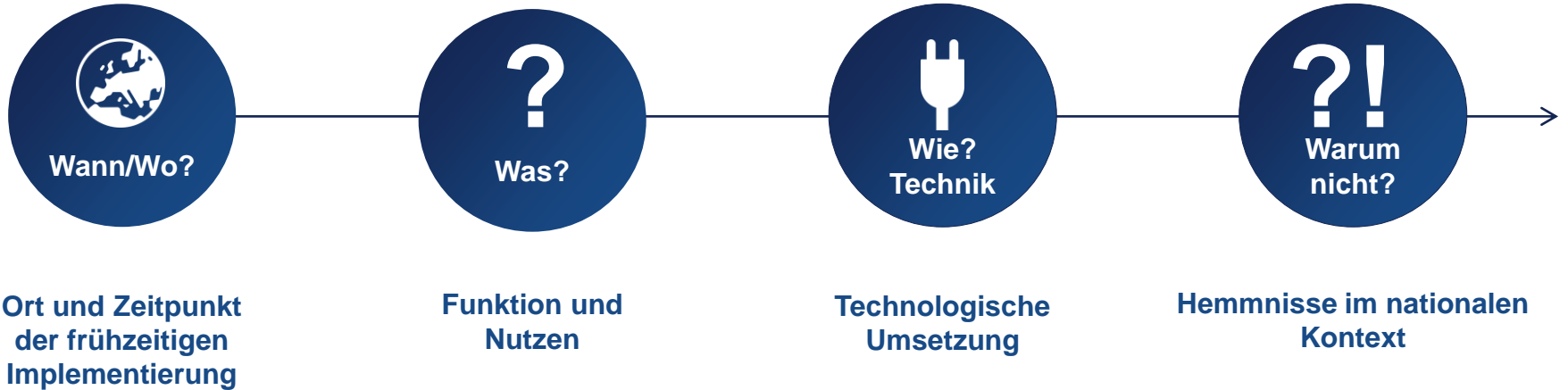


# Klimaneutralitätsnetz 2030+

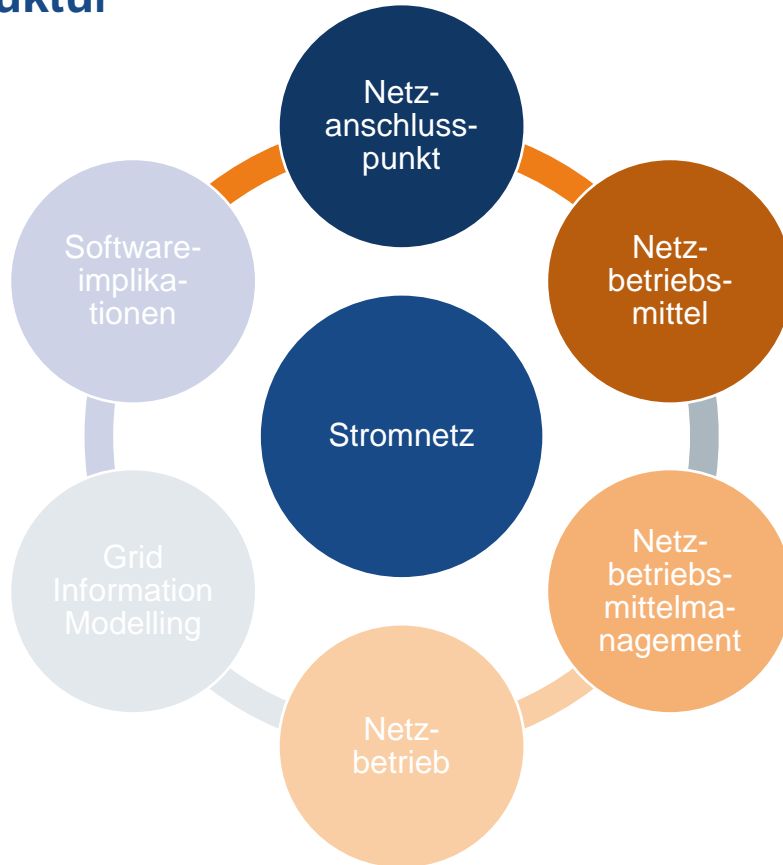
## Technologiesteckbriefe

31.07.2023

# Technologien im Bereich Stromnetz



# Clusterstruktur



Sammlung innovativer Technologien, die bereits am Markt zugänglich sind, jedoch aufgrund des (regulatorischen) Kontextes nicht in die breite Umsetzung gebracht werden.

