

# Zuverlässigkeitsanalyse der Prozesskette für eine netzorientierte Steuerung nach §14a EnWG

19. SYMPOSIUM ENERGIEINNOVATION GRAZ

Charlotte Weitzel(\*), Prof. Dr. David Echnacht, Christoph Christofolini, Dr. Xiaohu Tao

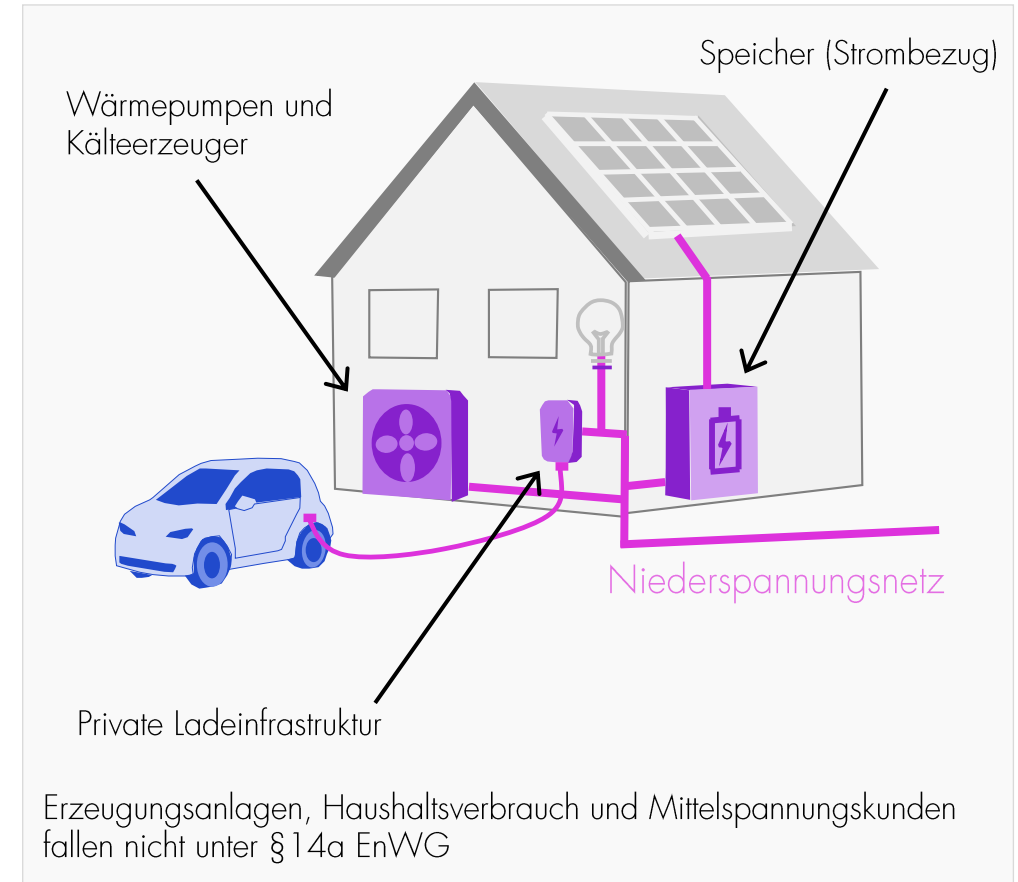
# Mit steigender Zahl an steuerbaren Verbrauchseinrichtungen gewinnt das Engpassmanagement in der Niederspannung an Bedeutung

- Grundidee § 14a EnWG: Netzbetreiber dürfen Anschluss steuerbarer Verbrauchseinrichtungen in **Niederspannungsebene** nicht mehr mit Verweis auf lokale Netzüberlastung ablehnen oder verzögern, dafür aber bei **drohender betrieblicher Überlastung** Leistung der steuerbaren Verbrauchseinrichtungen (SteuVE) temporär reduzieren
- Ab 2029 nur noch **netzorientierte Echtzeit-Steuerung** durch Netzbetreiber bei messtechnisch festgestellter Engpasssituation zulässig
- Für Steuerbarkeit erhält Netzkunde **finanziellen Ausgleich**
- Leistungsreduktion erfolgt über intelligentes Messsystem (iMSys) und Steuerbox
- Falls in engpassbehaftetem Niederspannungsnetz Engpässe nicht zuverlässig erkannt und Leistung von SteuVE nicht reduziert wird, kommt es zu Schutzauslösung (Sicherungen in der Ortsnetzstation) und Nichtversorgung

