

André Nakonz

Die Architektur der Daten: Neues Bauen im digitalen Zeitalter

2023

<https://doi.org/10.25969/mediarep/22334>

Veröffentlichungsversion / published version
Zeitschriftenartikel / journal article

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Nakonz, André: Die Architektur der Daten: Neues Bauen im digitalen Zeitalter. In: *IMAGE. Zeitschrift für interdisziplinäre Bildwissenschaft*, Jg. 19 (2023), Nr. 2, S. 17–26. DOI: <https://doi.org/10.25969/mediarep/22334>.

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

This document is made available under a Deposit License (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual, and limited right for using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute, or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the conditions of use stated above.

André Nakonz

Die Architektur der Daten: Neues Bauen im digitalen Zeitalter

Abstract

Die Konzeption und Umsetzung von Architektur und Innenarchitektur scheint stark von digitalen und datenbasierten Prozessen geprägt zu sein, vor allem durch den Einsatz von 3D-Visualisierungen, CAD-Konstruktionen und 3D-Drucktechnologien. Es ist allerdings überraschend, dass die Baubranche zu den am wenigsten digitalisierten Sektoren der Wirtschaft zählt. Dabei bietet eine verstärkte Digitalisierung und Datenbasierung des Entwurfsprozesses großes Potenzial, um eine Bauweise zu ermöglichen, die dem Klima gerecht wird und schonend mit Ressourcen umgeht. Neue digitale und datenbasierte Werkzeuge könnten die Herausforderungen, die sich aus der Vereinigung von gestalterischer Qualität, Nachhaltigkeit und Bauvorschriften ergeben, erheblich vereinfachen. Der Artikel untersucht die geschichtlichen Ursachen für die unzureichende Digitalisierung in der Architektur und präsentiert anhand von drei Projekten mögliche Ansätze für eine datenbasierte und nachhaltige Entwurfsmethodik.

The design and implementation of architecture and interior design are heavily influenced by digital and data-based processes, particularly through the use of 3D visualization, CAD design, and 3D printing technologies. However, it is unexpected that the construction industry is one of the least digitized sectors of the economy. Still, heightened digitization and data-based design processes offer substantial potential for enabling climate-smart construction methods that conserve resources. New digital and data-based tools could significantly streamline the challenges of combining design quality, sustainability, and building codes. This article investigates the historical reasons for inadequate digitization in architecture and presents potential approaches for a sustainable design methodology based on three projects.



Abbildung 1: Midjourney / André Nakonz

‚E‘ wie experimentell und einfach – so heißt die neue Gebäudeklasse E, welche die bestehenden Gebäudeklassen 1 bis 5 ergänzen und ein einfaches und experimentelles Bauen ermöglichen soll (vgl. DILG 2022). Denn das gegenwärtige Bauen ist zu komplex, zu teuer, zu langsam und nicht nachhaltig genug. Die Bauwirtschaft verwendet derzeit 35 Prozent des weltweit verfügbaren Materials (UN ENVIRONMENT PROGRAMME, 2022) und verbraucht 40 Prozent der Energie innerhalb der EU (DEUTSCHE BANK RESEARCH 2023). Die Produktivität der Bauindustrie stagniert oder fällt seit Jahren, wofür die geringe Digitalisierung der Branche mitverantwortlich ist (vgl. MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE 2017). Die Bauindustrie ist nach der Landwirtschaft die am wenigsten digitalisierte Industrie der Welt (vgl. MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE 2015). Es war erwartbar und ist ernüchternd, dass in den Ausführungen zur Gebäudeklasse E kein Wort zum Thema Digitalisierung auftaucht. Dabei könnte das experimentelle und einfache Bauen der Einstieg für ein digitales und neues Bauen sein.

Wie nötig ein neuer Umgang mit digitalen Werkzeugen zur Handhabung von Daten und Komplexität im Bauprozess wäre, zeigt ein einfaches Bauprojekt mit sechs klassischen 2x4 Lego-Bausteinen. Wenn jeder Stein für ein anderes Bauteil steht, z. B. eine Fassade, und jede der acht Noppen für eine Konstruktionsvariante oder ein Material des Bauteils, dann ergeben sich mit nur sechs Steinen über 915 Mio. bauliche Kombinationen (vgl. EILERS 2016). Keine Architektin und kein Architekt, egal wie erfahren und kompetent sie sind, können alle möglichen Designoptionen und Wechselbeziehungen der verfügbaren Produkte mit

allen Datenblättern, Bauvorschriften und Kosten für ein Gebäude vollständig durchdenken.

