

Entwicklung einer Methodik zur Bewertung von kleinteiligen Flexibilitätsoptionen in digitalisierten Verteilnetzstrukturen

Referent:

Thomas Estermann

Betreuer:

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wagner

Mentor:

Dr.-Ing. Roland Hofer

Promotionsführende Einrichtung:

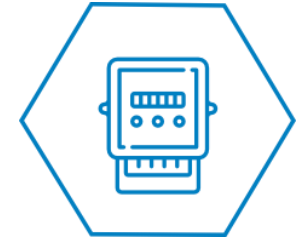
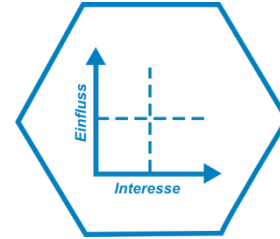
Elektro- und Informationstechnik der TU München

Agenda

- 1 Forschungsaspekte und Methodik
- 2 Analyse der Verteilnetzbelastung
- 3 Koordinierung des Flexibilitätseinsatzes
- 4 Einbindung der Smart-Meter-Infrastruktur
- 5 Ausblick

Forschungsaspekte und Methodik

Forschungsaspekte



Methodischer Ansatz

Bestandsanalysen

- Reales Mittel- und Niederspannungsgebiet
- Flexibilitätsoptionen
- iMSys-Architektur

Netzzustandsbewertung

- Lastflusssimulation zur Netzzustandsprognose
- Ableitung eines Flexibilitätsbedarf

Auswahlmechanismus

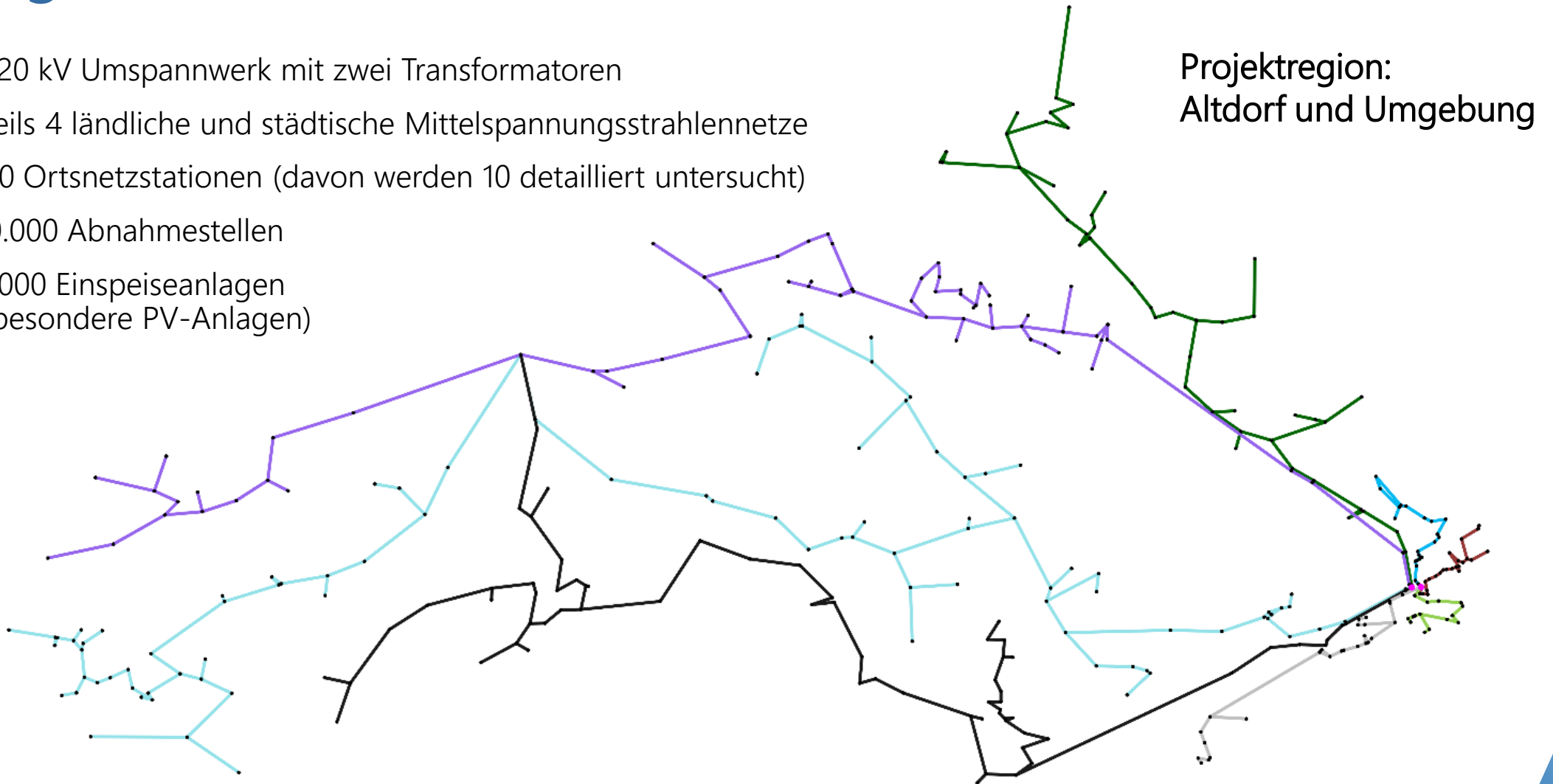
- Effektivität von Anlagen zur Bedarfsbedienung
- Berücksichtigung von technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen