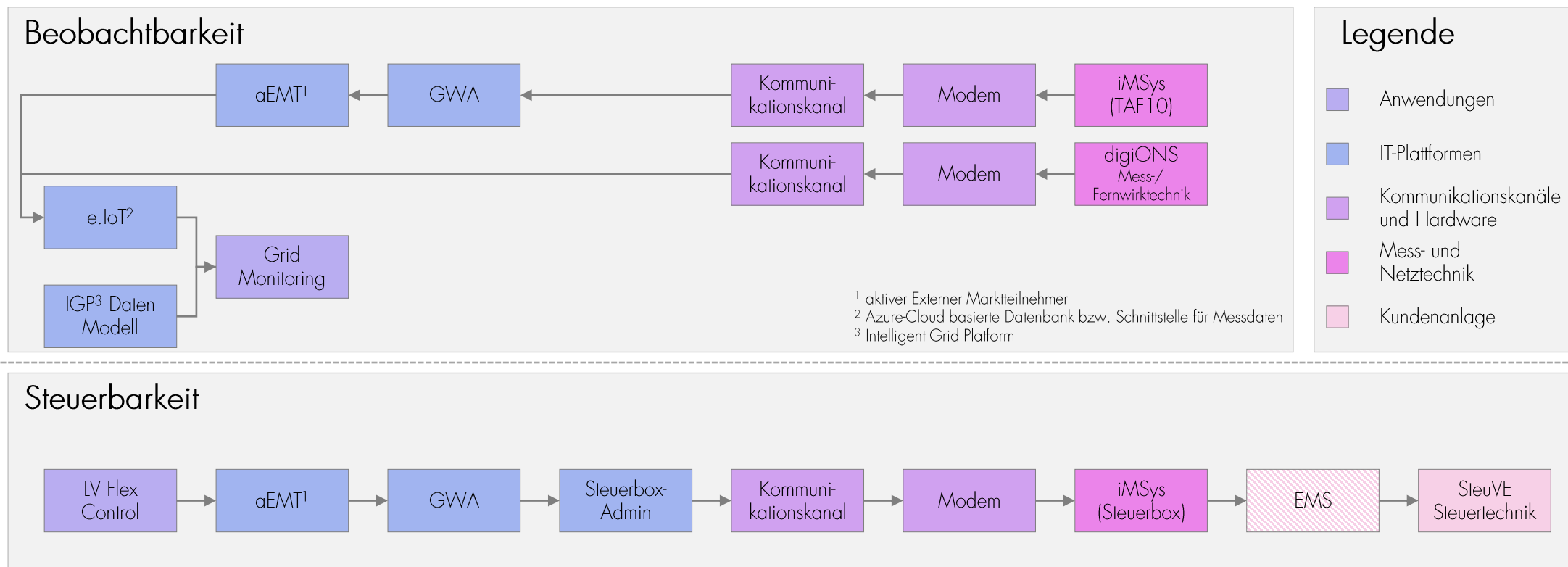


Analyse der Zuverlässigkeit der Prozesskette für netzorientierte Steuerung und Anforderungen an Redundanzen sowie mögliche Fallbacklösungen

