

Neue Technologien zur Messung transienter Spannungen

Autor: Jürgen Plesch (Artemes), Werner Schöffler (Artemes),
Thomas Heid (Condis)

12.0.2026



CONDIS[®]

Inhalt

RELAX
WE CARE

- Messen im Hochspannungssystem
- Entwicklung neuer Teiler
- Anwendungsfälle
- Zusammenfassung



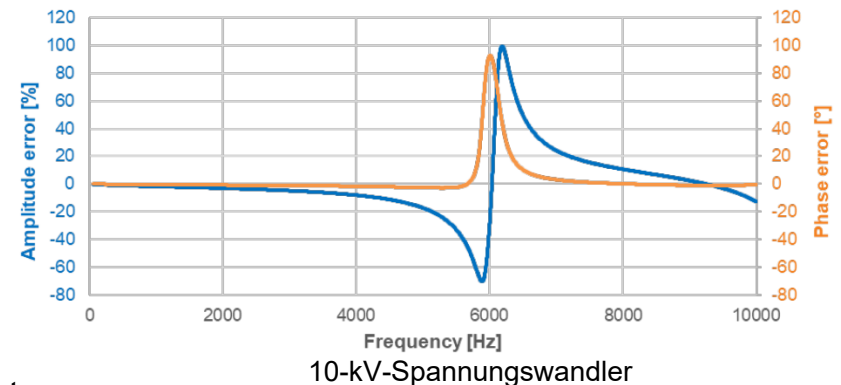
AM99-006-00045

Bewährte Messmethode

RELAX
WE CARE

- Einsatz von konventionelle induktiven Spannungswandlern
 - Mehrere Wicklungen
 - Zählung, Schutz und Verrechnung
- Frequenzabhängiges Übertragungsverhalten
- Messung von Harmonischen Spannungen
- Messung transienter Spannungen (Schaltvorgänge, Fehlerfälle)
- Limitierung durch die Spannungsebene
 - Höhere Spannungsebenen -> Tiefere erste Resonanzfrequenz

Voltage level	Harmonic order		
	2nd to 7th	8th to 20th	21st to 50th
10 kV	YES	YES	YES
20 kV	YES	YES	Uncertain
30 kV	YES	No	No
60 kV	YES	Uncertain	Uncertain
110 kV	YES	Uncertain	No
≥ 220 kV	Uncertain	No	No



AM99-UBB-UU943



Warum braucht es neue Technologien?

RELAX
WE CARE

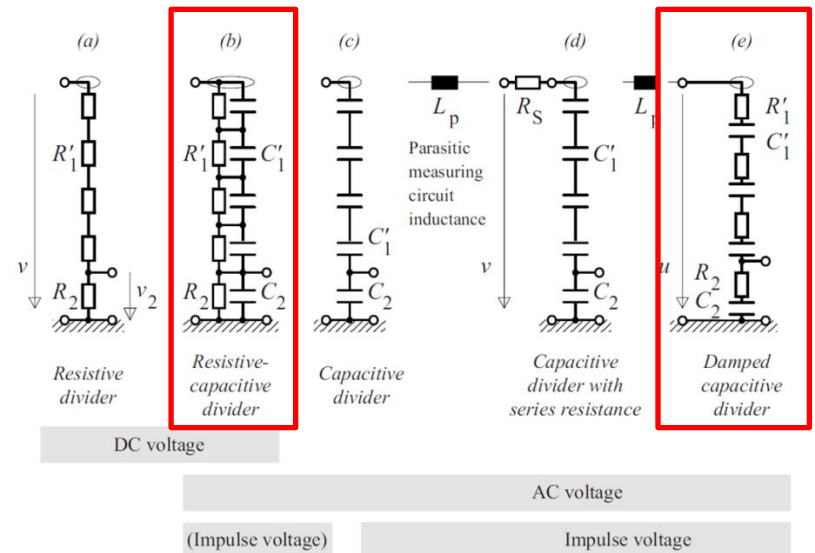
- Umdenken im Energiebereich / Reduktion von Treibhausgasen
- Entwicklung neuer Komponenten
- Anforderungen and die Netzinfrastruktur
- Versorgungssicherheit
- Sicherer Betrieb heutiger Hochspannungsanlagen

Warum braucht es neue Technologien?

