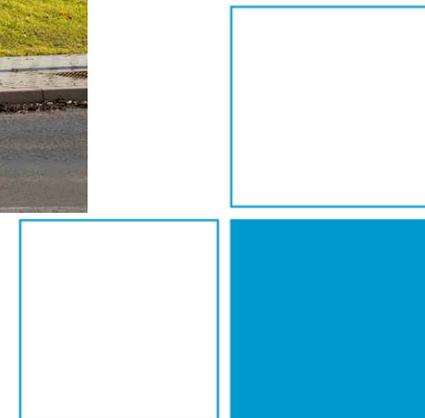


Aktive Entbürdung von Leistungskomparatoren zur Kalibrierung von Trennstromwandlern

Dr.-Ing E. Mohns, P. Räther, G. Roeissle



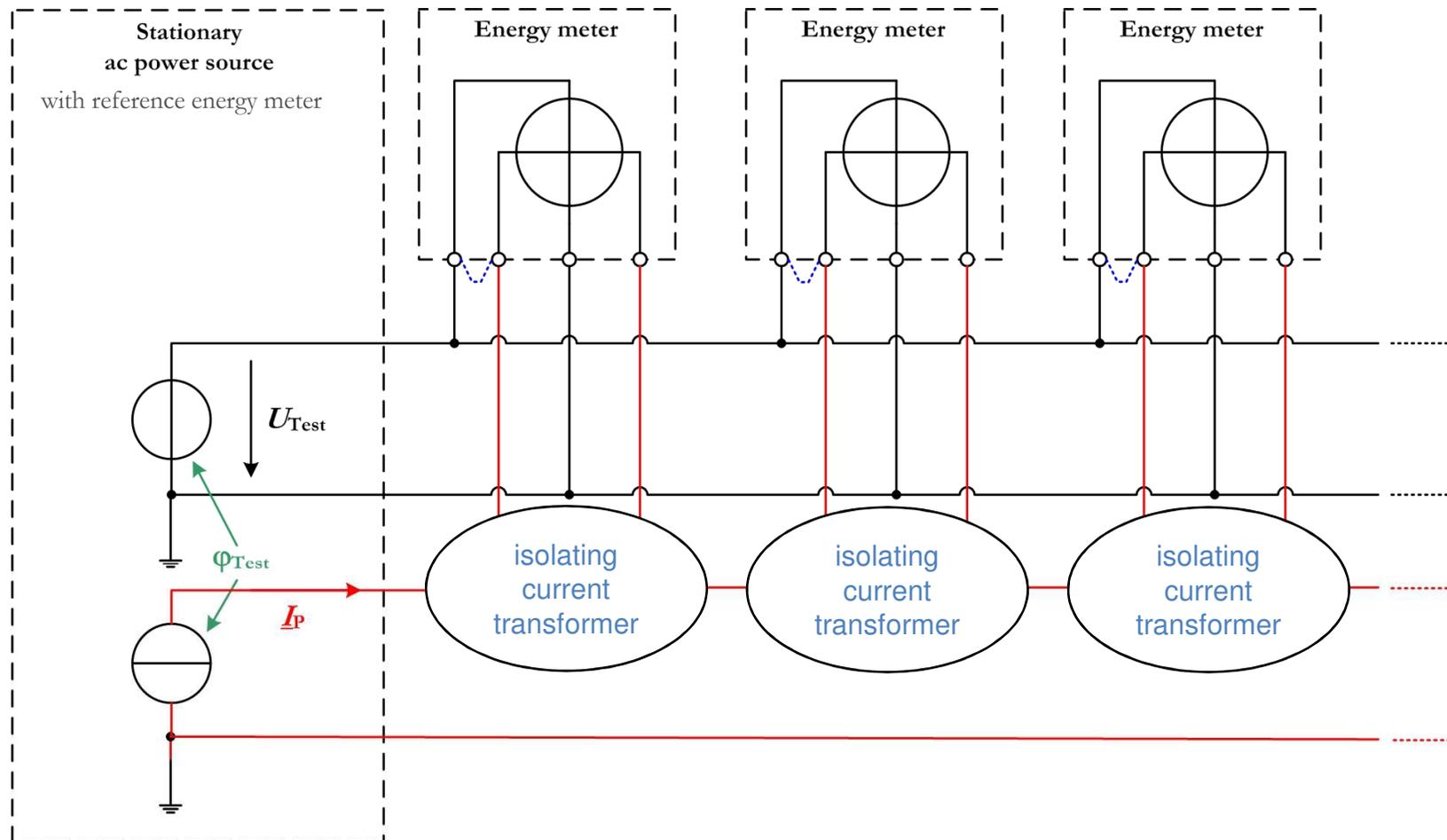
303. PTB Seminar
Braunschweig, Mai 2017



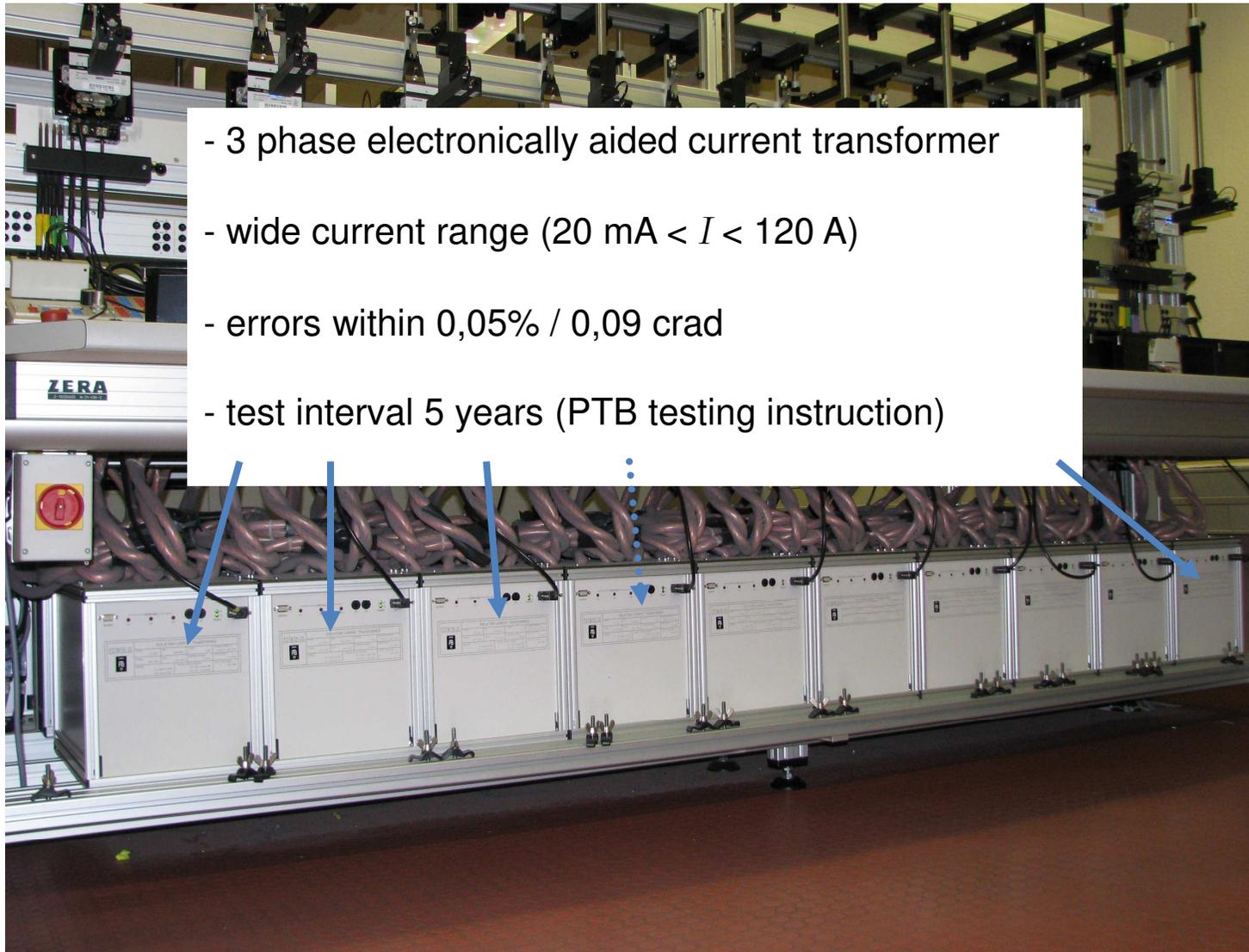
Übersicht

1. Motivation – was ist ein Trennstromwandler
2. Ausgangssituation
3. Neuer Ansatz; Null-Ohm-Bürde
4. Validierung in der PTB und einer Prüfstelle
5. Zusammenfassung
6. Konzept für zukünftige ICT Überwachung in Prüfstellen

