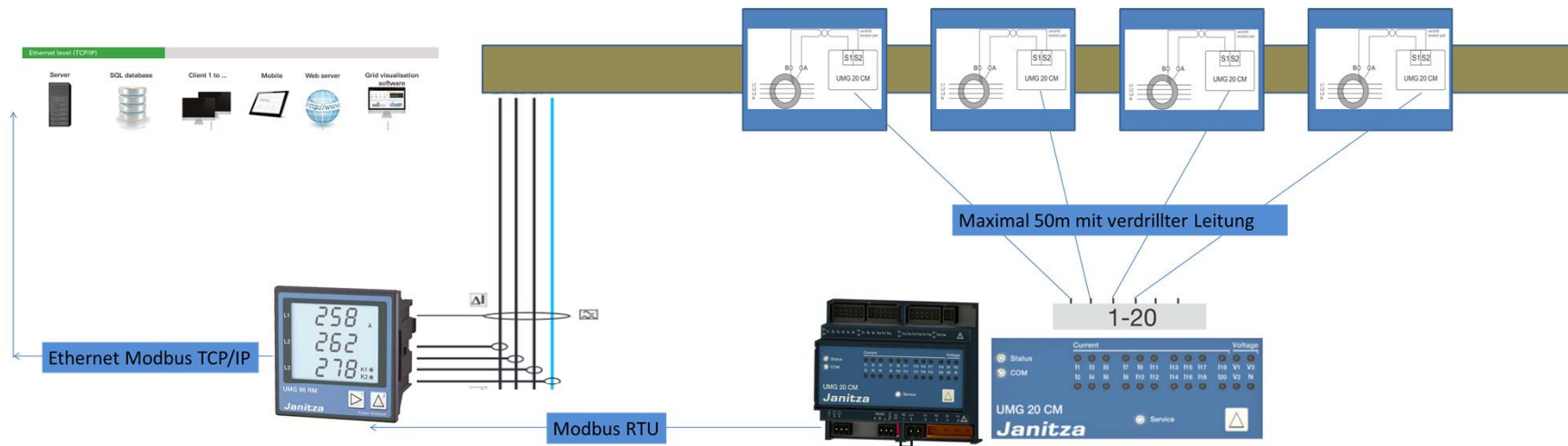
Messgeräte und Zubehör für eine RCM-Messung



Messgeräte und Zubehör für eine RCM-Messung



Messgeräte und Zubehör für eine RCM-Messung



Betriebsstromerfassung und
Differenzstromerfassung der gesamten
Stromschiene mit dem UMG96RME
Typ A oder B

20 Differenzstrommessungen (Messgerät UMG20CM extern)
Leitungslänge zwischen Messeingang und Differenzstromwandler
bis maximal 50m mit verdrehter Leitung
Differenzstromwandler im Abgangskasten nur Typ A
Federklemme am Abgangskasten für die Leitung zum UMG20CM

