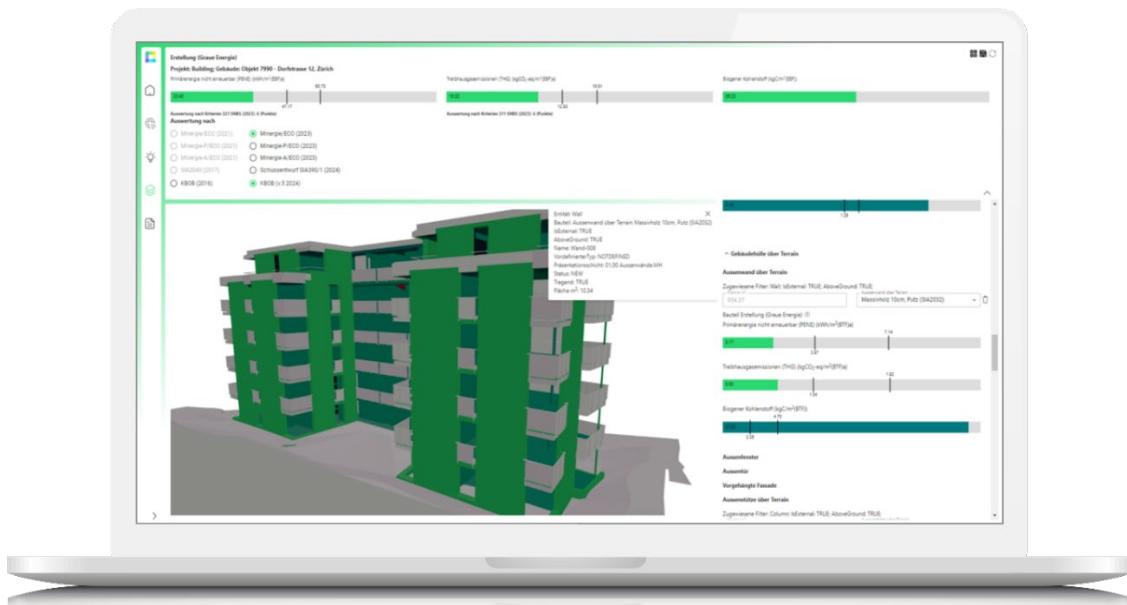




Bericht vom 30.06.2025

greenBIM Programm 2023-25

Implementierung Methode Netto Null, Integ- ration der Sanierung und Entwicklung der green- BIM IFC- Applikation



Quelle: greenBIM, IFC-Version

Datum: 30.06.2025

Ort: Muttenz



Subventionsgeberin:

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Energieforschung und Cleantech
3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Projektpartner:

Stadt Zürich, Amt für Hochbauten
Lindenhofstrasse 21, Postfach, 8021 Zürich
<https://www.stadt-zuerich.ch/hbd/de/index/hochbau/beratung/nachhaltiges-bauen.html>

Kanton Basel-Stadt
Amt für Umwelt und Energie
Spiegelgasse 15, Postfach, 4001 Basel
<https://www.aue.bs.ch/>

Burckhardt+Partner AG
Dornacherstrasse 210, 4002 Basel
<https://burckhardt.swiss/>

Subventionsempfänger/innen:

FHNW, Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau
Hofackerstrasse 30, 4132 Muttenz
<https://www.fhnw.ch/de/die-fhnw/hochschulen/architektur-bau-geomatik/institute/ineb>

Autorinnen:

Prof. Barbara Sintzel, Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau FHNW, barbara.sintzel@fhnw.ch
Anita Naneva, Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau FHNW, anita.naneva@fhnw.ch

BFE-Projektbegleitung:

Andreas Eckmanns, andreas.eckmanns@bfe.admin.ch
Martin Ménard, menard@lowtechlab.ch

BFE-Vertragsnummer: SI/502656-01

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autorinnen und Autoren dieses Berichts verantwortlich.



Zusammenfassung

Das Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau FHNW, am Campus Muttenz hat 2021/22 ein greenBIM Programm entwickelt. Das Programm ermöglicht es Architektinnen und Architekten sowie weiteren Planenden, BIM Applikationen bereits in einer frühen Planungsphase im Rahmen der normalen Planungsumgebung (Revit und ArchiCAD) einzusetzen und Nachhaltigkeitsaspekte auszuwerten und zu optimieren. Dabei geht es einerseits darum, den ökologischen Fussabdruck des Bauprojekts zu reduzieren und aufzuzeigen, was Netto-Null im Gebäudebereich bedeutet.

Mit dem greenBIM Programm 2023-25 wird eine IFC-Plattform aufgebaut, mit der es möglich ist, Architektur-Entwürfe aus verschiedenen CAD-Programmen über einen IFC-Import in der frühen Projektphase (Vorstudie, Vorprojekt) bezüglich Erstellungs- und Betriebsenergie und Emissionen auszuwerten (greenBIM). Mit dem Programm ist es auch möglich, mittels Mengeneingaben mit einem Rechner (greenDESIGN) die analogen Berechnungen und Auswertungen durchzuführen.

Die Auswertungen sind möglich nach dem SIA390/1 «Klimapfad – Treibhausgas- und Energiebilanz von Gebäuden» für Erstellung und Betrieb mit den neuen Grenz- und Zielwerten wie auch die Standards von Minergie-P-A/ECO und SNBS, so dass der Entwurf bezüglich dieser Größen bewertet und optimiert werden kann. Auch Sanierungsprojekte können bewertet werden. Zudem werden Bauteile im greenBIM Programm integriert.

Die cloudbasierte Webplattform viride.ch (IFC-basiert) wurde im Rahmen dieses Projekts programmiert und ein IFC-Viewer integriert. Die Funktionalitäten und Standards für Primärenergie nicht erneuerbar, Treibhausgasemissionen, und gespeicherten biogenen Kohlenstoff wurden mit Aspekten der Erstellungs- und der Betriebsenergie ergänzt. Es ist zudem möglich, mit Bauteilen gemäss SIA 2032 zu rechnen. Bereits rund 280 Nutzerinnen und Nutzer sind auf der Plattform registriert und optimieren ihre Projekte.

Résumé

L’Institut de la durabilité et de l’énergie dans la construction de la FHNW, sur le campus de Muttenz, a développé en 2021/22 un programme greenBIM. Ce programme permet aux architectes ainsi qu’aux autres planificateurs d’utiliser des applications BIM dès une phase précoce de la planification, dans leur environnement de travail habituel (Revit et ArchiCAD), afin d’évaluer et d’optimiser les aspects de durabilité. L’objectif est d’une part de réduire l’empreinte écologique du projet de construction et, d’autre part, de montrer ce que signifie l’objectif « zéro émission nette » dans le domaine du bâtiment.

Avec le programme greenBIM 2023-25, une plateforme IFC est mise en place, permettant d’importer des esquisses architecturales issues de différents logiciels de CAO via un import IFC dès les premières phases de projet (étude préliminaire, avant-projet) et de les évaluer en termes d’énergie grise, d’énergie d’exploitation et d’émissions (greenBIM). Le programme permet également, par des saisies de quantités et l’usage d’un calculateur (greenDESIGN), de réaliser des calculs et évaluations analogues.

Les évaluations sont possibles selon la norme SIA390/1 « Trajectoire climatique – Bilan des gaz à effet de serre et de l’énergie des bâtiments » pour la construction et l’exploitation, en tenant compte des nouvelles valeurs limites et cibles, ainsi que des standards Minergie-P-A/ECO et SNBS. De cette façon, le projet peut être évalué et optimisé selon



ces critères. Les projets de rénovation peuvent également être analysés. De plus, les éléments de construction sont intégrés dans le programme greenBIM.

La plateforme web cloud viride.ch (basée sur IFC) a été développée dans le cadre de ce projet, avec un visualiseur IFC intégré. Les fonctionnalités et standards pour l'énergie primaire non renouvelable, les émissions de gaz à effet de serre et le carbone biogénique stocké ont été complétés par des aspects liés à l'énergie de construction et d'exploitation. Il est en outre possible d'effectuer des calculs avec des éléments de construction selon la norme SIA2032. Déjà près de 280 utilisateurs sont inscrits sur la plateforme et optimisent leurs projets.

Summary

The Institute of Sustainability and Energy in Construction at FHNW, located on the Muttenz campus, developed a greenBIM program in 2021/22. The program enables architects and other planners to use BIM applications already in the early design phase within their usual planning environment (Revit and ArchiCAD) to assess and optimise sustainability aspects. The aim is, on the one hand, to reduce the ecological footprint of the construction project and, on the other hand, to demonstrate what Net Zero means in the building sector.

With the greenBIM program 2023-25, an IFC platform is being developed that makes it possible to import architectural designs from different CAD programs via IFC import at early project stages (feasibility study, preliminary design) and to evaluate them in terms of embodied and operational energy and emissions (greenBIM). The program also allows, through quantity inputs and the use of a calculator (greenDESIGN), to carry out analogous calculations and assessments.

Evaluations can be performed according to SIA390/1 "Climate Path – Greenhouse Gas and Energy Balance of Buildings" for construction and operation, using the new limit and target values, as well as the Minergie-P-A/ECO and SNBS standards, so that designs can be assessed and optimised with respect to these indicators. Renovation projects can also be evaluated. In addition, building components are integrated into the greenBIM program.

The cloud-based web platform viride.ch (IFC-based) was developed as part of this project, including an integrated IFC viewer. The functionalities and standards for non-renewable primary energy, greenhouse gas emissions, and stored biogenic carbon were expanded with aspects of embodied and operational energy. It is also possible to calculate with building components according to SIA2032. Already around 280 users are registered on the platform and are optimising their projects.



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
Résumé	3
Summary	4
Inhaltsverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	7
1 Einleitung	8
1.1 Ausgangslage und Hintergrund	8
1.2 Motivation des Projektes	8
1.3 Projektziele	9
2 Methodologie	10
2.1 Zielsetzung	10
2.2 Rahmen und Normen	10
2.3 Methoden.....	10
2.3.1 greenDESIGN: Quantitative Bewertung	10
2.3.2 greenBIM: Modellgestützte Bewertung	11
2.4 Datenerfassung und -analyse.....	11
2.5 Bewertungsmetriken für CO ₂ Emissionen und Netto Null	11
2.6 Umsetzungsprozess	12
2.7 Ergebnisse und Einsichten	12
2.8 Bedeutung und Innovation.....	13
3 Entwicklung einer browserbasierten Plattform viride.ch mit zwei Methoden - greenDESIGN und greenBIM	14
3.1 Datenstruktur und Arbeitsablauf auf der Plattform	16
3.1.1 Menü Gebäude	16
3.1.2 Menü Gebäudetechnik	19
3.2 greenDESIGN.....	21
3.3 greenBIM	23
3.4 Ergebnisse der Plattform	26
4 Erstellung	29
4.1 Basis SIA2032 mit KBOB2016 und KBOB2022 Version 7 (2025)	29
4.2 SIA2040 und SIA390/1	30
4.3 Minergie und Minergie-ECO	31
4.4 SNBS	31
4.5 Umfassende Bewertung und Branchenausrichtung	32
5 Betrieb	33



5.1	Basis SIA380/1 für Heizwärmebedarf	33
5.2	SIA2040 und SIA390/1	35
5.3	Minergie	36
5.4	Vorteile der Betriebsenergie-Bewertung für Plattform-Nutzende	37
5.5	Auswirkungen auf langfristige Nachhaltigkeitsziele und Zertifizierungsbereitschaft	37
6	Bauteilkatalog	38
6.1	Integration von Bauteilen der SIA2032.....	38
6.2	Integration von SIA381.101	39
6.3	Zuordnung von Bauteilen zu greenDESIGN- und greenBIM-Mengen	39
6.4	Vorteile eines standardisierten, vereinfachten Katalogs	40
6.5	Unterstützung von nachhaltigem Design durch Bauteil-Zuordnung.....	40
7	Diskussion.....	41
8	Kommunikation	43
Normen und Merkblätter		46
Quellenangaben.....		47
Anhang		48
	IFC IER Viride (IFC 2x3, 4 und 4x3).....	48
	Beispiel-IFC-Modell greenBIM	48



Abkürzungsverzeichnis

BIM	Building Information Modelling
	Bei der Gebäudedatenmodellierung handelt es sich um einen Prozess, der die Erstellung und Verwaltung digitaler Darstellungen der physischen und funktionalen Merkmale von Orten umfasst. BIM wird durch verschiedene Werkzeuge, Technologien und Verträge unterstützt.
IER	Information Exchange Requirements
	Die IER definieren die genauen Informationen, die für die verschiedenen Projektphasen benötigt werden, und stellen sicher, dass alle Beteiligten Zugang zu konsistenten, genauen Daten haben, die die Entscheidungsfindung während des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes unterstützen.
IFC	Industry Foundation Classes
	IFC bezeichnet einen primären, weltweiten, offenen Standard für den Datenaustausch in der Bauindustrie. Entwickelt wurde er von buildingSMART.



1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Hintergrund

Das Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau FHNW, am Campus Muttenz hat 2021/22 ein greenBIM Programm entwickelt. Das Programm ermöglicht es Architektinnen und Architekten sowie weiteren Planenden, BIM Applikationen bereits in einer frühen Planungsphase im Rahmen der normalen Planungsumgebung (Plugins für Revit und ArchiCAD) einzusetzen und Nachhaltigkeitsaspekte auszuwerten und zu optimieren. Dabei geht es einerseits darum, den ökologischen Fussabdruck des Bauprojekts zu reduzieren und aufzuzeigen, was Netto-Null im Gebäudebereich bedeutet.

Mit dem greenBIM Programm 2023-25 wird eine browserbasierte online-Plattform (basiert auf IFC) aufgebaut, mit der es möglich ist, Architektur-Entwürfe aus verschiedenen CAD-Programmen über einen IFC-Import in der frühen Projektphase (Vorstudie, Vorprojekt) bezüglich Erstellungs- und Betriebsenergie und Emissionen auszuwerten (greenBIM). Mit dem Programm ist es auch möglich, mittels Mengeneingaben mit einem Rechner (greenDESIGN) die analogen Berechnungen und Auswertungen durchzuführen.

Die Bewertungen werden nach Fertigstellung in einer kostenlosen browserbasierten online-Plattform (basiert auf IFC, sowie manuelle Mengeneingaben) ermöglicht. Diese ist vor allem für die Vorstudie und Vorprojektphase anwendbar.

1.2 Motivation des Projektes

Das greenBIM Programm gewinnt insbesondere mit der Umsetzung von Netto-Null in Basel-Stadt, aber auch weiteren Städten wie Stadt Baden, Stadt Zürich, Stadt Bern etc. zunehmend an Bedeutung. Sollte auch der Bund Regeln einführen für Gebäude, kann das greenBIM-Programm auch für gesetzliche Umsetzung Lösungen anbieten.

Ausserdem möchte die öffentliche Hand die Themen Heizwärmebedarf und Treibhausgasemissionen auch verstärkt über Kennzahlen im Wettbewerb abfragen. Hier kann greenBIM Teil einer Lösung werden. Wichtig im Rahmen von Wettbewerben ist die Möglichkeit für alle Architekturbüros, mit greenBIM arbeiten zu können. Deshalb soll eine browserbasierte online-Plattform (basiert auf IFC) entwickelt werden, die eine Auswertung in verschiedenen Entwurfsphasen ermöglicht und als eine Brücke zu allen BIM fähigen CAD-Programmen bilden kann.

Bei IFC handelt es sich um einen primären, weltweiten, offenen Standard für den Datenaustausch in der Bauindustrie. Dieser Standard ermöglicht es, Informationen aus unterschiedlichen Standards auszutauschen.



1.3 Projektziele

Folgende Ziele werden 2023-25 anvisiert:

1. greenBIM für Aussagen zu Netto-Null

Mit der vollständigen Integration von SIA 390/1 «Klimapfad – Treibhausgas- und Energiebilanz von Gebäuden» für Betrieb und Erstellung mit den neuen Grenz- und Zielwerten können die Planenden ihre Gebäude bezüglich CO₂ Emissionen bereits in einer frühen Phase einschätzen. Dabei werden Scope 1-3 betrachtet, was in der Bauwirtschaft sehr wichtig ist, da rund 50% der Baustoffe importiert werden.

Ausserdem werden die Ergebnisse des BFE-Projekts für «Netto-Null Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich» ins greenBIM Programm integriert, sofern Berechnungsmethoden konkret vorliegen. Zu deren Umsetzung werden weitere Bausteine integriert, wie beispielsweise der PV-Ertrag von Fassade und Dach, um dem Ziel des klimaneutralen Bauens bereits früh im Planungsprozess möglichst nahezukommen.

