

welcome to the
smart area

Projektvorstellung Smart Area Aachen



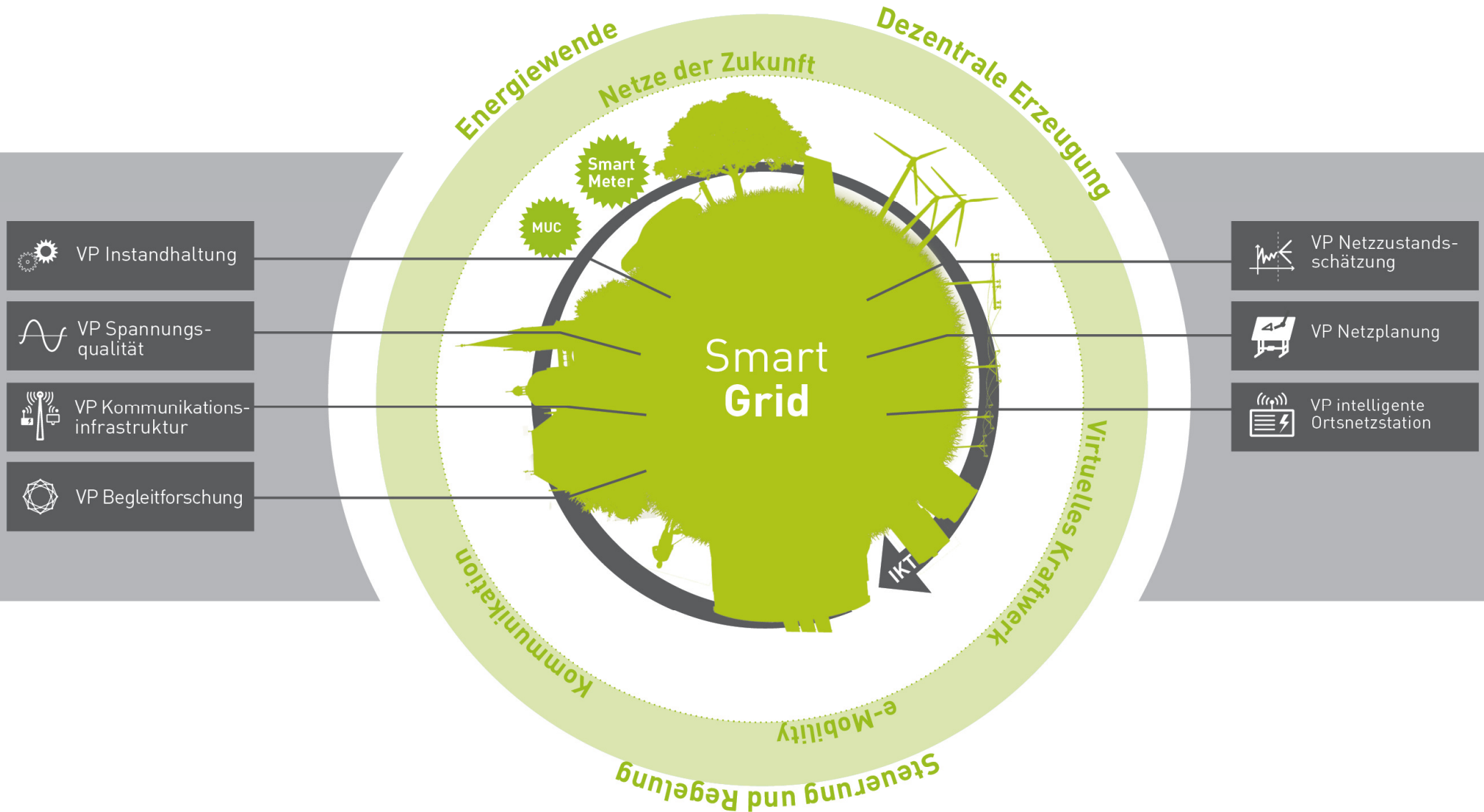
Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Verbundprojekt Smart Area Aachen



Partner im thematischen Verbund



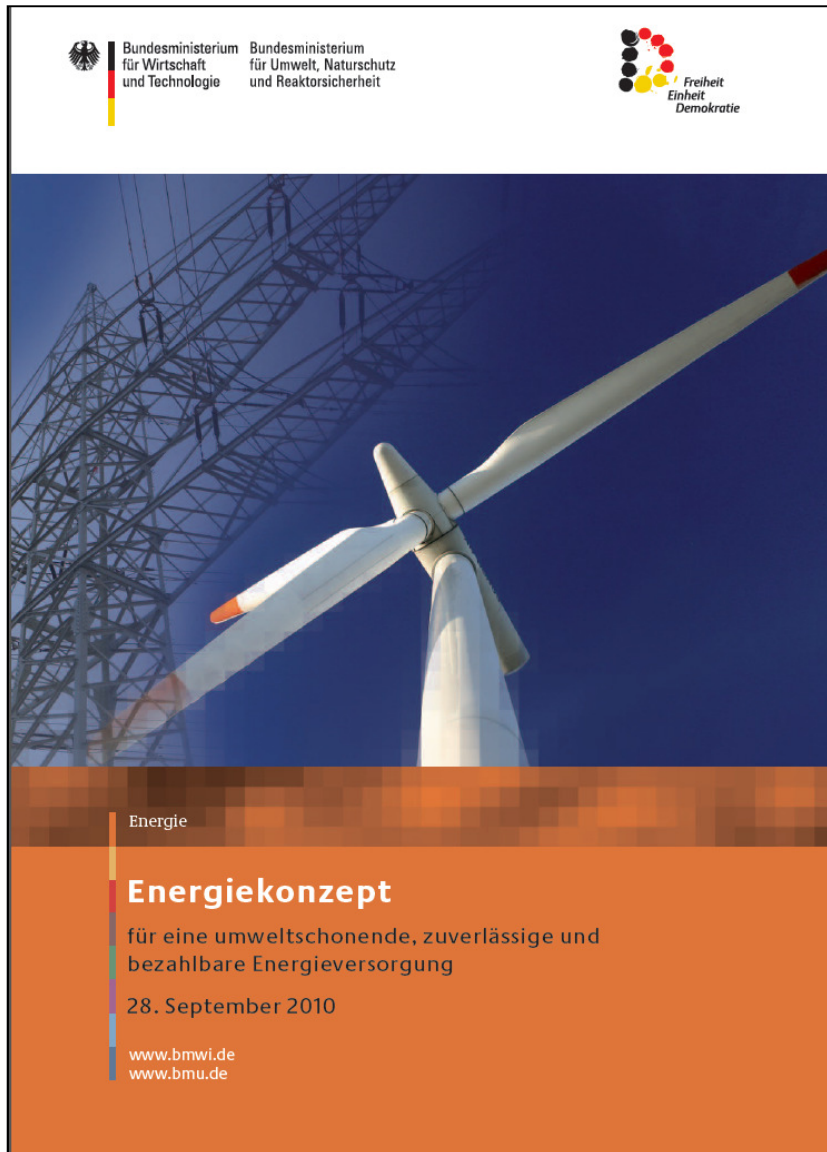
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Hintergrund

Energiekonzept der Bundesregierung



Deutschland soll in Zukunft bei wettbewerbsfähigen Energiepreisen und hohem Wohlstandsniveau eine der energieeffizientesten und umweltschonendsten Volkswirtschaften der Welt werden.

Handlungsfelder:

- A. Erneuerbare Energien als eine tragende Säule zukünftiger Energieversorgung
- B. Schlüsselfrage Energieeffizienz
- C. Kernenergie und fossile Kraftwerke
- D. Leistungsfähige Netzinfrastuktur für Strom und Integration erneuerbarer Energien**
- E. Energetische Gebäudesanierung und energieeffizientes Bauen



The image shows the cover of a brochure for the 6th Energy Research Program of the Federal Government. The top left corner features the logo of the Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. The main image is a photograph of two construction workers in hard hats and safety vests, one standing and one kneeling, working on a large, curved, metallic structure that resembles a solar collector or a part of a power plant. The background is a clear blue sky. Below the photograph, there is a white box containing text.

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

Forschung für eine umweltschonende,
zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung

Das 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung

Teilnahme an BMWi-Ausschreibung
„Netze für die Stromversorgung der Zukunft“

Bewilligung des Verbundprojekts Smart Area
Aachen mit:

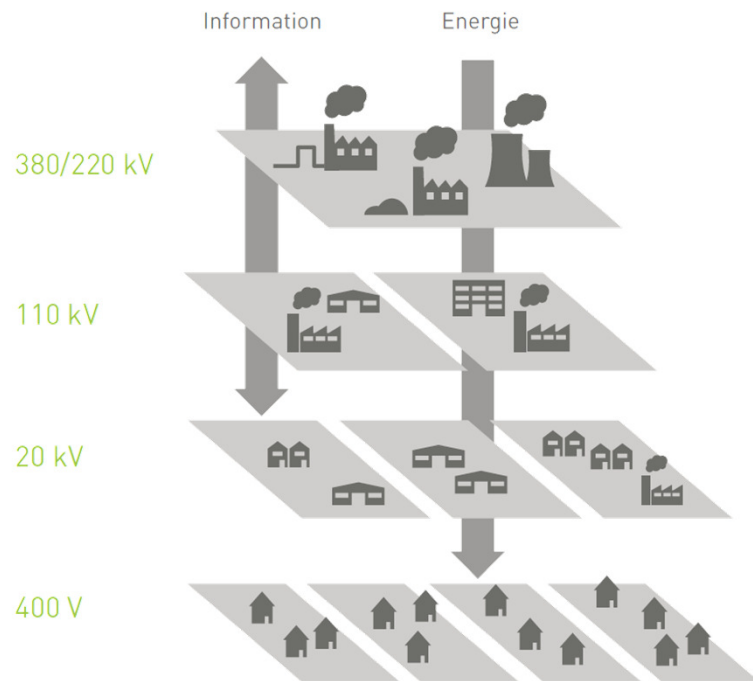
- 6 thematischen Verbundprojekten
- 1 Verbundprojekt Begleitforschung
- 13 Partner
- Gesamtvolumen ~ 10 Mio. €
- Förderquote ~ 40 %
- Start der Projekte ab Mitte 2012
- Laufzeit 4 Jahre