## Übersicht steuerbare Verbrauchseinrichtungen



# Überblick über die Prozesskette für netzorientierte Steuerung nach §14a EnWG

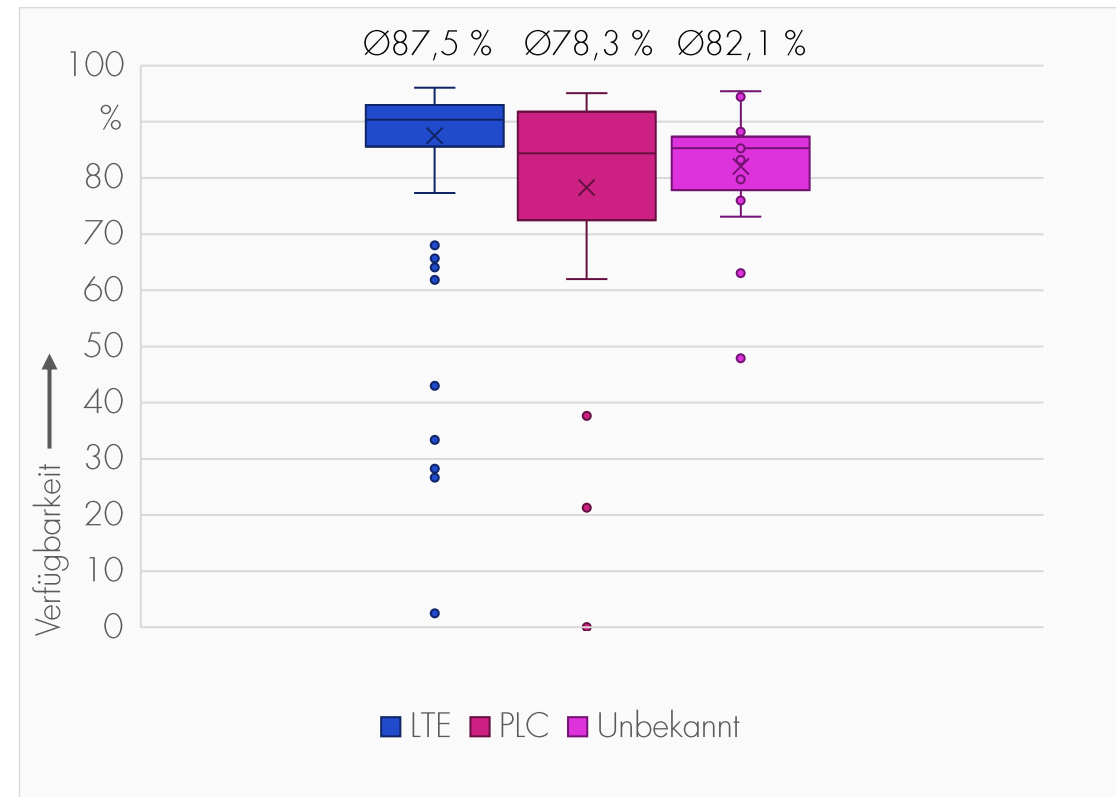


- Unterschiedliche Verantwortlichkeiten für Prozessschritte bzw. Komponenten/Plattformen (VNB, Messstellenbetreiber (MSB), Smart Meter Gateway Administrator (GWA) und Netzkunden)
- Ableitung von Zuverlässigkeitskenngrößen auf Basis von Service Level Agreements (SLA) mit Dienstleistern sowie Messwerten von iMSys und Ortsnetzstationen mit Fernwirktechnik (digiONS) der Schleswig-Holstein Netz (SHN)

# Die Verfügbarkeit von TAF10 Messwerten der iMSys hängt u.a. von der kommunikationstechnischen Anbindung ab

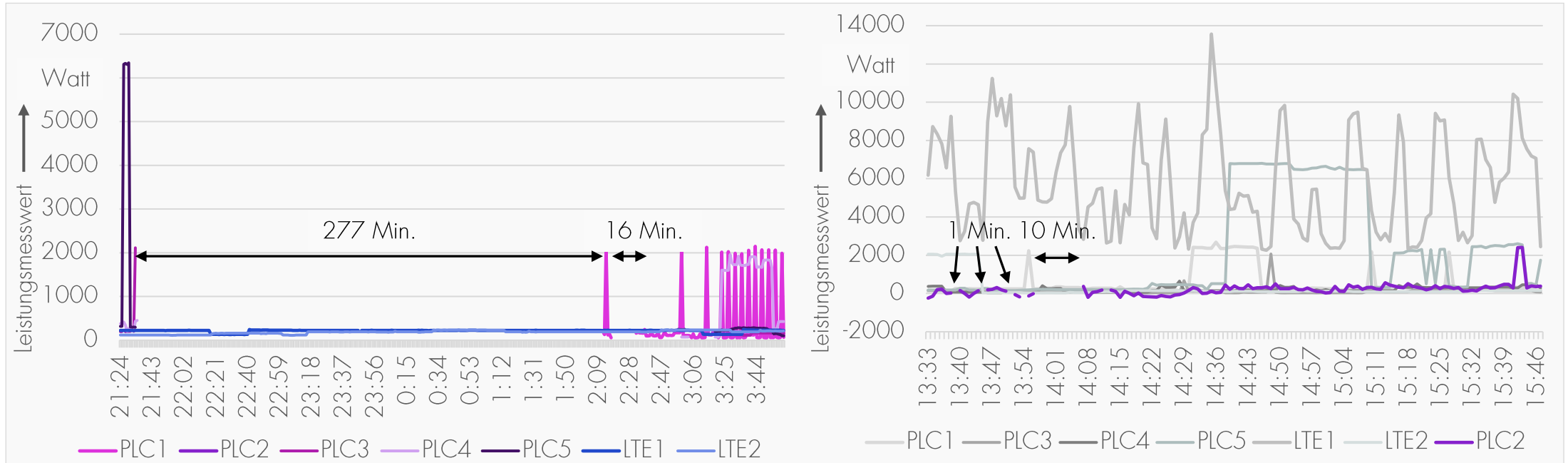
- Analyse von anonymisierten minütlichen iMSys Messwerten von ca. 300 Netzkunden der SHN
- Von jeweiligen iMSys liegen Werte über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr vor
- Kommunikationstechnische Anbindung der iMSys größtenteils über LTE (ca. 80 %), weitere über Powerline-Kommunikation (PLC) (ca. 10 %)
- Zu einzelnen Zeitpunkten gar keine Messwerte von iMSys vorliegend
- Stochastisch unabhängiger Einzelausfall von allen iMSys allerdings statistisch „quasi unmöglich“
- Daher Rückschluss auf Common-Mode-Fehler durch aEMT- oder GWA-System
- Analyse der Zeitpunkte ergibt Wahrscheinlichkeit für Common-Mode-Fehler von 3,7 % → Verfügbarkeit von aEMT- und GWA-System von 96,3 %

