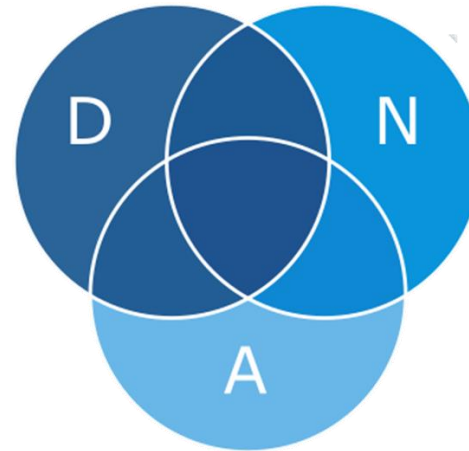


Innovative Dienstleistungen für die elektrische Energieversorgung



Verfahren zur invasiven und nichtinvasiven Verifikation von Wandlern und Spannungsteilern

A. Lübke*, J. L. Velásquez*, S. Wenig**, C. Butterer**, H. Mayer**

*Hubert Göbel GmbH, **TransnetBW GmbH

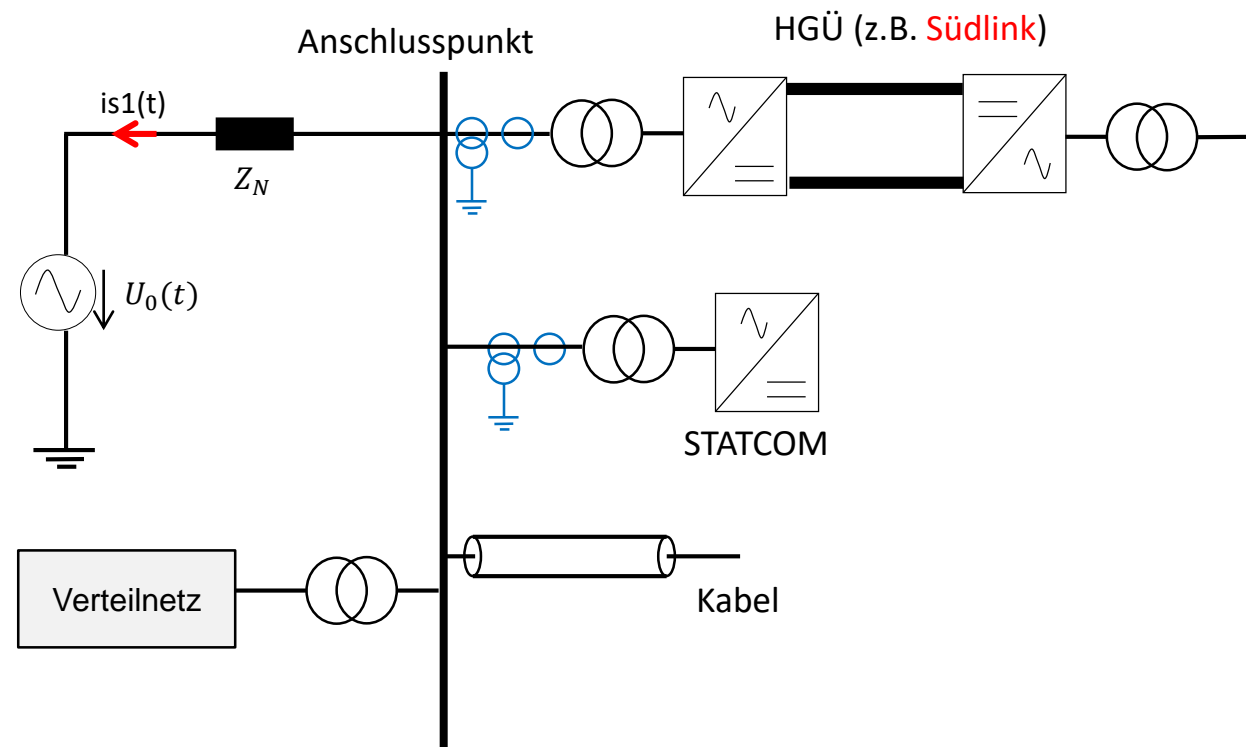
Agenda

1. Einleitung
2. Stand der Technik
3. Ansätze zur Vor-Ort-Verifikation
4. Fallbeispiel: Invasive Verifikation eines RC-Teilers
5. Fallbeispiel: Nichtinvasive Verifikation eines Spannungswandlers
6. Zusammenfassung

1. Einleitung

Motivation für die Verifikation von Wandlern und Teilern:

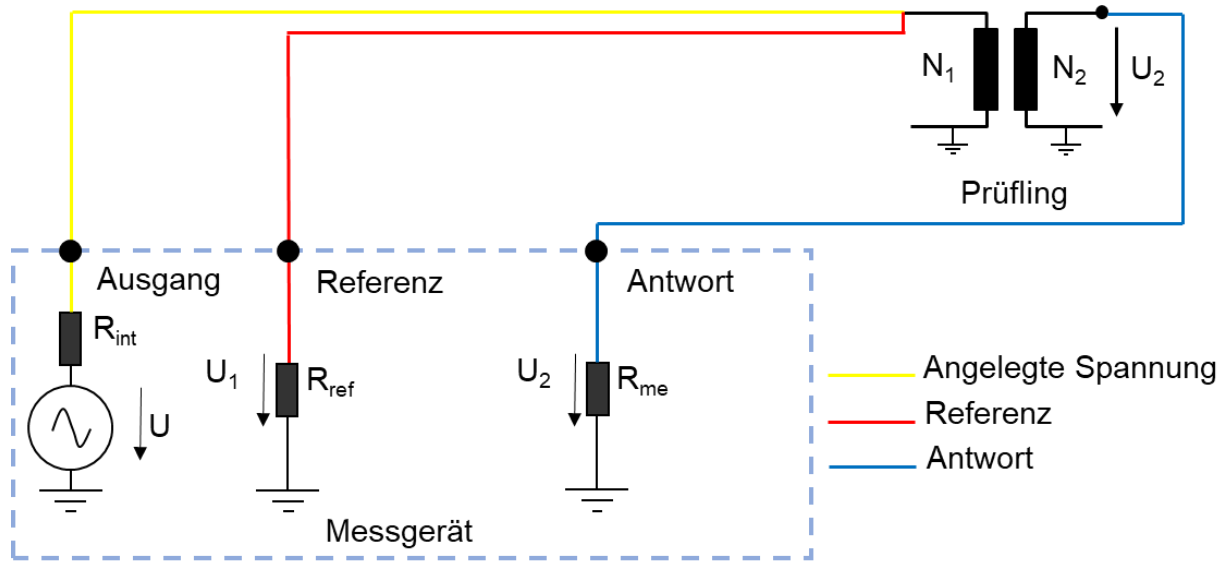
- nicht lineares Übersetzungsverhältnis von Spannungswandlern
- kein normiertes Verfahren für Vor-Ort-Messungen



