

Netze im Zentrum des Energiewandels

Forschungsgebiete des Lehrstuhls Elektrische Energieversorgungstechnik

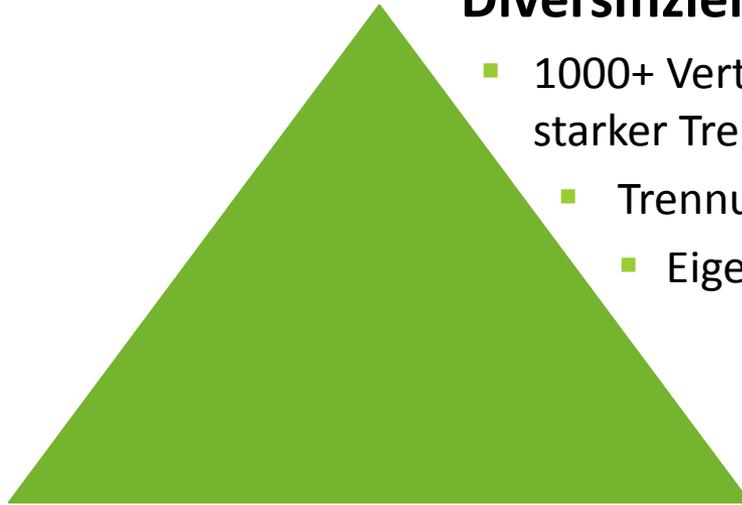
1. Wuppertaler Energie-Forum
Wuppertal, den 20. Januar 2012

Prof. Dr.-Ing. Markus Zdrallek

Spannungsfeld der Versorgungsnetze

Diversifizierte Organisation

- 1000+ Verteilnetzunternehmen, Tendenz steigend, starker Trend zur Rekommunalisierung
 - Trennung in DSO und Netzservice
 - Eigenständige Metering-Gesellschaften



Permanente Effizienzsteigerung in Asset-Management und Betrieb

- Abfallender Erlöspfad der Anreizregulierung
- Gleichbleibende / steigende Renditeanforderungen der Eigentümer
- Gleichbleibend (hohe) Versorgungsqualität

Technische Herausforderungen

- Energiewende: Verteilnetze werden zu „Einsammelnetzen“ von regenerativer Energie
- Steigende dynamische Belastung: Reg. Einspeisungen, Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen
- Verteilnetze übernehmen zunehmend Aufgaben der Übertragungsnetze
- „Intelligente“ Verteilnetze