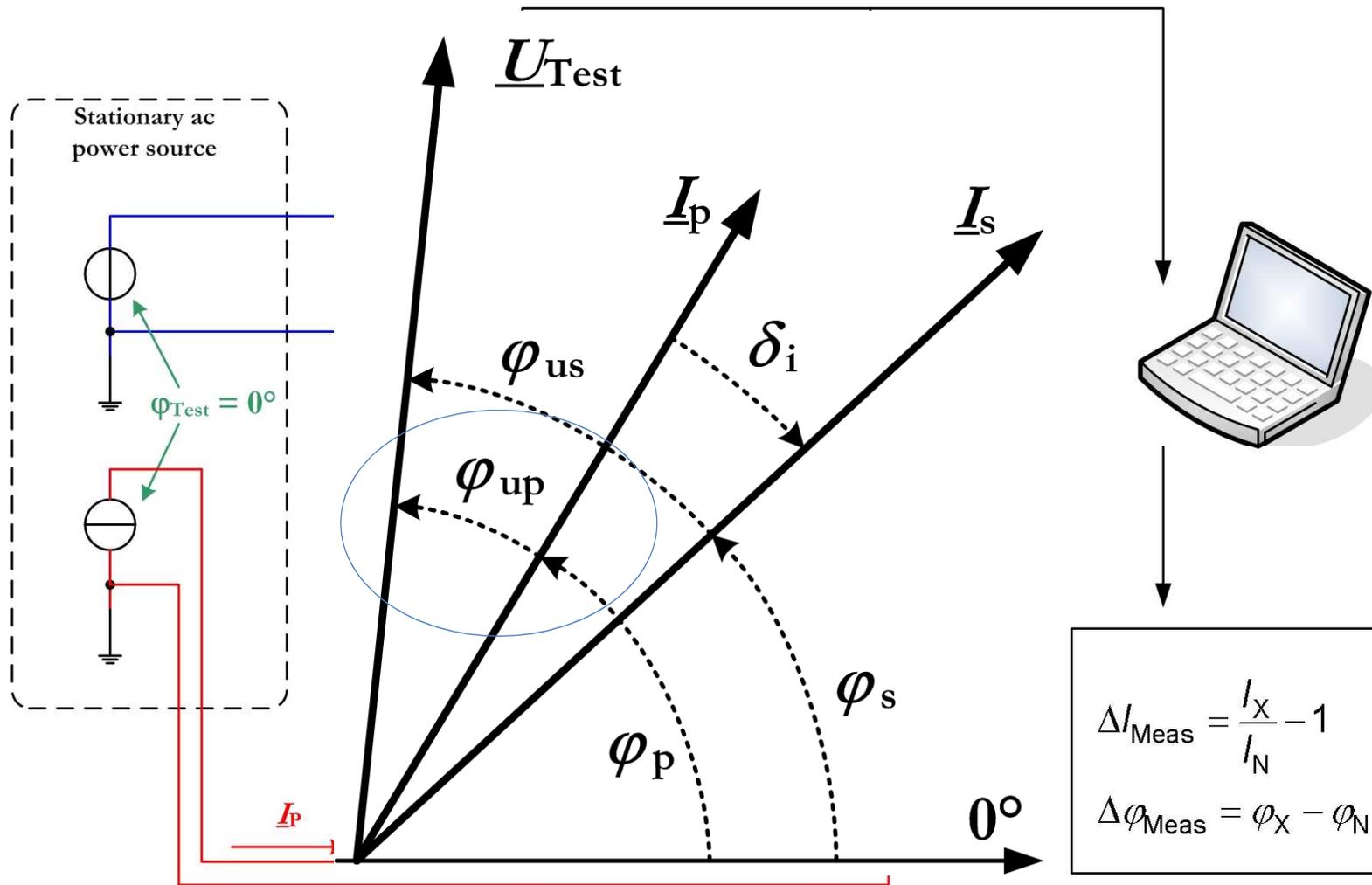
1. Motivation: Trennstromwandler / Einsatz



1. Motivation: Trennstromwandler / Einsatz



2. Ausgangssituation: Mobiler ICT- Messplatz



2. Ausgangssituation : Rückführung von ICT's in den Prüfstellen

a) **Derzeit: Rückführung mit „Vor-Ort Messplatz“ und PTB Auswertung**

b) **Zwischenprüfung der ZPE gegen Komparator vor und nach ICT (Prüfstelle)**

Probleme mit Bebürdung, da R_i der Komparatoren zu hoch

c) **Externe Rückführung (z.B. PTB)**

Vor-Ort Besuch durch PTB Mitarbeiter

2. Ausgangssituation : Mobiler ICT- Messplatz

Pro:

- Rückführung der ICT's ist gegeben

Kontra:

- Terminverzögerung (Erdung, Transport, Prüfmittel defekt...)
- Zusätzlicher Zeitaufwand für MA in Prüfstelle und PTB
- Komparatoren stehen der PTB als Prüfmittel nicht zur Verfügung; Reparaturintervall ~ 2 Jahre

3. Neuer Ansatz: Zwischenprüfung der ZPE (inklusive ICT)

→ ZPE wird alle 3 Monate mit prüfstellen-eigenen Komparator überprüft (gemäß Prüfregele)