gerald.fritzen@janitza.de

Messgeräte und Zubehör für eine RCM-Messung

Kurz-Übersicht UMG Messgeräte

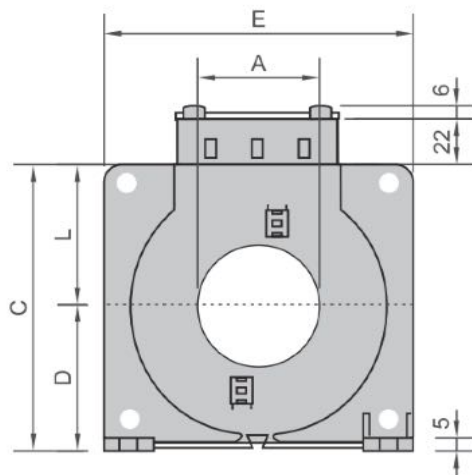
Typ	UMG 20CM	UMG 96RM	UMG 96RM-PN	UMG 509	UMG 512
Artikel-Nummer	14.01.625	52.22.061 52.22.064 52.22.063 52.22.062 52.22.066 52.22.068	52.22.090	52.26.001	52.17.011
Netzspannungen					
Einsatz in Dreiphasen-4-Leitersystemen mit geerdetem Neutralleiter bis maximal	277 / 480 V AC	277 / 480 V AC	277 / 480 V AC	417 / 720 V AC	347 / 600 V AC
Einsatz in Dreiphasen-3-Leitersystemen ungeerdet bis maximal	-	480 V AC	480 V AC	600 V AC	600 V AC
Versorgungsspannung	90 – 264 V AC; 120 – 350 V DC	90 – 277 V AC; 90 – 250 V DC	90 – 277 V AC; 90 – 250 V DC	96 – 240 V AC; 80 – 300 V DC ¹⁾	96 – 240 V AC; 80 – 300 V DC
Dreileiter / Vierleiter (L/N, LL)	- / *	* / *	* / *	* / *	* / *
Quadranten	4	4	4	4	4
Abtastfrequenz 50/60 Hz	20 kHz	21,33 / 25,6 kHz	21,33 / 25,6 kHz	20 kHz	25,6 kHz
Messpunkte pro Sekunde	20.000	21.330 / 25.600	21.330 / 25.600	20.000	25.600
Lückenlose Messung	*	*	*	*	*
Effektivwert aus Perioden (50/60 Hz)	10 / 12	10 / 12	10 / 12	10 / 12	10 / 12
Differenzstrommessung	*	- - - - *	*	*	*
Überschwingungen V / A	1 – 63.	1 – 40.	1 – 40.	1 – 63.	1 – 63.
Verzerrungsfaktor THD-U / THD-I in %	*	*	*	*	*
Unsymmetrie	-	-	-	-	-
Kurz- / Langzeitflicker	-	-	-	-	-
Transienten	-	-	-	50 µs	> 39 µs
Kurzzeitunterbrechungen	-	- - - - *	*	*	*
Genauigkeit V, A	1 %	0,2 %; 0,2 %	0,2 %; 0,2 %	0,1 %; 0,2 %	0,1 %; 0,1 %
Klasse A nach EN 61000-4-30	-	-	-	-	-
Wirkarbeit Klasse	1	0,5S (.../5 A); 1 (.../1 A)	0,5S (.../5 A); 1 (.../1 A)	0,2S (.../5 A)	0,2S (.../5 A)
Digitaleingänge	-	4 - (3) ¹⁾ 4 -	(3) ¹⁾ 2	2	2
Digital- / Impulsausgang	2	2 6 2 (5) ¹⁾ 6 -	(5) ¹⁾ * 2	2	2
Strommesskanäle	20	3 4 3 4+2 4 3	4+2	4+2	4+2
Temperatureingang	-	- - - 2 ¹⁾ - -	2 ¹⁾	1	1
Integrierte Logik	-	Vergleicher	Vergleicher	Jasic [®] (7 Prg.)	Jasic [®] (7 Prg.)
Speicher Min- / Maxwerte	*	*	*	*	*
Speichergröße	768 KB	256 / 512 256 / 512 256 / 512 256 / 512	-	256 MB	256 MB
Uhr	*	-	-	*	*
Bimetallfunktion	-	-	*	*	*
Störschreiberfunktion	-	-	-	-	-
Spitzenlastoptimierung	-	-	-	-	-
Software für Energie-Management und Netzanalyse	GridVis [®] -Basic	GridVis [®] -Basic	GridVis [®] -Basic	GridVis [®] -Basic	GridVis [®] -Basic
Schnittstellen					
RS232	-	-	-	-	-
RS485	*	*	*	*	*
USB	-	-	-	-	-
Profibus DP	-	-	-	*	*
M-Bus	-	-	-	-	-
Ethernet	-	-	-	*	*
Webserver / Email	-	-	* / -	* / *	* / *
Protokolle					
Modbus RTU	*	*	*	*	*
Modbus-Gateway	-	-	-	*	*
Profibus DPV0	-	-	-	*	*
Modbus TCP/IP, Modbus RTU over Ethernet, SNMP	-	-	* ²⁾	*	*
BACnet IP	-	-	-	* ²⁾	* ²⁾
Profinet	-	-	*	-	-

