

Hochspannungsprüftechnik als Mittel zur Senkung der Lebensdauerkosten von Netzkomponenten

Beispiel Energiekabel



Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension

Vorbemerkung

Im Jahr 2000:

- Untersuchungen an MS-Kabeln in Däniken
- Diagnosemessungen an HS-Kabeln vor Ort

Momentan:

- Untersuchungen mit PDC-Messgerät



Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension

Übersicht

- TE-Messmethoden für MS-Kabel
- Messungen vor Ort an HS- und MS-Kabeln
- Weitere Diagnosemethoden
- Warum überhaupt Diagnose an Kabeln ?
- Ausblick



Untersuchungen an einem MS-Kabel in Däniken



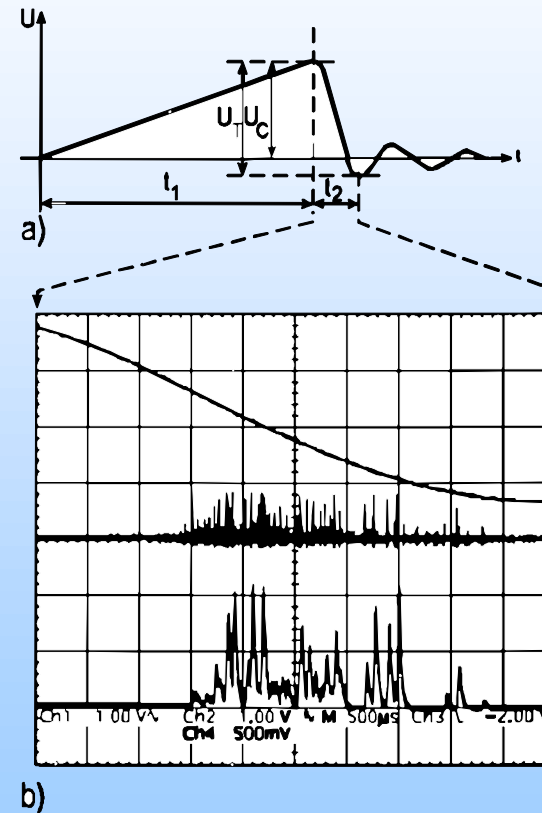
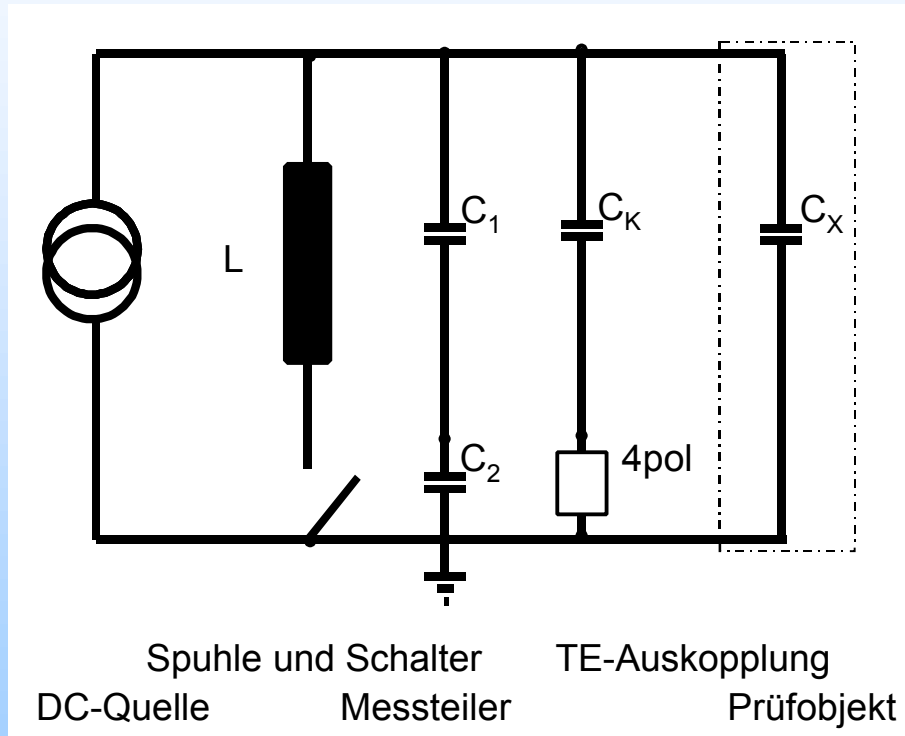
- 20/12 kV XKT
16mm²
- 1400 m
- Fehlerstelle nach
etwa 300 m

Kabel von Kabelwerk Studer



Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension

Oscillating waves-Methode



Oscillating waves-Methode

- OWTS Haefely Test AG
- CDA LDIC (Lemke)



