smart area aachen

welcome to the
smart area

VP 1 Intelligente Ortsnetzstation

Aachen, 07. Juli 2016

Gefördert durch:

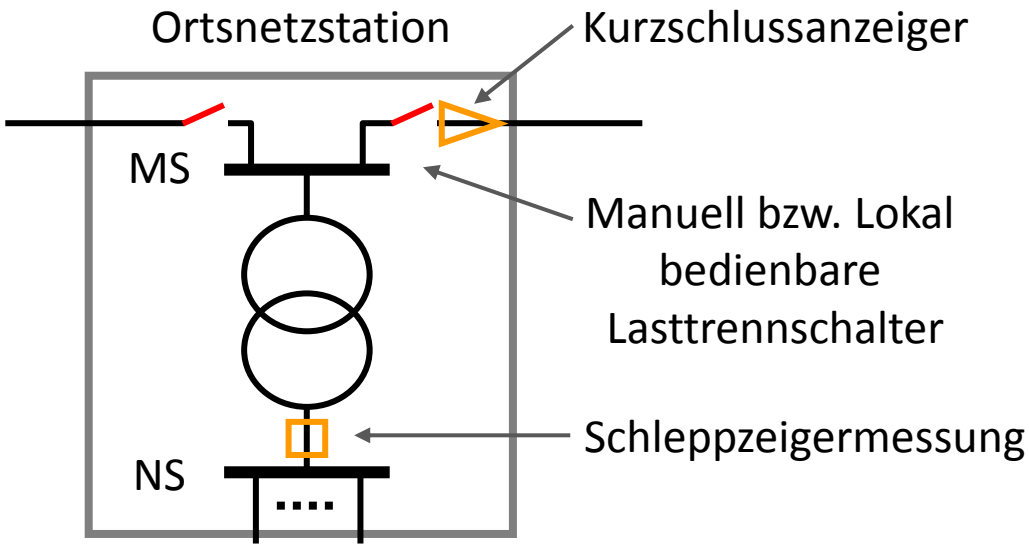
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Motivation

- Entwicklung einer effizienten Netzinfrastruktur zur Bewältigung der steigenden Einspeisung aus dezentraler Erzeugung
- Konventionelle Ortsnetzstation als Schnittstelle zwischen Mittel- und Niederspannungsebene
  - Wenige Messungen und Einflussmöglichkeiten
  - Wenig Wissen über den Netzzustand
- Entwicklung, Überprüfung und Bewertung verschiedener Funktionalitäten und Gesamtlösungen für:
  - Neue intelligente Ortsnetzstationen
  - Den Ausbau bestehender Stationen
  - Den effizienten Netzbetrieb



Schematische Darstellung einer konventionellen ONS

VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Projektziele

Weiterentwicklung der konventionellen Ortsnetzstation zur intelligenten Ortsnetzstation

- Analyse der Anwendungsfälle
- Erarbeitung und Bewertung verschiedener Konzepte
- Entwicklung neuer Funktionen
- Entwicklung, Einsatz und Verifikation von Prototypen in Labor und Feld
- Rückschlüsse auf zukünftige Anforderungen an das Betriebspersonal

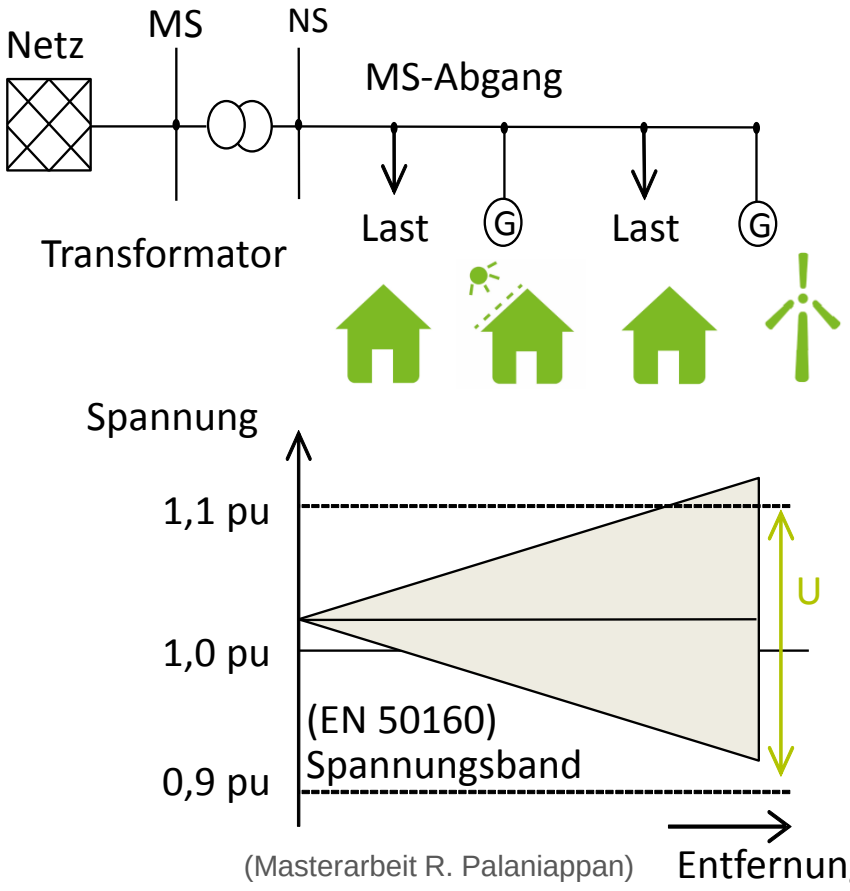
VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Analyse der Anwendungsfälle