Messgeräte und Zubehör für eine RCM-Messung

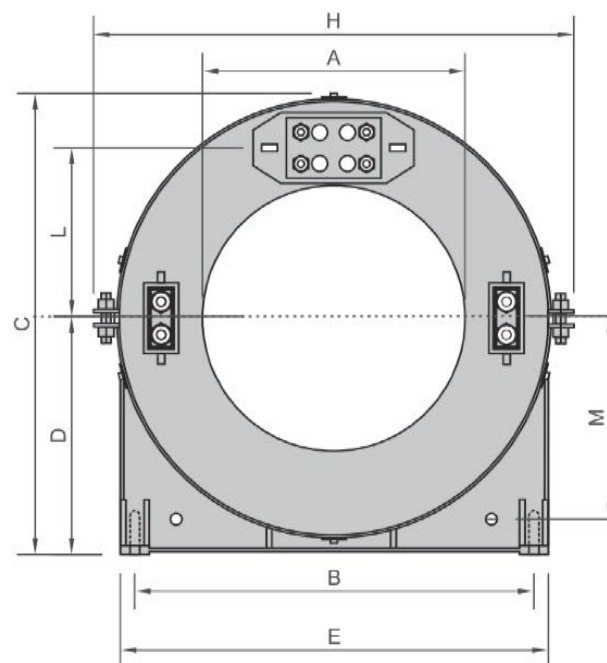
Tabelle Typ A Wandler für alle Geräte

Typ / Type	Art.-Nr. / Item No.	I _{max}	H07VK/NSGAFÖU		A	B	C	D	E	H	L	M	Gewicht / Weight
			(1ph)	(3ph)									
CT-AC RCM 35N	15.03.458	150 A	2x95/2x70	4x50/4x35	35	75	85	42	92	36	43	56	250 g
CT-AC RCM 80N	15.03.459	300 A	- ²⁾	- ²⁾	80	108	132	67	125	36	65	56	400 g
CT-AC RCM 110N	15.03.463	600 A	- ²⁾	- ²⁾	110	148	170	86	165	36	84	56	560 g
CT-AC RCM 140N	15.03.460	1200 A	- ²⁾	- ²⁾	140	177	206	104	200	36	102	56	750 g
CT-AC RCM 210N	15.03.464	1800 A	- ²⁾	- ²⁾	210	270	295	150	290	44	145	64	1280 g
SC-CT-21 ¹⁾	15.03.084	70 A	2x2.5/x	x	8.5	-	-	-	34	15	-	-	43 g
CT-AC RCM A110N	15.03.462	600 A	- ²⁾	- ²⁾	110	185	219	113.5	205	235	75	93.5	2350 g
CT-AC RCM A150N	15.03.465	1200 A	- ²⁾	- ²⁾	150	225	259	133.5	245	275	95	113.5	2500 g
CT-AC RCM A310N	15.03.461	2000 A	- ²⁾	- ²⁾	300	-	-	-	368	400	-	-	3800 g

CT-AC RCM 35N ... CT-AC RCM 210N



CT-AC RCM A110N, CT-AC RCM A150N



Messgeräte und Zubehör für eine RCM-Messung

Typ A Wandler für Einzelstromkreise



Typ	Betriebsmodus	Max. Betriebsstrom [A]	Differenzstrom [mA]	Übersetzungsverhältnis	Max. Durchmesser Primärleiter [mm]	Genauigkeit [%]	Abmessung [mm] (H x B x T)	Gewicht [kg]	Artikel-Nr.
SC-CT-21	Differenzstrommessung	-	10 ... 1000	700/1	8	1	ca. 35 x 35 x 16	0,05	15.03.084



Typ	Max. Betriebsstrom [A]	Differenzstrom [mA]	Übersetzungsverhältnis	Max. Durchmesser Primärleiter [mm]	Klasse	Abmessung [mm] (H x B x T)	Gewicht [kg]	Artikel-Nr.
CT-20	63 (mit Bürde)	10 ... 1000	700/1	7,5	1	ca. 46 x 27 x 23	0,05	15.03.082

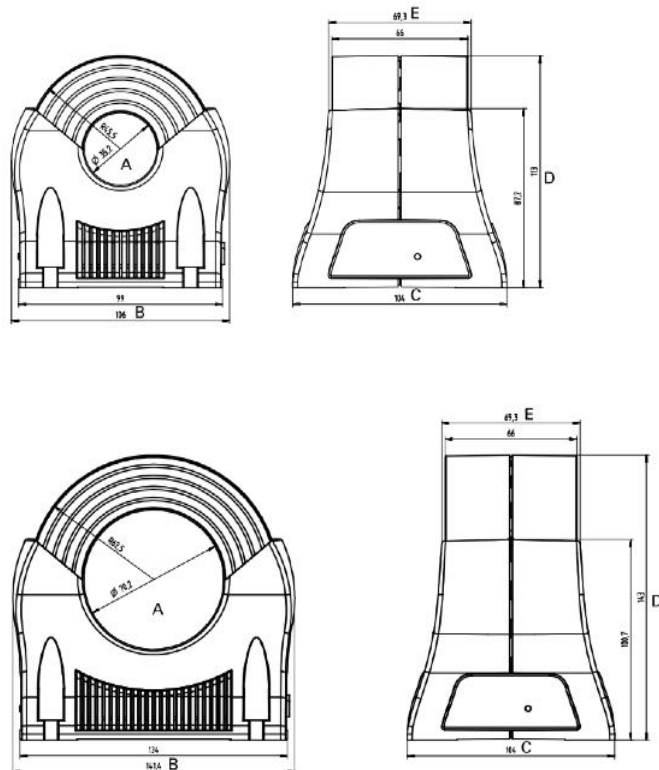
6-fach Hutschienen-Stromwandlerleiste CT-6-20 (Betriebs- und Differenzstromwandler Typ A)



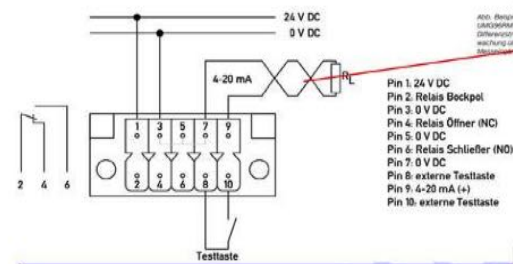
Typ	Betriebsmodus *	Betriebsstrom mit Bürde [A]	Differenzstrom [mA]	Anzahl Messkanäle **	Übersetzungsverhältnis	Genauigkeit [%]	Innendurchmesser Wandler [mm] ***	Abmessung [mm] (H x B x T)	Gewicht [kg]	Artikel-Nr.
CT-6-20	Differenz- oder Betriebsströme	0...63	10...1000	6	700/1	1	11	56 x 174 x 45	0,3	14.01.630

