

Auswahl eines webbasierten AI CAD Tool in der Architektur

Bachelorarbeit

eingereicht von: **Ing. Caglar BAYSAL**
Matrikelnummer: 00828663

im Fachhochschul-Bachelorstudiengang Wirtschaftsinformatik (0470)
der Ferdinand Porsche FernFH

zur Erlangung des akademischen Grades <einer/eines>
Bachelor of Arts in Business

Betreuung und Beurteilung: Eszter Geresics-Földi MSc, BSc

Wiener Neustadt, Mai 2025

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere hiermit,

1. dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Inhalte, die direkt oder indirekt aus fremden Quellen entnommen sind, sind durch entsprechende Quellenangaben gekennzeichnet.
2. dass ich diese Bachelorarbeit bisher weder im Inland noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit zur Beurteilung vorgelegt oder veröffentlicht habe.

Schwechat, 25. Mai 2025



Unterschrift

Creative Commons Lizenz

Das Urheberrecht der vorliegenden Arbeit liegt bei Ing. Caglar Baysal. Sofern nicht anders angegeben, sind die Inhalte unter einer Creative Commons <„Namensnennung - Nicht-kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz“ (CC BY-NC-SA 4.0)> lizenziert. Die Rechte an zitierten Abbildungen liegen bei den in der jeweiligen Quellenangabe genannten Urheber*innen.

Die Kapitel 1 bis 4 der vorliegenden Bachelorarbeit wurden im Rahmen der Lehrveranstaltung „Bachelor Seminar 1“ eingereicht und am 16.05.2025 als Bachelorarbeit 1 angenommen.
--

Kurzzusammenfassung: Auswahl eines webbasierten AI CAD Tool in der Architektur

Die vorliegende wissenschaftliche Arbeit im Rahmen des Bachelorstudiums untersucht und bewertet drei webbasierte AI-gestützte CAD-Tools „architectures.com“, „arkdesign.ai“ und „swapp.ai“ im Hinblick auf ihren Nutzen für die architektonische Planung. Ausgangspunkt war die Frage, welches dieser Tools in Bezug auf Benutzerfreundlichkeit, Funktionsumfang, Integrationsfähigkeit, Support, Datensicherheit und Urheberrecht die größten Vorteile bietet.

Um diese Frage zu beantworten, wurde eine Nutzwertanalyse auf Grundlage definierter Haupt- und Unterkriterien durchgeführt. Prototypische Entwürfe wurden mit den verfügbaren Demoversionen erstellt, ergänzt durch eine Videoanalyse im Fall von swapp.ai.

Die Ergebnisse zeigen, dass architectures.com mit Stand Mai 2025 den höchsten Gesamtnutzen bietet, insbesondere durch die Kombination aus Funktionsvielfalt und transparenter Dokumentation. Die Arbeit liefert eine fundierte Grundlage für Architekturschaffende, die den Einsatz von AI-basierten Planungstools prüfen oder vergleichen möchten.

Schlagwörter:

AI-CAD-Tools, Architekturplanung, Nutzwertanalyse, architectures.com, arkdesign.ai, swapp.ai, digitale Entwurfsprozesse, Softwarevergleich

Abstract: Selection of a Web-Based AI CAD Tool in Architecture

This scientific thesis, conducted as part of a bachelor's degree program, analyses and evaluates three web-based AI-supported CAD tools „architectures.com“, „arkdesign.ai“, and „swapp.ai“ regarding their applicability in architectural design. The central research question explores which of these tools provides the greatest benefit in terms of user-friendliness, functionality, integration capability, support, data security, and copyright compliance.

To answer this, a utility analysis was conducted based on defined main and sub-criteria. Prototype designs were developed using available demo versions; in the case of swapp.ai, a video analysis was conducted due to restricted access.

The results indicate that, as of May 2025, architectures.com offers the highest overall benefit, especially through its combination of advanced features and transparent documentation. This work provides a practical foundation for professionals in architecture who aim to evaluate or implement AI-based design tools.

Keywords:

AI-CAD tools, architectural design, utility analysis, architectures.com, arkdesign.ai, swapp.ai, web-based planning tools, software evaluation

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.2 Zielsetzung der Arbeit	2
1.3 Forschungsfrage	2
1.4 Hypothese	2
1.5 Methode	2
1.6 Aufbau der Arbeit	3
1.7 Definition und Abgrenzung des Themas	4
1.8 Relevanz	4
2. WEBBASIERTE UND AI UNTERSTÜTZTE ARCHITEKTUR CAD-TOOLS	6
2.1 Überblick über gängige Architektur-CAD-Systeme	6
2.1.1 CAD-Systeme (1980er – 1990er): Die Revolution des digitalen Entwerfens	8
2.1.2 BIM-Software (2000er): Die Integration von Planung und Daten	11
2.1.3 Parametrisches Design (2010er):	13
2.1.4 Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR)	15
2.1.5 AI und maschinelles Lernen (2020er): Automatisierung und Optimierung	16
2.1.6 Webbasierte und Cloud-Lösungen: Kollaboration in Echtzeit	17
2.1.7 Zukunftstrends: Die nächste Generation der Architektur-Tools	18
2.2 Funktionsweise und Einsatzmöglichkeiten:	19
2.3 Artificial Intelligence (AI)	19
2.3.1 Begriffsdefinition AI	19
2.3.2 Anwendungsmöglichkeiten der AI	20
2.4 Überblick über AI-Technologien und ihre Einsatzmöglichkeiten in der Architekturplanung	23
2.4.1 Maschinelles Lernen (ML)	23
2.4.2 Deep Learning (DL)	23
2.4.3 Computer Vision (CV)	24
2.4.4 Natural Language Processing (NLP)	24
2.4.5 Generative AI	24
2.4.6 Kollaboration und Dokumentation	24
2.5 Analyse der Vorteile und Herausforderungen der AI-Integration in Architektur-CAD-Systemen	25
2.6 AI-Modelle in Architektur-CAD	25

2.6.1	Generative AI	25
2.6.2	Large Language Models (LLMs)	28
2.6.3	Foundation Models	28
2.6.4	Fine -Tuning	29
2.6.5	AI - gestützter Workflow in der Architektur	29
2.6.6	Webbasierte CAD-Systeme	30
2.6.7	Cloud-Systeme	30
3.	AKTUELLER FORSCHUNGSSTAND	32
3.1	Automatisierung und Effizienzsteigerung durch AI in CAD	32
3.2	Verbesserung der Planungsgenauigkeit und Fehlerreduktion	33
3.3	Unterstützung bei der Entscheidungsfindung	33
3.4	Herausforderungen bei der Integration von AI in CAD-Systeme	33
3.5	Zukunftsperspektiven und Forschungstrends	34
3.5.1	Integration von Generativer AI in den Entwurfsprozess	34
3.5.2	Nutzung von Sprachmodellen für 3D-Modellierung	34
3.5.3	Webbasierte AI-Tools in der Praxis	34
4.	BEWERTUNGSMETHODIK	35
4.1	Verwendete Methode: Nutzwertanalyse	35
4.2	Methodenschritte der Nutzwertanalyse	35
4.3	Gewichtung und Begründung der Zielkriterien	36
4.4	Kriterien Beschreibung zur Bewertung der Alternativen	38
5.	METHODISCHES VORGEHEN DER FOLGENDEN TOOLS: ARCHITECTURES.COM, ARKDESIGN.AI UND SWAPP.AI	41
5.1	Beschreibung der Methode	41
5.2	Beschreibung der Vorgehensweise	41
5.2.1	Definition des Referenzprojekts	41
5.2.2	Zugang zu den Tools	42
5.2.3	Projektparameter	42
5.2.4	Generierung und Anpassung von Entwurfsvarianten	42
5.2.5	Export und Dokumentation	43
5.2.6	Bewertung entlang der Zielkriterien	43
6.	NUTZWERTANALYSE	61
6.1	Konzeptionierung des Bewertungsmodells	61

6.2 Nutzenermittlung	62
6.2.1 Gewichtung der Bewertungskriterien in der Nutzwertanalyse	62
6.2.2 Berechnung des gewichteten Nutzens	64
6.2.3 Bewertung der Nutzwertanalyse	65
6.3 Evaluierung	68
6.3.1 Evaluierung der Forschungsfrage und der Hypothese	71
 7. FAZIT	 72
 LITERATURVERZEICHNIS	 75
Übersicht der verwendeten AI-Tools:	83

1. Einleitung

1.1 Ausgangssituation

In den letzten Jahren hat die Digitalisierung in der Architekturbranche erheblich an Bedeutung gewonnen. Wo früher handgezeichnete Entwürfe und manuelles Rendering den Standard darstellten, haben CAD-Systeme (Computer-Aided Design) den Planungsprozess weitgehend revolutioniert und automatisiert. Ein zentraler Meilenstein in dieser Entwicklung ist die Integration von Künstlicher Intelligenz (AI), die komplexe Entwurfsaufgaben bewältigen kann, welche bisher der menschlichen Kreativität vorbehalten waren.

Bereits während meiner Zeit an der HTL West (Elektrotechnik Informationstechnologie), als ich Schaltpläne zeichnete, hatte ich erste Berührungspunkte mit präziser technischer Zeichnung. Später, im Architekturstudium an der Technischen Universität Wien, baute ich auf diesen Erfahrungen auf, indem ich zunächst mit AutoCAD arbeitete und später auf ArchiCAD umstieg. Diese CAD-Tools ermöglichten es, die manuellen Prozesse durch digitale Zeichnungen zu ersetzen, was nicht nur die Genauigkeit verbesserte, sondern auch Planungsfehler minimierte. Sie waren essenziell, um Entwürfe flexibel zu gestalten und effizient zu visualisieren ein Fortschritt, der die Grundlagen moderner Architekturplanung legte.

Trotz der Vorteile digitaler Werkzeuge blieben viele Aufgaben zeitintensiv. Die Optimierung von Grundrissen, Simulation von Umweltbedingungen oder Anpassung an spezifische Designkriterien erforderten weiterhin viel manuellen Aufwand und fachliches Know-how. Besonders herausfordernd war die Entwicklung nachhaltiger und energieeffizienter Gebäude, die oft eine Balance zwischen ästhetischen, funktionalen und technischen Anforderungen verlangte.

Mit der Einführung von Artificial Intelligence (AI) in CAD-Systeme hat die Architekturplanung jedoch eine neue Ära erreicht. AI-gestützte Tools analysieren Daten, erkennen Muster und schlagen innovative Designlösungen vor, die Effizienz und Kreativität kombinieren. So können beispielsweise Grundrisse automatisch optimiert werden, um den verfügbaren Raum ideal zu nutzen, Energieeffizienz zu maximieren und gleichzeitig den Komfort zu erhöhen. Dies bedeutet nicht nur eine Zeitersparnis, sondern eröffnet auch neue Möglichkeiten, nachhaltige und komplexe Bauprojekte erfolgreich umzusetzen.

Statistiken unterstreichen das Potenzial dieser Entwicklung: Laut Statista wird der globale Markt für Konstruktions- und Designsoftware bis 2025 auf über 38 Millionen Euro anwachsen. Gleichzeitig wird der globale AI-Markt bis 2030 mit einer jährlichen Wachstumsrate von 28,68 % ein Volumen von über 774 Milliarden Euro erreichen. Diese Zahlen zeigen, dass die Integration von AI in der Architektur nicht nur ein Trend, sondern eine unverzichtbare Entwicklung ist. (Statista 2024)

Auch die Branche selbst sieht das Potenzial: Laut einer Umfrage von Enscape gehen 86% der Architekt:Innen davon aus, dass AI eine entscheidende Rolle in der zukünftigen Architekturplanung spielen wird. Besonders kleinere Planungsbüros können von AI-gestützten Tools profitieren, um wettbewerbsfähig zu bleiben und innovative Lösungen zu entwickeln. Die Architekturbranche steht damit am Beginn einer neuen Ära, in der intelligente Planungstools die Grenzen des Machbaren neu definieren.(Chaos 2025)

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, unter den drei webbasierten AI-CAD-Tools **architectures.com**, **arkdesign.ai** und **swapp.ai** dasjenige zu identifizieren, das den höchsten Nutzen für die Architektur bietet. Die Bewertung erfolgt anhand von Kriterien wie Benutzerfreundlichkeit, Funktionalität, Integrationsfähigkeit, Support und Dokumentation sowie Datensicherheit und Urheberrecht.

1.3 Forschungsfrage

Welches der drei webbasierten AI-CAD-Tools **architectures.com**, **arkdesign.ai** und **swapp.ai** erzielt den höchsten Nutzen für den Einsatz in der Architektur in Bezug auf Benutzerfreundlichkeit, Funktionalität, Integrationsfähigkeit, Support und Dokumentation, Datensicherheit und Urheberrecht?

1.4 Hypothese

Architectures.com erzielt in Bezug auf die Kriterien Benutzerfreundlichkeit, Funktionalität, Integrationsfähigkeit, Support und Dokumentation, Datensicherheit und Urheberrecht den höchsten Nutzen für den Einsatz in der Architektur.

1.5 Methode

Zur Beantwortung der Forschungsfrage und Überprüfung der Hypothese wird in dieser Arbeit eine Nutzwertanalyse (NWA) durchgeführt. Die NWA ist ein etabliertes Entscheidungsverfahren, das es ermöglicht, verschiedene Alternativen anhand qualitativer und quantitativer Kriterien strukturiert zu bewerten. Sie wird häufig eingesetzt, um komplexe Entscheidungen zu rationalisieren, indem sie sowohl messbare als auch nicht-monetäre Faktoren berücksichtigt. (Wübbenhorst 2025)

In diesem Kontext wird die NWA verwendet, um die drei AI-basierende CAD-Tools **architectures.com**, **arkdesign.ai** und **swapp.ai** miteinander zu vergleichen. Die Analyse basiert auf einem Weighted Scoring Model, bei dem den Bewertungskriterien unterschiedliche Gewichtungen zugewiesen werden, um deren relative Bedeutung im Entscheidungsprozess widerzuspiegeln. Dieses Modell ermöglicht es, sowohl quantitative als auch qualitative Aspekte in die Bewertung einzubeziehen und somit eine fundierte Entscheidungsgrundlage zu schaffen.(Kühnapfel 2021)

Die Bewertung der Tools erfolgt anhand von Software-Demonstrationen und quantitativen Analysen. Unter Software-Demonstrationen sind exemplarische Entwurf-

Modellierung der Benutzerkonten zu verstehen, die genutzt werden, um die Tools praktisch zu testen und die definierten Bewertungskriterien sowohl subjektiv als auch objektiv analysieren zu können. Durch die Kombination von Gewichtungen und Bewertungen wird ein Gesamtnutzwert für jedes Tool berechnet, der als Grundlage für den Vergleich sowie die Auswahl derjenigen Tools dient, die den höchsten Gesamtnutzen aufweisen und somit für den architektonischen Entwurfsprozess am besten geeignet sind.(Solis 2022)

1.6 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit beginnt in Kapitel 1 mit einer Einführung in die Ausgangssituation, die Problemstellung und die Zielsetzung. Außerdem wird ein Überblick über die Entwicklung und den aktuellen Stand von AI-Technologien in der Architektur gegeben, um die Lesende ins Thema einzuführen.

In Kapitel 2 liegt der Schwerpunkt auf den gängigen Architektur-CAD-Systemen und ihren theoretischen Grundlagen. Die Entwicklungsgeschichte dieser Systeme, wichtige Begriffe sowie zentrale Funktionen und Anwendungsmöglichkeiten moderner Tools werden vorgestellt. Ziel ist es, einen verständlichen Zugang zu den grundlegenden Konzepten zu bieten und deren Bedeutung für die Architekturbranche aufzuzeigen.

Kapitel 3 widmet sich dem aktuellen Stand der Forschung im Bereich der AI-gestützten Architekturplanung. Es geht darum, wie AI die Automatisierung und Entscheidungsfindung unterstützt und welchen Mehrwert sie für Architekt:Innen bringt. Studien zeigen, wie Systeme wie Building Information Modeling (BIM) und generatives Design die Effizienz, Genauigkeit und Kreativität in der Architektur fördern können. Außerdem wird erläutert, wie Entscheidungsunterstützungssysteme Architekt:Innen helfen, datenbasierte und fundierte Entscheidungen zu treffen.

Kapitel 4 behandelt die Nutzwertanalyse und deren praktische Anwendung. Zunächst werden die Grundlagen sowie der Zweck dieser Methode erläutert. Anschließend wird definiert, welche Kriterien für die Analyse relevant sind. In Kapitel 6 folgt eine detaillierte Beschreibung der Auswahl dieser Kriterien, ihre Gewichtung sowie eine systematische Bewertung, um die verschiedenen Alternativen miteinander vergleichen zu können.

Kapitel 5 dieser Arbeit widmet sich der methodischen Umsetzung. Im Zentrum steht die Erstellung praxisnaher architektonischer Entwürfe mithilfe der drei ausgewählten AI-CAD-Tools architectures.com, arkdesign.ai und swapp.ai. Unter Berücksichtigung einheitlicher Planungsparameter wurde ein Vergleichsszenario entwickelt, das als Grundlage für die systematische Bewertung der Tools dient. Die entworfenen Gebäudemodelle wurden direkt in den Tools erstellt und dokumentiert, um die jeweilige Benutzerführung und Funktionalität realitätsnah zu evaluieren. Zudem wurden sechs zielgerichtete Bewertungskriterien definiert, anhand derer die Leistungsfähigkeit, Integrationsfähigkeit und Nutzbarkeit der Plattformen analysiert werden.

Kapitel 6 widmet sich der vergleichenden Bewertung der untersuchten AI-CAD-Tools im Rahmen einer strukturierten Nutzwertanalyse. Ziel ist es, auf Basis eines gewichteten Scoring-Modells jene Lösung zu identifizieren, die den höchsten Nutzen für den

professionellen Einsatz in der Architektur bietet. Die Bewertung erfolgt anhand der in Kapitel 4 definierten Kriterien auf Grundlage praktischer Tests, dokumentierter Funktionen und qualitativer Merkmale. Die Ergebnisse werden tabellarisch dargestellt, interpretiert und abschließend mit Blick auf verschiedene Einsatzkontexte diskutiert. Eine abschließende Evaluierung der Alternativen, die Überprüfung der Forschungsfrage inklusive Hypothesenprüfung rundet das Kapitel ab.

Kapitel 7 bildet den abschließenden Teil dieser Arbeit. Es fasst die wesentlichen Erkenntnisse der durchgeführten Analyse zusammen und bewertet die untersuchten Tools im Hinblick auf die ursprüngliche Zielsetzung und Forschungsfrage. Der Fokus liegt dabei auf der kritischen Reflexion der Bewertungsmethodik, einer Einordnung der Tool-Alternativen im praktischen Architekturkontext sowie einem Ausblick auf mögliche technologische Entwicklungen im Bereich AI-CAD-Tools. Darüber hinaus werden relevante Herausforderungen identifiziert, die sich künftig durch die zunehmende Integration von AI in Planungsprozesse ergeben könnten.

1.7 Definition und Abgrenzung des Themas

Das zentrale Anliegen dieser Arbeit liegt in der Untersuchung der webbasierten, AI-gestützten CAD-Tools, die zunehmend an Bedeutung in der Architektur gewinnen. Der Fokus liegt auf der Analyse der Funktionen, Anwendungsbereiche und Vorteile dieser Tools im Vergleich zu traditionellen Systemen. Dabei wird bewusst auf eine enge Abgrenzung geachtet, um die Analyse klar und zielgerichtet zu halten. Nicht behandelt werden etwaige hybride Modelle oder Tools, die ausschließlich offline funktionieren, da der Schwerpunkt auf der Echtzeit-Kollaboration und Cloud-Integration liegt. Ebenso werden Werkzeuge betrachtet, die ausschließlich AI-gestützte Automatisierungen bieten, um eine umfassende Perspektive zu gewährleisten. Durch diese bewusste Eingrenzung soll die Arbeit ein möglichst differenziertes Bild der relevanten Technologien liefern und konkrete Handlungsempfehlungen für Architekt:Innen und Entscheidungsträger:Innen bereitstellen.

1.8 Relevanz

Die Bauindustrie befindet sich in einem tiefgreifenden Wandel, der durch die fortschreitende Digitalisierung und den Einsatz von AI-Technologien vorangetrieben wird. Für die Architektur eröffnet dies neue Möglichkeiten, von der Optimierung von Entwurfsprozessen bis hin zur Verbesserung der Nachhaltigkeit und Effizienz von Gebäuden. In einer Studie von Enscape gaben 86 % der 1200 befragten Architekt:Innen, dass AI eine Schlüsselrolle in der zukünftigen Planung einnehmen wird. (Prelikj 2024)

Besonders relevant ist die Fähigkeit von AI, große Datenmengen zu analysieren und daraus umsetzbare Entwurfsoptionen abzuleiten, die sowohl technische als auch ästhetische Anforderungen berücksichtigen. Dies ermöglicht es Architekt:Innen, sich verstärkt auf kreative Tätigkeiten zu konzentrieren, während Routineaufgaben automatisiert werden. Angesichts steigender Anforderungen an nachhaltige Bauweisen und energieeffiziente Lösungen bietet AI zudem wertvolle Unterstützung bei der Simulation und Optimierung von Bauprojekten.

In der Praxis zeigt sich, dass solche Tools insbesondere für kleinere Architekturstudios entscheidend sein können, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Diese Arbeit liefert daher nicht nur wissenschaftliche Einblicke, sondern auch praxisnahe Orientierungshilfen, um den Einsatz dieser Technologien gezielt voranzutreiben.

2. Webbasierte und AI unterstützte Architektur CAD-Tools

2.1 Überblick über gängige Architektur-CAD-Systeme

Der Markt für Architektur-CAD-Software wird von etablierten Systemen wie AutoCAD, ArchiCAD und Revit dominiert. Diese Programme zeichnen sich durch ihre Vielseitigkeit und Benutzerfreundlichkeit aus. AutoCAD und Revit gehören zur Produktfamilie von Autodesk, einem der führenden Anbieter von CAD- und BIM-Softwarelösungen weltweit. In der D-A-CH Region liegt ArchiCAD mit einem Marktanteil von 33 % vor AutoCAD und Revit, wobei Letzteres in den vergangenen Jahren an Bedeutung gewonnen hat und inzwischen den dritten Platz belegt. (RED 2020)

Die genannten Systeme bieten eine breite Palette an Funktionen, die sowohl 2D- als auch 3D-Design umfassen. AutoCAD hat sich durch seine Flexibilität als Branchenstandard etabliert, insbesondere in der technischen Planung und im Ingenieurwesen. ArchiCAD wird häufig von Architekt:Innen bevorzugt, da es intuitive Werkzeuge zur Gebäudemodellierung und eine umfassende Building Information Modeling-Unterstützung bietet. Revit, ein Produkt von Autodesk, hat sich vor allem in der Zusammenarbeit mit anderen Fachdisziplinen durchgesetzt, da es starke Werkzeuge für kollaborative Planungsprozesse und Bauinformationsmanagement bietet.

Die Entwicklungen in diesen Systemen spiegeln die zunehmende Integration moderner Technologien wider. Beispielsweise wurden in allen drei Programmen Erweiterungen für BIM implementiert, wodurch eine leistungsfähigere Planung und Verwaltung von Projekten möglich ist. Diese Systeme bilden somit die Grundlage, auf der moderne, AI-unterstützte Tools aufbauen und weiterentwickelt werden.

Zusätzlich wurden in den letzten Jahren zunehmend Cloud-basierte Funktionen in diese Programme integriert. Damit wird es Nutzer:Innen ermöglicht, auf Projekte ortsunabhängig zuzugreifen und in Echtzeit mit anderen Teammitgliedern zusammenzuarbeiten. Dies ist insbesondere in der globalisierten Architekturbranche von Bedeutung, in der Projektteams oft über verschiedene Standorte hinweg verteilt sind.

Die etablierten Systeme „AutoCAD“, „ArchiCAD“ und „Revit“ bilden die Basis der Architektur-CAD-Landschaft und stellen gleichzeitig den Ausgangspunkt für die Integration von AI dar. Durch ihre Weiterentwicklung mit AI-Technologien sind sie nicht nur Werkzeuge, sondern auch Innovationstreiber für die gesamte Branche. (Prelikj 2024)

Historische Entwicklung der CAD-Systeme

Ein kurzer Rückblick in die Geschichte der CAD-Systeme: Bevor diese eingeführt wurden, war die manuelle Erstellung technischer und architektonischer Zeichnungen der Standard. Architekt:Innen und Ingenieur:Innen nutzten Zeichenbretter, Lineale, Winkelmesser und spezielle Tusche, um präzise Pläne von Hand zu erstellen. Diese Arbeit war zeitaufwendig und erforderte ein hohes Maß an Konzentration und handwerklicher Geschicklichkeit.

Auch während meiner Schulzeit hatte ich die Gelegenheit, im Fach Darstellende Geometrie Einblicke in diese traditionelle Methode zu gewinnen. Obwohl dies nur einen kleinen Bruchteil des gesamten Zeichnungsprozesses umfasste, vermittelte es mir ein Gefühl für die Sorgfalt und die Konzentration, die mit dieser Arbeit verbunden waren. Es war faszinierend, wie aus einfachen Linien und Flächen durch Präzision und Vorstellungskraft detailreiche Entwürfe entstehen konnten. In Abbildung 1 demonstriert ein technischer Zeichner einer jungen Frau am Zeichentisch die Technik des Kolorierens. Diese Erfahrungen verdeutlichten, wie anspruchsvoll der Entwurfsprozess vor der Digitalisierung war und welche enorme Erleichterung durch die Einführung von CAD-Systemen erreicht wurde.



Abbildung 1 Findbucheintrag: MMM Brigade + Portrait; März 1969 (Transkriptor: Alexander Apel) (Fernsehelektronik 2023)

Mit der Einführung von AutoCAD in den 1980er Jahren wurde die manuelle Zeichnung durch digitale Entwurfsprozesse ersetzt. AutoCAD bot erstmals die Möglichkeit, Pläne effizienter, genauer und leichter zu ändern. Dies markierte einen bedeutenden Fortschritt in der Architektur- und Bauindustrie.

Die ersten CAD-Systeme entstanden in den 1960er Jahren und wurden ursprünglich für die Luft- und Raumfahrtindustrie entwickelt. Diese frühen Technologien waren aufgrund ihrer hohen Kosten und der Anforderungen an leistungsstarke Hardware zunächst Großunternehmen vorbehalten. Sie beschränkten sich auf die Erstellung

zweidimensionaler (2D) Zeichnungen, die jedoch bereits eine präzisere und leistungsfähigere Alternative zu handgezeichneten Entwürfen boten. („CAD Through The Ages (Or from 1980, at Least!)“ 2012)

2.1.1 CAD-Systeme (1980er – 1990er): Die Revolution des digitalen Entwerfens

In den 1980er Jahren brachte die Einführung von CAD-Systemen (Computer-Aided Design) eine echte Revolution für die Architektur. Zum ersten Mal konnten Architekt:Innen präzise und digitale Zeichnungen erstellen, welches zahlreiche Stunden mühsamer Handarbeit ersparte. Bekannte Programme aus dieser Zeit sind AutoCAD und ArchiCAD, die damals als Vorreiter galten. (Dittmann 2018)

Abbildung 2 zeigt die Benutzeroberfläche von AutoCAD in den 1980er Jahren. Im Vergleich dazu veranschaulichen die Abbildungen 3 und 4 die modernen Benutzeroberflächen der aktuellen Versionen von AutoCAD 2025 und ArchiCAD 2023. Diese Gegenüberstellung verdeutlicht eindrucksvoll, wie sich die Programme im Laufe der Jahre weiterentwickelt haben. (Dittmann 2018)

Heutzutage sind Architektur-CAD-Systeme aus dem Arbeitsalltag von Architektinnen und Architekt:Innen sowie Bauplaner:Innen nicht mehr wegzudenken. Programme wie AutoCAD, ArchiCAD oder SketchUp gehören zu den führenden Tools und bieten zahlreiche praktische Funktionen, die den Planungsprozess erleichtern:

- **2D-Zeichnung und 3D-Modellierung:** Ermöglicht die Erstellung detaillierter Pläne und realistischer Modelle. Abbildung 5 zeigt die Umwandlung eines 2D-Grundrisses (oben) in eine realistische 3D-Darstellung (unten). Die dreidimensionale Ansicht verdeutlicht, wie die geplanten Funktionen und Räume des Obergeschosses harmonisch in die moderne Architektur des Gebäudes integriert wurden.
- **Dokumentation und Projektmanagement:** Unterstützt die effiziente Organisation und Verwaltung von Bauprojekten.