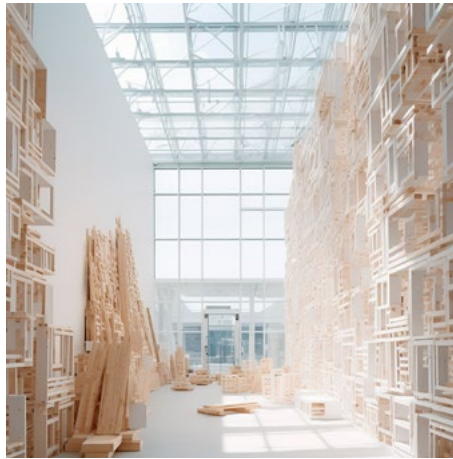


Abbildung 2: Das Bauteillager der Zukunft? Verschnitt, Produktionsreste oder Materialien aus Renovierungs- und Abrissprojekten könnten die Grundlage für zukünftige Neubauten sein. Dafür müssen alle Baumaterialien digital erfasst und katalogisiert sein, Midjourney / André Nakonz



Abbildung 3: Kleinteilig groß gedacht: Architektur, die aus wiederverwendeten Bauteilen besteht, wird in der Materialität und Konstruktion deutlich diverser. Um den Planungsaufwand und die Kosten niedrig zu halten, braucht es neue Entwurfs- und Produktionsmethoden

Mit Grundrissen auf Papier bauen wir heute wie vor 100 Jahren

Die Geschichte der Datenvisualisierung in Architektur und Innenarchitektur ist eng verknüpft mit den technologischen Fortschritten ihrer Zeit. Lange Zeit war die Zeichnung von Hand die einzige Methode, architektonische Ideen zu visualisieren. Diese Zeichnungen waren nicht nur künstlerische Ausdrucksformen, sondern auch technische Dokumente, die spezifische Details des Designs und der Konstruktion darstellten. Sie waren jedoch auch beschränkt durch die Fähigkeiten und den Stil des Zeichners und konnten komplexe Daten und räumliche Beziehungen nur begrenzt darstellen.

Mit der Erfindung von Computer-Aided Design (CAD) in den 1960er-Jahren begann eine neue Ära der Datenvisualisierung. CAD ermöglichte es Architekt*innen ab den 1980er-Jahren, präzise Zeichnungen zu erstellen und Änderungen schnell und effizient durchzuführen. Mit der Einführung von 3D-Modellierung und später Building Information Modeling (BIM) in den 1980er- und 1990er-Jahren wurden die Möglichkeiten der Datenvisualisierung nochmals erweitert. Seit den 2000er-Jahren ermöglicht BIM es auch in der Berufspraxis, detaillierte 3D-Modelle zu erstellen, die eine genaue Darstellung der räumlichen Beziehungen und der Bauelemente ermöglichen. Darüber hinaus integriert BIM auch eine Vielzahl von anderen Daten, wie Materialien, Kosten, und Zeitpläne, was eine umfassendere Planung und Analyse der Bauprojekte ermöglicht.

Heute sind wir an einem Punkt angekommen, an dem die Menge und Vielfalt der verfügbaren Daten und Visualisierungs-Tools überwältigend sein können. Von fotorealistischen Renderings über Augmented und Virtual Reality bis hin zu komplexen Datenanalysen und Simulationen – die Möglichkeiten der Datenvisualisierung sind nahezu unbegrenzt. Und hier liegt das Problem. Die Menge der Daten, Pläne und Informationen mit ihren unterschiedlichen Dateiformaten, Bearbeitungsständen und nachträglichen Veränderungen sind schwer zu kontrollieren. Das Datenmanagement nimmt heute einen wesentlichen Teil der Arbeitszeit ein. Denn selbst beim Bau von kleinen Bauprojekten sind zwei Dutzend oder deutlich mehr unterschiedliche Planungsbüros und Gewerke beteiligt. Wie komplex und wie unkontrolliert das Bauen laufen kann, zeigte der neue Berliner Flughafen. Eine nahtloses und digitales Entwurfswerkzeug mit universellem Datenformat, welches auch noch in 50 Jahren lesbar ist und über die Planungsphase hinausgeht, wäre eine echte Revolution für die Bauindustrie. Denn auch das beste BIM-3D-Modell nützt wenig, sobald mit dem Bau des Gebäudes begonnen wird. Denn auf der Baustelle ist nach wie vor der ausgedruckte und zweidimensionale Plan das vorherrschende Kommunikationsmittel. Dies ist nicht nur ein immenser Datenverlust der räumlichen Beziehungen schwerer erkennen lässt und Fehlinterpretation fördert, sondern auch ein aufwändiger und zeitintensiver Prozess, um aus den 3D-Daten den