2. Bewertung von Sanierungsprojekten in greenBIM

Die aktuelle greenBIM Anwendung wird für den Neubau und Sanierungen entwickelt. Dabei braucht es aber die Integration von Berechnungslogiken, Benchmarks und auch die Möglichkeit in den Bauteilen anzugeben, welche Bausubstanz bereits vorhanden ist und welche neu hinzugefügt wird. Möglich ist es zudem, dass in einem Sanierungsprojekt Teile als Sanierung, aber beispielsweise Anbauten auch im Neubaustandard erstellt werden sollen. Hierfür braucht es die Möglichkeit, ein Gebäude mit verschiedenen Aufgabenstellungen und / resp. Nutzungskategorien bewerten zu können.

3. Entwicklung einer greenBIM-IFC-Methode für Architekturwettbewerbe und andere Anwendungen

Im Rahmen der Architekturwettbewerbe ist es jeweils schwierig, die Entwürfe der verschiedenen Teams punkto Heizwärmebedarf und Treibhausgasemissionen aus dem Betrieb und der Erstellung zu bewerten. Ziel ist es deshalb eine softwareunabhängige greenBIM Anwendung zu entwickeln, die die Planenden motiviert, greenBIM bereits im Entwurf anzuwenden und welche die Überprüfung der Kennwerte im Rahmen von Studien und Wettbewerben zulässt



2 Methodologie

2.1 Zielsetzung

Die vorliegende Forschung befasst sich mit der Entwicklung einer browserbasierten Plattform, die gezielt auf Nachhaltigkeits- und Netto-Null-Ziele im Gebäudesektor ausgerichtet ist. Durch die Integration der Methoden greenDESIGN und greenBIM ermöglicht diese Plattform den Nutzenden, architektonische Entwürfe hinsichtlich ihrer Umweltauswirkungen – wie Primärenergie nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen der Erstellung und Betrieb – über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes zu bewerten und zu optimieren. Darüber hinaus zielt das Projekt darauf ab, Lücken zwischen den verschiedenen Planungsphasen zu schliessen und eine frühzeitige Überprüfung der definierten Nachhaltigkeitsziele zu gewährleisten.

2.2 Rahmen und Normen

Die Entwicklung stützt sich auf eine solide Grundlage etablierter Normen und Rahmenwerke, um Glaubwürdigkeit und Anwendbarkeit zu gewährleisten:

- SIA 2032 - Merkblatt SIA 2032 «Graue Energie - Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden» (2020)
- SIA 380 - Norm SIA 180 «Grundlagen für energetische Berechnungen von Gebäuden» (2022)
- SIA380/1 - Norm SIA 380/1 «Heizwärmebedarf» (2016)
- SIA 2040 - Merkblatt SIA «Effizienzpfad Energie» (2017)
- SIA 390/1 - Norm 390/1 «Klimapfad Energie» (2025)
- KBOB Ökobilanzdaten im Baubereich - Ökobilanzdaten im Baubereich 2009:2022, Version 7.0 von KBOB, ecobau und IPB
- Minergie - Gebäudestandards MINERGIE®/MINERGIE-P®/MINERGIE-A®
- Minergie-ECO - MINERGIE-ECO®, Zusatz ECO
- SNBS - Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz Hochbau (SNBS-Hochbau)

Diese Normen bilden die Grundlage für die Bewertungen der Plattform und gewährleisten die Vergleichbarkeit mit aktuellen Benchmarks.

2.3 Methoden

2.3.1 greenDESIGN: Quantitative Bewertung

Die greenDESIGN-Methode richtet sich an Nutzende, die nicht mit dreidimensionalen Gebäudemodellen oder BIM-Anwendungen arbeiten. Die Methode basiert auf der manuellen Eingabe projektrelevanter Daten, um die Primärenergie nicht erneuerbar, die Treibhausgasemissionen sowie den im Bauwerk gebundenen biogenen Kohlenstoff zu quantifizieren. Die Datenerfassung erfolgt für einzelne Gebäudekomponenten, wie beispielsweise Wände, Dächer oder Fundamente, und orientiert sich dabei an den Klassifikationen gemäss SIA 2032. Diese strukturierte Eingabe gewährleistet sowohl die Ver-



gleichbarkeit als auch die Konsistenz der Ergebnisse. Auf Grundlage der erfassten Informationen wird eine Lebenszyklusanalyse durchgeführt, die es ermöglicht, die Umweltauswirkungen von Neubau- und Sanierungsprojekten zu berechnen. Durch den Verzicht auf komplexe Modellierungswerzeuge eignet sich greenDESIGN insbesondere für kleinere Projekte oder Planungsbüros, die Nachhaltigkeitskennzahlen ohne fortgeschrittene BIM-Technologien ermitteln möchten.

2.3.2 greenBIM: Modellgestützte Bewertung

Die greenBIM-Methode nutzt das offene BIM-Datenformat Industry Foundation Classes (IFC), um Nachhaltigkeitsbewertungen automatisiert und nach anerkannten Standards durchzuführen. Dabei werden die im IFC-Modell enthaltenen Bauteile automatisch den relevanten Kategorien und Normvorgaben nach SIA 2032 zugeordnet. Die Methode unterstützt die IFC-Versionen 2x3, 4 und 4x3 und ist dadurch mit gängigen BIM-Plattformen wie Autodesk Revit oder Graphisoft ArchiCAD kompatibel. Die automatisierte Zuordnung (Mapping) reduziert den manuellen Bearbeitungsaufwand erheblich, minimiert potenzielle Fehlerquellen und steigert sowohl die Effizienz als auch die Genauigkeit der Auswertung. Die Bewertungsergebnisse werden visuell durch farbcodierte Referenzwerte dargestellt, welche Abweichungen und Übereinstimmungen mit den definierten Benchmarks deutlich erkennbar machen. Diese Visualisierung erleichtert die Interpretation und unterstützt eine unmittelbare Integration der Analyseergebnisse in weitere Planungsscheidungen.

2.4 Datenerfassung und -analyse

Die Plattform erfasst und analysiert Projektdaten auf mehreren Ebenen, um eine ganzheitliche Bewertung zu ermöglichen:

- Gebäudeebene: Allgemeine Projektdaten (z.B. Name, Standort, Baujahr) werden zur Dokumentation der Ausgangslage und als Kontext für die Analyse erfasst.
- Zonenebene: Jeder Funktionsbereich des Gebäudes (z. B. Wohn-, Büro- oder Industriezone) wird separat kategorisiert und bewertet, um dessen spezifisches Energie- und Emissionsprofil zu erfassen.
- Gebäudetechnik-Ebene: Technische Anlagen und Energiesysteme (z. B. Photovoltaik, Heizsysteme, Lüftungsanlagen) werden hinsichtlich ihres Beitrags zur Energieeffizienz und Nachhaltigkeit im Betrieb analysiert.
- Bauteilebene: Baumaterialien und Bauteilsysteme (z. B. Wände, Fenster, Dächer) werden detailliert auf ihre Primärenergie nicht erneuerbar und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen untersucht.

2.5 Bewertungsmetriken für CO₂ Emissionen und Netto-Null

Für die Beurteilung der Nachhaltigkeitsleistung werden mehrere, aufeinander abgestimmte Kennzahlen herangezogen, die eine fundierte, messbare und vergleichbare Analyse ermöglichen. Zentrale Indikatoren sind die Treibhausgasemissionen, ausgedrückt in CO₂-Äquivalenten, der Verbrauch nicht-erneuerbarer Primärenergie sowie der im Bauwerk gebundene biogene Kohlenstoff. Diese Kennwerte werden in einer umfassenden Lebenszyklusbetrachtung ermittelt, die den Energie- und Ressourcenverbrauch



von der Errichtungsphase über den Betrieb bis hin zu möglichen Sanierungsmassnahmen abbildet. Durch diesen ganzheitlichen Ansatz lassen sich sowohl kurz- als auch langfristige Umweltauswirkungen quantifizieren. Die Ergebnisse werden abschliessend mit etablierten Normen und Benchmarks, wie den Zielwerten der SIA2040, dem Klimapfad SIA390/1 sowie den Anforderungen der Nachhaltigkeitslabels Minergie-P-A/ECO und SNBS, abgeglichen. Dieser Vergleich dient der Überprüfung der Zielerreichung und der Feststellung, inwieweit die Projekte die Voraussetzungen für eine Zertifizierung erfüllen.

Um Gebäude betreffend Netto-Null zu beurteilen, kann insbesondere der SIA Klimapfad 390/1 zur Beurteilung hinzugezogen werden, wobei der ambitionierte Richtwert A dem Absenkpfad bis 2040 entspricht und der Richtwert B einem Absenkpfad bis ins Jahr 2050. Die Richtwerte werden entsprechend alle paar Jahre verschärft. Um Netto-Null zu erreichen, müssten also in erster Linie die Richtwerte von SIA390/1 erreicht werden und der Rest mit Negativ-Emissionen ausgeglichen werden. Das Forschungsprojekt des BFE Netto-Null Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich zu Netto-Null [9] hat zur Methodik von Netto-Null im Gebäudebereich noch einige Fragen offen gelassen, die in einer nächsten Phase geklärt werden müssen.

2.6 Umsetzungsprozess

Die Implementierung der entwickelten Methoden in der Plattform umfasste die vollständige Integration der Ansätze greenDESIGN und greenBIM in eine cloudbasierte Arbeitsumgebung. Ziel war es, Werkzeuge bereitzustellen, mit denen Nachhaltigkeitsbewertungen bereits in frühen Planungsphasen effizient durchgeführt werden können. In einer ersten Erprobungsphase nutzten 270 registrierte Anwenderinnen und Anwender die Plattform, um ihre Bauprojekte hinsichtlich ökologischer Kennzahlen zu optimieren. Das dabei systematisch erhobene Feedback floss unmittelbar in die Weiterentwicklung ein und führte zu einer Verfeinerung von Funktionen und Arbeitsabläufen. Ein zentrales Element der Umsetzung war die Automatisierung der Zuordnung von IFC-Komponenten zu den entsprechenden Bewertungskategorien, wodurch die Bedienkomplexität reduziert, Fehlerquellen minimiert und die Benutzerfreundlichkeit gesteigert wurden.

2.7 Ergebnisse und Einsichten

Die Plattform generiert Analyseergebnisse in unterschiedlicher Detailtiefe, wodurch eine skalierbare und bedarfsgerechte Auswertung der Nachhaltigkeitsleistung möglich wird. Auf Gebäudeebene liefern zusammenfassende Kennwerte ein umfassendes Nachhaltigkeitsprofil, das eine Ausrichtung des Projekts an übergeordneten Zielen erleichtert. Ergänzend werden die einzelnen Funktionsbereiche des Gebäudes separat untersucht, um deren spezifischen Beitrag zu Emissionen und Energieverbrauch zu identifizieren und gezielte Optimierungsmassnahmen abzuleiten. Eine vertiefte Analyse auf Bauteilebene ermöglicht es zudem, Materialien und Systeme mit überdurchschnittlich hohen Umweltauswirkungen zu erkennen. Diese sogenannten Hot Spots können im weiteren Planungsverlauf durch alternative Materialien oder effizientere Konstruktionen ersetzt werden, um die Gesamtbilanz des Projekts zu verbessern.



2.8 Bedeutung und Innovation

Das Plattformkonzept stellt einen relevanten Fortschritt für die frühzeitige Integration von Nachhaltigkeitsmetriken in den Planungsprozess dar. Die greenDESIGN-Methode eröffnet insbesondere kleineren Unternehmen die Möglichkeit, quantitative Nachhaltigkeitsbewertungen, ohne den Einsatz komplexer BIM-Software durchzuführen, wodurch der Zugang zu Lebenszyklusanalysen breiter gefasst wird. Der greenBIM-Ansatz gewährleistet gleichzeitig eine hohe Interoperabilität mit gängigen BIM-Plattformen und unterstützt dadurch eine nahtlose Einbindung in bestehende Planungsprozesse. Die frühzeitige Berücksichtigung etablierter Standards, wie der SIA2040, des Klimapfads SIA390/1 sowie der Kriterien von Minergie-P-A/ECO und SNBS, sorgt zudem dafür, dass Projekte bereits in der Entwurfsphase auf die Einhaltung relevanter Nachhaltigkeitsziele ausgerichtet und optimal auf Zertifizierungsverfahren vorbereitet sind.



3 Entwicklung einer browserbasierten Plattform viride.ch mit zwei Methoden - greenDESIGN und greenBIM

Der Bausektor verursacht einen erheblichen Anteil der Umweltbelastungen und Treibhausgasemissionen. Schätzungen zufolge gehen etwa ein Viertel aller Treibhausgasemissionen und rund ein Fünftel der gesamten Umweltbelastung in der Schweiz auf das Konto von Bau und Gebäuden. Vor diesem Hintergrund und im Hinblick auf die ambitionierten Klimaziele – die Gebäudebezogenen Emissionen sollen gemäss Schweizer Klimaschutzgesetz bis 2050 um 100 % gegenüber 1990 reduziert werden – wurde im Rahmen dieses Projekts die browserbasierte Plattform viride.ch entwickelt. Diese Plattform umfasst zwei zentrale Methoden, greenDESIGN und greenBIM, die darauf ausgerichtet sind, den Übergang der Bauindustrie zu nachhaltigen, zirkulären und Netto-Null-Praktiken zu unterstützen, indem sie Gebäudeprojekte ganzheitlich in Bezug auf die CO₂-Äquivalent-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus optimieren.

Die Viride-Plattform ermöglicht zwei unterschiedliche Arbeitsweisen, um Nachhaltigkeitsaspekte frühzeitig in Bauprojekte zu integrieren - greenDESIGN und greenBIM. Bei der greenDESIGN-Methode werden Projektkenntnisse manuell eingegeben, was insbesondere in frühen Planungsphasen (z. B. Vorstudie und Vorprojekt) ohne detailliertes 3D-Modell nützlich ist. Demgegenüber nutzt die greenBIM-Methode digitale 3D-Gebäudemodelle (IFC-basierte Building Information Models), um automatisiert Materialmengen und Energiebilanzen auszuwerten. Beide Ansätze zielen darauf ab, nachhaltiges Bauen sowohl bei Neubauten als auch Sanierungen voranzutreiben, indem sie Kreislaufwirtschaft und Klimaschutz in Planung, Realisierung und Betrieb einbinden. So werden etwa Materialwahl, Konstruktionsprinzipien und Betriebsenergie unter Gesichtspunkten der CO₂-Optimierung betrachtet. Die frühen Planungsentscheidungen haben den grössten Einfluss auf die späteren Umweltwirkungen eines Gebäudes – gemäss dem MacLeamy-Grundsatz bestimmt eine frühzeitige Berücksichtigung von Nachhaltigkeit massgeblich den Projekterfolg. greenDESIGN und greenBIM tragen dem Rechnung, indem sie bereits in diesen frühen Phasen eine Analyse und Prognose des Treibhausgas-Fussabdrucks ermöglichen. Auf dieser Grundlage können Planende verschiedene Varianten durchspielen und die Projektkonzeption gezielt in Richtung Netto-Null optimieren, lange bevor irreversible Entscheidungen getroffen sind.

Die Viride-Plattform steigert die Effizienz der Nachhaltigkeitsbewertung erheblich, da sie bewährte Methoden der Planung mit automatisierten Analysen verbindet. Sie bietet eine benutzerfreundliche Oberfläche mit robusten Funktionen, die auf nahtlose Integration in bestehende Planungsabläufe ausgelegt ist. Dadurch können umfangreiche Benchmarking-, Optimierungs-, Bewertungs- und Berichtsprozesse deutlich schneller und konsistenter durchgeführt werden, als dies mit herkömmlichen, getrennten Werkzeugen möglich wäre. Insbesondere lassen sich Nachhaltigkeitskennzahlen sowohl tabellarisch (2D-Auswertungen) als auch direkt im 3D-Modell visualisieren. So wird sichergestellt, dass Nutzer*innen bereits in der frühen Projektphase – also während Vorstudie und Vorprojekt – die Klimarelevanz ihrer Entscheidungen messen, verfolgen und iterativ verbessern können. Die Integration von Gebäude-Lebenszyklusanalysen in den digitalen Planungsprozess reduziert Zeit- und Arbeitsaufwand und stellt Entscheidungshilfen in strukturierter, visueller Form bereit. Dies erhöht nicht nur die Genauigkeit der Prognosen, sondern



fördert auch eine proaktive Zusammenarbeit im Planungsteam, indem Nachhaltigkeitsziele transparent gemacht und zum integralen Bestandteil des Entwurfsprozesses werden.

