

MODULARES BAUEN

Endlich ein Treiber für den deutschen Wohnungsmarkt?

IMMOBILIENSTANDORT D

Ideen-Wettstreit statt Wahlkampf-Auszeit

BESTAND TRIFFT ZUKUNFT

Digitale Zwillinge als Schlüssel zur zukunftssicheren Immobilie?

Handelsblatt **Journal**

Eine Sonderveröffentlichung von Euroforum Deutschland

NOVEMBER 2024 | WWW.HANDELSBLATT-JOURNAL.DE



IMMOBILIENWIRTSCHAFT
DIE ZUKUNFT SCHLÄFT NICHT

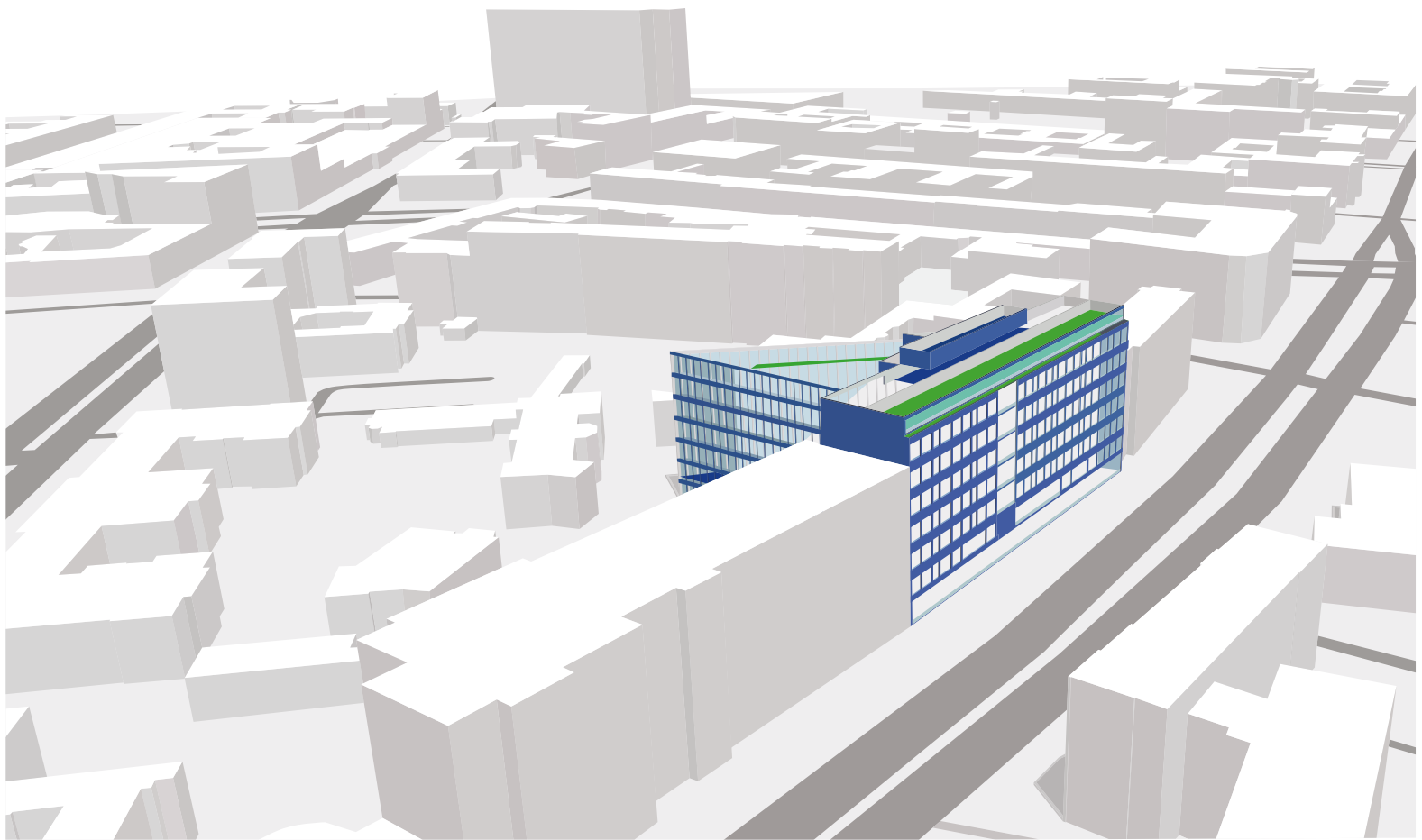
euroforum

Medienpartner

Handelsblatt
Substanz entscheidet.

Bestand trifft Zukunft:

Digitale Zwillinge und KI als Schlüssel zur zukunftssicheren Immobilie?



3D-Ansicht des digitalen Zwillings in seiner Umgebung

von Sarah Ruschkowski

Der Gebäudesektor steht vor erheblichen Veränderungen. Europäische Rechtsakte wie die EU-Taxonomie-Verordnung, das „Fit for 55“-Paket und die Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD), ergänzt durch nationale Gesetze wie das novellierte Gebäudeenergiegesetz (GEG), das Bundes-Klimaschutzgesetz und das Kreislaufwirtschaftsgesetz, setzen neue Maßstäbe. Diese Regelwerke fokussieren sich nicht nur auf Ener-

gieeffizienz, sondern legen verstärkt Wert auf Ressourceneffizienz und die Förderung der Kreislaufwirtschaft. Sie zielen darauf ab, Abfälle zu minimieren, Materialien wiederzuverwenden und geschlossene Materialkreisläufe im Bausektor zu etablieren.

Auch steigende Energie- und Rohstoffpreise sowie strengere Klimaschutzaufgaben zwingen die Immobilienwirtschaft zur kontinuierlichen Anpassung. Gleichzeitig rücken Klimarisiken, Ressourceneffizienz und die

Kreislaufwirtschaft immer stärker in den Fokus. Um diesen Herausforderungen zu begegnen und zukunftsfähige, energieeffiziente, ressourcenschonende und klimaresiliente Gebäude zu schaffen, sind innovative Ansätze erforderlich. Digitale Zwillinge und Künstliche Intelligenz (KI) könnten dabei Schlüsseltechnologien sein, um eine nachhaltige Transformation des Gebäudesektors zu ermöglichen.

