

UNTERSUCHUNG DER EFFEKTIVITÄT VON REGELKONZEPTEN IM VERTEILNETZ

Andreas Plank, Franz Zeilinger, Alfred Einfalt

Unsere Innovationskraft in Zahlen – Siemens insgesamt und Corporate Technology

SIEMENS

Aufwendungen in Forschung und Entwicklung



4,5 Mrd. €

FuE-Aufwendungen
im GJ 2015



32.100

FuE-Mitarbeiter¹

Erfindungen und Patente – unsere Absicherung der Zukunft



7.650

Erfindungen¹



3.700

Patenterst-
anmeldungen

Universitätskooperationen – unser Wissensvorsprung



9

CKI-Uni-
versitäten²



16

Principal-Partner-
Universitäten

1 Im Geschäftsjahr 2015

2 Centers of Knowledge Interchange

Corporate Technology – Kompetenzzentrum für Innovation und Business Excellence³



7.800

Mitarbeiter
weltweit



5.300

Software-
entwickler



1.600

Forscher



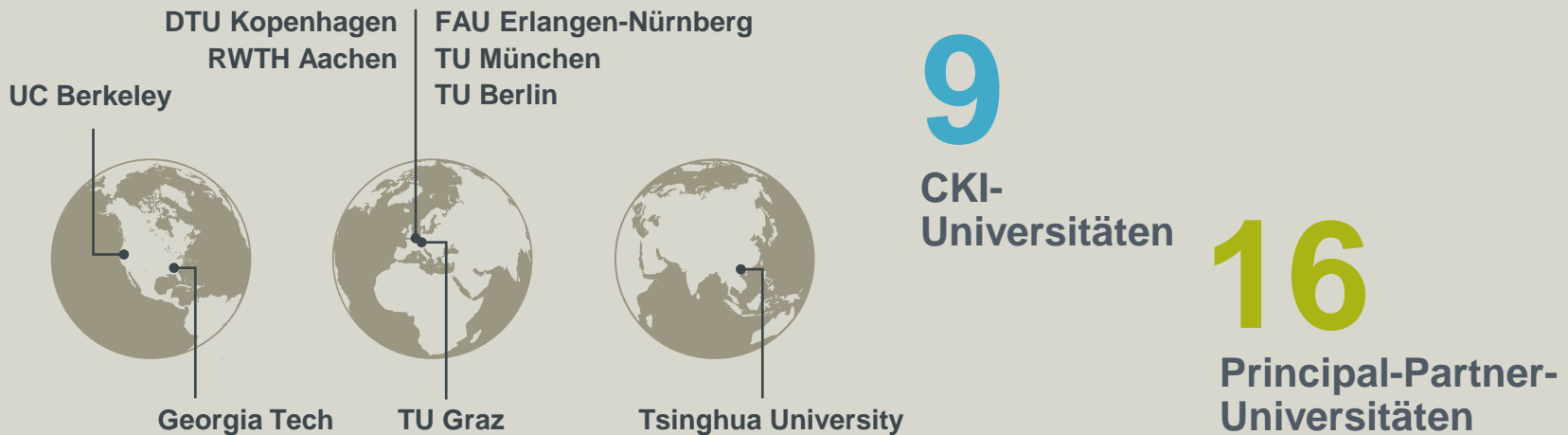
400

Patent-
experten

3 Mitarbeiterzahlen: Stand 30. September 2015

Unsere Arbeitsgebiete: Forschungsk Kooperationen – Silodenken überwinden und Potenziale ausschöpfen

SIEMENS



- Wir sind mit führenden Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen weltweit vernetzt
- Mit Open Innovation stärken wir die Innovationskraft von Siemens und erschließen das Potenzial eines vernetzten, offenen Unternehmens
- Wir verbinden die industrielle mit der akademischen Welt und fördern so intensive Forschungs- und Rekrutierungsaktivitäten
- Unsere Kooperationen mit neun Spitzenuniversitäten und die dort eingerichteten »Centers of Knowledge Interchange« (CKIs) sind hierfür ein exzellentes Beispiel

Inhalt

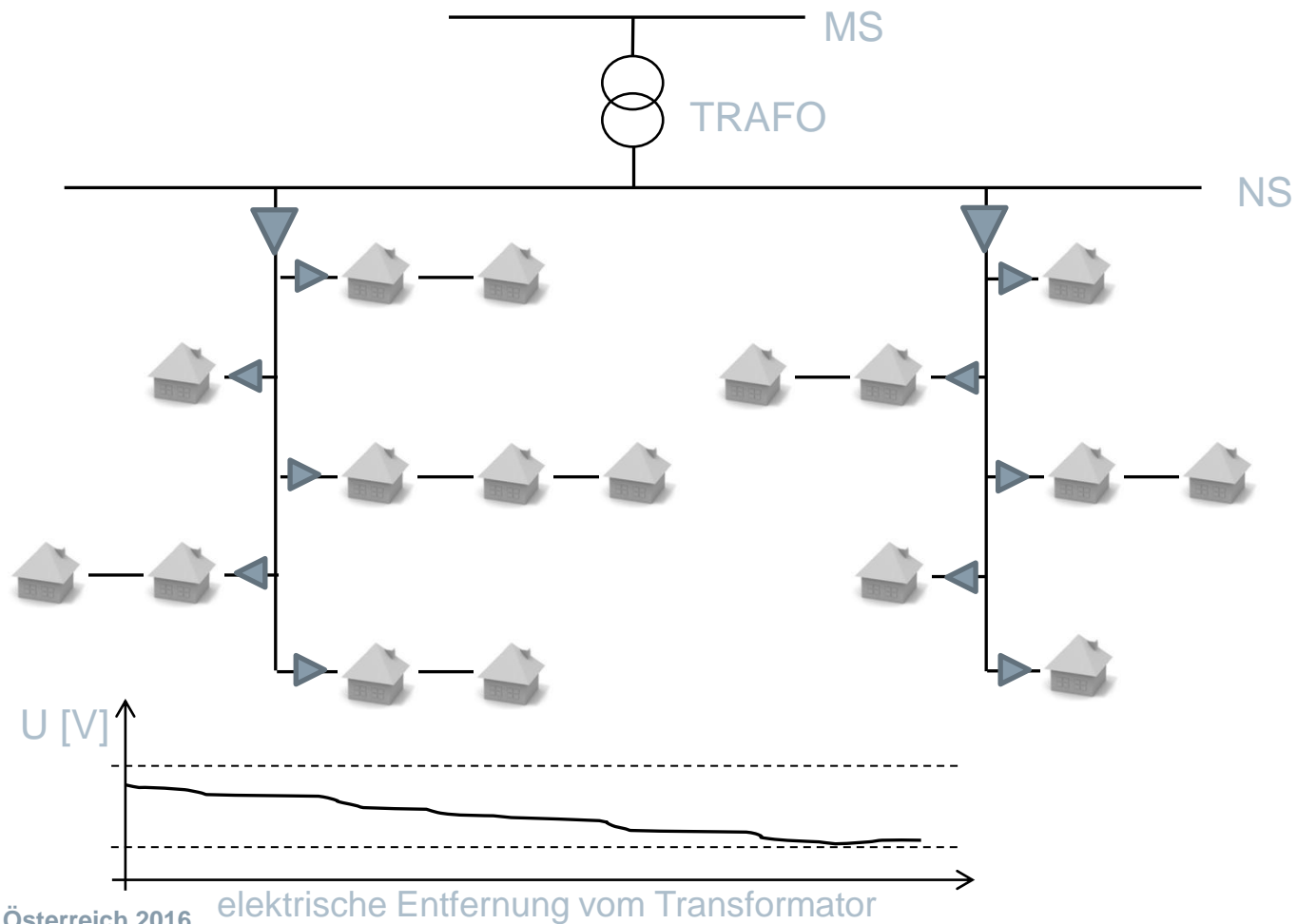
1**Problemstellung****2****Methodik****3****Ergebnisse****4****Zusammenfassung**