Abbildung 2 AutoCAD 1 aus dem Jahr 1982 („CAD Through The Ages (Or from 1980, at Least!)“ 2012)

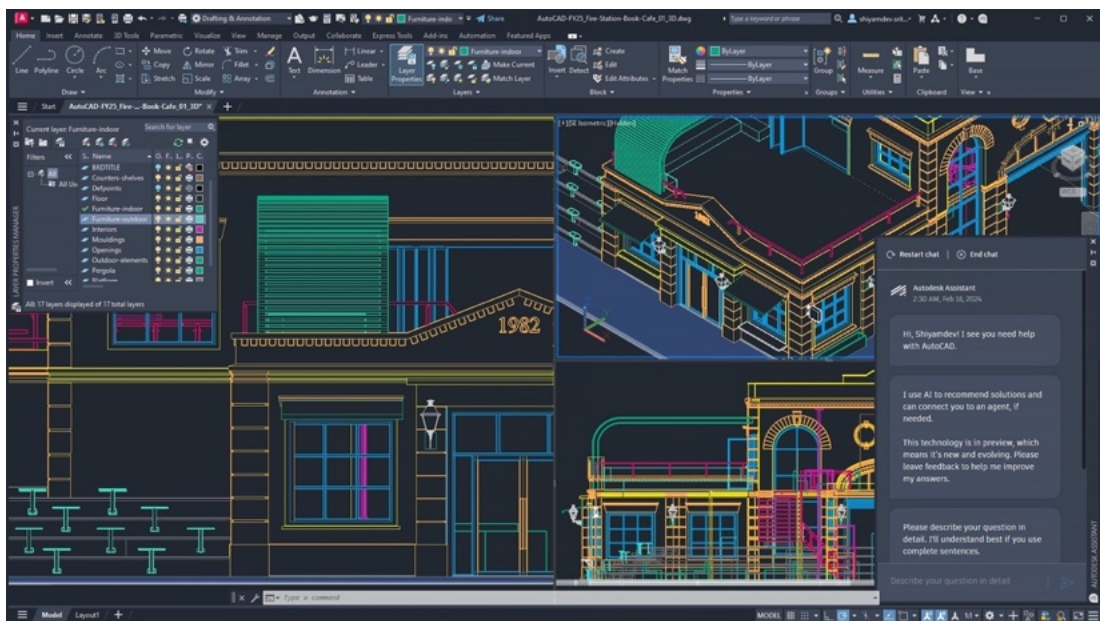


Abbildung 3 Benutzeroberfläche AutoCAD 2025 (Autodesk 2025)

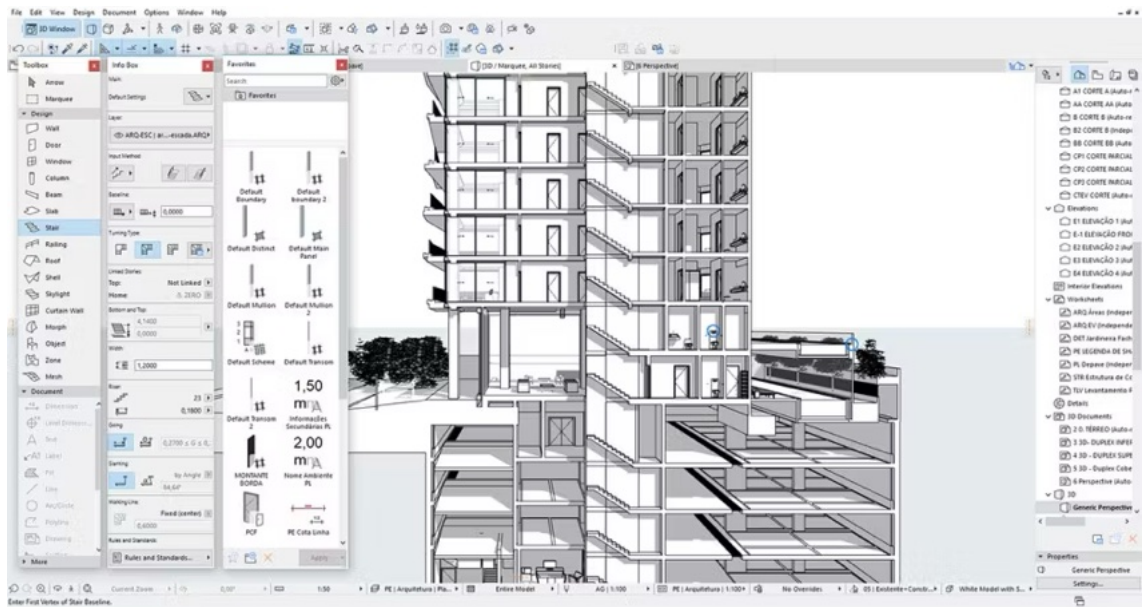


Abbildung 4 Benutzeroberfläche Archicad 2023 (Softwareadvice 2025)



Abbildung 5 2D Grundriss und 3D Darstellung adaptiert von Nicolas Jimenez (Jimenez 2024)

2.1.2 BIM-Software (2000er): Die Integration von Planung und Daten

In den 2000er Jahren ermöglichte Building Information Modeling (BIM) eine umfassende Integration von Planungs-, Entwurfs- und Konstruktionsdaten. BIM hat die Art und Weise, wie Gebäude geplant, gebaut und betrieben werden, grundlegend verändert. Mit diesem Ansatz werden alle Daten eines Projekts zentral erfasst und verwaltet. Änderungen an einer Komponente werden automatisch in alle relevanten Bereiche übertragen was Zeit spart, Fehler reduziert und den gesamten Prozess effizienter macht (Standards 2025)

Während meines Studiums im Jahr 2012 waren 3D-BIM-Apps bereits erstaunlich fortgeschritten. Mithilfe von Anwendungen unter iOS konnte ich meine 3D-Zeichnungen direkt in vor Ort gemachte Fotos integrieren. So war es möglich, meine Entwürfe realitätsnah darzustellen ein großer Vorteil, der sowohl die Planung als auch die Zusammenarbeit mit meinen Kollegen deutlich verbesserte.

Funktionen von BIM

BIM bietet heute eine Vielzahl von Funktionen, die die Bauplanung und -ausführung revolutionieren:

- **3D-Modelle mit Informationen:** Jedes Modell enthält umfassende Daten zu Materialien, Kosten und Bauzeiten, was eine präzisere Planung ermöglicht.
- **Kollaboration:** BIM erleichtert die Zusammenarbeit zwischen Architekt:Innen, Ingenieur:Innen und Bauleiter:Innen, indem alle Beteiligten auf eine zentrale Datenbasis zugreifen können. Zur Veranschaulichung des kollaborativen Einsatzes von BIM zeigt Abbildung 6 ein konkretes Beispiel eines kollaborativen Planungsprozess zwischen den Architekt:Innen, Ingenieur:Innen und Bauleiter:Innen.

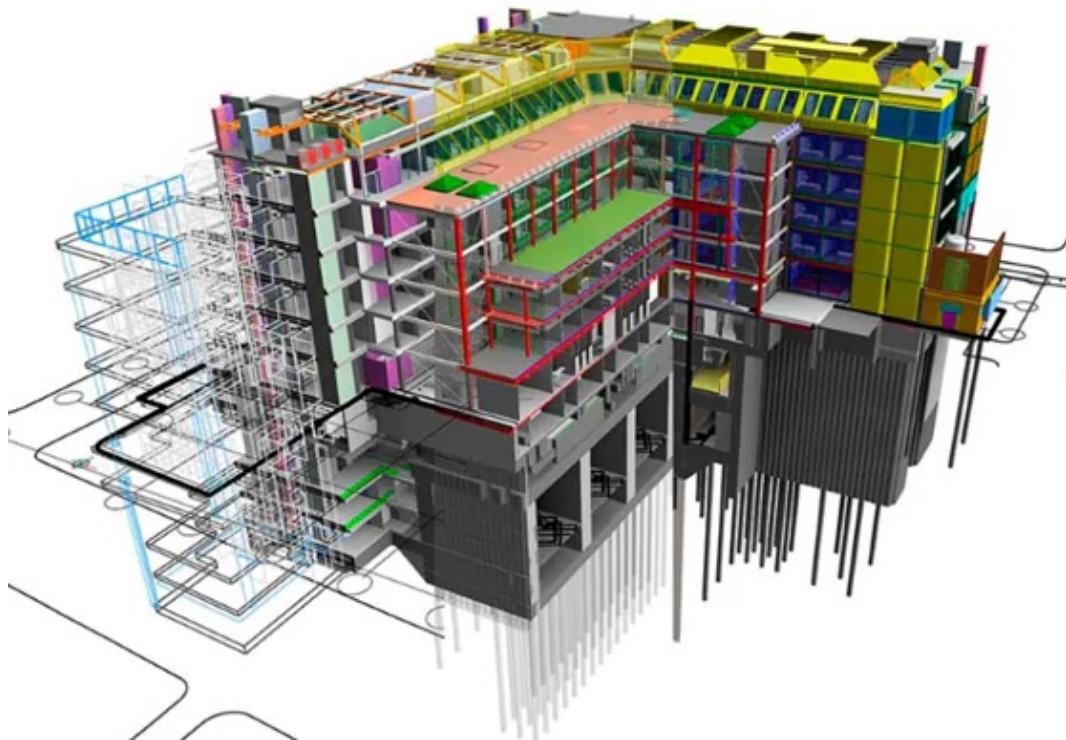


Abbildung 6 3D-BIM-Modell, dessen Sicht je nach Bedarf geändert werden kann.(3D Pointshot 2025)

Heutzutage geht BIM über die reine 3D-Modellierung hinaus und umfasst zusätzliche Dimensionen, die verschiedene Aspekte des Planungs- und Bauprozesses integrieren. Diese Erweiterungen sind in Abbildung 7 systematisch dargestellt:

- **3D-BIM:** Dient als Basis, indem es die räumliche und geometrische Planung eines Gebäudes abbildet.
- **4D-BIM:** Verknüpft diese Daten mit einem Zeitplan, sodass Bauphasen visualisiert und besser koordiniert werden können.
- **5D-BIM:** Fügt eine Kostenkomponente hinzu, wodurch finanzielle Auswirkungen direkt erkennbar sind und Budgets präzise gesteuert werden können.
- **6D-BIM:** Integriert Nachhaltigkeitsaspekte, um umweltfreundliche und ressourceneffiziente Bauweisen zu fördern.
- **7D-BIM:** Beinhaltet Informationen für das Facility Management, mit dem Ziel den Betrieb und die Wartung des Gebäudes über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg zu optimieren.
- **8D-BIM:** Konzentriert sich auf Sicherheit. Es unterstützt dabei, potenzielle Gefahren während der Bauphase zu minimieren und Sicherheitsstandards einzuhalten.
- **9D-BIM:** Fördert Lean Construction, indem Prozesse optimiert, Ressourcen eingespart und Ineffizienzen reduziert werden.
- **10D-BIM:** Ermöglicht die Industrialisierung des Bauens durch standardisierte und modulare Bauweisen, die die Effizienz und Geschwindigkeit auf ein neues Niveau heben.

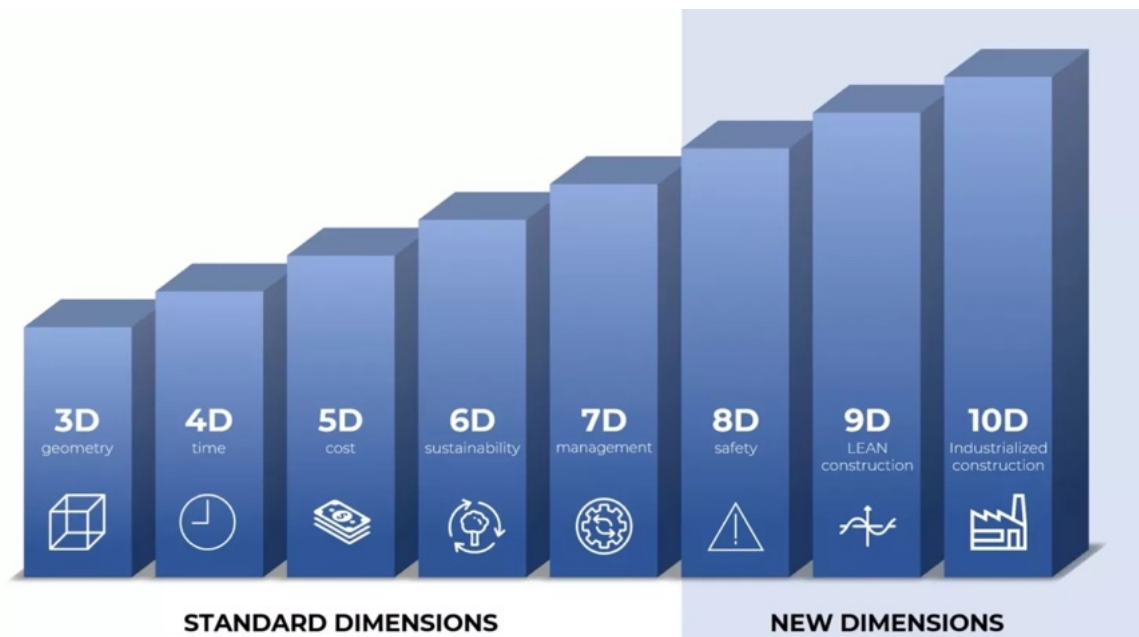


Abbildung 7 Die Entwicklung von BIM-Dimensionen. (HarmonyAT 2023)

Mit diesen zusätzlichen Dimensionen wird BIM zu einem unglaublich mächtigen Werkzeug, das weit über die traditionelle Bauplanung hinausgeht. Projekte können nicht nur besser geplant werden, sondern auch Zeit, Kosten, Nachhaltigkeit, Sicherheit und Effizienz optimal gesteuert werden. Diese Entwicklung verdeutlicht eindrucksvoll, wie technologische Innovationen die Methoden und Prozesse des Bauens, langfristig verändern und verbessern können. (HarmonyAT 2023)

2.1.3 Parametrisches Design (2010er):

In den 2010er Jahren nutzten Architekt:Innen parametrische Entwurfstools, um komplexe Formen und Strukturen zu entwickeln, die zuvor nur schwer oder gar nicht realisierbar waren. Besonders Tools wie Grasshopper für Rhino und Dynamo für Revit gewannen an Bedeutung, da sie neue Möglichkeiten für die Gestaltung und Optimierung von Entwürfen boten. (Hudson 2022).

Diese Softwarelösungen zeichneten sich durch zwei zentrale Funktionen aus:

- **Automatisierung:** Mithilfe algorithmischer Prozesse konnten Architekt:Innen hochkomplexe Geometrien effizient generieren, die traditionell einen enormen Planungsaufwand erfordert hätten.
- **Anpassungsfähigkeit:** Durch die Änderung von Parametern ließen sich Entwürfe flexibel modifizieren, was spontane Anpassungen und kreative Iterationen erleichterte.

Dieser neue Ansatz revolutionierte die Entwurfpraxis, da er nicht nur die Effizienz steigerte, sondern auch völlig neue gestalterische Möglichkeiten eröffnete. Wie das Projekt Heydar Aliyev Center in Baku von Zaha Hadid Architects in Abbildung 8 zeigt, wurden parametrische Tools eingesetzt, um visionäre Architektur zu realisieren. In der Abbildung sind zwei Bilder kombiniert dargestellt: Links ist das fertige Bauwerk von Zaha Hadid zu sehen, dass die gestalterische Ausdruckskraft des parametrischen Design eindrucksvoll demonstriert. Rechts wird die Anwendung dieser Methode in der Konstruktion dargestellt, die eine präzise Umsetzung komplexer Formen ermöglicht.

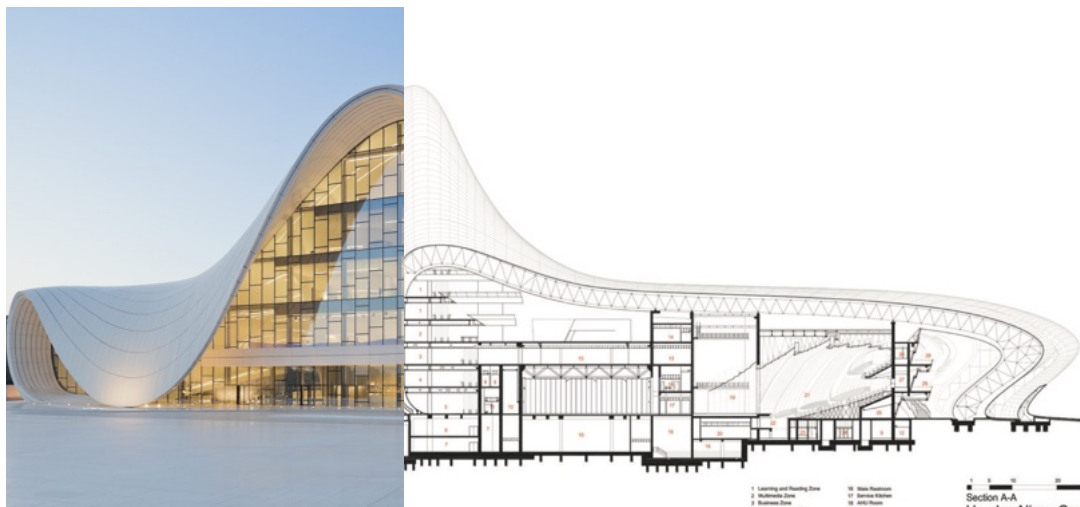


Abbildung 8 Bauwerk von Zaha Hadid, (Hadid 2025)

Der Einsatz parametrischer Entwurfsmethoden bietet klare Vorteile:

- Entwürfe können schnell an neue Anforderungen angepasst werden.
- Die Automatisierung komplexer Prozesse spart Zeit und minimiert Fehler.
- Kreative und innovative Formenfindung, die mit traditionellen Methoden schwer umsetzbar wären, werden möglich.
- Die Nachhaltigkeit wird gefördert, da Materialverbrauch und Energieeffizienz bereits in der Entwurfsphase optimiert werden können.

In Kombination mit BIM eröffnen sich neue Potenziale: Während parametrisches Design kreative, flexible und anpassungsfähige Entwürfe ermöglicht, sorgt BIM für die präzise Planung, nahtlose Zusammenarbeit und effiziente Umsetzung. Durch die Verbindung dieser beiden Technologien können Bauprojekte nicht nur schneller und kosteneffizienter realisiert werden, sondern auch nachhaltiger und ressourcenschonender realisiert werden. Zusammen setzen sie neue Maßstäbe für die Architektur und das Bauwesen der Zukunft. (Hudson 2022)

2.1.4 Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR)

VR und AR haben die Art und Weise, wie Architekt:Innen ihre Entwürfe erleben und präsentieren, grundlegend verändert. Diese Technologien bieten neue Möglichkeiten, Bauprojekte realistischer zu visualisieren und zu optimieren. Mit Tools wie Enscape, Twinmotion und der Unreal Engine können begehbare 3D-Modelle erstellt werden, die es Architekt:Innen ermöglichen, ihre Entwürfe in virtuellen Räumen zu überprüfen und erlebbar zu machen.(Bründler 2019)

Die Funktionsweise von VR und AR

- Mit einer VR-Brille wie der Oculus Rift oder HTC Vive tauchen Nutzende vollständig in eine virtuelle Umgebung ein. Architekt:Innen erstellen zuvor ein 3D-Modell, das so aufbereitet wird, dass Nutzer durch das geplante Gebäude laufen können fast so, als wäre es bereits gebaut. Dabei werden Lichtverhältnisse, Materialien und Raumdimensionen realitätsnah simuliert. Diese immersive Erfahrung hilft, die Wirkung des Designs zu verstehen und frühzeitig mögliche Verbesserungen zu identifizieren. Ein sehr anschauliches Beispiel für diese Technologie, das uns mittlerweile häufiger begegnet, sind VR-Spiele, die auf denselben Prinzipien beruhen. Auch hier wird eine virtuelle Umgebung geschaffen, in die Nutzende vollständig eintauchen können. Abbildung 9 zeigt, wie Spielende in speziell ausgestatteten VR-Studios ein ausgewähltes Spielerlebnis konsumieren können. Ein eindrucksvoller Beleg für die Vielseitigkeit und Alltagstauglichkeit immersiver Technologien.(Acadmey 2025a)
- Im Gegensatz zur VR kombiniert AR digitale Inhalte mit der realen Umgebung . Mithilfe eines Tablets, Smartphones oder einer AR-Brille wie der Microsoft HoloLens können Gebäudeentwürfe direkt auf Baustellen oder in bestehende Räume projiziert werden. Dadurch wird es möglich, zukünftige Gebäude im realen Kontext zu visualisieren oder Einrichtungsgegenstände im fertigen Raum zu simulieren. Diese Verbindung von physischer und digitaler Welt erleichtert es, Entscheidungen zu treffen und den Kontext besser zu verstehen.(Enscape 2025) (Acadmey 2025b)

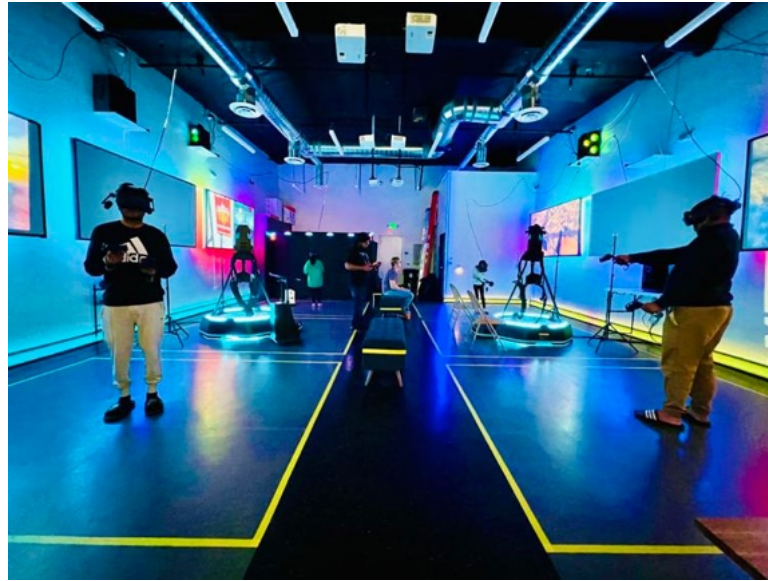


Abbildung 9 Virtual reality studio. Adaptiert von Shamaya Sutton (Sutton 2023)

Die Potenziale von Virtual und Augmented Reality in der architektonischen Planung

Innovative Visualisierungstools wie „Enscape“, „Twinmotion“ oder die Unreal Engine eröffnen Architekt:innen neue Perspektiven in der Entwurfs-, Präsentations- und Entscheidungsfindung. Durch immersive VR-Umgebungen und AR-gestützte Überlagerungen lassen sich Planungsvarianten nicht nur räumlich erlebbar machen, sondern auch frühzeitig mit Auftraggeber:innen, Fachplaner:innen und Nutzer:innen abstimmen.

- **Begehbare 3D-Modelle:** Nutzende können Entwürfe virtuell betreten und überprüfen, ob die Raumgestaltung den Anforderungen entspricht.
- **Simulation in Echtzeit:** Licht- und Materialeffekte werden direkt dargestellt, was eine präzise Beurteilung der Gestaltung erlaubt.(Enscape 2025)

Diese Technologien machen Entwürfe greifbarer nicht nur für Architekt:Innen, sondern auch für Bauherr:Innen und andere Projektbeteiligte. Dadurch lassen sich komplexe Konzepte verständlicher zu vermitteln und die Zusammenarbeit im Team wird effektiver. VR und AR beführen Planungsprozesse von der Theorie in eine praxisnahe Umgebung und eröffnen ein völlig neues Maß an Kreativität, Partizipation und Effizienz.

2.1.5 AI und maschinelles Lernen (2020er): Automatisierung und Optimierung

In den 2020er Jahren hat die Integration von AI in den architektonischen Entwurfsprozess völlig neue Möglichkeiten eröffnet. AI-basierte Tools wie Spacemaker von Autodesk nutzen fortschrittliche Technologien, um Standortanalysen und Optimierungen automatisiert durchzuführen. Ein weiteres Beispiel ist „ArchiGAN“, das

Mithilfe von Generative Adversarial Networks (GANs) automatisch architektonische Layouts generiert. (Stanislas 2019)

AI-gestützte Systeme verwenden maschinelles Lernen und Algorithmen, um Daten zu analysieren, Designs zu optimieren und innovative Vorschläge zu entwickeln. Dabei werden verschiedene Lernmethoden eingesetzt:

- **Überwachtes Lernen:** Modelle werden mit gekennzeichneten Daten trainiert, um präzise Vorhersagen oder Entwürfe zu liefern.
- **Unüberwachtes Lernen:** Systeme analysieren umfangreiche Datenmengen, um Muster zu erkennen, für die Optimierung von Designs genutzt werden können. („What Is Unsupervised Learning? | IBM“ 2021)
- **Verstärkungslernen:** Algorithmen verbessern sich kontinuierlich durch iteratives Feedback basierend auf vorgegebenen Zielkriterien. (Takur 2025)

AI-Systeme bieten zahlreiche Funktionen, die den Entwurfsprozess revolutionieren darunter:

- **Automatische Generierung von Entwürfen:** Basierend auf Vorgaben, wie Standortdaten oder Nutzungsanforderungen, erstellen Tools präzise Designvorschläge.
- **Datenanalyse:** Mithilfe von ML werden Daten zur Energieeffizienz, Funktionalität und Nachhaltigkeit von Gebäuden analysiert, um diese zu optimieren.
- **Simulation:** Lichtverhältnisse, Akustik und Materialeigenschaften können in Echtzeit dargestellt werden, um die Planung zu unterstützen.

Die Integration von AI in den Entwurfsprozess basiert auf einer Kombination aus leistungsstarken Algorithmen und großen Datensätzen. Diese Systeme analysieren Informationen wie Bauvorschriften, Umweltdaten und frühere Projekte, um bessere Lösungen zu liefern. (Zach 2023a)

2.1.6 Webbasierte und Cloud-Lösungen: Kollaboration in Echtzeit

Die zunehmende Verlagerung von Architektur-Tools auf webbasierte Plattformen und Cloud-Technologien hat die Zusammenarbeit im Entwurfsprozess maßgeblich verändert. Tools wie BIM 360 und Onshape ermöglichen den Zugriff auf Modelle von überall und fördern die Echtzeit-Kollaboration zwischen Teams. (Schleutker 2024)

Funktionen:

- **Zugriff von überall:** Ermöglicht es, Projekte ortsunabhängig zu bearbeiten.
- **Echtzeit-Kollaboration:** Teams können simultan an denselben Modellen arbeiten.

2.1.7 Zukunftstrends: Die nächste Generation der Architektur-Tools

Die zukünftige Entwicklung von Architektur-Tools wird maßgeblich durch Technologien wie Generative Design, Digitale Zwillinge und Nachhaltigkeitsanalysen geprägt sein. AI-Algorithmen generieren dabei optimierte Entwürfe auf Grundlage von Eingabedaten wie Materialeigenschaften, Budget und Nachhaltigkeitszielen. Digitale Zwillinge ermöglichen die Erstellung virtueller Abbilder physischer Gebäuden, die für Wartung, Betrieb und Simulationen genutzt werden können. Tools zur Nachhaltigkeitsanalyse tragen dazu bei, den ökologischen Fußabdruck von Gebäuden zu minimieren und ressourcenschonende Entscheidungen zu treffen. (Sturm 2023)

Zentrale Entwicklungen in der digitalen Architekturplanung

Im Zuge der zunehmenden Digitalisierung im Bauwesen und der Integration künstlicher Intelligenz haben sich in den letzten Jahren mehrere zentrale Entwicklungslinien herausgebildet, die die architektonische Planung, Ausführung und Gebäudebewirtschaftung maßgeblich verändern. Die nachfolgenden Konzepte zählen derzeit zu den bedeutendsten technologischen Fortschritten:

- **Generatives Design:** Generatives Design nutzt AI-gestützte Algorithmen, um auf Basis vordefinierter Eingaben wie etwa Raumgrößen, Belichtung oder Budget um eine Vielzahl an automatisch generierten Entwurfsvorschläge zu erstellen. Ziel ist es, frühzeitig optimierte Lösungen zu erhalten und den Planungsprozess effizienter zu gestalten. (Abrishami und Goulding 2013)
- **Digital Twins:** Digital Twins oder auch Digitale Zwillinge sind virtuelle Abbilder realer Gebäude, die laufend mit aktuellen Daten aktualisiert werden. Sie ermöglichen die Simulation und Überwachung eines Bauwerks über dessen gesamten Lebenszyklus hinweg. Begonnen von der Planung über den Betrieb bis zur Wartung. (Sacks u. a. 2018)
- **Nachhaltigkeitsorientierte Planung:** Digitale Tools helfen dabei, den ökologischen Fußabdruck von Gebäuden zu analysieren und zu optimieren. Sie unterstützen etwa bei der Bewertung von Energieverbrauch, Materialeinsatz und CO₂-Emissionen und tragen damit zu nachhaltiger Architektur bei. (Krygiel, Nies, und McDowell 2008)

2.2 Funktionsweise und Einsatzmöglichkeiten:

Architektur-CAD-Tools dienen als zentrale digitale Planungsumgebungen, die Architekt:Innen und Fachplaner:Innen in verschiedenen Projektphasen unterstützen. Sie ermöglichen eine durchgängige, datenbasierte Bearbeitung architektonischer Aufgaben – von der ersten Entwurfsidee bis hin zur technischen Analyse. Die wesentlichen Einsatzbereiche lassen sich wie folgt gliedern:

- **Entwurf und Planung:**
 - Erstellung präziser 2D- und 3D-Baupläne zur Darstellung von Grundrissen, Schnitten und Ansichten.
 - Entwicklung komplexer 3D-Modelle zur räumlichen Visualisierung, Variantenbildung und gestalterischen Analyse.
 - Unterstützung bei der Koordination mit Fachdisziplinen durch modellbasierte Zusammenarbeit (z. B. im BIM-Kontext).
- **Analyse und Simulation:**
 - Durchführung von Leistungsanalysen, wie etwa Energieeffizienzberechnungen, Tageslichtsimulationen oder thermischer Gebäudesimulation.
 - Überprüfung struktureller Aspekte, einschließlich Tragwerksanalysen, Materialverhalten und bautechnischer Plausibilitätsprüfungen.
 - Nutzung integrierter Tools zur frühzeitigen Identifikation von Planungsfehlern und Optimierungspotenzialen.

