







2.4 Blaupause 3: Netzführung und Netzmonitoring für dezentrale Energiesysteme

Blaupause	
Zielgruppen	VNB, Stadtwerke
Ausgangslage und Problemstellung	<p>Das zu lösende Problem ist die Ermittlung der tatsächlich gelieferten Flexibilitäten auf Basis der vorherigen kontrahierten Angebote und Zuschläge. Durch den Wandel von großen, zentralen Erzeugungsanlagen hin zu kleinen, dezentralen Anlagen, bekommen die Erzeugungs-, Verbrauchs- und Speicherkapazitäten (Flexibilität) dezentraler Energiesysteme einen immer höheren Stellenwert.</p> <p>Um die dezentralen Energiesysteme in ein aktives Netzmanagement zu integrieren, bedarf es zunächst geeigneter Prognosen, um darauf aufbauend nötige Maßnahmen ableiten zu können. Die Herausforderung liegt dabei in der hohen Volatilität der einzelnen Einheiten dezentraler Energiesysteme.</p> <p>Die nächste Hürde ist die Integration dezentraler Energiesysteme in die Netzführung. Die Schaufenster haben entsprechend unterschiedliche Ansätze erprobt, wie eine Einbindung in die zunehmend dezentrale Netzführung möglich ist. Um die Wirkung der zugehörigen Maßnahmen zu überprüfen, bedarf es darüber hinaus eines Netzmonitorings auf lokaler Ebene.</p>
Lösungsansatz	<p>Die Flexibilisierung von dezentralen Erzeugungsanlagen, Verbrauchern und Speichern spielte eine ebenso entscheidende Rolle wie der Einsatz neuer, intelligenter Netzbetriebsmittel zur Schaffung weiterer Optionen bei der Netzführung.</p> <p>Der intensive Einsatz von intelligenten Messsystemen (iMSys) schafft – insbesondere im Zusammenspiel mit der Kernkategorie Daten – neue Handlungsmöglichkeiten für die Rollenkonzeption eines potentiellen Smart Grid Operators (SGO). Die neue Netzführung basiert vor allem auf Daten und ihrer Auswertung.</p>
Einordnung der Blaupause	Blaupause in der Kategorie „Digitalisierung als Enabler“
Technologiereifegrad (Spektrum der Detail-Blaupausen)	 <p>Prototyp mit systemrelevanten Eigenschaften existiert und wird im Betriebsumfeld getestet.</p>
Eingeflossene SINTEG-Aktivitäten	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>■ Subsidiäre Netzführung mittels zellulären Strukturen</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>■ System Cockpit ■ Subsidiäre Netzführung mittels Energy Gateway</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>■ Entwicklung einer neuen Rolle: Smart Grid Operator (SGO)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>■ Subsidiäre Netzführung mittels ENKO</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>
Innovationsgehalt	Bedingt durch die Daten und neuen Kontrollfunktionen ließen sich notwendige Änderungen in den Paradigmen der Netzführung umsetzen und somit neue organisatorische Prozesse für einen dezentralen Betrieb umsetzen. Diese wurden dabei auf verschiedene technische Systeme abgebildet und unterliegen Komplexitätsherausforderungen.
Bedingungen für die Übertragbarkeit und Skalierbarkeit	Allgemeine Bedingung für die Übertragbarkeit und Skalierbarkeit ist die Interoperabilität. Dies betrifft vor allem die Ansteuerbarkeit der Anlagen, das Vorhandensein und die Nutzung von Kommunikationsprotokollen, die Datenkaskade und die Verfügbarkeit entsprechender Sensorik.

Das System Cockpit aus **DESIGNETZ** wird in der nachfolgenden Detail-Blaupause näher erläutert. Die Aktivitäten weiterer Schaufenster werden hier kurz dargestellt.

In **C/sells** ist eine reibungslose Zusammenarbeit der beteiligten Netzbetreiber essenziell, um Eingriffe in die Anlagen sowie zugehörige Netzführungsmaßnahmen zu optimieren und effizient umsetzen zu können. Für systemstützende Eingriffe wurden die Beteiligten, die notwendigen Rollenverteilungen, Verantwortlichkeiten, Berechtigungen und Prozesse hinsichtlich




Anweisung, Dokumentation und Kommunikation zwischen allen Partnern sowie den Datenaustausch und der Aggregationstiefe definiert. Insbesondere die funktionalen Abläufe des BDEW-Ampelsystems wurden geprüft und neu ausgestaltet, sowohl zwischen ÜNB und VNB als auch zwischen verschiedenen VNB. Dies geschah unter Berücksichtigung der übergreifenden Systemverantwortung der ÜNB sowie der regionalen Aufgaben der VNB. In diesem Zusammenhang wurde auch evaluiert, in welchen Fällen eine Kaskade durch Direktzugriffe auf Anlagen ergänzt werden musste. Zu diesem Zweck wurde ein Simulationsmodell entwickelt, das sowohl alle relevanten Akteure (Übertragungsnetz, Verteilnetz, Anlagen, Markt und ggf. Microgrids) berücksichtigte als auch eine parallele Gesamtsimulation des Energiesystems (Zellen) unter dem sogenannten Ost-West-Solarbogen⁸ verknüpfte.

enera demonstrierte eine vorausschauende Netzführung, unter Nutzung marktlich kontrahierter Flexibilitäten (speziell in der gelben Ampelphase), in der Eingriffe zur Wahrung der Stabilität des Versorgungssystems auf ein Minimum reduziert sind.