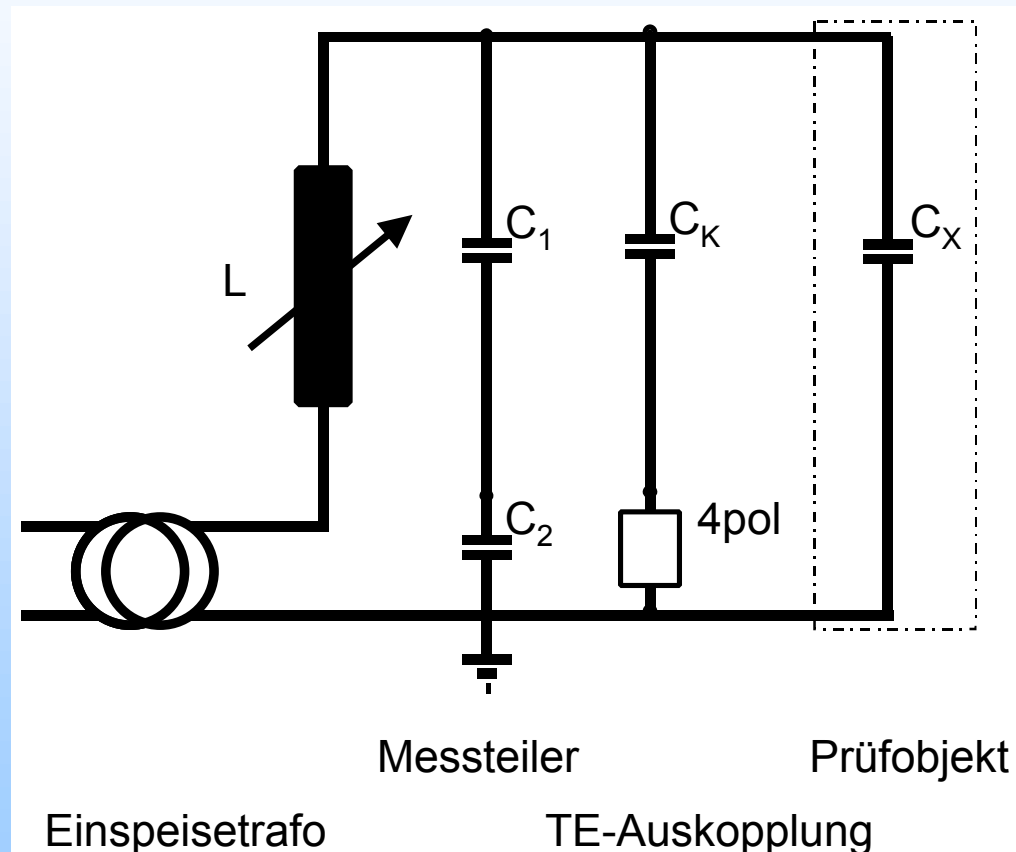
*Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension*

VLF-Methode (Baur) $\tan \delta$



Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension

Serie-Resonanz mit variabler Induktivität

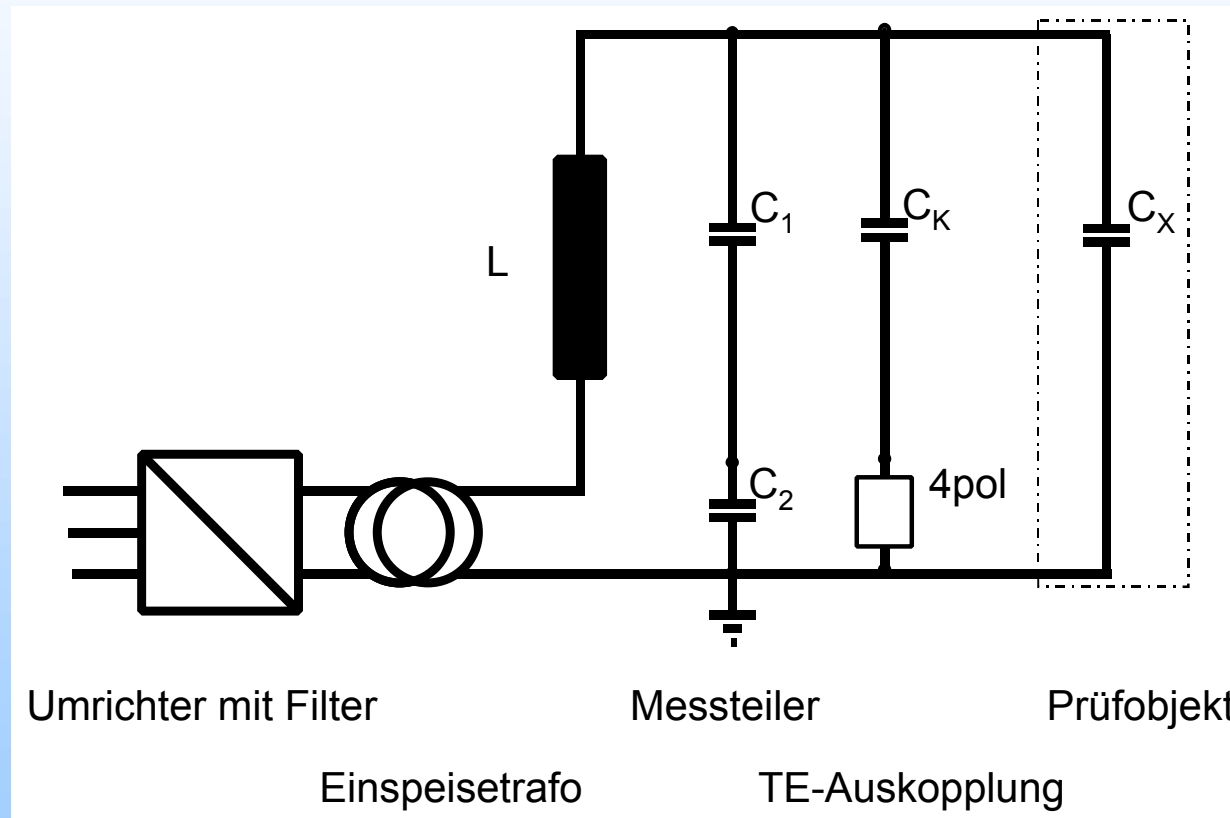


Serie-Resonanz mit variabler Induktivität (Imcorp)