2.3 Artificial Intelligence (AI)

2.3.1 Begriffsdefinition AI

Da sich das Themengebiet dieser Arbeit sich mit der AI beschäftigt, werden im folgenden Kapitel die grundlegenden Funktionsweisen, Begriffe und Potenziale näher erläutert. Ziel ist es, darzustellen, wie AI unsere Gesellschaft verändert und technologische Entwicklungen vorantreibt

AI bezeichnet Technologien, die es Computern und Maschinen ermöglichen, Fähigkeiten wie menschliches Lernen, Verstehen, Problemlösen, Entscheidungsfindung, Kreativität und Autonomie zu simulieren. Systeme mit AI-Funktionalität sind in der Lage, Objekte zu erkennen, natürliche Sprache zu verstehen und darauf zu reagieren, aus Erfahrungen zu lernen sowie datenbasierte Empfehlungen für Nutzer:Innen und Fachkräfte zu generieren. („What Is Artificial Intelligence (AI)? | IBM“ 2024)

Sie können eigenständig handeln und ersetzen dabei menschliche Entscheidungsprozesse. Ein einfaches Beispiel ist eine automatische Schranke, die sich nach dem Auslesen des Kennzeichens beim Heranfahren öffnet ebenso wie das autonome Fahren. („What Is Artificial Intelligence (AI)? | IBM“ 2024)

Die Funktionsweise von AI basiert auf der Verarbeitung großer Datenmengen durch Algorithmen, die in der Lage sind, Muster zu erkennen und Vorhersagen zu treffen. Ein zentraler Bestandteil ist das Machine Learning (ML), bei dem Modelle durch das Training von Algorithmen erstellt werden, um auf der Grundlage von Daten Vorhersagen oder Entscheidungen zu treffen. Dies umfasst eine breite Palette von Techniken, die es Computern ermöglichen, aus Daten zu lernen und Schlussfolgerungen zu ziehen, ohne explizit für spezifische Aufgaben programmiert zu sein. (Wuttke 2024)

Ein besonders leistungsfähiger Ansatz innerhalb des Machine Learning ist das Deep Learning, das tiefe neuronale Netzwerke verwendet, die die Struktur und Funktion des menschlichen Gehirns nachahmen. Diese Netzwerke bestehen aus mehreren Schichten von Knoten (ähnlich wie Neuronen), die zusammenarbeiten, um komplexe Daten zu verarbeiten und zu analysieren. Deep Learning ermöglicht es Maschinen, aus großen Mengen unstrukturierter Daten zu lernen und komplexe Muster zu erkennen, was es besonders geeignet für Aufgaben wie die Verarbeitung Natural Language Processing (NLP) und die Computer Vision macht. (Wuttke 2024)

2.3.2 Anwendungsmöglichkeiten der AI

AI bietet ein breites Spektrum an Anwendungsmöglichkeiten, die nicht sowohl bestehende Prozesse effizienter machen, sondern auch völlig neue Ansätze und Geschäftsmodelle ermöglichen. Im Folgenden werden zentrale Einsatzbereiche vorgestellt:

2.3.2.1 Automatisierung

AI kann repetitive und arbeitsintensive Aufgaben übernehmen. Dadurch werden menschliche Arbeitskräfte entlastet und betriebliche Abläufe können leistungsfähiger gestaltet werden:

- **Produktion und Fertigung:** Industrieroboter übernehmen monotone Aufgaben wie das Zusammensetzen von Komponenten oder die Qualitätsprüfung.
- **Logistik:** Lagerhäuser nutzen AI, um Lieferketten zu optimieren und Prozesse wie das Sortieren von Paketen oder die Bestandsverwaltung zu automatisieren.
- **Dienstleistungssektor:** Chatbots oder virtuelle Assistenten können Kundensupport rund um die Uhr übernehmen, was die Kundenzufriedenheit steigert und Kosten senkt. („What Is Intelligent Automation? | IBM“ 2021)

Abbild 10 zeigt, wie durch den Einsatz von AI in der Produktion und Fertigung beeindruckende Ergebnisse erzielt werden können. Zur Erstellung eines neuen Designs wird die Plattform DALL·E 3 genutzt, um auf kreative Weise neue Designvorschläge zu generieren.

Ein faszinierendes Beispiel für den kreativen Einsatz von AI ist die Plattform DallE3, Sie ermöglicht es, auf Basis von Textbeschreibungen sogenannten Prompts fotorealistische Kunstwerke zu generieren. In Rahmen eines praktischen Anwendungsbeispiel wurde

mithilfe von ChatGPT ein Prompt für ein modernes zweistöckiges Einfamilienhaus in der Nähe der Donau erstellt. Diese Beschreibung umfasste Elemente wie Garten, Pool, Carport und eine integrierte Photovoltaikanlage generiert. DALL E3 nutzte diesen Prompt, um ein detailreiches und fotorealistisches Architekturmotiv zu erstellen.

Prompt: *"A modern two-story family home with a sleek, minimalist design, large glass windows, and clean architectural lines. Surrounded by a 500m² landscaped garden with a swimming pool, outdoor seating area, and lush greenery. A carport with an integrated photovoltaic solar panel system, designed with sustainability in mind. Located near the Danube River in Vienna, with the DC Tower and the Vienna skyline visible in the background. Soft natural lighting, elegant textures, and a contemporary aesthetic. Rendered in high detail, photorealistic, ultra-HD quality."* (ChatGPT 2025)



Abbildung 10 Bild basierend auf der Beschreibung, modernes Haus nahe der Donau mit PV-Anlage und Blick auf den DC Tower. (DALL E3 2025)

Diese Anwendung zeigt, wie AI kreative Prozesse unterstützen kann, indem sie Designer:Innen und Künstler:Innen ermöglicht, Ideen schnell und effizient zu visualisieren. Durch die Generierung von Bildern auf Basis von Textbeschreibungen können Konzepte evaluiert und iterativ weiterentwickelt werden.

2.3.2.2 Personalisierung

AI-gestützte Systeme analysieren Nutzerdaten in Echtzeit, um individuell zugeschnittene Erlebnisse zu schaffen:

- **E-Commerce:** Systeme wie die Empfehlungsalgorithmen von Amazon oder Netflix schlagen basierend auf bisherigen Käufen oder Vorlieben passende Produkte oder Inhalte vor.
- **Marketing:** AI hilft, zielgerichtete Werbekampagnen zu entwickeln, die besser auf spezifische Zielgruppen zugeschnitten sind.
- **Bildung:** Adaptive Lernplattformen oder Applikationen (APP) passen sich an den Fortschritt der Lernenden an und bieten maßgeschneiderte Inhalte.(Chow 2017)

2.3.2.3 Diagnostik und Gesundheit

AI revolutioniert das Gesundheitswesen durch schnellere Diagnosen und effizientere Prozesse und präzisere Behandlungen:

- **Bildgebende Verfahren:** AI analysiert medizinische Bilder (z. B. Röntgen, MRT, CT), um Anomalien wie Tumore oder Frakturen zu erkennen.
- **Personalisierte Medizin:** Durch die Analyse genetischer Daten hilft AI dabei, personalisierte Behandlungspläne zu erstellen.
- **Patientenüberwachung:** Wearables nutzen AI, um Vitalwerte wie Herzfrequenz oder Blutzucker zu überwachen und frühzeitig Warnungen auszugeben.(WHO 2025)

2.3.2.4 Robotik und autonome Systeme

AI macht Roboter und autonome Systeme lernfähig, adaptiv und vielseitig einsetzbar:

- **Industrielle Robotik:** Maschinen lernen durch AI, Aufgaben effizienter auszuführen, beispielsweise in der Automobilproduktion.
- **Autonome Fahrzeuge:** AI ermöglicht selbstfahrenden Autos, sicher zu navigieren, Verkehr zu analysieren und in Echtzeit auf Hindernisse zu reagieren.(MIT Technology 2019)

Neben den genannten Anwendungsbereichen existieren weitere zukunftsweisende Forschungsgebiete, in denen AI eine wichtige Rolle spielt. Einer dieser Bereiche ist das Quantum Computing. Quantum Computing basiert auf den Prinzipien der Quantenmechanik und nutzt Qubits, die im Gegensatz zu klassischen Bits mehrere Zustände gleichzeitig einnehmen können. Dies ermöglicht es Quantencomputern,

bestimmte komplexe Berechnungen wesentlich schneller durchzuführen als konventionelle Rechner. („Was ist Quantencomputing? | IBM“ 2024)

Der Einsatz von AI hat das Potenzial, das Quantum Computing zu revolutionieren. Ende 2024 gab NVIDIA bekannt, dass sie gemeinsam mit Google an Projekten arbeiten, die AI nutzen, um Fortschritte im Bereich des Quantum Computing zu erzielen. AI kann dabei unter anderem zur Entwicklung effizienterer Quantenalgorithmen zu optimieren von Fehlerkorrekturverfahren und zu Verbesserung der Simulation von Quantenprozessen beitragen. („NVIDIA Partners Accelerate Quantum Breakthroughs with AI Supercomputing“ 2024)

Diese Entwicklung verdeutlicht, dass AI nicht nur bestehende Technologien verbessert, sondern auch dazu beiträgt neue wissenschaftliche Paradigmen zu erschließen. Durch die Integration von AI in die Quantenforschung können Herausforderungen adressiert werden, die bislang als unlösbar galten.

2.4 Überblick über AI-Technologien und ihre Einsatzmöglichkeiten in der Architekturplanung

AI eröffnet neue, transformative Perspektiven für die architektonische Planung. Im Folgenden werden zentrale AI- Technologien und deren Anwendungsmöglichkeiten im Architekturkontext dargestellt:

2.4.1 Maschinelles Lernen (ML)

Beschreibt die Fähigkeit von Computern, aus großen Datenmengen zu lernen und Muster zu erkennen.

- **Anwendungsfelder:**

In der Architektur kann ML genutzt werden, um Gebäudedaten oder Nutzerverhalten zu analysieren. So unterstützt es z. B. bei der Wahl geeigneter Materialien oder bei der Optimierung des Energieverbrauchs.(SAS 2025)

2.4.2 Deep Learning (DL)

Eine spezialisierte Form des maschinellen Lernens, bei der künstliche neuronale Netze besonders tiefe Strukturen analysieren

- **Anwendungsfelder:**

In der Praxis kann DL automatisch Objekte in Bauplänen und Bildern erkennen oder neue architektonische Entwürfe auf Basis bereits vorhandener Daten generieren.(IONOS 2023)

2.4.3 Computer Vision (CV)

Ermöglicht es Maschinen, visuelle Informationen wie z.B: Bilder und Videos wie ein Mensch zu interpretieren und zu verarbeiten.

- **Anwendungsfelder:**
Mit CV lassen sich beispielsweise aus Punktwolken präzise 3D-Modelle erstellen. Auch die automatisierte Inspektion von Baustellen und die Analyse der Umgebung werden durch diese Technologie erleichtert.(IBM 2021)

2.4.4 Natural Language Processing (NLP)

NLP befasst sich mit der Verarbeitung natürlicher Sprache, also mit dem, was Menschen schreiben oder sprechen

- **Anwendungsfelder:**
Durch NLP können Baupläne aus einfachen Textbeschreibungen generiert werden. Ebenso unterstützt es die Kommunikation zwischen Architekt:Innen und Kund:Innen, etwa durch automatische Übersetzung oder Zusammenfassung von Projektanforderungen.(SAS 2025)

2.4.5 Generative AI

Generative AI nutzt vortrainierten Datensätze wie von Texten über Bilder bis zu Musik selbstständig neue Inhalte oder Designvorschläge entwickeln.

- **Anwendungsfelder:**
Dies eröffnet kreative Spielräume und führt zu innovativen Lösungen, die sowohl funktional als auch ästhetisch überzeugen können.(IONOS 2023)

2.4.6 Kollaboration und Dokumentation

AI-gestützte Werkzeuge fördern die Zusammenarbeit in Teams und helfen dabei, komplexe Projekte übersichtlich zu organisieren.

- **Anwendungsfelder:**
Architekturbüros können gemeinsam an Entwürfen arbeiten, Änderungen in Echtzeit nachvollziehen und Projektunterlagen effizient verwalten. Webbasierte CAD-Tools erweitern diese Funktionen durch Echtzeit-Zugriff und Cloud-Integration, was ortsunabhängige Zusammenarbeit und höhere Datensicherung ermöglicht. (laurabluehdorn 2019)

2.5 Analyse der Vorteile und Herausforderungen der AI-Integration in Architektur-CAD-Systemen

Vorteile:

- **Automatisierung von Routineaufgaben:** Spart Zeit und ermöglicht Architekt:Innen, sich auf kreative Tätigkeiten zu konzentrieren.
- **Innovative Entwürfe:** Generative Design-Algorithmen bieten eine Vielzahl neuer Designoptionen.
- **Optimierung der Gebäudeleistung:** Simulationen unterstützen bei der Verbesserung von Energieeffizienz und Nachhaltigkeit.
- **Frühzeitige Fehlererkennung:** Reduziert Planungsfehler und trägt zur Kostensenkung bei.

Herausforderungen:

- **Datenqualität und -verfügbarkeit:** AI Modelle erfordern qualitativ hochwertige und umfangreiche Datensätze eine Voraussetzung, die nicht in allen Planungsprozessen gegeben ist.
- **Kosten der Implementierung:** Insbesondere für kleinere Architekturbüros eine erhebliche finanzielle Belastung
- **Ethische und rechtliche Fragen:** Aspekte wie die Transparenz von Entscheidungen, Datenschutz und die Verantwortlichkeit bei automatisierten Planungsentscheidungen werfen neue juristische Fragestellungen auf
- **Kompatibilität:** Schwierigkeiten bei der Integration in bestehende Workflows.

2.6 AI-Modelle in Architektur-CAD

Die Integration von AI in Architektur-CAD-Systeme hat das Potenzial, die Entwurfsprozesse tiefgreifend zu verändern. Im Folgenden werden die wesentlichen AI-Modelle und -Technologien im Kontext von Architektur-CAD-Systemen detailliert erläutert, mit besonderem Fokus auf die webbasierten AI-CAD-Tools architectures.com, arkdesign.ai und swapp.ai.

2.6.1 Generative AI

Generative AI umfasst Modelle, die in der Lage sind, neue Daten zu erzeugen, die den Mustern des Trainingsdatensatzes ähneln. Zu den prominenten Ansätzen zählen Generative Adversarial Networks (GANs) und Variational Autoencoders (VAEs). In der

Architektur ermöglichen diese Modelle die automatische Erstellung vielfältiger Designoptionen basierend auf spezifischen Parametern und Anforderungen.(IONOS 2023)

Architectures.com ist eine generative AI-gestützte Plattform für architektonische Gebäudedesign, die es ermöglicht, optimierte Wohnbauprojekte in Minuten statt Monaten zu entwerfen. Die Plattform wird von Architekt:Innen und Immobilienentwickler:Innen genutzt, um den Machbarkeitsanalyseprozess mit regulatorischer Sicherheit, schnellen Iterationen und genauen sofortigen Einblicken zu optimieren. (Architectures 2025)

Anwendung in Architektur-CAD-Systemen:

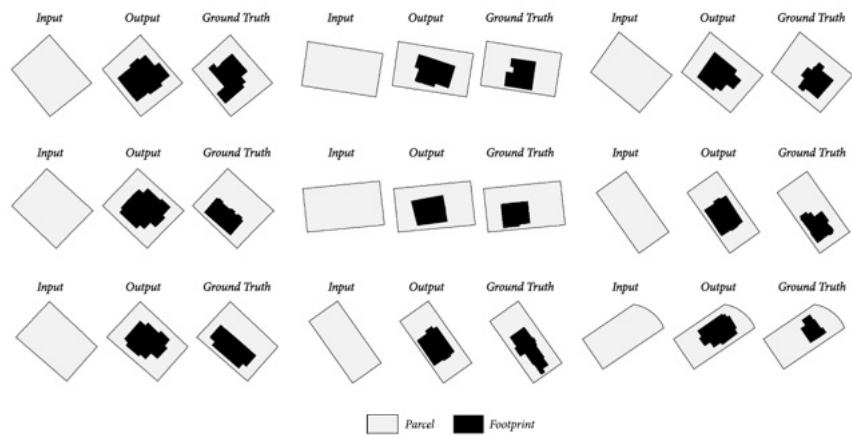
- **Automatisierte Designgenerierung:** Generative AI kann eine Vielzahl von Entwurfsalternativen erzeugen, die Architekt:Innen als Inspiration dienen oder als Grundlage für weitere Anpassungen genutzt werden können.
- **Optimierung von Entwürfen:** Durch die Simulation verschiedener Szenarien können optimale Designlösungen hinsichtlich Ästhetik, Funktionalität und Nachhaltigkeit identifiziert werden.

Abbildung 11 veranschaulicht den stufenweisen Aufbau eines architektonischen Entwurfsprozesses mithilfe generativer AI:

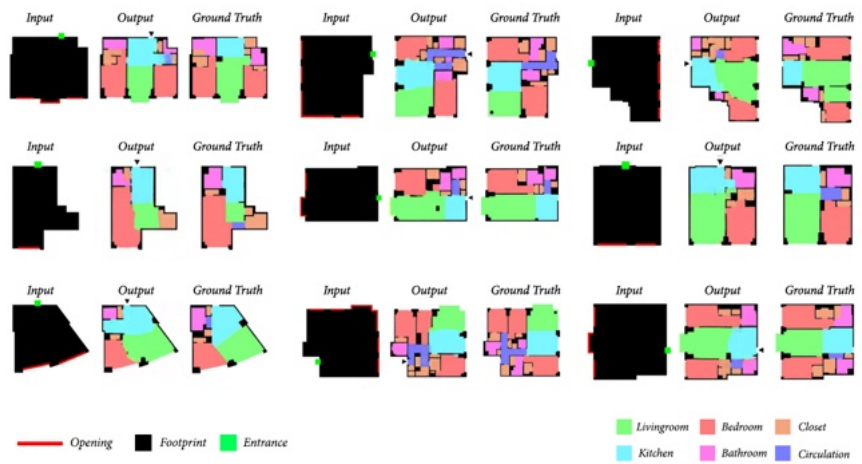
- **Modell I** erstellt automatisch Grundrisse auf Basis der Parzellengeometrie.
- **Modell II** übernimmt die Anordnung der Räume und die Positionierung von Fenstern.
- **Modell III** ergänzt passende Möblierungselemente.

Alle drei Modelle nutzen Generative Adversarial Networks (GANs) und ermöglichen so einen strukturierten, datenbasierten Designprozess von der Rohstruktur bis zur Innenraumgestaltung.(Stanislas 2019)

M I:



M II:



M III:



Abbildung 11 Entwurfsprozess Generative Adversarial Networks (GANs). („ArchiGAN: A Generative Stack for Apartment Building Design“ 2019)

Die Plattform **arkdesign.ai** nutzt generative AI, um automatisierte Grundrisse und Machbarkeitsstudien für Mehrfamilien- und Mischnutzungsprojekte zu erstellen. Dies ermöglicht Architekt:Innen und Immobilienentwickler:Innen, schnell und effizient optimierte Gebäudeentwürfe zu generieren, die den lokalen Bauvorschriften entsprechen (ARK 2025).

2.6.2 Large Language Models (LLMs)

LLMs sind AI-Modelle, die auf umfangreichen Textdatensätzen trainiert wurden und in der Lage sind, menschenähnlichen Text zu verstehen und zu generieren. In der Architekturplanung können sie unter anderem zur automatisierten Erstellung technischer Dokumentationen, zur Interpretation von Entwurfsbeschreibungen und zur Unterstützung der Kommunikation zwischen Architekt:Innen und Kund:Innen eingesetzt werden. (Jang und Lee 2023a)

Anwendung in Architektur-CAD-Systemen:

- **Automatisierte Dokumentation:** LLMs können technische Berichte, Spezifikationen und andere Dokumente basierend auf Entwurfsdaten generieren, was den Dokumentationsprozess erheblich beschleunigt.
- **Interpretation von Entwurfsbeschreibungen:** Durch die Analyse von Textbeschreibungen können LLMs entsprechende CAD-Modelle erstellen oder bestehende Modelle anpassen.

Swapp.ai bietet Automatisierungstools für die Dokumentation und Modellierung, die es Architekt:Innen ermöglichen, konsistente und effiziente Ergebnisse zu erzielen, indem sie sich wiederholende Aufgaben durch den Einsatz von AI reduzieren.

2.6.3 Foundation Models

Foundation Models sind große, vortrainierte AI-Modelle, die für eine Vielzahl von Aufgaben anpassbar sind. Sie bilden die technologische Basis für spezifische Anwendungen, indem sie durch Fine-Tuning auf definierte Anforderungen zugeschnitten werden. (RED HAT 2024)

Anwendung in Architektur-CAD-Systemen:

- **Anpassbare AI-Lösungen:** Durch Fine-Tuning können Foundation Models für spezifische Designaufgaben in der Architektur optimiert werden, wie z.B. die Erstellung von 3D-Modellen oder die Analyse von Bauplänen.
- **Integration verschiedener Datenquellen:** Foundation Models können Informationen aus unterschiedlichen Quellen kombinieren, um umfassende Analysen und Empfehlungen zu liefern. (RED HAT 2024)

2.6.4 Fine -Tuning

Fine-Tuning bezeichnet den Prozess, bei dem ein vortrainiertes AI-Modell auf spezifische Aufgaben oder Datensätze angepasst wird, um die Leistung in einem bestimmten Anwendungsbereich zu verbessern.(RED HAT 2024)

Anwendung in Architektur-CAD-Systemen:

- **Spezialisierung von AI-Modellen:** Durch Fine-Tuning können AI-Modelle auf die spezifischen Anforderungen eines Architekturprojekts zugeschnitten werden, was zu präziseren und relevanteren Ergebnissen führt.
- **Verbesserte Genauigkeit:** Angepasste Modelle können genauere Vorhersagen und Empfehlungen liefern, da sie auf projektspezifischen Daten trainiert wurden.

2.6.5 AI - gestützter Workflow in der Architektur

Durch den Einsatz verschiedener AI -Tools im Rahmen der CAD-gestützten Architekturplanung kann der gesamte Design-Workflow effizienter und intelligenter gestaltet werden. Abbildung 12 veranschaulicht, wie AI-gestützte Anwendung in den kreativen Entwurfsprozess integriert werden, um schnellere, optimierte und datengetriebene Designentscheidungen zu ermöglichen. Der Workflow kombiniert zwei essenzielle Phasen (Sourek 2024):

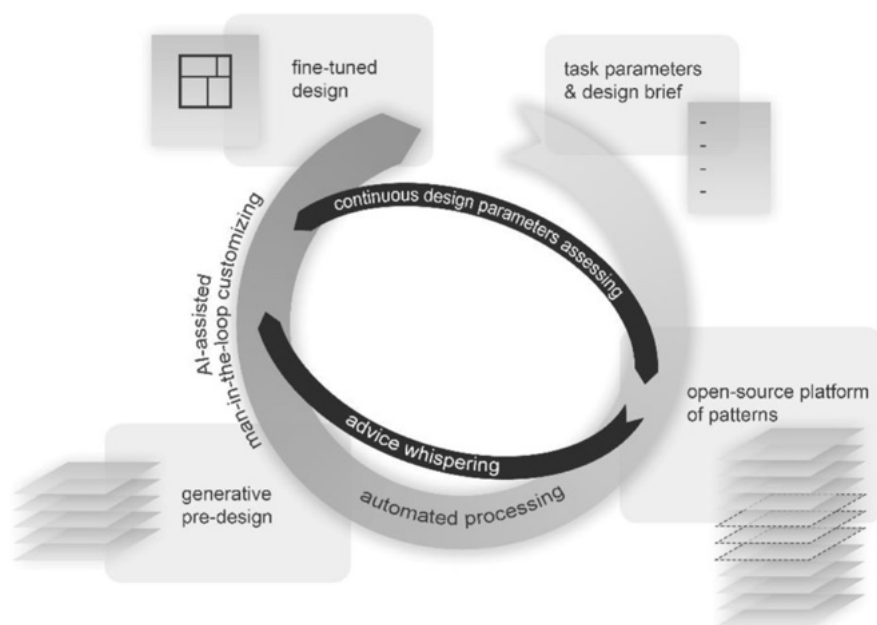


Abbildung 12 Design Workflow eines AI gestützten Entwurfsprozesses (Sourek 2024)

1. **Generative Pre-Designs:** AI nutzt bestehende Datenmuster und generiert erste kontextbezogene Entwurfsvorschläge.
2. **Human-in-the-Loop:** Architekt:Innen verfeinern die Entwürfe mit AI-Unterstützung, um individuelle und optimierte Lösungen zu schaffen.

Dieses Zusammenspiel von künstlicher Intelligenz und menschlicher Kreativität verdeutlicht, wie AI wiederkehrende Planungsaufgaben automatisieren kann, während Architekt:Innen sich auf konzeptionelle und ästhetische Aspekte konzentrieren. Das Modell bildet eine neue dynamische und interaktive Arbeitsweise ab, die durch kontinuierliches Feedback und AI-gestützte Beratung den Entwurfsprozess revolutioniert.

2.6.6 Webbasierte CAD-Systeme

Webbasierte CAD-Systeme haben sich in den letzten Jahren als zentrale Werkzeuge in der Architektur und im Bauwesen etabliert. Diese Systeme ermöglichen es Nutzer:Innen, über den Webbrowser auf CAD-Funktionen zuzugreifen, ohne dass lokale Softwareinstallationen oder leistungsstarke Hardware erforderlich sind. Sie kombinieren Flexibilität, Effizienz und Kollaboration und bieten dadurch enorme Vorteile für Architekt:Innen, Ingenieure und Designer.

Anwendung in Architektur-CAD-Systemen:

- **Kollaboratives Design:** Mehrere Nutzer:Innen können simultan an einem Entwurf arbeiten, was die Teamarbeit fördert und den Austausch von Ideen erleichtert.
- **Einfache Aktualisierungen:** Da die Software zentral gehostet wird, können Updates und neue Funktionen schnell implementiert werden, ohne dass lokale Installationen erforderlich sind.

2.6.7 Cloud-Systeme

Cloud-Systeme bieten die Infrastruktur für die Speicherung und Verarbeitung großer Datenmengen sowie den Betrieb rechenintensiver AI-Modelle. Sie ermöglichen den skalierbaren Einsatz von AI in Architektur-CAD-Systemen.(Schleutker 2024)

Anwendung in Architektur-CAD-Systemen:

- **Skalierbare Rechenressourcen:** Cloud-Systeme stellen die notwendige Rechenleistung für komplexe AI-Modelle bereit, ohne dass lokale Hardware aufgerüstet werden muss.