Auch **NEW 4.0** fokussierte neue Netzführungskonzepte. Analog zu einer angepassten Netzplanung ist auch die operative Netzführung aus Sicht des Schaufensters den Veränderungen durch die Energiewende anzupassen. Im Rahmen der zu steigernden Flexibilität sowohl von EE-Einspeisern als auch von Verbrauchern sollte die Netzführung in der Lage sein, aktuelle Netz- und Marktdaten jederzeit in Echtzeit analysieren zu können, um Auswirkungen auf die Netze, wie auch mögliche Handlungen gesichert einzuschätzen. Auch dieses Ziel dient direkt den Förderzielen eines effizienten und sicheren Netzbetriebs bei hohen Anteilen erneuerbarer Energien sowie dem effizienten und sicheren Zusammenspiel aller Akteure im intelligenten Energienetz.

8 Der Ost-West-Solarbogen bezeichnet eine Region in Süddeutschland innerhalb derer ca. 50% der Photovoltaikleistung installiert ist.

2.4.1 DETAIL-BLAUPAUSE 3.1: SYSTEM COCKPIT

Detail-Blaupause	
Zielgruppen	VNB, Stadtwerke
Ausgangslage und Problemstellung	<p>Die technischen Anlagen der DESIGNETZ-Teilprojekte übermitteln über das Energy Gateway (siehe Detail-Blaupause 1.1 „Energy Gateway“) ihre Erzeugungs-, Verbrauchs- und Speicherkapazitäten (Flexibilität) an das System Cockpit, welches zur Netzführung und dem Netzmonitoring dient.</p> <p>Eine bestehende Herausforderung sowie Problemstellung ist jedoch, dass sich das zukünftige Energieversorgungssystem im Szenariozieljahr 2035 maßgeblich vom heutigen unterscheiden wird. Dies hat zur Folge, dass heute entwickelte Systeme und Lösungen zwar die heutigen Anforderungen vollumfänglich erfüllen können, jedoch nicht zwingend die Anforderungen im Szenariozieljahr 2035. Das zu lösende Problem ist die Ermittlung der tatsächlich gelieferten Flexibilitäten auf Basis der vorherig kontrahierten Angebote und Zuschläge.</p>
Lösungsansatz	<p>Das System Cockpit als Werkzeug im Schaufenster DESIGNETZ ermöglicht eine systemische Sicht im Projekt auf zukünftige Versorgungsaufgaben in Deutschland mit dem Szenariozieljahr 2035. So ist das System Cockpit dazu in der Lage, die technischen Anlagen der heutigen, realen Welt in ein simuliertes Energieversorgungssystem (unter Berücksichtigung unterschiedlicher Entwicklungsszenarien) des Jahres 2035 zu integrieren. Dabei ermöglicht das System Cockpit eine Echtzeitsimulation von Flexibilitätsbedarfen und deren physischen Abruf in zwei Phasen:</p> <div style="text-align: center;">  <p>Das Diagramm zeigt zwei aufeinanderfolgende Phasen in einem Pfeil: 'Planungsphase' und 'Betriebsphase'.</p> </div> <p>Das System Cockpit verfügt über ein sogenanntes Situationsmatching, sodass in unterschiedlichen, angenommenen Situationen die jeweils angemessenen Handlungsoptionen identifiziert werden.</p>
Einordnung der Blaupause	Detail-Blaupause zu „Netzführung und Netzmonitoring für dezentrale Energiesysteme“
Technologiereifegrad (Spektrum der Detail-Blaupausen)	<div style="text-align: center;">  <p>Die Skala zeigt die Zahlen 1 bis 9 in einem Balken. Die Zahlen 6 und 7 sind hervorgehoben.</p> </div> <p>Demonstrationsanlage/-konzept in anwendungsähnlicher Umgebung funktioniert.</p>
Eingeflossene SINTEG-Aktivitäten	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div> <p style="text-align: center;">■ System Cockpit</p>
Innovationsgehalt	Neben der eigentlichen Netzführung und dem Netzmonitoring eines dezentralen Energiesystems dient das System Cockpit als Werkzeug zur Simulation unterschiedlicher Zukunftsszenarien. Dies erlaubt die erstmalige Erprobung von realen netzkoordinierenden bzw. -stützenden Maßnahmen sowie deren Wirksamkeit für die zukünftig zunehmende Dezentralisierung und somit volatileren Energieversorgung im Jahr 2035 unter Berücksichtigung unterschiedlicher infrastruktureller Netzausbauszenarien.
Bedingungen für die Übertragbarkeit und Skalierbarkeit	Für die Übertragbarkeit wird eine ausreichende Anzahl an Flexibilitätsangeboten und der Betrieb der Datenkaskade bzw. der Daten- und Dienstplattform benötigt.