Herausforderungen im Gebäudesektor

Der Gebäudesektor ist für etwa 40 % des weltweiten Energieverbrauchs und rund ein Drittel der Treibhausgasemissionen verantwortlich. Neben dem Betrieb verursachen auch die Herstellung von Baumaterialien und der Bau selbst erhebliche Umweltbelastungen durch hohen Ressourcenverbrauch und Abfallproduktion. Begrenzte natürliche Ressourcen und steigende Rohstoffpreise erhöhen den Druck, Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft zu fördern.

Die Anforderungen an nachhaltige Immobilien werden nicht mehr ausschließlich vom Gesetzgeber bestimmt: Investoren, Mieter und Nutzer verlangen aufgrund von Umweltbewusstsein sowie aus ökonomischen Erwägungen verstärkt ökologisch verträgliche Gebäude. Energieeffizienz zur Senkung von Betriebskosten, Erfüllung von ESG-Kriterien für attraktivere Investitionschancen und Risikominimierung gegenüber zukünftigen Regulierungen sind dabei entscheidende Faktoren.

Immobilien, die diesen Ansprüchen nicht gerecht werden, riskieren Wertverluste oder erhebliche Modernisierungskosten und können zu stranded assets werden. Zudem stellen Klimarisiken wie steigende Temperaturen und extreme Wetterereignisse eine Gefahr für die langfristige Werthaltigkeit von Immobilien dar.

Datentransparenz und präzise Planung

Eine der größten Hürden bei der Transformation des Gebäudesektors ist die oft unzureichende Datenlage. Viele Gebäude verfügen über fragmentierte oder veraltete Dokumentationen, was die Beurteilung des energetischen Zustands und die Planung zielgerichteter Maßnahmen erschwert. Für die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft sind detaillierte Informationen über Materialflüsse und Ressourcenverbräuche unerlässlich.