Bewertung & Einordnung

- Einsatzauswertung mit Lastflusssimulation
- Umsetzbarkeit mittels der iMSys-Architektur
- Energiewirtschaftlicher Kontext

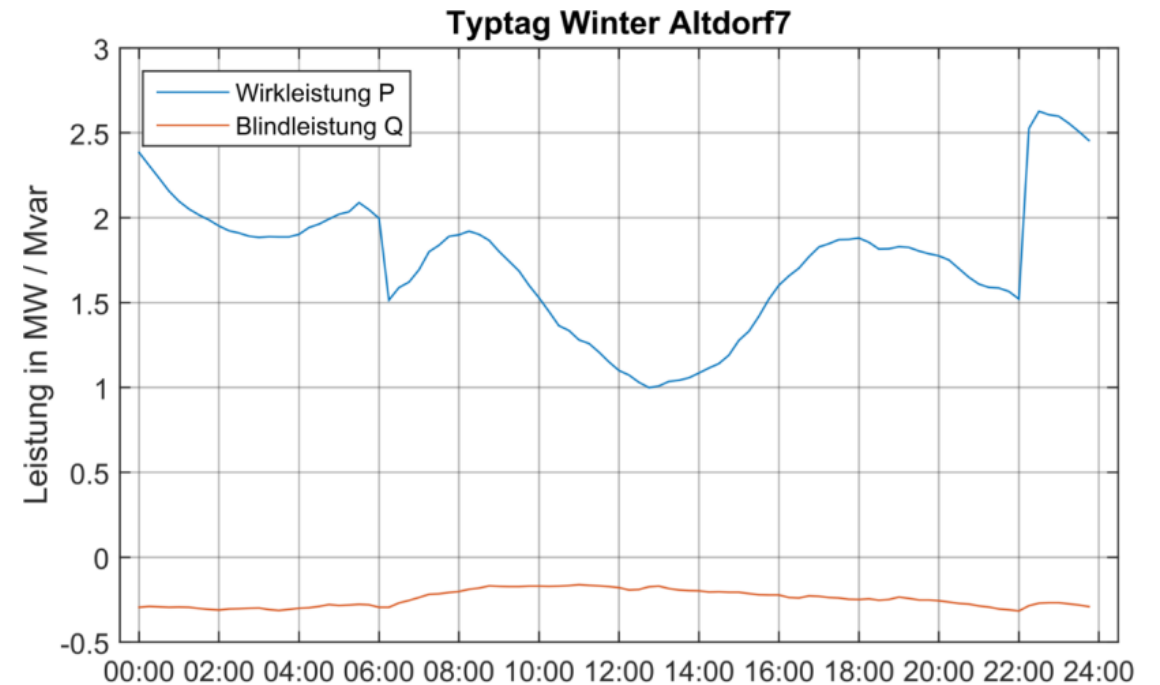
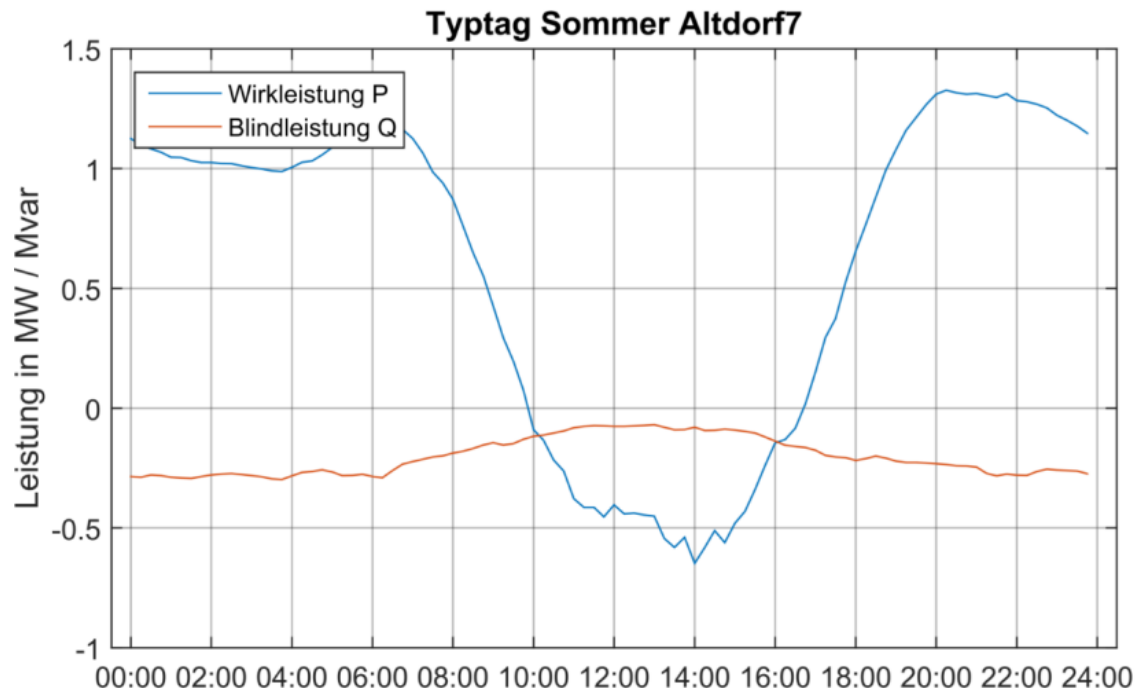
Netzbelastung: Untersuchungen in einem realen Netzgebiet

