

Standardisierte Digitale Zwillinge als Enabler für transparenten hochautomatisierten Netzbetrieb



Zusammenführung verteilter Netzdaten für Netzzustandsprognosen und betriebliche Nutzung im Realbetrieb

Jana Heinrich, Fraunhofer IESE, jana.heinrich@iese.fraunhofer.de
 Steven Eich, Stadtwerke Saarlouis GmbH, eich@swsls.de
 Dr. Martin Becker, Fraunhofer IESE, martin.becker@iese.fraunhofer.de
 Prof. Dr.-Ing. Michael Igel, Institut für Elektrische Energiesysteme, michael.igel@htwsaar.de

Motivation

Die Anforderungen an den Netzbetrieb steigen durch die zunehmende Einspeisung aus erneuerbaren Energien, den Hochlauf steuerbarer Verbrauchseinrichtungen und höhere Auslastungsgrade der Betriebsmittel.

Für eine belastbare Bewertung des aktuellen und zukünftigen Netzzustands werden daher **durchgängiges Netzmonitoring, netztechnische Berechnungen und Prognosen benötigt**. Ein nur erfahrungsbasierter und statisch geplanter Netzbetrieb reicht dafür nicht mehr aus.

Wo heute die Hürde liegt

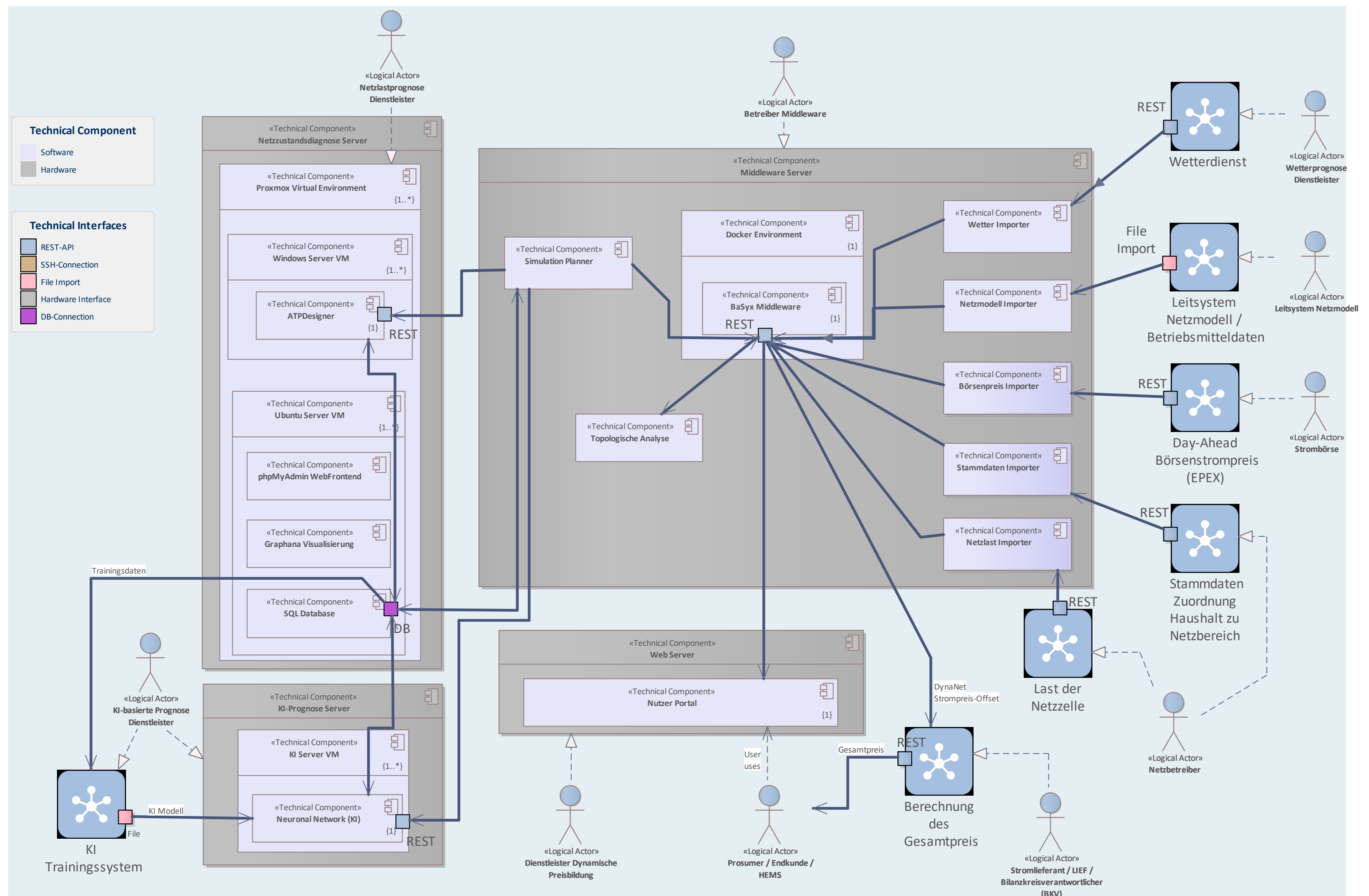
Die hierfür erforderlichen Informationen sind in der Praxis meist bereits vorhanden, liegen jedoch **verteilt in spezialisierten Systemen mit heterogenen Datenstrukturen** vor.