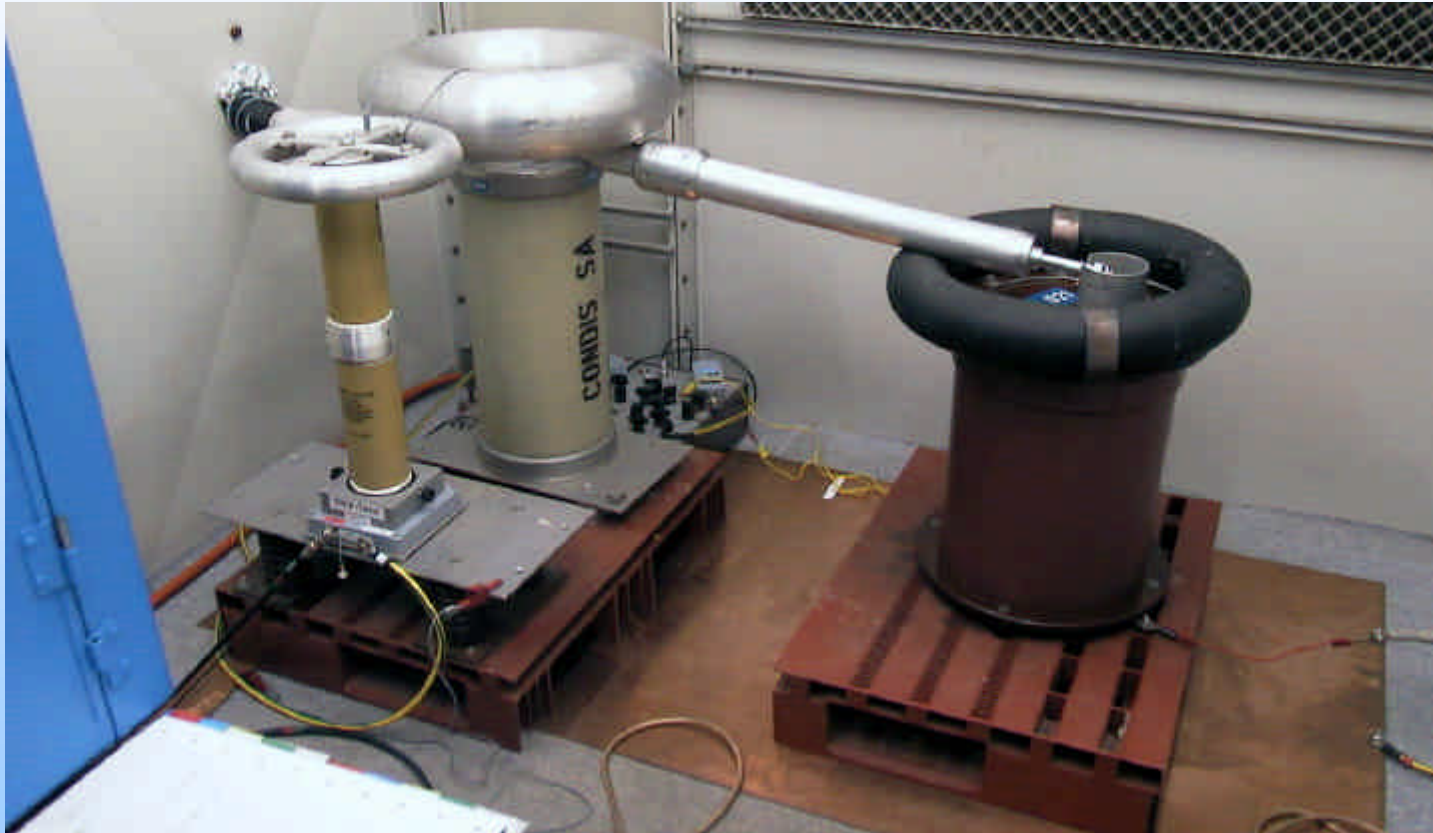


*Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension*

Serie-Resonanz mit variabler Frequenz

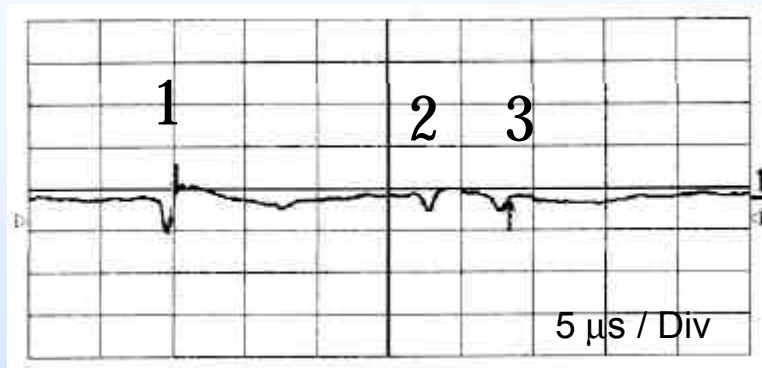


Serie-Resonanz mit variabler Frequenz (FKH)