Energieversorgung im Wandel

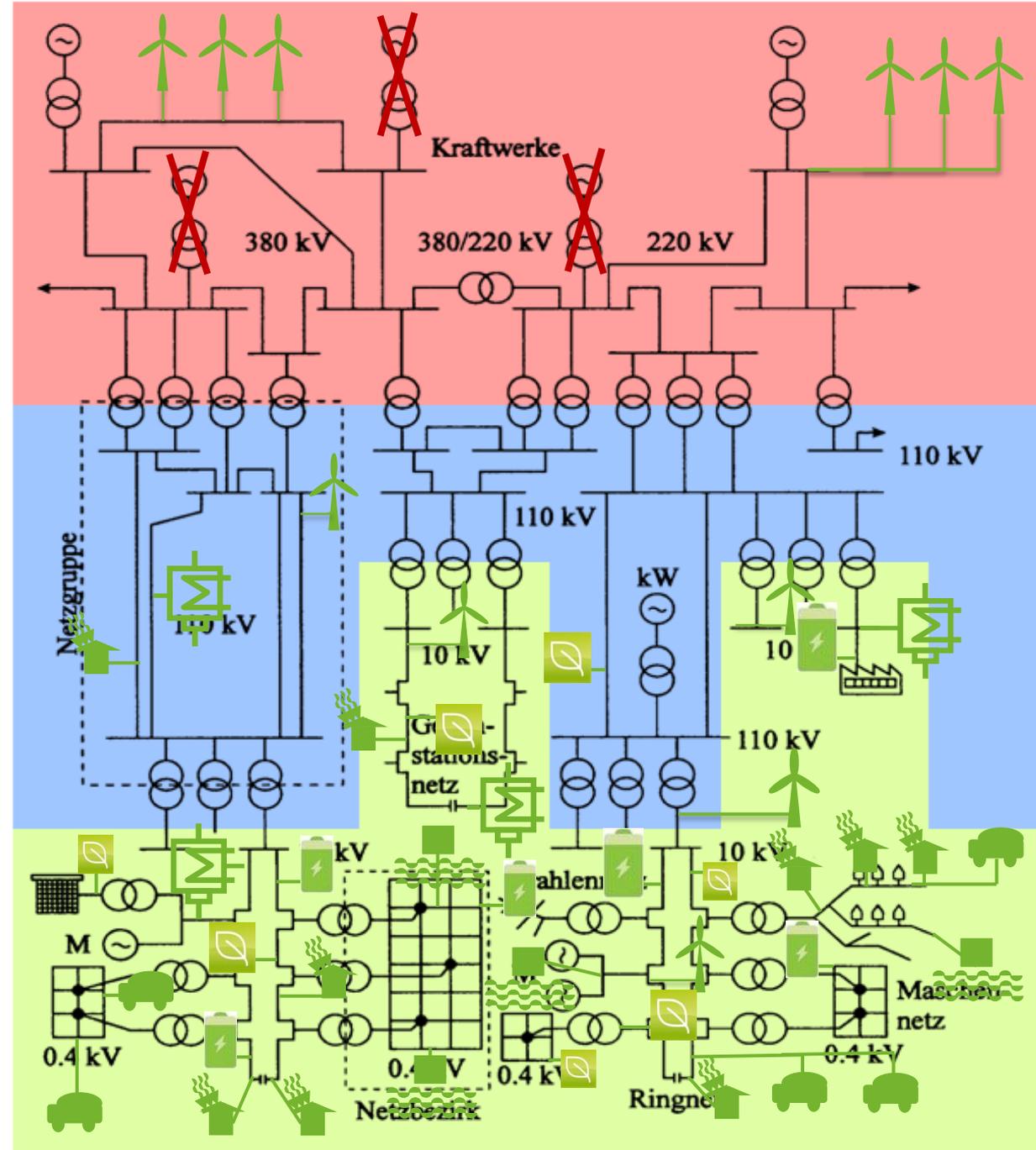
Veränderte Einspeisung

- Windkraft
- Photovoltaik
- Kernenergie-Ausstieg
- Blockheizkraftwerke
- Biomasse

Neue elektr. Verbraucher

- Elektrofahrzeuge
- Wärmepumpen

Elektr. Speicher



Bedeutung für den Energiemarkt I

1 Durchschnittsverbrauch eines Haushalts an elektrischer Energie steigt auf 8.000 - 10.000 kWh/a an

⇒ Erheblich größerer Verbrauch an elektrischer Energie

2 Große Menge regenerativer Stromerzeugung führt zu einer deutlich **größeren Volatilität** in der Einspeisesituation

⇒ Häufig erhebliche Abweichungen zwischen Angebot und Nachfrage an elektrischer Energie

3 Große Abweichungen zwischen Angebot und Nachfrage führen zu **erheblichen Preisunterschieden**

⇒ „Happy-Strom-Hour“

Bedeutung für den Energiemarkt II

4 Deutliche Preisunterschiede zu verschiedenen Zeiten beeinflussen das Verbraucherverhalten nachhaltig

⇒ „Demand Side Management“ wird ernsthaft möglich
(zum ersten Mal in der Historie der Stromversorgung)

5 Deutliche Preisunterschiede machen die Speicherung elektrischer Energie attraktiver (wirtschaftlicher)

⇒ Speichereinheiten im Haushaltsbereich

Auswirkungen auf die Netze

- Verteilungsnetze sind für derartige Belastungen und dezentralen Einspeisungen nie geplant und konzipiert worden – gerade im MS/NS-Bereich !
 - Preisgesteuertes Verbrauchs- und Einspeisungsverhalten führt zusätzlich zu erheblichen Belastungsspitzen:
 - **Alle** Elektroautos laden bei „Happy-Hour“
 - **Alle** Photovoltaik-Anlagen speisen ein bei Sonnenschein
- ⇒ Erhebliche Kapazitätsengpässe
- ⇒ Erhebliche Probleme der Spannungshaltung