Steigende Anforderungen an die Spannungsqualität im Niederspannungsnetz durch dezentrale Erzeugung

- Spannungsbandgrenzen nach EN 50160
- Aktive Regelung über das zulässige Spannungsband von ± 10%
- Spannungsmessung an der Ortsnetzstation nicht ausreichend



(Masterarbeit R. Palaniappan)

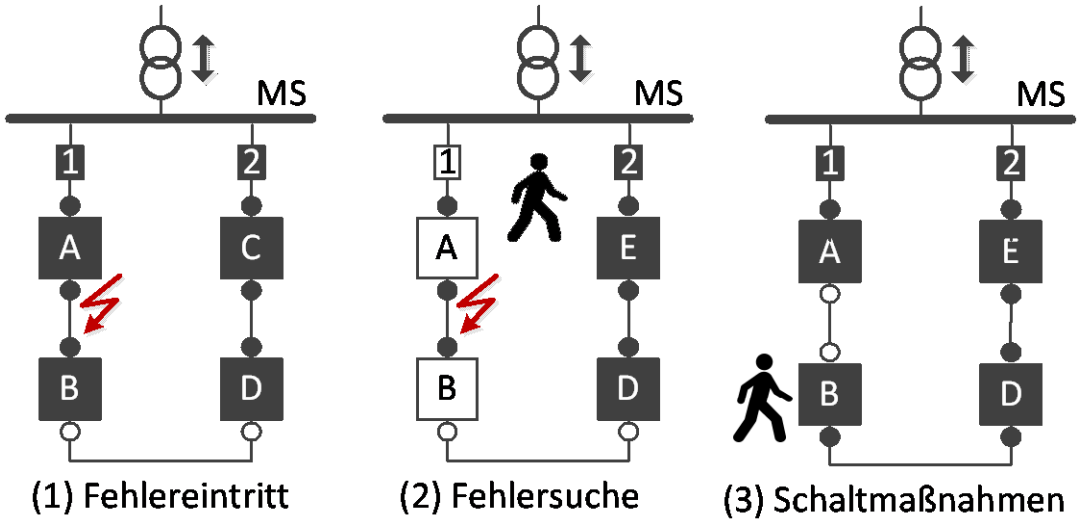
VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Analyse der Anwendungsfälle

Steigende Anforderungen an schnelle und selektive Fehlereingrenzung durch dezentrale Erzeugung

- Gezieltes Störungsmanagement durch Kombination mit Ferndiagnose und Fernsteuerung
- Automatisierte oder von der Netzleitstelle initiierte Störungsbeseitigung
- Vermeidung von Suchschaltungen und damit zusätzlicher Belastung von Betriebsmitteln



Schematische Darstellung eines konventionellen Entstörungsprozesses

VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Schwerpunktthemen

1. Entwicklung der intelligenten Ortsnetzstation
2. Spannungsregelung & Spannungsbeobachtung
3. Fehlererkennung & Fehlerortung