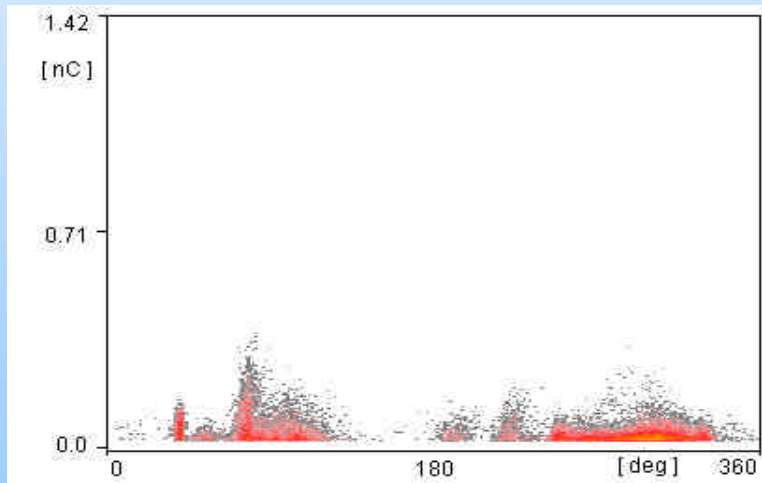
*Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension*

Messdaten (Beispiel FKH)



- **Zeitliche Auflösung eines TE-Impulses. Zeitachse 5 ms pro Einheit.**

- 1: TE-Signal
- 2: Reflexion des TE-Signals am Kabelende
- 3: 2-fache Reflexion des TE-Signals an beiden Kabelenden



- **TE-Fingerprint**



*Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension*

Beispiele von Messungen vor Ort

- Lokale TE-Detektion
- Auskopplung mit Koppelkondensator
- Eingebaute Sensoren in Muffen
- Integrale TE-Messung



Lokale TE-Detektion

- MS-EV (Akustik)