- **Zentralisierte Datenverwaltung:** Alle Projektinformationen können zentral gespeichert und verwaltet werden, was den Zugriff erleichtert und die Datensicherheit erhöht.(Schleutker 2024)

3. Aktueller Forschungsstand

Während meines Studiums an der Technischen Universität Wien lag der Fokus auf klassischen Entwurfsmethoden sowie den Grundlagen des CAD. Der Umgang mit Software wie AutoCAD und ArchiCAD war essenziell, um digital Pläne zu erstellen. Diese Werkzeuge boten im Vergleich zu manuellen Zeichnungen höhere Präzision und Effizienz, erforderten jedoch einen erheblichen Aufwand. Die heutigen Entwicklungen im Bereich AI-gestützter CAD-Systeme gehen weit über diese Möglichkeiten hinaus und eröffnen neue Perspektiven in der Architektur.

3.1 Automatisierung und Effizienzsteigerung durch AI in CAD

Eine der größten Stärken von AI-gestützten CAD-Systemen liegt in der Automatisierung von wiederkehrender und zeitaufwendiger Aufgaben. Generative Designalgorithmen können basierend auf Parametern wie Bauvorschriften, Materialeigenschaften und ästhetischen Vorgaben eine Vielzahl von Entwurfsoptionen generieren. Dadurch werden Architekt:Innen von Routineaufgaben entlastet und erhalten mehr Raum für kreative Entscheidungen.

Ein Beispiel für den erfolgreichen Einsatz solcher Technologien ist das Tool **architectures.com**, das auf Basis benutzerdefinierter Vorgaben: etwa zu Raumgrößen, vertikaler Erschließung oder städtebaulichen Richtlinien in Echtzeit architektonische Grundrisse generiert. Die Ergebnisse werden automatisch in BIM-kompatiblen Formaten (z.B. IFC) bereitgestellt, was eine nahtlose Integration in bestehende Planungsprozesse ermöglicht. Darüber hinaus analysiert das System parallel Flächenkennzahlen, Raumbeziehungen und sogar Kostenschätzungen, wodurch sofortige Rückmeldungen zu Designentscheidungen erfolgen und Planungssicherheit erhöht wird (Architectures 2025)

Jang und Lee (Jang und Lee 2023b) zeigen in ihrer Studie, wie vortrainierte Sprachmodelle mit BIM-Systemen integriert werden können, um interaktive Designprozesse zu fördern. Dabei werden die BIM-Daten in XML-Formate konvertiert, die generative AI-Modelle interpretieren können. Die daraus resultierende Ergebnisse werden wieder in das BIM-System zurückgeführt. Dies ermöglicht eine dynamische Zusammenarbeit zwischen Architekt:Innen und AI, wodurch die Planungszeit reduziert und die Kreativität gesteigert wird. Autodesk (2023) berichtet zudem, dass solche Systeme die Planungszeit um bis zu 40 % verkürzen können. (Jang und Lee 2023b; Zach 2023b)

3.2 Verbesserung der Planungsgenauigkeit und Fehlerreduktion

AI-gestützte CAD-Systeme analysieren große Datenmengen und identifizieren potenzielle Fehler in Entwürfen bereits in der frühen Planungsphase. Dies steigert nicht nur die Qualität der Bauausführung bei, sondern minimiert auch die Anzahl kostenintensive Nacharbeiten.

Die Studie von Swapp.ai zeigt, wie baurelevante Daten automatisch analysiert werden können, um Kollisionen oder Verstöße gegen Bauvorschriften frühzeitig zu erkennen. Jang und Lee betonen ebenfalls, dass die Kombination von maschinellem Lernen und BIM nicht nur die Effizienz erhöht, sondern auch eine präzisere Fehleridentifikation ermöglicht. Während meines Studiums mussten baurechtliche Vorgaben manuell geprüft werden, was zeitaufwändig war. Die heutige Möglichkeit, diese Aufgaben durch AI zu automatisieren, zeigt, wie die Technologie Effizienz und Genauigkeit in der Architektur steigern kann. (Openfuture 2025; Jang und Lee 2023b)

3.3 Unterstützung bei der Entscheidungsfindung

Ein weiterer bedeutender Fortschritt ist die Fähigkeit von AI-gestützten Tools, Architekt:Innen bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen. Durch Simulationen und datenbasierte Analysen können fundierte Vorschläge gemacht werden, die auf Kriterien wie Kosten, Umweltfaktoren und Nutzungsanforderungen basieren.

ArkDesign.ai bietet ein System, das Designalternativen basierend auf Energieeffizienz und Materialeinsatz simuliert. Jang und Lee (Jang und Lee 2023b) ergänzen, dass Sprachmodelle wie GPT-3 nicht nur als Werkzeuge für Designanalysen dienen, sondern auch zur Erstellung und Verwaltung von Bauprojekten beitragen können. Diese datengetriebenen Ansätze liefern fundierte Ergebnisse in Sekundenschnelle, die früher manuell erarbeitet werden mussten. (Zach 2023a; Jang und Lee 2023b; Behaneck 2024)

3.4 Herausforderungen bei der Integration von AI in CAD-Systeme

Trotz der zahlreichen Vorteile gibt es auch Herausforderungen bei der Implementierung von AI in CAD-Systeme. Eine der zentralen Hürden ist der Datenschutz, insbesondere wenn sensible Projektdaten in Cloud-Diensten gespeichert werden. Kleinere Architekturstudios könnten zudem durch hohe Lizenzkosten für AI-Tools finanziell belastet werden. Ein weiteres potenzielles Risiko ist die Einschränkung kreativer Prozesse. Jang und Lee weisen darauf hin, dass die Integration von Sprachmodellen wie GPT zwar effiziente Vorschläge liefert, jedoch nicht die kritische Bewertung durch Architekt:Innen ersetzen kann. Diese bleibt entscheidend, um die kreative Intention eines Projekts zu bewahren. (Jang und Lee 2023b)

3.5 Zukunftsperspektiven und Forschungstrends

Die zukünftige Entwicklung von AI in der Architektur konzentriert sich darauf, Systeme zu schaffen, die nicht nur technische Aufgaben übernehmen, sondern auch kreative Prozesse unterstützen. Jang und Lee zeigen, dass generative AI-Modelle in Kombination mit BIM-Systemen eine Brücke zwischen kreativer Gestaltung und technischer Umsetzung schlagen können. Projekte wie "Sketch-to-Architecture" ermöglichen es, aus einfachen Skizzen detaillierte 3D-Modelle zu erstellen, was die frühen Entwurfsphasen effizienter gestaltet. (Jang und Lee 2023a)

GraftLab demonstriert, dass AI als Erweiterung architektonischer Kreativität gesehen werden sollte. Während meiner Studienzeit war die Vorstellung, dass ein System kreative Prozesse unterstützen könnte, noch futuristisch. Heute wird AI zunehmend als Werkzeug betrachtet, das die Rolle des Architekt:Innen ergänzt, anstatt sie zu ersetzen.

Der aktuelle Forschungsstand zu webbasierten, AI-unterstützten Architektur-CAD-Tools zeigt eine dynamische Entwicklung, die sowohl die akademische Forschung als auch die praktische Anwendung umfasst.

3.5.1 Integration von Generativer AI in den Entwurfsprozess

Aktuelle Studien untersuchen die Einbindung generativer AI-Modelle in den architektonischen Entwurfsprozess. Beispielsweise haben Jang und Lee ((Jang und Lee 2023b)) ein System entwickelt, das Building Information Modeling (BIM) mit großen Sprachmodellen kombiniert, um interaktive Designassistenz zu bieten. Dieses System konvertiert BIM-Daten in ein für AI-Modelle verständliches Format, verarbeitet sie und überführt die Ergebnisse zurück in BIM-Tools. Die Ergebnisse zeigen, dass moderne Sprachmodelle die Zusammenarbeit zwischen Architekt:Innen und AI-Systemen fördern können. (Jang und Lee 2023a)

3.5.2 Nutzung von Sprachmodellen für 3D-Modellierung

Die Anwendung großer Sprachmodelle zur Unterstützung der 3D-Modellierung wird ebenfalls erforscht. Kapsalis (2024) stellte "CADgpt" vor, ein Plugin, das natürliche Sprachverarbeitung mit Rhino3D integriert. Dies ermöglicht es Nutzern, insbesondere Anfängern, komplexe 3D-Modellierungsaufgaben durch intuitive Sprachbefehle auszuführen, wodurch die Lernkurve traditioneller CAD-Software reduziert wird. (Kapsalis 2024)

3.5.3 Webbasierte AI-Tools in der Praxis

In der Praxis sind bereits mehrere webbasierte AI-Tools für Architekt:Innen verfügbar. Eine Übersicht solcher Tools zeigt, dass sie in verschiedenen Phasen des Planungs- und Bauprozesses eingesetzt werden können, von der Standortanalyse über die Entwurfsoptimierung bis hin zur Visualisierung. (Sturm 2023)

4. Bewertungsmethodik

4.1 Verwendete Methode: Nutzwertanalyse

Die Nutzwertanalyse (NWA) ist ein bewährtes Entscheidungsinstrument, das insbesondere in der Wirtschaft, im Projektmanagement und in der strategischen Planung Anwendung findet.

Sie wird eingesetzt, wenn mehrere Alternativen miteinander verglichen werden sollen – insbesondere dann, wenn sowohl quantitative (z. B. Kosten) als auch qualitative Kriterien (z. B. Benutzerfreundlichkeit) berücksichtigt werden müssen.

Entwickelt wurde die Methode in den 1960er Jahren in den USA und ist mittlerweile auch in Europa weit verbreitet. Sie punktet mit ihrer einfachen Anwendung und hilft dabei, auch komplexe Entscheidungen klar zu strukturieren. (Zangemeister 2014)

Die Nutzwertanalyse ist ein Verfahren zur systematischen Bewertung mehrerer Alternativen auf Basis vordefinierter Zielkriterien. Diese Kriterien werden gewichtet, d. h. ihre relative Bedeutung wird festgelegt. Für jede Handlungsalternative wird im Anschluss ein Gesamtnutzwert berechnet, der als Entscheidungsgrundlage dient. (Wübbenhorst 2025)

Zangemeister, ein Experte auf diesem Gebiet, beschreibt die Methode als *"eine Bewertung von Optionen auf Basis (Wübbenhorst 2025) verschiedener Ziele, die an den Wünschen und Prioritäten des Entscheidungsträgers ausgerichtet ist."* (Zangemeister 2014)

4.2 Methodenschritte der Nutzwertanalyse

Die Nutzwertanalyse ist ein Verfahren, das in fünf Schritten durchgeführt wird:

1. **Zielkriterien definieren:** Zunächst werden die Kriterien festgelegt, die für die Bewertung der Alternativen relevant sind. Diese sollten klar definiert, voneinander unabhängig und vollständig sein. Beispiele könnten Kosten, Benutzerfreundlichkeit oder Umweltverträglichkeit sein.
2. **Gewichtung der Kriterien:** Im nächsten Schritt wird die Bedeutung der Kriterien bestimmt. Dies geschieht durch eine Gewichtung, die zeigt, wie wichtig jedes Kriterium im Vergleich zu den anderen ist. Häufig wird eine Skala von 1 bis 10 verwendet.
3. **Bewertung der Alternativen:** Anschließend werden die Alternativen hinsichtlich der definierten Kriterien bewertet. Hierbei nutzt man eine einheitliche Skala, um die Ergebnisse vergleichbar zu machen.

4. **Berechnung des Gesamtnutzens:** Der Gesamtnutzen jeder Alternative wird berechnet, indem die Bewertungen mit den Gewichtungen multipliziert und die Ergebnisse summiert werden.
5. **Vergleich der Alternativen:** Im letzten Schritt werden die Alternativen anhand ihrer Gesamtnutzwerte verglichen. Die Alternative mit dem höchsten Nutzwert stellt die beste Wahl dar.

Dieses strukturierte Vorgehen macht die Methode so effektiv und leicht nachvollziehbar.

4.3 Gewichtung und Begründung der Zielkriterien

In dieser Arbeit wird die Nutzwertanalyse (NWA) herangezogen, um zu ermitteln, welches der drei webbasierten AI-gestützten CAD-Tools – **architectures.com**, **arkdesign.ai** und **swapp.ai** – den höchsten Nutzen für Architekt:Innen in der täglichen Praxis anbietet.

Die Auswahl und Gewichtung der Bewertungsmaßstäbe basiert auf dem Whitepaper von L. Stephen Wolfe (2010), in dem neun zentrale Kriterien für die Auswahl eines 3D-CAD-Systems definiert werden. Die fünf vordefinierten Kriterien in dieser Arbeit, ergaben sich als relevant für die Beantwortung der Forschungsfrage. Sie wurden auf die Anforderungen der Architekturplanung überprüft und mit aktuellen Anforderungen an webbasierte AI CAD-Tools assoziiert. (Wolfe 2010)

Die in dieser Analyse verwendeten Zielkriterien lauten wie folgt:

- **Benutzerfreundlichkeit:**
Ein intuitives, klar strukturiertes graphical Userinterface (Benutzeroberfläche) sowie eine geringe Einarbeitungszeit sind für den praktischen Einsatz entscheidend. Wolfe betont, dass ein kurzer Lernprozess und ein logischer Arbeitsfluss essenziell sind, um Produktivität und Akzeptanz lukrierend zu steigern.
- **Funktionsumfang:**
Die verfügbaren Planungs-, Modellierungs- und Simulationsfunktionen bilden die Grundlage für den professionellen Einsatz. Entsprechend Wolfe sollte ein CAD-System effiziente Werkzeuge für die jeweiligen Anforderungen bereitstellen. Ebenso sollten auch vordefinierte Templates, wie vorgefertigte Fertigungstechniken im Tool vorhanden sein, die für die Wiederverwendung adaptiert werden können.
- **Integrationsfähigkeit:**
Ein modernes CAD-System muss nahtlos in bestehende Softwareumgebungen (z. B. BIM, PDM, Cloud-Umgebung) eingebunden werden können. Wolfe hebt hervor, dass insbesondere der Datenaustausch mit Kund: Innen und Lieferant: Innen entscheidend für die Leistungssteigerung ist.
- **Support und Wartung:**
Die Verfügbarkeit technischer Unterstützung, regelmäßiger Updates und einer

aktiven Nutzer-Community beeinflusst die langfristige Nutzbarkeit. Wolfe verweist auf die Bedeutung „pleasant business relationships“ und zuverlässiger Partner für Schulung, Wartung und Support.

- **Datensicherheit und Urheberrecht:**
Besonders bei cloudbasierten Architekturtools ist der Schutz sensibler Daten wie Baupläne, Kund:Innen Daten und projektspezifische Informationen von zentraler Bedeutung. Gleichzeitig gewinnt die rechtliche Kontrolle über digitale Entwürfe, insbesondere in Bezug auf Weiterverwendung, Lizenzierung und Eigentumsrechte, zunehmend an Relevanz. Obwohl Wolfe (2010) diese Aspekte nicht explizit behandelt, lassen sie sich heute im Kontext von PDM-Systemen, API-Anbindungen und internationalem Datenaustausch als wesentliche Anforderungen moderner CAD-Umgebungen verstehen.(Wolfe 2010)

Ziel dieser Nutzwertanalyse ist es, dasjenige Tool zu identifizieren, das den höchsten Gesamtnutzen im Rahmen der definierten Bewertungskriterien welches in Tabelle 1 anbietet.

Die strukturierte Vorgehensweise der Nutzwertanalyse ermöglicht eine transparente, objektive und fundierte Entscheidungsfindung, bei der alle relevanten Aspekte der Alternativen, systematisch berücksichtigt werden.

Tabelle 1 Gewichtung der Kriterien

Kriterium	Gewichtung (%)	Begründung
Benutzerfreundlichkeit	30 %	Eine intuitive Bedienoberfläche und ein niedriger Schulungsaufwand sind entscheidend für die Akzeptanz im Alltag insbesondere in kleineren Teams.
Funktionsumfang	20 %	Der Funktionsumfang bestimmt maßgeblich, wie umfassend ein Tool architektonische Anforderungen abdecken kann. Je mehr relevante Funktionen integriert sind, desto höher ist der direkte Nutzen.
Integrationsfähigkeit	15 %	Die Kompatibilität mit anderen Softwarelösungen wie BIM, PDM oder Cloud-Diensten beeinflusst die langfristige Einsetzbarkeit stark.
Support und Wartung	15 %	Verlässlicher technischer Support, regelmäßige Updates und Dokumentationen sind notwendig, um Ausfallzeiten zu minimieren und die Produktivität zu sichern.
Datensicherheit	15%	Datenschutz spielt insbesondere bei webbasierten Tools eine wichtige Rolle. Der Schutz sensibler Planungs- und Kund:Innen Daten ist dabei ein muss.
Urheberrecht	5%	Rechtliche Klarheit über Eigentumsrechte an CAD-Modellen und deren Wiederverwendung gewinnt zunehmend an Bedeutung, steht aber funktional und operativ gesehen hinter anderen Kriterien.

4.4 Kriterien Beschreibung zur Bewertung der Alternativen

Zur Sicherstellung einer konsistenten, nachvollziehbaren und vergleichbaren Bewertung der drei untersuchten webbasierten AI CAD-Tools wurde ein strukturierter Bewertungsleitfaden entwickelt. Dieser dient als Grundlage für die qualitative Einschätzung der zuvor definierten Zielkriterien im Rahmen der Nutzwertanalyse.

Jedes Kriterium wird anhand klar abgegrenzter Teilaspekte überprüft, die sich an funktionalen und anwendungsbezogenen Anforderungen orientieren und auf etablierten Empfehlungen aus der Fachliteratur von Stephen Wolfe (2010) basieren. Die Bewertung erfolgt anhand geschlossener Fragen, die zentrale Leistungsmerkmale der jeweiligen Tools gezielt erfassen.(Wolfe 2010)

Durch diese methodische Vorgehensweise wird ein systematischer, vergleichbarer und zugleich anwenderorientierter Vergleich der Alternativen ermöglicht.

Die im Rahmen dieses Leitfadens vorgenommenen Bewertungen bilden die Grundlage für die praxisbezogene Betrachtung in Kapitel 5. Dort erfolgt eine Entwurf-Modellierung der Benutzerkonten, um die tatsächliche Anwendbarkeit der untersuchten CAD-Tools im Rahmen realitätsnaher Nutzungssituationen zu überprüfen.

Benutzerfreundlichkeit:

Im Kriterium Benutzerfreundlichkeit konzentriert sich die Überprüfung auf drei zentrale Aspekte:

- Erstens wird untersucht, ob die Benutzeroberfläche intuitiv bedienbar ist: also ob eine Nutzung auch ohne vorherige Anleitung oder Schulung möglich erscheint.
- Zweitens wird die Struktur der Navigation analysiert, um zu beurteilen, ob diese logisch und nachvollziehbar aufgebaut ist.
- Drittens wird geprüft, ob der Workflow des Tools sinnvoll aufgebaut ist das bedeutet, ob die Bearbeitungsschritte in einer klaren, aufeinander abgestimmten Reihenfolge erfolgen und die Nutzerführung entlang typischer Planungsphasen konsistent unterstützt wird. Zudem wird geprüft, ob das jeweilige Tool sprachvariabel gestaltet ist und insbesondere eine deutschsprachige Benutzeroberfläche zur Verfügung steht.

Funktionsumfang:

Zur Bewertung des Funktionsumfangs wird überprüft, ob die CAD-Tools neben grundlegenden 2D- und 3D-Funktionen auch erweiterte Planungs- und Modellierungsfunktionen anbieten. Darüber hinaus wird beurteilt, ob automatisierte Prozesse wie z. B. die Generierung von Grundrissen vorhanden sind. Auch die Fähigkeit, mit BIM-konformen Datenformaten wie z.B. IFC zu arbeiten, ist Bestandteil der Bewertung.

Integrationsfähigkeit:

Im Rahmen der Integrationsfähigkeit liegt der Fokus auf der Schnittstellen-Kompatibilität der Tools. Geprüft wird, ob gängige Dateiformate (z. B. DWG, IFC) unterstützt werden und ob Anbindungen an BIM- oder Projektmanagementsysteme möglich sind. Zudem wird betrachtet, ob eine Synchronisierung mit Cloud-Diensten oder externen Datenquellen besteht.

Support und Wartung:

Das Kriterium Support und Wartung wird anhand folgender Fragestellungen bewertet: Verfügt das Tool über eine integrierte Hilfe-Funktion oder eine FAQ-Sektion? Ist der Support erreichbar (z. B. per E-Mail oder Live-Chat) und wie schnell erfolgt die Rückmeldung? Ergänzend wird geprüft, ob Updates regelmäßig bereitgestellt und dokumentiert werden.

Datensicherheit und Urheberrecht:

Die Überprüfung der Plattformen hinsichtlich Datensicherheit und Urheberrecht erfolgt auf Grundlage öffentlich zugänglicher Informationen, wie Datenschutzrichtlinien, Nutzungsbedingungen und Angaben zu Hosting und Datenverarbeitung. Dabei wird zunächst analysiert, ob die jeweilige Plattform über eine DSGVO-konforme

Datenschutzerklärung verfügt und ob die Datenübertragung verschlüsselt erfolgt (z. B. via SSL/HTTPS). Zusätzlich wird geprüft, ob sich die Server innerhalb der EU oder in Staaten mit vergleichbarem Datenschutzniveau befinden.

Im Hinblick auf das Urheberrecht wird bewertet, ob die Eigentumsrechte an den erstellten Entwürfen explizit beim Nutzer:Innen verbleiben. Ebenso wird untersucht, ob klare Angaben zur Nutzung, Speicherung und Weitergabe der Inhalte vorhanden sind. Ein weiteres Kriterium ist die Möglichkeit, Inhalte vollständig zu exportieren und auf Wunsch dauerhaft zu löschen. Diese Kriterien werden für jede Plattform anhand verfügbarer Dokumentation und praktischer Funktionalitäten überprüft und vergleichend bewertet.

5. Methodisches Vorgehen der folgenden Tools: architectures.com, arkdesign.ai und swapp.ai

5.1 Beschreibung der Methode

Im Rahmen dieser Arbeit werden drei webbasierte AI-CAD-Tools: architectures.com, arkdesign.ai und swapp.ai analysiert und miteinander verglichen, um ihre Eignung für die Planung eines kleinen Wohnblocks systematisch zu bewerten. Das methodische Vorgehen bildet dabei die Grundlage für eine objektive und nachvollziehbare Beurteilung der Tools im Hinblick auf definierte Bewertungskriterien.

Ziel dieses Kapitels ist es, die angewandte Methodik zur Evaluierung der webbasierten Architektur- und Planungsplattformen systematisch darzustellen. Im Zentrum steht die praxisorientierte Erstellung vergleichbarer Demomodelle unter möglichst identischen Rahmenbedingungen. Die Überprüfung erfolgt anhand eines standardisierten Kriterienkatalogs, der in Kapitel 4 theoretisch begründet wurde und hier in die praktische Umsetzung überführt wird.

Darüber hinaus werden ergänzende Informationsquellen, insbesondere Schulungsunterlagen und Dokumentationen der jeweiligen Tools, einbezogen, um die Funktionen und Einsatzmöglichkeiten umfassend beurteilen zu können. (Wilhelm Büchner 2025)

5.2 Beschreibung der Vorgehensweise

Zur systematischen Untersuchung der ausgewählten AI-CAD-Tools wird ein einheitliches methodisches Vorgehen angewendet. Dieses basiert auf einem praxisnahen Planungsszenario und ermöglicht eine objektive Vergleichbarkeit der Plattformen unter identischen Rahmenbedingungen. Die nachfolgenden Schritte beschreiben das geplante Vorgehen im Detail:

5.2.1 Definition des Referenzprojekts

Im ersten Schritt wird ein standardisiertes Planungsszenario entwickelt, das als Referenzprojekt für alle drei Tools dient. Dabei handelt es sich um einen viergeschossigen Wohnblock mit mindestens vier separaten Wohneinheiten. Jede Einheit wird mit 1-3 Schlafzimmern, einer offenen Wohnküche, Badezimmer (einschließlich Gäste-WC) sowie einem Abstellraum ausgestattet sein. Ergänzend werden gemeinschaftlich genutzte Bereiche wie ein zentrales Treppenhaus, ein Technikraum und ein Eingangsbereich berücksichtigt. Die Gesamtgrundstücksfläche wird bei rund 800 bis 1000 m² liegen:

Tabelle 2 Parameterdefinition

Parameter	Definierte Vorgabe
Gebäudetyp	Kleiner Wohnblock - Mehrfamilienhaus
Etagenanzahl	Mindestens 4 Stockwerke
Wohneinheiten	Mindestens 4 separate Wohneinheiten
Wohnfläche pro Einheit	ca. 30–150 m ²
Raumprogramm je Einheit	1-3 Schlafzimmer, offene Wohnküche, Nassraum und Abstellraum
Zusätzliche Flächen	Allgemeinbereiche wie Treppenhaus, Technikraum, Eingangsbereich
Grundstücksgröße	ca. 800–1000 m ²
Planungsziel	Erstellung eines architektonischen Entwurfs zur Vergleichsanalyse in drei AI-CAD-Plattformen

5.2.2 Zugang zu den Tools

Im Anschluss werden zu den drei AI-CAD-Tools architectures.com, arkdesign.ai und swapp.ai ein Benutzerkonto eingerichtet, und es wird geprüft, welche Funktionen in der kostenfreien bzw. Demoversion zur Verfügung stehen. Ein neuer Projektarbeitsbereich wird jeweils angelegt, um die Eingabe der identischen Projektparameter in den verschiedenen Plattformen vorzubereiten.

5.2.3 Projektparameter

Die festgelegten Parameter des Referenzprojekts werden anschließend in jedem Tool manuell eingegeben. Dabei wird besonderes Augenmerk auf die Struktur und Benutzerführung der Eingabemaske gelegt. Es wird dokumentiert, inwieweit die Plattform eine klare Struktur bietet, wie intuitiv die Eingabe erfolgt, und ob die Tools auf Eingaben aktiv reagieren, z. B. durch automatische Layoutvorschläge oder Optimierungshinweise.

5.2.4 Generierung und Anpassung von Entwurfsvarianten

Nach der Dateneingabe wird in jedem Tool ein Entwurf erzeugt. Dabei wird analysiert, wie vollständig und praxisnah die vorgeschlagenen Lösungen sind. Es wird geprüft, ob Anpassungen (z. B. Raumgrößen, Erschließungselemente) vorgenommen werden können, wie viele Varianten angeboten werden und ob diese hinsichtlich Zonierung und

Flächeneffizienz sinnvoll sind. Je Plattform wird ein vollständiger architektonischer Entwurf entwickelt.

5.2.5 Export und Dokumentation

Im Anschluss daran wird untersucht, welche Exportfunktionen die jeweilige Plattform bereitstellt (z. B. PDF, IFC, DWG). Die Entwürfe werden exportiert oder als Screenshot dokumentiert. Auch die Benutzeroberfläche und einzelne Eingabeschritte werden zur Nachvollziehbarkeit des Vorgehens visuell festgehalten.

5.2.6 Bewertung entlang der Zielkriterien

Die Ergebnisse werden abschließend entlang der in Kapitel 5.1.2 definierten Zielkriterien bewertet. Dazu zählen Benutzerfreundlichkeit, Funktionsumfang, Integrationsfähigkeit, Support und Dokumentation sowie Datensicherheit und Urheberrecht. Die Bewertungen dienen als Grundlage für die Nutzwertanalyse im folgenden Kapitel 6.

Erstellung eines Entwurfsmodells mittels arkdesign.ai.

Zur praxisbezogenen Analyse des Tools arkdesign.ai wurde ein vollständiges Projekt für ein viergeschossiges Mehrfamilienhaus mit mindestens vier Wohneinheiten angelegt. Die Durchführung erfolgte webbasiert über die Lite-Version der Plattform. Der Planungsprozess wurde schrittweise dokumentiert. Die kostenfreie Lite-Version ist nicht zeitlich begrenzt, jedoch in ihrer Nutzung auf maximal drei parallel aktive Projekte beschränkt.

Im Hinblick auf die Benutzerfreundlichkeit zeigte sich **arkdesign.ai** insgesamt sehr zugänglich. Direkt nach dem erfolgreichen Login wurde ein kurzes, aber gut strukturiertes interaktives Tutorial angezeigt, das die wichtigsten Bedienelemente erklärt und den Einstieg in die Planungsumgebung erheblich erleichtert. Abbild 13 zeigt die Oberfläche wie die interaktive Oberfläche aufgebaut ist. Dieses geführte Onboarding reduziert die Notwendigkeit einer externen Einführung oder Schulung deutlich und hebt die durchdachte Nutzerführung hervor.

Ein Nachteil stellt jedoch die ausschließliche Verfügbarkeit der Benutzeroberfläche auf Englisch dar; eine deutschsprachige Variante wird bislang nicht angeboten (Stand: Mai 2025). Dies schränkt die barrierefreie Nutzung insbesondere für nicht englischsprachige Nutzer:innen ein.

