



Inbetriebnahme und Überprüfung von Trafostationen

Marcus Stenner – OMICRON electronics

► Agenda

🔍 **Komponenten einer modernen Ortsnetzstation**

🔧 **Prüfung von:**

⚡ **Erd- und Kurzschlussanzeigern**

📄 **Schutzrelais**

⚡ **Schaltgeräte**

📡 **Leittechnik**

⚡ **Erdungssystem**



🔗 **Vorschlag der Prüfungscoordination bei
Werksabnahme, Vor-Ort-Inbetriebnahme und Routineprüfung**



Komponenten einer modernen Ortsnetzstation

Übersicht über die modernen Komponenten

Kurz- und Erdschlussanzeiger

Leistungsschalter

Strom- und Spannungswandler und Sensoren (Rogowski)

Schutzrelais

Leitsystem und Fernwirktechnik

Erdungssystem

▶ Neue Prüfanforderungen durch neue Technologien



▶ Erd- und Kurzschlussanzeiger

- ▶ Richtung
- ▶ Ansprechwerte



▶ Sensoren, Schutzrelais und Leistungsschalter statt Sicherung

- ▶ Schutzeinstellungen



- ▶ Schaltgeräte



▶ Leittechnik

- ▶ Verriegelungen
- ▶ Steuerung der Schaltkomponenten
- ▶ Messwertübertragung



▶ Erdungssystem – mehr Elektronik

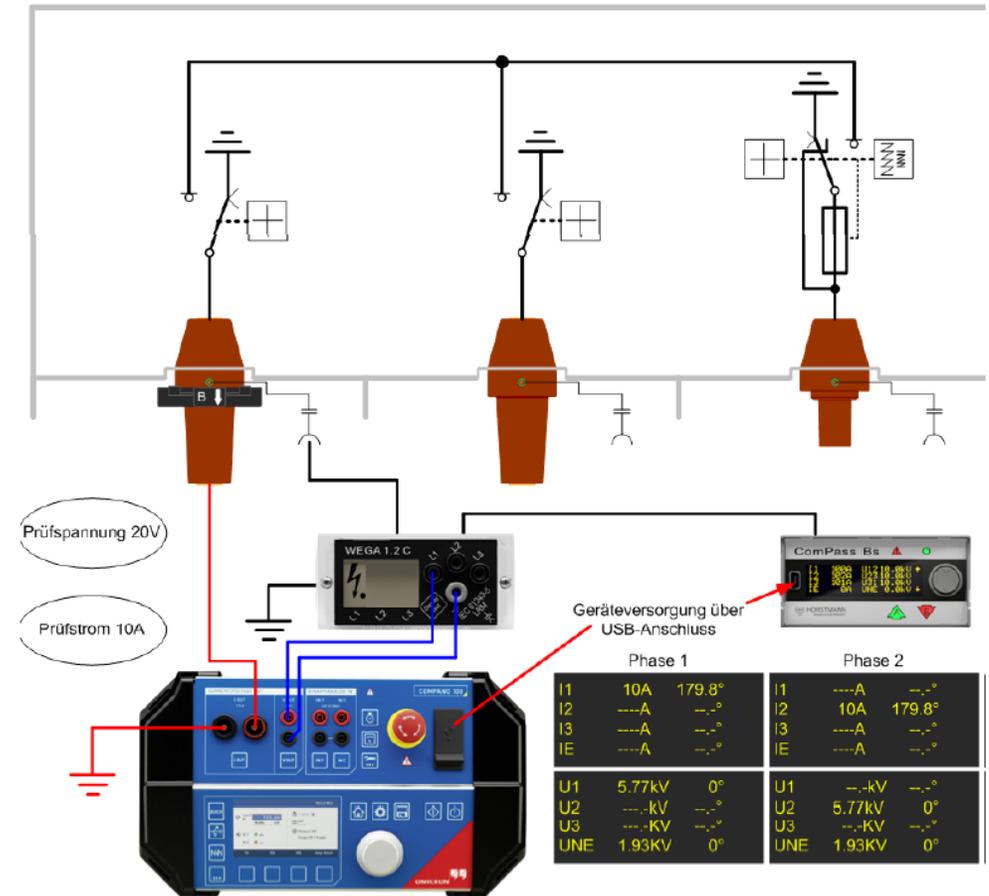
- ▶ Durchgängigkeit
- ▶ Erdungsimpedanz



Prüfung von Erd- und Kurzschlussanzeigern

▶ Prüfung von Erd- und Kurzschlussanzeigern

- ▶ Moderne Geräte oft sehr leistungsfähig:
 - ▶ Fernmeldung der Werte in die Leitstelle
 - ▶ Verwendung der Werte für die Fehlersuche
 - ▶ Aber: Hin und wieder Verdrahtungsfehler
- ▶ Prüfung:
 - ▶ Polarität
 - ▶ Phasenzuordnung
 - ▶ (Grober) Check des Sensorverhältnisses
 - ▶ Richtiger Sensor Typ?
- ▶ Herausforderungen:
 - ▶ Zugänglichkeit der Anschlüsse der Mittelspannungskabel
 - ▶ Spannungen für resistive / kapazitive Sensoren
 - ▶ Sekundärtest
 - ▶ VBO4 (bis 750V)



Quelle: Vortrag OMICRON Anwendertagung 2018 – Die intelligente Ortsnetzstation, Inbetriebnahme und Wartung - A. Gerits, Dipl.-Ing. H. Horstmann GmbH

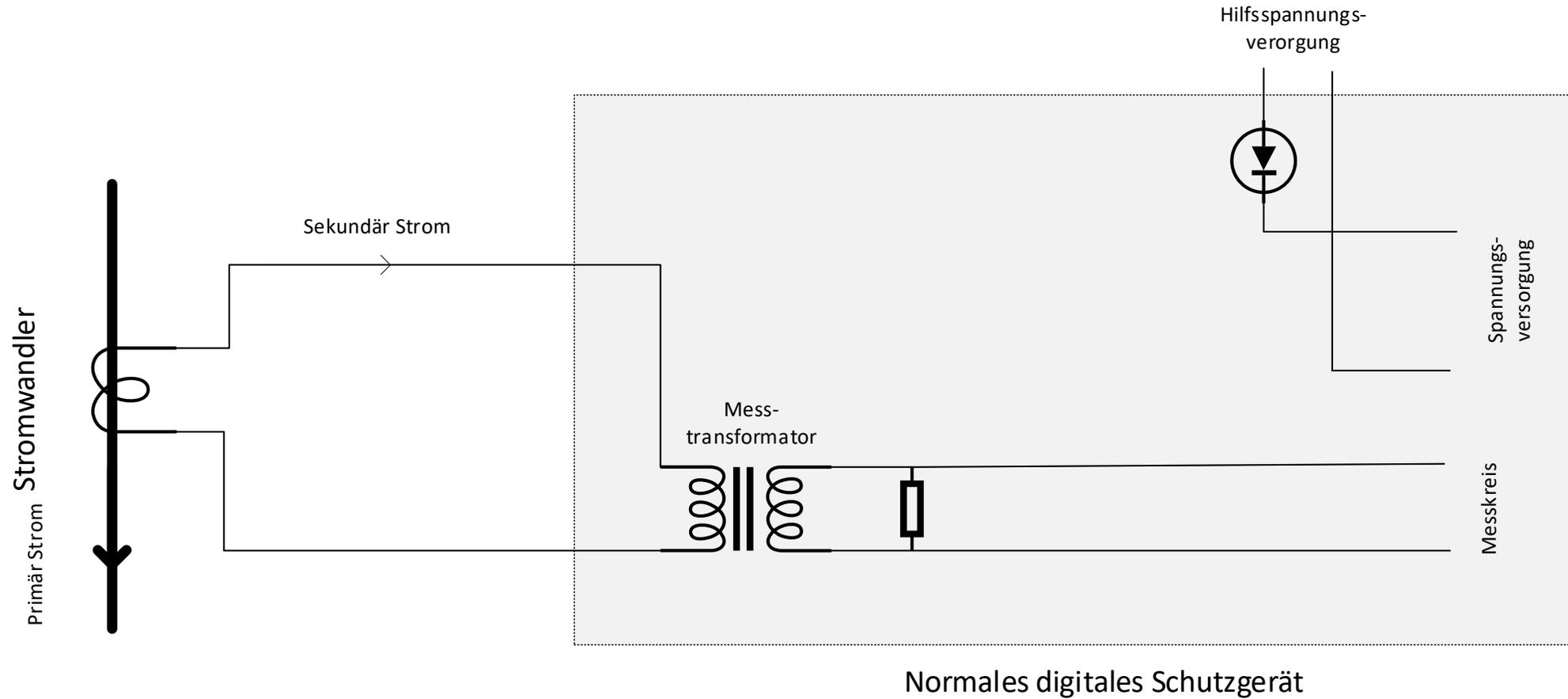


Prüfung von Schutzrelais

▶ Digitale Schutzgeräte

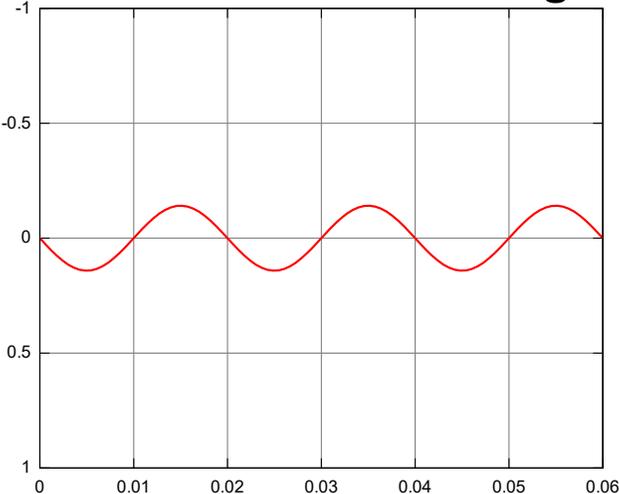


► Digitales Schutzgerät (Aufbau)