- 110/20 kV Umspannwerk mit zwei Transformatoren
- Jeweils 4 ländliche und städtische Mittelspannungsstrahlennetze
- ~230 Ortsnetzstationen (davon werden 10 detailliert untersucht)
- ~ 10.000 Abnahmestellen
- ~ 2.000 Einspeiseanlagen (insbesondere PV-Anlagen)



Wie sieht die Netzbelastung „heute“ in der Region aus?

Netzbelastung: Exemplarische Auswertung der UW-Messdaten



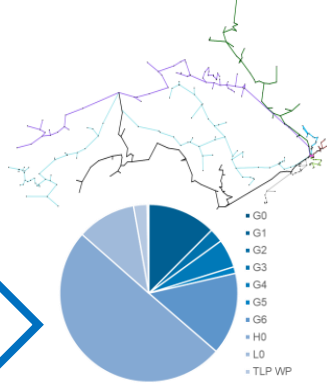
- Umkehr des Lastflusses im PV-geprägten Netzgebiet (~ 4 MW PV-Leistung installiert)
- Bei steigender PV-Einspeisung wird das Blindleistungsverhalten im Strang induktiver

- Erkennbarer Einfluss der PV-Erzeugung
- Hoher Lastsprung durch vorwärts- und rückwärtsgerichtete Nachtspeicherheizungen

Bestandsanalyse der Netzbelastung als Basis für weitere Untersuchungen!