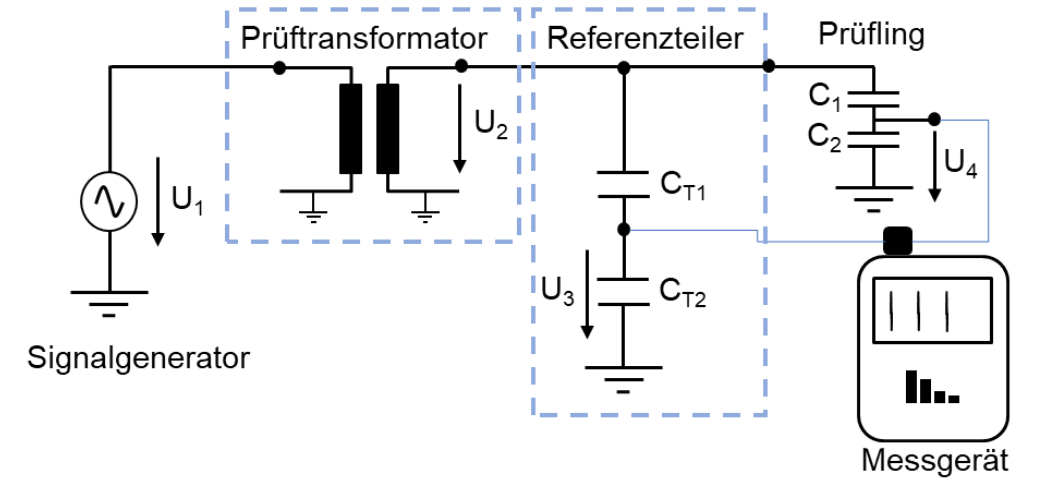
2. Stand der Technik

- Invasive Verfahren
 - unterscheiden sich in der Prüfspannung und Prüffrequenz

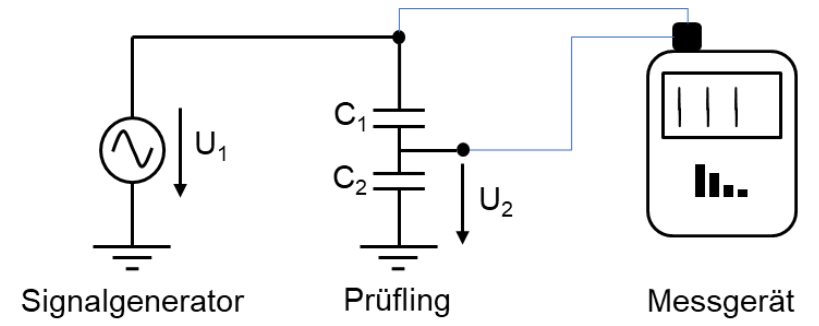
SFRA-Prüfung:



Hochspannungs-Prüfung:

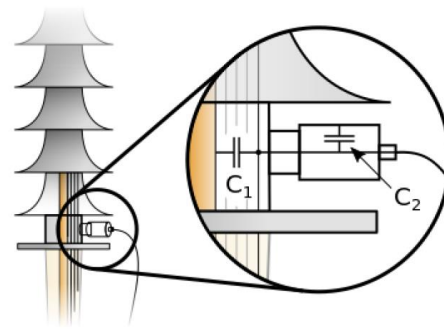
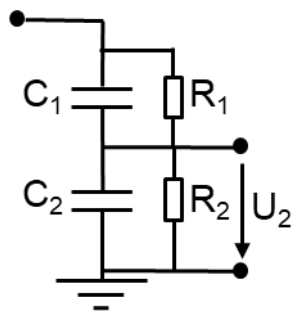


Niederspannungs-Prüfung:

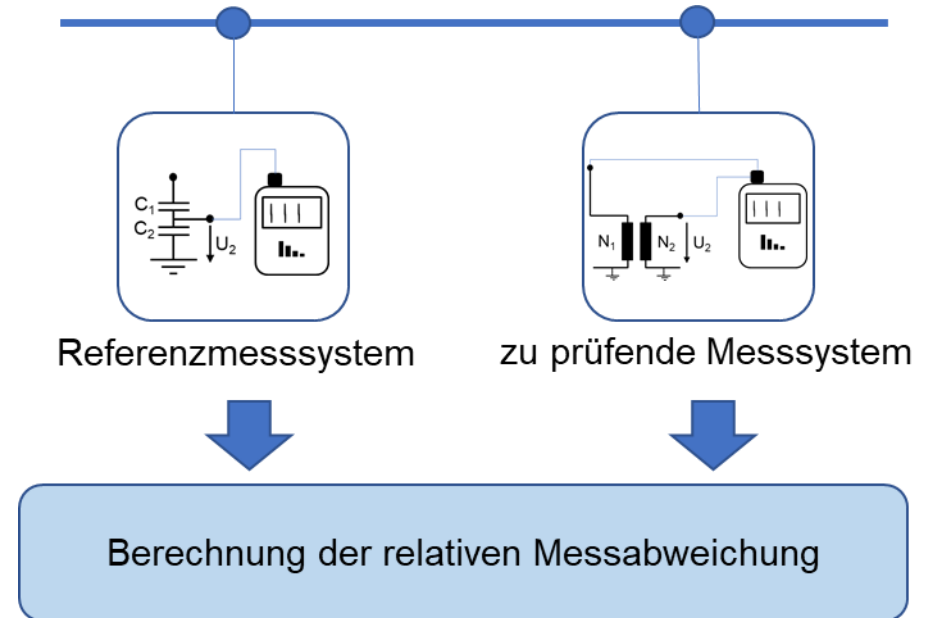


2. Stand der Technik

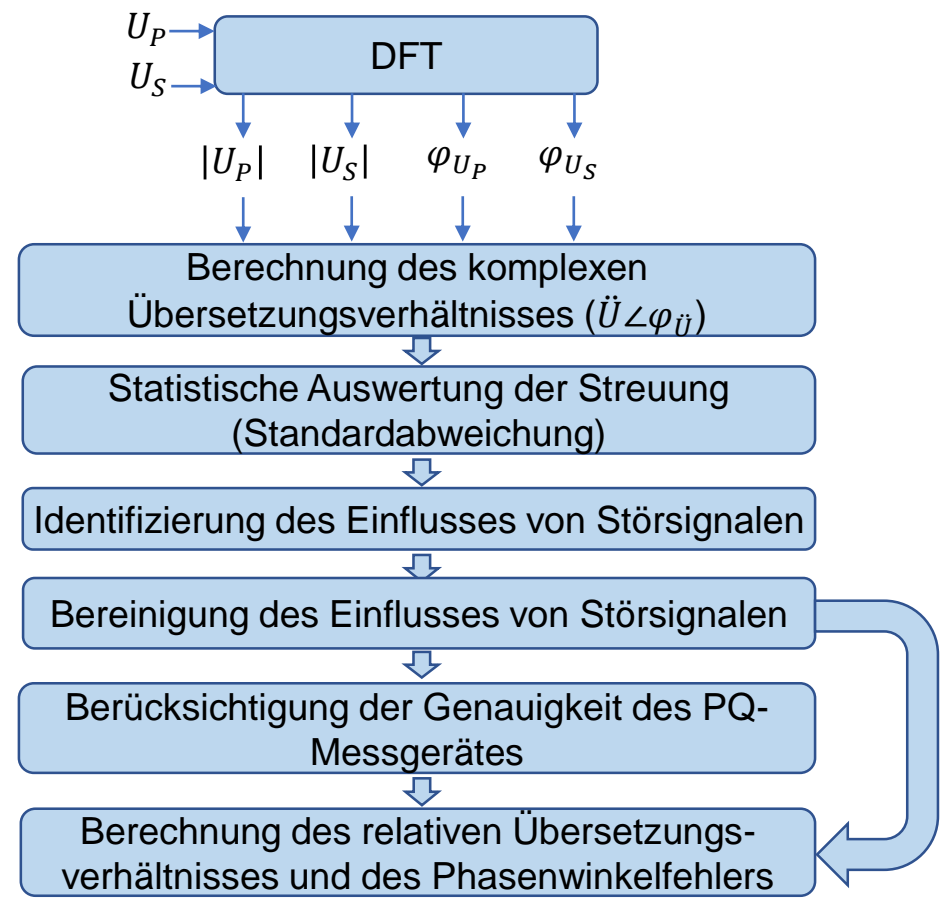
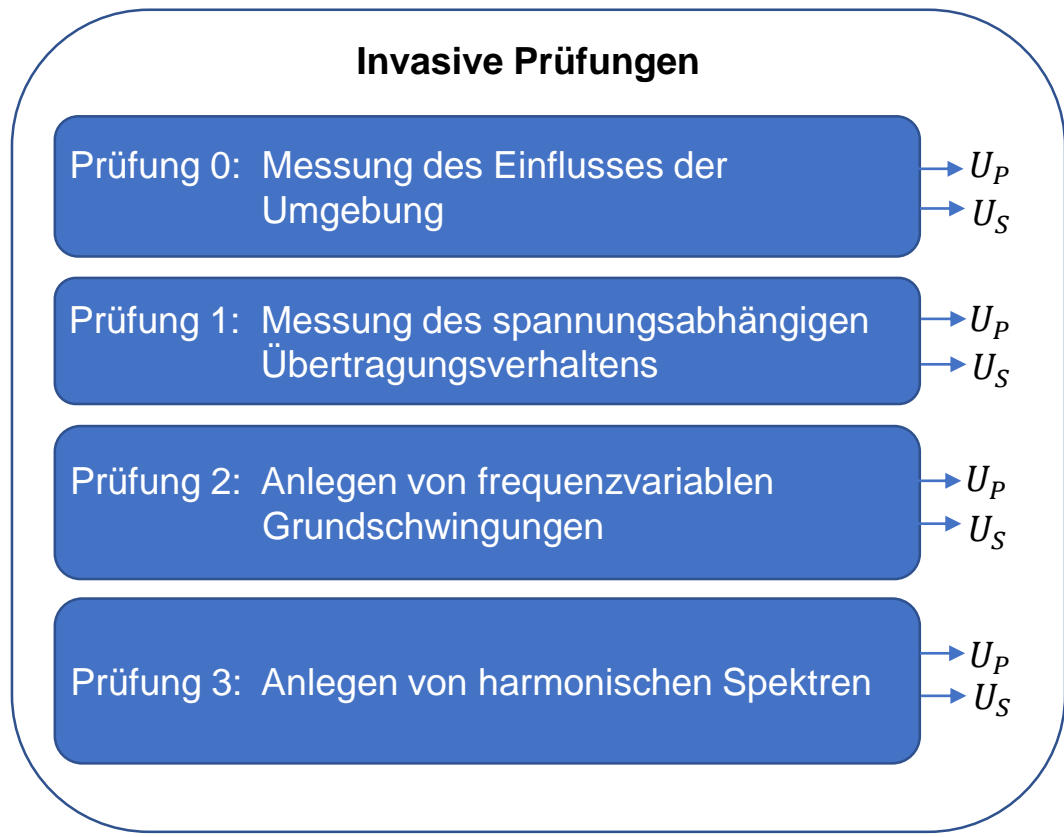
- Nichtinvasive Verfahren
 - Prüfspannung = Netzspannung
 - benötigt ein „ideales“ Referenzmesssystem (z.B. RC-Teiler oder kap. Durchführungsteiler)