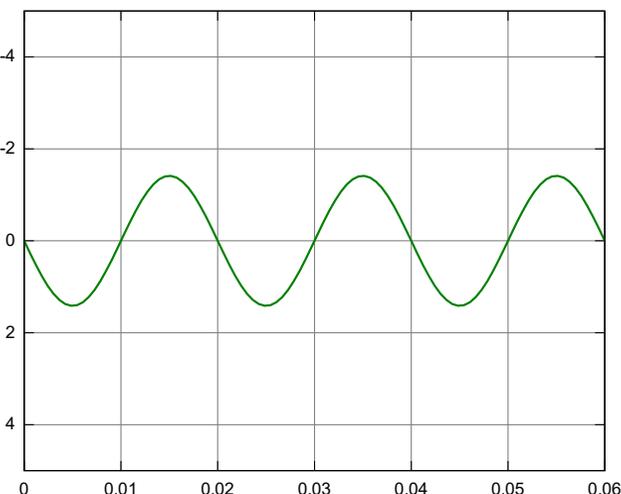


Digital Relay with 1A

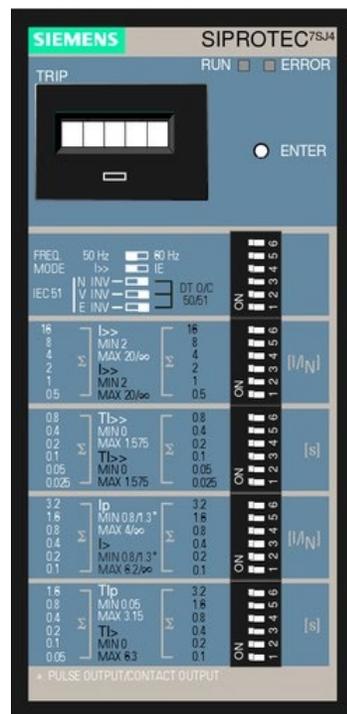
COMPANO 100 – Voltage



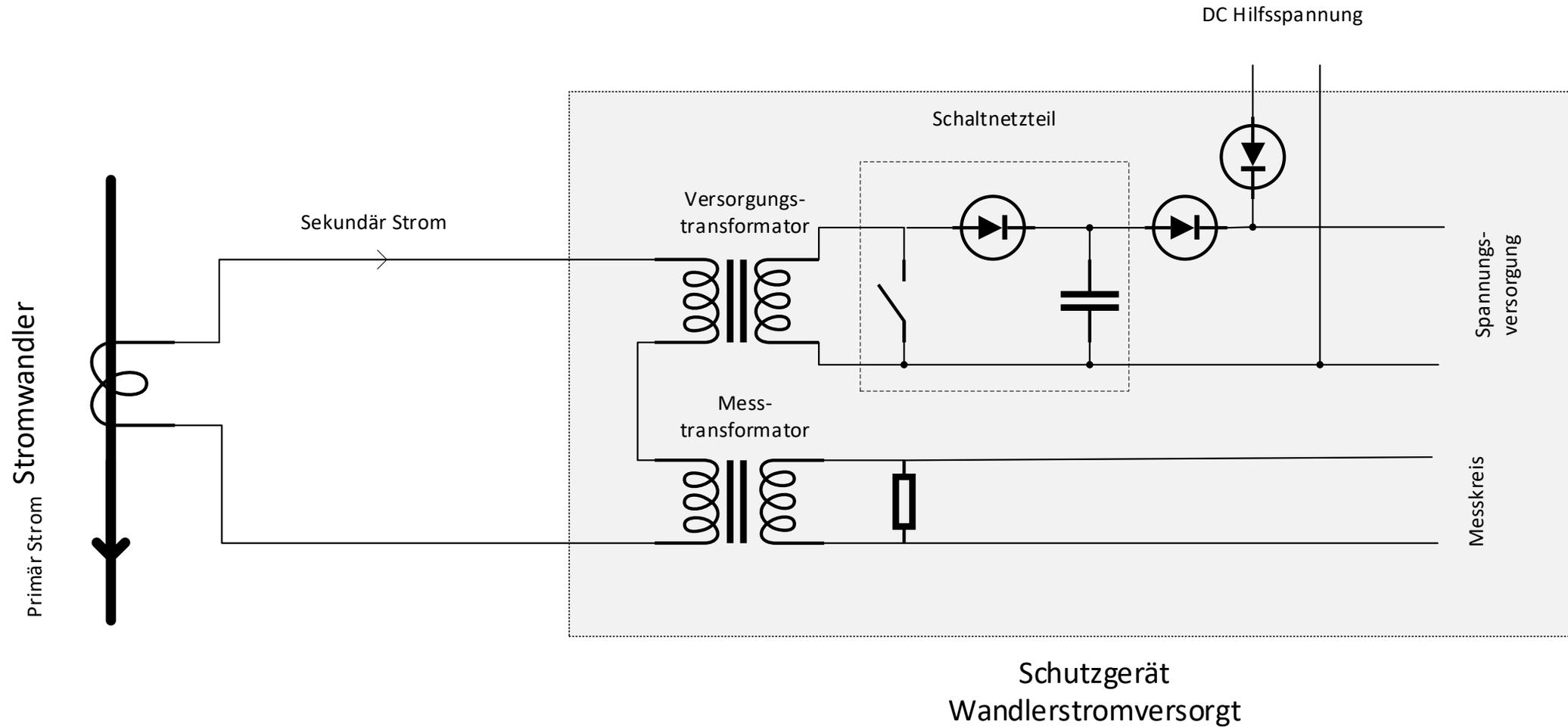
COMPANO 100 – Current



▶ Wandlerstromversorgte Schutzgeräte

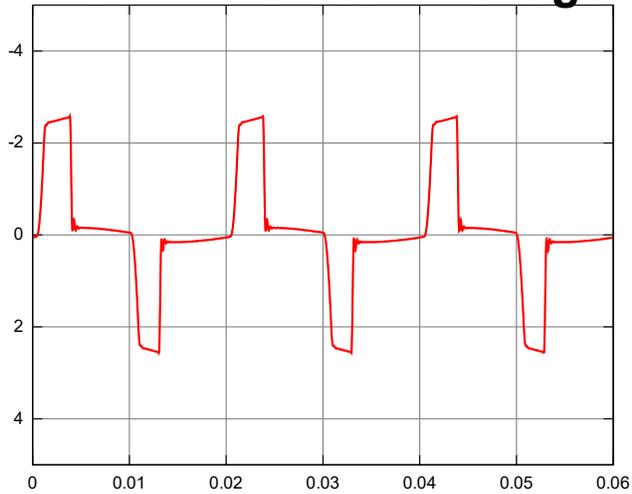


► Wandlerstromversorgtes Schutzgerät (Aufbau)