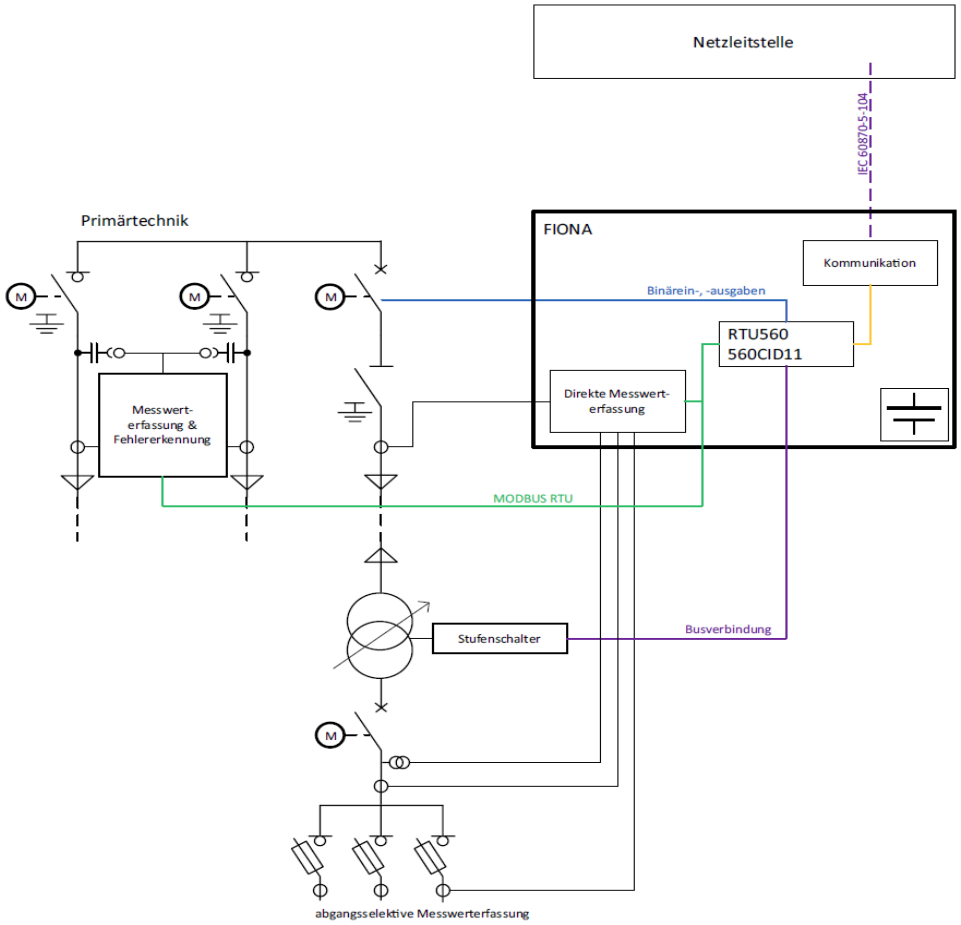
VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Konzept einer intelligenten Ortsnetzstation

Entwurf und Umsetzung neuer Konzepte für intelligente Ortsnetzstationen

- Anbindung von Messtechnik-Paketen verschiedenster Ausprägung: mit Wandlern oder mit neuen Sensoren
- Einbringung von Fernwirktechnik und Kommunikation
- Implementierung neuer Softwarefunktionen
- Varianten für neue Stationen und Retrofit
- Nachrüstung primärtechnischer Komponenten

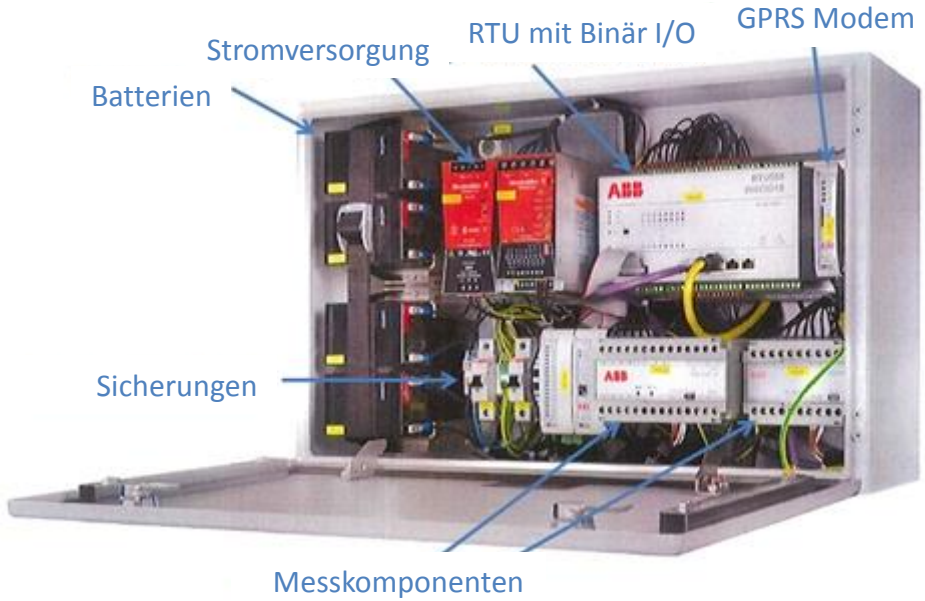


VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Konzept einer intelligenten Ortsnetzstation