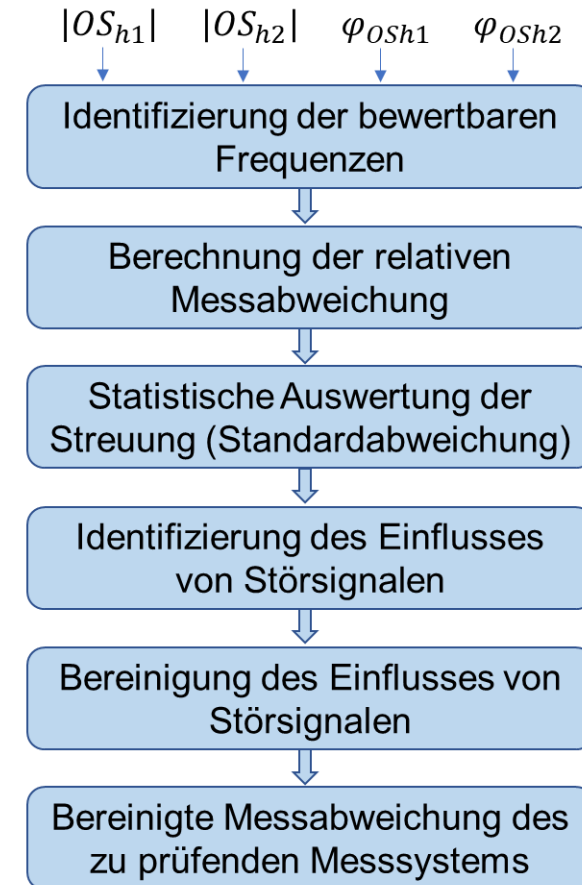
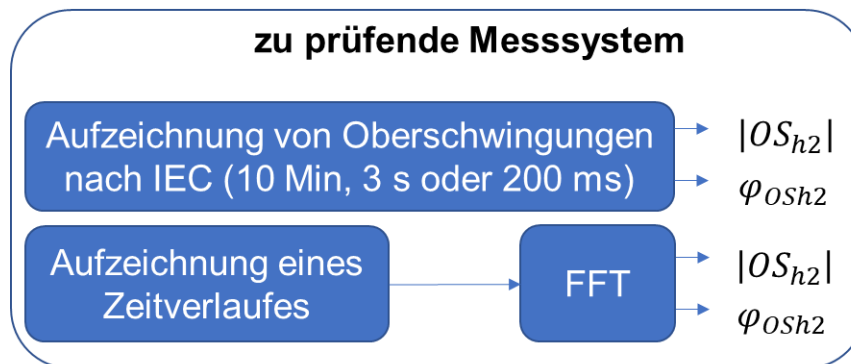
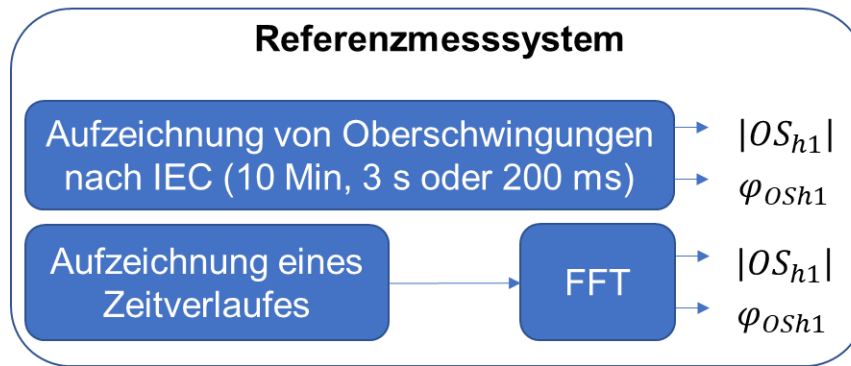
Quelle: <https://www.researchgate.net/publication/329399240>



3. Ansätze zur Vor-Ort-Verifikation – Invasive Verifikation



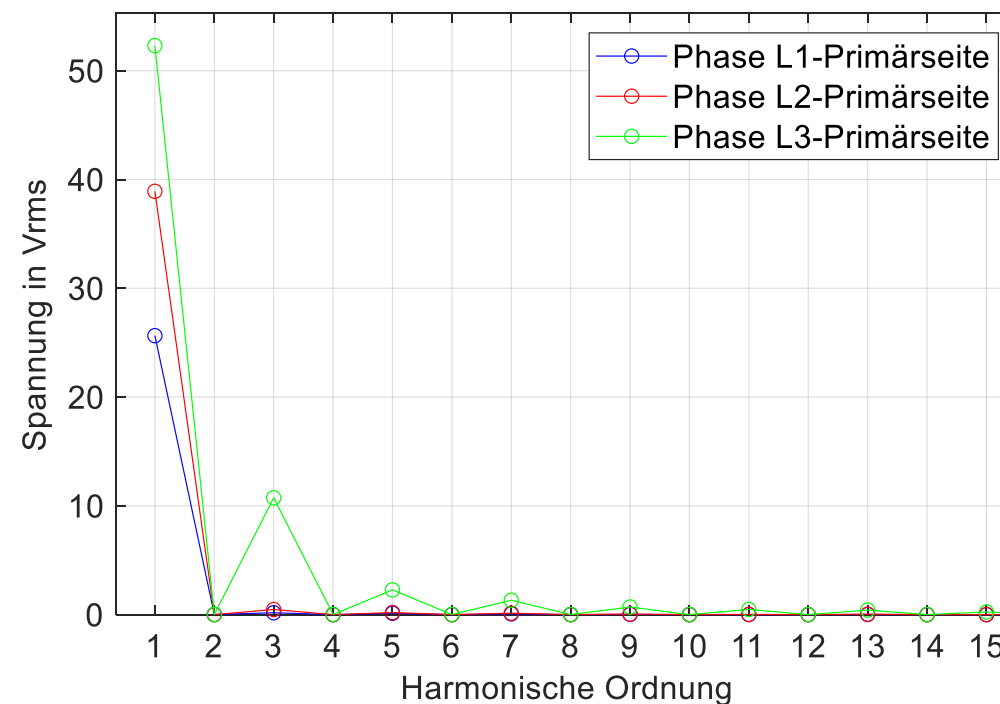
3. Ansätze zur Vor-Ort-Verifikation – Nichtinvasive Verifikation