Motivation

Neue Anforderungen an den Netzbetrieb

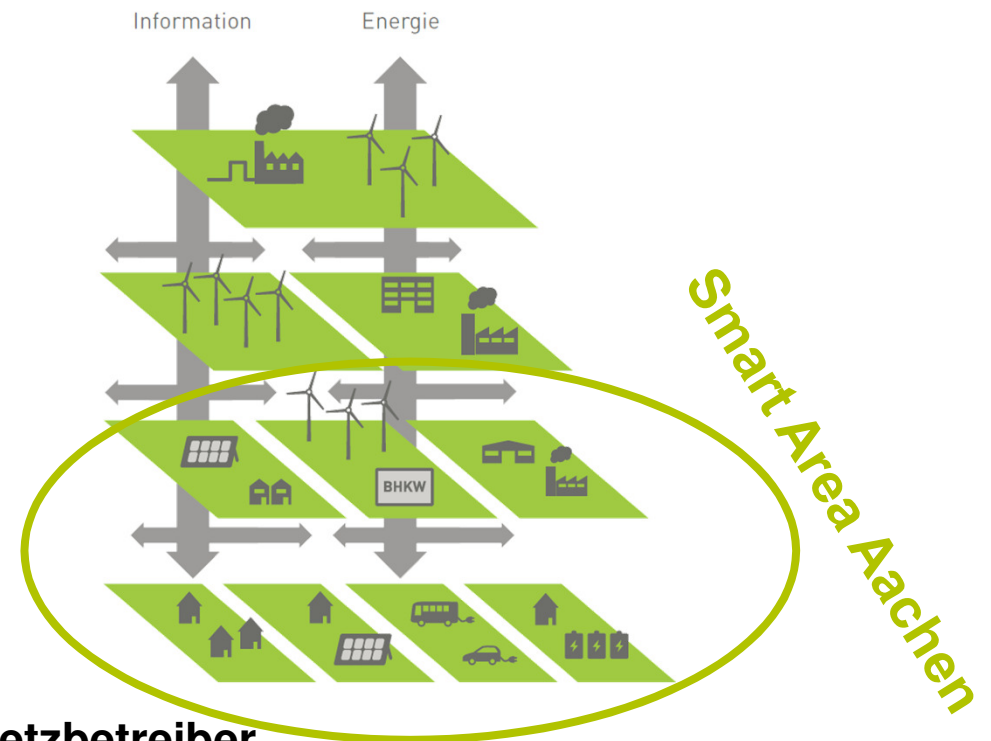
Traditioneller Betrieb:

- Netze arbeiten „lastgeführt“; traditionelle Verbraucher
- Vertikale (unidirektionale) Leistungsflüsse
- Vertikaler Informationsfluss (bis zur Mittelspannungssammelschiene)



Zukünftiger Netzbetrieb:

- Stark dynamische Netzaus- und Überlastung
- Multidirektionale, stark volatile Leistungsflüsse
- Multidirektionale Informationsflüsse (alle Spannungsebenen)
- Betrachtung aller Energieformen



- ➔ Steigende Herausforderungen für die Verteilnetzbetreiber
- ➔ Einhaltung der Produktqualität wird schwieriger (z.B. Spannung)

Die Vision:

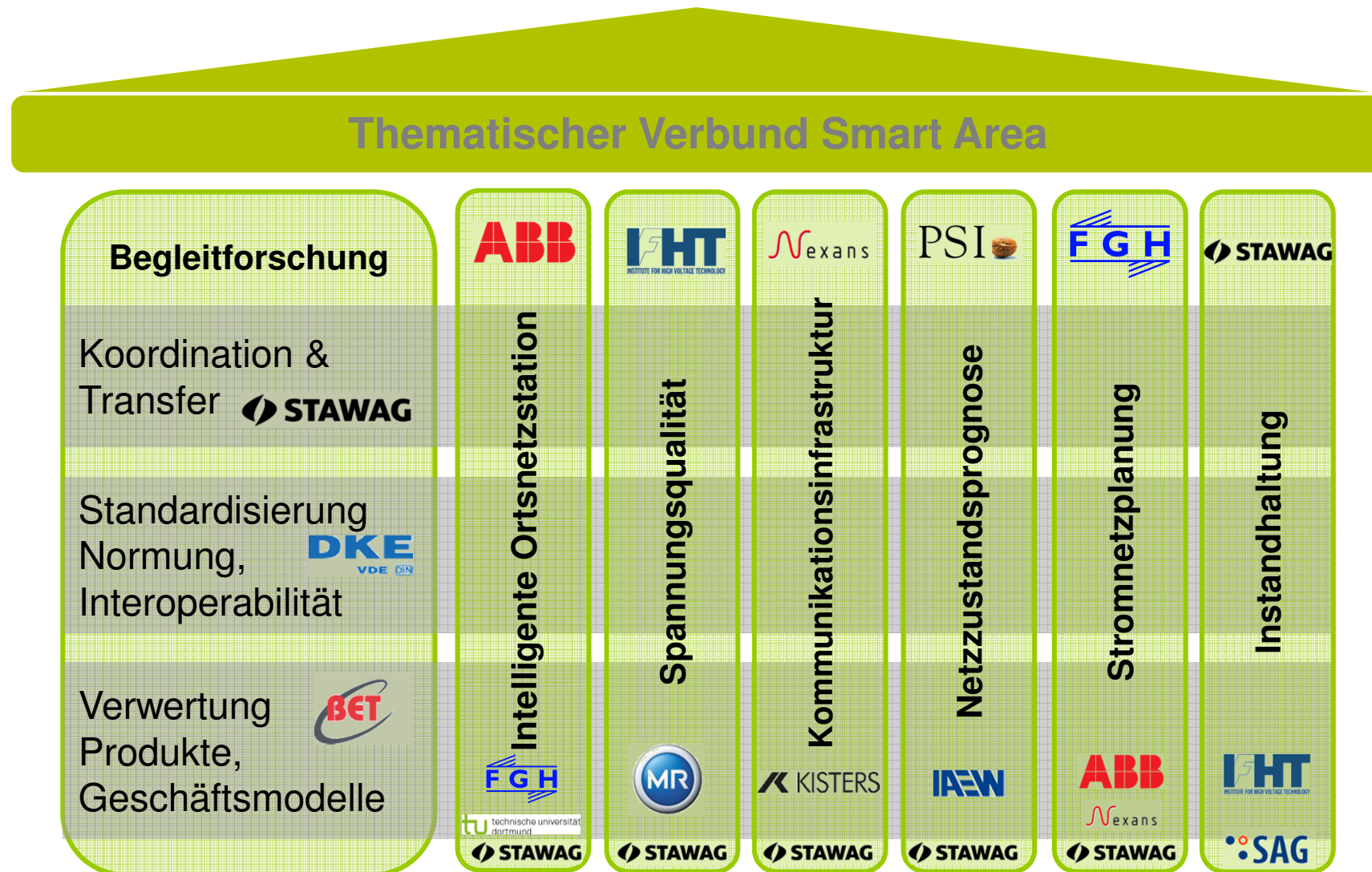
- Aufbau, Betrieb und Erforschung eines **Smart Grid**
- Betrachtung der **Stromversorgung als Systemherausforderung**
(Strom- und IKT-Komponenten)

Der Weg:

- Intelligente Primär- und Sekundärtechnik
- Einbeziehung Informations- und Kommunikationstechnik
- Neue Steuerungs- und Regelkonzepte
- Neue Konzepte und innovative technische Komponenten zur Netzbetriebsführung
- Ganzheitliche Strategien zur Auslegung, Weiterentwicklung, Betrieb und Instandhaltung von Verteilnetzen