2D-Plan zu erstellen. Wenn in 50 Jahren das Gebäude umgebaut oder als Rohstoffquelle auseinanderggebaut wird, benötigen wir verlässliche Informationen über die verwendeten Materialien, die Zusammensetzung und den Aufbau des Gebäudes. Genau diese Informationen fehlen aktuell, weshalb gegenwärtig der Abriss von Gebäuden dem Umbau bevorzugt wird.

Technologieskepsis, Überlegenheitsgefühl oder Angst vor Bedeutungsverlust?

„Was der Mensch macht, kann die Natur nicht machen. Was die Natur macht, kann der Mensch nicht machen. Inwieweit können wir der Maschine die Gestaltung anvertrauen?“ fragte der renommierte Architekt Louis Kahn bei einer Podiumsdiskussion anlässlich der Konferenz „Computer Graphics in Architecture and Design“ im Jahr 1968 an der Yale University. In einem Interview 1986 äußerte sich einer der erfolgreichsten Nachkriegsarchitekten Oswald Mathias Ungers ähnlich kritisch: „CAD ist ja ein graphisches Mittel, zweidimensional. Es wäre darum eigentlich kein Wunder, wenn die gegenwärtig flach wirkende Architektur mit der Verbreitung von CAD noch flacher würde“ (UNGERS 1986: 249).

Die Architekten (fast ausschließlich männlich), taten sich schwer mit der neuen Technologie. Denn wie bereits erwähnt, war CAD in der Automobilindustrie und anderen Ingenieursberufen seit mehr als 20 Jahren im Einsatz, bevor es in der Architektur eher widerwillig Einzug fand (vgl. VRACHLIOTIS 2020: 28). BIM und 3D-Planung müsste heute Standard sein. Jedoch nutzen gerade einmal 28 Prozent der deutschen Büros die BIM-Methode (REISS 2022). Mehr als zwei Drittel der deutschen Architekturbüros arbeiten demnach zweidimensional wie 1990. So werden digitale Technologien primär dafür genutzt, prädigitale Bauweisen und Bausysteme für prädigitale Prozesse und Abläufe zu automatisieren. Das positive Potenzial und den disruptiven Charakter der digitalen Technologien können in diesem engen Korsett nicht entfalten werden. „Es fehlt uns häufig die Vorstellungskraft, wo dieses positive Potenzial liegen könnte“ stellt der Architekt und Professor Achim Menges fest und fordert gleichzeitig seine Kolleg*innen auf: „digitale Technologien als Vehikel zum reflektierten Querdenken und selbstkritischen Hinterfragen von Konventionen und Normierungen zu nutzen“ (MENGES 2018: 110).



Abbildung 4: Mensch und Maschine: Die neue Architektur der Daten benötigt im Entwurf und auf der Baustelle digitale Unterstützung. Die Maschinen helfen die Produktivität zu steigern, komplexe Konstruktionen zu errichten und Bauteile zu digitalisieren, Midjourney / André Nakonz

Der Stift wurde durch die Computermaus ersetzt – die Entwurfs- und Bauprozesse blieben aber gleich. So lässt sich die Digitalisierung in der Architekturbranche zusammenfassen. Beim Einsatz von digitalen Werkzeugen in der Architektur muss zwischen zwei unterschiedlichen Prinzipien unterschieden werden. Computerisation bezeichnet die Verarbeitung analoger Prozesse mit Hilfe des Computers, z. B. Grundriss zeichnen oder Visualisierungen erstellen, welches die vorherrschende Form der Digitalisierung in der Branche ist. Computation beschreibt hingegen den Einsatz des Computers als Ergänzung zum menschlichen Intellekt (vgl. MENGES 2018: 110). Komplexe Berechnungen, parametrische Optimierungen, Umgang mit Algorithmen und großen Datenmengen, Generierung von hunderten Varianten, oder die Steuerungen von Maschinen sind nur einige Beispiele. Das Computational Design kann zum Wegbereiter neuartiger baulicher Typologien und einer verbesserten Umweltbilanz genutzt werden und dabei einen nahtlosen digitalen Prozess durch alle Leistungsphasen (Entwurf, Ausführungsplanung, Produktion und Dokumentation) ermöglichen.