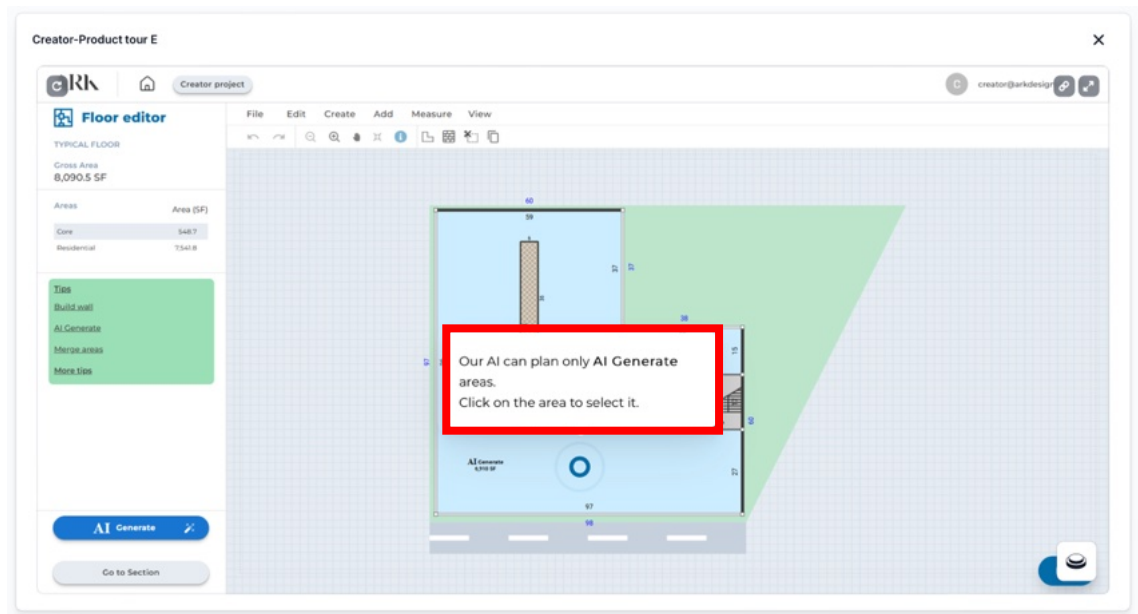


Abbildung 13 Tutorial – Ansicht in arkdesign.ai

Auch abseits des Tutorials ist die Oberfläche intuitiv bedienbar: Der Startbildschirm ermöglicht den unmittelbaren Einstieg in ein neues Projekt über ein klares, visuelles Interface. Abbildung 14 zeigt die Abfrage der Projekteigenschaften zu Beginn des Projekts. Die Navigation folgt einem logisch aufgebauten Workflow mit modularen Schritten („Lot Editor“, „Typical Floor“, „Plan Unit Mix“), welche eine schrittweise Abarbeitung der Planungsschritte ermöglichen.

Abbildung 14 Ansicht der Projekteigenschaften

Die Erstellung von Grundstück, Grundriss und Einheitenverteilung konnte vollständig ohne externe Hilfsmittel durchgeführt werden, da die Plattform sowohl vordefinierte Grundstücksvorlagen als auch typische Grundrisslayouts bereitstellt, die direkt in den Planungsprozess integriert werden können. Diese Vorlagen erleichtern den Einstieg insbesondere für konzeptionelle Entwurfsaufgaben und ermöglichen eine effiziente Kombination aus vordefinierten Typologien und individuellen Anpassungen. Die Benutzerführung wird dabei durch eine logisch strukturierte Menüführung unterstützt, bei der alle relevanten Eingabeschritte; von der Parzellierung über die Auswahl der Gebäudetypologie bis zur Verteilung der Wohneinheiten, klar gegliedert sind. Abbildung 15 fasst diese zentralen Menüpunkte exemplarisch in einer Übersicht zusammen und zeigt, wie die Benutzeroberfläche die einzelnen Schritte visuell und funktional miteinander verbindet.

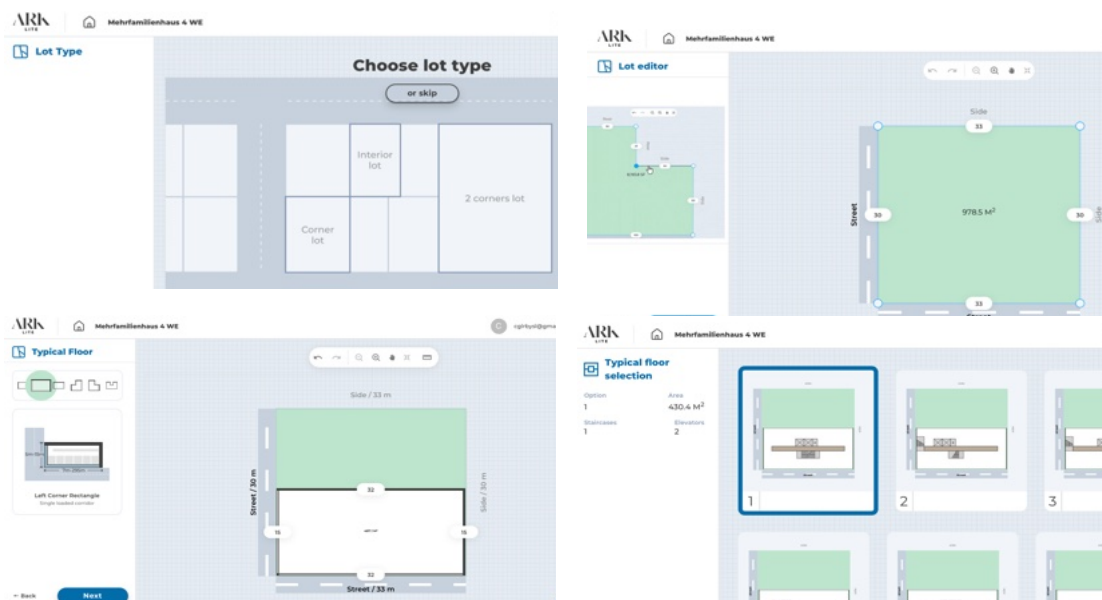


Abbildung 15 Übersicht der Menüpunkte im Arkdesign.ai

Nach der Auswahl der grundlegenden Projektparameter wie: Geschossanzahl, Maße des Grundstücks und Gebäudetypologie wird in arkdesign.ai zunächst ein fiktiver Grundriss auf Basis der eingegebenen Daten automatisch erstellt. In diesem Stadium dient der Entwurf als visuelle Orientierung zur weiteren Planung siehe Abbild 16.

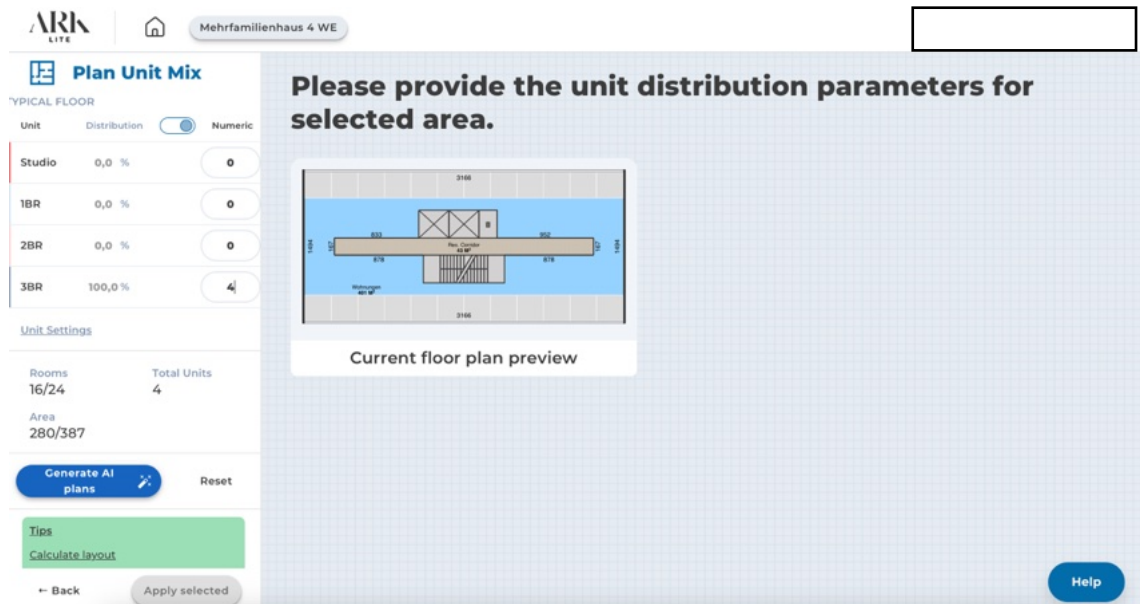


Abbildung 16 Darstellung eines fiktiven Grundrisses nach Parametereingabe.

Im nächsten Schritt können unterschiedliche Wohnungstypen z. B. Studio, 1BR, 2BR, 3BR über das Modul „Plan Unit Mix“ ausgewählt und pro Etage konfiguriert werden. Die Auswahl erfolgt entweder prozentual oder über numerische Eingaben. Sobald die gewünschte Verteilung festgelegt ist, kann durch Betätigung der Schaltfläche „Generate AI Plans“ ein automatisch generierter, optimierter Grundrissvorschlag erzeugt werden, der die räumliche Verteilung entsprechend anpasst siehe Abbild 17.

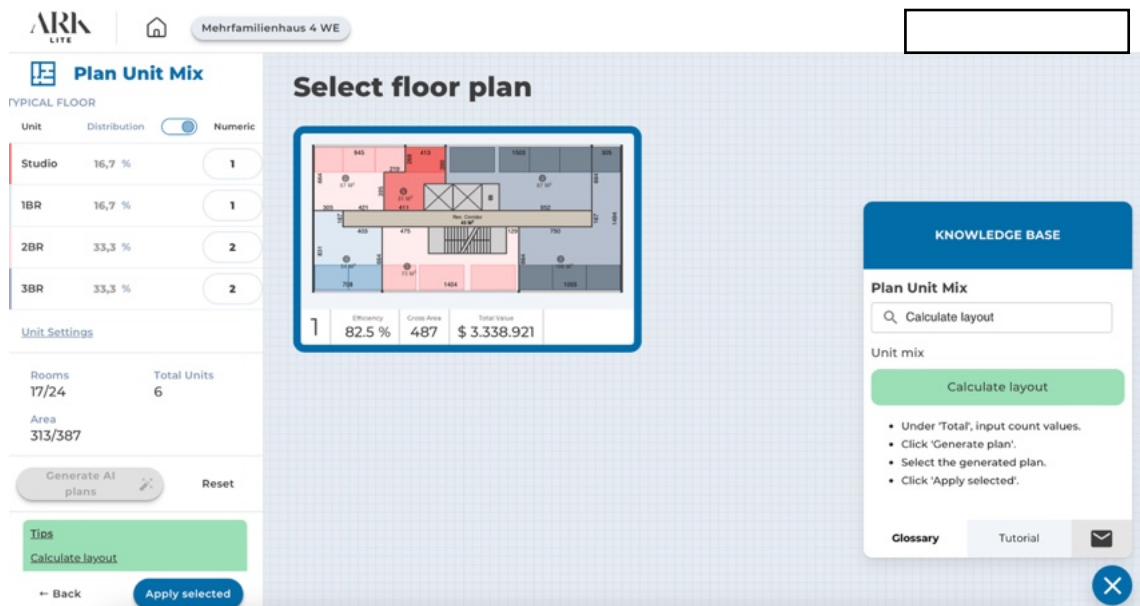


Abbildung 17 AI - generierter Grundriss

Zusätzlich unterstützt die Plattform durch ein kontextabhängiges Hilfemenü, das über den permanent sichtbaren „Help“-Button aufrufbar ist. Je nach dem Menü, in dem sich die Benutzer:innen befinden, liefert das System spezifische Hinweise, Glossarbegriffe und Tutorial-Anleitungen, die unmittelbar auf die jeweilige Planungsphase abgestimmt sind. Diese dynamisch angepasste Hilfestellung erhöht die Nutzerfreundlichkeit deutlich und minimiert den Einarbeitungsaufwand siehe Abbild 17.

Bezüglich des Funktionsumfangs bietet die Plattform zahlreiche nützliche Werkzeuge für die architektonische Entwurfsarbeit. Neben klassischen 2D-Ansichten ermöglicht Arkdesign.ai auch eine einfache 3D-Visualisierung des geplanten Volumens, die direkt aus dem generierten Layout abgeleitet wird siehe Abbild 18.

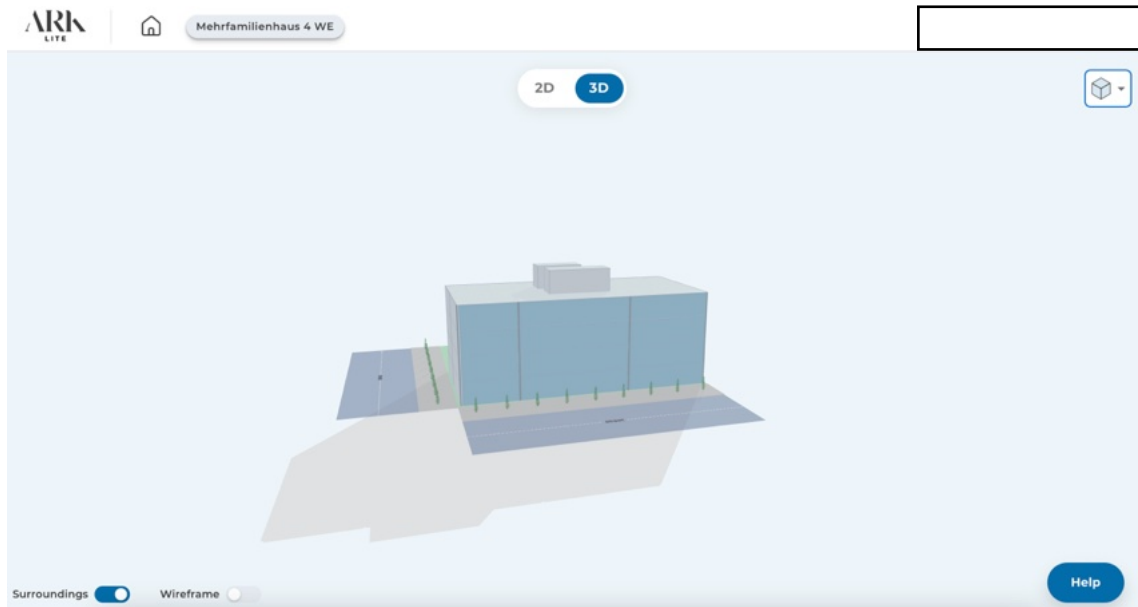


Abbildung 18 3D Darstellung des Mehrfamilienhauses

Das Tool berechnet in Echtzeit die Flächeneffizienz auf Grundlage der automatisch generierten Grundrisslayouts, wobei im Test eine konstante Effizienz von 82,4 % erreicht wurde. Dieser Wert ergibt sich aus dem Verhältnis der nutzbaren Wohnfläche zur gesamten Bruttogeschossfläche und wird nach Abschluss der Layoutgenerierung unmittelbar in der Benutzeroberfläche angezeigt. Um zur detaillierten Flächenanalyse zu gelangen, wird nach dem Schritt „Plan Unit Mix“ der Reiter „Units Summary“ geöffnet, über den sich weitere Planungskennzahlen einsehen lassen.

Dort stellt das Tool eine tabellarische Übersicht zur Verfügung, die unter anderem die Bruttogeschossfläche „Gross Area“, die Nettofläche der Einheiten, die Erschließungsflächen „Kern und Korridore“ sowie die Flächeneffizienz pro Geschoss aufführt. Zusätzlich werden die Anteile der unterschiedlichen Wohnungstypen und deren durchschnittliche Flächengröße dargestellt. Diese Informationen sind besonders nützlich für eine erste wirtschaftliche oder funktionale Bewertung des Entwurfs siehe Abbild 19.

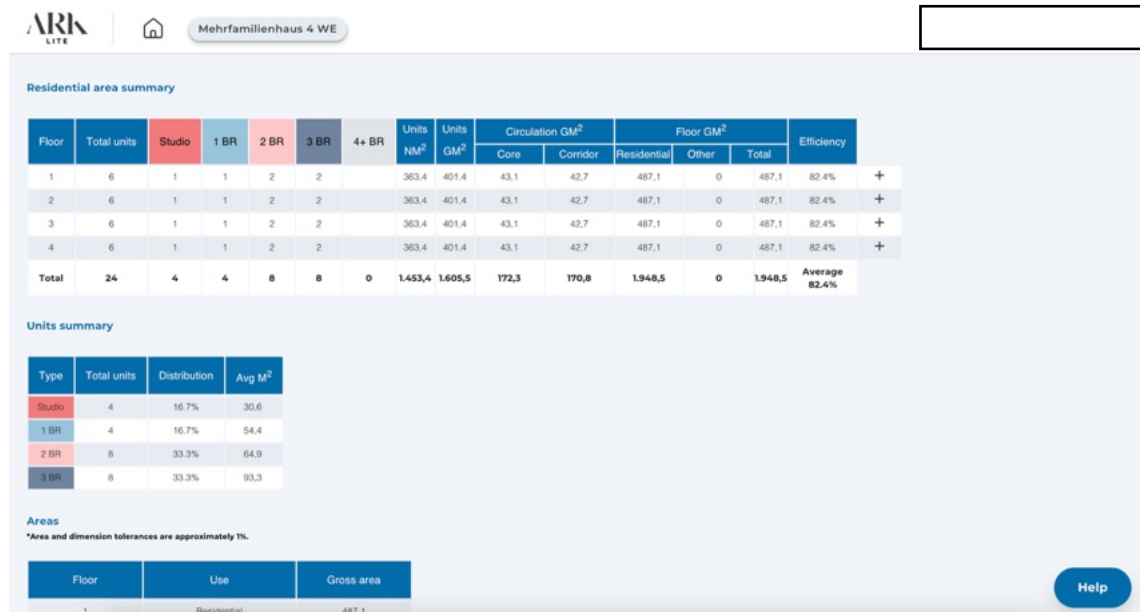


Abbildung 19 Tabellarische Flächenanalyse in arkdesign.ai

In der Lite-Version sind jedoch die Möglichkeiten zur Nachbearbeitung der automatisch generierten Wohneinheiten eingeschränkt. Anpassungen wie das Verschieben von Wänden oder das individuelle Justieren von Raumgrößen sind nur begrenzt möglich. In der Pro-Version hingegen stehen erweiterte Bearbeitungsfunktionen zur Verfügung, die eine detaillierte Anpassung der Einheitenlayouts ermöglichen. (ARKDESIGN.AI 2025)

In Bezug auf die Integrationsfähigkeit zeigt die Plattform in der kostenfreien Version klare Grenzen. Schnittstellen zu BIM- oder PDM-Systemen sowie Exporte im DWG- oder IFC-Format sind nur in der Pro-Version vorgesehen. Auch Cloud-Integrationen oder APIs für externe Anwendungen sind derzeit in der Lite Version nicht zur Verfügung gestellt. Damit eignet sich *arkdesign.ai* in der getesteten Version primär für frühe konzeptionelle Entwurfsphasen, weniger jedoch für einen durchgängig digitalen Planungsprozess. (futurepedia 2025a)

Hinsichtlich des Kriteriums Support und Wartung bietet das Tool eine eingebettete Hilfe-Sektion mit einer „Knowledge Base“ sowie ein kontaktierbares Supportformular. Erste Fragen werden bereits während der Planung durch eingeblendete Tooltips beantwortet. Angaben zur Reaktionsgeschwindigkeit oder regelmäßigen Updates konnten im Test nicht ermittelt werden. Auch eine öffentliche Roadmap fehlt bislang. Der Support ist funktional vorhanden, agiert jedoch eher reaktiv als proaktiv. (Support ARKDESIGN.AI 2025)

Die Bewertung der Kriterien Datensicherheit und Urheberrecht erfolgte auf Basis der öffentlich zugänglichen Datenschutzrichtlinie von *arkdesign.ai* Privacy Policy, Stand: 15. Januar 2023. Die Plattform verweist explizit auf die Einhaltung der Datenschutz-Grundverordnung DSGVO, was insbesondere im europäischen Raum von zentraler Bedeutung ist. Zudem wird bestätigt, dass sämtliche Datenübertragungen mittels einer SSL-verschlüsselten Verbindung HTTPS erfolgen, wodurch personenbezogene und

projektbezogene Informationen während der Nutzung vor unbefugtem Zugriff geschützt sind.(Privacy Policy ARKDESING.AI 2024)

Hinsichtlich der Infrastruktur bleibt jedoch unklar, wo sich die Serverstandorte befinden. In der Datenschutzrichtlinie finden sich keine Angaben darüber, in welchem Land die Daten gehostet werden oder ob die Speicherung innerhalb des europäischen Wirtschaftsraums erfolgt. Diese fehlende Transparenz stellt insbesondere für datensensible Projekte im Architekturkontext ein mögliches Restrisiko dar.

Aus urheberrechtlicher Sicht ist positiv hervorzuheben, dass die Eigentumsrechte an den vom Nutzer:Innen entworfenen Inhalten vollständig beim Nutzer:Innen verbleiben. Die Plattform macht keinen Anspruch auf geistige Eigentumsrechte an den erstellten Layouts oder Projekten geltend. Gleichzeitig weist arkdesign.ai jedoch darauf hin, dass ein vollständiger Export der Projektdaten sowie eine dauerhafte Löschung dieser Inhalte nur in der kostenpflichtigen Version möglich sind. In der kostenfreien Lite-Version bestehen in dieser Hinsicht funktionale Einschränkungen.(Privacy Policy ARKDESING.AI 2024)

Entwurfs Auswertung in swapp.ai anhand externer Videodokumentation

Für die Analyse des Tools swapp.ai konnte im Rahmen dieser Fallstudie kein direkter Zugang zur Plattform erlangt werden. Auf Anfrage teilte das Unternehmen mit, dass derzeit keine öffentliche Testversion zur Verfügung steht und Demo-Zugänge nur nach individueller Kontaktaufnahme mit Firmenkunden vergeben werden. Aus diesem Grund wurde die Bewertung anhand eines öffentlich zugänglichen, detailliert kommentierten Video-Tutorials durchgeführt, das von Filipe Boni auf YouTube veröffentlicht wurde (Filipe Boni 2023)

Das Video trägt den Titel „HOW TO CREATE A BUILDING DOCUMENTATION WITH AI USING SWAPP“. Darin analysiert Boni ein mittlerweile nicht mehr offiziell zugängliches Präsentationsvideo von swapp.ai mit dem Titel „Swapp – One Click Building“. In der Demonstration wird gezeigt, wie bereits durch die Eingabe einer Adresse ein Baugrundstück automatisch identifiziert wird die im Abbild 20 dargestellt wird.

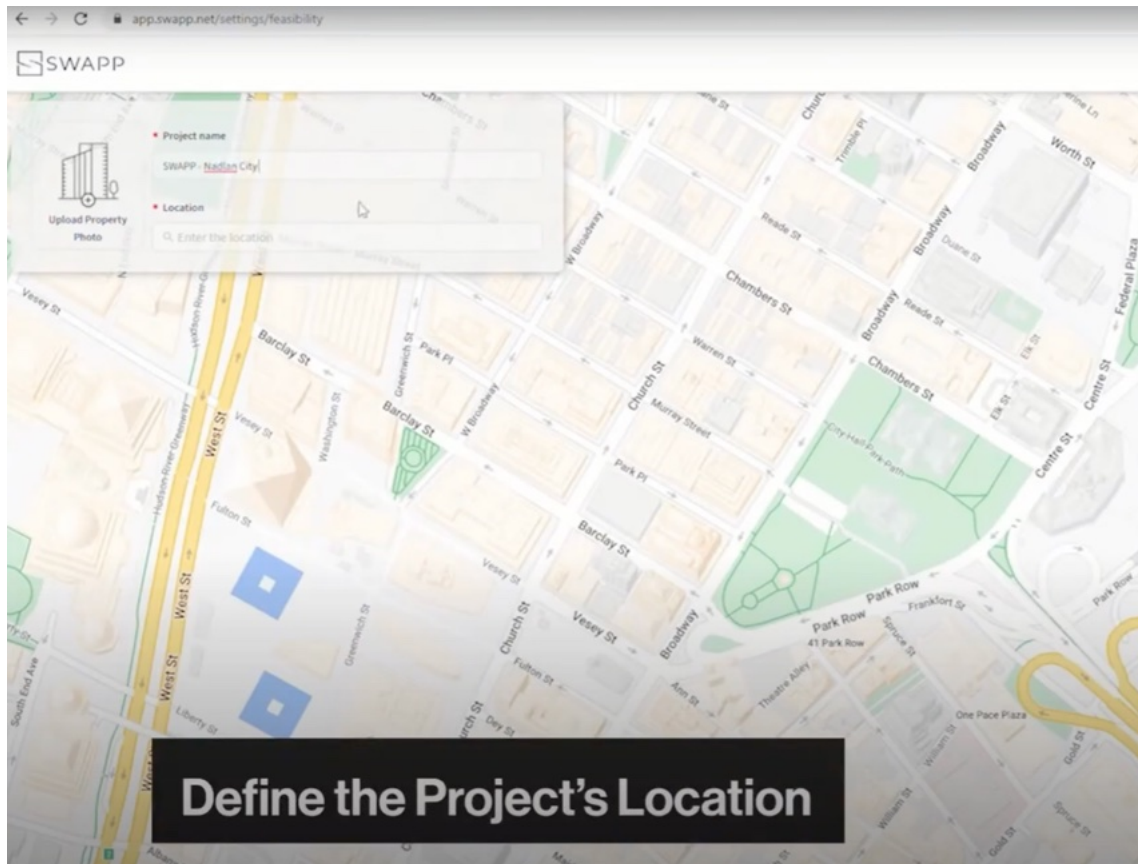


Abbildung 20 Eingabe Projektadresse - adaptiert aus der Videoanalyse von Filipe Boni

Basierend auf der Geolokalisierung erkennt das System die Umgebungsstruktur, zeigt die Topografie und städtebauliche Kontextdaten an und berechnet sogar den Sonnenverlauf auf Grundlage der integrierten Kartendaten. Diese Visualisierung wird direkt in der Benutzeroberfläche eingeblendet und beeinflusst automatisch die Positionierung und Ausrichtung des Gebäudes. Abbild 21 zeugt das Nutzer:Innen können zusätzlich auf vordefinierte Layout-Templates zurückgreifen und aus verschiedenen Typologien auswählen. Auch Gemeinschaftsbereiche wie Fitnessraum, Sauna oder Aufenthaltszonen lassen sich per Klick aktivieren und in die Planung integrieren. (Filipe Boni 2023)

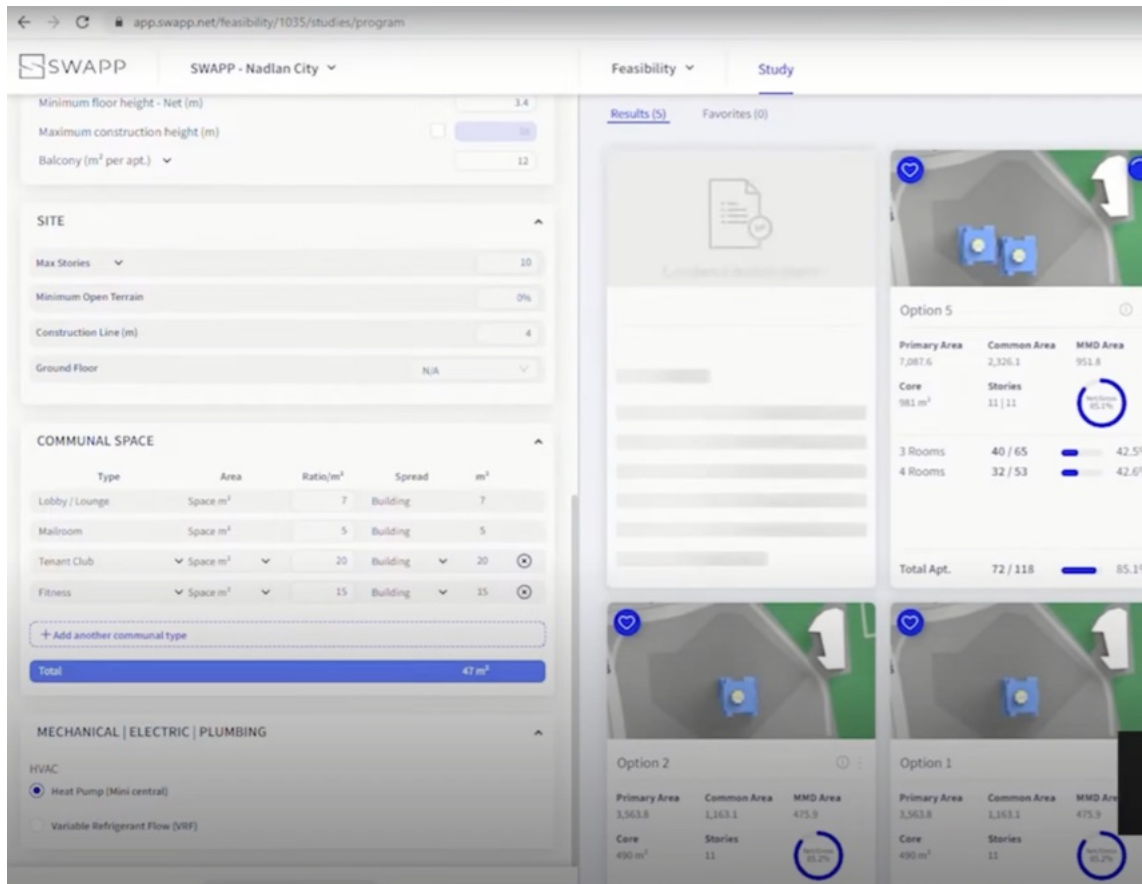


Abbildung 21 Auswahl der Vorlage adaptiert aus der Videoanalyse von Filipe Boni

Swapp.ai versteht sich als AI-gestützte Planungsplattform, die darauf ausgelegt ist, automatisiert vollständige Bauplanungen auf Grundlage einfacher Eingaben zu erstellen. Im Vergleich zu herkömmlichen CAD- oder BIM-Systemen übernimmt Swapp.ai große Teile der Entwurfs- und Dokumentationsarbeit und liefert ausgearbeitete Revit-Modelle sowie vollständige Zeichnungssätze. (Day 2022)

Im Hinblick auf die Benutzerfreundlichkeit zeigte die Videoanalyse, dass Swapp.ai stark auf Integration in bestehende BIM-Software wie Autodesk Revit setzt. Swapp.ai ist wie bei arkdesign.ai ausschließlich in englischer Sprache verfügbar, was für nicht-englischsprachige Nutzer:innen eine sprachliche Barriere darstellen kann. Die AI wird aus einem einfachen Flächenlayout angestoßen und erzeugt automatisch Raumstrukturen, Wände, Türen sowie vollständige Zeichnungen welches im Abbild 22 als 3D Schnittmodell gezeigt wird.