## Verfügbarkeit iMSys-Messwerte mit unterschiedlicher kommunikationstechnischer Anbindung



# Detaillierte Analyse der TAF10 Werte zur Bestimmung der Verfügbarkeitswerte von iMSys mit PLC-Anbindung

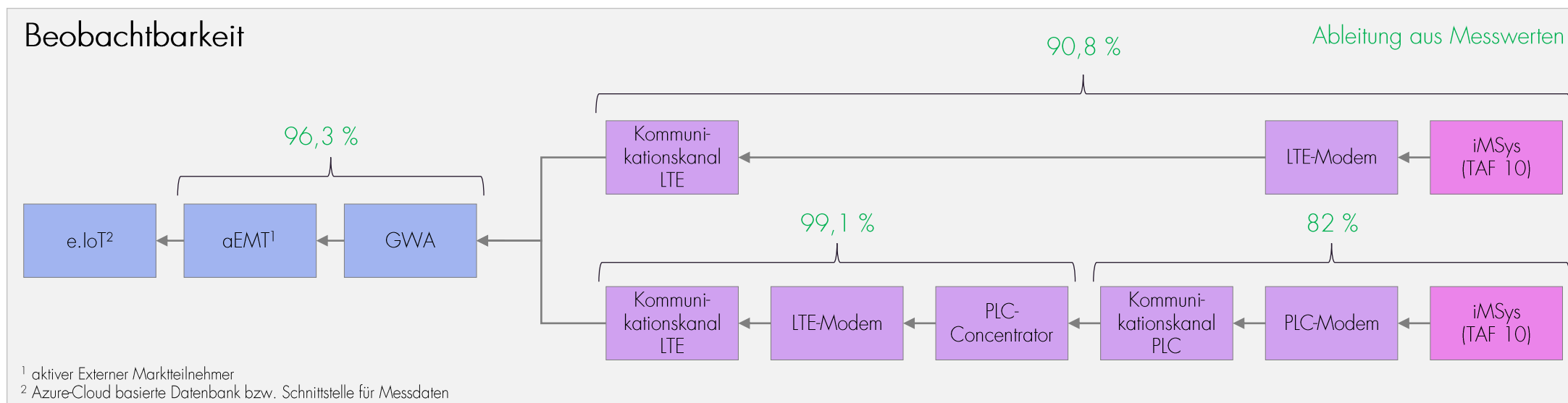
## Messwerte von per LTE und PLC angebotenen iMSys aus einem Niederspannungsnetz



- Sowohl **gleichzeitige Ausfälle** der Messwerte aller im betrachteten Netz per PLC angebotenen iMSys als auch **stochastische Einfachausfälle** einzelner Geräte beobachtbar
- Datenkommunikation aller iMSys eines Netzgebietes mit PLC-Anbindung über einen PLC-Concentrator und LTE-Modem
- **Common-Mode-Ausfall** aller per PLC angebotenen iMSys Messwerte eines Niederspannungsnetzes durch Fehler des PLC-Concentrators, des LTE-Modems oder des LTE-Kommunikationskanals

