



# EnergyTWIN – Energiediagnosestecker Digitaler Zwilling

KI-basierte Methoden für digitale technische Anlagen und deren energetische Systemoptimierung

*Für die intelligente Inbetriebnahme von technischen Anlagen werden im Projekt „EnergyTWIN“ KI-basierte Methoden für die Erzeugung eines digitalen Zwillings entwickelt. Dafür werden Informationen aus dem as-planned-Modell mit Informationen aus dem Bereich des Reality Capturing verknüpft, um Klassifikationen sowie topologische und semantische Zusammenhänge aufzuarbeiten und in VR-/AR-Umgebungen darzustellen. Die aufgearbeiteten Informationen können im weiteren Betrieb mit den elektronischen Daten der Feldebene verknüpft und für die kontinuierliche energetische Systemoptimierung verwendet werden. Die entwickelten Methoden werden im Neubauprojekt der Erweiterung der Debeka-Hauptverwaltung in Koblenz angewendet und im Zuge der Inbetriebnahme und des Betriebs validiert.*



Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christoph van Treeck, Leiter des Lehrstuhls für Energieeffizientes Bauen – E3D, RWTH Aachen University



Nicolas Pauen, M.Sc. RWTH, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Energieeffizientes Bauen – E3D, RWTH Aachen University



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Blankenbach, Leiter des Geodätischen Instituts und Lehrstuhls für Bauinformatik & Geoinformationssysteme, RWTH Aachen University

Die Digitalisierung ist in allen Bereichen von Wirtschaft und Gesellschaft ein Megatrend. Das gilt insbesondere für das Bauwesen, das gegenüber anderen Bereichen der Wirtschaft einen großen Nachholbedarf hat und zu den bisher am wenigsten digitalisierten Industriezweigen zählt. Aus Sicht der Energiewende ist die Digitalisierung ein zentrales Umsetzungsinstrument, um die Vo-

lilität der Erneuerbaren Energien in den Sektoren „Strom“, „Wärme“ und „Mobilität“ erzeuger- und verbrauchsseitig moderieren zu können. Informationstechnische Lösungen, die dieses Zusammenspiel einer stets komplexer werdenden Energiesystemtechnik erfassen, müssen in Zukunft weit mehr bieten, als es gegenwärtig der Fall ist. Hochkomplexe Zusammenhänge in der Technischen

Gebäudeausrüstung und Gebäudeautomation müssen informations- und kommunikationstechnisch erfasst und im Zusammenhang mit BIM-Modellen in einer für den Menschen verständlichen Form aufbereitet und verwaltet werden. Ein wichtiger Faktor ist dabei die intelligente und semantische Strukturierung dieser Modelle in einem datengetriebenen Planungsprozess.