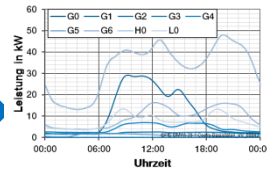
Netzdienlicher Flexibilitätseinsatz – Simulative Ermittlung und Einordnung

Netztopologie in GridSim integrieren



Zuweisung historischer Belastungsdaten je ONT

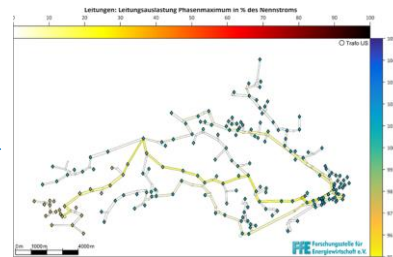
Abbildung der „Knotennetze“ mit SLP & EE-Profilen (hist. Werte & Prognosen)



Detailbetrachtung einzelner Niederspannungsnetze

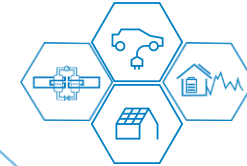


Ermittlung und Bewertung der Gesamtbelastung im Netzgebiet



Individuelle Netzampel-Parametrisierung

	Strombelastung bezogen auf die thermische Tragfähigkeit		Spannungsband bezogen auf die Nennspannung	
	Leitung	Transformator	Max. Spannung	Min. Spannung
Niederspannung (U _N =0,4 kV)	Rot	> 100 %	> 110 %	< 90 %
	Gelb	≥ 90 %	≥ 107 %	≤ 93 %
	Grün	< 90 %	< 107 %	> 93 %
Mittelspannung (U _N =20 kV)	Rot	> 100 %	> 106,5 %	< 95,5 %
	Gelb	≥ 90 %	≥ 105 %	< 97,5 %
	Grün	< 90 %	< 105 %	> 97,5 %



Koordinierungsmodul

Effektivitätsbewertung für die Bestimmung des technischen Einflusses von Flexibilität

Koordinierter Flexibilitätseinsatz unter Berücksichtigung lokaler Restriktionen

Anpassung und Auswertung des Betriebsverhaltens

Netzampel

Netz ist engpassbehaftet (gelbe/rote Ampelphase)

Netz ist engpassfrei (grüne Ampelphase)

Für einen Auswahlprozess ist die technische Effektivität einer Flexibilitätserbringung entscheidend!

Koordinierung Flexibilitätseinsatz: Methodischer Ansatz zur Effektivitätsbestimmung

Ziele:

- Initiale Bestimmung des Einflusses einer Flexibilität auf beliebige lokale Netzprobleme
- Linearisierung des Flexibilitätseinflusses
- Anwendbarkeit für Maschen- und Strahlennetze sowie dynamische Netzumschaltungen



Integration der Netztopologie



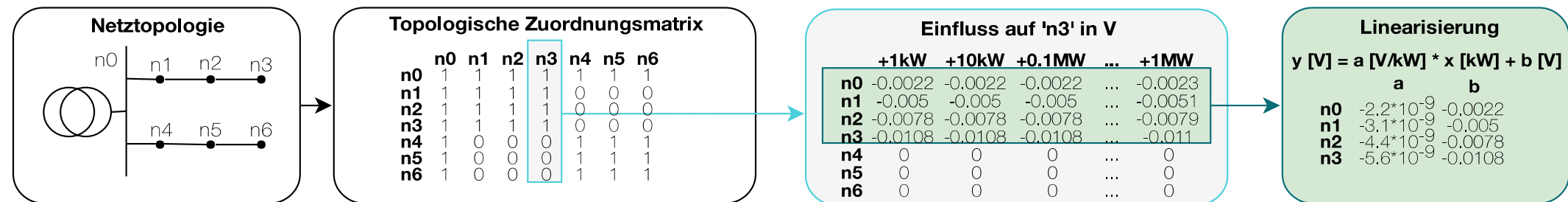
Bildung der topologischen Zuordnungsmatrix



Iterative Simulation der Effektivität



Linearisierung je Knoten



Unsicherheiten bzgl. Netzbetriebspunkt, Linearisierungsbereich, Übertragbarkeit etc. noch detaillierter zu untersuchen