- Einsatz von Vakuumleistungsschaltern
- Erfassung harmonischer Spannungen
 - Bis zur 50. Harmonischen
 - Höherharmonischen: 2 – 9 kHz
 - Höchstharmonischen: 9 – 150 kHz (- 500 kHz)
- Entwicklung von RC- und CR-Teilern für vor Ort Messung / Kapazitive Teiler für GIS-Anlagen (VFT-Adapter)

RC-Teiler

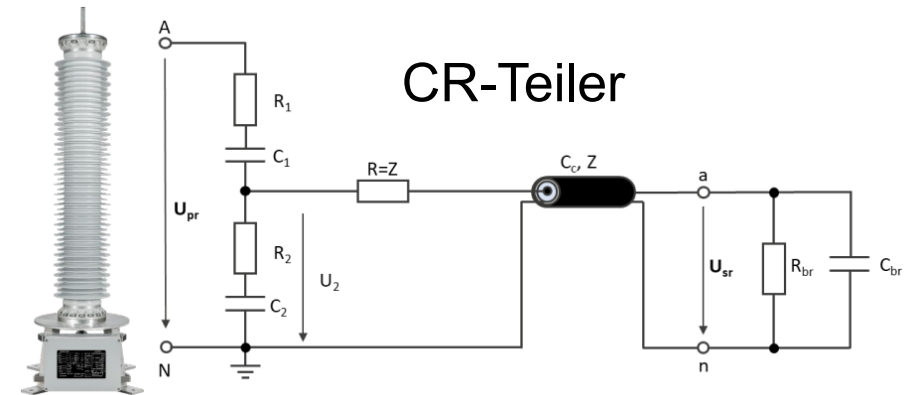
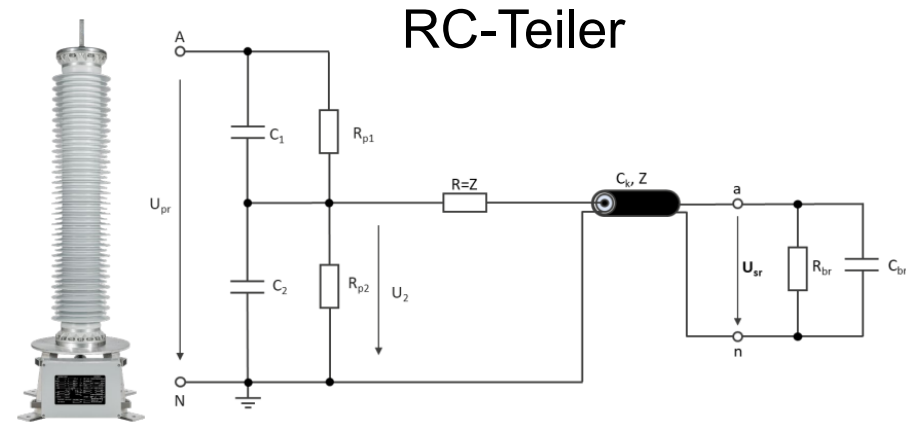
CR-Teiler



Entwicklung neuer Teiler

RELAX
WE CARE

- Messungen im Prüffeld
- Einsatz bei vor Ort Messungen
- Hohe Bandbreite
- Vermeiden von Reflektionen im Messteiler
- Messung transienter Spannungen
- Messung harmonischer Spannungen



AM99-006-00045

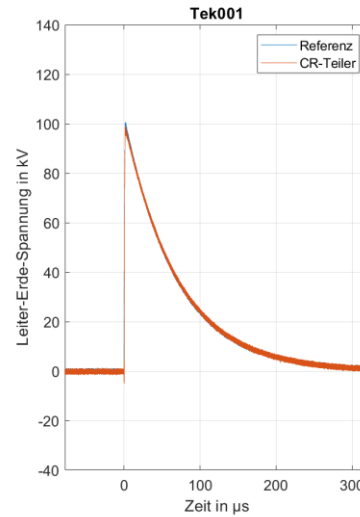


Vergleich CR- und RC-Teiler

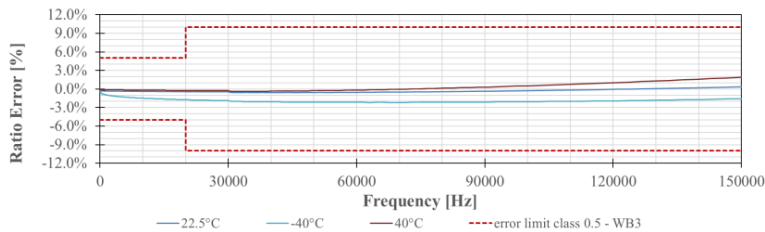
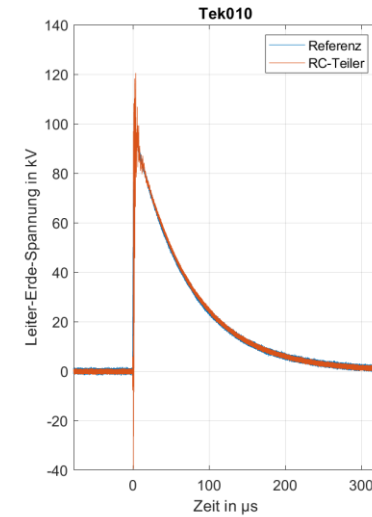
RELAX
WE CARE