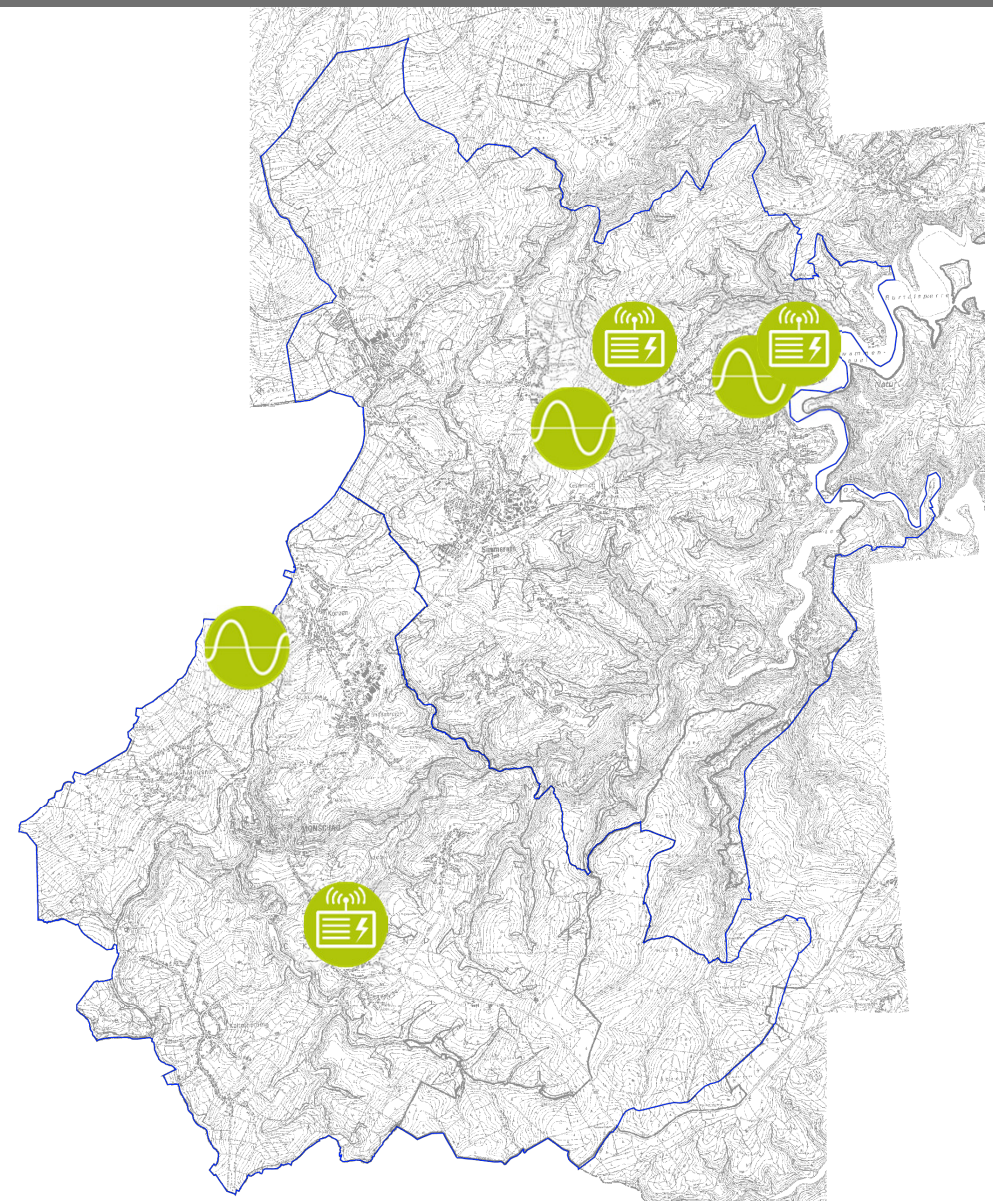
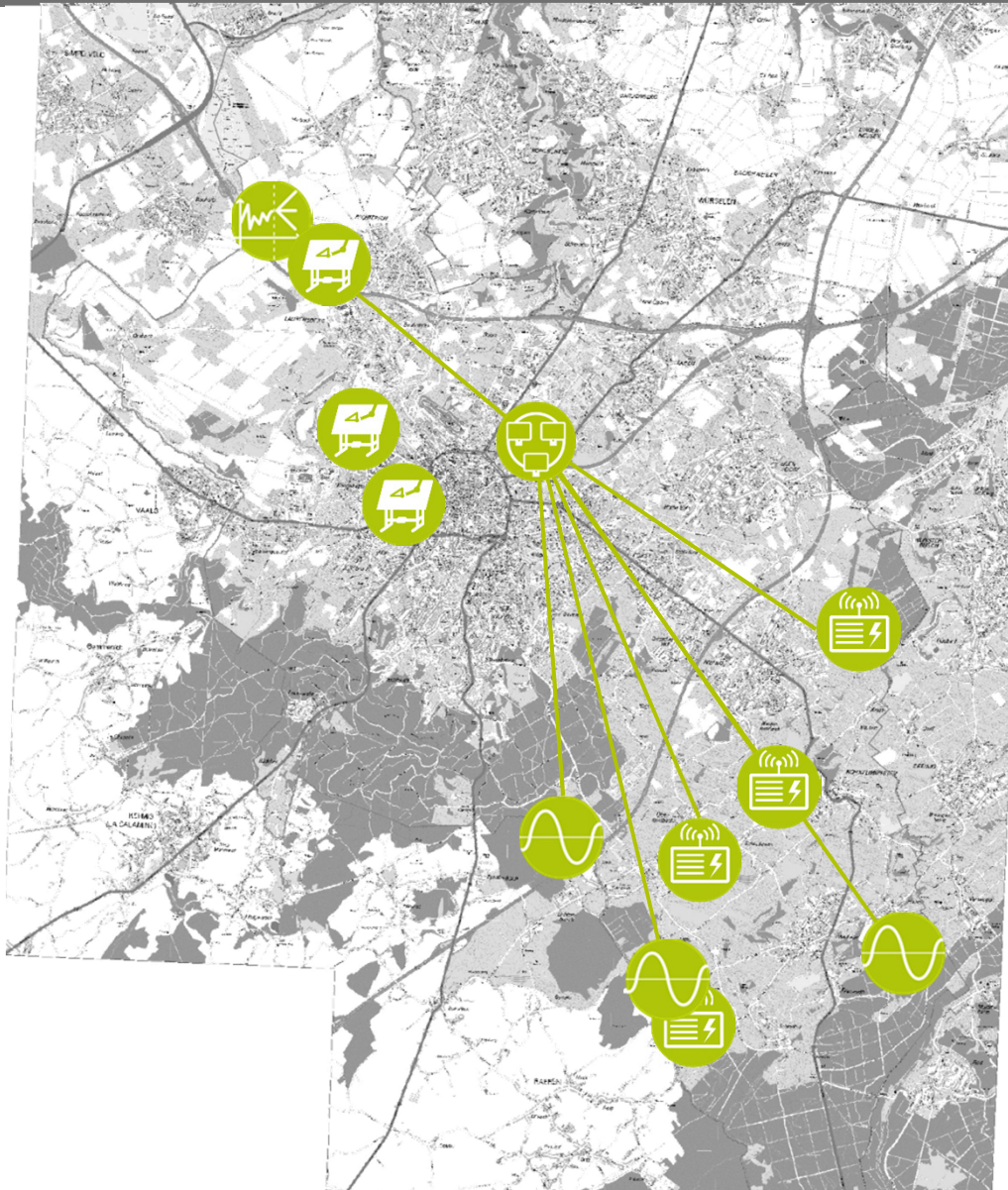
Struktur des thematischen Verbunds

Querschnittsfunktion der Begleitforschung



Smart Area im Versorgungsnetz der STAWAG

Smart Area ist im gesamten Netzgebiet präsent!



Intelligente Verteilungsnetze für Stadtwerke – Transfer und energiewirtschaftliche Bewertung

Motivation

- Inhaltliche Koordination der verbundprojektübergreifenden Zusammenarbeit
- Transfer der erzielten Ergebnisse (Fachwelt, Branchenverbände)
- Einbringung der Ergebnisse in Standardisierung und Normung
- Verwertungsmöglichkeiten für Netzbetreiber unter Berücksichtigung der energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen

Ziele

- Ableitung von Empfehlungen zur Sicherstellung einer Migration der Verteilungsnetze hin zu „Smart Grids“
- Wirtschaftliche Bewertung möglicher Vorteile des IKT-Einsatzes in zukünftigen „smarten“ Verteilungsnetzen



Intelligente Ortsnetzstation

ABB, FGH, TU Dortmund, STAWAG

Motivation:

Heute: Konventionelle Ortsnetzstation

- Wenige Messungen und Einflussmöglichkeiten
- Wenig Wissen über den Netzzustand

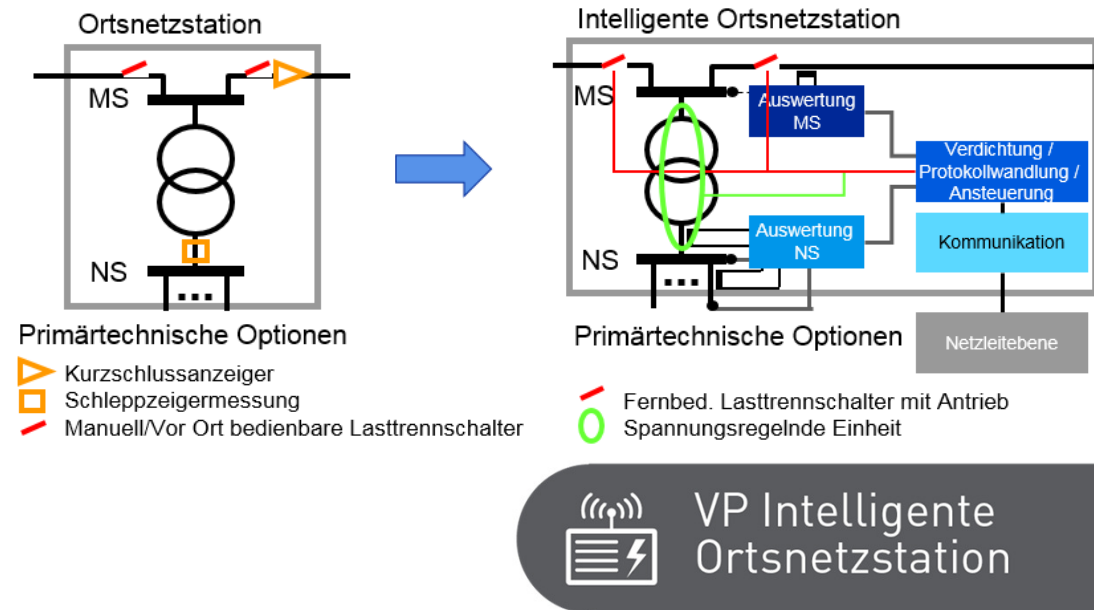
Zukünftig: Intelligente Ortsnetzstation

- Messungen informieren über Netzzustand
- Station fernbedienbar
- Erweiterte Funktionalität

Ziel:

Weiterentwicklung der konventionellen Ortsnetzstation zur intelligenten Ortsnetzstation

- Analyse der Anwendungsfälle
- Erarbeitung und Bewertung verschiedener Konzepte
- Entwicklung neuer Funktionen: Spannungsregelung und intelligente Fehlererkennung/-lokalisierung
- Entwicklung, Einsatz und Verifikation von Prototypen in Labor und Feld



Intelligente Ortsnetzstation

ABB, FGH, TU Dortmund, STAWAG

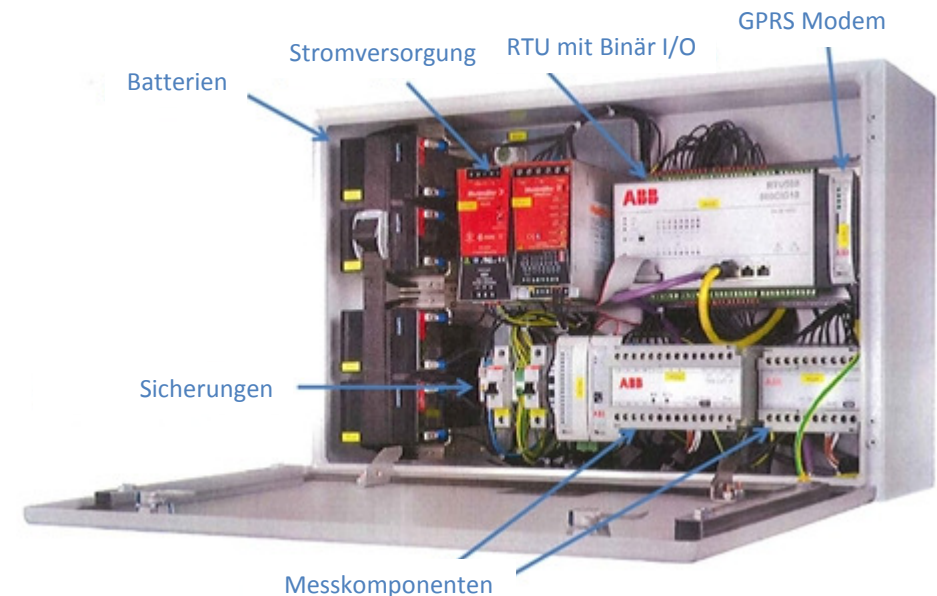
Ergebnisse:

Entwurf und Umsetzung neuer innovativer Konzepte für intelligente Ortsnetzstationen

- Varianten für neue Stationen und Retrofit
- Komplette Kompaktstation
- Anbindung von Meßtechnikpaketen verschiedener Ausprägung: mit Wandlern oder mit neuen Sensoren
- Neue Softwarefunktionen: Fehlererkennung und –lokalisierung, Algorithmen zur Spannungsregelung, Rückrechnung von NS auf MS
- Nachrüstung primärtechnischer Komponenten

Simulationen zum erwarteten Nutzen der neuen Funktionalität

- Spannungshaltung mit Spannungsbeobachter, Einfluß auf Stufenstellungswechsel
- Fehlerklärung mit Fehlerortung und -erkennung
- Modellierung von MS-/ NS-Netzen mit verschiedenen Versorgungsaufgaben