Messgeräte und Zubehör für eine RCM-Messung

Tabelle Typ B Wandler für UMG96RME und PN





Pinbelegung 10-polige Steckbuchse (spannungslos)



Differenzstrommessung (RCM) über I5, I6

Das UMG 96RM-E ist für den Einsatz als Differenzstrom-Überwachungsgerät (RCM) zur Überwachung von Wechselströmen, pulsierenden Gleichströmen und Gleichströmen geeignet.

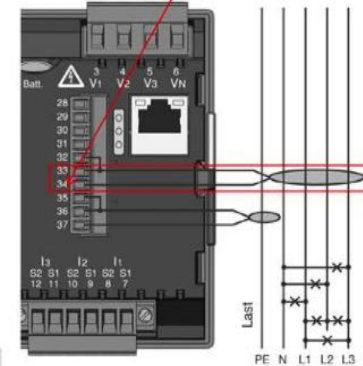
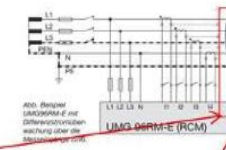
Das UMG96RM-E kann Differenzströme nach IEC/TR 60755 (2008-01)

-  vom Typ A und
-  vom Typ B messen.

Der Anschluss von geeigneten externen Differenzstromwandlern mit einem Nennstrom von 30mA erfolgt an den Differenzstromwandlereingängen I5 (Klemmen 32-34) und I6 (Klemmen 35-37).

Differenzstromwandler-Verhältnis

Anschlussbeispiel Differenzstromüberwachung



Messgeräte und Zubehör für eine RCM-Messung

Downloads zur Technik:

[UMG512](#)

[UMG509](#)

[UMG96RME](#)

[UMG96RM PN](#)

[UMG20CM](#)

[Wandlerbroschüre für Stromwandler und Differenzstromwandler](#)

[6-fach Hutschienen-Stromwandlerleiste CT-6-20](#)

[mini RCM-Stromwandler teilbar](#)

[Typ B+ Differenzstromwandler](#)

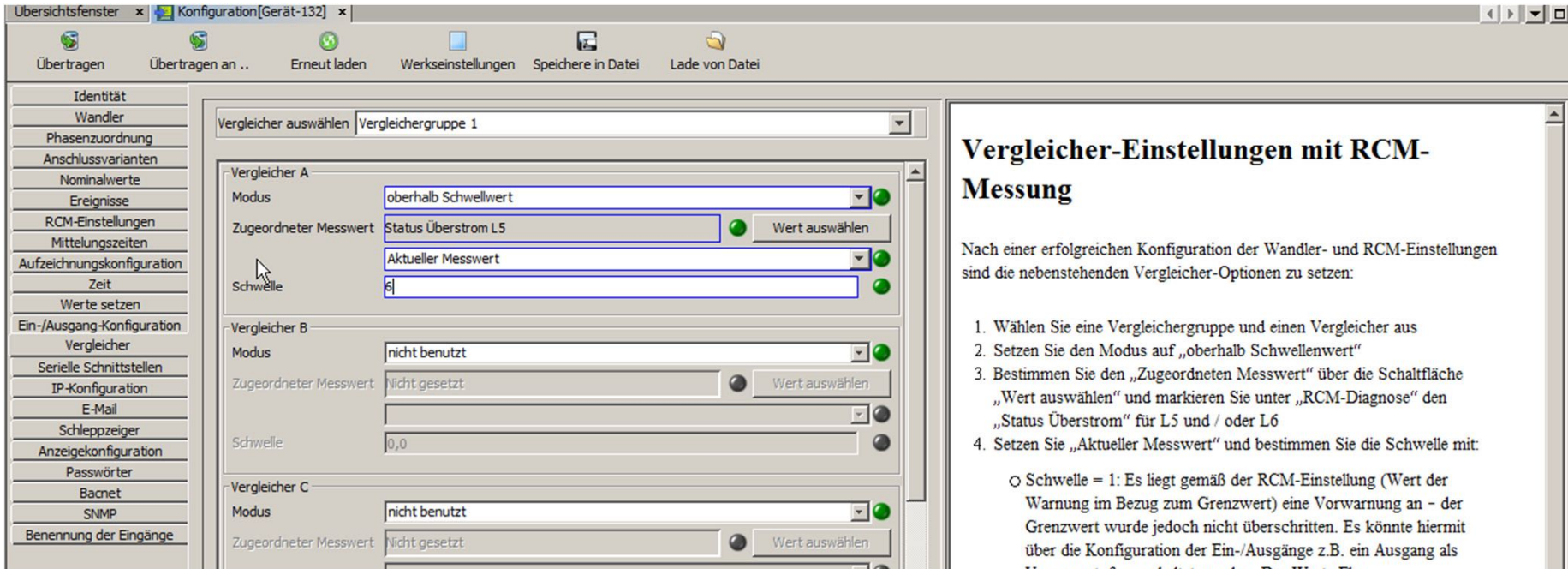
[Kompatibilitätsübersicht Differenzstromwandler](#)