1

Analyse der Auswirkungen von Latenz- und Mittelungszeiten der Messwertaufnahme auf innovative Regelungskonzepte für zukünftige intelligente Niederspannungsnetze

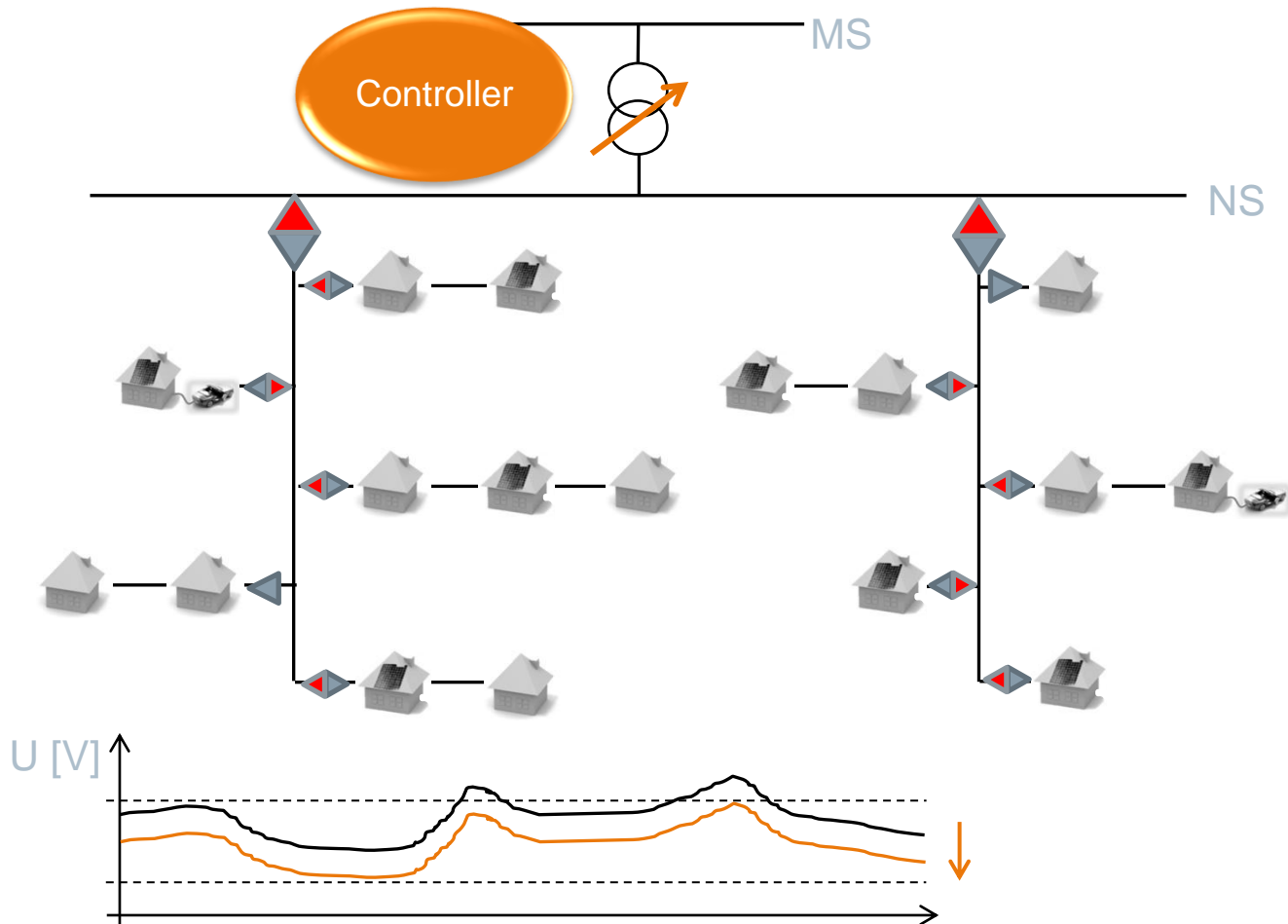
Vom Niederspannungsnetz zum Smart Low Voltage Grid (I/III)