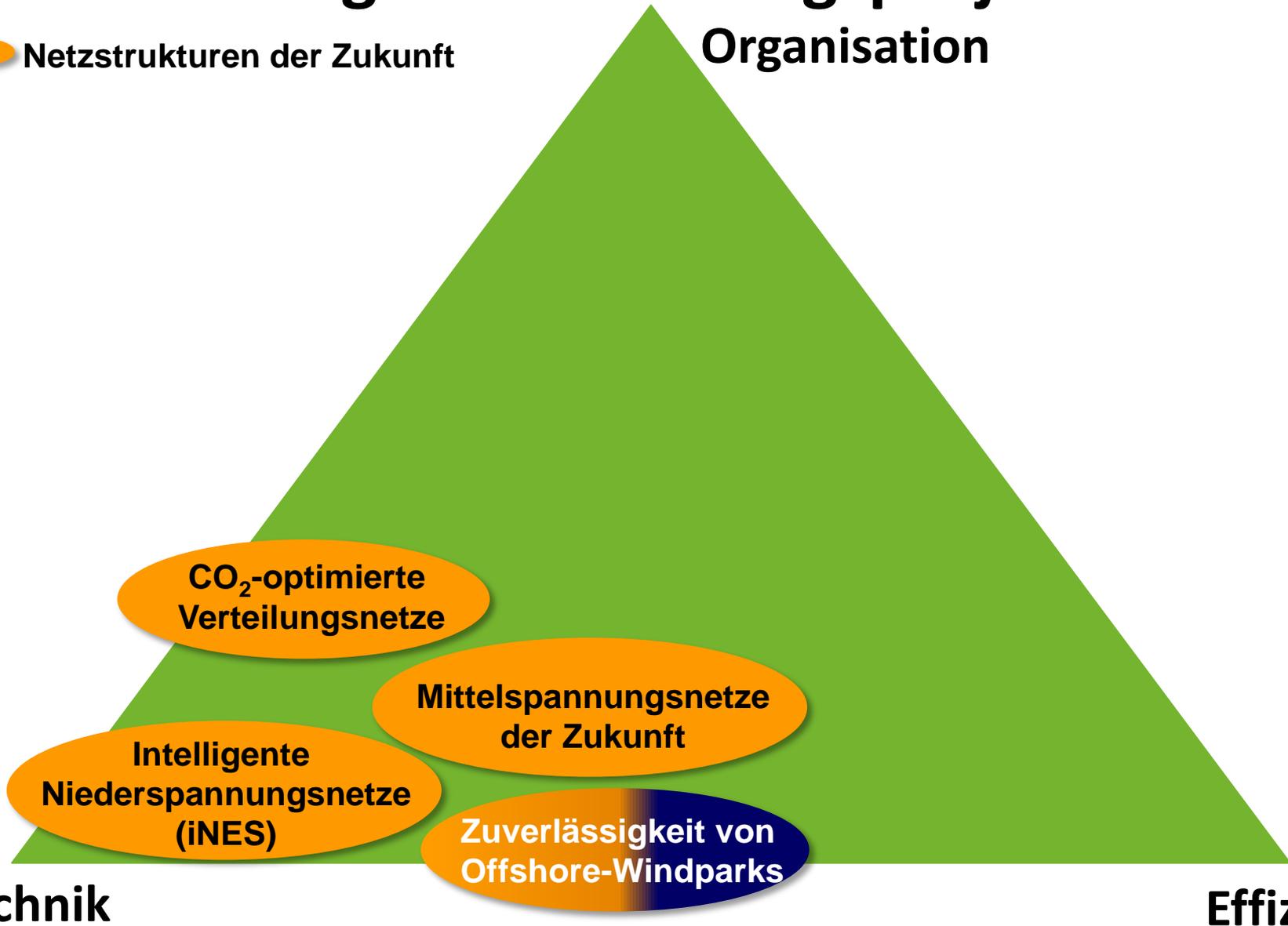
Intelligenz oder Kupfer ?



