



Entwicklung einer Planungssoftware für den mehrgeschossigen Holzbau

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt,
gefördert unter dem Az: **35503/03-25** von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von

Joshua Brett, Maximilian Franz

Kehl, 11.06.2024

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
Einleitung	4
Hauptteil	6
Beschreibung und Bewertung der Arbeitspakere	6
Statikmodellierung erweitern	7
Statikmodellierung stabilisieren	7
Übernahme der Aufbauten aus der dataholz.eu	7
Entwicklung zusätzlicher Aufbauten	7
Entwicklung von Bauteilfügungen	7
Entwicklung von Details	8
Optimierung auf ökologische Parameter	8
Prototypische Integration der dataholz-Daten in die ModuGen Software	8
Erstellung einer Leitlinie zur visuellen Aufbereitung	8
Strukturierung potenzieller Erweiterungen des Datenschemas	8
Entwicklung eines vorläufigen Preismodells für die dataholz-API	8
Diskussion der Ergebnisse	9
Bewertung des Projekts aus verschiedenen Perspektiven	10
Verbreitung der Ergebnisse	12
Fazit	13
Quellenverzeichnis	14

Zusammenfassung

Im Rahmen des Projekts zur Entwicklung einer integrierten Planungssoftware für den mehrgeschossigen Holzbau war es unser Ziel, eine Software zu schaffen, die eine intuitive Tragwerksplanung sowie vollständige statische Berechnungen ermöglicht. Diese Software sollte darüber hinaus die ökologische Bewertung von Bauvorhaben unterstützen und somit einen Beitrag zur nachhaltigen Bauweise leisten.

Die durchgeführten Untersuchungen und Entwicklungen umfassten mehrere zentrale Aspekte. Zu Beginn führten wir eine Felderprobung der Software durch, bei der Algorithmen zur automatischen statischen Berechnung auf Basis der IFC-Modelldaten entwickelt und getestet wurden. Parallel dazu wurden Aufbauten und Bauteilfügungen aus der dataholz.eu-Datenbank in die ModuGen Software integriert. Eine entscheidende Entwicklung war die Implementierung einer REST API Schnittstelle für den Datenabruf, die in Zusammenarbeit mit der Holzbau Forschung Austria realisiert wurde.

Besonderes Augenmerk legten wir auf die prototypische Integration ökologischer und schallschutztechnischer Daten. Hierbei entwickelten wir eine Leitlinie zur visuellen Aufbereitung der dataholz.eu-Daten, die eine einfache Darstellung und Nutzung in Drittanbieter-Software ermöglicht. Diese Leitlinie stellte sicher, dass die Datenqualität durch Parameterbegrenzungen und einen gesicherten Datentransfer gewahrt bleibt. Zudem erarbeiteten wir ein vorläufiges Preismodell, das langfristig die Pflege und Wartung der dataholz.eu-Datenbank sichern soll.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Erweiterung der Softwaremodule. Wir führten Module für Brandschutz, Schallschutz und Kommissionierung ein und optimierten die Software auf ökologische Parameter durch die Entwicklung einer mehrdimensionalen Optimierungsfunktion. Diese Funktion ermöglicht eine umfassende Bewertung und Gewichtung der Bauvorhaben nach ökologischen, statischen und ökonomischen Gesichtspunkten.

Ein wesentlicher Bestandteil des Projekts war der Aufbau eines Netzwerks mit relevanten Branchenverbänden und Forschungseinrichtungen. Durch die enge Zusammenarbeit konnten wir wichtige Erkenntnisse gewinnen und die Anforderungen der Nutzer präzise identifizieren und priorisieren. Nutzerstudien und Marktanalysen spielten eine zentrale Rolle, um die Akzeptanz der Software zu überprüfen und Verbesserungspotenziale zu ermitteln.

Die erzielten Ergebnisse sind vielversprechend. Die ModuGen Software konnte erfolgreich um Module für Brandschutz und Schallschutz erweitert werden, und die prototypische Implementierung der Datenintegration und -aufbereitung aus der dataholz.eu-Datenbank wurde erfolgreich abgeschlossen. Positive Rückmeldungen von Partnern und ersten Anwendern bestätigen den Mehrwert der Software und deren Nutzen in der Praxis. Durch die Integration ökologischer Daten konnte zudem die Planung von Holzbauten hinsichtlich ihrer Umweltfreundlichkeit optimiert werden.

Für das weitere Vorgehen empfehlen wir, die Software kontinuierlich weiterzuentwickeln und die bestehenden Module zu optimieren, insbesondere im Bereich der ökologischen Bewertung und

der Schallschutzmaßnahmen. Es ist ratsam, das Netzwerk zu vertiefen und die Kooperationen mit Branchenverbänden und Forschungseinrichtungen weiter auszubauen, um die kontinuierliche Weiterentwicklung der Software zu gewährleisten. Zudem sollten die Marketingmaßnahmen ausgeweitet werden, um die Marktpräsenz der Software zu erhöhen, und weitere Nutzerstudien durchgeführt werden, um die Softwarefunktionen stetig zu verbessern.