SIEMENS



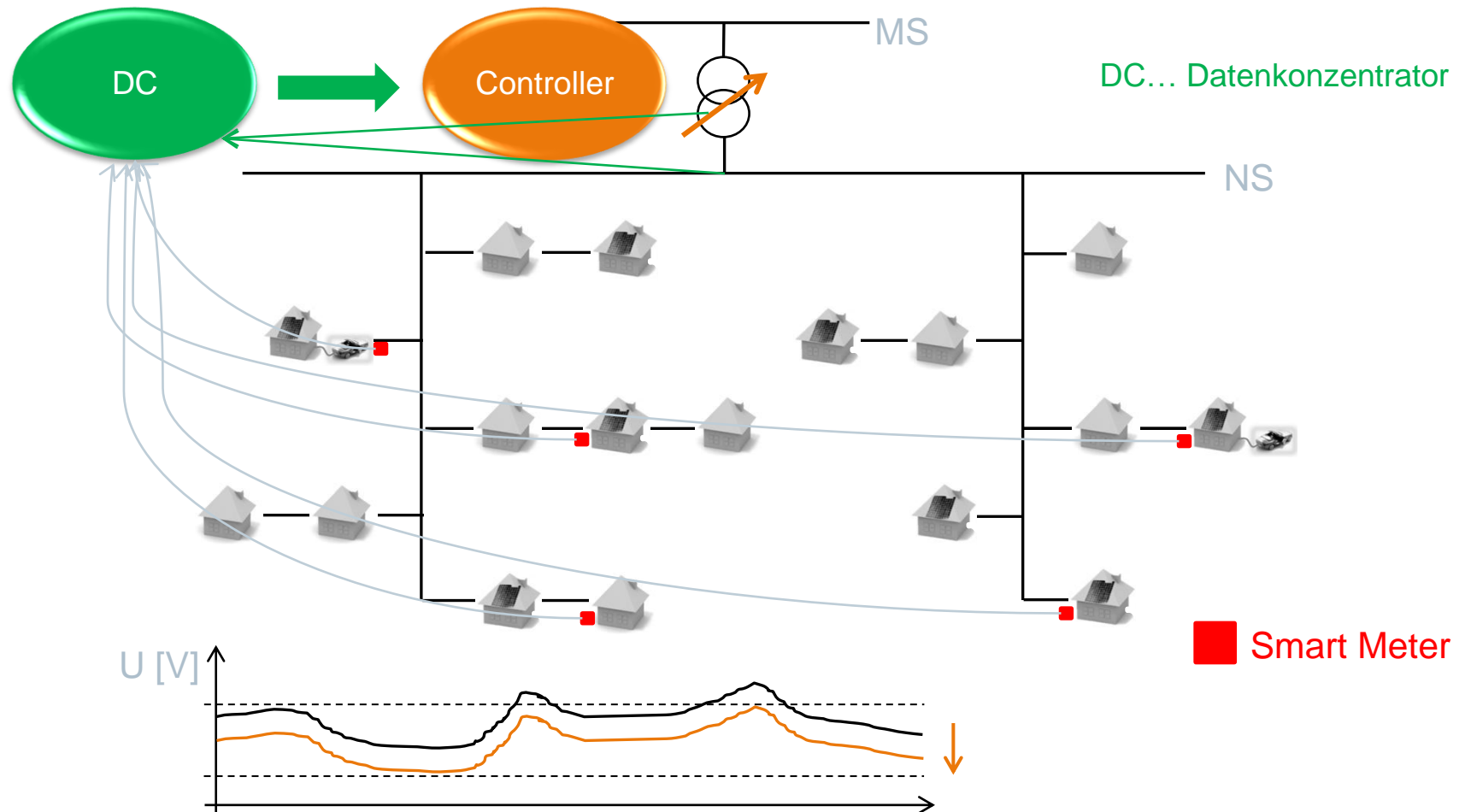
Vom Niederspannungsnetz zum Smart Low Voltage Grid (II/III)

SIEMENS



Vom Niederspannungsnetz zum Smart Low Voltage Grid (III/III)

SIEMENS



SIEMENS

Erfolgsgeschichte DG Demonet – Smart LV Grid

Erkenntnisse und offene Fragen

- Simulationen als auch Feldtestergebnisse bestätigen die generelle Anwendbarkeit der Lösungen aus “DG DemoNet Smart LV Grid”
- Wie angenommen verringert sich der Spannungsbandbedarf bei steigender Qualität der Regelungslösung (→ höhere Stufen)
- Allerdings hängen die technischen als auch ökonomischen Vorteile stark von der Art des untersuchten Niederspannungsnetzes ab.

Analyse der Auswirkung von

- Smart Meter Mittelungszeit
- Integrationsschwellwert des Reglers
- Latenzzeit
- Datenverlustwahrscheinlichkeit

als Fragestellungen für weiterführende Diplomarbeit

2

Erstellung der Simulationsumgebung

- **Abstraktion eines intelligenten Niederspannungsnetzes**

Definition der Simulationsszenarien

- **Testniederspannungsnetz**
- **Synthetische Last- und Einspeiseprofile**

Bewertung der Qualität der Regelung

Analyse der Simulationsergebnisse

Simulationsumgebung

GridSim

GridSim – Netzsimulator

- Lasten, PV-Anlagen, Smart Meter, Lastflussberechnung (PSS®Sincal)

