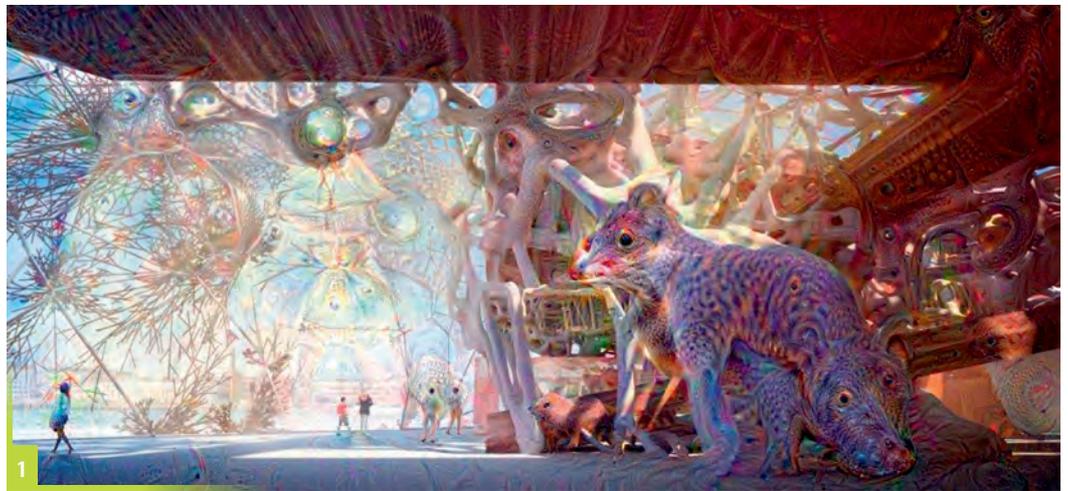


Kreative Künstliche Intelligenz in der Architektur

Möglichkeiten und Notwendigkeiten beim Umgang mit KI

„Künstliche Intelligenz, insbesondere in Architektur und Design, steckt noch in den Kinderschuhen. Dennoch deuten alle Anzeichen auf eine Zukunft, in der sie in unsere Praktiken eingebettet sein wird – ob wir davon begeistert sind oder nicht. Die wichtigste Frage wird daher nicht sein, ob wir KI nutzen werden, sondern wie und mit welcher Einstellung“,
Vanessa Schwarzkopf
in der Masterthesis
„Dreaming Architecture“,
2022



Überall Hundeaugen! Augen unterschiedlicher Größe, die einen anblicken und scheinbar hundertfach in die Muster eines jeden Bildes eingeschrieben sind. Seit das Computerprogramm *Deep Dream* 2015 erschien, ahnten Gestalter, die mit visuellen Medien arbeiten, dass ein technologischer Sprung bevorstünde. Ein Sprung, durch den Bilder grundlegend anderes erzeugt und unser Verständnis von Kreativität herausgefordert würde. *Deep Dream* nutzt Mustererkennung in Bilddaten eines so genannten Convolutional Neural Networks, bei welchem besonders Nachbarschaften von Bildpixeln auf Ähnlichkeiten verstärkt werden. Die visuellen Ergebnisse wirken eindrücklich bis verstörend. *Deep Dream*, dass auf einem Datensatz von Hundebildern trainiert wurde, halluziniert eben diese Hundege-

sichter in ein jedes Bild, dass es verarbeitet.

Diese Ahnung des bevorstehenden technologischen Sprungs löste sich in den folgenden Jahren in zwei Schritten ein. Mit den Methoden des Neural Style Transfer konnte man 2017 ein gegebenes Bild in nahezu jeden beliebigen künstlerischen Stil darstellen lassen. 2018 stand schließlich mit Runway ML ein no-code Baukasten für Generative KI zur Verfügung. Ab jetzt konnten Bild und Videodaten mit einer ganzen Palette von KI Algorithmen analysiert und bearbeitet werden, ohne dass dazu eingehende Kenntnisse der Datenmodellierung notwendig waren. Außerdem konnten unterschiedlichste vortrainierte Modelle eingebunden und eigene Modelle trainiert werden.

Heute sind Handhabung und Zugänglichkeit Generativer KI mittels Prompt-Steuerung wie in Midjourney oder durch die Integration in marktdominierender Software wie Adobe Photoshop Teil unseres Alltags. Die Unterscheidung von Kreativen und Konsumenten verschwimmt vor diesem Hintergrund zusehends.