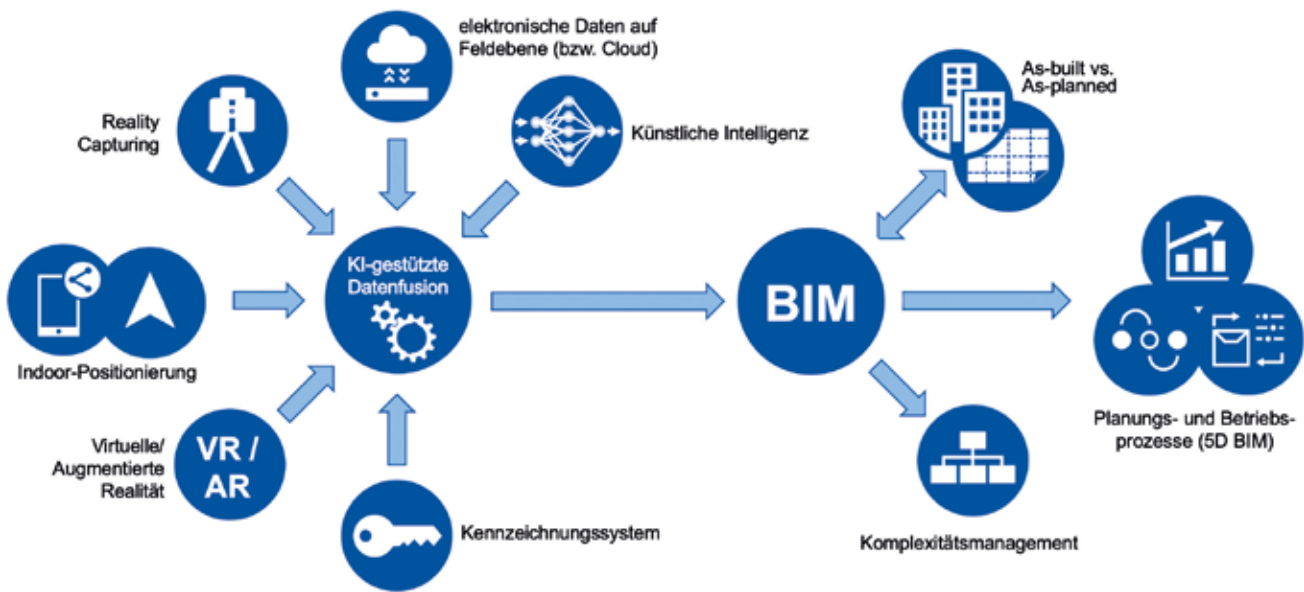


Abbildung 2: Verknüpfung von Megatrends des digitalen Bauens mit zentralen Themen der Energiewende; Visualisierung RWTH Aachen

### Megatrends des digitalen Bauens werden verknüpft

Das Projekt „EnergyTWIN“ entwickelt dazu Verfahren für die (automatisierte) Erzeugung eines „Digitalen Zwillings“ für den Anwendungsfall der Inbetriebnahme der Gebäudetechnik und deren kontinuierliche Fortführung mit Informationsanreicherung in der Betriebs- und Nutzungsphase. Geometrie, Systemtopologie sowie energetisch-funktionale und informationstechnische Zusammenhänge gebäudetechnischer Anlagen sollen im Rahmen der baulichen Umsetzung bzw. technischen Inbetriebnahme durch eine auf den Ausführungsplanungsdaten basierende Erfassung des tatsächlich gebauten Bestandes erkannt und die erfassten Daten für eine energetische Bestandsoptimierung aufbereitet werden. Die Erkennung und Klassifizierung von Komponenten wie auch die Organisation und strukturierte Aufbereitung der Daten unter Berücksichtigung funktionaler Zusammenhänge sind wichtige, übergeordnete Themen, denen im Rahmen der Digitalisierung der Energiewende bislang nur sehr wenig Bedeutung beigemessen wird. Aktuell stehen die Themen „Building Information Modeling (BIM)“, „Anlagenschema“, „Gebäudeautomation“, „CAFM“ und „Betrieboptimierung“ isoliert nebeneinander. Um dieses Defizit zu lösen und wirtschaftlich zu erschließen, werden im Projekt „EnergyTWIN“ die wichtigen Megatrends des digitalen Bauens verknüpft, beispielsweise der Einsatz von Methoden zur hochauflösenden Bestandsdatenerfassung, neue 5D-BIM-Werkzeuge, intelligentes Asset-Management und der Einsatz von Methoden des

maschinellen Lernens mit zentralen Themen der Digitalisierung der Energiewende im Gebäudebereich (Abbildung 2).

### Neuer Mobilfunkstandard 5G

Die bestehende Situation wird zudem durch die Erhöhung des Automationsgrades von Gebäuden, der stetigen Einführung von Smart-Home-Systemen und insbesondere mit der bevorstehenden Einführung neuer Funknetzstandards zunehmend an Bedeutung gewinnen. Der 5G-Standard ermöglicht extrem hohe Übertragungsraten (Faktor 1.000) bei deutlich geringerem Energieaufwand (Faktor 10), höhere Reichweiten und eine bessere Gebäudedurchdringung (20 dB) sowie extrem geringe Latenzen für Echtzeitanwendungen (<5 ms). Der neue Mobilfunkstandard wird daher zur technologischen Basis von „Smart Grids“ und zukünftigen Gebäuden und Quartieren als intelligent vernetzte Energieeinheiten werden.