Parameter	CR-dividers	RC-divider
U_m	145 kV _{rms}	145 kV _{rms}
U_{LIWV}	650 kV _{peak}	650 kV _{peak}
F_V	$1.2 \times U_{pr}$ (cont.) $1.9 \times U_{pr}$ (8h)	$1.2 \times U_{pr}$ (cont.) $1.9 \times U_{pr}$ (30s)
Rated frequency f_R	50/60 Hz	50/60 Hz
Frequency range f_{HF}	5 Hz – 150 kHz	0 Hz – 20 kHz
U_{pr}	132/ $\sqrt{3}$ kV	132/ $\sqrt{3}$ kV
Ratio	1320 : 1	1320 : 1
Cable length	50 m	50 m

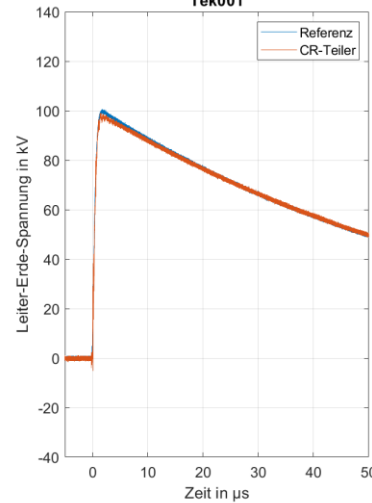
CR-Teiler



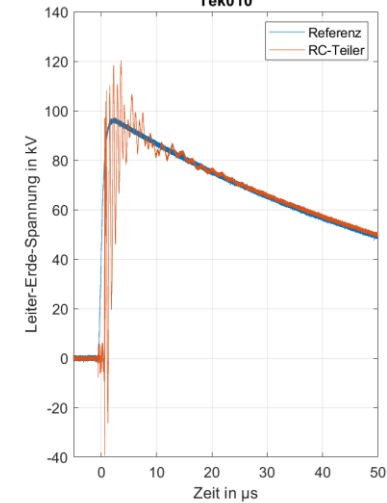
RC-Teiler



Tek001



Tek010



Anwendungsfälle

- Messung hoher Spannung während Schalthandlungen
- Messung an Leistungsschaltern
- Messung an Betriebsmitteln
- Spannungsqualität

Messtechnische Installation

RELAX
WE CARE

- Mobiles Untergestell – einfache Montage
- Zeit ca. 45 min / Teiler
- Einhaltung der Sicherheitsabstände
- Primärseitiger Anschluss
- Erdung



AMS9-006-00045



Messtechnische Installation

RELAX
WE CARE

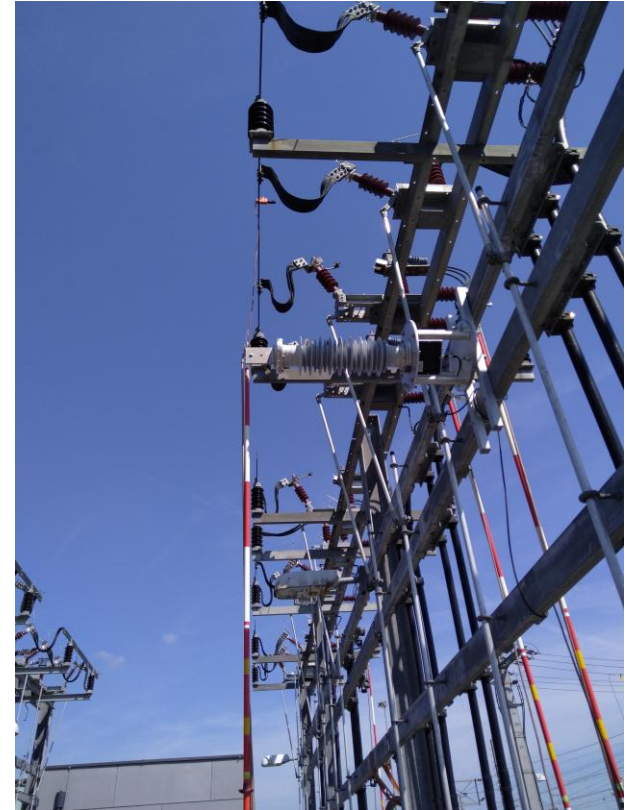


AM99-006-00045



Anwendungsbeispiele

- 36-kV-CR-Teiler
- Spannungsebene 15 kV
- Installation am Schaltgerüst
- Messung von Spannungsqualität und Schalthandlungen