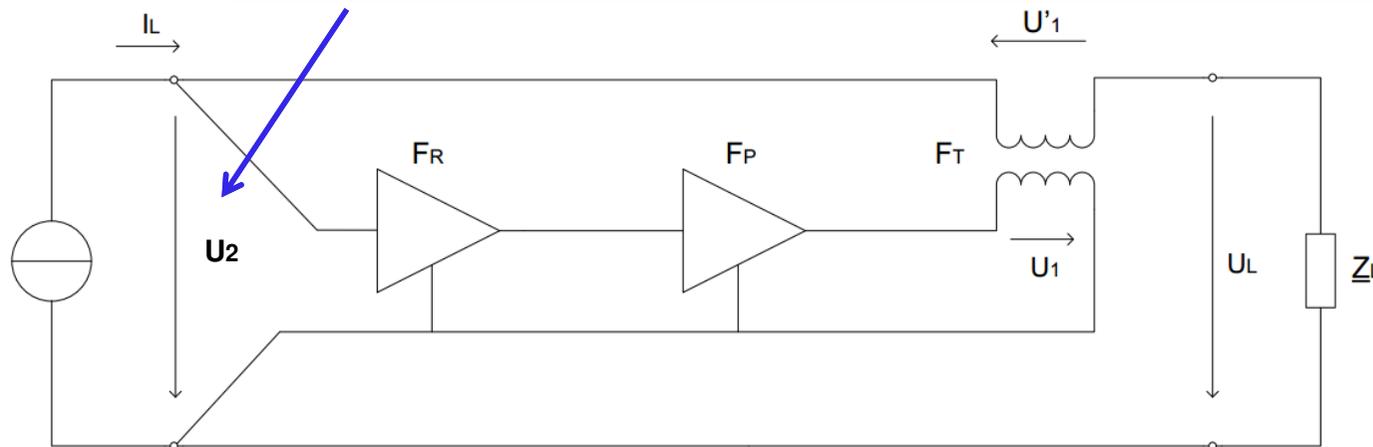
→ Überprüfung der ZPE mit ICT nur eingeschränkt möglich, da bei geringen Stromstärken (typ. unter 2 A) eine Überbürdung durch Komparator

Lösung: aktive Kompensation der Bürde des Komparators

„Null-Ohm-Bürde“

3. Null-Ohm-Bürde: Prinzip der Entbürdung

Grundidee: Eingangsstrom = Ausgangsstrom
 → Regler stellt die Spannung U_2 auf Null