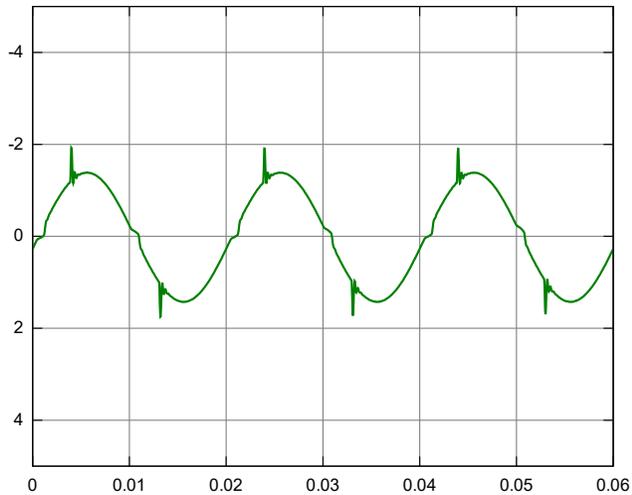


Unproblematische wandlerstromversorgte Schutzgeräte mit 1A

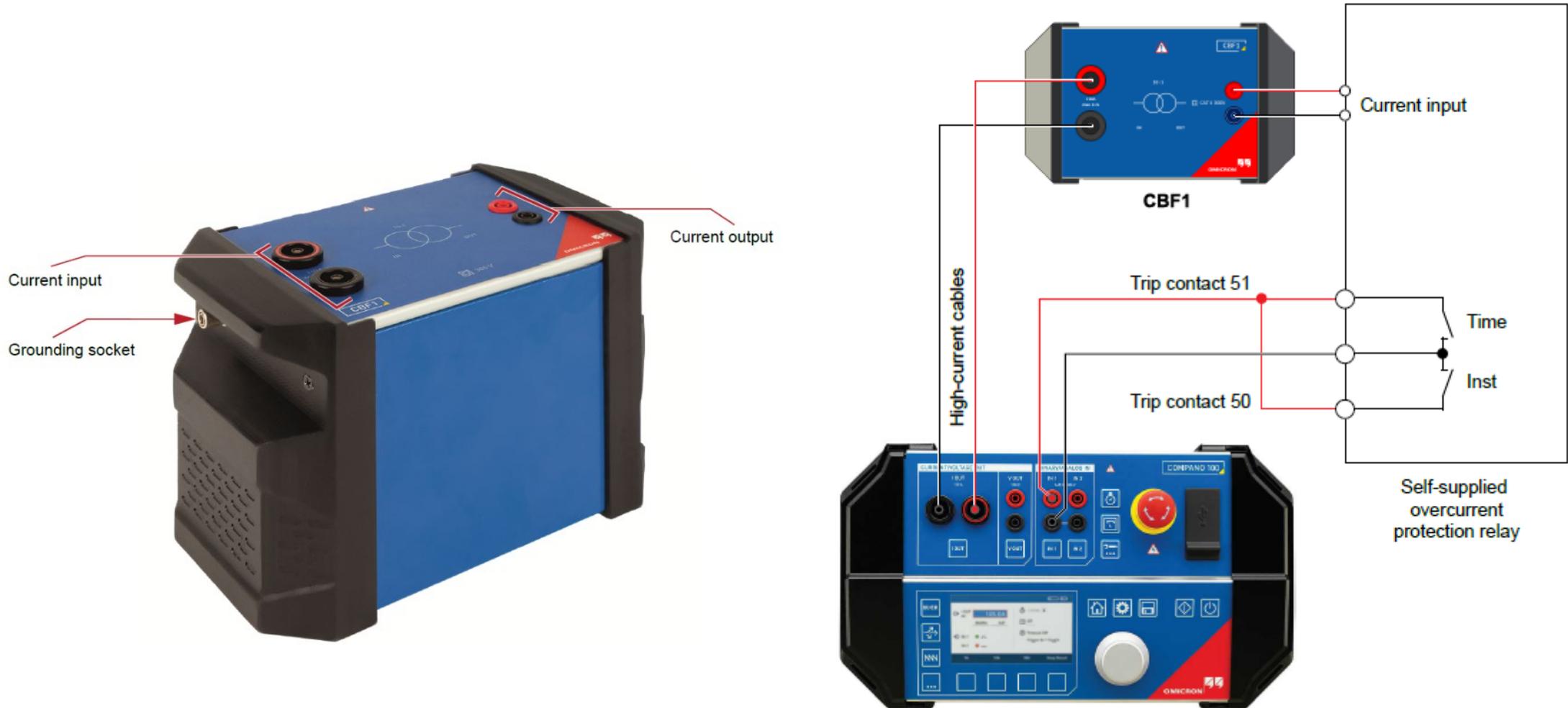
COMPANO 100 – Voltage



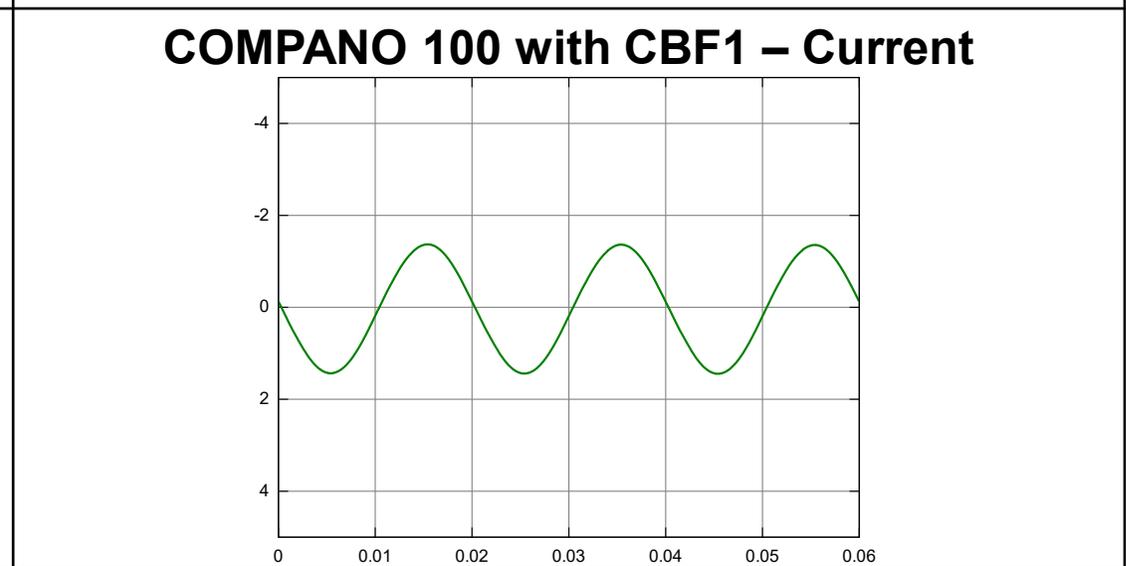
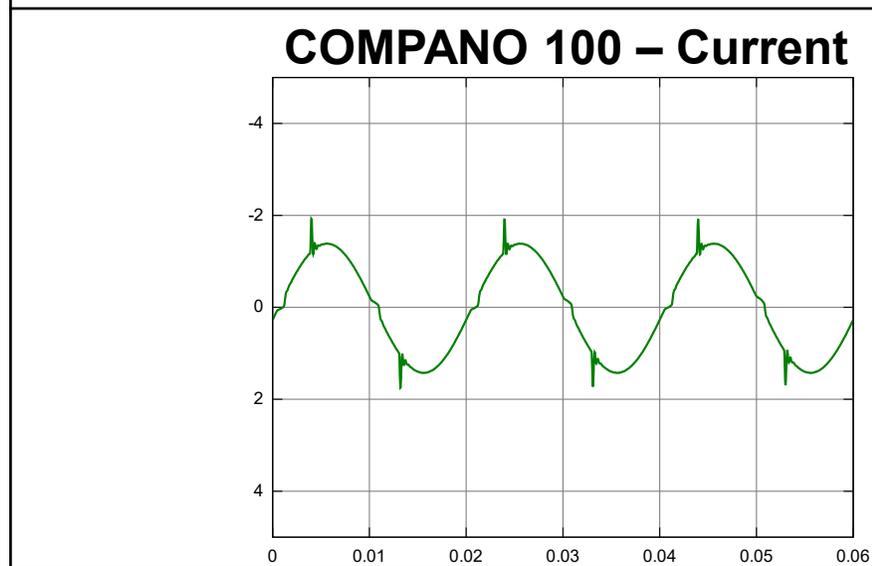
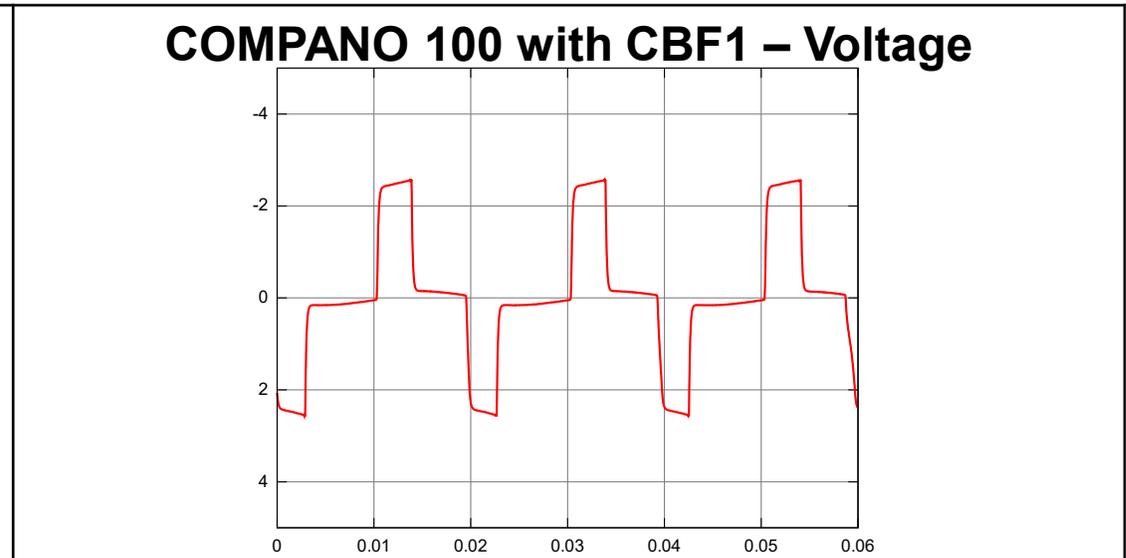
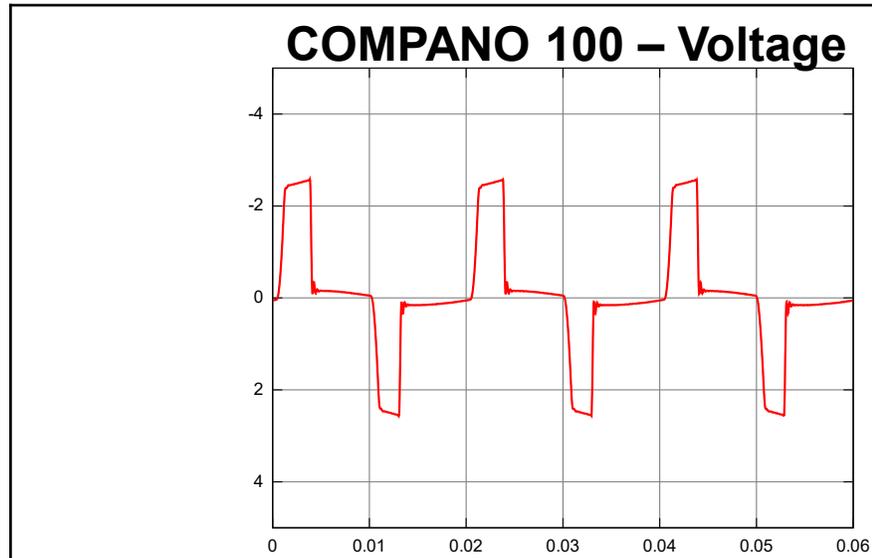
COMPANO 100 – Current