Anwendungsbeispiele

RELAX
WE CARE



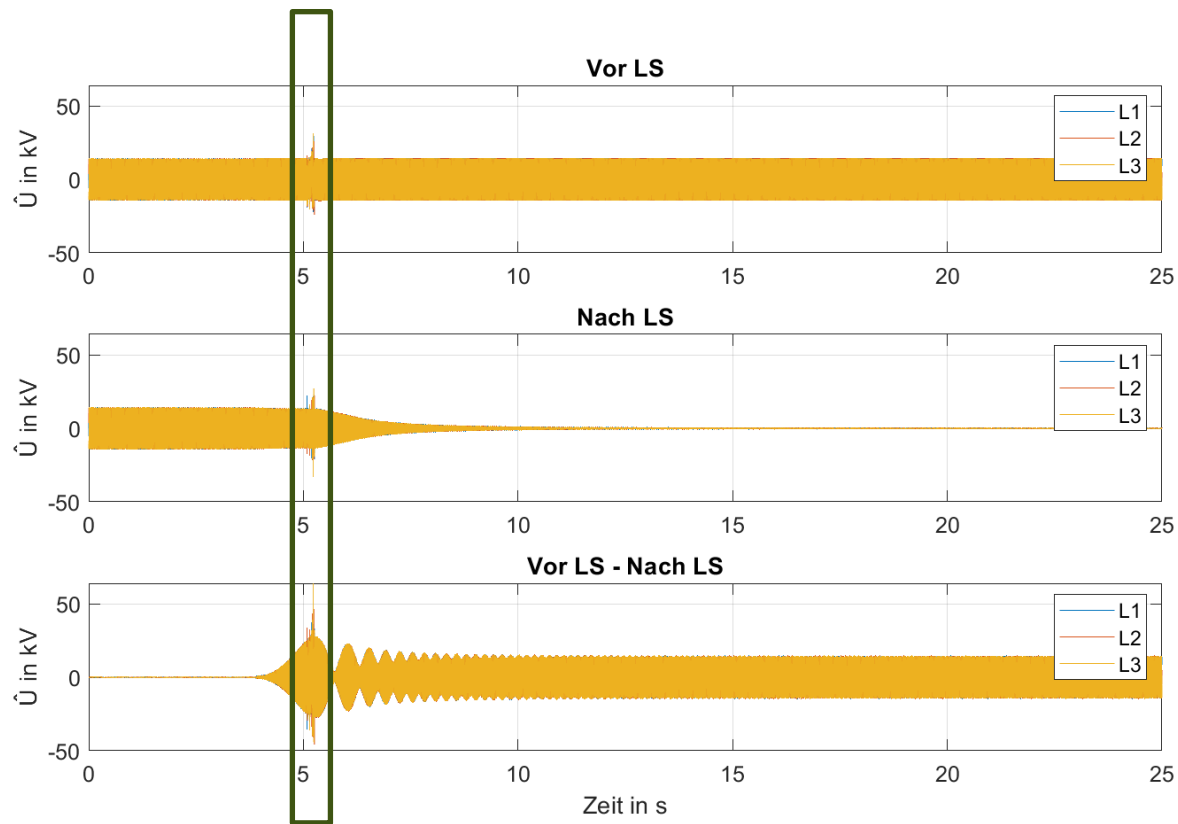
- Installation von 36-kV-CR-Teilern in einem Kraftwerk
- Vor und nach einem Vakuumleistungsschalter sowie der Sammelschiene
- 32 kanaliges Messgerät; 1 MHz Abtastrate
- Erfassung von Abschaltvorgängen (25 s)
- Fokus: Aufzeichnung von Rückzündungen