Die Ausstattung von Gebäuden mit (drahtlos) kommunizierender Sensorik löst dabei jedoch nicht das zentrale Problem der Erkennung, Identifikation und funktionalen Verknüpfung von Komponenten untereinander, die in dem hier beantragten Projekt systematisch erarbeitet und bereitgestellt werden sollen. Dafür müssen zum Beispiel Informationen einer geometrischen Punktwolke interpretiert und darin Objekte (etwa Pumpen, Rohrleitungen, Sensoren, usw.) zu-

verlässig erkannt werden. Diese Informationen müssen dann mit sehr großen Datenmengen auf der Feldebene der Gebäudeleittechnik bzw. Cloud aktiv verknüpft werden können.

### „Diagnosestecker für Gebäude“

Im Vorhaben „EnOB: EnergyTWIN“, gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) unter dem Förderkennzeichen 03EN1026A-E, werden unter Verwendung moderner Technologien des Reality Capturing (Photogrammetrie, Laserscanning, Infrarotmesstechnik) Verfahren für die Erkennung und Klassifizierung von Komponenten und deren topologischer Zusammenhänge durch

**„Ein intelligenter digitaler Zwillings entsteht erst durch semantische und miteinander verknüpfte Informationen.“**

ein Konsortium aus sechs Partnern (fünf geförderte und ein assoziierter Partner) aus Industrie und Wissenschaft unter Leitung der RWTH Aachen weiterentwickelt. Dazu dienen auch Methoden der wissensbasierten, automatisierten Punktwolkenfilterung, Merkmalsextraktion, Klassifizierung und Modellierung sowie der Darstellung über virtuelle und augmentierte Realität. Dabei unterstützen auch Informationen aus vorhandenen Planungsmodellen. Resultierende geometrische, topologische und semantische Informationen werden erstmals gleichzeitig mit Cloud-basierten Methoden zur Verwaltung von energetischen Betriebsdaten auf der Feldebene zusammengeführt. Mittels Methoden des maschinellen Lernens