- Lösungen für die intelligente Ortsnetzstation
  - FIONA (flexible intelligente Ortsnetzstation
  - Strom und Spannungswandler
  - Strom- und Spannungssensoren oder Kombisensoren
  - Messumformer



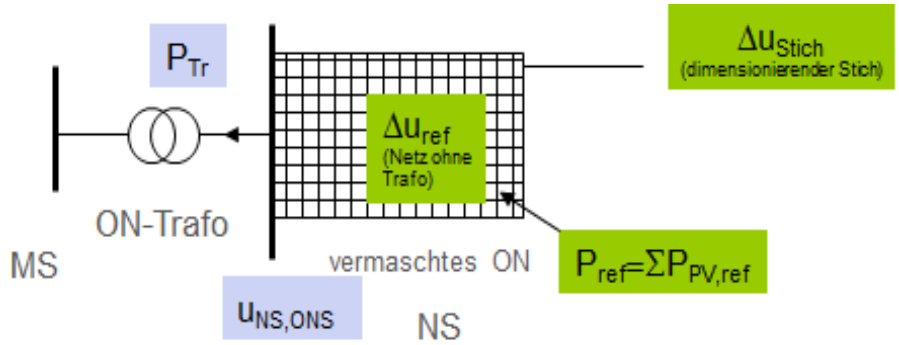
Ortsnetzautomatisierung mit FIONA

VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Spannungsbeobachtung

- Entwicklung und Prüfung eines Spannungsbeobachters zur effizienten Berücksichtigung kritischer Punkte im nachgelagerten Ortsnetz
- **Spannungsschätzung auf Basis von lokalen Messwerten** aus der Ortsnetzstation und Daten aus dem berechneten Fingerabdruck des Netzes
- Vermeidung von Messpunkten im Niederspannungsnetz
- **Spannungsregelung auf Basis der geschätzten Spannung** an den Schlechtpunkten im Niederspannungsnetz



Grundlegendes Modell mit Werten für Spannungsbeobachtung

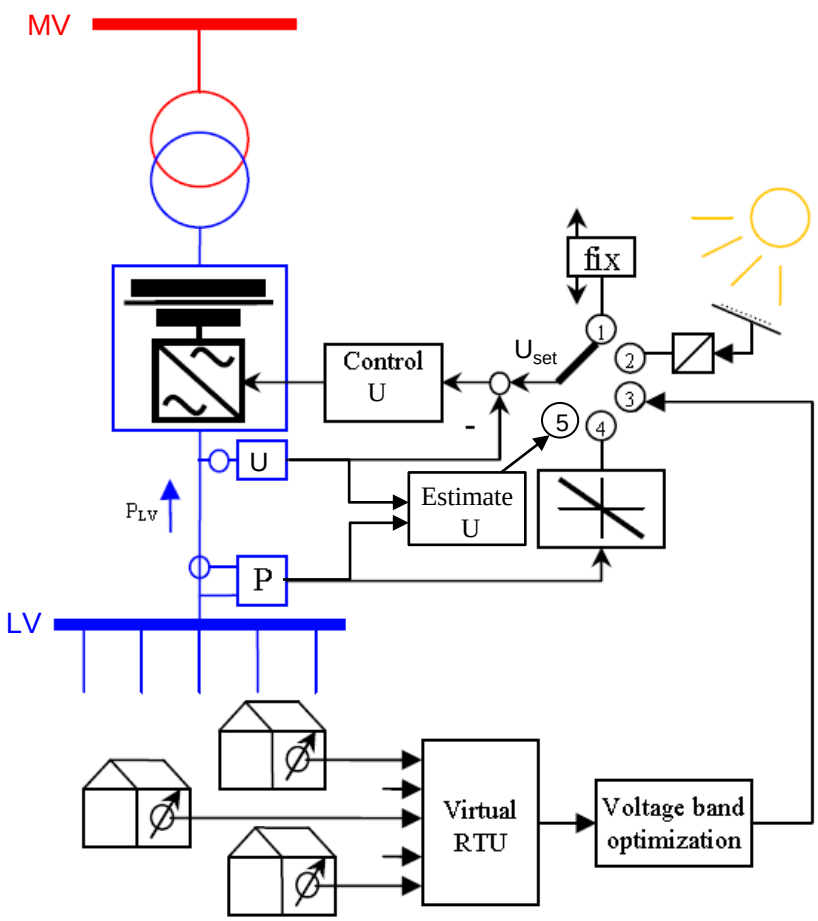
VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Spannungsreglung