Ein zentrales Merkmal von greenDESIGN und greenBIM ist die fundierte Datenbasis, die für die Berechnung der Umweltindikatoren herangezogen wird. Die Plattform nutzt verlässliche, geprüfte Daten (z. B. KBOB-Ökobilanz-Datenbank) sowie anerkannte Normen und Standards der Baubranche. So wird etwa die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben und Baustandards wie KBOB-Richtlinien, SIA Normen, Minergie-P/A/ECO, SNBS und weiterer sichergestellt. Indem Projekte automatisch an diesen Benchmark-Größen spiegelt werden, erhöht sich die Glaubwürdigkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse. Konkret ermöglicht die Plattform die Analyse des Treibhausgas-Fussabdrucks eines Gebäudes über alle relevanten Phasen und Kategorien und liefert so belastbare Entscheidungsgrundlagen für die Planung: Von den Emissionen der Erstellung über die Betrieb (Heizung, Warmwasser, Beleuchtung) werden alle Beiträge berücksichtigt. Diese umfassende, datengestützte Betrachtung versetzt Entscheidungstragende in die Lage, gezielte Massnahmen zur Emissionsreduktion dort einzuleiten, wo sie den grössten Effekt erzielen – beispielsweise durch Auswahl emissionsarmer Baustoffe oder Optimierung der Gebäudehülle.

Die Methoden greenDESIGN und greenBIM verfolgen einen ganzheitlichen Lebenszyklus-Ansatz, der über herkömmliche Ansätze hinausgeht. Dabei werden alle Phasen des Gebäudelebens – von der Rohstoffgewinnung über die Bauphase und Nutzung bis hin zum End-of-Life (Rückbau und Recycling) – in die Umweltbewertung einbezogen. Die Plattform bietet Werkzeuge zur umfassenden Bewertung verschiedener Umweltindikatoren und unterstützt die Erforschung regenerativer und innovativer Lösungen. Insbesondere sind Prinzipien der Kreislaufwirtschaft fest in der Plattform verankert: Eine integrierte Materialdatenbank fördert die Auswahl von Baustoffen und Konstruktionsmethoden, die Wiederverwendung und Recycling begünstigen, und unterstützt ein vorausschauendes Lebenszyklusmanagement bereits in der Planungsphase. So können Nutzer*innen z. B. Szenarien vergleichen, in denen recycelte oder bio-basierte Materialien eingesetzt werden, oder die Auswirkungen modularer, rückbaufähiger Konstruktionsweisen untersuchen. Ein solcher zirkulärer Ansatz trägt nicht nur zur Emissionsminderung bei, sondern schafft auch positive ökologische Synergien: Durch die Verlängerung von Materialnutzungsdauern und die Vermeidung von Abfällen werden natürliche Ressourcen geschont und zusätzliche Umweltwirkungen reduziert. Dieser regenerative Gestaltungsansatz geht über die reine Emissionsreduktion hinaus, indem er Gebäude als potenzielle Ressourcenbanken begreift, die am Ende ihrer Nutzungszeit wieder in den technischen oder biologischen Kreislauf zurückgeführt werden können. Damit leistet die Plattform einen Beitrag, um Gebäude vom Verursacher zu einem Teil der Lösung zu machen.

Durch den Einsatz von greenDESIGN und greenBIM erhalten alle Projektbeteiligten – von Architektinnen und Planerinnen bis zu Bauherrschaften – volle Kontrolle über die zentralen Nachhaltigkeitskennzahlen ihrer Projekte. Die Auswirkungen von Entwurfsentscheidungen werden in Echtzeit visualisiert, was ein unmittelbares Feedback ermöglicht und einen lernenden Planungsprozess begünstigt. Die nahtlose Verzahnung von Planung und Ökobilanzierung führt so zu einem datengesteuerten, optimierungsorientierten Arbeitsablauf, mit dem die Beteiligten schrittweise an die Erreichung der Netto-Null-Ziele in der gebauten Umwelt herangeführt werden. Neben dem Klimafussabdruck können die Nutzenden ihre Projekte dabei auch hinsichtlich weiterer Nachhaltigkeitsindikatoren bewerten. So werden etwa der nicht erneuerbare Primärenergiebedarf und der kumulierte



Energieaufwand ermittelt, was Aufschluss über die energetische Qualität und den Ressourcenverbrauch des Gebäudes gibt. Zudem können sowohl direkte als auch indirekte Treibhausgas-Emissionen separat analysiert werden – letztere umfassen z. B. Emissionen aus vorgelagerten Prozessen der Baustoffherstellung oder aus der Strombereitstellung für den Betrieb. Auch der Beitrag biogenen Kohlenstoffs wird berücksichtigt, etwa indem die Kohlenstoffspeicherung in Holzbauteilen ausgewiesen und ein mögliches späteres Freisetzen bei Entsorgung bilanziert wird. Schliesslich fliessen aggregierte Umweltbelastungspunkte (UBP) nach der Methode der ökologischen Knaptheit in die Bewertung ein, um über den Klimaaspekt hinaus eine Gesamtsicht auf diverse Umweltwirkungen zu erhalten. Die Einführung eines solchen Gesamtindikators neben den etablierten Grössen Treibhausgas-Emissionen und Primärenergie wird in der Fachliteratur als sinnvoll erachtet, um die Nachhaltigkeitsleistung von Gebäuden umfassend zu beurteilen.

Zusammenfassend ermöglicht die Viride-Plattform mit den Methoden greenDESIGN und greenBIM einen Paradigmenwechsel hin zu einer integralen Betrachtung von Nachhaltigkeit in Bauprojekten. Sie vereint digitale Planungstechnologie mit wissenschaftlich fundierter Lebenszyklusanalyse, sodass Nachhaltigkeitsziele nicht erst im Nachhinein geprüft, sondern von Beginn an mitgeplant werden. Auf diese Weise können Projekte der gebauten Umwelt datenbasiert optimiert werden, um die Netto-Null-Emissionen und eine zirkuläre Ressourcenwirtschaft effektiv und nachweisbar zu erreichen. Die beschriebenen Ansätze geben Planenden ein leistungsfähiges Instrument an die Hand, um ökologische Verantwortung und innovative Baukonzepte in Einklang zu bringen und damit einen substantiellen Beitrag zur Klimaneutralität und Nachhaltigkeit im Bauwesen zu leisten.

3.1 Datenstruktur und Arbeitsablauf auf der Plattform

Die Plattform organisiert die Informationen auf mehreren Ebenen: Gebäude, Gebäudetechnik und Bauteile. Während der Arbeitsablauf für greenDESIGN und greenBIM auf den Ebenen Gebäude und Gebäudetechnik einheitlich ist, weicht er auf der Ebene der Bauteile ab, um den unterschiedlichen Anforderungen gerecht zu werden.

3.1.1 Menü Gebäude

Ebene Gebäude

Auf der Gebäudeebene werden wesentliche Projektinformationen zur Unterstützung einer umfassenden Nachhaltigkeitsanalyse erfasst. Zu den wichtigsten Details gehören:

- Projekt Name
- Gebäude Name
- Standort
- Jahr des Bestehens des Gebäudes
- Baujahr neues Gebäude
- EBF-Rückbau

Dieser strukturierte Ansatz stellt sicher, dass die grundlegenden Daten eines jeden Projekts klar definiert und leicht zugänglich sind, was eine solide Basis für die greenDESIGN und greenBIM Arbeitsabläufe darstellt (Abbildung 1).



Abbildung 1: Informationen auf Gebäude - Gebäude Seite

Ebene Zone Funktion

Die Plattform bietet ein umfassendes System zur Definition von Funktionsbereichen innerhalb eines Gebäudes. Es können verschiedene Bereiche innerhalb des Gebäudes entsprechend ihren spezifischen Funktionen definiert werden. Dies ermöglicht eine ganzheitliche Analyse der Gebäudeleistung und berücksichtigt, dass verschiedene Nutzungstypen unterschiedliche Energieanforderungen, Emissionsprofile und Betriebsanforderungen haben.

Ein wesentliches Merkmal der Plattform ist ihre Fähigkeit, eine Berechnung gemäss mehreren anerkannten Normen und Standards durchzuführen, darunter SIA2040 [1], SIA390/1 [2], SIA380/1 [3] und Minergie/ECO [4], [5]. Indem die Plattform diese Vorgaben in einem einzigen Rahmenwerk vereint, vereinfacht sie die Einhaltung über alle Funktionsbereiche hinweg und stellt sicher, dass die Nachhaltigkeitsanforderungen der einzelnen Normen nahtlos in die übergreifenden Umweltziele des Projekts integriert werden.

Neben der Berechnung nach Normen integriert die Plattform auch von diesen Normen abgeleitete Grenzwerte. Dies ermöglicht es den Nutzenden, Leistungsziele auf der Grundlage der spezifischen Anforderungen der einzelnen Normen festzulegen, die dann in den Projektlauf eingebettet werden. Im Laufe des Projekts dienen diese Grenzwerte als wichtige Bezugspunkte, die es den Nutzenden ermöglichen, die tatsächlichen Resultate mit den erwarteten Ergebnissen in Bereichen wie Energieverbrauch, Emissionen und Energieeffizienz zu vergleichen. Diese Vergleichsfunktion bietet eine strukturierte Grundlage für die Bewertung, ob die einzelnen Bereiche und das Gebäude als Ganzes die festgelegten Nachhaltigkeitsziele erfüllen oder übertreffen.

Dank dieser Funktionen unterstützt die Plattform die Nutzenden nicht nur bei der Gestaltung und Verwaltung von Funktionsbereichen in Übereinstimmung mit bewährten Verfahren, sondern gibt ihnen auch die Möglichkeit, die Leistung in der frühen Phase zu verfolgen und zu verbessern. Dieser datengesteuerte, auf Standards ausgerichtete Ansatz erleichtert eine fundierte, auf Nachhaltigkeit optimierte und vollständig normkonforme Entscheidungsfindung.



Die folgenden Funktionsbereiche sind in der Plattform eingerichtet, um gezielte Bewer-
tungen und die Einhaltung der festgelegten Normen zu unterstützen:

- Wohnen MFH
- Wohnen EFH
- Wohnen MFH mit Belegungsvorschriften
- Büro
- Restaurant
- Sport
- Verkauf Fachgeschäft
- Verkauf Lebensmittelgeschäft
- Volksschule
- Mittelschule
- Hochschule
- Kleine Volksschule
- Kleine Mittelschule
- Kleine Hochschule
- Versammlungslokal
- Industrie
- Lager
- Museum
- Spital
- Hallenbad

Durch diese Kategorisierung der Gebäudebereiche ermöglicht es die Plattform den Nut-
zenden, massgeschneiderte Betrachtungen für jede Zone durchzuführen und sicherzu-
stellen, dass jeder Bereich des Gebäudes gemäss den relevanten Standards optimiert
wird. Dieser Ansatz unterstützt eine präzise Überwachung, detaillierte Analysen und das
Erreichen von Netto-Null-Zielen in allen Funktionsbereichen.

Innerhalb jeder Funktionszone können die Nutzenden angeben, ob der Bereich Teil einer
bestehenden Struktur bei einer Sanierung oder eines Neubaus ist. Diese Unterschei-
dung liefert wichtige Erkenntnisse für die Bewertung bezüglich indirekten Treibhaus-
gasemissionen für die Erstellung wie auch die Energieeffizienz und ermöglicht eine ge-
nauere Betrachtung sowohl der bestehenden als auch der neu integrierten Gebäudeflä-
chen.

Für jede definierte Zone können die folgenden Attribute angegeben werden:

- Status bestehend (Umbau) oder neu (Neubau)
- Energiebezugsfläche
- Gesamtgeschossfläche (Abbildung 2).



The screenshot shows a software interface for energy data entry. At the top, there are dropdown menus for 'Auswertung nach' (including SIA2032, SIA380/1, SIA2024, KBOB) and 'Minergie-ECO (2022, 1 & 2021, 1) & SNBS (2021)'. Below this, a green header bar says 'GEBÄUDE' and 'WONNEN EFH'. The main form contains fields for 'Zone Funktion' (set to 'Wohnen EFH'), 'Status' (set to 'Umbau'), 'Geschossfläche' (with 'EiF (Energiebezugsfläche)' at 133.58 m² and 'GGF (Gesamtgeschossfläche)' at 164.48 m²), and a button '+ Neue Zone Funktion hinzufügen'. The background of the form is green.

Abbildung 2: Informationen auf Gebäude - Zone Funktion Seite

3.1.2 Menü Gebäudetechnik

Die Gebäudetechnik in der Plattform ist auf zwei verschiedenen Ebenen aufgebaut: Gebäude und Zone Funktion. Dieser mehrschichtige Ansatz ermöglicht eine präzise Datenerfassung und Analyse von Energiesystemen und Emissionen, die sowohl auf das gesamte Gebäude als auch auf einzelne Zonen darin zugeschnitten sind. Jede Ebene ist mit den Daten der SIA2032 (2020), SIA380/1 (2016), SIA2024 (2021), KBOB (2016) und der SIA2032 (2020), SIA380/1 (2016), SIA2024 (2021), KBOB (v7 2025) verknüpft und ermöglicht so eine umfassende Bewertung der indirekten Treibhausgasemissionen über alle Gebäudesysteme hinweg. Durch den Abgleich mit den KBOB- und SIA-Daten ermöglicht die Plattform eine genaue Lebenszyklusbewertung der mit den Gebäudesystemen verbundenen Emissionen und unterstützt so die Netto-Null und Nachhaltigkeitsziele.

Gebäudeebene

Auf der Gebäudeebene werden die Klimastation, die Wärmespeicherfähigkeit, und die wichtigsten Energieerzeugungssysteme definiert, wobei der Schwerpunkt auf erneuerbaren Energiequellen und Energieverbrauchs-eigenschaften liegt. Die folgenden Elemente werden spezifiziert, um eine ganzheitliche Sicht auf die Infrastruktur und den Verbrauch erneuerbarer Energien des Gebäudes zu ermöglichen:

- Klimastation
- Wärmespeicherfähigkeit
- Photovoltaik Flachdach/ Photovoltaik Schrägdach/ Photovoltaik Fassade
- Eigenstromverbrauch/ Netzeinspeisung
- Flachkollektor

Anhand dieser Definitionen kann die Plattform die Kapazität des Gebäudes in Bezug auf erneuerbare Energien und Treibhausgasemissionen im Zusammenhang mit Photovoltaik- und Solarthermie Systemen genau bewerten (Abbildung 3).



The screenshot shows a web-based energy reporting interface. At the top, there are dropdown menus for 'Auswertung nach' (SIA2032 (2020), SIA380/1 (2016), SIA2024 (2021), KB08 (2016) and Minergie-ECO (2022.1 & 2021.1) & SNBS (2021)) and 'SIA2032 (2020), SIA380/1 (2016), SIA2024 (2021), KB08 (v7 2025)'. The main section is titled 'WONNEN EHF' and contains a form for entering energy data. It includes fields for 'Klimastation' (Zürich-MeteoSchweiz), 'Wärmespeicherfähigkeit' (Mittel), and various energy systems. For 'Photovoltaik Erstellung und Betrieb', there are fields for Flachdach (90 m²), Schrägdach, and Fassade (20 m²). For 'Eigenstromverbrauch', there is a field for Netzeinspeisung (40 kWh). For 'Kollektor Erstellung und Betrieb', there are fields for Flachkollektor Warmwasser (20 m²), Flachkollektor Warmwasser und Raumheizung, and Röhrenkollektor Warmwasser und Raumheizung.

Abbildung 3: Informationen auf Gebäudetechnik - Gebäude Seite

Ebene Zone und Funktion

Auf der Ebene der Gebäudezonen ermöglicht die Plattform eine detaillierte Definition der technischen Systeme innerhalb jeder Zone, um den unterschiedlichen Energie- und Resourcenbedarf der einzelnen Funktionsbereiche zu berücksichtigen. Die folgenden Systeme werden spezifiziert, um einen Einblick in die zonenspezifischen Nachhaltigkeitsauswirkungen zu geben und die gezielte Optimierung der Treibhausgasemissionen zu unterstützen (Abbildung 4):

- Elektroanlage Erstellung und Betrieb
- Fernwärme Betrieb
- Brennstoff Betrieb
- Wärmeverteilung Erstellung
- Wärmeerzeuger Erstellung
- Wärmeabgabe Erstellung
- Erdwärmesonde Erstellung
- Sanitäranlage Erstellung
- Lüftungsanlage Erstellung und Betrieb
- Erdregister Erstellung



The screenshot shows the greenDESIGN software interface. At the top, there is a navigation bar with icons for home, search, and help. Below it is a search bar with dropdown menus for 'Auswertung nach' (SIA2032 (2020), SIA380/1 (2016), SIA2024 (2021), KB08 (2016), Minergie-ECO (2022.1 & 2021.1) & SNBS (2021)) and 'SIA2032 (2020), SIA380/1 (2016), SIA2024 (2021), KB08 (v7 2025), SIA390/1 (2026)'. The main content area is titled 'GEBÄUDE' and contains several sections for entering data: 'Ersatz(E) Elektroanlage Erstellung' (with dropdown for 'Brutto-Elektrizitätserstellung Elektroanlage, Wohnen'), 'Ersatz(E) Elektroanlage Betrieb' (with dropdown for 'Energie Mix zertifizierte Stromprodukte CH1' and input for 'Wärmegeber Wärmepumpe, Erdregister 100'), 'Fernwärme Betrieb' (checkbox), 'Grenstoff Betrieb' (checkbox), 'Ersatz(W) Wärmeverteilung Erstellung' (dropdown for 'Wärmeverteilung, Wohnen'), 'Wärmezeuger Erstellung' (dropdown for 'Wärmezeuger Errichtung Leistungsbedarf 10 W/m²'), 'Wärmeabgabe Erstellung' (dropdown for 'Wärmeabgabe Errichtung Fußbodenheizung'), 'Endwärmesonde Erstellung' (dropdown for 'Endwärmesonde Errichtung'), 'Endwärmesonde' (input for 'Länge m 1'), 'Ersatz(S) Sanitäranlage Erstellung' (dropdown for 'Sanitäranlage, Wohnen'), 'Lüftungsanlage Erstellung' (dropdown for 'Lüftungsanlage Errichtung Abluftungsanlage Küche und Bad'), and 'Endregister Erstellung'.