ICT „Sekundär“

100A; 500mV

→ $Z_n = 5\text{m}\Omega$

0-Ohm Bürde

$0 < I < 20\text{A}$

$U_{\text{max}} = 900\text{mV}$

Komparator Bürde

$U_B < 600\text{mV}$

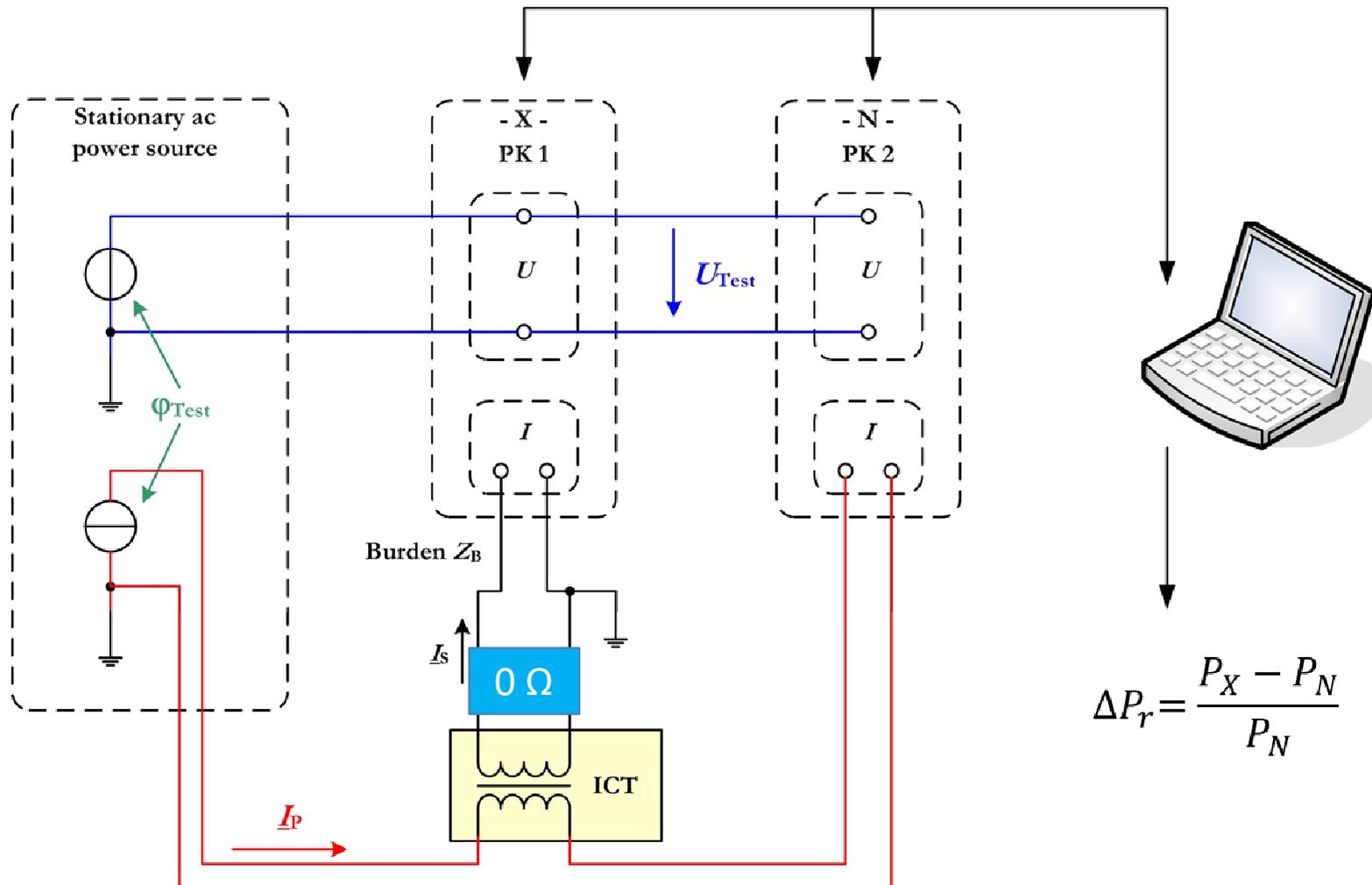
$Z_B = 3\text{m}\Omega \dots 10\Omega$

3. Null-Ohm-Bürde: Foto



- 3-phasig
- Überlasterkennung (900mV; 20A)
- Monitorausgänge für Oszilloskop

3. Validierung: Grundsätzlicher Messaufbau



$$\Delta P_r = \frac{P_X - P_N}{P_N}$$

3. Validierung: Strategie zur Kalibrierung

Übersetzungsmessabweichung des ICT