- Einbringung von spannungsregelnden Betriebsmitteln und Messtechnik in die Ortsnetzstation
  - auf Basis von Leistungselektronik
  - Mit Verteilnetztransformator und Stufenschalter
- Entwicklung und Prüfung neuer Regelalgorithmen
  - Sollwertermittlung durch

1. Vorgabe aus dem Netzleitsystem
2. auf Basis Globalstrahlung
3. basierend auf verteilten Spannungsmessungen im Ortsnetz → Weitbereichsregelung
4. Vorgabe lastflussabhängig
5. auf Basis Spannungsbeobachter

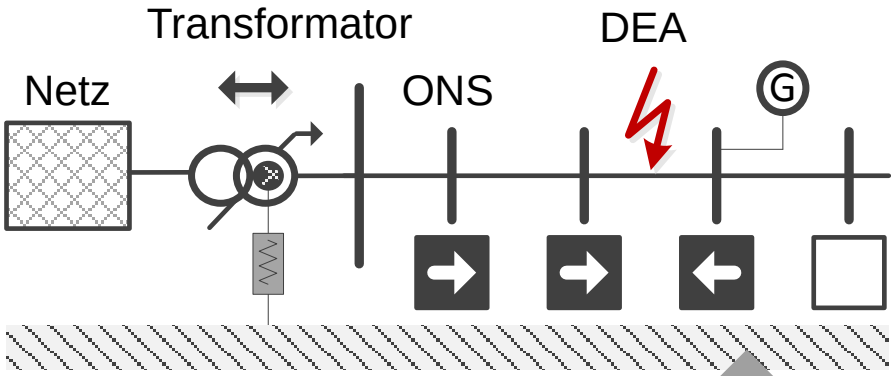


VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Fehlererkennung und Fehlerortung

- Verteilte Kurzschlussanzeiger in den ONS mit Kommunikationsverbindung zur Netzleitstelle
- Lokale Messdaten, fernsteuerbare Lasttrennschalter



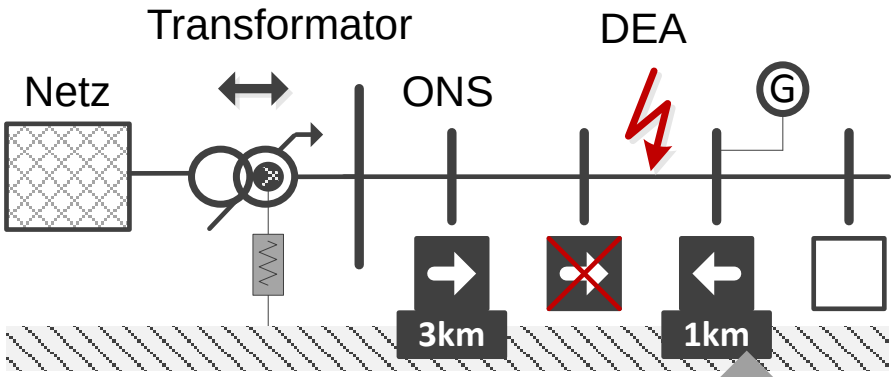
Kommunikation (Netz)

VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Fehlererkennung und Fehlerortung

- Verteilte Kurzschlussanzeiger in den ONS mit Kommunikationsverbindung zur Netzleitstelle
- Lokale Messdaten, fernsteuerbare Lasttrennschalter



Kommunikation (Netz)

Fehlerentfernung

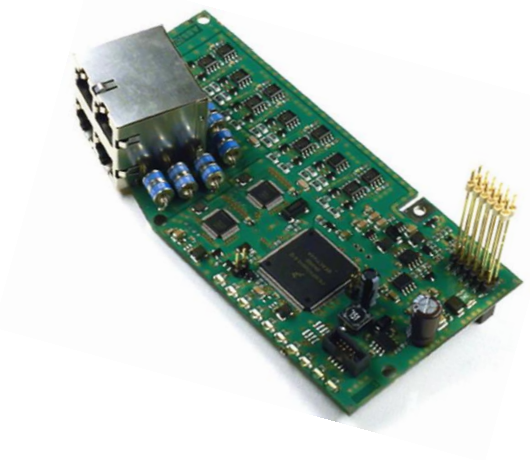
VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Fehlererkennung und Fehlerortung