# 1

## Cluster: Netzanschlusspunkt

# Autarkiefähige Energienetze & Netzabschnitte

**Heutiges Einsatzgebiet:** USA, Kanada, Australien, Portugal, ASEAN (Thailand, Indonesien) und weitere

**Start des Einsatzes:** 2013

**Funktion:**

- Autarke Energieverteilnetze auf Mittel-/ Niederspannungsebene, in denen lokale Erzeuger und Verbraucher bidirektional zusammenwirken, um eine Inselfähigkeit herzustellen (Micro-/ Nanogrids). Diese können mit oder ohne Verbindung zum öffentlichen Netz je nach Bedarf gestaltet werden. Die erreichte Autarkie steigert Resilienz und Versorgungssicherheit, insbesondere beim Reaktivieren des Netzes nach Netzausfällen. Sie können zur Senkung von Energiekosten und einem geringeren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck beitragen.

**Technisches Konzept:**

- Automatisierungslösung, welche in der Regel erneuerbare Energien (Brennstoffzelle, Blockheizkraftwerk, PV), Speichermedien, sowie bidirektionale, flexible Verbraucher (Elektromobilität) und Backup-Energielieferanten beinhaltet. Der autarke Netzbetrieb in Spannung und Frequenz wird über ein oder mehrere netzbildende Elemente sichergestellt und aufrechterhalten.

**Problem der Verbreitung in Deutschland:**

- Ein Business Use Case in Deutschland bisher nicht notwendig, da geringes Bewusstsein aufgrund hoher Versorgungszuverlässigkeit. Die marktbasierende Beschaffung von Systemdienstleistungen in der Zukunft kann diesen Bedarf erhöhen.
- Fehlende Regulatorik zum Zusammenschalten mehrerer Verbraucher oder Inselnetzen. Es würde z. B. eine Netzbetreiberlizenz benötigt, um eine technische Schaltung zu nutzen.
- Fehlender systematischer Mechanismus – weder finanziell, noch regulatorisch –, die Integration von erneuerbaren Energien in besagten autarken Energienetzen durch „Dritte“ anzureizen.

# Digitaler Netzanschluss

**Heutiges Einsatzgebiet:** Deutschland (Förderprojekte)

**Start des Einsatzes:** 2021

## **Funktion:**

- Ein digitaler Netzanschlusspunkt ermöglicht die aktive Einbindung des Endkunden durch neue Geschäftsmodelle und erhöht die Servicequalität. Dazu zählen u. a. ein netzdienliches oder liegenschaftsdienliches Energiemanagement von Verbrauchern und Erzeugern, die Ermittlung von Netzzustandsdaten und Prognosedaten. Durch den Einsatz von intelligenten Messsystemen wird Interoperabilität und Cybersicherheit sichergestellt.

## **Technisches Konzept:**

- Der digitale Netzanschluss besteht aus intelligentem Messsystem (moderne Messeinrichtung und SMGW) und einem Energiemanagementsystem, die einen bidirektional Informationsaustausch zwischen Kundenanlagen und aktivem Energiemarktteilnehmer interoperabel gewährleisten.

## **Problem der Markteinführung in Deutschland:**

- Regulative Unsicherheit: Kein regulatorischer Unterbau für die weitere Nutzung und den weiteren Prozess. Somit auch Investitions- und Planungsunsicherheiten, z. B. beim Gesetz zu Steuerbaren Verbrauchern.
- Überregulierung, u. a. Vorgaben Sichere Lieferkette, Zertifizierungsverfahren etc.
- Regulatorische Verschränkungen und fehlende Übersicht (EnWG, GNDW, EEG, Heizkostenverordnung, Fernwärmeverordnung, Ladesäulenverordnung).

# Sensorik zur Verbesserung der Netzqualität

**Heutiges Einsatzgebiet:** Erfassen von Power Quality Daten (flächendeckend)

**Start des Einsatzes:** 2023 / 24

## **Funktion:**

- Die flächendeckende Erfassung sowie Nutzung von hochaufgelösten Netzzustandsdaten ermöglicht neue netzoptimierende Geschäftsmodelle, wie zum Beispiel die Spannungsqualität auf Basis von Merkmalen der Netzspannung am Netzanschlusspunkt unter normalen Betriebsbedingungen (EN 50160).

## **Technisches Konzept:**

- In der Fläche wird Sensorik verbaut, die durch kommunikative Anbindung den entsprechenden Servicepartnern die erfassten Daten bereitstellt und den Netzbetrieb optimiert, z. B. durch KI.