DC

DC – Datenkonzentrator

- Einsammlung der Messwerte

CoSim

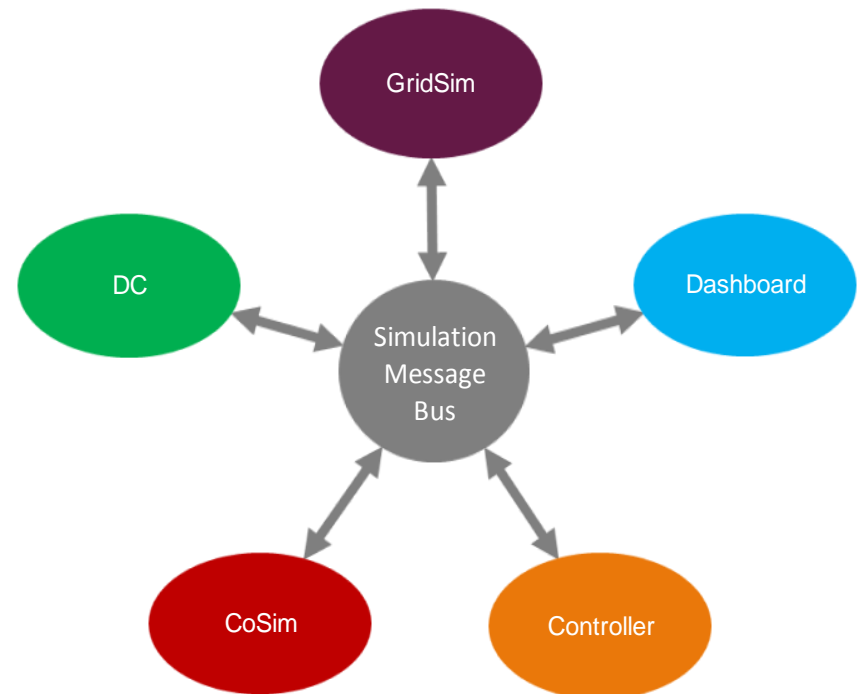
CoSim –

Kommunikationskanalsimulation

- Latenzzeit (Verzögerungszeit)
- Datenverlust

Controller

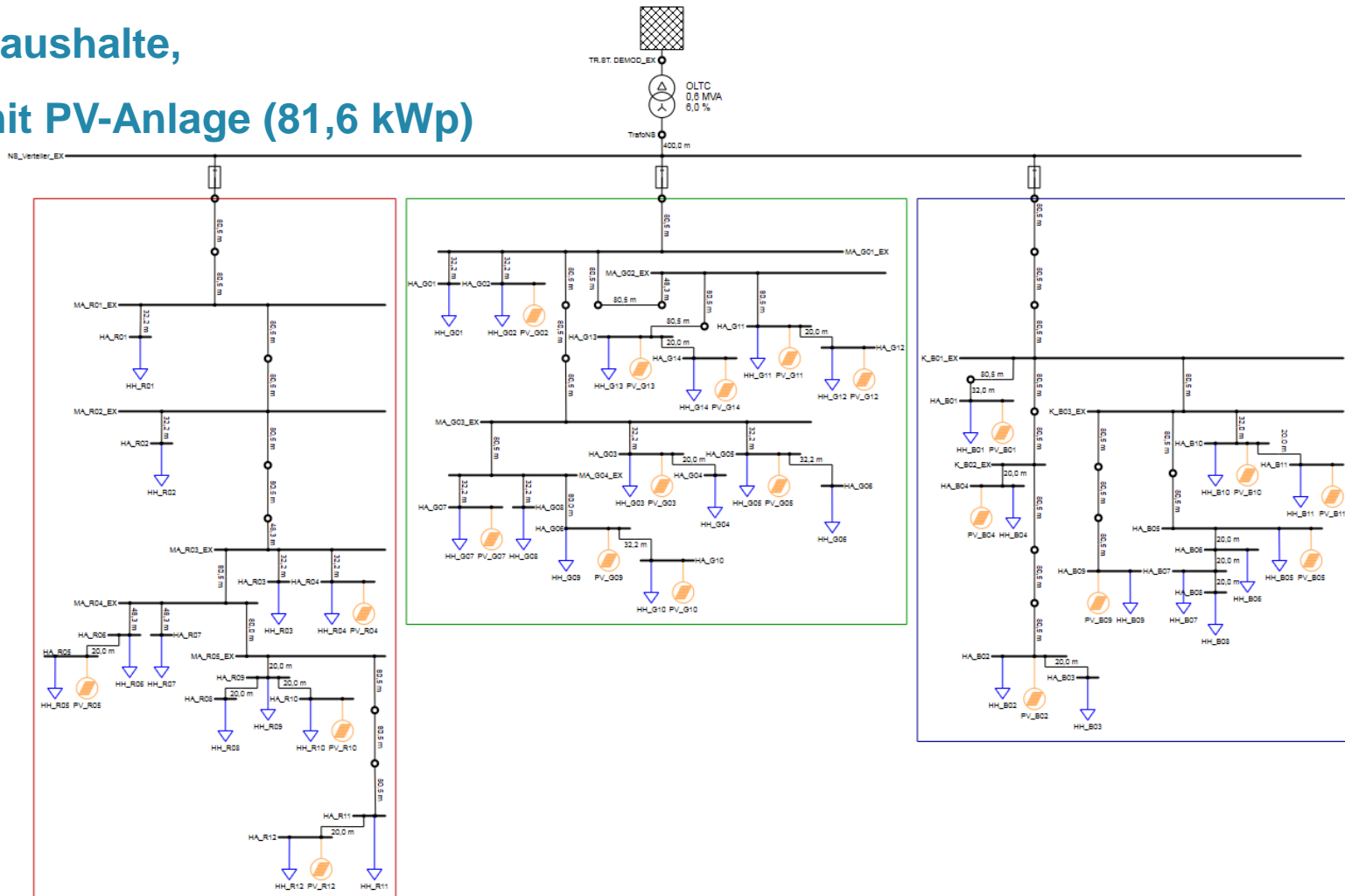
Controller – Regler



Simulationsszenarien Niederspannungsnetz zur Analyse

37 Haushalte,

21 mit PV-Anlage (81,6 kWp)



Simulationsszenarien

Last- und Einspeiseprofile

9 Szenarien

- sonnig, wechselhaft, bedeckt
 - Sommer/Werktag
 - Übergang/Sonntag
 - Winter/Samstag

Datengrundlage aus EDLEM-Datenbank

- TU Wien–ESEA, (Franz Zeilinger)

Bewertung der Qualität der Regelung

Kriterium 1:

Einhaltung der Norm EN50160 (Spannungsqualität):

- $\pm 10\%$, 95% der 10-Minuten-Spannungsmittelwerte
- Mittelspannung = 20kV (konstant)
- Verschärfte Bedingung: $\pm 5\%$

Kriterium 2:

Geringe Anzahl an Schalthandlungen des regelbaren Ortsnetztransformators pro Tag

Ergebnisse

3

Alle Ergebnisse im Detail sind in der Diplomarbeit „Auswirkungen von Latenz- und Mittelungszeiten auf neue Regelungskonzepte für Niederspannungsnetze“ von DI Andreas Plank nachzulesen.