- 220-kV-Endverschlüsse



*Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension*

Auskopplung mit Koppel-C

- 110-kV-Endverschlüsse beim EKZ



*Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension*

Eingebaute Sensoren in Muffen



- 150-kV-
Crossbonding-Muffe

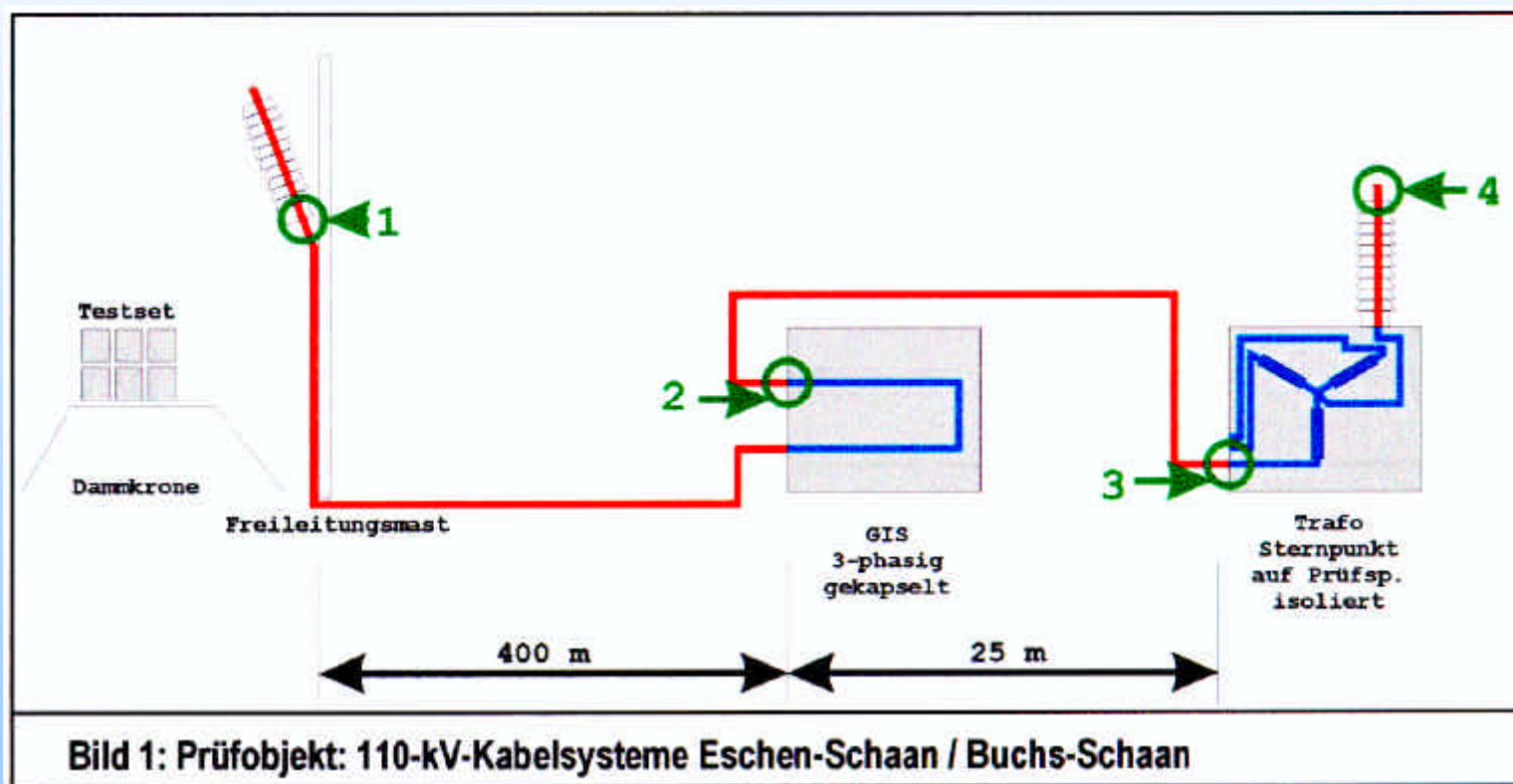
EWZ



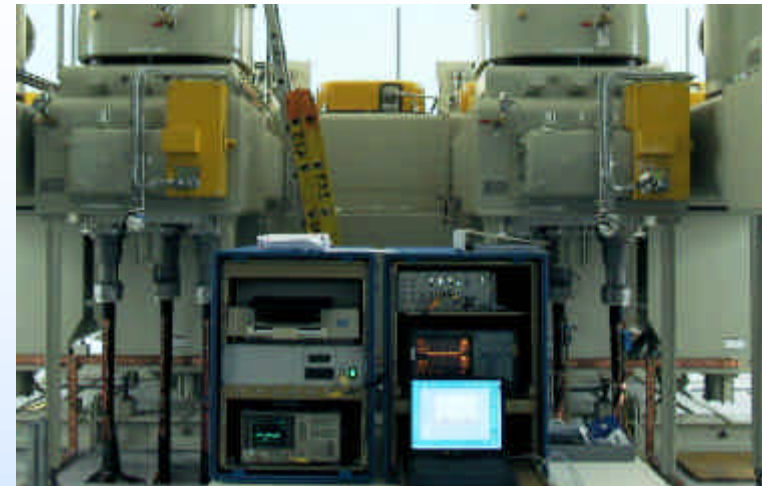
*Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension*

Integrale TE-Messung

- 110-kV-System in Schaan (NOK und LKW)



Schaan



*Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension*

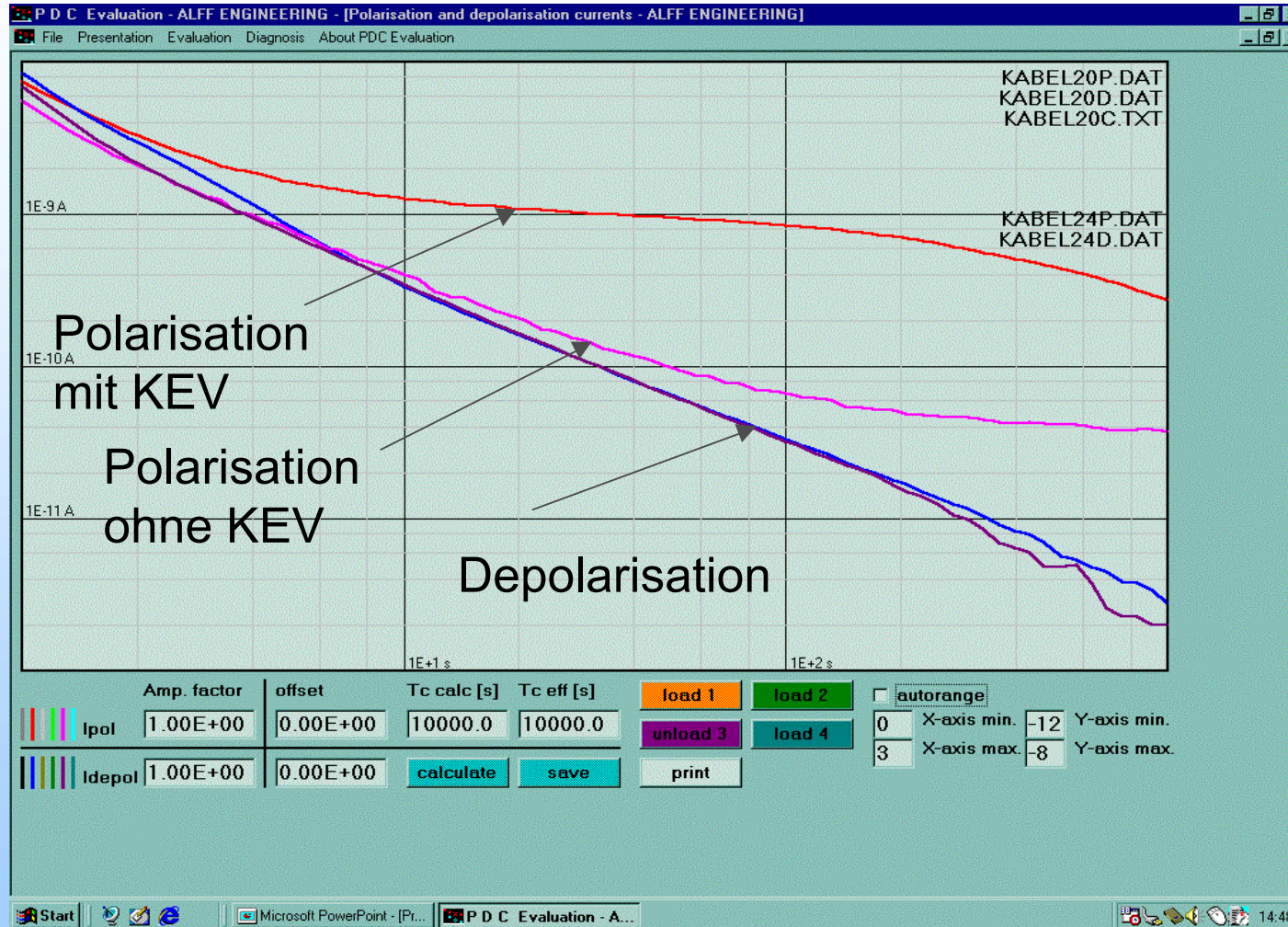
Weiter Diagnose-Methoden

- Isotherme Relaxationsstromanalyse (IRC)
- $\tan\delta$ -Messungen
- PDC-Messung