## **Problem der Markteinführung in Deutschland:**

- Bisher sind Mikrochips für die Erfassung der EN50160 noch nicht verfügbar.
- Es besteht keine Vorschrift, an allen Netzabzweigungen Daten zu erfassen und zur Verfügung zu stellen.
- Fehlende Anreize zur Investition in neue Technologien beim Netzbetrieb.

# 2

## Netzbetriebsmittel



# Intelligente Betriebsmittel

**Heutiges Einsatzgebiet:** weltweit, aber nicht systematisch

**Start des Einsatzes:** seit den 1990er Jahren

## **Funktion:**

- Sensoren liefern umfangreiche Informationen zum Gerätezustand und erlauben so einerseits die frühzeitige Erkennung von Problemen und andererseits eine zustandsorientierte Wartung. So kann die Betriebssicherheit gesteigert und die Instandhaltung effizienter gestaltet werden. Sie wären die Grundlage für eine bessere Betriebsmittelauslastung.

## **Technisches Konzept:**

- Moderne Sensoren (z. B. Kleinsignalwandler) in Verbindung mit Auswertungssoftware auf Netzebene
- Diese modernen Sensoren liefern über Spannung und Strom hinaus Parameter, die einen Rückschluss auf den Betriebsmittelzustand und somit das Netz ermöglichen. Beispiele hierfür sind Ölzustände/ Teilentladungen bei Transformatoren, Vibrationszustände, Temperatur, Luftzustände o. ä.

## **Problem der Markteinführung in Deutschland:**

- Der Effizienzgewinn entsteht erst, wenn eine kritische Menge an intelligenten Betriebsmitteln eingebaut ist.
- Keine ausreichenden Effizienz- bzw. Transparenzanreize (ARegV).
- Fehlender Anreiz, zielorientierte Wartung in zustandsorientierte Wartung zu überführen.

# Digitale Ortsnetzstation

**Heutiges Einsatzgebiet:** Europa

**Start des Einsatzes:** 2012

**Funktion:**

- Monitoring und Metering inklusive Prognosen über Erzeugungs- und Lastverhalten sowie Zustandsüberwachung.
- Schutz, Fernüberwachung und -steuerung von Schaltanlagen für Betriebsführung, Störungsklärung und Wartung.
- Spannungsregelung im Niederspannungsnetz, sodass eine größere Bandbreite an Last-/Einspeisezuständen abgedeckt werden kann.

**Technisches Konzept:**

- Es sind diverse Ansätze verfügbar (z. B. regelbarer Ortsnetztransformator, Längsregler, Trennstellenverschiebung). Verschiedene Sensoren (s. „Intelligente Betriebsmittel“) liefern dabei Daten und ermöglichen eine Übertragung über eine digitale Schnittstelle.
- Die weitere digitale Ausgestaltung kann bis zu einer autarken Steuerung von lokalen Netzgebieten durch die Station selbst gehen.

**Problem der Markteinführung in Deutschland:**

- Fehlende Verpflichtung der Netzbetreiber, die Aufnahmefähigkeit bestehender Netze zu erhöhen (oft nur temporäres Problem).
- Fehlender Anreiz zur optimalen Dimensionierung zukünftiger Netze (ARegV).
- Während der Aufbauphase der Sekundärverteilung passen Amortisationszeit und Regulierungsperiode häufig nicht zueinander (z. B. aufgrund zu langer Abschreibungszeiten für Sekundärtechnik (Digitaltechnik)).

# 3

## Netzbetriebsmittelmanagement

# Selbstoptimierendes Ortsverteilnetz

**Heutiges Einsatzgebiet:** Niederlande, Norwegen, VAE, Brasilien, Frankreich (nur vereinzelt in Deutschland)

**Start des Einsatzes:** 2013

## **Funktion:**

- Selbstoptimierende Netze ermöglichen durch intelligentes automatisches Lastmanagement und Lastverteilung sowie schnelle Einspeisungstransfers die Wiederherstellung der Versorgung in weniger als einer Minute nach Auftreten der Störung – ohne SCADA Beteiligung. Dadurch werden Ausfallzeiten und -häufigkeit reduziert. Es sind signifikant weniger Wartungseinsätze und Wartungspersonal nötig. Zudem steige die Lebensdauer der Transformatoren, weil Überlastsituationen vermieden werden können.

## **Technisches Konzept:**

- Dezentral oder semi-dezentral vernetzte Automatisierungseinheiten in Verbindung mit geeigneter Sensorik, Aktorik und Kommunikation.