Ortsnetzautomatisierung FIONA (Quelle: ABB)



VP Intelligente
Ortsnetzstation

Ergebnisse:

Durchführung funktionaler Tests im Labor

- Fehlererkennung, -identifizierung und -lokalisierung in der MS
- Spannungsbeobachter und -regelung für Ortsnetztransformatoren

Pilotinstallationen im Netz der STAWAG

- Auswahl geeigneter Standorte und Installation von insgesamt 7 Stationen
- Varianten für neue Stationen und Retrofit
- Einsatz der Spannungsregelung mit den Zielen:
 - Reduktion der Messtechnik auf erforderliches Minimum (beim Spannungsbeobachter)
 - Ressourcenschonender Betrieb des regelbaren Ortsnetztransformators
- Durchführung von Langzeittests mit Archivierung der Messdaten und anschließender Auswertung (in 2015 - 2016)



Versuchsaufbau für MS-Fehlererkennung bei FGH (Quelle: ABB)



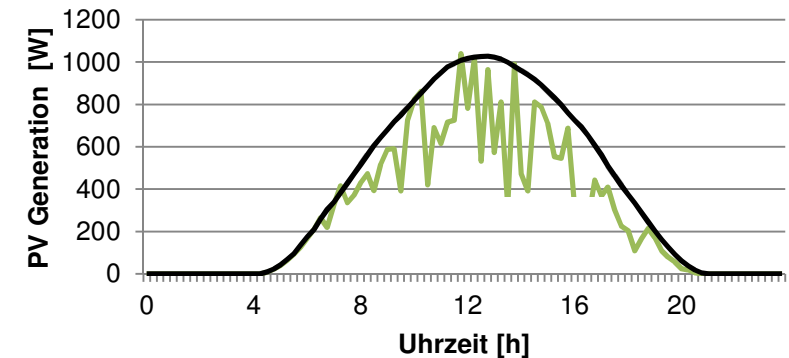
VP Intelligente
Ortsnetzstation

Motivation

- Hohe Netzbelastung aufgrund steigender Installationszahlen dezentraler Erzeugungsanlagen
- Regelbare Ortsnetzstation (RONT) als wirtschaftliche und technische Alternative zum Netzausbau

Ziele

- Erweiterte Regelungsverfahren für RONT entwickeln
 - Wechselwirkungsfreiheit mit DEA
 - Nutzung abgesetzter Sensorik
- Entwicklung und Erprobung von Testverfahren für RONT
 - Überprüfung der Funktionsweise im normalen und gestörten Netzbetrieb
 - Sicherstellen eines zuverlässigen und sicheren Betriebs
- Erprobung Regelungsverfahren und Betriebsweisen im Versorgungsgebiet der STAWAG



Reglerfunktionen

- Kombinierte **Regler- und Steuereinheit**
- Spannungsregler auf **intelligenter Feldbusklemme** implementiert
- **Automatik-, Remote- und Handbetrieb**
- Basis Regelalgorithmus implementiert:
 - **Dreiphasige** Spannungsmessung und Regelung auf NS-SS
- **Ethernet**-Schnittstelle (IKT-Anbindung an LW in Zukunft möglich)
- Leitstellenprotokoll **IEC 60870-5-104**



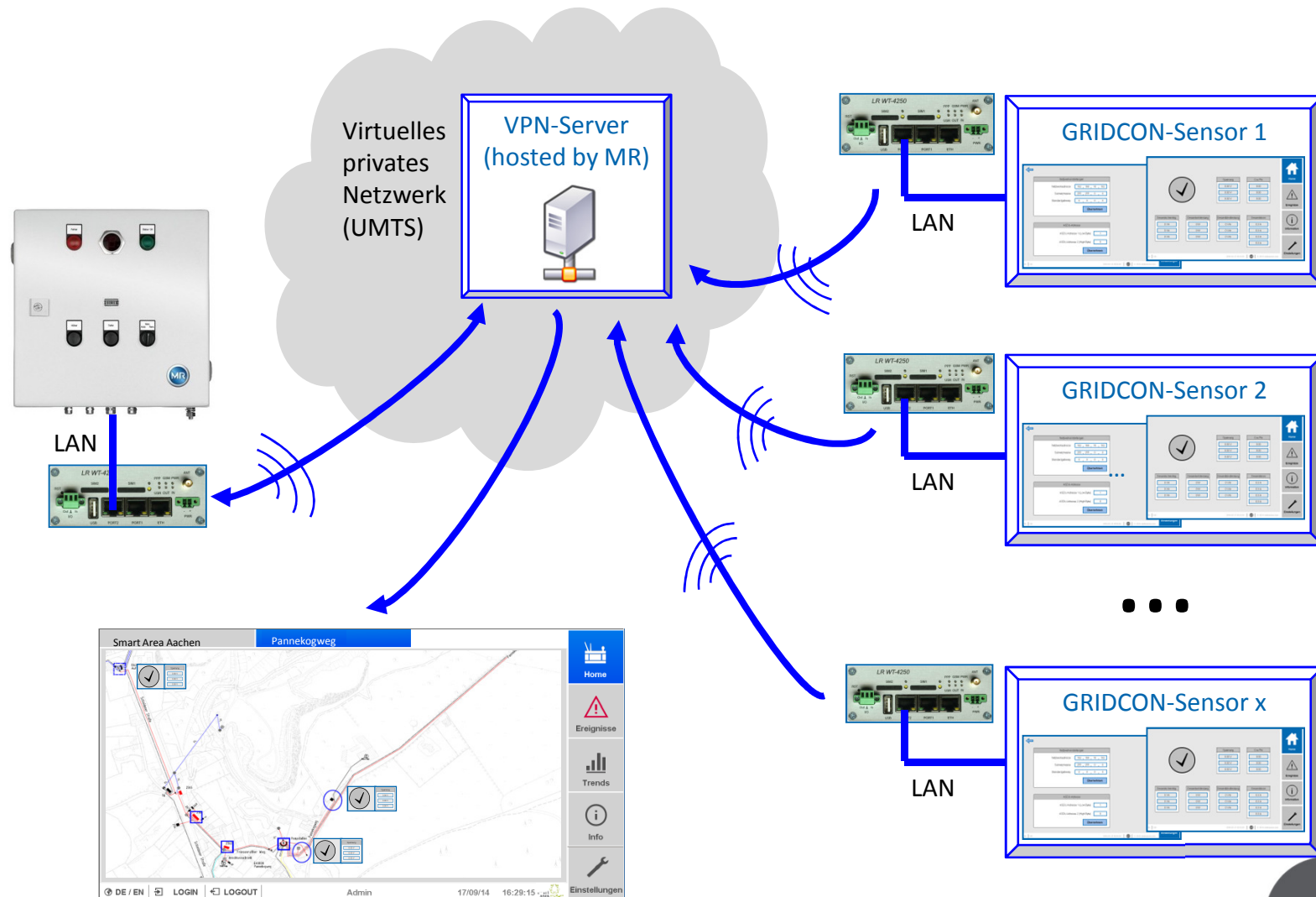
Neue Funktionen entwickelt, Feldtest läuft!

- Neue Regelalgorithmen verfügbar:
 - Einbindung Sensorik (ASS-Regelung, auch Multi-ASS)
 - Strom-/Leistungsabhängige Sollwertanpassung (SASA/LASA)
- erweiterte 104er Datenpunktliste und MODBUS-Kommunikation
- lokale Strommessung und Datenspeicherung zur Auswertung
- Keine Zusatzverluste durch Modus zur Verlustminimierung

 VP Spannungs-
qualität

Spannungsqualität

IFHT, MR, STAWAG

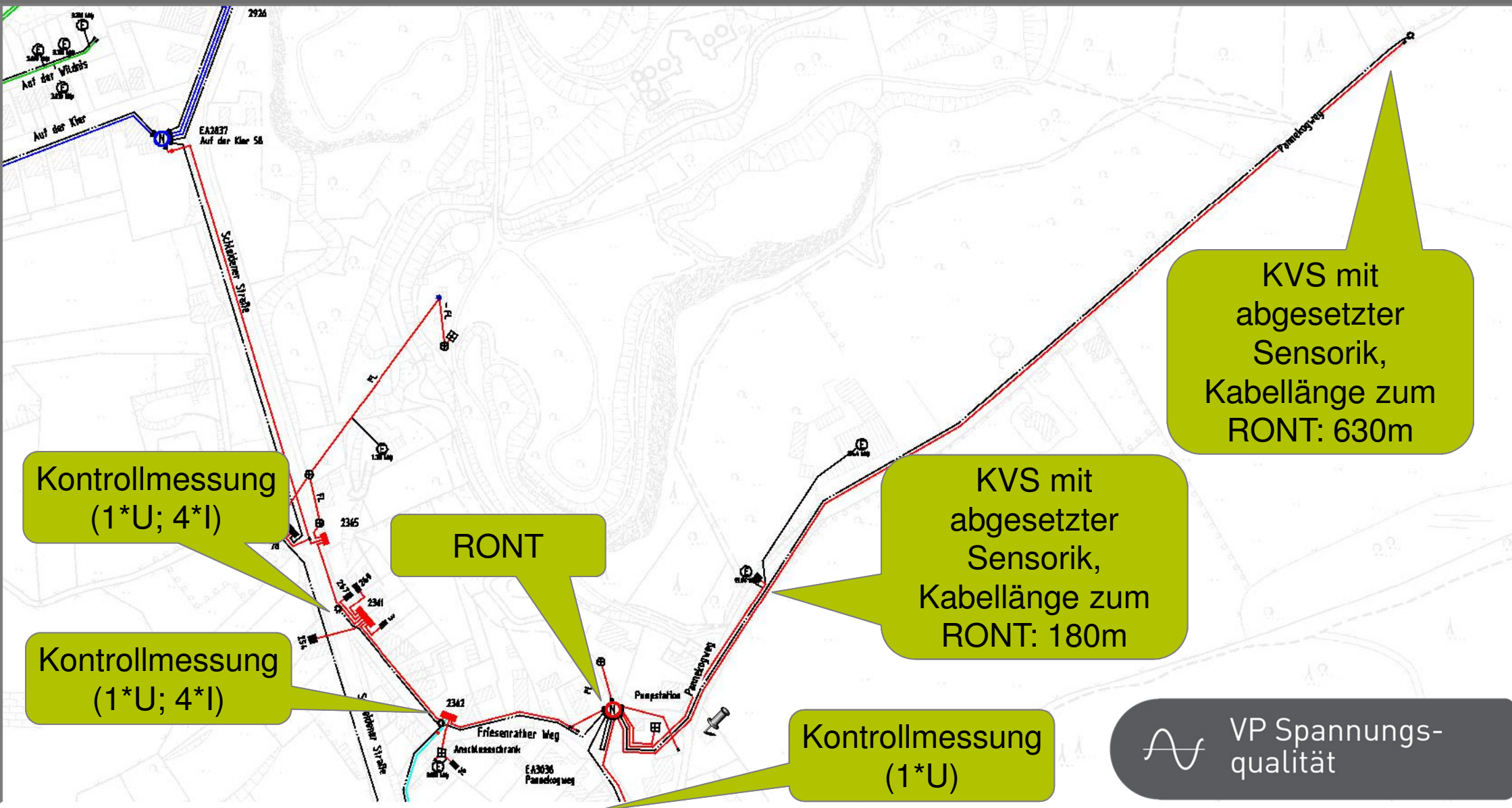


RONT Flottenmonitoring TESSA®

VP Spannungs-
qualität

Spannungsqualität

IFHT, MR, STAWAG



Netzanalysen für den Feldversuch

Exemplarische Ergebnisse

Probabilistische Netzberechnung

- 20 Wiederholungen, 365 Tage
- 5 Netzgebiete (vorläufige Auswahl)
- Reale RONT-Algorithmen / Variation der Parametrierungen
- Bestimmung des Integrationspotenzials