Einordnung der Forschungsprojekte

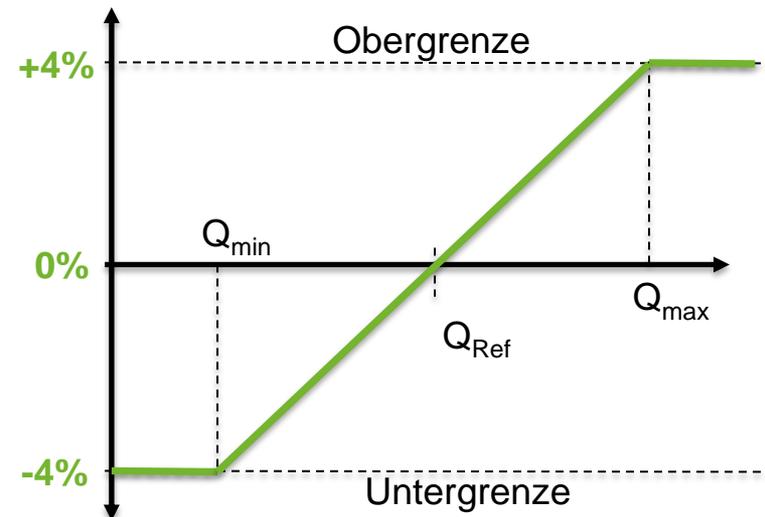
Netzstrukturen der Zukunft

Organisation

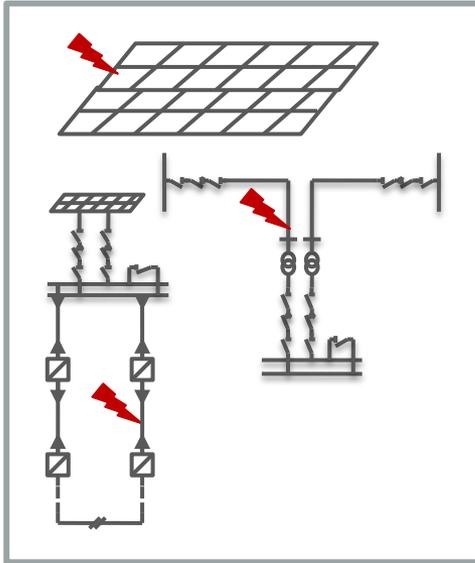


Spannungsfeld Versorgungsqualität und Effizienz

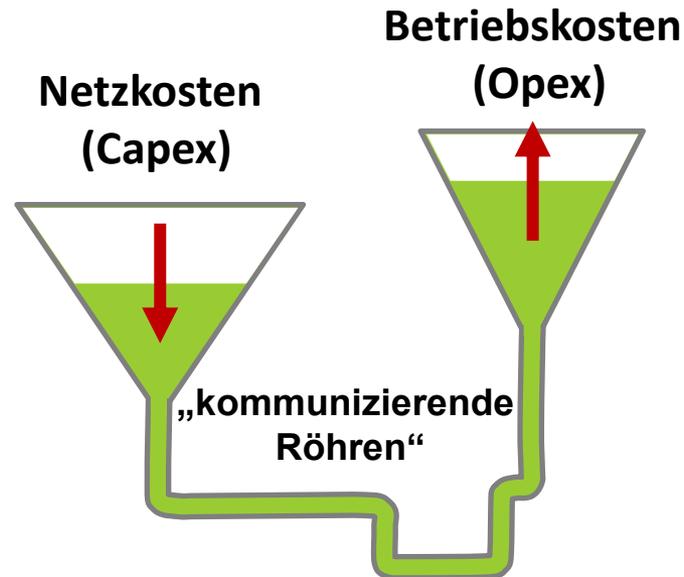
- Ziel der BNetzA: Effizienzsteigerung ohne Verlust an Versorgungsqualität
- Vehikel: Qualitätskomponente (Q-Faktor) in der Anreizregulierung
- Zuschlag/Abschlag auf Erlösobergrenze bei Abweichungen von der Referenzqualität Q_{Ref} (Nichtverfügbarkeit)
- Aktuelle Bescheide 2012/13 für 202 Netzbetreiber:
 - 143 x Bonus, 59 x Malus
 - Max. Bonus 4,7 Mio. €
 - Max. Malus 4,1 Mio. €
 - Insgesamt „erlösneutral“
 - Begrenzung auf $\pm 4\%$



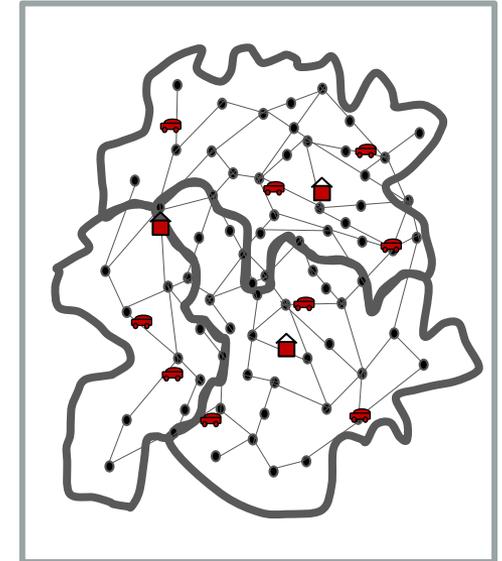
Einflussfaktoren auf Qualität und Effizienz der Versorgung



- Netzstruktur
- Redundanz
- Betriebsmittelalter
- Automatisierungsgrad
- etc.