## **Problem der Verbreitung in Deutschland:**

- Fehlender Automatisierungsgrad in den Verteilnetzen.
- Fehlende Sensorik und Aktorik im Netz.

# Integriertes Betriebsmittelmanagement

**Heutiges Einsatzgebiet:** vereinzelt in USA, Deutschland

**Start des Einsatzes:** ab 2010

## **Funktion:**

- Betriebsmittelübersicht/ -bibliothek inklusive Informationsmanagement, Zustand/ Leistungsanalysen, Analyse von Fehlermoduseffekten und Gefährdungspotenzial, vorausschauende Wartungsentscheidungen, Integration in den Wartungsablauf.

## **Technisches Konzept:**

- Das Software-basierte Betriebsmittelmanagement sammelt und analysiert Anlagendaten. Es bewertet den Zustand und das Risiko auf der Grundlage der aktiven Netztopologie, um Wartungsmaßnahmen zu empfehlen und zu priorisieren und datengestützte Erkenntnisse für den Austausch zu liefern.

## **Problem der Markteinführung:**

- Fehlende Sensorik im Feld.
- Fehlende digitalisierte Betriebsmittel.
- Fehlende Standardisierung.
- CAPEX-Fokus in der Regulierung; fehlender Anreiz für Effizienz; fehlender Fokus auf die Priorisierung der Maßnahmen, im Interesse der schnellstmöglichen Anpassungen an neue Anforderungen im Netz.

# 4

## Netzbetrieb

# Störungsanalyse mittels Stromnetz-Plattformen

**Heutiges Einsatzgebiet:** Welt, vereinzelt in Deutschland

**Start des Einsatzes:** ca. 2017

## **Funktion:**

- Die Optimierung der Versorgungssicherheit wird durch eine Vereinfachung der räumlichen Eingrenzung der Störung und der Auswirkung ermöglicht. Die schnelle Wiederherstellung der Versorgung von nicht betroffenen Anschlüssen und die höhere Qualität der Versorgungsstatistik verbessert den Netzbetrieb. Ziel ist eine unmittelbare Störungsbenachrichtigung mit Ursachenmeldung. Die generierten Daten können anderen Applikationen bereit gestellt werden.

## **Technisches Konzept:**

- Störungen können über die Vorverarbeitung in der Sensorik im Feld, durch eine Nachbearbeitung auf Backendsebene lokalisiert und an die darauf aufbauende Netzbetriebsführung weitergeben werden.
- Die Auswertung der Daten einer Störung durch KI kann zur präventiven Minimierung von Ausfallzeiten genutzt werden. Die Einführung neuer KI-basierter Assistenzsysteme dient der Unterstützung des Personals und optimiert damit eine Störungsbehebung.

## **Problem der Markteinführung in Deutschland:**

- Unzureichende Anzahl und unzureichender Automatisierungsgrad der Feldgeräte.
- Fehlendes Vertrauen in neue Technologien und keine Standardisierung für Plattformökonomie.

# 5

## Grid Information Modelling



# Digitaler Zwilling im Kontext Netz

**Heutiges Einsatzgebiet:** weltweit

**Start des Einsatzes:** 2015

## **Funktion:**

- Verbesserung von Prognose, Design, Planung, Betrieb, Inbetriebnahme, Echtzeitdarstellung und Auswertung von Stromnetzen und ihren Komponenten durch umfangreiche Datenanalyse und genaue Simulationsmöglichkeiten. Durch diese virtuelle Darstellung werden neue Potenziale für Geschäftsmodelle generiert.

## **Technisches Konzept:**

- Die heute in unterschiedlichen Systemen verwalteten Planungs-, Asset-Management- und Online-Betriebsdaten werden in einem allumfänglichen digitalen Zwilling zusammengeführt und verifiziert. Das vermeidet doppelte Datenpflege und schafft eine hochqualitative Datenbasis für Datenanalysen und Simulationsfunktion.

## **Problem der Markteinführung in Deutschland:**

- Starker Fokus der ARegV auf CAPEX (nicht OPEX).
- Fehlende Standards für die Integration in andere Tools.
- Keine Konformitätsvalidierung und keine Standards für digitale Zwillinge.
- Hohe Sicherheitsanforderungen bei der Datenübertragung.
- Keine standardisierte Validierungsprüfung zwischen virtuellem Abbild und der Realität.