# Überblick über ermittelte Zuverlässigkeitskenngrößen aus der Analyse der Messwerte der iMSys

## Komponenten und Verfügbarkeiten der iMSys-Anbindung zur Messwernerfassung

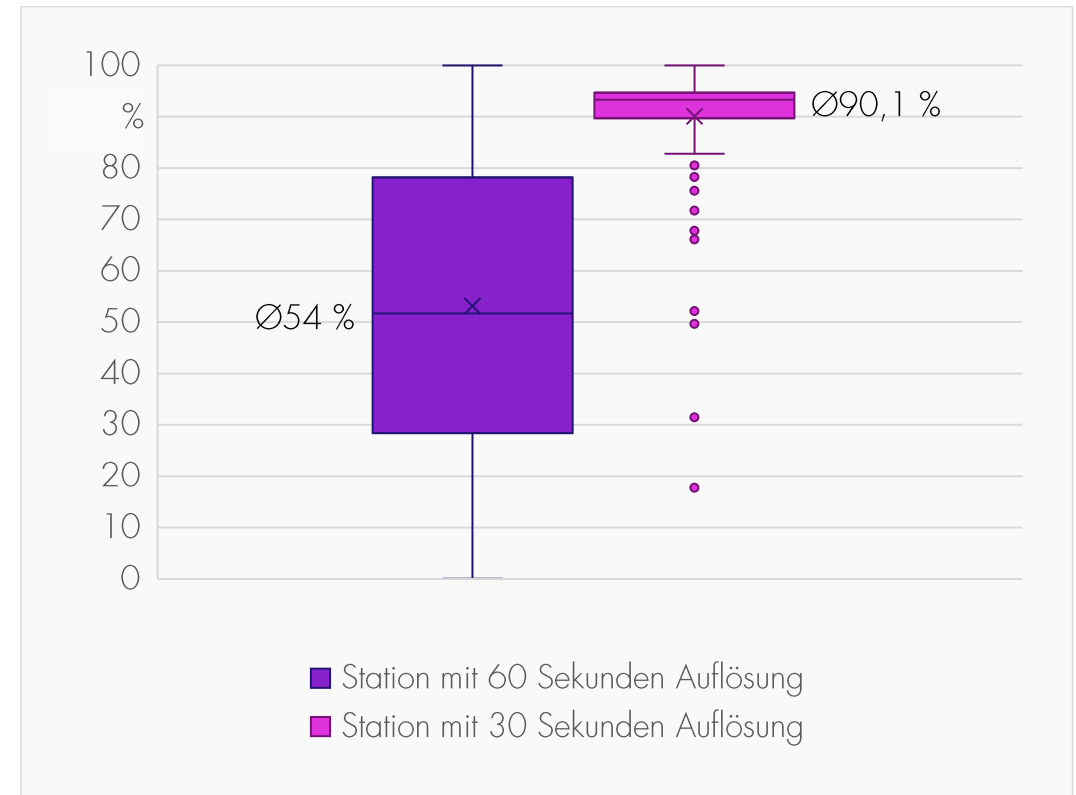


- Analyse der Zeitpunkte mit vollständig fehlenden TAF10 Messwerten aller 300 analysierten iMSys ergibt **Verfügbarkeit von 96,3 %** für aEMT und GWA (Ableitung von Einzelverfügbarkeiten basierend auf Messwerten nicht möglich)
- Auswertung von Common-Mode-Fehlern der per PLC angebotenen iMSys in einzelnen Niederspannungsnetzen liefert **gemeinsame Verfügbarkeit von 99,1 %** für PLC-Concentrator, LTE-Modem und LTE-Kommunikationskanal
- Die **durchschnittliche Verfügbarkeit** eines einzelnen per LTE angebotenen iMSys (inklusive Modem und Kommunikationskanal) beträgt **90,8 %**, bei PLC-Anbindung **82 %**

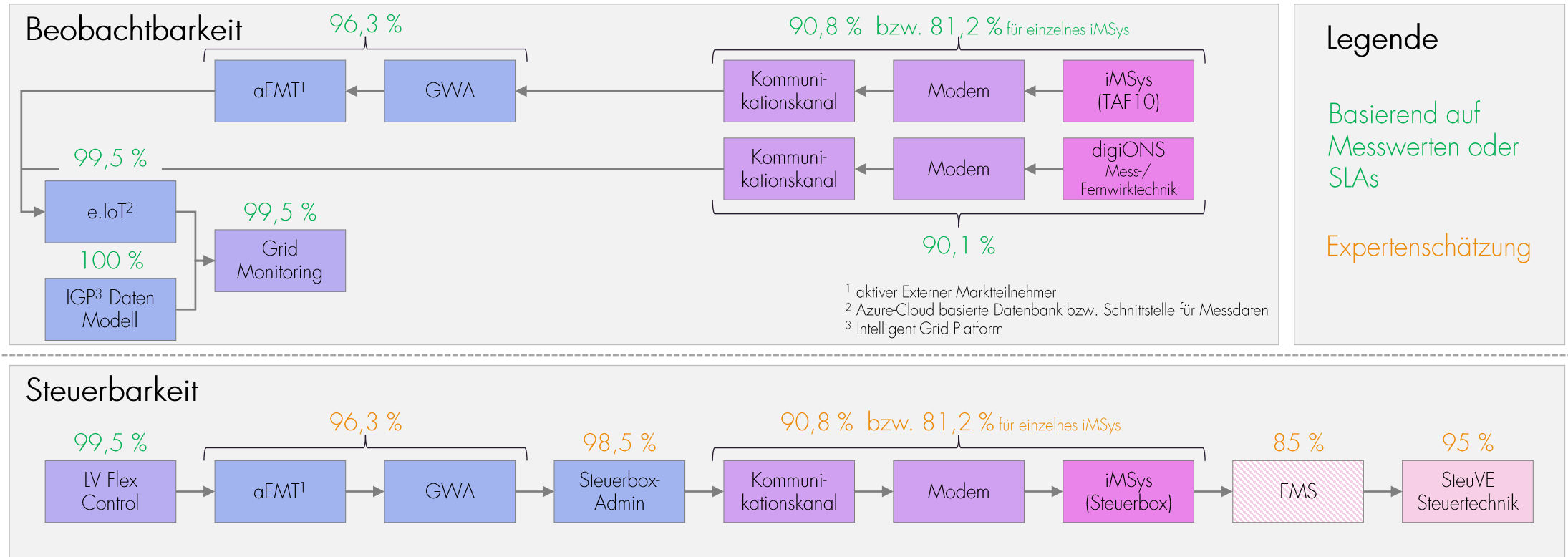
# Neben der Analyse der Verfügbarkeit von iMSys wurden auch Messwerte aus ca. 500 Ortsnetzstationen ausgewertet