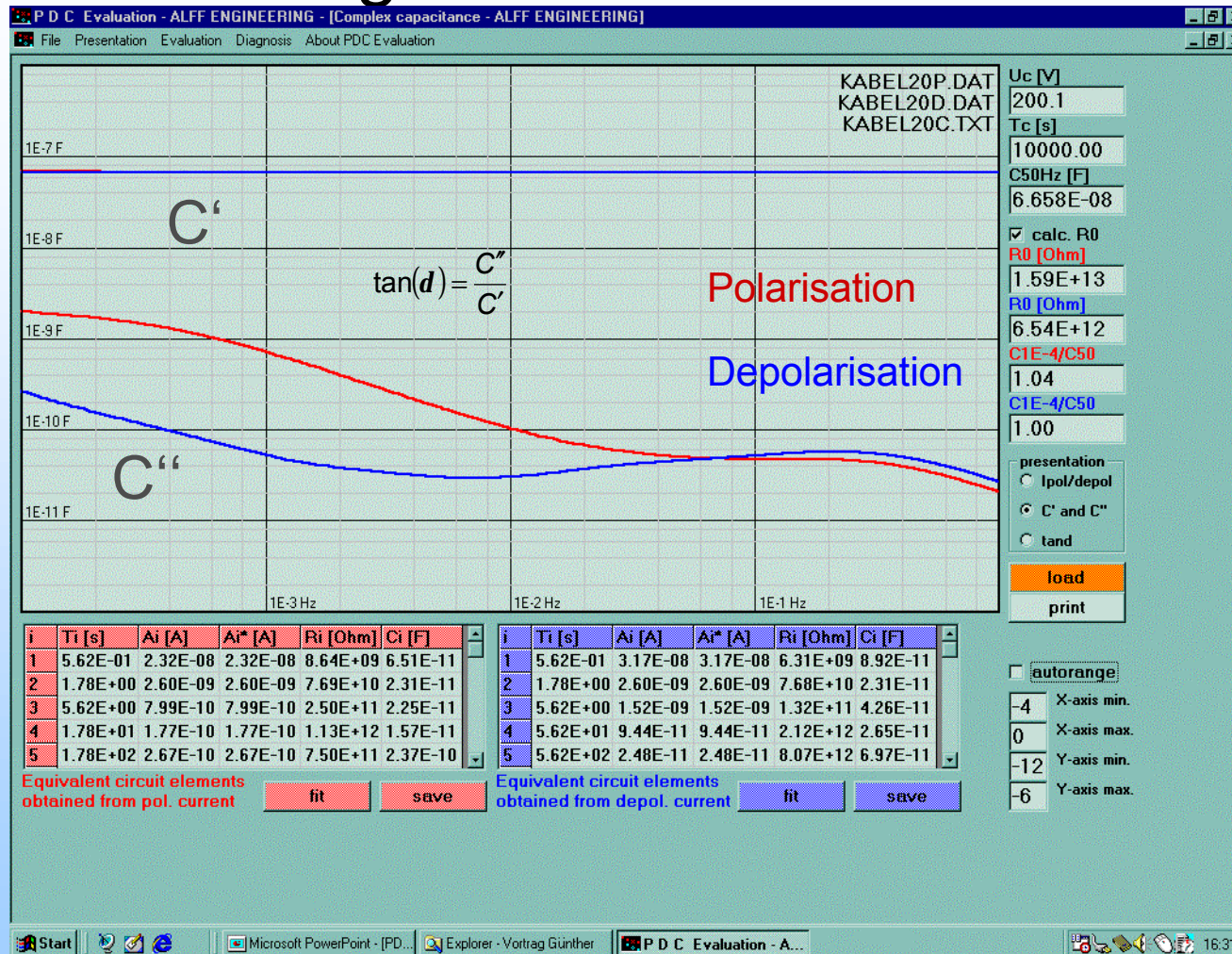
Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension

PDC-Messung



Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension

C-Messung mit KEV



Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension

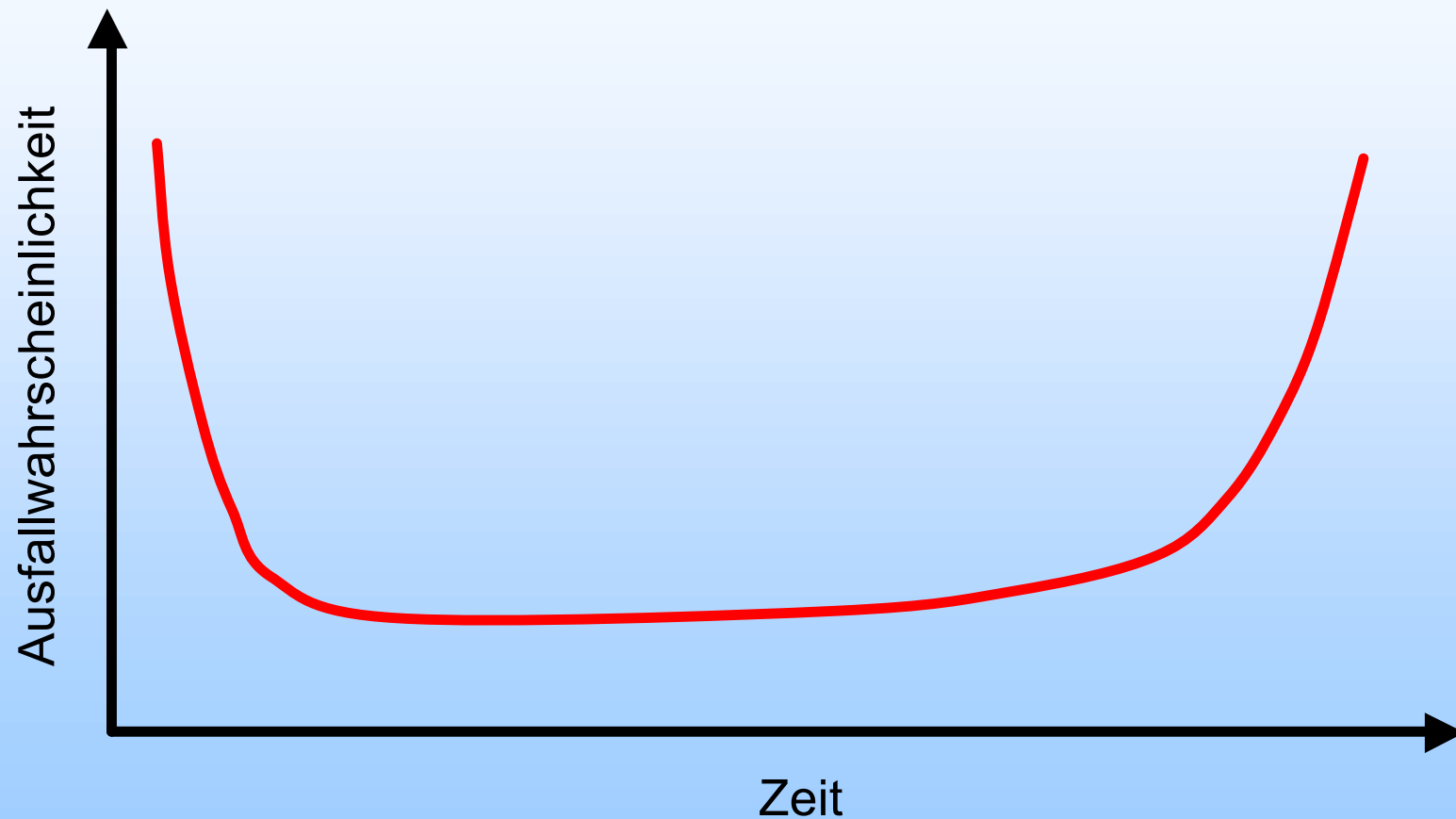
Warum Diagnose an Kabeln ?

- Zuverlässigkeit
- Wirtschaftliche Gründe



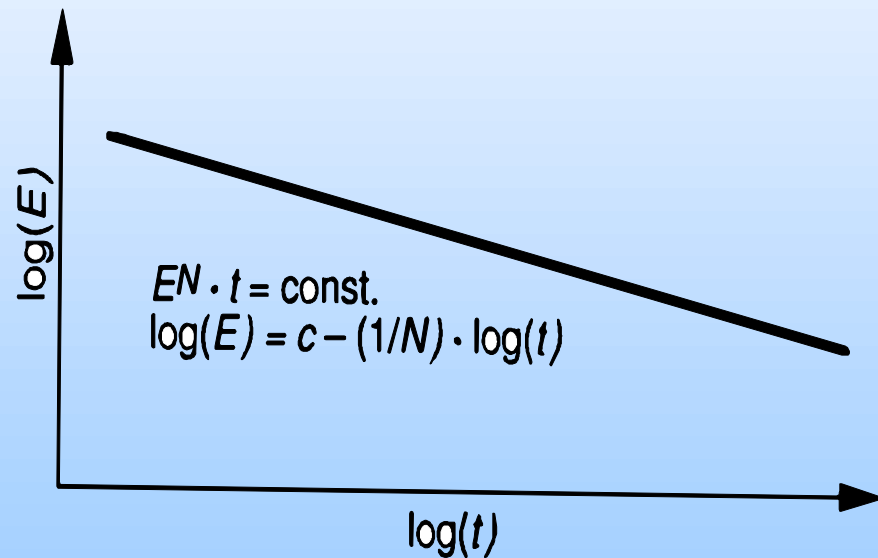
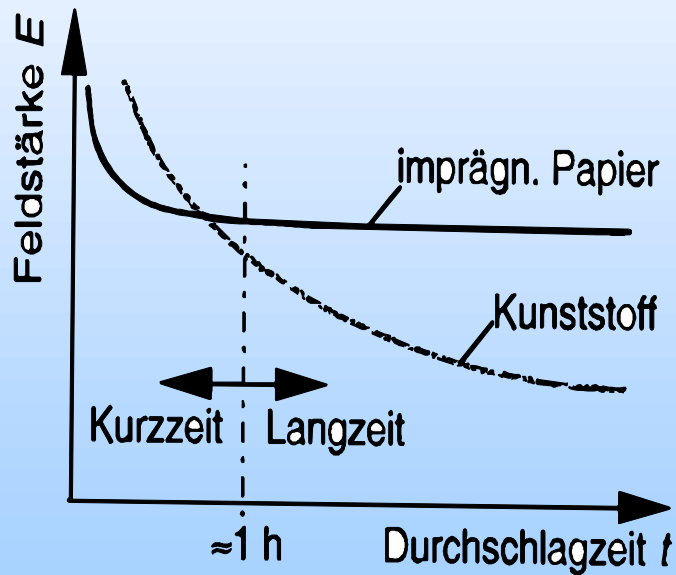
Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension