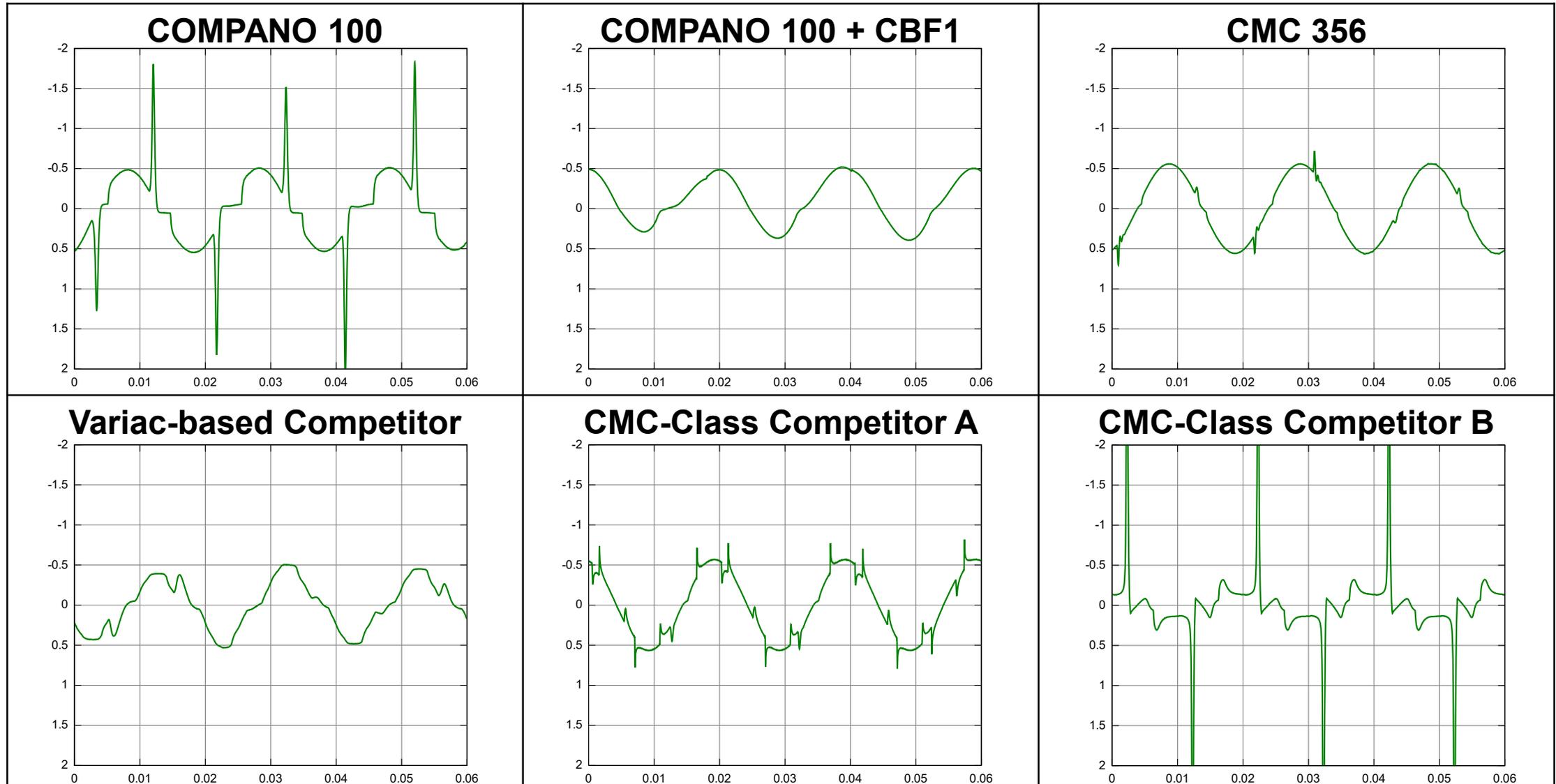
► CBF1 – Zubehör für Wandlerstromversorgte Schutzgeräte