Integrationspotenzial für Photovoltaik

- Deutliche Steigerung in 4 von 5 Netzen möglich
- Vorteil abgesetzter Sensorik: Freiheitsgrad der Netzverknüpfungspunkte (bei gleichem Integrationspotenzial insgesamt)

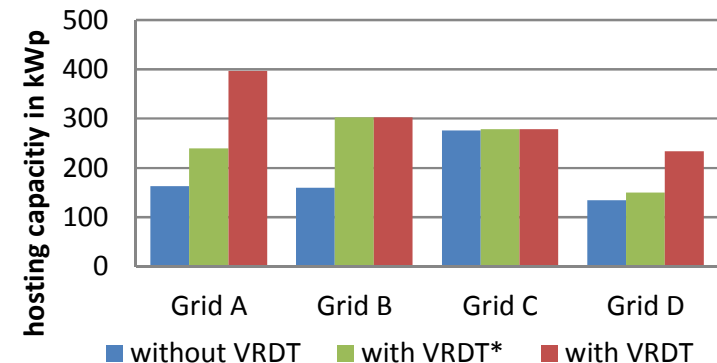


Figure 1: hosting capacity grid A – D (with VRDT*: Hosting capacity limit to 30 kWp per house by definition
Parameter: BVC, $U_0 = U_N$, $U_B = \pm 2.5\%$)

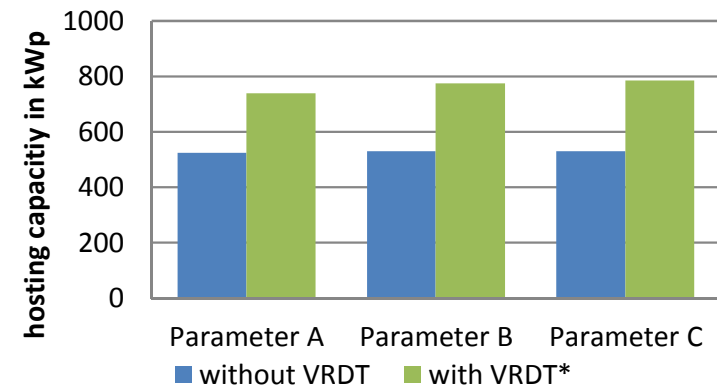


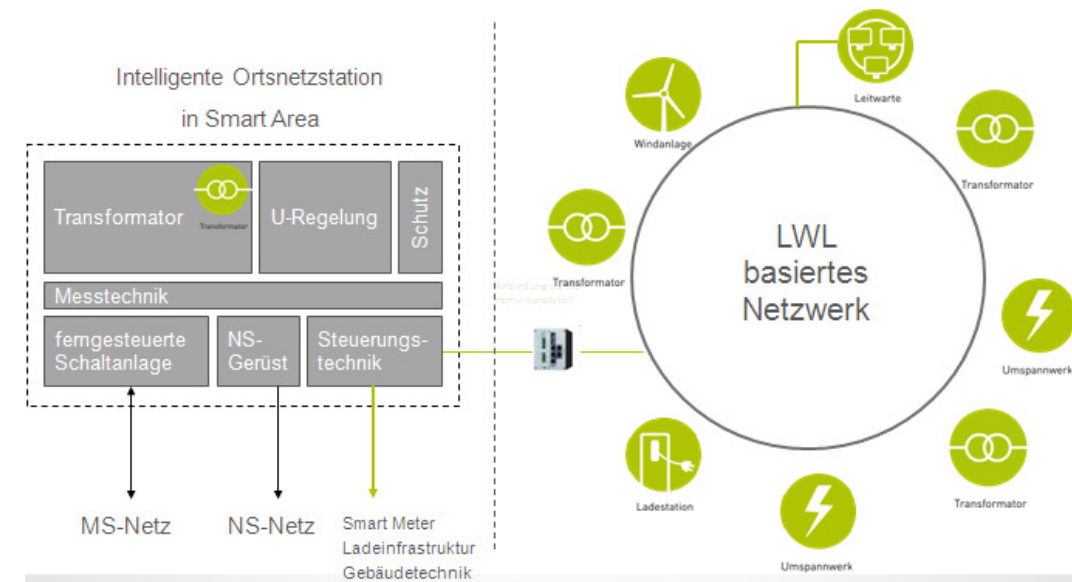
Figure 1: hosting capacity grid E
Parameter P1: BVC, $U_0 = 1.035 * U_N$, $U_B = \pm 2.5\%$
Parameter P2: BVC, $U_0 = 1.025 * U_N$, $U_B = \pm 2.5\%$
Parameter P3: RSC, $U_0 = U_N$, $U_{B1} = U_{B2} = \pm 8\%$

Motivation

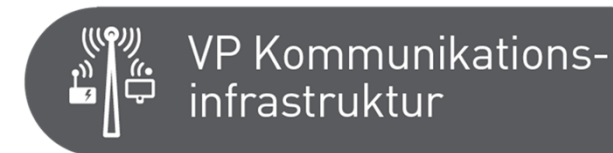
- Heute: Die Netzwerkkomponente sind kein integraler Bestand des Netzes und werden in separaten Managementsystemen verwaltet
- Zukünftig: Die Netzwerkkomponenten sind in Leitsysteme mit den gleichen Mitteln wie Meß- und Steuerungstechnik zukunftssicher gemäß IEC 61850 Datenmodel integriert

Ziele

- Entwicklung neuer Netzwerk Komponenten
- Erstellung standardkonformer Datenmodelle
- Erweiterung des IEC61850 Standards
- Aufbau sicherer und zukunftssicherer IKT Infrastruktur



* Kommunikationsinfrastruktur für innovative Betriebsmittel

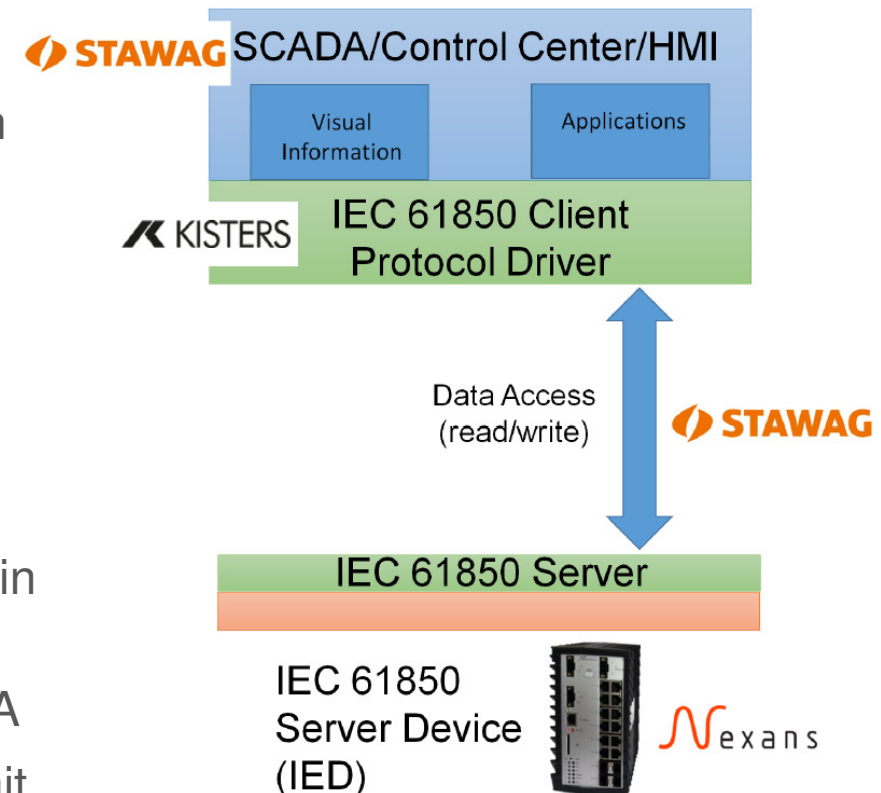


Ergebnisse:

- Analyse laufender Standardisierungsaktivitäten für Einspeiser, Speicher und beeinflussbare Lasten in den Bereichen IEC 61850 und CIM (IEC 61968)
- Erstellung eines CIM-Profiles für das Management von EEG-Betriebsmitteln betreffend Einspeiser, Speicher und beeinflussbare Lasten
- Abgeschlossene Entwicklung des IEC 61850 Clients seitens KISTERS
- Erfolgreiche Implementierung des IEC 61850 Servers in die Netzwerkschwitches durch Nexans
- Zertifizierung der Entwicklungsergebnisse durch KEMA
- Aufbau und erfolgreicher Betrieb der Testumgebung mit Lichtwellenleiter Ringstruktur

Weitere Ziele:

- Einsatz der Systeme unter realen Bedingungen
- Sicherheitsanalyse



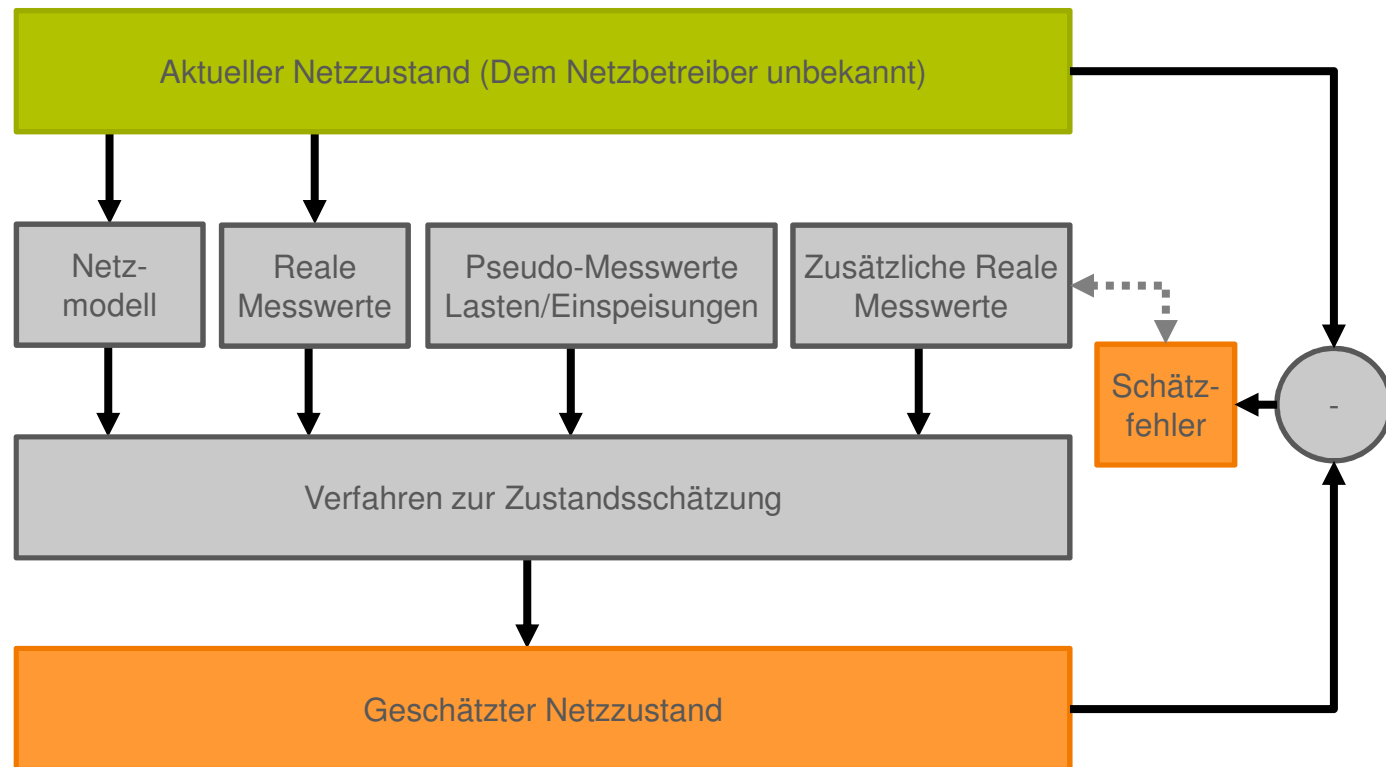
VP Kommunikations-
infrastruktur

Motivation

- Der Netzzustand im Mittel- und Niederspannungsnetz zumeist dem Netzbetreiber unbekannt
- Ausbau dezentraler Erzeugung und bidirektionale Lastflüsse
- Pseudo-Messwerte für Lasten und Einspeisungen mit großen Fehlern behaftet

Ziele

- Verfahren für Zustandsschätzung und optimierte Positionierung zusätzlicher Messtechnik in Verteilnetzen
- Vollständige messtechnische Erfassung in Testregion zur Verifikation der Verfahren

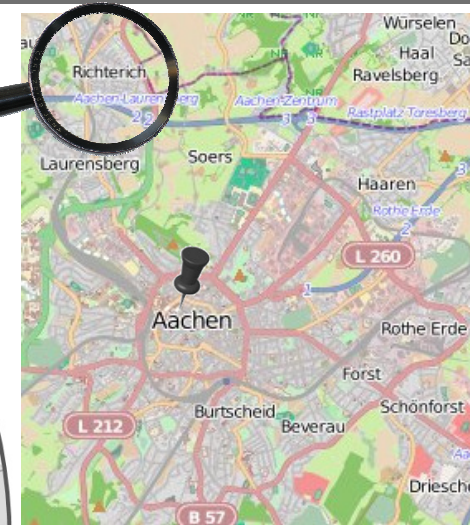


Netzzustandsschätzung

PSI, IAEW (RWTH), STAWAG

Ergebnisse

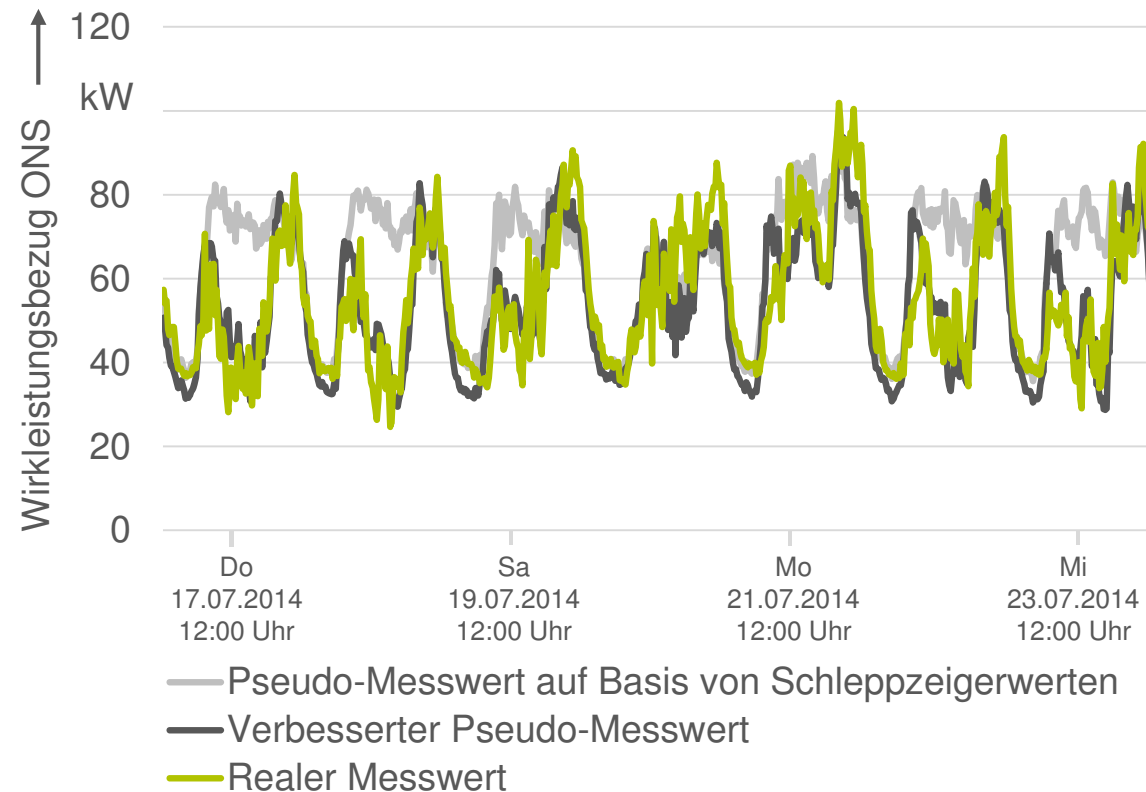
- Verfahrensentwicklungen abgeschlossen
- Installation der Messtechnik durch STAWAG in der Testregion „Schönauer Friede“ ist abgeschlossen
- Die vollständig messtechnisch erfasste Testregion wird im Leitsystem und Testsystem datentechnisch erfasst und angezeigt (Technolupe)
- Einbindung des PSI-Zustandsschätzers am IAEW für zusätzliche offline Vergleichsrechnungen abgeschlossen



-  Ortsnetzstation ohne Messwerte
-  Ortsnetzstation mit Messwerten (U,P,Q)
-  PV-Anlage
-  MS-Leitung

Ergebnisse

- Implementierung und Vergleich verschiedener Methoden zur Generierung von Pseudo-Messwerten
- Untersuchungen des Einflusses verschiedener Methoden zur Generierung von Pseudo-Messwerten auf Schätzfehler und erforderliche zusätzliche Messtechnik
- Verifizierung der optimalen Positionen für zusätzliche Messtechnik mittels Testsystem in den kommenden Monaten

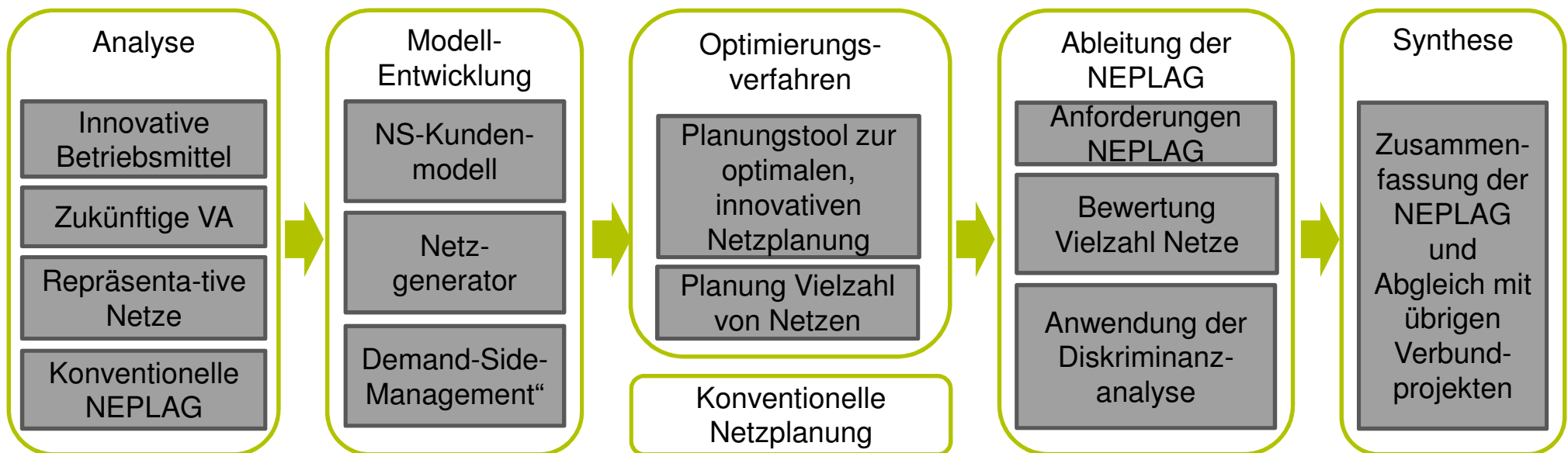


VP Netzzustands-
schätzung

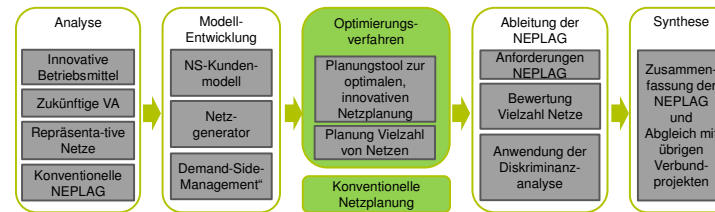
Netzplanung intelligenter Verteilungsnetzen – Erarbeitung von Netzplanungskriterien