Umsetzbarkeit von Schaltungen mit intelligenten Messsystemen

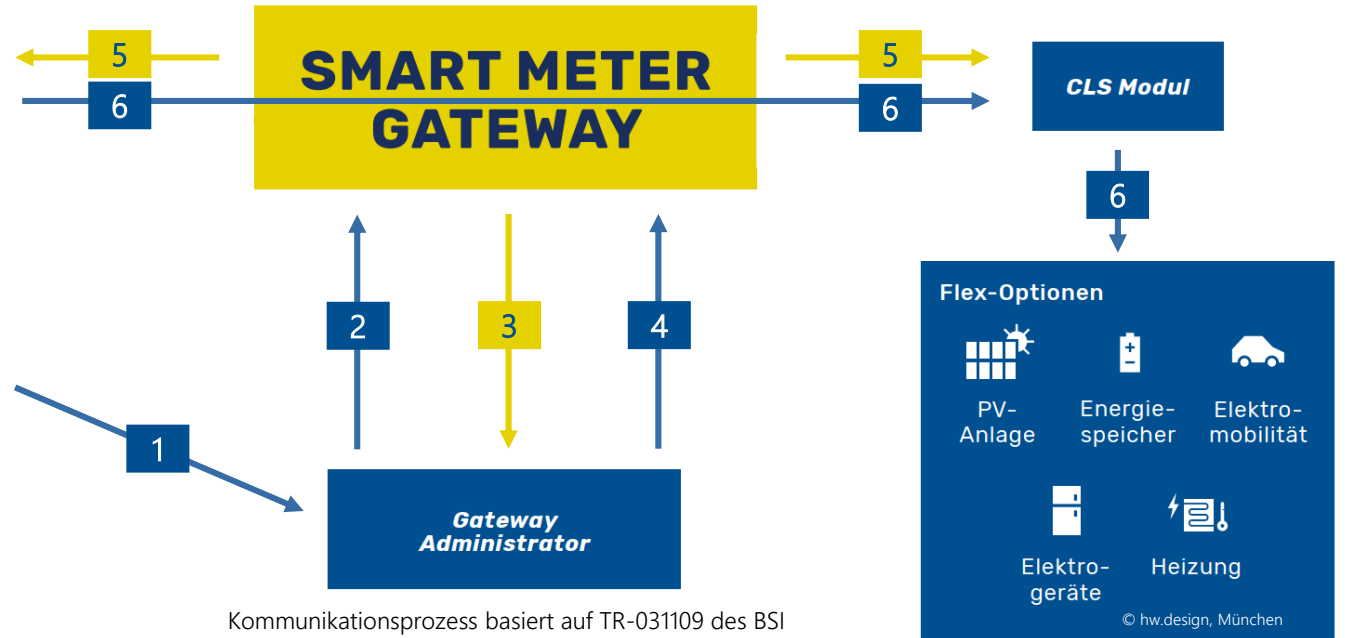


Koordinierungsmodul

Effektivitätsbewertung für die Bestimmung des technischen Einflusses von Flexibilität