Prüfinfrastruktur TU Dortmund

- Entwicklung und Prüfung von selektiven und schnellen Verfahren zur Fehlererkennung und Fehlerortung
- Implementierung auf bestehender Geräte Hardware
- Validierung der Funktionen im Prüflabor

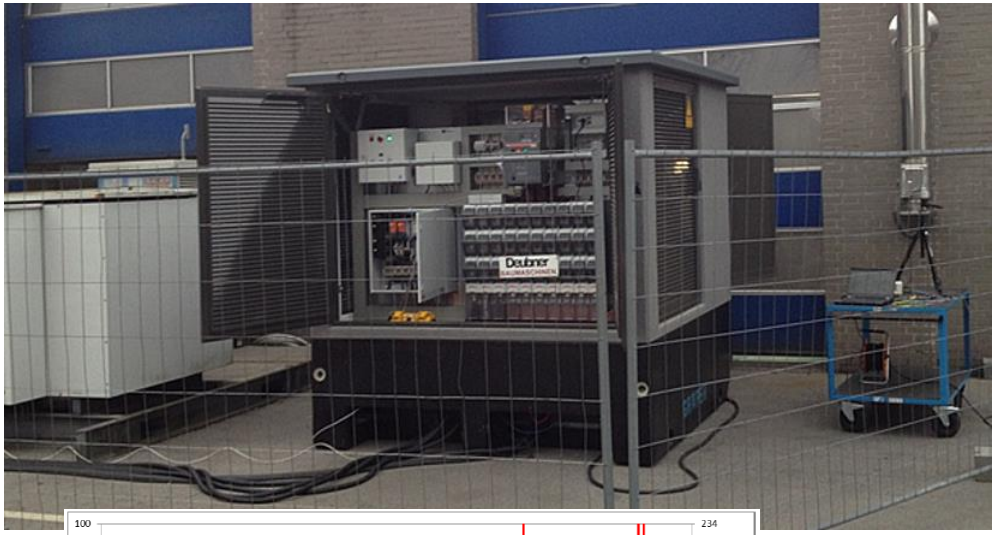


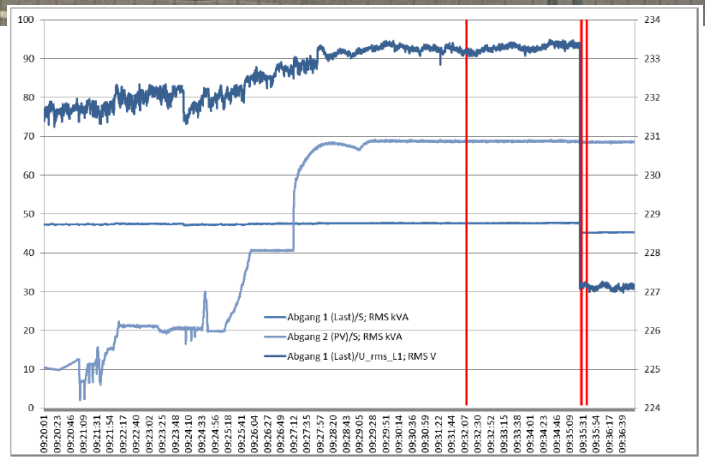
VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Simulation und Test zur Spannungsregelung

- Simulation durch die FGH
- Niederspannungstests im Labor von P3
- 15 Testfälle definiert
- Test mit realer Kompaktstation
- Ergebnisse
  - Spannungsbeobachter funktioniert und ist robust
  - Ansteuerung des regelbaren Ortsnetztransformators über die Fernwirktechnik funktioniert nicht → Fehler behoben durch Upgrade des Stufenschalters



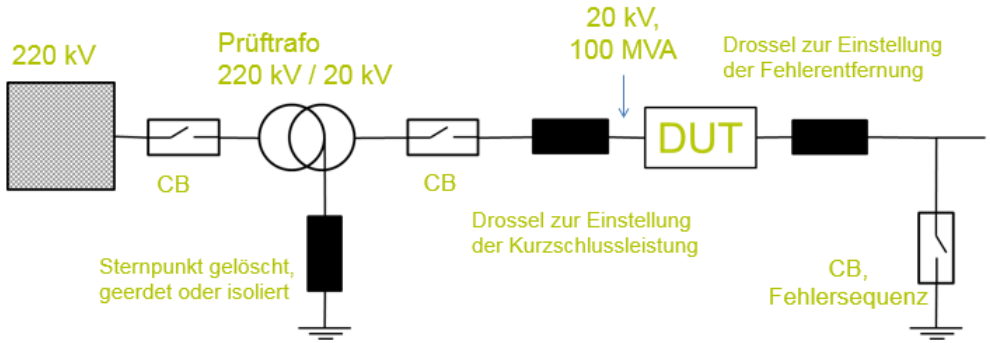


VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Simulation und Test für Fehlererkennung