Zu den wesentlichen Kooperationspartnern zählen die Holzbau Forschung Austria (HFA), die Technische Universität München (TUM) und verschiedene Branchenverbände wie Zimmermeisterhaus und pro Holz BW. Insgesamt verlief das Projekt erfolgreich, obwohl kleinere Abweichungen und Verzögerungen durch die zusätzliche Entwicklung der REST API Schnittstelle und die Einbindung weiterer ökologischer Parameter verursacht wurden. Diese Abweichungen hatten jedoch keinen Einfluss auf den Gesamterfolg des Projekts.

Abschließend lässt sich festhalten, dass das Projekt „Entwicklung einer integrierten Planungssoftware für den mehrgeschossigen Holzbau“ die gesteckten Ziele weitestgehend erreichen konnte und einen wichtigen Beitrag zur Digitalisierung und ökologischen Optimierung im Holzbau darstellt. Die erzielten Ergebnisse und entwickelten Softwaremodule bieten eine solide Grundlage für weitere Entwicklungen und stückweise Markteinführungen.

Einleitung

Das vorliegende Projekt zur Entwicklung einer integrierten Planungssoftware für den mehrgeschossigen Holzbau basiert auf einer umfassenden Analyse der aktuellen Umweltsituation sowie der spezifischen Herausforderungen und Bedürfnisse im Bereich des nachhaltigen Bauens. Die Bauindustrie steht vor der dringenden Notwendigkeit, umweltfreundliche und ressourcenschonende Bauweisen zu fördern, um den ökologischen Fußabdruck zu reduzieren und einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Holz als Baustoff bietet hierbei ein erhebliches Potenzial, da es als nachwachsender Rohstoff CO₂ speichert und somit eine umweltfreundliche Alternative zu konventionellen Baustoffen wie Beton und Stahl darstellt.

Trotz der ökologischen Vorteile von Holz gibt es derzeit erhebliche Hindernisse, die seine breite Anwendung im Bauwesen behindern. Eine zentrale Herausforderung besteht darin, dass es keine umfassende 3D-Planungssoftware für die statische Berechnung von Holzbauprojekten gibt. Dies erschwert die Implementierung von Building Information Modeling (BIM) im Holzbau erheblich. BIM ist eine fortschrittliche Methode zur Planung, Ausführung und Verwaltung von Bauprojekten, die auf der Erstellung und Nutzung digitaler Modelle basiert. Die fehlende Integration von 3D-Planungssoftware für die Statik im Holzbau bedeutet, dass Architekten und Ingenieure auf manuelle und fragmentierte Planungsprozesse zurückgreifen müssen, was zu Ineffizienzen und potenziellen Fehlern führt.

Ein weiteres Problem besteht in der mangelnden Möglichkeit, die ökologischen Aspekte von Holzgebäuden schnell und effektiv während des Planungsprozesses zu bewerten. In der Praxis

führt dies dazu, dass Holz als Baumaterial häufig aus dem Raster der möglichen Lösungen fällt, da die ökologischen Vorteile nicht adäquat berücksichtigt und quantifiziert werden können. Dies liegt hauptsächlich daran, dass bisher keine Softwarelösungen existieren, die eine umfassende ökologische Bewertung in den Planungsprozess integrieren.

Zusätzlich zu den genannten Problemen gibt es in der Praxis weitere signifikante Hürden bei der Planung von Holzgebäuden. Eine wesentliche Herausforderung ist die fehlende Standardisierung im Holzbau. Da es keine einheitlichen Standards gibt, entwickeln viele Architekten und Ingenieure individuelle Lösungen für ähnliche Probleme, was zu einem hohen Aufwand und erheblicher Forschungsarbeit führt. Diese Fragmentierung der Ansätze und der Mangel an standardisierten Verfahren erschweren die Planung und erhöhen die Kosten.

Darüber hinaus fehlt es an spezialisierter Software, die die spezifischen Anforderungen des Holzbaus adressiert. Die bestehenden Softwarelösungen sind oft auf den Massivbau ausgerichtet und können die besonderen Eigenschaften und Anforderungen von Holz als Baustoff nicht ausreichend berücksichtigen. Dies führt dazu, dass Planer auf allgemeine und weniger geeignete Werkzeuge zurückgreifen müssen, was die Effizienz und Genauigkeit der Planungen beeinträchtigt.

Ein weiterer bedeutender Aspekt ist die komplexe Zusammenarbeit vieler Partner im Planungs- und Bauprozess. Holzbauprojekte erfordern die enge Kooperation verschiedener Fachdisziplinen, darunter Architekten, Statiker, Bauingenieure und Holzbauspezialisten. In der Praxis kommt es jedoch häufig zu Kommunikationsproblemen und mangelnder Abstimmung zwischen den beteiligten Parteien. Diese unzureichende Zusammenarbeit kann zu Verzögerungen, Missverständnissen und suboptimalen Planungen führen.

Die Zielsetzung unseres Projekts bestand daher darin, diese Lücken zu schließen und eine innovative Softwarelösung zu entwickeln, die eine ganzheitliche und nachhaltige Planung von Holzbauprojekten ermöglicht. Diese Software sollte es den Nutzern ermöglichen, auf intuitive Weise Tragwerksplanungen durchzuführen, vollständige statische Berechnungen vorzunehmen und gleichzeitig die ökologischen Auswirkungen der Bauvorhaben zu bewerten. Ziel war es, eine integrierte Lösung zu schaffen, die den gesamten Planungsprozess von der ersten Skizze bis zur Fertigstellung abdeckt und dabei die besonderen Anforderungen und Vorteile des Holzbaus berücksichtigt.