Bedingung:

- Keine Phasenverschiebung zwischen Spannung und Stromstärke
- Schritt eins und zwei gleicher Arbeitspunkt

$$1) \Delta P_{r1} = \frac{P_{X1} - P_N}{P_N} ; \text{ mit ICT}$$

$$2) \Delta P_{r2} = \frac{P_{X2} - P_N}{P_N} ; \text{ ohne ICT (Selbstkalibrierung der Leistungsmesser)}$$

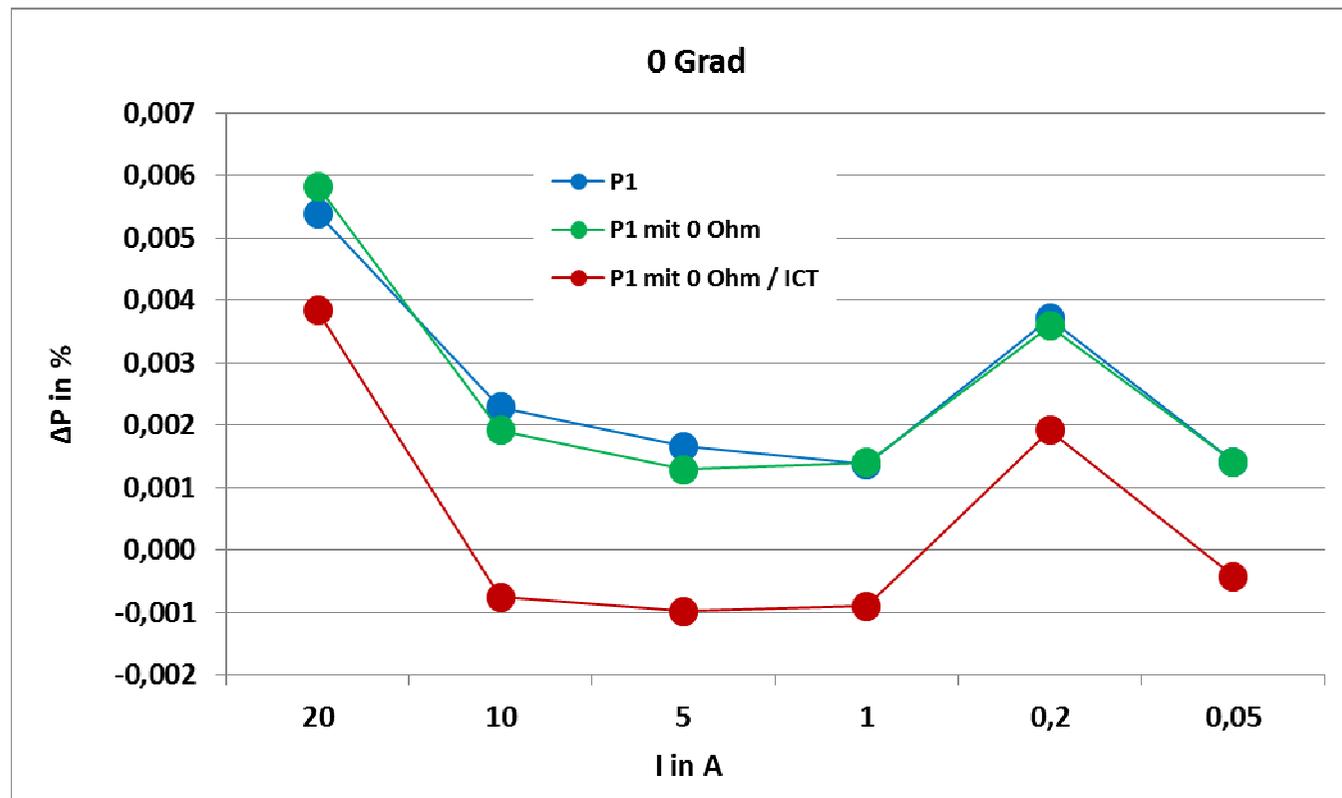
$$3) \varepsilon_{\text{ICT}} = \Delta P_{r1} - \Delta P_{r2}$$

$$\text{Messunsicherheit: } u = \sqrt{u(\Delta P_{r1})^2 + u(\Delta P_{r2})^2} \approx 71 \cdot 10^{-6}$$