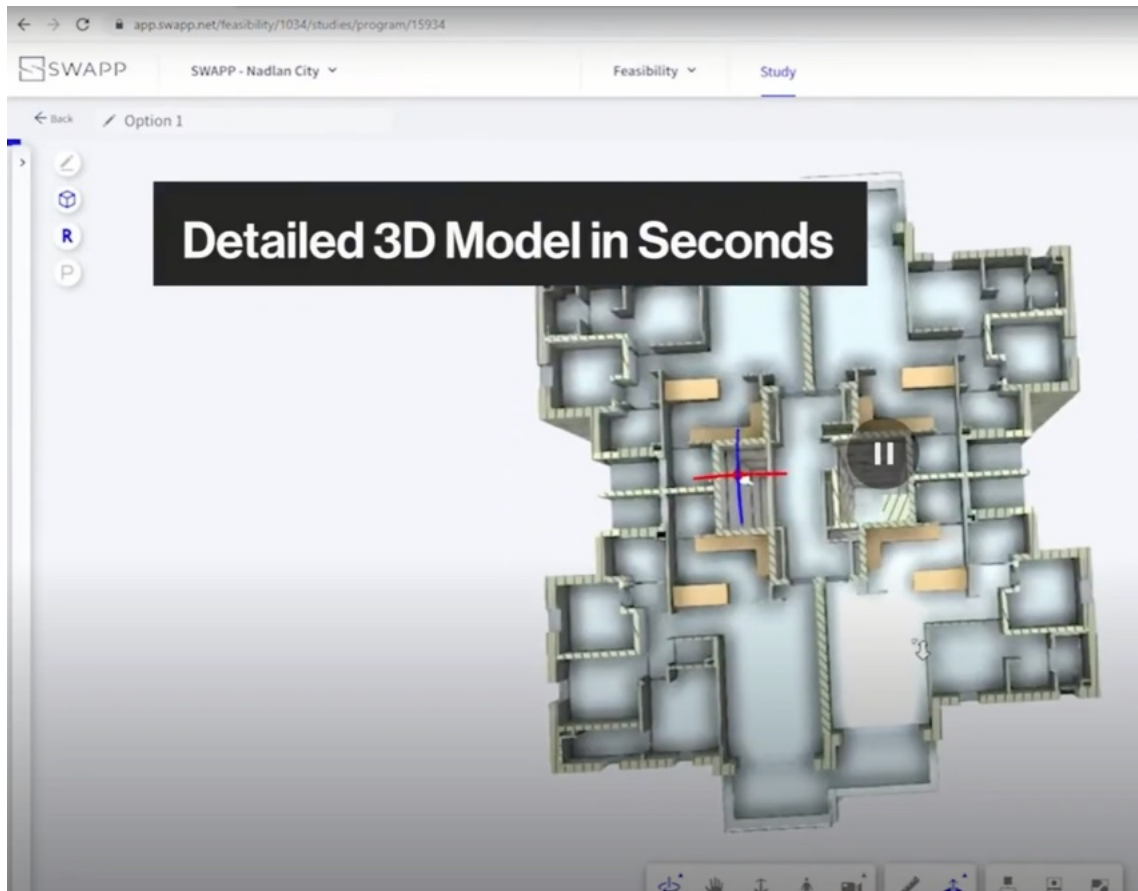


Abbildung 22 3D Schnittmodell - adaptiert aus der Videoanalyse von Filipe Boni

Die Benutzeroberfläche wirkt schlank und fokussiert sich auf wenige, zentrale Interaktionen, während die Modellierungsprozesse serverseitig ablaufen. Nutzer:innen müssen sich nicht mit komplexer Software auseinandersetzen, sondern können gewohnte Tools weiterverwenden. Das automatisch generierte Modell wird vollständig bearbeitbar zurückgegeben, sodass Änderungen jederzeit möglich sind. Die Plattform fungiert damit eher als unterstützendes Werkzeug im Hintergrund als ein unterstützendes Hintergrundsystem, das repetitive Planungsaufgaben automatisiert, während die gestalterische Kontrolle weiterhin bei den Nutzer:innen verbleibt. (Filipe Boni 2023)(Swapp.ai 2025a)(futurepedia 2025b)

Im Bereich Funktionsumfang bietet Swapp.ai ein bemerkenswert breites Spektrum: Die AI erstellt aus wenigen Rauminformationen ein vollständiges BIM-Modell inklusive 3D-Geometrie, Konstruktionslogik Zeichnungsunterlagen und Sonnenanalyse wie im Abbild 23 dargestellt wird.

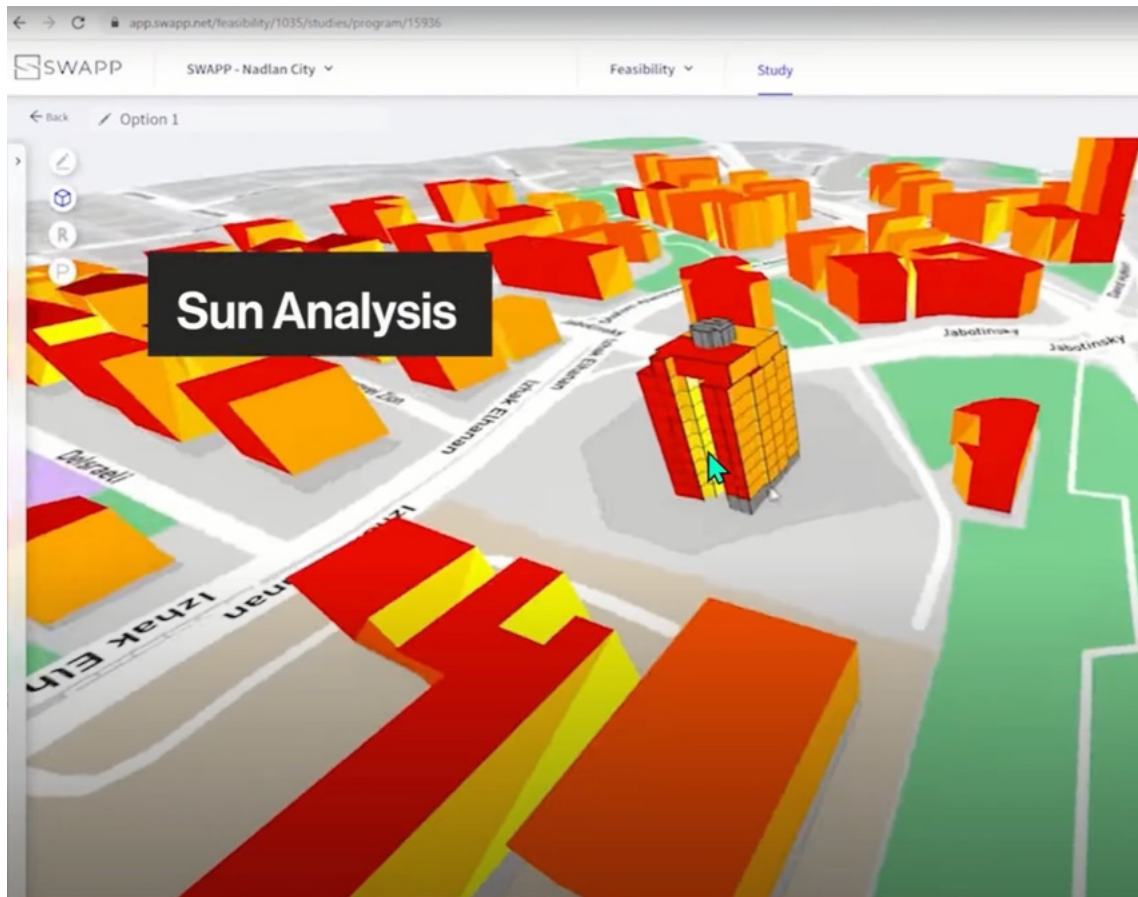


Abbildung 23 Sonnenanalyse - adaptiert aus der Videoanalyse von Filipe Boni

Das System berücksichtigt dabei geltende Planungsnormen und Vorgaben und verwendet eine firmeneigene Logik namens "Design Decision Language", um regelbasierte Entwürfe automatisch umzusetzen. Neben Grundrissen werden auch Schnitte, Ansichten, Bemaßungen und Materialzuordnungen erzeugt. Das Resultat entspricht einem professionellen Revit-Modell, das direkt weiterbearbeitet werden kann. Besonders hervorzuheben ist auch, dass Swapp.ai aus den vorherigen Projekten eines Büros lernt: Im Onboarding-Prozess werden bestehende Planungsdaten analysiert und stilistische oder technische Standards übernommen, sodass das AI-Modell individuell auf das Büro angepasst wird. Darüber hinaus erkennt das System Änderungen im Projektverlauf und aktualisiert die Zeichnungen automatisch eine Funktion, die bei Planungsrevisionen erheblichen Aufwand spart. Zusätzlich stellt Swapp.ai auch Kostenanalysen bereit, die automatisch auf Grundlage der Projektkonfiguration generiert werden. Diese beinhalten erste Einschätzungen zu Baukosten, Nutzflächen und wirtschaftlichen Kennzahlen. (Day 2022)

Bezüglich der Integrationsfähigkeit positioniert sich Swapp.ai als Ergänzung zu bestehenden Softwarelösungen. Die Plattform arbeitet cloudbasiert, verwendet „Revit“ als primäre Eingabe- und Ausgabeplattform und unterstützt auch das IFC-Format für den offenen Datenaustausch. Zudem ist eine Anbindung an Projektplattformen wie „Procore“ möglich. Die Interaktion mit Swapp.ai erfolgt primär über ein Plugin in Revit, wodurch

bestehende Workflows kaum verändert werden müssen. Die hohe Kompatibilität mit etablierten Formaten und Cloud-Diensten ermöglicht eine unkomplizierte Einbindung in verschiedene digitale Planungsumgebungen.

Hinsichtlich Support und Wartung gibt Swapp.ai an, dass jedes Unternehmen im Rahmen der Implementierung von einem dedizierten Team begleitet wird. Dieses hilft bei der Systemeinführung, dem Training der AI auf projektspezifische Standards sowie bei technischen Rückfragen. Updates erfolgen zentral über die Cloud. (Swapp.ai 2025a)

Zur Datensicherheit und zum Urheberrecht wurden öffentlich zugängliche Informationen herangezogen. Swapp.ai ist nach ISO/IEC 27001 zertifiziert und betont die Trennung der Dateninstanzen pro Kunde. Das heißt, alle Daten werden ausschließlich projektspezifisch verwendet und nicht zwischen Kunden vermischt. Die Urheberrechte an den entworfenen Inhalten verbleiben laut Anbieter vollständig beim Nutzer:Innen, und sämtliche Modelle und Zeichnungen können vollständig exportiert werden. (Swapp.ai 2025b)

Die inhaltliche Bewertung dieses Workflows wird durch den Fachartikel von Martyn Day im AEC Magazine ergänzt. In seinem Bericht „Swapp – The Algorithmic Assistant“ wird die Funktionsweise von Swapp.ai detailliert beschrieben. Day erläutert, wie das System den architektonischen Entwurfsprozess in regelbasierte, algorithmische Module untergliedert und in einem cloudbasierten Automatisierungsframework umsetzt. Swapp arbeite laut seiner Analyse sehr eng mit „Autodesk Revit“ zusammen und liefere alle Ergebnisse im vollständig editierbaren Revit-Format, was die Integration in etablierte BIM-Workflows erheblich erleichtert. (Day 2022)

Erstellung eines Entwurfsmodells mittels architectures.com

Das Tool architectures.com war im Rahmen dieser Arbeit durch eine Testversion zugänglich und konnte vollständig über die Web-Oberfläche getestet werden. Die Plattform stellt einen browserbasierten AI gestützten Planungsansatz bereit, bei dem ein Entwurf auf Basis von Projektparametern automatisch generiert und angepasst werden kann. Über das Menüpunkt "MyDesigns" erhält man Zugriff auf eine Übersicht der bisher erstellten Entwürfe. Eine Miniaturvorschau der Gebäude ist dabei jedoch nicht verfügbar. Stattdessen werden statistische Informationen wie die prozentuale Aufteilung der Wohneinheiten angezeigt. In der von Architectures zur Verfügung gestellten Demo Design werden zusätzlich einige Funktionen der kostenpflichtigen Proversion demonstriert, darunter eine beispielhafte Kostenaufstellung. Die Bewertung des Tools erfolgte auf Grundlage eines realitätsnahen Szenarios: der Entwurf eines viergeschossigen Mehrfamilienhauses mit mindestens vier Wohneinheiten. Dabei wurde die Anwendung systematisch entlang der in Kapitel 4 definierten Bewertungskriterien ausgewertet. Die Testversion war dabei zeitlich begrenzt verfügbar. Das Tool erlaubt die Nutzung ohne vorherige Installation, jedoch muss hier auch angemerkt werden, dass die Benutzeroberfläche, wie bei den anderen Tools, ausschließlich in englischer Sprache verfügbar ist, was eine potenzielle Barriere für nicht-englischsprachige Nutzer:Innen darstellen kann.

Im Hinblick auf die Benutzerfreundlichkeit bietet architectures.com eine intuitive, grafisch ansprechend gestaltete Oberfläche. Nach Auswahl des Buttons „Create New Design“ auf der Startseite wird ein neues Projekt angelegt, wie in Abbildung 23 ersichtlich ist.

ARCHITECTURES[®]

Product

Pricing

Resources

Contact

English

Contact Sales

My Designs

My Designs

Create New Design

Contact Support

Project Description

Housing Mix

Estimate

Available Actions

Author	Date	Id	Name	Location	Studios	1B	2B	3B	4B	Total	SNCC	Dup.	Del.	Dow.	Send	Edit	
+		06/16/2023	DEMO	DEMO PROJECT (1)	Málaga - Spain	0(0)	21(10%)	143(67%)	34(16%)	15(7%)	213	€33,927,842 EUR					

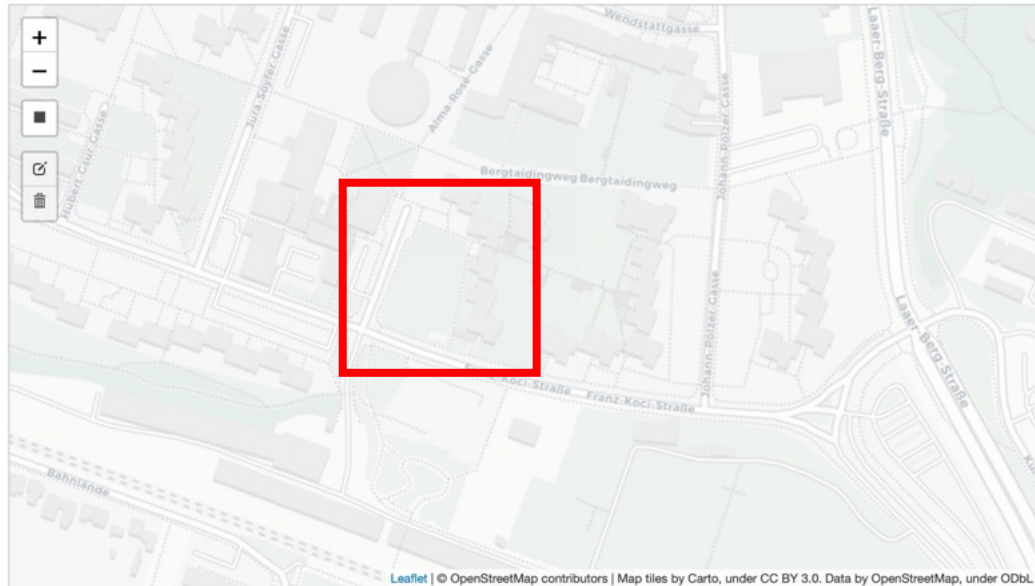
Abbildung 24 Übersicht My Designs – architectures.com

Über ein strukturiertes Menü werden nacheinander grundlegende Projektparameter wie Grundstücksgröße, Baugrenzen, Geschoßanzahl, Wohnflächentypen und gewünschte Erschließungstypologien festgelegt. Bereits zu Beginn kann, sofern verfügbar, durch Eingabe der Projektadresse die Umgebung mithilfe der integrierten Weltkarte automatisch erfasst und dem Projekt zugewiesen werden. Für das vorliegende Demoprojekt wurde dabei eine zufällige Adresse im Bereich Oberlaa im 10. Wiener Gemeindebezirk ausgewählt, um ein realistisches Beispiel zu simulieren. Alternativ besteht die Möglichkeit, eigene Umgebungsdaten durch den Upload entsprechender Plot Informationen zu integrieren, wie Abbildung 24 und 25 exemplarisch zeigen. Die rot markierte Fläche stellt den ausgewählten Bereich dar, welcher nach erfolgreichem Upload systemseitig in das Projekt übernommen wurde. Nach der Eingabe werden erste Visualisierungen wie der Umgebung bereitgestellt, die durch einen automatisierten Entwurfsalgorithmus generiert werden.

Load Location

Address:

vienna



CANCEL

IMPORT

Abbildung 25 Standortauswahl über die OpenStreetmap - architectures.com

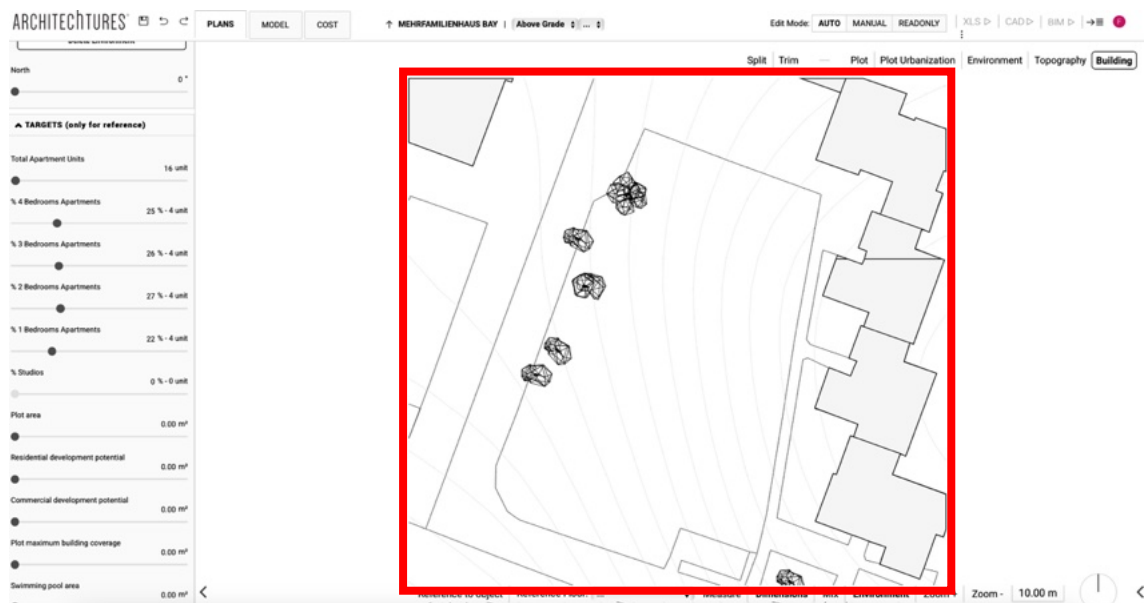


Abbildung 26 Upload der Umgebungstypologie in das projekt - architectures.com

Nach der Eingabe der ersten Parameter durch den Regler auf der linken Seite werden kann die mögliche Gebäude, die durch einen automatisierten Entwurfsalgorithmus generiert werden. Dies wird in Abbildung 25 deutlich auf der Linken Spalte angezeigt. Nach Abschluss der Entwurfsberechnung werden die durch die AI generierten Wohneinheiten visuell und tabellarisch dargestellt. Besonders hervorzuheben ist, dass Änderungen in Echtzeit in das Layout eingepflegt werden, ohne dass eine manuelle Neuberechnung angestoßen werden muss. Die Bedienung erfolgt größtenteils per Mausklick und Dropdown-Auswahl, wodurch das Tool insbesondere für die frühe Entwurfsphase auch von technisch weniger versierten Nutzer:innen leicht nutzbar ist. Durch die Auswahl eines Apartments können Grundrissparameter mit Reglern auf der linken Seite ebenfalls angepasst werden. Die Plattform ermöglicht auch die Anpassung von Zielflächen einzelner Räume (z. B. Küche, Wohnzimmer, Schlafzimmer) und zeigt diese in Echtzeit im Grundriss an, wie in Abbildung 26 veranschaulicht.



Abbildung 27 Anpassung der Apartmentparameter - architectures.com

Zusätzlich kann über das Menü "Location" der Sonnenverlauf je nach Monat, Tag und Uhrzeit simuliert werden, wobei die Berechnung auf Geodaten und Sonnenstandssimulation basiert. In der 3D-Ansicht lässt sich zudem der vollständige Tagesverlauf der Sonne visualisieren, wie Abbildung 27 veranschaulicht.

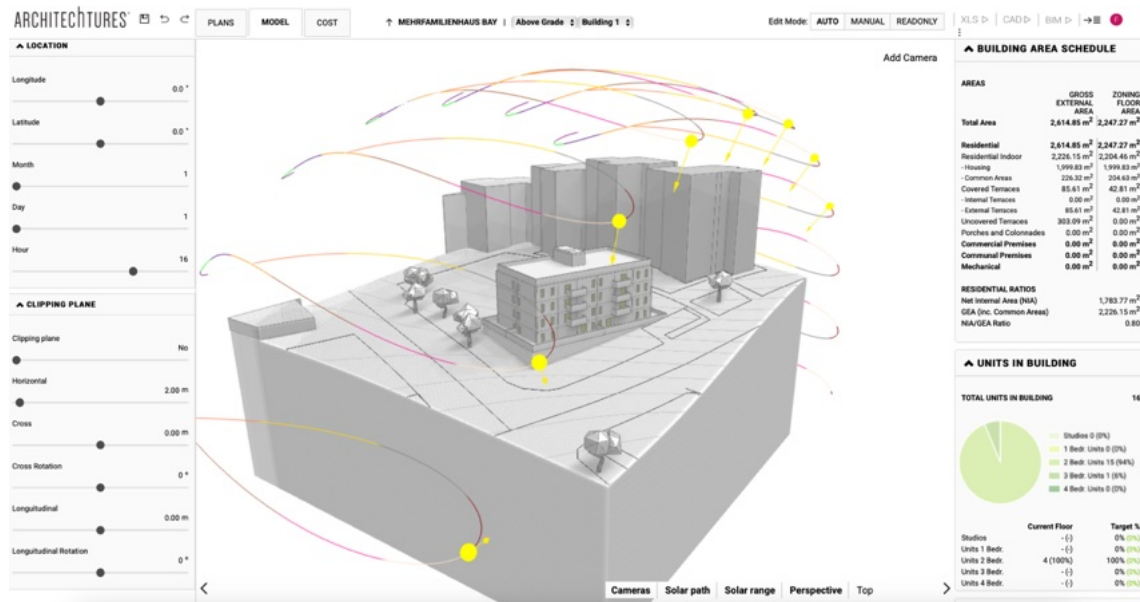


Abbildung 28 3D-Visualisierung mit Solar Path - architectures.com

Bezüglich des Funktionsumfangs erlaubt architectures.com die Planung ganzer Wohngebäude auf Basis vordefinierter Standards. Die AI verarbeitet Parameter wie gewünschte Wohnungsgrößenverteilung, Erschließungstypen, bauliche Höhe, Flächeneffizienz oder Erschließungsarten. Das System erstellt automatisch tragfähige Raumlayouts, Treppenhäuser und Flurkonfigurationen und weist auf Überschreitungen städtebaulicher oder flächenbezogener Zielwerte hin.

Einschränkungen bestehen jedoch bei weiterführenden Bearbeitungsfunktionen: Detaillierte Konstruktionsangaben, Materialzuweisungen oder BIM-kompatible Datenformate (wie IFC) sind in der kostenlosen Version nicht integriert. Auch eine funktionale Kostenanalyse, wie sie z. B. Swapp.ai bietet, ist nicht verfügbar. Funktionen wie Budgetplanung, Parkierungsdesign oder CAD-Export sind ausschließlich in der kostenpflichtigen Pro-Version enthalten.

In Bezug auf die Integrationsfähigkeit zeigt sich, dass architectures.com als eigenständiges Webtool agiert und keine direkte Verknüpfung zu anderen CAD-Systemen wie AutoCAD, Revit oder ArchiCAD notwendig ist. Das Tool arbeitet autark und erfordert keine vorherige Anbindung oder Datenübertragung aus anderen Anwendungen. Exportmöglichkeiten bestehen primär in Form von Bildern oder PDF-Zeichnungen, wobei für weiterführende Datennutzung (z. B. CAD- oder BIM-Import) die kostenpflichtige Version benötigt wird. Sofern die Auswahl nicht über die Map erfolgen soll, kann alternativ auch die Umgebung durch Upload des Grundstücks über Plotdaten in Form von CAD-, DWG- oder DXF-Dateien erfolgen. Der vollständige Export des Projekts, einschließlich Formaten wie DWG, DXF oder IFC, ist ausschließlich in der Pro-

Version verfügbar. Damit eignet sich das Tool besonders für den konzeptionellen Vorentwurf und als Entscheidungshilfe, weniger jedoch für den durchgängig digitalen Planungsprozess in der Ausführungs- oder Werkplanung.