Eine umfassende, systematische und strukturierte Datenerfassung ist entscheidend, um Energieverbrauch, CO₂-Emissionen, Ressourcenverbrauch und Gesamtkosten präzise bewerten zu können. Nur mit einer soliden Datenbasis lassen sich effektive Sanierungsmaßnahmen und Ressourceneffizienzstrategien planen sowie die Einhaltung von ESG-Kriterien sicherstellen. Digitale Gebäudemodelle spielen hierbei eine zentrale Rolle, da sie komplexe Daten integrieren und analysieren können.

Der digitale Zwilling als Schlüsseltechnologie

Ein digitaler Zwilling ist ein virtuelles Abbild eines Gebäudes, das vielfältige Daten wie Energieverbrauch, Baupläne, technische Anlagen und Wetterdaten integriert. Ergänzt um Informationen über verbaute Materialien, deren Lebensdauer und Recyclingfähigkeit, ermöglicht er detaillierte Analysen und Simulationen über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes.

Selbst bei unvollständigen oder veralteten Daten können digitale Zwillinge präzise Aussagen über den energetischen Zustand, die Materialeffizienz und Optimierungspotenziale treffen. Durch dynamische Simulationen lässt sich das Verhalten eines Gebäudes hinsichtlich Energieverbrauch, Nutzerkomfort, Ressourcenverbrauch und Lebenszykluskosten prognostizieren. So können die Auswirkungen von Änderungen an der Gebäudehülle, der technischen Ausstattung oder dem Nutzerverhalten vorab simuliert werden.



Sarah Ruschkowski,
COO, Metabuild GmbH

Besonders bei der Planung von Investitionsmaßnahmen (CAPEX), der Priorisierung von Modernisierungsprojekten und der Implementierung von Ressourceneffizienzstrategien erweist sich KI als äußerst nützlich. KI-basierte Optimierungsalgorithmen simulieren in kurzer Zeit tausende Sanierungs- und Optimierungsszenarien und bewerten sie hinsichtlich Kosten, Energieeinsparungen, Umweltauswirkungen und Ressourceneffizienz. Dabei werden auch externe Faktoren wie Energiepreiserhöhungen, Rohstoffpreise, Inflationsraten und gesetzliche Änderungen berücksichtigt, was eine agile und anpassungsfähige Planung ermöglicht.

Das KI-Fundament: Datenqualität

So vielversprechend der Einsatz von KI auch ist, er steht und fällt mit der Qualität der zugrunde liegenden Daten.

Der Gebäudesektor ist für ca. 40 % des weltweiten Energieverbrauchs und ein Drittel der Treibhausgasemissionen verantwortlich. ”

Zudem unterstützen digitale Zwillinge die Planung im Sinne der Kreislaufwirtschaft. Materialien können auf Wiederverwendbarkeit oder Recyclingfähigkeit bewertet und Abfallströme minimiert werden. Immobilienbesitzer und -verwalter erhalten somit fundierte Entscheidungsgrundlagen für Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz, Reduzierung der CO₂-Emissionen und Steigerung der Ressourceneffizienz.



3D-Ansicht des digitalen Zwillings
im Milieuschutzgebiet

Fragmentierte Datenbestände und fehlende Datensätze sind in der Immobilienbranche nach wie vor weit verbreitet. Digitale Zwillinge können helfen, diese Datenlücken teilweise zu schließen, indem sie bestehende Informationen strukturieren und systematisch ergänzen. Doch auch hier ist menschliche Expertise gefragt, um sicherzustellen, dass Bauteilinformationen korrekt erfasst, dokumentiert und interpretiert werden, insbesondere hinsichtlich der konstruktiven Ausführung und der technischen Einbauweise der Materialien.