Anwendungsbeispiele

Rückzündung

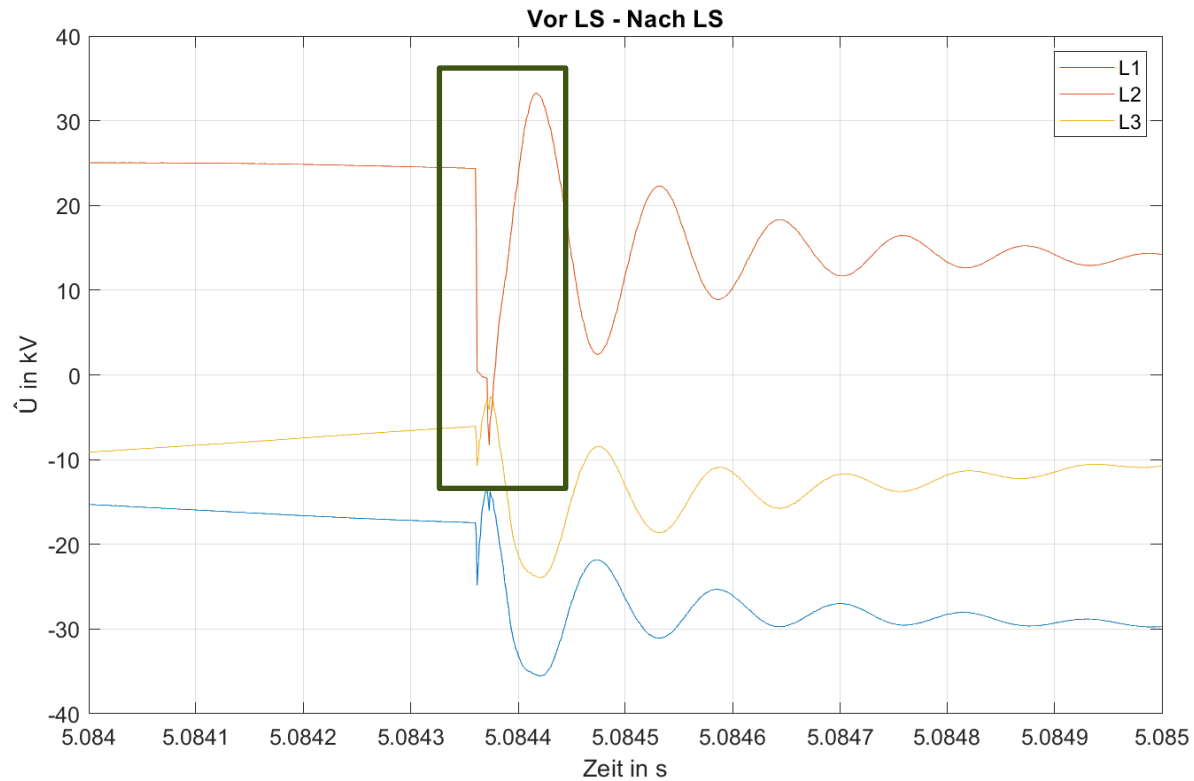
RELAX
WE CARE



Anwendungsbeispiele

Rückzündung

RELAX
WE CARE

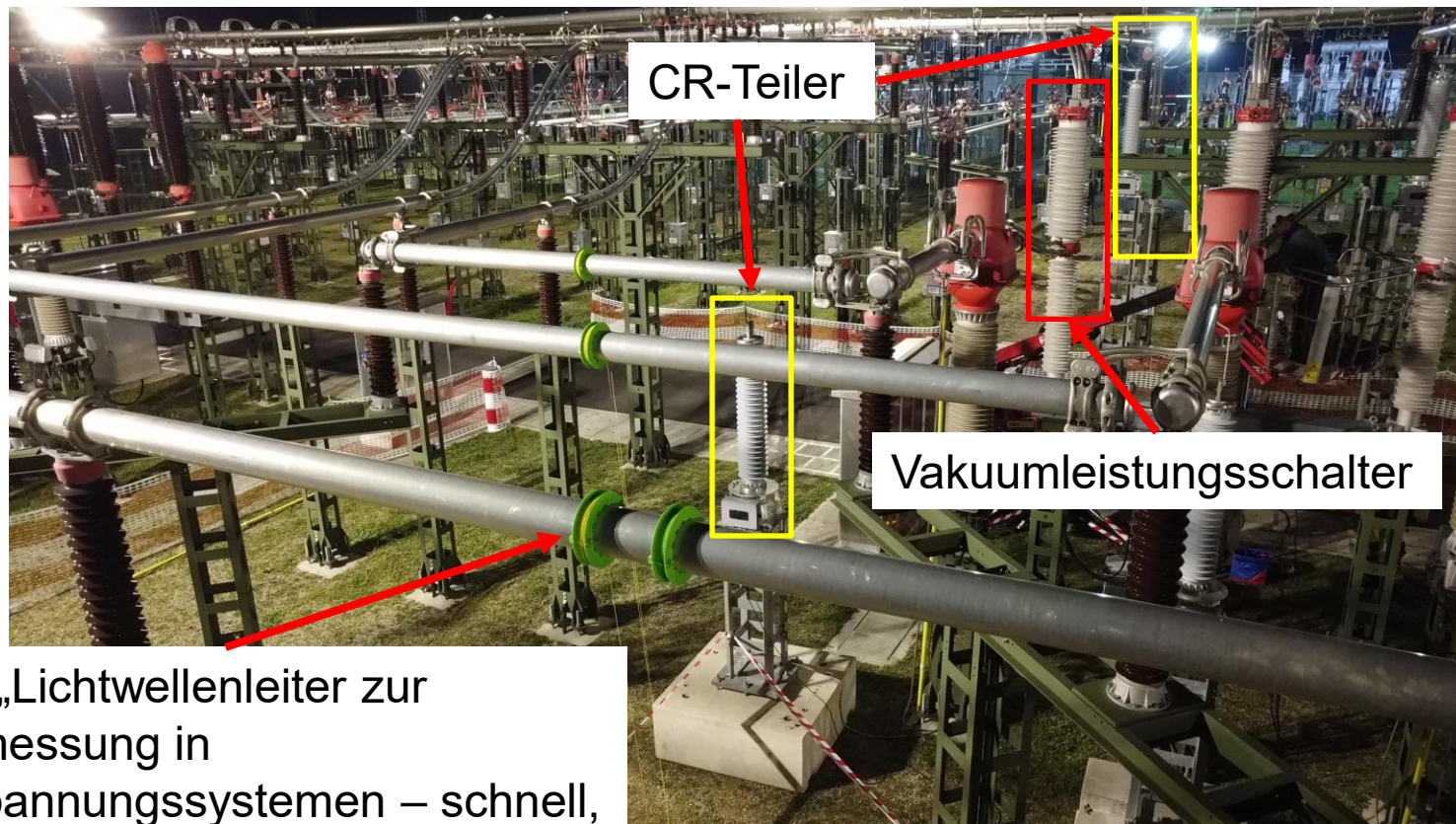


Anwendungsbeispiele

- Einsatz neuer 110-kV-Schalbertechnologien (Vakuumleistungsschalter)
- Messungen im realen Netz
 - Schalten leerlaufender Leitungen