Abbildung 4: Informationen auf Gebäudetechnik - Zone Ebene Seite

3.2 greenDESIGN

Die greenDESIGN Methode basiert auf einem einfachen Prozess, der sich auf die manuelle Eingabe von Gebäudedaten stützt. Dieser Ansatz ist besonders für Nutzenden von Vorteil, die nicht mit 3D-Gebäudemodellen arbeiten. Durch die manuelle Dateneingabe ermöglicht greenDESIGN einem breiteren Nutzendenkreis die Durchführung umfassender Bewertungen ihrer Projekte, unabhängig vom technischen Hintergrund.

Um genaue Bewertungen zu ermöglichen, werden die Nutzenden aufgefordert, detaillierte Informationen über die Mengen der Gebäudekomponenten einzugeben. Diese Mengen sind in Anlehnung an die SIA2032 [6] organisiert, um einen standardisierten Rahmen zu gewährleisten, der die Konsistenz und Vergleichbarkeit der Daten bei verschiedenen Projekten verbessert. Diese Methode erweitert nicht nur die Zugänglichkeit, sondern unterstützt auch systematische Nachhaltigkeits-bewertungen, indem sie sich an branchenweit anerkannte Klassifizierungen hält.

Konkret werden die Mengen der Gebäudekomponenten resp. Bauteile eingegeben (Abbildung 5):

- Vorbereiten
 - o Aushub
 - o Baugrubenabschluss
 - o Pfahlung
- Gebäudehülle unter Terrain
 - o Bodenplatte
 - o Aussenwand unter Terrain
 - o Dach unter Terrain



- Gebäudehülle über Terrain
 - o Aussenwand über Terrain
 - o Aussenfenster
 - o Aussentür
 - o Vorgehängte Fassade
 - o Aussenstütze über Terrain
 - o Aussenbalken über Terrain
 - o Flach Dach über Terrain
 - o Geneigtes Dach über Terrain
- Innen- und Aussenbauteil
 - o Innenwand
 - o Innenfenster
 - o Innentür
 - o Innenstütze
 - o Innenbalken
 - o Innendecke / Innentreppe / Innenrampe
 - o Aussendecke / Aussentreppe / Aussenrampe

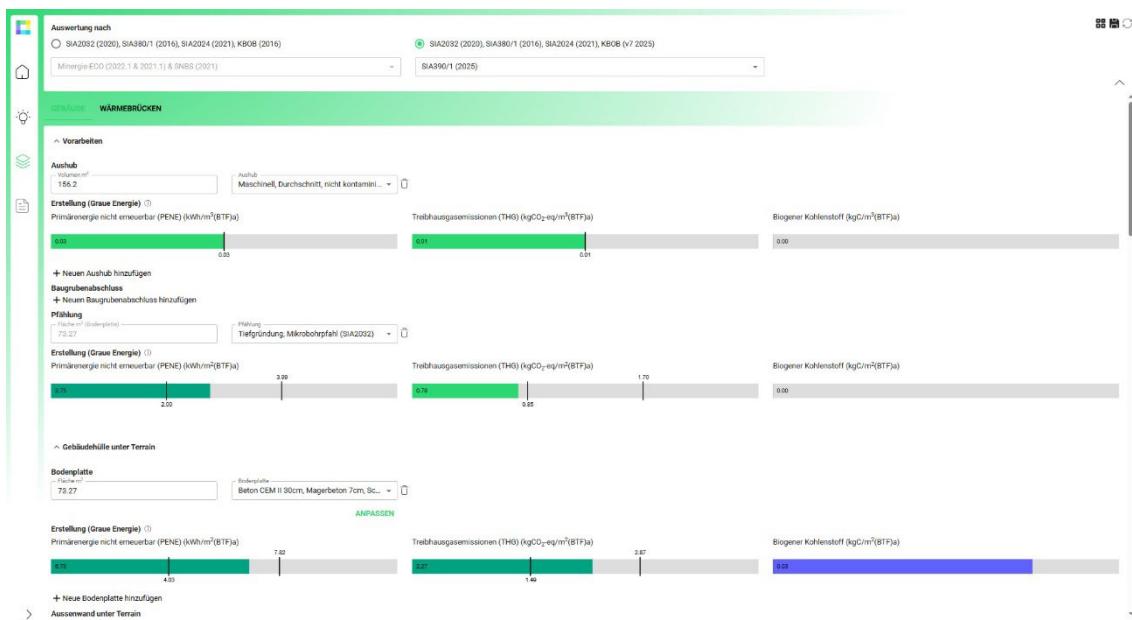


Abbildung 5: greenDESIGN Methode



3.3 greenBIM

Die greenBIM-Methode basiert auf der Integration von IFC-Modelldaten und ermöglicht es den Nutzenden, die Nachhaltigkeit von Gebäuden ohne aufwändige Datenaufbereitung effizient zu bewerten. Die Methode definiert einfache Anforderungen an den IFC-Informationsaustausch, wodurch der von den Nutzenden für die Modellvorbereitung benötigte Aufwand erheblich verringert wird. Dadurch wird der Bewertungsprozess beschleunigt, und es ist sichergestellt, dass Nachhaltigkeitsbewertungen effizient durchgeführt werden können – selbst durch Anwender*innen, die mit den Einzelheiten von IFC-Modellen nicht vertraut sind.

Hauptziel von greenBIM ist es, die Anforderungen an den Datenaustausch zu vereinfachen und dadurch einen leichter zugänglichen und weniger zeitaufwändigen Arbeitsablauf zu unterstützen. Durch die Minimierung der Komplexität der Austauschanforderungen ermöglicht greenBIM den Nutzenden, Nachhaltigkeitsbewertungen mit minimalem Einrichtungsaufwand durchzuführen. Die Methode unterstützt mehrere IFC-Versionen – darunter IFC2x3, IFC4 und die aktuelle IFC4x3 – und gewährleistet damit die Kompatibilität mit einer Vielzahl von BIM-Softwareplattformen. Dank dieser Flexibilität kann greenBIM mit den aktuellen Werkzeugen und Standards eingesetzt werden. Dadurch lässt es sich nahtlos in die frühen Phasen des Bauplanungs- und Analyseprozesses (Vorstudie und Vorprojekt) integrieren.

Darüber hinaus verfolgt die greenBIM-Methode das Ziel, Nachhaltigkeitsbewertungen als integrierten Bestandteil des Gebäudelebenszyklus zu verankern, indem sie die Interoperabilität von IFC-Modellen nutzt. Dieser Ansatz unterstützt nicht nur den effizienten Datenaustausch zwischen verschiedenen Softwareanwendungen und Akteuren, sondern steht auch im Einklang mit branchenweiten Bestrebungen, offene Standards im Gebäudeinformationsmanagement zu fördern.

Wie in Abbildung 6 dargestellt, bietet greenBIM einen Rahmen, um Nachhaltigkeitsaspekte in Bauprojekte zu integrieren, wobei die Einfachheit gewahrt und der Vorbereitungsaufwand für die Nutzenden reduziert wird. Dieser Ansatz kann dazu beitragen, die Kluft zwischen Nachhaltigkeitszielen und den praktischen Arbeitsabläufen in der Planungs- und Baubranche zu überbrücken.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Referenz	x	Wirtschaftlichkeit										
2	Objekt	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	Name	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
21	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
22	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
23	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
24	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
25	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
26	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
27	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
28	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
29	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
30	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
31	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
32	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
33	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
34	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
35	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
36	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
37	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
38	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
39	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
40	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
41	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
42	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
43	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
44	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
45	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
46	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
47	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
48	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
49	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
50	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
51	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
52	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
53	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
54	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
55	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
56	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
57	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
58	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
59	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
60	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
61	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
62	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
63	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
64	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
65	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
66	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
67	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
68	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
69	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
70	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
71	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
72	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
73	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
74	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
75	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
76	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
77	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
78	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
79	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
80	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
81	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
82	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
83	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
84	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
85	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
86	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
87	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
88	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
89	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
90	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
91	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
92	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
93	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
94	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
95	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
96	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
97	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
98	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
99	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
100	Wirtschaftlichkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Abbildung 6: greenBIM IFC 4x3 IER



Analog zum greenDESIGN-Ansatz konzentriert sich die greenBIM-Methode auf Gebäudekomponenten, die gemäss SIA2032 gegliedert sind. Dies bildet eine strukturierte und standardisierte Grundlage für die Bewertung der Umweltauswirkungen verschiedener Gebäudekomponenten und verbessert die Konsistenz und Zuverlässigkeit der Nachhaltigkeitsbewertungen.

Um diesen Prozess zu erleichtern, ordnet greenBIM die IFC-Modellelemente automatisch den entsprechenden SIA2032-Kategorien und -Unterkategorien zu. Diese automatische Zuordnungsfunktion spielt eine Schlüsselrolle bei der Vereinfachung der Datenaufbereitung für die Nutzenden, da sie die Notwendigkeit einer manuellen Klassifizierung überflüssig macht. Durch die automatische Zuordnung der IFC-Komponenten zu SIA2032-Kategorien ermöglicht greenBIM den Nutzenden, Nachhaltigkeitsbewertungen, ohne zusätzliche zeitaufwändige Anpassungen in ihre bestehenden Arbeitsabläufe zu integrieren. Diese Automatisierung reduziert die Fehleranfälligkeit manueller Zuordnungen, steigert die Effizienz und stellt sicher, dass alle relevanten Bauteile konsistent anhand etablierter Umweltkriterien bewertet werden.

Die Verwendung der SIA2032-Klassifikation als Grundlage bietet zwei wesentliche Vorteile:

1. greenBIM wird auf die SIA-Standards ausgerichtet. Dies erleichtert es den Nutzenden, die Resultate innerhalb eines anerkannten Rahmens für Nachhaltigkeit zu interpretieren und anzuwenden.
2. Diese Angleichung verbessert die Vergleichbarkeit von Ergebnissen zwischen verschiedenen Projekten, da die Bewertungen nach einem gemeinsamen Standard erfolgen, den alle Beteiligten der Planungs- und Baubranche kennen und dem sie vertrauen.

Dank der Automatisierung des IFC-zu-SIA-Mappings kann greenBIM als effektives Werkzeug zur Bewertung von Umweltauswirkungen auf verschiedenen Ebenen dienen – von einzelnen Materialien bis hin zum gesamten Projektumfang. Darüber hinaus ist der automatische Mapping-Prozess in greenBIM so konzipiert, dass er mehrere IFC-Versionen unterstützt (IFC2x3, IFC4, IFC4x3). Diese Flexibilität gewährleistet die Kompatibilität mit einer Vielzahl von BIM-Plattformen und Projektphasen und erlaubt eine Anpassung an unterschiedliche Software-Ökosysteme und Planungsstufen. Wie in Abbildung 7 dargestellt, visualisiert greenBIM die Zuordnung der Gebäudekomponenten zu ihren entsprechenden SIA2032-Kategorien. Dies ermöglicht den Nutzenden einen Einblick in das Innenleben der Methode und stärkt das Vertrauen in die Genauigkeit der Bewertungen.

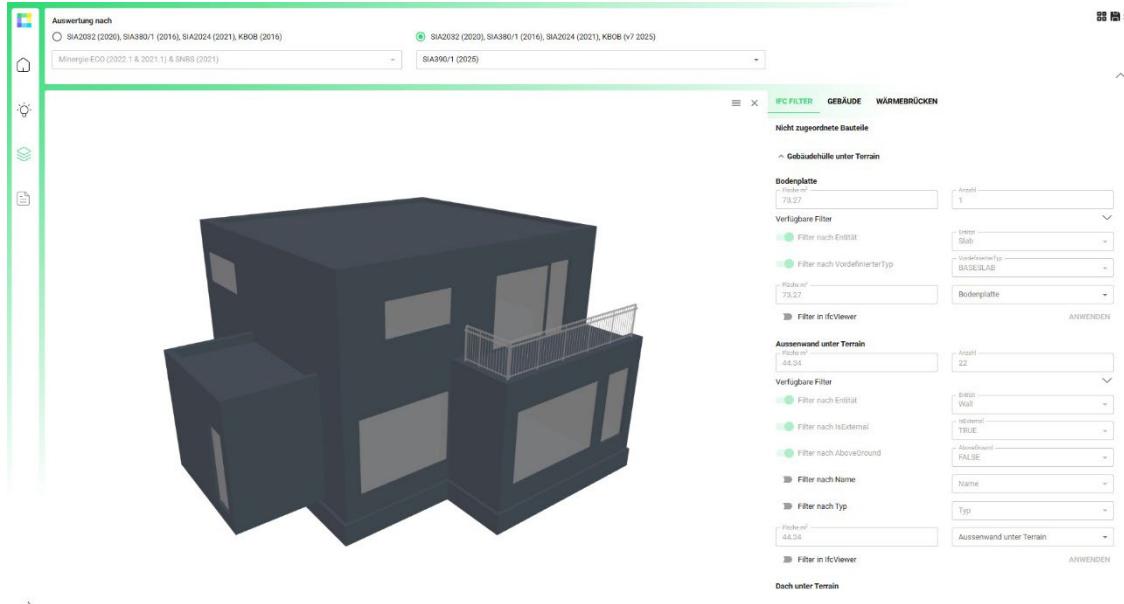


Abbildung 7: greenBIM-Methode

Durch die Integration des automatisierten SIA2032-Mappings vereint greenBIM Präzision, Standardisierung und Benutzerfreundlichkeit. Dieser Ansatz vereinfacht die oft komplexe Aufgabe der Umweltbewertung und ermöglicht es den Nutzenden, sich auf die Planung und Projektentwicklung zu konzentrieren, während Nachhaltigkeitsaspekte als integraler Bestandteil in ihre Arbeit eingebunden werden.

Nachdem die IFC-Elemente den entsprechenden SIA2032-Bauteilen zugeordnet wurden, wird jedes Element im Modell farblich markiert, um anzusehen, inwiefern es die spezifischen Umwelt-Benchmarks für diese Bauteile erfüllt. Dieser Farbcodierungsprozess basiert auf den Benchmarks der in der Plattform integrierten Bauteile und bietet den Nutzenden als unmittelbare visuelle Hilfe einen schnellen, intuitiven Überblick über die Nachhaltigkeitsleistung der verschiedenen Komponenten des Gebäudemodells (Abbildung 8).