Unproblematische wandlerstromversorgte Relais mit 1A

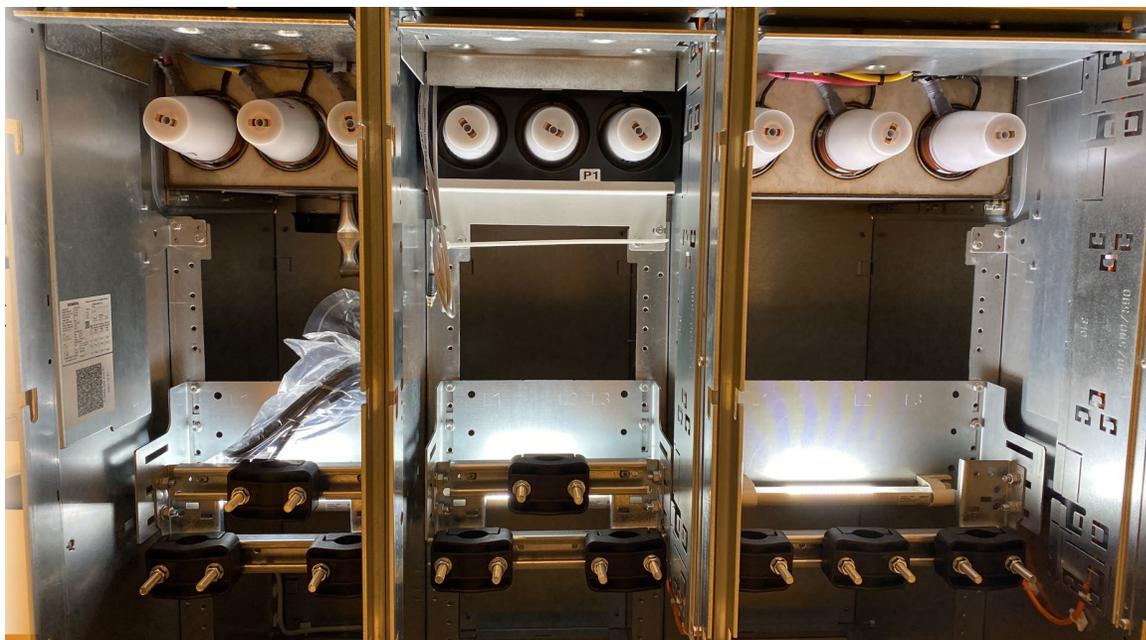


► Problematische wandlerstromversorgte Relais mit 0.4A



► Spannungs- und Stromsensoren

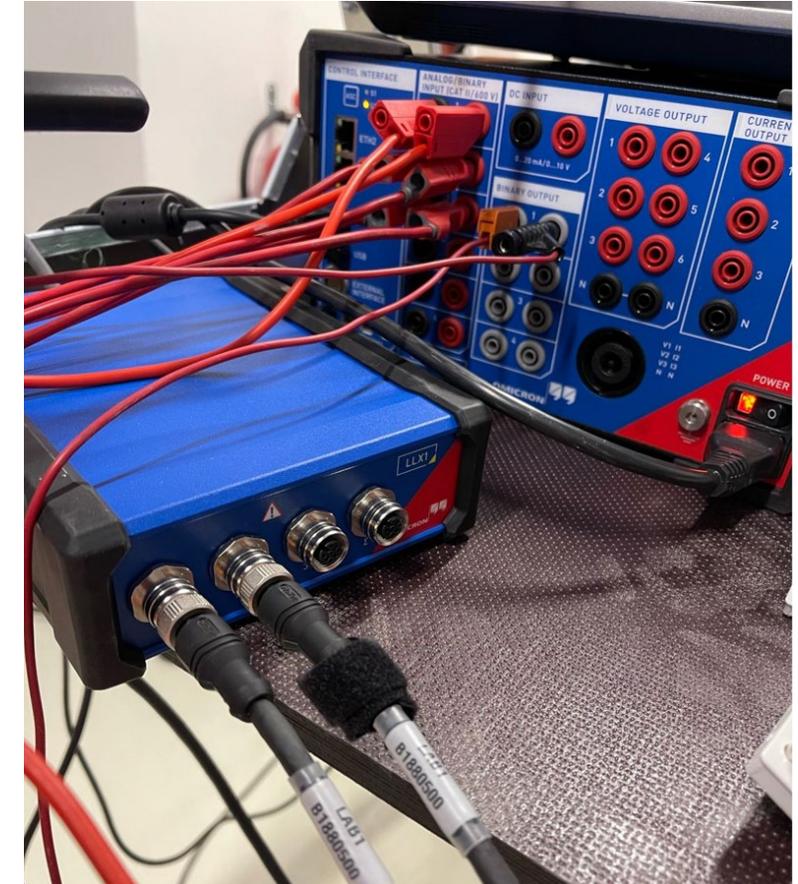
Wandleranschlussraum



Anschluss Schutzgerät



Anschluss Prüfgerät



▶ Prüfung von Schutzrelais

- ▶ Erd- und Kurzschlussanzeiger so Schutzgeräte mit Sensoreingängen aufgrund von Platz

- ▶ Spezielles Zubehör von OMICRON für CMC Prüfgeräte z.B.:



CMC 430 mit LLX1 + LAB1 Kabelset



CMC 353 mit CMLIB REF6xx

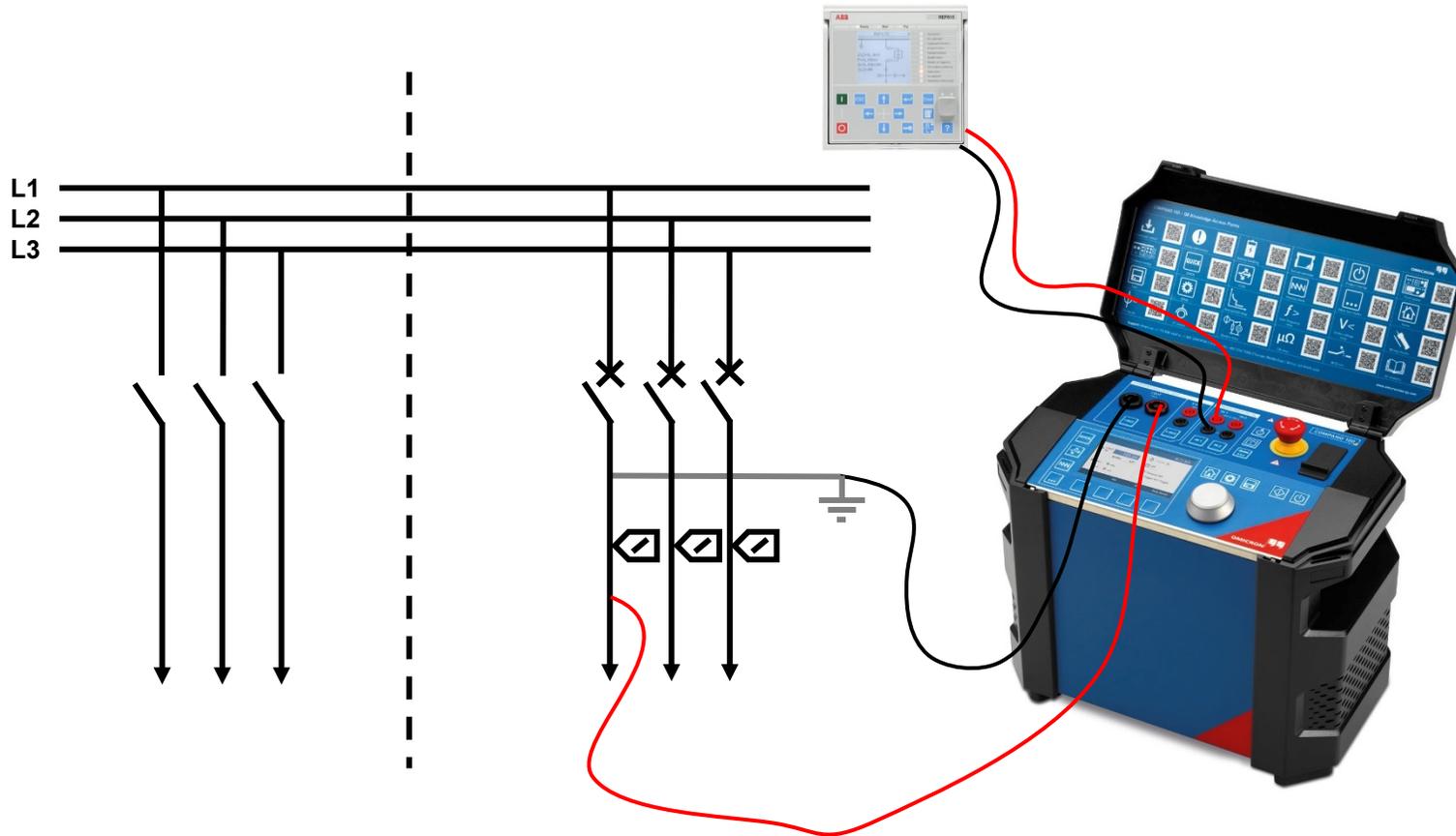
- ▶ Separates Webinar – Aufnahme bei Interesse verfügbar



Quelle: Vortrag OMICRON Anwendertagung 2018 - Digitalisierung und Prüfung von Ortsnetzstationen - SÜC Coburg

▶ Prüfung von Schutzrelais

- ▶ Primäreinspeisung mit COMPANO 100
- ▶ Nennstrom bei 20 kV, 630 VA Transformator: 18 A





Prüfprüfvorlagen

▶ Prüfvorlagen aus der Protection Testing Library



- ▶ 32 Schutzgerätehersteller
- ▶ 437 Schutzgeräte

OMICRON

Protection Testing Library (PTL) Library

Protection Testing Library (PTL)

-- alle Hersteller -- (437)

Volltext Suche

Zeige 1 bis 25 von 437 Einträge

Relais -	Hersteller -	Applikation -	Datum (yyyy-mm-dd) -
✓ EuroProt+ E4-Feeder	Protecta		
✓ 421-4 R329 Line	SEL		
✓ 421-5 R329 Line	SEL		
✓ Entkopplungsschutz TOR Erzeuger	DEA	Netzentkopplungsschutz	2022-05-24 NEU
✓ Netzentkopplungsschutz VDE-AR-N 4110	DEA	Netzentkopplungsschutz	2022-05-24 NEU

-- alle Applikationen -- (437)

- Abzweigschutz (81)
- Generatorschutz (26)
- Leitungsschutz (221)
- Motorschutz (16)
- Netzentkopplungsschutz (10)**
- Recloser (16)

Protection Testing Library (PTL)

-- alle Hersteller --

Netzentkopplungsschutz (10)

Volltext Suche

Filter löschen

Zeige 1 bis 10 von 10 Einträge

Relais -	Hersteller -	Applikation -	Datum (yyyy-mm-dd) -
✓ Entkopplungsschutz TOR Erzeuger	DEA	Netzentkopplungsschutz	2022-05-24 NEU
✓ Netzentkopplungsschutz VDE-AR-N 4110	DEA	Netzentkopplungsschutz	2022-05-24 NEU
✓ VDE V 0124-100	DEA	Netzentkopplungsschutz	2020-10-27
✓ Q-U-Schutz	DEA	Netzentkopplungsschutz	2020-07-15
✓ UFLA VDE-AR-N 4142	DEA	Netzentkopplungsschutz	2020-07-15
✓ Interconnection G99	DEA	Netzentkopplungsschutz	2019-09-16
✓ Interconnection G59-3-3	DEA	Netzentkopplungsschutz	2019-06-17
✓ Netzentkopplungsschutz	DEA	Netzentkopplungsschutz	2019-06-17
✓ Entkopplungsschutz TR8	DEA	Netzentkopplungsschutz	2018-08-15
✓ AFE	DEA	Netzentkopplungsschutz	2017-01-17

Prüfvorlagen aus der Protection Testing Library



VDE-AR-N 4110:2018-11

E.9 Netzbetreiber-Abfragebogen

(Dieses Formular ist zur Vervielfältigung durch den Anwender dieser VDE-Anwendungsregel bestimmt.)