4. Fallbeispiel: Invasive Verifikation eines RC-Teilers

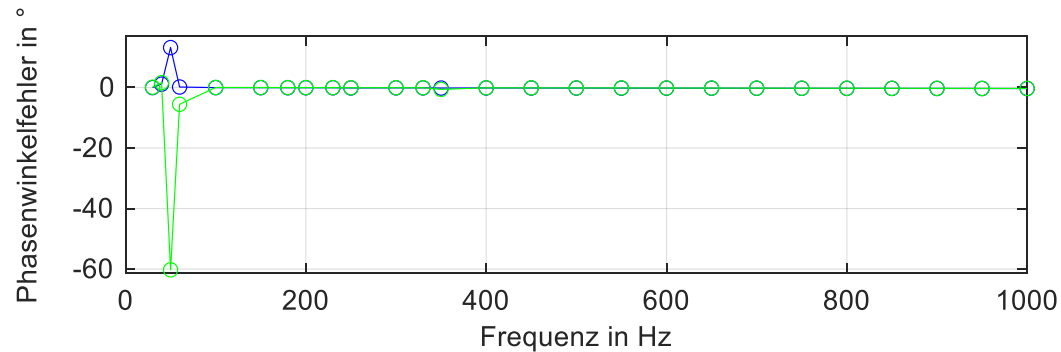
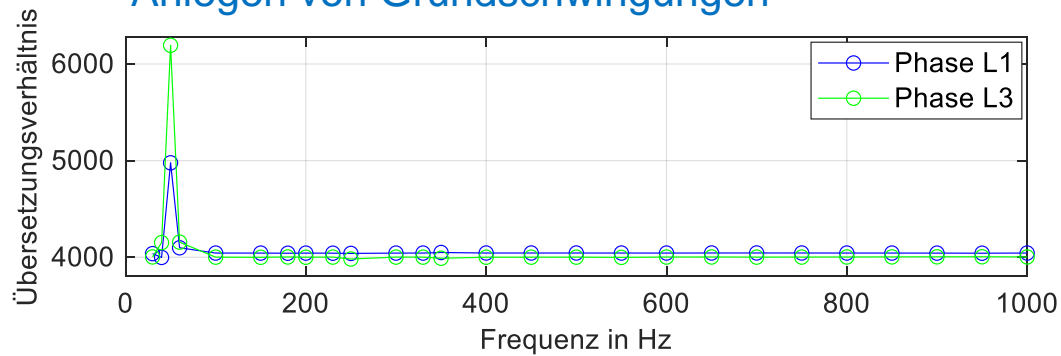


Ergebnisse der Prüfung 0: Messung des Einflusses der Umgebung (ohne Prüfspannung)

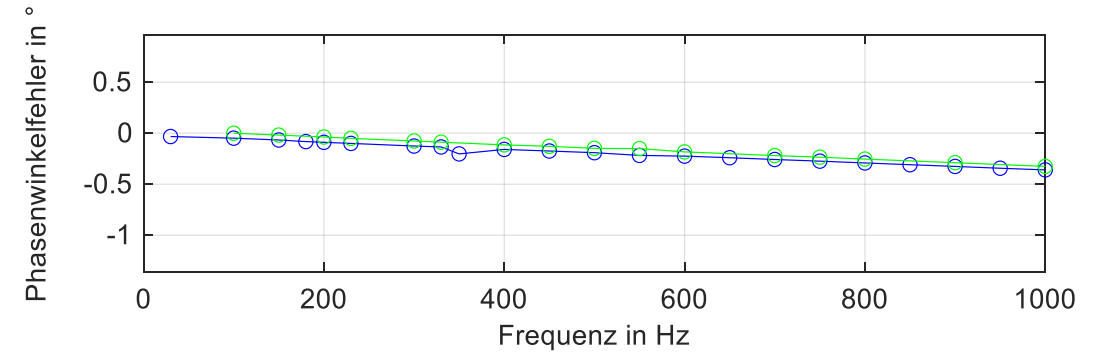
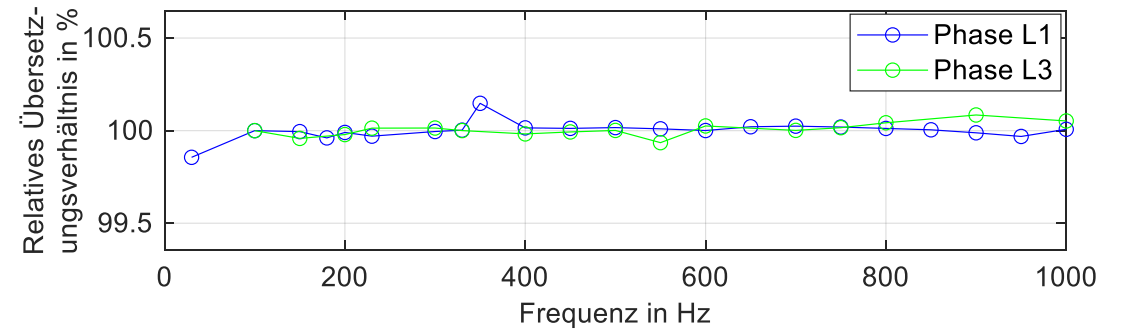


4. Fallbeispiel: Invasive Verifikation eines RC-Teilers

Ergebnisse der Prüfung 2: Messung des frequenz-abhängigen Übersetzungsverhältnisses beim Anlegen von Grundschwingungen