- Messwerte der Niederspannungsabgänge (bzw. zumindest des Transformators) bieten Mehrwert für netzorientierte Steuerung und erfordern Mess- und Kommunikationstechnik in Ortsnetzstation (digiONS)
- Betrachtung der Messwerte einer Messgröße über einen Zeitraum von mindestens einem halben Jahr
- Kommunikationstechnische Anbindung der Stationen per LTE
- Messwertübertragung bei Großteil der Stationen (ca. 70 %) mit einer 60-sekündlichen Auflösung, bei restlichen Stationen 30-sekündlich
- Starke Streuung bei Verfügbarkeit der Messwerte aus Stationen mit minütlicher Übertragung (mittlere Verfügbarkeit von 54 %)
- Gründe für Aussetzer und niedrige Verfügbarkeit Gegenstand weiterer zukünftiger Analysen
- Mittlerer Verfügbarkeitswert von 90,1 % für Stationen mit 30-sekündlicher Auflösung → Annahme für weitere Berechnung

## Verfügbarkeit der Messwerte aus Ortsnetzstationen getrennt nach zeitlicher Auflösung



# Zuverlässigkeitskenngrößen wurden für alle Komponenten der Prozesskette ermittelt



- Übertragung der Befehle an Steuerboxen bzw. jeweilige iMSys (analog Messwertübertragung) per LTE- und PLC-Anbindung
- Verwendung der aus Messwerten abgeleiteten Verfügbarkeit auch für Steuerbarkeit als Expertenschätzung
- Bisher noch keine Verfügbarkeiten von SteuVE und EMS aus Feldtest verfügbar, daher Nutzung von Expertenschätzung