3. Validierung: ... in der PTB mit zwei Komparatoren

Messbedingung: 3-phasig; 230V; 50mA... 20A; mit/ohne ICT127

Messergebnis: Messabweichung der Wirkleistung (entspricht Energie)

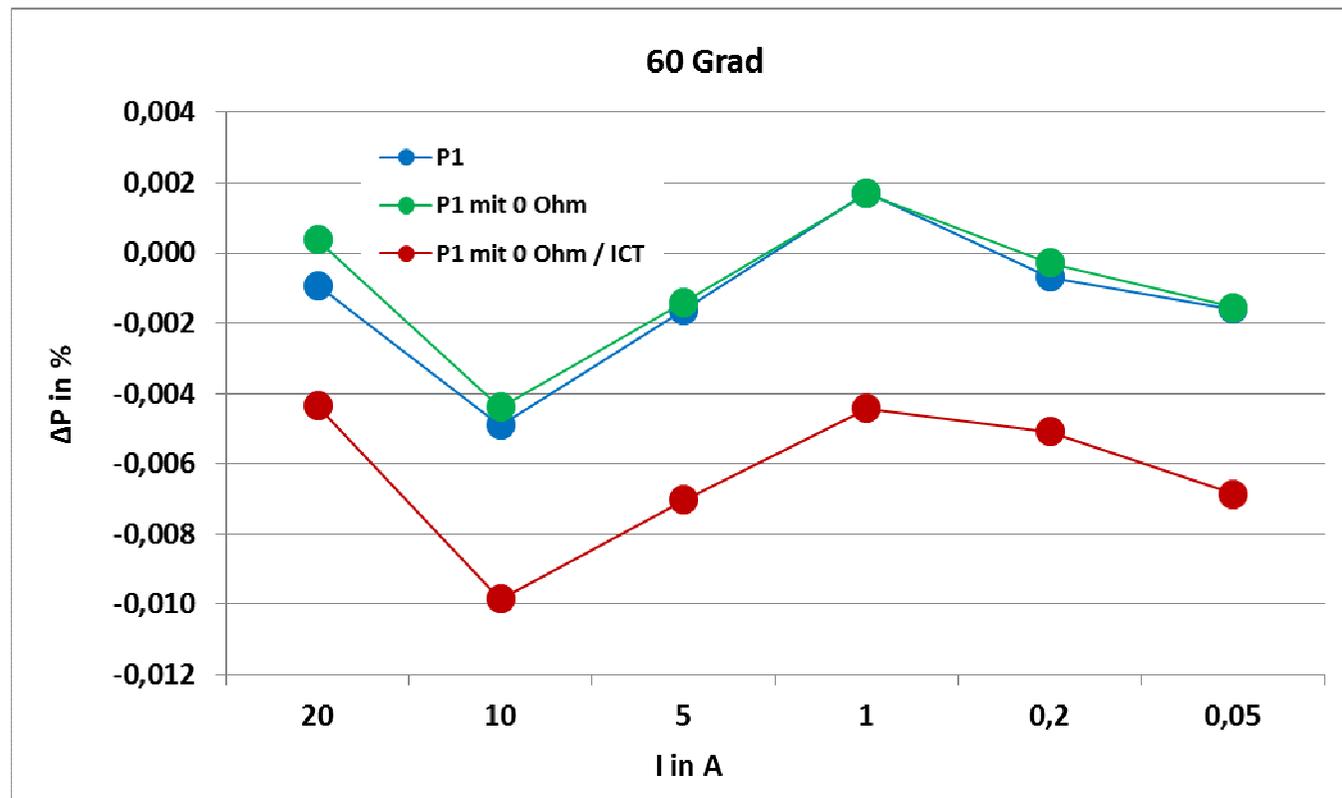


→ da $\varphi = 0^\circ$: nur der Stromfehler des ICT sichtbar

3. Validierung: ... in der PTB mit zwei Komparatoren

Messbedingung: 3-phasig; 230V; 50mA... 20A; mit/ohne ICT127

Messergebnis: Messabweichung der Wirkleistung (entspricht Energie)



→ da $\varphi = 60^\circ$: auch der Winkelfehler des ICT sichtbar

3. Validierung: *des Verfahrens*

Kalibrierung:

Bestimmung von Übersetzungs- und Winkelabweichung eines ICT in der AG2.31 (Prüfschein)