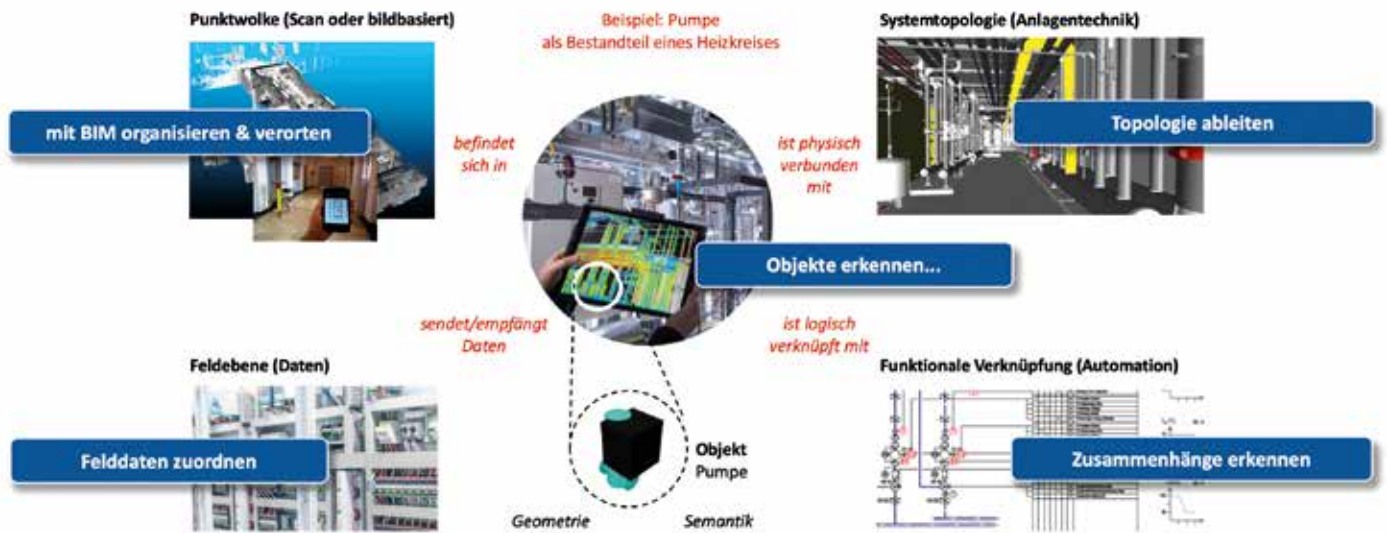


Abbildung 3: Verknüpfung von semantischen, topologischen und geometrischen Informationen; Visualisierung RWTH Aachen

sollen dadurch Informationen über funktionale und informationstechnische Zusammenhänge abgeleitet und diese automatisiert miteinander verknüpft werden. Als Ergebnis liefern sie, wie in Abbildung 2 dargestellt,

- ein strukturiertes Gebäudeinformationsmodell - As-built-BIM (Informationen über Geometrie, Topologie und Semantik der Anlagentechnik),
- ein anlagentechnisches Strangschemata (Informationen über die physikalische Systemtopologie der Gebäudetechnik) und
- ein logisches Verknüpfungsschema (Informationen über funktionale und infor-

mationstechnische Zusammenhänge zwischen Aktoren und Sensoren).

Die Kenntnis der derzeit in dieser Form nicht verfügbaren und nur unter erheblichem Aufwand zu generierenden Informationen und insbesondere die Verknüpfung dieser Informationen sind Ziele des Forschungsprojekts. Die strukturierte Erfassung, Aufbereitung und Organisation dieser Daten im Sinne eines „Diagnosesteckers für Gebäude“ ist dabei eine wichtige Voraussetzung und Grundlage, um beispielsweise Betriebsmodi zu analysieren, Funktionsbeschreibungen auszuwerten oder energetisches Systemverhalten anhand von Key-Performance-Indi-

katoren zu bewerten bzw. in einer für den Menschen „lesbaren“ Form über „smarte“ Schnittstellen (Sprachausgabe, mobile Geräte usw.) kommunizieren zu können.

### Anwendung in der Praxis

Die entwickelten Verfahren werden im Neubauprojekt der Erweiterung der Debeka-Hauptverwaltung in Koblenz angewendet und im Zuge der Inbetriebnahme und des Betriebs validiert werden. Der Neubau des Büro- und Verwaltungsgebäudes umfasst insgesamt 16 Stockwerke, von denen zwei unterirdisch und 14 oberirdisch umgesetzt werden. Das entspricht einer Bruttogrundfläche von über 55.000 m<sup>2</sup>. Der Neubau wird über eine eingeschossige Brücke an den Bestandbau angeschlossen und soll bereits 2022 von 1.350 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Debeka-Gruppe bezogen werden. Die Generalplanung des Neubauprojekts wird von RKW Architektur + durchgeführt.

### Fördermittelgeber und Projektkonsortium

Dieser Beitrag wurde im Rahmen des vom BMWi geförderten Projektes „EnergyTwin“ (FKZ: 03EN1026A, Laufzeit: 07/2020 - 12/2023) verfasst. Das Projektkonsortium besteht aus dem Geodätischen Institut und Lehrstuhl für Bauinformatik & Geoinformationssysteme der RWTH Aachen (Projektleitung), dem Lehrstuhl für Energieeffizientes Bauen E3D der RWTH Aachen, den Firmen aedifion GmbH, DiConneX GmbH, TEMA Technologie Marketing AG, Internet Marketing Services GmbH und der Aachener Grundvermögen Kapitalverwaltungsgesellschaft mbH. ◀



Abbildung 4: Der Erweiterungsbau der Debeka-Hauptverwaltung in Koblenz, Entwurf RKW Architektur + (Architekturwettbewerb 2016); Visualisierung PONNIE Images