Das zukünftige Energieversorgungssystem im Szenariozieljahr 2035 wird sich maßgeblich vom gegenwärtigen unterscheiden. Infolgedessen erfüllen die heute entwickelten Systeme und Lösungen zwar die Anforderungen des gegenwärtigen Energiesystems, jedoch nicht zwangsläufig auch die Anforderungen des zukünftigen Energiesystems. In einem Zusammenspiel aus realen und simulierten Daten adressierte das in DESIGNETZ entwickelte System Cockpit die weitere Entwicklung und Demonstration technischer und prozessualer Lösungen zur Hebung von Flexibilitätspotenzialen in der Energiewelt 2035. Zu diesem Zweck wurden alle relevanten Akteure eines Verteilnetzes unter Berücksichtigung der unterschiedlichen

infrastrukturellen Netzausbauszenarien simuliert, sodass ein spannungsebenenübergreifendes Verteilnetz (für die DESIGNETZ-Modellregion) im Zieljahr 2035 als Simulationsgrundlage geschaffen werden konnte – zu den im Netzsimulator abgebildeten Anlagen zählen u. a. erneuerbare Energieanlagen, wie Windenergie oder PV-Anlagen, Haushalts-, konventionelle dezentrale Anlagen und Industrielasten sowie zusätzliche Netzbetriebsmittel, wie bspw. Transformatoren und elektrische Leitungen mit ihren technischen Eigenschaften. Um diese vielfältigen Abhängigkeiten in eine gemeinsame Simulation zu integrieren, besteht das System Cockpit aus vielen einzelnen Simulatoren, die mittels des Co-Simulationsframeworks „mosaik“ orchestriert werden.

Über die simulierten Anlagen hinaus sind die realen DESIGNETZ-Demonstrationsanlagen aus dem Jahr 2020 mit ihren realen Flexibilitätsoptionen bzw. Betriebswerten in der Simulation miteinbezogen und durch den sogenannten VPP-Simulator auf eine für das Jahr 2035 entsprechende Anzahl skaliert worden. Dieses Zusammenspiel von Realität und Simulation schuf die Grundlage für eine „Echtzeitsimulation“, welche erstmals die Erprobung eines Engpassmanagements in unterschiedlichen Netzausbauvarianten des zukünftigen Energiesystems im Zieljahr 2035 mit heute zur Verfügung stehenden Mitteln erlaubte. Im Kern ist die Simulation in zwei Phasen gegliedert:

- 1.** Um das simulierte Anlagenverhalten zu bestimmen, wird in der **Planungsphase** sowohl die gesamtdeutsche Situation als auch die Situation in der DESIGNETZ-Modellregion bestimmt. Eine Situation beschreibt dabei klassifizierte Last- und Einspeiseverhältnisse der jeweiligen Betrachtungsräume. Mit Hilfe eines Situationsmatchings und der realen Fahrplandaten der Demonstrationsanlagen lässt sich zur Identifikation von Netzengpässen (im simulierten Energiesystem) eine Netzberechnung durchführen. Wird ein Netzengpass festgestellt, werden zunächst Handlungsoptionen identifiziert und herangezogen, die zur Auflösung des Netzengpasses beitragen. Indem eine Handlungsoption für jede reale Anlage einen zur Situation geeigneten Fahrplan beinhaltet, erfolgt die Lösungsfindung zur Beseitigung des Netzengpasses auf Grundlage der real verfügbaren Flexibilitätserzeugnisse, welche vom System Cockpit für den Zeitraum des prognostizierten Netzengpasses reserviert werden.
- 2.** In der **Betriebsphase** wird die tatsächliche Netzbelastung nach Flexibilitätseinsatz, der eine mögliche Situation in der Betrachtungsregion für das Jahr 2035 darstellt, berechnet. Zu diesem Zweck wird der simulierte Netzzustand auf Basis der Netzberechnung sowie unter Berücksichtigung des zuvor ermittelten Flexibilitätseinsatzes bestimmt und visualisiert. Die Visualisierung erfolgt auf Grundlage der realen Betriebsdaten der Demonstrationsanlagen und in 15-Minuten-Intervallen.

Zusammenfassend stellte das System Cockpit ein Netzführungs- und Monitoringsystem dar, welches als Bindeglied zwischen den heute realisierbaren Technologien und den Anforderungen des zukünftigen Energiesystems fungierte, indem dieses die digitale Energiewelt der Zukunft simulierte und Flexibilitätspotenziale realer Demonstrationsanlagen nutzbar machte, um Probleme im simulierten Referenznetz zu beheben. So wurden im System Cockpit unterschiedliche Zustände des virtuellen Energiesystems simuliert, untersucht und visualisiert (vgl. DESIGNETZ, 2021a).