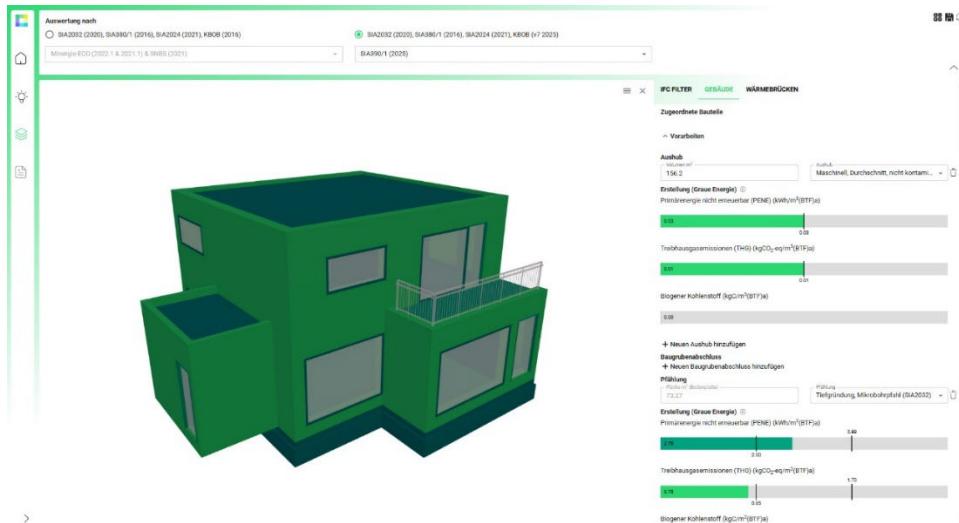


Abbildung 8: Zuordnung der greenBIM-Elemente



Durch die Implementierung eines Farbcodes werden komplexe Umweltdaten in eine verständliche visuelle Sprache übersetzt. Dies ermöglicht den Nutzenden, auf einen Blick Bereiche zu identifizieren, die die Nachhaltigkeitsstandards erfüllen oder übertreffen, sowie solche, bei denen noch Verbesserungsbedarf besteht. So werden beispielsweise Komponenten, die festgelegte Nachhaltigkeitskriterien erfüllen, in Grüntönen dargestellt, während Elemente, welche die Benchmarks nicht erreichen, deutlich hervorgehoben werden. Dies signalisiert, wo gegebenenfalls Anpassungen oder weitergehende Analysen erforderlich sind.

Dieses farbcodierte Feedback steht im Einklang mit dem Ziel von greenBIM, Nachhaltigkeitsaspekte direkt in den Entwurfsprozess zu integrieren. Durch die visuelle Hervorhebung von Gebäudekomponenten entsprechend ihrer Umweltauswirkungen können Nutzende in allen Projektphasen – von der frühen Planung bis zur abschliessenden Bewertung – datengestützte Entscheidungen treffen. Dieser Ansatz ermöglicht es Planungsteams, rasch die Bereiche mit den grössten Umweltauswirkungen zu identifizieren und sich auf diese zu konzentrieren, um ihre Projekte hinsichtlich Nachhaltigkeit zu optimieren – ohne sich durch detaillierte Berichte oder umfangreiche Datentabellen arbeiten zu müssen.

Dem Farbcodierungssystem liegen Benchmarks zugrunde, die auf den SIA Normen und den Best Practices der Plattform basieren. Dadurch wird gewährleistet, dass die Ergebnisse der Bewertung sowohl glaubwürdig als auch praktisch umsetzbar sind. Zudem fördert die farbcodierte Darstellung die Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten, indem sie einen gemeinsamen, intuitiven Bezugsrahmen bietet. So können Fachleute aus Architektur, Ingenieurwesen, Bauphysik sowie Energie- und Nachhaltigkeitsberatung schnell Bereiche mit Problemen oder Potenzialen im Projekt identifizieren und gemeinsam erörtern.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die automatische Farbcodierung der IFC-Elemente im greenBIM-Modell – basierend auf dem SIA2032-Mapping und plattformspezifischen Benchmarks – die Umweltbewertung zu einer zugänglicheren und interaktiveren Erfahrung macht. Diese Funktion verbessert nicht nur die Interpretierbarkeit der Nachhaltigkeitskennzahlen, sondern fördert auch eine unmittelbare und fundierte Entscheidungsfindung im Einklang mit den Umweltzielen des Projekts.

3.4 Ergebnisse der Plattform

Die Plattform bietet eine umfassende Reihe von Ergebnissen zur Nachhaltigkeitsbewertung, die sich auf die wichtigsten Umweltkennzahlen wie den Verbrauch nicht erneuerbarer Primärenergie, Treibhausgasemissionen und den biogenen Kohlenstoffgehalt konzentrieren. Diese Kennzahlen sind für die Bewertung des ökologischen Fussabdrucks eines Bauprojekts unerlässlich und werden auf mehreren Detailebenen dargestellt, um den Nutzenden ein detailliertes Verständnis der Nachhaltigkeitsleistung des gesamten Bauwerks zu vermitteln.

Die Ergebnisse sind auf der Ebene des gesamten Gebäudes verfügbar und bieten einen Überblick über die gesamten Umweltauswirkungen des Projekts. Diese Perspektive ermöglicht es den Nutzenden, das gesamte Nachhaltigkeitsprofil des Gebäudes schnell zu bewerten und es mit den weiter gefassten Zielen des Projekts und den anfänglichen Benchmarks abzulegen. Die Nutzenden können auch die Auswirkungen auf der Ebene der Gebäudefunktionen (z. B. Wohn-, Gewerbe- oder gemischt genutzte Bereiche innerhalb des Gebäudes) bewerten und erhalten so Einblicke in die Art und Weise, wie



die verschiedenen Funktionsbereiche auf einzigartige Weise zum Nachhaltigkeitsprofil des Gebäudes beitragen. Diese detaillierte Ansicht ist besonders nützlich für Gebäude mit mehreren Nutzungen, bei denen sich die Funktionsbereiche hinsichtlich ihres Energie- und Materialbedarfs erheblich unterscheiden können.

Die Plattform schlüsselt die Ergebnisse weiter auf, indem sie Gebäudetechnik berücksichtigt. Auf diese Weise können die Nutzenden genau feststellen, welche Systeme den Energieverbrauch oder die Treibhausgasemissionen verursachen, und den Planungsteams helfen, die Systeme mit den grössten Auswirkungen zu identifizieren und zu optimieren. Dieser Detaillierungsgrad ermöglicht Fachpersonen aus Architektur, Ingenieurwesen, Bauphysik, Nachhaltigkeits- und Energieberatung fundierte Entscheidungen über Systemdesigns und Materialien zu treffen und Strategien zu fördern, die die Umweltbelastung reduzieren, ohne die Funktionalität oder Leistung zu beeinträchtigen.

Schliesslich werden die Ergebnisse auf der Ebene der Gebäudeelemente (z. B. Wände, Fenster, Dächer) dargestellt, was eine genaue Bewertung der einzelnen Komponenten ermöglicht. Diese Element spezifische Aufschlüsselung ist entscheidend für die Identifizierung von Materialien und Konstruktionsentscheidungen mit hohen Treibhausgasemissionen und unterstützt eine fundierte Entscheidungsfindung über Materialersatz oder Konstruktionsänderungen. Wenn beispielsweise ein bestimmtes Wandsystem einen hohen Wert für Treibhausgasemissionen aufweist, können die Nutzenden alternative Materialien oder Designänderungen in Betracht ziehen, um die Nachhaltigkeit zu verbessern.

Im Einzelnen lieferte die Viride-Plattform Ergebnisse auf verschiedenen Ebenen für:

- Erstellung
 - o Primärenergie nicht erneuerbar (PENE) (kWh/m²(EBF)a)
 - o Treibhausgasemissionen (THG) (kgCO₂-eq/m²(EBF)a)
 - o Biogener Kohlenstoff (kgC/m²(EBF)a)
 - o Primärenergie nicht erneuerbar (PENE) eBKP-H (kWh/m²(EBF)a)
 - o Treibhausgasemissionen (THG) eBKP-H (kgCO₂-eq/m²(EBF)a)
 - o Biogener Kohlenstoff eBKP-H (kgC/m²(EBF)a)
 - o Primärenergie nicht erneuerbar (PENE) Bauteil (kWh/m²(EBF)a)
 - o Treibhausgasemissionen (THG) Bauteil (kgCO₂-eq/m²(EBF)a)
 - o Biogener Kohlenstoff Bauteil (kgC/m²(EBF)a)
 - o Primärenergie nicht erneuerbar (PENE) Gebäudetechnik (kWh/m²(EBF)a)
 - o Treibhausgasemissionen (THG) Gebäudetechnik (kgCO₂-eq/m²(EBF)a)
 - o Umweltbelastungspunkte (UBP)
- Betrieb
 - o Heizwärmeverbrauch (kWh/m²(EBF)a)
 - o Primärenergie nicht erneuerbar (PENE) (kWh/m²(EBF)a)
 - o Treibhausgasemissionen (THG) (kgCO₂-eq/m²(EBF)a)



- Umweltbelastungspunkte (UBP)
- Erneuerbare Energie Eigenstromverbrauch (kWh/m²(EBF)a)
- Warmwasser (kWh/m²(EBF)a) / (kgCO₂-eq/m²(EBF)a)
- Elektrische Hilfsenergie (kWh/m²(EBF)a) / (kgCO₂-eq/m²(EBF)a)
- Lüftung (kWh/m²(EBF)a) / (kgCO₂-eq/m²(EBF)a)
- Beleuchtung (kWh/m²(EBF)a) / (kgCO₂-eq/m²(EBF)a)
- Geräte und Prozessanlagen (kWh/m²(EBF)a) / (kgCO₂-eq/m²(EBF)a)
- Aufzugsanlage (kWh/m²(EBF)a) / (kgCO₂-eq/m²(EBF)a)
- Fahrtreppe (kWh/m²(EBF)a) / (kgCO₂-eq/m²(EBF)a)

Um diese Ergebnisse zu kontextualisieren, vergleicht die Plattform alle Wirkungs-Kennzahlen mit etablierten Standards und Normen, darunter SIA2040 [1], SIA390/1 [2], Minergie-P-A/ECO [4], [5] und SNBS [7] für umfassende Nachhaltigkeitsbewertungen (Abbildung 9). Diese Standards sind in der Branche weithin anerkannt und bieten den Nutzenden einen klaren Bezugspunkt, um zu beurteilen, ob ihr Projekt die Best Practices der Branche erfüllt, übertrifft oder unterschreitet. Indem die Plattform ihre Kennzahlen an diesen Normen ausrichtet, stellt sie sicher, dass die Nachhaltigkeitsergebnisse nicht nur genau, sondern auch relevant und im Rahmen der aktuellen Umweltvorschriften und -zertifizierungen umsetzbar sind.

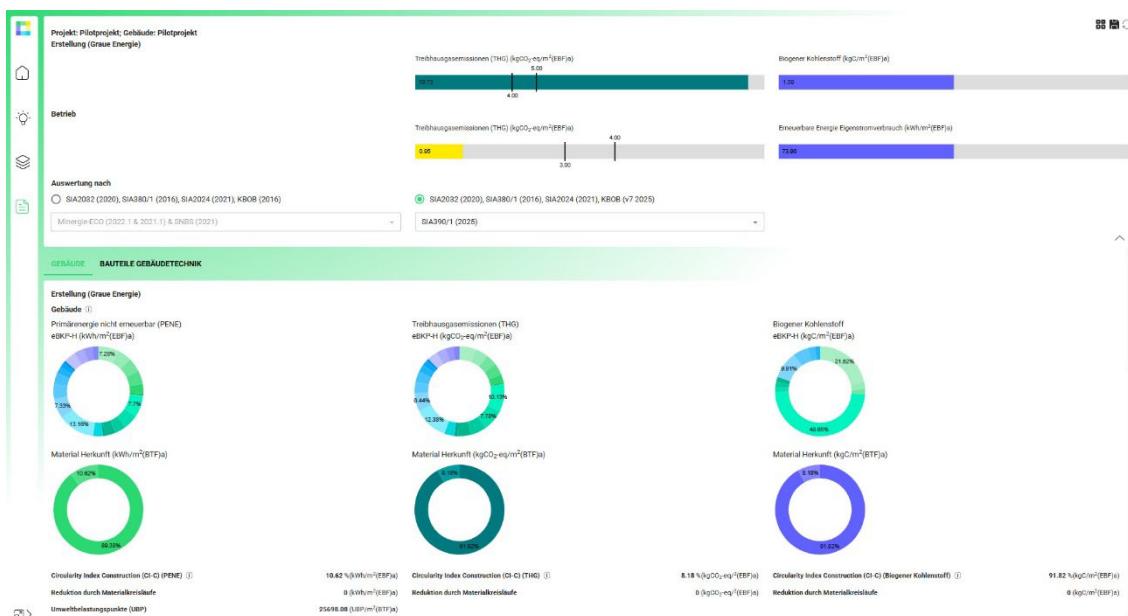


Abbildung 9: Ergebnisse der Plattform

Der mehrstufige Ansatz der Plattform in Bezug auf die Nachhaltigkeitsergebnisse, gepaart mit diesen Benchmark-Vergleichen, verschafft den Nutzenden einen ganzheitlichen Überblick über die Umweltauswirkungen ihres Projekts und bietet gleichzeitig die detaillierten Einblicke, die sie benötigen, um spezifische, wirksame Verbesserungen vorzunehmen.



4 Erstellung

Die Plattform bietet ein robustes System zur Bewertung von Projektergebnissen, indem sie sich an verschiedenen Standards und Benchmarks orientiert, insbesondere an SIA2032 [6], KBOB-Daten [8], SIA2040 [1], SIA390/1 [2], Minergie [4], Minergie-ECO [5] und SNBS [7]. Diese Grenzwerte und Daten ermöglichen den Nutzenden eine eingehende Bewertung der Projektleistung anhand einer Reihe von Nachhaltigkeits-kriterien.

4.1 Basis SIA2032 mit KBOB2016 und KBOB2022 Version 7 (2025)

Die Plattform bietet eine umfassende Bewertung der Umweltwirkung bezüglich Primärenergie nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen der Erstellung, indem sie den SIA2032-Standard nutzt, der den Ansatz zur systematischen Bewertung der Umweltauswirkungen von Baumaterialien und -komponenten strukturiert. Durch die Fokussierung auf Primärenergie nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen adressiert die Plattform einen entscheidenden Teil der Umweltauswirkungen des Lebenszyklus eines Gebäudes. Dieser Schwerpunkt ist besonders wichtig, da die indirekten Treibhausgasemissionen einen bedeutenden Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen eines Gebäudes ausmachen können.

Die KBOB bietet anerkannte Umweltdaten für Baumaterialien in der Schweiz, und ihre Aktualisierungen spiegeln Fortschritte in der Nachhaltigkeitspraxis, eine verbesserte Datengenauigkeit und Anpassungen der gesetzlichen Anforderungen wider. Um eine gründliche und genaue Bewertung zu gewährleisten, integriert die Plattform Umweltdaten sowohl aus der älteren Version 2016 als auch aus den neueren Aktualisierungen 2022 Version 7 (2025) der KBOB-Datenbank [8]. Da die Plattform beide Versionen der KBOB enthält, können die Nutzenden die Primärenergie nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen sowohl für Projekte, die nach älteren Standards gebaut wurden, als auch für solche, die den aktuellen Nachhaltigkeits-erwartungen entsprechen, bewerten. Dies ist wertvoll für vergleichende Analysen, zeitlich versetzte Gebäudebewertungen und Projekte, die eine Renovierung oder adaptive Wiederverwendung beinhalten.

Die Integration von SIA2032 [6] mit den KBOB-Umweltdaten bietet einen robusten Rahmen, der die Methode der Plattform mit den Schweizer Best Practices und Normen in Einklang bringt. Die Verwendung von SIA2032 stellt sicher, dass alle Berechnungen den etablierten Kategorisierungs- und Quantifizierungsrichtlinien folgen, wodurch ein konsistenter Ansatz für die Bewertung von Treibhausgas-Äquivalenten über alle Projekte hinweg geschaffen wird. Die Unterstützung mehrerer Versionen von KBOB-Daten durch die Plattform ermöglicht zudem ein dynamischer und flexibler Bewertungs-prozess, bei dem die Nutzenden je nach den spezifischen Anforderungen ihres Projekts zwischen den Datensätzen von 2016 und aktuellen Datensätzen wechseln können.

Darüber hinaus vereinfacht die Nutzeroberfläche der Plattform den Bewertungsprozess durch die automatische Auswahl des geeigneten KBOB-Datensatzes auf der Grundlage von Präferenzen der Nutzenden oder Projektspezifikationen. Die Nutzenden können die Ergebnisse Primärenergie nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen auf verschiedenen Ebenen anzeigen, z. B. nach Gebäudekomponente oder System, was eine detaillierte Analyse ermöglicht, wo der Grossteil der indirekten Emissionen konzentriert ist. Diese Granularität erleichtert nicht nur effektives Benchmarking und Vergleiche, sondern



unterstützt auch gezielte Planungseingriffe, die es den Nutzenden ermöglichen, Materialien mit hohen Emissionen zu identifizieren und durch emissionsärmere Alternativen zu ersetzen.

Durch den Einbezug mehrerer KBOB-Versionen und die Einhaltung der SIA2032 [6] dient die Plattform als vielseitiges Instrument zur Bewertung der indirekten Treibhausgasemissionen für eine breite Palette von Gebäudetypen und -alter. Sie liefert den Beteiligten zuverlässige Daten, die als Entscheidungsgrundlage für Neubauten, Erneuerungen, Sanierungen und Umnutzungsprojekte dienen können. Auf diese Weise ermöglicht die Plattform den Nutzenden, umweltbewusste Entscheidungen zu treffen, die sowohl mit früheren als auch mit aktuellen Best Practices für nachhaltiges Bauen übereinstimmen. Diese Flexibilität und die Einhaltung hoher Standards machen die Plattform zu einer wertvolles Arbeitsinstrument für Fachpersonen aus Fachpersonen aus Architektur, Ingenieurwesen, Bauphysik, Nachhaltigkeits- und Energieberatung die sich für die Reduktion des CO₂-Fussabdrucks der gebauten Umwelt einsetzen.