- Neue Herausforderungen im Rahmen der Energiewende: Berücksichtigung von neuen Lasten und Erzeugern sowie innovativen Betriebsmitteln in Planung notwendig
- Entwicklung neuer Netzplanungsgrundsätze für NS- und MS-Netzplanung unter Berücksichtigung von innov. Betriebsmitteln (Fokus auf städtische Versorgungsaufgaben)

Methodisches Vorgehen



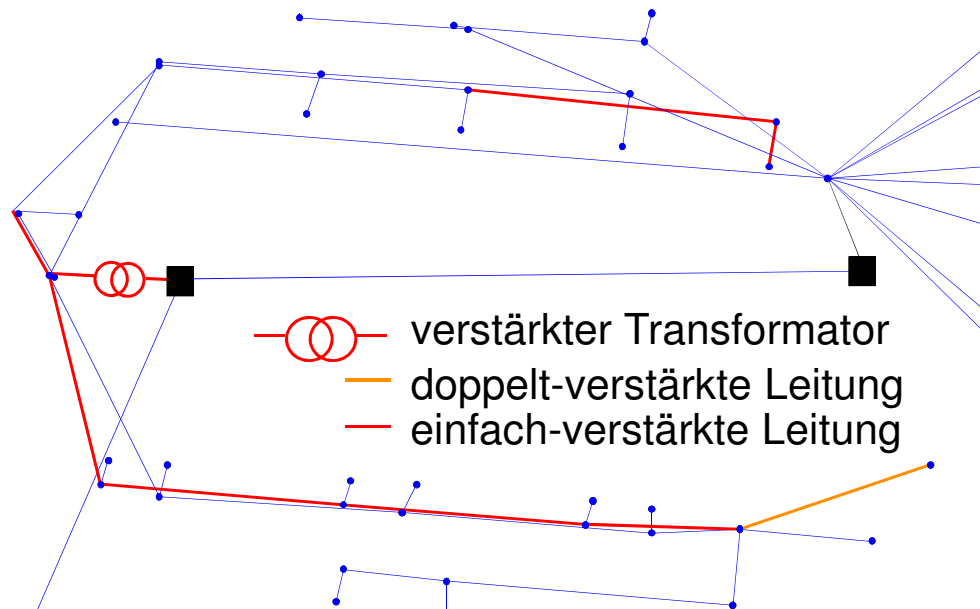
NEPLAG = **N**etz**p**lanungs**g**ru**n**dsätze
VA = **V**ersorgungs**a**ufgabe



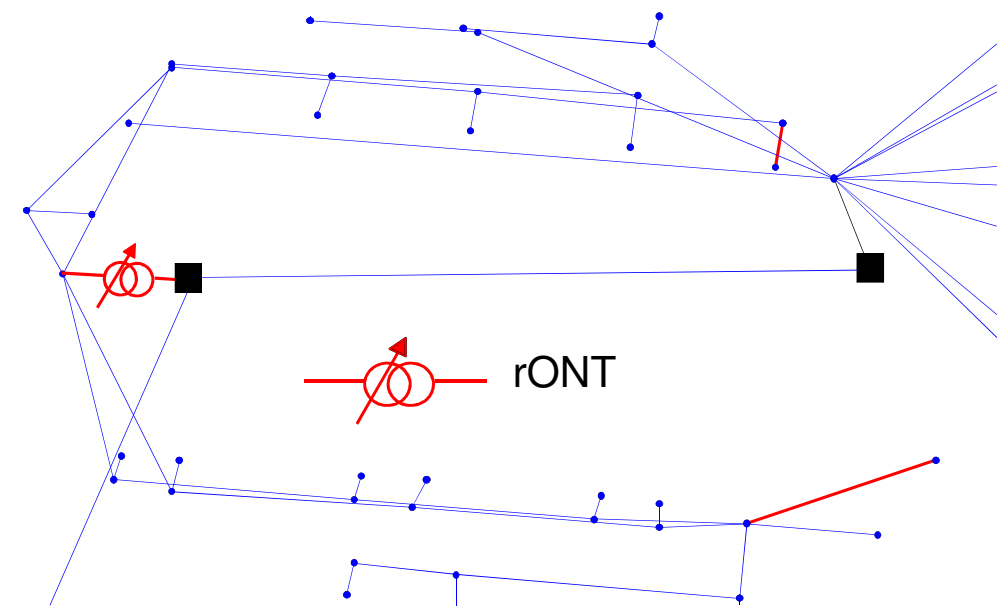
Exemplarische Ergebnisse – Anwendung des Planungstool zur innov. Netzplanung

- Genetischer Algorithmus* zur Ermittlung der optimalen Kombination innovativer (z.B. rONT, STATCOM) und konventionellen (z.B. Verstärkung / Neubau) Freiheitsgrade der Planung
- Planung einer Vielzahl synthetischer Netze sowie von 3 realen Netzen der Infracore

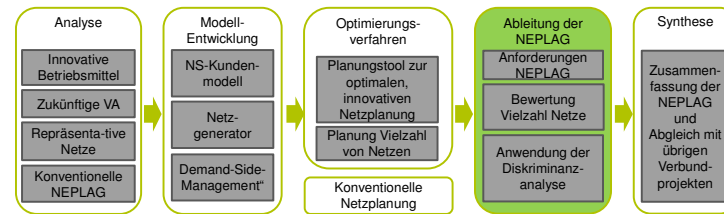
Ergebnis der konventionellen Netzplanung



Ergebnis der innovativen Netzplanung

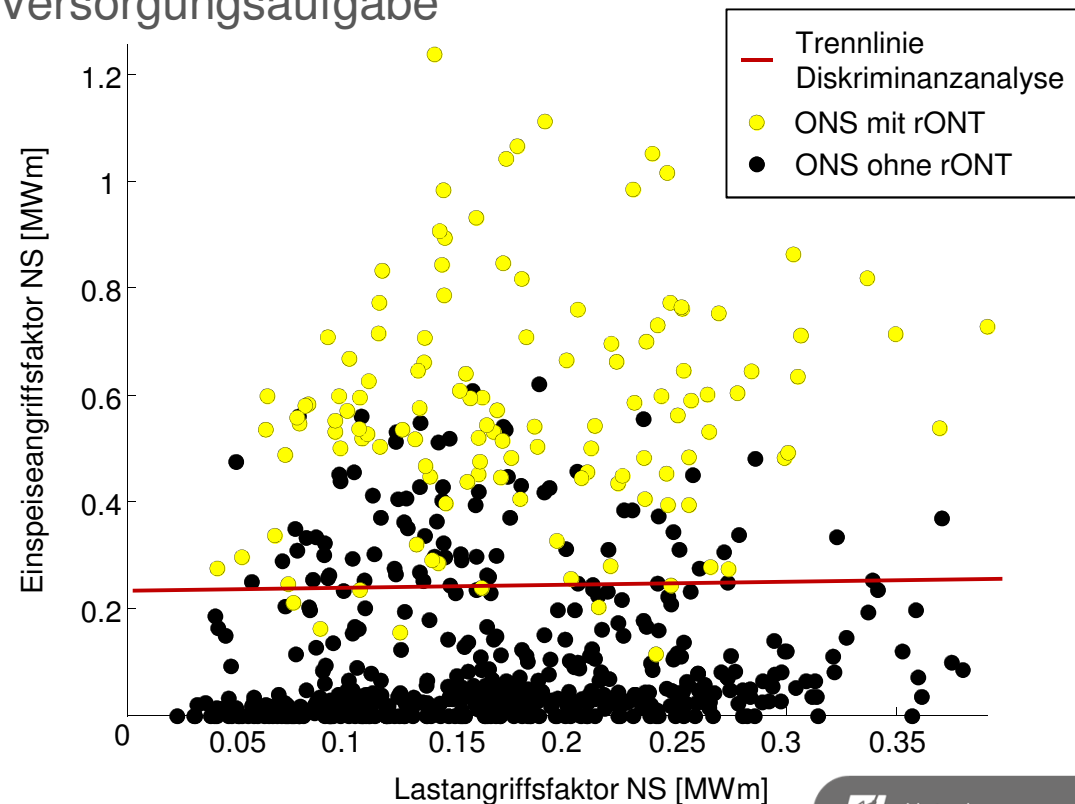
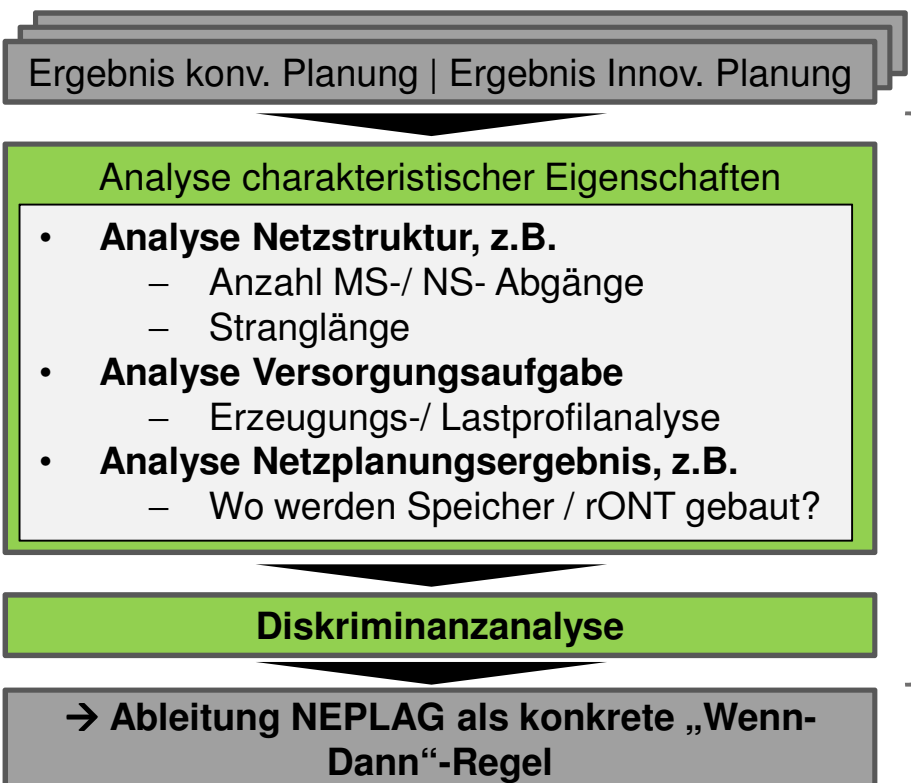


* Ziegeldorf, Patzack, Hoven, Vennegeerts, Moser, Frings, „Innovative Planning Method for Deriving new Rules for Future Network Planning“, paper N° 1394, CIRED 2015, Lyon.