Dieser beeindruckende Fortschritt relativiert sich, wenn man bedenkt, dass es sich immer noch um schwache KI handelt. Also ein System, das in einer Domäne, in diesem Fall die Erzeugung von Bildern durch Text und oder Skizze, spezialisiert ist. So können wir zwar realistische und stimmungsvolle Bilder neuer Architekturen mittels einfachster Beschreibungen generieren. Dies geschieht jedoch allein auf der Ebene der visuellen Wahrnehmung.

Abbildung 1
Deep Dream, Halluzination über einen Architekturprojekt von informance, 2015

Alle anderen Domänen, die zum Gelingen eines architektonischen Projekts beitragen wie Grundrissplanung, Tragwerk, Nachhaltigkeit, Gebäudetechnik, Baugesetzgebung, Normierungen, Kostenplanung werden nicht berücksichtigt. Wäre dies der Fall hätten wir die nächste Stufe in der KI Entwicklung erreicht: eine allgemeine KI. So eignet sich die Architektur, bei der immer noch die menschliche kognitive Fähigkeit zur Synthese von unterschiedlichen Domänen notwendig ist, als Gradmesser der Leistungsfähigkeit und als Ausblick für die Entwicklung von KI im Allgemeinen.

Die Genese architektonischer Entwürfe ist ein komplexer und vielschichtiger Prozess. In frühen Phasen entstehen erste Ideen, die den baulichen Kontext und Vorstellungen einer Bauherr*in ausloten. Dem folgend werden Anforderungen an Nutzungs-, Flächenbedarf und Baurecht in Einklang gebracht. Energetische Konzepte, Tragwerke und technische Ausstattung werden konzipiert. Parallel laufen Kostenschätzungen, deren Treffsicherheit sich im Lauf der Planung steigert. Für die Bauausführung wird eine Detailplanung erstellt, die zwischen den Fachplaner*innen und ausführenden Gewerken koordiniert werden muss. All dies ist kein linearer Prozess, sondern wird von Iterationen, alternativen Optionen und sich ändernden Rahmenbedingungen begleitet.

Idealerweise hätte man möglichst früh ein genaues Bild eines architektonischen Objekts, das alle Anforderungen erfüllt, sicher und nachhaltig zu bauen ist und dabei einen gegebenen Kostenrahmen einhält. Die Digitalisierung des architektonischen Entwerfens und Planens hat sich aber bisher lediglich insofern realisiert, dass mittels parametri-

schen Entwerfens und Building Information Modelling eine „Single Source of Truth“ angestrebt wird, bei der alle Planungsgegenstände in ihren Abhängigkeiten dargestellt sind. Wenn überhaupt werden KI Verfahren dabei zur Optimierung einzelner Domänen eingesetzt wie zum Beispiel der Reduzierung der Stahlmenge in einem Tragwerk. Abstrakte domäneübergreifende Optimierungen wie das Prompt: *„Generiere ein Gebäude mit minimalem Primärenergiebedarf bei gegebenem Kontext und einer Nutzfläche von 5000 m²“* liefert heute kein Ergebnis und wird auch in den kommenden Jahren kein Ergebnis liefern. Was wir sehen, sind beeindruckende, realistisch anmutende und stimmungsvolle generierte Bilder von Architektur.

Die folgenden Abschnitte zeigen den Weg, der zum heutigen Stand geführt hat und geben einen Ausblick, wie wir als Gestalter und Ingenieure mit KI umgehen.

ArchiGAN – 2017

ArchiGAN, das 2017 von Stanislas Chaillou in Harvard entwickelt wurde, nutzt Generative Adversarial Neural Networks, um Grundrisse ganzer Gebäude zu entwerfen.

Zugrunde liegt die Idee, dass ein statischer Ansatz für die Erzeugung von Architektur weniger deterministisch ist und einen ganzheitlichen Charakter hat. Anstatt Maschinen für die Optimierung einer Reihe von Variablen zu verwenden, sollte man sich laut Chaillou darauf verlassen, dass sie signifikante Qualitäten extrahieren. ArchiGAN schafft es drei Aspekte der Grundrissgestaltung zu adressieren und dabei qualitative Lösungen zu priorisieren. Erstens die Bemessung des Gebäudegrundrisses, zwei-

tens die Nutzungsaufteilung und drittens die Anordnung der Möbel. ArchiGAN ist ein hervorragendes Beispiel wie KI in einer Domäne der Architektur entwickelt und innerhalb kurzer Zeit in kommerzielle CAD Software integriert wurde. Damit steht es stellvertretend zu vielen anderen Domänen der Architektur, die KI Methoden jenseits der Bildgenerierung entwickeln und nutzen.