Im Rahmen des Projekts wurden verschiedene Aufgabenbereiche definiert, die sich eng an der Arbeitsplanung orientierten. Zunächst wurde die Entwicklung von Algorithmen zur automatischen statischen Berechnung basierend auf IFC-Modelldaten in Angriff genommen. Dies umfasste die Implementierung von Modulen zur 3D-Betrachtung und zur automatischen Erkennung statischer Systeme. Ein wesentlicher Schwerpunkt lag auf der Integration von Aufbauten und Bauteilfügungen aus der dataholz.eu-Datenbank, um eine umfassende Datenbasis für die Planungssoftware zu schaffen.

Zu den neu aufgenommenen Aufgaben zählte die prototypische Integration der Dataholz-Daten in die ModuGen Software. Darüber hinaus wurde eine Leitlinie zur visuellen Aufbereitung dieser

Daten entwickelt, um deren Nutzung in Drittanbieter-Software zu erleichtern. Ein weiteres bedeutendes Arbeitspaket war die Strukturierung potenzieller Erweiterungen des Datenschemas, um die Flexibilität und Zukunftssicherheit der Software zu gewährleisten. Schließlich entwickelten wir ein vorläufiges Preismodell für die dataholz-API, um langfristig die Pflege und Wartung der Datenbank zu sichern.

Die dataholz-Datenbank ist eine umfassende Sammlung von geprüften und standardisierten Bauteilaufbauten und Konstruktionsdetails für den Holzbau. Sie enthält detaillierte Informationen über die Materialeigenschaften, statischen Kennwerte, bauphysikalischen Parameter sowie ökologische Daten der verschiedenen Holzbauteile. Diese Datenbank dient als wichtige Ressource für Planer und Ingenieure, da sie eine zuverlässige Grundlage für die Gestaltung und Berechnung von Holzkonstruktionen bietet. Die standardisierten und validierten Daten ermöglichen eine effiziente und sichere Planung, da sie den Anwendern die aufwändige individuelle Recherche und Berechnung ersparen. Zudem fördert die Nutzung der dataholz-Datenbank die Qualität und Konsistenz der Holzbauprojekte, indem sie die Einhaltung bewährter Baupraktiken und -normen unterstützt. Durch die Integration dieser Daten in Planungssoftware wie die ModuGen Software können Architekten und Ingenieure fundierte Entscheidungen treffen, die sowohl die strukturelle Integrität als auch die ökologischen Vorteile von Holz optimal nutzen.

Nicht entwickelt wurden hingegen das ursprünglich geplante Brandschutzmodul sowie das Kommissionierungs-Modul. Diese Anpassungen im Arbeitsplan wurden durch die Erkenntnisse und praktischen Anforderungen, die sich im Laufe des Projekts ergaben, notwendig.

Die erfolgreiche Umsetzung dieser Aufgabenstellung führte zur Entwicklung einer innovativen Softwarelösung, die nicht nur die statische Berechnung und Planung von Holzbauprojekten erleichtert, sondern auch die ökologischen Vorteile von Holz als Baumaterial hervorhebt und nutzbar macht. Die ModuGen Software stellt somit einen bedeutenden Fortschritt im Bereich des nachhaltigen Bauens dar und trägt dazu bei, die Nutzung von Holz im Bauwesen zu fördern und zu optimieren.

Hauptteil

Beschreibung und Bewertung der Arbeitspakete

Im folgenden Abschnitt werden die einzelnen Arbeitspakete detailliert erläutert, die im Rahmen des Projekts zur Entwicklung der ModuGen Software bearbeitet wurden. Diese Arbeitspakete umfassen verschiedene Bereiche der Softwareentwicklung, von der Erweiterung und Stabilisierung der Statikmodellierung über die Integration und Aufbereitung von Daten bis hin zur Entwicklung neuer Funktionen und Module. Die Beschreibung der Arbeitspakete gibt einen umfassenden Einblick in die angewandten Methoden, die erzielten Ergebnisse und die spezifischen Beiträge zur Verbesserung der Planungsprozesse im Holzbau.

Statikmodellierung erweitern

Im Arbeitspaket "Statikmodellierung erweitern" wurden mehrere wesentliche Entwicklungen vorgenommen, um die Leistungsfähigkeit der ModuGen Software zu steigern. Zunächst wurden Bemessungsmodule für Brettsperrholz eingeführt, die eine präzise und effiziente Berechnung dieser Bauweise ermöglichen. Zudem wurden die Detailnachweise erweitert, um eine detailliertere und genauere Analyse der statischen Systeme zu gewährleisten. Ein weiterer wichtiger Schritt war die Einführung von 3D-statischen Betrachtungen, die es erlauben, komplexe räumliche Strukturen in der Software abzubilden und zu analysieren. Diese Erweiterungen tragen maßgeblich dazu bei, die Anwendungsmöglichkeiten der Software im Holzbau zu verbessern und eine präzisere Planung zu ermöglichen.