Zum Thema Support und Wartung konnten über die Website ein Hilfe-Bereich sowie ein Kontaktformular identifiziert werden. Direkt nach dem Login besteht zudem die Möglichkeit, ein Benutzerhandbuch herunterzuladen. Zusätzlich stehen zahlreiche Tutorial-Videos zur Verfügung, die über die Website und das Benutzer-Dashboard abrufbar sind. Diese decken typische Anwendungsfälle wie Projektanlage, Parametereingabe, Variantenvergleich und Exportfunktionen ab. Weiterführende Dokumentation ist aktuell nur eingeschränkt verfügbar. Angaben zu regelmäßigen Updates oder einer Community-Unterstützung waren zum Zeitpunkt der Analyse nicht einsehbar. (Tutorials - Architectures 2025)

Zur Datensicherheit und zum Urheberrecht führt die Plattform in ihrer Datenschutzerklärung aus, dass personenbezogene Daten nach geltendem Recht, insbesondere nach der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO), verarbeitet werden. Es werden verschiedene technische Maßnahmen zur Datensicherheit genannt, wie der Einsatz von SSL-Verschlüsselung und Zugriffsprotokollen. Zudem werden Benutzer:Innen darüber informiert, dass sie das Recht auf Zugang, Berichtigung und Löschung ihrer personenbezogenen Daten haben. Konkrete Angaben zum Serverstandort oder zur Datenaufbewahrungsdauer sind nicht enthalten (Privacy Policy - Architectures 2025)

Urheberrechtlich verbleiben laut den Allgemeinen Geschäftsbedingungen alle Rechte an den vom Benutzer:Innen erstellten Designs beim Benutzer:Innen selbst, es sei denn, es liegt eine anderslautende vertragliche Vereinbarung vor. Auch wird darauf hingewiesen, dass Nutzer:Innen ihre Inhalte eigenständig sichern und löschen können.

6. Nutzwertanalyse

Die Nutzwertanalyse (NWA) dient als systematisches Instrument zur Entscheidungsunterstützung bei der Bewertung qualitativer und quantitativer Merkmale, die nicht ausschließlich monetär messbar sind. In dieser Arbeit wird sie angewendet, um den objektiven Mehrwert dreier aktueller AI-CAD-Plattformen für den professionellen Einsatz in der Architektur zu ermitteln. Ziel ist es, eine fundierte und nachvollziehbare Grundlage zur Beurteilung der Alternativen zu schaffen und dabei sowohl funktionale Unterschiede als auch die spezifischen Anforderungen an moderne Planungssoftware zu berücksichtigen. Im Mittelpunkt steht die Frage, welche der analysierten Alternative den höchsten Nutzen entlang des gesamten architektonischen Planungsprozesses bietet.

6.1 Konzeptionierung des Bewertungsmodells

Die Konzeption des Bewertungsmodells basiert auf den in Kapitel 5.1.2 definierten Zielkriterien, welche aus Literatur, Praxisanforderungen und aktuellen technologischen Entwicklungen abgeleitet wurden. Um eine differenzierte und zugleich praxisnahe Bewertung zu ermöglichen, wurden sechs Hauptkriterien ausgewählt, die für die digitale Architekturplanung von zentraler Bedeutung sind:

- Benutzerfreundlichkeit: intuitive Bedienung, klare Menüstruktur, geringe Einarbeitungszeit
- Funktionsumfang: Leistungsfähigkeit der Planungs-, Modellierungs- und Exportfunktionen
- Integrationsfähigkeit: Schnittstellen zu BIM-Systemen, gängige Exportformate, Cloud-Konnektivität
- Support und Dokumentation: Zugänglichkeit von Hilfsmaterial, technischer Support, Community
- Datensicherheit und Urheberrecht: Schutz sensibler Projektdaten, Datenhoheit, rechtliche Transparenz

Die Kriterien wurden auf Basis ihrer Bedeutung für den architektonischen Planungsprozess unterschiedlich gewichtet. Die Gewichtungen können projektabhängig angepasst werden, orientieren sich hier jedoch an einem realistischen Mittelwert aus Nutzerbedürfnissen und funktionalen Erfordernissen.

6.2 Nutzenermittlung

Zur Nutzenermittlung wurden die drei Tools entlang der fünf Kriterien durch qualitative Bewertung beurteilt. Die Bewertungen basieren auf den praktischen Testläufen während der Erstellung der Entwürfe, die in Kapitel 5.2 dargestellt wird, sowie auf der Analyse von technischen Dokumentationen, Nutzererfahrungen, öffentlich zugänglichen Quellen und verfügbaren Systembeschreibungen.

6.2.1 Gewichtung der Bewertungskriterien in der Nutzwertanalyse

Die Gewichtung der Bewertungskriterien stellt einen zentralen Schritt innerhalb der Nutzwertanalyse dar, da sie die relative Bedeutung der einzelnen Kriterien im Rahmen der architektonischen Planung widerspiegelt. Eine sachgerechte Gewichtung ermöglicht es, funktionale, technische und prozessuale Aspekte in einem ausgewogenen Verhältnis zu berücksichtigen und somit ein Gesamtbild zu schaffen, das der praktischen Relevanz und dem Anwendungsziel der untersuchten AI-CAD-Tools gerecht wird.

Im Kontext dieser Arbeit wurde kein konkretes Architekturbüro oder Unternehmen als Bewertungsrahmen definiert. Daher erfolgte die Festlegung der Gewichtungen auf Grundlage einer fachlich begründeten Einschätzung durch den Autor Caglar Baysal. Diese basiert auf aktuellen Anforderungen an digitale Planungstools im Architekturwesen, wie sie in Literatur, Praxisbeispielen und Tool-Dokumentationen beschrieben sind. Besonders hohe Relevanz wurde dabei der Benutzerfreundlichkeit und dem Funktionsumfang zugeschrieben, da diese Faktoren maßgeblich darüber entscheiden, ob ein Tool effizient, praxistauglich und breit einsetzbar ist.

Die Gewichtung erfolgt anteilig, wobei sich die Gesamtsumme aller Kriterien auf 100 % beläuft. Zur besseren Vergleichbarkeit wurden bei umfangreicheren Kriterien: wie „Benutzerfreundlichkeit“ und „Funktionsumfang“ Unterkriterien eingeführt, denen Teilgewichtungen zugewiesen wurden. Diese differenzierte Betrachtung erlaubt eine feinere Bewertung einzelner Funktionsaspekte innerhalb eines Kriteriums, ohne dabei die Gesamtstruktur der Analyse zu verlieren.

Zur Bewertung der einzelnen Kriterien wird ein standardisiertes Punktesystem im Schulnotenschema von 1 (nicht erfüllt) bis 5 (vollständig erfüllt) angewendet. Die erreichten Punktwerte werden mit der jeweiligen Gewichtung multipliziert, um die gewichteten Teilnutzwerte zu ermitteln. Die Summe aller gewichteten Teilnutzwerte ergibt den Gesamtnutzwert je Tool und bildet die Grundlage für den abschließenden Vergleich der Alternativen.

Bewertungsskala:

Wert	Beschreibung
1	Nicht erfüllt / ungenügend
2	Schwach erfüllt
3	Grundlegend erfüllt / durchschnittlich
4	Gut erfüllt
5	Sehr gut erfüllt / vollständig

Im Verlauf der Analyse wurde deutlich, dass die Kriterien Benutzerfreundlichkeit und Funktionsumfang in sich sehr heterogen sind. Daher wurde entschieden, diese beiden Hauptkriterien weiter in Unterkriterien zu differenzieren, um zentrale Aspekte wie intuitive Bedienung, Automatisierungsgrad oder Verfügbarkeit von Vorlagen gezielter bewerten zu können. Diese inhaltliche Erweiterung wurde methodisch begründet vorgenommen, um die Vergleichbarkeit zu verbessern und differenziertere Aussagen über die getesteten Tools treffen zu können. (Kühnapfel 2021)

Die folgende Tabelle 3 zeigt die finale Bewertungsstruktur mit den zugehörigen Gewichtungen für Haupt- und Unterkriterien:

Tabelle 3 Bewertungskriterien, Gewichtung und Bewertungsskala der drei Alternativen

Kriterium	Gewichtung (%)	architectures.com	arkdesign.ai	swapp.ai
Benutzerfreundlichkeit	30 %			
– Intuitive Oberfläche	10 %	[1–5]	[1–5]	[1–5]
– Geringe Einarbeitungszeit	10 %	[1–5]	[1–5]	[1–5]
– Logischer Workflow	10 %	[1–5]	[1–5]	[1–5]
Funktionsumfang	20 %			
– Modellierungsfunktionen	5 %	[1–5]	[1–5]	[1–5]
– AI-Tools und Automatisierung	5 %	[1–5]	[1–5]	[1–5]
– Templates und Vorlagen	5 %	[1–5]	[1–5]	[1–5]
– Anpassbare Elemente	5 %	[1–5]	[1–5]	[1–5]
Integrationsfähigkeit	15 %	[1–5]	[1–5]	[1–5]
Support und Wartung	15 %	[1–5]	[1–5]	[1–5]
Datensicherheit	15 %	[1–5]	[1–5]	[1–5]
Urheberrecht	5 %	[1–5]	[1–5]	[1–5]
Gesamtnutzwert (Σ)	100 %			

Diese detaillierte Gewichtungs- und Bewertungsstruktur bietet die Grundlage für eine methodisch abgesicherte Entscheidung und unterstützt die spätere Rangfolge der untersuchten AI-CAD-Alternativen.

6.2.2 Berechnung des gewichteten Nutzens

Zur systematischen Bewertung der AI-gestützten Planungsplattformen wurde das Verfahren der gewichteten Nutzwertanalyse (NWA) angewendet. Diese Methode ermöglicht eine strukturierte Entscheidungsfindung bei der Auswahl komplexer Alternativen, indem qualitative und quantitative Bewertungskriterien in ein einheitliches Bewertungssystem überführt werden. Sie ist besonders geeignet für Vergleichsstudien, bei denen verschiedene Softwarelösungen hinsichtlich mehrdimensionaler Kriterien objektiv analysiert werden sollen. (Zangemeister 2014) (Kühnapfel 2021)

Im ersten Schritt erfolgt die Definition der Bewertungskriterien und deren Gliederung in Haupt- und Unterkriterien. Jedes Kriterium erhält eine relative Gewichtung in Prozent, wobei die Summe aller Gewichtungen 100 % beträgt. Die Gewichtung spiegelt die Relevanz des jeweiligen Kriteriums im Gesamturteil wider.

Berechnungsformel:

$$\text{Gewichteter Nutzen} = \text{Punkte} \times \text{Kriteriumsgewichtung (Dezimal)}$$

Beispiel:

Ein Tool erfüllt die Kriterium „Benutzerfreundlichkeit - intuitive Bedienung“ schwach, was 2 Punkten entspricht. Die Gewichtung des Kriteriums beträgt 10 % (= 0,10).

$$2 \times 0,10 = 0,20$$

Gewichtete Punkte: $2 \times 0,10 = 0,20$ gewichtete Punkte

Alle gewichteten Punkte werden anschließend aufsummiert, um den Gesamtnutzwert zu berechnen:

$$\text{Gesamtnutzwert} = \Sigma(\text{Punkte} \times \text{Gewichtung})$$

Diese Vorgehensweise ermöglicht eine transparente und vergleichbare Bewertung der betrachteten Tools auf einer nachvollziehbaren, rechnerischen Basis.

6.2.3 Bewertung der Nutzwertanalyse

In diesem Abschnitt der Arbeit wird der Gesamtnutzwert der drei betrachteten Alternativen systematisch berechnet. Dazu wurden die definierten Bewertungskriterien gewichtet, mit Punkten bewertet und anschließend zu einem gewichteten Gesamtwert aggregiert. Die Ergebnisse der Bewertung sind in den Tabellen 4 bis 6 dargestellt, in denen jede Alternative einzeln analysiert wird. Ein direkter Vergleich der Gesamtnutzwerte erfolgt in Tabelle 7.

Arkdesign.ai:

Tabelle 4 Nutzwertanalyse Arkdesign.ai

Kriterium	Gewichtung	Punkte	Gewichtet	Bemerkung
Benutzerfreundlichkeit	30%			
– Intuitive Oberfläche	10%	4	0,4	Intuitive Nutzung ohne Schulung möglich
– Geringe Einarbeitungszeit	10%	4	0,4	Einstieg gelingt auch mit geringen Vorkenntnissen
– Logischer Workflow	10%	4	0,4	Linearer Aufbau, klare Menüstruktur
Funktionsumfang	20%			
– Modellierungsfunktionen	5%	2	0,1	Eingeschränkt, da Lite-Version keine tiefergehende Modellierung erlaubt
– AI-Tools & Automatisierung	5%	5	0,25	Automatische Layoutgenerierung überzeugt
– Templates & Vorlagen	5%	4	0,2	Gute Auswahl an Vorlagen vorhanden
– Anpassbare Elemente	5%	3	0,15	Eingeschränkt bearbeitbar in Lite-Version
Integrationsfähigkeit	15%	3	0,45	Kein Export im IFC/DWG-Format, keine API
Support und Wartung	15%	3	0,45	Hilfe verfügbar, Reaktionszeit unklar
Datensicherheit	15%	3	0,45	DSGVO-konform, Serverstandort unklar
Urheberrecht	5%	4	0,2	Rechte verbleiben beim Nutzer, aber Export nur in Pro-Version
Gesamtnutzwert (Σ)	100%		3,45	

Swapp.ai:

Tabelle 5 Nutzwertanalyse Swapp.ai

Kriterium	Gewichtung	Punkte	Gewichtet	Bemerkung
Benutzerfreundlichkeit	30%			
– Intuitive Oberfläche	10%	4	0,4	Klar strukturierte Oberfläche, modernes UI
– Geringe Einarbeitungszeit	10%	4	0,4	One-click-Prinzip, aber auf englisch
– Logischer Workflow	10%	4	0,4	Linear, aber nicht anpassbar
Funktionsumfang	20%			
– Modellierungsfunktionen	5%	4	0,2	Layouts generierbar, aber beschränkt im Detail
– AI-Tools & Automatisierung	5%	4	0,2	Automatisierte Vorschläge stark
– Templates & Vorlagen	5%	4	0,2	Auswahl vorgegeben, teils vordefiniert
– Anpassbare Elemente	5%	4	0,2	Eingeschränkt justierbar
Integrationsfähigkeit	15%	5	0,75	Cloudbasiert, Export in Revit möglich
Support und Wartung	15%	5	0,75	Nur teilweise dokumentiert (Videoquellen)
Datensicherheit	15%	2	0,3	Unklar, keine offene DSGVO-Angabe
Urheberrecht	5%	2	0,1	Keine klare Aussage im Video oder Impressum
Gesamtnutzwert (Σ)	100%		3,9	

Architectures.com

Tabelle 6 Nutzwertanalyse Architectures.com

Kriterium	Gewichtung	Punkte	Gewichtet	Bemerkung
Benutzerfreundlichkeit	30%			
– Intuitive Oberfläche	10%	5	0,5	Klare Struktur, direkt über Browser nutzbar
– Geringe Einarbeitungszeit	10%	4	0,4	Projektstart intuitiv, Menüführung logisch
– Logischer Workflow	10%	4	0,4	Schrittweises Arbeiten, sprachlich nur Englisch
Funktionsumfang	20%			
– Modellierungsfunktionen	5%	5	0,25	3D und 2D-Vorschläge mit Echtzeit-Anpassung
– AI-Tools & Automatisierung	5%	5	0,25	AI-Layout-Vorschläge stabil und flexibel
– Templates & Vorlagen	5%	4	0,2	Typologien und Standardlayouts vorhanden
– Anpassbare Elemente	5%	4	0,2	Raumgrößen individuell parametrierbar
Integrationsfähigkeit	15%	3	0,45	Export eingeschränkt, keine Anbindung an Revit
Support und Wartung	15%	4	0,6	Benutzerhandbuch + Tutorials verfügbar
Datensicherheit	15%	4	0,6	SSL aktiv, DSGVO erwähnt, Serverstandort unklar
Urheberrecht	5%	4	0,2	Rechte verbleiben beim Nutzer, exportierbar mit Pro-Version
Gesamtnutzwert (Σ)	100%		4,05	

Im nächsten Schritt erfolgt ein direkter Vergleich der drei Entscheidungsalternativen. Dazu werden die gewichteten Punktwerte der zuvor bewerteten Kriterien für jede CAD-Plattform addiert, um den jeweiligen Gesamtnutzwert zu berechnen. Da die maximale Punktzahl bei einer vollständigen Erfüllung aller Kriterien bei **5,00** liegt, ermöglicht diese Vorgehensweise eine klare Vergleichbarkeit der Alternativen. Die Plattform mit dem höchsten Gesamtnutzwert gilt als jene Lösung, die im Gesamtkontext von Benutzerfreundlichkeit, Funktionsumfang, Integrationsfähigkeit, Support, Datensicherheit und Urheberrecht den größten Nutzen für den architektonischen Entwurfsprozess bietet. Die Ergebnisse der Nutzwertanalyse sind in der Tabelle 7 zusammengefasst und bieten eine transparente Grundlage für die abschließende Bewertung der untersuchten Tools.

Tabelle 7 Vergleich der Alternativen

Kriterium	Gewichtung	Architectures.com	Swapp.ai	Arkdesign.ai
Benutzerfreundlichkeit	30%			
– Intuitive Oberfläche	10%	0,5	0,4	0,4
– Geringe Einarbeitungszeit	10%	0,4	0,4	0,4
– Logischer Workflow	10%	0,4	0,4	0,4
Funktionsumfang	20%			
– Modellierungsfunktionen	5%	0,25	0,2	0,1
– AI-Tools & Automatisierung	5%	0,25	0,2	0,25
– Templates & Vorlagen	5%	0,2	0,2	0,2
– Anpassbare Elemente	5%	0,2	0,2	0,15
Integrationsfähigkeit	15%	0,45	0,75	0,45
Support und Wartung	15%	0,6	0,75	0,45
Datensicherheit	15%	0,6	0,3	0,45
Urheberrecht	5%	0,2	0,1	0,2
Gesamtnutzwert (Σ)	100%	4,05	3,9	3,45

6.3 Evaluierung

Ziel dieser Untersuchung war es, auf Grundlage einer strukturierten Nutzwertanalyse herauszufinden, welches der drei untersuchten webbasierten AI-CAD-Tools – „**architectures.com**“, **arkdesign.ai** und **swapp.ai**“ den höchsten Nutzen für den architektonischen Einsatz bietet. Im Zentrum stand dabei die Forschungsfrage, welches Tool im Hinblick auf Benutzerfreundlichkeit, Funktionalität, Integrationsfähigkeit, Support und Dokumentation sowie im Bereich Datensicherheit und Urheberrecht am besten abschneidet.

Die Untersuchung erfolgte anhand definierter Bewertungskriterien, welche in Haupt- und Unterkriterien differenziert und nach ihrer architekturrelevanten Bedeutung gewichtet wurden. Die Kriterien wurden durch praktische Tests, die Nutzung der Demo-Versionen (bzw. in einem Fall auf Grundlage von öffentlich verfügbaren Videos), Tool-Dokumentationen sowie ergänzend durch Sekundärquellen evaluiert. Die daraus resultierenden Einzelergebnisse wurden rechnerisch aggregiert und vergleichend gegenübergestellt.

architectures.com erreicht mit einem Gesamtnutzwert von **4,05** (von maximal 5,00) den höchsten Wert. Das Tool überzeugt insbesondere durch eine intuitive Bedienbarkeit, eine klare Nutzerführung, einen umfassenden Funktionsumfang und eine nachvollziehbare, transparente Dokumentation in Bezug auf Datenschutz und

Nutzungsrechte. Auch wenn kleinere Einschränkungen, wie etwa die ausschließlich englischsprachige Oberfläche oder die fehlende CAD-Schnittstelle festgestellt wurden, überwiegt der praktische Nutzen für die konzeptionelle Planungsphase deutlich.

Swapp.ai folgt mit einem Gesamtnutzwert von **3,90**. Die Plattform beeindruckt durch ein hohes Maß an Automatisierung, professionelle Layoutvorschläge und eine sehr schnelle Konzeptentwicklung. Jedoch fehlt es an Offenheit gegenüber Einzelpersonen: Eine Nutzung ist nur nach Kontaktaufnahme durch Firmenkunden möglich, was den Zugang stark einschränkt. Auch in Bezug auf Support und Dokumentation sowie Datenschutz bleibt die Informationslage teilweise unklar oder nicht ausreichend offen dargelegt.

Arkdesign.ai liegt mit **3,45** auf dem dritten Platz. Zwar erlaubt das Tool einen unkomplizierten Einstieg in die Planung mit wenigen Klicks und grundlegenden Vorlagen, jedoch zeigt sich bei detaillierterer Betrachtung eine begrenzte Funktionalität, eingeschränkte Anpassbarkeit und fehlende Exportoptionen. In Bezug auf Support, Integrationsfähigkeit und die technische Tiefe bleibt es hinter den anderen Tools zurück.

Zur Visualisierung der Bewertungsergebnisse dient folgendes Netzdiagramm:

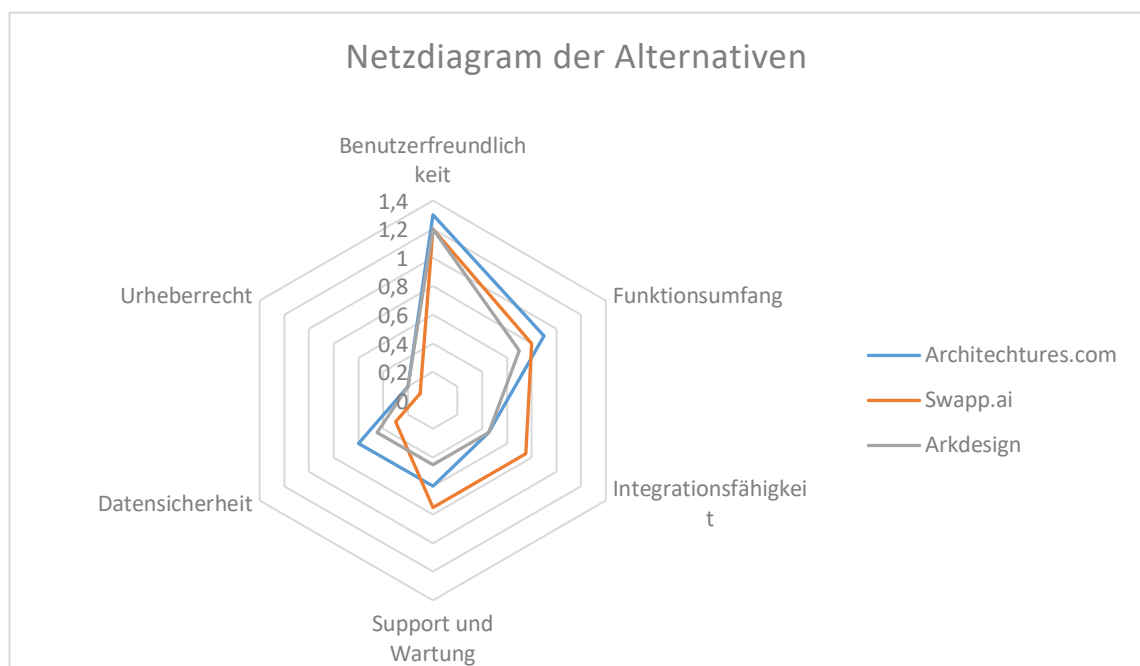


Abbildung 29 Vergleich der gewichteten Einzelbewertungen der AI-CAD-Tools

Das Diagramm zeigt deutlich die Stärken der jeweiligen Tools:

- **Architectures.com** überzeugt insbesondere im Bereich Benutzerfreundlichkeit, Funktionsumfang sowie Support und Dokumentation, ergänzt durch transparente Informationen zur Datensicherheit und Urheberrecht.
- **Swapp.ai** beeindruckt durch ein hohes Maß an Automatisierung und professionelle Layoutgenerierung, erzielt aber auch eine sehr gute Bewertung im Bereich Support und Wartung, unter anderem durch die gezielte Betreuung von Firmenkunden und die Verfügbarkeit unterstützender Materialien. Einschränkungen bestehen jedoch in der eingeschränkten Offenheit für Einzelpersonen und unklaren Angaben zur Datenhoheit.
- **Arkdesign.ai** punktet durch einfache Handhabung und einen schnellen Einstieg, bleibt aber in den Bereichen Integrationsfähigkeit, Anpassbarkeit sowie Datensicherheit und Support deutlich hinter den anderen beiden Tools zurück.

Obwohl die erzielten Gesamtnutzwerte der drei analysierten AI-CAD-Tools „architectures.com, arkdesign.ai und swapp.ai“ relativ nah beieinander liegen, wurde im Rahmen dieser Untersuchung bewusst auf eine weiterführende Sensitivitätsanalyse verzichtet. Grundsätzlich empfiehlt sich eine solche Analyse bei engen Ergebnisabständen, um zu überprüfen, inwiefern kleine Änderungen in den Gewichtungen oder Einzelbewertungen die Rangfolge der Alternativen beeinflussen könnten (Kühnapfel 2021)

Im vorliegenden Fall liegen jedoch mehrere Faktoren vor, die gegen die Notwendigkeit zusätzlicher Tests sprechen: Erstens wurde eine einheitliche Bewertungsmatrix verwendet, die auf klar definierten, praxisrelevanten Kriterien basiert (Benutzerfreundlichkeit, Funktionsumfang, Integrationsfähigkeit, Support sowie Datensicherheit und Urheberrechtskonformität). Zweitens erfolgte die Gewichtung dieser Kriterien auf Grundlage einer nachvollziehbaren Herleitung, angelehnt an die Methodik vergleichbarer Studien. Drittens beruhen die Bewertungen selbst auf praktischen Anwendungsszenarien in Kapitel 5.2 sowie auf der Analyse technischer Dokumentationen und verfügbarer Quellen.

Trotz der geringen Differenzen in den Endwerten zeigte sich eine konsistente Präferenz für architectures.com über alle Bewertungsschritte hinweg. Die Resultate erwiesen sich als methodisch stabil, sodass die Durchführung einer Sensitivitätsanalyse keinen zusätzlichen Erkenntnisgewinn erwarten ließ und somit in dieser Arbeit nicht weiterverfolgt wurde.

6.3.1 Evaluierung der Forschungsfrage und der Hypothese

Die Forschungsfrage, welche im Rahmen dieser wissenschaftlichen Arbeit mittels einer Nutzwertanalyse beantwortet werden sollte, lautete:

„Welches der drei webbasierten AI-CAD-Tools architectures.com, arkdesign.ai und swapp.ai erzielt den höchsten Nutzen für den Einsatz in der Architektur in Bezug auf Benutzerfreundlichkeit, Funktionalität, Integrationsfähigkeit, Support und Dokumentation, Datensicherheit und Urheberrecht?“

Auf Grundlage persönlicher Erfahrungen sowie einschlägiger Literatur wurde folgende Hypothese aufgestellt:

„Architectures.com erzielt in Bezug auf die Kriterien Benutzerfreundlichkeit, Funktionalität, Integrationsfähigkeit, Support und Dokumentation, Datensicherheit und Urheberrecht den höchsten Nutzen für den Einsatz in der Architektur.“

Im Verlauf der Untersuchung konnte sich die Hypothese durch die systematisch erhobenen Ergebnisse bewahrheiten. Architectures.com erreichte mit einem Gesamtnutzwert von 4,05 die höchste Bewertung im Vergleich zu den anderen analysierten Tools. Die Plattform überzeugte in nahezu allen bewerteten Kategorien, insbesondere in Bezug auf ihre intuitive Bedienung, funktionale Tiefe, transparente Dokumentation und die nachvollziehbare Behandlung von Datenschutz und Urheberrecht. Somit konnte die Forschungsfrage eindeutig beantwortet und die formulierte Hypothese empirisch bestätigt werden.

7. Fazit

Die vorliegende Arbeit untersuchte den Nutzen von drei webbasierten AI gestützten CAD Tools für den Einsatz in der architektonischen Planung. Dabei wurden die Plattformen architectures.com, arkdesign.ai und swapp.ai anhand eines strukturierten Kriterienkatalogs bewertet und miteinander verglichen. Ziel war es, herauszufinden, welches Tool den höchsten Nutzen bietet, unter Berücksichtigung von Benutzerfreundlichkeit, Funktionalität, Integrationsfähigkeit, Support und Wartung sowie den zusätzlichen, als eigenständige Kategorien geführten Kriterien Datensicherheit und Urheberrecht. Diese Erweiterung des Bewertungskatalogs von ursprünglich fünf auf sechs Kriterien erfolgte bewusst, da beide Aspekte insbesondere im Kontext cloudbasierter Anwendungen essenzielle Anforderungen an digitale Planungstools darstellen.