Datenabfragebogen Netzbetreiber für Neuanlagen		1 (7)		
Anschluss/Änderung einer Erzeugungsanlage/eines Speichers				
Bezeichnung Erzeugungsanlage				
Vereinbarte Anschluss-Wirkleistung $P_{AV, E}$	Bestand ohne Einheiten-	Bestand mit Einheiten-	neu	gesamt
Vereinbarte Anschlussschein-				

VDE-AR-N 4110:2018-11

Datenabfragebogen Netzbetreiber für Neuanlagen		3 (7)		
Anschluss/Änderung einer Erzeugungsanlage				
1.2 Übergeordneter Entkopplungsschutz				
Funktion	Einstellgröße	Empfehlung nach VDE-AR-N 4110 MS-SS	Empfehlung nach VDE-AR-N 4110 MS-Netz	Einstellvorgabe Netzbetreiber
Spannungssteigerungsschutz	$U >>$	1,20 U_C	1,20 U_C	
	$t_{U >>}$	300 ms	300 ms	
Spannungssteigerungsschutz	$U >$	1,10 U_C	1,10 U_C	
	$t_{U >}$	180 s	180 s	
Spannungsrückgangsschutz	$U <$	0,8 U_C	0,8 U_C	
	$t_{U <}$	2,7 s	2,7 s	
Frequenzsteigerungsschutz	$f >$	51,5 Hz	51,5 Hz	
	$t_f >$	5 400 ms	5 400 ms	
Frequenzrückgangsschutz	$f <$	47,5 Hz	47,5 Hz	
	$t_f <$	400 ms	400 ms	
1.3 Systemschutz				
Funktion	Einstellgröße	Empfehlung nach VDE-AR-N 4110	Einstellvorgabe Netzbetreiber ²	
Blindleistungsrichtungsunterspannungsschutz	$U_Q \rightarrow \text{und } U <$	0,85 U_C		Anregespannung
	$U_{LL} > FG$	0,95 U_C		Freigabespannung zur Wiederschaltung
	$t_{Q \rightarrow \text{und } U <}$	500 ms		Auslösung LS am NAP
	φ	3°		Anregewinkel ³
	$I_{\min Q(U)}$	0,1 $I_{Wandler}$		Mindeststrom ⁴
	$Q_{\min Q(U)}$	0,05 S_{Amax}		Blindleistungsansprechschwelle ⁵
1.4 Mischanlagen				

Prüfobjekt

Datei Ansicht Funktion Hilfe

Netzentkopplungsschutz

- Spannungsschutz

Stat	Name	Beschreibung	Wert	Einheit
✓	Mindeststrom Kriterium	Aktivierung des Mindeststrom Kriteriums	aktiv für Spannung	
✓	I _{min}	Wert des Mindeststroms	0,10	In
✓	Bewertete Spannungen	Auswahl der bewerteten Spannungen	Leiter-Leiter-Span	
✓	U> Stufe	Aktivierung U> Stufe	aktiv	
✓	Ansprechwert U>	Ansprechwert der U> Stufe in Verhältnis zur Nennspannung	1,10	Un
✓	Auslösezeit U>	Auslöseverzögerung U>	180000	ms
✓	U>> Stufe	Aktivierung U>> Stufe	aktiv	
✓	Ansprechwert U>>	Ansprechwert der U>> Stufe in Verhältnis zur Nennspannung	1,25	Un
✓	Auslösezeit U>>	Auslöseverzögerung U>>	100	ms
✓	U< Stufe	Aktivierung U< Stufe	aktiv	
✓	Ansprechwert U<	Ansprechwert der U< Stufe in Verhältnis zur Nennspannung	0,80	Un
✓	Auslösezeit U<	Auslöseverzögerung U<	1000	ms
✓	U<< Stufe	Aktivierung U<< Stufe	aktiv	
✓	Ansprechwert U<<	Ansprechwert der U<< Stufe in Verhältnis zur Nennspannung	0,45	Un
✓	Auslösezeit U<<	Auslöseverzögerung U<<	800	ms

Prüfablauf

The screenshot displays the DEEA software interface. On the left, a tree view shows the test plan structure for 'DEA Netzentkupplungsschutz VDE-AR-N 4110 DEU TU4.30 V1.100.occ'. The 'Prüfung der Anregewerte' test is selected. On the right, the results for two tests are shown:

Anregung L1E U>:

Kommentar

Bewertungsergebnisse

Name / Ausf.	Rampe	Bedingung	Sig	Sollwert	Istwert	Tol.-	Tol.+	Abw.	Bewert.	Tist
Bewert.: + .. bestanden x .. nicht bestanden o .. nicht bewertet										

Prüfstatus:
Keine Ergebnisse verfügbar!

Anregung L2E U>:

Kommentar

Bewertungsergebnisse

Name / Ausf.	Rampe	Bedingung	Sig	Sollwert	Istwert	Tol.-	Tol.+	Abw.	Bewert.	Tist
Bewert.: + .. bestanden x .. nicht bestanden o .. nicht bewertet										

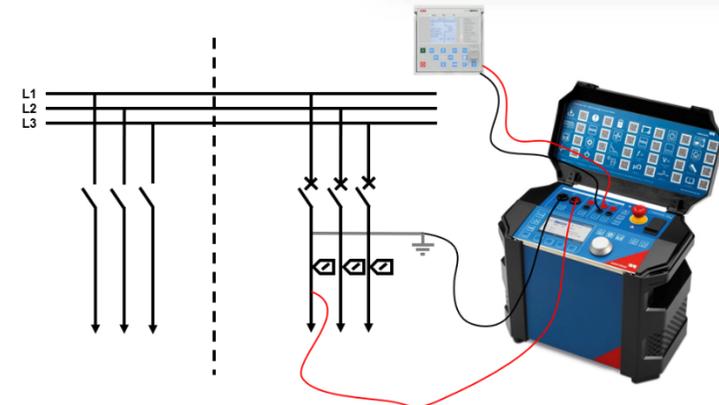
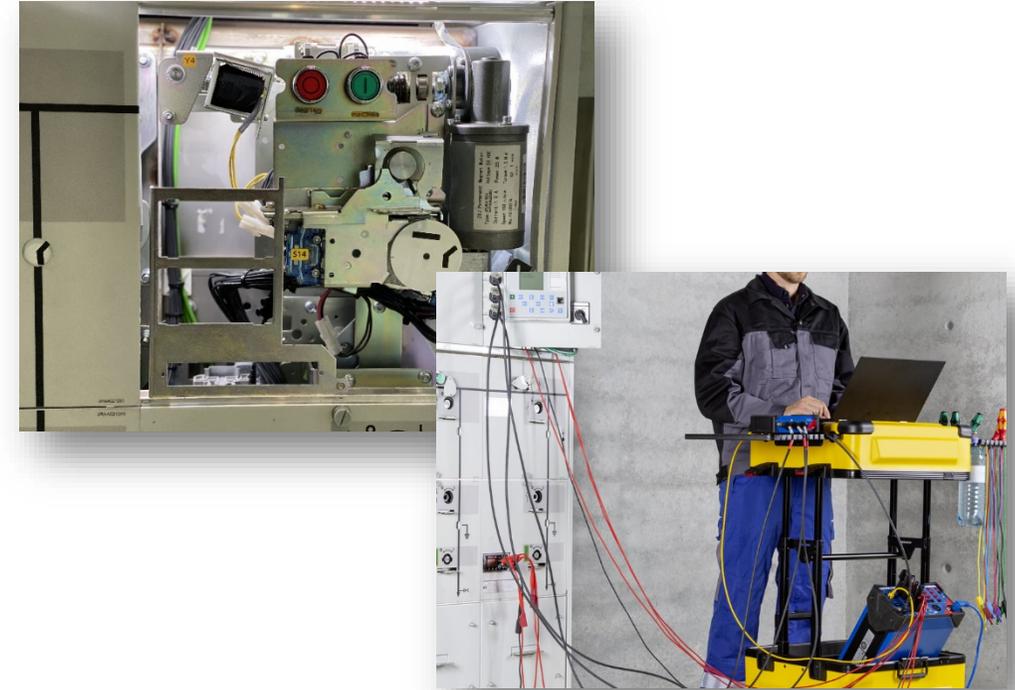
Prüfstatus:
Keine Ergebnisse verfügbar!