4.2 SIA2040 und SIA390/1

Um die Energieeffizienz und die Leistung in Übereinstimmung mit SIA2040 [1] und die Nachfolgenorm SIA390/1 [2] zu bewerten, zeigt die Plattform die Zielwerte an, die zeigen, wie gut das Projekt die Energie- und Treibhausgasanforderungen punkto Erstellung erfüllt. Diese Normen setzen Ziele für die Verringerung der nicht erneuerbaren Primärenergie und ist ein Schlüsselfaktor für die Verwirklichung CO2-reduzierter, energieeffizienter Gebäude. Die SIA390/1 [2] umreisst die Leistungserwartungen für bestimmte Gebäudefunktionen und gewährleistet so ein detailliertes Verständnis für Energieeffizienz. Zusammen ermöglichen diese Grenzwerte den Nutzenden eine Bewertung der langfristigen energetischen Auswirkungen des Projekts und unterstützen die Planung von Gebäuden, die über ihre gesamte Lebensdauer sowohl kosteneffizient als auch umweltverträglich sind (Abbildung 10).

Abbildung 10: Auswertung von SIA2040 und SIA390/1



4.3 Minergie und Minergie-ECO

Minergie-P-A [4] und Minergie-ECO [5] sind in der Schweiz etablierte Standards, die für ihre hohe Energieeffizienz, den Raumkomfort und die ökologische Verantwortung bekannt sind. Durch den Einbezug dieser Standards können die Nutzenden der Plattform beurteilen, ob ein Projekt die Anforderungen der Minergie-Zertifizierung erfüllt oder übertrifft. Die Minergie-Zertifizierung legt den Schwerpunkt auf eine optimale Nutzung von Betriebsenergie und die Integration erneuerbarer Energiequellen und ist damit ein wertvoller Massstab für Projekte, die eine aussergewöhnliche Energieleistung anstreben und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen verringern wollen. Ausserdem werden neu auch die indirekten Treibhausgasemissionen beurteilt.

Der Minergie-ECO-Standard [5] geht einen Schritt weiter, indem er ökologische Kriterien wie Ressourcenschonung und die Raumluftqualität berücksichtigt. Dies gewährleistet einen ganzheitlichen Ansatz für Nachhaltigkeit, der auch die Gesundheit und das Wohlbefinden der Nutzenden berücksichtigt. Durch die Bewertung von Projekten anhand der Minergie- und Minergie-ECO-Grenzwerte unterstützt die Plattform die Planung und Bewertung von Gebäuden, die nicht nur Energieeffizienz erreichen, sondern auch verbesserte Umwelt- und Gesundheitsvorteile bieten (Abbildung 11).

Abbildung 11: Minergie und Minergie-ECO

4.4 SNBS

Für Projekte mit einem breiteren Fokus auf Nachhaltigkeit in den Bereichen Umwelt, Soziales und Wirtschaft enthält die Plattform SNBS-Punkte. SNBS [7] ist ein umfassendes Nachhaltigkeitsbewertungssystem, das für den Schweizer Markt entwickelt wurde und Projekte auf der Grundlage einer ganzheitlichen Sicht auf nachhaltige Entwicklung bewertet. SNBS-Punkte bieten eine quantifizierbare Massnahme für die Gesamt-Nachhaltigkeit eines Projekts und ermöglichen es den Nutzenden, ihr Design nicht nur anhand von Umwteleistungskennzahlen, sondern auch in Bezug auf soziale Verantwortung und wirtschaftliche Nachhaltigkeit zu benchmarken.



Durch die Aktivierung der SNBS-Punkte ermöglicht die Plattform den Nutzenden, zu bewerten, wie gut ihre Projekte in Bezug auf Primärenergie nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen der Erstellung mit den nationalen Nachhaltigkeitszielen der Schweiz in Einklang stehen.

4.5 Umfassende Bewertung und Branchenausrichtung

Durch die Kombination von SIA2032- und KBOB-Daten [8] mit diesen wichtigen Benchmarks - SIA2040 [1], SIA390/1 [2], Minergie-P-A [4], Minergie-ECO [5] und SNBS [7] stellt die Plattform den Nutzenden ein leistungsfähiges Instrument zur Verfügung, das die Bewertung der Projektergebnisse aus verschiedenen Perspektiven ermöglicht. Diese Ausrichtung an etablierten Schweizer Standards gewährleistet, dass die Bewertungen nicht nur präzise sind, sondern auch den strengen Nachhaltigkeitsanforderungen der Schweiz entsprechen. Darüber hinaus stellt die Plattform den Nutzenden umsetzbare Erkenntnisse bereit, die mit branchenüblichen Zertifizierungen übereinstimmen und somit zur Anerkennung der Bemühungen der Nutzenden im Bereich des nachhaltigen Bauens beitragen.

Dieser mehrstufige Ansatz zur Nachhaltigkeitsbewertung ermöglicht den Nutzenden, die Umweltleistung ihres Projekts ganzheitlich zu erfassen, mit anerkannten Grenzwerten zu vergleichen und fundierte Entscheidungen zur Verbesserung der Nachhaltigkeitsergebnisse zu treffen. Unabhängig davon, ob das Ziel die Steigerung der Energieeffizienz, die Förderung der Gesundheit der Nutzenden oder die allgemeine Umweltverantwortung ist, unterstützt die umfassende Integration von Benchmarks auf der Plattform die Nutzenden dabei, die Erwartungen an eine nachhaltig gebaute Umwelt zu erfüllen und sogar zu übertreffen.



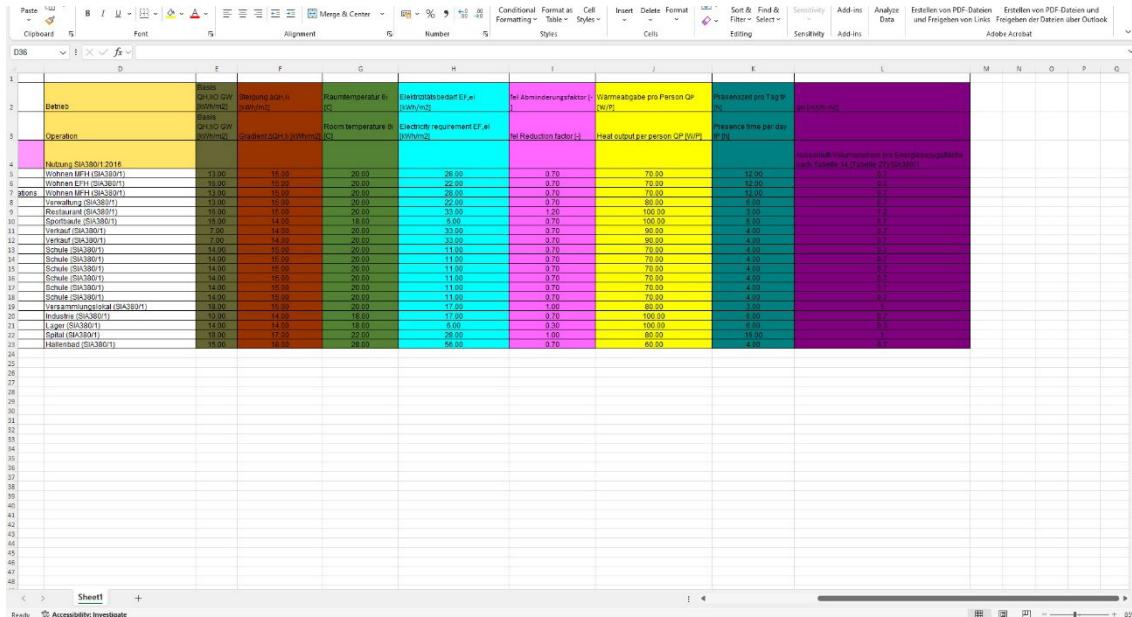
5 Betrieb

Die Viride-Plattform wurde um eine umfassende Bewertung der Betriebsenergie erweitert – also der Energie, die benötigt wird, um ein Gebäude über seinen gesamten Lebenszyklus zu betreiben. Diese Erweiterung ermöglicht es den Nutzenden nun, nicht nur die anfängliche Umweltwirkung durch Primärenergie nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen zu bewerten, sondern auch die Anforderungen an die Betrieb systematisch zu berücksichtigen. Durch die Integration des Betrieb-Modul als zentrale Bewertungsgröße bietet die Plattform eine ganzheitliche Gesamtenegiebetrachtung von Gebäuden. Dies unterstützt die Nutzenden dabei, Projekte zu entwerfen, die sowohl in der Erstellung als auch im Betrieb energetisch optimiert sind.

5.1 Basis SIA380/1 für Heizwärmeverbrauch

Das Betrieb-Modul wird konsequent gemäss der Schweizer Norm SIA 380/1 [3] entwickelt, welche methodische Kriterien und Berechnungsverfahren für den Gebäudeheizwärmeverbrauch festlegt. SIA 380/1 definiert einen wissenschaftlich fundierten Rahmen, um den jährlichen Heizwärmeverbrauch eines Gebäudes quantitativ zu ermitteln und die energetische Effizienz zu optimieren. Durch die Integration von SIA 380/1 in die Plattform können Projekte somit an etablierten Leistungskennwerten der Schweiz gemessen werden. Insbesondere stellt dies sicher, dass die berechneten Kennzahlen mit den nationalen Benchmarks und gesetzlichen Anforderungen übereinstimmen. Dies erleichtert die Einhaltung der Energievorschriften und fördert zugleich Best Practices der Gebäude-Energieeffizienz im Planungsprozess.

Die detaillierten Vorgaben von SIA 380/1 ermöglichen es der Viride-Plattform, den Heizwärmeverbrauch auf Bauteil- bzw. systemspezifischer Ebene zu berechnen. Das heisst, der jährliche Heizwärmeverbrauch kann für einzelne Gebäudesysteme oder Komponenten separat ermittelt werden, was tiefere Einblicke in die energetische Performance liefert. So werden beispielsweise für Heizung separate Analysen unter Verwendung standardisierter Nutzungsprofile und Klimadaten durchgeführt. SIA 380/1 gibt dafür normierte Standardwerte und Datensätze vor, die im Rechenmodell berücksichtigt werden. Die Berücksichtigung von Nutzerprofilen, Standortklima und Anlageneffizienz gemäss SIA 380/1 stellt sicher, dass Optimierungsmassnahmen virtuell getestet werden können, ohne den Komfort oder die Funktionalität zu beeinträchtigen (Abbildung 12).



		Wärmebrücke (W/m²K)	Stärke zwi. Hülle (mm)	Raumtemperatur (°C)	Erhitzungsbedarf EF (W/m²K)	Bei Abminderungsfaktor	Wärmeabgabe pro Person CP (W/P)	Präsenzzeit pro Tag T (h)	
1									
2	Büro	QH (IG GW 0,8W/m²K)	Stärke zwi. Hülle (mm)	Raumtemperatur (°C)	Erhitzungsbedarf EF (W/m²K)	Bei Abminderungsfaktor	Wärmeabgabe pro Person CP (W/P)	Präsenzzeit pro Tag T (h)	
3	Operation	QH (IG GW 0,8W/m²K)	Stärke zwi. Hülle (mm)	Room temperature (°C)	Electricity requirement EF (W/m²K)	Bei Reduction factor	Heat output per person CP (W/P)	Presence time per day	
4	Wohnung (SIA380/1.2018)								Assumptions for calculations per energy consumption table from Table 14.0 (Volume 21 of SIA380/1)
5	Wohnen MFH (SIA380/1)	13.00	15.00	20.00	28.00	0.70	70.00	12.00	
6	Wohnen EFH (SIA380/1)	13.00	15.00	20.00	22.00	0.70	70.00	12.00	
7	Wohnen MFH (SIA380/1)	13.00	15.00	20.00	20.00	0.70	70.00	12.00	
8	Wohnen MFH (SIA380/1)	13.00	15.00	20.00	17.00	0.70	80.00	8.00	
9	Restaurant (SIA380/1)	13.00	15.00	20.00	30.00	0.70	100.00	3.00	
10	Sporthalle (SIA380/1)	13.00	14.00	18.00	30.00	0.70	100.00	8.00	
11	Versorgungseinrichtung (SIA380/1)	13.00	14.00	20.00	30.00	0.70	100.00	4.00	
12	Verkauf (SIA380/1)	7.00	14.00	20.00	30.00	0.70	90.00	4.00	
13	Schule (SIA380/1)	14.00	15.00	20.00	11.00	0.70	70.00	4.00	
14	Schule (SIA380/1)	14.00	15.00	20.00	11.00	0.70	70.00	4.00	
15	Schule (SIA380/1)	14.00	15.00	20.00	11.00	0.70	70.00	4.00	
16	Schule (SIA380/1)	14.00	15.00	20.00	11.00	0.70	70.00	4.00	
17	Schule (SIA380/1)	14.00	15.00	20.00	11.00	0.70	70.00	4.00	
18	Schule (SIA380/1)	14.00	15.00	20.00	11.00	0.70	70.00	4.00	
19	Versorgungseinrichtung (SIA380/1)	18.00	15.00	20.00	17.00	0.70	80.00	3.00	
20	Wohnung (SIA380/1)	13.00	14.00	18.00	17.00	0.70	100.00	8.00	
21	Lager (SIA380/1)	14.00	14.00	18.00	9.00	0.30	100.00	6.00	
22	Schul (SIA380/1)	13.00	17.00	22.00	28.00	1.00	80.00	16.00	
23	Hallenbad (SIA380/1)	13.00	18.00	22.00	36.00	0.70	60.00	4.00	
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									

Abbildung 12: Auswertung von SIA380/1

Im Einklang mit der Norm SIA380/1 wurde die Plattform Viride um zusätzliche Funktionalitäten erweitert. Diese Erweiterungen ermöglichen es, den spezifischen Heizwärmebedarf detaillierter und regelkonform zu berechnen. Zu den implementierten Massnahmen zählen unter anderem:

- Erfassung von Wärmebrücken: Alle relevanten Wärmebrücken der thermischen Gebäudehülle können nun individuell erfasst und definiert werden (Abbildung 13).
- Definition der thermischen Gebäudehülle: Es kann nun festgelegt werden, welche Bauteile die thermische Gebäudehülle bilden. Dadurch werden Transmissionswärmeverluste ausschliesslich über die tatsächlich wärmeübertragenden Flächen der Gebäudehülle berechnet.
- Berücksichtigung des Neigungswinkels opaker Bauteile: Für jede transparente Fläche kann ein spezifischer Neigungswinkel festgelegt werden. Dadurch wird die Ausrichtung bzw. Neigung der Bauteile in der Berechnung korrekt berücksichtigt, was zu einer realitätsnahen Ermittlung der Wärmeverluste führt.

Dank dieser Erweiterungen können die Transmissionswärmeverluste durch die Gebäudehülle, sowie die Lüftungswärmeverluste, Solaren Einträge und Interne Wärmegewinne nun präziser ermittelt und der spezifische Heizwärmebedarf entsprechend genauer nach SIA 380/1 berechnet werden. Dabei werden alle relevanten Einflussgrössen der Norm berücksichtigt. Insgesamt gewährleistet die aktualisierte Methodik in Viride eine regelkonforme und detaillierte Heizwärmebedarfsberechnung gemäss SIA380/1.