 - Einschalten von Transformatoren
 - Fehlerfälle
- CR-Teiler vor und nach dem Vakuumleistungsschalter
- Untersuchung des transienten Verhaltens bei Schaltvorgängen

Anwendungsbeispiele

RELAX
WE CARE



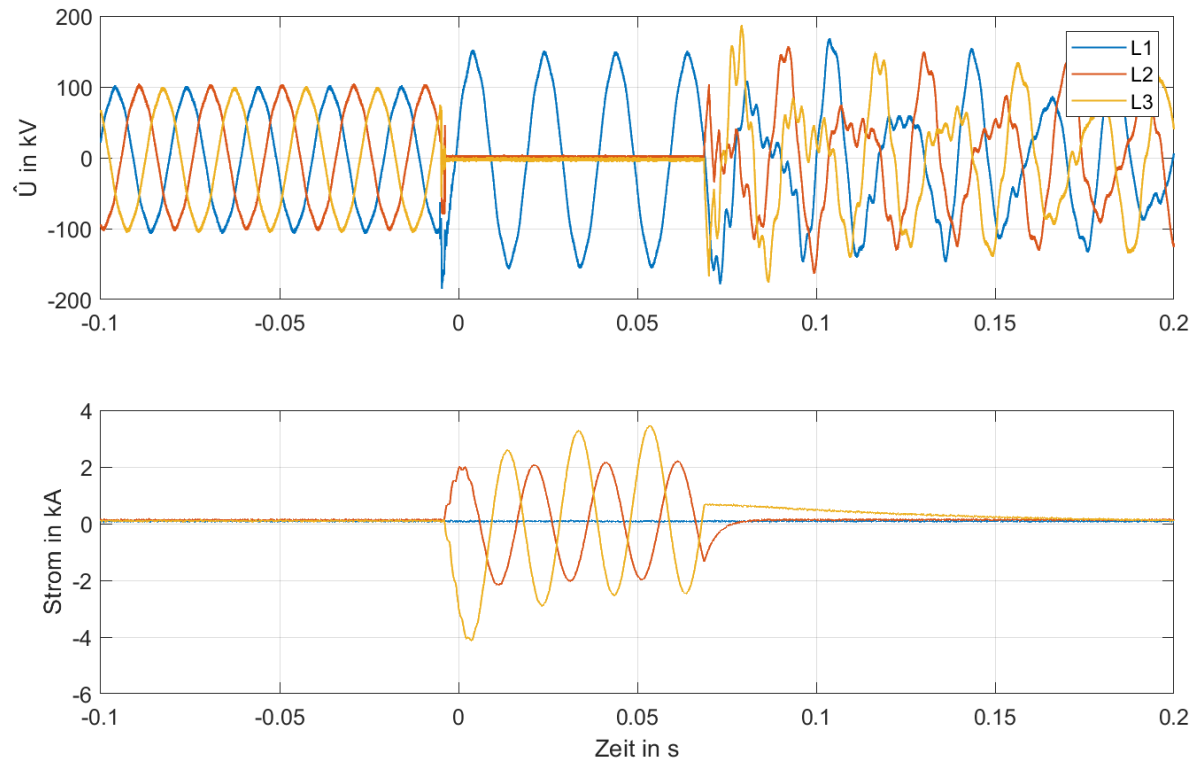
Paper: „Lichtwellenleiter zur Strommessung in Hochspannungssystemen – schnell, sättigungsfrei und isoliert“