Ein zentraler Aspekt ist die Validierung des digitalen Zwillings durch gemessene Verbrauchs- und Materialdaten. Werden reale Verbrauchs- und Materialflussdaten in das virtuelle Modell integriert, erhöht sich die Genauigkeit der Simulationen erheblich. Dadurch können energetische und ressourcenbezogene Schwachstellen sowie Optimierungspotenziale mit größerer Sicherheit identifiziert werden, was die Planung und Umsetzung von Sanierungs- und Ressourceneffizienzmaßnahmen vereinfacht.

Energetische und ressourcenbezogene Optimierung

Eine der größten Herausforderungen im Gebäudesektor ist die Identifikation energetischer Schwachstellen. Traditionelle Methoden stoßen dabei häufig an Grenzen. Der Einsatz digitaler Zwillinge ermöglicht eine detaillierte Analyse von Gebäudebestandteilen wie Fenstern, Dämmungen und technischen Anlagen durch dynamische Simulationen. Mithilfe von KI-Methoden wie der Monte Carlo Tree Search lassen sich aus den Bestandsdaten optimale Sanierungsszenarien ableiten, sodass die Kosten-Nutzen-Verhältnisse maximiert werden. Dies ermöglicht eine gezielte Planung von Sanierungsmaßnahmen und führt zu erheblichen Energieeinsparungen.

Die Bewertung der Energieeffizienz basiert traditionell stark auf Verbrauchsdaten, die jedoch oft irreführend sind. So können schlecht eingestellte Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage (HLK-Anlagen) sowie unübliches Nutzerverhalten zu Verzerrungen führen. Daher ist es entscheidend, Verbrauchsdaten mit

Simulationsergebnissen abzugleichen, um fundierte Entscheidungen zu treffen.

Simulationen auf Basis digitaler Zwillinge modellieren das komplexe Zusammenspiel von Architektur, Gebäudehülle, HLK-Systemen, Nutzung und lokalen Klimabedingungen. Abweichungen zwischen simulierten Planwerten und real gemessenen Daten lassen sich so schnell identifizieren. Durch die Anwendung von Deep Learning können komplexe Datensätze analysiert werden, um subtile Muster im Nutzungsverhalten zu erkennen. Dies erlaubt es, Empfehlungen für eine effizientere Raumnutzung zu geben und adaptive Systeme zu implementieren, die sich an die Bedürfnisse der Nutzer anpassen. So können beispielsweise Beleuchtungs- und Klimatisierungssysteme intelligent gesteuert werden, was zu weiteren Einsparungen führt.

Darüber hinaus bieten digitale Zwillinge genaue Einblicke in die Kosten-Nutzen-Verhältnisse von Sanierungsmaßnahmen. Investitionen in Sanierungen können dadurch gezielter und effizienter geplant werden, was Fehlallokationen von Budgets vermeidet und die Nachhaltigkeitsziele unterstützt.

Für Materialeffizienz und Kreislaufwirtschaft im Bauwesen

Die effiziente Nutzung von Ressourcen und Materialien ist in der modernen Bauwirtschaft von zentraler Bedeutung. Digitale Zwillinge erfassen detailliert die in einem Gebäude verwendeten Materialien einschließlich ihres Zustands und ihrer Position. Diese Informationen ermöglichen eine präzise Planung für die Wartung, Instandhaltung und spätere Demontage, sodass Materialien gezielt wiederverwendet oder in den biologischen oder technischen Kreislauf zurückgeführt werden können. Dazu gehört auch die gezielte Trennung von Mate-

rialien, um eine Rückführung in geschlossene Kreisläufe zu gewährleisten.

Durch diese Ansätze wird die Kreislaufwirtschaft in der Bauwirtschaft vorangetrieben, der Bedarf an neuen Baustoffen verringert und die Abfallmenge deutlich reduziert, was zu einer signifikanten Senkung des ökologischen Fußabdrucks von Gebäuden führt.