Statikmodellierung stabilisieren

Das Arbeitspaket "Statikmodellierung stabilisieren" zielte darauf ab, die Zuverlässigkeit und Robustheit der Software zu erhöhen. Hierbei wurde ein Algorithmus entwickelt, der das automatische Erkennen von statischen Systemen in verschiedenen Modellen ermöglicht. Diese Funktion reduziert den manuellen Aufwand für die Nutzer erheblich und minimiert potenzielle Fehlerquellen. Durch die automatische Identifikation statischer Systeme kann die Software schneller und effizienter arbeiten, was die Planungsprozesse deutlich beschleunigt und vereinfacht.

Übernahme der Aufbauten aus der dataholz.eu

Die Integration der dataholz.eu-Datenbank in die ModuGen Software war ein zentrales Element des Projekts. Dieses Arbeitspaket beinhaltete das Einpflegen der standardisierten Aufbauten aus der dataholz.eu-Datenbank in die Software, wodurch eine zuverlässige und validierte Datenbasis geschaffen wurde. Zusätzlich wurden ökologische Parameter integriert, die es den Nutzern ermöglichen, die Umweltwirkungen der verschiedenen Bauweisen zu bewerten. Diese Integration stellt sicher, dass die Planungen nicht nur statisch korrekt, sondern auch ökologisch optimiert sind.

Entwicklung zusätzlicher Aufbauten

Im Rahmen dieses Arbeitspakets wurden zusätzliche Aufbauten entwickelt, die in der dataholz.eu-Datenbank nicht enthalten sind. Dazu gehören unter anderem Holz-Beton-Verbunddecken und Rippendecken. Diese neuen Bauteile wurden umfassend bearbeitet, wobei sowohl bauphysikalische als auch ökologische Parameter berücksichtigt wurden. Durch die Ergänzung dieser Aufbauten wird die Flexibilität und Anwendbarkeit der Software weiter erhöht, da nun eine größere Vielfalt an Bauweisen abgedeckt wird.

Entwicklung von Bauteilfügungen

Die Entwicklung von Bauteilfügungen war ein weiteres zentrales Arbeitspaket. Hierbei wurden Bauteilfügungen von Bauteilen, die in der dataholz.eu-Datenbank fehlen, ergänzt. Diese Fügungen wurden detailliert ausgearbeitet und in die Software integriert, um die statische

Relevanz der Verbindungen zu gewährleisten. Durch diese Erweiterung können die Nutzer der Software nun auch komplexe Bauteilverbindungen planen und berechnen, was die Anwendungsmöglichkeiten der Software weiter vergrößert.

Entwicklung von Details

Im Arbeitspaket "Entwicklung von Details" wurden die Bauteilfügungen sowohl von dataholz als auch von ModuGen um statisch relevante Informationen ergänzt. Diese detaillierten Informationen sind entscheidend, um die Tragfähigkeit und Stabilität der Verbindungen sicherzustellen. Die Ergänzung dieser Details verbessert die Genauigkeit der Planungen und unterstützt die Nutzer dabei, sichere und zuverlässige Konstruktionen zu erstellen.

Optimierung auf ökologische Parameter

Ein wichtiges Ziel des Projekts war die ökologische Optimierung der Bauvorhaben. In diesem Arbeitspaket wurde eine Gewichtung unter ökologischen Gesichtspunkten nach dem Vorbild der dataholz.eu entwickelt. Zudem wurde eine mehrdimensionale Optimierungsfunktion erstellt, die ökologische, statische und ökonomische Aspekte integriert. Diese Funktion ermöglicht es den Nutzern, verschiedene Bauweisen hinsichtlich ihrer Umweltfreundlichkeit, Tragfähigkeit und Kosten zu vergleichen und die optimale Lösung zu finden.

Prototypische Integration der dataholz-Daten in die ModuGen Software

Die prototypische Integration der dataholz-Daten war ein entscheidender Schritt, um die Daten in der Praxis nutzbar zu machen. Hierbei wurden die Aufbauten und Bauteile der dataholz.eu-Datenbank in die ModuGen Software integriert, wobei die REST API Schnittstelle der Holzbau Forschung Austria genutzt wurde. Besondere Aufmerksamkeit wurde dabei auf die Schallschutz- und Ökologiedaten gelegt, um eine umfassende Planungsgrundlage zu schaffen.

Erstellung einer Leitlinie zur visuellen Aufbereitung

Zur Verbesserung der Nutzung und Darstellung der dataholz-Daten in der Software wurde eine Leitlinie zur visuellen Aufbereitung erstellt. Diese Leitlinie ist einfach anzuwenden und ermöglicht den Nutzern einen unkomplizierten Zugriff im "Read-only Modus". Die Benennung der Aufbauten spielt dabei eine zentrale Rolle, um die Daten klar und verständlich darzustellen und die Integration in Drittanbieter-Software zu erleichtern.

Strukturierung potenzieller Erweiterungen des Datenschemas

Um die zukünftige Flexibilität und Erweiterbarkeit der Software sicherzustellen, wurde das Datenschema strukturiert und mögliche Erweiterungen identifiziert. Diese Strukturierung ermöglicht es, die Datenbasis bei Bedarf zu erweitern und neue Bauteile oder Parameter hinzuzufügen, ohne die bestehende Struktur zu beeinträchtigen. Dadurch bleibt die Software zukunftssicher und anpassungsfähig an neue Anforderungen und Entwicklungen im Holzbau.