Anwendungsbeispiele

2-poiliger Kurzschluss

RELAX
WE CARE

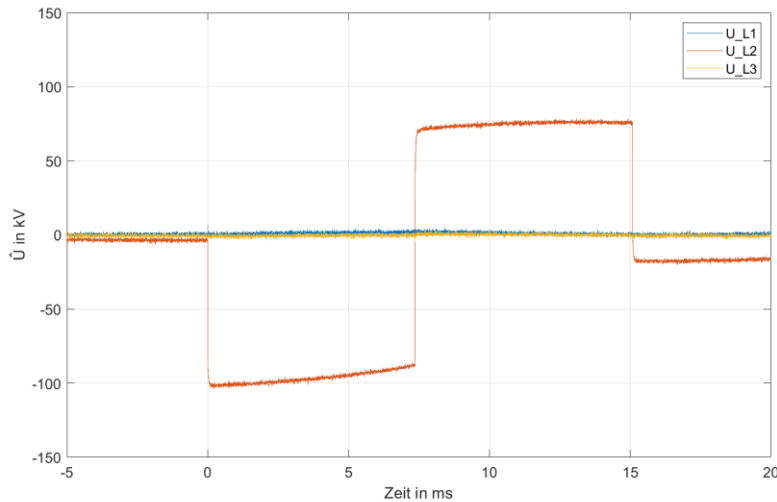
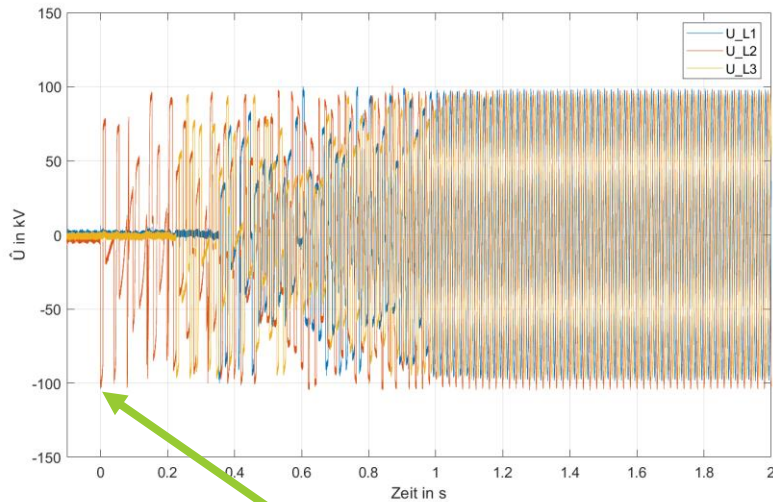


Anwendungsbeispiele

- Induktive Spannungswandler
- Erhöhte TE-Beanspruchung
- Einsatz von CR-Teilern
- Durchführung von Schalthandlungen
- Hohe transiente Beanspruchung
- Beurteilung der Betriebsmittelzuverlässigkeit



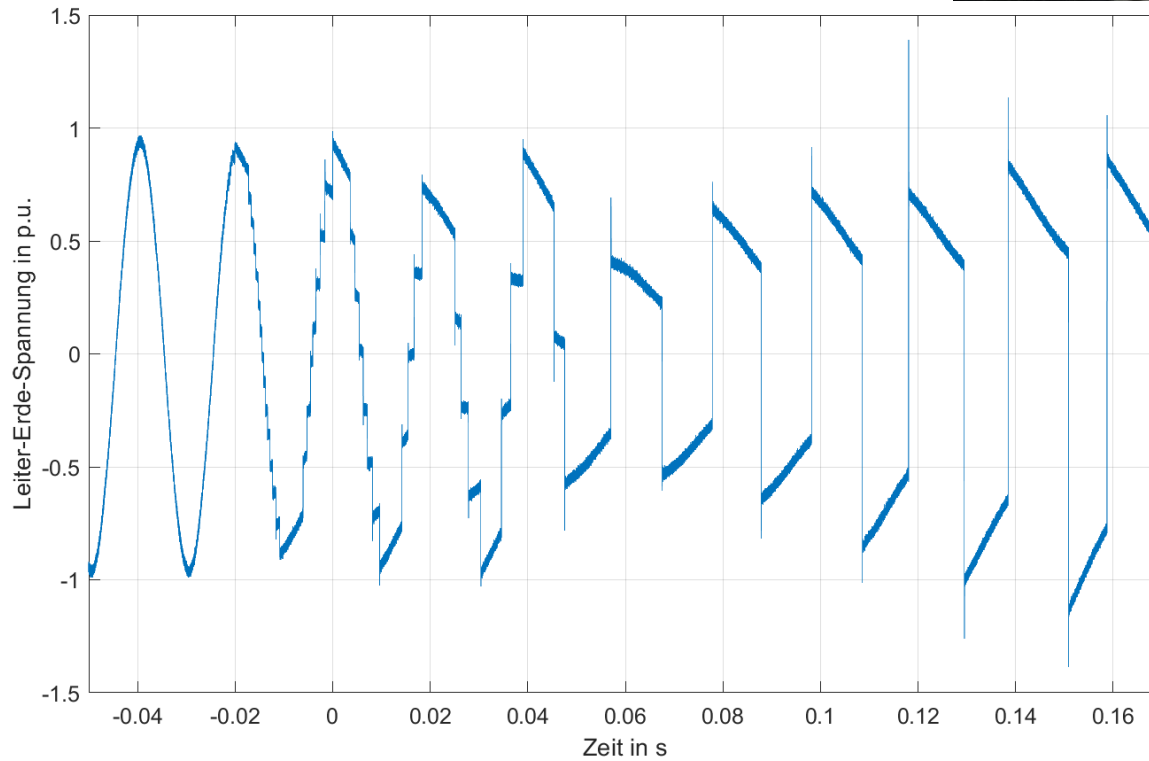
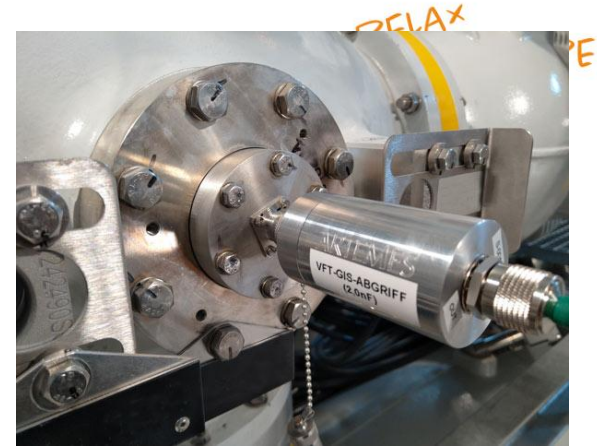
Anwendungsbeispiele