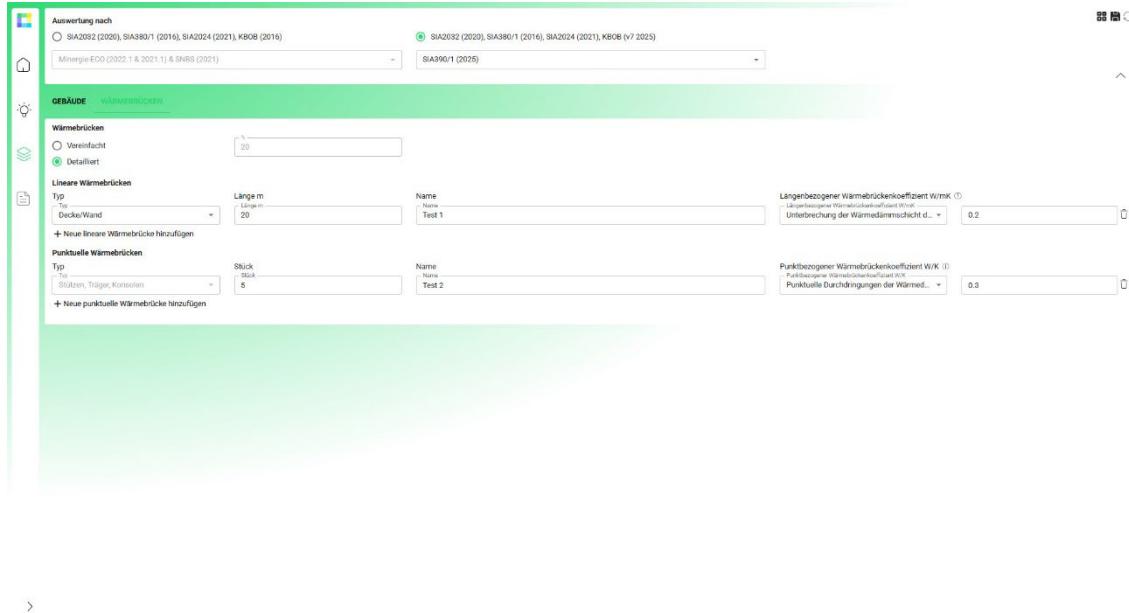


Abbildung 13: Wärmebrücken in Viride nach SIA380/1

5.2 SIA2040 und SIA390/1

Die SIA 390/1 Klimapfad löst den bisherigen SIA Effizienzpfad Energie ab. Die neue Norm SIA 390/1 zeigt mit Zielwerten B auf, wie der Absenkpfad bezüglich direkten und indirekten Treibhausgasemissionen bis ins Jahr 2050 erfolgen soll. Außerdem wird ein ambitionierter Zielpfad mit Zielwerten A vorgegeben, mit dem das Netto-Null bereits 2040 erreicht werden kann. Pro Nutzungskategorie werden Richt- und Zielwerte festgelegt, welche die Bereiche Erstellung, Betrieb und Mobilität umfassen. Betrieb und Erstellung wurden bisher in die Viride-Plattform integriert. Mobilität soll zu einem späteren Zeitpunkt integriert werden. Der Hauptfokus der Norm liegt in der Reduktion der Treibhausgasemissionen in der Erstellung und dem Betrieb.

Für Elektrizität verlangt die Norm explizit die Bilanzierung mit dem CH-Verbrauchermix gemäss KBOB. Damit ist sie nicht direkt kompatibel mit dem Schweizer THG-Benchmark REIDA, der auf Basis des Lieferantenmixes mit Herkunftsachweis rechnet (vgl. Intep «Treibhausgas-Emissionsfaktoren für den Gebäudesektor»). REIDA weist laut eigenem Methodenbeschrieb bereits auf diese Diskrepanz hin. Für Akteure, die nach REIDA bilanzieren, kann es also zu Abweichungen kommen – darauf sollte man im Rahmen von Projekten frühzeitig hinweisen. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass die Scope 2 Emissionen im Falle einer Angleichung einen signifikanten Sprung erfahren.

Auf Grundlage der Zielgrössen und Rechenvorgaben von SIA 2040 und SIA 390/1 erfolgt in einer Initialphase eine normkonforme Vorabschätzung der Betrieb. Die Berechnung wird flächenbezogen auf die Energiebezugsfläche (EBF) durchgeführt und liefert Emissionskennwerte in kWh/m²(EBF)a. In diesem frühen Stadium werden standardisierte spezifische Verbräuche und Nutzungsprofile gemäss den Normvorgaben herangezogen und, wo erforderlich, um standort- und nutzungsspezifische Korrekturen ergänzt. Die Plattform differenziert die Primärenergie nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen nach Warmwasser (kWh/m²(EBF)a) / (kgCO₂-eq/m²(EBF)a), Elektrische Hilfsenergie (kWh/m²(EBF)a) / (kgCO₂-eq/m²(EBF)a), Lüftung (kWh/m²(EBF)a) / (kgCO₂-eq/m²(EBF)a).



eq/m²(EBF)a), Beleuchtung (kWh/m²(EBF)a) / (kgCO₂-eq/m²(EBF)a), Geräte und Prozessanlagen (kWh/m²(EBF)a) / (kgCO₂-eq/m²(EBF)a), Aufzugsanlage (kWh/m²(EBF)a) / (kgCO₂-eq/m²(EBF)a), Fahrstiege (kWh/m²(EBF)a) / (kgCO₂-eq/m²(EBF)a). Erneuerbare Energie mit Eigenstromverbrauch werden auch bilanziert. Die Umrechnung der Endenergie in Treibhausgasemissionen erfolgt über energieträger-spezifische Emissionsfaktoren gemäss KBOB; dadurch sind die resultierenden Kennwerte unmittelbar mit den in der Schweiz etablierten Benchmarks und Zielpfaden vergleichbar. Dieses methodische Vorgehen ermöglicht eine konsistente, frühzeitige Systembilanz über alle wesentlichen Verbrauchskategorien hinweg und liefert belastbare Ansatzpunkte für Variantenstudien und Priorisierung von Effizienzmassnahmen, noch bevor detaillierte Anlagenauslegungen vorliegen.

5.3 Minergie

Auf Grundlage der nach SIA380/1 ermittelten Kenngrössen des spezifischen Heizwärmebedarfs (QH,li in kWh/m²(EBF)a) integriert Viride eine Konformitätsprüfung gegenüber den Anforderungen der Minergie-P-A. Methodisch erfolgt zunächst die Berechnung von mittels des in SIA380/1 festgelegten Monatsbilanzverfahrens basierend auf der thermischen Gebäudehülle, Bauteilkennwerten (U-Werten gemäss SIA381/101), Wärmebrücken-zusätzen sowie standardisierten Nutzungs- und Betriebsprofilen. Die resultierenden, auf die Energiebezugsfläche (EBF) normalisierten Werte werden anschliessend um Minergiespezifische Referenz ergänzt, sodass ein vergleichbarer Zielwertabgleich mit den Grenzwerten von Minergie-P-A möglich ist. Das Verfahren liefert damit sowohl einen Vorprüf-Nachweis der Zielerreichung in frühen Projektphasen als auch belastbare Eingangsgrössen für Variantenstudien. Abbildung 14 zeigt den methodischen Ablauf von der SIA380/1-Berechnung über die EBF-Normalisierung und die Anwendung der Minergiespezifischen Parameter gegenüber den Heizwärmebedarfsanforderungen der Standards.

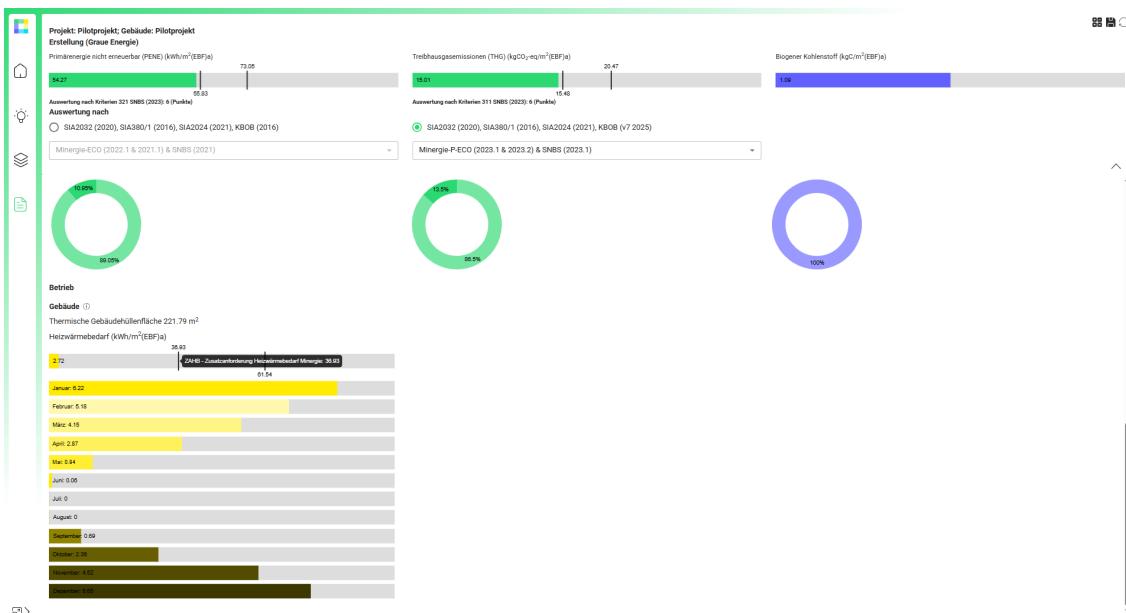


Abbildung 14: Zusatzanforderung Minergie-P-A Heizwärmebedarf



5.4 Vorteile der Betriebsenergie-Bewertung für Plattform-Nutzer

Die Erweiterung der Viride-Plattform um Funktionen zur Betrieb-Bewertung schafft ein umfassendes Planungsinstrument, mit dem Gebäude über den gesamten Lebenszyklus energetisch optimiert werden können. Dabei werden nicht nur Primärenergie abgeschätzt, sondern auch die damit verbundenen Treibhausgasemissionen im Gebäudebetrieb ermittelt. Die Viride-Plattform nutzt dafür BIM-Modellinformationen, um Massen und Flächen zu erfassen und daraus den Bedarf von Heizung, Lüftung, Beleuchtung und andere zu berechnen. Anschliessend fliessen die Ergebnisse in eine ökologisch orientierte Bilanzierung ein, die sich an etablierten Schweizer Nachhaltigkeitsbenchmarks orientiert. So wird sichergestellt, dass neue Entwürfe bereits in der Planungsphase die Ziele der Energieeffizienz- und Emissionsreduktion erfüllen und gleichzeitig ein hohes Komfortniveau gewährleisten.

Das Betrieb-Modul unterstützt Fachplanerinnen und Fachplaner bei der iterativen Optimierung des Gebäudedesigns. Nutzer können verschiedene Energiesparstrategien parametrisch simulieren und deren Auswirkung auf Kenngrössen wie Heizwärmebedarf, unmittelbar bewerten. Dazu zählen etwa Anpassungen folgender Faktoren – Auswahl von Gebäudetechnik und Dämmung. Wahl der Dämmmaterialien und Baukonstruktionen, die einerseits den Heizwärmebedarf senken, andererseits aber durch die Erstellung (Herstellungsenergie) zu beachten sind.

5.5 Auswirkungen auf langfristige Nachhaltigkeitsziele und Zertifizierungsbereitschaft

Mit dem Betrieb-Modul können Nutzer Gebäude entwerfen, die mit Klimazielien in Einklang stehen. Insbesondere wird eine Netto-Null-Gebäudesicht unterstützt, indem sowohl die Primärenergie nicht erneuerbar als auch die Treibhausgasemissionen bilanziert werden. Forschungsergebnisse betonen, dass zur Erreichung von Netto-Null im Gebäudesektor alle Emissionsquellen reduziert werden müssen. Damit lassen sich Entwicklungsentscheidungen treffen, die zukunftsfähige Rückbau- oder Wiederverwendungsstrategien berücksichtigen und über die gesamte Lebensdauer minimale Treibhausgasemissionen sicherstellen.

Zudem bereitet das Modul Nutzer gezielt auf Gebäudezertifizierungen vor. Durch die integrierte Betriebsenergieanalyse sind Projekte mit der Plattform gut positioniert, um anspruchsvolle Labels wie SIA390/1 und Minergie-P-A/ECO zu erfüllen. Mit der in der Viride-Plattform verankerten Betriebsenergiebewertung können sich Planer sicher sein, dass ihr Entwurf sämtliche Anforderungen an Energieverbrauch und Nachhaltigkeit erfüllt. So wird einerseits das langfristige Erreichen von Klimazielien unterstützt und andererseits das Vertrauen in die Wirtschaftlichkeit der Projekte gestärkt.

In technischer Hinsicht stützt sich das Betrieb-Modul auf etablierte Normen und Standards: Dazu zählen insbesondere SIA 380/1 für die Berechnung des Heizwärmebedarfs. Auch Minergie-P-A-Vorgaben werden integriert, da sie klare Betriebsenergiekriterien definieren. Insgesamt fördert diese Erweiterung der Viride-Plattform die breite Anwendung energieeffizienter und nachhaltiger Baupraktiken in der ganzen Branche.



6 Bauteilkatalog

Die Viride-Plattform integriert einen Bauteilkatalog, ein strukturiertes Verzeichnis von Baukomponenten, das darauf ausgelegt ist, einen reibungslosen und effizienten Bewertungsprozess zu ermöglichen. Dieser Katalog basiert auf SIA2032 [6], KBOB [8], und SIA381.101 [10], die Bauteile mit klaren Umwelt- und Leistungsanforderungen definiert. Durch die Implementierung dieser vordefinierten Bauteile stellt die Plattform sicher, dass die Nutzenden auf eine zuverlässige und standardisierte Sammlung von Bauteildaten zugreifen können, die den Prozess der Berechnung von Nachhaltigkeitskennzahlen für ihre Projekte vereinfachen.

6.1 Integration von Bauteilen der SIA2032

Der Bauteilkatalog nutzt die umfassende Kategorisierung der Baukomponenten nach SIA2032 [6]. Dieser Standard bietet detaillierte Klassifikationen, die Informationen zur Materialzusammensetzung und den Umweltwirkungen verschiedener Bauteile enthalten und den Nutzenden einen organisierten Rahmen bieten, um jedes Teil ihres Gebäudes gemäss den Nachhaltigkeitsbenchmarks zu bewerten (Abbildung 15).

Anhang D (normativ) Berechnungstabelle für Vorstudien und Vorprojekt
Die Tabelle kann für die Vorstudien und das Vorprojekt von Neu- und Umbauten verwendet werden. Die angegebenen Werte beruhen auf den Ökobilanzdaten im Baubereich, Stand Juli 2016. Die zugrunde liegenden Konstruktionen können auf energytools.ch heruntergeladen werden [5].

Tabelle 6 Vorstudien- und Vorprojektwerte					
	Element oder Elementgruppe nach eBKP-H	Bezeichnung	Bezugsgrösse ^A	Einheit	Primärenergie nicht erneuerbar pro Jahr
Vorarbeiten	B06 / B07.02	Baugrube			
		Aushub	Volumen	m ³	0,03
		Baugrubenabschluss (Rüttwand)	BTF	m ²	11,29
Gebäudehülle unter Terrain	C01	Fundament, Bodenplatte			
		ungedämmt	BTF	m ²	4,50
	C02.01 (A) / E01	gedämmt	BTF	m ²	7,37
		Aussenwand unter Terrain			
	C02.01 (A) / E01	ungedämmt	BTF	m ²	4,62
		gedämmt	BTF	m ²	8,27
	C04.04 / F01.01	Dach unter Terrain			
		ungedämmt	BTF	m ²	5,84
		gedämmt	BTF	m ²	11,34
Gebäudehülle über Terrain	C02.01 (B)	Aussenwandkonstruktion über Terrain			
		Betonwand (mit Innenputz)	BTF	m ²	3,59
		Backsteinwand (mit Innenputz)	BTF	m ²	3,28
		Holzwand (mit innerer Gipsbekleidung)	BTF	m ²	1,19
		Einsteinmauerwerk dämmend (mit Innenputz)	BTF	m ²	7,04
^A BTF Bauteilfläche ^B BTF AW Außenwandfläche					

SIA 2032, Copyright © 2020 by SIA Zürich

Abbildung 15: Auszug aus SIA2032-Konstruktionen [6]

Gemäss dem SIA-Merkblatt 2032 werden die Bauteilkennwerte direkt aus den Ökobilanzdaten der KBOB [8] abgeleitet. Dies bedeutet, dass die in der Bewertung herangezogenen Kennzahlen (z. B. Primärenergie nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen pro Bauteil) auf dem national standardisierten KBOB-Datensatz beruhen [8]. Durch die Verwendung dieser einheitlichen und anerkannten Datengrundlage wird eine konsistente sowie nachvollziehbare ökobilanzielle Bewertung der Bauteile gewährleistet.



Dadurch ist sichergestellt, dass die Datengrundlage auf validierten Referenzwerten basiert, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erhöht.

Die Verwendung vordefinierter SIA2032- im Katalog bedeutet, dass Nutzenden keine eigenen Bauteil-Definitionen erstellen müssen, was zeitaufwendig sein kann und möglicherweise zu Inkonsistenzen bei der Nachhaltigkeitsbewertung führen würde. Stattdessen bietet der Katalog eine standardisierte Auswahl der häufigsten Konstruktionen. Dieses Mass an Standardisierung ist entscheidend für Fachpersonen, die konsistente und zuverlässige Daten gegenüber Kunden, Interessengruppen und Aufsichtsbehörden präsentieren müssen.