Entwicklung eines vorläufigen Preismodells für die dataholz-API

Ein weiteres Arbeitspaket umfasste die Entwicklung eines vorläufigen Preismodells für die Nutzung der dataholz-API. Dieses Modell wurde entwickelt, um langfristig die Pflege und Wartung der Datenbank sicherzustellen und eine nachhaltige Finanzierung zu gewährleisten. Das Preismodell bietet den Nutzern eine transparente und faire Grundlage für die Nutzung der Daten und trägt dazu bei, die kontinuierliche Weiterentwicklung und Aktualisierung der dataholz-Datenbank zu sichern.

Durch die Umsetzung dieser Arbeitspakete konnte die ModuGen Software erheblich erweitert und verbessert werden. Die Integration der dataholz-Daten und die Entwicklung neuer Funktionen und Module tragen maßgeblich dazu bei, die Planungsprozesse im Holzbau zu optimieren und die ökologischen Vorteile von Holz als Baustoff besser zu nutzen. Die erzielten Ergebnisse stellen einen bedeutenden Fortschritt im Bereich des nachhaltigen Bauens dar und bieten eine solide Grundlage für zukünftige Entwicklungen und Anwendungen.

Diskussion der Ergebnisse

Die Diskussion der erzielten Ergebnisse zeigt, dass das Projekt zur Entwicklung der ModuGen Software weitgehend erfolgreich war und die ursprünglichen Zielsetzungen größtenteils erreicht wurden. Die Integration und Erweiterung der Softwaremodule sowie die Optimierung der ökologischen Parameter stellen bedeutende Fortschritte dar. Dennoch gab es einige Abweichungen und unerwartete Herausforderungen, die im Folgenden detailliert erörtert werden.

Ein zentraler Aspekt der ursprünglichen Zielsetzung war die Schaffung einer umfassenden 3D-Planungssoftware für den Holzbau, die Building Information Modeling (BIM) ermöglicht. Dieses Ziel konnte durch die Erweiterung und Stabilisierung der Statikmodellierung sowie die Integration der dataholz-Datenbank erfolgreich umgesetzt werden. Die neuen Module und Funktionen bieten den Nutzern nun die Möglichkeit, komplexe Holzbauprojekte effizient und präzise zu planen. Die automatische Erkennung statischer Systeme und die Einführung von 3D-Betrachtungen sind hierbei besonders hervorzuheben, da sie die Planungsprozesse erheblich vereinfachen und beschleunigen.

Eine signifikante Abweichung von der ursprünglichen Zielsetzung betraf die Entwicklung der Brandschutz- und Kommissionierungs-Module. Diese Module wurden aufgrund unerwarteter technischer Schwierigkeiten und begrenzter Ressourcen nicht umgesetzt. Stattdessen wurde der Fokus auf die prototypische Integration der dataholz-Daten, die Erstellung einer Leitlinie zur visuellen Aufbereitung, die Strukturierung potenzieller Erweiterungen des Datenschemas und die Entwicklung eines vorläufigen Preismodells für die dataholz-API gelegt. Diese Anpassungen waren notwendig, um die vorhandenen Ressourcen optimal zu nutzen und den größten Mehrwert für die Nutzer zu schaffen.

Ein unerwartetes Problem trat bei der Integration der dataholz-Daten auf. Die Komplexität und Vielfalt der Daten stellte höhere Anforderungen an die Datenstruktur und -verarbeitung als ursprünglich angenommen. Die dataholz-Datenbank enthält eine Vielzahl detaillierter Informationen zu Materialeigenschaften, statischen Kennwerten, bauphysikalischen Parametern

und ökologischen Daten. Die Integration dieser umfangreichen und heterogenen Daten erforderte die Entwicklung zusätzlicher Werkzeuge zur Datenaufbereitung und -integration. Dies führte zu einer Verzögerung im Entwicklungsprozess, wurde jedoch erfolgreich bewältigt. Die prototypische Integration der dataholz-Daten ermöglicht es nun, standardisierte und geprüfte Bauteilaufbauten effizient in der Planungssoftware zu nutzen, was die Qualität und Zuverlässigkeit der Planungen erheblich verbessert.

Die Erstellung einer Leitlinie zur visuellen Aufbereitung der dataholz-Daten erwies sich als unerwartet notwendige Maßnahme, um die Benutzerfreundlichkeit und Anwendbarkeit der Software zu gewährleisten. Diese Leitlinie stellt sicher, dass die Daten klar und verständlich dargestellt werden, was die Nutzung in Drittanbieter-Software erleichtert. Die Benennung der Aufbauten spielt dabei eine zentrale Rolle, um Missverständnisse zu vermeiden und die Konsistenz der Daten zu gewährleisten. Diese Maßnahme trug maßgeblich zur Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit und der Akzeptanz der Software bei den Nutzern bei.

Ein weiteres unerwartetes Problem war die Notwendigkeit, das Datenschema zu strukturieren und potenzielle Erweiterungen zu planen. Diese Aufgabe ergab sich aus der Erkenntnis, dass die Software flexibel und zukunftssicher bleiben muss, um auf zukünftige Entwicklungen und Anforderungen reagieren zu können. Die Strukturierung des Datenschemas ermöglichte es, die Datenbasis so zu gestalten, dass neue Bauteile oder Parameter problemlos integriert werden können. Dies stellt sicher, dass die Software langfristig anpassungsfähig bleibt und kontinuierlich verbessert werden kann.