Computational Design – ein neues Bauen ist heute schon möglich

In dem Projekt Climate-Aware Robotic Envelopes untersucht Kathrin Dörfler, Professorin für Digital Fabrication an der TU München, mit ihrem Team wie robotergebaute Gebäudehüllen das Stadtklima positiv beeinflussen können. Ziel dieser Forschungsarbeit ist es, eine Entwurfsmethodik für Monomaterialsysteme zu konzipieren und zu etablieren. Rechnergestützte Methoden werden für die Entwurfsprinzipien differenzierter Geometrien, für neue Entwurfswerkzeuge mit klimabewussten Kriterien und für robotergestützte Fertigungsabläufe untersucht. In dem noch laufenden Projekt wurde bereits eine selbstverschattende Ziegelwand realisiert, bei der alle drei digitalen Methoden eingesetzt wurden und der kühlende Effekt nachgewiesen werden konnte.¹⁾

Gramazio Kohler Research, an der ETH Zürich, kombinieren in dem Projekt Augmented Acoustics computergestütztes Design mit einem innovativen Augmented Fabrication System. Die Akustikwand besteht aus 1444 identischen Holzblöcken, die in einem Augmented-Reality-Montageverfahren zusammengesetzt wurde. In einem ersten Schritt wurden mit Hilfe einer Berechnungssoftware die Anzahl und Position der Holzblöcke innerhalb der Akustikwand festgelegt. Darüber hinaus können zusätzliche Parameter wie der Grad der akustischen Diffusion, das individuelle Musterbild und die Spaltverteilung des Verbundes definiert werden. In einem zweiten Schritt wurden die Holzblöcke von drei Bauarbeitern in einem synchronen Augmented-Assembly-Prozess unter Verwendung des neuesten Augmented-Reality-Systems des ETH-Spin-offs incon.ai platziert. Die Software, die den zweidimensionalen Papierplan ersetzt, läuft auf einem Smartphone und ermöglicht es den Bauleuten, die Bauanleitung direkt auf dem Bildschirm in einer 1:1-Überlagerung jedes Holzblocks zu visualisieren (vgl. GRAMAZIO KOHLER RESEARCH 2022).

In dem Projekt Trash-Scanner aus dem Jahr 2019, untersuchten Innenarchitekturstudierende an der HS Hannover, wie mit Hilfe digitaler Werkzeuge die Wiederverwertung von Bauteilen verbessert und damit eine Reduktion des Mülls und Ressourcenverbrauchs erreicht werden kann. Das Projekt fand in Kooperation mit der Bauteilbörse Hannover statt. Ziel war es eine Fassade aus alten Fensterrahmen, ähnlich dem EU-Ratsgebäude in Brüssel, in einem rein digitalen Entwurfsprozess zu erzeugen. Es wurden drei unterschiedliche Methoden der Fotogrammetrie zur Digitalisierung und Katalogisierung der Bauteile angewendet und auf verschiedene Aspekte, z. B. Zeitaufwand und Genauigkeit der 3D-Daten untersucht. Computational Design zur Erzeugung von Entwurfsvarianten und Integration in den Entwurfsprozess wurden angewendet, um zahlreiche Fassadenvarianten mit Hilfe der Software zu generieren und zu optimieren.

1 <https://www.arc.ed.tum.de/df/research/climate-aware-robotic-envelopes/>



Abbildung 5: Digitaler Baukasten: Die 3D-gescannten Fenster der Bauteilbörse Hannover. Neben den Dimensionen und der Gestalt, können weitere Attribute wie verfügbare Anzahl oder Kosten hinterlegt werden, Hochschule Hannover / André Nakonz



Abbildung 6: Eine von hunderten Varianten: Generative Software setzt die einzelnen Fenster zu neuen Fassaden zusammen. Die Varianten können auf verschiedene Eigenschaften optimierte werden, z. B. Kosten oder Lichtdurchlässigkeit.