6.2 Integration von SIA381.101

Die KBOB/SIA2032-Bauteilkategorien definieren standardisierte Bauteilaufbauten (z. B. Aussenwand, Dach, Bodenplatte), wobei Jedes Bauteil ist mit bestimmten Baumaterialien nach KBOB verbunden. Diese Bauteilaufbauten stehen in enger Verbindung mit der Norm SIA381.101 [10], da diese Norm tabellierte Bemessungswerte für wärmetechnische Baustoffkennwerte (insbesondere die Wärmeleitfähigkeit) bereitstellt. Auf Basis dieser normierten Materialkennwerte kann der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) jedes Bauteilaufbaus ermittelt werden, indem man die Wärmewiderstände aller Schichten summiert. Typische Bauteilschichtungen umfassen dabei eine Dämmeschicht, die Tragsstruktur (z. B. aus Mauerwerk oder Beton) sowie entsprechende Oberflächenmaterialien auf Innen- und Aussenseite. Durch die Auslegung dieser Schichten wird das angestrebte Wärmeschutzniveau – und damit der thermische Standard des Bauteils – bestimmt. Die Verwendung der SIA381.101-Materialdaten bei der U-Wert-Berechnung stellt sicher, dass die thermischen Eigenschaften der SIA2032-Bauteilkategorien normgerecht berücksichtigt werden und die resultierenden U-Werte den vorgesehenen Wärmeschutzstandard der jeweiligen Kategorie korrekt widerspiegeln.

6.3 Zuordnung von Bauteilen zu greenDESIGN- und greenBIM-Mengen

Sobald Nutzende Bauteile aus dem Bauteilkatalog auswählen, können sie diese den greenDESIGN- und greenBIM-Bauteil-Mengen zuordnen. Dieser Zuordnungsprozess ermöglicht es der Plattform, Daten aus beiden Methoden zu integrieren und sicherzustellen, dass die ausgewählten Bauteile innerhalb des Projektrahmens genau quantifiziert und bewertet werden. In greenDESIGN, das auf manueller Dateneingabe basiert, ermöglicht diese Zuordnung den Nutzenden, Bauteilmengen auf Grundlage eines vordefinierten Katalogs einzugeben, wodurch das Risiko von Fehlern minimiert, und der Dateneingabeprozess vereinfacht wird. In greenBIM, das mit IFC-Modellen arbeitet, stellt die Zuordnung sicher, dass die Komponenten aus dem Katalog korrekt im 3D-Modell abgebildet werden, wodurch ein nahtloser und automatisierter Bewertungsworkflow ermöglicht wird.

Diese Zuordnung stellt sicher, dass die Umweltwirkung jedes Bauteils, sei es Primärenergie nicht erneuerbar, Treibhausgasemissionen, oder andere Nachhaltigkeitskennzahlen, korrekt gemäss den Standards von SIA2032 und SIA381.101 zugeordnet wird. Die Plattform wendet auch spezifische Benchmarks auf jedem Bauteil basierend auf den SIA-Richtlinien an und bietet den Nutzenden ein detailliertes und nuanciertes Verständnis davon, wie jedes Teil ihres Projekts zur Gesamtumweltleistung beiträgt.



6.4 Vorteile eines standardisierten, vereinfachten Katalogs

Die Vereinfachung und Standardisierung des Bauteilkatalogs bietet zahlreiche Vorteile für die Bewertung der Primärenergie nicht erneuerbar und der Treibhausgasemissionen, sowie die U-Werte. Durch die Zentralisierung vordefinierter Bauteilinformationen verbessert die Plattform nicht nur die Genauigkeit ihrer Umweltbewertungen, sondern reduziert auch den Bedarf an umfangreicher Benutzereingaben, wodurch die Plattform für eine breitere Fachöffentlichkeit zugänglich wird, selbst für diejenigen, die möglicherweise keine tiefgehenden Kenntnisse über Umweltstandards oder Zertifizierungen haben. Die Ausrichtung des Katalogs an etablierten Normen unterstützt die Datenkonsistenz über Projekte hinweg und ermöglicht es den Nutzenden, Ergebnisse einfach zu vergleichen und Designs auf der Grundlage von branchenweit anerkannten Nachhaltigkeits-benchmarks zu optimieren.

Darüber hinaus steht die Verwendung eines vereinfachten Katalogs im Einklang mit dem Engagement der Plattform für Benutzerfreundlichkeit und Zugänglichkeit, da er den Nutzenden eine strukturierte und intuitive Möglichkeit bietet, Bauteile auszuwählen, die den SIA-, Minergie- und SNBS-Standards entsprechen. Diese Funktion trägt dazu bei, den Bewertungsprozess zu vereinfachen, sodass Fachpersonen aus Architektur, Ingenieurwesen, Bauphysik, Energie- und Nachhaltigkeitsberatung weniger Zeit mit administrativen Aufgaben verbringen und mehr Zeit damit verbringen können, Ergebnisse zu analysieren und Verbesserungen an den geplanten Bauprojekten vorzunehmen.

6.5 Unterstützung von nachhaltigem Design durch Bauteil-Zuordnung

Letztlich unterstützt der Bauteilkatalog der Plattform mit seinen auf SIA2032 und SIA381.101 basierenden Bauteile einen ganzheitlichen Ansatz für nachhaltiges Gebäudedesign. Die automatische Zuordnung dieser katalogisierten Bauteile zu den greenDESIGN- und greenBIM-Mengen überbrückt die Lücke zwischen traditionellen 2D- und 3D-Design-Workflows und ermöglicht ein umfassendes Verständnis der Umweltwirkung jedes Gebäudeteils über alle Phasen der Projektentwicklung hinweg.

Zusammenfassend bietet die Plattform durch die Integration eines vereinfachten Bauteilkatalogs, der auf SIA2032 und SIA381.101 basiert, ein robustes, anwendungsfreundliches Tool für konsistente und zuverlässige Nachhaltigkeitsbewertungen. Durch die Vereinfachung der Auswahl und Zuordnung von Bauteilen stellt die Plattform sicher, dass Nutzende ihre Projekte problemlos mit den Schweizer Nachhaltigkeits-Standards in Einklang bringen, Designs für eine reduzierte Umweltbelastung optimieren und bedeutende Fortschritte in Richtung nachhaltiger, CO₂ optimierter Baupraktiken erzielen können.



7 Diskussion

Die entwickelte Viride-Plattform stellt einen wichtigen Fortschritt in der frühzeitigen Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsmetriken im Planungsprozess dar. Mit der Kombination der zwei Methoden greenDESIGN und greenBIM werden sowohl manuelle Mengeneingaben als auch IFC-basierte Gebäudeinformationen systematisch ausgewertet. Dadurch eignet sich das System für unterschiedliche Planungsansätze – von kleinen Projekten ohne 3D-Modell bis hin zu komplexen Entwürfen in gängigen BIM-Umgebungen. Die vollständige Integration der schweizerischen Standards und Benchmarks (z.B. SIA2032, SIA380/1, SIA390/1, Minergie-P-A/ECO, SNBS, KBOB-Daten) gewährleistet, dass die Ergebnisse vergleichbar und nachprüfbar sind. Insbesondere kann die Plattform die Treibhausgasbilanz nach Scope1–3 abbilden und berücksichtigt neben der Primärenergie nicht erneuerbar, Treibhausgasemissionen und auch gebundenen biogenen Kohlenstoff – ein für Netto-Null-Ziele entscheidender Ansatz.

Viride bündelt die wesentlichen Anforderungen für klimafreundliches Bauen in einem browserbasierten Werkzeug. Die automatisierte Zuordnung von IFC-Bauteilen zu SIA-2032-Kategorien reduziert manuelle Aufwände und Fehler, wodurch die Nutzer ihre Entwürfe effizient auf Umweltauswirkungen prüfen können. Durch die farbcodierte Visualisierung werden kritische „Hot Spots“ im Modell auf einen Blick erkennbar, was datengestützte Optimierungen direkt im Entwurfsprozess unterstützt. Erste Praxiserprobungen mit über hundert Nutzerinnen und Nutzern bestätigen die Benutzerfreundlichkeit und Relevanz der Plattform: Feedback aus Pilotprojekten floss in Verbesserungen ein, um etwa durch erweiterte Kataloge und Benchmarks einen noch robusteren Lebenszyklusanalyse-Workflow zu schaffen.

Die Plattform leistet zudem einen Beitrag zur Umsetzung nationaler Klimaziele. In einem Umfeld, in dem Kantone und Städte Netto-Null-Vorgaben einführen, bietet Viride ein Werkzeug, um bereits in Architekturwettbewerben energiespezifische Kennzahlen wie Heizwärmebedarf oder Treibhausgas-Emissionen zu bestimmen. Durch die Abbildung von Grenzwerten nach SIA2040 und SIA390/1 können Projektteams direkt erkennen, in welchem Masse ihre Entwürfe auf diese Pfade hinwirken.

Gleichzeitig fördert die Unterstützung von Minergie-P-A/ECO-Standards einen hohen Energieeffizienzstandard und ganzheitliche ökologische Kriterien in frühen Planungsphasen. Die offene IFC-Basis erlaubt es, mit allen gängigen CAD-Programmen zu arbeiten und so breiten Zugang zu schaffen. Dies ist besonders wichtig, um auch kleineren Büros ohne aufwändige Software zu ermöglichen, Nachhaltigkeitsaspekte zu integrieren.

Aus der detaillierten Lebenszyklus-Betrachtung resultieren wertvolle Einblicke: Auf Gebäude-, Zonen- und Bauteilebene können unterschiedliche Optimierungspotenziale identifiziert werden. So werden etwa Zonen mit überproportional hohem Energiebedarf aufgedeckt und können gezielt verbessert werden. Die Berücksichtigung von einer Materialdatenbank unterstützt nachhaltige Entscheidungen bei Materialwahl und Konstruktion. In Kombination mit der operativen Betriebsbewertung nach SIA380/1 erlaubt Viride einen ganzheitlichen Vergleich zwischen Umweltwirkungen. Die Möglichkeit, Variantenrechnung und Szenarien in einer frühen Projektphase durchzuführen, entspricht dem MacLeamy-Prinzip: Entscheidungen, die in der Vorprojektphase getroffen werden, haben den grössten Einfluss auf die spätere Umweltbilanz des Gebäudes.



Trotz dieser Stärken bestehen auch Erweiterungspotenziale. Die Integration der Mobilität (Scope 3-Reisen) gemäss SIA390/1 wird weiter vorangetrieben, um die Gesamtbilanz zu vervollständigen. Auch der Ausbau der Datenbasis – etwa weitere aktualisierte KBOB-Datensätze oder internationale Referenzdaten – kann die Genauigkeit erhöhen. Langfristig kann Viride durch die Anbindung an weitere Normen und Zertifizierungssysteme an Relevanz gewinnen. Ein weiteres Ziel ist die Förderung interdisziplinärer Zusammenarbeit: Die transparente Visualisierung der Kennzahlen im 3D-Modell erleichtert es Architektinnen, Ingenieurinnen und Energieberater*innen, gemeinsam fundierte Entscheidungen für klimaoptimierte Entwürfe zu treffen.

Insgesamt zeigt sich, dass Viride das Nachhaltigkeitsbewusstsein in der Bauplanung entscheidend stärkt, indem es wissenschaftlich fundierte Umweltanalysen früh in den Planungsaltag integriert. Die hohe Übereinstimmung mit anerkannten Standards und die praxisorientierte Umsetzung legen nahe, dass Projekte künftig effektiver in Richtung Netto-Null-Emissionen optimiert werden können. Die Plattform fungiert damit als Brücke zwischen aktuellem Planungswissen und langfristigen Klimazielen im Gebäudesektor.



8 Kommunikation

Es wurden folgende Schulungen und Referate zu greenBIM durchgeführt:

Datum	Ort
26.10.2023	UnConference: Collaborative Pathways to Circularity greenBIM in der Posterausstellung gezeigt mit Ankündigung greenBIM IFC Plattform 
02.11.2023	Kurs Netto Null & graue Energie - Wege zum klimaneutralen Bauen, Volkshaus Zürich. Schulung aktuelle Plugins und Ausblick greenBIM 2024 Dozierende: Prof. Barbara Sintzel, Anita Naneva
07.12.2023	Vortrag Energie-Cluster: Symposium graue Emissionen, Referentin: Anita Naneva



18.01.2024	Swissbau: Vortrag Ökologische Nachhaltigkeit direkt in BIM-Projekten: greenBIM, Anita Naneva, Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau FHNW  https://www.swissbau.ch/de/e/nachhaltigkeit-und-bim.37598
27.08.2024	Status-Seminar brenet: greenBIM Programm 2023-25: Reduktion der Treibhausgasemissionen im Vorprojekt Barbara Sintzel und Anita Naneva, Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau FHNW 



24.10.2024	<p>Circular Building UnConference:</p>  <p>FHNW Stand anlässlich der Circular Building UnConference</p>
18.03.2025	<p>Zoom-Lunch: Viride: ökologische Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft im Bauwesen</p> <p>Viride: ökologische Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft im Bauwesen</p> <p>Anita Naneva (FHNW) Dienstag, 18. März 2025 12.15 bis 13.00 Uhr</p> <ul style="list-style-type: none">- Wie kann Viride Ihre Projekte dabei unterstützen, ökologische Nachhaltigkeits- und Netto-Null-Ziele zu erreichen?- Welche innovativen Werkzeuge und Methoden bietet Viride zur Optimierung der CO₂-eq-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden?- Wie rationalisiert Viride Benchmarking, Zertifizierung und Berichterstattung für nachhaltige Baupraktiken in 2D und 3D mit greenDESIGN und greenBIM? 



Normen und Merkblätter

SIA2032	Merkblatt SIA2032 «Graue Energie - Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden» (2020)
SIA380	Norm SIA180 «Grundlagen für energetische Berechnungen von Gebäuden» (2022)
SIA380/1	Norm SIA380/1 «Heizwärmebedarf» (2016)
SIA2040	Merkblatt SIA «Effizienzpfad Energie» (2017)
SIA390/1	Norm SIA390/1 «Klimapfad Energie» (2025)
KBOB Ökobilanzdaten im Baubereich	Ökobilanzdaten im Baubereich 2009:2022, Version 4.0 von KBOB, ecobau und IPB
Minergie	Gebäudestandards MINERGIE®/MINERGIE-P®/MINERGIE-A®
Minergie-ECO	MINERGIE-ECO®
SNBS	Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz Hochbau (SNBS-Hochbau)



Quellenangaben

- [1] SIA, "SIA2040 SIA-Effizienzpfad Energie", 2017. [Online]. Available: https://shop.sia.ch/normenwerk/architekt/sia_2040/d/D/Product
- [2] SIA, "SIA 390/1 Klimapfad – Treibhausgasbilanz über den Lebenszyklus von Gebäuden", 2024. [Online]. Available: <https://preisigfaeffli.ch/sia-effizienzpfad>
- [3] SIA, "SIA380/1 Heizwärmeverbrauch", 2016. [Online]. Available: https://shop.sia.ch/normenwerk/architekt/380-1_2016_d/D/Product
- [4] Minergie, "Produktreglement Gebäudestandards MINERGIE ® / MINERGIE-P ® / MINERGIE-A ®", 2023. [Online]. Available: https://www.minergie.ch/media/231220_produktreglement_minergie_p_a_2023.1_de.pdf
- [5] Ecobau, "Produktreglement für den Zusatz ECO", 2023. [Online]. Available: https://www.minergie.ch/media/230810_produktreglement_zusatzprodukt_eco_v2023.1_de.pdf
- [6] SIA, "SIA2032 Graue Energie – Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden", 2020. [Online]. Available: https://shop.sia.ch/normenwerk/architekt/sia_2032/d/2020/D/Product
- [7] SNBS, "SNBS-HOCHBAU", 2023. [Online]. Available: <https://www.snbs-hochbau.ch/standards/snbs-hochbau/>
- [8] KBOB, "Ökobilanzdaten im Baubereich 2009:2022, Version 7.0" von KBOB, ecobau und IPB
- [9] BFE, "Netto-Null Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich – Fragestellungen F0_F1_F3_F4 und Gesamtkoordination KO" 2024. [Online] NN-THGG – Netto-Null Treibhausgasemissionen im Gebäudebereich – Fragestellungen F0_F1_F3_F4 und Gesamtkoordination KO - Texte
- [10] SIA, "SIA381.101 Baustoffe und -produkte - Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte" 2000. [Online]. Available: <https://shop.sia.ch/europ%C3%A4ische%20normen/architekt/sia%20381.101/d/D/Product>



Anhang

IFC IER Viride (IFC 2x3, 4 und 4x3)

Beispiel-IFC-Modell greenBIM