- Simulation der Fehlererkennung und Fehlerortung im Prüflabor der TU Dortmund
- Mittelspannungstests im Labor der FGH mit einem Prüfling
- 50 Testfälle mit unterschiedlichen Parametern durchgespielt
- Ergebnisse
  - Gute Fehlererkennung und -identifizierung
  - Gute Fehlerlokalisierung für Kurzschlüsse, jedoch nicht für Erdschlüsse



VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Netzauswahl

Smart Planning als Entscheidungsgrundlage

- Klassifizierung der Ortsnetze: Welche sind kritisch, d.h. wo wird das Spannungsband verletzt?
- Für kritische Netze: Beobachtung in der Ortsnetzstation. Dazu wird die Ortsnetzstation durch FIONA erweitert
- Installation spannungsregelnder Betriebsmittel wo erforderlich

Klassifizierung der Ortsnetze → Beobachtung in der Ortsnetzstation → Installation regelbarer Ortsnetztrafos

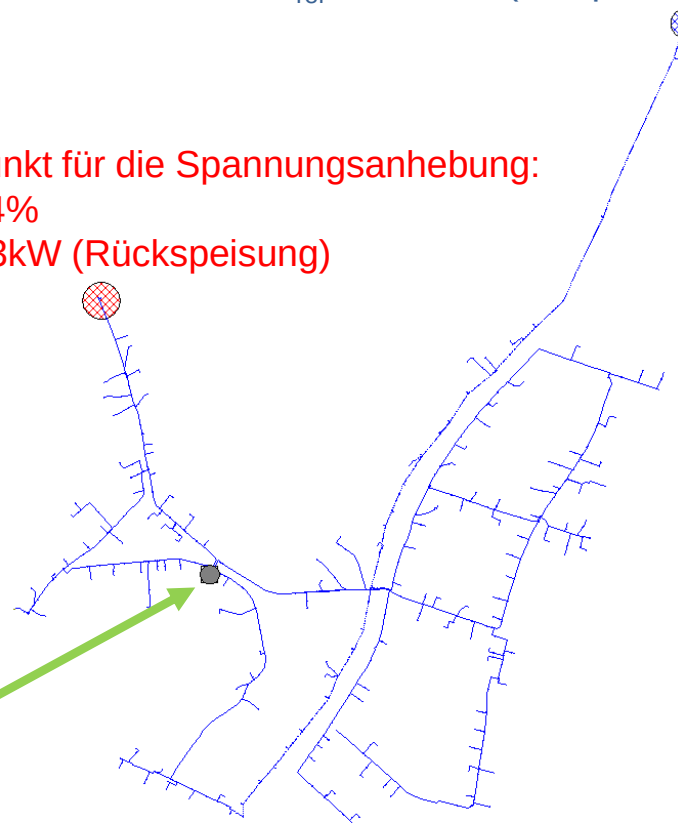
VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation
Netzauswahl

- Einfache Klassifizierung anhand weniger Strukturmerkmale und der Durchdringung mit PV-Anlagen
- Bestimmung der Schlechtpunkte mit NEPLAN
- Auswahl zur Installation eines rONTs und zur Validierung des Spannungsbeobachters aufgrund der erheblichen Spannungsanhebungen und Spannungsfälle im NS-Netz

Schlechtpunkt für den Spannungsfall:
Δu_{ref} = - 4,05%
P_{ref} = - 65 kW (Einspeisung)

Schlechtpunkt für die Spannungsanhebung:
Δu_{ref} = 5,14%
P_{ref} = 148,3kW (Rückspeisung)



Automatisierte Ortsnetzstation
mit niederspannungsseitiger
Einzelabgangsmessung

VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Installation der Komponenten – Freunder Landstraße

Retrofit

- SafePlus 20kV
- NS-Verteilung
- FIONA
- Ansteuerung LTS
- Einfache Fehlererkennung

VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Installation der Komponenten – Freunder Landstraße