# Use Cases digitaler Zwilling: Kundenseitige Anwendung

## Prognose:

- Vorhersagemodelle, zum Beispiel Lebensdauerprognose, Lastprognose
- Empfehlung/ Fazit aus historischen Daten für zukünftige Maßnahmen

## Design:

- Schutzsysteme: virtuelle Prüfung von Schutzkonzepten und Schutzeinstellungen sowie Umsetzung von effizienten Schutztrainings für einen sicheren Betrieb

## Betrieb und Echtzeitdarstellung

- Prädiktive Kapazitätsplanung von Komponenten und des Netzes
- Assistenzsysteme für den Betrieb
- Vorrusschauende Planung von Wartungsarbeiten

## Planung

- 3D-Abbild einer Anlage oder Komponente zur Modellierung

## Inbetriebnahme

- Kalibrierung

## Auswertung

- Mustererkennung in Echtzeit durch trainierte Modelle

# (Zeitreihen) Simulation in der Netzplanung

**Heutiges Einsatzgebiet:** T&(D) Utilities

**Start des Einsatzes:** 2000

**Funktion:**

- Netzausbauplanung und Netzsimulation, Schutzkonzeptermittlung, EEG-Anschlussprüfung, Volt/VAR Optimierung, Harmonischen Schwingungen

**Technisches Konzept:**

- Das Netzplanungssystem als Anwendung eines digitalen Zwillings wird entweder selbst von Beginn an oder mit ersten Werten aus dem Geo-Informationssystem (GIS) befüllt. Basierend auf diesen Daten können Lastfluss- und Kurzschluss-Simulationen durchgeführt werden, später auch komplexere Funktionen wie Schutzkonzepterstellung, Genehmigung von EEG-Anschlussgesuchen oder transiente Zustände, Oberschwingungen, Eigenwertanalyse etc. Statt Standardlastprofilen werden vermehrt Kopplungen zu Meter Data Managementsystemen (MDM) etabliert, um reale Lastdaten aus dem Netz für die Ausbauplanung oder Netzschaltplanung zu planen.

**Problem der Markteinführung in Deutschland:**

- Erforderlicher Paradigmenwechsel von bisherigen zu planenden (Excel-) und umzusetzenden Netzplanungen (Netzabteilung) zu einem hochgradig digitalisierten Ansatz in einer gemeinsamen Abteilung.
- Neuheit: Zeitnahe Entscheidung zur Engpassvermeidung etwa durch das GIS-System und/ oder Asset-Management (geplante Instandhaltungsmaßnahmen) des Energieversorgers sowie Zeitreihen-System-Verbindungen für reale Lastprofile, Prognosewerte oder sogar aktuellen Prozesswerte.
- Schwerfällige Zusammenführung von isolierten Organisationseinheiten beim Netzbetreiber.
- Fehlende Ressourcen und mangelnde Abarbeitungszeiten.
- Fachkräftemangel

# 6

## Smartes Blindleistungsmanagement

## Heutiges Einsatzgebiet: in Planung

## Start des Einsatzes: in Planung

### Funktion:

- Entlastung der Übertragungs- und Verteilnetze; Versorgungs- und Systemsicherheit; Erhaltung der normgerechten Spannungsqualität

### Technisches Konzept:

- Mit Blindleistung kann zwar keine elektrische Arbeit verrichtet werden, sie ist aber u. a. für den Stromtransport oder den Betrieb von Verbrauchs- oder Erzeugungsanlagen zwingend nötig. Eine optimierte Bereitstellung und smarte Nutzung von Blindleistung (Q) soll dabei unterstützen, erforderliche Investitionskosten in den Netzausbau einzusparen, die Netzanschluss- und Übertragungskapazität zu erhöhen, die Spannungshaltung im Netz zu sichern und elektrische Verluste zu reduzieren bzw. die Energieeffizienz zu erhöhen.

### Probleme der Markteinführung in Deutschland:

- Keine verpflichtende, marktgestützte Beschaffung der Blindleistung im Verteilnetz
- fehlendes, ganzheitliches Konzept – dies muss von der Politik erlassen und verpflichtend werden
- Netzbetreiber sollten Vollkostenverantwortung tragen
- künftiges Q-Management- und Q-Beschaffungssystem umfasst derzeit nicht alle Spannungsebenen
- Keine geeignete Netzentgeltsystematik für Anreiz und Nutzung von Flexibilitäten für die Blindleistung
- fehlende Förderung von Politvorhaben, um die Praxistauglichkeit eines smarten Blindleistungsmanagements zu demonstrieren

**zvei**

electrifying  
ideas

---