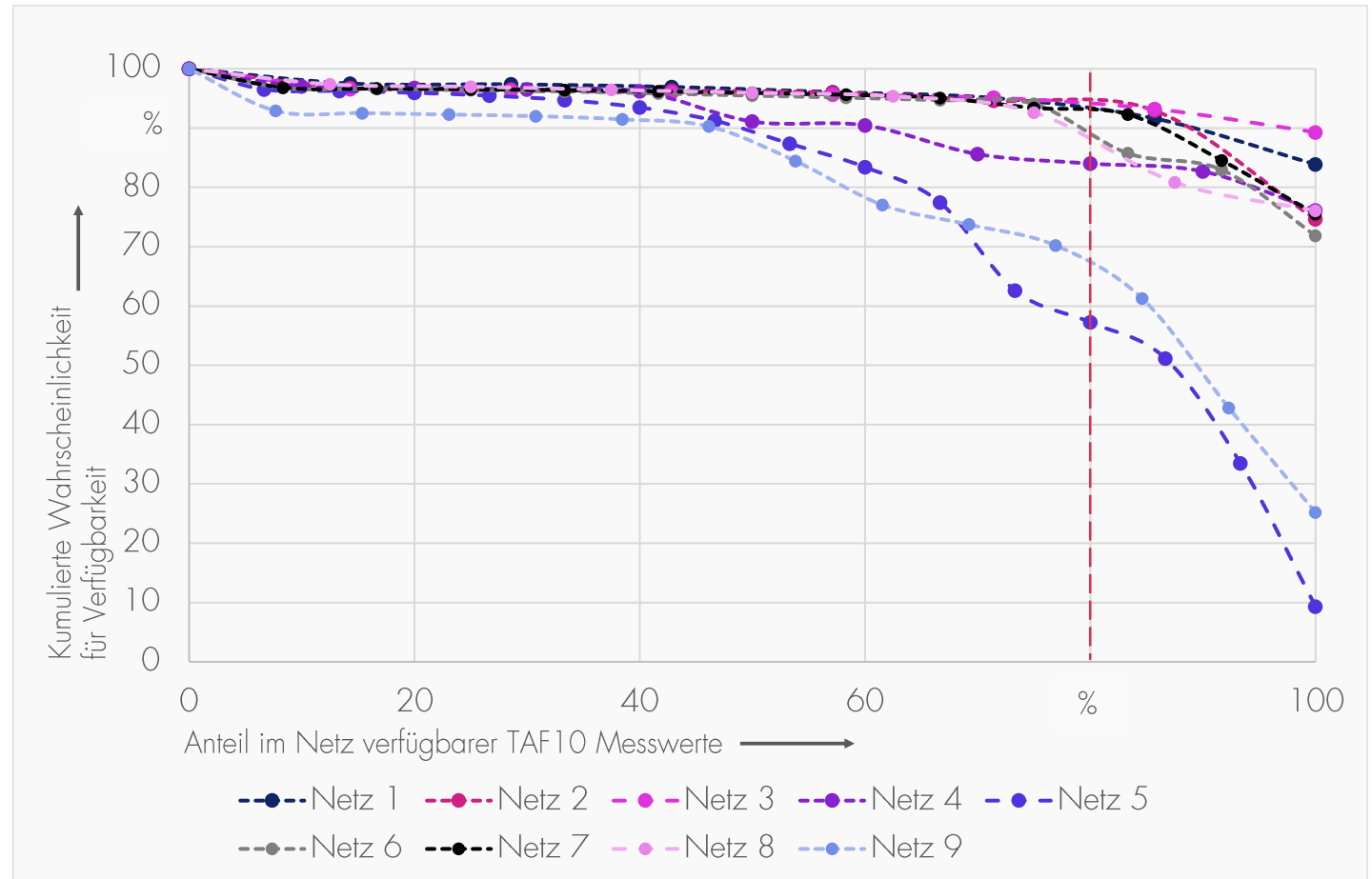
# Niedrige Wahrscheinlichkeit für Schutzauslösung durch geringe abgeschätzte Wahrscheinlichkeit für Netzengpass

- Nichtverfügbarkeit der Prozesskette insbesondere während engpassbehafteter Netzsituation kritisch
- Ermittlung bedingter Wahrscheinlichkeiten exemplarisch für beispielhaftes Ortsnetz mit 80 Anschlussknoten
- Exemplarisches strahlenförmiges Netz verfügt über digiONS, sodass zusätzlich minütliche TAF10 Messwerte von 15 % der Anschlussknoten erforderlich sind (zwölf iMSys mit angenommener LTE-Anbindung)
- Wahrscheinlichkeit für eine Beobachtbarkeit des Netzes:  
$$P_{Beo}(B) = P_{GridMon}(B) \cdot P_{eIoT}(B) \cdot P_{aEMT}(B) \cdot P_{LTEiMSys}(B)^{12} = 99,5 \% \cdot 99,5 \% \cdot 96,3 \% \cdot 90,8 \%^{12} = 29,9 \%$$
  
bzw. Nichtverfügbarkeit:  $P_{Beo}(A)$  von  $\frac{70,1}{100} \%$  (6137 h/a)
- Netzbetreiberseitige Annahme von ca. 40 engpassbehafteten Stunden pro Jahr in exemplarischem Netz ergibt Engpasswahrscheinlichkeit von  $P(E) = \frac{40h}{8760h} = 0,46 \%$
- Bei stochastischer Unabhängigkeit von Nichtverfügbarkeiten und Netzengpässen beträgt Wahrscheinlichkeit, dass Netz engpassbehaftet und nicht beobachtbar ist,  $P = P(E) \cdot (1 - P_{Beo}(B)) = 0,32 \%$
- Analog Berechnung der Verfügbarkeit der Steuerbarkeit (6 SteuVE mit LTE-Anbindung ohne EMS) von 38,9 % bzw. Wahrscheinlichkeit für Netzengpass bei nicht vollständiger Verfügbarkeit der Steuerung von 0,28 %
- Bei Bestellung von TAF10 Werten von 13 iMSys erhöht sich Wahrscheinlichkeit für mindestens zwölf verfügbare Messwerte auf 63 % → Deutliche Reduzierung der Wahrscheinlichkeit für Nichtbeobachtbarkeit des Netzes im Falle eines Engpasses (0,17 % vs. 0,32 %) durch Redundanz der Messwerte eines zusätzlichen iMSys