Definition der Kenngrößen T_{SMM} und ISW

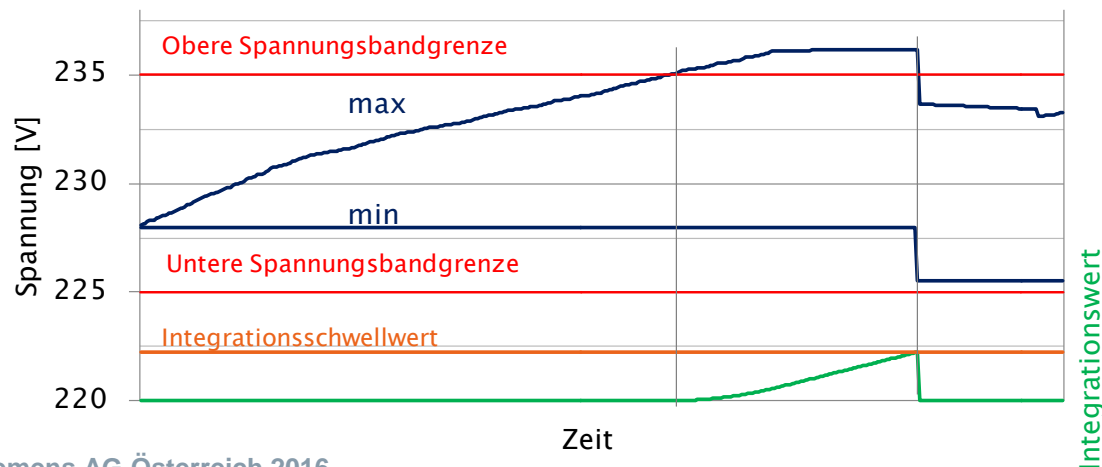
Smart Meter Mittelungszeit T_{SMM}

- Gleitende Mittelwerte der EGDA Funktion
- Mittelwert zum Zeitpunkt t_x :
- Untersuchte Intervalle
→ 1s bis 30min gl. Mittelwerte

$$U_{t_x} = \frac{1}{T_{SMM}} \cdot \int_{t_x - T_{SMM}}^{t_x} u(t) dt$$

Integrationsschwellwert ISW

- Beobachtung der min. und max. Werte
- Integrationsschwellwert überschritten → Schaltbefehl



Ergebnisse: Spannungsqualität

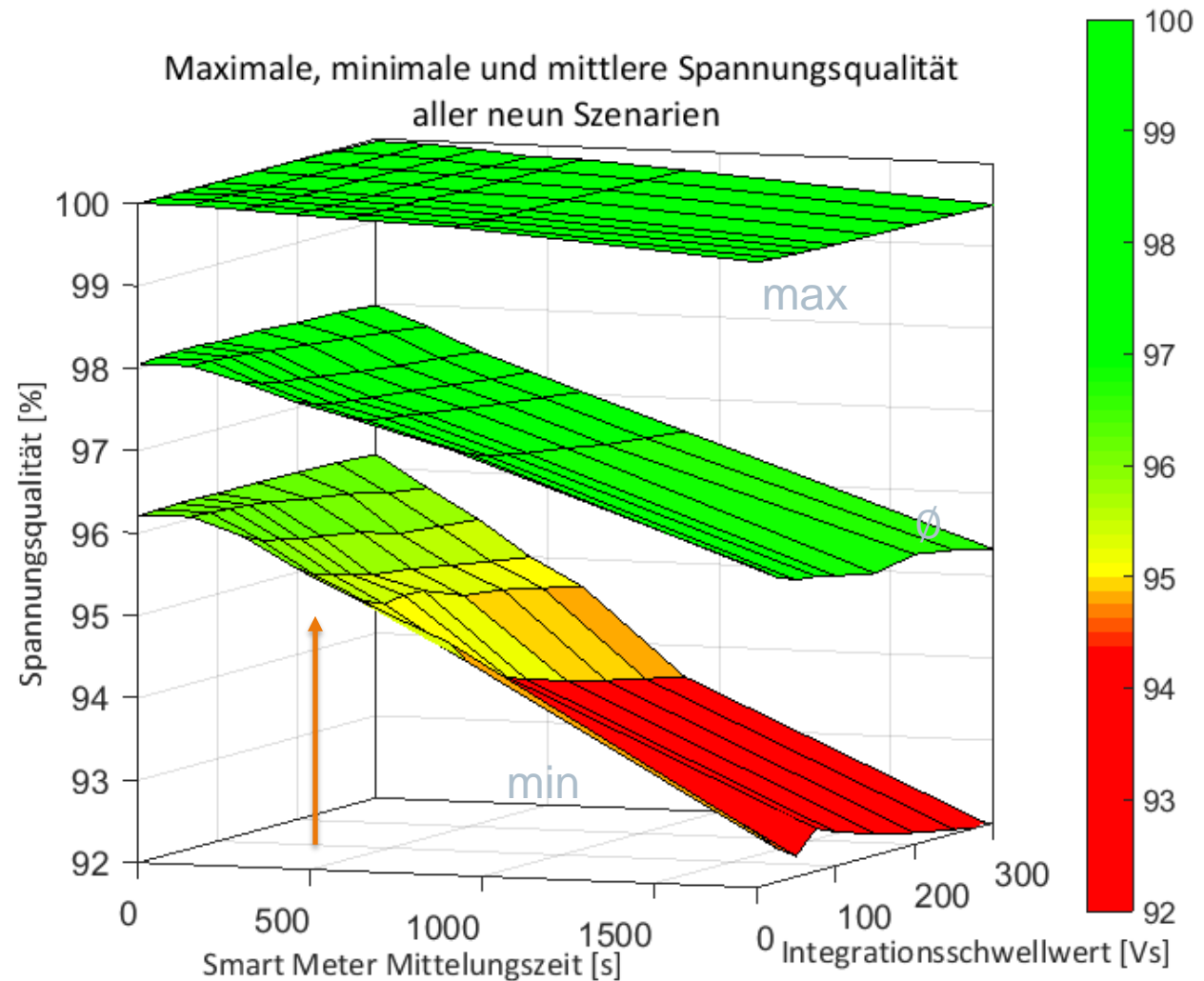
Erhöhung der Mittelungszeit
→ Spannungsqualität sinkt