Exemplarische Ergebnisse – Diskriminanz-Analyse zur Ableitung der NEPLAG

- Diskriminanzanalyse erzeugt Trennlinie/ -fläche zur Verdeutlichung funktionaler Zusammenhänge zwischen Eingangsdaten
- Eingangsdaten: Ausbauentscheidungen bei konventioneller / innovativer Planung und charakteristische Merkmale des Netzes / der Versorgungsaufgabe

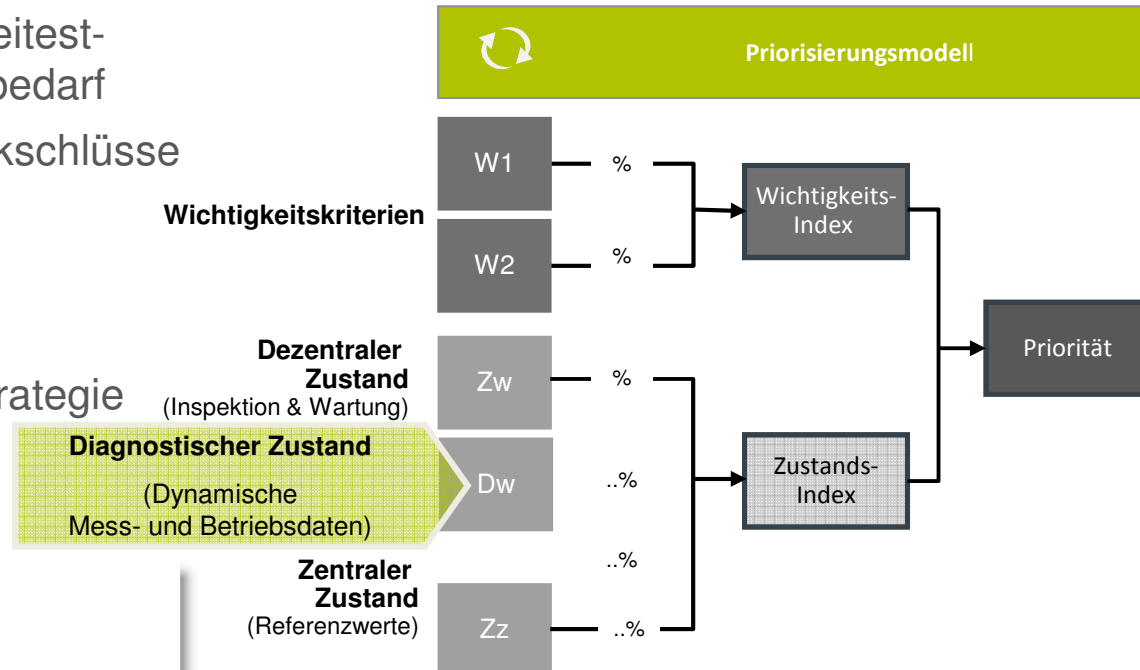
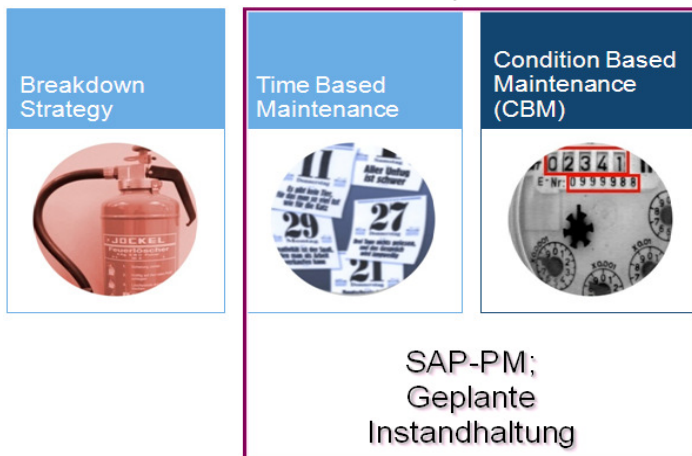


Motivation

- Heute: Instandhaltung in festen Zeitabständen, weitestgehend unabhängig von tatsächlichem Wartungsbedarf
- Zukünftig: Informationen und Messwerte, die Rückschlüsse auf tatsächlichen Wartungsbedarf ermöglichen

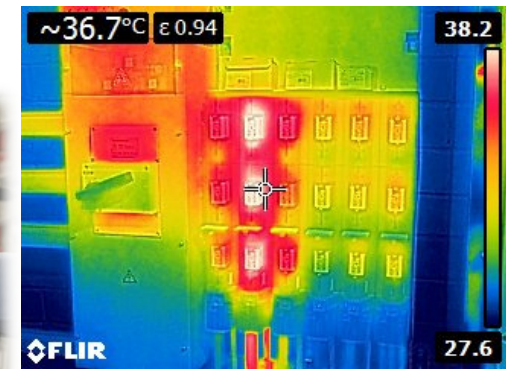
Ziele

- Umstieg von der periodischen Instandhaltung hin zur zuverlässigkeitsorientierten Instandhaltungsstrategie
- Nutzung von dynamischen Zustandsdaten
- Kosten-/Nutzenanalyse



Verwendete Messtechnik zur Zustandserfassung

- Voraussetzung: Schulung der Mitarbeiter für einheitliche Zustandsbeurteilung
- Bei jährlicher Begehung
 - Tablet zur Datenerfassung
 - Teilentladungsmessgerät
 - Wärmebildkamera
- Dauermessung
 - Testo Datenlogger
 - Raumtemperatur
 - Luftfeuchtigkeit
 - Janitza UMG 96 RM-E
 - Stationsauslastung
 - Trafotemperatur

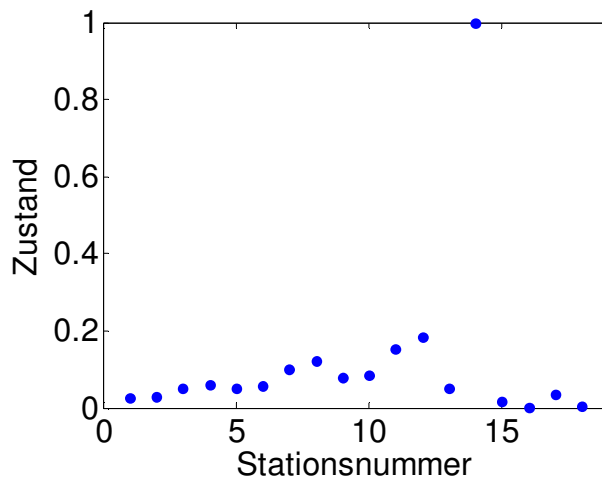


VP Instandhaltung

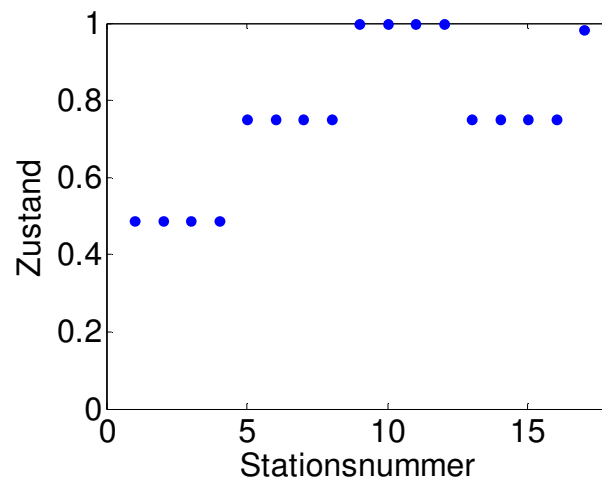
Nutzung unterschiedlicher Zustand-Bewertungsverfahren

- Kein optimales Verfahren, da jeweils spezifische Vor- und Nachteile
 - Einfluss kritischer Zuständen einzelner (sicherheitsrelevanter) Bauteile auf Gesamtzustand der Station (dominiert schlechtester Wert oder Mittelwertbildung über alle Einzelzustände?)
 - Einbindung von kontinuierlichen Messwerten ggü. Inspektionsergebnissen
 - Objektive Parametrierung und Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse
- Aktuell wird an bestmöglicher Kombination der drei Bewertungsverfahren geforscht

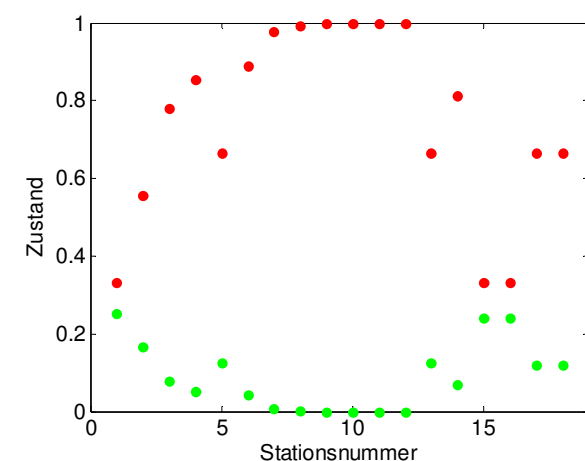
Gewichtete Summe



Fuzzy Logik



Evidenztheorie



- Verbundvorhaben Smart Area Aachen
 - Liefert einen Beitrag zur Weiterentwicklung von Smart Grids in Mittel- und Niederspannungsnetzen
 - Große thematische Bandbreite von Smart-Grid-Anwendungen,
 - im Bereich der Primärtechnik, Sekundärtechnik als auch Kommunikation
 - Von der Planung, Bau und Betrieb bis zur Instandhaltung
 - Erfolgreiche Weiterentwicklung und praktische Verifizierung von Smart-Grid-Lösungen im Feldtest
- Smart-Grid-Lösungen erfordern zukünftig
 - Sinkende Kosten, da zur Zeit oft Prototypenpreise
 - Standardisierung zur Sicherstellung der Kompatibilität untereinander
 - Aktualisierte Regelwerke für den rechtssicheren Betrieb durch Verteilnetzbetreiber
 - Personal-Weiterbildung aufgrund gestiegener technischer Komplexität
 - Vollständige regulatorische Anerkennung für wirtschaftlich sinnvolle „smarte“ Lösungen