Einstellen von Grenzwerten mit GridVis

The screenshot displays the GridVis software interface for configuring a device (Gerät-132). The left sidebar shows a tree view of the device's configuration, with 'Verbindungsbruch Stromwandler' selected. The main window shows the configuration for 'Messeingang 5 Klemme 32/33/34'. The 'Meß-Modus' is set to 'Mode AC'. The 'Erlaube Überprüfung der Verbindung zum Stromwandler' checkbox is checked. The 'Modus für Grenzwert-Berechnung' is set to 'Berechnung des dynamischen Differenzstromgrenzwertes'. The formula for the dynamic difference current limit is displayed: $\text{Dynamischer Differenzstromgrenzwert} = \text{Offset} + (\text{Differenzstrom pro Verbraucher} * \text{Anzahl der Verbraucher}) + (\text{Tolerierter Differenzstrom} * \text{Referenzwert})$. The 'Min. Überschreitszeit' is set to 0,000 Sek. and the 'Vorwarnung in Bezug zum dynamischen Differenzstromgrenzwert' is set to 0,0000000 %. The 'Parameter zur Berechnung des Differenzstromgrenzwertes' section includes: 'Referenzwert' (Scheinleistung Summe L1..L3), 'Tolerierter Differenzstrom pro kVA' (2 mA), 'Differenzstrom pro Verbraucher' (0 A), 'Anzahl der Verbraucher' (0), and 'Offset für Differenzstromgrenzwert' (30 mA).

Alarmer aufschalten weiterverarbeiten

- **SNMP-Trap**
- **Digitaler Ausgang**
- **Blinkendes Display**
- **E-Mail**
- **GridVis Alarmmanagement**