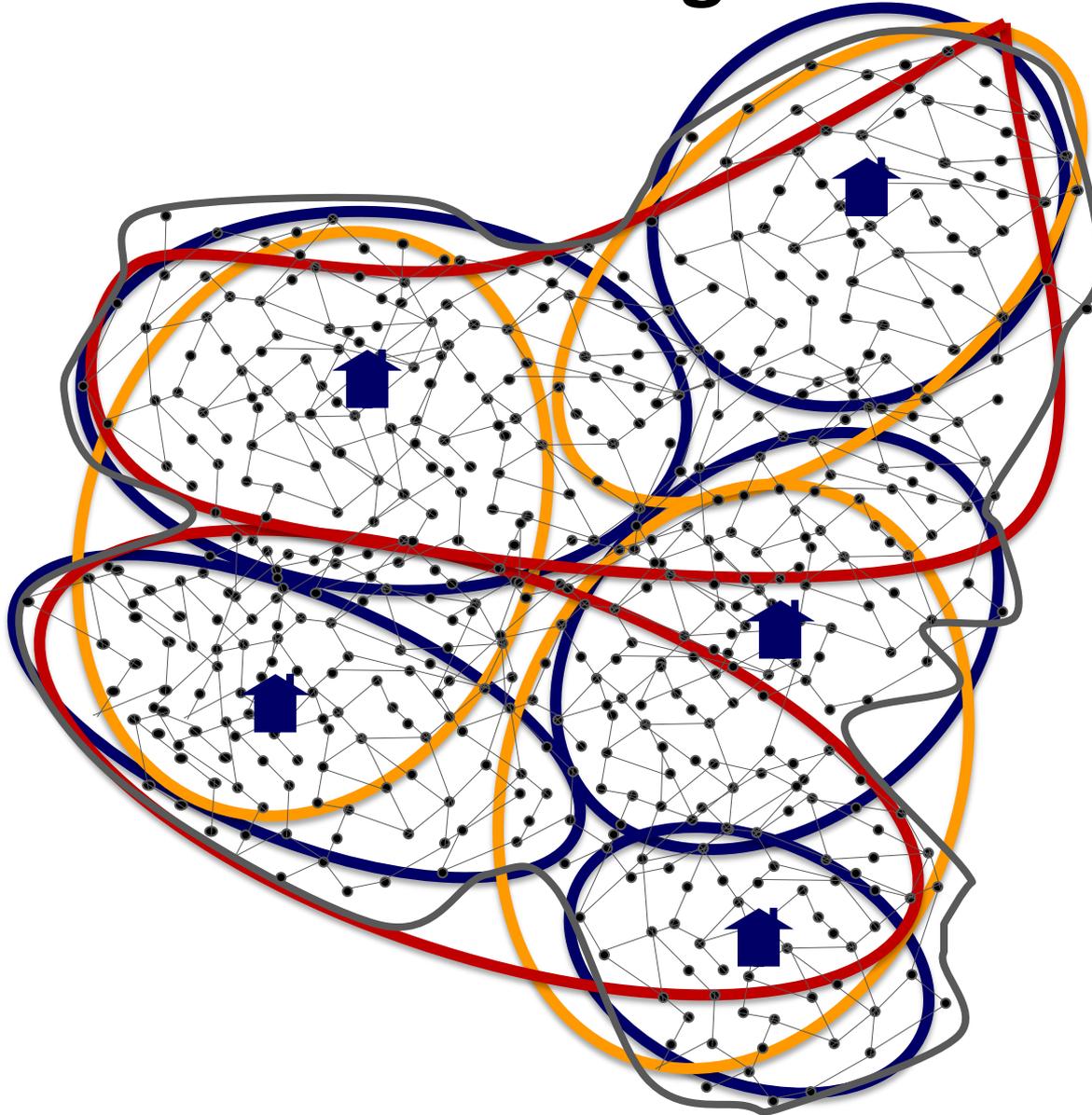


**Optimierungsaufgabe:
Opex und Capex minimieren
unter Einbeziehung der
Versorgungsqualität**



- Organisation
- Anzahl Mitarbeiter
- Qualifikationsprofil
- Fremdleistungsquote
- Gebietszuschnitte
- Rufbereitschaften
- etc.