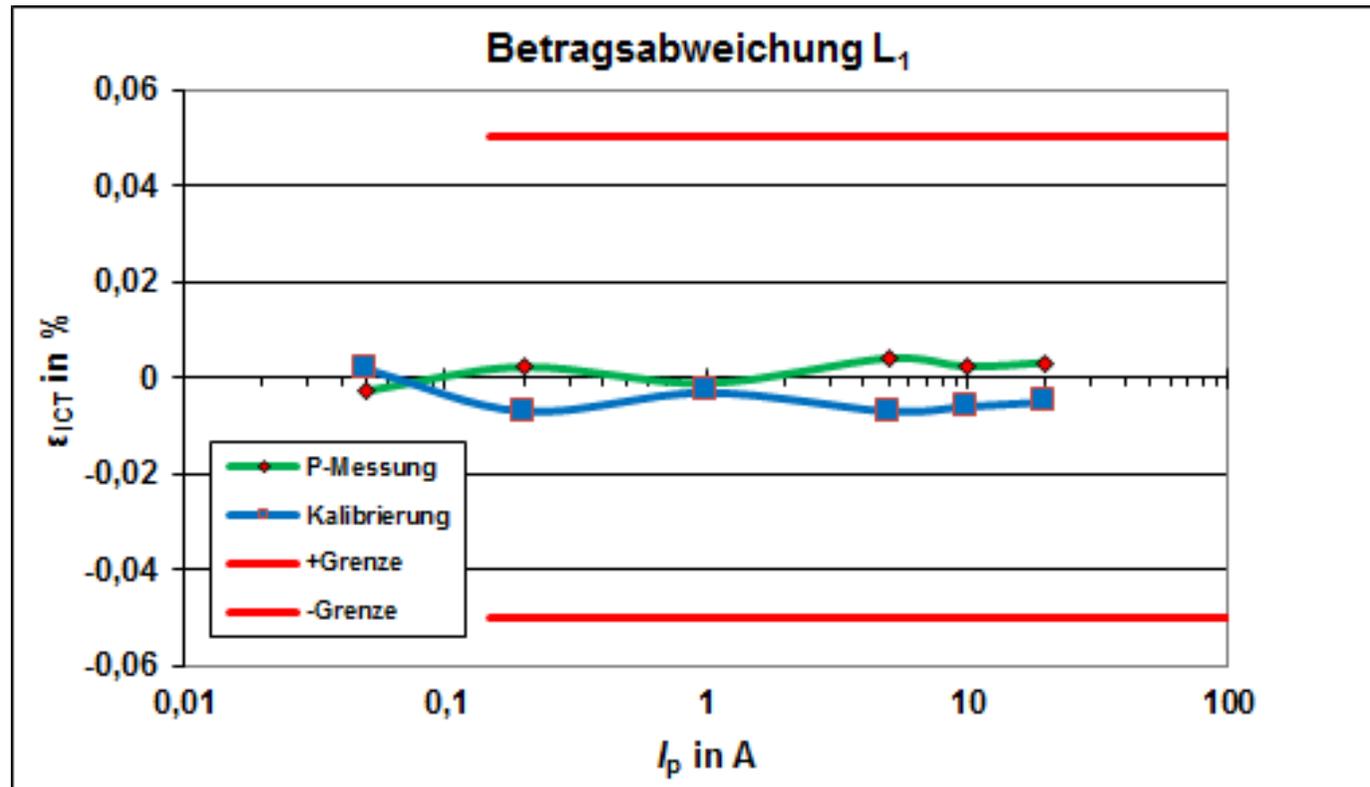
ZPE Messungen:

Berechnung von Übersetzungs- und Winkelabweichungen aus Messungen von elektr. Arbeit mit ICT und Null-Ohm-Bürde