# Erhöhung der Wahrscheinlichkeit für Verfügbarkeit von Messwerten durch Redundanzen möglich

- Wahrscheinlichkeit für Verfügbarkeit aller Messwerte in einem Netz zwischen 10 % und 90 %
- Wahrscheinlichkeit sowohl von absoluter **Anzahl an iMSys je Netz** als auch **individueller Verfügbarkeit** der jeweiligen iMSys beeinflusst
- In 6 der 9 analysierten Netze liegt die Verfügbarkeit für 80 % der Messwerte je Netz bei über 90 %
- **Redundanzen für iMSys-Werte** (und Steuerbarkeit) einzuplanen, um Verfügbarkeit zu erhöhen
- Für belastbare Aussage zu sinnvollem Redundanzwert weitere Daten und Analysen erforderlich

Kumulierte Wahrscheinlichkeit für Verfügbarkeit vs. Anteil verfügbarer TAF10 Werte je Netz



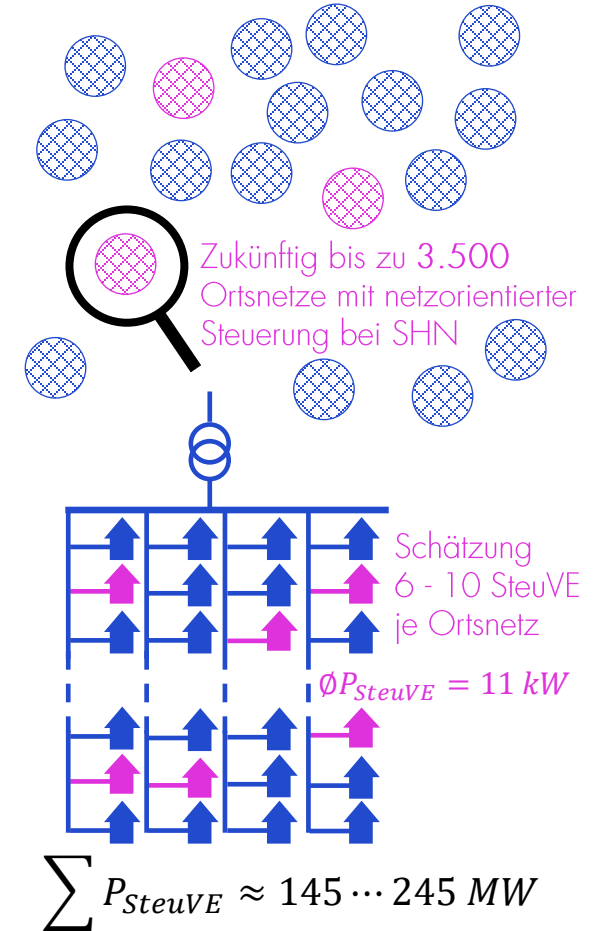
# Ausfall zentraler Komponenten erfordert Fallback-Strategie

- Ausfall zentraler Systeme bspw. Grid Monitoring denkbar
- Engpasserkennung in keinem Niederspannungsnetz der SHN mehr möglich
- Potenzielle Fallback-Strategie: Präventive Leistungsreduktion aller SteuVE zur Engpassvermeidung
- Fallback-Strategie könnte perspektivisch zur kurzfristigen Leistungsreduktion zwischen 145 und 245 MW im gesamten Netzgebiet führen
- Auswirkungen bei erwartetem Mengengerüst der SHN durch Leistungsfrequenzregelung kompensierbar (jedoch kritisch bei größeren VNB)
- Perspektivisch ist nach erster Anwendung der netzorientierten Steuerung durch Analyse und Berücksichtigung des Auftretens von Engpässen ggf. eine Vermeidung von einer umgehend präventiven Leistungsreduktion als Fallback-Strategie möglich

## Ausblick

- Weitere Analyse und Identifizierung der Ursachen für hohe Nichtverfügbarkeit bei Messwerten aus einzelnen Ortsnetzstationen
- Feldtests und Ableitung der Verfügbarkeitskennzahlen von SteuVE bei Netzkunden

## Abschätzung Auswirkung Fallback-Strategie



# Offene Fragen?

Charlotte Weitzel, M.Sc.  
weitzel@energyandpeople.de