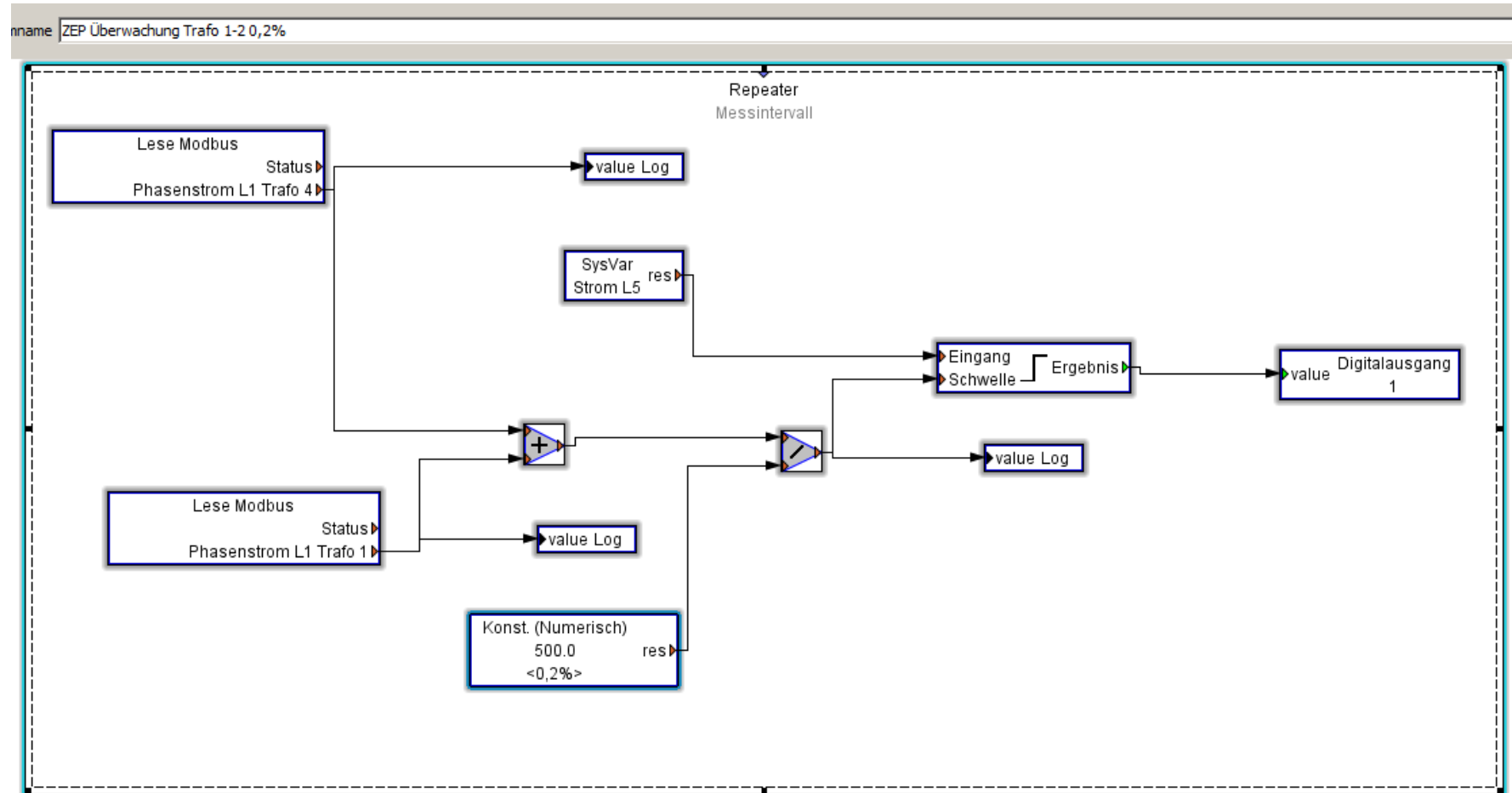


Vergleicher-Einstellungen mit RCM-Messung

Nach einer erfolgreichen Konfiguration der Wandler- und RCM-Einstellungen sind die nebenstehenden Vergleicher-Optionen zu setzen:

1. Wählen Sie eine Vergleicherguppe und einen Vergleich aus
2. Setzen Sie den Modus auf „oberhalb Schwellenwert“
3. Bestimmen Sie den „Zugeordneten Messwert“ über die Schaltfläche „Wert auswählen“ und markieren Sie unter „RCM-Diagnose“ den „Status Überstrom“ für L5 und / oder L6
4. Setzen Sie „Aktueller Messwert“ und bestimmen Sie die Schwelle mit:
 - Schwelle = 1: Es liegt gemäß der RCM-Einstellung (Wert der Warnung im Bezug zum Grenzwert) eine Vorwarnung an – der Grenzwert wurde jedoch nicht überschritten. Es könnte hiermit über die Konfiguration der Ein-/Ausgänge z.B. ein Ausgang als Vorwarnung ausgetriggert werden. Der Wert „Eins“

