



Raimund Schnieder (Autor)
**Regelungsverfahren für regelbare Ortsnetztransformatoren im
Mono- und Multisensorbetrieb**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/7728>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Motivation	1
1.1	Aufgabenstellung	4
1.2	Vorgehensweise bei den theoretischen Untersuchungen zum regelbaren Ortsnetztransformator	6
1.3	Grundlagen und Stand der Technik.....	7
2	Grundlagen für neue Betriebsarten regelbarer Ortsnetztransformatoren.....	23
2.1	Berechnung des Spannungshubs bei Verwendung unterschiedlichen Niederspannungskabeltypen	23
2.2	Reihenentwicklung der Spannungsänderung entlang einer Leitung	27
2.3	Betrachtung der Spannungsänderung in Niederspannungsverteilnetzen anhand von Messdaten und Netzberechnungen	29
2.4	Parametrierung der Stufung und der Reglertotbandzone regelbarer Ortsnetztransformatoren	34
2.5	Betriebsarten regelbarer Ortsnetztransformatoren.....	39
2.6	Definition des Reglertotbandes für die unterschiedlichen Betriebsarten.....	49
2.7	Nutzen des regelbaren Ortsnetztransformators im Niederspannungsverteilnetz in verschiedenen Betriebsarten	51
3	Modellbildung für die Untersuchung unterschiedlicher Regelungsverfahren für regelbare Ortsnetztransformatoren	57
3.1	Modellnetzbildung für die Untersuchung der unterschiedlichen Regelverfahren	57
3.2	Modellierung des regelbaren Ortsnetztransformators	63
3.3	Profilbildung für Lasten, dezentrale Energiewandlungsanlagen und die vorgelagerte Mittelspannung.....	74
3.4	Übersicht des Gesamtmodells	76
3.5	Ergebnisdarstellung der verschiedenen Szenarien	76
3.6	Kennzahlen für die Regelqualität	79
4	Monosensorbetrieb des regelbaren Ortsnetztransformators.....	85
4.1	Monosensorbetrieb mit konstantem Sollwert bei Nennspannung.....	86
4.2	Variabler Sollwert in Abhängigkeit des Leistungsflusses.....	88
4.3	Variabler Sollwert in Abhängigkeit der Solarstrahlung	91



4.4	Vergleich der Monosensor-Betriebsarten	94
5	Multisensorbetrieb des regelbaren Ortsnetztransformators bei Berücksichtigung zusätzlicher Knotenspannungen.....	97
5.1	Entwicklung eines Regelalgorithmus für den Multisensorbetrieb.....	97
5.2	Untersuchungen zum Multisensorbetrieb	105
6	Monosensorbetrieb des regelbaren Ortsnetztransformators bei Berücksichtigung einer vereinfachten Zustandsschätzung zur Spannungsiswertgenerierung	115
6.1	Entwicklung eines vereinfachten Zustandsschätzers	115
6.2	Ergebnisse zum Monosensorbetrieb mit vereinfachter Zustandsschätzung zur Spannungsiswertgenerierung.....	118
6.3	Vergleich der Ergebnisse des regelbaren Ortsnetztransformators bei Berücksichtigung einer vereinfachten Zustandsschätzung zur Spannungsiswertgenerierung.....	119
7	Monosensorbetrieb bei Berücksichtigung eines Beobachters zur dynamischen Sollwertgenerierung.....	123
7.1	Exkurs zu Beobachtern und Zustandsschätzern für elektrische Verteilnetze .	123
7.2	Entwicklung eines Beobachters für Niederspannungsverteilstellen zur Sollwertgenerierung für regelbare Ortsnetztransformatoren.....	124
7.3	Stabilitätsbetrachtung des erweiterten Monosensorbetriebs durch einen Beobachter zur dynamischen Sollwertgenerierung	130
7.4	Ergebnisse zum Monosensorbetrieb bei Berücksichtigung eines Beobachters zur dynamischen Sollwertvorgabe	131
7.5	Vergleich der Ergebnisse zum Monosensorbetrieb bei Berücksichtigung eines Beobachters zur dynamischen Sollwertgenerierung.....	134
8	Vergleich und abschließende Diskussion der vorgestellten Regelungsverfahren anhand der Szenarien	137
8.1	Vergleich der untersuchten Regelungskonzepte bei einem Reglertotband von zwei Prozent als Referenz	137
8.2	Auszug der Ergebnisse mit der geringsten globalen Spannungspreizung ..	138
8.3	Vergleich der genutzten Stufenpositionen (Regelbereich)	139
8.4	Interpretation der Regelqualität.....	141
8.5	Interpretation der Schaltzyklenzahl (Anzahl der Stufen)	143
8.6	Ableitung netzplanerischer Kennzahlen und Einsatzkriterien für die Regelungsverfahren	145
8.7	Zubaupotential für regenerative Energiewandlungsanlagen	147



9	Verifizierung der Ergebnisse anhand einer realen Niederspannungsnetzstruktur	151
9.1	Abgeleitete Kennzahlen für die Netzplanung anhand der vorangegangenen Untersuchungen	151
9.2	Netzstruktur	159
9.3	Ergebnisse der Leistungsflussrechnung	161
9.4	Überprüfung der Beobachterfunktion anhand einer realen Netzstruktur	165
9.5	Fazit der Ergebnisverifikation an einer realen Netzstruktur.....	166
9.6	Praxisempfehlungen.....	167
10	Kritische Würdigung	171
11	Zusammenfassung.....	175
12	Verzeichnisse	179
12.1	Tabellenverzeichnis	179
12.2	Abbildungsverzeichnis.....	180
12.3	Abkürzungs- und Symbolverzeichnis.....	189
13	Literaturverzeichnis	193
Anhang 1	Übersicht Netzregler.....	i
Anhang 2	Übersicht Regelbare Ortsnetztransformatoren.....	i
Anhang 3	Spannungsänderungen an einer Leitung bei unterschiedlicher Last- und Erzeugungsverteilung	ii
Anhang 4	Ergänzung zur möglichen Spannungsspreizung im Niederspannungsnetz	iii
Anhang 5	Fallbeispiel zur Berücksichtigung einer Statik zur variablen Sollwertvorgabe	iii
Anhang 6	Berechnung der Parameter des einphasigen Transformatoren Ersatzschaltbildes	vi
Anhang 7	Auswertung der Stufenpositionen	viii
Anhang 8	Wertebereich der Kennzahl für die Regelqualität	ix
Anhang 9	Exemplarische Spannungsänderung einer Leitung	ix
Anhang 10	Grafische Darstellung des Beobachterfehlers	x