Koordinierter Flexibilitätseinsatz unter Berücksichtigung lokaler Restriktionen

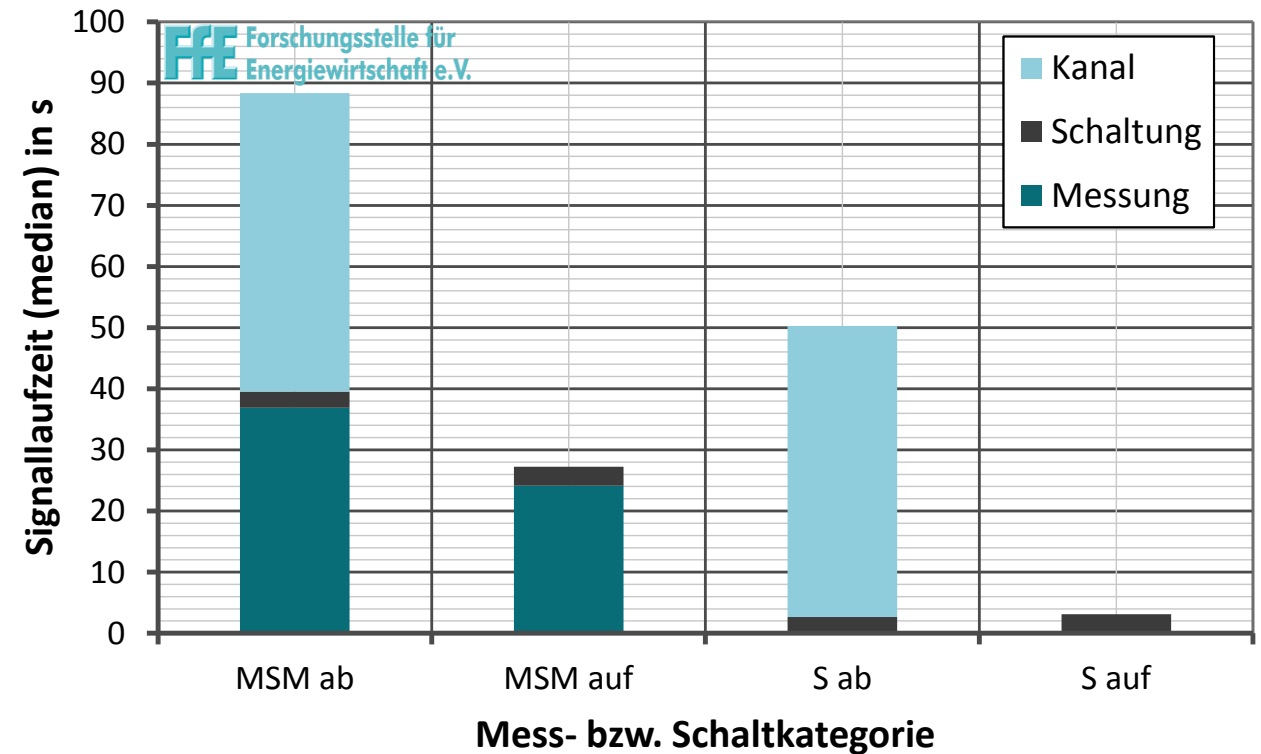
Anpassung und Auswertung des Betriebsverhaltens



Wie ist die Performance dieser neuen Architektur?

Ergebnisse des Steuerbox-Feldversuchs

- **Projektpartner:**
Bayernwerk, E.ON Metering und FfE e.V.
- **Zielsetzung:**
Performancebewertung der iMSys + Steuerbox
- **Set-Up:**
Ausstattung von 14 Testprobanden mit steuerbaren PV-Anlagen (§9 EEG)
- **Durchführung:**
2.100 Schaltung bei ab-/aufgebautem Kanal sowie mit / ohne Messungen



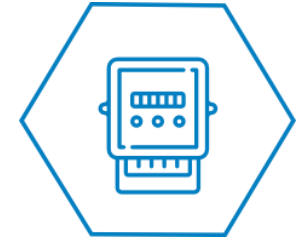
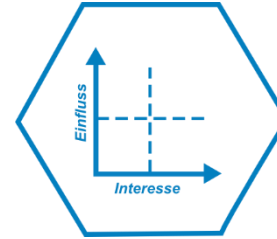
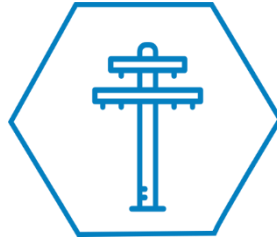
©FFE BMWi-39-6 CsellS-Handlungsempfehlungen_eV_00001

- Fazit**
- Signallaufzeit erfüllt die Anforderung der Kaskade (VDE-AR-N 4140)
 - Gute Reproduzierbarkeit der Signallaufzeiten
 - Zuverlässigkeit der Schaltung bei ~ 99%
 - Individuelle Wahl der Mess- bzw. Schaltkategorie

Weitere Analysen mit unterschiedlichen Komponenten notwendig und geplant!

Ausblick

Forschungs-
aspekte



Methodischer
Ansatz

Bestandsanalysen

- Reales Mittel- und Niederspannungsgebiet
- Flexibilitätsoptionen
- iMSys-Architektur

Netzzustands- bewertung

- Lastflusssimulation zur Netzzustandsprognose
- Ableitung eines Flexibilitätsbedarf

Auswahlmechanismus

- Effektivität von Anlagen zur Bedarfsbedienung
- Berücksichtigung von technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen

Bewertung & Einordnung

- Einsatzauswertung mit Lastflusssimulation
- Umsetzbarkeit mittels der iMSys-Architektur
- Energiewirtschaftlicher Kontext

Nächsten Arbeitsschritte

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Thomas Estermann
testermann@ffe.de