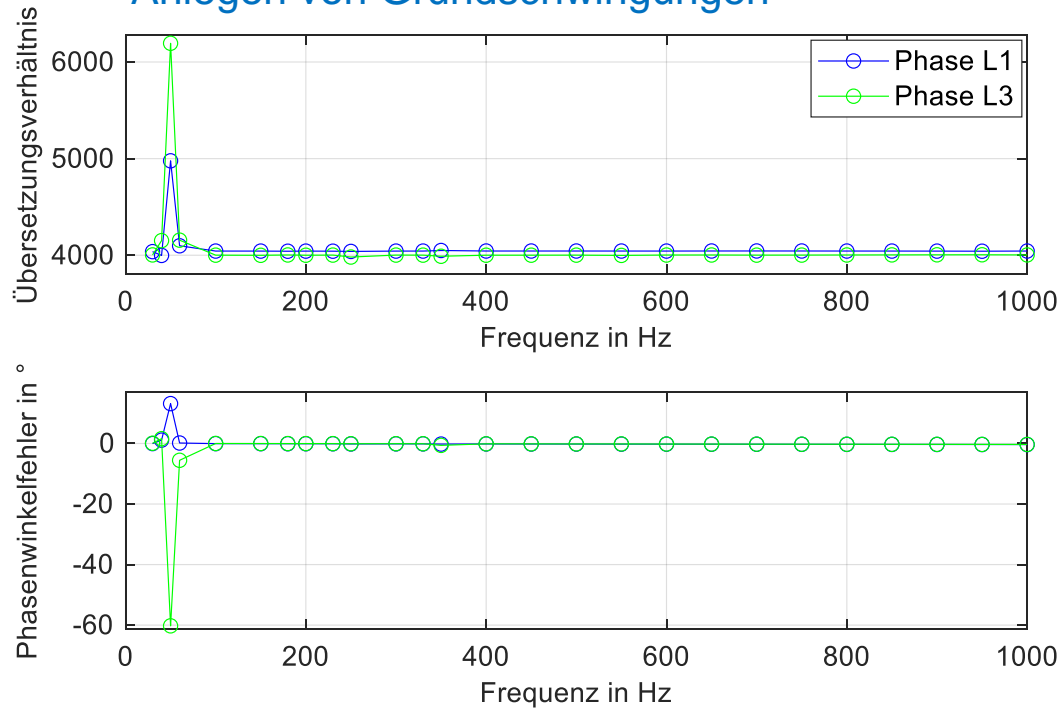


Relative Übersetzungsverhältnisse und Phasenwinkelfehler im Bereich von 30 Hz bis 1 kHz nach Bereinigung der Messdaten



4. Fallbeispiel: Invasive Verifikation eines RC-Teilers

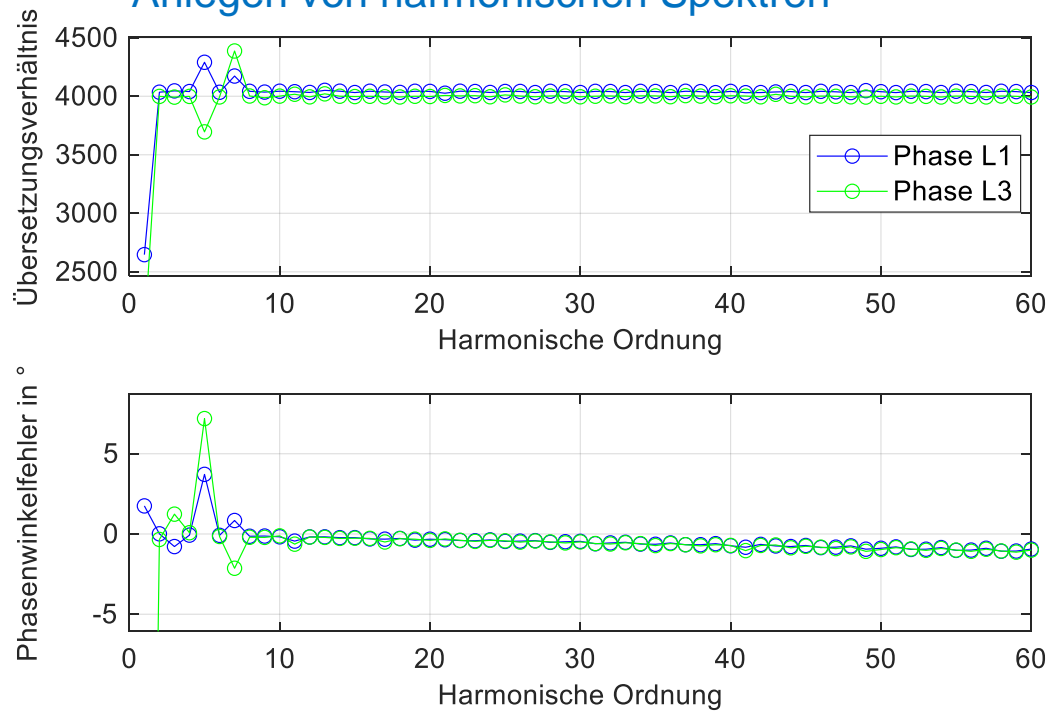
Ergebnisse der Prüfung 2: Messung des frequenz-abhängigen Übersetzungsverhältnisses beim Anlegen von Grundschwingungen