Erhöhung des Integrations-
schwellwertes
→ Spannungsqualität sinkt

Smart LV Grid – Feldtest

→ SMM: 5min

→ ISW: 100Vs



Ergebnisse: RONT Schalthandlungen

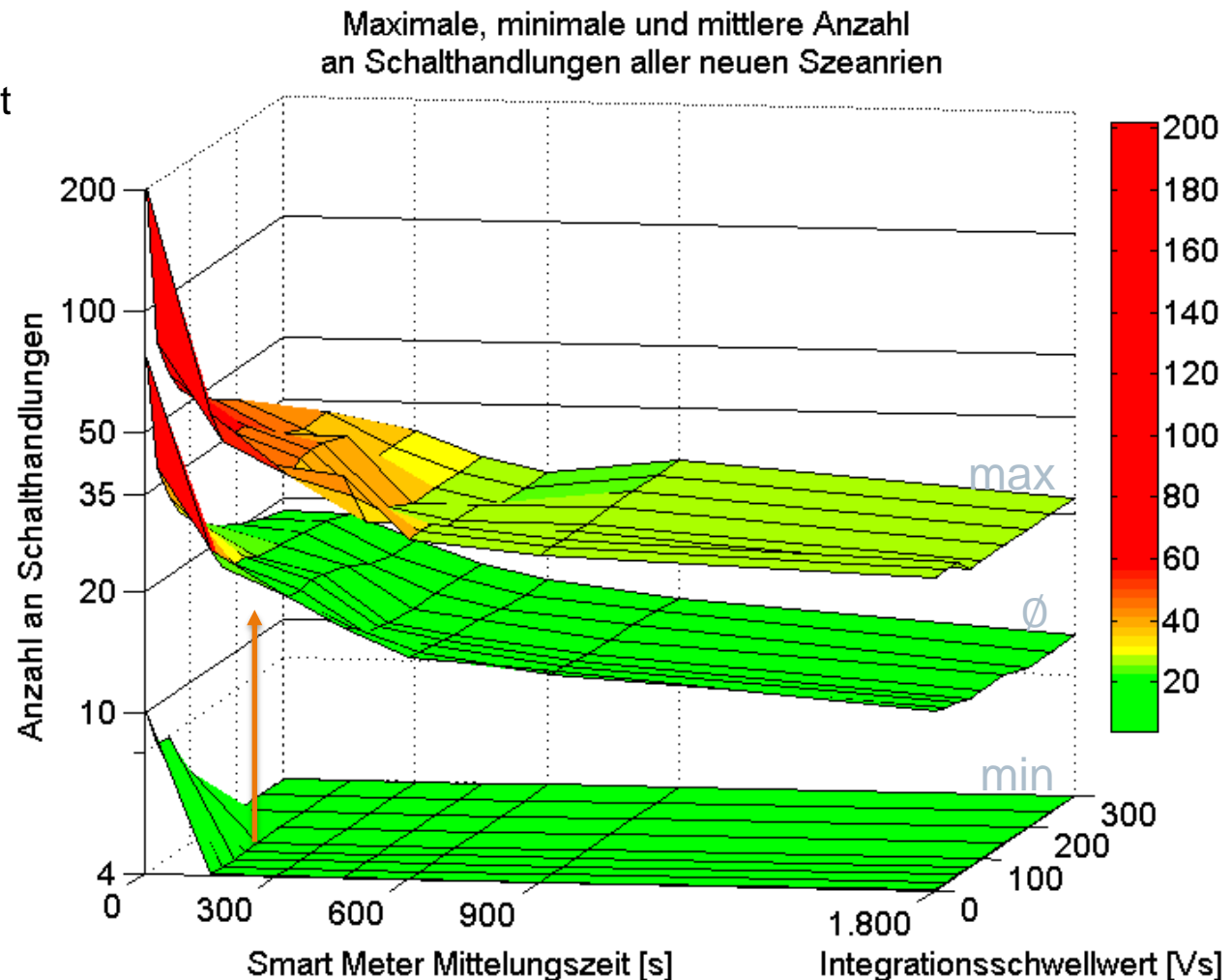
+ Erhöhung der Mittelungszeit
→ Anzahl der RONT
Schalthandlungen sinkt

+ Erhöhung des Integrations-
schwellwertes
→ Anzahl an RONT
Schalthandlungen sinkt