Brauchen wir für die Zukunft eine digitale Gebäudeklasse?

„D“ wie digital oder datenbasiert – eine derartige Gebäudeklasse wird gewiss nicht benötigt. Die vielen Forschungsprojekte von Universitäten und Hochschulen sowie digitale Produkte und Dienstleistungen von Start-Ups lassen bereits ein Szenario erkennen, wie ein zeitgemäßes digitales Bauen aussehen kann. Das sich dies nur sehr langsam auch in die Berufspraxis umsetzt, hat diverse Gründe. Die fragmentierte Struktur der Bauindustrie (viele kleine Architekturbüros und Handwerksbetriebe) und Kleinteiligkeit der Forschungslandschaft zählen zu den Hauptgründen. Unsere aktuellen Entwurfsstrategien und Baumethoden scheinen jedoch bald den Punkt zu erreichen, an dem sie nicht weiter zu optimieren und automatisieren sind. Die Herausforderungen denen wir für ein umweltgerechtes und zeitgemäßes Bauen gegenüberstehen, sind jedoch so immens, dass wir mit den optimierten, tradierten Methoden nicht weitermachen können.

Literaturverzeichnis

- DEUTSCHE BANK RESEARCH: Residential Real Estate – Leading to Net Zero. In: *Deutsche Bank*, 31.05.2023. https://www.db.com/news/detail/20230531-deutsche-bank-publishes-details-of-its-sustainability-strategy-in-residential-real-estate?language_id=1 [17.07.2023]
- DILG, FLORIAN: *Gebäudetyp E: experimenteller und einfacher bauen*. [Deutsches Architektenblatt] 27.09.2022; <https://www.dabonline.de/2022/09/27/gebaudetyp-e-gebaeudeklasse-einfacher-guenstiger-schneller-bauen-innovationen/> [17.07.2023]
- EILERS, SOREN: *The Lego Counting Problem*. 05.2016. https://www.researchgate.net/publication/303359119_The_LEGO_counting_problem [15.07.2023]; DOI: 10.4169/amer.math.monthly.123.5.415
- GRAMAZIO KOHLER RESEARCH: Touch Wood, Zentrum Architektur Zürich Bellerive (ZAZ). In: *Gramazio Kohler Research*, 2022. <https://gramaziokohler.arch.ethz.ch/web/d/projekte/447.html> [14.07.2023]
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE: *Industry Digitization Index*. 2015
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE: Reinventing Construction: A Route To Higher Productivity. In: *Mc Kinsey*, 02.2017. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20of/functions/operations/our%20insights/reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/mgi-reinventing-construction-a-route-to-higher-productivity-full-report.pdf> [17.07.2023]
- MENGES, ACHIM: Digitalisierung und Normierung. In: *Arch+*, Nr. 233, S. 110, 2018

REISS, NICOLE: Umfrage: Wie viele Architekturbüros nutzen BIM, und wofür?

In: *Deutsches Architektenblatt*, 04.03.2022. <https://www.dabonline.de/2022/03/04/umfrage-wieviele-architekturbueros-nutzen-bim-wofuer/> [17.07.2023]

TUM SCHOOL OF ENGINEERING AND DESIGN: Climate-Aware Robotic Envelopes.

In: *TUM School of Engineering and Design*, Ohne Datum. <https://www.arc.ed.tum.de/df/research/climate-aware-robotic-envelopes/> [16.07.2023]

UN ENVIRONMENT PROGRAMME: *Global Status Report for Buildings and Construction*. 2022

UNGERS, MATHIAS OSWALD: Das kann man nicht einem Maschinenprozess

überlasse! In: WALTER EHLERS et al. (Hrsg.): *CAD – Architektur automatisch?* Braunschweig [Vieweg & Teubner] 1986

VRACHLIOTIS, GEORG: Architektur, Computer und technologische Unruhe. Zu

einer Architekturgeschichte der Angst. In: FANKHÄNEL, TERESA; Andres Lepik (Hrsg.): *Die Architekturmaschine. Die Rolle des Computers in der Architektur*. Basel [Birkhäuser] 2020