Einstellen von Grenzwerten mit GridVis bei 2 Trafos mit ZEP

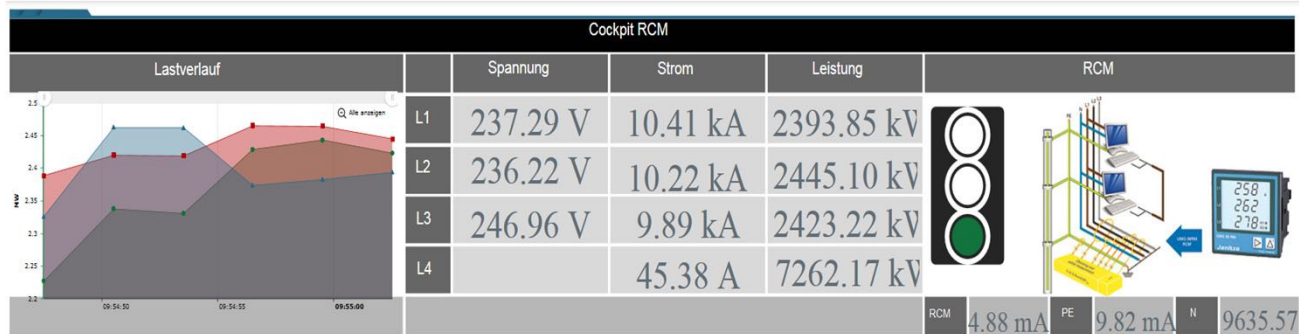


RCM Modbusübersicht für GLT

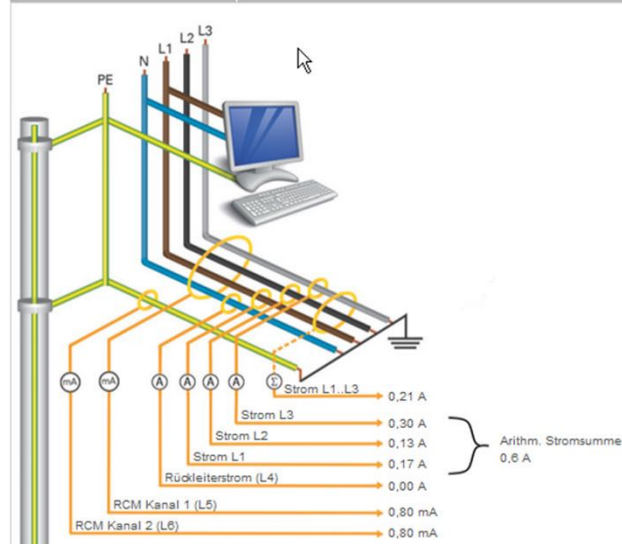
Messwertbezeichnung		Einheit	Modbus - Adresse des Messwertes im Gerät							
			UMG 512 Pro	UMG 511	UMG 509 Pro	UMG 508	UMG 605 Pro	UMG 604 Pro	UMG 96RM	
Differenzstromüberwachung	Aktueller Differenzstrom I5		13799	-	18901	-	-	-	10873	
	Aktueller Differenzstrom I6		13801	-	18903	-	-	-	10875	
	Differenzstrommess. I5 Status		13921	-	19224	-	-	-	21095	
	- Fehler		Bit 0	-	Bit 0	-	-	-	Bit 0	
	- Überstrom		Bit 1	-	Bit 1	-	-	-	Bit 1	
	- Alarm		Bit 2	-	Bit 2	-	-	-	Bit 2	
	- Unterbrechung		Bit 0	-	Bit 0	-	-	-	Bit 3	
	Differenzstrommess. I6 Status		13922	-	19225	-	-	-	21096	
	- Fehler		Bit 0	-	Bit 0	-	-	-	Bit 0	
	- Überstrom		Bit 1	-	Bit 1	-	-	-	Bit 1	
	- Alarm		Bit 2	-	Bit 2	-	-	-	Bit 2	
	- Unterbrechung		Bit 0	-	Bit 0	-	-	-	Bit 3	

Wertebaumfenster X	
Online Werte	Historische Werte
Gerät-132	
+ Spannung	
+ Strom	
- RCM-Diagnose	
- Status Überstrom	
• L5	
• L6	
- Überstromdauer	
• L5	
• L6	
- Momentaner Überstromgrenzwert	
• L5	
• L6	
- Flag Überstromwarnung	
• L5	
• L6	
- Flag Überstromverletzung	
• L5	
• L6	
- Flag Überstromalarm	
• L5	
• L6	
- Verbindungsbruch Stromwandler	
• L5	
• L6	

Fehlerströme mit GridVis auswerten und visualisieren



RCM (Live Werte)		
Absolutwerte	Momentanwerte	Grenzwerte Absolut
RCM Kanal 1 (L5)	0,80 mA	0,00 mA
RCM Kanal 2 (L6)	0,80 mA	4,00 mA
Prozentwerte	% Anteil RCM-Strom von der Arithm. Stromsumme	% Anteil RCM-Grenzwert von der Arithm. Stromsumme
RCM Kanal 1 (L5)	0,13 % von 0,6 A	0 % von 0,6 A
RCM Kanal 2 (L6)	0,13 % von 0,6 A	0,67 % von 0,6 A






RCM-Report als Nachweis erstellen

]

RCM Report

powered by
Janitza®

General	
Customer	
Contact	
Inspector	
Company	
City	
ZIP	
Date	05.12.2016
Software	Janitza-GridVis 7.1.5
Settings	
Start Date	01.11.2016
End Date	30.11.2016
Network	TN-S
Threshold 1	30 mA
Threshold 2	100 mA
Threshold 3	not configured
Threshold 4	not configured
Dynamic Threshold	selected