Effiziente Betriebsorganisation I

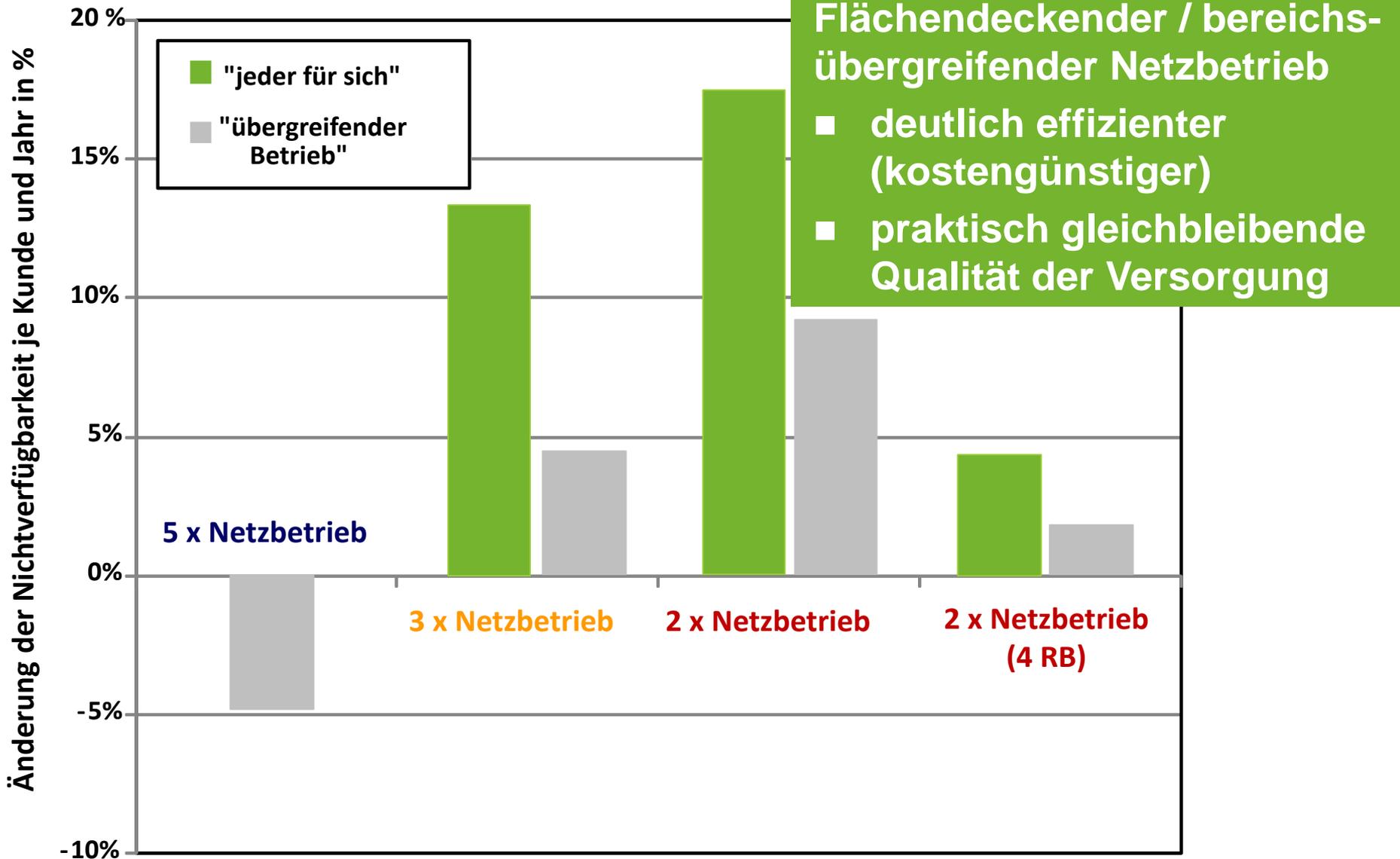


5 x Netzbetrieb

3 x Netzbetrieb

2 x Netzbetrieb

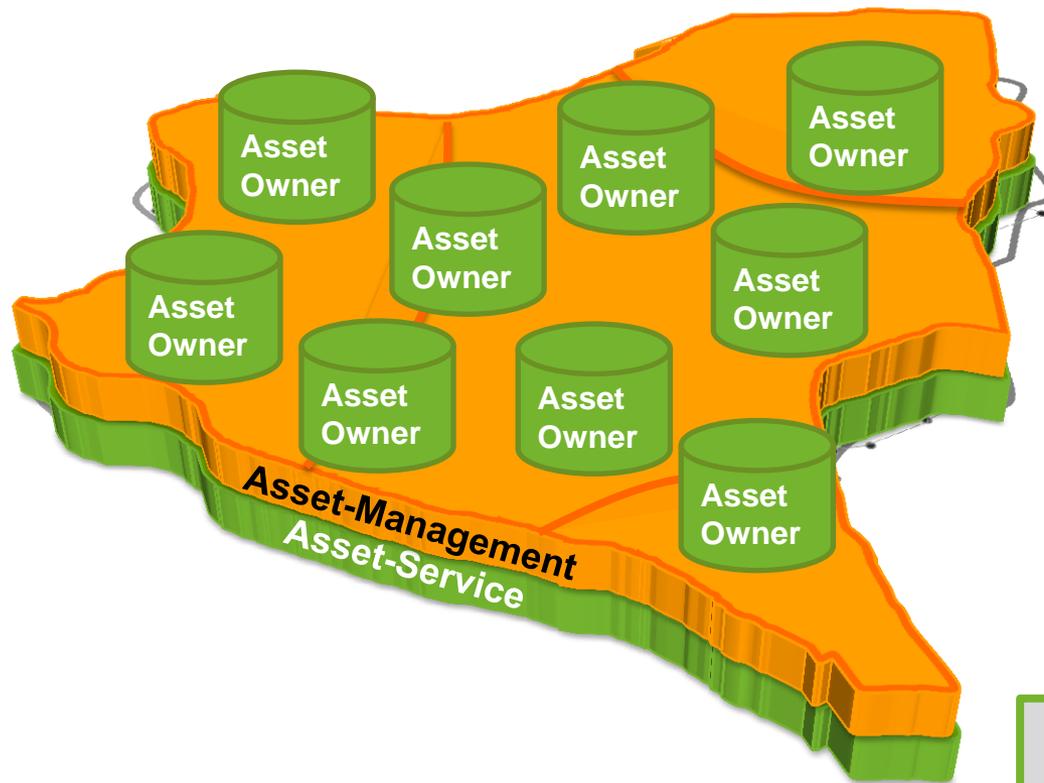
Effiziente Betriebsorganisation II



Flächendeckender / bereichsübergreifender Netzbetrieb

- deutlich effizienter (kostengünstiger)
- praktisch gleichbleibende Qualität der Versorgung

Effiziente Organisation der Versorgungsnetze von morgen



Kleinteilige Ownership-Struktur durch zunehmende Rekommunalisierung

Asset-/Regulierungs-Management in Abhängigkeit des Regulierungsrahmens und des Investitionsbedarfs

Deutliche Effizienzsteigerung durch flächenübergreifendes Arbeiten und Know-how-Austausch

Einordnung der Forschungsprojekte

Organisation

Netzstrukturen der Zukunft

Modelle für Netz und Betrieb

Organisations-
studien

Optimierungsmodelle für
den Netzbetrieb

Kombination von
Asset- und Betriebs-
modellen

CO₂-optimierte
Verteilungsnetze

Mittelspannungsnetze
der Zukunft

Intelligente
Niederspannungsnetze
(iNES)