Prüfung von Schaltgeräten

▶ Prüfung von Schaltgeräten

- ▶ Schaltzeiten
 - ▷ Lokale Auslösung
 - ▷ Einfache einphasig Funktionschecks mit COMPANO 100
 - ▷ Mehrphasig Messung mit CMC oder CIBANO 500
- ▶ Widerstandsmessung
 - ▷ Statische Mikro-Ohm Messung des Kontaktwiderstands
 - ▷ COMPANO 100 Prüfströme bis 100 A DC
typ. Fehler < 0,5% des Messwerts + 0,5 μ Ohm
- ▶ Implizite Prüfung beim Check der kompletten Fehlerklärungskette
 - ▷ Primäreinspeisung – Auslösung Schutz
 - ▷ Schaltzeitmessung an den Hauptkontakten

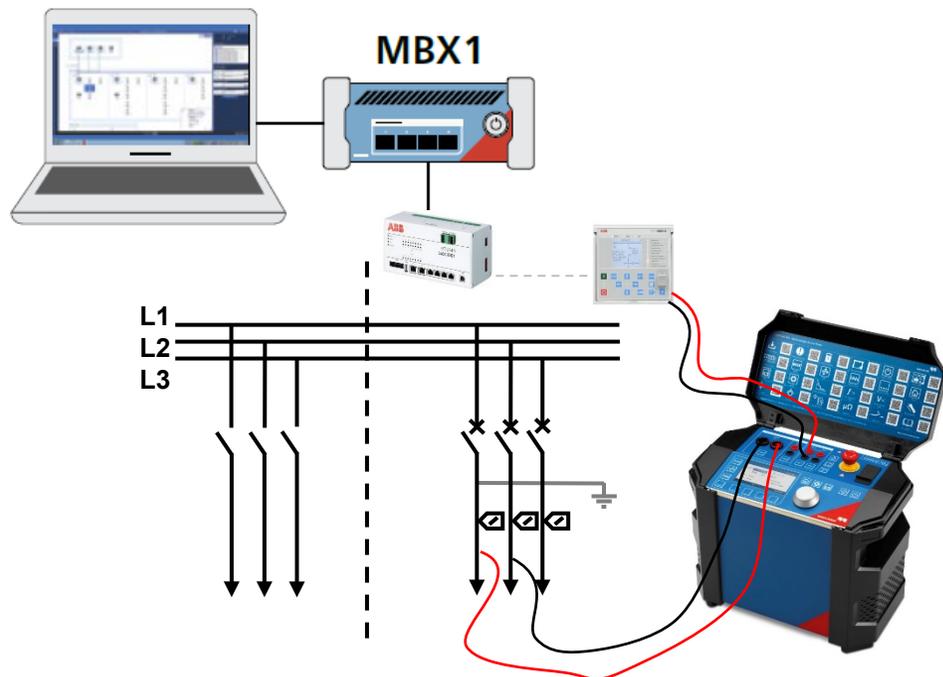




Prüfung von Leittechnik

► Prüfung von Leittechnik

- Auslegen und Vorprüfen der SAS
- Visualisierung der Kommunikation
- Simulation des gesamten SAS
- Automatisiertes Prüfen
- Simulation von Primärgrößen

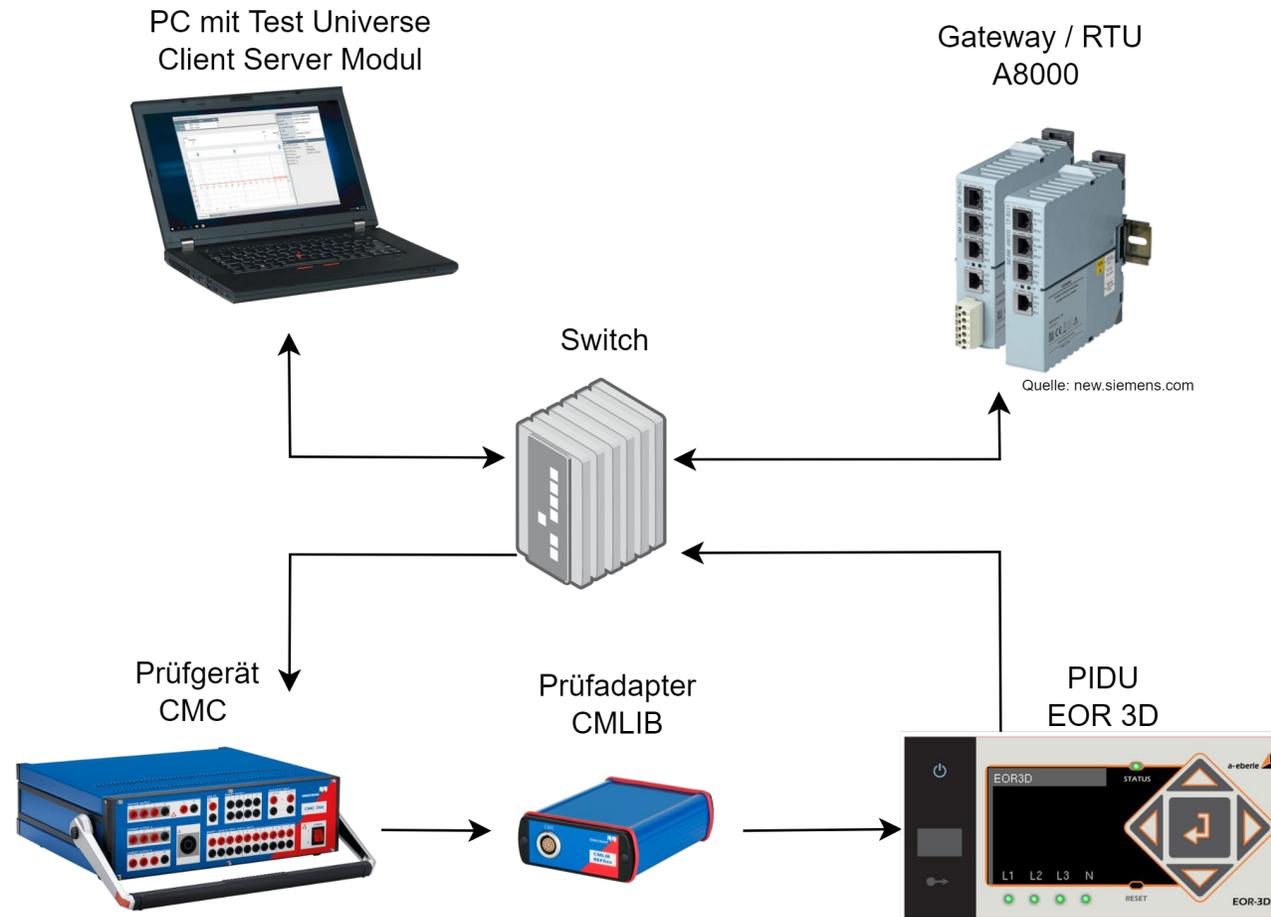


Quelle: Vortrag OMICRON Anwendertagung 2018 - Digitalisierung und Prüfung von Ortsnetzstationen - SÜC Coburg

► Prüfung von Leittechnik

► Closed Loop Prüfung für die Werksabnahme

Quelle: Vortrag OMICRON Anwendertagung 2022 Netze BW
„Smartes Prüfungskonzept für neue intelligente Ortsnetzstationen“





Prüfung des Erdungssystems

▶ Prüfung des Erdungssystems

- ▶ Neuanlagen
 - ▷ Einhalten Errichtungsnormen / Firmenvorgaben
 - ▷ Einhalten erlaubter Berührungsspannungen
- ▶ Wiederholungsprüfungen
 - ▷ Erkennung von Korrosionseffekten
 - ▷ Einhalten erlaubter Berührungsspannungen
 - ▷ Veränderung Bebauung/Umgebung
- ▶ Wie wird geprüft und Herausforderungen in der Praxis
 - ▷ Vortrag Josef Schmidbauer:
“Normgerechtes Prüfen von kleinen und mittleren Erdungsanlagen”



▶ Erdungsimpedanz – Messung mit COMPANO 100

Erdimpedanz

1. **Einstell. für Ausgang** V OUT, 0.000V, 50.0Hz±20.0Hz
2. Reduktionsfaktor 1.00, 0.00°
3. Messungen 0
4. Grafik