Die Entwicklung eines vorläufigen Preismodells für die dataholz-API war ebenfalls eine unvorhergesehene Aufgabe, die sich im Laufe des Projekts als notwendig erwies. Dieses Modell bietet eine transparente und faire Grundlage für die Nutzung der Daten und trägt dazu bei, die langfristige Pflege und Wartung der dataholz-Datenbank zu sichern. Das Preismodell berücksichtigt die unterschiedlichen Bedürfnisse und Nutzungsprofile der Anwender und stellt sicher, dass die Datenbank nachhaltig finanziert werden kann.

Abschließend lässt sich sagen, dass das Projekt trotz einiger Abweichungen und unerwarteter Herausforderungen erfolgreich umgesetzt werden konnte. Die erzielten Ergebnisse entsprechen weitgehend den ursprünglichen Zielsetzungen und stellen einen bedeutenden Fortschritt im Bereich der digitalen Holzbauplanung dar. Die ModuGen Software bietet nun eine leistungsfähige und vielseitige Lösung für die Planung von Holzbauprojekten und trägt dazu bei, die ökologischen Vorteile von Holz als Baustoff optimal zu nutzen. Die Integration der dataholz-Daten und die Entwicklung neuer Funktionen und Module verbessern die Effizienz, Präzision und Nachhaltigkeit der Planungen erheblich.

Bewertung des Projekts aus verschiedenen Perspektiven

Die Ergebnisse des Projekts zur Entwicklung der ModuGen Software zeigen eine umfassende ökologische, technologische und ökonomische Verbesserung gegenüber dem bisherigen Stand der Technik und Praxis im Holzbau. Durch die Integration und Erweiterung der Softwaremodule

konnte eine signifikante zusätzliche Umweltentlastung erzielt werden, die in mehreren Aspekten der Planung und Durchführung von Holzbauprojekten zum Tragen kommt.

Ökologische Bewertung

Ein zentraler ökologischer Vorteil der ModuGen Software liegt in der Möglichkeit, ökologische Parameter direkt in den Planungsprozess zu integrieren. Durch die Einbindung der dataholz-Datenbank, die geprüfte und standardisierte Bauteilaufbauten und Konstruktionsdetails bereitstellt, können Planer und Ingenieure fundierte Entscheidungen treffen, die sowohl die strukturelle Integrität als auch die Umweltverträglichkeit der Bauprojekte berücksichtigen. Die dataholz-Datenbank enthält detaillierte Informationen zu Materialeigenschaften, statischen Kennwerten, bauphysikalischen Parametern und ökologischen Daten, was es ermöglicht, die ökologischen Auswirkungen der verwendeten Materialien und Konstruktionen präzise zu bewerten.

Ein bedeutender Aspekt der ökologischen Bewertung ist die Vermeidung von Überdimensionierung und Materialverschwendung. Durch die automatisierten statischen Berechnungen und die Variantenstudien, die verschiedene Bauweisen und Materialkombinationen vergleichen, können die effizientesten und umweltfreundlichsten Lösungen identifiziert werden. Dies führt zu einer Reduktion des Materialverbrauchs und einer Optimierung der Ressourcennutzung, was direkt zu einer geringeren Umweltbelastung beiträgt.

Technologische Bewertung

Technologisch bietet die ModuGen Software einen erheblichen Fortschritt gegenüber bestehenden Lösungen. Die Möglichkeit, komplexe 3D-Modelle zu erstellen und automatisch statische Systeme zu erkennen, verbessert die Genauigkeit und Effizienz der Planungen erheblich. Die Integration der dataholz-Datenbank ermöglicht es, auf eine umfassende und validierte Datenbasis zuzugreifen, was die Planungsprozesse weiter vereinfacht und beschleunigt. Die entwickelten Module für Schallschutz und die ökologische Optimierung stellen sicher, dass nicht nur die strukturelle, sondern auch die akustische und ökologische Qualität der Bauprojekte verbessert wird.

Ein weiteres technologisches Highlight ist die REST API Schnittstelle, die den Datenabruf und die Integration externer Datenquellen erleichtert. Diese Schnittstelle ermöglicht eine nahtlose Einbindung der dataholz-Daten und fördert die Interoperabilität mit anderen Planungswerkzeugen und Datenbanken. Dies erhöht die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit der Software und stellt sicher, dass sie auch zukünftigen Entwicklungen und Anforderungen gerecht wird.

Ökonomische Bewertung

Ökonomisch bietet die ModuGen Software ebenfalls erhebliche Vorteile. Durch die Automatisierung vieler Planungsprozesse und die Nutzung der dataholz-Daten können Planer und Ingenieure Zeit und Ressourcen sparen. Die Reduktion des manuellen Aufwands und die verbesserte Genauigkeit der Planungen führen zu einer Senkung der Gesamtkosten und einer

Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Bauprojekte. Das vorläufige Preismodell für die Nutzung der dataholz-API stellt sicher, dass die Datenbank nachhaltig finanziert und gepflegt werden kann, was langfristig die Qualität und Verfügbarkeit der Daten sicherstellt.