Messwerte, Netztopologie, Betriebsmitteldaten und Berechnungsergebnisse sind typischerweise in getrennten Datensilos organisiert. Ihre **Zusammenführung erfolgt häufig manuell**, ist zeitaufwändig und fehleranfällig und erschwert damit eine durchgängige Transparenz sowie einen automatisierten Netzbetrieb.

Zentrales Lösungsprinzip

Standardisierte Digitale Zwillinge **schaffen einen interoperablen Informationsraum - auch für den Betrieb von Stromnetzen**. Schon implementierte dezentral arbeitende Softwarelösungen arbeiten dabei in vollem Funktionsumfang weiter, ihre Daten und Funktionen werden jedoch über standardisierte Schnittstellen gemeinsam nutzbar.

Standardisierte Beschreibungen von Assets, Zuständen und Relationen schaffen die Grundlage, um **heterogene Datenquellen konsistent zusammenzuführen und für Monitoring, Analyse und Prognose bereitzustellen**. So entsteht eine skalierbare Integrationslogik, die Transparenz im Netzbetrieb ermöglicht und gleichzeitig die Grundlage für weiterführende Automatisierung schafft.



Anwendungsbeispiel: DynaNet

Im BMW geförderten Projekt DynaNet wird die vorgestellte Integrationsidee **prototypisch im realen Netzbetrieb der Stadtwerke Saarlouis GmbH umgesetzt**. Dabei werden Daten aus bestehenden Softwarelösungen nicht zentral neu aufgebaut, sondern über standardisierte Schnittstellen der BaSyx Middleware zusammengeführt. Ortsnetzstationen werden als beschreibende Digitale Zwillinge über Asset Administration Shells eingebunden, während das Netzmodell des Niederspannungsleitsystems über CIM/CGMES nach IEC 61970 bereitgestellt und über die BaSyx-Middleware verfügbar gemacht wird. Auf dieser Grundlage werden topologische Analysen durchgeführt und die für die Netzbewertung relevanten Informationen an das Netzberechnungsprogramm ATPDesigner übergeben, wo Lastflussrechnungen mit Lastprofilen zur Erstellung von Netzzustandsprognosen erfolgen. Wetterprognosen fließen dabei über die Lastprofile sowohl in die Abschätzung erneuerbarer Erzeugung als auch in die Netzzustandsprognose ein. So wird beispielhaft gezeigt, wie verteilte Netzdaten interoperabel zusammengeführt und für Transparenz und betriebliche Entscheidungen im hochautomatisierten Netzbetrieb nutzbar gemacht werden.