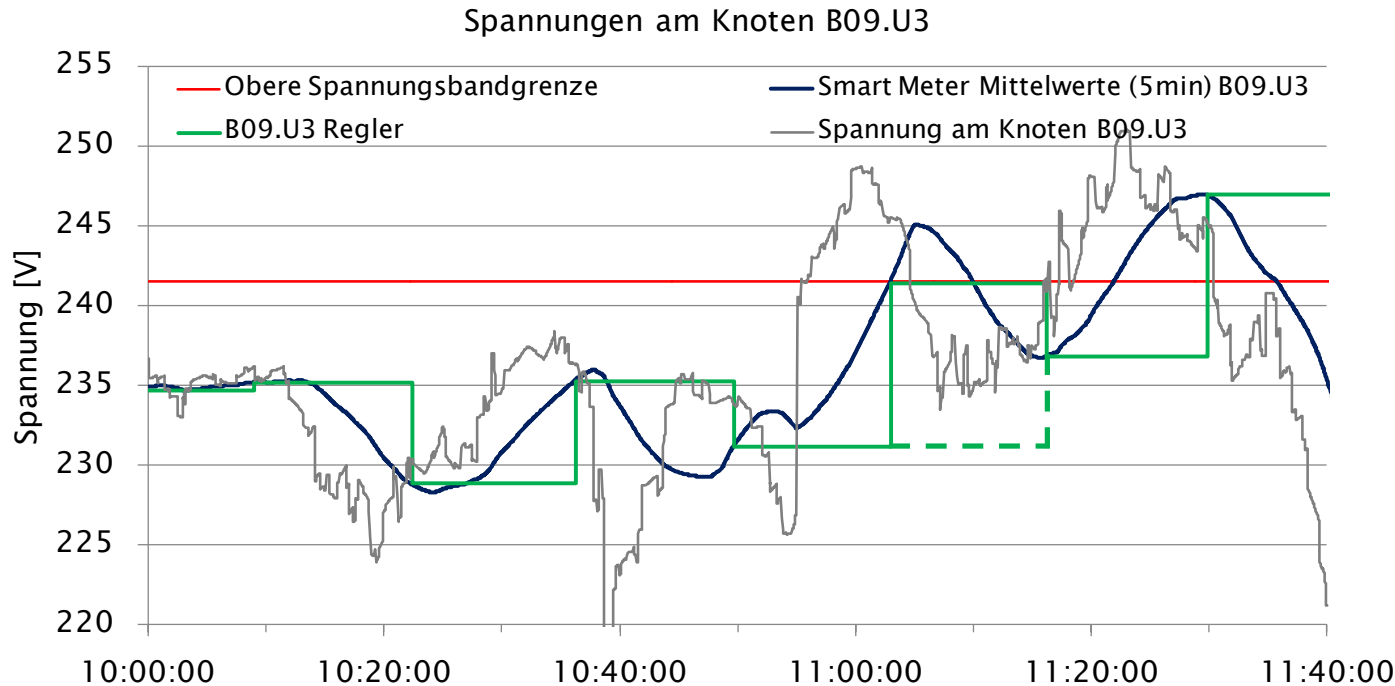
Smart LV Grid – Feldtest

→ SMM: 5min

→ ISW: 100Vs



Auswirkungen von Latenzzeit und Paketverlustwahrscheinlichkeit

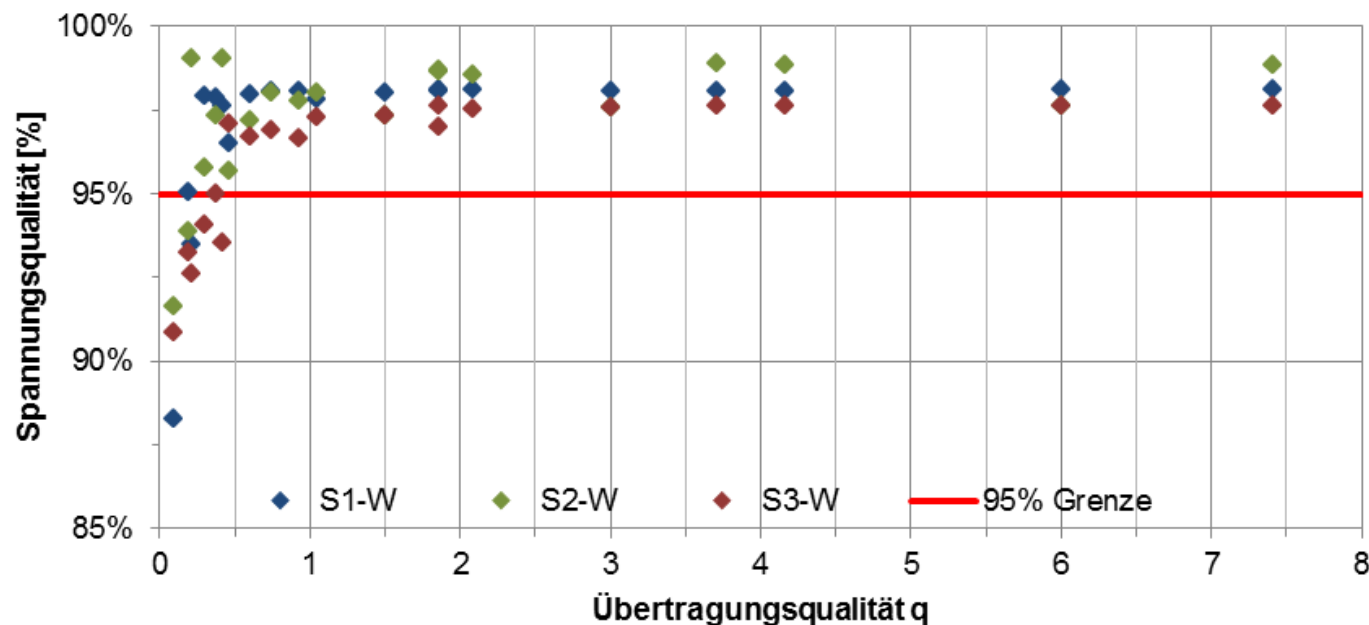


- Definition eines Kennwertes für Übertragungsqualität $q = \frac{Q}{Q_0} = \frac{1}{Q_0} \frac{T_{SMM}}{2 \cdot T_{MD}} \cdot (1 - LP)^2$
 - Kommunikationskanal verbessern $\rightarrow LP, T_{MD}$
 - Anzahl der Smart Meter mit EGDA reduzieren $\rightarrow Q_0$
 - Smart Meter Mittelungszeit erhöhen $\rightarrow T_{SMM}$

Ergebnisse hinsichtlich Latenzzeit und Ausfallwahrscheinlichkeit

Es kommt auf das Verhältnis an!

- Verhalten des Übertragungskanal (Verzögerungszeit und Verlustwahrsch.) bestimmt nicht allein die Qualität der Regelung
- Smart Meter Mittelungszeit und die Gesamtanzahl zu übertragender Werte
- $q > 1 \rightarrow$ gute Qualität der Regelung garantiert
- $q > 0,5 \rightarrow$ geforderte Spannungsqualität eingehalten



4

Bestätigung der Parametrierung für die im Rahmen von DG Demonet Smart LV Grid entwickelten Lösungen für ein aktives Niederspannungsnetzmanagement.

Zusammenfassung

- Szenariendefinition erfordert aktive Regelung um EN50160 zu erfüllen
- Qualität der Regelung gut, wenn
 - Smart Meter Mittelungszeit im Bereich 5-10 min
 - Integrationsschwellwert 25-150 Vs
 - Smart Meter Mittelungszeit im gewählten Szenario ausschlaggebend
- Übertragungsqualität abhängig von Verhältnis
 - Smart Meter Mittelungszeit
 - Qualität des Kommunikationskanal
 - Anzahl der Smart Meter
- Optimale Abstimmung der parametrierbaren Kenngrößen (T_{SMM} und ISW) zu den physikalischen Gegebenheiten (PLC Übertragungsqualität)
 - Z.B: T_{SMM} erhöhen um Übertragungsqualität q zu verbessern, wenn ausreichend Abstand zu Spannungsqualitätsgrenzen vorhanden
- Regelalgorithmus sehr robust und Auswahl der Kenngrößen im Projekt DG Demonet Smart LV Grid waren mit entsprechender Sicherheit gut gewählt

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. Dr. Alfred Einfalt

Siemens AG Österreich

Corporate Technology

Siemensstraße 90

1210 Wien

Internet

siemens.at

siemens.com/innovationen

E-Mail

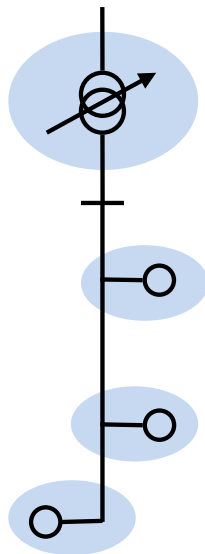
alfred.einfalt@siemens.com

Erfolgsgeschichte DG Demonet – Smart LV Grid

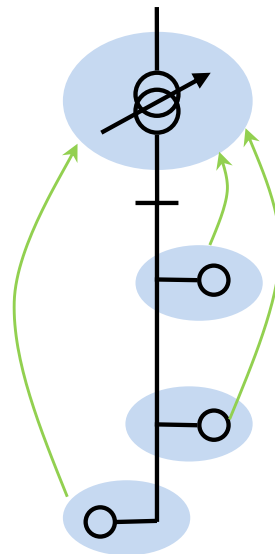
Mehrstufiges Regelungskonzept im Praxistest