Lebensdauer von HS-Geräten



Lebensdauercharakteristik von Energiekabeln

- Lebensdauercharakteristik von Kabelisolierungen
- Lebensdauerkennlinie von Kunststoffisolierungen



Graphiken aus Peschke et al.; Kabelanlagen für Hoch- und Höchstspannung



Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension

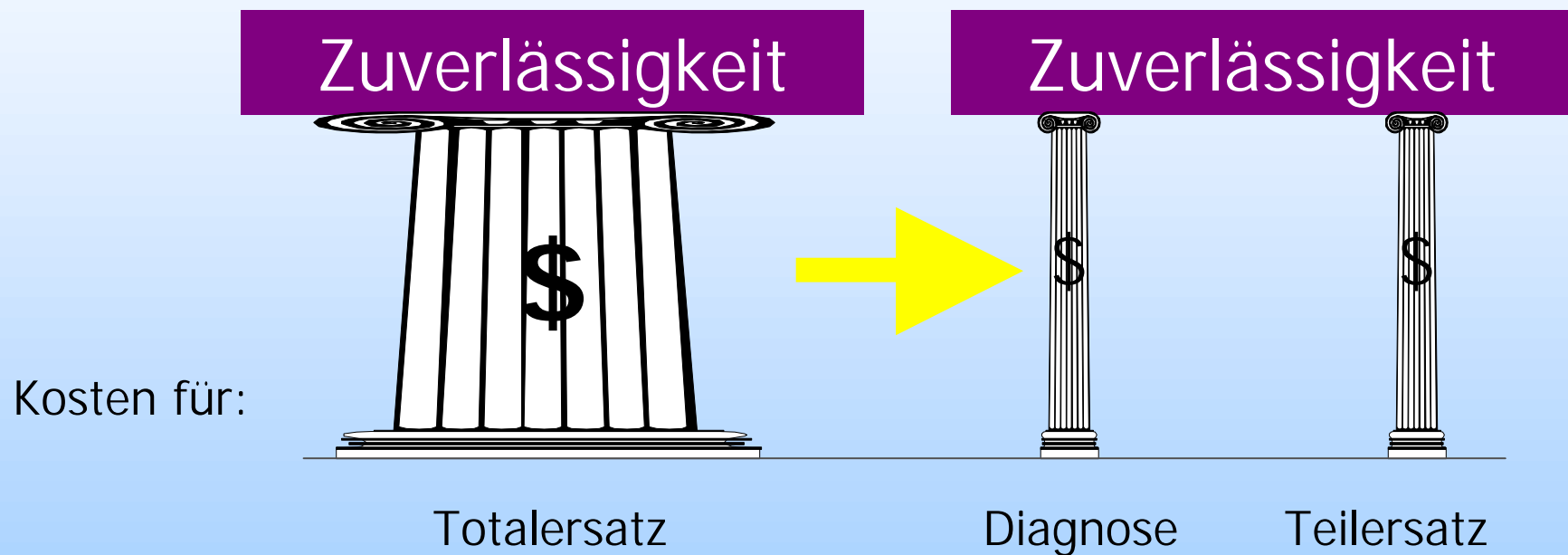
Wirtschaftliche Gründe

- Reparatur der defekten Teile anstatt vollständiger Ersatz
- Ersetzen der schlechtesten Teilstrecken
- Vermeiden des Ersatzes noch guter Kabel
- Erhöhung der Zuverlässigkeit



*Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension*

Wirtschaftliche Gründe

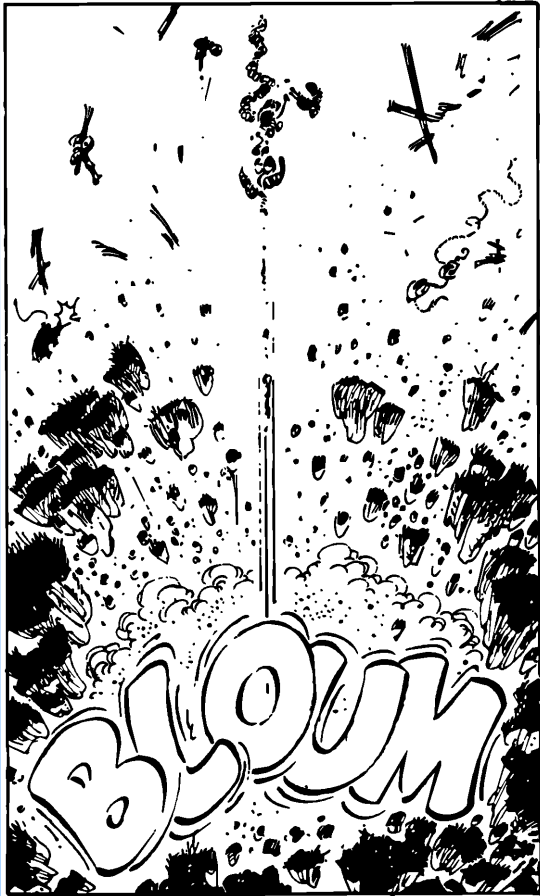


Schlussfolgerungen

- Es gibt für Energiekabel mehrere ausgereifte Prüfmethode und Geräte, welche durch die FKH schon erprobt wurden.
- Für Hochspannungskabel hat die FKH schon diverse TE-Messungen gemacht.
- Um gute Aussagen machen zu können braucht es Erfahrung.
- Diagnose soll die Zuverlässigkeit erhöhen.



Fachkommission für Hochspannungsfragen
Commission d'étude des questions relatives à la haute tension



- Eine Diagnose will solche Erlebnisse in den Bereich der Alpträume verbannen !