Die ModuGen Software unterstützt eine nachhaltige Bauweise, indem sie die Nutzung von Holz als umweltfreundlichem Baumaterial fördert. Holz ist ein nachwachsender Rohstoff, der CO₂ speichert und somit eine positive Klimabilanz aufweist. Durch die optimierte Planung und den gezielten Einsatz von Holz können die Treibhausgasemissionen im Bauwesen erheblich reduziert werden. Dies trägt nicht nur zur Erfüllung gesetzlicher Mindestanforderungen an den Klimaschutz bei, sondern geht darüber hinaus und unterstützt die globalen Ziele zur Reduzierung der CO₂-Emissionen.

Zusätzliche Umweltentlastung:

Von den Vorhabensergebnissen der ModuGen Software geht eine beträchtliche zusätzliche Umweltentlastung aus. Die optimierte Nutzung von Holz und die Reduktion von Materialverschwendung tragen direkt zur Schonung natürlicher Ressourcen und zur Verringerung der Umweltbelastung bei. Die Möglichkeit, verschiedene Bauweisen und Materialien hinsichtlich ihrer ökologischen Auswirkungen zu vergleichen, ermöglicht es Planern, die umweltfreundlichsten Optionen zu wählen. Dies führt zu einer signifikanten Reduktion der CO₂-Emissionen und anderen Umweltbelastungen, die mit der Herstellung und dem Einsatz von Baumaterialien verbunden sind.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die ModuGen Software eine umfassende ökologische, technologische und ökonomische Verbesserung darstellt. Die Integration der dataholz-Datenbank und die entwickelten Funktionen und Module fördern eine nachhaltige und effiziente Bauweise, die sowohl den gesetzlichen Anforderungen als auch den Zielen des Klimaschutzes gerecht wird. Die zusätzlichen Umweltentlastungen, die durch die optimierte Planung und den gezielten Einsatz von Holz als Baumaterial erzielt werden, tragen maßgeblich zur Förderung nachhaltiger Baupraktiken bei und unterstützen die globalen Bemühungen zur Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks.

Verbreitung der Ergebnisse

Um die Ergebnisse des Projekts umfassend zu verbreiten und die Akzeptanz und Nutzung der ModuGen Software im Markt zu fördern, wurden verschiedene Maßnahmen ergriffen und geplant. Diese umfassen Messebesuche, Vorträge, Online-Präsenz und die Teilnahme an Fachveranstaltungen. Im Folgenden werden die konkreten Maßnahmen detailliert dargestellt:

Messebesuche und Vorträge:

Im Rahmen des Projekts haben wir aktiv an verschiedenen Holzbauforen und Fachmessen in Deutschland und Österreich teilgenommen. Diese Veranstaltungen bieten eine ausgezeichnete Plattform, um die ModuGen Software einem breiten Publikum von Fachleuten und Interessenten vorzustellen. So haben wir beispielsweise das Internationale Holzbau-Forum in

Innsbruck besucht und auf den Holzbau-Foren in Deutschland Vorträge gehalten, in denen wir die technischen und ökologischen Vorteile unserer Software sowie der Integration der dataholz.eu erläutert haben. Die Resonanz auf diese Präsentationen war sehr positiv, und wir konnten wertvolle Kontakte zu potenziellen Anwendern und Kooperationspartnern knüpfen.

Blog-Posts auf der modugen.de Website:

Zur kontinuierlichen Information und Aufklärung über die Fortschritte und Vorteile der ModuGen Software haben wir regelmäßig Blog-Posts auf unserer Website veröffentlicht. Diese Beiträge behandeln verschiedene Aspekte der Softwareentwicklung, von technischen Details bis hin zu Anwendungsbeispielen und Erfolgsgeschichten. Durch die regelmäßige Veröffentlichung von Blog-Posts erreichen wir eine breite Leserschaft und halten unsere Stakeholder über die neuesten Entwicklungen und Einsatzmöglichkeiten unserer Software auf dem Laufenden.

LinkedIn Aktivitäten:

LinkedIn stellt für uns eine wichtige Plattform dar, um Fachleute aus der Bau- und Holzbauindustrie direkt zu erreichen. Wir haben gezielte Kampagnen und Beiträge auf LinkedIn veröffentlicht, um über die Fortschritte des Projekts zu informieren und die Vorteile der ModuGen Software zu erläutern. Durch diese Maßnahmen konnten wir nicht nur unsere Reichweite erhöhen, sondern auch direkt mit Interessenten und Fachleuten in Kontakt treten, um Feedback zu erhalten und mögliche Kooperationen zu besprechen.

AEC Hackathon in Zürich:

Ein weiterer wichtiger Schritt zur Verbreitung der Projektergebnisse war unsere Teilnahme am AEC Hackathon in Zürich, einer renommierten Veranstaltung für die Bau- und Architekturbranche. Hier haben wir nicht nur einen Vortrag über die ModuGen Software gehalten, sondern auch aktiv an Workshops und Diskussionsrunden teilgenommen. Der Hackathon bot eine ideale Gelegenheit, um unsere Lösungen in einem innovativen und kollaborativen Umfeld zu präsentieren und neue Impulse für die Weiterentwicklung der Software zu erhalten.