- Beanspruchungsdauer: 1 s
- Steile Spannungsflanken
- Anstiegszeiten:
 - 2 bzw. 4 kV/ μ s

Anwendungsbeispiele

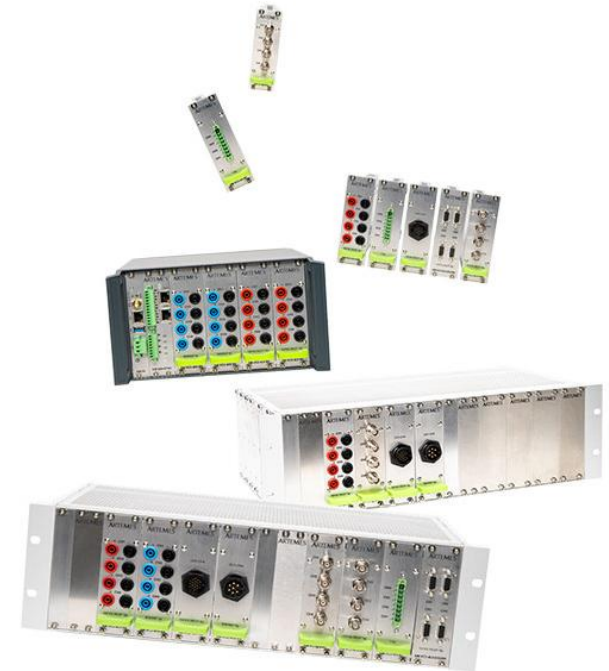
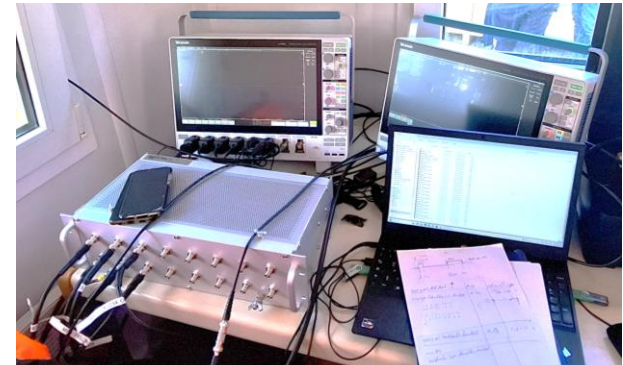
VFT-Adapter



Was wird noch gebraucht?

RELAX
WE CARE

- Messgeräte
 - Oszilloskope
 - 8-kanaliges Messsystem
 - Bis 2 GHz
 - Störschreiber (Artemes AM-55-Gen3)
 - Abtastrate bis 3,5 MHz
 - 32-kanaliges Messsystem
 - Modulares System
 - Spannungsqualität
 - Transientenaufzeichnung



• **ARTEMES**
Messen als Handwerkskunst

- Messdienstleistungen
- Mess- und Monitoringsysteme



Zusammenfassung

RELAX
WE CARE

- Neue Technologien von Betriebsmitteln
- Entwicklung neuer Messteiler für vor Ort Messungen
- Transiente Vorgänge im Hochspannungssystem
- Analyse und Beurteilung der Zuverlässigkeit



AM99-006-00045