Deep Himmelblau – 2021

Daniel Bolojan entwickelte 2021 für das international renommierte Wiener Architekturbüro Coop Himmelb(l)au das KI System DeepHimmelblau. Dies nutzt die Protokolle maschinellen Lernens, um das umfangreiche Archiv des Büros aus über 50 Jahren Architekturproduktion neu zu interpretieren. Dazu gehören Skizzen, Modelle und Visualisierungen. DeepHimmelblau, das von verschiedenen KI-Techniken inspiriert ist, erforscht die Möglichkeiten, Maschinen zu lehren, kreativ zu sein, zu interpretieren, neue Entwürfe vorzuschlagen und Designprozesse zu ergänzen. Die Arbeit ist auch ein Verweis auf die Bedeutung des Dialogs zwischen Mensch und Maschine bei der Interpretation und Übersetzung maschinell erzeugter Inspirationen in das architektonische Werk, wobei die Skizze des Vermächtnisses als Quelle neuer, tieferer Bedeutung gewürdigt wird.

Mit dieser Arbeit war die Tür zu einer visuellen generativen KI zum architektonischen Einsatz aufgestoßen. Die Bilder waren nun nicht mehr psychedelisch verstörend wie bei Deep Dream, oder abstrakte Grundrisskonfigurationen, sondern halfen einen sehr speziellen architektonischen Stil kreativ fortzuschreiben.

DALL-E, Midjourney, Stable Diffusion – 2022

Mit dem Erscheinen von KI-Bildgeneratoren steht der allgemeinen Öffentlichkeit seit 2022 eine Technologie zur Verfügung, mit der die bildliche Darstellung von Architektur-entwürfen nicht mehr von den Fähigkeiten von Hand zu skizzieren oder der Expertise 3D-Modelle in CAD zu bauen und visualisieren, abhängig ist.

und Experten wie auch den inneren Dialog zwischen Architekt*in und Werk. Besonders hier liegt die Sprengkraft der KI-Bildgeneratoren: Sie können als Co-Designer einen Entwurfsdialog begleiten, in dem man nicht länger den eigenen Unzulänglichkeiten der Darstellung oder den Abhängigkeiten von technologischen Pfaden klassischer Entwurfssoftware ausgesetzt ist.

sität entstandenen Masterarbeiten zeigen nachgestellt aktuelle Positionen dazu.

Dreaming Architecture – 2022

In ihrer Masterthesis *Dreaming Architecture* bei Prof. Tobias Nolte, Abteilung für mediale Architekturdarstellung zeigt Vanessa Schwarzkopf 2022 eindrücklich, wie Gestalter kreativ mit den mächtigen



Abbildung 2
Beispiele von in Midjourney generierten Architekturbildern: Fassade studie, bepflanztes Hochhauses, Architekturmodell. Promptengineering: Hendrik Wiese, 2024

Text-to-Image und Sketch-to-Image nun sind allgemein zugänglich, liefern schnell hochwertige Ergebnisse und sind sehr einfach zu bedienen. Sie erzeugen nicht nur eine Lösung, sondern eine ganze Reihe an Varianten, die gemixt oder weiter verfeinert werden können. Vom Aufkommen einer Entwurfsidee bis zu deren Visualisierung vergehen nicht mehr Minuten wie bei einer Handskizze oder Stunden wie bei einer 3D-Visualisierung, sondern Bruchteile von Sekunden. Dieser Zeitgewinn ist nicht allein ein Effizienzgewinn, sondern vielmehr ein qualitativer Sprung, da eine Entwurfsidee in hohem Detaillierungsgrad und äußerst stimmungsvoll betrachtet, reflektiert und kommuniziert werden kann. Das verändert sowohl die Kommunikation mit anderen am Entwurfsprozess beteiligten Laien