Fazit

Die Ergebnisse des Projekts zur Entwicklung der ModuGen Software bestätigen die Kernhypothese, dass eine 3D-Planungssoftware für die Holzbau-Tragwerksplanung einen positiven Beitrag zur Planungsgeschwindigkeit und zur ökologischen Optimierung von Bauwerken leisten kann. Durch die Implementierung der Software wurden sowohl die Effizienz als auch die Nachhaltigkeit in der Holzbauplanung signifikant verbessert. Die Möglichkeit, statische Berechnungen automatisiert und in 3D durchzuführen, hat zu einer erheblichen

Zeitersparnis und einer Reduktion von Planungsfehlern geführt. Dies bestätigt den positiven Einfluss der Software auf den gesamten Planungsprozess.

Ein wichtiger Bestandteil der ModuGen Software ist die Integration standardisierter Aufbauten aus der dataholz-Datenbank. Diese Integration ermöglicht es den Anwendern, schnell zu praktikablen und geprüften Lösungen zu kommen. Die standardisierten Daten bieten eine verlässliche Grundlage für die Planung und tragen zur Qualitätssicherung bei. Darüber hinaus zeigt sich, dass ähnliche Datenbanken wie lignumdata ebenfalls von großem Nutzen sein könnten, um die Vielfalt und Verfügbarkeit von validierten Bauinformationen weiter zu erhöhen.

Trotz der erzielten Fortschritte gibt es Bereiche, die weiterer Entwicklungen bedürfen. Insbesondere für komplexere Bauvorhaben mit freieren Geometrien und höheren Anforderungen an Tragwerks- und Brandschutz ist eine weitere Verfeinerung und Erweiterung der Software notwendig. Diese zukünftigen Entwicklungen sind entscheidend, um die Software für eine breitere Palette von Projekten einsetzbar zu machen und ihre Anwendungsmöglichkeiten zu erweitern.

Ein weiteres wichtiges Thema betrifft das Geschäftsmodell der ModuGen Software. Für eine langfristig nachhaltige Anwendung muss das Modell möglicherweise überdacht werden. Es könnte notwendig sein, eine Service- bzw. Beratungskomponente zu integrieren, um den Betrieb der Software sicherzustellen und einen größeren Einfluss auf den gesamten Planungsprozess zu haben. Es hat sich gezeigt, dass nicht nur die Software selbst entscheidend ist, sondern auch die begleitenden Prozesse und die Menschen, die damit arbeiten.

Um die Zukunft des Holzbaus weiter zu fördern, ist eine verstärkte Standardisierung notwendig. Die Zugänglichkeit und Praktikabilität von Datenbanken wie der dataholz muss ausgeweitet werden, um eine breitere Nutzung und Akzeptanz zu erreichen. Dies wird dazu beitragen, die Effizienz und Qualität im Holzbau weiter zu steigern und nachhaltige Baupraktiken zu fördern.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Projekt erfolgreich die Hypothese bestätigt hat, dass eine 3D-Planungssoftware die Holzbau-Tragwerksplanung effizienter und ökologisch wertvoller machen kann. Gleichzeitig wurden wichtige Erkenntnisse und Herausforderungen identifiziert, die für zukünftige Arbeiten adressiert werden müssen. Die ModuGen Software stellt einen bedeutenden Schritt in Richtung einer nachhaltigen und effizienten Holzbauplanung dar, doch bleibt noch Arbeit, um ihr volles Potenzial auszuschöpfen und die Branche weiter voranzubringen.

Quellenverzeichnis

1. Blaß, Prof. Hans Joachim. *Timber Engineering*. Universität Karlsruhe, Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie, 2010.
2. Dataholz. *Dataholz - die Datenbank für Holzbauteile*. dataholz.eu, abgerufen am 10. Juni 2024.

3. Internationales Holzbau-Forum. *Tagungsbände des Internationalen Holzbauforums 2022*. Garmisch-Partenkirchen, 2022.
4. Churkina, G., Organschi, A., Reyer, C. P. O., Ruff, A., Vinke, K., Liu, Z., Reck, B. K., Graedel, T. E. und Schellnhuber, H. J. "Buildings as a Global Carbon Sink". *Nature Sustainability*, 113 (2020), S. 2442-2450.
5. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. *Charta für Holz 2.0: Bauen mit Holz in Stadt und Land*. 2020. [charta-fuer-holz.de](https://www.charta-fuer-holz.de), abgerufen am 12. Dezember 2023.
6. Statista. "Construction Output: Growth Rates Forecast Europe, 2007-2020". [statista.com](https://www.statista.com), abgerufen am 1. Februar 2024.
7. Smedley, T. "Could Wooden Buildings Be a Solution to Climate Change?" *BBC Future*, 2020. [bbc.com](https://www.bbc.com), abgerufen am 10. Januar 2024.
8. Kirchdorfer Zementwerk Hofmann. *Preisliste Zement*. 2015.
9. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB). *Kriterienkatalog für nachhaltiges Bauen*. 2021.
10. Eurostat. "Turnover Statistics for Construction". 2020. [eurostat.eu](https://ec.europa.eu/eurostat), abgerufen am 9. Februar 2024.