SIEMENS

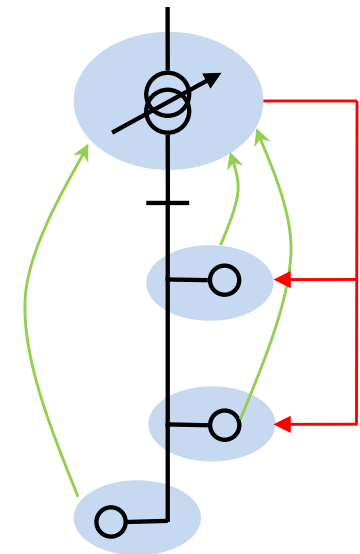
Lokale Regelung



Fernregelung



Koordinierte Regelung



local control border



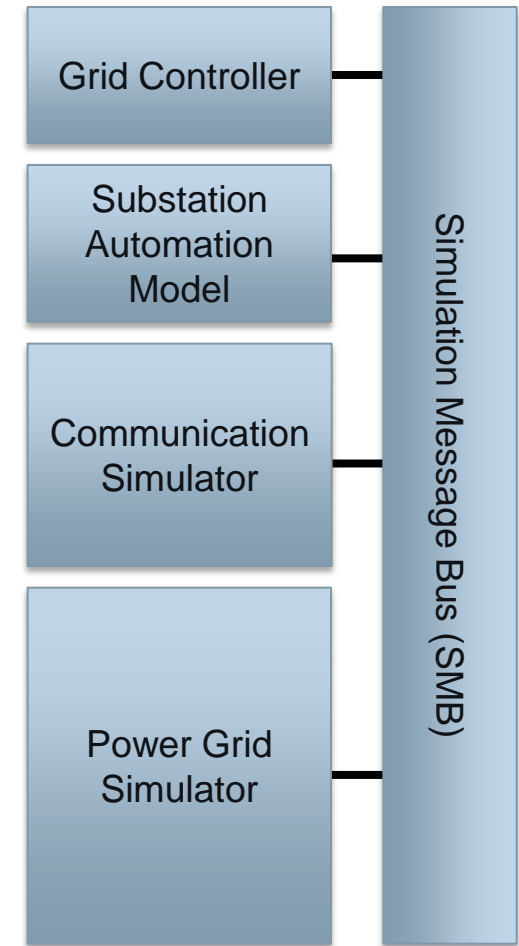
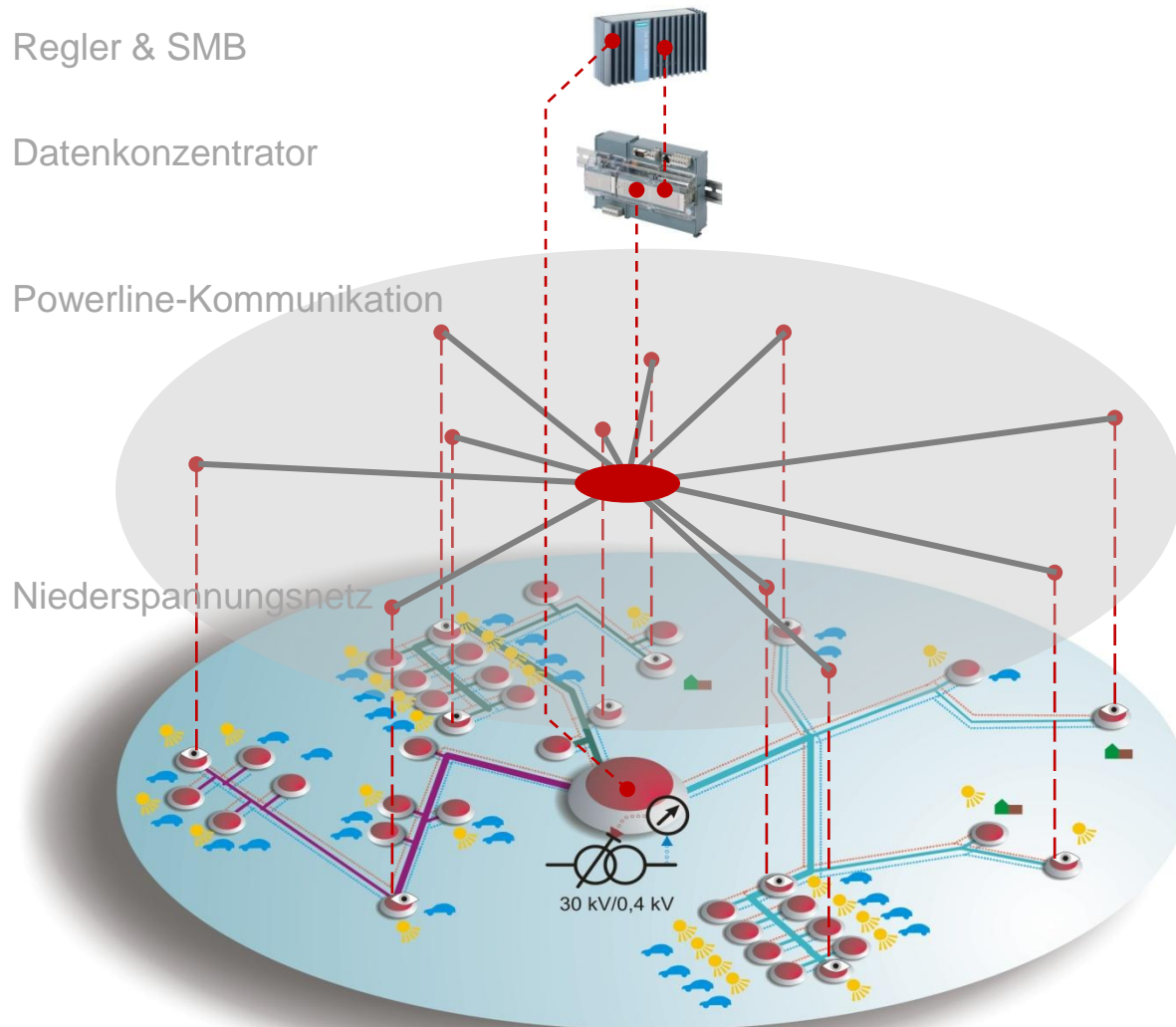
measurement

controller set values
(broadcast)

Grafik: Kupzog

Erfolgsgeschichte DG Demonet – Smart LV Grid Co-Simulation und Rapid Prototyping

SIEMENS



Modellierung