Proaktive Wartung und Instandhaltung

Ungeplante Ausfälle von Gebäudesystemen können erhebliche Kosten verursachen und den Betrieb stören. Hier kommen Ansätze für „Predictive Maintenance“ zum Einsatz: Durch die Verarbeitung unscharfer und unsicherer Daten können diese Technologien potenzielle Probleme frühzeitig erkennen und Wartungsmaßnahmen proaktiv planen. Dies minimiert Ausfallzeiten und verlängert die Lebensdauer von Anlagen, während gleichzeitig Ressourcen geschont werden.

Multikriterielle Optimierung und nachhaltige Investitionen mit KI

Planung und Bewirtschaftung von Immobilien sind häufig mit komplexen Entscheidungen unter Unsicherheit verbunden. In solchen Szenarien bieten Optimierungsalgorithmen wie Evolutionäre Algorithmen oder die Monte Carlo Tree Search (MCTS) leistungsstarke Methoden, um optimale Lösungen zu ermitteln. Letz-

tere Methode eignet sich besonders für komplexe Herausforderungen wie die energetische Modernisierung in Bestandsportfolios, bei denen fundierte Entscheidungen erforderlich sind, die sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Aspekte berücksichtigen.

Um in der Praxis wirkungsvoll eingesetzt zu werden, spielt die KI-basierte Optimierung eine zentrale Rolle,

Für die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft sind detaillierte Informationen über Materialflüsse und Ressourcenverbräuche unerlässlich.

insbesondere bei der multikriteriellen Entscheidungsfindung. Hierbei können Immobilienbesitzer spezifische Ziele definieren – etwa die Reduktion von CO₂-Emissionen, die Senkung der Energiekosten, die Verbesserung des Nutzerkomforts oder die Erhöhung der Ressourceneffizienz. Die KI bewertet unterschiedliche Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen anhand dieser Zielvorgaben und identifiziert die Optionen, die den größten Nutzen bei den geringsten Kosten versprechen.

Besonders wertvoll ist der dynamische Charakter der KI, der es ermöglicht, sich flexibel an veränderte wirtschaftliche und ökologische Rahmenbedingungen anzupassen. Wenn sich beispielsweise Energiepreise oder Baukosten ändern, passt die KI die Maßnahmenempfehlungen automatisch an. Dadurch wird eine kontinuierliche Optimierung der Investitionsentscheidungen sichergestellt, sodass diese sowohl aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll als auch ökologisch nachhaltig bleiben.

Menschliche Expertise und KI für eine klimapositive Immobilienzukunft

In einer Zeit wachsender Herausforderungen ist es entscheidend, dass Mensch und Technologie Hand in Hand arbeiten. Künstliche Intelligenz eröffnet uns die Möglichkeit, komplexe Daten zu verarbeiten und effizientere, nachhaltigere Entscheidungen zu treffen. Doch es ist die menschliche Expertise, die diese Technologien zielgerichtet einsetzt und ethisch verantwortungsvoll gestaltet. Durch die effektive Nutzung von KI können wir nicht nur Klimaneutralität anstreben, sondern aktiv an einer klimapositiven Zukunft arbeiten. Das bedeutet, über bloße Schadensbegrenzung hinauszugehen und einen positiven Beitrag zur Regeneration unserer Umwelt zu leisten.

Die Synergie aus menschlicher Kreativität und technologischer Effizienz ist der Schlüssel zu einer nachhaltigen Transformation des Gebäudesektors. Indem wir digitale Zwillinge und KI verantwortungsvoll einsetzen, schaffen wir eine Immobilienlandschaft, die den aktuellen Anforderungen gerecht wird und zukünftigen Generationen eine lebenswerte Umwelt bietet.

Es liegt in unserer Verantwortung, diese Technologien als Werkzeuge für den Wandel zu einer ressourcenschonenden und klimafreundlichen Bau- und Immobilienwirtschaft zu nutzen. Gemeinsam können wir die Weichen für eine nachhaltige Zukunft stellen und das Potenzial von Mensch und Maschine voll ausschöpfen.

ERFÜLLUNG VON ESG-KRITERIEN