Zuverlässigkeit von
Offshore-Windparks

Technik

Effizienz

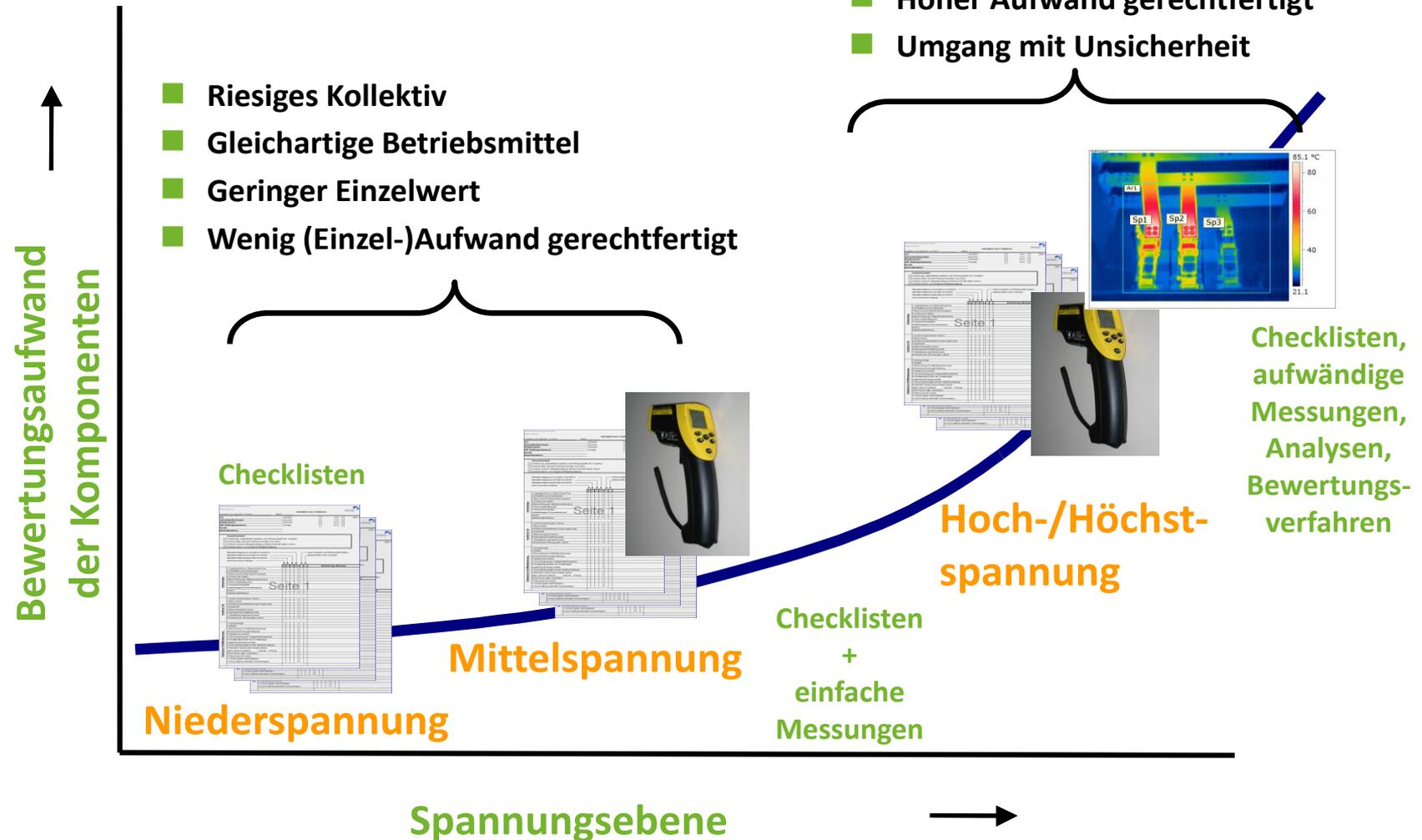
Zustandsbewertung als Basis aller Optimierungsbestrebungen

- Optimierte Asset-Strategie (Capex)
 - Investitions- und Ausbaustrategie
 - Erneuerungsstrategie
- Optimierte Instandhaltungsstrategie (Opex)
 - Zustandsorientierte Instandhaltung
 - Reliability Centered Maintenance (RCM)
 - Risk Based Maintenance (RBM)

Basis aller Optimierungsbestrebungen ist die möglichst objektive und realitätsgerechte Bestimmung des aktuellen Netz- und Betriebsmittelzustandes !

Wie altern eigentlich die Betriebsmittel des Netzes ?