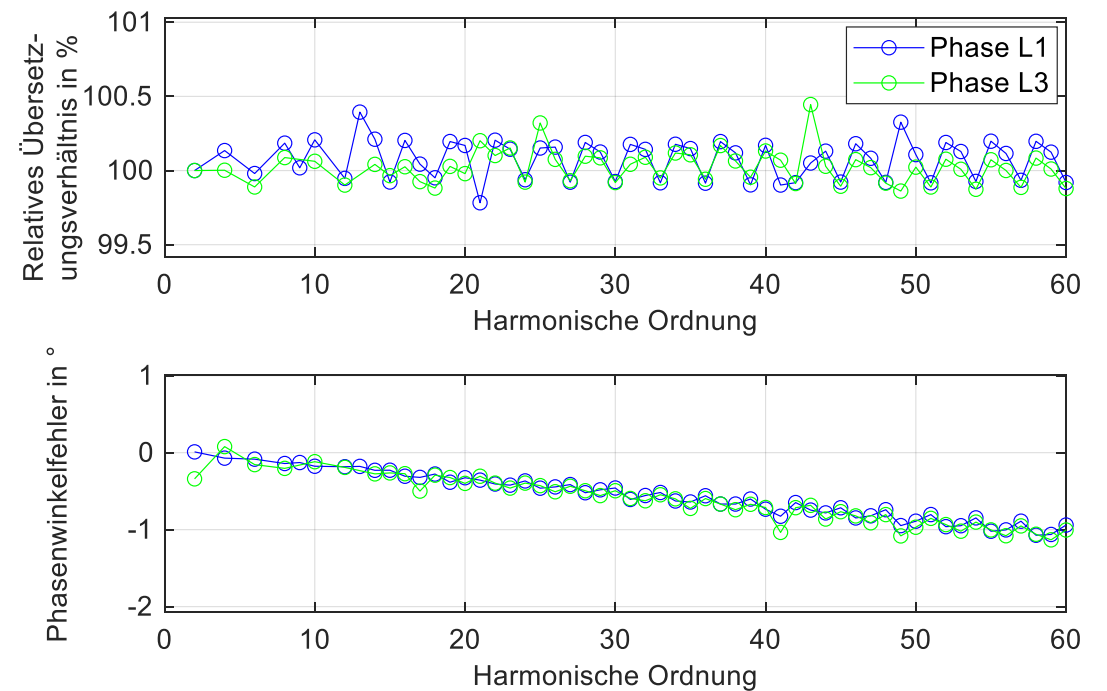
Frequenz in Hz	Übersetzungsverhältnis	Standardabweichung des Übersetzungsverhältnisses	Phasenwinkelfehler in °	Standardabweichung des Phasenwinkelfehlers in °
30	4003	3,89	0,07	0,00
40	4151	88,38	1,59	1,44
50	6194	1546,90	-60,24	2,78
60	4156	262,86	-5,55	0,98
100	4001	2,02	0,00	0,00
150	3999	1,19	-0,02	0,02
180	4003	3,24	-0,03	0,00
200	4000	0,95	-0,04	0,00
230	4002	1,72	-0,05	0,00
250	3982	17,44	-0,09	0,11
300	4002	1,36	-0,08	0,00
330	4001	1,27	-0,09	0,00

4. Fallbeispiel: Invasive Verifikation eines RC-Teilers

Ergebnisse der Prüfung 3: Messung des frequenzabhängigen Übersetzungsverhältnisses beim Anlegen von harmonischen Spektren



Relative Übersetzungsverhältnisse und Phasenwinkelfehler im Bereich bis 3 kHz nach Bereinigung der Messdaten



5. Fallbeispiel: Nichtinvasive Verifikation eines induktiven Wandlers

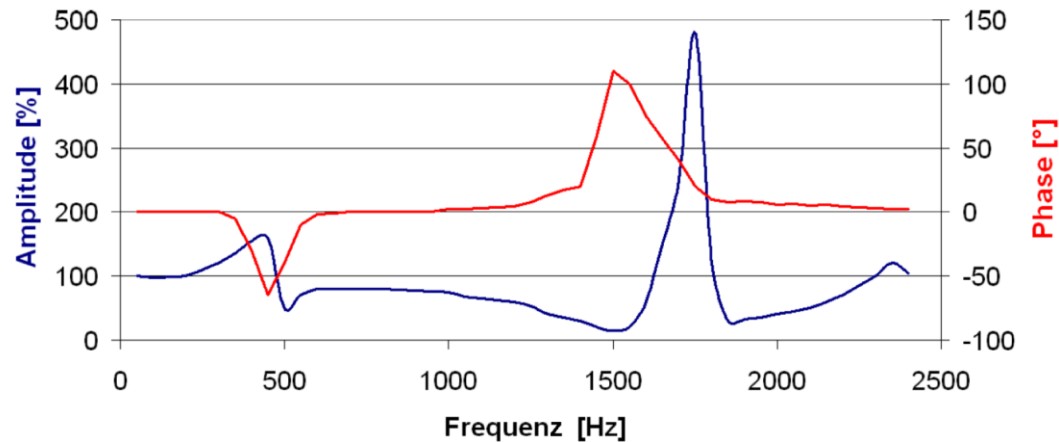
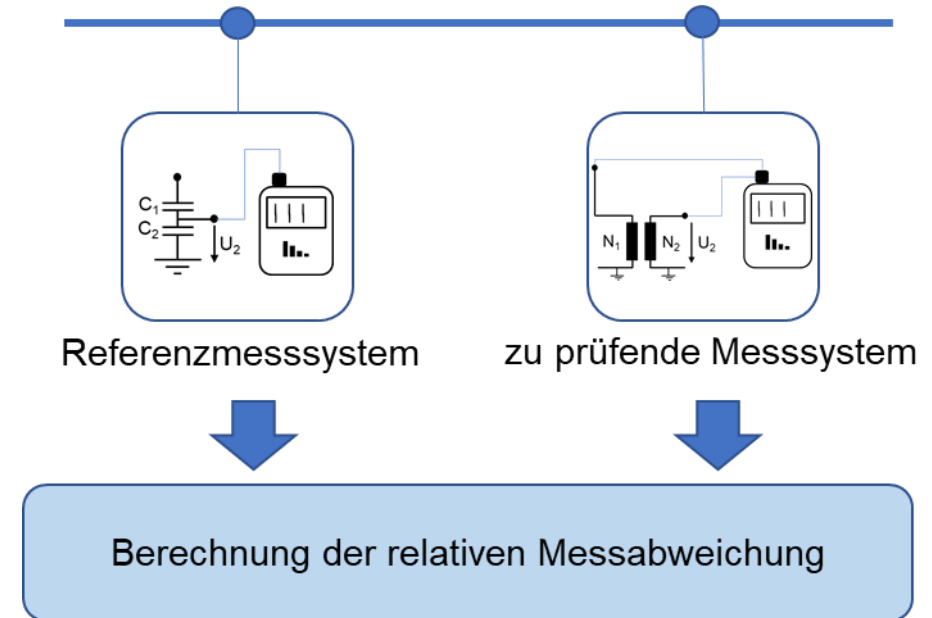