Comments	
Signatory	
Date:	
Signature:	
>= 0	
>= 1	
>= 2	

2



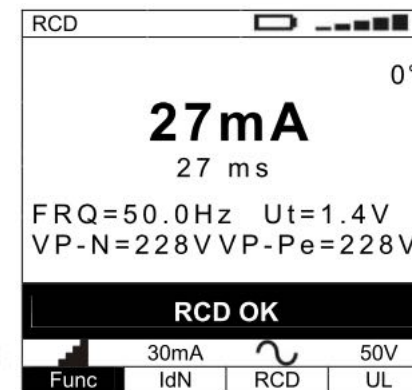
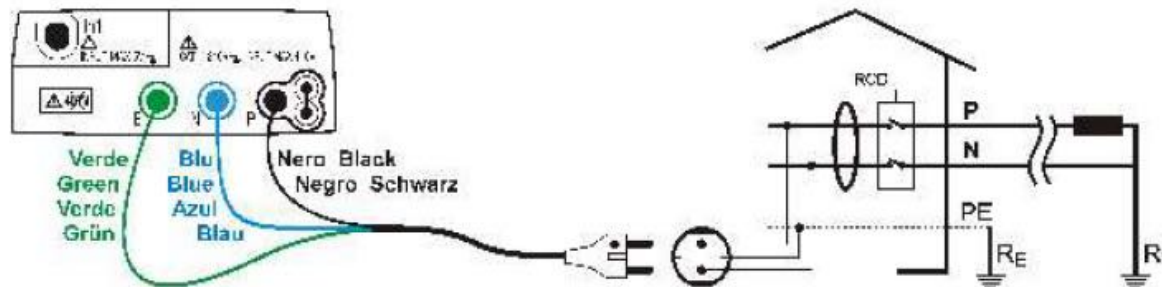
Overview		
Measuring Point	Channel	Test
GS0006 UV-USV B 00.07 Q4 R05/CAB01-07 R06/CAB10-18	Differenzstrom	Passed
GS0006 UV-USV B 00.07 Q5 R05/CAB08-15 R06/CAB01-09	Differenzstrom	Passed
GS0006 UV-USV A 00.07 Q4 R05/CAB01-07 R06/CAB10-18	Differenzstrom	Passed
GS0006 UV-USV A 00.07 Q5 R05/CAB08-15 R06/CAB01-09	Differenzstrom	Passed
GS0005 UV-USV A 00.01 Q4 R09/CAB01-08 R10/CAB08-15	Differenzstrom	Passed
GS0005 UV-USV B 00.01 Q4 R09/CAB01-08 R10/CAB08-15	Differenzstrom	Passed
GS0005 UV-USV A 00.01 Q5 R09/CAB09-15 R10/CAB01-07	Differenzstrom	Passed
GS0005 UV-USV B 00.01 Q5 R09/CAB09-15 R10/CAB01-07	Differenzstrom	Passed
GS0005 UV-USV A 00.02 Q4 R07/S01-S05 R08/S06-S10	Differenzstrom	Passed
GS0005 UV-USV A 00.02 Q5 R07/S06-S10 R08/S01-S05	Differenzstrom	Passed
GS0005 UV-USV B 00.02 Q4 R07/S01-S05 R08/S06-S10	Differenzstrom	Passed
GS0005 UV-USV B 00.02 Q5 R07/S06-S10 R08/S01-S05	Differenzstrom	Passed
GS0005 UV-USV A 00.01 Q2 R01/CAB01-10 R02/CAB 10-19	Differenzstrom	Passed
GS0005 UV-USV A 00.01 Q3 R01/CAB11-19 R02/CAB 01-09	Differenzstrom	Passed
GS0005 UV-USV B 00.01 Q2 R01/CAB01-10 R02/CAB 10-19	Differenzstrom	Passed
GS0005 UV-USV B 00.01 Q3 R01/CAB11-19 R02/CAB 01-09	Differenzstrom	Passed
GS0005 UV-USV A 00.02 Q2 R03/CAB01-10 R04/CAB 10-19	Differenzstrom	Passed

Funktionstests und Fehlersuche in der Praxis

- Messen (tragbare Leckstromzange)



- Funktionstests (VDE Prüfgerät oder kleiner Prüfstrom)



Funktionstests und Fehlersuche in der Praxis

- Dokumentieren (siehe Vorlage Stromkreisdoku)

Field Nr.			Source					Cable		Load					measure: current in A (RMS)											
	room	Bez.	fuse		switch			demand		protection			Load in kVA		L 1	L 2	L 3	N	f	N	f	PEN	N	f	PE	f
	U V		In	IK	Typ	Ir	Irm	Typ	Länge	In	Ik	Typ	planned	is				demand	(Hz)	is	(Hz)	(A)	(A)	(Hz)	(A)	H z
	incoming												(kVA)													
Nr.	outgoing																									
1	AK 2000 PIPET	Q1			Siemens VL250	80%	5x	240	170	250					20,80	29,86	31,90	15,28		16,95			2,70			
2	MACHINE SPAMI	Q2	P-4		Siemens VL200	80%	5x	95	170	200			112,58		64,60	69,60	58,30	28,58		26,55			7,03			
3	A.H. AMPOULE	Q3	PP-AC-4		Siemens VL400	80%	5x	70	70	350			104,95		18,5	19,9	19,4	8,19		5,35			2,90			
4	MACHINE HORIZONTAL	Q4	P-2		Siemens VL250	80%	5x	185	150	250			198,12		71,7	62,2	38,4	17,14		0,66			9,40			
5	MACHINE WORKSHOP	Q5	P-1		Siemens VL250	80%	5x	185	225	250			183,65		4,49	6,8	4,9	0,38		6,45			4,49			
6	AC OFFICE	Q6	PP-AC-1		Siemens VL250	80%	5x	150	220	250			106,33		28,84	51,90	24,86	24,86		17,58			8,17			

Zusammenfassung Mehrwert RCM

Einsparpotentiale

- Reduzierung der Prüfkosten durch Wegfall der Isolationsmessung
- Keine Abschaltung von sensiblen Verbraucher, die durch eine hohe Prüfspannung beschädigt werden könnten
- Vermeidung der Abschaltung der Anlage ermöglicht den ständigen Betrieb
- Kein hoher Personalaufwand und Verwaltungsaufwand wegen Abschaltungen
- Permanente Überprüfung auf Fehlerströme = Verbesserung der EMV und Minimierung von Störungen auf Steuerungen und Datenleitungen
- Evtl. Nachlass der Prämien bei Sachversicherern durch erhöhten Brandschutz