Die Auswertung zeigte, dass architectures.com unter den gegebenen Bedingungen und mit Stand Mai 2025 das ausgewogenste Gesamtbild liefert. Es vereint intuitive Bedienbarkeit mit einem breiten Funktionsspektrum und bietet transparente Nutzungsbedingungen, insbesondere im Bereich Datenschutz und Urheberrecht. Mit einem Gesamtnutzwert von 4,05 bei maximal erreichbaren 5,00 hebt es sich deutlich von swapp.ai mit 3,90 und arkdesign.ai mit 3,45 ab. Die Punktevergabe erfolgte anhand eines strukturierten Bewertungsrasters, das differenzierte Kriterien nach Relevanz gewichtete. Die ermittelten Nutzwerte basieren auf praktischen Testläufen, Dokumentationsanalysen und Sekundärquellen und wurden tabellarisch erfasst sowie grafisch visualisiert. Das Netzdiagramm in Abbildung 29 zeigt deutlich, dass architectures.com in nahezu allen Kriterien eine konstant hohe Bewertung erreicht, während swapp.ai insbesondere beim Funktionsumfang und beim Support sehr stark abschnidet. Arkdesign.ai hingegen weist seine Stärken vor allem in der schnellen Bedienung und einem einfachen Einstieg auf, liegt aber bei der Funktionstiefe und Dokumentation klar zurück.

Die Bewertung der Plattform swapp.ai basiert auf einer Videoanalyse (Filipe Boni, YouTube) sowie externen Quellen, da kein Zugang für Einzelpersonen gewährt wurde. Aus dem Video ist jedoch erkennbar, dass die Benutzeroberfläche von swapp.ai jener von architectures.com stark ähnelt. Auch der Support und die Dokumentation wirken sehr umfassend. Betrachtet man diese Aspekte losgelöst von der eingeschränkten Verfügbarkeit für Einzelpersonen, so könnte man zu dem Schluss kommen, dass sich die ursprüngliche Hypothese dieser Arbeit nicht bewahrheitet hätte.

Hinzu kommt, dass laut Bewertungen auf Futurepedia und Techjockey architectures.com als deutlich komplexer beschrieben wird als swapp.ai und arkdesign.ai. Die Bedienbarkeit der Tools ließe sich sinnbildlich als Auswahl zwischen verschiedenen Schwierigkeitsstufen einstufen: arkdesign.ai wäre dabei als einfach zu bedienen einzuschätzen, swapp.ai als mittel und architectures.com als anspruchsvoll. Diese Einschätzung ist stark abhängig von der Vorerfahrung und den technischen Kompetenzen der Nutzer:innen. (futurepedia 2025a)(futurepedia 2025b)(Techjockey 2025)

Auch eine Kostenbetrachtung verstärkt die Position von architectures.com als aktuelle Empfehlung. Die jährliche Subskription liegt bei 590,40 Euro inklusive Mehrwertsteuer. Arkdesign.ai bietet hingegen ein monatliches Abonnement zu 199 US Dollar (aktueller Stand: mit 50 Prozent Rabatt), wobei individuelle Preisangebote zusätzlich verfügbar sind. Für swapp.ai sind keine offiziellen Preisangaben öffentlich einsehbar. Da ich selbst im Vertrieb tätig bin und regelmäßig Softwarelösungen anbiete und vergleiche, nehme ich auf Grundlage eigener Berufserfahrung an, dass sich die Preise für arkdesign.ai und swapp.ai im gleichen marktüblichen Rahmen bewegen würden. Aus diesem Grund wurde die Kostenanalyse im Rahmen der Nutzwertanalyse nicht berücksichtigt, da keine belastbaren und vergleichbaren Preisdaten für alle Tools verfügbar waren und eine Einbeziehung das Ergebnis methodisch verzerrt hätte. (Architectures 2025; ARKDESIGN.AI 2025)

Ein zentraler Erkenntnisgewinn dieser Arbeit liegt in der Beobachtung, dass Benutzerfreundlichkeit und Funktionsumfang bei der praktischen Beurteilung von Tools eine dominante Rolle einnehmen. Bereits bei der ersten Interaktion mit einem CAD Tool wird ersichtlich, ob das System die Arbeit erleichtert oder durch technische Komplexität behindert. Gerade in frühen Entwurfsphasen entscheidet eine intuitive Oberfläche darüber, ob Nutzer:innen mit oder ohne Vorerfahrung produktiv arbeiten können. Dennoch darf diese Erkenntnis nicht isoliert betrachtet werden. Aspekte wie Integrationsfähigkeit oder Datenschutz gewinnen in späteren Projektphasen zunehmend an Bedeutung, weshalb eine gesamthafte Bewertung essenziell bleibt.

Anhand der verfügbaren Demoversionen ließ sich zudem ein Spektrum an Nutzbarkeit abbilden, das sich sinnbildlich als Skala von leicht bis anspruchsvoll beschreiben lässt. Arkdesign.ai bietet eine stark vereinfachte Oberfläche mit wenigen Eingabeparametern. Swapp.ai wiederum beeindruckt durch Automatisierung und Tiefe, ist aber nur für Firmenkunden zugänglich. Architectures.com stellt den Mittelweg dar. Es bietet sowohl eine breite Auswahl an Einstellungen als auch eine verständliche Bedienoberfläche, was es sowohl für Anfänger als auch für erfahrene Planer geeignet macht.

Mit Blick in die Zukunft erscheint es denkbar, dass sich AI CAD Tools weiterentwickeln und die Interaktion zunehmend über Sprache oder semantische Texteingaben erfolgen wird. Erste experimentelle Systeme wie Siemens NX Voice Assistant oder Add-ons für AutoCAD zeigen, dass Sprachschnittstellen bereits erprobt werden. Auch Ansätze wie Architext, bei denen Nutzer:Innen durch natürlichsprachliche Vorgaben ein architektonisches Modell erzeugen, weisen in diese Richtung. Künftig könnten Planungsprozesse also über sprachgesteuerte, multimodale Interfaces erfolgen, die Zeichnungen, Modelle und Analysen auf Zuruf erzeugen. (Gladden 2024) (Paananen, Oppenlaender, und Visuri 2024) („Voice Assistant for CAD software | AutoCAD | Autodesk App Store“, o. J.)

Diese Entwicklungen sind jedoch mit erheblichen Herausforderungen verbunden. Zu nennen sind insbesondere Datenkontrolle und Datenschutz, denn AI Systeme arbeiten mit großen Datenmengen und die Transparenz darüber, wer Zugang zu diesen hat, ist oft unzureichend geregelt. Ebenso sind Fragen zur Nutzerautonomie relevant, denn mit zunehmender Automatisierung steigt das Risiko unreflektierter Entscheidungen. Urheberrechtliche Fragestellungen treten ebenfalls verstärkt auf, insbesondere wenn AI auf bestehende Werke zurückgreift. Zusätzlich bestehen ethische Risiken durch

verzerrte Trainingsdaten sowie Abhängigkeiten von Cloud Systemen, deren langfristige Qualitätssicherung sichergestellt werden muss. (European Commission 2025)(Gudrun 2025)

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass AI CAD Tools in der frühen Entwurfsplanung heute bereits eine erhebliche Unterstützung bieten können, vorausgesetzt, sie sind zugänglich, nachvollziehbar und transparent gestaltet. Der erzielte Erkenntnisgewinn dieser Arbeit liefert einen praxisnahen Beitrag zur Bewertung solcher Werkzeuge und kann als Orientierung für Architekt:Innen, Planungsbüros und Bildungseinrichtungen dienen. Architectures.com bietet hierbei, unter Berücksichtigung aller untersuchten Kriterien, mit Stand Mai 2025 das derzeit überzeugendste Gesamtpaket und den höchsten Nutzen für den Einsatz in der architektonischen Planung.

Literaturverzeichnis

3D Pointshot, 3D. 2025. „3D BIM Modeling Service | Building Information Modeling“. 5. Mai 2025. <https://3dpointshot.com/bim-modeling>.

Abrishami, Sepehr, und Jack Steven Goulding. 2013. „INTEGRATION OF BIM AND GENERATIVE DESIGN TO EXPLOIT AEC CONCEPTUAL DESIGN INNOVATION“, Dezember.

Acadmey, Technikum Wien. 2025a. „Was ist Virtual Reality?“ *Technikum Wien Academy* (blog). 20. April 2025. <https://academy.technikum-wien.at/ratgeber/was-ist-virtual-reality/>.

———. 2025b. „Wie funktioniert Augmented Reality?“ *Technikum Wien Academy* (blog). 20. April 2025. <https://academy.technikum-wien.at/ratgeber/was-ist-augmented-reality/>.

Architectures. 2025. „Architectures - AI Architecture Generator. Building Design“. 5. Mai 2025. <https://architectures.com/en>.

ARK. 2025. „How It Works“. Ark. 12. April 2025. <https://arkdesign.ai/how-it-works/>.

ARKDESIGN.AI. 2025. „Homepage“. Ark. 2025. <https://arkdesign.ai/>.

Autodesk. 2025. „Funktionen von AutoCAD | Neue Funktionen 2025 | Autodesk“. 5. Mai 2025. <https://www.autodesk.com/de/products/autocad/features>.

Behaneck, Marian. 2024. „Künstliche Intelligenz Teil 1: KI im Architekturbüro“. *architektur-online* (blog). 3. September 2024. <https://www.architektur-online.com/kolumnen/kuenstliche-intelligenz-teil-1-ki-im-architekturbuero>.

Bründler, Andreas. 2019. „Virtual Reality – Vorteile für Architekten und Ingenieure - Deutsche BauZeitschrift“. 1. Februar 2019. https://www.dbz.de/artikel/dbz_Virtual_Reality_Vorteile_fuer_Architekten_und_Ingenieure-3303033.html.

„CAD Through The Ages (Or from 1980, at Least!)“. 2012. *Network Chatter* (blog). 1. Juli 2012. <https://networkchatter.wordpress.com/2012/07/01/cad-through-the-ages-or-from-1980-at-least/>.

Chaos. 2025. „Bericht zum Stand der KI-Nutzung im Architekturdisein | Chaos“. 2025. <https://www.chaos.com/de/state-of-ai-architecture>.

ChatGPT. 2025. „ChatGPT“. 1. Mai 2025. <https://chatgpt.com>.

Chow, Marvin. 2017. „How AI and Machine Learning Can Impact Your Marketing“. Think with Google. 1. September 2017.
<https://www.thinkwithgoogle.com/marketing-strategies/automation/ai-personalized-marketing/>.

DALL E3. 2025. „DALL·E 3“. 1. Mai 2025. <https://openai.com/index/dall-e-3/>.

Day, Martyn. 2022. „Swapp: The Algorithmic Assistant“. *AEC Magazine* (blog). 30. November 2022. <https://aecmag.com/ai/swapp-the-algorithmic-assistant/>.

Dittmann, Frank. 2018. „Grafische Konstruktionsprogramme - AutoCAD in der ArchitekturAutoCAD in der Architektur | VDI“. Technik in Bayern. 2018.
<https://www.technik-in-bayern.de/mehr-technik/technikgeschichte/grafische-konstruktionsprogramme-autocad-in-der-architektur#>.

Enscape. 2025. „VR-Technologien im Architektursektor | VR-Rendering | Enscape™“. Enscape. 12. April 2025.
<https://enscape3d.com/de/funktionen/architektur-virtuelle-realitat/>.

European Commission. 2025. „European Approach to Artificial Intelligence | Shaping Europe's Digital Future“. 2025. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-approach-artificial-intelligence>.

Fernsehelektronik, Werk für. 2023. „Technische Zeichner, Foto 1969 :: Industriesalon Schönevide :: museum-digital“. 5. Oktober 2023.
<https://berlin.museum-digital.de/object/60752?navlang=de>.

Filipe Boni, Reg. 2023. *HOW TO CREATE A BUILDING DOCUMENTATION WITH AI USING „SWAPP“*. <https://www.youtube.com/watch?v=-DRONlukS0M>.

futurepedia. 2025a. „ArkDesign AI Reviews: Use Cases, Pricing & Alternatives“. Futurepedia. 2025. <https://www.futurepedia.io/tool/arkdesign>.

———. 2025b. „Swapp AI Reviews: Use Cases, Pricing & Alternatives“. Futurepedia. 2025. <https://www.futurepedia.io/tool/swapp>.

Gladden, Mollie. 2024. „AI-Enabled CAD: Enhancing Design Efficiency with Siemens' NX - Siemens Software Podcast Network“. 3. Dezember 2024.
<https://blogs.sw.siemens.com/podcasts/next-generation-design/benefits-ai-enabled-cad/>.

Gudrun. 2025. „KI im Bauwesen (2025): Chancen & Risiken“. <https://bau-master.com/> (blog). 15. April 2025. <https://bau-master.com/baublog/ki-bauwesen/>.

Hadid, Zaha. 2025. „Heydar Aliyev Centre – Zaha Hadid Architects“. 5. Mai 2025. <https://www.zaha-hadid.com/architecture/heydar-aliyev-centre/>.

HarmonyAT. 2023. „World of BIM Dimensions (3D, 4D, 5D, 6D, 7D, 8D, 9D, 10D)“. 18. August 2023. <https://www.harmony-at.com/en/blog/bim-dimensions>.

Hudson, Roland. 2022. „Parametric Design in Architecture - Parametric House“. 5. Mai 2022. <https://parametrichouse.com/parametric-design-in-architecture/>.

IBM. 2021. „Was ist Computer Vision? | IBM“. 27. Juli 2021. <https://www.ibm.com/de-de/topics/computer-vision>.

IONOS. 2023. „Was ist Generative AI?“ IONOS Digital Guide. 27. September 2023. <https://www.ionos.at/digitalguide/websites/webseiten-erstellen/generative-ai/>.

Jang, Suhyung, und Ghang Lee. 2023a. „Interactive Design by Integrating a Large Pre-Trained Language Model and Building Information Modeling“. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.14165>.

———. 2023b. „Interactive Design by Integrating a Large Pre-Trained Language Model and Building Information Modeling“. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.14165>.

Jimenez, Nicolas. 2024. „Casa A2 en Brasil“. El Arqui MX | Blog de Arquitectura Online. 18. April 2024. <https://elarquimx.com/casa-a2-caracho-arquitectos/>.

Kapsalis, Timo. 2024. „CADgpt: Harnessing Natural Language Processing for 3D Modelling to Enhance Computer-Aided Design Workflows“. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.05476>.

Krygiel, Eddy, Brad Nies, und Steve McDowell. 2008. „Green BIM: Successful sustainable design with building information modeling (2nd ed.). Wiley. - Google Suche“. 1. April 2008. [https://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=Green+BIM%3A+Successful+sustainable+design+with+building+information+modeling+\(2nd+ed.\).+Wiley.&ie=UTF-8&oe=UTF-8](https://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=Green+BIM%3A+Successful+sustainable+design+with+building+information+modeling+(2nd+ed.).+Wiley.&ie=UTF-8&oe=UTF-8).

Kühnapfel, Jörg B. 2021. *Scoring und Nutzwertanalysen: Ein Leitfaden für die Praxis*. Wiesbaden: Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-34810-6>.

laurabluehdorn. 2019. „KI konkret: Mensch-Roboter-Kollaboration – Vom Werkzeug zum Partner“. UID. 10. Dezember 2019. <https://www.uid.com/insights/mensch-roboter-kollaboration/>.

MIT Technology. 2019. „Self-Driving Cars Take the Wheel“. MIT Technology Review. 15. Februar 2019. <https://www.technologyreview.com/2019/02/15/137381/self-driving-cars-take-the-wheel/>.

„NVIDIA Partners Accelerate Quantum Breakthroughs with AI Supercomputing“. 2024. NVIDIA Technical Blog. 18. November 2024.

<https://developer.nvidia.com/blog/nvidia-partners-accelerate-quantum-breakthroughs-with-ai-supercomputing/>.

Openfuture. 2025. „Swapp - Kurzinformationen, Preisgestaltung und Alternativen im Jahr 2024“. OpenFuture. 5. Mai 2025.

<https://openfuture.ai/de/tool/swapp>.

Paananen, Ville, Jonas Oppenlaender, und Aku Visuri. 2024. „Using Text-to-Image Generation for Architectural Design Ideation“. *International Journal of Architectural Computing* 22 (3): 458–74.

<https://doi.org/10.1177/14780771231222783>.

Prelikj, Kalina. 2024. „Der Stand der KI-Nutzung in der Architektur: Erkenntnisse von mehr als 1.200 Architekten und Designern“. 16. Mai 2024.

<https://blog.enscape3d.com/de/stand-ki-in-architektur-umfrage-erkenntnisse>.

Privacy Policy - Architectures. 2025. „Privacy Policy - Architectures“. 2025.

<https://architectures.com/en/privacy-policy>.

Privacy Policy ARKDESIGN.AI. 2024. „Privacy Policy“. Ark. 2024.

<https://arkdesign.ai/privacy-policy/>.

Putz, Wolfram. 2023. „Künstliche Intelligenz und Architektur – Graft“. 31.

Dezember 2023. <https://graftlab.com/journal/kuenstliche-intelligenz-und-architektur>.

RED. 2020. „Die IT-Werkzeuge der Architekten“. www.report.at. 7. Oktober

2020. <https://report.at/bau-immo/17671-die-it-werkzeuge-der-architekten-1>.

RED HAT. 2024. „Was ist generative KI? Grundlagen und Anwendung | Red

Hat“. 6. März 2024. <https://www.redhat.com/de/topics/ai/what-is-generative-ai>.

Sacks, Rafael, Charles M. Eastman, Ghang Lee, und Paul M. Teicholz. 2018.

BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. Third edition. Hoboken, New Jersey: Wiley.

SAS. 2025. „Natural Language Processing: Was ist das?“ 12. April 2025.

https://www.sas.com/de_at/insights/analytics/what-is-natural-language-processing-nlp.html.

Schleutker, Natascha. 2024. „Cloud-basiert, webbasiert oder als Software-as-a-Service (SaaS) – alles dasselbe, oder nicht?“ Parm AG. 22. Mai 2024.

<https://parm.com/cloud-basiert-webbasiert-oder-als-software-as-a-service-saas-alles-dasselbe-oder-nicht/>.

SoftwareAdvice. 2025. „ARCHICAD“. SoftwareAdvice. 2025.
<https://www.softwareadvice.de/software/125467/archicad>.

Solis, Tobias. 2022. „Nutzwertanalyse – Komplexe Entscheidungen rational treffen“. Scribbr. 10. Januar 2022. <https://www.scribbr.at/methodik-at/nutzwertanalyse/>.

Sourek, Michal. 2024. „AI in Architecture and Engineering from Misconceptions to Game-Changing Prospects“. *Architectural Intelligence* 3 (1): 4.
<https://doi.org/10.1007/s44223-023-00046-9>.

Standards, Austrian. 2025. „Building Information Modelling“. Austrian Standards. 12. April 2025. <https://www.austrian-standards.at/de/standardisierung/aktuelle-themen/building-information-modelling>.

Stanislas, Chaillou. 2019. „ArchiGAN: A Generative Stack for Apartment Building Design“. NVIDIA Technical Blog. 17. Juni 2019.
<https://developer.nvidia.com/blog/archigan-generative-stack-apartment-building-design/>.

Statista. 2024. „Künstliche Intelligenz - Weltweit | Statista Marktprognose“. Statista. 2024. <https://de.statista.com/outlook/tmo/kuenstliche-intelligenz/weltweit>.

Sturm, Eric. 2023. „KI-Software Architektur / Übersicht KI-Tools für Architekten“. Internet für Architekten. 20. Oktober 2023. <https://internet-fuer-architekten.de/kuenstliche-intelligenz-software-linkliste-ki-tools-architektur/>.

Support ARKDESIGN.AI. 2025. „Support“. Ark. 2025.
<https://arkdesign.ai/support/>.

Sutton, Shamaya. 2023. „Virtual Reality Gaming Hits Yuba City“. Appeal-Democrat. 14. April 2023. https://www.appeal-democrat.com/news/virtual-reality-gaming-hits-yuba-city/article_002faf0c-db22-11ed-9fff-4770b3e7335c.html.

Swapp.ai. 2025a. „Automate Architectural Documentation“. Swapp. 2025.
<https://swapp.ai/solution/>.

———. 2025b. „SWAPP.AI Certified ISO 27001: Security and Privacy as Cornerstones of Our Work“. Swapp. 2025. <https://swapp.ai/news/swapp-ai-certified-iso-27001-security-and-privacy-as-cornerstones-of-our-work/>.

Takur, Ayush. 2025. „Weights & Biases“. W&B. 15. März 2025.
<https://wandb.ai/ayush-thakur/RLHF/reports/Understanding-Reinforcement-Learning-from-Human-Feedback-RLHF-Part-1--VmlldzoyODk5MTIx>.

Techjockey. 2025. „ARCHITEChTURES Pricing & Reviews 2025 | Techjockey.Com“. Techjockey. 2025.
<https://www.techjockey.com/detail/architectures>.

Tutorials - Architectures. 2025. „Tutorials - Architectures“. 2025.
<https://architectures.com/en/tutorials>.

„Voice Assistant for CAD software | AutoCAD | Autodesk App Store“. o. J. Zugriffen 25. Mai 2025.
https://apps.autodesk.com/ACD/en/Detail/Index?id=4489630001874253394&appLang=en&os=Win32_64.

„Was ist Quantencomputing? | IBM“. 2024. 26. Dezember 2024.
<https://www.ibm.com/de-de/topics/quantum-computing>.

„What Is Artificial Intelligence (AI)? | IBM“. 2024. 9. August 2024.
<https://www.ibm.com/think/topics/artificial-intelligence>.

„What Is Intelligent Automation? | IBM“. 2021. 9. Oktober 2021.
<https://www.ibm.com/think/topics/intelligent-automation>.

„What Is Unsupervised Learning? | IBM“. 2021. 23. September 2021.
<https://www.ibm.com/think/topics/unsupervised-learning>.

WHO. 2025. „Leading the Future of Global Health with Responsible Artificial Intelligence“. 27. Mai 2025. <https://www.who.int/publications/m/item/leading-the-future-of-global-health-with-responsible-artificial-intelligence>.

Wilhelm Büchner. 2025. „Methodik der wissenschaftlichen Arbeit“. Wilhelm Büchner Hochschule. 20. April 2025. <https://www.wb-fernstudium.de/ihr-studium/beratung/ratgeber/wissenschaftliche-arbeit/methodik-der-wissenschaftlichen-arbeit.html>.

Wolfe, L. Stephen. 2010. „Top9_wp_2010_eng_final.Pdf“. 9 CRITERIA FOR CHOOSING A 3D CAD SYSTEM. 2010.
https://www.solidworks.com/sw/docs/top9_wp_2010_eng_final.pdf.

Wübbenhorst, Prof Dr Klaus. 2025. „Definition: Nutzwertanalyse“. Text. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/nutzwertanalyse-42926>. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. 2025.
<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/nutzwertanalyse-42926>.

Wuttke, Laurenz. 2024. „Machine Learning vs. Deep Learning: Wo ist der Unterschied?“ Datasolut GmbH. 19. April 2024. <https://datasolut.com/machine-learning-vs-deep-learning/>.

Zach, Mortice. 2023a. „Wie KI in der Architektur Entwurfsprozesse verändert“.

1. September 2023. <https://www.autodesk.com/de/design-make/articles/ki-architektur>.

———. 2023b. „Wie KI in der Architektur Entwurfsprozesse verändert“. 1. September 2023. <https://www.autodesk.com/de/design-make/articles/ki-architektur>.

Zangemeister, Christof. 2014. *Nutzwertanalyse in der Systemtechnik: Eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen*. BoD – Books on Demand.

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1 Findbucheintrag: MMM Brigade + Portrait; März 1969 (Transkriptor: Alexander Apel) (Fernsehelektronik 2023)	7
Abbildung 2 AutoCAD 1 aus dem Jahr 1982 („CAD Through The Ages (Or from 1980, at Least!)“ 2012).....	9
Abbildung 3 Benutzeroberfläche AutoCAD 2025 (Autodesk 2025).....	9
Abbildung 4 Benutzeroberfläche Archicad 2023 (Softwareadvice 2025)	10
Abbildung 5 2D Grundriss und 3D Darstellung adaptiert von Nicolas Jimenez (Jimenez 2024)	10
Abbildung 6 3D-BIM-Modell, dessen Sicht je nach Bedarf geändert werden kann.(3D Pointshot 2025).....	12
Abbildung 7 Die Entwicklung von BIM-Dimensionen. (HarmonyAT 2023).....	13
Abbildung 8 Bauwerk von Zaha Hadid, (Hadid 2025).....	14
Abbildung 9 Virtual reality studio. Adaptiert von Shamaya Sutton (Sutton 2023)	16
Abbildung 10 Bild basierend auf der Beschreibung, modernes Haus nahe der Donau mit PV-Anlage und Blick auf den DC Tower. (DALL E3 2025).....	21
Abbildung 11 Entwurfsprozess Generative Adversarial Networks (GANs). („ArchiGAN: A Generative Stack for Apartment Building Design“ 2019)	27
Abbildung 12 Design Workflow eines AI gestützten Entwurfsprozesses (Sourek 2024).....	29
Abbildung 13 Tutorial – Ansicht in arkdesign.ai.....	44
Abbildung 14 Ansicht der Projekteigenschaften	44
Abbildung 15 Übersicht der Menüpunkte im Arkdesign.ai	45
Abbildung 16 Darstellung eines fiktiven Grundrisses nach Parametereingabe. 46	
Abbildung 17 AI - generierter Grundriss	47
Abbildung 18 3D Darstellung des Mehrfamilienhauses.....	48
Abbildung 19 Tabellarische Flächenanalyse in arkdesign.ai.....	49
Abbildung 20 Eingabe Projektadresse - adaptiert aus der Videoanalyse von Filipe Boni	51
Abbildung 21 Auswahl der Vorlage adaptiert aus der Videoanalyse von Filipe Boni	52
Abbildung 22 3D Schnittmodell - adaptiert aus der Videoanalyse von Filipe Boni	53
Abbildung 23 Sonnenanalyse - adaptiert aus der Videoanalyse von Filipe Boni	54
Abbildung 24 Übersicht My Designs – architectures.com	56
Abbildung 25 Standortauswahl über die OpenStreetmap - architectures.com 57	
Abbildung 26 Upload der Umgebungstypologie in das projekt - architectures.com	57
Abbildung 27 Anpassung der Apartmentparameter - architectures.com.....	58
Abbildung 28 3D-Visualisierung mit Solar Path - architectures.com.....	59
Abbildung 29 Vergleich der gewichteten Einzelbewertungen der AI-CAD-Tools	69

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1 Gewichtung der Kriterien	38
Tabelle 2 Parameterdefinition	42
Tabelle 3 Bewertungskriterien, Gewichtung und Bewertungsskala der drei Alternativen	63
Tabelle 4 Nutzwertanalyse Arkdesign.ai	65
Tabelle 5 Nutzwertanalyse Swapp.ai	66
Tabelle 6 Nutzwertanalyse Architectures.com	67
Tabelle 7 Vergleich der Alternativen	68

Übersicht der verwendeten AI-Tools:

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit kamen verschiedene AI-gestützte Werkzeuge zum Einsatz, um den Recherche-, Analyse- und Schreibprozess effizient zu unterstützen. Die Auswahl der Tools orientierte sich an ihrer Eignung für textbasierte Assistenz, visuelle Gestaltung sowie für die Demonstration von webbasierten Architekturplattformen.

- **ChatGPT** – <https://chat.openai.com>
ChatGPT wurde verwendet, um Formulierungen zu optimieren, alternative Ausdrucksweisen vorzuschlagen und bei der Strukturierung komplexer Textabschnitte zu unterstützen.
- **Mindverse** – <https://mindverse.ai>
Mindverse wurde punktuell für das Sammeln von Ideen und zur sprachlichen Umformulierung eingesetzt. Es diente außerdem zur Überprüfung der Lesbarkeit einzelner Passagen.
- **DALL·E 3** – <https://openai.com/dall-e>
Das Bildgenerierungstool DALL·E 3 wurde verwendet, um visuelle Konzepte darzustellen, die sich mit herkömmlichen CAD-Programmen schwer umsetzen lassen, etwa zur Illustration hypothetischer Zukunftsszenarien der Architekturvisualisierung.
- **architectures.com** – <https://www.architectures.com>
Die Plattform architectures.com wurde als zentrales Analysetool genutzt. Sie ermöglichte die Erstellung komplexer, mehrgeschossiger Wohnbauentwürfe in Echtzeit durch AI-gestützte Planungsfunktionen. Praktische Tests sowie Demo-Projekte bildeten eine wichtige Grundlage der Nutzwertanalyse.
- **arkdesign.ai** – <https://www.arkdesign.ai>
Arkdesign.ai wurde für einfache Grundrissentwürfe verwendet. Aufgrund seiner reduzierten Benutzeroberfläche diente es vor allem zur Beurteilung der Einstiegsfreundlichkeit von AI-Tools für Architektur.
- **swapp.ai** – <https://www.swapp.ai>
Swapp.ai ist ein AI-gestütztes Architekturtool, das in die Analyse einbezogen wurde. Ein direkter Zugang zur Plattform wurde nicht gestattet, weshalb die Bewertung ausschließlich auf öffentlich zugänglichem Videomaterial und externen Quellen basierte.