Bild 14 – Frequenzgang eines typischen induktiven Spannungswandlers für 420 kV
(mit freundlicher Genehmigung der Trench Switzerland AG)

Quelle: IEC TR 61869-103:2012



5. Fallbeispiel: Nichtinvasive Verifikation eines induktiven Wandlers

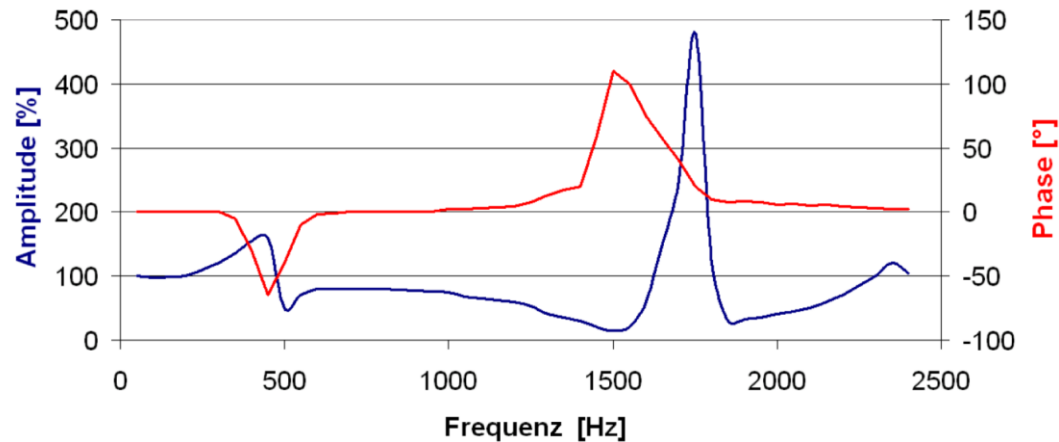
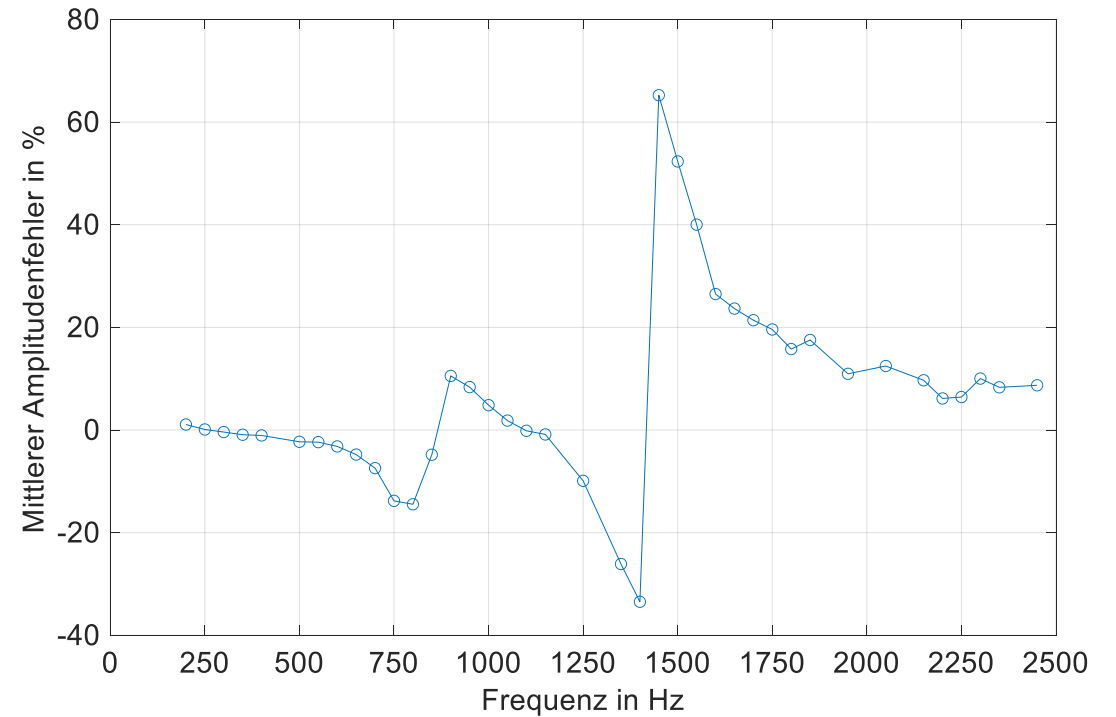


Bild 14 – Frequenzgang eines typischen induktiven Spannungswandlers für 420 kV
(mit freundlicher Genehmigung der Trench Switzerland AG)

Quelle: IEC TR 61869-103:2012





5. Zusammenfassung

- Invasive Verifikation:
 - Ansatz mit Niederspannung ($\sim 300\text{ V}$) eignet sich gut für Spannungsteiler und -wandler
 - Ansatz der SFRA-Prüfung eignet sich vor Ort im höheren Frequenzbereich über 1kHz
 - bei spannungsabhängigen Wandlern empfiehlt sich die nichtinvasive Verifikation
- Nichtinvasive Verifikation:
 - Präzise Bestimmung des Frequenzgangs bei Nennspannung bis 2 kHz möglich (Frequenzen bis 9 kHz derzeit noch nicht ausgewertet)
 - auch geringe Oberschwingungspegel bewertbar



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Hubert Göbel GmbH

Siemensstraße 42
D-59199 Bönen

Tel. +49 2383 6189 690

kontakt@hgmes.de

www.hgmes.de

[Xing](#)

Ansprechpartner für den Bereich Netzqualität

Alexander Lübke

a.luebke@hgmes.de

Tel. +49 2383 6189698

Mobil: +49 175 7616547