Neue Kompaktstation

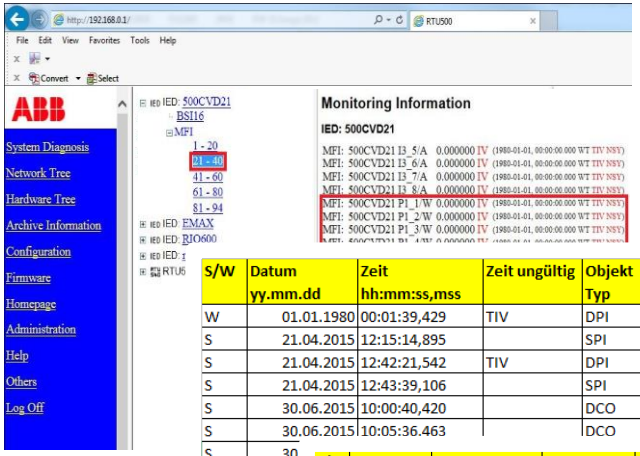
- SafePlus 20kV
- rONT mit OLTC Gridcon 630kVA, 20kV, 0,4kV
- E_{max} für NS-Speisung
- NS-Verteilung
- Betonstation
- FIONA
  - RIO600 für MS-Messung, Kombisensoren KEVCY24 in Schaltanlage eingebaut
  - NS-Hauptverteilung inklusive Wandler
  - Messpaket für NS-Abgänge
  - Funktionen: Fehlererkennung, Spannungsbeobachter, Spannungsregelung

VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Feldtest

- Aufzeichnung der Messwerte auf Archiv PCs in der jeweiligen Ortsnetzstation
- Erstellung eines Import- und Auswertetools zur Datenauswertung
- Verifizierung des Spannungsbeobachter am Beispielnetz Auf der Hof
- Validierung der Spannungsregelungsalgorithmen auf Basis der aufgezeichneten Ist-Werte
- Die intelligente Fehlererkennung und Fehlerortung kann im Feldtest nicht geprüft werden
- Ableitung von Anforderungen an das Training des Betriebspersonals und für zukünftige Stellenausschreibungen



S/W	Datum yy.mm.dd	Zeit hh:mm:ss,mss	Zeit ungültig	Objekt Typ	Objekt Text	Wert	Qualitäts-kennung
W	01.01.1980	00:01:39,429	TIV	DPI	RMU-T Trenner	AUS	
S	21.04.2015	12:15:14,895		SPI	AVR aktiv	EIN	
S	21.04.2015	12:42:21,542	TIV	DPI	RMU-T Trenner	AUS	
S	21.04.2015	12:43:39,106		SPI	AVR aktiv	EIN	
S	30.06.2015	10:00:40,420		DCO	RMU-K3 LST Befehl	Bef. EIN	EXAC-
S	30.06.2015	10:05:36.463		DCO	RMU-K3 LST Befehl	Bef. EIN	EXAC-
S	30						
S	30						
S	30						
S	01						

S/W	Datum yy.mm.d	Zeit hh:mm:ss,ms	Zeit ungültig	Objekt Typ	Objekt Text	Wert	Einheit
S	22.08.2015	08:51:59,776		MFI	Trafo P1	28300,0000	W
S	22.08.2015	08:51:59,776		MFI	Trafo P2	24700,0000	W
S	22.08.2015	08:51:59,776		MFI	Trafo P3	23900,0000	W
S	22.08.2015	08:51:59,796		MFI	NS8 P1	9968,0000	W
S	22.08.2015	08:51:59,796		MFI	NS8 P2	5792,0000	W
S	22.08.2015	08:51:59,796		MFI	NS8 P3	7280,0000	W
S	22.08.2015	08:51:59,897		MFI	Spg. Schätzer U1	230,0896	V
S	22.08.2015	08:51:59,996		MFI	Spg. Regler EST U	398,3199	V
S	22.08.2015	08:52:00,615		MFI	Trafo P1	27800,0000	W
S	22.08.2015	08:52:00,615		MFI	Trafo P2	25100,0000	W
S	22.08.2015	08:52:00,615		MFI	Trafo P3	23700,0000	W
S	22.08.2015	08:52:00,725		MFI	NS10 P1	-2176,0000	W
S	22.08.2015	08:52:00,725		MFI	NS10 P2	1616,0000	W

VP Intelligente Ortsnetzstation

VP1: Intelligente Ortsnetzstation

Ausblick

- Der Feldtest wird zeigen ob sich die guten Ergebnisse aus den Simulationen und Labortests und unter realen Bedingungen bestätigen lassen
- Bewertung des Umgangs mit den Informationen aus den unterschiedlichen Ortsnetzen in der Leitwarte
- Bewertung unter welchen Kosten-Nutzen Bedingungen ein Einsatz im städtischen und ländlichen Netz sinnvoll ist

VP Intelligente Ortsnetzstation