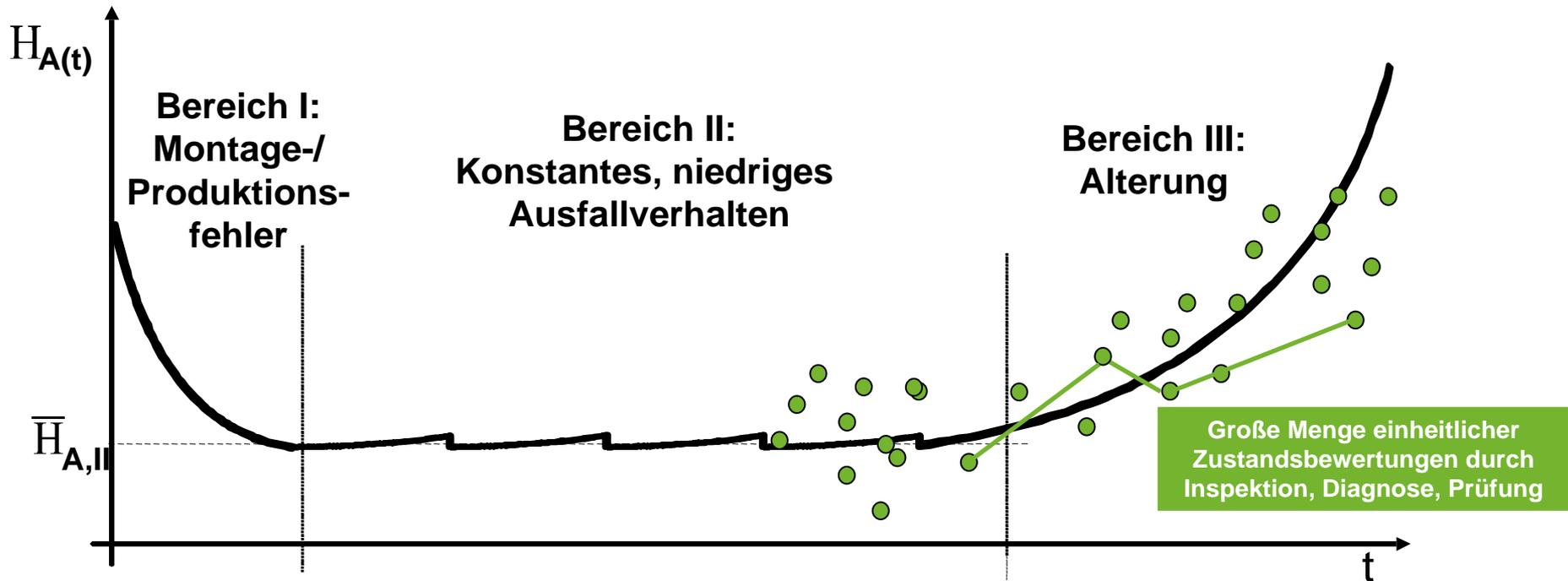
Herausforderungen Zustandsbewertung



Theorie der Alterung: Badewannenkurve



- Problem des Alterungsverhaltens von Betriebsmitteln, gerade im MS/NS-Netz, ist nach wie vor ungelöst



Neuer Ansatz: Einheitliche, systematische Zustandsbewertung

- „Intelligente“ Inspektion
- (Schnell)-Diagnoseverfahren
- Verifizierung im HS-Prüffeld

Hochspannungsprüffeld



Prüfspannungen:

- Wechselspannung bis 300 kV
- Wechselspannung (GIS) bis 230 kV
- Gleichspannung bis 425 kV
- Stoßspannung bis 800 kV

EMV-Messungen

Teilentladungsmessungen

Tan- δ -Messungen

Einordnung der Forschungsprojekte

Organisation

- Netzstrukturen der Zukunft
- Modelle für Netz und Betrieb
- Zustandsbewertung Betriebsmittel

Organisationsstudien

Optimierungsmodelle für den Netzbetrieb

Kombination von Asset- und Betriebsmodellen

CO₂-optimierte Verteilungsnetze

Mittelspannungsnetze der Zukunft

Zustandsbewertung MS-Netze (COMES)

Intelligente Niederspannungsnetze (iNES)

Zuverlässigkeit von Offshore-Windparks

Zustandsbewertung von SF₆-Anlagen

Technik

Effizienz

Zusammenfassung und Ausblick

Diversifizierte Organisation

- Weiterhin starker Trend zur Rekommunalisierung
 - Vereinbar mit Effizienzsteigerung, solange der Netzbetrieb großflächig und übergreifend organisiert wird.

Organisation simulieren!

Effizienzsteigerung in Asset-Management und Betrieb

- Zielfunktion: Optimierung von Capex und Opex bei mind. gleichbleibender Versorgungsqualität
- Zustandsbewertung als Basis aller Optimierungsbemühungen

Badewannenkurve finden!



Technische Herausforderungen

- Energiewende erfordert völlig neue Netzstrukturen und Planungsgrundsätze – gerade in den Verteilungsnetzen.
- „Intelligenz“ und Automatisierung dringt in alle Netzebenen vor.
- Aus-/Umbau der Netze:

Intelligenz statt Kupfer!

Herzlichen Dank für die Zusammenarbeit!



swissgrid

mauell



SIEMENS

RWE Deutschland

RWE Innogy

SAG

VORWEG GEHEN



RWE Rhein-Ruhr Netzservice



Kraftwerke Mainz-Wiesbaden AG

WEMAG AG

EnBW

e.on | Avacon