Übertragbarkeit und Ausblick

Die in der Abbildung dargestellte Architektur wurde im SGAM als Component Layer definiert, befindet sich derzeit im Aufbau und ist als Work in Progress zu verstehen. Mit dem CIM/CGMES-Import aus dem Leitsystem sowie der Kopplung von ATPDesigner an BaSyx wurden erste Schnittstellen umgesetzt. Der Ansatz wird exemplarisch in einem abgetrennten IT-Netz der Stadtwerke Saarlouis aufgebaut: Server-Hardware mit Virtualisierungsumgebung und mehreren Virtuellen Maschinen, Steuerung von ATPDesigner durch BaSyx durch einen in ATPDesigner integrierten Webserver mit REST-API. Perspektivisch weist die gezeigte Lösung über den konkreten Anwendungsfall hinaus: Künftig können dezentrale Softwarelösungen ihre jeweiligen Daten, Modelle und Funktionen in einem gemeinsamen Datenraum bereitstellen, ohne ihren Funktionsumfang oder Datenbestände zu verändern. Standardisierte Digitale Zwillinge schaffen damit die Voraussetzung, dass verteilte heterogene Systeme nicht isoliert nebeneinander bestehen, sondern zentral zusammenwirken und gemeinsam zur Transparenz, Prognosefähigkeit und Automatisierung in der Energieversorgung beitragen.



BaSyx ist eine Open-Source-Middleware zur Verwaltung von Asset Administration Shells (AAS). Im vorgestellten Ansatz dient BaSyx als **Integrations- und Verwaltungsebene für standardisierte Digitale Zwillinge**.

Benefits

- Interoperable Nutzung verteilter Fachsysteme
- Reduktion individueller Schnittstellen
- Konsistente und aktuelle Datengrundlage
- Erhalt dezentraler Zuständigkeiten
- Data Security durch kontrollierten Zugriff auf Daten
- Grundlage für transparente Automatisierung
- Skalierbare Erweiterung um weitere Systeme
- Standardisierte Beschreibung von Assets und Zuständen



DynaNet entwickelt **Ansätze für netzdienliche, dynamische Preissignale**, die den Zustand lokaler Verteilnetze berücksichtigen und so zur **Stabilisierung des Netzbetriebs** beitragen. Ziel ist es, verteilte Netz-, Prognose- und Marktdaten **so zusammenzuführen**, dass daraus eine Systematik für **netzdienliche Steuerungssignale** im Zusammenspiel mit Home-Energy-Management-Systemen entsteht. Für den in diesem Poster gezeigten Beitrag dient DynaNet als Anwendungsrahmen, in dem die standardisierte Integration verteilter Netzdaten für Netzzustandsprognosen und betriebliche Nutzung prototypisch umgesetzt wird.

- Laufzeit: 01.07.2025 - 30.06.2028
- Projektvolumen: 3.641.759 €

- Projektpartner: Stadtwerke Saarlouis GmbH, Fraunhofer IESE, htw saar, OLI Systems GmbH, UBIMET GmbH, August-Wilhelm Scheer Institut, Hochschule Weserbergland
- Öffentlich gefördert im Rahmen der Förderinitiative „Stromnetze und Stromspeicher“ des 8. Energieforschungsprogramms des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz

Mehrwert für den hochautomatisierten Netzbetrieb

Die standardisierte Zusammenführung verteilter Daten durch eine Middleware **bewirkt**:

- eine konsistente und aktuelle Datenbasis für Netzplanung und Netzbetrieb
- einen geringeren manuellen Integrationsaufwand
- standardisierte Schnittstellen zum Austausch einzelner Softwarekomponenten im hochautomatisierten Netzbetrieb
- eine verbesserte Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen im Netzbetrieb
- eine vereinfachte Anbindung verschiedener Umsysteme
- eine standardisierte Grundlage zur Implementierung datenbasierte Ansätze im Assetmanagement
- ein fokussierter Einsatz von Investitionen im Netzausbau
- eine verbesserte Integration des Digitalen Produktpass in die Prozesse des Netzbetriebs