3. Validierung: ... Stadtwerke Düsseldorf EH11

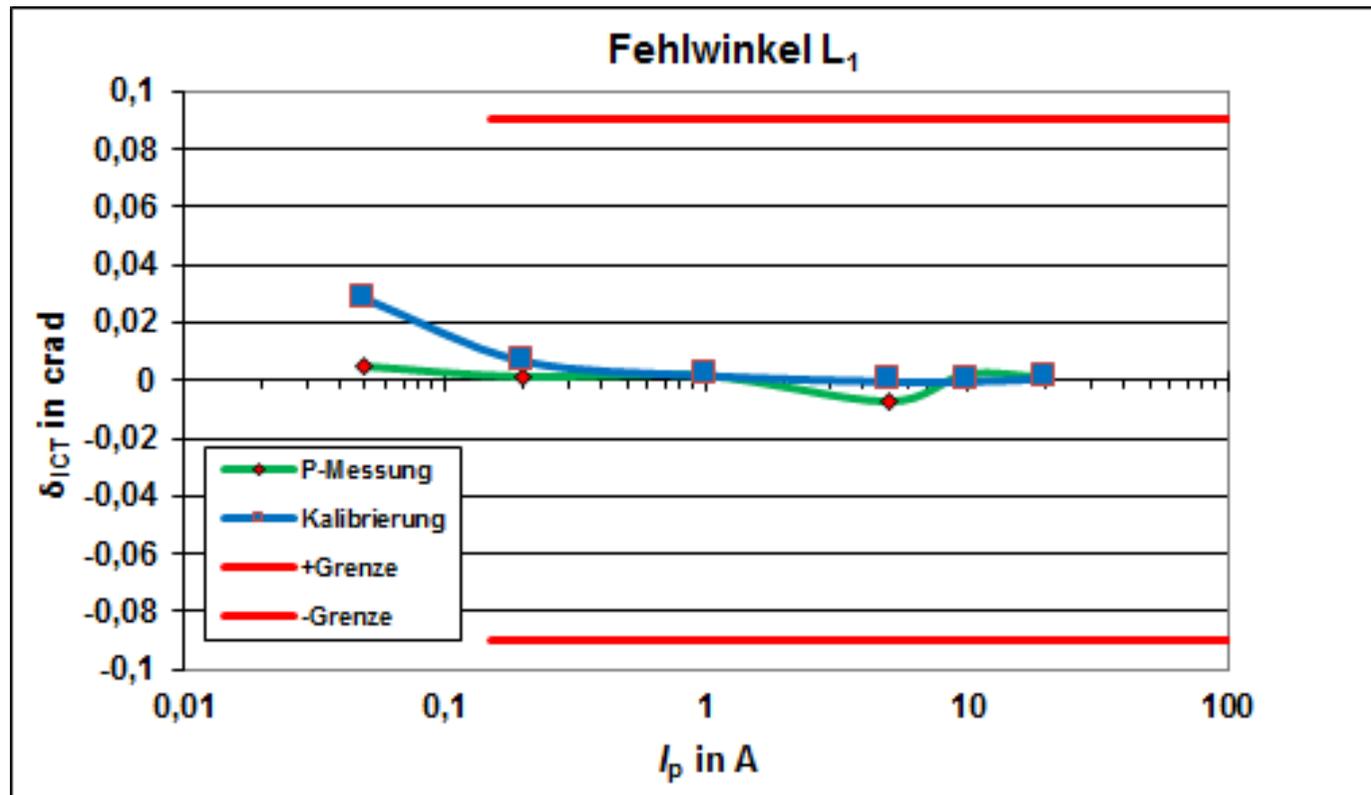
Vergleich: Kalibrierwerte ↔ Berechnete Werte



→ Übereinstimmung besser 0,005% (10 x besser als Fehlergrenze)

3. Validierung: ... Stadtwerke Düsseldorf EH11

Vergleich: Kalibrierwerte ↔ Berechnete Werte



→ Übereinstimmung besser 0,008 crad (10 x besser als Fehlergrenze)

4. Zusammenfassung: *Null-Ohm-Bürde*

- Bürdeneinfluss auf den ICT durch Komparator gelöst
- Neues Messverfahren mit aktiver 0-Ohm Bürde ist validiert
- Es ist hinreichend genau, um ICT's mit Prüfmitteln der Prüfstelle zu überwachen (etwa 10 x genauer als Fehlergrenzen der PR)

Pro:

- Reduzierung des Transportaufwandes der Null-Ohm-Bürde
- Überwachung der ZPE inklusive ICT möglich (Richtigkeit der Energie am Zählerplatz)
- Rückführung des ICT nach Betrag und Phase durch eine erweiterte Datenanalyse möglich (Richtigkeit ICT)

Kontra:

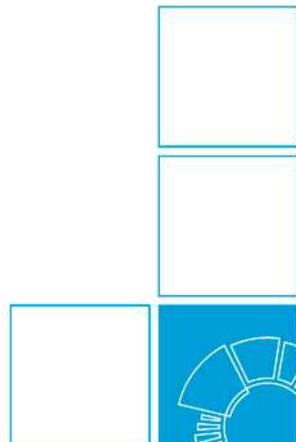
- Weiterhin Bereitstellung eines PM (Null-Ohm-Bürde) durch PTB

5. Konzept für zukünftige ICT Überwachung

- Erstprüfung eines ICTs weiterhin in PTB (oder nach Reparatur)
- Nachprüfung der ZPE (inkl. ICT) eigenverantwortlich durch Prüfstelle
 - a) **3 Monate Intervall?** (0-Ohm Bürde muss wie Komparator in jeder Prüfstelle vorhanden sein)
 - b) **5 Jahre Intervall?** PTB stellt drei 0-Ohm Bürden zur Verfügung
 - c) Anpassung der Prüfpunkte für diese Nachprüfung (Software)
 - d) Bedienungsanleitung und Prüfanweisung muss noch erstellt werden
 - e) 0-Ohm Bürde kann entfallen, wenn Prüfmittel ausreichend niederohmig ist (einige m Ω bis 50 m Ω)

- **Konzept wird ab Q3 / 2017 umgesetzt werden (5 Jahre Intervall)**

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



**Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin**

Bundesallee 100
38116 Braunschweig

Enrico Mohns
Arbeitsgruppe Messwandler und Sensoren

Telefon: 0531 592-2310
E-Mail: enrico.mohns@ptb.de
www.ptb.de