Trotz oder gerade wegen der unglaublichen Euphorie, die KI-Bildgeneratoren mit sich brachten, setzten sich Gestalter kritisch mit der Technologie auseinander. Zum einen gilt es auszuloten, welche Art von kreativem Dialog man mit KI führen kann und zum anderen, wie man selbst auf die zugrunde liegenden Modelle Einfluss nehmen kann. Nur so kann auch die Art des Dialogs verhandelt werden, in den man mit einer KI eintritt. Die beiden an der Leibniz Univer-

Maschinen der Bildgeneratoren jenseits des Prompt- und Sketchngeerings Einfluss nehmen können. Die Arbeit entstand kurz vor der Veröffentlichung von DALL-E und Midjourney. Zentrales Mittel ihrer Einflussnahme ist die Zusammenstellung eigener Trainingsdaten für die zugrundeliegenden Modelle. Exemplarisch legt sie Bild datensätze für Fassaden, Schlaf- und Badezimmer an, um aus dieser Grundlage eine KI neue architektonische Situ-

Abbildung 3
Dreaming Architecture, Masterthesis. Vanessa Schwarzkopf, Wintersemester 2022/23



ationen erträumen zu lassen. In einem weiteren Schritt zeigt die Arbeit auf, wie diese Ergebnisse ein grundsätzlich neuer Umgang mit einem gestalterischen Referenzrahmen sein können, den man bewusst oder unbewusst mitführt. So werden Bilder zu Architekturen interpretiert und diese durch nachgeschalteter KI-Verfahren dreidimensional erweitert. Dies zeigt nicht nur die Lücke zwischen den ein-

ren persönlichen Daten trainiert werden. Selten ist das Eigentum der Daten so schnell entglitten wie derzeit beim Trainieren riesiger KI Modelle. Aber es gibt Alternativen. Tim Mödeker entwickelt ein Framework, das in der Lage ist, verschiedene Arten von KI Visualisierungstechniken zu verwenden, die es jedem Benutzer ermöglichen, seine Ideen angemessen zu kommunizieren. Sein Toolset allgemein-

unterschiedlichste mögliche Zukunftsszenarien miteinander zu vergleichen und auf Grund des hohen Realitätsgrads der Bilder auch Laien früh mit einzubeziehen.



Abbildung 4
Artificial-Intelligence-
in-Architectural-Design,
Masterthesis, Tim Mödeker,
Wintersemester 2023/24;
Foto einer Stadtscene in Hannover
und 4 generierte Realitäten,
als Gradient hin zu einer klassischen
Architektur.
Foto: Alina Izmaylov

zelen Domänen, sondern wagt einen Ausblick darauf, was eine allgemeine KI zu leisten im Stande wäre.

Artificial Intelligence in Architectural Design – 2024

In seiner Masterthesis *Artificial Intelligence in Architectural Design* bei Prof. Mirco Becker, Abteilung für Digitale Methoden in der Architektur wirft Tim Mödeker einen kritischen Blick auf die aktuelle Entwicklung generativer KI und stellt die Frage, ob wir als Gesellschaft mit der Macht, die Unternehmen wie Google oder Meta über das Angebot dieser Technologie haben werden, einverstanden sind. Allein, indem wir als Konsumenten deren Dienste nutzen, stimmen wir zu, dass zukünftige KI Modelle weiterhin mit unse-

freier KI Verfahren ist so gestaltet, dass Nutzer mit unterschiedlicher Expertise darauf zugreifen können. Es fördert nicht nur eine Befähigung im Umgang mit generativer KI, sondern fordert dazu auf die Entwicklung dieser Technologie für eigene Zwecke fortzuschreiben.

Die rasante Entwicklung kreativer KI in der Architektur zeigt, dass schon in frühen Entwurfsphasen wirkmächtige Bilder mit geringem Aufwand erzeugt werden können. Im klassischen Entwurfsprozess bedarf es einer Interpretationsfähigkeit, um skizzenhafte Studien kognitiv zu vervollständigen. Im Umgang mit KI Bildern ist eine neue Kritikfähigkeit gefragt, die das scheinbar Fertige in Frage stellt. Darüber hinaus bietet kreative KI die Möglichkeit



Prof. Mirco Becker

ist Dekan der Fakultät für Architektur und Landschaft und leitet am Institut für Gestaltung und Darstellung die Abteilung für Digitale Methoden in der Architektur. Seine Forschungs- und Arbeitsschwerpunkte sind das Computational Design und das Bauen mit kleinsten Robotern. Kontakt: becker@iat.uni-hannover.de