Zum Menü

Einstell. für Ausgang

V OUT f_{Soll} 50.0Hz
 0.000V ± 20.0Hz

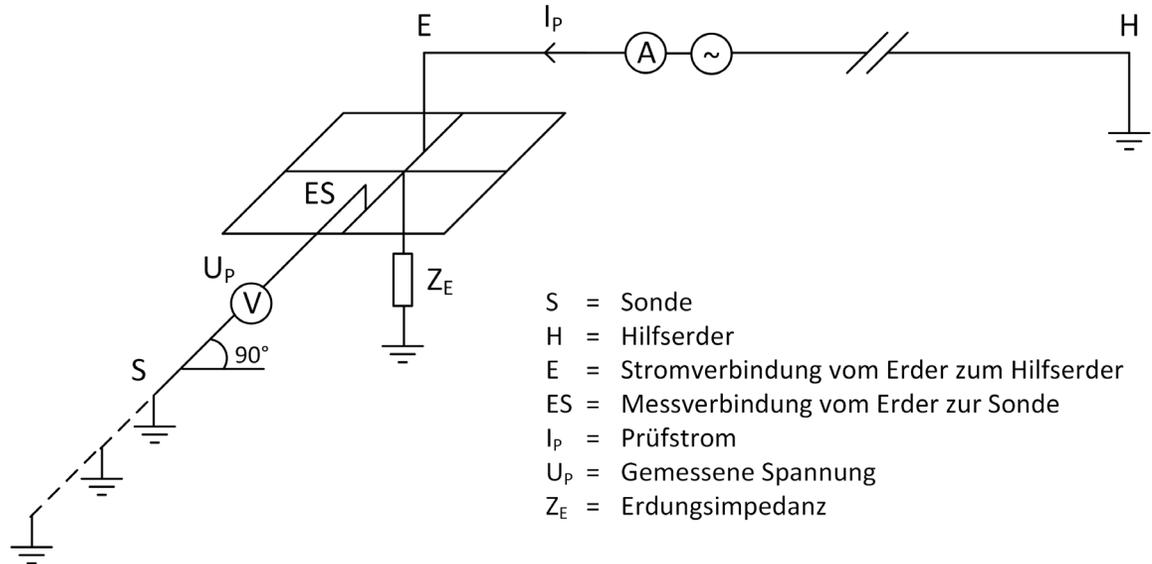
Frequenz	V OUT
30.0Hz	--A
70.0Hz	--A

Zum Überprüfen der Einstellungen Ausgabe starten.

Zum Menü

I OUT

V OUT



Erdungsimpedanz – Messung mit COMPANO 100

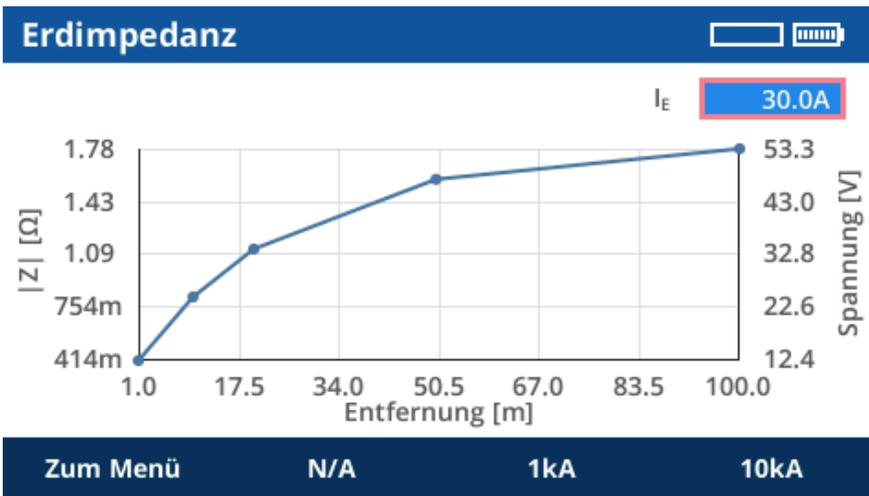
Erdimpedanz [Progress Bar] [Battery Icon]

Entfernung 100.0m Reduktionsfaktor

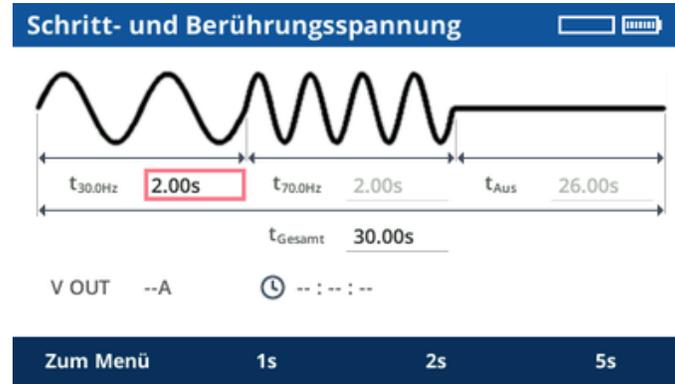
Impedanz Z ▼

Entf.	V OUT (Korr.)	IN 1	Z (Korr.)
1.0m	169.0mA 0.00°	70.00mV 0.00°	414.2mΩ 0.00°
10.0m	170.0mA 0.00°	140.0mV 0.57°	823.5mΩ 0.57°
20.0m	168.0mA 0.00°	190.0mV -0.57°	1.131Ω -0.57°
50.0m	171.0mA 0.00°	270.0mV -2.29°	1.579Ω -2.29°

Zum Menü Alle löschen Ausgew. löschen



Schritt- und Berührungsspannungen – Excel Templates



A	B	C	D	E	F	G	
1	Step & Touch Voltage Test Report						
2							
3							
4							
5	Template:		Step&Touch HGT1				
6	Version:		2.20				
7							
8	Substation			Coordinates			
9	Dimension of Substation			Line used for Injection			
10	Line Characteristics						
11	Current Probe			Coordinates			
12	Distance betw. Substation under Test and Current Probe						
13	Test Engineer			Test Date			
14							
15							
16	Maximum Fault Duration					300 ms	
17	Additionally considered resistance					0 Ω	
18	Permissible Touch Voltage					416 V	
19	Required Input Impedance during measurement					1 k	
20	Reduction Factor of Test Current					1.00	
21	Frequency of Test Current		30.00 Hz	70.00 Hz			
22	Amplitude of Test Current at corresponding Frequency					0.313 A, 0.332 A	
23	Maximum Current to Earth					4800 A	
24							
25							
26	ID	Location	Impedance Selection	HGT1 Results / V		Calculated Touch Voltage /V	Assessment
27				30.0 Hz	70.0 Hz		
28	1	Fence Pole 1	1 k	0,00001	0,00000	0.07	OK
29	2	Fence Pole 2	1 k	0.02591	0.04437	523.01	Failed
30	3	Fence Pole 3	1 k	0.02326	0.03892	462.73	Failed
31	4	Tower 2	1 k + 1 k	0.01422	0.02345	280.33	Wrong Imp.
32	5	Playground Fence	1 k + 1 k	0.00077	0.00063	10.36	Wrong Imp.
33	6	Playground Gate	1 k	0.00099	0.00107	15.35	OK
34	7	Fence Pole 4	1 k	0.00101	0.00109	15.60	OK
35	8	Main Gate 1	1 k	0.00271	0.00175	33.21	OK
36	9	Signal Sign	1 k	0.00018	0.00018	2.66	OK

Schritt- und Berührungsspannungen – HGT1 mit PTM

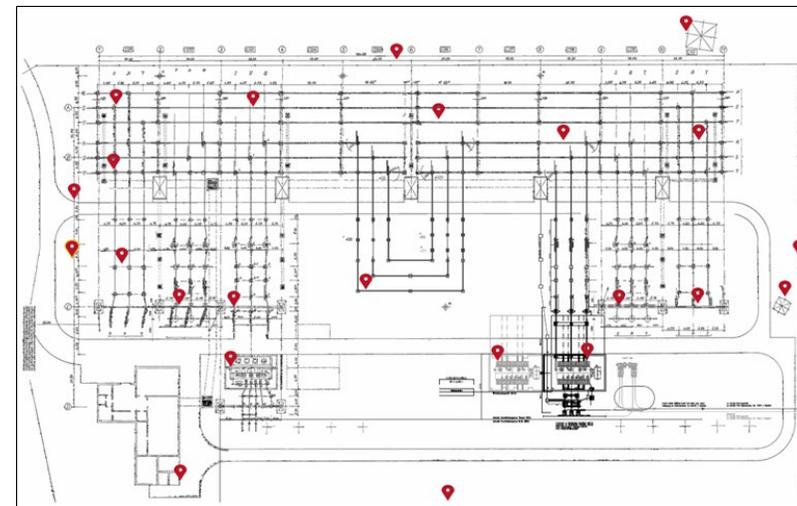


Table Touch voltage

Location Id	Impedance selection	Calculated touch voltage	Assessment
1 Gate	1k	12,46 V	✔ Pass
2 CB Bay 1	1k	16,68 V	✔ Pass
3 CT Bay 1	1k	34,15 V	✔ Pass
4 VT Bay 2	1k	22,18 V	✔ Pass
5 VT Bay 3	1k	27,33 V	✔ Pass
6 Door Relay House	1k	8,24 V	✔ Pass
7 Transformer A	1k	5,46 V	✔ Pass
8 Coupling	1k	15,10 V	✔ Pass
9 Transformer B	1k	6,69 V	✔ Pass



Vielen Dank für Ihr Interesse!